

تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر آلودگی‌های زیست‌محیطی در کشورهای D₈

حمیدرضا ارباب *

اسماعیل شعبانی **

چکیده

امروزه مسئله فناوری اطلاعات و ارتباطات و نقش آن در کاهش آلاینده‌های هوا از مباحث مهم در اقتصاد محیط‌زیست است که طی سال‌های اخیر، ابعاد مختلف زندگی انسان را متأثر نموده است. فرضیه اصلی پژوهش این است که استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند به بهبود کیفیت محیط‌زیست و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی کمک کند؛ اما قابل مشاهده بودن این اثر در کشورهای مختلف با سطوح متفاوت از نظر توسعه یافتگی نیازمند مطالعات موردی است. در مقاله حاضر، پس از بررسی مبانی نظری و استخراج مدل مربوطه با استفاده از روش داده‌های تلفیقی و آزمون F، به برآورد اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر آلودگی‌های زیست‌محیطی در کشورهای D₈ از جمله ایران برای دوره زمانی ۲۰۱۴-۱۹۹۴ پرداخته شده است. نتایج حکایت از آن دارد که با افزایش تولید ناخالص داخلی، آلودگی افزایش می‌یابد. هم‌چنین رابطه معنی‌داری میان فناوری اطلاعات و ارتباطات 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. به عبارت دیگر آلودگی به ازای افزایش درآمد روند صعودی داشته است. این ضریب برای کشورهای D₈ برابر ۱,۹۲۷ برآورد شده است. بنابراین می‌توان گفت که گسترش فعالیت فناوری اطلاعات و ارتباطات جدا از تبعات مطلوب در حوزه اقتصاد، می‌تواند تبعات محیط‌زیستی مناسبی را نیز به همراه داشته باشد.

کلید واژگان: فناوری اطلاعات و ارتباطات، آلودگی، محیط‌زیست، داده‌های تلفیقی.

* استادیار، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران. (نویسنده مسئول): Hamidrezaarbab@gmail.com

** کارشناسی ارشد، اقتصاد محیط‌زیست، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران.

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۴/۲۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۱۶

مقدمه

طی دو دهه اخیر ارتباط میان سطح توسعه یافتگی جوامع و میزان دستیابی به استانداردهای زیست محیطی و به تعبیری رعایت ملاحظات زیست محیطی در کانون توجه پژوهشگران قرار گرفته است. به طوری که با رشد و توسعه جوامع، به کیفیت محیط زیست اهمیت بیشتری داده شده است و با وجود تفاوت های اساسی در مصادیق و ماهیت مشکلات حوزه محیط زیست در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، کلیت این موضوع در تمامی کشورها قابل مشاهده است محیط زیست یکی از ارکان اصلی توسعه پایدار محسوب می شود. در این راستا بایستی ارتباطات متقابل و انطباق میان الگوی توسعه پایدار، مثلاً رشد اقتصادی، رشد فناورانه، به نحوی باشد که برآیند آنها بتواند از کاستی های الگوی پیشین بکاهد، به گونه ای که پایداری الگوهای کنونی توسعه بیشتر شود و تحولات توسعه ای به طریقی صورت گیرد که نظام طبیعت، پویایی تعادلی خود را از دست ندهد.

با توجه به اینکه هر فعالیتی مستلزم برگرفتن موادی از محیط زیست و دفع مواد یا انرژی های ناخواسته به درون محیط زیست است لذا در راستای هر هدفی تمام فعالیت ها باید در چارچوب تعادل زیست محیطی و ظرفیت های محدود طبیعت مورد بررسی قرار گیرد. وقتی یک جامعه در راستای رشد و توسعه قدم برمی دارد از قدم های نخستین اثرات مختلفی را بر محیط زیست بر جای می گذارد. از جمله آلودگی و مشکلات زیست محیطی که در روند رشد و توسعه اقتصادی می تواند ایجاد شود و اگر از حد قابل قبولی تجاوز کند، محیط زیست را دچار مخاطره می کند. این مشکلات عبارتند از: آلودگی آب و هوا، آلودگی صوتی، آلودگی ناشی از فعالیت های هسته ای، آلودگی فقر، آلودگی ناشی از بی عدالتی و تبعیضات سیاسی اقتصادی، آلودگی ناشی از تخریب یا استفاده بیش از حد از منابع طبیعی، آلودگی از دفع انرژی حرارتی بیش از حد و ...

رشد و پیشرفت فناوری موجب کاهش آلودگی می گردد، البته کاهش آلودگی بستگی به میزان این رشد دارد. ناگفته نماند که فناوری های نام برده فناوری های دوستدار محیط زیست و انسان اند و رشدی که از طریق آنها به وقوع می پیوندد در اقتصادهای توسعه یافته به رشد سبز

معروف گشته است. یکی از این فناوری‌های دوستدار محیط‌زیست فاوا (فناوری اطلاعات و ارتباطات) مطرح گردیده است. با توجه به اهمیت کیفیت زیست‌محیطی و مباحث مربوط به توسعه پایدار و مباحث جدید فناوری اطلاعات و ارتباطات، در این تحقیق سعی شده که ارتباط بین این دو متغیر برای کشورهای D8 که با معضلات زیست‌محیطی دست‌به‌گریبان بوده و در حال طی کردن مسیر رشد و توسعه خود می‌باشند در طی دوره زمانی (۲۰۱۴-۱۹۹۴) بررسی شود.

همان‌گونه که مطرح شد، با وجود تفاوت در ماهیت و مصادیق مشکلات در محیط‌زیست در اکثر کشورها، مدیریت محیط‌زیست و حرکت در جهت حفظ و ارتقای آن یک دغدغه بین‌المللی محسوب می‌شود؛ بنابراین هر راه‌کار و ابزاری که بتواند کشورها را در این راستا کمک نماید، می‌تواند به‌عنوان یک راه‌کار کلی به‌حساب آید. بهره‌گیری و استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات و قابلیت‌های آن و در نتیجه انتقال فعالیت‌ها به فضای مجازی، یکی از مهم‌ترین راه‌کارها در این راستا، در تمامی کشورها از جمله کشورهای D8، به‌حساب می‌آید. همچنین فناوری اطلاعات و ارتباطات، یکی از عوامل مهم در متحول نمودن حیات بشر طی دهه‌های اخیر بوده است و تقریباً نمی‌توان بخشی از زندگی امروز بشر (به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم) را یافت که از قابلیت‌های این فناوری بهره‌مند نشده باشد. ضمن آن‌که بدون شک بخش قابل توجهی از رشد و توسعه اقتصادی کشورها به‌ویژه کشورهای D8، طی دهه‌های اخیر در سایه استفاده مطلوب از قابلیت‌های این فناوری و فرصت‌های ایجاد شده از آن حاصل شده است. همچنین بخش‌های مختلفی همچون سلامت و بهداشت، فرصت‌های شغلی، کسب‌وکار، امنیت، محیط‌زیست، توسعه منطقه‌ای، حقوق بشر و آموزش از قابلیت‌های این پدیده بهره‌مند می‌شوند، ضمن آن‌که در بسیاری از موارد این رابطه می‌تواند دوسویه باشد.

یافتن منابع رشد و توسعه کشورها همواره یکی از مهم‌ترین مباحث مورد توجه اقتصاددانان و سیاست‌گذاران بوده است. در حال حاضر، فناوری اطلاعات و ارتباطات، محور اصلی توسعه و رونق اقتصادی کشورهای پیشرفته به‌شمار می‌آید. جریان فناوری در فرآیندهای مختلف اقتصادی مؤثر است، به‌گونه‌ای که این فناوری‌ها، از لحاظ اقتصادی و در کنار عوامل تولید،

منجر به کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری در تولید و نهایتاً افزایش رشد اقتصادی در کشورهای توسعه‌یافته گردید و به دنبال آن با اندکی تأخیر، این تأثیر در برخی از کشورهای در حال توسعه نیز مشاهده شده است. (جرگنسون^۱، ۲۰۰۰).

