-- Iranian Energy Economics------
Summer 2020, 35(10), 131-157
Jiee.atu.ac.ir
DOI: http://dx.doi.org/10.22054/jiee.2021.58861.1824

ATU PRESS

Original Reserch Received: 10/05/2020 Accepted: 03/10/2021 ISSN: 2423-5954 eISSN: 2476-6437

Investigation of Factors Affecting the Spread of Pollution in the Petrochemical Sector; An Approach to Gentle Transfer Regression (STR) Model

Roghayeh Marefati — Ph.D. Student in Economics, Faculty of Economics, Islamic Azad University, Central Tehran. Branch, Tehran, Iran

Narciss Amin Rashti* — Faculty member of the Department of Economics, Faculty of Economics and Accounting, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran

Azadeh Mehrabian — Faculty member of the Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Roya Seyfipour — Faculty member of the Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

Today, the issue of significant increases in polluting gases has become a major global challenge. This issue, along with industrial growth and development in developed and developing societies, has attracted more attention in order to prevent their destructive effects. The purpose of this article is to investigate the factors affecting the spread of pollution in the petrochemical sector. In order to test the relationship between the variables, a mild transfer regression model for the period 1399-1396 has been used. The statistical population of the present study is companies producing petrochemical products. The most important variables used in this study include per capita carbon dioxide emissions, product output, energy intensity, technology costs, and added value of petrochemical products. The results showed that there is a nonlinear relationship between the variables of production and pollution. In the estimated nonlinear model section, because the energy intensity variable has been selected as a variable, it was observed that with increasing the intensity of energy consumption from 5.12%, the effect of petrochemical production on the level of emissions is different and significant. The results obtained from the nonlinear model estimate show that the production of petrochemical products in companies producing petrochemical products at different levels of energy consumption has different effects on carbon dioxide emissions in the country. Accordingly, given that greenhouse gas pollution is one of the serious threats facing countries, and due to its nature, factories and companies producing petrochemical products should be required to reduce emissions through tax and incentive policies. In addition, more polluting industries and polluting products should be prevented from entering the production process through strict environmental laws and regulations, especially in the petrochemical sector.

Keywords: Pollution Emission, Energy Consumption, Technology, Kuznets Mode, Mild Transmission Regression (STR).

JEL Classification: G21 ،G24 ،O11 ،O16.

---

* Corresponding Author: Narciss.Aminrashti@gmail.com

How to Cite: Marefati, R., Amin Rashti, N., Mehrabian, A., Seyfipour, R. (2020). Investigation of factors affecting the spread of pollution in the petrochemical sector; An Approach to Gentle Transfer Regression (STR) Model. Iranian Energy Economics,35 (10), 131-157.

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۱۱

eISSN: ۲۴۷۶-۶۴۳۷ ISSN: ۲۴۲۳-۵۹۵۴

-- پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران ---------

دوره ۱۰، شماره ۳۵، تابستان ۱۳۹۹، ۱۳۱-۱۵۷

Jiee.atu.ac.ir

DOI: http://dx.doi.org/10.22054/jiee.2021.58861.1824

بررسی عوامل موثر بر انتشار آلودگی در بخش پتروشیمی؛ رویکردی بر مدل رگرسیون انتقال ملایم (STR)

رقیه معرفتی دانشجوی دکتری علوم اقتصادی، دانشگاه آزاداسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران

نارسیس امین‌رشتی * استادیار، گروه اقتصاد، دانشگاه آزاداسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران

آزاده محرابیان استاد، گروه اقتصاد، دانشگاه آزاداسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران

رویا سیفی‌پور استادیار، گروه اقتصاد، دانشگاه آزاداسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران

