بررسی مسائل اقتصاد ایران، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
دوفصل‌نامهٔ علمی (مقالهٔ علمی ـ پژوهشی)، سال ششم، شمارهٔ اول، بهار و تابستان ۱۳۹۸، ۲۲۹ – ۲۵۱

بررسی تأثیر نابرابری توزیع درآمدی بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در ایران

با تأکید بر شدت انرژی

حمید لعل خضری*

سعید کریمی پتانلار**

چکیده

تخریب محیط‌زیست را می‌توان ناشی از عواملی همچون رشد اقتصادی، شدت انرژی، نسبت شهرنشینی و توزیع درآمدی دانست. در این مقاله، اثرات زیست‌محیطی نابرابری توزیع درآمد در ایران با استفاده از داده‌های آماری سری زمانی سال‌های ۱۳۵۷–۱۳۹٤، به روش خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی بررسی شده است. همچنین وجود رابطه علیت بین متغیرهای الگو با استفاده از روش علیت تودا–یاماموتو مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که متغیرهای تولید ناخالص داخلی‌سرانه، ضریب جینی و شدت انرژی بر انتشار گاز دی اکسیدکربن اثرگذاری مثبت و متغیرهای مجذور تولید ناخالص داخلی سرانه و نسبت شهرنشینی به کل جمعیت اثر منفی و ضریب تولید ناخالص داخلی سرانه بیشترین اثرگذاری مثبت را دارد. همچنین فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس در ایران تأیید می‌شود و تنها علیت دوطرفه بین تولید ناخالص داخلی سرانه و انتشار دی اکسید کربن وجود دارد و جریان علیت یک طرفه از سایر متغیرها به متغیر لگاریتم انتشار *CO2* تأیید می‌شود.

---

* دکترای اقتصاد، دانشگاه مازندران (نویسندهٔ مسئول)، hamid.lalkhezri@mail.um.ac.ir
** دانشیار دانشکدهٔ علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، S.Karimi@umz.ac.ir
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۱۳ ، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۵/۱۹

Copyright © 2018, IHCS (Institute for Humanities and Cultural Studies). This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International, which permits others to download this work, share it with others and Adapt the material for any purpose

کلیدواژه‌ها: توزیع درآمد، رشد اقتصادی، روش خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی، فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس، گاز دی‌اکسیدکربن، مصرف انرژی.
طبقه بندی **JEL**: O15 ,Q56,D31

۱. مقدمه

اگرچه از توجه بشر به موضوع و اهمیت محیط زیست در زندگی او سال‌ها می‌گذرد، اما دهه‌های پایانی قرن ۲۰ میلادی را می‌بایست زمان اوج طرح مسائل زیست محیطی دانست. خطر بزرگی که بشر از ناحیه تخریب محیط زیست احساس می‌کند نه تنها آرامش و امنیت زندگی او را بر هم زده است، بلکه موجودیت او را نیز در معرض تهدید و خطر قرار داده است. تأثیر انسان بر منابع زیست محیطی پیرامون خود عمری به قدمت حیات او دارد، اما تخریب و نابودی آن به دنبال انقلاب صنعتی به گونه‌ای خطرناک شدت یافت و پیشرفت علم و فناوری انسان را قادر ساخت تا طبیعت را مقهور خویش سازد و موجب انهدام تدریجی اما مستمر محیط زیست گردد.

محیط زیست که نهاده‌های لازم برای فعالیت‌های اقتصادی و خدمات حمایتی برای انسان‌ها را فراهم می‌کند، خود متأثر از تبعات منفی رشد اقتصادی است. در اثر رشد اقتصادی که متکی به مصرف مواد خام، انرژی و سایر منابع است، انواع ضایعات به عنوان پیامدهای منفی ظاهر می‌شوند. این پدیده در کشورهایی که نظام اقتصادی آن‌ها متکی بر کشاورزی سنتی است، تخریب محیط‌زیست و فقر را در پی دارد (UNCED,1992). افزایش مصرف کالاها و خدمات در طول زمان به دلیل افزایش تقاضای داخلی و خارجی اگرچه انعکاسی از افزایش رفاه و سطح زندگی است، ولی تأمین تقاضا با فشار بر منابع طبیعی، موجب تنزل کیفیت محیط‌زیست می‌شود که از آن تحت عنوان تخریب محیط‌زیست یاد می‌شود. اغلب فعالیت‌های تولیدی و مصرفی هزینه‌های جانبی به‌بار می‌آورند که به دلیل نبود سازوکار مناسب ارزش‌گذاری، در حساب‌های ملی به خوبی منعکس نمی‌شوند؛ در بلندمدت، کاهش کیفیت زندگی از طریق اثرات منفی انواع آلودگی محیطی از نوع هوا، آب، خاک، صوتی، جنگل‌زدایی و استخراج بی‌رویه منابع معدنی و بهره‌برداری بیش از ظرفیت نگهداشت در شیلات روی تولید ملی و رفاه اثر می‌گذارد (عاقلی کهنه شهری و صادقی، ۱۵۱:۱۳۸۰).

آگاهی از علم اقتصاد و استفاده از آن بشر را قادر می‌سازد تا از منابع کمیاب طبیعت به نحو مطلوب استفاده نماید و باید به این نکته توجه داشت که الزاماً نفع فردی در راستای منافع جامعه قرار ندارد. به همین جهت، استفاده بهینه از منابع طبیعی باید در راستای منافع جمعی و با لحاظ منافع نسل‌های آتی و به حداقل رسانیدن تخریب و آلودگی محیط زیست صورت پذیرد. به طور کلی بین اقتصاد و محیط زیست واکنشی دو طرفه وجود دارد. بنگاه‌ها با استفاده از منابع اقتصادی از جمله مواد اولیه و انرژی، کالاها و خدمات را تولید می‌کنند و در این فرآیند قسمتی از نهاده‌های مورد استفاده در تولید را به عنوان ضایعات و پسماند به محیط-زیست باز می‌گردانند و موجب بروز آلودگی ها یا تحمیل هزینه‌های خارجی به جامعه می-گردد (عباسپور،۱۳۸٦: ۱۰).

اقتصاد در ابعاد مختلف تولید و مصرف با منابع طبیعی و محیط زیست در ارتباط است. رشد جمعیت همراه با رشد اقتصادی، علاوه بر کاهش کیفیت منابع، موجب می شود آلاینده‌ها از ظرفیت محیط طبیعی بالاتر رود و زیست‌بوم‌های (Eco System) بسیار ضروری و حیاتی خدشه‌دار شوند (Gerlagh et al, 2002: 157). انواع آلودگی و جریان پسماندها و مواد زائد ناشی از فعالیت‌های انسانی که وارد محیط زیست می‌شوند باعث آسیب رساندن به گیاهان، حیوانات و سیستم‌های زیست محیطی می‌شوند. انتشار مواد آلاینده در هوا، تخلیه آن‌ها در رودخانه‌ها یا جذب آن‌ها توسط خاک، خسارت جبران ناپذیری (مانند افزایش بیماری یا مرگ و میر، کاهش تفریحات و سرگرمی‌ها و ...) به رفاه انسان وارد می‌کند. تبعات استفاده بیش از حد منابع طبیعی، تخریب محیط زیست و تغییرات اقلیمی در دو دهه اخیر محققان را به تلاش برای بررسی رابطه میان انتشار آلودگی و رشد اقتصادی سوق داده و این مسئله مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است.

رابطه U شکل وارون میان درآمد و نابرابری درآمد که برای اولین توسط کوزنتس (Kuznets, 1955) بیان شد، از دهه ۱۹۹۰ میلادی در ادبیات اقتصاد محیط زیست به نام منحنی زیست محیطی کوزنتس (Kuznets Curve Environmental) دوباره تفسیر شده است. براساس این فرضیه، ابتدا رشد اقتصادی منجر به تخریب محیط زیست خواهد شد اما در نهایت با افزایش سطح درآمد، این تخریب کاهش و یک محیط زیست پاک در کشورهای مرفه حفظ خواهد شد (Uzar and Eyuboglu, 2019: 2).