در سال‌های اخیر تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر روند توسعه کشورهای صنعتی و به‌خصوص بر کشورهای تازه صنعتی‌شده، کاملاً روشن شده است. این در حالی است که انقلاب فناوری^۲ که بر پایه فناوری اطلاعات و ارتباطات شکل گرفته، به روند توسعه بسیاری از کشورها شتاب مضاعف بخشیده است. از این رو فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بسیاری از ابعاد زندگی بشر تأثیر گذاشته است. در کشورمان نیز، با توجه به تأثیر مستقیمی که فناوری اطلاعات و ارتباطات در زمینه کاهش هزینه‌ها، ارتقای سطح زندگی مردم، بهبود فضای کسب‌وکار، افزایش سطح رفاه عمومی، رشد اقتصادی و افزایش اشتغال دارد، گسترش این فناوری و تأمین زیرساخت‌های مورد نیاز به‌عنوان موتور محرکه توسعه کشور همواره مورد توجه بوده است.

دهه گذشته رشد فناوری و صنایع وابسته آن آن‌قدر سریع بوده است که فناوری اطلاعات و ارتباطات به بخشی جدانشدنی از زندگی افراد مختلف تبدیل شده است و شبکه‌های اجتماعی هم بخش قابل توجهی از تجارت، خدمات و فعالیت‌های هر دولت را در اختیار گرفته است. این رشد به دنبال افزایش آگاهی مردم سرتاسر دنیا از اهمیت نفوذ ICT و کاربردهای آن رخ داده است. فناوری اطلاعات که امکان ذخیره‌سازی، استفاده و تبادل بسیار سریع اطلاعات را فراهم می‌کند موجب افزایش کارایی شده و شرایط ارائه خدمات جدیدی را نیز فراهم نموده است. استفاده بهینه از فناوری اطلاعات و ارتباطات در رشد و توسعه اقتصادی نیازمند استراتژی است که از سوی دولت‌ها اتخاذ می‌شود تا فرصت‌های بیشتری را برای تولید فراهم سازد و شتاب رشد تولید ناخالص داخلی کشور را افزایش دهد. با توجه به رشد سریع جمعیت جهان و وابستگی بیشتر این جمعیت به منابع انرژی از یک طرف و از طرف دیگر محدودیت

1. Jorgenson

2. Technological Revolutin

موجود در این منابع، استفاده بهینه از منابع را به‌منظور دست یافتن به رشد و توسعه پایدار برای کلیه کشورهای جهان امری حیاتی به حساب می‌آید.

ضرورت انجام تحقیق

طی دهه‌های اخیر، اهمیت محیط‌زیست رفته‌رفته افزایش یافته و کیفیت محیط‌زیست از اهمیت بسزایی برخوردار شده است. به‌طوری‌که با رشد و توسعه جوامع، به کیفیت محیط‌زیست اهمیت بیشتری داده شده است و با وجود تفاوت‌های اساسی در مصادیق و ماهیت مشکلات حوزه محیط‌زیست در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه، کلیت این موضوع در تمامی کشورها قابل مشاهده است. برای مثال، هم‌زمان که در کشورهای در حال توسعه مواردی چون تخریب محیط‌زیست ناشی از استحصال غیراصولی منابع، نبود سیستم‌های ارزیابی و اندازه‌گیری (پایش) نبود قوانین محیط‌زیستی کارا و پدیده‌هایی چون گریزگاه آلودگی و ... مشکل اصلی می‌باشند در کشورهای توسعه‌یافته نیز مباحثی چون مصرف کارای منابع و یافتن جایگزین‌های بهینه برای آن‌ها، مدیریت انتشار و دفع آلاینده‌ها، پاسخ‌گویی به افکار عمومی (برای مثال در قالب NGOهای حوزه محیط‌زیست)، رعایت ترتیبات حوزه محیط‌زیست و ... دغدغه اصلی محسوب می‌شوند.

همان‌گونه که مطرح شد، با وجود تفاوت در ماهیت و مصادیق مشکلات در محیط‌زیست کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه، مدیریت محیط‌زیست و حرکت در جهت حفظ و ارتقای آن یک دغدغه بین‌المللی محسوب می‌شود؛ بنابراین، هر راه‌کار و ابزاری که بتواند کشورها را در این راستا کمک نماید، می‌تواند به‌عنوان یک راه‌کار کلی به حساب آید. بهره‌گیری و استفاده از فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات و قابلیت‌های آن و در نتیجه انتقال فعالیت‌ها به فضای مجازی، یکی از مهم‌ترین (بسترها) و راه‌کارها در این راستا، چه در کشورهای توسعه‌یافته و چه در کشورهای در حال توسعه، به حساب می‌آید. توضیح آن‌که فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات، یکی از عوامل مهم در متحول نمودن حیات بشر طی دهه‌های اخیر بوده است و تقریباً نمی‌توان بخشی از زندگی امروزه بشر (به‌صورت مستقیم یا

غیرمستقیم) را یافت که از قابلیت‌های این فن‌آوری بهره‌مند نشده باشد. ضمن آن که بدون شک بخش قابل توجهی از رشد و توسعه اقتصادی کشورها به‌ویژه کشورهای توسعه‌یافته طی دهه اخیر در سایه استفاده مطلوب از قابلیت‌های این فن‌آوری و فرصت‌های ایجادشده از آن حاصل شده است. بهره‌گیری از قابلیت‌های فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات در عرصه‌های مختلف بدون شک تبعات قابل توجهی در حوزه محیط‌زیست نیز از خود به‌جای گذاشته و می‌گذارد و این موضوع با توجه به نقش و اهمیت محیط‌زیست، به‌ویژه طی دهه‌های اخیر می‌تواند به‌صورت خاص مورد توجه قرار گیرد.

پیشینه پژوهش

مطالعات انجام‌شده در داخل کشور

غزالی، زیبایی (۱۳۸۸)، به بررسی و تحلیل رابطه بین آلودگی محیطی و رشد اقتصادی با استفاده از داده‌های تلفیقی پرداخته‌اند. این بررسی، رابطه بین آلودگی محیطی و رشد اقتصادی در قالب فرضیه منحنی کوزنتس را نشان می‌دهد که از داده‌های استانی در دوره زمانی ۱۳۸۵-۱۳۷۵ استفاده شده است. آلاینده مونوکسید کربن به‌عنوان شاخص محیطی و تولید ناخالص ملی به‌عنوان شاخص اقتصادی به کار برده شده‌اند.

بهبودی و برقی گلعدانی (۱۳۸۷)، اثرات زیست‌محیطی مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران را طی سال‌های ۱۳۸۳-۱۳۴۶ با روش آزمون هم‌انباشتگی جوهانسون-جوسیلیوس مورد بررسی قرار داده‌اند و نتایج نشان می‌دهد که یک درصد افزایش در شدت استفاده از انرژی باعث افزایش ۰/۹۲ درصد در انتشار سرانه گاز CO₂ و آلودگی محیط‌زیست شده است. هم‌چنین یک درصد افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه انتشار گاز CO₂ را به مقدار ۱/۳۱ درصد افزایش داده است.

