فصلنامه علوم محیطی، دوره چهاردهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۵

۳۷-۴۸

بررسی ارتباط بین انتشار CO_2 ، ارزش افزوده و مصرف انرژی در بخش‌های منتخب نیروگاهی و پالایشگاهی

ویدا ورهرامی[۱]،مرتضی تهامی‌پور[۱]، زهرا حقی[۲*]

[۱] استادیار گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه اقتصاد انرژی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۹/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۳/۲۴

چکیده

نیروگاه‌ها و پالایشگاه‌ها، با مصرف سوخت فسیلی موجب انتشار دی‌اکسیدکربن در محیط می‌شوند و هر دو از صنایع آلاینده به‌شمار می‌آیند. در این پژوهش ارتباط بین مصرف انرژی، ارزش افزوده و انتشار دی‌اکسید کربن در نیروگاه‌ها و پالایشگاه‌ها در قالب منحنی زیست‌محیطی کوزنتسبررسی شده است. نتایج حاکی از آن است که شکل زنگوله‌ای منحنی زیست‌محیطی برای نیروگاه‌ها و همین طور پالایشگاه‌های مورد بررسی، طی دوره ۱۳۹۱- ۱۳۷۷برقرار نیست. نتایج به‌دست‌آمده نشان‌دهنده یک رابطه N شکل برای نیروگاه‌ها و رابطه‌ای U شکل برای پالایشگاه‌ها است؛ بدین معنا که در نیروگاه‌ها، روند انتشار CO_2 طی رشد اقتصادی افزایشی است و در پالایشگاه‌ها این روند در ابتدا کاهشی و سپس افزایشی شده است. همچنین در بخش‌های مورد بررسی، مصرف انرژی با انتشار CO_2 دارای یک رابطه مثبت معنادار است.

کلمات کلیدی: ارزش افزوده، دی‌اکسیدکربن، مصرف انرژی، نیروگاه‌ها ، پالایشگاها، طبقه‌بندی JEL :E52

The Relationship between the Release of CO_2, Value Added and Energy Consumption of the Power Plant and Refinery Sectors

Vida Varahrami[1], Morteza Tahamypur[1], Zahra haghi[2*]

[1] *Assistant Professor, Department of Economics, Faculty of Economics, University of Shahid Beheshti*

[2] *Graduate student, Department of Energy Economics, Faculty of Economics, University of Shahid Beheshti*

Abstract

Power plants and refineries due to their process and consumption of fossil fuels release carbon dioxide into the environment and, as a consequence, both industries are polluting. In this study, the link between energy consumption and carbon dioxide emissions at power plants and refineries is surveyed as added value in the form of Environmental Kuznets Curve. Results indicate that the bell-shaped curve for environmental studies of power plants as well as refineries over the period 1997-8 to 2011-12 is established. Results have shown a U-shaped relationship for power plants and N-shaped interfaces for the refinery. This means that, during the economic growth in power plants, CO^2 emissions are increasing and, in refineries, that process has first decreased and then increased. Also, as a part of this study, energy consumption had a positive significant correlation with CO_2 emissions.

Keywords: Value Added, Carbon Dioxide, Energy, Power plants, Refineries.

* Corresponding Author. *E-mail Address*: z.haqi110@ gmail.com

۱- مقدمه

ایران منابع گسترده انرژی به خصوص انرژی فسیلی دارد و بیشترین میزان انتشار دی‌اکسید کربن (CO_2) و گازهای گلخانه‌ای نیز از سوختن انرژی‌های فسیلی پدید می‌آیند. بنابراین توجه به رشد اقتصادی درکنار مسائل زیست‌محیطی اهمیت می‌یابد چرا که پایدار بودن توسعه هر کشوری در گرو چگونگی ارتباط بین رشد اقتصادی هر کشور، مصرف انرژی و مسائل زیست‌محیطی آن کشور است[۱].

هر کدام از بخش‌های اقتصادی به‌عنوان تولیدکنندگان ارزش افزوده هر کشور با مصرف گسترده انرژی در هر بخش در واقع تولیدکنندگان آلودگی کشور نیز هستند. چگونگی این ارتباط در بخش‌های مختلف اقتصادی، الگوی جامعی را در جهت سیاست‌گذاری‌های اقتصادی، صرفه‌جویی انرژی و کاهش آلودگی در راستای توسعه پایدار ارائه خواهد داد.بنابراین در این پژوهش بخش‌های نیروگاهی و پالایشگاهی در ایران از این منظر بررسی خواهند شد[۲].

در نیروگاه‌ها عمدتا با مصرف سوخت[1] فسیلی، انرژی برق تولید می‌شود (تبدیل انرژی شیمیایی به الکتریکی)، و در پالایشگاه‌ها نیز نفت خام به فرآورده‌های نفتی با ارزش تبدیل خواهد شد (تبدیل انرژی اولیه به انرژی ثانویه). که در هر دو فرآیند، گاز CO_2 به‌عنوان یک محصول جانبی، باعث آلودگی محیط زیست می‌شود. بخش نیروگاهی با سهم ۳۱/۶ درصدی از کل انتشار دی‌اکسید کربن، بزرگ‌ترین بخش منتشرکننده گاز گلخانه‌ای در کشور است[۳].

سهم بخش پالایشگاهی در انتشار CO_2 در کشورمان کمتر از بخش‌های نیروگاهی، خانگی و تجاری، حمل‌ونقل و صنعت است. در واقع بخش پالایشگاهی با سهم ۲/۷ درصدی انتشار CO_2، به ترتیب بعد از بخش‌های یادشده قرار می‌گیرد. بااین‌حال صرف نظر از این رتبه‌بندی بخش پالایشگاهی سالانه مقدار زیادی دی‌اکسیدکربن در محیط منتشر می‌کند و از صنایع آلاینده محسوب می‌شود[۳].