فرضیه EKC با شکل U وارون هنگامیکه شاخص‌های آلودگی در برابر درآمد سرانه ترسیم می‌شود توسط گروسمن و کروگر (Grossman and Krueger, 1991)، ارائه و مورد

بررسی قرار گرفت. در ابتدای مرحله صنعتی‌شدن، آلودگی اقتصاد به سرعت افزایش می‌یابد زیرا اولویت اول افزایش تولید است و مردم بیشتر از آب و هوای پاک به شغل و درآمد مناسب نیاز دارند (Dasgupta et al, 2003). رشد سریع اقتصادی به محیط زیست از جهت استفاده بیش‌تر از منابع و انتشار آلاینده‌ها فشار منفی وارد می‌کند. در این مرحله از رشد، مردم برای پرداخت هزینه آن بسیار فقیر هستند و پیامدهای زیست‌محیطی مورد بی‌توجهی عمومی قرار دارد. در مرحله بعدی از صنعتی‌شدن، هنگامیکه درآمد افزایش پیدا می‌کند، مردم ارزش محیط زیست را بیش‌تر می‌دانند، نهادهای نظارتی مؤثرتر و کاراتر رفتار می کنند و سطح آلودگی رو به کاهش است. براساس تئوری، فرضیه EKC در نتیجه شناسایی ارتباط تعریف‌شده میان سطح فعالیت اقتصادی و فشارهای زیست‌محیطی حاصل از آن (یا به صورت غلظت میزان آلودگی، جریان انتشار آلودگی و یا کاهش منابع و غیره) مشخص می‌شود (Kohler, 2013:1043).

اگرچه در ادبیات تجربی پیرامون EKC متغیرهای مؤثر مختلفی به غیر از درآمد بر محیط زیست شناسایی شده است، اما متغیر توزیع درآمد کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بویس (Boyce, 1994) اولین کسی است که استدلال می‌کند توزیع درآمد به طور قابل توجهی بر کیفیت محیط زیست تأثیر می‌گذارد و بنابراین نابرابری درآمد باید در هنگام تخمین فرضیه EKC لحاظ شود (Baek and Gweisah, 2013: 1434).

کشور ایران از نظر منابع طبیعی در دنیا جایگاه ویژه‌ای دارد و در قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران به مسائل زیست محیطی توجه ویژه‌ای شده است. در اصل پنجاهم قانون اساسی، حفاظت محیط زیست که نسل امروز و نسل‌های بعد باید در آن حیات اجتماعی رو به رشدی داشته باشند، وظیفه عمومی تلقی شده و از این رو تمام فعالیت‌هایی که منجر به آلودگی محیط زیست یا تخریب غیرقابل جبران آن شود ممنوع شده است، اما به نظر می رسد که مدیریت این منابع و یا اجرای قوانین مربوط به آن دارای نقصان می‌باشد. امروزه معضل آلودگی هوا به یک تهدید جدی در شهرهای بزرگ تبدیل شده و هر سال جان بسیاری از انسان‌ها را می‌گیرد. از سوی دیگر در کنار آلودگی هوا و آلودگی صوتی به ویژه در شهرهای بزرگ، آلودگی آب‌های سطحی و عمقی و آلودگی خاک در بیش‌تر مناطق ایران مشاهده می‌شود.

ساختار پژوهش در ادامه به این شرح می‌باشد. پس از بیان مقدمه، در بخش دوم مبانی نظری و پیشینه تحقیقات انجام‌شده در داخل و خارج کشور و در بخش سوم به معرفی

الگو و متغیرها پرداخته شده است. نتایج یافته‌ها و برآورد الگو در بخش چهارم و در بخش پایانی نیز نتیجه‌گیری ارائه شده است.

۲. ادبیات تحقیق

۱.۲ مبانی نظری

به منظور تبیین مناسب‌تر ابعاد موضوع تحقیق، مباحث مربوط به مبانی نظری در ذیل سه عنوان فرعی: رشد اقتصادی، مصرف انرژی و محیط‌زیست- جمعیت و محیط‌زیست - توزیع درآمد و محیط‌زیست ارائه می‌گردد.

۱.۱.۲ رشد اقتصادی، مصرف انرژی و محیط زیست

ادبیات اقتصادی حاکی از وجود ارتباط قوی بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی است، زیرا انرژی نیروی محرک اکثر فعالیت‌های تولیدی و خدماتی بوده است وجایگاه خاصی در رشد و توسعه اقتصادی دارد. اقتصاددانان بوم‌شناسی (Ecologic) همانند نایر و آیرس (Nair and Ayres) بیان می‌کنند که در مدل بیوفیزیکی رشد، انرژی تنها و مهمترین عامل رشد است. به طوری‌که از نظر آن‌ها نیروی کار و سرمایه عوامل واسطه‌ای هستند که برای استفاده به انرژی نیاز دارند (Stern and Cleveland, 2004: 16).

مصرف بی‌رویه انرژی، به‌ویژه سوخت‌های فسیلی برای تحقق رشد اقتصادی همراه با ضعف کارآیی در مصرف آن باعث افزایش آلودگی محیط زیست می‌شود؛ به طوری که انتشار گاز دی‌اکسیدکربن به عنوان یکی از عوامل مهم آلودگی هوا نتیجه مصرف سوخت های فسیلی می‌باشد (Alam et al, 2007: 826)

رشد اقتصادی یکی از عوامل مهم در خصوص منبع و منشأ اثرات زیست محیطی می باشد. زیرا افزایش رشد اقتصادی، هم باعث استفاده بیش‌تر از منابع طبیعی و زیست محیطی می‌شود و هم سبب افزایش خروجی‌های نامطلوب و آلاینده‌ها می‌گردد که در تخریب محیط-زیست مؤثر هستند. در این زمینه، مطالعات متعددی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به منحنی زیست‌محیطی کوزنتس اشاره کرد.

بکرمن (Bekerman) با ارائه‌ی استدلالی باعث شهرت و گسترش هر چه بیشتر فرضیه‌ی زیست محیطی کوزنتس شد. از نظر وی شواهد روشنی وجود دارد که رشد اقتصادی در

مراحل اولیه خود منجر به تخریب محیط زیست می‌شود. ولی در نهایت بهترین و شاید تنها راه برای حفظ و ارتقای سطح کیفی محیط‌زیست در کشورهای جهان، ثروتمندشدن است (Bekerman, 1992: 481). در واقع، محققان با اقتباس از کار تحقیقی کوزنتس، به بررسی رابطه‌ی رشد اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست پرداختند و با توجه به دستیابی به نتایج مشابه و وجود رابطه‌ی U وارون بین متغیرهای رشد اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست، فرضیه‌ی زیست‌محیطی کوزنتس را تأیید نمودند. طرفداران فرضیه‌ی زیست‌محیطی کوزنتس معتقدند که در سطوح بالای توسعه، ساختار اقتصادی به سمت صنایع و خدمات دانش‌بنیان حرکت می‌نماید. علاوه بر این در مراحل بالای توسعه، آگاهی عموم در مورد محیط‌زیست بالا می‌رود؛ قوانین زیس محیطی مؤثرتری وضع و اجرا می‌شود و مخارج مصرف‌شده برای حفظ و ارتقای محیط زیست افزایش می‌یابد. در این دیدگاه حصول به سطوح بالای توسعه سبب کاهش اثرات تخریبی بر محیط‌زیست می‌شود. در مجموع، برای تبیین اثرات رشد اقتصادی بر محی زیست و نحوه اثرگذاری آن بر محیط زیست می‌توان اثرات رشد را به سه بخش: اثر مقیاسی، اثر ترکیب نهاده‌ها و اثر تکنولوژی تفکیک نمود که به اختصار به شرح زیر می باشند:

اثر مقیاس: گسترش سطح تولید با یک سطح معین از تکنولوژی و ثبات نسبت نهاده‌ها باعث افزایش تخریب محیط زیست می‌شود.

اثر ترکیب نهاده‌ها: با افزایش نسبت نهاده‌های مضر برای محیط زیست اثر تخریبی رشد اقتصادی بر محیط زیست افزایش می‌یابد که به اثر ساختاری نیز مشهور است.

اثر فناوری: با افزایش کارایی تولید میزان نهاده‌های مورد استفاده از نهاده‌های زیست محیطی در تولید یک محصول کاهش می‌یابد. همچنین، پیشرفت تکنولوژی باعث می شود ضایعات تولید کاهش و آسیب بر محیط زیست کم شود (Stern, 1998: 173).

