فصلنامهٔ سیاست‌گذاری پیشرفت اقتصادی دانشگاه الزهرا(س)
سال سوم، شمارهٔ ۸، پاییز ۱۳۹۴

بررسی رابطه بین توسعه بخش‌های صنعتی و کشاورزی و آلودگی سرانه آب در ایران (رهیافت تودا و یاماموتو و حداقل مربعات پویا)[۱]

مجید فشاری[۲]، کاظم محمدی اقدم[۳] و نیر قمری نوتاش[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۴/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۶/۳۰

چکیده

بررسی عوامل مؤثر بر انتشار آلاینده‌های زیست محیطی در ادبیات اقتصاد محیط زیست همواره مورد توجه اقتصاد دانان قرار گرفته و بخش عمده‌ای از مطالعات تجربی را در دهه‌های اخیر به خود اختصاص داده است. در این راستا، هدف اصلی این مطالعه، بررسی تأثیر توسعه بخش صنعتی و کشاورزی و شهرنشینی بر انتشار آلودگی سرانه آب در ایران طی سالهای ۲۰۱۴-۱۹۷۵ می‌باشد. به این منظور، برای بررسی رابطه کوتاه مدت از آزمون علیت تودا و یاماموتو و جهت تبیین ارتباط بلندمدت بین متغیرهای مدل از رهیافت حداقل مربعات پویا استفاده شده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در کوتاه مدت، یک رابطه علی یک طرفه از سوی متغیرهای ارزش افزوده بخش صنعت،

---

۱. شناسه دیجیتال (DOI): 10.22051/edp.2017.11973.1059
۲. استادیار دانشکده اقتصاد دانشگاه خوارزمی، تهران، (نویسنده مسئول)؛ majid.feshari@gmail.com
۳. دکتری علوم اقتصادی از دانشگاه باکو آذربایجان؛ kazemmohammadiaghdam@yahoo.com
۴. کارشناس ارشد علوم اقتصادی دانشگاه تبریز؛naghamari@gmail.com

مصرف انرژی به متغیر انتشار آلودگی سرانه آب برقرار بوده و در بلندمدت، متغیرهای ارزش افزوده بخش صنعت، مصرف انرژی و تراکم جمعیت شهری، تأثیر مثبت و معنی‌دار بر آلودگی آب دارند.

واژگان کلیدی: توسعه بخش کشاورزی، توسعه بخش صنعتی، تراکم جمعیت شهری، آلودگی آب، روش تودا و یاماموتو و حداقل مربعات پویا

طبقه‌بندی JEL: C22, Q53

۱. مقدمه

بررسی عوامل مؤثر بر شاخص‌های کیفیت زیست محیطی با تأکید بر رابطه بین متغیر درآمد سرانه حقیقی و انتشار گاز دی‌اکسید کربن (آزمون فرضیه زیست محیطی کوزنتس) در سالهای اخیر مورد توجه اقتصاددانان محیط زیست قرار گرفته است. از بعد نظری، ارتباط بین درآمد سرانه حقیقی و شاخص‌های کیفیت زیست‌محیطی که در قالب منحنی زیست محیطی کوزنتس[1] مطرح می‌شود، در چارچوب سه اثر مقیاس[2]، اثر ترکیب[3] و اثر فنی و تکنولوژیکی[4] قابل بحث است. اثر مقیاس، بیانگر تغییر در اندازه فعالیت‌های اقتصادی، اثر ترکیب، مبین تغییر در ترکیب یا سبد کالاهای تولیدی و اثر فنی، نشان‌دهنده تغییر در فن و شیوه تولید و تغییر به سمت استفاده از فناوری پاک است. به عبارت دیگر با افزایش رشد اقتصادی، از طریق اثرات مقیاس، آلودگی محیط زیست افزایش یافته، در حالی که بر اساس اثرات ترکیب و اثرات فنی، آلودگی کاهش پیدا می‌کند. بنابراین فرضیه زیست محیطی کوزنتس، بیانگر این است که با افزایش رشد اقتصادی در مراحل اولیه به دلیل غالب شدن اثر مقیاس بر دو اثر فنی و اثر ترکیب، آلودگی محیط زیست افزایش یافته و سپس در مراحل بعدی، رشد آلودگی محیط زیست کاهش پیدا می‌کند.

از نقطه نظر تجربی، مطالعات متعددی پیرامون آزمون فرضیه زیست محیطی کوزنتس در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه صورت گرفته است. در اغلب این

1. Environmental Kuznets Curve
2. Scale Effect
3. Composition Effect
4. Technique Effect

پژوهش‌ها از شاخص‌های کیفیت محیط زیست مختلف و روشهای تخمین متفاوتی برای آزمون این فرضیه استفاده شده، و نتایج مختلفی در مورد رد و یا عدم رد فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس حاصل شده است. نکته‌ای که در اغلب مطالعات تجربی نسبت به آن غفلت گردیده، چگونگی تأثیرگذاری سایر متغیرهای مؤثر بر میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن و بویژه متغیرهایی مانند ارزش افزوده بخش‌های صنعتی و کشاورزی و به عنوان متغیرهای جایگزین برای رشد بخش صنعتی وکشاورزی می‌باشد.

بررسی نحوه تأثیرگذاری این متغیرها بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن از این جهت حائز اهمیت است که با رشد بخش کشاورزی و صنعتی، تقاضا برای مواد اولیه تأمین‌کننده این بخش‌ها افزایش یافته و در نتیجه آن، انتظار می‌رود با گسترش و رشد این بخش‌ها میزان آلایندگی هوا افزایش یابد. از سوی دیگر، با رشد این بخش‌ها تقاضا برای حامل‌های انرژی افزایش یافته که این امر منجر به افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بویژه دی‌اکسید کربن می‌شود. در این راستا هدف اصلی این پژوهش، تخمین منحنی تعمیم یافته زیست محیطی کوزنتس با تأکید بر متغیرهای ارزش افزوده بخش‌های کشاورزی و صنعتی، تراکم جمعیت شهری و مصرف انرژی در ایران با بهره‌گیری از رهیافت‌های علیت تودا و یاماموتو و همچنین روش حداقل مربعات پویا در ایران طی سالهای ۲۰۱۴-۱۹۷۵ می‌باشد. برای بررسی این هدف، ادامه مقاله به صورت زیر سازماندهی شده است:

در بخش دوم، به مروری بر مبانی نظری موضوع پرداخته شده و در قسمت سوم، مطالعات تجربی تحقیق مورد بررسی قرار می‌گیرد. در بخش چهارم، به صورت اجمالی به معرفی رهیافت‌های تودا و یاماموتو و حداقل مربعات پویا پرداخته شده و در قسمت پنجم، مدل تحقیق و پایگاه داده‌های آماری معرفی می‌شود. نتایج تخمین مدل و تحلیل یافته‌های تحقیق در بخش ششم ارائه می‌شود. بخش هفتم و پایانی مقاله نیز به جمع‌بندی و نتیجه‌گیری کلی تحقیق اختصاص یافته است.

۲. مروری بر مبانی نظری موضوع

منحنی زیست‌محیطی کوزنتس یک رابطه به شکل U معکوس را بین رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست نشان می‌دهد. شکل این منحنی نشانگر این است که در مراحل اولیه رشد اقتصادی، آلودگی به سرعت افزایش می‌یابد و پس از آنکه کشور در مراحل

پیشرفته صنعتی قرار گرفت، آلودگی محیط زیست کاهش پیدا می‌کند. در مراحل اولیه بخصوص قبل از نقطه برگشت، مردم به توسعه اقتصادی، شغل و درآمد بالا اهمیت بیشتری قائل اند، ولی پس از اینکه کشور به سطح معینی از رفاه و رشد اقتصادی (نقطه آستانه)[1] می‌رسد، مردم توجه بیشتری به آلودگی و آغاز برنامه‌هایی برای کاهش آلودگی هوا و منابع آب دارند.

فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس بیانگر این است که در سطوح پایین درآمد سرانه، توزیع درآمد به سطوح درآمدی بالا متمایل است. در مراحل بعد با افزایش درآمد سرانه، تمایل به سمت سطوح درآمدی بالاتر کاهش یافته و نابرابری درآمدی نیز کاهش می‌یابد (کیجیم و همکاران[2]، ۲۰۱۰).

رابطه میان رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست از اواخر دهه ۱۹۶۰ به طور گسترده‌ای در ادبیات اقتصاد محیط زیست مورد بررسی قرار گرفته است. افزایش آگاهی در مورد مسائل زیست محیطی منجر به انجام مطالعات بسیاری در زمینه تجزیه و تحلیل رابطه میان رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست شده است. بر اساس دیدگاه برخی از اقتصاددانان و کارشناسان محیط زیست، رشد اقتصادی لزوماً نیاز به مواد و انرژی بیشتری داشته و منجر به تخریب محیط زیست می‌شود. از طرف دیگر به اعتقاد برخی اقتصاددانان، رشد اقتصادی ممکن است از طریق تغییرات تکنولوژیکی، کیفیت محیط زیست را بهبود بخشد. بنابراین بر اساس دیدگاه دوم، می‌توان انتظار داشت که انتشار گازهای گلخانه‌ای، در مراحل اولیه رشد افزایش پیدا کرده و به اوج رسیده و در نهایت با افزایش درآمد سرانه، آلودگی محیط زیست کاهش می‌یابد. اگر این فرض درست باشد، سیاست های اقتصادی اجازه استفاده گسترده از محیط زیست به منظور رشد اقتصادی را فراهم می‌نماید. ولی انجام چنین سیاست هایی دارای خطراتی است. اگر کشورهای در حال توسعه تصمیم به چشم پوشی حفاظت از محیط زیست نمایند، با فرض اینکه در نهایت افزایش درآمد باعث کاهش تخریب محیط زیست شود، اجرای این سیاست می‌تواند عواقب مخربی داشته باشد، زیرا این امکان وجود دارد که نقطه آسیب پذیر غیرقابل برگشت اکوسیستم خاص همان نقطه برگشت بهبود محیط زیست باشد (مدیسون[3]، ۲۰۰۶).

1. Threshold Point
2. Kijima*, et al.*
3. Maddison

در مورد ارتباط بین رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست، برخی از نظریه ها به شرح زیر است:

۱. کیفیت محیط زیست، یک کالای لوکس بوده و کشش درآمدی آن بیشتر از یک است؛ به طوری که مردم در مراحل اولیه توسعه، ارزش زیادی برای محیط زیست قائل نیستند، ولی بعد از رسیدن به سطح درآمد بالاتر که در آن، برخی از نیازهای اساسی برآورده شده، حاضرند هزینه بیشتری برای یک محیط پرداخت کنند. به عبارت دیگر، زمانی که که یک کشور به استاندار خاصی از زندگی می‌رسد، نگرانی در مورد محیط زیست، به یک امر لازم و ضروری به منظور کاهش تخریب محیط زیست تبدیل می‌شود.
۲. از آنجا که با افزایش درآمد، سطح آموزش و تحصیلات در جامعه افزایش می‌یابد، لذا حساسیت مردم نسبت به عواقب فعالیت‌های اقتصادی در مورد مسائل زیست محیطی بیشتر می‌شود.
۳. رشد اقتصادی، مقررات سختگیرانه زیست محیطی را از طریق تقویت نهادهای اجتماعی به دنبال دارد. نتایج برخی از مطالعات نشانگر این است که دولت‌های کشورهای توسعه‌یافته نسبت به سایر کشورها مقررات زیست محیطی سختگیرانه‌تری دارند.
۴. بهبود در فناوری که با رشد اقتصادی رخ می‌دهد، منجر به کاهش تخریب محیط زیست از طریق افزایش بهره‌وری می‌شود.

در بسیاری از مطالعاتی که در زمینه آزمون فرضیه زیست محیطی کوزنتس انجام شده است، آلودگی هوا و یا آب به عنوان متغیر وابسته و درآمد ملی سرانه، تراکم جمعیت و سایر متغیرهای اقتصادی همانند ارزش افزوده بخش کشاورزی، صنعتی، تراکم جمعیت شهری و مصرف انرژی، به عنوان متغیرهای توضیحی دیده شده اند. از آنجا که درآمد سرانه به تنهایی نمی‌تواند تعیین کننده بهینه ای از آلودگی در چارچوب مدل EKC باشد، لذا برخی از محققان به منظور تجزیه و تحلیل اقتصادی زیست محیطی، علاوه بر درآمد سرانه، متغیرهای ارزش افزوده بخش کشاورزی، صنعتی، نرخ رشد جمعیت شهری و مصرف انرژی را به مدل اضافه می‌کنند (فلورس و همکاران[1]، ۲۰۱۴).

1. Flores, *et al*.

دلیل ارتباط بین مصرف انرژی و آلودگی محیط زیست، به ارتباط بین مصرف انرژی و سطح تولید و رشد اقتصادی برمی‌گردد. بر اساس دیدگاه ارائه شده توسط نارایان و سینگ[1] (۲۰۰۷)، نارایان و همکاران[2] (۲۰۰۸) و ولدرافائل[3] (۲۰۰۶)، کارآیی مصرف انرژی در سطوح بالاتر تولید و رشد اقتصادی بیشتر است. به عبارت دیگر، با افزایش درآمد سرانه و رشد اقتصادی، انتظار بر این است که کارآیی استفاده از حامل‌های انرژی در تولید افزایش یافته که این امر، منجر به کاهش میزان آلایندگی هوا و تخریب محیط زیست شود. مطالعات نظری انجام‌شده در زمینه ارتباط بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی بیانگر ارتباط علی دو طرفه بین این دو متغیر می‌باشد. لذا می‌توان بیان کرد که افزایش مصرف انرژی می‌تواند زمینه ارتقای تولید و رشد اقتصادی را فراهم نموده و در صورتی که کارآیی مصرف انرژی در مورد حامل‌های انرژی حفظ شود، سطح تولید و رشد اقتصادی ارتقا یابد (آنیس و احمد[4]، ۲۰۱۰).

از دیگر متغیرهای توضیحی مؤثر بر ارتباط بین رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست، درجه بازبودن اقتصاد و حجم تجارت می‌باشد. این متغیر می‌تواند تأثیر مثبت و یا منفی بر آلودگی محیط زیست داشته باشد. به عبارت دیگر، با افزایش حجم تجارت میان کشورها و درصورتی که محصولات صنعتی از کشورهای توسعه یافته به کشورهای درحال توسعه صادر شود، می‌توان انتظار داشت که سطح تولید و رشد اقتصادی در کشورهای درحال توسعه افزایش یافته و این امر در نهایت، به کاهش تخریب محیط زیست و آلودگی هوا منجر شود. اما در شرایطی که صادرات محصولات صنعتی و با فناوری بالا به کشورهای در حال توسعه، زمینه افزایش بهره‌وری عوامل تولید را فراهم ننماید، نمی‌توان انتظار داشت که افزایش رشد اقتصادی به کاهش آلودگی محیط زیست بیانجامد. لذا در این حالت، افزایش حجم تجارت و درجه بازبودن اقتصاد تأثیر مثبت بر میزان آلایندگی هوا خواهد داشت.

از دیگر متغیرهای توضیحی مؤثر بر میزان آلودگی هوا و تخریب محیط زیست، می‌توان به متغیرهای ارزش افزوده بخش‌های کشاورزی و صنعتی به عنوان متغیرهای جایگزین برای توسعه این دو بخش اشاره کرد. علی‌رغم آلایندگی کمتر هوا توسط بخش کشاورزی در مقایسه با بخش صنعتی، در صورتی که با افزایش سطح تولید در این دو

1. Narayan and Sing
2. Narayan, *et al.*
3. Wolde-Rufael
4. Anees and Ahmed

بخش، نیاز به استفاده از حامل‌های انرژی افزایش یابد، می‌توان انتظار داشت که افـزایش ارزش افزوده این دو بخش، میزان استفاده از حامل‌های انرژی را در تولید افـزایش داده و از این طریق، به افزایش آلودگی هوا کمک نماید (هالیسی‌اوغلو[1]، ۲۰۰۹).

