

## بررسی اثر آموزش بر انتشار دی اکسید کربن در ایران با بررسی منحنی

### زیست محیطی کوزنتس

محمد شریف کریمی<sup>۱</sup> و علی حسنونند<sup>۲\*</sup>

۱- استادیار گروه اقتصاد دانشگاه رازی کرمانشاه

۲- دانشجوی دکتری توسعه اقتصادی و برنامه ریزی دانشگاه رازی کرمانشاه

(تاریخ دریافت ۹۹/۰۴/۲۲ - تاریخ پذیرش ۹۹/۰۷/۰۱)

#### چکیده:

توسعه پایدار یکی از اهداف مهم کشورها در عصر حاضر است. آموزش به عنوان یکی از عوامل موثر بر بهبود تکنولوژی در بخش‌های تولیدی و اصلاح الگوی مصرف در بخش‌های مصرفی نقش بسزایی را در کاهش انتشار گاز دی اکسید کربن دارد. مطالعه حاضر به بررسی اثر آموزش بر انتشار دی اکسید کربن با استفاده از شواهد آماری استان‌های ایران برای دوره زمانی ۱۳۸۵-۱۳۹۴ و رهیافت داده‌های پانل پرداخته می‌شود. نتایج حاصل از برآوردها نشان می‌دهد که نظریه محیط زیستی کوزنتس در اقتصاد ایران قابل تایید است، چرا که اثر تولید و مجذور تولید بر انتشار دی اکسید کربن به ترتیب مثبت و منفی معنادار است. همچنین گسترش شهرنشینی به دلیل ساختارهای نامناسب طراحی شهری و شدت انرژی اثر مثبت و معناداری را بر انتشار دی اکسید کربن دارد و در نهایت افزایش مخارج آموزشی ابتدا باعث کاهش انتشارگاز دی اکسید کربن می‌شود سپس با افزایش سطح آموزش، انتشار دی اکسید کربن افزایش می‌یابد، بنابراین توجه به معیارهای آموزش باکیفیت از اهمیت بالایی برخوردار است.

**کلید واژگان:** صرفه مقیاس شهرنشینی، رهیافت داده‌های پانل، کیفیت محیط زیست.

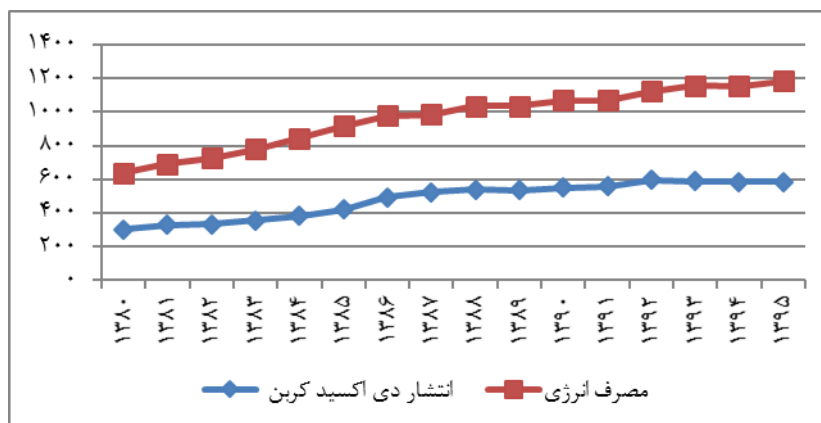
## ۱. مقدمه

رشد اقتصادی یکی از اهداف اصلی کشورها است، در این راستا برای دستیابی به رشد اقتصادی بالاتر، همواره سطح بالاتری از نهاده‌های تولید از جمله انرژی را مصرف می‌کنند. افزایش مصرف انرژی از یک طرف رشد اقتصادی را افزایش می‌دهد و از طرف دیگر، میزان انتشار آلاینده‌ها را افزایش و کیفیت محیط زیست را به طور معناداری کاهش می‌دهد. جزیی از افزایش انتشار دی اکسید کربن برای تامین نهاده‌های مورد نیاز رشد اقتصادی ناشی از افزایش مصرف انرژی اجتناب ناپذیر است، اما جزیی دیگر از انتشار دی اکسید کربن ناشی از ناکارایی در مصرف انرژی است. فرهنگ مصرفی خانوارها و بهبود سطح تکنولوژی از جمله عواملی هستند که برای سطح ثابت تولید، می‌توانند زمینه کاهش مصرف انرژی و بنابراین بهبود کیفیت محیط زیست به واسطه کاهش سهم عوامل ناکارا را افزایش دهد. بر اساس شواهد آماری ترازنامه انرژی ایران در سال ۱۳۹۵، سرانه مصرف انرژی در بخش خانگی ۲ برابر جهانی است و سرانه مصرف انرژی در ایران ۱/۷ برابر جهانی است. همچنین براساس شواهد آمارهای نفتی انگلیس<sup>۱</sup> سهم مصرف انرژی ایران از کل جهان در سال ۲۰۱۸ برابر ۲/۱ درصد است و سهم انتشار دی اکسید کربن ایران برابر با ۱/۹ درصد است. اما سهم جمعیت ایران برابر با ۱/۱ درصد است. بنابراین اقتصاد ایران از جمله اقتصادهایی است که به طور سرانه دارای انتشار دی اکسید کربن بالاتر است، به طوری که بر

اساس شواهد آماری ترازنامه انرژی، میزان انتشار دی اکسید کربن ایران در سال ۱۳۸۷ برابر با ۵۲۲ میلیون تن بوده و این رقم در سال ۱۳۹۵ به مقدار ۵۸۵ میلیون تن افزایش یافته است. همچنین سهم بخش خانگی، تجاری و عمومی در انتشار دی اکسید کربن در سال ۱۳۹۵ برابر با ۲۵/۴ درصد بوده و سهم بخش کشاورزی در کمترین مقدار برابر با ۲ درصد است. بر اساس شواهد به دست آمده در نمودار ۱ مصرف انرژی (میلیون بشکه معادل نفت خام) و انتشار دی اکسید کربن (میلیون تن) به صورت صعودی در طول دوره ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۵ افزایش یافته‌اند. طوری که میزان مصرف انرژی از ۶۳۹ میلیون بشکه معادل نفت در سال ۱۳۸۰ به مقدار ۱۱۸۲ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۹۵ افزایش یافته است و انتشار دی اکسید کربن از مقدار ۳۰۲ میلیون تن در سال ۱۳۸۰ به مقدار ۵۸۵ در سال ۱۳۹۵ افزایش یافته است. بر اساس شواهد آمار، میزان شدت انرژی<sup>۲</sup> (نسبت انرژی مصرفی به تولید) به عنوان معیاری از نسبت انرژی مصرفی به تولید در ایران بر اساس نرخ ارز و برابری قدرت خرید به ترتیب ۳ و ۱/۵ برابر متوسط جهانی است، چرا که بالا بودن شدت انرژی دلالت بر بهره‌وری پایین مصرف انرژی دارد (ترازنامه انرژی ایران). بخشی از بالا بودن مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها ناشی از فرهنگ مصرفی غلط است و بخشی به دلیل ساختارهای تولید با بهره‌وری پایین است. بر اساس شواهد آمار، میزان شدت انرژی<sup>۳</sup> (نسبت انرژی مصرفی به تولید) به عنوان معیاری از نسبت انرژی مصرفی به تولید در ایران

۱- شرکت نفت و گاز بریتانیا (BP) تحت عنوان British Petroleum هر ساله آمارهایی از مصرف انرژی و انتشار دی اکسید کربن کشورهای متعدد را گزارش می‌دهد.

2- Energy intensity  
3- Energy intensity



نمودار ۱- تغییرات انتشار دی اکسید کربن و مصرف انرژی

سطح بالاتری از امکانات دارای انرژی‌بری بالا مورد استفاده قرار می‌گیرد، و مصرف انرژی افزایش و انتشار آلاینده‌ها در سطح خانوار افزایش می‌یابد. اما اثر آموزش در سایر بخش‌های اقتصادی از قبیل صنعت به صورت بهبود سطح تکنولوژی تولیدی و افزایش بازدهی انرژی قابل بررسی است. در نهایت هدف اصلی پژوهش حاضر به این صورت قابل طرح است که آیا صرف مخارج آموزش در استان‌های ایران به طور کلی می‌تواند به عنوان عاملی برای کاهش انتشار دی اکسید کربن مطرح باشد.