عاقلی، ولایی یامچی و جنگ‌آور سال (۱۳۸۹)، به بررسی اثر باز بودن اقتصاد بر تخریب زیست‌محیطی در ایران طی سال‌های ۱۳۸۳-۱۳۵۳ پرداخته‌اند. نتایج برآوردهای این تحقیق نشان می‌دهد که افزایش درجه باز بودن اقتصاد سبب افزایش سرانه تخریب محیط‌زیست در

بلندمدت می‌شود. هم‌چنین انتشار دی‌اکسید کربن سرانه، اثر مثبت بر سرانه تخریب محیط-زیست دارد و به ازای یک درصد افزایش در میزان انتشار دی‌اکسید کربن، شکاف تولید سرانه به میزان ۳۴ درصد بیش‌تر می‌شود.

مطالعات انجام‌شده در خارج از کشور

از اولین بررسی‌ها در زمینه ارتباط فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی می‌توان به منحنی جیب اشاره نمود. ادبیات این منحنی برای اولین بار در سال ۱۹۶۳ مطرح و به نام پیشنهاددهنده آن نام‌گذاری شد.^۱ این منحنی ارتباط مثبت و شدت همبستگی میان رشد اقتصاد و فناوری‌های ارتباطی را نشان می‌دهد که به‌طور معمول بر اساس دو متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه و شدت استفاده از تلفن استخراج می‌شود (کنی^۲، ۲۰۰۵).

پاپایونو^۳ (۲۰۰۴) در مقاله‌ای با عنوان "اثرات فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر روی رشد بهره‌وری: مقایسه‌ای بین کشورهای درحال توسعه و توسعه‌یافته" به بررسی اثرات فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری و رشد اقتصادی در کشورهای درحال توسعه و توسعه‌یافته برای دوره ۲۰۰۱-۱۹۹۳ پرداخت. وی با وارد کردن سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی^۴ در تابع تولید به‌عنوان متغیری که نشان‌دهنده پیشرفت فناوری است به این نتیجه رسید که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی اثر مثبت و معناداری بر رشد اقتصادی و بهره‌وری در کشورهای مورد بررسی دارد و این تأثیر در کشورهای درحال توسعه بیش‌تر است. هم‌چنین یک رابطه مثبت اما نه معنی‌دار از تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد اقتصادی و بهره‌وری برای کل کشورهای موجود در مدل به‌دست آمده است.

گروسمن و کروگر^۵ به‌منظور ارزیابی آثار محیط‌زیستی تجارت آزاد آمریکای شمالی مطالعه‌ای را انجام دادند و توسط رابطه رگرسیونی ارتباط میان آلودگی و رشد اقتصادی را بررسی

1. Jipp

2. Kenny

3. Papaioannou

4. Foreign Direct Investment (FDI)

5. Grossman & Krueger

کردند. نتیجه بررسی‌ها، وجود یک رابطه به شکل U وارونه میان آلودگی هوا و تولید ناخالص داخلی را نشان داد.

یی و توماس^۱ (۲۰۰۷) در مقاله خود که به مرور بررسی‌های انجام شده در زمینه مطالعه اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات و کسب و کار الکترونیکی بر محیط‌زیست اختصاص یافته کلیه بررسی‌های انجام شده در دسترس، شامل: مقاله، پروژه تحقیقاتی، پایان‌نامه و ... را مورد بررسی قرار دادند. ایشان ادعا می‌نمایند: چه بررسی‌هایی که به صورت مورد کاوی و در سطح خرد انجام شده‌اند و چه بررسی‌هایی که در سطح کلان و در قالب یک رویکرد آماری انجام شده‌اند، هنوز به هم‌گرایی کامل در خصوص اثر مشخص استفاده از فاوا بر فرآیند پایداری محیط‌زیست نرسیده‌اند.

اردمان و همکاران^۲ (۲۰۰۴) در مطالعه خود که به بررسی اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر پایداری محیط‌زیست پرداخته‌اند، ضمن تفکیک کاربردهای مختلف فناوری اطلاعات و ارتباطات، به بررسی آثار آن‌ها بر بخش‌های مختلف پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه که به صورت توصیفی انجام شده است. به‌طور کلی حکایت از اثر مثبت کاربرد فاوا بر کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای، میزان بازیافت زباله‌های شهری و مصرف انرژی دارد.

در مقاله حاضر به بررسی تأثیرات فناوری اطلاعات و ارتباطات بر آلودگی‌های زیست‌محیطی طی دوره زمانی ۲۰۱۴-۱۹۹۴ با استفاده از داده‌های تابلویی و آزمون F مورد بررسی قرار گرفته است. در این مطالعه متغیر NO را به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته‌ایم که در اکثر مقالات متغیر CO₂ متغیر وابسته بوده است. همچنین کشورهای مورد بررسی را کشورهای عضو D8 و سال مورد بررسی را از سال ۱۹۹۴-۲۰۱۴ قرار داده‌ایم.

طبقه‌بندی انواع آلودگی

پیگو (۱۹۲۰) اولین فردی است که به‌طور سامانمند به تحلیل اقتصادی و ارائه مطلب درباره آلودگی پرداخته است. چنین تحلیلی از سوی پیگو با گسترش مفهوم آثار جانبی فعالیت‌های

1. Yi & Thomas

2. Erdmann et al.

اقتصادی به دست آمده است. علی رقم کار پایه‌ای و اصلی پیگو تا قبل از سال ۱۹۵۰ توجه بسیار کمی به اثرات جانبی تولید و اقتصاد آلودگی شده است. طی دهه ۱۹۵۰ نظریه اثرات جانبی تولید بسط و گسترش یافت و در دهه ۱۹۶۰ توجه زیادی به اقتصاد آلودگی شد. آلوده‌کننده‌ها را به روش‌های مختلفی می‌توان طبقه‌بندی کرد. در این تحقیق بر چهار بعد آلودگی که بیشترین تأثیر را بر تحلیل‌های اقتصاد آلودگی و کنترل آلودگی دارد، تأکید می‌کنیم.

بعد اول: ماهیت ارتباط میان انتشار آلودگی و زیان‌های ناشی از آن
در این قسمت به زیان‌های آلودگی ناشی از جریان مواد زائد و زیان‌های آلودگی ناشی از انباشت مواد زائد می‌پردازیم. در اینجا بهتر است که بین این دو نوع آلودگی (آلودگی جریان و آلودگی انباره) بر حسب نحوه ایجاد زیان توسط آن‌ها تفاوت قائل شویم. آلودگی جریان^۱ زمانی رخ می‌دهد که زیان‌های به وجود آمده مربوط به مقدار جریان یا انتشار مواد زائد (نرخ تخلیه مواد زائد به محیط‌زیست در طول زمان) باشد. بهترین مثال در مورد آلودگی جریان، آلودگی صوتی است. طبق تعریف در مورد آلودگی جریان، چنانچه جریان آلودگی قطع شود زیان‌های ناشی از آلودگی به‌طور آنی به صفر می‌رسد. این وضعیت تنها زمانی امکان‌پذیر است که آلوده‌کننده به‌صورت یک انرژی مانند صوت وجود داشته باشد، به‌طوری که وقتی انتشار آن به پایان می‌رسد هیچ نوع مواد زائد و زیان‌های ناشی از آن نیز در محیط‌زیست مشاهده نشود. به‌رحال بسیاری از انواع آلودگی‌ها به‌صورتی هستند که خسارت مربوط به آن‌ها در هر لحظه از زمان کاملاً بستگی به نرخ انتشار فعلی آن‌ها دارد. با این وجود چنین زیان‌هایی فوراً ترمیم و بازیافت نمی‌شود و دارای عمر کوتاه‌مدت نیز نیست، فرآیند جذب آن‌قدر سریع نیست که بتواند از بروز خسارت ناشی از انباشت مواد زائد جلوگیری کند. چنین آلوده‌کننده‌هایی را آلاینده‌های جریان می‌نامیم.