ارتباط میان درآمد سرانه و کیفیت محیط زیست به اثرات مقیاس، ترکیب و فناوری بستگی دارد. اگر شدت آلودگی از تولید کل نسبتاً ثابت باشد، انتظار بر این است که کیفیت محیط زیست با افزایش درآمد بدتر شود، زیرا تولید بیش‌تر باعث آلودگی بیشتر می‌شود (اثر مقیاس). در طرف دیگر، کیفیت محیط زیست با افزایش درآمد بهبود می یابد اگر این اثر مقیاس تحت‌الشعاع ترکیب دو اثر دیگر باشد. با افزایش درآمد سرانه، ترکب تولید در میان بخش‌هایی که میزان شدت آلودگی متفاوتی دارند تغییر می‌کند. برای مثال، بخش خدمات ممکن است نسبت به بخش تولید بیشتر رشد کند. اثر ترکیب می تواند شدت

آلودگی ناشی از تولید را تغییر دهد. علاوه بر این، بخش‌های مختلف اقتصاد ممکن است از فناوری‌هایی جدید و یا با توجه به مقررات دولتی مانند استانداردها، مالیات‌ها و مجوزهای حق انتشار مشخصی از آلودگی، آلودگی کمتری تولید کنند. هیچ دلیلی وجود ندارد تا فرض کنیم ارتباط میان درآمد و کیفیت محیط زیست به صورت یکنواخت است. در عوض، کیفیت محیط زیست ممکن است در برخی از محدوده‌های درآمد بدتر و در برخی دیگر از محدوده‌های درآمد بهتر شود (Arrow et al, 1995: 520-521).

۲.۱.۲ جمعیت و زیست محیط

در ادبیات اقتصاد محیط زیست، جمعیت یکی دیگر از عوامل آلوده‌کننده‌ی محیط زیست به شمار می‌آید. زیرا با افزایش جمعیت، تقاضا برای زمین‌های کشاورزی، منابع انرژی، منابع آبی و ... افزایش یافته و این امر، از بین‌رفتن جنگل‌ها و مراتع، کاهش حاصلخیزی زمین‌های کشاورزی و آلودگی محیط‌زیست را در پی دارد. محققان بسیاری این امر را با استفاده از آمار و داده‌های سری زمانی و مقطعی تعدادی از کشورهای توسعه‌یافته و همچنین در سطح جهانی بررسی نمودند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان می دهد که عامل انسانی و رشد جمعیت، از عوامل مهم افزایش آلودگی زیست محیطی به شمار می‌آید (صادقی و سعادت، ۱۳۸۳: ۱٦٥).

در خصوص رابطه‌ی بین جمعیت شهرنشینی و آلودگی محیط‌زیست دو دیدگاه متفاوت وجود دارد. دیدگاه اول به این نکته اشاره می‌کند که تأثیر افزایش جمعیت شهری بر آلودگی محیط زیست مثبت است؛ زیرا با افزایش شهرنشینی استفاده از زیرساخت‌ها، حمل و نقل و انرژی افزایش می‌یابد و انتقال جمعیت از بخش کشاورزی به بخش صنعتی آلودگی محیط زیست را تشدید می‌کند. اما دیدگاه دوم تأکید می‌کند که آثار شهرنشینی بر محیط زیست مطلوب است. زیرا خانوارهای شهری به صورت کاراتری از زیرساخت ها، حمل‌ونقل و انرژی استفاده می‌کنند و بروز و گسترش صرفه‌های مقیاس موجب کاهش مصرف سرانه انرژی و در نتیجه کاهش سرانه آلاینده‌های مرتبط با مصرف انرژی می‌شود. در نتیجه رابطه بین رشد جمعیت شهری با آلودگی محیط زیست می‌تواند مثبت یا منفی باشد (Alam et al, 2007: 827).

۳.۱.۲ توزیع درآمد و محیط‌زیست

نابرابری درآمدی بدین معنی است که درآمد ایجادشده در یک کشور در یک دوره زمانی به صورت عادلانه میان افراد، مناطق یا طبقات اجتماعی توزیع نشده است. با وجود غفلت از نابرابری درآمدی در اقتصاد محیط زیست، به طور گسترده‌ای در ادبیات اقتصادی نشان داده شده است که در سال‌های اخیر افزایش نابرابری درآمدی به یک معضل و مشکل اقتصادی- اجتماعی هم در کشورهای توسعه‌یافته و هم درحال توسعه تبدیل شده است (Piketty and Saez, 2003; Stiglitz, 2012; Piketty, 2014).

افزایش نابرابری درآمدی ممکن است منجر به مشکلات قابل توجه اقتصادی و اجتماعی شود. برای مثال، نابرابری درآمدی می‌تواند تقاضای کل را کاهش دهد که اثرات منفی بر اشتغال و رشد اقتصادی می‌گذارد (Fitoussi and Saraceno, 2010). بنابراین نابرابری درآمدی به یک معضل مهم تبدیل شده است که توجه به عواقب و پیامدهای آن بسیار مورد توجه قرار گرفته است. در این زمینه در نظر گرفتن اثرات نابرابری درآمد بر اقتصاد محیط زیست کمتر مورد توجه قرار گرفته است (Uzar and Eyuboglu, 2019: 4).

به طور کلی سه فرضیه درباره بررسی اثرات نابرابری درآمد بر محیط زیست ارائه شده است.

الف- بویس (Boyce) یک قاعده تصمیم‌گیری اجتماعی بر مبنای قدرت را برای بررسی نقش نابرابری درآمد بر تخریب محیط زیست بیان می‌کند. از آنجاییکه توزیع درآمد به عنوان یک عامل قوی و مؤثر در میان افراد ثروتمند و فقیر جامعه عمل می کند، هنگامیکه برندگان سیاسی، قدرت بیش‌تری نسبت به بازندگان یک انتخاب داشته باشند، تخریب محیط زیست بیشتر از حالت عکس آن رخ می‌دهد. براساس این قاعده، نابرابری در قدرت و ثروت به سه دلیل باعث تخریب بیش‌تر محیط زیست می‌شود. ابتدا، تخریب محیط زیست که توسط برندگان قدرتمند ایجاد می‌شود بیش‌تر از آن مقداری است که توسط بازندگان از تخریب آن جلوگیری می‌شود. دوم اینکه، نابرابری درآمدی باعث افزایش ثروت افراد ثروتمند و افزایش هزینه تحمیل‌شده به افراد کم درآمد می‌شود و سوم، نابرابری درآمدی، نرخ ترجیح زمانی که از سوی فقرا و ثروتمندان به منابع محیط زیست اعمال می‌شود به دلیل افزایش فقر و ناامنی سیاسی افزایش می‌دهد.

ب- جورگنسون و همکاران (Jorgenson et al, 2017)، استدلال می‌کنند که تمرکز بیش‌تر درآمد در دهک‌های بالای درآمدی منجر به افزایش رقابت در مصرف و ساعات طولانی‌تر

کار می‌شود، که به نوبه خود باعث افزایش مصرف انرژی و تولید گازهـای گلخانـه‌ای مـی-شود. به دلیل سطح بالای مصرفی افـراد ثروتمنـد، افـراد کـم درآمـد بـرای اینکـه وضـعیت معیشت و مصرف خود را بهتر جلوه دهند به ناچار باید وضعیت مصرفی خود را با افـزایش ساعات کاری بهبود بخشند که این خود باعث مصرف بیشتر انرژی و میزان انتشـار بـیش‌تـر آلاینده‌های محیط زیست می شود.

ج- راوالین و همکاران (Ravallion et al, 2000)، نگرش خاصـی بـرای برقـراری ارتبـاط بین نابرابری درآمد و کیفیت زیست محیطی ارائه دادند. آن‌ها یک تابع تقاضای انتشـار کـربن که تابعی از درآمد است را تعریف کردند. این تابع به صورت $C = a + by$ باشـد کـه در آن C انتشار کربن دی‌اکسید، y درآمد و b میل نهایی به انتشار آلودگی باشد. حال اگر فرد فقیـر میل نهایی به اتشار آلودگی (Marginal propensity to Emit (MPE)) بـالا (پـایینی) نسـبت بـه فرد ثروتمند داشته باشد، سیاست‌های مورد استفاده برای کاهش (افـزایش) نـابرابری درآمـد ممکن است انتشار کربن را افزایش (کاهش) دهد. فرض بر این است که فقرا میل نهـایی بـه انتشار آلودگی بالاتری از ثروتمندان دارند چرا که محصولات با آلـودگی کمتـر بـه الزامـات فنی بسیار بالاتری نیاز داشته و در نتیجه اغلب قیمت‌های بـالاتری دارنـد کـه فقـرا قـادر بـه تقاضای آن‌ها نیستند. علاوه بر این، افراد فقیر در مقایسه بـا ثروتمنـدان بـا احتمـال بیشـتری محصولات انرژی ناکارآمد استفاده می‌کنند که شـامل یـک میـل نهـایی بـه انتشـار آلـودگی بالاتری است (Demir et al, 2018: 2-3).