#### ۱-۱. مبانی نظری

شناخت عوامل موثر بر انتشار دی اکسید کربن به عنوان یکی از شاخص‌های آلودگی محیط زیست همواره مورد توجه بوده است. مطالعاتی از قبیل Poumanyong, Hossain, 2012; Al-mulali & Kaneko, 2010; Ali و Dogan & Turkekul 2015 et al., 2013; et al., 2019 اثر شهرنشینی را بر انتشار دی اکسید کربن مورد بررسی قرار می‌دهند. Ulucak, R., & Khan, 2020; Shahbaz et al., 2015; Mahmood & Ahmad, 2018 شدت انرژی را به عنوان عامل موثر بر انتشار آلاینده‌ها مطرح می‌کند. همچنین

بر اساس نرخ ارز و برابری قدرت خرید به ترتیب ۳ و ۱/۵ برابر متوسط جهانی است، چرا که بالا بودن شدت انرژی دلالت بر بهره‌وری پایین مصرف انرژی دارد (ترازنامه انرژی ایران). بخشی از بالا بودن مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها ناشی از فرهنگ مصرفی غلط است و بخشی به دلیل ساختارهای تولید با بهره‌وری پایین است. مخارج آموزشی<sup>۱</sup> یکی از عواملی است که می‌تواند بر فرهنگ مصرف انرژی تاثیر داشته باشد. اثر سطح تحصیلات بر انتشار آلاینده‌ها به واسطه دو کانال اثر تحصیلات بر مصرف خانوارها و سایر بخش‌های اقتصادی قابل بررسی است. در سطح خانوار از یک طرف هر چه سطح تحصیلات افزایش یابد، درک و دانش نسبت به اهمیت مصرف مؤثر انرژی در افزایش کیفیت محیط زیست افزایش می‌یابد و بنابراین مصرف انرژی کاهش می‌یابد و انتشار آلاینده‌ها کاهش می‌یابد (Umaroh, 2019). از طرف دیگر، آموزش یکی از معیارهای اصلی برای افزایش سطح توانمندی و بنابراین افزایش سطح درآمد است. در همین راستا با افزایش سطح درآمد،

۱- نسبت مخارج آموزش به تولید ناخالص داخلی یا به عبارتی نسبت تمام مخارج آموزش از سطح ابتدایی تا عالی نسبت به تولید ناخالص داخلی است.

اقتصادی و حفظ استانداردهای محیط زیستی است، بر رابطه مستقیم بین توسعه اقتصادی و افزایش استفاده از منابع طبیعی و در نتیجه افزایش تخریب‌های محیط زیستی تأکید دارد. به بیان دیگر با هدف دستیابی به رشد اقتصادی بالاتر، مخاطرات محیط زیستی بیشتر را بپذیرند یا در صورت علاقمندی به حفظ محیط زیست، سطوح پایین‌تر از رشد اقتصادی را داشته باشند. تأکید رویکرد دوم بر وجود مسیر بهبود کیفیت محیط زیستی به موازات رشد اقتصادی است، زیرا فرض شده است که سطوح بالای درآمد سبب بهبود کارایی مواد اولیه و استفاده کمتر از آنها در روند تولید کالاها می‌شود. رویکرد سوم، قضیه محیط زیستی کوزنتس است. منحنی محیط زیستی کوزنتس اولین بار برای بیان رابطه میان درآمد سرانه و نابرابری درآمد توسط کوزنتس (۱۹۵۵) مطرح شد. کوزنتس بیان می‌کند که شاخص آلودگی هوا (دی اکسید کربن) با افزایش درآمد سرانه در سطوح پایین درآمد افزایش می‌یابد و پس از یک درآمد معین، شروع به کاهش می‌کند. در قدم‌های اولیه حرکت به سمت توسعه به دلیل اهمیت بیشتر رشد، اقتصاد از موهبت محیط زیست که به عنوان دارایی در اختیارش است، استفاده می‌کند. پس از افزایش به سطح مناسبی از رفاه و کاهش موهبت محیط زیست، از یک طرف ارزش کالای محیط زیست به دلیل کمیابی افزایش می‌یابد و از طرف دیگر با فرض اینکه کالای محیط زیست یک کالای نرمال است، افزایش درآمد سرانه تقاضای مردم از محیط زیست را افزایش می‌دهد و حتی در طول روند افزایش درآمد، کالای محیط زیست به یک کالای لوکس تبدیل می‌شود. مکانیزم‌هایی موجب بهبود محیط زیست

مطالعات Balagur & Cantavella, 2018, Uddin, 2014 و Umaroh, 2019 عنوان یکی از عوامل موثر بر انتشار دی اکسید کربن مطرح می‌کنند. اما اثر تولید ناخالص داخلی بر انتشار دی اکسید کربن از جمله مباحثی است که در اغلب مطالعات از قبیل Sarkodie, Kotroni et al., 2020, Charfeddine and khediri, and Ozturk, 2020, Bilgili, Balaguer and Cantavella, 2016, 2016, et al., 2016 و Hao and Liu, 2016 انجام شده و رابطه بین آنها براساس منحنی زیست محیط کوزنتس تبیین شده است. در واقع جزء مهمی از انتشار دی اکسید کربن به دلیل ماهیت فعالیت‌های اقتصادی و جزء لاینفک رشد اقتصادی است اما بخش زیادی از انتشار به دلیل عدم کارایی فعالیت‌های اقتصادی و ناکارایی مصرف انرژی است. عدم وجود زیر بناهای مناسب شهری برای بهره‌گیری از صرفه مقیاس<sup>۱</sup> شهری و شدت انرژی بالاتر به دلیل کیفیت پایین تکنولوژی تولیدی و الگوی ناصحیح مصرف انرژی در سطح خانوار از جمله عواملی هستند که باعث افزایش انتشار دی اکسید کربن در سطح ثابتی از تولید می‌شوند، صرفه مقیاس شهری به عنوان عاملی برای توسعه و بهره‌برداری از امکانات دارای استفاده عمومی از قبیل وسایل حمل و نقل عمومی قابل تعریف است. رابطه رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست در یک بستر زمانی بلندمدت می‌تواند به صورت مستقیم، معکوس یا ترکیبی از هر دو باشد. دو جریان فکری در این حوزه وجود داشته که در نهایت به رویکرد سومی تبدیل شده است. رویکرد اول که مبتنی بر انتخاب میان رشد

1- Economies of scale

می‌شوند که اولاً تولیدکنندگان به سمت استفاده از تکنولوژی‌های پاک می‌روند و ثانیاً تمایل به پرداخت مصرف‌کنندگان برای محیط زیست افزایش می‌یابد و تمایل دارند برای آن مالیات بپردازند (Samadi and Yarmohammadian, 2012). اما در زمینه سهم عوامل ناکارا در انتشار دی اکسید کربن از شهرنشینی و شدت انرژی به عنوان شاخص‌های ناکارای انرژی استفاده می‌شود. Martínez-Zarzoso و همکاران در سال ۲۰۰۷ بیان کردند که رابطه‌ی بین شهرنشینی و کیفیت محیط زیست به نوع شهرنشینی بستگی دارد. براساس نظریه تراکم شهری، تراکم بالای شهری موجب بهره‌برداری از صرفه‌های مقیاس برای زیرساخت‌های عمومی شهری (به عنوان مثال، حمل و نقل عمومی، مدارس و عرضه آب) شده، وابستگی به ماشین و مسیرهای طولانی حمل و نقل را کاهش می‌دهد و در نهایت منجر به کاهش مصرف انرژی و کاهش انتشار CO<sub>2</sub> ناشی از مصرف انرژی می‌شود (Capello and Camagni, 2000). برخی از منتقدان بر این باورند که زیان‌های ناشی از افزایش تراکم شهری به احتمال زیاد به علت تراکم ترافیک، ازدحام بیش از حد و آلودگی هوا، از منافع ناشی از آن بیشتر است. به طور کلی بدون پشتیبانی از زیرساخت‌های مناسب شهری، تراکم بالای شهری می‌تواند مسائل و مشکلات محیط زیستی قابل توجهی را به بار آورد (Burgess, 2000). شدت انرژی منعکس‌کننده بهره‌وری استفاده از انرژی در یک اقتصاد است، بنابراین شدت انرژی بالاتر به معنای هزینه یا قیمت بیشتر تبدیل انرژی به تولید ملی است و بالعکس. میزان تغییر شدت انرژی، با توجه به ساختار اقتصادی هر کشور متفاوت است. در کشورهای توسعه یافته،

