

تجزیه و تحلیل تئوریک و تجربی منحنی آلودگی محیط زیست کوزنتز در ایران طی دوره ۱۳۶۵-۱۳۹۵

محمدرضا ناهیدی امیرخیز^۱، علی سلمانپورزنوز^{۲*}، سیامک شکوهی فرد^۱

۱- گروه اقتصاد، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

۲- گروه اقتصاد، واحد مرند، دانشگاه آزاد اسلامی، مرند، ایران

چکیده

بررسی آلودگی محیط زیست و عوامل تاثیرگذار بر آن از مباحث مهم در هر اقتصادی می باشد. هدف این تحقیق بررسی اثر رشد اقتصادی بر آلودگی محیط زیست در اقتصاد ایران طی سال های ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ می باشد. در این ارتباط ابتدا مباحث تئوریک اثرگذاری رشد اقتصادی بر آلودگی محیط زیست بررسی شده سپس این موضوع از لحاظ تجربی مورد بررسی قرار گرفته و منحنی آلودگی محیط زیست کوزنتس (EKC) استخراج می شود. با توجه به اهمیت موضوع در این پژوهش با استفاده از نرم افزار Microfit و به وسیله روش الگوی خود توضیح با وقفه گسترده (ARDL) به بررسی و تجزیه و تحلیل داده های سری زمانی می پردازیم. نتایج حاصل از برآورد مدل نشان دهنده وجود رابطه مثبت بین متغیرهای درآمد سرانه و آلودگی محیط زیست و رابطه منفی بین مربع درآمد سرانه و آلودگی محیط زیست می باشد. لذا فرضیه زیست محیطی کوزنتس در ایران صادق بوده و هم چنین نقطه برگشت منحنی نشان می دهد که ایران هنوز به نقطه برگشت منحنی زیست محیطی کوزنتس نرسیده است. هم چنین بین مصرف فرآورده های نفتی و آلودگی محیط زیست نیز رابطه مثبت وجود دارد. لذا با توجه به نتایج پژوهش پیشنهاد می گردد که سیاست گذاری های لازم برای حرکت به سمت تکنولوژی های سبز و پاک به ویژه در تولید صورت پذیرد چرا که باعث خواهد شد کشور در مسیر رشد پایدار قرار گیرد. بنابراین کشور ایران می تواند ضمن صرفه جویی در مصرف انرژی، با تکیه بر پتانسیل های موجود و تمرکز بر سرمایه گذاری ها در بخش انرژی های تجدیدپذیر، در مسیر توسعه پایدار و رشد اقتصادی سبز گام بردارد تا بدین طریق از وابستگی شدید اقتصادی به سوخت های فسیلی و در نهایت از میزان آلودگی محیط زیست کاسته شود.

واژه های کلیدی: آلودگی محیط زیست، فرضیه زیست محیطی کوزنتس، مدل خود توضیح برداری با وقفه های گسترده

مقدمه

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 محیطزیست باز می‌گردانند. این ضایعات که عمدتاً به شکل گازهای مونواکسیدکربن، دی‌اکسیدکربن، دی‌اکسید سولفور و یا مواد زائد جامد و فاضلاب می‌باشند، موجب بروز آلودگی‌ها یا تحمیل هزینه‌های خارجی به جامعه می‌گردد. بدین ترتیب ملاحظه می‌شود که اتخاذ هر تصمیم در اقتصاد با هزینه‌ی فرصت یا فرصت‌های از دست رفته روبه‌رو است.

هدف اصلی بسیاری از سیاست‌های اقتصادی، دستیابی به سطح رشد اقتصادی بالاتری باشد، در این حالت مخاطرات زیست‌محیطی ناشی از فعالیت‌های اقتصادی به یک موضوع بحث انگیز تبدیل می‌شود. با توجه به این موضوع طی دهه‌های اخیر، برخی از طرفداران محیط زیست از دیدگاه «شکست بازار» با تجارت آزاد و رشد اقتصادی مخالفت کرده و دخالت دولت را ضروری دانسته‌اند. از طرف دیگر، کسانی معتقدند برای دستیابی به محیط‌زیست سالم تر و ریشه‌کن کردن فقر، رشد اقتصادی لازم است. لذا رفته رفته موضوع تعارض میان رشد اقتصادی و کیفیت محیط‌زیست به یکی از موضوعات مورد بحث در حوزه اقتصاد محیط‌زیست تبدیل شد؛ به طوری که امروزه کشورها به اهمیت مسائل زیست‌محیطی پی برده و حسب احساس نیاز و متقابلاً خطر نسبت به این مسأله، به وضع برخی قوانین در سطح ملی و یا تنظیم توافقنامه‌های بین‌المللی پرداخته‌اند. به نظر می‌رسد کشورها در این راستا به دنبال کاهش ضایعات زیست‌محیطی و هم‌زمان، طی نمودن مراحل توسعه می‌باشند و به تعبیری ویرایش‌های مختلفی از توسعه پایدار را دنبال می‌کنند. رشد اقتصادی، هدف اصلی بسیاری از سیاست‌های اقتصادی دولت‌هاست. با این حال، رشد اقتصادی سریع، معمولاً باعث ایجاد زیان‌های

جدی بر محیط‌زیست (به علت استفاده فزاینده از منابع طبیعی و انتظار حجم بیشتری از آلاینده‌ها) می‌شود. از این رو، یک تضاد بالقوه بین سیاست‌های اقتصادی و وضعیت محیط‌زیست وجود دارد (پژویان و مراد حاصل، ۱۳۸۶).

لازم به توضیح است که محیط‌زیست یکی از بسترهای داغ بحث سیاست جهانی است. فقط ضرورت بقاست که انسان را واداشته روی این واژه تاکید کند و آن را چون یک بحث سیاسی-اجتماعی جدی بگیرد، تا با جلوگیری از برهم خوردن هارمونی نظام طبیعت حاکم بر زمین، ناجی زمین و موجودات آن باشد. زمین، آب، هوا و انسان بازوهای به هم پیوسته حیات هستند که باید در تعادل و هارمونی نگهداشته شوند. برهم خوردن یکی از این بازوها همه چارچوب فلسفه زندگی روی زمین را برهم می‌زند.

طبق شاخص عملکرد زیست‌محیطی سال ۲۰۱۲ که از سوی دانشگاه‌های پیل و کلمبیا انجام شده و ۲۲ فاکتور محیطی چون منابع آب، آلودگی هوا، تنوع‌زیستی، و تغییرات آب و هوایی را مورد بررسی قرار داده بودند، ایران از میان ۱۳۲ کشور مورد مطالعه، در جایگاه ۱۱۴ ام قرار گرفت. پس می‌توان اظهار داشت بحران‌های زیست‌محیطی در ایران از اهمیت خاصی برخوردار بوده و بررسی و تجزیه و تحلیل این معضلات ضرورت دارد.

سه عامل مهم در طبیعت وجود دارد که می‌تواند آثار مخربی روی محیط‌زیست ایجاد کند: آلودگی هوا، آلودگی آب و آلودگی خاک؛ که اخیراً موجب گردیده ایران با خطرات زیست‌محیطی مهم دیگری نیز مواجه گردد. از جمله آلودگی‌های محیطی که اثرات پیدا و پنهان زیادی بر جسم و روان شهروندان دارد، «آلودگی هوا» است. به گفته سازمان بهداشت جهانی ۱۹۹۲، آلودگی هوا یک بحران جدی و اولویت‌دار محیطی است که توجه دولت مردان را به خود جلب کرده است. طبق گفته «سازمان بهداشت جهانی»، سه شهر از پنج شهر نخست در فهرست آلوده‌ترین شهرهای جهان -اهواز، کرمانشاه و سنندج- در ایران قرار دارند که میزان آلودگی هوا در این شهرها از چهار تا هفت برابر سطح قابل قبول سازمان بهداشت

شاخص‌های زیست‌محیطی در ایران

بررسی جایگاه کشور در شاخص عملکرد محیط‌زیست (EPI)^۱ طی ۱۵ سال گذشته، نشان‌دهنده وضعیت نه چندان مطلوب کشور در شاخص‌های زیست‌محیطی (هم در جهان و هم در منطقه) است؛ به طوری که در میان ۱۸۰ کشور جهان، از رتبه ۸۳ در سال ۲۰۱۴ به جایگاه ۱۰۵ در سال ۲۰۱۶ نزول کرده و این رتبه بدترین جایگاه کشور در ۱۵ سال اخیر است.

شاخص EPI شاخصه‌ای است که براساس مطالعه روی ۲۲ شاخص زیست‌محیطی، از جمله منابع آب، آلودگی هوا، تنوع‌زیستی و تغییرات آب و هوایی مورد بررسی قرار می‌گیرد و هر ساله توسط دانشگاه YALE اعلام می‌شود. بر اساس آخرین گزارش منتشر شده در این سایت، رتبه کشورمان با ۲۲ پله نزول، از رتبه ۸۸ در سال ۲۰۱۴ به رتبه ۱۰۵ در سال ۲۰۱۶ رسیده است.