در ادبیات مربوط به اقتصاد محیط زیست، فرضیه منحنی زیست‌محیطی کـوزنتس نقـش مهمی در تحلیل پیامدهای زیست محیطی توسعه اقتصادی و رشد درآمـد ایفـا مـی کنـد. در بررسی فرضیه EKC، مطالعات ابتدا بر روی یک مدل ساده تأکید دارند کـه در آن معیارهـای کیفیت محیط زیست (مانند آلودگی CO2 و SO2) تنها به صورت تابعی ار درآمـد مشـخص می‌شدند. با این‌حال در مطالعات اخیر استدلال می‌شود سایر متغیرها از درآمد همچنین مـی-توانند عامل تعیین‌کننده بر محیط زیست باشند. براین اساس، مطالعـات تجربـی رایـج اخیـر درباره فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس معیارهای کیفیـت محـیط زیسـت را بـر روی سایر متغیرها (مانند رشد انرژی، سرمایه‌گـذاری مسـتقیم خـارجی، بـازبودن تجـاری) متغیـر توزیع درآمد را نیز به آن اضافه می‌کنند (Baek and Gweisah, 2013: 1434)

۲.۲ مطالعات تجربی

۱.۲.۲ مطالعات خارجی

کول و نیومیار (Cole and Neumayer, 2004) در پژوهشی به بررسی اثر عوامل جمعیتی و شدت انرژی بر آلودگی هوا در کشورهای منتخب پرداختند. شاخص‌های آلودگی، دی-اکسیدکربن و دی‌اکسید سولفور در نظر گرفته شدند. شدت انرژی در همه الگوها اثر مثبت و معناداری بر آلودگی هوا داشته است؛ در حالی‌که جمعیت بر انتشار دی‌اکسیدکربن و دی-اکسیدسولفور به ترتیب، اثر مثبت و اثر منفی داشته‌اند.

تول و دیگران (Tol et al, 2006) با استفاده از آمار مربوط به دوره زمانی ۱۸۵۰–۲۰۰۲ میلادی به بررسی رابطه بلندمدت بین مصرف انرژی و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در آمریکا پرداختند. نتایج اصلی این مطالعه نشان داد که طی دوره مورد مطالعه، شدت انتشار گاز دی-اکسید کربن با افزایش سوخت‌های فسیلی افزایش می‌یابد و رشد جمعیت، رشد اقتصادی و رشد مصرف برق نیز عوامل تأثیرگذار بر انتشار گاز دی اکسیدکربن است.

عالم و دیگران (Alam et al, 2007) به بررسی تأثیر عوامل تعیین‌کننده آلودگی محیط زیست در پاکستان طی سال‌های ۱۹۷۱–۲۰۰۵ میلادی پرداخته‌اند. یافته‌های اصلی این تحقیق نشان می‌دهد افزایش در تولید ناخالص داخلی و شدت استفاده از انرژی باعث افزایش آلودگی محیط زیست می‌شود.

باروآ و هوباک (Barua and Hubacek, 2007) در مطالعه‌ای با عنوان «یک بررسی تجربی از منحنی زیست محیطی کوزنتس برای آلودگی آب در هند» رابطه بین درآمد سرانه و آلودگی آب را برای ١٦ ایالت در هندوستان طی سال های ۱۹۸۱–۲۰۰۰ میلادی مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه ایشان نشان داد که تنها در ۱۲ ایالت رابطه معنادار بین درآمد سرانه و آلودگی آب مشاهده می‌شود که در ٤ ایالت رابطه آلودگی آب و درآمد سرانه معکوس بوده و در ۸ ایالت دیگر ابتدا با افزایش درآمد سرانه، آلودگی آب نیز افزایش می-یابد تا به مرز ۵ هزار روپیه می رسد، سپس منحنی نزولی شده (رابطه معکوس بین درآمد سرانه و آلودگی آب) و پس از رسیدن به درآمد سرانه ۱۵ هزار روپیه مجدداً رابطه مستقیم برقرار می شود.

فان (Fan, 2007) در پژوهشی با عنوان «بررسی کشاورزی و فقر روستایی در هند» برای مدل سازی رابطه U وارون کوزنتس و اثر R&D کشاورزی بر توزیع درآمد در مناطق

روستایی و کشاورزی برای کشورهای آسیای شرقی، استفاده می‌کند. وی نتیجه می‌گیرد معضل فقر و توزیع نابرابر درآمد، فقط نتیجه رشد بهره وری نیست، بلکه بیش‌تر به خصوصیات رشد اقتصادی و عناصر مؤثر در رشد مانند سرمایه انسانی، سرمایه تحقیق و توسعه، ترتیبات سیاسی و نهادی بستگی دارد.

آکبستانکی و همکاران (Akbostanci and et al, 2009) در تحقیقی با عنوان «رابطه میان درآمد و محیط زیست: آیا یک منحنی زیست‌محیطی کوزنتس وجود دارد؟» به بررسی رابطه‌ی بین درآمد سرانه و آلودگی محیط زیست در ترکیه پرداخته‌اند. نتایج حاصل از برآورد روش هم انباشتگی جوهانسون –جوسیلیوس طی سال‌های ۱۹۶۸–۲۰۰۳ میلادی بیانگر این است که با افزایش درآمد سرانه میزان انتشار CO_2 در این کشور در بلندمدت افزایش می‌یابد.

اویزر و ایوگلو (Uzar and Eyuboglu, 2019) با استفاده از مدل خودرگرسیون باوقفه های توزیعی و داده‌های سری زمانی ۱۹۸٤–۲۰۱٤ میلادی به بررسی تأثیر نابرابری درآمدی بر تخریب محیط زیست برای کشور ترکیه پرداخته‌اند. نتایج حاصل از برآورد الگو نشان می‌دهد که نابرابری درآمدی در کشور ترکیه تأثیر مثبتی بر افزایش آلودگی دارد. همچنین منحنی زیست محیطی کوزنتس در ترکیه مورد تأیید قرار می‌گیرد.

۲.۲.۲ مطالعات داخلی

صادقی و سعادت (۱۳۸۳) در تحقیقی با عنوان «رشد جمعیت، رشد اقتصادی و اثرات زیست‌محیطی در ایران (یک تحلیل علی)» با بهره‌گیری از داده‌های سال‌های ۱۳٤٦–۱۳۸۰ به بررسی رشد جمعیت، رشد اقتصادی و آثار زیست محیطی در ایران پرداخته‌اند. نتایج، بیانگر وجود رابطه علی یک طرفه از رشد جمعیت به تخریب محیط زیست و همین طور، رابطه دو طرفه‌ای بین تخریب زیست محیطی و رشد اقتصادی است.

برقی‌اسکویی (۱۳۸۷) در مطالعه خود با عنوان «آثار آزادسازی تجاری بر انتشار گازهای گلخانه‌ای (دی اکسیدکربن) در منحنی زیست‌محیطی کوزنتس» با استفاده از رویکرد داده-های تابلویی به بررسی تأثیر آزادسازی تجاری روی انتشار گاز دی اکسیدکربن و نیز بررسی ارتباط منحنی زیست‌محیطی کوزنتس با فرضیه مأمن آلایندگی، منحنی زیست محیطی کوزنتس، در قالب چهار گروه کشورهایی با درآمدسرانه بالا، کشورهایی با درآمد سرانه متوسط بالا، کشورهایی با درآمد سرانه متوسط پایین و کشورهای با درآمد سرانه

پایین در دوره ۱۹۹۲–۲۰۰۲ پرداخته است. نتایج برآورد الگو دلالت بر این دارد کـه افـزایش آزادسازی تجاری و درآمد سرانه در کشورهای با درآمد سـرانه بـالا و کشـورهای بـا درآمـد سرانه متوسط به بالا به کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن و در کشورهای با درآمد سرانه متوسـط به پایین و کشورهای با درآمد سرانه پایین به افزایش انتشار دی اکسیدکربن منجر می‌شود.