کاهش شدت انرژی، حاصل سیاست‌های مدیریت صحیح و صرفه‌جویی در مصرف ذخایر منابع انرژی و نیز بهبود نظام‌های فنی است. در مقابل دلیل زیاد بودن شدت انرژی در کشورهای در حال توسعه را می‌توان در مصرف زیاد انرژی در بخش غیرمولد و نیز استفاده از تجهیزات و فناوری غیربهبوده در بخش‌های مولد دانست (Berglund and Soderholm, 2006). به طور کلی هر چه میزان شدت انرژی مصرفی بالاتر باشد، ناکارآمدی مصرف انرژی بالاتر و به ازای سطح مشخصی از تولید، انتشار دی اکسید کربن نیز افزایش می‌یابد. بنابراین انتظار بر این است که با افزایش شدت مصرف انرژی، انتشار دی اکسید کربن به طور معنادار افزایش یابد. در نهایت بررسی اثر آموزش بر انتشار دی اکسید کربن از طریق اصلاح فرهنگ مصرف انرژی خانوارها و بهبود در سطح تکنولوژی تولیدی در سایر بخش‌های اقتصادی قابل بررسی است. هر چه کیفیت آموزش بالاتر باشد، آثار واقعی آن بر بهبود تکنولوژی تولیدی در بخش صنعت نمود بیشتری یافته و به این واسطه انتشار دی اکسید کربن به طور معناداری کاهش می‌یابد اما در سطح خانوار اثر آموزش وابسته به ایجاد درآمدی است که موجب افزایش سطح رفاه خانوارها و بنابراین سطح بالاتری از امکانات دارای انرژی بری بالاتر مورد استفاده قرار می‌گیرد (Mirza and Uddin, 2014). Schultz در سال ۱۹۶۰ ادعا کرد که باید با آموزش به عنوان یک سرمایه‌گذاری در انسان برخورد کرد و در مقابل پیامدهای حاصل از آن به عنوان شکلی از سرمایه‌موضع گرفت و بیان می‌کند که آموزش بر توانایی تولیدی افراد می‌افزاید و از این طریق بهره‌وری را در اقتصاد افزایش می‌دهد (Schultz, 1960). اما در مقابل Arrow در

سال ۱۹۷۳ بیان می‌کند که آموزش عالی به هیچ شیوه‌ای به بهبود عملکرد اقتصادی کمک نمی‌کند. بلکه در عوض، آموزش عالی به عنوان یک ابزار غربالگری عمل می‌کند به این صورت افراد برخوردار از توانایی‌های متفاوت را دسته‌بندی می‌کند و از این طریق اطلاعات را به خریداران نیروی کار منتقل می‌سازد. به بیان واضح‌تر، افرادی که از دانشگاه‌ها فارغ‌التحصیل می‌شوند الزاماً از بهره‌وری بیشتر (توانایی بالاتر در تولید) برخوردار نیستند (Arrow, 1973). بر اساس غالب بودن نظریه شولتز در مقابل ارو ممکن است آثار آموزش بر انتشار دی اکسید کربن متفاوت باشد.

#### ۱-۲. مروری بر مطالعات پیشین

مطالعات متعددی در زمینه بررسی عوامل موثر بر انتشار دی اکسید کربن انجام شده است. Behboodi و Barghi Golghandani در سال ۲۰۰۸ در مطالعه‌ای نشان می‌دهند که یک درصد افزایش در شدت انرژی و تولید ناخالص داخلی، سرانه انتشار دی اکسید کربن را به ترتیب به اندازه ۰/۹۲ و ۱/۳۱ درصد افزایش می‌یابد. Delangizan و همکاران در سال ۲۰۱۵ در مطالعه‌ای برای دوره زمانی ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۳ و رهیافت حداقل مربعات پایدار نشان می‌دهند که شهرنشینی باعث کاهش میزان انتشار آلاینده‌ها در زیر بخش بنزین شده و باعث افزایش آن در سایر زیربخش‌های حمل و نقل شده است. Haghghat و همکاران در سال ۲۰۱۶ با استفاده از رهیافت رگرسیون انتقال ملایم پانلی و شواهد آماری کشورهای منتخب اسلامی برای دوره زمانی ۲۰۱۳-۱۹۹۵ نشان می‌دهند که با افزایش درآمد سرانه، انتشار دی اکسید کربن افزایش یافته و این کشورها قسمت نزولی منحنی را تجربه نمی‌کنند.

Panahi و همکاران در سال ۲۰۱۶ با استفاده از شواهد آماری ۴۳ کشور منتخب اسلامی برای دوره زمانی ۲۰۱۰-۲۰۰۰ و رهیافت داده‌های پانل نشان می‌دهند که یک درصد افزایش در متغیرهای شهرنشینی، تولید ناخالص داخلی سرانه و شدت انرژی به ترتیب باعث افزایش ۰/۵۷، ۰/۷۴ و ۰/۵۵ درصد در انتشار گاز دی اکسید کربن می‌شود. Afzali و Majed در سال ۲۰۱۷ با استفاده از شواهد آماری کشورهای منا برای دوره زمانی ۲۰۱۱-۱۹۹۰ و رهیافت اقتصادسنجی مدل‌های پویای پانل نشان می‌دهند که به ترتیب جمعیت، تولید ناخالص داخلی و شدت انرژی بیشترین تاثیر را بر انتشار دی اکسید کربن دارند. Heydarzadeh و همکاران در سال ۲۰۱۶ در مطالعه‌ای برای ایران در دوره زمانی ۲۰۱۱-۱۹۶۵ با استفاده از رهیافت رگرسیون چند متغیره نشان می‌دهند که افزایش یک انحراف معیار در متغیرهای تولید ناخالص، جمعیت و شهرنشینی به ترتیب دارای ضریب تاثیر ۰/۹۰۷، ۱/۳۵۹ و ۱/۲۴۷- بر متغیر دی اکسید کربن هستند. Zaruki در سال ۲۰۲۰ در مطالعه‌ای برای اقتصاد ایران در دوره زمانی ۱۹۷۱-۲۰۱۶ و رهیافت خودرگرسیونی با وقفه‌های توزیعی نشان می‌دهند که مخارج عمرانی دولت اثر منفی بر انتشار دی اکسید کربن در دو بخش تولیدی و مصرفی دارد، همچنین شدت انرژی در بخش مصرفی باعث افزایش انتشار دی اکسید کربن می‌شود. Uddin در سال ۲۰۱۴ با استفاده از شواهد آماری بنگلادش برای دوره زمانی ۲۰۱۰-۱۹۷۴ و رهیافت تصحیح خطا نشان می‌دهند که افزایش در مخارج آموزش باعث کاهش انتشار دی اکسید کربن و افزایش رشد اقتصادی

Dong و همکاران در سال ۲۰۱۸ با استفاده از شواهد آماری ۳۰ استان برای دوره زمانی ۲۰۱۴-۱۹۹۹ نشان می‌دهند پیشرفت تکنولوژی و شهرنشینی اثر منفی و معناداری بر شدت انتشار آلاینده‌ها دارند، طوری که با افزایش در شدت انتشار آلاینده‌ها، اثر منفی پیشرفت تکنولوژی ابتدا کاهش، سپس افزایش، اما اثر منفی شهرنشینی ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد. Balaguer و Cantavella در سال ۲۰۱۸ با استفاده از رهیافت ARDL و شواهد آماری کشور استرالیا برای دوره زمانی ۲۰۱۴-۱۹۵۰ نشان می‌دهند که توسعه آموزش، افزایش سطح انتشار دی اکسید سرانه ناشی از رشد اقتصادی را کاهش می‌دهد. Umaroh در سال ۲۰۱۹ برای کشور اندونزی در دوره زمانی ۲۰۱۶-۱۹۷۲ نشان می‌دهند که آموزش در کوتاه‌مدت ابتدا باعث افزایش انتشار دی اکسید کربن و سپس باعث کاهش آن می‌شود، اما این رابطه در بلندمدت برقرار نیست. Wasti and Zaidi در سال ۲۰۲۰ با استفاده از شواهد آماری کشور کویت برای دوره زمانی ۲۰۱۷-۱۹۷۱ نشان می‌دهند که نوعی علیت یک طرفه از رشد اقتصادی به سمت انتشار دی اکسید کربن وجود دارد. Gorus and Aydin در سال ۲۰۱۹ با استفاده از شواهد آماری کشورهای منا در دوره ۲۰۱۴-۱۹۷۵ نشان می‌دهند که علیتی بین رشد اقتصادی و انتشار دی اکسید کربن وجود ندارد اما علیتی یک طرفه از مصرف انرژی به انتشار دی اکسید کربن در کوتاه‌مدت وجود دارد.