آلودگی انباره^۱ را به این صورت می‌توان تعریف کرد که زیان‌های ناشی از آلاینده‌ها تابعی از انباشت مواد زائد در سیستم‌های زیست‌محیطی در هر لحظه از زمان است. زیان‌های ناشی از نرخ انباشت آلاینده‌ها در محیط زیست بیش از مقدار جریان آن‌هاست. برای آن‌که حجمی از آلاینده‌ها انباشت شوند لازم است تا مواد آلاینده خروجی با نرخی بیشتر از ظرفیت جذب محیط منتشر شوند. در یک حالت حدی و بحرانی که ظرفیت جذب محیط صفر است به نظر می‌رسد که انباشت و تراکم مواد شیمیایی مصنوعی و برخی فلزات سنگین به حداکثر مقدار خود رسیده است. زیان‌های آلودگی می‌تواند شامل ترکیبی از آثار مربوط به آلودگی جریان و آلودگی انباره باشد. به احتمال زیاد اغلب آلاینده‌ها آثار زیان‌بار دو نوع آلودگی جریان و انباره را با خود دارند و تنها ماهیت این ترکیب در طول زمان و مکان‌های مختلف متفاوت است. انتشار مواد زائد آلی و غیر آلی در شبکه‌های آب مثال بسیار خوبی از آلاینده‌های ترکیبی (جریان/ انباره) هستند، زیان‌های ناشی از انتشار چنین موادی شامل ترکیبی از گازهای کربن، سولفور و نیتروژن است و اثرات آن‌ها بستگی به سطح ذخایر (به‌طور نمونه مقدار جریان GHG یا گازهای گلخانه‌ای بر سرعت افزایش حرارت و دما تأثیر می‌گذارد).

بعد دوم: افق منطقه تأثیر

زیان آلودگی محلی فقط در نزدیکی منبع آلاینده مشاهده می‌شود. این نوع آلاینده‌ها شامل جریان‌های صوتی، نوری و بصری هستند. زیان‌های منطقه‌ای ناشی از آلودگی در نزدیکی منبع انتشار آلاینده و در ابعاد جغرافیایی وسیع‌تری مشاهده می‌شود. به‌طور مثال اکسیدهای سولفور و نیتروژن حداقل باعث زیان‌های منطقه‌ای می‌شوند. خسارات جهانی آلودگی در اقتصاد سرتاسر جهان تأثیر می‌کند، هرچند این آلودگی لزوماً در تمام نقاط یکسان نیست.

بعد سوم: درجه ترکیب آلاینده‌های جوی

زیان آلودگی در سطح ناشی از جریان یا انباشت آلودگی در مناطق سطحی است. این نوع آلودگی شامل انواع آلودگی آب و بسیاری از آلودگی‌های هوا نظیر مونواکسید کربن و

گازهای از بین برنده اوزن است. زیان آلاینده‌های جهانی شامل تجمع و انباشت آلوده‌کننده‌ها در سطوح فوقانی جو می‌شود. به‌طور مثال از دی‌اکسید کربن (CO_2) و کلروفلوروکربن (CFCS) در تأثیر خود به نام اثر گلخانه‌ای و انتشار CFC در تخریب لایه اوزون در سطوح فوقانی جو می‌توان نام برد.

بعد چهارم: تحرک و انتقال منابع انتشار آلودگی

ما، بین منبع آلاینده ایستا و پویا (متحرک) تفاوت قائل هستیم. بسیاری از آلودگی‌ها از منابعی سرچشمه می‌گیرند که در یک مکان خاص مستقر هستند؛ به‌طور مثال ایستگاه‌های سوخت و دفع آفات در بخش کشاورزی. در مقابل، منبع انتشار برخی آلودگی‌ها از نظر جغرافیایی متحرک است، بهترین مثال در این مورد وسایل نقلیه آلوده‌کننده است.

فناوری اطلاعات و ارتباطات و اقتصاد

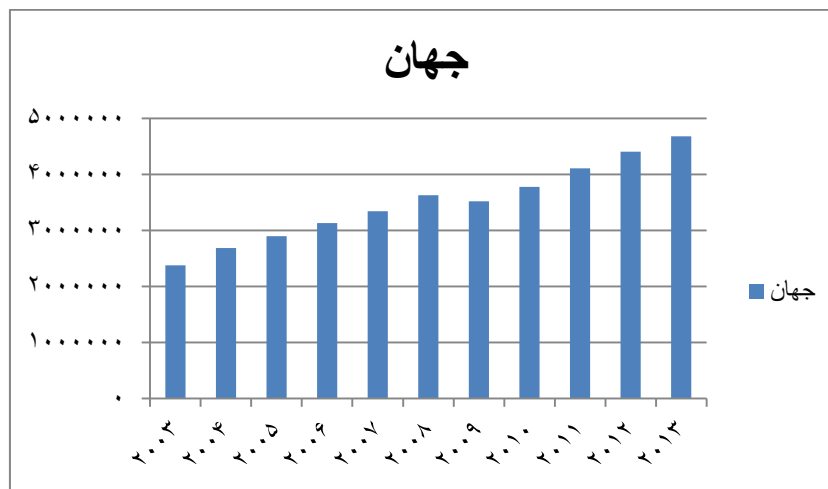
امروزه ICT به‌عنوان یکی از بسترهای نوین به‌سرعت در حال تأثیرگذاری بر زندگی بشر است. این تأثیر در کلیه وجوه اجتماعی دیده می‌شود. از آن جمله، تأثیر شدید فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اقتصاد است. در اقتصاد جدید که مبتنی بر شبکه‌های کامپیوتری است، محیط کسب‌وکار در حال تبدیل شدن به محیطی دیجیتالی است. چنین اقتصادی را با عناوینی همچون اقتصاد شبکه‌ای^۱ یا اقتصاد دیجیتال^۲ نیز نامیده‌اند. اقتصاد دیجیتال به اقتصادی اطلاق می‌گردد که قسمت اعظم آن بر پایه فناوری‌های دیجیتال، شامل شبکه‌های ارتباطی، رایانه‌ها، نرم‌افزارها و سایر فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی است.

این فناوری با فناوری‌های عصر انقلاب صنعتی تفاوت اساسی دارد و عامل تفاوت این است که فناوری اطلاعات و ارتباطات تمام حوزه‌های اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و ... را تحت تأثیر قرار داده است.

1. Network Economics
2. Digital Economy

مخارج فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات در جهان

همان‌طور که از نمودار زیر برمی‌آید، کل مخارج فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات در جهان از سال ۲۰۰۳ به بعد در حال افزایش است. این مخارج از رقم ۲,۳ تریلیون دلار در سال ۲۰۰۳ به رقم ۳,۳ تریلیون دلار در سال ۲۰۰۷ می‌رسد. این روند نشان‌دهنده اهمیت فناوری اطلاعات و ارتباطات در سطح جهان است. از سال ۲۰۰۷ به بعد انتظار می‌رفت مخارج فناوری اطلاعات و ارتباطات وارد دوره رشد ملایم^۱ خود شده باشد، اما رکود بزرگ^۲ در سال ۲۰۰۹ کاهش ۳ درصدی در مخارج جهانی فناوری اطلاعات و ارتباطات را به بار آورد که البته انتظار می‌رود تا سال ۲۰۱۳ به مسیر رشد قبلی خود بازگردد. پیش‌بینی‌های سال ۲۰۰۸ با آنچه در حقیقت به وقوع پیوست ۱,۵ تریلیون دلار کاهش در مخارج جهانی فناوری اطلاعات و ارتباطات را در سال ۲۰۰۹ نشان می‌دهد.