چکیده

امروزه مسأله افزایش قابل ملاحظه گازهای آلاینده محیط زیست به یک چالش جهانی مهم تبدیل شده است. این موضوع در کنار رشد و توسعه صنعتی در جوامع توسعه یافته و در حال توسعه توجه بیشتری را به منظور جلوگیری از اثرات مخرب آن‌ها به خود جلب کرده است. هدف مقاله حاضر بررسی عوامل مؤثر بر انتشار آلودگی در بخش پتروشیمی است. به منظور آزمون رابطه بین متغیرها از مدل رگرسیون انتقال ملایم برای دوره زمانی ۱۳۹۹ ـ ۱۳۷۵ استفاده شده است. جامعه آماری مطالعه حاضر شرکت‌های تولیدکننده محصولات پتروشیمی است. مهمترین متغیرهای مورد استفاده در این مطالعه شامل انتشار سرانه دی اکسید کربن، میزان محصول تولیدی، شدت مصرف انرژی، هزینه مربوط به تکنولوژی و ارزش افزوده تولیدات محصولات پتروشیمی است. نتایج بدست آمده بیانگر این بود که رابطه غیرخطی بین متغیرهای میزان محصولات تولیدی و انتشار آلایندگی وجود دارد. در بخش مدل غیرخطی برآورد شده، به دلیل اینکه متغیر شدت مصرف انرژی به عنوان متغیرگذار انتخاب شده است مشاهده گردید که با افزایش رشد شدت مصرف انرژی از ۵,۱۲ درصد اثرگذاری تولید محصولات پتروشیمی بر سطح انتشار آلایندگی متفاوت و معنی‌دار است. نتایج بدست آمده از برآورد مدل غیرخطی نشان‌دهنده این است که میزان تولید محصولات پتروشیمی در شرکت‌های تولیدکننده محصولات پتروشیمی در سطوح متفاوت مصرف انرژی، اثرات متفاوتی بر انتشار دی اکسید کربن در کشور داشته است. بر این اساس با توجه به اینکه آلودگی‌های ناشی از گازهای گلخانه‌ای یکی از تهدیدهای جدی پیش روی کشورها است و با توجه به ماهیت آن، باید کارخانه‌ها و بنگاه‌های تولیدکننده محصولات پتروشیمی را از طریق سیاست‌های مالیاتی و تشویقی ملزم به کاهش انتشار آلایندگی کرد. علاوه بر این باید از طریق وضع قوانین و مقررات زیست محیطی شدید بخصوص در بخش پتروشیمی از ورود بیشتر صنایع و محصولات آلاینده به فرآیند تولیدی جلوگیری شود.

کلیدواژه‌ها: انتشار آلایندگی، مصرف انرژی، تکنولوژی، محنی کوزنتس، رگرسیون انتقال ملایم (STR).

طبقه‌بندی JEL: G24، O11، O16.

* نویسنده مسئول: Narciss.Aminrashti@gmail.com

۱. مقدمه

صنعت پتروشیمی یکی از مهم‌ترین منابع تولید گازهای گلخانه‌ای اصلی است که مسئول گرم شدن زمین هستند. سایر تاثیرات منفی صنعت پتروشیمی بر محیط زیست عبارتند از: باران‌های اسیدی، از بین رفتن لایه اوزون، آلودگی هوا و.... در صنعت پتروشیمی مواد شیمیایی که به صورت بالقوه مضر هستند در واقع سموم مهلک، بوهای سمی و یا مواد قابل احتراق هستند. صنعت پتروشیمی همچنین ممکن است باعث از بین رفتن تنوع زیستی و تخریب اکوسیستم شود. بخارهای حاصل از صنعت پتروشیمی شامل مقادیر معتنابهی از هیدروکربن‌های حلقوی و آروماتیک، فنول‌ها، مشتقات فلزی، مواد فعال سطحی، سولفیدها، اسید نفتیلنیک و سایر مواد شیمیایی می‌شود.

تولیدکنندگان محصولات شیمیایی و پتروشیمی دومین مصرف‌کننده بزرگ در بخش‌های تولید جهان هستند و تقریبا ۵ درصد از گازهای گلخانه‌ای دنیا را تولید می‌کنند. این میزان آلاینده شامل انتشار مستقیم دی‌اکسیدکربن ناشی از سوخت‌های فسیلی در محل کارخانه، انتشار غیرمستقیم آلاینده‌ها در اثر استفاده از برق در جریان تولید و انتشار گازهای غیر دی‌اکسیدکربن در فرآیندهای صنعتی مختلف است (احمدوند و همکاران، ۱۳۸۶).