## ۲. مواد و روش‌ها

برای بررسی اثر آموزش بر انتشار دی اکسید کربن از

می‌شود. Zhu و همکاران در سال ۲۰۱۶ با استفاده از شواهد آماری کشورهای عضو ASEAN-5 و رهیافت رگرسیون چندک نشان می‌دهند که در چندک‌های بالا، مصرف انرژی اثر مثبت و رشد اقتصادی و جمعیت اثر منفی و معنادار بر انتشار کربن دارد و در چندک‌های پایین رشد جمعیت اثر مثبت بر انتشار کربن دارد. Cherni و Jouini در سال ۲۰۱۷ با استفاده از رهیافت ARDL در کشور تانزانیا نشان می‌دهد که علیتی یک طرفه بین تولید ناخالص داخلی و انتشار دی اکسید کربن وجود دارد. Lin و Omoju در سال ۲۰۱۷ با کاربرد روش هم‌انباشتگی پانل و FMOLS نشان می‌دهند که شهرنشینی و سرمایه‌گذاری خصوصی باعث توسعه سیستم حمل و نقل و بنابراین کاهش انتشار دی اکسید کربن در بخش حمل و نقل می‌شود، اما افزایش در جمعیت و درآمد باعث افزایش انتشار دی اکسید کربن در بخش حمل و نقل می‌شود. He و همکاران در سال ۲۰۱۷ در مطالعه‌ای برای چین برای دوره زمانی ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۳ در ۲۹ استان چین نشان می‌دهند که اثر شهرنشینی بر انتشار آلاینده‌ها در سطوح مختلف توسعه تغییر می‌کند و اثر شهرنشینی در استان‌های با سطح توسعه یافتگی بالا بیش از استان‌های با سطح توسعه یافتگی پایین است. Wang و همکاران در سال ۲۰۱۸ عوامل موثر بر انتشار دی اکسید کربن را در استان‌های چین با استفاده از رهیافت رگرسیون وزنی جغرافیایی برای سال‌های ۲۰۰۵، ۲۰۰۸، ۲۰۱۱ و ۲۰۱۵ مورد بررسی قرار می‌دهند، نتایج مطالعه آنها نشان می‌دهد که شهرنشینی مهم‌ترین عامل افزایش انتشار دی اکسید کربن است همچنین شدت انرژی اثر مثبت و معناداری را بر انتشار دی اکسید کربن دارد.

مدل مطالعه Balaguer و Cantavella (۲۰۱۸)

استفاده می‌شود که به صورت رابطه ۱ است:

$$lco2_{it} = \beta_0 + \beta_1 urban_{it} + \beta_2 ei_{it} + \beta_3 lgdp_{it} + \beta_4 lgdp2_{it} + \beta_5 edu_{it} + \beta_6 edu2_{it} + \epsilon_{it}$$

در رابطه ۱،  $lco2$  لگاریتم انتشار دی اکسید کربن

سرانه استان  $i$  در دوره زمانی  $t$ ،  $urban$  نرخ شهرنشینی

برابر با نسبت جمعیت شهری به کل جمعیت هر استان،

$ei$  شدت انرژی برابر با نسبت مصرف انرژی به تولید هر

استان،  $lgdp$  لگاریتم تولید ناخالص داخلی واقعی

سرانه،  $edu$  نسبت مخارج آموزشی به تولید ناخالص

داخلی هر استان،  $lgdp2$  و  $edu2$  مجذور لگاریتم تولید

و مخارج آموزشی است. برای برآورد مدل ۱ از رهیافت

داده‌های پانل استفاده می‌شود. در این روش ابتدا با

استفاده از آزمون  $F$  لیمر به بررسی ترجیح بین مدل

ترکیبی و مدل اثرات ثابت پرداخته می‌شود. در مدل

ترکیبی ناهمگنی بین استان‌ها وجود ندارد و تمام

استان‌ها یکسان در نظر گرفته می‌شوند. سپس در

صورت رد فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود ناهمگنی در

ساختار داده‌ها، از آزمون هاسمن برای انتخاب بین

استفاده از روش اثرات ثابت و اثرات تصادفی استفاده

می‌شود، در صورت رد فرضیه صفر آزمون هاسمن از

روش اثرات ثابت به جای اثرات تصادفی استفاده

می‌شود. در مدل اثرات ثابت ناهمگنی بین مقاطع در

جزء عرض از مبدا قرار دارد، در حالی که در اثرات

تصادفی ناهمگنی در جزء خطا قرار دارد. در نهایت در

صورتی که مدل به صورت اثرات ثابت تخمین زده شود،

از آزمون‌های خود همبستگی و ناهمسانی واریانس برای

تعیین دقت مدل انتخابی استفاده می‌شود، در همین

رابطه از آزمون واریانس ناهمسانی والد تعدیل یافته و

آزمون خودهمبستگی ولدريج استفاده می‌شود. فرضیه

صفر آزمون ناهمسانی واریانس برابر بودن واریانس و

فرضیه صفر آزمون خود همبستگی عدم وجود

خودهمبستگی است. در صورتی که فرضیه صفر

آزمون‌های ذکر شده، رد شود از رویکرد  $GLS$  استفاده

می‌شود. با توجه به اینکه متغیرهای تولید ناخالص

داخلی و انتشار دی اکسید کربن به صورت لگاریتمی

است، لذا برای استخراج منحنی کوزنتس به صورت زیر

عمل می‌شود (Zhang et al., 2019): (۲)

$$lco2_{it} = \beta_0 + \beta_2 lgdp_{it} + \beta_3 lgdp2_{it} + \epsilon_{it}$$

اگر از دو طرف رابطه ۲، دیفرانسیل گرفته شود، خواهیم

داشت: (۳)

$$\frac{dco2_{it}}{co2_{it}} = \beta_2 \frac{dgdpp_{it}}{gdpp_{it}} + 2\beta_3 \frac{dgdpp_{it}}{gdpp_{it}} lgdp_{it}$$

در نقطه بازگشت منحنی کوزنتس  $\frac{dco2_{it}}{dgdpp_{it}} = 0$  است،

بنابراین باید رابطه ۳ به صورتی منظم شود که عبارت سمت

چپ به صورت  $\frac{dco2_{it}}{dgdpp_{it}}$  باشد. بنابراین خواهیم داشت: (۲)

$$\frac{dco2_{it}}{dgdpp_{it}} = \frac{\beta_2}{gdpp_{it}} + \frac{2\beta_3}{gdpp_{it}} lgdp_{it} = 0 \rightarrow gdpp_{it} = \left( \frac{-\beta_2}{2\beta_3} \right)$$

منحنی محیط زیستی کوزنتس در صورتی قابل تایید

است که مقدار ضرایب  $\beta_2$  و  $\beta_3$  به ترتیب مثبت و منفی

باشد، منحنی رابطه بین انتشار دی اکسید کربن و تولید

ناخالص داخلی دارای نقطه برگشت خواهد بود.