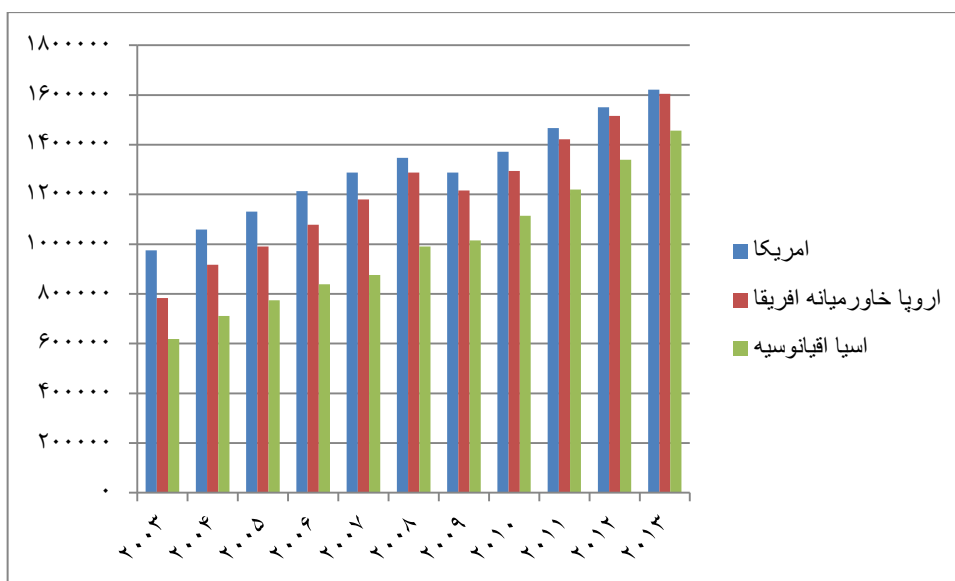
نمودار ۱. مخارج فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات در جهان (اتحاد جهانی فناوری اطلاعات و خدمات ۲۰۱۴,۳)

1. Moderating Growth
2. Great Recession
3. The World Information Technology and Service Alliance

مخارج فناوری اطلاعات و ارتباطات بر حسب مناطق مختلف جهان

در شکل زیر، مخارج جهانی فناوری اطلاعات به تفکیک مناطق مختلف جهان ارائه شده است. در این تفکیک مناطق مختلف جهان به ۳ گروه عمده تفکیک شده‌اند که شامل آمریکا، آسیا-اقیانوسیه، اروپا و خاورمیانه و آفریقا^۱ است. طبق نمودار زیر، آمریکا بیش‌ترین سهم از مخارج جهانی فناوری اطلاعات و ارتباطات را به خود اختصاص داده است. همچنین منطقه اروپا و خاورمیانه و آفریقا در جایگاه دوم به لحاظ مخارج فناوری اطلاعات و ارتباطات است و در نهایت منطقه آسیا-اقیانوسیه در رتبه آخر این تقسیم‌بندی قرار دارد. با توجه به نمودار، در آمریکا مخارج فناوری اطلاعات و ارتباطات روند افزایشی را طی سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۷ داشته است در حالی که در دو منطقه دیگر این روند با نوسان همراه بوده اما همچنان در حال افزایش است. همچنین آمریکا آهسته‌ترین نرخ رشد را با ۶/۷ درصد در میان سایر مناطق به خود اختصاص داده است. این در حالی است که آسیا-اقیانوسیه و همچنین اروپا، خاورمیانه و آفریقا به ترتیب رشدی معادل ۹/۳ درصد و ۸/۹ درصد را به خود اختصاص داده‌اند. به علت الگوهای رشد، سهم مخارج فناوری اطلاعات و ارتباطات در آمریکا نسبت به دو منطقه کمتر است.

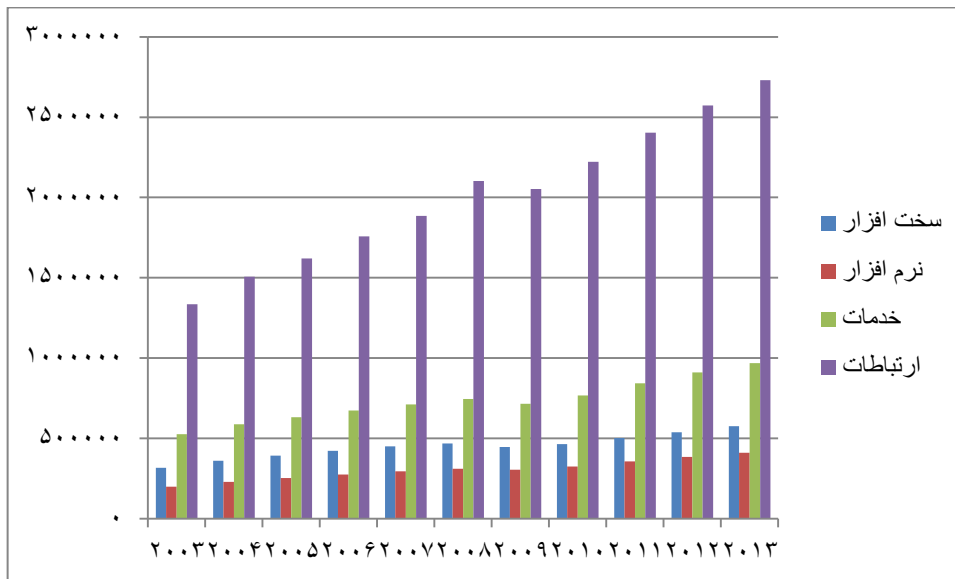
1. Europ, Middle East, Africa (EMEA)



نمودار ۲. مخارج فناوری اطلاعات و ارتباطات بر حسب مناطق مختلف جهان (اتحاد جهانی فناوری اطلاعات و خدمات، ۲۰۱۴)

مخارج جهانی فناوری اطلاعات و ارتباطات به تفکیک مؤلفه‌های آن

در نمودار زیر، مخارج فناوری اطلاعات و ارتباطات به تفکیک مؤلفه‌های ارتباطات، نرم‌افزار و سخت‌افزار و همچنین خدمات در این بخش بررسی شده‌اند. ارتباطات بیش‌ترین سهم را از مخارج فناوری اطلاعات و ارتباطات به خود اختصاص داده است. پس از آن خدمات، سخت‌افزار و نرم‌افزار در جایگاه‌های بعدی قرار دارند. ارتباطات با ۵۸ درصد بیش‌ترین سهم را در این زمینه به خود اختصاص داده است. نرخ رشد برآوردی در زمینه مخارج مربوط به ارتباطات معادل ۷/۴ درصد است. بعد از آن نرم‌افزار و سخت‌افزار در جایگاه دوم و سوم مخارج مربوط به فناوری اطلاعات و ارتباطات هستند.



نمودار ۳. مخارج جهانی فناوری اطلاعات و ارتباطات به تفکیک مؤلفه‌های آن (اتحاد جهانی فناوری اطلاعات و خدمات، ۲۰۱۴)

روش پژوهش

برای تخمین مدل مورد استفاده در این تحقیق، همچون بسیاری از مطالعات اخیر اقتصادی، از مجموعه داده‌های تابلویی استفاده می‌گردد و با به‌کارگیری حدود ۸ کشور در طی ۲۱ سال، هر دو بعد زمان و مکان در نظر گرفته می‌شوند. بسیاری از مطالعات اخیر که در حیطه اقتصاد شکل گرفته، از داده‌های تابلویی برای بررسی‌ها استفاده کرده‌اند. در بسیاری از موارد، محققین می‌توانند از روش‌های داده‌های تابلویی در مورد مسئله‌هایی که نمی‌توان آن‌ها را فقط به صورت سری زمانی یا فقط به صورت مقطعی بررسی کرد، استفاده می‌کنند. ترکیب آمارهای سری زمانی با آمارهای مقطعی نه تنها می‌تواند اطلاعات سودمندی را برای تخمین مدل‌های اقتصادی فراهم آورد، بلکه بر مبنای نتایج به دست آمده می‌توان استنباط‌های سیاست-گذاری درخور توجیهی را نیز به عمل آورد.