امروزه توافق نسبتاً وسیعی در این زمینه در حال شکل‌گیری است که رشد اقتصادی دیگر نمی‌تواند بدون توجه به آلودگی‌ها، ضایعات و خطراتی که فعالیت اقتصادی، نحوه تولید و مصرف بر محیط‌زیست و در نهایت بر خود انسان وارد می‌آورد تداوم یابد. به همین دلیل در سال‌های اخیر مفهوم توسعه پایدار مورد توجه قرار گرفت.

جدول ذیل وضعیت میزان انتشار گازهای آلاینده محیط‌زیست ناشی از تولید و مصرف انرژی در ایران برای بازه زمانی ۱۳۹۳-۱۳۴۶ را نشان می‌دهد که بیانگر روند صعودی آلاینده‌گی محیط‌زیست در ایران می‌باشد.

جهانی برآورد شده است. آلاینده‌های هوا، تنها در تهران منجر به مرگ سالانه بیش از ۵،۵۰۰ نفر بر اثر بیماری‌های قلبی - عروقی و تنفسی می‌شوند.

میزان خسارات (ناشی از آلودگی) می‌تواند در بلندمدت منجر به ایجاد مشکلات تضعیف‌کننده‌ای برای اقتصاد کشور شود. طبق برآورد «بانک جهانی»، هزینه سالانه تخریب محیط زیست در ایران، هم‌اکنون نیز به میزان هولناک ۵ تا ۱۰ درصد تولید ناخالص داخلی رسیده است. در مقایسه، به گفته «اداره حسابرسی دولت آمریکا» تحریم‌های طاقت‌فرسای واشنگتن و جامعه بین‌المللی، در سال ۲۰۱۲ تنها توانستند ۱/۴ درصد از تولید ناخالص داخلی ایران را کاهش دهند و با گذشت زمان، این منابع ارزش‌شمنند بیشتر تحلیل رفته، حاصلخیزی بیشتر کاهش یافته، و سلامت عمومی بیش از پیش آسیب خواهد دید (واعظ مدنی، ۱۳۹۶).

با توجه به اهمیت موضوع حال باید به این سوال پاسخگو بود که آیا کنترل زیست‌محیطی و محدود کردن فعالیت‌های اقتصادی با توجه به اینکه از نتایج جانبی این فعالیت‌ها آلودگی است که موجب کاهش رفاه انسان‌ها در بلندمدت و گاه حتی در کوتاه‌مدت می‌شود، ضرورت دارد؟ البته این سوال طی مطالعات بسیاری از جوانب مختلف مورد تحلیل قرار گرفته ولی مرکزیت این بررسی‌ها خود را در بحث فر ضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC) می‌یابند.

^۱ Environmental Performance Index.

جدول ۱- میزان انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای ناشی از تولید و مصرف انرژی کشور طی سال‌های ۹۳-۱۳۴۶ (تن)

سال	NO _x	SO ₂	CO ₂	SO ₃	CO
۱۳۴۶	۶۳۹۹۴	۱۰۸۷۵۶	۱۶۷۹۱۵۸	۱۴۴۲	۲۹۶۰۶۴
۱۳۵۰	۹۹۷۳۳	۱۶۸۴۷۴	۲۴۷۷۲۳۰۴	۲۲۴۲	۴۸۵۹۴۰
۱۳۵۵	۲۳۱۶۰۹	۳۴۸۱۴۴	۴۷۹۰۴۵۵۵۰	۴۵۸۶	۱۳۴۴۰۷۳
۱۳۶۰	۳۰۶۷۵۴	۴۸۲۲۷۹	۳۱۸۹۴۳۸۸	۶۴۱۱	۱۵۲۷۵۴۳
۱۳۶۵	۴۸۹۰۲۶	۷۸۴۸۴۵	۹۳۱۸۲۱۵۴	۱۰۶۰۳	۲۳۲۸۱۸۴
۱۳۷۰	۶۲۹۹۰۴	۸۵۰۴۴۳	۱۷۰۱۱۰۲۷۷	۱۱۹۷۴	۳۰۹۲۳۷۵
۱۳۷۵	۸۱۴۶۹۸	۱۱۴۴۲۹۵	۲۴۰۳۵۳۴۳۳	۱۵۳۰۳	۴۲۶۳۱۵۶
۱۳۸۰	۹۹۴۴۲۴	۱۱۷۴۹۴۵	۳۰۲۳۱۵۶۴۵	۱۵۶۵۳	۵۹۸۹۱۳۷
۱۳۸۲	۱۱۶۹۲۹۳	۷۱۵۸۹۲	۳۵۶۵۵۸۲۹۳	۸۴۵۶	۷۹۵۶۶۴۴
۱۳۸۸	۱۸۳۶۲۶۵	۱۶۷۸۰۷۸	۵۳۸۵۲۷۸۹۴	۱۶۹۵۳	۸۶۵۱۰۷۰
۱۳۹۲	۱۹۴۶۸۳۸	۱۶۱۲۸۲۳	۵۸۷۴۴۵۷۲۷	۱۴۶۱۹	۹۲۸۹۰۷۹
۱۳۹۳	۱۹۷۳۹۲۶	۱۴۸۲۵۷۷	۶۰۲۲۶۷۳۷۶	۱۵۰۱۱	۹۲۹۵۴۷۶

منبع: ترازنامه انرژی در سال‌های مختلف

از نتایج این برنامه‌ها و سیاست‌ها افزایش آلودگی هواست، که بایستی با ابزارهای مختلف آن را کاهش داد (نظری و همکاران، ۱۳۹۴).

لازم به توضیح است که در رابطه با مشکلات زیست‌محیطی ایران و ارائه راهکارهای عملی ممکن، طی سالیان اخیر مطالعات ارزشمندی انجام شده است که توصیه می‌شود برای درک بهتر موضوع به این منابع مراجعه شود^۱.

رابطه بین رشد اقتصادی و آلودگی هوا

بیان ساده فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، این است که بین برخی از شاخص‌های آلودگی زیست‌محیطی و یکی از شاخص‌های رشد اقتصادی (معمولاً سطح درآمد سرانه) رابطه‌ای به شکل U وارونه وجود دارد. به عبارت دیگر با افزایش توان اقتصادی جامعه، در ابتدا مقدار تخریب زیست‌محیطی افزایش می‌یابد؛ اما سرانجام پس از رسیدن به سطح حداکثر آلودگی، به دلایلی از جمله آگاهی جامعه نسبت به تخریب محیط‌زیست و یا حرکت به سمت خدماتی‌تر شدن اقتصاد، روند نزولی منحنی آغاز می‌شود. اوج این منحنی را رسیدن به حالت "رشد غیرمادی" می‌گویند. بدین معنی که از اوج منحنی به بعد، اقتصاد،

به‌طور کلی بررسی جایگاه کشور در شاخص عملکرد محیط زیست (EPI) طی ۱۵ سال گذشته، نشان‌دهنده وضعیت نه‌چندان مطلوب کشور در شاخص‌های زیست‌محیطی (هم در جهان و هم در منطقه) است؛ به‌طوری‌که در میان ۱۸۰ کشور جهان، از رتبه ۸۳ در سال ۲۰۱۴ به جایگاه ۱۰۵ در سال ۲۰۱۶ نزول کرده و این رتبه بدترین جایگاه کشور در ۱۵ سال اخیر است. اگر در این زمینه برنامه‌ریزی صحیح و مدیرانه‌ای انجام ندهد، رسیدن به اهداف مدنظر در سیاست‌های کلی اقتصادمقاومتی و سیاست‌های کلی محیط‌زیست کار بسیار دشواری بوده و اقتصاد و محیط زیست کشور را در بلندمدت با چالش‌های جدی مواجه خواهد کرد (قاسم زاده، ۱۳۹۵).

هم‌چنین تجربه توسعه اقتصادی در ایران نشان می‌دهد که نقش دولت در امور تولیدی و سرمایه‌گذاری گسترده بوده است، به‌گونه‌ای که در فعالیت‌های اقتصادی نقشی تعیین‌کننده ایفا می‌کند. این امر سبب شده است که دولت با هدف برطرف کردن نیازهای جامعه به تولید کالاهایی مبادرت ورزد که در فرایند تولید آن‌ها استانداردهای زیست‌محیطی رعایت نشده است. یکی

Dadgara, Y., & Nazari, R. (2017). The impact of good governance on environmental pollution in South West Asian Countries. *Iranian Journal of Economic Studies*, 5(1), 49-63.

^۱ مراجعه شود به مقاله:

رشد اقتصادی به درمانی برای مشکلات زیست محیطی خواهد بود.