## ۲-۱. تحلیل و گردآوری داده‌ها

شواهد حاصل از اندازه‌گیری انتشار دی اکسید کربن در

نمودار ۲ نشان می‌دهد که سرانه انتشار دی اکسید

کربن در استان‌های ایران بسیار ناهمگن بوده است،

طوری که استان بوشهر به طور متوسط در طول دوره

زمانی ۱۳۸۵-۱۳۹۴ دارای بیشترین انتشار سرانه

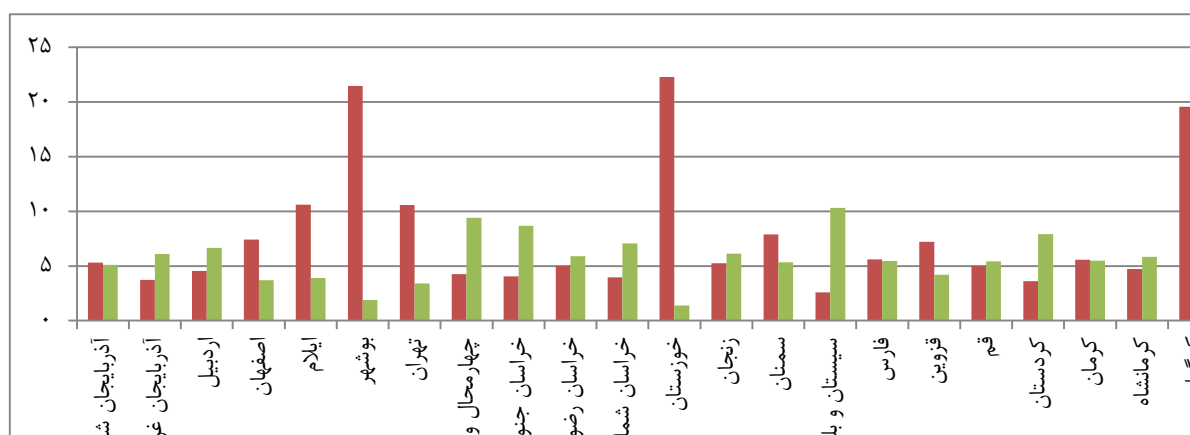
معادل ۳۰/۴۷ تن به ازای هر نفر و استان کهگیلویه و

بویر احمد دارای کمترین انتشار دی اکسید کربن

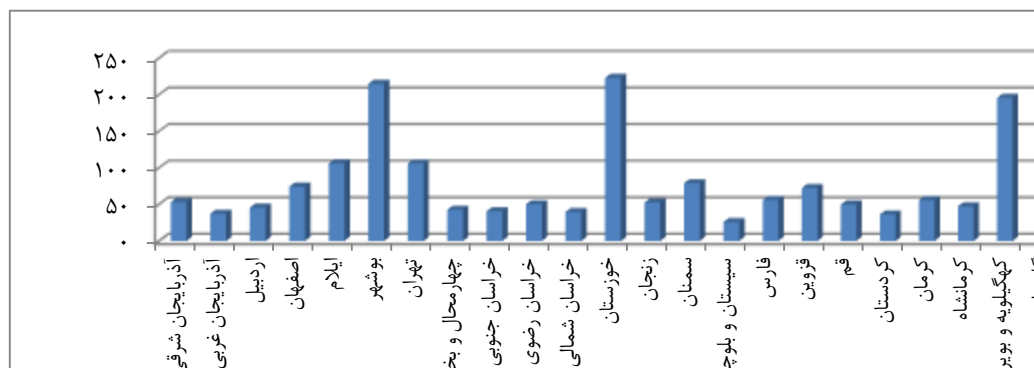


داخلی به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ و سرانه در نمودار ۳ نشان می‌دهد که استان خوزستان دارای بیشترین تولید ناخالص واقعی و سرانه معادل با ۲۲۳ میلیون ریال است و استان سیستان و بلوچستان دارای کمترین مقدار معادل با ۲۵/۸ میلیون ریال به ازای هر نفر است. بررسی همبستگی بین انتشار دی اکسید کربن و تولید در استان‌های ایران به طور کلی نشان می‌دهد که استان‌های دارای مقادیر بالای انتشار به طور متناسب دارای مقادیر بالای تولید ناخالص داخلی هستند طوری که ضریب همبستگی بین تولید ناخالص داخلی و انتشار دی اکسید کربن مثبت و برابر با ۰/۵۲ است. شواهد متغیرهای مورد استفاده برای دوره زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۴ در جدول ۱ نشان می‌دهد که میزان انتشار دی اکسید کربن سرانه از مقدار ۶/۴۱ تن به ازای هر نفر در سال ۱۳۸۵ به مقدار ۸/۳۷ تن به ازای هر نفر در سال ۱۳۹۴ افزایش یافته است و سال ۱۳۹۳ دارای بیشترین مقدار متوسط انتشار دی اکسید کربن سرانه برابر با ۸/۵۱ تن به ازای هر نفر است.

معادل ۲/۵۱ تن به ازای هر نفر است. تمرکز بالای فعالیت‌های دارای انرژی ببری بالا در بوشهر از جمله مهم‌ترین دلایل بالا بودن انتشار دی اکسید کربن است. همچنین بررسی شواهد آماری نسبت مخارج آموزشی به تولید ناخالص داخلی به عنوان معیاری از تحصیلات در نمودار ۲ نشان می‌دهد که استان سیستان و بلوچستان دارای بیشترین نسبت مخارج آموزشی معادل با ۱۰ درصد است و استان خوزستان دارای کمترین مقدار معادل با ۱/۳۷ درصد است. در واقع استان‌های دارای مقدار بالاتر انتشار دی اکسید کربن دارای مقادیر کمتری از نسبت مخارج آموزشی هستند، طوری که ضریب همبستگی بین مخارج آموزشی و انتشار دی اکسید کربن منفی و معادل با ۰/۵۲- است. بنابراین بر اساس شواهد آماری صرف مخارج آموزشی می‌تواند به عنوان عاملی برای بهبود فرهنگ مصرف انرژی خانوارها به عنوان یکی از مهم‌ترین مصرف‌کنندگان بخش انرژی کشور مطرح باشد. تولید ناخالص یکی از مهم‌ترین عوامل افزایش در مصرف انرژی و بنابراین انتشار آلاینده‌ها است. شواهد برای اندازه‌گیری تولید ناخالص



نمودار ۲- شواهد آماری مخارج آموزشی، تولید و انتشار دی اکسید کربن



نمودار ۳- تولید ناخالص داخلی واقعی سرانه (سرانه میلیون ریال به قیمت پایه ۱۳۹۰)

حساب‌های ملی محاسبه نمی‌شوند بنابراین ارزش تولید ناخالص داخلی کمتر از حد برآورد شده است و همچنین قاچاق سوخت در این مناطق نیز بالاتر است و دلیلی بر بالا بودن مصرف انرژی است. بنابراین از یک طرف انرژی مصرفی بالاتر است و از طرفی دیگر تولید کمتر از حد برآورد شده است و این موارد باعث افزایش شدت انرژی می‌شوند. به طور کلی شدت انرژی در استان‌های ایران بسیار ناهمگون است و این ناشی از ویژگی‌های متفاوتی است که در استان‌ها وجود دارد. بررسی نسبت شهرنشینی در اقتصاد ایران، دلالت بر افزایش نسبت شهرنشینی دارد. در واقع نسبت شهرنشینی در سال ۱۳۸۵ برابر با ۶۲/۶۲ درصد و این نسبت در سال ۱۳۹۴ برابر با ۶۷/۹۶ درصد است. افزایش شهرنشینی همراه با افزایش در انتشار دی اکسید کربن نشان دهنده اهمیت شهرنشینی در تغییرات انتشار دی اکسید کربن است. تغییرات تولید

شواهد برای عکس بهره‌وری انرژی نشان می‌دهد که در سال ۱۳۸۵ شدت مصرف انرژی به طور متوسط برای استان‌ها برابر با ۰/۲۴۶ بشکه معادل نفت خام به میلیون ریال است و این شاخص در سال ۱۳۹۴ به مقدار ۰/۲۸۵ بشکه معادل نفت خام به میلیون ریال افزایش یافته است و تغییرات به این مفهوم است که بهره‌وری انرژی در اقتصاد ایران کاهش یافته است، در سطح استانی، میزان شدت انرژی در استان خراسان شمالی و سیستان و بلوچستان در بیشترین مقدار به ترتیب برابر با ۰/۴۱۸ و ۰/۳۹۹ است اما در استان‌های کهگیلویه و بویراحمد و ایلام به ترتیب در کمترین مقدار برابر با ۰/۰۴۳ و ۰/۰۸۸ بشکه معادل نفت خام به میلیون ریال است. بالا بودن شدت انرژی در استان خراسان شمالی و سیستان و بلوچستان ناشی از این است که در این استان فعالیت‌های زیرزمینی به نسبت بیشتر است و چون این فعالیت‌ها به طور رسمی در