با توجه به بخش مبانی نظری، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که علاوه بـر متغیـر درآمـد سرانه، متغیرهایی مانند ارزش افزوده بخش‌های کشاورزی و صنعتی، نرخ رشد جمعیـت و مصرف انرژی بر متغیرهای کیفیت زیست محیطی تأثیرگذار بـوده کـه بایـد در بخـش مدل‌سازی تجربی تحقیق مورد توجه قرار گیرد.

۳. مروری بر پیشینه تحقیق

در زمینه بررسی عوامل مؤثر بر انتشار گازهای گلخانه‌ای و بویژه آزمـون فرضـیه زیسـت محیطی کوزنتس در خارج و داخل کشور، مطالعات متعددی صورت گرفته اسـت کـه در این بخش، مهمترین این مطالعات مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۳-۱. مطالعات خارجی

روسا و همکاران[2] (۲۰۰۱)، به بررسی رابطـه رشـد اقتصـادی و آلـودگی هـوا در اسـپانیا پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که فرضیه منحنی زیست محیطـی کـوزنتس در کشور اسپانیا قابل تأیید نمی‌باشد. بنابراین نمی‌توان تصـور کـرد کـه رشـد اقتصـادی بتواند به تنهایی مشکلات زیست محیطی را حل کند.

در مطالعه تجربی دیگری، هالکس[3] (۲۰۰۳) به بررسی رابطه بـین رشـد اقتصـادی و دی‌اکسید گوگرد در ۷۳ کشور طی سالهای ۹۰-۱۹۶۰ با استفاده از روش‌هـای گشـتاور تعمیم یافته و ضرایب تصادفی پرداخته است. نتایج مطالعه بـا اسـتفاده از روش گشـتاور تعمیم یافته[4]، فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس را تأیید کرده و نقطه برگشت بین ۶۲۳۰-۲۸۵۰ دلار می‌باشد، ولی روش ضرایب تصادفی این فرضیه را تأیید نمی‌کند.

مولر و وگنر[5] (۲۰۰۴)، با استفاده از داده‌های ۱۰۷ کشور طی دوره زمانی ۹۸-۱۹۸۶ و با تأکید بر بعضی مسائل اقتصادسنجی نظیر همبستگی بین بخشی و تکنیک‌هـای هـم

1. Halicioglu
2. Roca, *et al.*
3. Halkos
4. Generalized Method of Moments
5. Muller & Wagner

انباشتگی در بررسی رابطه کوزنتس نشان دادند که در پیشرفت تکنولوژی، نقطه برگشت درآمد سرانه برابر ۳ هزار دلار به قیمت های ثابت سال ۱۹۹۵ می‌باشد و در غیر این صورت، همواره آلودگی افزایش خواهد یافت.

گالئوتی و همکاران[1] (۲۰۰۶)، رابطه بین رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست را برای گروهی از کشورها طی سالهای ۹۷-۱۹۶۰ بررسی کرده‌اند. نتایج مطالعه آنان نشان می‌دهد که رابطه بین رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست در کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی به شکل U معکوس بوده و در سایر کشورها این رابطه مشاهده نشده است.

لیو[2] (۲۰۰۶)، در مطالعه‌ای به بررسی رابطه علیت بین تولید ناخالص داخلی و آلودگی هوا طی سالهای ۲۰۰۳-۱۹۷۳ در نروژ پرداخته‌اند. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که یک رابطه علی یک سویه بین تولید ناخالص داخلی و آلودگی هوا وجود دارد؛ به طوری که یک رابطه علی بلندمدت از تولید ناخالص داخلی به منواکسیدکربن و دی‌اکسیدکربن وجود داشته و رابطه علی کوتاه مدت از دی‌اکسیدگوگرد به تولید ناخالص داخلی وجود دارد.

باروآ و هاباسک[3] (۲۰۰۹)، با استفاده از داده‌های ۱۶ ایالت هند طی دوره ۲۰۰۱-۱۹۸۱ به بررسی رابطه بین شاخص‌های آلودگی آب و رشد اقتصادی پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در ۱۲ ایالت، رابطه معنی‌داری بین آلودگی و رشد اقتصادی وجود دارد، به طوری که در ۴ ایالت فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس تأیید شده و در ۸ ایالت دیگر، این رابطه به شکل U یا N بوده است. تاو و همکاران[4] (۲۰۰۸)، طی مطالعه‌ای با استفاده از روش هم‌انباشتگی در داده‌های تابلویی، به بررسی رابطه بین آلودگی محیط زیست و رشد اقتصادی استان‌های چین طی سالهای ۲۰۰۵-۱۹۸۵ پرداخته‌اند. نتایج مطالعه، وجود ارتباط بلندمدت بین آلودگی محیط زیست و رشد اقتصادی را تأیید می‌کند. همچنین بر اساس نتایج به دست آمده، فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای استان‌های چین پذیرفته شده است. هانگ و واگنر[5] (۲۰۰۸)، طی مطالعه‌ای به بررسی رابطه بین دی‌اکسید کربن، دی‌اکسید گوگرد و تولید

1. Galeotti, *et al.*
2. Liu
3. Barua & Hubacek
4. Tao, *et al.*
5. Hong & Wagner

ناخالص داخلی با استفاده از روش هم‌انباشتگی غیرخطی برای ۱۹ کشور صنعتی طی سالهای ۲۰۰۰-۱۸۷۰ پرداخته‌اند. بر اساس نتایج، فرضیه منحنی زیست در نیمی از کشورهای مورد بررسی تأیید شده است.

مازانتی و همکاران[1] (۲۰۰۸)، طی مطالعه‌ای به بررسی منحنی زیست محیطی کوزنتس برای انتشار گازهای گلخانه‌ای در ایتالیا با استفاده از ماتریس حسابهای ملی و داده‌های تلفیقی استانی طی سالهای ۲۰۰۱-۱۹۹۰ پرداخته‌اند. نتایج مطالعه نشان می‌دهد فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در استان‌های ایتالیا در صورتی تأیید می‌شود که تمرکز بر روی فعالیت‌های تولیدی صورت پذیرد.

آکبستانکی و همکاران[2] (۲۰۰۹)، در مطالعه‌ای به بررسی رابطه بین درآمد سرانه و آلودگی محیط زیست در ترکیه پرداخته‌اند. در این مطالعه، ابتدا رابطه دی‌اکسید کربن و درآمد سرانه ترکیه با استفاده از روش هم‌انباشتگی جوهانسن- جوسیلیوس طی سالهای ۲۰۰۳-۱۹۶۸ بررسی شده است. نتایج تخمین مدل بیانگر این است که با افزایش درآمد سرانه، میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن در این کشور در بلندمدت افزایش می‌یابد. در مرحله بعد، رابطه آلودگی هوا و درآمد سرانه در ۵۸ استان طی سالهای ۲۰۰۱-۱۹۹۲ با استفاده از روش داده‌های تابلویی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که رابطه بین آلودگی هوا و درآمد سرانه در استان های مورد بررسی به شکل N است.

بارنت[3] (۲۰۰۹)، در مطالعه‌ای به بررسی رابطه بین رشد اقتصادی و تخریب محیط‌زیست در ۱۰۰ شهر ایالات متحده آمریکا طی سالهای ۲۰۰۵-۲۰۰۱ پرداخته‌اند. نتایج مطالعه، فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس بین آلودگی هوا و درآمد سرانه را تأیید می‌کند.