بررسی‌های فراوانی در رابطه با انتشار CO_2، رشد اقتصادی و مصرف انرژی در سطح کلان و در قالب فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس(EKC[2]) انجام شده است. بررسی‌های اولیه درباره آزمون فرضیه EKC انجام شده است. نتایج این بررسی‌ها را می‌توان به دو گروه تقسیم‌بندی کرد؛ گروه اول شامل بررسی‌هایی است که بیان می‌کنند هیچ رابطه‌ای (اعم از خطی یا غیرخطی) بین رشد اقتصادی و آلودگی وجود ندارد. گروه دوم نیز آن گروه از بررسی‌ها را در بر دارد که همگی دلالت بر وجود رابطه بین متغیرهای رشد اقتصادی و آلودگی دارند؛ این رابطه در مواردی به صورت یک‌نوا و در مواردی هم به صورت U معکوس و یا Nشکل نتیجه‌گیری شده است[۴]. اما در بخش‌های اقتصادی ایران به‌ویژه بخش نیروگاهی، بررسی‌ها بسیار اندک است و در بخش پالایشگاهی نیز تاکنون پژوهشی با این ساختار در ایران انجام نشده است. در ادامه به برخی از بررسی‌های انجام‌شده در این زمینه اشاره خواهد شد. نصراللهی و غفاری‌گولک، در پژوهشی [۵]رابطه آلودگی هوا و رشد اقتصادی را در ۲۸ استان کشور (بررسی موردی CO، SO_2 و NO_x)، طی سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۵، با استفاده از مدل کوزنتس و به روش داده‌های تابلویی بررسی کردند. نتایج پژوهش آنها نشان می‌دهد که دو نوع گاز آلاینده مونوکسید کربن (CO) و اکسیدهای نیتروژن (NO_x) دارای رابطه N شکل هستند که بر وجود رابطه‌ای افزایشی میان نشر آلودگی و افزایش تولید ناخالص ملی سرانه در دوره مورد بررسی دلالت می‌کند و نتیجه بررسی در مورد دی‌اکسید گوگرد (SO_2) تا حدی متفاوت بوده و نشان‌دهنده یک رابطه Uشکل است. دیلمی‌نژاد و استاد حسین،رابطه علیت بین مصرف کل انرژی و ارزش افزوده در هر یک از بخش‌های اقتصادی؛ صنعت، پالایشگاه‌ها، نیروگاه‌ها و حمل‌ونقل را در سال‌های ۸۴-۱۳۴۶ بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان‌دهنده یک رابطه علیت گرنجری یک طرفه از مصرف انرژی به ارزش افزوده در بخش‌های صنعت، پالایشگاه‌ها، نیروگاه‌ها و حمل‌ونقل است[۶]. فطرس و براتی با استفاده از تکنیک تجزیه شاخص میانگین لگاریتمی دیویژیا[3]، عوامل مؤثر بر تغییر انتشار دی‌اکسیدکربنِ بخش نیروگاهی ایران را طی سال‌های۸۷- ۱۳۷۶ تحلیل کردند. نتایج بیان می‌کند که در کل دوره، رشد اقتصادی بیشترین اثر را بر افزایش انتشارِ بخش نیروگاهی داشته است پس از آن، به ترتیب اثرِ کیفیت سوخت، اثرِ شدت سوخت و اثرِ ساختار تولید، عوامل مؤثر بر رشد انتشار CO_2 هستند و تغییر در ساختار (ترکیب) سوختی بیشترین اثر را بر افزایش شاخص انتشار CO_2، به طور خاص برای دوره ۸۷-۱۳۸۳ داشته است[۷]. بلالی و همکاران رابطه رشد اقتصادی و آلودگی زیست‌محیطی را در بخش نفت با تأکید بر نوسانات قیمت نفت طی دوره ۱۳۸۸-۱۳۳۹ و در قالب منحنی زیست‌محیطی کوزنتس بررسی کردند. نتایج محاسبات انجام‌شده در این پژوهش حاکی از پذیرش فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس است. از سوی دیگر

نتایج این پژوهش نشان می‌دهند که نوسانات قیمت نفت تأثیر معکوس و معناداری بر انتشار CO_2 در بخش نفت در سال‌های مورد بررسی دارد[۱]. لشگری‌زاده و اذانی، با استفاده از الگوی خودرگرسیون با وقفه‌های گسترده[۴]، نقش نیروگاه‌ها در ایجاد آلاینده‌های هوا در ایران را طی سال‌های ۸۹- ۱۳۶۴ بررسی کردند. نتایج بررسی آنها نشان می‌دهد که تأثیر نیروگاه‌ها در کوتاه‌مدت و بلندمدت با ضریب کشش ۰/۴۸ و ۰/۲۶ بر انتشار CO_2 مثبت است. همچنین متغیرهای رشد اقتصادی، درجه باز بودن و تعداد خودروها از دیگر عوامل مثبت معنادار بر انتشار CO_2 در ایران هستند[۸]. غنی‌کسب، نیز در پژوهشی، تغییرات مصرف انرژی و تغییرات انتشار CO_2 پالایشگاه‌های نفت ایران را با استفاده از شاخص میانگین لگاریتمی دیویژیا، طی سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۸۵ به عوامل مختلف تجزیه کرده است. نتایج تجزیه تغییرات مصرف انرژی پالایشگاه‌ها در این بررسی نشان می‌دهد که در دوره هفت ساله ۱۳۹۲-۱۳۸۵، اثر تولیدی بیشترین سهم را در افزایش مصرف انرژی داشته است. سپس، اثر شدت انرژی، بیشترین سهم را در جهت کاهش مصرف انرژی پالایشگاه‌ها دارا بوده است. اثر ساختاری نیز سهم کمی در افزایش مصرف انرژی داشته است. نتایج تجزیه تغییرات انتشار CO_2 پالایشگاه‌ها نیز نشان می‌دهد که اثر تولیدی بیشترین سهم را در افزایش انتشار داشته است. سپس، اثر شدت انرژی بیشترین سهم را در جهت کاهش انتشار CO_2 در پالایشگاه‌ها دارد. پس از این دو عامل، اثر ترکیب سوخت منجر به افزایش انتشار شده و سهم غالبی نسبت به اثر ساختاری که در جهت کاهش انتشار عمل کرده، داشته است[۹].

در پژوهش‌های خارجی نیز سنت‌آنتونیون و تهرانی‌نژاد در پژوهشی از مدل برنامه‌ریزی خطی دو مرحله‌ای برای تعیین میزان انتشار CO_2 هر فرآورده تولیدی در فرایند پالایشگاهی در یک موسسه نفتی در فرانسه استفاده کردند و نقش هر فرآورده در انتشار CO_2 تولیدی این پالایشگاه را بررسی کردند. نتایج پژوهش آنها نشان می‌دهد که بر خلاف روش‌های دیگر، میزان CO_2 منتشرشده توسط بنزین در پالایشگاه‌های اروپایی، به مراتب کمتر از CO_2 منتشر شده توسط گازوییل است [۱۰]. مالا، با استفاده از روش شاخص دیویژیا، تأثیر سه عامل تولید برق، ساختار تولید برق و شدت انرژی برق تولیدی را بر انتشار CO_2 از تولید برق، در هفت کشور عمده منتشرکننده CO_2 در آسیا-اقیانوسیه و کشورهای آمریکای شمالی، بررسی کرده است. نتایج پژوهش او بیان می‌کند که اثر تولید، مهم‌ترین عامل مسئول انتشار CO_2 در طول دوره ۲۰۰۵-۱۹۹۰ است. اثر ساختاری تولید نیز با یک سرعت کندتر در افزایش CO_2 نقش داشته است و اثر شدت انرژی در کشورها عامل کاهش نسبتا کم انتشار CO_2 در طول دوره مورد بررسی به حساب می‌آید. نتایج این پژوهش همچنین نشان داده‌اند که یک پتانسیل افزایش کارایی در نیروگاه‌های سوخت فسیلی وجود دارد و آن همکاری میان کشورهای با منافع مشترک است [۱۱]. هَگررابطه بلندمدت و علی بین انتشار گازهای گلخانه‌ایی، مصرف انرژی و رشد اقتصادی را در بخش‌های صنعتی کانادا طی دوره ۲۰۰۷-۱۹۹۰بررسی کرده است[۱۲]. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که در تعادل بلندمدت، مصرف انرژی تأثیر مثبت و معناداری در انتشار گازهای گلخانه‌ایی دارد. درحالی‌که یک رابطه غیرخطی بین انتشار گازهای گلخانه‌ایی و رشد اقتصادی، مطابق با منحنی زیست‌محیطی کوزنتس یافته می‌شود. همین‌طور پویایی‌های کوتاه‌مدت نشان می‌دهد که یک رابطه علیت یک‌طرفه از مصرف انرژی به سمت انتشار گازهای گلخانه‌ایی و از رشد اقتصادی به انتشار این گازها وجود دارد. با این حال در بلندمدت یک رابطه علیت ضعیف از مصرف انرژی و رشد اقتصادی به سمت انتشار گازهای گلخانه‌ایی وجود دارد. زانگ و همکاران، از تکنیک شاخص دیویژیا میانگین لگاریتمی، برای تحلیل عوامل مؤثر تغییر در انتشار CO_2 ناشی از تولید برق در چین استفاده کردند[۱۳]. نتایج بررسی آنها نشان می‌دهد که در طول دوره ۲۰۰۹-۱۹۹۱ در چین، تأثیر فعالیت اقتصادی از مهترین عوامل افزایش انتشار CO_2 از تولید برق است و اثر بهره‌وری تولید برق، نقش عمده‌ایدر کاهش انتشار CO_2 بازی می‌کند. وانگ و لی، با استفاده از روش داده‌های تابلویی و فرضیهEKC به بررسی انتشار کربن صنعتی در ۱۱ استان و شهر غربی چین پرداختند. نتایج این پژوهش در دوره ۲۰۱۰-۱۹۹۲ بیان می‌کند که حجم تخلیه کربن، شدت جمعیت وشهرنشینی دارای یک رابطه مثبت با حجم انتشارCO_2 ناشی از مصرف انرژی هستند. که درصد زیادی از این انرژی مصرفی را زغال سنگ تشکیل داده است. همین‌طور حجم تخلیه کربن و تولید ناخالص داخلی دارای یک رابطه معنادار Nشکل هستند[۱۴].