جدول ۱- تغییرات متغیرهای تحقیق در دوره ۱۳۹۴-۱۳۸۵ (منبع: ترازنامه انرژی و مرکز آمار ایران)

۱۳۹۴	۱۳۹۳	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۰	۱۳۸۹	۱۳۸۸	۱۳۸۷	۱۳۸۶	۱۳۸۵
۸/۳۷	۸/۵۱	۷/۷۵	۷/۸۵	۷/۸۳	۷/۵۷	۷/۳۹	۷/۳۱	۷/۱	۶/۴۱
۰/۳۷۵	۰/۲۸۵	۰/۲۷۳	۰/۲۵۶	۰/۲۶۳	۰/۲۶	۰/۲۷	۰/۲۶۴	۰/۲۵	۰/۲۴۶
۶۵/۸	۷۳/۶	۸۲/۵	۸۲/۱	۸۱/۱	۷۱/۵	۶۴/۱	۶۷/۴	۷۲/۶	۶۹/۱
۴/۹	۴/۱	۳/۶	۴/۴	۵/۲	۵/۸	۶/۷	۶/۹	۵/۹	۷/۵
۶۷/۹۶	۶۷/۲۷	۶۶/۸۷	۶۶/۴۵	۶۵/۹۳	۶۵/۲۸	۶۴/۶۳	۶۳/۹۷	۶۳/۳	۶۲/۶۲

ناخالص داخلی سرانه به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ نشان می‌دهد که این متغیر در سال ۱۳۸۵ برابر با ۶۹/۱ میلیون ریال است و در سال ۱۳۹۴ مقدار تولید ناخالص داخلی سرانه به مقدار ۸/۶۵ میلیون ریال کاهش یافته است. تغییرات نسبت مخارج آموزشی به تولید ناخالص داخلی نشان می‌دهد که سهم آموزش در تولید ناخالص از ۷/۵ درصد در سال ۱۳۸۵ به مقدار ۴/۹ درصد در سال ۱۳۹۴ کاهش یافته است.

### ۳. نتایج

داده‌های مورد استفاده شامل ۳۰ استان برای دوره زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۴ است. بر همین اساس یکی از الزامات اصلی برای کاربرد داده‌های سری زمانی و پانل بررسی وجود مانایی و بردار هم‌انباشتگی بین متغیرها است. شواهد نشان می‌دهد که کل داده‌های تحقیق با یک تفاضل مانا هستند، چرا که داده‌ها به صورت واقعی و سرانه محاسبه و دارای روندی همواری هستند. همچنین شواهد حاصل از آزمون هم‌انباشتگی کائو نشان می‌دهد که فرضیه صفر عدم هم‌انباشتگی بین

متغیرها رد شده است چرا که آماره آزمون برابر با ۴/۱۷- است که دارای مقدار احتمال ۰/۰۰ است بنابراین نوعی هم‌انباشتگی بین متغیرهای تحقیق وجود دارد. گام بعدی، آزمون وجود اثرات ناهمگن بین استان‌ها است و با استفاده از آزمون F لیمر به این سوال پاسخ داده می‌شود که آیا ناهمگنی لازم برای کاربرد رهیافت داده‌های پانل در شواهد آماری وجود دارد، آماره F در جدول ۳ نشان می‌دهد که فرضیه صفر مبتنی بر همگن بودن استان‌ها در سطح خطای یک درصد رد شده است. بنابراین باید از روش داده‌های پانل استفاده نمود. مرحله بعد در تحلیل داده‌های پانل انتخاب بین اثرات ثابت (ناهمگنی موجود در عرض از مبدا) و اثرات تصادفی (ناهمگنی در جزء خطا) مطرح است به همین دلیل از آزمون هاسمن استفاده می‌شود، فرضیه صفر هاسمن مبنی بر اثرات تصادفی غیرقابل رد است و روش اثرات تصادفی بر اثرات ثابت ترجیح دارد. در نهایت با توجه به

جدول ۲- آزمون مانایی داده‌ها

	آزمون در سطح		آزمون با یک تفاضل	
	لوین-لین چو	ایم، پسران، شین	لوین-لین چو	ایم، پسران، شین
انتشار Co2	-۱/۶ (۰/۰۵۴)	-۳/۶ (۰/۰۰)	-۴/۳۷ (۰/۰۰)	
شدت انرژی	۳/۲۳ (۰/۹۹)	۶/۱۲ (۰/۹۸)	-۵/۲۱ (۰/۰۰)	-۳/۶۲ (۰/۰۰)
تولید واقعی سرانه	-۴/۰۳ (۰/۰۰)	-۰/۷۳ (۰/۲۳)		-۵/۳۴ (۰/۰۰)
آموزش	-۰/۵۹ (۰/۲۷)	-۴/۵ (۰/۰۰)	-۲/۸۲ (۰/۰۰)	
شهرنشینی	-۵/۷۵ (۰/۰۰)	-۳/۸۹ (۰/۰۰)		

جدول ۳- آزمون F لیمر و هاسمن (یافته‌های تحقیق)

آماره کائو	آماره F لیمر	آزمون هاسمن
-۴/۱۷ (۰/۰۰)	۸۴۱/۲۵ (۰/۰۰)	۱/۵۳ (۰/۹۰۹)

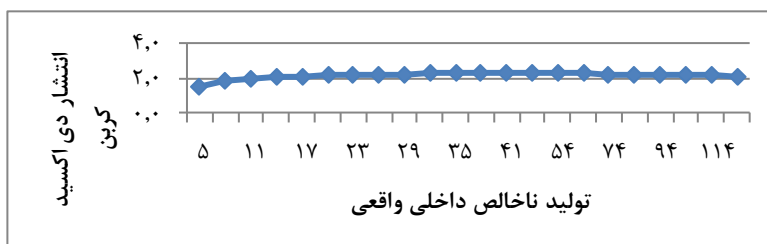
دی اکسید کربن افزایش نمی‌یابد بلکه بعد از آستانه‌ای از رشد اقتصادی، معیارهای کیفی رشد اقتصادی از قبیل آلودگی کمتر بر معیارهای کمی رشد اقتصادی غلبه و بنابراین میزان انتشار آلاینده‌ها کاهش می‌یابد. براساس رابطه  $gdp_{it} = e^{\left(\frac{-\beta_T}{\beta_T}\right)}$  مقدار تولیدی که در آن منحنی کوزنتس دارای نقطه برگشت است، برابر با ۴۴/۵۸ میلیون ریال سرانه واقعی است. بنابراین منحنی کوزنتس براساس ضرایب برآوردی به صورت نمودار ۴ است که تایید کننده نوعی رابطه غیرخطی بین انتشار دی اکسید کربن و تولید واقعی سرانه است. تحلیل‌ها برای سطوح درآمدی متعدد نشان می‌دهد که برای درآمدهای پایین‌تر از ۴۴/۵۸، منحنی محیط زیستی به صورت خطی است و برای درآمدهای بالاتر از ۴۴/۵۸ به صورت غیرخطی است.

$$\frac{dco_2_{it}}{dgdp_{it}} \begin{cases} > 0, & 0 < gdp_{it} < 44.58 \\ < 0, & gdp_{it} > 44.58 \end{cases}$$

اینکه مدل به صورت اثرات تصادفی تخمین زده شده است، نیاز به آزمون‌های خود همبستگی و ناهمسانی واریانس مرتفع می‌شود. اثر تولید واقعی سرانه بر انتشار دی اکسید کربن سرانه از نظر علامت مثبت و از نظر آماری معنادار است، به همین دلیل هر چه میزان رشد اقتصادی در اقتصاد افزایش یابد، نیاز به نهاده انرژی به عنوان یکی از نهاده‌های تولید افزایش می‌یابد. طوری که با افزایش یک درصد در تولید، میزان انتشار دی اکسید کربن به اندازه ۱/۲ درصد افزایش می‌یابد. در واقع هر چه تولید در اقتصاد افزایش یابد، از یک طرف نیاز به سیستم حمل و نقل برای انتقال نهاده و ستانده‌ها افزایش می‌یابد و از طرف دیگر، با افزایش تولید سرانه و سطح رفاه جامعه، میزان استفاده از وسایل حمل و نقل شخصی افزایش و بنابراین در هر دو مورد انتشار آلاینده‌ها افزایش می‌یابد. اثر مجذور تولید بر انتشار دی اکسید کربن منفی و از نظر آماری معنادار است، بنابراین با افزایش تولید در اقتصاد به طور مداوم انتشار