شعبانی و همکاران (۱۳۸۸) در مقاله‌ای با عنوان «بررسی رابطه علیت بین تولید ناخـالص داخلی و حجم گازهای گلخانه‌ای در ایـران (مطالعـه‌ی مـوردی گـاز دی اکسـیدکربن)» بـه بررسی رابطه علـی میـان تولیـد ناخـالص داخلـی و حجـم گـاز دی اکسـیدکربن در ایـران پرداختند. نتایج بررسی علیت نشان می‌دهد که رابطه علی و معنادار یک طرفه از حجـم گـاز دی‌اکسیدکربن به تولید ناخالص داخلی است. از سوی دیگر، از آنجا کـه نـرخ رشـد حجـم گاز دی‌اکسیدکربن بیشتر از نرخ رشد تولید ناخالص داخلی است، جایگاه ایـران در منحنـی زیست محیطی کـوزنتس در بخـش نخسـت و صـعودی آن اسـت و در نتیجـه در شـرایط حاضر، افزایش درآمد سرانه کشور فقط به افزایش آلاینده‌های زیست محیطی می‌انجامد.

فطرس و معبودی (۱۳۸۹) در پژوهشی با عنوان «رابطه علـی مصـرف انـرژی، جمعیـت شهرنشـینی و آلـودگی محـیط زیسـت در ایـران ۱۳۵۰–۱۳۸۰» بـا اسـتفاده از رویکـرد اقتصادسنجی یامادو–تودا، وجود و جهـت علیـت بـین مصـرف انـرژی، شهرنشـینی، رشـد اقتصادی و انتشار دی‌اکسیدکربن را برای ایران در دوره ۱۳۵۰–۱۳۸۵ بررسی کرده‌اند. نتـایج بررسی ایشان نشان می‌دهد که رابطه‌ای علی از مصرف انرژی، شهرنشینی و تولیـد ناخـالص داخلی به انتشار گاز دی اکسید کربن در ایران یافت می‌شود.

محمدباقری (۱۳۸۹)، در مطالعه‌ای به بررسی رابطه کوتاه‌مـدت و بلندمـدت بـین تولیـد ناخالص داخلی، مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران پرداخته است. او به منظـور بررسی روابط بین متغیرها، از روش اقتصادسـنجی خـودرگرسـیونی بـا وقفـه‌هـای تـوزیعی استفاده نموده است. نتایج نشان می‌دهد که انتشار دی‌اکسیدکربن نسبت بـه تولیـد ناخـالص داخلی بی‌کشش است. اما مقدار آن در بلندمـدت بـیش‌تـر از کوتـاه‌مـدت اسـت. همچنـین براساس نتایج بدست آمده، کشش دی‌اکسیدکربن نسبت به مصرف انرژی در کوتـاه‌مـدت و بلندمدت مشابه و نزدیک به یک است.

فطرس و معبودی (۱۳۹۰) در پژوهشی به بررسی وجـود جهـت علیـت گرنجـری بـین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کـربن در دوره زمـانی ۱۳۸٤–۱۳۵۰ ایـران می‌پردازند. نتایج حاصل از روش علیت تودا–یاماموتو نشان می‌دهد رابطه علیت دوطرفـه ای

بین رشد تولید ناخالص داخلی و نشر دی‌اکسید کربن و رابطه علی یک‌طرفه‌ای از مصرف انرژی به انتشار دی‌اکسیدکربن وجو دارد. همچنین فرضیه زیست محیطی کوزنتس در ایران صدق می‌کند.

صادقی و موسویان (۱۳۹۳) با هدف بررسی علیت بین انتشار کربن، مصرف انرژی و رشد اقتصادی از روش بوت استرپی حداکثر آنتروپی استفاده کرده است. نتایج بدست آمده طی دوره ۱۳۸۹-۱۳۵۲ راطه علیت یک‌طرفه از تولید ناخالص داخلی به انتشار دی-اکسیدکربن تأیید شده است. همچنین بین متغیرهای مصرف انرژی سرانه و رشد اقتصادی نیز رابطه علیت یک‌طرفه از رشد اقتصادی به مصرف انرژی وجود دارد.

شهنازی و همکاران (۱۳۹٦) به بررسی وجود رابطه علیت بین مصرف حامل‌های مختلف انرژی با رشد اقتصادی و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در بخش‌های مختلف اقتصادی در دوره ۱۳۹۱-۱۳۷٦ با استفاده از روش علیت تودا و یاماموتو در ایران مورد بررسی قرار می‌دهند. نتایج نشان می‌دهد که در بخش کشاورزی رابطه علیت یک‌طرفه از مصرف حامل‌های انرژی به رشد اقتصاد دارد. اما در مورد انتشار گاز دی‌اکسیدکربن رابطه علیت تأیید نشده است. در بخش حمل و نقل عمومی رابطه علیت دوطرفه از متغیر رشد اقتصادی و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن با حامل‌های انرژی تأیید شده است. در بخش صنعت رابطه علیت یک‌طرفه از رشد اقتصادی به گاز، برق به رشد اقتصادی، و رابطه علیت دوطرفه از رشد اقتصادی به زغال سنگ وجود دارد.

۳. ساختار الگو

۱.۳ فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس

فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس چارچوب نظری عمومی است که ارتباط میان رشد اقتصادی و محیط زیست را آزمون می‌کند. توراس و بویس (Torras and Boyce, 1998) تأکید کردند که نابرابری درآمدی ممکن است با سطوح آلودگی محیط زیست در ارتباط باشد درحالیکه جون و همکاران (Jun et al, 2011) بیان می‌کنند که نابرابری درآمدی را می-توان با EKC توضیح داد. آن‌ها عقیده داشتند که تخریب محیط زیست را می‌توان تابعی از درآمد باشد. در این مطالعه با استفاده از مبانی نظری ارائه شده و چارچوب تئوری توسعه

یافته توسط توراس و بویس و هرینک و همکاران (Heerink et al, 2001) جهت بررسی اثر توزیع درآمد بر میزان انتشار دی‌اکسید کربن مدل زیر مورد توجه می‌باشد:

$$LnCO2_t = \beta_0 + \beta_1 Ln\ GDP_t + \beta_2 Ln\ GDP^2{}_t + \beta_3 Ln\ GINI_t + \beta_4 Ln\ U_t + \beta_5 LnE_t + \varepsilon_t \quad (۱)$$

در رابطه شماره (۱) $LnCO2_t$ لگاریتم سرانه انتشار دی‌اکسیدکربن، $Ln\ GDP_t$ لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه، $Ln\ GDP^2{}_t$ مجذور لگاریتم تولید ناخالص داخلی‌سرانه، $Ln\ GINI_t$ لگاریتم ضریب جینی، $Ln\ U_t$ لگاریتم نسبت جمعیت شهرنشینی به کل جمعیت، LnE_t لگاریتم شدت انرژی و ε_t جزء اخلال مدل است. داده‌های مورد نیاز این مطالعه، دوره زمانی ۱۳۵۷-۱۳۹٤ را در برمی‌گیرد و از منابع اطلاعات رسمی از جمله مرکز آمار ایران، بانک مرکزی و بانک جهانی استخراج شده است.

۲.۳ علیت تودا- یاماموتو

تودا و یاماموتو (Toda and Yamamoto , 1995) یک روش ساده در قالب یک مدل خودرگرسیون بردای (VAR) تعدیل‌یافته برای بررسی رابطه علیت گرنجری پیشنهاد دادند. آن‌ها استدلال می‌کنند که این روش حتی در شرایط وجود یک رابطه همجمعی بین متغیرها نیز معتبر است. روش تودا یاماموتو نسبت به سایر آزمون‌های علیت مزایایی دارد که به اختصار اشاره می‌کنیم:

- روش‌های متعددی جهت بررسی روابط علی بین متغیرها وجود دارد (مانند روش های گرنجر،سیمز و...) اما قبل از استفاده از این روش‌ها باید خاصیت مانایی متغیرها را بررسی کرد. در صورتی که در این روش نیازی به یکسان بودن درجه انباشتگی متغیرها نیست.
- این روش به وجود رابطه هم‌انباشتگی میان متغیرها حساس نیست.
- روش آزمون بسیار ساده بوده و بسیاری از ضعف‌های سایر روش‌های اقتصادسنجی را ندارد.