هدف از این پژوهش آن است که با تبیین رابطه بین انتشار CO_2، مصرف انرژی و ارزش افزوده در بخش‌های منتخب (پالایشگاه‌ها و نیروگاه‌ها) در قالب منحنی

زیست‌محیطی کوزنتس به سیاست‌گذاری‌های بخش انرژی در راستای اهداف زیست‌محیطی کمک کند.

۲- مواد و روش‌ها

ارتباط میان رشد اقتصادی و کیفیت زیست‌محیطی در یک بستر زمانی بلندمدت، می‌تواند به صورت مستقیم، معکوس و یا ترکیبی از هر دو باشد. طی چند دهه اخیر، دو جریان فکری کلی در این حوزه وجود داشته که در نهایت به یک رویکرد سوم تبدیل شده‌اند[۱۵].

رویکرد اول، بیان می‌کندکه اصولا رشد اقتصادی، خواه‌ناخواه نیازمند مواد اولیه و انرژی بیشتری به‌عنوان داده‌های تولید است و متقابلا افزایش تولید، تخریب محیط زیست را به همراه دارد. از سوی دیگر در رویکرد دوم، اعتقاد بر این است که مسیر بهبود کیفیت زیست‌محیطی به موازات رشد اقتصادی است، چرا که اصولاً سطح بالاتری از درآمد، باعث افزایش تقاضا برای کیفیت محیط زیست می‌شود و در رویکرد سوم، در سطوح اولیه توسعه‌یافتگی، رشد اقتصادی منجر به تخریب محیط زیست می‌شود تا این‌که در نقطه‌ای به حداکثر خود می‌رسد و سپس در مراحل بالاتر درآمدی، رشد بیشتر به محیط زیست بهتر منتهی می‌شود که این موضوع به فرضیه زیست‌محیطی منحنی کوزنتس معروف شده که نام آن برگرفته از نام سیمون کوزنتس، برنده جایزه نوبل سال ۱۹۵۵ است. وی بین نابرابری درآمد و درآمد رابطه‌ای زنگوله‌شکل پیدا کرد. از دهه ۱۹۹۰ منحنی کوزنتس مفهوم تازه‌ای یافت. نمونه‌های تجربی در مورد رابطه میان سطح تخریب محیط زیست و درآمد سرانه، یک رابطه زنگوله‌شکل مشابه با رابطه بین درآمد سرانه و نابرابری درآمدی در منحنی کوزنتس اولیه را نشان می‌دهد. پس از آن منحنی کوزنتس برای توصیف رابطه میان سطوح کیفیت محیط زیست و درآمد سرانه مورد توجه قرار گرفت [۱۶].

تحلیل تجربی فرضیه EKC را می‌توان به صورت مدل تئوریک ساده‌ایی که توسط آندرونی و لوینسون در سال ۲۰۰۱ مطرح شده است، شرح داد. این دو اقتصاددان یک مدل ساده ایستا را با این فرض که اقتصاد تنها با یک مصرف‌کننده روبه‌رو است، به کار برده‌اند. آنها بیان کردند که تابع مطلوبیت مصرف‌کننده از دو جزء تشکیل می‌شود، که این دو جزء شامل مطلوبیتی است که از مصرف کالای استاندارد حاصل می‌شود و عدم مطلوبیتی که به موجب آلودگی حاصل از مصرف پدید می‌آید. مصرف‌کننده باید بخشی از کل درآمدش را برای خرید کالا و بخشی دیگر را برای کاهش آلودگی هزینه کند. لذا با حداکثر کردن مطلوبیت مصرف‌کننده با توجه به قید درآمدی، تابع آلودگی و یا به عبارتی رابطه آلودگی با درآمد به‌دست می‌آید[۱۷].

بررسی پژوهش‌های تجربی درباره فرضیه کوزنتس نشان می‌دهد معمولاً برای تعیین روابط ممکن میان آلودگی محیط زیست و درآمد، از مدل تعدیل‌شده زیر یا مدل زیر به صورت لگاریتمی، استفاده می‌شود [۵]:

$$Y_t = \alpha + \beta_1 X_t + \beta_2 X_t^2 + \beta_3 X_t^3 + \beta_4 Z_t + \varepsilon_t \qquad (1)$$

که در آن Y شاخص زیست‌محیطی، X درآمد و منظور از Z متغیرهای دیگری است که باعث تخریب محیط زیست می‌شوند. همچنین اندیس t به زمان، α به ضریب ثابت و β_k به ضریب k امین متغیر توضیحی اشاره دارد. در حقیقت شکل رابطه بالا با توجه به علامت و مقادیر مختلف β_1 ، β_2 و β_3 تعیین می‌شود.

پژوهش‌های تجربی برای بررسی فرضیه کوهانی‌شکل منحنی زیست‌محیطی کوزنتس را می‌توان به وسیله سه رویکرد مختلف از هم باز شناخت:

جدول ۱- رویکردهای مختلف برای بررسی فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس

رویکرد	متغیرها	روابط
اول	محیط زیست و رشد اقتصادی	منحنی زیست‌محیطی کوزنتس
دوم	درآمد و مصرف انرژی	رابطه علی بین درآمد و مصرف انرژی
سوم	تلفیق رویکرد اول و دوم	روابط بین دوره‌ای درآمد، مصرف انرژی و محیط زیست

منبع: فطرس و براتی [۷]

پژوهش حاضر با استفاده از رویکرد سوم، بهبررسی چگونگی ارتباط بین نشر دی‌اکسید کربن، مصرف انرژی و ارزش افزوده، «نیروگاه‌ها و پالایشگاه‌ها» در قالب منحنی زیست‌محیطی کوزنتس و با استفاده از روش اقتصادسنجی حداقل مربعات معمولی(OLS^{Δ}) خواهد پرداخت.