ارتباط میان رشد اقتصادی و کیفیت زیست محیطی در یک بستر زمانی بلند مدت، می‌تواند به صورت مستقیم، معکوس و یا ترکیبی از هر دو باشد. این بحث (جریان معکوس) میان رشد اقتصاد و کیفیت محیط زیستی، موضوع بسیاری از مطالعات و تحقیقات است. چنانچه جریان شکل‌گیری این حوزه از مطالعات را بررسی نماییم، حکایت از آن دارند که طی چند دهه اخیر، دو جریان فکری کلی در این حوزه وجود داشته است که در نهایت به یک رویکرد سومی تبدیل شده‌اند. رویکرد اول به نوعی به انتخاب میان رشد اقتصادی و حفظ استانداردهای زیست محیطی می‌پردازد؛ بدین معنی که اصولاً رشد اقتصادی و در نتیجه افزایش تولید و مصرف، خواه‌ناخواه نیازمند مواد اولیه و انرژی بیشتر به عنوان داده‌های تولید می‌باشد و متقابلاً افزایش تولید زباله را به همراه دارد. به عبارت دیگر، هر چه در خلال فرایند توسعه اقتصادی سطح درآمد افزایش می‌یابد، در مقابل استخراج بیشتر منابع طبیعی و افزایش تخریب‌های زیست محیطی، باعث کاهش رفاه بشر می‌شود. به همین جهت رشد فعالیت‌های اقتصادی از این حیث، نوعی خطر به حساب می‌آید. لذا استدلال می‌شود که سیاست‌گذاران در این ارتباط باید دست به نوعی انتخاب بزنند، یعنی با هدف دستیابی به رشد اقتصادی بالاتر، پذیرای مخاطرات زیست محیطی بیشتر باشند و یا در صورت اعتقاد به ضرورت حفظ محیط زیست می‌باید به سطوح بسیار پایین رشد اقتصادی رضایت دهند که این خود انتخابی دشوار است.

در سوی دیگر این طیف، رویکرد دوم وجود دارد. در این گروه اعتقاد بر این است که مسیر بهبود کیفیت زیست محیطی به موازات رشد اقتصادی است و به منظور بهبود استانداردهای زیست محیطی باید در جریان رشد اقتصادی گام نهاد. چرا که اصولاً سطح بالاتری از درآمد، باعث افزایش تقاضا برای کالایی می‌شود که از سطح کمتری از مواد اولیه استفاده می‌کند و نیز اینکه افزایش

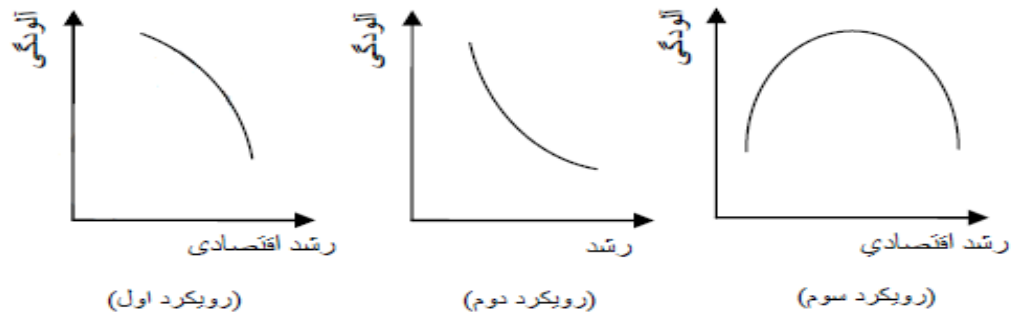
در حال کاهش استفاده از مواد و انرژی در فرآیند تولید است (Maddison, 2006).

مطالعات مربوط به منحنی زیست محیطی کوزنتس طی سالیان اخیر، ارتباط میان حوزه اقتصاد و محیط زیست را به طور مطلوبی برقرار نموده است. بسیاری معتقدند همگام با رشد اقتصادی، آلودگی خودبه‌خود کاهش می‌یابد. این نحوه نگرش گرچه مطالعات تجربی زیادی را در کنار توجیهات نظری، از جمله منحنی EKC^۱، پشتیبان خود ساخته ولی هنوز جامعیت و مقبولیت کافی به دست نیاورده است. علت این امر به فقدان پایه نظری مستحکم و محدود بودن اغلب مطالعات EKC به آلودگی‌های هوایی و در سطح بین‌المللی برمی‌گردد.

در زمان رسیدن به رشد بالای اقتصادی، سطح سواد و دانش و آگاهی شهروندان افزایش می‌یابد و مردم در برابر آلودگی هوا از خود واکنش نشان می‌دهند و در اثر رشد اقتصادی، پیشرفت‌های فناوری هر چه بیشتر در فرایند تولید به کار می‌رود و به‌همین جهت در فرایند تولید، آلودگی کمتری ایجاد می‌شود. از سوی دیگر در جوامعی که به سطح بالایی از رشد رسیده‌اند، بحث اندازه‌گیری و کنترل آلودگی جدی است و میزان آلودگی پیوسته در نماگرها و رسانه‌ها منعکس می‌شود و افکار عمومی به آن حساسیت نشان می‌دهد. به‌همین جهت در برابر آلودگی و به‌طور کلی منابع تولید آلودگی از جانب تشکل‌های مردمی، اعتراضاتی به‌عمل می‌آید. در این جوامع، قوانین زیست محیطی متعدد و فراگیری وضع شده و شدیداً اجرا می‌شود. برخی از دولت‌ها بر فعالیت‌های آلاینده، جریمه‌های زیست محیطی وضع، یا اینکه فعالیت‌های آلاینده را متوقف نموده و یا تولید کننده را مجبور به استفاده از فیلترها و دستگاه‌های کاهش دهنده آلودگی می‌کنند. به عبارت دیگر، بنگاه‌ها را مجبور به درونی نمودن آلودگی می‌کنند. در حقیقت پیام این فرضیه این است که رشد اقتصادی هم علت آلودگی و هم درمان آن است، بنابراین رسیدن اقتصاد به مرحله ی رشد غیرمادی، بیانگر تبدیل شدن

^۱ Environmental Kuznets Curve.

درآمد باعث افزایش تقاضای کیفیت محیط زیست می شود و این به معنی پذیرش معیارها و ضوابط حفاظتی زیست محیطی است (Frankel, 2009).



شکل ۱- رابطه رشد اقتصادی و آلودگی

مدل های استاتیک

اکثر مطالعات تجربی به دنبال تأیید و یا رد رابطه U بین درآمد سرانه و محیط زیست که به منحنی زیست محیطی کوزنتس معروف است، بوده اند. در زیر با استفاده از یک مدل ساده استاتیک ثابت شده که شکل کوزنتس یا همان رابطه بین رشد اقتصادی و کیفیت زیست محیطی بر اساس تغییر ترجیحات مصرف کنندگان بین مصرف و آلودگی اتفاق می افتد. در این مدل، مصرف کننده نوعی وجود دارد که تابع مطلوبیت وی به صورت رابطه مقابل است:

$$U = U(C, P) \quad (1)$$

C بیانگر مصرف و P نماد آلودگی است. تابع آلودگی به صورت مقابل تعریف می شود:

$$P = P(C, E) \quad (2)$$

که E در آن بیانگر تلاش های صورت گرفته برای کاهش آلودگی می باشد.

فرض می شود شکل تابع مطلوبیت و آلودگی به صورت روابط زیر تعریف شده باشد:

$$U = C - zP \quad (3)$$

$$P = C - C^\alpha E^\beta \quad (4)$$

در معادلات بالا α, β پارامترهای مثبتی هستند. هر اندازه β بزرگتر باشد کاهش به میزان بیشتری اتفاق می افتد.

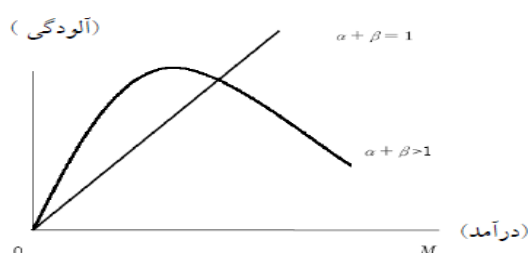
رویکرد سوم که اوایل دهه ۹۰ مطرح شد، میان رشد اقتصادی و آلودگی زیست محیطی رابطه ای به صورت U وارونه مطرح نموده است. همان طور که به آن اشاره شده این موضوع به فرضیه انتقال زیست محیطی یا فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس معروف شده، که این رابطه نام خود را از سیمون کوزنتس (۱۹۵۵)، برنده جایزه نوبل (که بین نابرابری درآمد و درآمد رابطه ای به صورت U وارونه پیدا کرد) گرفته است. بنابر فرضیه کوزنتس، در مراحل ابتدایی رشد اقتصادی، تخریب محیط زیست زیاد است تا اینکه این موضوع به نقطه ای در حداکثر خود می رسد و سپس در مراحل بالای رشد، محیط زیست بهبود می یابد (شکل ۱).

مدل های مبتنی بر تابع مطلوبیت (طرف تقاضا)

از مطالعات نظری در این مورد می توان به مدل های مبتنی بر تابع مطلوبیت اشاره کرد.

مدل های مبتنی بر تابع تقاضا را می توان به دو دسته مدل های استاتیک و دینامیک تقسیم نمود که در مدل های دینامیک نیز حالات متفاوتی از رشد اقتصادی و سیاست های کاهش آلودگی قابل بررسی است.

می‌باشد. زمانی که $a + \beta = 1$ باشد بازدهی نسبت به مقیاس ثابت است و نسبت $\frac{\partial P^*}{\partial M}$ نیز ثابت است. زمانی که $0 \leq \alpha$ و $\beta \leq 1$ باشد با افزایش M مقدار P^* افزایش می‌یابد که در این شرایط شیب منحنی مثبت است. بدین معنی که رابطه آلودگی و درآمد نیز مثبت می‌باشد. زمانی که $a + b < 1$ است بازدهی نسبت به مقیاس کاهنده و منحنی به شکل محدب است. که این مفاهیم در شکل ۲ نمایش داده شده است.