هالیسی اوغلو[4] (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای با استفاده از رهیافت خودرگرسیونی با وقفه‌های توزیعی، به بررسی ارتباط بلندمدت بین متغیرهای آلودگی هوا، مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ترکیه طی سالهای ۲۰۰۷-۱۹۸۰ پرداخته است. یافته‌های تجربی این مطالعه نشان می‌دهد که در بلندمدت، متغیرهای مصرف انرژی و درآمد سرانه، تأثیر مثبت و معنی‌دار بر میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن داشته و منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای کشور ترکیه مورد تأیید قرار می‌گیرد.

1. Mazzanti, *et al.*
2. Akbostanci, *et al.*
3. Burnett
4. Halicioglu

هی و ریچارد[1] (۲۰۱۰)، طی مطالعه‌ای به بررسی رابطه بین انتشار گاز دی‌اکسید کربن و رشد اقتصادی کانادا طی سالهای ۲۰۰۴-۱۹۴۸پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه، فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس را تأیید نمی‌کند.

لی و همکاران[2] (۲۰۱۰)، در مطالعه‌ای با استفاده از روش گشتاور تعمیم یافته در داده‌های تابلویی به بررسی رابطه آلودگی آب و رشد اقتصادی کشورهای منطقه آفریقا، آسیا و اقیانوسیه، آمریکا و اروپا طی سالهای ۱۹۸۰-۲۰۰۱ پرداخته‌اند. نتایج مطالعه فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس را برای کشورهای آمریکایی و اروپایی تأیید نموده ولی این فرضیه در کشورهای آفریقایی و آسیایی و اقیانوسیه مورد تأیید قرار نگرفته است.

موسولسی و همکاران[3] (۲۰۱۰)، در مطالعه‌ای به بررسی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای انتشار گاز دی‌اکسید کربن در ۱۰۹ کشور طی سالهای ۱۹۵۹-۲۰۰۱ پرداخته‌اند. نتایج مطالعه، فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس را برای کشورهای صنعتی تأیید نموده ولی در کشورهای کمتر توسعه یافته میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن با افزایش درآمد، به طور مستمر افزایش می یابد.

باگلیانی و همکاران[4] (۲۰۱۰)، در مطالعه‌ای به بررسی رابطه بین رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست در ۱۵۱ کشور منتخب طی سالهای ۲۰۰۳-۱۹۶۱ پرداخته‌اند. بر اساس نتایج مطالعه، فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس در کشورهای مورد بررسی تأیید نمی‌شود.

آنیس و احمد[5] (۲۰۱۰) با بهره‌گیری از رهیافت علیت گرنجر و الگوی خودرگرسیون برداری، به تجزیه و تحلیل کوتاه مدت ارتباط بین متغیرهای ارزش افزوده بخش کشاورزی، بخش صنعتی، مصرف انرژی و انتشار گاز دی‌اکسید کربن در پاکستان طی سالهای ۲۰۰۷-۱۹۷۱ پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در کوتاه مدت، یک رابطه علی یک طرفه از متغیرهای ارزش افزوده بخش صنعتی، سطح تولید و مصرف انرژی به متغیر انتشار گاز دی‌اکسید کربن برقرار می‌باشد.

1. He & Richard
2. Lee, *et al.*
3. Musolesi, *et al.*
4. Bagliani, *et al.*
5. Anees and Ahmed

وو و همکاران[1] (۲۰۱۲) با استفاده از رهیافت تحلیل پوششی داده‌ها، بررسی ارتباط بین کارآیی مصرف انرژی بخش صنعتی و انتشار گاز دی‌اکسید کربن را در چین طی سالهای ۲۰۱۱-۲۰۰۰ مورد مطالعه قرار داده‌اند. نتایج مطالعه بیانگر این است که با بهبود تکنولوژی تولید، کارآیی مصرف انرژی در بخش صنعتی افزایش می‌یابد.

مینگ و همکاران[2] (۲۰۱۵)، در مطالعه خود با استفاده از رهیافت حداقل مربعات پویا، رابطه بین متغیرهای مصرف انرژی، ارزش افزوده بخش صنعتی و انتشار گاز دی‌اکسید کربن را در چین طی سالهای ۲۰۱۱-۱۹۷۵ بررسی کرده‌اند. یافته‌های تجربی این مطالعه نشان می‌دهد که رابطه همجمعی بین متغیرهای مدل برقرار بوده و متغیرهای مصرف انرژی و ارزش افزوده بخش صنعتی، تأثیر مثبت و معنی‌دار بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن دارند.

۲-۳. مطالعات انجام یافته داخلی

صادقی و سعادت (۱۳۸۳)، در مطالعه‌ای با استفاده از داده‌های سری زمانی دوره ۸۰-۱۳۴۶ اقتصاد ایران به بررسی رابطه علی بین رشد جمعیت، آلودگی زیست‌محیطی و رشد اقتصادی پرداخته و برای این منظور از آزمون علیت هشیائو[3] استفاده کرده‌اند. نتایج تحقیق حاکی از آن است که رابطه دو طرفه بین اثرات زیست محیطی و رشد اقتصادی وجود دارد. اما تنها رابطه یک سویه از رشد جمعیت به اثرات زیست محیطی را نشان می‌دهد.

پژویان و مرادحاصل (۱۳۸۶)، در مطالعه‌ای به بررسی اثر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا در ۶۷ کشور با گروه درآمدی متفاوت پرداخته اند. نتایج مطالعه، برقراری منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در کشورهای مورد بررسی را تأیید می‌کند.

برقی اسکویی (۱۳۸۷)، به بررسی ارتباط منحنی زیست‌محیطی کوزنتس با فرضیه پناهگاه آلودگی، در قالب چهار گروه کشوری طی دوره زمانی ۲۰۰۲-۱۹۹۲ پرداخته است. نتایج حاصل دلالت بر این دارد که افزایش درآمد سرانه در کشورهای با درآمد سرانه بالا و کشورهای با درآمد سرانه متوسط بالا، باعث کاهش انتشار دی اکسید کربن و در کشورهای با درآمد سرانه متوسط پایین و کشورهای با درآمد سرانه پایین، موجب افزایش آن می‌شود.

1. Wu, *et al.*
2. Ming, *et al.*
3. Hisiao

در مطالعه دیگری، نصراللهی و غفاری گولک (۱۳۸۷)، توسعه اقتصادی و آلودگی محیط زیست در کشورهای عضو پیمان کیوتو و کشورهای آسیای جنوب غربی را طی سالهای ۲۰۰۴-۱۹۹۰ بررسی کرده‌اند. نتایج بررسی برای کشورهای آسیای جنوب غربی، یک رابطه افزایشی خطی بین انتشار گاز دی‌اکسید کربن و شاخص توسعه انسانی را نشان می‌دهد و این رابطه برای کشورهای پیمان کیوتو به شکل N می‌باشد.

پورکاظمی و ابراهیمی (۱۳۸۷)، در مطالعه‌ای به بررسی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در خاورمیانه طی سالهای ۲۰۰۳-۱۹۸۰پرداخته‌اند. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که فرضیه زیست منحیطی کوزنتس در خاورمیانه را نمی‌توان رد کرد.

امیرتیموری و خلیلیان (۱۳۸۸)، با بررسی رشد اقتصادی و میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن در کشورهای عضو اوپک طی سالهای ۲۰۰۶-۲۰۰۱ به این نتیجه رسیدند که فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس برای کشورهای عضو اوپک پذیرفته نشده و در واقع، میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن در این کشورها در فرایند رشد اقتصادی به طور مستمر افزایش می یابد.

فطرس و نسرین دوست (۱۳۸۸)، در مطالعه‌ای به بررسی رابطه آلودگی هوا، آلودگی آب، مصرف انرژی و رشد اقتصادی ایران طی سالهای ۸۳-۱۳۵۹ پرداخته‌اند. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که فرضیه کوزنتس برای نشر دی اکسید کربن، درآمد سرانه، آلودگی آب، سرانه مصرف انرژی، رد می شود و برای رابطه نشر دی اکسید کربن و سرانه مصرف انرژی، رد نمی شود.

