-- Iranian Energy Economics------
Summer 2023, 47 (12), 101-127
Jiee.atu.ac.ir
DOI: http://dx.doi.org/10.22054/jiee.2023.74581.2021

ATU PRESS

Original Research
Received: 3/July/2023
Accepted: 18/July/2023
ISSN: 2423-5954
eISSN: 2476-6437

Investigating the Dynamics of Information and Communication Technology and Environmental Degradation (evidence from developing countries)

Maryam Taiiari — Ph. D. Student of Economic Sciences, Firoozkooh Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Mahmoud Mahmoudzadeh* — Associate Professor, Department of Economics, Firoozkooh Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Mir Hossein Mousavi — Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Social and Economic Sciences, Al-Zahra University, Tehran, Iran

Abstract

The purpose of this paper is to evaluate the role of ICT due to ecological footprint from the perspective of individual effect and the trend of the 113 countries' reserves and land production in selected developing countries using the data panel method in the period 1992-2018. The results showed that increasing the mobile penetration rate increased greenhouse gas and carbon dioxide emissions and increased the ecological footprint effect. However, increasing the Internet penetration rate has reduced carbon dioxide emissions, increased greenhouse gases, and increased ecological footprint. Therefore, ICT use in these countries has not yet been effective in improving the environment. In the short term, there is a positive relationship between economic growth and environmental degradation in these countries, and economic growth worsens the quality of the environment. And in the long term, there is evidence of the Kuznets hypothesis being correct. Dynamic analysis showed that the use of ICT has been effective in improving the environment and this effect lasts for at least a decade. Technology shocks have an immediate effect on improving some environmental indicators and the range of effects on some indicators appears in the long term. In these countries, the production of ICT has no relative advantage, but they can benefit from the economic and environmental benefits of ICT.

Keywords: Information and communications technology, Ecological footprint effect, Kuznets curve, CO2 emission

JEL Classification: Q53 , O44 , C19

* Corresponding Author: m.sayadi@khu.ac.ir
How to Cite: Taiiari, M., Mahmoudzadeh, M., Mousavi, M H. (2023). Investigating the dynamics of information and communication technology and environmental degradation (evidence from developing countries). Iranian Energy Economics, 47 (12), 101-127.

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۲۷

ISSN: ۲۴۲۳-۵۹۵۴

eISSN: ۲۴۷۶-۶۴۳۷

-- پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران ---------

دوره ۱۲، شماره ۴۷، تابستان ۱۴۰۲، ۱۰۱-۱۲۷

Jiee.atu.ac.ir

DOI: http://dx.doi.org/10.22054/jiee.2023.74581.2021

بررسی پویایی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات و تخریب محیط زیست (شواهدی ازکشورهای در حال توسعه)

مریم طیاری | دانشجوی دکتری رشته علوم اقتصادی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه، تهران، ایران

محمود محمودزاده * | دانشیار گروه اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه، تهران، ایران

میرحسین موسوی | دانشیارگروه اقتصاد، دانشگاه الزهرا، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی، تهران، ایران

چکیده

هدف این مقاله ارزیابی نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اثر ردپای اکولوژیکی از دیدگاه اثر فردی و روند ذخایر کشورها و نوع زمین در ۱۱۳ کشور منتخب در حال توسعه با بهره گیری از روش پنل دیتا در دوره زمانی ۲۰۱۸-۱۹۹۲ است. نتایج نشان می‌دهد که افزایش ضریب نفوذ تلفن همراه موجب افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای وانتشار دی‌اکسیدکربن وافزایش اثر ردپای اکولوژیکی شده است. با این وجود، افزایش ضریب نفوذ اینترنت سبب کاهش میزان انتشار دی‌اکسیدکربن و افزایش گازهای گلخانه‌ای و افزایش اثرردپای اکولوژیکی شده است. در کوتاه‌مدت رابطه مثبت بین رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست در این کشورها وجود دارد و رشد اقتصادی کیفیت محیط زیست را بدتر می‌کند و در بلندمدت شواهدی از درستی فرضیه کوزنتس مشاهده می‌شود. تحلیل‌های پویا نشان داد که به‌کارگیری فاوا بر بهبود محیط زیست مؤثر بوده است و این اثرگذاری حداقل به مدت یک دهه تداوم می‌یابد. البته شوک‌های فناوری اثر آنی بر بهبود برخی شاخص‌های محیط زیست دارند و دامنه اثرگذاری بر برخی شاخص‌ها در بلندمدت ظاهر می‌شود. با توجه به این که این کشورها در تولید فاوا مزیت نسبی ندارند ولی می‌توانند با بهره مندی از کاربری فاوا از مزیت اقتصادی و محیط زیستی آن بهره‌مند شوند.

کلیدواژه‌ها: فناوری اطلاعات و ارتباطات، اثر ردپای اکولوژیکی، منحنی کوزنتس، میزان انتشار دی‌اکسیدکربن

طبقه‌بندی JEL: C19 , O44 , Q53

* نویسنده مسئول: m.sayadi@khu.ac.ir

۱. مقدمه

اکثر مطالعات اقتصادی صورت گرفته در پی یافتن یک ارتباط معنادار میان کیفیت محیط زیست و فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا)[1] و رشد اقتصادی بوده است که مبین الگوی کاربردی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس می‌باشد بطوریکه در سال‌های اولیه رشد اقتصادی مقدار تخریب زیست‌محیطی افزایش یافته و به مرور زمان پس از رسیدن به سطح معینی از رشد کیفیت محیط زیست بهبود می‌یابد در منحنی کوزنتس در ناحیه صعودی منحنی و در مراحل اولیه رشد اقتصادی، تخریب محیط زیست افزایش یافته و بتدریج با سپری شدن زمان و افزایش کیفیت زندگی و بهبود شرایط اقتصادی، از میزان تخریب محیط زیست کاسته می‌شود. افزایش استفاده از فاوا و افزایش ضریب نفوذ اینترنت و تلفن همراه باعث کاهش هزینه‌های حمل و نقل و کوتاهتر شدن زنجیره عرضه و سبب بهبود کیفیت زندگی مردم و تخریب محیط زیست روند نزولی می‌گیرد و از سویی با افزایش زباله‌های الکتریکی باعث افزایش تخریب محیط زیست می‌گردد.

تحقیقات و شواهد گزارش شکاف (۲۰۲۰) نشان می‌دهد که افزایش رشد در میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای جهانی در حال کند شدن است. با این حال، انتشار گازهای گلخانه‌ای در اقتصادهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی رو به کاهش است ولی در اقتصادهای در حال توسعه همچنان سیر صعودی دارد. با وجود بهبود کارایی انرژی و افزایش منابع کم کربن، انتشار گازهای گلخانه‌ای همچنان در کشورهایی با رشد فزاینده‌ای در استفاده از انرژی برای پاسخگویی به نیازهای توسعه‌ای رو به افزایش است.پرسش اصلی که در اینجا مطرح می‌شود این است که آیا با افزایش ضریب نفوذ اینترنت و تلفن همراه (شاخص‌های فاوا) ما شاهد بهبود کیفیت محیط زیست در کشورهای در حال توسعه خواهیم بود؟

در این راستا، این مقاله به صورت زیر سازمان‌دهی شده است. نخست مبانی نظری و یافته‌های اهم مطالعات مرور می‌شود. به دنبال آن الگوی تحلیلی ارائه می‌شود. سپس برآورد و یافته‌های تجربی آورده می‌شود. نتیجه‌گیری و پیشنهادها بخش پایانی مقاله خواهد بود.

۲. مبانی نظری

برای بررسی اثر زیست‌محیطی فاوا، از چارچوبی بر طبق نمودار (۱) استفاده می‌شود. در این چارچوب فاوا هم به عنوان بخشی از مسئله و هم به عنوان راه‌کار تلقی می‌شود. تولید فاوا

1. Information and communication technology (ICT)

مانند تولید هر کالایی با آلاینده زیست‌محیطی همراه است. برای مثال امحای زباله تجهیزات فاوا هنوز مسئله مهمی است. با این وجود، نقش فاوا بخشی از حل مسئله است. زیرا سرمایه فاوا بهره‌وری بیشتری نسبت به سایر سرمایه‌ها دارد و به عنوان نهاده‌ها در سایر بخش‌ها به کار برده می‌شود. بنابراین به‌کارگیری فاوا می‌تواند با بهبود فرآیند تولید به بهبود محیط زیست کمک کند.

هیلتی[1] (۲۰۰۸) اثرات زیست‌محیطی فاوا را در سه دسته کلی تقسیم‌بندی کرده است:

- دسته اول می‌تواند هم مثبت و هم منفی باشد و شامل اثرات نوع اول یا مستقیم (مانند اثرات مصرف انرژی توسط تجهیزات فاوا یا استفاده از فاوا در نظارت و کنترل بر محیط زیست) است.
- اثرات نوع دوم یا غیرمستقیم (مانند افزایش کارآیی سیستم‌های حمل و نقل به علت به‌کارگیری فاوا و کاهش آلودگی ناشی از مصرف سوخت در نتیجه بهبود سیستم حمل و نقل) است.
- دسته سوم که به اثرات انعکاسی مشهورند بیشتر منفی بوده و به دنبال اثرگذاری مستقیم یا غیرمستقیم فاوا بر محیط زیست ممکن است ایجاد شوند (مانند افزایش استفاده از حمل و نقل عمومی در اثر بهبود عملکرد سیستمهای حمل و نقل عمومی که خود ناشی از به‌کارگیری فاوا در این سیستمها است که سبب افزایش آلودگی در محیط زیست می‌شود (سازمان همکاریهای اقتصادی و توسعه، ۲۰۰۱).