شکل ۲ - منحنی زیست محیطی کوزنتس

لازم به ذکر است که شکل U معکوس بدست آمده تحت تأثیر پارامترهای اثرگذار بر نرخ نهایی جانشینی بین درآمد و آلودگی می‌باشد که نرخ جانشینی نیز وابسته به شکل تابع آلودگی است. مشکل مدل استاتیک مطرح شده در این است که قادر نیست ارتباط بهینه دینامیک بین درآمد و آلودگی را نشان دهد. علاوه بر این نمی‌توان گفت که دلیل اصلی کاهش در آلودگی تنها ناشی از رفتار مصرف‌کنندگان است (لشکری زاده و تاجداران، ۱۳۸۹).

رویکرد دینامیک

در این رویکرد سعی می‌شود به دلایل بیان شده در بالا، چارچوب دینامیکی برای منحنی زیست محیطی کوزنتس با استفاده از مدل استاتیک ذکر شده ارائه شود. بدین منظور فرض شده که مصرف‌کنندگان دارای تابع مطلوبیت یکسانی هستند و تابع آلودگی آنها همانند تابع آلودگی در مدل استاتیک است. در روش دینامیک تابع تولید به وسیله موجودی سرمایه (K) و با جایگزینی در محدودیت بودجه معادله بدست می‌آید. هم‌چنین تجمع دینامیکی سرمایه به وسیله تابع زیر تعریف شده است.

هم‌چنین فرض می‌شود قیمت کالاهای مصرفی و هزینه کاهش آلودگی برابر واحد است؛ بنابراین با نشان دادن درآمد مصرف‌کننده با نماد (M) می‌توان محدودیت بودجه‌ای وی را به صورت زیر تعریف کرد:

$$C + E = M \quad (5)$$

با ماکزیمم کردن رفتار مصرف‌کننده در این چارچوب استاتیک مقدار بهینه مصرف C^* و تلاش برای کاهش آلودگی E^* بر اساس روابط زیر بدست می‌آید:

$$C^* = \frac{\alpha}{\alpha + \beta} M \quad \text{and} \quad E^* = \frac{\beta}{\alpha + \beta} M$$

با جانشین کردن روابط در تابع آلودگی به سطح بهینه آلودگی می‌رسیم که به صورت زیر تعریف می‌شود:

(۷)

$$P^* = (M) \\ = \frac{\alpha}{\alpha + \beta} M - \left(\frac{\alpha}{\alpha + \beta} \right)^\alpha \left(\frac{\beta}{\alpha + \beta} \right)^\beta M^{\alpha + \beta}$$

با مشتق‌گیری از رابطه (۷) نسبت به درآمد (M) معادله زیر حاصل می‌گردد که بیانگر شیب منحنی زیست محیطی کوزنتس است:

(۸)

$$\frac{\partial P^*}{\partial M} = \alpha - (\alpha + \beta) - \left(\frac{\alpha}{\alpha + \beta} \right)^\alpha \left(\frac{\beta}{\alpha + \beta} \right)^\beta M^{\alpha + \beta - 1}$$

$$\frac{\partial^2 P^*}{\partial M^2} = \\ -(\alpha + \beta - 1)(\alpha + \beta) \left(\frac{\alpha}{\alpha + \beta} \right)^\alpha \left(\frac{\beta}{\alpha + \beta} \right)^\beta M^{\alpha + \beta - 2}$$

با توجه به معادلات بالا مشخص می‌شود زمانی می‌توان شاهد رابطه U معکوس بین درآمد و محیط‌زیست (آلودگی) بود که $(a + \beta)$ بزرگتر از یک باشد و مشتق دوم نیز منفی شود، زیرا تنها در این حالت است که بازدهی نسبت به مقیاس فزاینده است و منحنی نیز به شکل مقعر

مروری اجمالی بر روش شناسی تحقیق

استفاده از سری زمانی در بررسی‌های تجربی و تحلیل‌های اقتصادسنجی از اهمیت درخور توجهی برخوردار است. فرض ابتدایی استفاده از این گونه داده‌ها و برآوردهای اقتصادسنجی، این است که متغیرهای سری زمانی پایا^۱ هستند. اگر چنین فرضی نقض شود، آن‌گاه، نتایج برآوردهای سنتی اقتصادسنجی و استنتاج بر اساس آزمون‌های آماری متعارف، مورد تردید خواهد بود. عمده‌ترین مشکلی که در تحلیل‌های سری زمانی پدید می‌آید، پدیده رگرسیون کاذب^۲ است. این پدیده زمانی بوجود می‌آید که رابطه معنی‌داری ظاهری بین متغیرهای الگو، ناشی از همبستگی شدید و وجود روند به عنوان یک ویژگی مشترک سری‌های زمانی باشد. اگر چه در واقع، هیچ رابطه اقتصادی معنی‌داری بین آن‌ها وجود نداشته باشد. لذا، با توجه به این که نتایج اقتصادسنجی سری‌های زمانی ناپایا به پدیده رگرسیون کاذب می‌انجامد، بایستی قبل از برآورد مدل، به بررسی پایایی متغیرهای الگو پرداخت. به‌طور کلی در روش رگرسیون خود بازگشتی با وقفه‌های گسترده (ARDL)، درجه پایایی متغیرها می‌تواند مهم نباشد و صرفاً با تعیین وقفه‌های مناسب برای متغیرها، می‌توان مدل را بر اساس نظریه‌های اقتصادی تصریح کرد (نوفرستی، ۱۳۸۷).

مطالعات تجربی

در این قسمت به بررسی مطالعات صورت گرفته خارجی و داخلی پرداخته می‌شود:

مطالعات تجربی خارجی

جلیل و فریدون در مقاله خود با عنوان منحنی کوزنتس محیط زیست برای انتشار CO₂ برای کشور چین با استفاده از تجزیه و تحلیل همجمعی به بررسی ارتباط بلندمدت بین انتشار گاز دی‌اکسیدکربن و مصرف انرژی، درآمد و تجارت خارجی با استفاده از داده‌های سری زمانی ۲۰۰۵-۱۹۷۵ می‌پردازند. به‌طور خاص مطالعه با هدف بررسی صحت منحنی کوزنتس محیط زیست (EKC) در کشور چین صورت گرفته است که رابطه بین انتشار گاز

$$M = M(K, P), M_k > 0, M_{kk} < 0, M_p < 0$$

(۹)

$$\dot{K} = M - E - C$$

در مدل، فرض شده که سرمایه دچار استهلاک نمی‌شود و قیمت واقعی کالاهای مصرفی و هزینه کاهش آلودگی برابر واحد است. با چنین فرضی می‌توان پذیرفت که مدل استاتیک ارائه شده در بخش قبلی به سمت ورژن بهینه‌یابی دینامیک بسط داده می‌شود که این ورژن بهینه دینامیک به وسیله رابطه نشان داده شده است.

$$\max \rightarrow \int_0^{\infty} U e^{-\rho t} dt = \int_0^{\infty} (C^\alpha E^\beta) e^{-\rho t} dt$$

(۱۰)

$$\text{subject to } \dot{K} = M(K, C - C^\alpha E^\beta) - E \\ - C, K(0) = K_0$$

در معادله دینامیک ذخیره سرمایه به‌طور صریح در تابع آلودگی وارد نمی‌شود. همچنین آلودگی نیز به‌طور صریح در تابع تولید آورده نشده است. ارزش جاری تابع همیلتون به وسیله معادله محاسبه می‌گردد:

$$H = C^\alpha E^\beta + \lambda [M(K, C - C^\alpha E^\beta) - E - C] \quad (۱۱)$$

شرایط لازم برای بهینه شدن مدل دینامیک که از تابع همیلتون استخراج شده، در زیر بیان شده است.

$$\frac{\partial H}{\partial C} = \alpha C^{\alpha-1} E^\beta + \lambda \left[\frac{\partial M}{\partial P} (1 - \alpha C^{\alpha-1} E^\beta) - 1 \right] = 0 \quad (۱۲)$$

$$\frac{\partial H}{\partial E} = \beta C^\alpha E^{\beta-1} + \lambda \left[\frac{\partial M}{\partial P} (\beta C^\alpha E^{\beta-1}) - 1 \right] = 0 \quad (۱۳)$$

$$\dot{\lambda} = -\frac{\partial H}{\partial K} + \rho \lambda = \left[-\lambda \frac{\partial M}{\partial K} \right] + \rho \lambda = \lambda \left[\rho - \frac{\partial M}{\partial K} \right] \quad (۱۴)$$

معادله (۱۴) شرط دینامیک بودن را بیان می‌کند (لشکری زاده و تاجداران، ۱۳۸۹).