روش حداقل مربعات معمولی: اگر یک رگرسیون دومتغیره را در نظر بگیریم و برای مثال بخواهیم تأثیر متغیر X را بر متغیر Y بسنجیم، چون در مطالعات کاربردی صرفا داده‌های نمونه را داریم، باید با استفاده از این داده‌ها ضرایب α و β را در معادله رگرسیون $Y_i = \alpha + \beta X_i$ برآورد کنیم. فرض می‌کنیم $\hat{\alpha}$ و $\hat{\beta}$ مقادیر تخمین α و β باشند. در این صورت روابط زیر را داریم:

(۲) Y_i = مقدار واقعی

(۳) $Y_i^{\wedge} = \alpha^{\wedge} + \beta^{\wedge} X_i$ = مقدار تخمینی

(۴) $u_i^{\wedge} = e_i = Y_i - Y_i^{\wedge} = Y_i - (\alpha^{\wedge} + \beta^{\wedge} X_i)$ =مقدار خطا

یکی از روش‌های مناسب برای تعیین $\alpha^{\wedge}$ و $\beta^{\wedge}$ این است که خطا را حداقل کنیم. به این منظور اگر مشاهدات X و Y را روی نمودار ترسیم کنیم نقاط پراکنده‌ای به‌دست می‌آید که باید خط رگرسیون به نحوی از بین این نقاط بگذرد که کمترین خطا را به‌وجود آورد. از آنجا که خطاهای مثبت و منفی همدیگر را خنثی می‌کنند، مجموع خطاها، یعنی $\sum e_i$، برابر صفر است. به این منظور از مجموع مجذور خطاها استفاده می‌شود:

(۵)
$$\sum_{i=1}^{n} e_i^{2} = \sum_{i=1}^{n} (Y_i - Y_i^{\wedge})^{2} = \sum_{i=1}^{n} (Y_i - \alpha^{\wedge} - \beta^{\wedge} X_i)^{2}$$

در تخمین $\alpha^{\wedge}$ و $\beta^{\wedge}$ بایستی مجموع مربعات خطا، حداقل شود. این روش معروف به روش حداقل مربعات معمولی (OLS) است. هر تخمین‌زننده‌ای باید برخی خواص مطلوب را داشته باشد، از آنجا که تخمین‌زننده‌های OLS، خطی، بدون تورش، سازگار و دارای حداقل واریانس هستند، اصطلاحا به «بهترین تخمین‌زننده‌های خطی بدون تورش[۶]» معروفند.

استفاده از روش برآورد OLS در کارهای تجربی بر این فرض استوار است که متغیرهای سری زمانی مورد استفاده، پایا[۷] هستند. در واقع قبل از هر چیز ابتدا باید پایایی متغیرها را بررسی کرد. آزمون پایایی برای جلوگیری از رگرسیون‌های کاذب و یافتن روابط تعادلی بین متغیرها است. اگر دو متغیر دارای روند زمانی بوده و هیچ ارتباط منطقی با هم نداشته باشند، رگرسیون یکی روی دیگری، دارای R^2 بالایی خواهد بود. بنابراین در چنین شرایطی، روش‌های رگرسیون استاندارد منجر به برازش یک رگرسیون با ظاهری خوب می‌شود که همه ضرایب آن معنادار بوده و دارای R^2 بالا خواهد بود. اما در اصل یک رگرسیون کاذب است. پایایی و ناپایایی می‌تواند تأثیر جدی بر رفتار و خواص یک سری زمانی داشته باشد. درصورت ناپایایی متغیرها، باید آنها را با استفاده از تفاضل‌گیری، پایا کنیم و رگرسیون را بر اساس متغیرهای پایاشده، برازش کنیم. راه دوم این است که یک ترکیب خطی پایا از متغیرهای ناپایا پیدا کنیم. این رابطه بیانگر یک رابطه تعادلی بلندمدت است که منجر به رگرسیون کاذب نخواهد شد. بنابراین، استفاده از رابطه همجمعی[۸] می‌تواند برای توصیف روابط بلندمدت به کار رود، هر چند که نمی‌تواند روابط و نوسانات کوتاه‌مدت را تبیین کند. پس از بررسی پایایی و همجمعی متغیرها، باید از برقراری فرض‌های کلاسیک در مدل اطمینان حاصل کرد؛ مبنای اصلی برآورد معادلات رگرسیون، فرض‌های کلاسیک است و تمام نتایج و تحلیل‌های مربوط به تخمین معادلات، عمدتا برمبنای این فرض‌ها قرار دارد. در واقع فرض‌های کلاسیک، خصوصیات جزء تصادفی مدل رگرسیون را تبیین می‌کنند [۱۸]. فرض‌های کلاسیک عبارتند از :

فرض میانگین صفر $E(u_i|X)=0$

فرض همسانی واریانس[۹]

$$\text{var}(u_i|X) = \text{E}\left(u_i^{2}\middle|X\right) = \sigma^{2} < \infty$$

فرض عدم وجود خودهمبستگی

$$\text{cov}(u_k, u_j) = E(u_k u_j) = 0 \quad k \neq j$$

فرض استقلال جزء تصادفی (u_i) از جزء غیرتصادفی

$$\text{cov}(u_i, X_i) = 0$$

فرض نرمال بودن جزء تصادفی $u_i \sim N(0, \sigma^2)$

در نهایت، پس از اطمینان از برقراری فرض‌های کلاسیک مدل مورد نظر برآورد می‌شود.

داده‌های مربوط به انتشار دی‌اکسیدکربن در نیروگاه‌ها و پالایشگاه‌ها (تن در سال) از ترازنامه هیدروکربوریِ سال‌های ۱۳۹۱-۷۷ جمع‌آوری‌شده است. داده‌های مربوط به ارزش افزوده (میلیارد ریال) در نیروگاه‌ها و پالایشگاه‌ها، از حساب‌های ملی سالانه بانک مرکزی ایران تهیه شده است [۱۹][۱۰]؛ در واقع چون در این پژوهش، هدف بررسی ارتباط بین مصرف انرژی با انتشار دی‌اکسید کربن است. سوخت مصرفی در نیروگاه‌ها و پالایشگاه‌ها که تولیدکننده دی‌اکسید کربن است، معادل با انرژی مصرفی در این بخش‌ها در نظر گرفته شده است و مصارف آب و برق به دلیل عدم آلایندگی آنها و همچنین نبود آمار در تمام سال‌ها، در نظر گرفته نشده‌اند. داده‌های مربوط به سوخت مصرفی از ترازنامه هیدروکربوری کشور تهیه شده است و مقیاس سوخت‌های مصرفی به میلیون متر مکعب تبدیل شده است. برای تخمین مدل و انجام آزمون‌های مربوطه از نرم‌افزار Eviews 8 استفاده شده است.

۳- نتایج

۳-۱- نیروگاه‌ها

در این پژوهش مدل کوزنتس در نیروگاه‌ها با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی و در قالب الگوی زیر ارائه شده است:

$$LCO_{۲t} = \alpha + \beta_۱ LNVA_t + \beta_۲ LNVA_t^۲ + \beta_۳ LNVA_t^۳ + \beta_۴ LEC_t + \beta_۵ LA_t + \varepsilon_t \quad (۶)$$

$LCO_{۲t}$، معرف لگاریتم انتشار دی‌اکسید کربن در نیروگاه‌ها است. $LNVA_t$، عبارت است از لگاریتم ارزش افزوده در نیروگاه‌ها و LEC_t، نیز معرف لگاریتم مصرف انرژی در نیروگاه‌های کشورمان است. LA_t، نماد لگاریتم بازده نیروگاه‌ها است که از تقسیم سوخت مصرفی نیروگاه‌ها بر میزان تولید ناویژه انرژی الکتریکی کشور (گیگاوات ساعت) به دست آمده است [۲۰].

بررسی پایایی متغیرها

نتایج حاصل از بررسی پایایی متغیرهای وارده در مدل نشان می‌دهد که طبق آزمون دیکی‌فولر تعمیم‌یافته(ADF[۱۱])، $LNVA_t$ در سطح پایا است و در واقع I(۰) است و متغیرهای $LCO_{۲t}$ و LA_t با یک بار تفاضل‌گیری پایا می‌شوند و به عبارتی I(۱) هستند. متغیر LEC_t نیز با دو بار تفاضل‌گیری در سطح ۵٪ پایا می‌شود و I(۲) است.