در این روش ابتدا باید تعداد وقفه‌ها (k)ی بهینه مدل خودتوضیحبرداری و سپس درجه پایایی ماکزیمم (d_{max}) را تعیین کرد و یک مدل خودتوضیح برداری را با تعداد وقفه‌های (k+d_{max}) تشکیل داد. البته، فرایند انتخاب وقفه زمانی معتبر خواهد بود اگر $k \geq d_{max}$

باشد. پس اگر مدل دو متغیره زیر را در نظر بگیریم و فرض کنیم که $k + d_{max} = 2$ باشد، خواهیم داشت:

$$\begin{bmatrix} x_{1t} \\ x_{2t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{10} \\ a_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{11}^{(1)} & a_{12}^{(1)} \\ a_{21}^{(1)} & a_{22}^{(1)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{1,t-1} \\ x_{2,t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{11}^{(2)} & a_{12}^{(2)} \\ a_{21}^{(2)} & a_{22}^{(2)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{1,t-1} \\ x_{2,t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{bmatrix} \quad (۲)$$

که در آن، $\begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{bmatrix}$ بردار جملات اخلال است. به عنوان مثال، برای آزمون این فرضیه که x_2 علت گرنجری x_1 نیست، محدودیت $a_{12}^{(1)} = a_{12}^{(2)} = 0$ را آزمون می‌کنیم. آماره آزمون مورد استفاده آماره والد (Wald) است که دارای توزیع χ^2 مجانبی با درجه آزادی برابر با تعداد محدودیت‌های صفر است. آماره آزمون مورد استفاده صرف‌نظر از اینکه متغیرها x_{1t} و x_{2t} پایا از هر درجه‌ای، غیرهمجمع یا همجمع از هر درجه‌ای باشند، معتبر خواهند بود (آرمن و زارع، ۱۳۸٤: ۱۳۰).

٤. برآورد الگو

۱.۴ نتایج آزمون پایایی روی متغیرهای الگو

در این مقاله به منظور بررسی رابطه تعادلی بلندمدت بین انتشار CO_2 و متغیرهای توضیحی ضریب جینی، تولید ناخالص داخلی‌سرانه، مجذور تولید ناخالص داخلی سرانه نسبت جمعیت شهرنشینی به کل جمعیت و شدت انرژی از رویکرد ARDL استفاده شده است. رویکرد ARDL نسبت به سایر تکنیک‌های همگرایی، سه مزیت مهم دارد: اول اینکه در این روش متغیرها می‌توانند انباشته از درجه‌های یک I(1) و صفر I(0) و یا ترکیبی از این دو باشند. دوم اینکه با وجود نمونه‌های کوچک، روش ARDL نتایج مناسب‌تری نسبت به سایر تکنیک‌های همگرایی به همراه دارد. سوم این که این رویکرد با اتخاذ وقفه‌های مناسب، مشکلات همبستگی سریالی و درون‌زایی را کاهش می‌دهد.

گام اول در تحلیل هم‌انباشتگی و رابطه تعادلی بین متغیرهای الگو، تعیین مرتبه انباشتگی متغیرهاست تا از این طریق الگوی مناسب تنظیم گردد. بر این‌اساس ابتدا مانایی کلیه متغیرهای مورد استفاده مورد آزمون قرار می‌گیرد. چنانچه متغیرها مانا نباشند بر اساس نتایج بدست آمده نمی‌توان ارتباط بین متغیرها را به درستی تحلیل نمود. بدین منظور مانایی متغیرها با استفاده از آزمون ریشه واحد دیکی– فولر تعمیم‌یافته (Augmented Dickey-Fuller) برای

کلیه متغیرهای الگو انجام و نتیجه نهایی آزمون برای سطح و تفاضل مرتبه اول در جدول شماره (۱) ارائه شده‌است. نتایج نشان می‌دهد که مجذور لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه، لگاریتم ضریب جینی و همچنین لگاریتم نسبت جمعیت شهرنشینی به کل جمعیت در سطح مانا می باشند اما سایر متغیرهای الگو در سطح داده‌ها ناپایا بوده و همواره مقادیر t محاسبه شده دیکی- فولر تعمیم‌یافته از مقادیر بحرانی مک کینون حتی در سطح ۱۰٪ نیز کوچک‌تر است. ولی، نتایج آزمون ریشه واحد در مورد تفاضل داده‌های سری زمانی نشان می‌دهد که این متغیرها پس از یک بار تفاضل گیری پایا می‌شوند و به عبارتی I(1) می‌باشند.

جدول (۱): نتایج آزمون دیکی-فولر تعمیم‌یافته

متغیر	آماره آزمون در سطح متغیر داده‌ها	آماره آزمون در تفاضل مرتبه اول متغیر داده‌ها	وضعیت پایایی
$LnCO2_t$	۰/۰۸۲۱۶۹	-۸/۸۰۱۰٤٥ (۰/۰۰۰٤)	I(1)
$Ln\ GDP_t$	-۲/٤۹۳۰۳٦	-۷/۳۳۱۳۱٥ (۰/۰۰۰۰)	I(1)
LnE_t	-۰/٤٤۸٥٥۱ (۰/۸۸۹۸)	-۸/٦۹۹۱۳۸ (۰/۰۰۰۰)	I(1)
$Ln\ GDP^2{}_t$	-٤/۲۹۲۷٤٦ (۰/۰۰۸۹)	-	I(0)
$Ln\ GINI_t$	-۳/۷٤۷۲۷۲ (۰/۰۰۷٤)	-	I(0)
$Ln\ U_t$	-۳/۸۳٦۳٤۹ (۰/۰۰۵۸)	-	I(0)

مقدار بحرانی در سطح معنادار ۱ درصد برای آزمون (۲/۹٦۲۷-) و مقدار بحرانی در سطح معنادار ۵ درصد برای آزمون (۳/٥٦۷۱-) است.

منبع: یافته‌های تحقیق

۲.۴ نتایج آزمون الگوی الگوی خود بازگشت با وقفه های توزیعی (ARDL)

پس از بررسی پایایی متغیرهای الگو مشاهده می‌شود که تمامی متغیرها از درجه پایایی یکسانی برخوردار نمی‌باشند. لذا جهت آزمون و بررسی رابطه بلندمدت متغیرهای مذکور

به نظر می‌رسد از آن جایی که در به کارگیری الگوی ARDL بـر خـلاف دیگـر روش هـای موجود نیازی به یکسان بودن درجه پایایی متغیرها نمی‌باشد، لذا در بخش بعدی از این الگـو جهت برآورد استفاده می شود.

قبل از بحث درباره رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرهای الگو لازم است آزمـون وجـود همجمعی در بین متغیرها انجام گیـرد. بـرای انجـام ایـن آزمـون از روش بنرجـی، دولادو و مستر (۱۹۹۲) استفاده شده است. به این منظور ابتدا با استفاده از الگـوی خـود بازگشـت بـا وقفـه هـای تـوزیعی (ARDL) الگـوی پویـا بـرآورد مـی گـردد. بـر ایـن اسـاس مـدل ARDL(2,3,4,4,3,4) مطابق معیار شوارتز–بیزین به عنوان بهترین مدل برآوردی انتخاب شـده است[۱].

پس از برآورد الگوی پویا، فرضیه وجود یا عدم وجود همجمعی بین متغیرهـای موجـود در الگو آزمون می‌شود. در آزمون بنرجی و دیگران چنان‌چه مجموع ضرایب با وقفـه متغیـر وابسته کوچک تر از یک باشد، الگوی پویا به سمت تعادل بلندمدت گـرایش دارد. بنـابراین برای آزمون وجود همجمعی در الگوی خودبازگشت یا وقفه‌های توزیعی لازم است آزمـون فرضیه های زیر انجام شود:

$$H_0: \sum_{I=1}^{p} \alpha_I - 1 \geq 0 \qquad (۳)$$

$$H_1: \sum_{i=1}^{p} \alpha_i - 1 < 0 \qquad (٤)$$

مقدار آماره‌ی مورد نیاز برای انجام فوق به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$t = \frac{\sum \tilde{\alpha}_i - 1}{\sum S_{\tilde{\alpha}_i}} = \frac{0.163887 - 1}{0.2642} = -3.1646 \qquad (۵)$$

کمیت بحرانی ارائه شده توسط بنرجی و همکاران برای مدل با عرض از مبـدأ در سـطح اطمینان ۹۰ درصد برابر با ۲/۹۳– می باشد، لذا فرض صفر رد و وجـود رابطـه‌ی بلندمـدت میان متغیرهای الگو تأیید می‌شود. پس از انجام آزمون و اطمینان از وجود رابطـه بلنـدمـدت می‌توان مدل بلندمدت را برآورد کرد. نتایج برآورد الگـو بلنـدمـدت در جـدول شـماره (۲) آورده شده است:

جدول (۲): نتایج حاصل از برآورد رابطه‌ی تعادلی بلندمدت

نام متغیر	ضریب برآورد شده	انحراف معیار	آماره t
$Ln\ GDP_t$	٤۹۱/۸٤۱۰	۱٤٤/۰٦٦٤	(۰/۰۰۳۵) ٤/۳۱۱۸
$Ln\ GDP^2{}_t$	–۱۳/٦٤۸۰	۳/۱٦۵۷	(۰/۰۰۳۵) –٤/۳۱۱۱

$Ln\ GINI_t$	۱۰/۰۳۲۵	۲/۸۵٦۵	(۰/۰۰۹۸) ۳/۵۱۲۰
$Ln\ U_t$	۳/۰۸٤۵	۱/۵۲۹۷	(۰/۰۸۳٦) ۲/۰۱٦۳
LnE_t	۰/۹۱۲٤	۰/٤۱۰۵	(۰/۰٦۱٦) ۲/۲۲۲٦

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج به دست آمده از جدول شماره (۲) نشان می‌دهد متغیرهای لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه، لگاریتم ضریب جینی، لگاریتم شدت انرژی و لگاریتم نسبت شهرنشینی به کل جمعیت بر لگاریتم سرانه انتشار دی‌اکسیدکربن ($LnCO2_t$) مثبت و متغیر مجذور لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه و اثر منفی دارند. در این بین متغیر ضریب تولید ناخالص داخلی سرانه بیش‌ترین اثرگذاری مثبت را دارد.

با افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه، میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن نیز افزایش می‌یابد و تلویحاً این واقعیت را بیان می‌کند که رشد اقتصادی همراه با تشدید آلودگی است و مقدار زیاد این تأثیر ناشی از آن است که اقتصاد ایران در مرحله اول رشد اقتصادی است و اثر بیشتری بر انتشار آلاینده‌ها دارد.

علامت منفی ضریب لگاریتم مجذور تولید ناخالص داخلی سرانه مربوط به آن بخش از منحنی کوزنتس است که بعد از نقطه عطف و در مسیر نزولی قرار دارد و تأییدی بر فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس است.

از آنجاکه ساختار زندگی شهری، نیازمند استفاده بیش‌تر از منابع انرژی و سوخت های فسیلی مخصوصاً در حمل و نقل است. افزایش میزان شهرنشینی باعث افزایش آلودگی زیست محیطی می‌شود. همچنین سهم قابل توجهی از نشر آلاینده‌ها، انرژی حاصل از سوخت‌های فسیلی است، ارتباط مثبت و معناداری میان شدت انرژی و میزان انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی وجود دارد.

با توجه به مطالب ذکر شده ضریب به دست آمده برای تمامی متغیرها مطابق انتظار و مبانی نظری می‌باشند. در بخش قبل پس از مشخص شدن وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل به بررسی رابطه بلندمدت آن پرداخته شد. در این بخش با تبیین مدل تصحیح خطا، ضمن بررسی رابطه کوتاه‌مدت مدل مورد نظر، چگونگی تمایل ارتباط کوتاه‌مدت این متغیرها به سمت تعادل بلندمدت نشان داده می‌شود[۲].

آن‌چه که در معادله‌ی ECM دارای اهمیت اساسی است ضریب ECM(-1) می‌باشد که نشان‌دهنده سرعت تعدیل عدم تعادل کوتاه‌مدت به سمت تعادل بلندمدت می‌باشد. این ضریب در مدل فوق نزدیک ۰/۸٤- بوده که از لحاظ آماری کاملاً معنی‌دار است. ضریب جمله‌ی تصحیح خطای مذکور نشان از سرعت نسبتاً بالای تعدیل عدم تعادل کوتاه‌مدت به تعادل بلندمدت دارد. این مقدار نشان می‌دهد در هر دوره به مقدار ۸٤ درصد از عدم تعادل تصحیح می‌گردد. بنابراین، سرعت تعدیل در الگوی فوق بالا است و می‌توان به اثرگذاری سیاست‌ها در کوتاه‌مدت امیدوار بود.

۳.۴ نتایج آزمون علیت تودا و یاماموتو

جدول (۳) : آماره آزمون والد، آزمون علیت تودا و یاماموتو

جهت رابطه	Chi-sq	df	Prob
$LnGini \longrightarrow LnCo2$	٦/٨٠٧٧	۱	۰/۰۰۹۱
$LnCo2 \nrightarrow LnGoni$	۲/۱٤۲۳	۱	۰/۱٤۳۳
$LnE \longrightarrow LnCo2$	۲۰/۹۲٥۰	۱	۰/۰۰۰۰
$LnCo2 \nrightarrow LnE$	۰/۷۷٦۰	۱	۰/۳۷۸٤
$LnU \longrightarrow LnCo2$	۲۳/۷٦۹٥	۱	۰/۰۰۰۰
$Lnco2 \nrightarrow LnU$	۰/۰۰٥٦	۱	۰/۹۳۹۸
$LnGDP \longrightarrow LnCo2$	۹/٤٥۷۰	۱	۰/۰۰۲۱
$lnCo2 \longrightarrow LnGDP$	۱۲/۹۸۸۹	۱	۰/۰۰۰۳

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول شماره (۳) نشان می‌دهد که درجه بهینه الگوی VAR مورد نظر یک است. نتایج حاصل از آمون والد نشان می‌دهد که رابطه‌ای دوطرفه بین تولید ناخالص داخلی سرانه و انتشار دی‌اکسید کربن وجود دارد. علاوه بر این رابطه علیت یک‌طرفه از سمت ضریب جینی به انتشار CO2 تأیید می‌شود. همچنین به طور مشابه جریان علیت از متغیرهای لگاریتم شدت انرژی، لگاریتم نسبت شهرنشینی به کل جمعیت به متغیر لگاریتم انتشار CO2 در سطح معناداری ۹۹ درصد تأیید می‌شود.

۵. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در طی سال‌های اخیر تخریب و آلودگی محیط‌زیست به عنوان یک چالش بین‌المللی مورد توجه بسیاری از محققان و سیاستگذاران بوده است. آلودگی زیست محیطی سلامتی انسان-ها و دیگر موجودات زنده را تحت‌الشعاع قرار داده و آثار مخربی را بر حفظ و بقای اکوسیستم‌های طبیعی به جای گذاشته است. براساس شواهد تجربی، گاز دی‌اکسیدکربن بیشترین میزان انتشار را در میان گازهای گلخانه‌ای داشته است. یکی از منابع اصلی انتشار این گازها سوخت‌های فسیلی هستند که از منابع و انرژی‌های به شدت آلاینده محسوب می‌شوند. استفاده بی‌رویه و ناکارا از این انرژی‌ها و منابع منجر به وارد آمدن صدمه جدی به محیط زیست گردیده است. هدف اصلی این مطالعه، بررسی اثرات زیست محیطی توزیع درآمد در ایران طی دوره ۱۳۵۷-۱۳۹٤ است. نتایج حاصل از تخمین مدل خودرگرسیون باوقفه‌های توزیعی بیانگر این است متغیرهای لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه، لگاریتم ضریب جینی، لگاریتم شدت انرژی و لگاریتم نسبت شهرنشینی به کل جمعیت بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن اثرگذاری مثبت مجذور لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه اثر منفی دارد. در این بین متغیر ضریب تولید ناخالص داخلی سرانه دارای بیش‌ترین تأثیر مثبت است. رابطه مثبت میان تولید ناخالص داخلی سرانه و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن نشان‌دهنده این موضوع است که رشد اقتصادی همراه با تشدید آلودگی است و مقدار زیاد این تأثیر ناشی از آن است که اقتصاد ایران در مرحله اول رشد اقتصادی است و اثر بیشتری بر انتشار آلاینده‌ها دارد. همچنین فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس در ایران تأیید می‌شود.

برای بررسی جریان علیت میان متغیرهای مورد استفاده در الگو از آزمون علیت تودا و یاماموتو استفاده شده است. نتایج حاصل از این آزمون نشان می‌دهد که تنها علیت دوطرفه بین تولید ناخالص داخلی سرانه و انتشار دی اکسیدکربن وجود دارد. برای سایر متغیرهای لگاریتم ضریب جینی، لگاریتم شدت انرژی، لگاریتم نسبت شهرنشینی به کل جمعیت جریان علیت به متغیر لگاریتم انتشار CO_2 در سطح معناداری ۹۹ درصد تأیید می‌شود.