مزیت استفاده از داده‌های ترکیبی نسبت به داده‌های مقطعی و سری زمانی

داده‌های ترکیبی نسبت به داده‌های مقطعی^۱ و سری زمانی^۲، امکان طراحی الگوهای رفتاری پیچیده‌تر را فراهم می‌کند. برای مثال، بررسی و مدل‌سازی کارایی فنی با استفاده از داده‌های ترکیبی، بهتر امکان‌پذیر است. داده‌های تابلویی اطلاعات آگاه‌کننده، تنوع یا تغییرپذیری، درجات آزادی و کارایی بیشتر و نیز هم خطی کمتری بین متغیرها فراهم می‌کند. درحالی‌که سری‌های زمانی دچار هم خطی هستند. با توجه به این‌که داده‌های تابلویی، متشکل از سری‌های زمانی و مقطعی است، بعد مقطعی موجب افزایش تغییرپذیری یا تنوع بسیار زیاد در برآوردهای معتبری می‌شود که با در دست داشتن این اطلاعات می‌توان انجام داد. مزیت عمده دیگر این است که داده‌های گروهی یعنی داده‌های مرکب از سری زمانی از نمونه‌های مقطعی بالقوه، از نظر اطلاعات بسیار غنی‌تر از نمونه مقطعی (N) و سری زمانی (T) خواهند بود؛ اما با ترکیب این دو، تعداد داده‌ها به N.T افزایش می‌یابد که این امر می‌تواند منجر به برآوردهای کاراتری از پارامترها گردد. در محاسبه واریانس جامعه با توجه به مشاهدات مربوط به سری زمانی، واریانس به‌دست‌آمده از مشاهدات بر تعداد داده‌ها منهای تعداد پارامترها تقسیم می‌شود. (گرین، ۲۰۰۲)^۳.

$$\widehat{\sigma}_t^2 = \frac{\hat{u}'\hat{u}}{N - K}$$

درحالی‌که در داده‌های گروهی داریم:

$$\widehat{\sigma}_t^2 = \frac{\hat{u}'\hat{u}}{NT - N - K}$$

همان‌طور که مشاهده می‌شود، مخرج کسر در این حالت بزرگ‌تر شده و بنابراین واریانس محاسبه‌شده، کمتر از واریانس مربوط به داده‌های سری زمانی است. در نتیجه کارایی افزایش می‌یابد.

-
1. Cross section
 2. Time series
 3. Green

چارچوب روش اثرات ثابت

در روش اثرات ثابت فرض می شود که اختلاف بین مقاطع را می توان به صورت تفاوت در عرض از مبدأ نشان داد. در مدل داده های تابلویی به شکل:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_1 X_{1t} + \dots + \varepsilon_{it}$$

هر α_i یک متغیر ناشناخته است که باید برآورد شود. به فرض که Y_i و X_i شامل T مشاهده برای واحد i ام باشند و ε_i بردار جز اخلاص بوده و دارای ابعاد $T \times 1$ باشد، در نتیجه باید رابطه را به صورت زیر نوشت:

$$I = 1, 2, \dots, n, \quad Y_i = I\alpha_i + \beta X_i + \varepsilon_i$$

و یا به عبارت دیگر می توان نوشت:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & 1 & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \vdots \\ \alpha_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} \beta + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

که در این معادله، I برداری با ابعاد $T \times 1$ است. مدل فوق را می توان به شکل خلاصه شده دیگری نوشت که در آن d_i متغیر مجازی برای نشان دادن i امین مقطع است. حال اگر D به صورت زیر تعریف شود:

$$D = [d_1 \ d_2 \ \dots \ d_3]$$

آنگاه معادله به صورت زیر خواهد بود:

$$Y = D\alpha + X\beta + \varepsilon$$

که این رابطه به عنوان حداقل مربعات متغیر مجازی (LSDV)^۱ نامیده می شود. مدل، یک مدل رگرسیونی کلاسیک بوده و هیچ شرط جدیدی برای تجزیه و تحلیل آن نیست. می توان این مدل را با استفاده از روش OLS با K برآورده کننده در X و n ستون در D ، به عنوان یک مدل چندمتغیره با $n+K$ پارامتر برآورد کرد. (گرین، ۲۰۰۱).

چارچوب روش اثرات تصادفی

روش اثرات تصادفی، برخلاف روش‌های اثرات ثابت که فرض می‌کنند اختلاف بین مقاطع، سبب انتقال تابع رگرسیون می‌شود و به عناصر خارج از مدل توجهی نمی‌کند، جز عرض از مبدأ را دارای توزیع تصادفی می‌دانند. قاعده‌تاً باید حجم نمونه به اندازه کافی بزرگ باشد تا بتوان چنین فرضی را در نظر گرفت. لذا جز عرض از مبدأ در این روش، دارای یک قیمت ثابت و یک قیمت تصادفی است و فرض حاکم بر این جزء تصادفی، شبیه فروض حاکم بر جز اختلال بوده و این دو، جز اختلال جدیدی را به وجود می‌آورند. از این رو، مدل با اثرات تصادفی به صورت زیر خواهد بود:

$$Y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + u_i + \varepsilon_{it}$$

که دارای K برآورد کننده به اضافه یک عرض از مبدأ است. مؤلفه u_i مشخص کننده جز تصادفی مربوط به i امین واحد بوده و در طول زمان ثابت است. در مطالعات کاربردی می‌توان u_i را آن دسته از ویژگی‌های خاص مربوط به هر مقطع در نظر گرفت که وارد مدل نشده‌اند. باید توجه داشت که در این حالت، به جای روش OLS از روش GLS استفاده شود. (گرین، ۲۰۰۱).

تصمیم‌گیری میان اثرات ثابت و اثرات تصادفی

اگر بعد از انجام دادنی آزمون F ، فرضیه H_0 رد شده باشد، این پرسش مطرح می‌شود که مدل در قالب کدام یک از روش‌های اثرات ثابت و اثرات تصادفی، قابل بررسی است. آزمون‌ها سمن برای تعیین روش برآورد در داده‌های تابلویی به کار می‌رود. آماره این آزمون دارای توزیع کای-دو با درجه آزادی K (تعداد متغیرهای توضیحی) است. (جارج و همکاران^۱، ۱۹۸۳) و به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$H = \hat{q}' \widehat{ar}(\hat{q})^{-1} \hat{q}$$

$$\hat{q} = \hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE(GLS)}$$

$$\widehat{var}(\hat{q}) = \widehat{var}(\hat{\beta}_{FE}) - \widehat{var}(\hat{\beta}_{RE(GLS)})$$

$$H_0 : \alpha = \alpha_s$$

روش اثرات تصادفی

$$H_0 : \alpha \neq \alpha_s$$

روش اثرات ثابت

که در آن α_s ، عرض از مبدأ مربوط به آزمون هاسمن (H) است. از آنجا که H به طور مجانبی، دارای توزیع با درجه آزادی K است، لذا آماره محاسبه شده در سطح احتمال معین بزرگ‌تر از جدول با K درجه آزادی باشد، فرضیه H_0 رد می‌شود. اگر H_0 رد شود یعنی در واقع، برابر بودن برآوردهای این دو روش رد شده است که در این صورت از روش اثرات ثابت استفاده می‌شود؛ ما اگر H_0 پذیرفته شود توصیه می‌گردد از روش اثرات تصادفی استفاده شود.