جدول ۲- نتایج حاصل از آزمون ریشه واحد متغیرهای مدل بخش نیروگاهی

نام متغیر	آماره آزمون ADF	مقدار بحرانی در سطح ۵٪	نتیجه آزمون ADF
$LCO_{۲t}$	-۱/۳۵۰	-۳/۰۹۸	ناپایا
$LNVA_t$	-۳/۵۴۱	-۳/۱۴۴	پایا
LEC_t	۲/۱۰۹	-۳/۹۳	ناپایا
LA_t	-۲/۴۰۲	-۳/۸۲۸	ناپایا
$D(LCO_{۲t})$	-۳/۹۴۶	-۳/۱۱۹	پایا
$D(LEC_t)$	-۳/۸۶۰	-۳/۹۳۳	ناپایا
$D(LA_t)$	-۴/۰۴۴	-۳/۹۳۳	پایا
$D(LEC_t, ۲)$	-۶/۳۴۷	-۴/۰۰۸	پایا

منبع: نتایج تحقیق

بررسی هم‌جمعی متغیرها

نتایج آزمون ریشه واحد[۱۲] برای باقیمانده‌های مدل برآوردشده (روش انگل-گرنجر[۱۳])، وجود ریشه واحد در باقیمانده‌ها و یا ناپایایی را رد می‌کند. چرا که قدرمطلق آماره ADF باقیمانده‌های تخمین، از مقادیر بحرانی بیشتر است. بنابراین متغیرهای مدل همجمع هستند و یک رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیر وابسته و متغیرهای توضیحی وجود دارد.

جدول ۳- نتایج آزمون همجمعی انگل-گرنجر تعمیم‌یافته

متغیر	چگونگی آزمون	آماره ADF	مقدار بحرانی در سطح ۵٪	درجه همجمعی
باقیمانده‌های رگرسیون برآوردی	با عرض از مبدأ	-۳/۹۸۹	-۳/۰۹۸	I(۰)
	با عرض از مبدأ و روند	-۳/۸۰۳	-۳/۷۹۱	I(۰)
	بدون عرض از مبدأ و روند	-۴/۱۵۹	-۱/۹۶۸	I(۰)

منبع: نتایج تحقیق

بررسی فرض‌های کلاسیک

فرض همسانی واریانس

نتیجه آزمون گلجسر[۱۴] بیانگر آن است که فرض صفر مورد تأیید قرار می‌گیرد. به عبارتی پسماندهای مدل برازش‌شده دارای واریانس‌های همسان هستند و در نتیجه ضرایب برآوردی مدل از کارایی لازم برخوردار هستند.

جدول ۴- نتایج آزمون گلجسر برای تشخیص واریانس ناهمسانی

F-statistic	۰/۹۹۸۱۷۵	Prob. F(۵,۹)	۰/۴۷۰۴
Obs*R-squared	۵/۳۵۰۸۵۲	Prob. Chi-Square(۵)	۰/۳۷۴۶
Scaled explained SS	۲/۵۹۹۰۱۹	Prob. Chi-Square(۵)	۰/۷۶۱۵

منبع: نتایج تحقیق

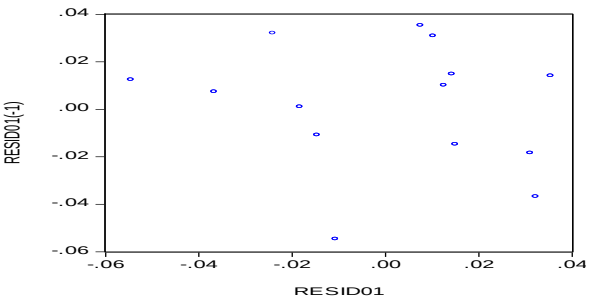
فرض عدم خودهمبستگی

شکل زیر نشان می‌دهد که توزیع پسماندهای مدل از الگوی خاصی پیروی نمی‌کنند که این مطلب مؤید عدم خودهمبستگی در مدل است.

طبق نتایج آزمون بروش-گادفری[۱۵]، فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود خودهمبستگی با احتمال قوی پذیرفته می‌شود

و بنابراین نتایج آزمون بیانگر عدم وجود خودهمبستگی در پسماندهای معادله تخمین زده شده است.

شکل۱- پسماندهای مدل در برابر یک دوره وقفه پسماندها



منبع: نتایج تحقیق

جدول ۵- نتایج آزمون بروش-گادفری برای بررسی خودهمبستگی

F-statistic	۰/۱۶۴۰۱۷	Prob. F(۲,۷)	۰/۸۵۱۹
Obs*R-squared	۰/۶۷۱۴۶۴	Prob. Chi-Square(۲)	۰/۷۱۴۸

منبع: نتایج تحقیق

نرمال بودن جزء تصادفی

طبق نتایج آزمون نرمال بودن جمله پسماند، باقیمانده‌های مدل برآوردی دارای توزیع نرمال هستند چرا که مقدار آماره

ژاکوبین[۱۶] کوچک است و بنابراین در ناحیه بحرانی قرار ندارد. همچنین چون مقدار احتمال آماره بیش از ۰/۰۵ است، فرض صفر مبنی بر نرمال بودن پسماندهای مدل رد نمی‌شود.

آزمون ثبات پارامترها

در این جا با استفاده از آزمون رمزی[۱۷] درستی تصریح مدل بررسی شده است. فرض صفر این آزمون این است که مدل به درستی تصریح شده و همچنین ضرایب در طول زمان پایدارهستند.

جدول ۶- نتایج آزمون رمزی برای بررسی درستی تصریح مدل

t-statistic	۰/۶۲۵۷۲۲	۸	۰/۵۴۸۹
F-statistic	۰/۳۹۱۵۲۸	(۱, ۸)	۰/۵۴۸۹
Likelihood ratio	۰/۷۱۶۷۱۶	۱	۰/۳۹۷۲

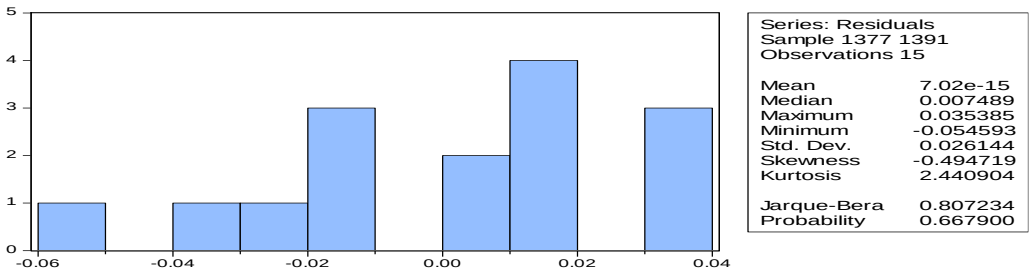
منبع: نتایج تحقیق

نتایج ارائه‌شده در جدول بالا نشان می‌دهد که فرض صفر تأیید شده و بنابراین طبق آزمون رمزی مدل مورد بررسی به درستی تصریح شده است.

برآورد مدل و تفسیر نتایج برای بخش نیروگاهی

نتایج حاصل از برآورد مدل، مبتنی بر رابطه زیست‌محیطی کوزنتس و با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی، در دوره زمانی ۹۱-۱۳۷۷ برای بخش نیروگاهی در ایران، در جدول زیر ارائه شده است.