جدول ۴- برآورد مدل با استفاده از GLS (یافته‌های تحقیق)

تولید	مجذور تولید	شهرنشینی	شدت انرژی	آموزش	مجذور آموزش	عرض از مبدا
۱/۲	-۰/۱۵۸	۰/۰۰۹۳	۱/۰۴	-۱/۰۵	۶/۶۸	۱/۴۷
۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۶۷	(۰/۰۵)	(۰/۰۰)
۴/۲۴	-۲/۳۲	۶/۴	۲۳/۶۴	-۱/۸۳	۱/۹۶	۴/۶۶



نمودار ۴- منحنی محیط زیستی کوزنتس

تولید شده به اندازه ۱/۰۴ درصد افزایش می‌یابد. این میزان افزایش در دی اکسید کربن تولید شده، ناشی از

در رابطه با سایر متغیرهای تحقیق با افزایش یک درصد در شدت انرژی مصرفی، میزان انتشار دی اکسید کربن

ناکارآمدی تولید در اقتصاد و عدم استفاده از تکنولوژی برتر در بخش تولید است. در نهایت شهرنشینی و اثر آن بر انتشار دی اکسید کربن دارای دلالت‌های مفیدی بر ساختار شهری و زیرساخت‌های شهری است.

شواهد نشان می‌دهد که اثر شهرنشینی بر انتشار دی اکسید کربن مثبت و از نظر آماری معنادار است. به این صورت که با افزایش یک درصد در شهرنشینی، میزان انتشار دی اکسید کربن به اندازه  $0/009$  درصد افزایش می‌یابد. اثر مثبت شهرنشینی بر انتشار دی اکسید کربن دلالت بر ناکارآمدی زیرساخت‌های شهری دارد. بر اساس نظریه تراکم شهری هر چه زیرساخت شهری در وضعیت مناسبی نباشند، به ازای افزایش یک درصد در شهرنشینی، میزان انتشار  $CO_2$  بیشتر افزایش می‌یابد. مثبت بودن بودن اثر شهرنشینی بر انتشار  $CO_2$  تاییدی بر این فرضیه است که ساختار شهری در ایران از وضعیت مطلوبی برخوردار نیست. هر چه زیرساخت‌های شهری از وضعیت مطلوبی برخوردار باشند، امکان استفاده از صرفه مقیاس با افزایش جمعیت فراهم شده و انتشار دی اکسید کربن کاهش می‌یابد. صرفه مقیاس به این معناست که با افزایش جمعیت زمینه استفاده از وسایل حمل و نقل عمومی فراهم می‌شود و انتشار دی اکسید کربن کاهش می‌یابد.

بررسی اثر آموزش بر انتشار دی اکسید کربن در جدول (۴) منفی و در سطح خطای ۱۰ معنادار است. بنابراین با افزایش در سهم مخارج آموزش، میزان انتشار دی اکسید کربن به طور معناداری کاهش می‌یابد. در واقع با افزایش در مخارج آموزشی، میزان آگاهی و دانش نسبت به آثار زیان‌بار آلودگی افزایش می‌یابد و این مورد باعث می‌شود میزان استفاده بهینه از انرژی افزایش یابد. اثر

مجذور نشان می‌دهد که اثر مخارج آموزشی بر انتشار دی اکسید کربن تا سطحی از مخارج آموزشی کاهش و بعد از مقدار آستانه، اثر مخارج آموزشی بر انتشار دی اکسید کربن افزایشی خواهد بود. در واقع تا زمانی که افزایش در مخارج آموزشی به واسطه سطح درآمد بالاتر منجر به افزایش در تقاضای امکانات دارای انرژی‌بری بالا نشود، اثر مخارج آموزشی بر انتشار دی اکسید کربن کاهش خواهد بود، چرا که ایجاد فرهنگ مطلوب بر دسترسی به امکانات بیشتر غالب است. اما زمانی که افزایش در مخارج آموزشی منجر به افزایش در سطح درآمد و طبقه اجتماعی افراد شود، میزان تقاضای امکانات دارای انرژی‌بری بالا افزایش یافته و به این واسطه میزان انتشار دی اکسید کربن افزایش می‌یابد. در واقع اثر کاهش مخارج آموزشی از دو نگاه عرضه و تقاضا قابل بررسی است، با افزایش در آموزش، میزان نوآوری و ایجاد تکنولوژی‌های نوین تولیدی در اقتصاد افزایش می‌یابد و همچنین در سمت تقاضای اقتصاد نوعی فرهنگ مطلوب مصرف انرژی شکل می‌گیرد که موجبات کاهش انتشار دی اکسید کربن می‌شود.

#### ۴. بحث و نتیجه‌گیری

برای افزایش در رشد اقتصادی، مصرف انرژی و متناسب با آن انتشار دی اکسید کربن افزایش می‌یابد، بر همین اساس در جهت دستیابی به اهداف رشد اقتصادی بالاتر، مصرف انرژی و انتشار دی اکسید کربن اجتناب‌ناپذیر است. بر همین اساس کاهش انتشار دی اکسید کربن به ازای سطح ثابتی از تولید ضروری به نظر می‌رسد. نتایج برآوردها نشان می‌دهد که شدت انرژی در سازگاری با مطالعات Wang و همکاران (۲۰۱۸)، Afzali

Cantavella و Balaguer (۲۰۱۸) نشان می‌دهند که آموزش، اثر مثبت رشد اقتصادی را بر انتشار دی اکسید کربن را کاهش می‌دهد. بنابراین براساس برآوردها، بهبود سطح تکنولوژی تولید برای کاهش اثر تولید بر انتشار دی اکسید کربن در بخش‌های دارای ارزش افزوده بالا مهم و دارای اهمیت است، علاوه بر این بهبود زیرساخت‌های شهری به صورت سیستم حمل و نقل عمومی کارآمد و ارائه سیاست‌هایی برای افزایش استفاده از این سیستم در جهت برخورداری از صرفه مقیاس شهری گامی مهم برای کاهش انتشار آلاینده‌ها است. در نهایت ارائه سیستم آموزشی باکیفیت و مولد در بخش‌های دارای ارزش افزوده و متناسب با نیاز تولید می‌تواند نقش بسزایی را در کاهش انتشار دی اکسید کربن داشته باشد.

## References

Afzali, A., Majed, V., 2017. Evaluation of the effect of macro variables on environmental quality in Mena region: Average approaches of Diogy logarithm and panel aggregation. *Journal of Environmental Sciences*. pp. 59-45

Ali, R., Bakhsh, K., Yasin, M. A., 2019. Impact of urbanization on CO<sub>2</sub> emissions in emerging economy: evidence from Pakistan. *Sustainable Cities and Society* 48, 101553.

Al-Mulali, U., Fereidouni, H.G., Lee, J. Y., Sab, C.N.B.C., 2013. Exploring the relationship between urbanization, energy consumption, and CO<sub>2</sub> emission in MENA countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 23, 107-112.

Arrow. K.1973. Higher education as a filter. *Journal of public Economics*. pp. 193-216.

Balaguer, J., Cantavella, M., 2016. Estimating the environmental Kuznets curve for Spain by considering fuel oil prices (1874–2011). *Ecological Indicators* 60, 853-859.

Balaguer, J., Cantavella, M., 2018. The role of education in the Environmental Kuznets Curve. Evidence from Australian data. *Energy Economics*. pp.70, 289-296.

Behboodi, D., Barghi Golghandani, A., 2008. Environmental Effects of Energy Consumption and Economic Growth in Iran. *Quarterly Journal of Economics (Quarterly Journal of Economic Economics)*. pp. 53-35.

Berglund, C., Söderholm, P., 2006. Modeling technical change in energy system analysis: analyzing the introduction of learning-by-doing in bottom-up energy models. *Energy Policy*. pp. 1344-1356.