پی‌نوشت‌ها

۱. به دلیل کمبود فضا از ارائه الگوی پویا و آزمون ثبات ساختاری الگو (آماره‌های پسماند تجمعی و مجذور پسماند تجمعی) در این تحقیق خودداری شده است.

۲. به دلیل کمبود فضا از ارائه جدول مربوط به مدل تصحیح خطا در این تحقیق خودداری شده است.

کتاب‌نامه

آرمن، عزیز و روح‌الله زارع (۱۳۸٤). «بررسی رابطه علیت گرنجری بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران طی سال‌های (۱۳۸۱-۱۳٤٦)»، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۲٤، ۱٤۳-۱۱۷.

برقی اسکویی، محمدمهدی (۱۳۸۷). «آثار آزادسازی تجاری بر انتشار گازهای گلخانه‌ای. (دی-اکسیدکربن) در منحنی زیست‌محیطی کوزنتس»، تحقیقات اقتصادی، ۸۲: ۱-۲۱.

صادقی، حسین و رحمان سعادت (۱۳۸۳). «رشد جمعیت، رشد اقتصادی و آثار زیست محیطی در ایران(یک تحلیل علّی)»، مجلهٔ تحقیقات اقتصادی، شمارهٔ ٦٤ ، صفحات۱٦۳-۱۸۰.

صادقی، کمال و مهدی موسویان (۱۳۹۳). «تحلیل رابطه علیت بین انتشار کربن، مصرف انرژی و تولید سرانه در ایران: با استفاده از روش بوت استرپ حداکثر آنتروپی»، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، سال سوم، شماره ۱۱، ۱۱٦-۹۱.

عاقلی کهنه شهری، لطفعلی و حسین صادقی (۱۳۸۰). «روند تخریب زیست محیطی در ایران کاربرد منطق فازی»، مجلهٔ اقتصاد کشاورزی وتوسعه، شمارهٔ ۳٦ ، صفحات ۱۷۳-۱۵۱.

عباسپور، مجید (1386) .«انرژی، محیطزیست و توسعه پایدار»، تهران :انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف، جلد 1 و 2 چاپ اول.

فطرس، محمد حسین و رضا معبودی (۱۳۸۹). «رابطه علی مصرف انرژی، جمعیت شهرنشین و آلودگی محیط زیست در ایران ۱۳۸۵-۱۳۵۰»، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال هشتم، شماره ۲۷، صفحات۱-۱۷.

فطرس، محمد حسین و رضا معبودی (۱۳۹۰). «رشد اقتصادی، مصرف انرژی و آلودگی هوا در ایران»، فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی، سال اول، شماره ۱، ۲۱۱-۱۸۹.

شعبانی، زهره و همکاران (۱۳۸۸). «بررسی رابطه علیت بین تولید ناخالص داخلی و حجم گازهای گاخانه‌ای در ایران (مطالعه موردی گاز دی‌اکسیدکربن)»، اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره٦٦، صص۱۹تا٤۱.

شهنازی، روح‌الله، هادیان، ابراهیم و لطف‌الله جرگانی (۱۳۹٦). «بررسی رابطه علیت میان مصرف حامل-های انرژی، رشد اقتصادی و دی‌اکسیدکربن در بخش‌های اقتصاد ایران»، فصلنامه پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، سال هفتم، شماره ۲۸، ۷۰-۵۱.

محمدباقری، اعظم (۱۳۸۹). «بررسی روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت بین تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی و انشار دی‌اکسیدکربن در ایران». فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۲۷، صص۱۰۱-۱۲۹.

Akbostanci, E., Turut Asik, S. and Tunc, I. (2009), "The Relationship between Income and Environment in Turkey: Is There an Environmental Kuznets Curve?", Energy Policy, 37: 861-867.

Alam,S. & A.,Fatima, M.S.,Butt . (2007), "Sustainable Development in Pakistan in the Context of Energy Consumption Demand and Environmental Degradation", Journal of Asian Economics. Vol.18 pp.825-837.

Arrow, K., Bolin, B., Costanza, R., Dasgupta, P., Folke, C., Holling, C.S., Jansson, B.-O., Levin, S., Ma¨ler, K.-G., Perrings, C., Pimentel, D. (1995). "Economic Growth, Carrying Capacity, and the Environment". Science 268, 520 521.

Baek, J. & Gwesah, G. (2013), "Does Income Inequality Harm the Environment?: Empirical Evidence from the United States", Energy Policy, 62, 1434-1437.

Barua, A. & K. Hubacek. (2007), "Water Pollution and Economic Growth, an Environmental Kuznets Curve Analysis at the Watershed and State Level", Sustainability Research Institute, School of Earth and Environment, University of Leeds LS2 9JT, UK.

Bekerman, W. (1992), "Economic Growth and the Environment: Whose Growth? Whose Environment?", World Development, 20: 481-496.

Boyce, J.K. (1994), "Inequality as a Cause of Environmental Degradation", Ecological Economics 11,169–178.

Cole,M.A., & E.,Neumayer. (2004),"Examining the Impact of Demographic Factors on Air Pollution", Population and Development Review,26, No.1, 5-21.

Demir, C, Cergibozan, & Gok,A. (2018), "Income Inequality and CO2 Emissions: Empirical Evidence from Turkey", Energy & Environment, 30(3), 444-461.

Fan, S. (2007), "Agricultural Research and Rural Poverty in India", International Food Policy Research Institute, Washington. No.11, 132-154.

Gerlagh, Reyer, Rob Dellink, Marjan Hofkes, Harmen Verbruggen. (2002), "Analysis a Measure of Sustainable National Income for the Netherlands", Journal of Ecological Economics, No.41.

Grossman, G., Krueger, A. (1991), "Environmental Impacts of the North America Free Trade Agreement", NBER Working Paper no.3914.

Heerink, N., Mulatu, A., Bulte, E. (2001), "Income Inequality and the Environment: Aggregation Bias in Environmental Kuznets curves", Ecological Economics38, 359–367.

Jorgenson, A, Schor J, & Huang X. (2017), "Income Inequality and Residential Carbon Emissions in the United States: a state level analysis, 1997–2012", Ecol Econ, 134, 40–48.

Khanna, N. (2002), "The Income Elasticity of Non-Point Source Air Pollutants: Revisiting the Environmental Kuznets Curve", Economics Letters, 77, 387–392.

Kohler, M. (2013), "CO2 emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade: A South African Perspective", Energy Policy, 63, 1042-1050.

Lio, Q., Wang, Sh,. Zhang, W., & Li, J. (2018), "Income Distribution and Environmental Quality in China: A Spatial Econometric Perspective", Journal of Cleaner Production, 205 (20), 14-26.

Stern, D.I. (1998), "Progress on the Environmental Kuznets Curve?", Environment and Development Economics, 3: 173-196.

Stern, D.I & Cleveland, C.I. (2004), "Energy and Economic Growth", Rensselaer Working Paper, No. 0410.

Stiglitz, J. E. (2012), "The Price of Inequality: How today's Divided Society Endangers Our Future". WW Norton & Company. New York-London.

Pigou, A. (1920), "The Economics of Welfare", London, Malmillan & Co. World Development Indicators (WDI) Data Base (2008).

Piketty, T. (2014), "Capital in the Twenty-First Century". Harvard University Press, Cambridge, MA.

Piketty, T., Saez, E. (2003), "Income Inequality in The United States, 1913-1998" Quarterly Journal of Economics, 118, 1-39.

Ravallion M., Heil, M. and J. Jalan. (2000), "Carbon Emissions and Income Inequality", Oxford Economic papers, 52: 651–669.

Tol, S.J.W., R. Pacala & S.R. Socolow. (2006), "Understanding Longterm Energy Use and Carbon Dioxide Emissions in the USA", Humborg University.

Torras, M., Boyce, J.K. (1998), "Income, Inequality, and Pollution: Are Assessment of the Environmental Kuznets Curve", Ecological Economics25, 147–160.

UNCED (1992), Earth summit. Rio de Jeneiro declaration.

Uzar, U., & Eyuboglu, K. (2019), "The Nexus between Income Inequality and CO2 Emissions in Turkey", Journal of Cleaner Production, 277 (1), 149-157.