غزالی و زیبایی (۱۳۸۸)، در مطالعه‌ای رابطه بین آلاینده منواکسیدکربن کربن و رشد اقتصادی در پنج استان اصفهان، تهران، خراسان، فارس و مازندران در دوره زمانی ۸۵-۱۳۷۵ بررسی و تحلیل نموده‌اند. نتایج مطالعه نشانگر افزایش آلودگی همراه با رشد اقتصادی می باشد.

آماده و همکاران (۱۳۸۸)، به بررسی حجم گازهای گلخانه‌ای و تولید ناخالص داخلی سرانه در ایران طی سالهای ۸۵-۱۳۵۳ با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی، پرداخته‌اند. نتایج به دست آمده حاکی از وجود یک الگوی زیست محیطی کوزنتس ناقص در ایران است.

عرب‌مازار و صداقت‌پرست (۱۳۸۹)، در مطالعه‌ای منحنی زیست محیطی کوزنتس به صورت منطقه‌ای در سطح شهر تهران برای پسماندهای جامد طی سالهای ۸۵-۱۳۷۵

بررسی کرده اند. بر اساس نتایج مطالعه، اگرچه فرضیه منحنی کوزنتس به اثبات نرسیده است، ولی اثر سیاست تفکیک از مبدأ پسماندهای خشک که از سال ۱۳۸۳ به اجرا درآمده، بر روی شیب منحنی، معنی‌دار ظاهر شده است.

بهبودی و همکاران (۱۳۸۹)، در مطالعه‌ای به بررسی رابطه مصرف انرژی (شدت استفاده از انرژی)، رشد اقتصادی و انتشار سرانه دی اکسید کربن طی سالهای ۱۳۸۳-۱۳۴۶ در ایران پرداخته‌اند. در این مطالعه، برای برآورد مدل از روش هم انباشتگی جوهانسون - جوسیلیوس و مدل تصحیح خطای برداری استفاده شده است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان‌دهنده وجود رابطه‌ای مثبت بین متغیرهای مستقل همانند مصرف انرژی، رشد اقتصادی، آزاد سازی تجاری، جمعیت شهرنشین و متغیر انتشار سرانه دی اکسید کربن در ایران است.

در جمع‌بندی مطالعات انجام یافته خارجی و داخلی می‌توان بیان کرد که در اغلب مطالعات، به آزمون فرضیه زیست محیطی کوزنتس پرداخته شده و تأثیر سایر متغیرهای توضیحی نظیر متغیرهای ارزش افزوده بخش کشاورزی، بخش صنعتی و مصرف انرژی بر انتشار آلودگی سرانه آب بررسی نشده است. لذا انجام این مطالعه با در نظر گرفتن تأثیر این متغیرها بر میزان آلودگی آب و تخریب محیط زیست در ایران دارای نوآوری می‌باشد.

۴. معرفی روش تخمین مدل

در این مطالعه، به منظور بررسی ارتباط کوتاه مدت و بلندمدت میان متغیرهای ارزش افزوده بخش کشاورزی، صنعتی، مصرف انرژی و انتشار گاز دی‌اکسید کربن از علیت تودا و یاماموتو و حداقل مربعات پویا استفاده شده است که در این بخش به صورت اجمالی به معرفی این دو روش پرداخته می‌شود.

۴-۱. آزمون علیت تودا و یاماموتو

تودا و یاماموتو[1] در سال ۱۹۹۵ یک روش ساده به صورت تخمین یک مدل توضیح خود رگرسیون برداری تعدیل یافته برای بررسی رابطه علیت گرنجری پیشنهاد و استدلال کردند که این روش حتی در صورت وجود یک رابطه همجمعی بین متغیرها نیز معتبر

1. Toda and Yamamoto

است. در این روش، ابتدا می باید تعداد وقفه‌های بهینه مدل VAR، (k) و سپس درجه پایایی ماکزیمم (d) را تعیین کرد و یک مدل خودتوضیح برداری را با تعداد وقفه‌های (k+d) تشکیل داد. فرایند انتخاب وقفه، زمانی معتبر است که $k \geq d$ باشد.

$$Y_t = \sum_{i=1}^{k+d} \beta_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{k+d} \theta_i X_{t-i} + u_t \qquad (۱)$$

$$X_t = \sum_{i=1}^{k+d} \gamma_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{k+d} \delta_i X_{t-i} + \varepsilon_t \qquad (۲)$$

برای آزمون این فرضیه که X علت گرنجری Y نیست، $\theta_i = ۰$ را آزمون نموده و اگر این فرضیه رد نشود، در این صورت X علت گرنجری Y نمی‌باشد.

۲-۴. روش حداقل مربعات پویا[1]

روش حداقل مربعات پویا که توسط کائو و چیانگ[2] (۲۰۰۰) پیشنهاد شده است، یکی از روشهای تخمین رابطه بلندمدت در داده‌های تابلویی محسوب می‌شود. مطالعات شبیه‌سازی مونت کارلو نشان داده است که روش حداقل مربعات پویا در مقایسه با سایر روش‌های تخمین رابطه بلندمدت نظیر حداقل مربعات کاملاً اصلاح شده[3] دارای مجذور میانگین خطای کمتری در نمونه‌های کوچک می‌باشد. علاوه بر این، روش حداقل مربعات پویا یک روش پارامتریک در تخمین پارامترها بوده و مشکل همبستگی بین متغیرهای توضیحی و جملات اختلال را با ملحوظ نمودن مقادیر تفاضل وقفه‌دار پیشین[4] و پسین[5] متغیرهای توضیحی و وابسته رفع می‌کند.

همچنین در این روش، وقفه بهینه تفاضل وقفه‌دار متغیرهای توضیحی و وابسته بر اساس آماره‌های آزمون آکائیک و شوارتز- بیزین تعیین می‌شود. نکته مهم در روش تخمین حداقل مربعات پویا این است که این تخمین زننده‌ها امکان تخمین بردار همجمعی را در حالتی که مرتبه جمعی متغیرها متفاوت باشد نیز فراهم می‌نماید. یکی دیگر از مزایای روش حداقل مربعات پویا، آن است که تخمین بلندمدت پارامترها در این روش سازگار بوده و تخمین زننده‌ها دارای توزیع مجانبی نرمال می‌باشند. از سوی دیگر،

1. Dynamic Least Square
2. Kao and Chiang
3. Fully Modified Ordinary Least Square (FMOLS)
4. Leads
5. Lags

جملات اختلال برآورد شده در روش حداقل مربعات پویا بـا متغیرهـای توضـیحی دارای همبستگی نبوده و می‌توان آن را برونزا در نظر گرفت (مینگ و همکاران، ۲۰۱۵).

۵. معرفی مدل تحقیق و پایگاه داده‌های آماری

در این مطالعه، به منظور بررسی رابطه کوتـاه مـدت و بلندمـدت بـین متغیرهـای ارزش افزوده بخش کشاورزی، صنعتی، نرخ رشد جمعیت شهری، تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی و انتشار آلودگی سرانه آب، از رهیافت‌های علیت تودا و یامـاموتو حـداقل مربعـات پویا استفاده شده است. برای این منظور مدل تجربی تحقیق برگرفته از مبـانی نظـری و مطالعات تجربی تحقیق همانند مطالعات آنـیس و احمـد (۲۰۱۰) و مینـگ و همکـاران (۲۰۱۵) بوده که در مورد اقتصاد ایران به صورت زیر تصریح شده است:

(۳)

$$LWP_t = \beta_1 + \beta_2 LGDP_t + \beta_3 LGD\hat{P}^2 + \beta_4 LEU_t + \beta_5 LURBPD_t + \beta_6 LAGV_t + \beta_7 LINDV_t + U_t$$

در مدل فوق، LWP، لگاریتم میزان انتشار آلودگی سرانه آب، LGDP، لگاریتم تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۲۰۰۰، LEU، لگـاریتم مصـرف انـرژی، LURBPD، لگاریتم تراکم جمعیت شهری (جمعیت ساکن شهری در هـر کیلـومتر مربـع)، LAGV، لگاریتم ارزش افزوده بخش کشاورزی به قیمت ثابـت سـال ۲۰۰۰ و LINDV، لگـاریتم ارزش افزوده بخش صنعتی به قیمت ثابت سال ۲۰۰۰ می‌باشد. شایان ذکر است که آمار و اطلاعات مربوط به تمامی متغیرهای مورد اسـتفاده در مـدل تحقیـق از شـاخص‌هـای توسعه بانک جهانی (۲۰۱۶) برای سالهای ۲۰۱۴-۱۹۷۵ در مورد ایـران اسـتخراج شـده است.