نمودار ۱. چارچوب مفهومی نقش فاوا بر کیفیت محیط زیست و مسائل آن

مأخذ: (هیلتی، ۲۰۰۸)

1. Hilty

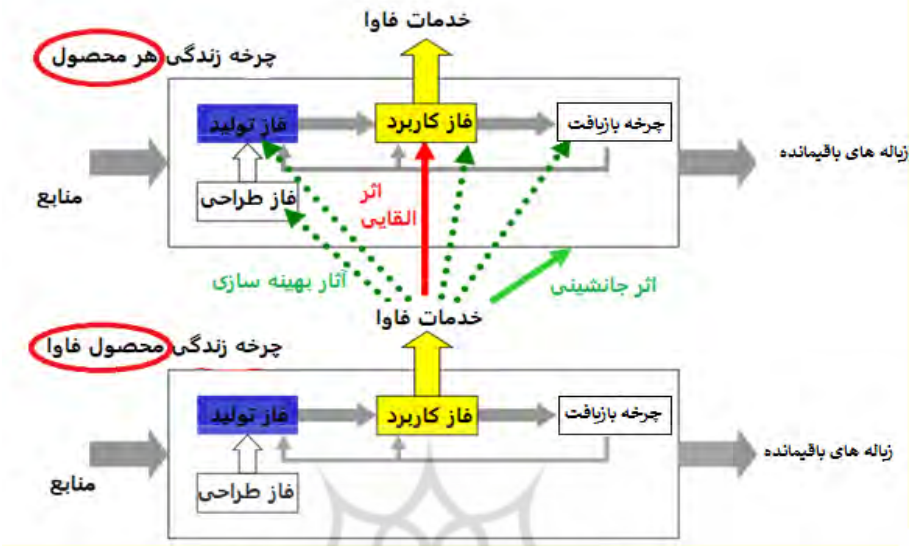
فاوا باعث افزایش کارایی در رسیدن به تولید بیشتر با استفاده از مقادیر کمتری از ستاده می‌گردد. آثار مستقیم گروه اول شامل چرخه عمر سخت افزاری فاوا است که خود شامل سه قسمت تولید و کاربرد و طرز اسقاط زباله‌های الکتریکی است (نمودار ۱). همچنین، زمینه کاربری فاوا شامل آثار بهینه‌سازی و جانشینی به عنوان بخشی از راه‌حل و آثار القایی به عنوان بخشی از مسئله به صورت غیرمستقیم باعث توانمندسازی و دگرگونی در ساختار اجتماعی می‌شوند نام برد (لورنز هیلتی، ۲۰۰۸).

آثار القایی نوعی اثر زنجیره‌ای هستند که نقش آثار ترتیبی در آنها دیده می‌شود. اثر القایی فاوا می‌تواند به شکل افزایش تولید آنتن مخابراتی باشد که آلودگی بالایی دارد اما اثر جانشینی می‌تواند به شکل جایگزینی ابزارهای الکترونیکی با بایگانی‌های حجیم و پیچیده کاغذی باشد که نیازی به فضای بزرگ ندارند یا کاهش نیاز به سفر فیزیکی می‌تواند اثر جانشینی دیگر فاوا به شمار رود. در سطح سوم نیز تغییرات ساختاری مانند اقتصاد بدون وزن با کمترین اتکا به مواد رخ می‌دهد اما از طرف دیگر آثار مخربی مانند نیاز بالای تجهیزات و زیرساخت‌های فاوا به انرژی هم مشاهده می‌شود. نمودار ۱، الگوی مناسبی برای طرح مسئله تحقیق حاضر از نظر مفهومی است؛ در تحقیق حاضر، تمرکز روی کاربری فاوا به مثابه بخشی از راه‌حل حفظ منابع زیست‌محیطی و کاهش روند فرسایش آنها از منظر آثار مستقیم و غیرمستقیم است که از روی مطالعه تطبیقی بین کشورها صورت می‌گیرد. (لورنز هیلتی، ۲۰۰۸)

با افزایش تولید آثار مخرب آلاینده‌ها وارد محیط زیست شده و نیاز به زیر ساختهای حیاتی جدید جهت حرکت به سمت اقتصادهای غیرمتکی به مواد و ایجاد یک نوع دگردیسی که در نتیجه آن اقتصاد مبتنی بر مواد اولیه به سمت دانش بنیان سوق داده می‌شود وروند این فرآیند را در چرخه زندگی محصول فاوا[1] در نمودار (۲) مشاهده کرد.

1. Life cycle of an ICT product

نمودار ۲. چرخه زندگی یک محصول فاوا (لورنز هیلتی ۲۰۰۸)



مأخذ: هیلتی، ۲۰۰۸

۳. پیشینه پژوهش

پژوهش‌های خوبی در زمینه آثار زیست‌محیطی فاوا انجام شده که به اهم آن‌ها اشاره می‌شود. طیاری و همکاران (۲۰۲۲) نشان داده‌اند که فاوا (ضریب نفوذ اینترنت و ضریب تلفن همراه) بر سه شاخص کیفیت محیط زیست (انتشار گازهای دی‌اکسیدکربن و گازهای گلخانه‌ای و ردپای اکولوژیکی (از سه منظر اثر فردی، روند ذخایر کشورها و نوع زمین) در کشورهای سازمان همکاریهای توسعه اقتصادی در دوره ۲۰۱۸-۱۹۹۲ مؤثر بوده است و موجب کاهش انتشار گازهای دی‌اکسید کربن، گلخانه‌ای و اثر ردپای اکولولوژیکی شده است. افزون بر این پیامدهای فاوا برکیفیت محیط زیست در بلندمدت بیش از کوتاه‌مدت بوده است. و همچنین اثر جانشینی فاوا (جایگزینی فعالیت‌های آنلاین) نسبت به بر اثر درآمدی (افزایش فراغت حاصل از اثر جانشینی و افزایش تقاضای سفر) در کشورهای مورد مطالعه غالب بوده است.

ناهید خان و سنا و آریف[1] (۲۰۲۰) به بررسی تأثیر فاوا بر میزان انتشار دی‌اکسیدکربن با رویکرد داده‌های پانلی از ۹۱ کشور در طول دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۷ پرداختند که یافته‌های

1. Naheedkhan et al.

این مطالعه نشان می‌دهد که فاوا باعث کاهش میزان انتشار دی‌اکسیدکربن برای نمونه منتخب کشورها می‌گردد. با این حال، مطالعه تطبیقی کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه نشان می‌دهد که فاوا پایداری زیست‌محیطی را در کشورهای توسعه‌یافته افزایش می‌دهد در حالی که برای کشورهای در حال توسعه عکس نتایج به دست آمده در بالا را دارد و همچنین در منحنی کوزنتس با سطوح بالاتر توسعه یک کشور، می‌توان به سمت پایداری زیست‌محیطی همراه با انتشار فاوا کمک کرد. چنگ لو[1] (۲۰۱۸) اثرات فاوا، مصرف انرژی، رشد اقتصادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن با استفاده از داده‌های پانل ۲۰۱۳-۱۹۹۳ در ۱۲ کشور آسیایی بررسی کرده است. نتایج نشان می‌دهد که رابطه انتشار دی‌اکسیدکربن -انرژی و انرژی - فاوا دارای تعادل طولانی‌مدت است. هر دو مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی اثرات قابل توجهی، مثبت بر انتشار دی‌اکسیدکربن؛ مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی بر رشد انتشار دی‌اکسیدکربن دارند.

امل دابوس (۲۰۱۵) تأثیر فاوا و توسعه مالی بر مصرف انرژی با استفاده از یک تحلیل پانل ناهمگن پویا برای ۱۱ کشور منا[2]، طی دوره زمانی ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۴ مورد مطالعه قرار داده اند. نتایج نشان می‌دهد که بین شاخص فاوا و مصرف انرژی رابطه آماری معناداری مثبت وجود دارد. با این حال به نظر نمی‌رسد توسعه مالی تأثیری بر مصرف انرژی داشته باشد. در حالی که استفاده از فاوا مصرف انرژی را افزایش می‌دهد، توسعه بازارهای مالی به افزایش مصرف انرژی کمک نمی‌کند.