شکل ۲- آزمون نرمال بودن پسماندهای مدل برآوردی



منبع: نتایج تحقیق

جدول ۷- نتایج برآورد مدل به روش OLS در بخش نیروگاهی

متغیرهای توضیحی	مقدار ضرایب	آماره آزمون t	خطای معیار δ^2	احتمال
عرض از مبدأ	-۱۶۲/۶۷	-۳/۲۶۹	۴۹/۷۵۰	۰/۰۰۹۷
LNVA	۵۸/۸۶۵	۳/۴۷۶	۱۶/۹۳۱	۰/۰۰۷۰
$LNVA^2$	-۷/۱۱۲	-۳/۵۲۷	۲/۰۱۶	۰/۰۰۶۴
$LNVA^3$	۰/۲۸۳	۳/۵۷۸	۰/۰۷۹	۰/۰۰۵۹
LEC	۱/۷۴۶	۳/۷۳۴	۰/۴۶۷	۰/۰۰۴۷
LA	-۱/۳۹۲	-۳/۰۵۵	۰/۴۵۵	۰/۰۱۳
ضریب تعیین		۰/۹۹		
آماره F		۲۳۹/۶۵		
احتمال آماره F		۰/۰۰۰۰۰۰		

منبع: نتایج تحقیق

طبق نتایج جدول بالا بر اساس آماره F معناداری کل رگرسیون مورد تأیید قرار می‌گیرد. از سوی دیگر طبق ضریب تعیین (R^2)، ۹۹ درصد تغییرات در متغیر وابسته از طریق متغیرهای مستقل مدل قابل‌توضیح است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهند متغیر لگاریتم ارزش افزوده دارای ضریب مثبت، مجذور لگاریتم ارزش افزوده دارای ضریب منفی و ضریب توان سوم لگاریتم ارزش افزوده نیز مثبت است. بنابراین یک فرم تابعی درجه سوم میان انتشار دی‌اکسید کربن و ارزش افزوده در بخش نیروگاهی وجود دارد که این به معنای یک رابطه N شکل است.

یک منحنی Nشکل مبین یک رابطه افزایشی بین انتشار دی‌اکسید کربن و ارزش افزوده در بخش نیروگاهی است و در واقع رابطه منفی در بخش میانی منحنی، پدیده‌ای ناپایدار است.

ضریب مثبت متغیر مصرف انرژی (۱/۷۴۶)، نیز نشان‌دهنده یک رابطه مثبت بین مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن در بخش نیروگاهی است.

ضریب منفی لگاریتم بازده در نیروگاه‌ها (۱/۳۹۲-)، بیانگر آن است که با افزایش بازده در نیروگاه‌ها، میزان انتشار CO_2

در این بخش کاهش می‌یابد که این مطلب با نتایج پژوهش صادقی و همکارانمطابقت دارد [۲۰]. در اینجا به‌ازای ۱۰ درصد افزایش در بازده نیروگاه‌ها، انتشار دی‌اکسید کربن در این بخش به میزان ۱۳/۹۲ درصد کاهش می‌یابد.

۳-۲- پالایشگاه‌ها

مدل کوزنتس در پالایشگاه‌ها نیز با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی و در قالب الگوی زیر بررسی شده است:

$$LCO_{2t} = \alpha + \beta_1 LNVA_t + \beta_2 LNVA_t^2 + \beta_3 LNVA_t^3 + \beta_4 LEC_t + \varepsilon_t \quad (۷)$$

که در این رابطه:

LCO_{2t}، معرف لگاریتم انتشار دی‌اکسید کربن (تن در سال) در پالایشگاه‌ها است. $LNVA_t$ ، معرف لگاریتم ارزش افزوده (میلیارد ریال و به قیمت اسمی) در بخش پالایشگاهی است. LEC_t ، معرف لگاریتم مصرف انرژی در بخش پالایشگاهی است.

بررسی پایایی متغیرها

نتایج حاصل از بررسی پایایی متغیرهای وارده در مدل نشان می‌دهد که طبق آزمون دیکی‌فولر تعمیم‌یافته، LEC_t در سطح پایا است و در واقع I(۰) است و متغیرهای LCO_{2t} و $LNVA_t$ با یک بار تفاضل‌گیری پایا می‌شوند و به عبارتی I(۱) هستند.

جدول ۸- نتایج حاصل از آزمون ریشه واحد متغیرهای مدل بخش پالایشگاهی

نام متغیر	آماره آزمون ADF	مقدار بحرانی در سطح ۵٪	نتیجه آزمون ADF
LCO_{2t}	-۲/۰۶۵	-۳/۰۹۸	ناپایا
$LNVA_t$	-۱/۰۷۰	-۳/۰۹۸	ناپایا
LEC_t	-۳/۱۷۶	-۳/۰۹۸	پایا
D(LCO_{2t})	-۳/۳۰۸	-۳/۱۱۹	پایا
D($LNVA_t$)	-۳/۴۸۸	-۳/۱۴۴	پایا

منبع: نتایج تحقیق

بررسی هم‌جمعی متغیرها

نتایج آزمون ریشه واحد برای باقیمانده‌های مدل برآوردشده (روش انگل-گرنجر)، وجود ریشه واحد در باقیمانده‌ها و یا ناپایایی را رد می‌کند. چرا که همان‌طور که در جدول زیر مشخص است قدر مطلق آماره ADF از مقادیر بحرانی بیشتر است. بنابراین متغیرهای مدل هم‌جمع هستند و یک رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیر وابسته و متغیرهای توضیحی وجود دارد.

بررسی فرض‌های کلاسیک

بعد از این که نسبت به عدم کاذب بودن رگرسیون برآوردی اطمینان حاصل شد باید برقراری فرض‌های کلاسیک آزموده شود تا تخمین برآوردی طبق فرض‌های کلاسیک بهترین تخمین‌زننده بدون تورش باشد.

فرض همسانی واریانس

نتیجه آزمون گلجسر بیانگر آن است که فرض صفر مورد تأیید قرار می‌گیرد. به عبارتی پسماندهای مدل برازش‌شده دارای واریانس‌های همسان و در نتیجه ضرایب برآوردی مدل از کارایی لازم برخوردار هستند.

فرض عدم خودهمبستگی

شکل زیر نشان می‌دهد که توزیع پسماندهای مدل از الگوی خاصی پیروی نمی‌کنند که این مؤید عدم خودهمبستگی در مدل است.

جدول ۹- نتایج آزمون همجمعی انگل-گرنجر تعمیم‌یافته

متغیر	چگونگی آزمون	آماره ADF	مقدار بحرانی در سطح ۵٪	درجه هم‌جمعی
باقیمانده‌های	با عرض از مبدأ	-۳/۴۰۷	-۳/۱۷۵	I(۰)
رگرسیون	با عرض از مبدأ و روند	-۴/۵۲۴	-۴/۰۰۸	I(۰)
برآوردی	بدون عرض از مبدأ و روند	-۳/۵۱۴	-۱/۹۶۸	I(۰)

منبع: نتایج تحقیق

جدول ۱۰- نتایج آزمون گلجسر برای تشخیص واریانس ناهمسانی

F-statistic	۱/۷۴۷۰۷۴	Prob. F(۳,۱۱)	۰/۲۱۵۲
Obs*R-squared	۴/۸۴۰۶۶۶	Prob. Chi-Square(۳)	۰/۱۸۳۸
Scaled explained SS	۳/۹۶۱۷۸۶	Prob. Chi-Square(۳)	۰/۲۶۵۶

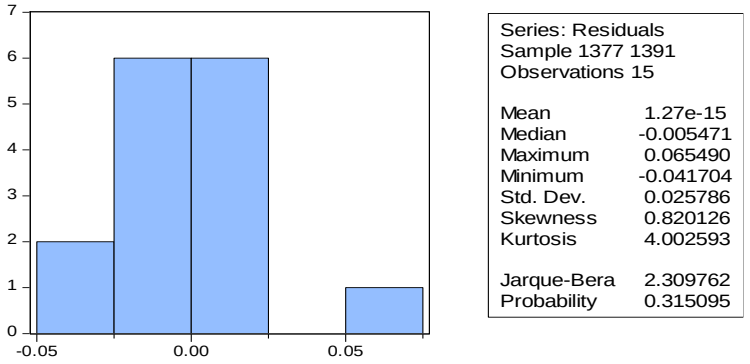
منبع: نتایج تحقیق

جدول ۱۱- نتایج آزمون بروش-گادفری برای بررسی خودهمبستگی

F-statistic	۰/۸۵۳۰۱۶	Prob. F(۲,۹)	۰/۴۵۷۹
Obs*R-squared	۲/۳۹۰۲۸۶	Prob. Chi-Square(۲)	۰/۳۰۲۷