CO₂ و سرانه تولید ناخالص داخلی واقعی را نشان می‌دهد. روش خود توزیع با وقفه گسترده (ARDL) برای تجزیه و تحلیل مورد استفاده قرار گرفته و رابطه درجه دوم بین درآمد و نشر گاز CO₂ که نشانگر صحت منحنی کوزنتس محیط زیست (EKC) برای دوره مورد مطالعه می‌باشد، تأیید می‌شود. نتایج حاصل از آزمون علیت گرنجر نیز نشان می‌دهد که یک رابطه یک طرفه از رشد اقتصادی به انتشار گاز CO₂ وجود دارد (Jalil & Feridun, 2010).

میان و رافوئل در تحقیق خود با عنوان مصرف انرژی، انتشار آلودگی و رشد اقتصادی در جنوب آفریقا به بررسی ارتباط میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی با انتشار آلودگی برای دوره ۲۰۰۶-۱۹۶۵ پرداخته اند. آن‌ها با استفاده از آزمون هم‌انباشتگی، دریافته‌اند که متغیرها در کوتاه مدت دارای رابطه معنی‌دار و مثبتی با انتشار آلاینده‌ها و رشد اقتصادی می‌باشند. علاوه بر این، با استفاده از فرم تکمیل شده آزمون گرنجر آن‌ها دریافته‌اند که یک ارتباط یک طرفه بدون برگشت از سمت انتشار گاز CO₂ به رشد اقتصادی و از مصرف انرژی به انتشار گاز CO₂ وجود دارد. شواهد اقتصادسنجی نشان می‌دهد که آفریقای جنوبی قربانی رشد اقتصادی و با کاهش مصرف انرژی در هر واحد خروجی یا هر دو آلاینده‌های زیست محیطی کاهش می‌یابد (Menyah & Rufael, 2010).

محمد نصیر و فائیز الرحمن در مطالعه خود با عنوان منحنی کوزنتس زیست محیطی برای انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در پاکستان، که برای دوره ۲۰۰۸-۱۹۷۲ مورد مطالعه قرار داده‌اند، به بررسی رابطه بین انتشار گاز دی‌اکسیدکربن، درآمد، مصرف انرژی و تجارت خارجی می‌پردازند. با به کارگیری روش هم‌انباشتگی جوهانسون جوسلیوس، آن‌ها در این مطالعه به این نتیجه می‌رسند که یک رابطه بلندمدت درجه دوم بین انتشار گاز دی‌اکسیدکربن و درآمد سرانه وجود دارد، که وجود منحنی کوزنتس زیست محیطی را برای پاکستان تأیید می‌کند. علاوه بر این هر دو متغیر مصرف انرژی و تجارت خارجی دارای اثر مثبت روی انتشار گاز دی‌اکسیدکربن دارد. با این حال، نتایج کوتاه مدت وجود منحنی زیست محیطی

کوزنتس را رد می‌کند (Nasir & reman, 2011). ماین لیم و همکاران به بررسی مسائل مربوط به علیت کوتاه مدت و بلند مدت در مصرف نفت، تولید گازهای گلخانه‌ای و رشد اقتصادی در فیلیپین با استفاده از تکنیک‌های سری زمانی و داده‌های سالانه برای دوره‌ی زمانی ۲۰۱۲-۱۹۶۵ پرداختند. یافته‌های مهم تحقیق یک علیت یک سویه بین مصرف نفت و انتشار گازهای گلخانه‌ای را نشان می‌دهد، که بدان معناست که کشور فیلیپین نیاز به بهبود بهره‌وری در مصرف نفت به منظور کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای دارد (Min Lim & et al, 2014).

آل مولالی و همکاران به بررسی وجود منحنی زیست محیطی کوزنتس برای دوره ۱۹۸۱ تا ۲۰۱۱ برای کشور ویتنام پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که بین تولید ناخالص داخلی و آلودگی هم در کوتاه مدت و هم در بلندمدت رابطه مثبت وجود دارد و فرضیه زیست محیطی کوزنتس برای کشور ویتنام تأیید نمی‌گردد (AIMulali & et al, 2015).

الشهری و بلومی (۲۰۱۵)، با استفاده از داده‌های ۱۹۷۱-۲۰۱۰ برای کشور عربستان به بررسی روابط علت و معلولی پویا بین مصرف انرژی، قیمت انرژی و رشد اقتصادی پرداختند. نتایج مطالعه حاکی از وجود یک رابطه بلندمدت بین متغیرهای مورد بررسی بود. هم‌چنین، قیمت انرژی مهم‌ترین عامل در تبیین رشد اقتصادی کشور عربستان بود (Alshehry and Belloumi, 2015).

دادگر و نظری در مقاله‌ای تحت عنوان تأثیر حکمرانی خوب بر آلودگی محیط زیست در کشورهای آسیای جنوب غربی، به تأثیر ابعاد حکمرانی خوب بر آلودگی محیط زیست در کشورهای آسیای جنوب غربی طی دوره ۲۰۰۲-۲۰۱۵ پرداخته‌اند. نتایج مقاله حاکی از آن است شاخص‌های کنترل فساد، اثر بخشی دولت، ثبات سیاسی و نبود خشونت، صدا و پاسخگویی، کیفیت قانون و حاکمیت قانون به عنوان شاخص‌های معرف حکمرانی خوب، اثری منفی و معنادار بر آلودگی دارند. در جهی بازبودن اقتصاد با میزان آلودگی محیط زیست رابطه منفی و معنادار داشته است. رشد اقتصادی و ارزش افزوده بخش

صنعت اثر مثبت و معناداری بر آلودگی محیط زیست در کشورهای مورد مطالعه دارد. بنابراین، بهبود شاخص های حکمرانی خوب در کشورهای منتخب از جمله ایران به طور بالقوه می تواند آلودگی را کاهش دهد (Dadgara and Nazari, 2017).

مطالعات تجربی داخلی

پژویان و مرادحاصل در مطالعه خود با عنوان بررسی تاثیر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا تلاش کرده اند با استفاده از روش داده های تلفیقی (پانل)، اثر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا در قالب فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس برای ۶۷ کشور با گروه های درآمدی متفاوت (شامل ایران) مورد آزمون قرار دهند. به این منظور اثر رشد اقتصادی، جمعیت شهری، قوانین زیست محیطی، تعداد خودرو و درجه باز بودن اقتصاد بر میزان آلودگی هوا مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این تحقیق حکایت از آن دارند که ارتباط میان رشد اقتصادی و میزان تخریب زیست محیطی نوعی U وارونه می باشد که به خوبی حاکی از برقراری فرضیه کوزنتس است. نتایج، برقراری منحنی زیست محیطی کوزنتس در کشورهای مورد بررسی را تأیید می کند (پژویان و مرادحاصل، ۱۳۸۶).

بهبودی و گلعدانی در مطالعه خود با عنوان اثر زیست محیطی مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران به بررسی رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست پرداخته اند. نتایج حاصل از تخمین روابط بلندمدت بیانگر این است که شدت استفاده از انرژی دارای تأثیر مثبت بر آلودگی محیط زیست بوده و کشتش انتشار سرانه ی گاز دی اکسید کربن نسبت به شدت استفاده از انرژی اندکی کمتر از یک است. از طرفی دیگر، افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه نیز باعث افزایش انتشار گاز دی اکسید کربن و آلودگی محیط زیست گردیده است و کشتش انتشار سرانه ی گاز دی اکسید کربن نسبت به تولید ناخالص داخلی سرانه مثبت و بیش از ۱/۳ است (بهبودی و گلعدانی، ۱۳۸۷).

فطرس و نسرين دوست در مقاله خود با عنوان رابطه ی بین آلودگی هوا، آلودگی آب، مصرف انرژی و رشد

اقتصادی در ایران طی دوره ی ۸۳-۱۳۵۹ به بررسی تاثیر یکسری متغیرها روی آلودگی آب و آلودگی هوا پرداخته اند. نتایج، بیانگر وجود یک رابطه یک طرفه از نشر دی اکسید کربن به درآمد سرانه است. فرضیه ی کوزنتس برای نشر دی اکسید کربن رد می شود (فطرس و نسرين دوست، ۱۳۸۸).

فطرس در مطالعه ای تحت عنوان رشد اقتصادی، مصرف انرژی و آلودگی هوا در ایران به بررسی وجود و جهت علیت گرانجری بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار دی اکسید کربن در دوره زمانی ۱۳۸۴-۱۳۵۰ ایران می پردازد. برای این منظور، الگوی چند متغیره ای شامل رشد اقتصادی، مصرف انرژی، انتشار دی اکسید کربن، موجودی سرمایه، نیروی کار و جمعیت شهرنشین را به کار می گیرد. سپس، با استفاده از رویکرد اقتصادسنجی تودا- یا ماموتو به تعیین علیت بین متغیرها می پردازد. نتایج نشان می دهند رابطه علیت دوطرفه ای بین رشد تولید ناخالص داخلی و نشر دی اکسید کربن وجود دارد. همچنین، رابطه ای علی از مصرف انرژی به نشر دی اکسید کربن یافت می شود. وجود رابطه کوهانی شکل بین رشد تولید ناخالص داخلی و نشر دی اکسید کربن نشان می دهد که فرضیه زیست محیطی (کوزنتس) در کشور ایران صادق است (فطرس، ۱۳۹۰).