حمیدرضا ارباب و اسماعیل شعبانی (۲۰۱۷) به بررسی تأثیر فاوا بر آلودگی‌های زیست‌محیطی در کشورهای «دی هشت»[3] ازجمله ایران برای دوره زمانی ۲۰۱۴-۱۹۹۶ پرداخته اند، نتایج نشان می‌دهد که با افزایش تولید ناخالص داخلی، آلودگی افزایش می‌یابد. همچنین رابطه معناداری میان فاوا و کاهش آلودگی هوا به دست آمده است. مثبت بودن ضریب لگاریتم سرانه تولید ناخالص داخلی، نشان از افزایش آلودگی به ازای افزایش تولید ناخالص داخلی دارد. میزان آلودگی به ازای افزایش درآمد روند صعودی داشته است. آووم و همکاران[4] (۲۰۲۰) به بررسی اثر فاوا بر کیفیت محیط زیست در جنوب

1. Cheng Lu
2. MENA
3. D8
4. Avon et al.

صحرای آفریقا پرداخته‌اند. در این مطالعه اثرات فاوا بر میزان انتشار دی اکسیدکربن در ۲۱ کشور آفریقایی در جنوب صحرای آفریقا از سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۴ مورد بررسی قرار گفته است و نتایج تجربی نشان می‌دهد که استفاده از فاوا توسط تلفن همراه و ضریب نفوذ اینترنت به طور قابل توجهی انتشار دی اکسیدکربن را تحریک می‌کند. همچنین نشان می‌دهد که فاوا نه‌تنها تأثیر مثبت مستقیمی بر انتشار دی‌اکسیدکربن ندارد، بلکه از طریق تأثیر آن بر مصرف انرژی و توسعه مالی و اثر منفی غیرمستقیم از طریق باز بودن تجارت، تأثیر مثبت وغیرمستقیم دارد و نشان می‌دهد که فاوا کیفیت محیط زیست در جنوب صحرای آفریقا را بدتر می‌کند.

ارشد و همکاران[1] (۲۰۲۰) به بررسی تجربی نقش فاوا در مصرف انرژی و محیط زیست اقتصادهای آسیایی با تحلیل خوشه‌ای پرداخته است. اثر فاوا، تجارت، رشد اقتصادی، توسعه مالی، و مصرف انرژی بر انتشار کربن در منطقه جنوب و جنوب شرقی آسیا[2] برای دوره ۲۰۱۴-۱۹۹۰ برآورد کرده است. نتایج نشان می‌دهدکه توسعه مالی و فاوا کیفیت محیط زیست در منطقه جنوب و جنوب شرقی آسیا رو به وخامت گذاشته است و پیشنهاد کرده کالاها و خدمات فاوا هم در کشورهای بالقوه و هم در کشورهای پیشرفته (براساس نمره توسعه اجتماعی کشورها) انرژی کارآمد نیستند و بیشتر سرمایه گذاری مالی در طرح‌های زیست‌محیطی غیردوستانه، در کشورهای بالقوه انجام شده است. در مقابل، در کشورهای پیشرفته، توسعه مالی انتشار دی‌اکسیدکربن را کاهش می‌دهد و همچنین بین انتشار دی‌اکسیدکربن و مصرف انرژی رابطه مستقیم وجود دارد.

هایگون و همکاران[3] (۲۰۱۷) در مطالعه‌ایِ اثرات مثبت و منفی زیست‌محیطی فناوری اطلاعاتی و ارتباطی را به طور گسترده‌ای مورد بحث قرار دادند. در این مطالعه از یک مجموعه داده پانلی متشکل از ۱۴۲ اقتصاد، متشکل از ۱۱۶ کشور در حال توسعه و ۲۶ کشور توسعه یافته تقسیم شده‌اند و طول دوره ۲۰۱۰-۱۹۹۵ می‌باشد و نتایج تأیید می‌کند که رابطه بین انتشار فاوا و دی‌اکسیدکربن یک رابطه غیرخطی وارونه U شکل است و برای نمونه کشورهای در حال توسعه، نقطه عطف فاوا به خوبی بالاتر از مقدار متوسط است، و عکس آن برای نمونه کشورهای توسعه‌یافته صادق است. و بسیاری از کشورهای

1. Arshad et al.
2. South and Southeast Asia (SSA)
3. Higon et al.

توسعه‌یافته در حال حاضر به سطحی از توسعه فاوا دست یافته‌اند که در آن انتشار دی‌اکسیدکربن با بهبود بیشتر سطح توسعه فاوا کاهش می‌یابد.

عثمان المولالی و لاوشاو تینگ و ایلهان اوزتورک[1] (۲۰۱۵) با موضوع حرکت جهانی به سمت خریدهای اینترنتی و تأثیر آن بر آلودگی به بررسی تأثیر خرده فروشی اینترنت بر انتشار دی‌اکسیدکربن در ۷۷ کشوردر دو گروه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه در طول دوره ۲۰۱۳-۲۰۰۰ پرداخته اند. نتایج نشان می‌دهد که خرده فروشی اینترنت انتشار دی‌اکسیدکربن را به طور کلی کاهش می‌دهد، اما در یک تفکیک بین کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه نشان می‌دهد که خرده فروشی اینترنت تأثیر منفی قابل توجهی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای توسعه یافته دارد و همچنین تأثیر قابل توجهی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای در حال توسعه ندارد.

وجه تمایز این مقاله نسبت به مطالعات پیشین این است که در این پژوهش، برخلاف مطالعات گذشته، اثر فاوا بر کیفیت محیط زیست با توجه به سه شاخص اکولوژیکی (میزان انتشار دی‌اکسیدکربن؛ میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و ردپای اکولوژیکی (این متغیر، ترکیبی از سه متغیر ردپای اکولوژیکی براساس اثر فردی، روند ذخایر کشورها و نوع زمین است)) که در کشورهای در حال توسعه بررسی می‌شود و همچنین، این تقسیم‌بندی‌ها در سایر پژوهش‌ها ملحوظ نشده است. افزون برآن، در این مطالعه سعی شده اثرات ثابت زمانی، اثرات ثابت مقطعی و اثرات ثابت زمانی و مقطعی و اثرات تصادفی در شش حالت بررسی شود و با بررسی ساختار پانل یا تجمیعی و آزمون‌های مناسب، به برآورد دقیق‌تر نتایج و تحلیل و تفسیر یافته‌ها بپردازد و درنهایت، از طریق روش گشتاورهای تعمیم‌یافته[2] مدل‌ها آسیب‌شناسی شده و نواقص مرتفع گردد. همچنین، با توجه به بازه زمانی گسترده‌تر مورد بررسی در این مقاله (۲۰۱۸-۱۹۹۲) با نگاهی کامل‌تر و برآوردی دقیق‌تر، رابطه فاوا با شاخص‌های کیفیت محیط زیست مورد ارزیابی قرار گیرد. وجه تمایز دیگری که در مطالعات پیشین به آن اشاره نشده شوک وارد شده به محیط زیست است اگر شوکی به محیط زیست وارد شود اثر آن شوک از کانال تغیرات شاخص‌های فاوا قابل مشاهده است و در این مقاله مقدار این شوک از طریق تابع عکس العمل پاسخ (تابع واکنش به تحریک) محاسبه شده است.

1. Usman Al mulali et al.
2. Generalized Method of Moments (GMM)

متغیرهای پژوهش عبارتند از: میزان انتشاردی‌اکسیدکربن سرانه به صورت تن به ازای هر نفر، تولیدناخالص داخلی سرانه (تقسیم تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت نسبت به جمعیت)، فناوری اطلاعات و ارتباطات که شاخص‌های آن عبارتند از ضریب نفوذ تلفن همراه و ضریب نفوذ اینترنت، درجه بازبودن اقتصاد که عبارت است از تقسیم حاصل جمع واردات و صادرات به تولید ناخالص داخلی. داده‌های انتشار گازهای گلخانه‌ای از داده‌های شبکه روندهای کلان[1] استفاده شده است و داده‌های ردپای اکولوژیکی (که به مساحت در دسترس از زمین و آب مولد برای فرد، جمعیت یا فعالیت، اشاره دارد تا آن را برای مصرف یا تولید به کار بگیرد) و ترکیبی از سه متغیر ردپای اکولوژیکی براساس اثر فردی، روند ذخایر کشورها و نوع زمین‌هاست.و داده‌ها از سازمان داده و اطلاعات اثر ردپای شبکه [2] جمع آوری شده است.

٤. روش[3] و فرآیند پژوهش

وقتی که در مدل داده‌های ترکیبی، متغیر وابسته به صورت وقفه در طرف راست ظاهر شود دیگر برآوردهای حداقل مربعات معمولی[4] مناسب نمی‌باشد (هشیائو، آرلانو و بوند و بالتاجی[5] ۱۹۹۵). روابط پویا با حضور متغیرهای وابسته باوقفه در میان متغیرهای توضیحی مدل‌سازی می‌شود. در روش گشتاورهای تعمیم‌یافته برای رفع همبستگی متغیر وابسته با وقفه و جمله خطا، وقفه متغیرها به عنوان ابزار در تخمین زن گشتاورهای تعمیم‌یافته دو مرحله‌ای به کار می‌رود. همچنین از آنجایی که سازگاری تخمین زننده گشتاورهای تعمیم‌یافته بستگی به معتبر بودن ابزارهای به کار رفته دارد لذا برای آزمون این موضوع از آزمون سارگان استفاده می‌شود که اعتبار کل ابزارهای به کار رفته را می‌سنجد. در این آزمون فرضیه صفر حاکی از عدم همبستگی ابزارها با اجزاء اخلال می‌باشد (مهرآرا و رضایی، ۱۳۸۹).در این الگو وقفه متغیر وابسته به صورت متغیر مستقل در سمت راست معادله ظاهر می‌شود. به این ترتیب، امکان پارامتربندی مجدد مدل به روش داده‌های تلفیقی پویا به وجود می‌آید و کشش‌های کوتاه‌مدت امکان‌پذیر می‌گردد. تکنیک تخمین در روش گشتاورهای تعمیم‌یافته بسطی از تکنیک گشتاوری است که به مدل‌های دیگری

1. https://www.macrotrends.net
2. https://data.footprintnetwork.org
3. method
4. Ordinary Least Squares (OLS)
5 . Arellano et al.