درزمینه انتشار گازهای گلخانه‌ای تاکنون بیشترین توجه معطوف به انتشار گاز دی‌اکسیدکربن بوده که در اثر سوختن سوخت‌های فسیلی ایجاد می‌شود، اما بخش عمده سوخت‌های فسیلی برای مصارف غیرانرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در اینجا مصارف غیرانرژی تحت عنوان مصرف خوراک‌های فسیلی برای تولید مواد ارگانیک مصنوعی و محصولات شیمیایی تعریف می‌شود. بخش عمده‌ای از تولید محصولات پتروشیمی اساسی به میزان عرضه نفت خام و مواد اولیه خام بستگی دارد. در تولید فرآورده‌های پتروشیمی، خوراک‌ها به محصولات اساسی پتروشیمی مانند اتیلن و آروماتیک‌ها تبدیل می‌شوند که از هم جدا می‌شوند.

ایران با در اختیار داشتن بیش از ۳۳ تریلیون متر مکعب ذخایر متعارف گاز طبیعی و ۱۵۷ میلیارد بشکه ذخایر قابل برداشت نفت خام از پتانسیل و مزیت نسبی مناسبی برای توسعه صنعت پتروشیمی با هدف تکمیل زنجیره ارزش نفت و گاز برخوردار است. محصولات تولیدی این صنعت، مواد اولیه بخش‌های زیادی از اقتصاد ایران را فراهم می‌کند و از این منظر بسیار حائز اهمیت بوده و همواره مورد توجه سیاست‌گذاران کشور

است. تنوع محصولات پتروشیمی می‌تواند حلقه‌های مفقوده صنایع بیشماری را تکمیل کند و بدون شک توسعه صنایع وابسته این صنعت نیز در تامین کالاهای مصرفی و رفع نیازهای صنایع داخلی کشورمان نقش بسزایی خواهد داشت. صنعت پتروشیمی کشور در سال‌های اخیر در زمینه تولید محصولات متعارف و پایه پتروشیمی به موفقیت‌های عظیمی دست یافته است (ورهرامی، ۱۳۹۵).

صنعت پتروشیمی موارد استفاده و کاربرد بی‌شماری در زندگی روزمره افراد دارد و به همان اندازه برای زندگی موجودات زنده و اکوسیستم زمین خطرناک است. اکثر این مواد شیمیایی زمانی که منتشر می‌شوند، می‌توانند اثرات نامطلوبی بر محیط زیست مانند هوا، آب و خاک بگذارند. مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر انتشار آلایندگی در بخش پتروشیمی عبارتند از: آلودگی‌های احتراقی است که در اثر سوزاندن سوخت در پالایشگاه‌ها برای تولید برق ایجاد می‌شود، مواد منتشره ناشی از نشتی دستگاه‌ها (مواد منتشره فرار) که به دلیل نشت شیرها، پمپ‌ها و دیگر ابزار فرآیند پخش می‌شوند، مواد منتشره ناشی از فرآیند تهویه (مواد منتشره منبع نقطه‌ای) که از فرآیند تهویه طی تولید، پخش می‌شوند مانند هوارسانی و واکنش‌های شیمیایی، مواد منتشره از تانک‌های ذخیره‌سازی در مواقعی که محصول به تانک وارد یا از آن‌ها منتقل می‌شوند و در نهایت مواد منتشره از سیستم هرز آب‌ها که از تانک‌ها، حوضچه‌ها و مجاری سیستم فاضلاب پخش می‌شوند (پورکاظمی، ۱۳۸۵).

نوآوری مطالعه حاضر نسبت به مطالعات پیشین در استفاده از مدل‌های غیرخطی در برآورد اثرات تولید محصولات پتروشیمی در انتشار آلایندگی است که برای این منظور با استفاده از روش رگرسیون انتقال ملایم (STR) اثرات غیرخطی مربوط به شدت مصرف انرژی بر رابطه بین تولیدات محصولات شیمیایی با انتشار آلودگی در این صنعت مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت.