نظری و عادل در مقاله ای با عنوان رشد اقتصادی، انرژی و محیط زیست: بررسی مدل E3 در ایران، به بررسی مدل (E3) رشد اقتصادی، انرژی و محیط زیست در ایران برای دوره زمانی ۱۳۹۲-۱۳۵۳ با استفاده از روش تخمین زن گشتاورهای تعمیم یافته می پردازند. نتایج مطالعه نشان می دهد که اثر مصرف انرژی و آلودگی محیط زیست بر رشد اقتصادی مثبت و معنی دار است. همچنین اثر رشد اقتصادی بر مصرف انرژی مثبت و معنی دار است. در نهایت مصرف انرژی و رشد اقتصادی اثر مثبت و معنی داری بر آلودگی محیط زیست در ایران دارند (نظری و عادل، ۱۳۹۳).

نظری و همکاران در مقاله ای تحت عنوان بررسی عوامل مؤثر بر آلودگی محیط زیست در ایران طی دوره

فرآورده‌های نفتی (مصرف فرآورده‌های نفتی سرانه بر حسب کیلوگرم) می‌باشد. لذا با توجه به توضیحات ارائه شده در بالا، شکل کلی مدل به صورت زیر می‌باشد:

$$CO_2 = \alpha_0 + \alpha_1 y_t + \alpha_2 y_t^2 + \alpha_3 e_t + \varepsilon_t \quad (16)$$

دوره زمانی مورد مطالعه ۱۳۶۵-۱۳۹۵ بوده و داده‌ها و اطلاعات آماری مورد نیاز برای برآورد مدل از سایت بانک جهانی و بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران استخراج شده است. در این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار Microfit و به‌وسیله روش الگوی خود توضیح با وقفه گسترده (ARDL) به بررسی و تجزیه و تحلیل داده‌های سری زمانی می‌پردازیم.

یافته‌های تحقیق

آزمون ایستایی متغیرهای الگو

در بررسی حاضر آزمون ایستایی متغیرهای الگو به وسیله آزمون متداول دیکی- فولر تعمیم یافته در سطح متغیرها با وجود متغیرهای برون‌زای عرض از مبدأ و عرض از مبدأ و روند زمانی صورت می‌گیرد. نتایج مربوط به این آزمون در سطح و تفاضل مرتبه اول برای کلیه متغیرهای به کار رفته در مدل‌های مطرح شده در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- بررسی ایستایی متغیرهای الگو براساس آزمون دیکی- فولر تعمیم یافته

با عرض از مبدأ و روند (C+T)			با عرض از مبدأ (C)				
متغیر	آماره آزمون	مقادیر بحرانی در سطح ۵٪	نتیجه*	طول وقفه	آماره آزمون	مقادیر بحرانی در سطح ۵٪	نتیجه*
انتشار گاز دی‌اکسیدکربن	۱/۹۴۹۲	-۲/۹۸۵۰	-	۱	-۲/۲۲۰۶	-۳/۶۰۲۷	-
تفاضل مرتبه اول انتشار گاز دی‌اکسیدکربن	-۶/۹۶۰۹	-۲/۹۹۰۷	I(1)	۰	-۷/۹۷۸۰	-۳/۶۱۱۹	I(1)
درآمد سرانه	۵/۲۵۰۳	-۲/۹۸۵۰	I(0)	۲	۵/۰۶۷۷	-۳/۶۰۲۷	I(0)
مربع درآمد سرانه	۷/۰۷۴۲	-۲/۹۸۵۰	I(0)	۲	۴/۸۸۰۰	-۳/۶۰۲۷	I(0)
مصرف فرآورده‌های نفتی	-۰/۸۶۲۱	-۲/۹۷۹۸	-	۱	-۳/۰۰۰۷	-۳/۵۹۴۳	-
تفاضل مرتبه اول مصرف فرآورده‌های نفتی	-۳/۵۸۲۸	-۲/۹۸۵۰	I(1)	۰	-۳/۵۶۱۶	-۳/۶۰۲۷	I(1)

* در بررسی ایستایی و ارائه نتایج آن اگر آزمون ریشه واحد بر روی سطح داده‌ها انجام گیرد، سطح معنی‌داری ۹۵ درصد ملاک عمل خواهد بود و همچنین اگر آزمون ریشه واحد بر روی تفاضل اول داده‌ها انجام شود، سطح معنی‌داری ۹۰ درصد نیز مورد قبول است.
- در سطح ۹۵ درصد ایستا نیست.
I(1) در سطح معنی‌داری ۹۵ یا حداکثر ۹۰ درصد ایستا و مرتبه ایستایی آن یک است.

نتایج حاصل از تخمین پویا

تجزیه و تحلیل از روش (ARDL) مبتنی بر تفسیر سه معادله پویا، بلندمدت و تصحیح خطا می باشد که نتایج حاصل از معادله پویا معادله است که در آن متغیر وابسته به شکل با وقفه در سمت راست معادله ظاهر می شود برای انتخاب وقفه بهینه می توان از معیار اکائیک شوارتز، حنان کوپین و ضریب تعیین تعدیل شده استفاده کرد که در این مطالعه برای جلوگیری از کاهش درجه آزادی از معیار شوارتز بیزین استفاده شده است. به عبارت دیگر برای برآورد رابطه (معادله) با توجه به تعداد کم مشاهدات تعداد وقفه، یک در نظر گرفته می شود، زیرا در نمونه های کوچک، وجود تعداد وقفه های زیاد باعث از دست دادن درجه آزادی می شود. الگوی برآوردی بر اساس معیار شوارتز بیزین مورد تخمین قرار می گیرد که در نمونه های کمتر از ۱۰۰ معمولاً از معیار شوارتز- بیزین استفاده می شود (تشکینی، ۱۳۸۴).

همان طور که در جدول ۲ مشاهده می شود متغیرهای درآمد سرانه و مربع آن در سطح خود ایستا بوده ولی متغیرهای انتشار گاز دی اکسید کربن، مصرف فرآورده های نفتی با یک بار تفاضل گیری ایستا می شوند و جمعی از درجه یک می باشند.

همان طور که می دانیم در این حالت استفاده از روش OLS معمولی باعث به وجود آمدن رگرسیون های کاذب می شود لذا برای برآورد الگو بهتر است از روش ARDL استفاده شود. این روش نسبت به درجه هم جمعی متغیرهای توضیحی حساس نبوده و بدون در نظر گرفتن این که متغیرها I(0) یا I(1) هستند به کار برده می شوند (به بیان دیگر یکی از دلایل استفاده از روش ARDL هم جمعی برخی متغیرها از درجه صفر و برخی دیگر از درجه یک می باشد) و با انتخاب وقفه مناسب در مدل، می توان برآورد سازگاری از ضرایب کوتاه مدت و بلندمدت به دست آورد.

جدول ۳- نتایج تخمین مدل پویا

متغیرها	ضرایب	آماره t	سطح معنی داری
انتشار دی اکسید کربن با وقفه	۰/۵۳	۳/۶۷	۰/۰۱۵
درآمد سرانه	۷۸۵۵/۷	۳/۰۶	۰/۰۱۰
مربع درآمد سرانه	-۱۵۷/۷۱	-۲/۸۲	۰/۰۰۲
مصرف فرآورده های نفتی	۱۱۸/۸۱	۳/۵۲	۰/۰۰۱
عرض از مبدأ	-۲۹۶۹/۶	-۰/۱۷	۰/۰۰۰
نقطه برگشت منحنی	۲۷۰/۸	۲/۰۲	۰/۰۰۵
	DW= ۱/۸۵۰۶	F=۲۹۰/۰۲	R ² =۰/۹۷۹

منبع: یافته های تحقیق

بین رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست قابل انتظار است. چرا که تکنولوژی تولید دارای اس-تانداردهای زیست محیطی پایینی می باشد به طوری که تخریب محیط زیست یک نهاده ضروری برای ایجاد و افزایش تولید می باشد. هم چنین به دلیل سیاست گذاری های رشد محور، به کارگیری تکنولوژی آلاینده در ایران رو به افزایش است و این امر باعث تخریب با شتاب بالای منابع زیست محیطی می شود. لذا افزایش آلودگی زیست محیطی

با توجه به ضریب مثبت متغیر درآمد سرانه و ضریب منفی مربع این متغیر، که معنادار نیز می باشند رابطه مثبت بین رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست مورد تأیید قرار می گیرد و لذا می توان گفت که منحنی زیست محیطی کوزنتس در ایران مورد تأیید قرار گرفته است. هم چنین نقطه برگشت محاسبه شده نشان می دهد که ایران هنوز به نقطه برگشت منحنی زیست محیطی کوزنتس نرسیده است. لازم به ذکر است که رابطه مثبت

برآورد الگوی بلند مدت

حال وجود و عدم وجود رابطه بلند مدت را در مدل برآوردی با استفاده از آزمون ارائه شده توسط بنرجی، دولادو و مستر مورد بررسی قرار می‌دهیم. در این حالت فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود رابطه بلندمدت در مقابل فرضیه صفر مبنی بر وجود رابطه بلندمدت به شکل زیر مورد آزمون قرار می‌گیرد.

$$H_0 = \sum_{i=1}^p a_i - 1 \geq 0 \quad (17)$$

$$H_1 = \sum_{i=1}^p a_i - 1 < 0$$

کمیت آماره مورد نیاز برای انجام آزمون فوق به صورت زیر محاسبه می‌شود:

در فرایند رشد اقتصادی نشان‌دهنده عدم پایداری فرایند رشد اقتصادی کشور می‌باشد.