فراتر از رگرسیون خطی تعمیم‌یافته است. روش گشتاورها یک تکنیک تخمین است که بیان می‌دارد که پارامترهای مجهول باید به وسیله تطبیق گشتاورهای جامعه (که توابعی از پارامترهای مجهول هستند) با گشتاورهای نمونه‌ای مناسب تخمین زده شوند. علت استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته مزایای این روش نسبتاً به سایر روش‌های اقتصادسنجی است. روش برآورد گشتاورهای تعمیم‌یافته حداقل به سه دلیل مناسب است. در این روش می‌توان متغیرهای درون‌زا را نیز استفاده کرد. یکی از راه‌های کنترل درون‌زایی متغیرها، استفاده از متغیر ابزاری است. یک ابزار زمانی قدرت لازم را خواهد داشت که با متغیر مورد بررسی همبستگی بالایی داشته باشد، در حالی که با اجزای خطا همبستگی نداشته باشد. به هر حال پیدا کردن چنین ابزاری بسیار مشکل است. یکی از مزیت‌های روش گشتاورهای تعمیم‌یافته این است که اجازه می‌دهد از وقفه این متغیرها به عنوان ابزارهای مناسبی جهت کنترل درون‌زایی استفاده کنیم. دومین مزیت این روش این است که می‌توان پویایی‌های موجود در متغیر مورد بررسی را در مدل لحاظ کرد و سومین مزیت این روش این است که همه در داده‌های سری‌زمانی، مقطعی و پانل قابل استفاده است.

۱-٤. تصریح مدل

فرم کلی مدل به‌صورت معادله (۱) است:

$$y_{it} = \theta + \alpha y_{it-1} + X'_{it}\beta + u_{it} \qquad (۱)$$

$$u_{it} = \mu_i + \mathrm{T}_t + \varepsilon_{it}$$

در مدل رگرسیونی (۱)، y_{it} نشانگر متغیر وابسته و شاخص تخریب محیط زیست است که توسط ردپای اکولوژیکی (براساس اثر فردی، روند ذخایر کشورها، نوع زمین) و میزان انتشار دی‌اکسیدکربن و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای اندازه‌گیری شده است.

بردار X'_{it}، نشانگر متغیر مستقل و شامل شاخص‌های فاوا (متغیرهای ضریب نفوذ اینترنت (NETU) و ضریب نفوذ تلفن همراه (CELS) و تولید ناخالص داخلی و تولید ناخالص داخلی بتوان ۲ (GDP^2) و درجه باز بودن اقتصاد (TRD) می‌باشد. μ_i، بیانگر اثرات ثابت مقطعی و T_t، بیانگر اثرات ثابت زمانی و ε_{it} جز اخلال رگرسیون است. اثرات ثابت مقطعی نشانگر متغیرهایی است که در طول زمان ثابت و بین مقاطع متفاوت است و اثرات ثابت زمانی نشانگر متغیرهایی است که در طول زمان متغیر و بین مقاطع ثابت است. لازم به ذکر است که تمامی متغیرها به صورت لگاریتمی در مدل وارد می‌شوند. زیرنویس

i و t نیز به‌ترتیب، بیانگر مقطع و زمان هستند. β_4 ، β_3 ،β_2 ،β_1 ،β_0و β_5 و φ عرض از مبدا و ضرایبی هستند که باید برآورد شوند. و با استفاده از داده‌های تلفیقی برای ۱۱۳کشور در حال توسعه در دوره ۲۰۱۸-۱۹۹۲ برر سی شده است.

در ابتدا، برای بررسی ایستایی متغیرها در رگرسیون داده‌های تلفیقی - با توجه به ماهیت پانلی متغیرها - از آزمون لوین، لین و چاو[1] استفاده می‌شود. هدف از آزمون پایایی، اطمینان از عدم رخ دادن رگرسیون کاذب است. و به منظور جلوگیری از نامانایی در واریانس و نیز تفسیر پارامترهای مدل رگرسیون در مفهوم کشش متغیرها به‌صورت لگاریتمی به‌کار گرفته شده است. همچنین، مزیت دیگر به‌کارگیری لگاریتمی متغیرها هم واحدکردن آنهاست. براساس مطالعات سادروسکی[2]، صلاح‌الدین علم، اوزتورک المعالی (۲۰۱۳) و مطالعه حصیب، ژیا، سعود، احمد و خورشید[3] (۲۰۱۹) استفاده شده است که با توجه به متغیرها رگرسیون مورد نظر به‌صورت زیر خواهد بود:

$$LCOT_{it} = \theta + \beta_1 LCOT_{it-1} + \beta_2 LGDP_{it} + \beta_3 LGDP_{it}^{\ 2} + \beta_4 LCELS_{it} + \beta_5 LTRD_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۲)$$

$$LGHG_{it} = \theta + \beta_1 LGHG_{it-1} + \beta_2 LGDP_{it} + \beta_3 LGDP_{it}^{\ 2} + \beta_4 LCELS_{it} + \beta_5 LTRD_{it} + \varepsilon_{it}$$

$$LFPEI_{it} = \theta + \beta_1 LFPEI_{it-1} + \beta_2 LGDP_{it} + \beta_3 LGDP_{it}^{\ 2} + \beta_4 LCELS_{it} + \beta_5 LTRD_{it} + \varepsilon_{it}$$

$$LCOT_{it} = \theta + \beta_1 LCOT_{it-1} + \beta_2 LGDP_{it} + \beta_3 LGDP_{it}^{\ 2} + \beta_4 LNETU_{it} + \beta_5 LTRD_{it} + \varepsilon_{it}$$

$$LGHG_{it} = \theta + \beta_1 LGHG_{it-1} + \beta_2 LGDP_{it} + \beta_3 LGDP_{it}^{\ 2} + \beta_4 LNETU_{it} + \beta_5 LTRD_{it} + \varepsilon_{it}$$

$$LFPEI_{it} = \theta + \beta_1 LFPEI_{it-1} + \beta_2 LGDP_{it} + \beta_3 LGDP_{it}^{\ 2} + \beta_4 LNETU_{it} + \beta_5 LTRD_{it} + \varepsilon_{it}$$

با توجه به اینکه هدف مقاله بررسی پویایی‌های بین متغیرهای فاوا و تخریب محیط زیست است با تعریف متغیر w_{it}، به صورت $X'_{it}\beta + u_{it}$، مشاهده می‌شود که معادله (۱) از نوع خودرگرسیون مرتبه اول است. β اثرات کوتاه مدت متغیرهای توضیحی (X'_{it}) بر y_{it} است برای به دست آوردن پویایی‌های بین y_{it} و X'_{it} به طریق زیر عمل می‌کنیم.

1. Levene`s test (LLC)
2. Sadorsky et al.
3. Haseeb et al.

$$y_{it} = \alpha y_{it-1} + w_{it} \quad (۳)$$

$$w_{it} = X'_{it}\beta + u_{it} \quad (۴)$$

رابطه (۳) یک الگوی خودرگرسیونی مرتبه اول است لذا از طریق حل آن می‌توان به معادله (۵) رسید.

$$y_{it} = \frac{\theta}{1-\alpha} + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j w_{it-j} \quad (۵)$$

با جایگذاری w_{it}، در معادله (۵) خواهیم داشت:

$$y_{it} = \frac{\theta}{1-\alpha} + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j \left(X'_{it-j}\beta\right) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j u_{it-j} \quad (۶)$$