چارچوب نظری و بسط مدل

در مطالعه حاضر رابطه بین تولید ناخالص داخلی، شاخص تمرکز جمعیت و شاخص فاوا (ضریب نفوذ اینترنت) بر آلاینده‌های زیست‌محیطی در کشورهای عضو گروه D8 (ایران، مالزی، ترکیه، پاکستان، مصر، نیجریه، اندونزی و بنگلادش) در طی سال‌های ۲۰۱۴-۱۹۹۴ از طریق مدل زیر به صورت روش پانل دیتا با استفاده از نرم‌افزار Eviews مورد بررسی قرار می‌گیرد. فرضیه اصلی پژوهش این است که به موازات گسترش استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا) کیفیت محیط‌زیست بهبود می‌یابد و به کارگیری گسترده از فاوا اثر مثبت و معناداری بر کاهش تخریب محیط‌زیست و آلودگی‌های زیست‌محیطی دارد.

$$+ \alpha_3 LICT_{it} + \alpha_4 LPD_{it} + \varepsilon_{it}$$

$$LNP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 LNY_{it} + \alpha_2 (LNY_{it})^2_{it}$$

نماد L بیانگر لگاریتم متغیرها است و α_0 عرض از مبدأ و $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ ضرایب مدل می‌باشند. متغیرهای به کار گرفته شده به شرح زیر می‌باشند:

LNP_{it} : لگاریتم شاخص آلودگی هوا (سرانه) متغیر NO

LNY_{it} : لگاریتم سرانه تولید ناخالص داخلی کشورها- دلار/ نفر،

LNY_{it}^2 : مجذور لگاریتم سرانه تولید ناخالص داخلی کشورها- دلار/ نفر،

$LICT_{it}$: لگاریتم شاخص فاوا (لگاریتم شاخص ضریب نفوذ اینترنت)- درصد کاربران

اینترنت در هر هزار نفر،

LPD_{it} : لگاریتم شاخص تمرکز جمعیت - نفر در هر کیلومتر مربع

ε_{it} : جمله خطا

در این معادله تمام متغیرها به شکل لگاریتمی است و اندیس‌های I و t به ترتیب معرف کشور و سال می‌باشند. در این مطالعه، آمار موردنیاز برای برآورد مدل، از داده‌های بانک جهانی و لوح فشرده WDI طی دوره زمانی ۲۰۱۴-۱۹۹۴ تهیه شده است. هم‌چنین در این تحقیق، متغیر وابسته آلاینده (NO) است که به‌عنوان شاخص زیست‌محیطی مورد استفاده قرار گرفته و از شاخص فاوا (ضریب نفوذ اینترنت) و تولید ناخالص داخلی و شاخص تمرکز جمعیت به‌عنوان متغیرهای مستقل استفاده می‌گردد که اثر آن‌ها بر NO مورد بررسی قرار می‌گیرد.

روش برآورد: روش برآورد مدل فوق بر اساس داده‌های تلفیقی (پانل)^۱ است. این روش ترکیبی از اطلاعات سری زمانی^۲ و داده‌های مقطعی^۳ است. در هر یک از مدل‌های سری زمانی و داده‌های مقطعی، نارسایی‌هایی وجود دارد که در مدل تلفیقی می‌توان آن‌ها را کاهش داد (بالتاجی^۴، ۱۹۹۵). در روش داده‌های تلفیقی، ابتدا دو آزمون انجام می‌شود. برای تعیین حالت برابری عرض از مبدأ کشورها با حالت تفاوت در عرض از مبدأ کشورها از آزمون F^۵ برای تعیین روش اثر ثابت^۵ و یا اثر تصادفی^۶ از آزمون هاسمن^۷ استفاده می‌شود؛ که در این تحقیق پس از انجام این دو آزمون روش اثر ثابت انتخاب شده است. در مرحله بعد، آزمون ریشه واحد^۸ انجام و مشخص شد که تمام متغیرها انباشته از مرتبه اول هستند و در

-
1. Panel Data
 2. Time series data
 3. Cross section data
 4. Baltagi
 5. Fixed effects
 6. Random effects
 7. Hasman test
 8. Unit ROOT

نهایت آزمون هم‌جمعی^۱ داده‌های تلفیقی، وجود رابطه هم‌جمعی بین شاخص آلودگی و تولید ناخالص داخلی سرانه، شاخص فاوا و شاخص تمرکز جمعیت را نشان داد.

یافته‌ها

مدل انتخابی به روش داده‌های تلفیقی (و با توجه امکان دسترسی به اطلاعات) برای دوره زمانی ۲۰۱۴-۱۹۹۴ تخمین زده شده است. نتایج در جدول (۱) نشان داده شده است:

جدول (۱): نتایج حاصل از برآورد مدل برای کشورهای عضو D8 (متغیر وابسته LNO)

کشورهای D8		شرح
آماره t	ضرایب α ها	
۴/۲۱۷	۱/۹۲۷	LNy
-۳/۸۸۷	-۰/۰۹۶	LNy2
-۲/۲۳۴	-۰/۰۰۹	LICT
۳/۱۶۶	۰/۵۳۶	LPD

منبع: یافته‌های پژوهش

در جدول (۱) مقادیر ستون‌های اول و دوم به ترتیب بیانگر مقدار ضرایب (α ها) و مقدار آماره t می‌باشند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، مثبت بودن ضریب لگاریتم سرانه تولید ناخالص داخلی، نشان از افزایش آلودگی به ازای افزایش تولید ناخالص داخلی دارد. به عبارت دیگر آلودگی به ازای افزایش درآمد روند صعودی داشته است. این ضریب به صورت تلویحی بیان می‌کند که رشد اقتصادی (افزایش درآمد در مراحل اولیه رشد) با ایجاد آلودگی و تشدید تخریب محیط‌زیست همراه است. این ضریب برای کشورهای D8 برابر ۱/۹۲۷ برآورد شده است؛ اما همان‌گونه که مشاهده می‌شود، ضریب به دست آمده برای متغیر مجذور لگاریتم سرانه تولید ناخالص داخلی (که بیانگر مراحل بالای رشد اقتصادی است) منفی است. این ضریب حکایت از روند نزولی ارتباط میان درآمد و آلودگی دارد.

به عبارت دیگر این ضریب بیانگر آن بخش از منحنی کوزنتس است که پس از نقطه عطف در مسیر نزولی قرار می‌گیرد.

ضریب به دست آمده برای شاخص تمرکز جمعیت مثبت است. به این مفهوم که با افزایش (تمرکز) جمعیت در یک منطقه، آلودگی افزایش می‌یابد. این ضریب نشان می‌دهد که اگر چنانچه ده درصد تمرکز جمعیت افزایش یابد، با شرط ثابت بودن سایر شرایط، آلودگی به میزان ۰/۵۳ درصد افزایش خواهد یافت.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، قدر مطلق مقدار به دست آمده برای این متغیر در کشورهای مورد بررسی به نسبت قابل توجه است که می‌تواند حکایت از تأثیر قابل توجه زندگی بشر و تبعات آن بر ایجاد آلودگی داشته باشد.