هدف این مطالعه بررسی عوامل اثرگذار بر انتشار آلایندگی در محصولات تولیدی پتروشیمی است. با توجه به اینکه شدت مصرف انرژی در این بخش می‌تواند نقش موثر در انتشار آلایندگی بر اساس فرضیه منحنی کوزنتس داشته باشد در این مطالعه با استفاده از

مدل غیرخطی رگرسیون انتقال ملایم[1] (STR) رابطه بین متغیرها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

رویکرد مدل‌های خطی میتنی بر اثرگذاری متقارن متغیر مستقل بر متغیر وابسته است در حالی که شواهد آماری نشان‌دهنده این است که به دلیل ساختارهای اقتصادی و تولیدی به‌خصوص در زمینه متغیرهای کلان اقتصادی، رابطه غیرخطی بین متغیرها برقرار است. علاوه بر این، با توجه به زیرساخت‌های تولیدی شدت مصرف انرژی در کشورهای مختلف، اثرات نامتقارنی بر سطح تولید و همچنین انتشار آلایندگی در محیط زیست داشته است.

ساختار مقاله حاضر در ادامه به این صورت است که به بررسی ادبیات پژوهش و مطالعات پیشین انجام شده در مورد موضوع پژوهش پرداخته شده است. در بخش سوم به روش‌شناسی پژوهش پرداخته شده است. در بخش چهارم مدل تجربی پژوهش برآورد شده است. در نهایت در بخش انتهایی به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات سیاستی پرداخته شده است.

۲. ادبیات نظری

صنعت پتروشیمی یکی از بخش‌های اصلی صنعت نفت و گاز از جمله صنایع مهم و مادر محسوب می‌شود. خوراک صنایع پتروشیمی از محصولات جانبی حاصل از استخراج نفت خام و گاز، نظیر میعانات گازی، فراورده‌های پالایشی نفت و گاز طبیعی و اتان استحصالی از آن تامین می‌شود. با توجه به منابع سرشار نفت خام و گاز طبیعی در ایران، این صنعت همواره به عنوان یکی از بخش‌های مهم اقتصاد مورد توجه بوده و برای بسط و توسعه آن نیز برنامه‌ها و طرح‌های گوناگونی به اجرا درآمده است. از آغاز فعالیت صنعت پتروشیمی در ایران بیش از ۴۰ سال می‌گذرد، اما بی‌تردید می‌توان گفت در حال حاضر شکوفاترین دوران خود را طی می‌کند.

در سال ۱۹۹۱ فرضیه منحنی کوزنتس[2] در قالب ارتباط بین رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست مطرح شد. طبق فرضیه EKC در مراحل اولیه رشد اقتصادی، کیفیت محیط زیست کاهش می‌یابد، اما به محض آنکه درآمد از آستانه معینی تجاوز کند، کیفیت محیط

1. Smooth Transition Regression
2. Kuznets Curve

زیست نیز افزایش می‌یابد. اثر مقیاس، اثر ترکیب و نظریه پورتر[1] (اثر تکنولوژی و نوآوری) برای توضیح منحنی EKG مطرح شده‌اند. اثر مقیاس، توسعه اقتصادی و کیفیت محیط زیست را در تقابل هم می‌داند؛ زیرا با افزایش رشد اقتصادی و رشد خالص در مقیاس اقتصادی سبب رشد بالقوه در انتشار آلاینده‌ها و مشکلات زیست محیطی می‌شود. اثر ترکیب نیز بیانگر تغییر ترکیب با سبد کالاهای تولیدی و گرایش به سمت اقتصاد خدمات محور است. طبق این نظریه، بنگاه‌ها برای کسب سود و موفقیت‌های مالی با هم به رقابت می‌پردازند. نتیجه این رقابت به نوآوری و خلاقیت منجر می‌شود و ناکارایی‌هایی مانند آلودگی و آثار خارجی منفی از بین می‌رود. در واقع اثر تکنولوژی تغییر در فن و شیوه تولید به سمت فناوری پاک است. در جمع‌بندی این سه اثر می‌توان گفت که در مراحل ابتدایی رشد اقتصادی اثر مقیاس بر اثر ترکیب و فنی غالب و کیفیت محیط زیست بدتر می‌شود، اما در ادامه شدت اثر مقیاس کاهش می‌یابد و دو اثر دیگر تقویت می‌شوند و در نتیجه سطح آلودگی کاهش می‌یابد (فلاحی و همکاران، ۱۳۹۱ و محمدزاده و همکاران، ۱۳۹۱).