با توجه به مدل (۶) می‌توان ۶ مدل مورد نظر را به صورت زیر داشت:

$$\ln \mathrm{COT_{it}} = \frac{\theta}{1-\alpha} + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j \left(\beta_1 \mathrm{COT_{it-j}}\right) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j (\beta_2 \mathrm{NETU_{it}}) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j (\beta_3 \mathrm{GDP_{it}}) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j (\beta_2 \mathrm{GDP^2_{it}}) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j (\beta_2 \mathrm{TRD_{it}}) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j u_{it-j} \quad (۷)$$

$$\mathrm{Ln\ COT_{it}} = \frac{\theta}{1-\alpha} + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j \left(\beta_1 \mathrm{COT_{it-j}}\right) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j (\beta_2 \mathrm{CELS_{it}}) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j (\beta_3 \mathrm{GDP_{it}}) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j (\beta_4 \mathrm{GDP^2_{it}}) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j (\beta_5 \mathrm{TRD_{it}}) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j u_{it-j}$$

$$\mathrm{Ln\ GHG_{it}} = \frac{\theta}{1-\alpha} + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j \left(\beta_1 \mathrm{GHG_{it-j}}\right) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j (\beta_2 \mathrm{NETU_{it}}) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j (\beta_3 \mathrm{GDP_{it}}) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j (\beta_2 \mathrm{GDP^2_{it}}) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j (\beta_2 \mathrm{TRD_{it}}) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j u_{it-j}$$

$$\ln \mathrm{GHG_{it}} = \frac{\theta}{1-\alpha} + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j \left(\beta_1 \mathrm{GHG_{it-j}}\right) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j (\beta_2 \mathrm{CELS_{it}}) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j (\beta_3 \mathrm{GDP_{it}}) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j (\beta_4 \mathrm{GDP^2_{it}}) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j (\beta_5 \mathrm{TRD_{it}}) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j u_{it-j}$$

$$\ln \mathrm{FPEI_{it}} = \frac{\theta}{1-\alpha} + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j \left(\beta_1 \mathrm{FPEI_{it-j}}\right) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j (\beta_2 \mathrm{NETU_{it}}) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j (\beta_3 \mathrm{GDP_{it}}) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j (\beta_2 \mathrm{GDP^2_{it}}) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j (\beta_2 \mathrm{TRD_{it}}) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^j u_{it-j}$$

$$\ln \mathrm{FPEI_{it}} = \frac{\theta}{1-\alpha} + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^{j}\left(\beta_1\ \mathrm{FPEI_{it-j}}\right) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^{j}(\beta_2\ \mathrm{CELS_{it}}) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^{j}(\beta_3\ \mathrm{GDP_{it}}) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^{j}(\beta_2\ \mathrm{GDP^2_{it}}) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^{j}(\beta_2\ \mathrm{TRD_{it}}) + \sum_{j=1}^{\infty} \alpha^{j}\mathrm{u_{it-j}}$$

با استفاده از مدل‌های (۷) و با توجه به نتایج مدل‌های برآورد شده و محاسبات انجام شده، پویایی‌هایی بین شاخص فاوا و شاخص تخریب محیط زیست در قالب ۶ نمودار آورده شده است. با توجه به اینکه معادله (۲)از نوع پانل پویا است به منظور جلوگیری از مشکل درون زایی بین متغیرهای سمت راست مدل پارامترها از طریق روش گشتاورهای تعمیم‌یافته برآورد می‌شود. در معادلات (۷) جز عرض از مبدا، ۶ معادله مورد نظر با توجه به منطق برآورد گشتاورهای تعمیم‌یافته که از طریق تفاضل گیری مرتبه اول حذف می‌شوند لذا در پویایی‌ها نقشی نخواهند داشت.

جدول ۱. محاسبات پویای‌های معادلات (۷)

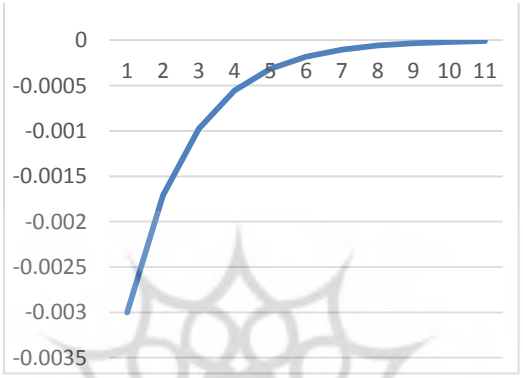
j	$\frac{d\ln COT_{it}}{d\ln NETU_i}$	$\frac{d\ln COT_{it}}{d\ln CELS_{it}}$	$\frac{d\ln GHG_{it}}{d\ln NETU_{it}}$	$\frac{d\ln GHG_{it}}{d\ln CELS_{it}}$	$\frac{d\ln FPEI_{it}}{d\ln NETU_i}$	$\frac{d\ln FPEI_{it}}{d\ln CELS_{it}}$
۰	−۰/۰۰۳	−۰/۰۵۶	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶	۰/۰۰۲	۰/۰۰۷
۱	−۰/۰۰۱۷۱	−۰/۰۲۹۱۲	۰/۰۰۲۸۵	۰/۰۰۴۵۶۶	۰/۰۰۱۳۸	۰/۰۰۴۷۶
۲	−۰/۰۰۰۹۷	−۰/۰۱۵۱۴	۰/۰۰۱۶۲	۰/۰۰۳۶۴۵	۰/۰۰۰۹۵۲	۰/۰۰۳۲۳
۳	−۰/۰۰۰۵۵	−۰/۰۰۷۸۷	۰/۰۰۰۹۲	۰/۰۰۲۶۳۳	۰/۰۰۰۶۵۷	۰/۰۰۲۲۰
۴	−۰/۰۰۰۳۱	−۰/۰۰۴۰۴	۰/۰۰۰۵۲	۰/۰۰۲۰۰۱	۰/۰۰۰۴۵۳	۰/۰۰۱۴۹
۵	−۰/۰۰۰۱۸	−۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱۵۲۱	۰/۰۰۰۳۱۲	۰/۰۰۱۰۱
۶	−۰/۰۰۰۱	−۰/۰۰۱۱۰	۰/۰۰۰۱۷	۰/۰۰۱۱۵۶	۰/۰۰۰۲۱۵	۰/۰۰۰۶۹
۷	−۵/۸۶۴۶۹	−۰/۰۰۰۵۷	۹/۷۷۴۴۹	۰/۰۰۰۸۷۸	۰/۰۰۰۱۴۸	۰/۰۰۰۴۷
۸	−۳/۳۴۲۸۷	−۰/۰۰۰۲۹	۵/۵۷۱۴۶	۰/۰۰۰۶۶۷	۰/۰۰۰۱۰۲	۰/۰۰۰۳۲
۹	−۱/۹۰۵۴۴	−۰/۰۰۰۱۵	۳/۱۷۵۷۳	۰/۰۰۰۵۰۷	۷/۰۹۰۴۲	۰/۰۰۰۲۱
۱۰	−۱/۰۸۶۱	−۸/۰۹۵۰۹	۱/۸۱۰۱۷	۰/۰۰۰۳۸۵	۴/۸۹۲۳۹	۰/۰۰۰۱۴

ماخذ: یافته‌های پژوهش

با استفاده از معادلات (۷) و با توجه به نتایج مدل‌های برآورد شده، پویایی‌های بین شاخص فاوا و شاخص تخریب محیط زیست در قالب نمودارهای (۱) تا (۶) آورده شده است.

نتایج پژوهش نشان می‌دهد اثر ضریب نفوذ اینترنت بر کاهش دی‌اکسیدکربن مؤثر بوده واثر بهبود آن بر محیط زیست حداقل یک دهه ادامه پیدا می‌کند ولی روند اثرگذاری آن کاهنده است.

نمودار ۱. اثر شوک وارده بر محیط زیست از طریق میزان انتشار دی‌اکسیدکربن از کانال تغییرات ضریب نفوذ اینترنت



ماخذ: یافته‌های پژوهش

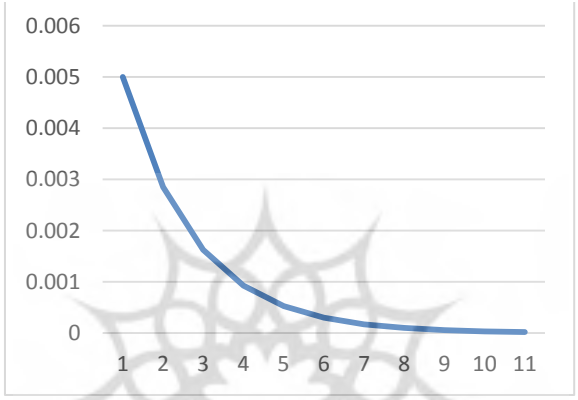
نتایج پژوهش نشان می‌دهد اثر ضریب نفوذ همراه بر کاهش دی‌اکسیدکربن مؤثر بوده و اثر بهبود آن بر محیط زیست حداقل یک دهه ادامه پیدا می‌کند ولی روند اثرگذاری آن کاهنده است.

نمودار۲. اثر شوک وارده بر محیط زیست از طریق میزان انتشار دی‌اکسیدکربن از کانال تغییرات ضریب نفوذ تلفن همراه

ماخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج پژوهش نشان می‌دهد اثر ضریب نفوذ اینترنت بر کاهش گازهای گلخانه‌ای مؤثر است هرچند این سنجه در دوره‌های اولیه اثر منفی بر محیط زیست دارد ولی با گذشت زمان بر بهبود محیط زیست مؤثر است. به گونه‌ای پس از یک دهه تقریباً هیچ تأثیر منفی بر محیط زیست ندارد.

نمودار ۳. اثر شوک وارده بر محیط زیست از طریق میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای از کانال تغییرات ضریب نفوذ اینترنت



ماخذ: یافته‌های پژوهش

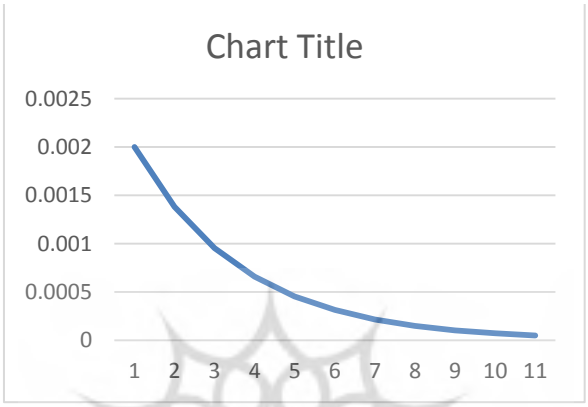
یافته‌ها نشان می‌دهد ضریب نفوذ تلفن همراه ابتدا تأثیر منفی بر محیط زیست دارد ولی با گذشت زمان این اثر کم‌رنگ‌تر می‌شود و باعث کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شود به گونه‌ای پس از یک دهه تقریباً هیچ تأثیر منفی بر محیط زیست ندارد.