۶. نتایج تجربی تحقیق

در این بخش نتایج برآورد رابطه کوتاه مدت و بلندمـدت بـین متغیرهـای ارزش افـزوده بخش کشاورزی، بخش صنعتی، تراکم جمعیت شهری، مصـرف انـرژی، تولیـد ناخـالص داخلی و میزان انتشار آلودگی سرانه آب ارائه می‌شود. برای ایـن منظـور در مرحلـه اول، پایایی متغیرهای فوق با استفاده از آزمون‌های ADF و PP بررسی شده و سـپس مرتبـه بهینه الگوی خودرگرسیون برداری با بهره‌گیری از معیـار تعیـین وقفـه شـوارتز- بیـزین تعیین می‌شود. نتایج بررسی پایایی متغیرهای مدل در جدول زیر گزارش شده است:

جدول ۱. نتایج آزمون پایایی متغیرهای مدل

نام متغیرها	آزمون ADF		آزمون PP	
	سطح و با لحاظ عرض از مبدأ و روند	یک مرتبه تفاضل‌گیری	سطح و با لحاظ عرض از مبدأ و روند	یک مرتبه تفاضل‌گیری
LWP	-۰/۸	-۶/۱۵	-۰/۸۱	-۶/۱۶
LGDP	-۲/۶۸	-۳/۰۰۴	-۲/۳۱	-۳/۰۵
LEU	۰/۷	-۴/۰۷	-۰/۵۳	-۴/۰۵
LURBPD	-۲/۰۶	-۵/۹۸	-۲/۲۲	-۵/۹۸
LAGV	۰/۳۴	-۳/۲۷	۰/۸۶	-۳/۳۵
LIND	-۱/۵۳	-۴/۷۸	-۱/۸	-۴/۶۳

** مقدار بحرانی مک کینون در سطح معنی‌دار ۵ درصد برای آزمون PP (۳/۵۵-) و مقدار بحرانی مک کینون در سطح معنی‌دار ۵ درصد برای آزمون ADF (۲/۹۵-)

بر اساس نتایج آزمون پایایی متغیرهای مدل، می‌توان بیان کرد که تمامی متغیرهای مدل با یک بار تفاضل‌گیری پایا شده‌اند. به عبارت دیگر، مرتبه پایایی متغیرهای توضیحی و وابسته برابر با یک می‌باشد. در مرحله بعد، وقفه بهینه متغیرهای مدل در حالتی که متغیر لگاریتم انتشار آلودگی سرانه آب به عنوان متغیر وابسته می‌باشد، با استفاده از ملاک تعیین وقفه شوارتز- بیزین تعیین، و نتایج تعیین وقفه بهینه مدل در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول ۲. نتایج تعیین وقفه بهینه مدل

تعداد وقفه	مقدار آماره آزمون SBC
۱	**۰/۲۳
۲	۰/۸۷
۳	۰/۶۱

** بیانگر تعداد وقفه بهینه مدل است.

بر اساس نتایج جدول (۲) تعداد وقفه بهینه مدل در حالتی که متغیر لگاریتم انتشار آلودگی سرانه آب به عنوان متغیر وابسته می‌باشد، یک تعیین شده است. پس از تعیین مرتبه بهینه الگوی خودرگرسیون برداری در برآورد رابطه علی بین هر یک از متغیرهای

توضیحی با متغیر لگاریتم انتشار آلودگی سرانه آب، لازم است هر یک از متغیرهای توضیحی با دو وقفه در مدل لحاظ شده و مدل رگرسیون به روش حداقل مربعات معمولی با دو وقفه برآورد شود. زیرا در رهیافت علیت تودار و یاماموتو تعداد وقفه‌های هر یک از متغیرهای وابسته و توضیحی برابر با حداکثر مرتبه پایایی متغیرها و مرتبه بهینه الگوی VAR می‌باشد که در این مطالعه برابر با ۲ تعیین گردیده، و در ادامه، نتایج بررسی رابطه علی بین هر یک از متغیرهای مدل در جدول زیر ارائه شده است:

جدول ۳. نتایج آزمون علیت تودا و یاماموتو (TY)

متغیر وابسته	متغیرهای تاثیرگذار	ارزش احتمال (PV)	مقدارآماره آزمون	نتیجه‌گیری
LWP	LGDP	۰/۰۰۴	۶/۵۵	رابطه علی یک سویه از GDP به WP
LWP	LEU	۰/۰۲	۴/۵۰	رابطه علی یک سویه از EU به WP
LWP	LURBPD	۰/۸	۰/۲۲	عدم برقراری رابطه علی یک سویه
LWP	LAGV	۰/۰۲	۴/۱۳	رابطه علی یک سویه از AGR به WP
LWP	LIND	۰/۰۴	۳/۴	رابطه علی یک سویه از IND به WP

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به نتایج جدول (۳) می‌توان استدلال نمود که برای متغیرهای مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی و ارزش افزوده بخش‌های کشاورزی و صنعتی، رابطه علی یک طرفه از این متغیرها به انتشار آلودگی سرانه آب برقرار بوده و صرفاً رابطه علی بین دو متغیر انتشار آلودگی سرانه آب و تراکم جمعیت شهری در دوره زمانی مورد بررسی، برقرار نمی‌باشد. شایان ذکر است که رابطه علی دو طرفه فقط در مورد متغیرهای آلودگی سرانه آب و ارزش افزوده بخش صنعتی برقرار بوده و برای سایر متغیرها نوع رابطه علی، رابطه یک طرفه می‌باشد. پس از بررسی رابطه کوتاه مدت بین متغیرهای مدل، با استفاده از روش حداقل مربعات پویا به برآورد رابطه بلندمدت پرداخته شده که نتایج به صورت جدول زیر می‌باشد:

جدول ۴. نتایج تخمین رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل
(متغیر وابسته لگاریتم آلودگی سرانه آب)

متغیرهای توضیحی و عرض از مبدأ	ضریب	مقدار آماره t	ارزش احتمال
C	-۱۹/۵۱	-۲/۷۱	۰/۰۲
LGDP	۰/۷۸	۲/۸۷	۰/۰۲
LGDP^2	-۰/۰۷	-۸/۷۹	۰/۰۰۰
LEU	۱/۶	۲/۸۳	۰/۰۲
LURBPD	۱/۷۶	۱۰/۸۹	۰/۰۱
LAGV	-۲/۱۱	-۷/۱۱	۰/۰۸
LIND	۲/۰۳	۱۲/۷۲	۰/۰۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بر اساس نتایج جدول (۴)، ملاحظه می‌شود دربلندمدت، کشش انتشار آلودگی سرانه آب نسبت به ارزش افزوده بخش صنعتی برابر با ۲/۰۳ درصد بوده که نشان می‌دهد با افزایش یک درصدی ارزش افزوده بخش صنعت، به میزان ۲/۵۷ درصد، آلودگی سرانه آب افزایش یابد. متغیر تولید ناخالص داخلی، تأثیر مثبت و مجذور آن، تأثیر منفی و معنی‌دار بر انتشار آلودگی سرانه آب داشته و منحنی زیست محیطی کوزنتس در مورد ایران برای دوره زمانی مورد بررسی، مورد تأیید قرار می‌گیرد.