Majed, (۲۰۱۷) و Panahi و همکاران (۲۰۱۷) باعث افزایش انتشار دی اکسید کربن دارد. شهرنشینی در سازگاری با نتایج مطالعات Wang و همکاران (۲۰۱۸) و Panahi و همکاران (۲۰۱۷) و در تضاد با نتایج مطالعات Dong و همکاران (۲۰۱۸) و Heydarzadeh و همکاران (۲۰۱۷) اثر مثبت و معناداری را بر انتشار دی اکسید کربن دارد. اثر تولید بر انتشار دی اکسید کربن در سازگاری با مطالعات Lin و همکاران (۲۰۱۷) Omoju و همکاران (۲۰۱۶) و Panahi و همکاران (۲۰۱۶) و در تضاد با نتایج مطالعات Zhu و همکاران (۲۰۱۶) مثبت و معنادار است. در نهایت اثر آموزش و مجذور آموزش بر انتشار دی اکسید کربن به ترتیب منفی و مثبت معنادار در سطح خطای ۱۰ درصد است. این در حالی است که Bilgili, F., Koçak, E., Bulut, Ü., 2016. The dynamic impact of renewable energy consumption on CO<sub>2</sub> emissions: a revisited Environmental Kuznets Curve approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 54, 838-845.

Burgess, R., 2000. *The Compact City Debate: a Global Perspective. Compact Cities: Sustainable Urban Forms for Developing Countries*. Spon Press, New York. pp. 9–24.

Capello, R., Camagni, R., 2000. Beyond Optimal City Size: an Evaluation of Alternative Urban Growth Patterns. pp. 1479–1496.

Charfeddine, L., Khediri, K. B., 2016. Financial development and environmental quality in UAE: Cointegration with structural breaks. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 55 1322-1335.

Cherni, A., Jouini, S. E., 2017. An ARDL approach to the CO<sub>2</sub> emissions, renewable energy and growth nexus: Tunisian evidence. *International Journal of Hydrogen Energy*. pp.135-150.

Delangizan, S., Khanzadi, A., heidarian, M., 2015. Studying the effects of fuel price changes on greenhouse gas emissions in the road transportation sector of Iran; approach of Robust Least Squares. *Scientific Journal management system* 11(4), 47-77.

Dogan, E., Turkecul, B., 2016. CO<sub>2</sub> emissions, real output, energy consumption, trade, urbanization and financial development: testing the EKC hypothesis for the USA. *Environmental Science and Pollution Research* 23(2), 1203-1213.

Dong, F., Yu, B., Hadachin, T., Dai, Y., Wang, Y., Zhang, S., Long, R., 2018. Drivers of carbon emission intensity change in China. *Resources, Conservation and Recycling*. pp. 187-201.

- Gorus, M. S., Aydin, M., 2019. The relationship between energy consumption, economic growth, and CO<sub>2</sub> emission in MENA countries: causality analysis in the frequency domain. *Energy* 168, 815-822.
- Haghighat, J., Shukri, T., Khodaverdizadeh, M., Khodaverdizadeh, S., 2016. Investigating the Impact of Tourism Development and Per capita Gross Domestic Product on the Distribution of Carbon Dioxide in the Cuzents Curve of Selected Islamic Countries (PSTR Nonlinear Approach). *Journal of Tourism Planning and Development*. pp. 32-8.
- Hao, Y., Liu, Y. M., 2016. The influential factors of urban PM<sub>2.5</sub> concentrations in China: a spatial econometric analysis. *Journal of Cleaner Production* 112, 1443-1453.
- He, Z., Xu, S., Shen, W., Long, R., Chen, H., 2017. Impact of urbanization on energy related CO<sub>2</sub> emission at different development levels: Regional difference in China based on panel estimation. *Journal of cleaner production*, pp. 1719-1730.
- Heydarzadeh, H., Pourasghar Sangachin, F., Ramezani, J., Bahrami, S., 2016. Investigating the relationship between correlation of carbon dioxide emissions with population, urbanization rate and GDP in Iran using multivariate regression model, *Environmental Science Studies*. pp. 598-526
- Hossain, S., 2012. An econometric analysis for CO<sub>2</sub> emissions, energy consumption, economic growth, foreign trade and urbanization of Japan.
- Kotroni, E., Kaika, D., Zervas, E., 2020. Environmental Kuznets Curve in Greece in the period 1960-2014. *International Journal of Energy Economics and Policy* 10(4) 364-370.
- Lin, B., Omoju, O. E., 2017. Does private investment in the transport sector mitigate the environmental impact of urbanisation? Evidence from Asia. *Journal of cleaner production*. pp.153, 331-341.
- Mahmood, T., Ahmad, E., 2018. The relationship of energy intensity with economic growth: Evidence for European economies. *Energy strategy reviews* 20, 90-98.
- Martínez-Zarzoso, I., Bengochea-Morancho, A., Morales-Lage, R., 2007. The impact of population on CO<sub>2</sub> emissions: evidence from European countries, *Environmental and Resource Economics*. pp. 497-512.
- Mirza, M., Uddin, M., 2014. Causal Relationship between Education, Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) Emission and Economic Growth in Bangladesh. *IOSR Journal of Humanities and Social Science (IOSR-JHSS)* 19(4), 60-67.
- Panahi, H., Salmani, B., Al-Imran, S., 2016. Investigating the effect of urbanization on carbon dioxide emissions in member countries of the Organization of the Islamic Conference (application of STIRPAT model). *Journal of Environmental Science and Technology*. pp. 119-105.
- Poumanyong, P., Kaneko, S., 2010. Does urbanization lead to less energy use and lower CO<sub>2</sub> emissions? A cross-country analysis. *Ecological Economics* 70(2), 434-444.
- Samadi, S., Yarmohammadian, N., 2012. Estimation of the Kuznets Environmental Curve (EKC) by fractional clustering method. *Quarterly Journal of Environmental and Energy Economics*. pp. 152-129.
- Sarkodie, S. A., Ozturk, I., 2020. Investigating the environmental Kuznets curve hypothesis in Kenya: a multivariate analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 117, 109481.
- Schultz, R., 1960. Capital Formation By Education. *Journal of political Economy*. pp. 68, 571.
- Shahbaz, M., Solarin, S. A., Sbia, R., Bibi, S., 2015. Does energy intensity contribute to CO<sub>2</sub> emissions? A trivariate analysis in selected African countries. *Ecological indicators* 50, 215-224.
- Uddin, M. M., 2014. Causal Relationship between Education, Carbon Dioxide CO<sub>2</sub> Emission and Economic Growth in Bangladesh. *IOSR. Journal Of Humanities And Social Science (IOSR-JHSS)* 19, 60-67.
- Ulucak, R., Khan, S.U.D. 2020. Relationship between energy intensity and CO<sub>2</sub> emissions: Does economic policy matter?. *Sustainable Development*. doi:10.1002/sd.2098.
- Umaroh, R., 2019. Does Education Reduce CO<sub>2</sub> Emmissions? Empirical Evidence of The Environmental Kuznets Curve in Indonesia. *Journal of Reviews on Global Economics* 8, 662-671.
- Wang, Y., Chen, W., Kang, Y., Li, W., Guo, F., 2018. Spatial correlation of factors affecting CO<sub>2</sub> emission at provincial level in China: A geographically weighted regression approach. *Journal of Cleaner Production*.pp. 184, 929-937.
- Wasti, S. K. A., Zaidi, S.W., 2020. An empirical investigation between CO<sub>2</sub> emission, energy consumption, trade liberalization and economic growth: A case of Kuwait. *Journal of Building Engineering* 28, 101104.
- Zaruki, Sh., 2020. The effect of government size on environmental pollution in Iran. *Quarterly Journal of Economic Modeling Research*. pp. 195-234.
- Zhang, Y., Chen, X., Wu, Y., Shuai, C., Shen, L., 2019. The environmental Kuznets curve of CO<sub>2</sub> emissions in the manufacturing and construction industries: A global empirical analysis. *Environmental Impact Assessment Review* 79, 106303.
- Zhu, H., Duan, L., Guo, Y., Yu, K., 2016. The effects of FDI, economic growth and energy consumption on carbon emissions in ASEAN-5: evidence from panel quantile regression. *Economic Modelling* 58, 237-248.