قدر مطلق ضرایب به دست آمده برای متغیر رشد اقتصادی حکایت از آن دارد که در نیمه اول منحنی کوزنتس روند مثبت و صعودی میان رشد اقتصادی و آلودگی با شیب زیاد طی شده است؛ اما در فرآیند نزولی و کاهشی آن که نیمه دوم منحنی کوزنتس است، شیب منحنی کاهش زیادی یافته است.

ضریب به دست آمده برای متغیر فناوری اطلاعات و ارتباطات برای کشورهای مورد بررسی در سطح ۹۵ درصد معنی دار است که حکایت از بهبود کیفیت محیط زیست به موازات گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات دارد. این ضریب نشان می‌دهد که فعالیت‌های حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات، نقش مؤثر و معناداری بر کاهش تخریب محیط زیست دارند.

نتیجه‌گیری

در این مقاله، رابطه میان فناوری اطلاعات و ارتباطات و آلودگی محیط زیست در کشورهای عضو D8 طی دوره ۲۰۱۴-۱۹۹۴ بررسی شد. فرضیه اصلی تحقیق این است که استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات اثر مثبت زیست محیطی داشته و باعث کاهش آلودگی هوا می‌شود. نتایج به دست آمده نشان‌دهنده وجود یک رابطه U معکوس میان تولید ناخالص داخلی سرانه و شاخص آلودگی است. هم‌چنین رابطه معنی‌داری میان فناوری اطلاعات و

ارتباطات و کاهش آلودگی هوا به دست آمده است؛ بنابراین می‌توان این گونه استدلال نمود که گسترش فعالیت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات جدا از تبعات مطلوب در حوزه اقتصاد، می‌تواند تبعات محیط‌زیستی مناسبی را نیز به همراه داشته باشد. همچنین در این مقاله مشاهده کرده‌ایم که ضریب به دست آمده برای متغیر فناوری اطلاعات و ارتباطات برای کشورهای مورد بررسی در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار است که حکایت از بهبود کیفیت محیط‌زیست به موازات گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات دارد. این ضریب نشان می‌دهد که فعالیت‌های حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات، نقش مؤثر و معناداری بر کاهش تخریب محیط‌زیست دارند.

به نظر می‌رسد، مهم‌ترین دلیل این امر، انتقال بخش قابل‌توجهی از فعالیت‌های روزمره اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، اداری و غیره از شکل فیزیکی به فضای مجازی و در قالب پدیده‌هایی چون تجارت الکترونیک، دولت الکترونیک، آموزش الکترونیک، بهداشت الکترونیک و مواردی از این دست است. در این راستا، به صورت نمونه می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- الف- فعالیت‌های اداری، مانند ثبت‌اسناد و املاک، درخواست پاسپورت و امثال آن در محیط الکترونیک.
- ب- فعالیت‌های بانکی، مانند پرداخت قبوض، برداشت و انتقال پول و غیره در محیط الکترونیک.
- ج- فعالیت‌های تفریحی، مانند بازی‌های رایانه‌ای و بازدید از موزه‌ها، گالری‌ها و نمایشگاه‌ها به صورت الکترونیک.
- د- کسب اطلاعات، مانند مطالعه اخبار روزنامه‌ها، آگاهی از وضعیت آب‌وهوا، ترافیک شهری، ساعات پرواز هواپیماها و غیره به صورت الکترونیک

پیشنهادهای سیاستی

- با توجه به نتایج تحقیق میزان خدمات و نتایج فاوا تأثیر به-سزایی در افزایش کیفیت زیست محیطی دارند، بنابراین سیاست‌هایی که بتواند رشد بخش فاوا را تسریع بخشد، موجب بهبود کیفیت زیست محیطی خواهد شد.
- تشویق سرمایه‌گذاری در بخش فاوا از طریق منابع داخلی و خارجی تا وضعیت بسترهای الکترونیکی بهبود و زمینه برای بلوغ کاربردی فاوا حاصل شود.
- واگذاری بخش‌های خدماتی و سرویس‌های فاوا به بخش خصوصی برای ایجاد رقابت و تسریع بخشیدن به پیشرفت این بخش...
- سیاست‌های بخشی به‌جای کلان‌نگری در استفاده از فاوا در بخش‌های اطلاعات بر از قبیل بخش خدمات اتخاذ شود.
- سیاست‌گذاری از طرف دولت و ایجاد زمینه فعالیت برای بخش خصوصی می‌تواند در افزایش رقابت و ارتقا کیفیت محصولات فاوا بسیار مؤثر باشد.

منابع

- راجرپرمن یوما ترجمه حمیدرضا ارباب. *اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی*، چاپ چهارم، سال ۱۳۹۴
- اصغریپور، ح.؛ موسوی، س. ۱۳۸۸. آزمون فرضیه زیست محیطی کوزنتس: کاربرد تکنیک هم جمعی تلفیقی، *فصلنامه علوم اقتصاد*، سال اول، شماره سوم.
- پژویان، ج.؛ مرادحاصل، ن. ۱۳۸۶. بررسی اثر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا، *فصلنامه پژوهش های اقتصادی*، سال هفتم، شماره ۴.
- پورکاظمی، م. ح.؛ ابراهیمی، ا. ۱۳۸۷. بررسی منحنی کوزنتس زیست محیطی در خاورمیانه، *فصلنامه پژوهش های اقتصادی ایران*، شماره ۳۴.
- طیعی، س. ک.؛ جباری، ا.؛ شاطری، م. ر.؛ کوچک زاده، م. ۱۳۸۶. بررسی میزان تأثیر اینترنت بر جریان صادرات (مطالعه تجربی هشت کشور منتخب عضو اتحاد «آسه آن + ۳» و ایران)، *پژوهش های اقتصادی ایران*، ۹(۳۳).
- کميجانی، ا.؛ محمودزاده، م. ۱۳۸۷. نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات در رشد اقتصادی ایران (رهیافت حسابداری رشد). *پژوهشنامه اقتصادی*.
- محمودزاده، م.؛ اسدی، ف. ۱۳۸۶. اثرات فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد بهره وری نیروی کار در اقتصاد ایران. *فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی*، شماره ۴۳.
- Erdmann, L.; Hilty, L.; Goodman, J. & Arnfalk, P. 2004. The future impact of ICTs on environmental sustainability, *European Commission*.
- Grossman, G. M. & Krueger, A. G. 1991. Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement, National Bureau Of Economic Resaerch, *NBER Working paper*, 3914.
- Jipp, A. 1963. Wealth of nations and telephone density, *Telecommunications Journal*.

Jorgenson, D. W. & Stiroh, K. J. 2000. Raising the Speed Limit: US Economic Growth in the Information Age, *Brookings Papers on Economic Activity*.

Kenny, C. 2005. Reforming the posts: Abandonning the monopoly-supported postal universal service obligation in developing countries. *AEI-Brookings Joint Center for Regulatory Studies*. Related Publication 05-17.

Kuznets, S. S. 1955. Economic Growth and Income Inequality, *American Economic Review*, 45.

OECD(2001), “Impacts of Information and Communication Technologies on Environmental Sustainability: Speculations And Evidence” , *Report to the OECD*.

Panayotou, T.; Peterson, A. & Sachs, J. 2000. Is environmental Kuznets curve driven by structural change? What extended time series may imply for developing countries, CAER II Discussion Paper no. 80, *Harvard Institute for International Development*, Cambridge, MA.

Plepys, A. 2002. The grey side of ICT. *Environmental Impact Assessment Review* .22.

World Information Technology Services Alliance, (2014), “Digital Planet 2014”, *WITSA*.

World Development Indicators CD-Rom, *WDI 2008*

Yasuda, Yutaka. Mori, Shunsuke. (2009). Helping in the Fight against Global Warming with ICT, *KDDI CSR Report*.