علاوه بر این، متغیرهای تراکم جمعیت شهری و همچنین مصرف انرژی، تأثیر مثبت و ارزش افزوده بخش کشاورزی، تأثیر منفی و معنی‌دار بر انتشار آلودگی سرانه آب داشته است. در زمینه تأثیر مثبت و معنی‌دار تراکم جمعیت شهری بر میزان انتشار آلودگی سرانه آب، می‌توان استدلال نمود که با افزایش تراکم جمعیت شهری، تقاضا برای استفاده از حامل‌های انرژی افزایش یافته که در نتیجه آن، میزان آلایندگی آب افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، می‌توان انتظار داشت که با افزایش تراکم جمعیت شهری و افزایش سطح تقاضا، میزان تولید افزایش یافته که این امر در نهایت، به افزایش آلودگی هوا و آلودگی سرانه آب منجر شود. منفی و معنی‌دار بودن تأثیر ارزش افزوده بخش کشاورزی بر انتشار آلودگی سرانه آب بیانگر این است که با توسعه این بخش و با توجه به کاربر بودن آن، تقاضا برای استفاده از حامل‌های انرژی آلوده کننده هوا کاهش

یافته و در نتیجه، از میزان انتشار آلودگی سرانه آب کاسته می‌شود. تأثیر مثبت و معنی‌دار ارزش افزوده بخش صنعتی بر انتشار آلودگی سرانه آب نیز نشان می‌دهد با افزایش ارزش افزوده و تولیدات این بخش و به دلیل سرمایه‌بر بودن آن، تقاضا برای حامل‌های انرژی افزایش یافته و بنابراین، میزان آلودگی آب افزایش می‌یابد.

در مرحله بعد با توجه به وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل، به برآورد مدل تصحیح خطا پرداخته می‌شود تا سرعت تعدیل خطای کوتاه مدت به سمت مقدار تعادلی بلندمدت مشخص شود. نتایج تخمین مدل تصحیح خطا[1] در جدول (۵) گزارش شده است:

جدول ۵. نتایج تخمین مدل تصحیح خطا (ECM)

متغیرهای توضیحی	ضریب	مقدار آماره t	ارزش احتمال (PV)
C	-۰/۰۹	-۰/۱۱	۰/۹۱
$dLWP_{t-1}$	۰/۲۲	۱/۸۷	۰/۰۷
$dLGDP_{t-1}$	۰/۰۰۴	۰/۳۴	۰/۶۹
$dLGDP^2_{t-1}$	-۰/۰۸	-۰/۲۲	۰/۸۲
$dLEU_{t-1}$	۰/۴۹	۲/۹۴	۰/۰۰۶۹
$dLURBPD_{t-1}$	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۹۷
$dLAGV_{t-1}$	-۰/۳۶	-۱/۵۴	۰/۱۳
$dLIND_{t-1}$	۰/۳۵	۴/۵۴	۰/۰۰۰
E_{t-1}	-۰/۶	-۳/۷۷	۰/۰۰۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج برآورد مدل تصحیح خطا، مبین این است که ضریب تصحیح خطا برابر با ۰/۶- بوده و از لحاظ آماری معنی‌دار می‌باشد. به عبارت دیگر، در حدود ۶۰ درصد از خطای عدم تعادل در کوتاه مدت تعدیل شده و در مدت زمان نسبتاً کمتری این خطا از بین می‌رود. علاوه بر این، مقادیر تفاضلی وقفه‌دار متغیرهای مصرف انرژی و ارزش افزوده بخش صنعت، تأثیر مثبت و معنی‌دار بر انتشار آلودگی سرانه آب داشته و بعضی دیگر از متغیرهای توضیحی، دارای تأثیرگذاری معنی‌دار نمی‌باشند.

1. Error Correction Model

۷. نتیجه‌گیری و ارائه توصیه‌های سیاستی

در این مطالعه که با هدف بررسی تأثیر توسعه بخش کشاورزی، صنعتی و شهرنشینی بر انتشار آلودگی سرانه آب در ایران طی سالهای ۲۰۱۴-۱۹۷۵ انجام شده است، با استفاده از رهیافت علیت تودا و یاماموتو و نیز حداقل مربعات پویا به ارزیابی رابطه کوتاه مدت و بلندمدت بین متغیرهای مدل پرداخته شد. نتایج برآورد، رابطه علی کوتاه مدت حاکی از برقراری رابطه علی یک طرفه از سوی متغیرهای ارزش افزوده بخش کشاورزی، صنعتی، مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی به متغیر انتشار آلودگی سرانه آب بوده و هیچ رابطه علی بین متغیرهای تراکم جمعیت شهری و انتشار آلودگی سرانه آب در ایران در دوره زمانی مورد بررسی برقرار نمی‌باشد. از سوی دیگر نتایج برآورد رابطه بلندمدت به روش حداقل مربعات پویا، دلالت بر تأثیرگذاری مثبت و معنی‌دار متغیرهای مصرف انرژی، ارزش افزوده بخش صنعت، تراکم جمعیت شهری و تولید ناخالص داخلی بر انتشار آلودگی سرانه آب بوده و متغیر ارزش افزوده بخش کشاورزی، تأثیر منفی و معنی‌دار بر آلودگی آب داشته است.

بر اساس یافته‌های این پژوهش، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که منحنی زیست محیطی کوزنتس تعمیم یافته در ایران برای دوره ۲۰۱۴-۱۹۷۵ برقرار بوده و متغیرهای ارزش افزوده بخش صنعتی، تراکم جمعیت شهری و مصرف انرژی، تأثیر مثبت و معنی‌دار بر انتشار آلودگی سرانه آب داشته‌اند. نتایج به دست آمده در زمینه تأثیرگذاری مثبت و معنی‌دار متغیرهای مصرف انرژی، تراکم جمعیت شهری و ارزش افزوده بخش صنعتی با مبانی نظری و مطالعات تجربی مینگ و همکاران (۲۰۱۵) و وو و همکاران (۲۰۱۲) سازگار است.

با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش، مهمترین توصیه سیاستی این مطالعه، آن است که سیاستگذاران اقتصادی با اعمال سیاست های مناسب همانند ارتقای بخش کشاورزی و کاستن از مواد اولیه آلوده کننده آب برای بخش صنعتی به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای مبادرت ورزیده و از این طریق، موجبات کاهش انتشار آلودگی سرانه آب را فراهم نمایند. از دیگر توصیه‌های سیاستی این مطالعه، می‌توان به کاهش تراکم جمعیت در مناطق شهری از طریق افزایش امکانات و منابع اقتصادی و ارتقای درآمد در روستاها اشاره نمود که می‌تواند سهم بسزایی در کاهش آلایندگی آب و تخریب محیط زیست داشته باشد. همچنین بهبود تکنولوژی و فناوری در امر تولید و

نیز ارتقای کارآیی تولید، می‌تواند منجر به استفاده بهینه از حامل‌های انرژی شده و کاهش آلودگی آب را به همراه داشته باشد.