نمودار ٤. اثر شوک وارده بر محیط زیست از طریق میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای از کانال تغییرات ضریب نفوذ تلفن همراه

ماخذ: یافته‌های پژوهش

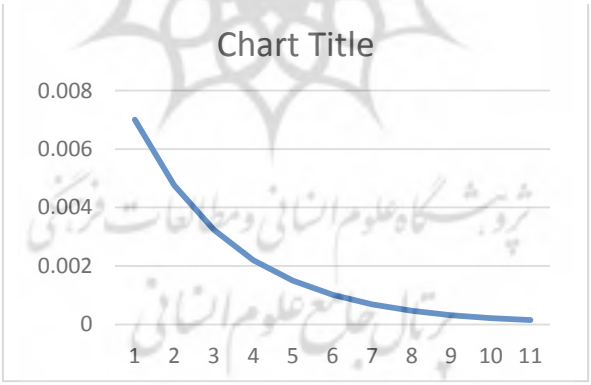
گسترش تلفن همراه و اینترنت بر ردپای اکولوژیکی نیز مؤثر بوده و آثار منفی اولیه آن‌ها با گذشت زمان از بین می‌رود و زمینه برای بهبود محیط زیست فراهم می‌شود.

نمودار ۵. اثر شوک وارده بر محیط زیست از طریق میزان اثر ردپای اکولوژیکی از کانال تغییرات ضریب نفوذ اینترنت



ماخذ: یافته‌های پژوهش

نمودار ٦. اثر شوک وارده بر محیط زیست از طریق میزان اثر ردپای اکولوژیکی از کانال تغییرات ضریب نفوذ تلفن همراه



ماخذ: یافته‌های پژوهش

٤-۲. یافته‌ها

با توجه به ماهیت پنلی متغیرها از روش لوین لین چو استفاده شده است. نتایج آماره لوین لین چو و مقدار احتمال برای همه متغیرها نشان می‌دهد که تمام متغیرها در سطح معنی داری ۵ درصد مانا هستند.

به منظور انتخاب مناسب‌ترین مدل آزمون F لیمر و هاسمن انجام گرفته است که آزمون F لیمر با سطح احتمال معنی‌داری صفر و با عدم رد نتیجه برآورد، نوع پانل را دوطرفه برآورد می‌کند و همچنین آزمون هاسمن با سطح احتمال معنی داری ۰/۹۸ رد می‌شود که با توجه به این دو آزمون مدل اثرات ثابت مقطعی و اثرات ثابت زمانی، مدل اثرات ثابت زمانی و مقطعی مناسب ترین مدل است.بر مبنای مقدار آماره‌ها و احتمالات، مدل برای متغیر وابسته باید به صورت پنل‌دیتا اجرا شود و بین مقاطع، تفاوت معنادار وجود دارد و ناهمگن هستند. ضمن این‌که بر پایه آزمون هاسمن، برای دوره‌ها و مقاطع، دارای اثرات تصادفی هستند.

با توجه به اینکه در مدل انتخابی بین اجزا اخلال همبستگی وجود دارد و ماهیت خود همبستگی از نوع یک[1] است به منظور رفع آن متغیر وابسته باوقفه به عنوان متغیر توضیحی در مدل آورده شده است. برای تخمین از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته مدل پنل به پنل پویا تبدیل شده و نتایج برآورد برای متغیرهای شاخص کیفیت محیط زیست COT، GHG و FPEI روی متغیرهای CELS و NETU، به شرح جدول ۴ و۵ درپیوست است علامت ضریب مربوط به CELS برای هر سه متغیر وابسته COT، GHG و FPEI مثبت است و در مدل مربوط به COT معناداری در سطح ۱ درصد را نشان می‌دهد. کمترین انحراف معیار این متغیر نیز در همین معادله به دست آمده است. متغیر مربوط به تولید ناخالص داخلی نیز برای تخمین مبتنی بر COT و FPEI و GHG علامتی منفی دارد. برای هر سه معادله، آماره سارگان و احتمال آن، مناسب‌بودن ابزارهای به‌کاررفته در تخمین گشتاورهای تعمیم‌یافته را تأیید می‌کند.

نتایج برآورد نشان می‌دهد که ضریب نفوذ تلفن همراه، انتشار دی‌اکسیدکربن را افزایش داده مقدار این ضریب برابر با ۰/۰۵۶۵ است. اثر این متغیر بر انتشار گازهای گلخانه‌ای هم ۰/۰۰۱۶ بوده است. اثر ضریب نفوذ تلفن همراه بر ردپای اکولوژیکی ۰/۰۰۷۹ بوده است. مدل مجددا با ضریب نفوذ اینترنت برآورد و نتایج در جدول (۵) پیوست آمده است. براساس نتایج، ضریب نفوذ اینترنت باعث کاهش دی‌اکسیدکربن، گازهای گلخانه‌ای و اثر ردپای اکولوژیکی شده است.

با توجه به اینکه وقفه تحقیق مربوط به رابطه آماری بین شاخص فاوا و شاخص کیفیت محیط زیست است ضریب بر آورد شده برای شاخص‌های COT و CELS برابر ۰/۰۵۶و

1. AR (1)

برای شاخص‌های GHG و CELS برابر ۰/۰۰۶۱و برای شاخص‌های FPEI و CELS برابر ۰/۰۷۹ بوده که بترتیب با توجه به سطح احتمال یک درصد معنی دار می‌باشند. همچنین، آماره سارگان و مقدار احتمال آن برای هر سه معادله نیز بیانگر مناسب بودن ابزارهای مورد استفاده در تخمین است.

با توجه به اینکه وقفه تحقیق مربوط به رابطه آماری بین شاخص فاوا و شاخص کیفیت محیط زیست است ضریب بر آورد شده برای شاخص‌های فاوا با توجه به جدول (۵) در پیوست برای شاخص‌های COT و NETU برابر ۰/۰۰۳۲- و برای شاخص‌های GHG و NETU برابر ۰/۰۰۵۶ و برای شاخص‌های FPEI و NETU برابر۰/۰۰۲ بوده که با سطح احتمال یک درصد معنی دار می‌باشند و با توجه به علامت منفی رابطه بین NETU و متغیرکیفیت محیط زیست COT وجود دارد به این معنی که بهبود فاوا منجر به کاهش انتشار دی اکسیدکربن می‌شود که بیانگر بهبود کیفیت محیط زیست می‌باشد.

چنانچه به متغیر ضریب نفوذ اینترنت، شوکی به اندازه یک انحراف معیار وارد شود اثر آنی آن بترتیب برشاخص تخریب محیط زیست COT , GHG , FPEI و به اندازه ۰/۰۰۳- و ۰/۰۰۵ و ۰/۰۰۲خواهد بود به این معنی که اگر ۱٪ ضریب نفوذ اینترنت افزایش یابد بترتیب به اندازه ۰/۳ درصد و ۰/۵ درصد و ۰/۲ درصد باعث کاهش انتشار میزان دی‌اکسیدکربن و افزایش انتشارگازهای گلخانه‌ای و افزایش اثر ردپای اکولوژیکی خواهد شد اثر این شوکها با توجه به اینکه ضریب α کوچکتر از ۱ است در طول زمان از بین می‌رود.

چنانچه به متغیر ضریب نفوذ تلفن همراه، شوکی به اندازه یک انحراف معیار وارد شود اثر آنی آن بترتیب بر شاخص تخریب محیط زیست COT , GHG , FPEI,به اندازه ۰/۰۵۶- و ۰/۰۰۶ و ۰/۰۰۷خواهد داشت به این معنی که اگر ۱٪ ضریب نفوذ اینترنت افزایش یابد بترتیب به اندازه ۵/۶ درصد و۰/۶ درصد و ۰/۷ درصد باعث کاهش انتشار میزان دی‌اکسیدکربن COT و افزایش گازهای گلخانه‌ای و افزایش اثر ردپای اکولوژیکی خواهد شد اثر این شوکها با توجه به اینکه ضریب α کوچکتر از ۱ است در طول زمان از بین می‌رود.