در ادبیات مطرح شده در زمینه رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست، تاثیر مولفه‌هایی که در ادامه بررسی شده بر انتشار آلایندگی در بخش پتروشیمی مورد ارزیابی قرار گرفته است.

۲-۱. سطح درآمد

تئوری‌های مطرح شده نشان‌دهنده این است که با افزایش در سطح درآمدی افراد، تقاضای آن‌ها برای کالاهای لوکس و همچنین استفاده از وسائل نقلیه افزایش می‌یابد و این موضوع می‌تواند منجر به افزایش در انتظار آلایندگی در سطح جامعه شود. با این حال برخی بر این باورند که هیچ دلیلی وجود ندارد که رابطه میان کیفیت محیط زیست و درآمد، خودکار و از پیش تعریف شده باشد و هیچ دلیلی که نشان دهد رشد اقتصادی جانشین کاملی برای سیاست‌های زیست محیطی است، وجود ندارد. همچنین اینکه وضعیت محیط زیست در بین کشورهای مختلف متفاوت بوده است، این ایده را در ذهن تداعی می‌کند که متغیرهای دیگری به غیر از سطح درآمد، ممکن است در وضعیت محیط زیست تاثیرگذار باشند؛

1. Porter's Theory

زیرا افزایش درآمد سرانه الزاما به معنای افزایش درآمد قشر متوسط جامعه نیست؛ یعنی در صورت توزیع نامناسب در آمد، رشد اقتصادی ممکن است حتی به افت تقاضا برای حفاظت از محیط زیست بینجامد.

۲-۲. رشد جمعیت

بحث پیرامون رشد جمعیت، رشد اقتصادی و محیط زیست، میان طرفداران بدبین و خوش‌بین رشد جمعیت تفکیک شده است. دیدگاه بدبینانه نسبت به اثر رشد جمعیت بر افزایش تقاضا برای کالاها و خدمات ناشی از چنین رشدی تاکید دارد (آجایی، ۱۳۸۱). با افزایش تعداد جمعیت در سراسر جهان، تقاضا برای مواد غذایی و کالاهای دیگر بالا می‌رود. این تقاضا با تولید گسترده و استفاده از منابع طبیعی برآورد می‌شود که به‌نوبه خود منجر به آلودگی بیشتر می‌شود (نظیر و همکاران، ۲۰۱۸). علاوه بر این، رشد جمعیت ممکن است بازخورد مثبتی داشته باشد. به این ترتیب که افراد به پذیرش نوآوری‌های فنی تشویق شوند. همچنین با رشد جمعیت، نیروی کار افزایش‌یافته و به افزایش تولید کالاها و خدمات منجر می‌شود. البته، احتمالا آثار مثبت توسط آثار منفی خنثی شده و به اثر خالص منفی می‌انجامد (آشنا و حسین‌آبادی، ۱۳۹۹).

۲-۳. رشد اقتصادی و آلودگی هوا

بر اساس مطالعات قبلی، یک رابطه علیت بین درآمد و مصرف انرژی و انتشار آلاینده وجود دارد. رشد اقتصادی ارتباط نزدیکی با مصرف انرژی دارد؛ زیرا رشد اقتصادی بالاتر به مصرف انرژی بیشتری نیاز دارد و مصرف انرژی کارآمدتر به سطح بالاتری از رشد اقتصادی نیاز دارد. درنتیجه، ممکن است جهت علیت از قبل مشخص نشود (Liang and Yang, 2019)؛ بنابراین، تاثیر رشد اقتصادی بر کیفیت محیط زیست می‌تواند به‌صورت مستقیم، معکوس یا ترکیبی از هر دو باشد (نصرالهی و غفاری، ۱۳۸۹). در رویکرد اول رشد اقتصادی به انرژی متکی است و گسترش مقیاس اقتصادی با افزایش مصرف انرژی از جمله مصرف انرژی‌های آلاینده همراه است (Liang and Yang, 2019). سطوح بالاتر فعالیت اقتصادی (تولید یا مصرف) نیازمند انرژی و مواد اولیه بیشتری است و در نتیجه مقادیر بیشتری از مواد زائد فرعی ایجاد می‌شود. در دیدگاه دوم کسانی هستند که معتقدند سریع‌ترین راه برای بهبود کیفیت محیط زیست از طریق بهبود رشد اقتصادی امکان‌پذیر