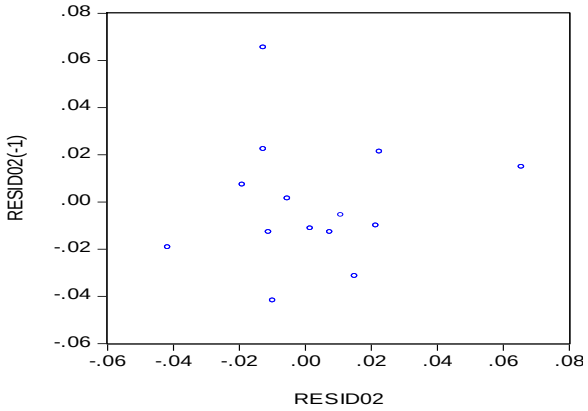
منبع: نتایج تحقیق

شکل ۴- آزمون نرمال بودن پسماندهای مدل برآوردی



منبع: نتایج تحقیق

شکل ۳- پسماندهای مدل در برابر یک دوره وقفه پسماندها



منبع: نتایج تحقیق

طبق نتایج آزمون بروش-گادفری نیز، فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود خودهمبستگی، پذیرفته می‌شود و بنابراین نتایج آزمون عدم وجود خودهمبستگی در پسماندهای معادله تخمین‌زده‌شده را بیان می‌کنند.

نرمال بودن جزء تصادفی

طبق نتایج ارائه‌شده در نمودار زیر، باقیمانده‌های مدل برآوردی دارای توزیع نرمال هستند زیرا مقدار آماره ژاکوبین کوچک است و بنابراین در ناحیه بحرانی قرار ندارد. همچنین چون مقدار احتمال آماره بیش از ۰/۰۵ است، فرض صفر مبنی بر نرمال بودن پسماندهای مدل رد می‌شود.

آزمون ثبات پارامترها

در اینجا با استفاده از آزمون رمزی درستی تصریح مدل بررسی شده است. فرض صفر این آزمون این است

که مدل به درستی تصریح شده و همچنین ضرایب در طول زمان دارای پایداری هستند

جدول ۱۲- نتایج آزمون رمزی برای بررسی درستی تصریح مدل

	Value	df	Probability
t-statistic	۰/۸۶۴۶۳۰	۱۰	۰/۴۰۷۵
F-statistic	۰/۷۴۷۵۸۶	(۱, ۱۰)	۰/۴۰۷۵
Likelihood ratio	۱/۰۸۱۴۴۱	۱	۰/۲۹۸۴

منبع: نتایج تحقیق

نتایج ارائه‌شده در جدول بالا نشان می‌دهد که فرض صفر مورد تأیید قرار گرفته و بنابراین طبق آزمون رمزی مدل مورد بررسی به درستی تصریح شده است.

برآورد مدل و تفسیر نتایج برای بخش پالایشگاهی

نتایج حاصل از برآورد مدل، مبتنی بر رابطه زیست‌محیطی کوزنتس و با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی، در دوره زمانی ۹۱-۱۳۷۷ برای بخش پالایشگاهی در ایران، در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۱۳- نتایج برآورد مدل به روش OLS در بخش پالایشگاهی

متغیرهای توضیحی	مقدار ضرایب	آماره آزمون t	خطای معیار δ^2	احتمال
عرض از مبدأ	۱۷/۰۰۴	۲۸/۲۶۵	۰/۶۰۱	۰/۰۰۰۰
LNVA	-۰/۳۸۱	-۴/۱۰۶	۰/۰۹۲	۰/۰۰۱۷
$LNVA^2$	۰/۰۱۵	۳/۵۴۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴۶
LEC	۰/۹۶۶	۶/۸۱۵	۰/۱۴۱	۰/۰۰۰۰
ضریب تعیین			۰/۹۱	
آماره F			۳۸/۷۵	
احتمال آماره F			۰/۰۰۰۰	

منبع: نتایج تحقیق

بر اساس آماره F معناداری کل رگرسیون تأیید می‌شود. از سوی دیگر طبق ضریب تعیین (R^2)، ۹۱ درصد تغییرات در متغیر وابسته از طریق متغیرهای مستقل مدل قابل‌توضیح است. همچنین ضریب منفی متغیر لگاریتم ارزش افزوده و ضریب مثبت متغیر مجذور لگاریتم ارزش افزوده بیانگر یک رابطه Uشکل بین ارزش افزوده بخش پالایشگاهی و انتشار دی‌اکسیدکربن در این بخش است[۱۸].

ضریب مثبت متغیر مصرف انرژی (۰/۹۶۶)، نیز نشان‌دهنده یک رابطه مثبت بین مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن در بخش پالایشگاهی است.

همان‌طور که بیان شد در بخش پالایشگاهی و در دوره ۹۱-۱۳۷۷ منحنی کوزنتس به شکل U است. ارتباط Uشکل بدان معنا است که در دوره مورد بررسی ابتدا با افزایش میزان تولیدات و افزایش ارزش افزوده، انتشار دی‌اکسید کربن روند افزایشی داشته و بعد از رسیدن به یک سطح مینیمم روند انتشار دی‌اکسید کربن افزایشی شده است.

۴ - یافته‌ها و پیشنهادات

اگر چه بیشترین مقدار سوخت مصرفی در نیروگاه‌ها را گاز طبیعی به خود اختصاص می‌دهد اما بررسی سوخت مصرفی در نیروگاه‌ها نشان می‌دهد که روند مصرف سوخت‌های آلاینده نفت گاز و نفت کوره در نیروگاه‌ها طی دوره مورد بررسی، دارای یک روند افزایشی است به‌طوری‌که سهم نفت کوره از ۲۱ درصد در سال ۱۳۷۷ به ۲۵/۴ درصد در سال۱۳۹۱ رسیده است، سهم نفت گاز نیز در این سال‌ها از ۳ درصد به ۱۱/۹ درصد افزایش یافته و سهم گاز طبیعی نیز از ۷۶ درصد در سال ۱۳۷۷ به ۶۲/۴ درصد در سال ۱۳۹۱ رسیده است [۳] و این خود دلیلی بر افزایشی بودن انتشار CO_2 و یا به عبارتی Nشکل بودن منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در نیروگاه‌ها طی این ۱۵ سال است.

در پالایشگاه‌ها نیز عوامل متعددی موجب افزایش انتشار شده است که از آن جمله می‌توان به تغییرات سوخت مصرفی پالایشگاه‌ها اشاره کرد. بررسی روند سوخت‌های مصرفی پالایشگاه‌ها در دوره مورد بررسی، نشان می‌دهد که مصرف نفت کوره به‌عنوان یک سوخت بسیار آلوده تا سال ۱۳۸۴ روندی کاهشی داشته که بعد از این سال این روند کاهشی ادامه نمی‌یابد. استفاده از گاز طبیعی نیز در سال ۱۳۸۴ به بعد کمتر از سال‌های قبل از آن است. بنابراین تغییرات در نوع سوخت‌های مورد استفاده در پالایشگاه‌ها در سال‌های مورد بررسی، دلیلی بر Uشکل بودن انتشار

دی‌اکسید کربن در پالایشگاه‌ها در این دوران است. تجهیزات فرسوده و تکنولوژی قدیمی در پالایشگاه‌ها و نیروگاه‌ها و همچنین فعالیت پالایشگاه‌ها بیش از ظرفیت طراحی‌شده برای آنها نیز دلایل دیگری بر آلایندگی هر چه بیشتر این بخش‌ها هستند.