ضریب مثبت و معنی‌دار متغیر مصرف فرآورده‌های نفتی بیانگر این است که با افزایش مصرف فرآورده‌های نفتی آلودگی محیط‌زیست نیز افزایش پیدا می‌کند. به عبارتی دیگر موقعیت کنونی و شرایط رشد اقتصادی کشور هنوز در شرایطی نیست که رشد اقتصادی و افزایش تولیدات باعث کاهش انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی به خصوص دی‌اکسیدکربن شود.

طبق جدول فوق ضریب تعیین محاسبه شده ۰/۹۷۹ می‌باشد که نشان‌دهنده قدرت توضیح‌دهندگی بسیار بالای الگو است و آماره F برای الگو کاملاً معنی‌دار می‌باشد. یعنی هیچ‌کدام از ضرایب الگو هم‌زمان صفر نیست و مقدار دوربین واتسون نیز که ۱/۸۵ بوده و حکایت از این دارد که تخمین به‌صورت مناسب انجام گرفته است.

جدول ۴- نتایج آزمون بنرجی، دولادو و مستر برای بررسی وجود روابط بلند مدت در الگوی (ARDL)

آماره آزمون	-۳/۳۶
مقدار بحرانی در سطح ۵٪	-۳/۳۵

منبع: یافته‌های تحقیق

صفر مبنی بر عدم وجود رابطه بلند مدت رد می‌شود و نتیجه می‌گیریم که یک رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرهای الگو در ایران وجود دارد. این رابطه بلندمدت در جدول ۵ نشان داده شده است.

از آن‌جا که کمیت بحرانی ارائه شده توسط بنرجی، دولادو و مستر در سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر ۳/۳۵- است، لذا آماره محاسباتی برای مدل از نظر قدر مطلق از مقدار بحرانی ارائه شده در جدول بزرگتر می‌باشد. بنابراین فرضیه

جدول ۵- نتایج برآورد مدل بلند مدت آلودگی محیط‌زیست با استفاده از روش ARDL

متغیرها	ضرایب	آماره t	سطح معنی‌داری
درآمد سرانه	۱۶۸۳۴/۵	۶/۲۴	۰۰۰۰
مربع درآمد سرانه	-۳۳۷/۹۶	-۴/۳۸	۰/۰۰۲
مصرف فرآورده‌های نفتی	۳۵۴/۶۱	۴/۹۲	۰/۰۶۹
عرض از مبدأ	-۶۳۶۳/۷	-۰/۱۶	۰۰۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

بررسی الگوی تصحیح خطا

همچنین باتوجه به نتایج حاصله از جدول ۶ مدل تصحیح خطا نیز به صورت زیر توسط نرم افزار میکروفیت تخمین زده شده که نشانگر تعدیل پویایی های کوتاه مدت در جهت روابط تعادلی بلند مدت است. ضریب جمله تصحیح خطا به این معنی است که در هر دوره چقدر از عدم تعادل کوتاه مدت به سوی تعادل بلند مدت تعدیل می شود و لازمه این، آن است که ضریب تصحیح خطا، ضمن معنی دار بودن، در بازه [۰ و -۱] قرار داشته باشد.

با توجه به جدول ۴ وجود ارتباط بلند مدت بین متغیرها تأیید و نتایج ارتباط بلندمدت بین متغیرها در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج ارتباط مثبت و معنی دار بین درآمد سرانه و آلودگی محیطزیست را نشان می دهد. ضریب مربع درآمد سرانه نیز منفی ولی معنی دار است. لذا فرضیه کوزنتس آلودگی در بلندمدت نیز برای ایران تأیید می شود. به علاوه مصرف فرآورده های نفتی نیز تاثیر مثبت و معنی دار بر آلودگی محیطزیست ایران دارد.

جدول ۶- ضرایب تصحیح خطا در مدل های برآوردی

متغیرها	ضرایب	آماره t	سطح معنی داری
انتشاردی اکسیدکربن با وقفه	۰/۵۳	۳/۶۷	۰/۰۱۵
درآمد سرانه	۷۸۵۵/۷	۳/۰۶	۰/۰۱۰
مربع درآمد سرانه	-۱۵۷/۷۱	-۲/۸۲	۰/۰۰۲
مصرف فرآورده های نفتی	۱۱۸/۸۱	۳/۵۲	۰/۰۰۱
عرض از مبدأ	-۲۹۶۹/۶	-۰/۱۷	۰/۰۰۰
ضریب تصحیح خطا	-۰/۴۶۶	-۳/۲۲	۰/۰۰۴

منبع: یافته های تحقیق

معمولاً این خطوط برای سطح معنی داری ۵ درصد رسم می شوند و نتیجه آزمون های مذکور، به ترتیب، در شکل های ۳ و ۴ مدل نشان داده شده است. همان گونه که مشاهده می شود، نمودارهای CUSUM و CUSUMQ میان دو خط بحرانی در سطح ۵ درصد قرار گرفته اند. بر اساس این نتایج، ضرایب متغیرها در طول دوره مورد بررسی، دارای ثبات می باشند. به عبارتی دیگر، شکست ساختاری در الگو وجود ندارد. در واقع، آزمون نشان می دهد که میانگین جملات پسماند صفر است و فروض اول کلاسیک برقرار است.

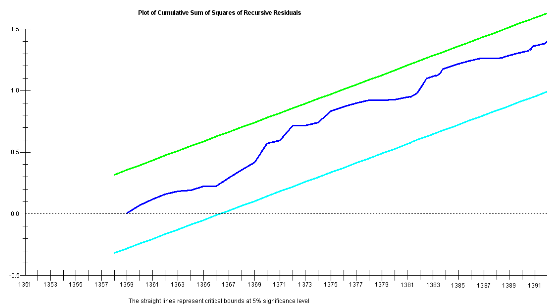
چنان که از جدول فوق برمی آید، نتایج نشانگر این است که اگر شوکی باعشی انحراف متغیرها از تعادل کوتاه مدت اولیه شود. در هر دوره ۴۶٪ از عدم تعادل کوتاه مدت به سوی تعادل بلندمدت تصحیح می شود.

آزمون ثبات ساختاری

در این قسمت، پایداری پارامترهای تخمین زده شده در الگوی بلندمدت بررسی می شود که برای این منظور از آزمون های مجموع تجمعی پسماند^۱ (CUSUM) و مجموع تجمعی مربع پسماند^۲ (CUSUMQ) استفاده می شود. آزمون های CUSUM و CUSUMQ از یک نمودار برای نمایش و یک دسته خطوط مستقیم استفاده می کند که

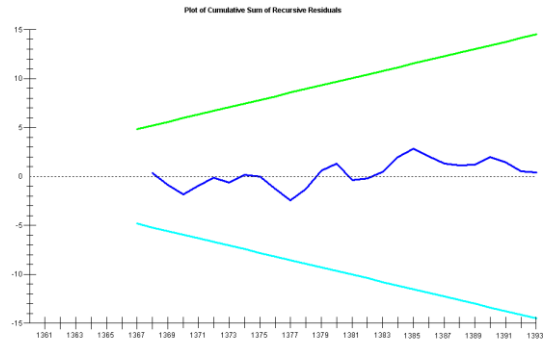
^۲ Cumulative sum of square.

^۱ Cumulative sum.



منبع: یافته‌های تحقیق

شکل ۴- نمودار مجذور پسماند تجمعی



شکل ۳- نمودار پسماند تجمعی

نتیجه گیری

در بررسی الگوی کوتاه‌مدت برای مدل‌های برآوردی در می‌یابیم که، با توجه به ضریب مثبت متغیر درآمد سرانه و ضریب منفی مربع این متغیر، که معنادار نیز می‌باشند رابطه مثبت بین رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست مورد تأیید قرار می‌گیرد. به‌علاوه فرضیه کوزنتس محیط زیست برای ایران صادق می‌باشد و همچنین نقطه برگشت محاسبه شده نشان می‌دهد که ایران هنوز به نقطه برگشت منحنی زیست‌محیطی کوزنتس نرسیده است. لازم به ذکر است که رابطه مثبت بین رشد اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست قابل انتظار است. چرا که تکنولوژی تولید دارای استانداردهای زیست‌محیطی پایینی می‌باشد به طوری که تخریب محیط‌زیست یک نهاده ضروری برای ایجاد و افزایش تولید می‌باشد. همچنین به دلیل سیاست‌گذارانه‌های رشد محور، به‌کارگیری تکنولوژی آلاینده در ایران رو به افزایش است و این امر باعث تخریب با شتاب بالای منابع زیست‌محیطی می‌شود. لذا افزایش آلودگی زیست‌محیطی در فرایند رشد اقتصادی نشان‌دهنده عدم پایداری فرایند رشد اقتصادی کشور می‌باشد.