است؛ زیرا سطوح بالاتری از درآمد باعث افزایش تقاضا برای کالایی می‌شود که مواد اولیه کمتری استفاده می‌کند و نیز اینکه افزایش درآمد باعث افزایش تقاضا برای محیط زیست باکیفیت‌تر می‌شود و این به معنای پذیرش معیارها و ضوابط زیست‌محیطی است (نصرالهی و غفاری، ۱۳۸۹).

۲-٤. شهرنشینی

به‌طور کلی شهرنشینی دارای دو خصیصه اصلی است؛ اول، مهاجرت مردم از حوزه‌های روستایی به شهری، جهت اشتغال در فعالیت‌ها و مشاغل غیرکشاورزی و دوم، دگرگونی در سبک زندگی مردم از سبک زندگی روستایی به شهری به همراه تغییر در ارزش‌ها و نگرش‌ها که رفتارهای تازه‌ای را سبب می‌شود. با این حال برای تعیین میزان شهرنشین بودن بیشتر از ملاک جمعیتی استفاده می‌شود.

در عصر حاضر شهرها کانون اصلی فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی هستند. تمام مراکز توسعه اقتصادی مانند امور مالی، ارتباطات و حمل‌ونقل در شهرها واقع شده‌اند و سهم قابل‌توجهی از مصرف انرژی در شهرها اتفاق می‌افتد؛ بنابراین، شهرنشینی یکی از عناصر اصلی در برآورد انتشار آلایندگی در جهان به حساب می‌آید. در رابطه با تاثیر شهرنشینی بر آلودگی نظرات متفاوت وجود دارد ( ). با وجود اینکه شهرنشینی در مفهوم مدرنیزاسیون و نوسازی اقتصادی مطرح می‌شود، متغیر جمعیتی است که تراکم شهری را افزایش و سبک زندگی انسانی را تغییر می‌دهد و بدین صورت در رفتار الگوی انرژی مصرفی خانگی تاثیر می‌گذارد. وقتی شهرها به ثروتمند شدن ادامه می‌دهند مشکلات زیست محیطی ناشی از آلاینده‌های صنعتی ممکن است از طریق ایجاد نهادهای زیست محیطی، نوآوری‌های تکنولوژیکی و تغییر در ترکیب فعالیت‌های اقتصادی کاهش یابد.علاوه بر این، شهرهای مرفه و ثروتمند ساکنان ثروتمند خواهند داشت که این شهروندان کالاهای انرژی‌بر و انرژی‌محور بیشتری را تقاضا خواهند کرد و این امر موجب افزایش نگرانی‌های زیست محیطی می‌شود.

خلأ و نقایص موجود در رابطه میان عرضه و تقاضای منابع محیطی، حاصل عوامل چندی است؛ نخست آنکه آلودگی محیط زیست ملازم با رشد و توسعه پردامنه اقتصادی است و دوم آنکه تراکم جمعیت از حیث پدیده جهان شمول شهرنشینی با سطح تولید انبوه صنعت، موجب کاهش عرضه عوامل محیطی مطلوب و قابل دسترس شده است. اگر مقدار

آلودگی معینی را که هر ساله وارد محیط زیست می‌شود به عنوان تاثیر زیست محیطی تعریف کنیم و با علامت (I) نشان دهیم، رابطه این عامل را با سه عامل مهم دیگری که در آلودگی محیط زیست موثر هستند، به صورت رابطه (۱) می‌توان نوشت.