کشش شاخص‌های محیط زیست نسبت به (درآمد و شاخص فاوا) در کوتاه مدت و بلند مدت در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول ۲. کشش شاخص محیط زیست نسبت به درآمد و فاوا

شاخص فاوا در مدل	شاخص کیفیت محیط زیست	بلند مدت		کوتاه مدت	
		GDP	فاوا	GDP	فاوا
CELS	COT	۰/۲۱۸	۰/۱۱۹	۰/۱۰۶	۰/۰۵۶
	GHG	۰/٤۸٤	-۰/۰۲۲	۰/۱۳	۰/۰۰۶
	FPEI	۰/۰۵٤	۰/۰۰۹	۰/۰۵۱	۰/۰۰۷
NETU	COT	-۵/۹۶	-۰/۰۰۷	۰/۵	-۰/۰۰۳
	GHG	-۱/۰۱۷	۰/۰۱۸	۰/۱۵۲	۰/۰۰۵
	FPEI	۰/۳٤۷	۰/۰۰۶	۰/۱۱۳	۰/۰۰۲

ماخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج برآورد نشان می‌دهد کشش شاخص‌های محیط زیست نسبت به تولید ناخالص داخلی و شاخص‌های فاوا در کوتاه مدت مثبت است. البته گسترش تلفن همراه حتی در کوتاه‌مدت انتشار دی‌اکسیدکربن را کاهش می‌دهد. رفتارها در بلندمدت کمی متفاوت است و آثار بهبود فاوا بر کیفیت محیط زیست مشاهده می‌شود. برخی شواهد نشان می‌دهد فرضیه کوزنتس در این کشورها درست است هرچند این یافته‌ها چندان پایدار نیست. شواهدی بر کاهش دی‌اکسیدکربن در بلندمدت در کشورها وجود دارد.

ضریب نفوذ تلفن همراه و اینترنت بر کاهش دی‌اکسیدکربن و GHG در بلندمدت تأثیر دارند. این موضوع برای اینترنت در کوتاه‌مدت هم صادق است. ولی این دو شاخص بر ردپای اکولوژیکی تأثیر ندارند. بنابراین می‌توان تأثیر فاوا بر کیفیت محیط زیست حداقلی است و بر همه ابعاد آن اثرگذار نیست.

با توجه به فرضیه پناهگاه آلایندگی، کشورهایی که موانع محیط زیستی بالایی دارند نمی‌توانند کالاهای آلاینده تولید کنند تولید این کالاها به کشورهایی که محدودیت کمتری دارند سوق داده می‌شود این کشورها کالاهایی صادر می‌کنند که آلایندگی زیادی دارند و کالاهایی وارد می‌کنند که آلایندگی کمتری د ارند در این کشورها دی‌اکسیدکربن با موانع محیط زیستی بالا، میزان دی اکسیدکربن افزایش می‌یابد و ضریب مثبت LTRD و ۰/۰۰۸۹ با سطح معنی داری در حدود ۱۰٪ دارد و نشان دهنده افزایش صادرات کالاهای آلاینده و واردات کالاهای کم آلاینده می‌باشد یعنی اگر در کشورهای OECD با وجود بهبود فاوا، واردات و صادرات باعث افزایش آلاینده‌ها ناشی از فرضیه پناهگاه آلایندگی شده است.

مطرح شدن فرضیه پناهگاه آلودگی، مطالعات تجربی خارجی فراوان و تعداد محدودی مطالعه داخلی در این زمینه انجام گرفته که بسیاری از این مطالعات به این نتیجه رسیده‌اند که انتقال صنایع آلاینده از کشورهای توسعه‌یافته به کشورهای در حال توسعه، منجر به افزایش انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی درکشورهای در حال توسعه گردیده که این مهم، به معنای تأیید فرضیه پناهگاه آلودگی از سوی کشورهای توسعه‌یافته به کشورهای در حال توسعه می‌باشد.

اگر اثر ردپای اکولوژیکی جمعیت از ظرفیت زیستی منطقه بیشتر شود، آن منطقه با کمبود ظرفیت زیستی مواجه می‌شود. تقاضای این کشور برای کالاها و خدماتی که محیط زیست آن کشور مانند زمین و دریاهایش می‌توانند ارائه دهند (از قبیل میوه‌ها و سبزیجات، گوشت، ماهی، چوب، پنبه برای لباس، و جذب دی‌اکسیدکربن) از آنچه اکوسیستم‌های منطقه می‌توانند بازسازی کنند، بیشتر است. و در اصطلاح به آن «کسری زیست‌محیطی» می‌گوییم. منطقه‌ای با کمبود اکولوژیکی با واردات، نقد کردن دارایی‌های زیست‌محیطی خود (مانند صید بی‌رویه یا جنگل‌زدایی)، و یا انتشار دی‌اکسیدکربن در جو، تقاضا را برآورده می‌کند. اگر ظرفیت زیستی منطقه‌ای بیش از ردپای اکولوژیکی آن باشد، دارای ذخیره ظرفیت زیستی است.[1]

۵. بحث و نتیجه‌گیری

هدف این مطالعه ارزیابی اثرات فاوا بر کیفیت محیط زیست در ۱۱۳ کشور در حال توسعه بود. کیفیت محیط زیست با شاخص‌های دی‌اکسیدکربن، انتشار گازهای گلخانه‌ای و ردپای اکولوژیکی ارزیابی شد و برای شاخص فاوا از ضریب نفوذ تلفن همراه و اینترنت استفاده شد. یافته‌ها نشان می‌دهد در کوتاه‌مدت رابطه مثبت بین رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست در این کشورها وجود دارد و رشد اقتصادی کیفیت محیط زیست را بدتر می‌کند. در بلندمدت شواهدی از درستی فرضیه کوزنتس مشاهده می‌شود.

اثرگذاری فاوا بر محیط زیست تا حدی متفاوت است به صورتی که یافته‌های طیاری و همکاران (۲۰۲۲) نشان داد که فاوا در کشورهای عضو سازمان همکاری‌های توسعه اقتصادی کاملاً مؤثر بوده است اثر آن بر کشورهای در حال توسعه با تردید همراه است و در کوتاه‌مدت شواهد زیادی مبنی بر اثرگذاری فاوا بر محیط زیست مشاهده نمی‌شود. البته

1. Footprintnetwork.org, 2023

اینترنت حتی در کوتاه‌مدت بر کاهش دی‌اکسیدکربن مؤثر است ولی باعث افزایش سایر نماگرهای محیط زیست می‌شود. داستان در بلندمدت متفاوت است ضریب نفوذ تلفن همراه باعث بهبود انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شود و اینترنت اثر محسوس بر کیفیت محیط زیست دارد. با این وجود هیچ‌یک بر اثر ردپای اکولوژیکی تأثیر ندارند.

تحلیل‌های پویا نشان داد که به‌کارگیری فاوا بر بهبود محیط زیست مؤثر بوده است و این اثرگذاری حداقل به مدت یه دهه تداوم می‌یابد. فاوا بر برخی شاخص‌های فاوا در همان سال‌های اولیه تأثیر مثبت دارد و با گذشت زمان این اثر کمتر می‌شود ولی اثرگذاری فاوا بر محیط زیست در سال‌های اولیه مثبت و با گذشت زمان کاهنده است. بنابراین فارغ از نحوه اثرگذاری اولیه، گذشت زمان به اثرگذاری فاوا به محیط زیست کمک می‌کند. بنابراین شوک‌های فناوری اثر آنی بر بهبود برخی شاخص‌های محیط زیست دارند و دامنه اثرگذاری بر برخی شاخص‌ها در بلندمدت ظاهر می‌شود.

مهم‌ترین سیاستگذاری برای این کشورها گسترش دامنه کاربری فاوا به کسب و کارها (اثر کاربری) به جای تکیه بر تولید فاواست. این کشورها در تولید فاوا مزیت نسبی ندارند ولی با به‌کارگیری آن در کسب و کارها و فعالیت‌های آنلاین می‌توانند علاوه بر بهره‌مندی از مزیت‌های اقتصادی از پیامدهای محیط زیستی آن بهره‌مند شوند. تسهیل تجاری ورود فناوری‌های کارامد فاوا برای استفاده توسط مردم، بنگاه‌های اقتصادی و دولت برای گسترش انواع مدل‌های کسب و کار الکترونیکی به همراه تأمین زیرساخت‌ها می‌تواند به این کشورها در بهبود محیط زیست کمک کند.

٦. تعارض منافع

تعارض منافعی وجود ندارد.

۷. سپاسگزاری

از هیأت محترم تحریریه مجله فصلنامه اقتصاد انرژی ایران نسبت به دقت در ارتقاء ونوآوری و مطابقت با آخرین اطلاعات روز دنیا کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم.

ORCID

Maryam Taiiari https://orcid.org/0009-0009-4058-0023
Mahmoud Mahmoudzadeh https://orcid.org/0009-0002-5844-8604
Mir Hossein Mousavi https://orcid.org/0000-0002-0536-3367

۸. منابع

ارباب، حمیدرضا، شعبانی، اسماعیل. (۱۳۹۶). تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر آلودگی‌های زیست‌محیطی در کشورهای D8، فصلنامه مطالعات مدیریت فناوری اطلاعات، سال پنجم، شماره ۰۲، تابستان ۹۶، ۲۲۰-۷۷.

طیاری، مریم، محمودزاده، محمود، موسوی، میرحسین. (۱۴۰۱) فناوری اطلاعات و ارتباطات و کیفیت محیط زیست (شواهدی از کشورهای سازمان همکاری اقتصادی و توسعه)، فصلنامه مدلسازی اقتصادی، دوره ۱۶، شماره ۶۰، زمستان ۱۴۰۱، ۱۰۱-۸۷.