بنابراین برقرار نبودن یک رابطه U وارونه، به جهت ساختار مبتنی بر انرژی فسیلی در این دو بخش دور از انتظار نیست. همچنین می‌توان گفت بخش‌های مذکور هنوز اقدامات جدی و مستمری را برای ارتقاء کیفیت زیست‌محیطی خود انجام نداده‌اند. به طوری‌که در این بخش‌ها توجه بیشتر به فرایند رشد و توسعه و تأمین نیازهای داخلی و صادرات بوده و در واقع روند افزایش انتشار را همگام با افزایش درآمد تجربه می‌کنند و بحث‌های زیست‌محیطی در اولویت بعدی قرار دارند. البته با وجود رابطه افزایشی انتشار و ارزش افزوده در این دو بخش، می‌توان انتظار داشت که بخش‌های مذکور بتوانند همراه با افزایش سطح درآمد و با توجه به مسائل زیست‌محیطی از روند انتشار بکاهند. لذا به‌عنوان توصیه سیاستی می‌توان گفت؛ تشکیل تیم مدیریت انرژی و تهیه برنامه استراتژی مدیریت انرژی در نیروگاه‌ها و پالایشگاه‌ها، تلاش در جهت افزایش کارایی انرژی، جایگزین کردن گاز طبیعی به جای سوخت‌هایِ با آلایندگی بالا، اختصاص بودجه کافی و تسریع در اجرای طرح‌های احداث پالایشگاه‌های نفت و میعانات گازی، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و جایگزین کردن تجهیزات فرسوده با تکنولوژی‌های نو و همین‌طور تلاش برای کنترل انتشار CO_2، از طریق جمع‌آوری گاز CO_2 از مشعل نیروگاه‌ها و پالایشگاه‌ها در کاهش آلودگی در این بخش‌ها بسیار مؤثر خواهد بود.

۵ – پی‌نوشت‌ها

[۱] چون در نیروگاه‌ها و پالایشگاه‌ها، فرایند تبدیل انرژی صورت می‌گیرد، انرژی مصرف‌شده در این بخش‌ها، مصارف بخش انرژی و یا انرژی خودمصرفی نامیده می‌شود [۲۱].

[2] Environment Kuznets Curve
[3] Logarithmic Mean Divisia Index (LMDI)
[4] Autoregressive Distributed Lag (ARDL)
[5] Ordinary Least Squares
[6] Best Linear Unbaised Estimation
[7] Stationary
[8] Co- integration
[9] hemoskedasticity

[۱۰] در اینجا ارزش افزوده تولید فرآورده‌های نفتی در حساب‌های ملی معادل با ارزش افزوده پالایشگاه‌ها قرار داده شده و ارزش افزوده تولید برق معادل با ارزش افزوده نیروگاه‌ها در نظر گرفته شده است.

[11] Augmented Dickey-Fuller test
[12] Unit Root test
[13] Engle-Granger
[14] Glejser test
[15] Breusch-Godfrey
[16] Jarque and Bera (JB)
[17] Ramsey

[۱۸] طبق معادلات برآوردشده ضریب $LNVA^{۳}$ برابر با صفر شد که این به معنای رد وضعیتی است که در آن منحنی کوزنتس فرم درجه سه دارد.

منابع

[1] Balali H, Zamani O, Uosofi A. The relationship between economic growth and environmental pollution in the oil sector with its emphasis on price fluctuations. Journal and research program and budget; **2013**; **18**(3): 49-65. **[in Persian]**

[2] Fetres M.H, Barati J. Analysis of carbon dioxide emissions resulting from energy consumption to economic sectors. Quarterly Energy Economics Studies; **2011**; **8**(28): 49-73. **[in Persian]**

[3] Institute for International Energy Studies. Iran Hydrocarbon balance sheet, (**1998-2012**).

[4] Salimifar M, Dehnavi J. Compare Environmental Kuznets Curve in OECD countries and developing countries. Journal of Knowledge & Development; **2009**; **7**(29): 181-198. **[in Persian]**

[5] Nasrolahi Z, Ghafari Goulak M. The relationship between air pollution and economic growth in the country's 28 provinces. Journal of Knowledge and Development; **2010**; **17**(33):164-184. **[in Persian]**

[6] Deylami Nejad R, Ostad hosein R. The relationship between energy consumption and economic value of the sector in Iran. Journal of economic policies; **2010**; **18**(55): 125-140. **[in Persian]**

[7] Fetres M.H, Barati J. Analysis of factors affecting the carbon dioxide emissions of the power plant sector. Journal of Economic Modeling; **2010**; **1**(1): 135-153. **[in Persian]**

[8] Lashkari Zade M, Azani D. Role in creating emissions of power plants in Iran. Journal of Economics of Natural Resources; **2014**; **3**(1):1-14. **[in Persian]**

[9] Ghanikasab N. Decomposition energy consumption and CO2 emissions at refineries in Iran using LMDI. Masters : Economical science, Allameh Tabatabaei University, Iran; **2014**.

[10] Tehrani Nejad A, Saint-Antonin V.Allocation of CO2 emissions in petroleum refineries to petroleum joint products: A linear programming

model for practical application. Energy Economics; **2007**; **29**: 974–997.

[11] Malla S. CO2 Emissions from Electricity Generation in Seven Asia Pacific and North American Countries: A Decomposition Analysis. Energy Policy; **2009**; **37**: 1-9.

[12] Haggar M. Greenhouse gas emissions, energy consumption and economic growth: A panel cointegration analysis from Canadian industrial sector perspective. Energy Economics; **2012**; **34**: 358-364.

[13] Zhang M, Liu X, Wang W, Zhou M. Decomposition analysis of CO_2 emissions from electricity generation in China. Energy Policy; **2013**; **52**: 159-165.

[14] Wang D, Li M. Environmental Kuznets Curve of Industrial Carbon Emissions Analysis in the West of China. Proceedings of the 6th International Asia Conference on Industrial Engineering and Management Innovation; **2015**; 539-546.

[15] Mohamadi F. Economic Factors contributing to road accidents in Iran. Masters: Economical science, Bu Ali Sina University in Hamedan, Iran; **2011**. P.24-25.

[16] Dina S. Some economicaspects of mortality in developed countries. IN: Perlman, M.(Ed), The Economics of Helth and Medical care. Macmillan, London; **2004**; 174-193.

[17] Mohamad Bagheri A. Short-term and long-term relationships between GDP, energy consumption and carbon dioxide emissions in the country. Energy Economics Studies; **2010**; **7**(27):117-184. **[in Persian]**

[18] Souri A. Econometrics with applications eviews8 & stata12. Tehran, Iran, Publication Culture Studies; **2013**.p.58. **[in Persian]**

[19] Central Bank of Iran. National Accounts, (1998-2012).

[20] Sadeghi M, Gol avar L, Abedi Z . Environmental economic consequences, increasing the efficiency of fossil power plants. Environmental science and technology; **2007**; **9**(4): 15-30. **[in Persian]**

[21] Ministry of Power of the Islamic Republic of Iran. Energy terms. Metropolitan Electricity and Energy Planning Office, Department of Statistics and Information Electricity and Energy. pdf, (September **2008**).