با توجه به ضریب مثبت و معنی‌دار متغیر مصرف فرآورده‌های نفتی فرضیه دوم نیز در کوتاه مدت مورد تأیید واقع می‌شود. یعنی با افزایش مصرف فرآورده‌های نفتی آلودگی محیط‌زیست نیز افزایش پیدا می‌کند. به‌عبارتی دیگر موقعیت کنونی و شرایط رشد اقتصادی

کشور هنوز در شرایطی نیست که رشد اقتصادی و افزایش تولیدات باعث کاهش انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی به‌خصوص دی‌اکسیدکربن شود. ضریب تعیین $0/98$ می‌باشد که نشان‌دهنده قدرت توضیح‌دهندگی بسیار بالای الگو است و آماره F برای الگوی برآوردی نشان می‌دهد که هیچ‌کدام از ضرایب الگو هم‌زمان صفر نیست و مقدار دوربین واتسون نیز که $1/85$ بوده و حکایت از این دارد که تخمین به‌صورت مناسب انجام گرفته است.

در بررسی الگوی بلندمدت، با توجه به نتایج آزمون بنرجی دولادو مستر برای مدل‌های برآوردی وجود ارتباط بلندمدت بین متغیرها تأیید شده است. در ضمن نتایج ارتباط مثبت بین درآمد سرانه و آلودگی محیط‌زیست را در تمامی الگوها نشان می‌دهد. ضریب مربع درآمد سرانه نیز در الگو منفی است. لذا فرضیه کوزنتس آلودگی در بلندمدت نیز برای ایران تأیید می‌شود. به‌علاوه مصرف فرآورده‌های نفتی نیز تأثیر مثبت و معنی‌دار بر آلودگی محیط‌زیست ایران دارد.

همچنین ضرایب تصحیح خطای به‌دست آمده، برای مدل مورد بررسی معنی‌دار می‌باشند و نشان‌دهنده این است که اگر شوکی باعث انحراف متغیرها از تعادل کوتاه مدت اولیه شود. در هر دوره 46% از عدم تعادل کوتاه مدت به سوی تعادل بلند مدت تصحیح می‌شود.

بر اساس نتایج آزمون ثبات ساختاری نیز، می‌توان گفت که ضرایب متغیرها در طول دوره مورد بررسی، دارای

۶. فطرس، م.، نسرین دوست، م.، ۱۳۸۸، بررسی رابطه آلودگی هوا، آلودگی آب، مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران ۱۳۵۹-۱۳۸۳، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۲۱، ۱۱۳-۱۳۵.
۷. قاسم زاده، م.، ۱۳۹۵، چیستی توسعه پایدار و اقتصاد سبز، فردا نیوز، www.fardanews.com.
۸. لشکری زاده، م.، تاجداران، ن.، ۱۳۸۹، تجزیه و تحلیل تئوریک منحنی زیست محیطی کوزنتز، فصلنامه مدلسازی اقتصادی، شماره ۲، ۱۳۱-۱۴۹.
۹. نظری، ر.، مهدوی عادل، م.، ۱۳۹۳، رشد اقتصادی، انرژی و محیط زیست: بررسی مدل E3 در ایران، فصلنامه اقتصاد مقداری، سال یازدهم، شماره ۱، ۴۰-۱۹.
۱۰. نظری، ر.، مهدوی عادل، م.، دادگر، ی.، ۱۳۹۴، بررسی عوامل مؤثر بر آلودگی محیط زیست در ایران طی دوره ۱۳۹۲-۱۳۵۳، فصلنامه پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، شماره ۲۱، ۴۰-۴۷.
۱۱. نوفرستی، م.، ۱۳۸۷، ریشه واحد و هم‌جمعی در اقتصاد سنجی، انتشارات موسسه خدمات فرهنگی رسا، چاپ اول.
۱۲. واعظ مدنی، ب.، ۱۳۹۶، بحران‌های زیست‌محیطی ایران، ماهنامه اقتصادی کارایی، www.karayionline.com.
13. Al-Mulali, U. Saboori, & I. Ozturk. (2015). Investigating the Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Vietnam. *Energy Policy*, 76: 123-131.
14. Alshehry, A.S. & M. Belloumi. (2015). Energy Consumption, Carbon Dioxide Emissions and Economic Growth: The Case of Saudi Arabia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41: 237-247.
15. Dadgara, Y., & Nazari, R. (2017). The impact of good governance on environmental pollution in South West Asian Countries. *Iranian Journal of Economic Studies*, 5(1), 49-63.

ثبات می‌باشند، یعنی، شکست ساختاری در الگو وجود ندارد. به عبارت دیگر در واقع، آزمون نشان می‌دهد که میانگین جملات پسماند صفر است و فروض اول کلاسیک برقرار است.

بنابراین باتوجه به نتایج به‌دست آمده پیشنهاد می‌گردد:

- ارتقاء فرهنگ عمومی و افزایش آگاهی‌های عموم از عواقب تخریب محیطزیست.
- حرکت به سمت تکنولوژی‌های سبز و پاک به‌ویژه در تولید باعث می‌شود که کشور در مسیر رشد پایدار قرار گیرد. لذا کشور ایران می‌تواند ضمن صرفه‌جویی در مصرف انرژی، با تکیه بر پتانسیل‌های موجود و تمرکز بر سرمایه‌گذاری‌ها در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر، در مسیر توسعه پایدار و رشد اقتصادی سبز گام بردارد تا بدین طریق از وابستگی شدید اقتصادی به سوخت‌های فسیلی و درنهایت از میزان آلودگی محیطزیست کاسته شود.

منابع

۱. بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، گزارش اقتصادی و ترازنامه سال‌های مختلف.
۲. بهبودی، د.، برقی گل‌عزائی، ا.، ۱۳۸۷، اثرات زیست محیطی مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران، فصلنامه اقتصاد مقداری (بررسی اقتصادی سابق)، شماره ۴، ۳۵-۵۳.
۳. پژوهان، ج.، مرادحاصل، ن.، ۱۳۸۶، بررسی اثر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا، پژوهش‌های اقتصادی، شماره ۴، ۱۴۱-۱۶۰.
۴. تشکینی، ا.، ۱۳۸۴، اقتصاد سنجی کاربردی به کمک مایکروفیت، نشر موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران.
۵. فطرس، م.، ۱۳۹۰، رشد اقتصادی، مصرف انرژی و آلودگی هوا در ایران، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، سال ۱، شماره ۱، ۲۱۱-۱۸۹.

20. Maddison, D. (2006). Environmental Kuznets curves: a spatial econometric approach. *Journal of Environmental Economics and management*, 51(2), 218-230.
21. Menyah, K., & Wolde-Rufael, Y. (2010), "CO2 emissions, nuclear energy, renewable energy and economic growth in the US", *Energy Policy*, 38: 2911–2915 .
22. Min Lim, L., & Ye, K., & Khoon Yoo, S. (2014), "Oil consumption CO2 emission, and economic growth: Evidence from the Philipines", *Sustainability*, 6: 967-979.
23. Nasir, M. reman, F. 2011, Eenvironmental Kuznets curve for carbon emissions in Pakistan: an empirical investigation, *Energy Policy*.
16. Dinda, S. (2006). Income and emission: a panel data-based cointegration analysis. *Ecological Economics*, 57(2), 167-181.
17. Frankel, Jeffrey A (2009). Environmental Effects of International Trade. HKS Faculty Research Working Paper Series RWP09-006.
18. Jalil, A. Feridun, M. 2010. The impact of growth, energy and financial development on the environment in china: a cointegration analysis, *Energy Economics*, 284-291.
19. Kasman, A., & Duman, Y. S. (2015). CO2 emissions, economic growth, energy consumption, trade and urbanization in new EU member and candidate countries: a panel data analysis. *Economic Modelling*, 44, 97-103.

Theoretical and Empirical Analysis of the Kuznetz Pollution Curve in Iran during the Period of 1395-1365

Mohammadreza Nahidi¹, Ali salmanpour^{2*}, Siamak ShokouhiFard¹

1- Department of Economics, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

2* - Department of Economics, Marand Branch, Islamic Azad University, Marand, Iran

The study of environmental pollution and the factors affecting it are important issues in each economy. The purpose of this paper is to investigate the effect of economic growth on environmental pollution in Iran during the years 1365 to 1395. Then the environmental Kuznets hypothesis is of particular importance to consider. Considering the importance of the subject in this research, we use the Microfit software and the ARDL self-explanatory self-explanatory model to analyze and analyze the time series data. The results of the model estimation indicate a positive relationship between per capita income and environmental pollution and the negative relationship between per capita income and environmental pollution. So the environmental Kuznets hypothesis was true in Iran, and also the curve return point shows that Iran has not yet reached the point of return to the Kuznets environmental curve. There is also a positive relationship between consumption of oil products and environmental pollution. Therefore, according to the results of the study, it is suggested that policies are needed to move towards green and clean technologies, especially in production, which will make the country in the path of sustainable growth. Therefore, the country can save energy by relying on existing potentials and focusing on investments in the renewable energy sector on the path to sustainable development and green growth. To this end, it will reduce the strong economic dependence on fossil fuels and, ultimately, reduce environmental pollution.

Key words: Environmental pollution, Environmental Kuznets hypothesis, ARDL.