فرید حکمتی، صمد. (۱۳۹۳). بررسی اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر کیفیت محیط زیست کشورهای عضو منا، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته علوم اقتصادی.

مارچ، فرید، خدامرادی، محمد. (۱۳۹۶). بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر محیط زیست در دو گروه کشورهای توسعه یافته ودر حال توسعه، کنفرانس ملی اقتصاد و مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید چمران اهواز.

محمودزاده، محمود. شاه بیگی. (۱۳۹۰). آثار فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت انرژی در کشورهای در حال توسعه. فصلنامه اقتصاد و تجارت نوین: ۸۸-۶۸.

References

Akanda.A., Cabral, P. and Casteleyn, S. (2019). *Assessing the Gap vetween Technology and Environmental Sustainability of European Cities*. Information systems forties, 21, 581-604.

Arbab, h. and Shabani, E. (2017). the impact of Information and Communication Technologies on Environmental Pollution in D8 Countries. *Business Intelligence Management Studies*,5 (20),77-102. [In Persian]

Arshad, Z., and Robaina, M. Botelho, A. (2020). The role of ICT in energy consumption and environment: an empirical investigation of Asian economies with cluster analysis. *Environ Sci Pollut Res*,27, 32913-32932.

Avon, D, Nkengfack, H, Kaffo Fatio, H, Totouom, A. (2020). *ICT and environmental quality in Sub-Saharan Africa: Effects and transmission channels* ,Technological Forecasting and Social Change, Volume 155, June 2020, 120028

Bergmark, P., Coroamă, V. C. (2020*). A Methodology for Assessing the Environmental Effects Induced by ICT Services-Part II: Multiple Services and Companies*. Bristol, United Kingdom.

Cheng Lu, W. (2020). Renewable energy, carbon emissions, and economic growth in 24 Asian countries: evidence from panel cointegration analysis. DOI: 10.1007/s11356-017-0259-9.

Coroamă.V.C, and Bergmark.P. (2020). *A Methodology for Assessing the Environmental Effects Induced by ICT Services*. ICT4S'20, Bristol, UK, 2020.

Dabbous, A. (2018). The Impact of Information and Communication Technology and Financial Development on Energy Consumption: A Dynamic Heterogeneous Panel Analysis for MENA Countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 8 (4), 70-76.

Danish, A. (2019). Effects of information and communication technology and real income on CO2 emissions: The experience of countries along Belt and Road, *Telematices and Informatics*, 45.

DEVELOPMENT CO-OPERATION REPORT, (2020): LEARNING FROM CRISES, BUILDING RESILIENCE © OECD.

Emissions Gap Report 2020, United Nations Environment Programme.

Farid, M. and Khodamoradi, M. (2017). Investigating the impact of information and communication technology on the environment in two groups of developed and developing countries. *National Conference on Economics, Management and Accounting*, Shahid Chamran University of Ahvaz. [In Persian]

Fostering Effective Energy Transition 2021 edition, INSIGHT REPORT APRIL.

Hakati Farid, S, and Mohseni Zonouzi, J, Shoar Gangchin, P. (2015) Investigating the Impact of Information and Communication Technology (ICT) on Environmental Quality of MENA Member Countries.The First National Conference on Economics. *Management and Islamic Culture*. [In Persian]

Haseeb, A,.and Xia, E, Saud, sh, Ahmad, A. (2018). Does information and communication technologies improve environmental quality in the era of globalization? An empirical analysis. *environmental science and pollution research.*

Higon, D.A., Gholami, R. and Shirazi, F. (2017). ICT and environmental sustainability: A global perspective.*Telematics and Informatics*, Volume 34, Issue 4,pp.85-95.

https://data.worldbank.org

ITU council. (2020). *Report on the Implementation of the Strategic Plan and activities of the Union*, Document C20/35-E 29.

Mahmoudzadeh, M. and Shah Beigi, H. (2010). Effects of Information and Communication Technology on Energy Intensity in Developing Countries.*Journal of New Economics and Trade*: 68-88. [In Persian]

Murshed, M. (2020). An empirical analysis of the non-linear impacts of ICT-trade openness on renewable energy transition, energy efficiency, clean cooking fuel access and environmental sustainability in South Asia, *Environmental Science and Pollution Research*.

Naheed Khan, F, and Sana, A, Arif, U. (2020). Information and communication technology (ICT) and environmental sustainability: a panel data analysis. *Environ Sci Pollut Res Int*, 27 (29):36718-36731

Raheem, I., and Tiwari, A, Lorente, D. (2021). The role of ICT and financial development in CO2 emissions and economic growth. *MPRA Paper No*. 105605, posted 01.

Taiiari, M, and Mahmoudzade, M, Mousavi, M. (2022). Information and Communication Technology and Environmental Quality (Evidence from OECD countries). *Journal of Economic Modeling*, Vol. 16, No. 60, Winter 1401, 87-101. [In Persian]

Usman.A., and Ozturk, I, Hassan, A, Zafar, M, (2021). The effect of ICT on energy consumption and economic growth in South Asian economies: An empirical analysis. *Telematics and Informatics*, 58.

www.macrotrends.net

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پیوستها

جدول ۳. نتایج آزمون مانایی برای دادههای تحقیق

شاخص‌ها	آماره LLC	مقدار احتمال	مانایی
LCOT	-۳/۱۱۳	۰/۰۰۰۹	مانا
LGHG	-۵/۸۳۵	۰/۰۰۰	مانا
LFPEI	-۲/۱۲٦	۰/۰۱٦۷	مانا
LGDP	-۲/۰۰۱	۰/۰۲۲۷	مانا
LCELS	-۲۵/٤۱۹	۰/۰۰۰	مانا
LNETU	۲۷/۹٤۱	۰/۰۰۰	مانا
LTRD	-۵/٦٦۲	۰/۰۰۰	مانا

مأخذ: یافتههای پژوهش

جدول ٤. برآورد GMM برای COT، GHG و FPEI روی CELS

تخمین با CELS		COT	GHG	FPEI
LCOT (-1)	ضریب	۰/۵۲۸۹ ***	۰/۷۳۵۳ ***	۰/٦۸۸۸ ***
	انحراف معیار	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۵٦
LGDP	ضریب	-۱/۹۱۲۳ ***	-۰/٤۳۱٤ ***	-۰/۱۷۳۹ ***
	انحراف معیار	۰/۰۱٦۲	۰/۰۱۰۷	۰/۰۲۵۳
LGDP^2	ضریب	۰/۰۹۰۸ ***	۰/۰۲۵۸ ***	۰/۰۱۰٤ ***
	انحراف معیار	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰٦	۰/۰۰۱۵
LCELS	ضریب	۰/۰۵٦ ***	۰/۰۰٦۱ ***	۰/۰۰۷۹ ***
	انحراف معیار	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰٤
LTRD	ضریب	-۰/۰۰۲۸ *	۰/۰۱۱۰ **	۰/۰۲۷۹ ***
	انحراف معیار	۰/۰۰۳۳	۰/۰۰۲۹	۰/۰۰۲۳
آماره سارگان	مقدار	۱۱۳/۸۷	۱۱۰/۹٤	۱۱۱/٦۷
	احتمال	۰/۳۸	۰/٤۰	۰/٤۱

* معناداری در سطح ۱۰ درصد؛ ** معناداری در سطح ۵ درصد؛ *** معناداری در سطح ۱ درصد

مأخذ: یافتههای پژوهش

جدول ۵. برآورد GMM برای COT، GHG و FPEI روی NETU

تخمین با NETU		COT	GHG	FPEI
LCOT (-1)	ضریب	** ۰/۵۷۳۷	** ۰/۷۳۲۵	*** ۰/۶۹۱۷
	انحراف معیار	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۴۱	۰/۰۰۰۶۵
LGDP	ضریب	*** −۱/۸۷۴۲	*** −۰/۴۲۹۴	** −۰/۰۶۶۶
	انحراف معیار	۰/۰۵۱۷	۰/۰۱۰۷	۰/۰۳۵۹
LGDP^2	ضریب	*** ۰/۱۰۶۱	*** ۰/۰۲۶۴	*** 0/0020
	انحراف معیار	۰/۰۰۲۲	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۱۷
LNETU	ضریب	*** −۰/۰۰۳۲	*** ۰/۰۰۵۶	*** ۰/۰۰۲۰
	انحراف معیار	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۴
LTRD	ضریب	*** ۰/۰۵۹۵	** 0/0223	*** ۰/۰۳۵۰
	انحراف معیار	۰/۰۰۳۶	0/0055	۰/۰۰۳۸
آماره سارگان	مقدار	۱۱۴/۲۵	107/34	۱۱۱/۰۰
	احتمال	۰/۳۵	0/53	۰/۴۳

* معناداری در سطح ۱۰ درصد؛ ** معناداری در سطح ۵ درصد؛ *** معناداری در سطح ۱ درصد

مأخذ: یافته‌های پژوهش

.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

استناد به این مقاله: طیاری، مریم؛ محمودزاده، محمود؛ موسوی، میرحسین. (۱۴۰۲). بررسی پویایی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات و تخریب محیط زیست (شواهدی از کشورهای در حال توسعه)، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۴۷ (۱۲)، ۱۰۱-۱۲۷.

Iranian Energy Economics is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.