منابع

- امیرتیموری، سمیه و خلیلیان، صادق. (۱۳۸۸). بررسی رشد اقتصادی و میزان انتشار گاز CO_2 در کشورهای عضو اوپک: رهیافت منحنی زیست محیطی کوزنتس. *مجله علوم محیطی*، شماره ۷: ۱۷۲-۱۶۱.
- آماده، حمید؛ حق‌دوست، احسان و اعظمی، آرش. (۱۳۸۸). بررسی حجم گازهای گلخانه‌ای و تولید ناخالص داخلی سرانه در ایران (مطالعه موردی دی‌اکسیدکربن). *پژوهشنامه اقتصادی*، سال نهم، شماره ۴: ۲۳۷-۲۰۹.
- برقی اسکویی، محمد مهدی. (۱۳۸۷). آثار آزادسازی تجاری بر انتشار گازهای گلخانه‌ای (دی اکسید کربن) در منحنی زیست‌محیطی کوزنتس. *مجله تحقیقات اقتصادی*، شماره ۸۲: ۲۱-۱.
- بهبودی، داود؛ فلاحی، فیروز و برقی گلعذانی، اسماعیل. (۱۳۸۹). عوامل اقتصادی و اجتماعی مؤثر بر انتشار سرانه دی اکسید کربن در ایران (۱۳۸۳-۱۳۴۶). *مجله تحقیقات اقتصادی*، شماره ۹۰: ۱۷-۱.
- پژویان، جمشید و مرادحاصل، نیلوفر. (۱۳۸۶). بررسی اثر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا. *فصلنامه پژوهشهای اقتصادی*، سال هفتم، شماره ۴: ۱۶۰-۱۴۱.
- پورکاظمی، محمد حسین و ابراهیمی، ایلناز. (۱۳۸۷). بررسی منحنی کوزنتس زیست‌محیطی در خاورمیانه. *مجله پژوهشهای اقتصادی ایران*، شماره ۳۴: ۷۱-۵۷.
- سعادت، رحمان و صادقی، حسین. (۱۳۸۳). رشد جمعیت، رشد اقتصادی و اثرات زیست محیطی در ایران. *مجله تحقیقات اقتصادی*، شماره ۶۴: ۱۸۰-۱۶۳.
- عرب‌مازار، علی‌اکبر و صداقت‌پرست، الدار. (۱۳۸۹). بررسی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس با ملاحظه پسماندهای جامد شهر تهران. *فصلنامه پژوهشهای اقتصادی*، سال دهم، شماره ۱: ۲۰-۱.

- غزالی، سمانه و زیبایی، منصور. (۱۳۸۸). بررسی و تحلیل رابطه بین آلودگی محیطی و رشد اقتصادی با استفاده از داده‌های تلفیقی: مطالعه موردی آلاینده مونوکسیدکربن. *نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی)*، جلد ۲۳، شماره ۲: ۱۳۳-۱۲۸.
- فطرس، محمدحسن و نسرین دوست، میثم. (۱۳۸۸). بررسی رابطه آلودگی هوا، آلودگی آب، مصرف انرژی و رشد اقتصادی ایران طی سالهای ۱۳۸۳-۱۳۵۹. *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، شماره ۲۱: ۱۳۵-۱۱۳.
- نصراللهی، زهرا و غفاری گولک، مرضیه. (۱۳۸۷). توسعه اقتصادی و آلودگی محیط زیست در کشورهای عضو پیمان کیوتو و کشورهای آسیای جنوب غربی (با تأکید بر منحنی زیست‌محیطی کوزنتس). *مجله پژوهشنامه علوم اقتصادی*، شماره ۳۵: ۱۲۶-۱۰۵.
- Akbostanci, E., Turut-Aşık, S., & Tunç, G.İ. (2009). The relationship between income and environment in Turkey: Is there an environmental Kuznets curve?. *Energy Policy*, *37*(3), 861-867.
- Anees, M. and Ahmed, I. (2010). Industrial development, agricultural growth, urbanization and environmental Kuznets curve in Pakistan. MPRA paper: 33469.
- Bagliani M.; Bravo G.; Dalmazzone S.; Giaccaria S. and Golia S. (2010). Economic growth and environmental pressure: A worldwide panel analysis, Department of economics, Working Paper, NO. 12/2008.
- Barua, A., and Hubacek, K. (2009). An empirical analysis of the environmental Kuznets curve for water pollution in India, *International Journal of Global Environmental Issues*, 9(2), 50-68.
- Burnett, J.W. (2009). Economic Growth and Environmental Degradation, University of Georgia, NO. 30602.
- Flores, C.A., Flores-Lagunes, A., & Kapetanakis, D. (2014). Lessons from quantile panel estimation of the environmental Kuznets curve. *Econometric Reviews*, *33*(8), 815-853.
- Galeotti, M., Lanza, A., & Pauli, F. (2006). Reassessing the environmental Kuznets curve for CO_2 emissions: a robustness exercise. *Ecological economics*, *57*(1), 152-163.

- Halicioglu, F. (2009). An econometric study of CO_2 emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey. *Energy Policy*, *37*(3), 1156-1164.
- Halkos, G.E. (2003). Environmental Kuznets Curve for sulfur: evidence using GMM estimation and random coefficient panel data models. *Environment and development economics*, *8*(04), 581-601.
- He, J., & Richard, P. (2010). Environmental Kuznets curve for CO2 in Canada. *Ecological Economics*, *69*(5), 1083-1093.
- Hong, S. H., & Wagner, M. (2008). *Nonlinear cointegration analysis and the environmental Kuznets curve*. Institut für Höhere Studien (IHS).
- Human Development Report (2009). United Nation Development Program, UN.
- Kao, C. and Chiang, M.H. (2000). On the estimation and inference of a co-integrated regression in panel data', in Baltagi B. H. (ed.), Advances in Econometrics: Non-stationary Panels, Panel Co-integration and Dynamic Panel, 15, 179–222.
- Kijima, M., Nishide, K., & Ohyama, A. (2010). Economic models for the environmental Kuznets curve: A survey. *Journal of Economic Dynamics and Control*, *34*(7), 1187-1201.
- Lee, C.C., Chiu, Y.B., & Sun, C.H. (2010). The environmental Kuznets curve hypothesis for water pollution: Do regions matter?. *Energy policy*, *38*(1), 12-23.
- Liu, G. (2006). A causality analysis on GDP and air emissions in Norway, Statistics Norway, Research Department, Discussion Papers, No. 447.
- Maddison, D. (2006). Environmental Kuznets curves: a spatial econometric approach. *Journal of Environmental Economics and management*, *51*(2), 218-230.
- Mazzanti, M., Montini, A., & Zoboli, R. (2008). Environmental Kuznets curves for greenhouse gas emissions. Evidence from Italy using national accounts matrix including environmental accounts and provincial panel data. *International journal of global environmental issues*, *8*(4), 392-424.

- Ming, J.L., Lawell, C. and Chen, s. (2015). The effects of energy policies on energy consumption in China, Working Paper Series, No.2583, 1-23.
- Muller, G.; Wagner, M., and Muller, B. (2004). Exploring the Carbon Kuznets Hypothesis, Oxford Institute Energy Studies, No. 286084.
- Musolesi, A., Mazzanti, M., & Zoboli, R. (2010). A panel data heterogeneous Bayesian estimation of environmental Kuznets curves for CO2 emissions. *Applied Economics*, *42*(18), 2275-2287.
- Narayan, P.K., Narayan, S., & Prasad, A. (2008). A structural VAR analysis of electricity consumption and real GDP: evidence from the G7 countries. *Energy Policy*, *36*(7), 2765-2769.
- Narayan, P.K., & Singh, B. (2007). The electricity consumption and GDP nexus for the Fiji Islands. *Energy Economics*, *29*(6), 1141-1150.
- Roca, J., Padilla, E., Farré, M., & Galletto, V. (2001). Economic growth and atmospheric pollution in Spain: discussing the environmental Kuznets curve hypothesis. *Ecological Economics*, *39*(1), 85-99.
- Tao, S., Zheng, T., & Lianjun, T. (2008). An empirical test of the environmental Kuznets curve in China: a panel co-integration approach. *China Economic Review*, *19*(3), 381-392.
- Toda, H.Y., & Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector auto-regressions with possibly integrated processes. *Journal of econometrics*, *66*(1), 225-250.
- Wolde-Rufael, Y. (2006). Electricity consumption and economic growth: a time series experience for 17 African countries. *Energy policy*, *34*(10), 1106-1114.
- Wu, F., Fan, L.W., Zhou, P., & Zhou, D.Q. (2012). Industrial energy efficiency with CO2 emissions in China: a nonparametric analysis. *Energy Policy*, *49*, 164-172.