$$I = P \times \frac{C}{P} \times \frac{W}{C} \qquad (۱)$$

در رابطه (۱)، P تعداد جمعیت در یک سال، C مقدار کالای تولید شده و مصرف شده در یکسال و W مقدار آلوده‌کننده‌هایی است که از طریق تولید و مصرف وارد محیط شده‌اند. این رابطه نشان می‌دهد که رشد جمعیت در کل تاثیرات زیست محیطی، عملا سهم بسزایی دارد. به ویژه رشد سریع و بی‌سابقه جمعیت در کشورهای در حال توسعه اثر فزاینده‌ای بر آلودگی محیط زیست به جای گذاشته؛ در حالی که برای کشورهای پیشرفته کل ضریب افزایش جمعیت آن‌ها تقریبا ثابت است، سهم به نسبت اندکی در کل تاثیر زیست محیطی به جای می‌گذارد. غافل از اینکه تولید صنعتی کشورهای پیشرفته خود سهم عمده‌ای در آلوده‌سازی محیط زیست دارد (دریانی، ۱۳۹۴). بنابراین، در رابطه (۱) ($I = F(W)$) تاثیر زیست محیطی تابعی از مواد آلوده‌کننده است.

برای ارزیابی اثرات مابقی عوامل نیز برآورد میزان رشد بخش‌های مختلف اقتصاد ضرورت می‌یابد. بنابراین، محیط زیست مجموعه بسیار عظیم و پیچیده‌ای از عوامل گوناگون است که بر عملکرد و فعالیت‌های انسان تاثیر گذاشته و از آن‌ها نیز متاثر می‌شود. این مفهوم بیانگر آن است که موضوع محیط زیست طیف وسیعی از ابعاد مختلف را شامل می‌شود. علاوه بر این، هر کشوری برای رسیدن به رشد و توسعه، اهداف و برنامه‌های مختلفی را مدنظر قرار می‌دهد، اما کشورهای درحال توسعه برای رسیدن به این هدف با معضل تخریب محیط زیست روبه‌رو هستند؛ زیرا بیشتر فعالیت‌های اقتصادی وابسته به استفاده از منابع طبیعی است و کمتر فعالیتی را می‌توان یافت که در نهایت منجر به ایجاد ضایعات زیست محیطی نشود.

کریشناپیلای و تامپسون[1] (۲۰۱۲) با استفاده از داده‌های مقطعی رابطه جانشینی و توابع تولید هموتتیک و غیرهموتتیک[1] به تخمین کشش‌های جانشینی قیمتی در بخش صنعت

1. Krishnapila, Thompson

آمریکا پرداخته‌اند که با توجه به مقادیر کشش متقاطع به دست آمده انرژی الکتریکی جانشین ضعیفی برای نیروی کار و سرمایه است در حالی که نیروی کار و سرمایه جانشین‌های قوی برای انرژی الکتریکی هستند.

آنومی[2] (۲۰۱۴) نشان داد که مالیات سبز باعث ایجاد سود مضاعف به سه شکل متوسط، ضعیف و قوی می‌شود. نتایج حاصل از برآورد این مطالعه نشان داد که مالیات سبز باعث سود مضاعف قوی نمی‌شود. در واقع مالیات سبز باعث هیچ نوع کاهشی در مشکلات زیست محیطی و بیکاری نمی‌شود.

شوارز[3] (۲۰۱۴) در مطالعه به برآورد تابع تقاضای مصرف انرژی در بخش صنایع شیمیایی پرداخت. به منظور برآورد کشش قیمتی و جانشینی بین نهاده‌های تولیدی از روش سیستم معادلات همزمان استفاده شده است. نتایج این برآورد نشان داد که کشش قیمتی نهاده‌های تولیدی بزرگ‌تر از یک بوده است.

یوراث و همکاران[4] (۲۰۱۵) به برآورد تابع تقاضای نهاده‌های تولیدی در بخش صنایع تولیدی در کشور لیتوانی پرداختند. در این مطالعه تمامی کشش‌های خودی و متقاطع تقاضای نهادها محاسبه شده است. کشش‌های خودی تقاضا، گویای رابطه معکوس میان قیمت و مقدار نهاده‌های تولید است و با توجه به مقادیر قدر مطلق آن‌ها با کشش بودن تقاضا برای این نهادها را نسبت به قیمت آن‌ها نشان می‌دهد. همچنین مقادیر کشش‌های متقاطع تقاضا بر قدرت مکملی ضعیف میان نهاده‌ها دلالت می‌کند. افزودن برآن، کشش‌های قیمتی عرضه نسبت به قیمت محصولات مثبت، اما کوچک‌تر از یک است.

کاخکی و همکاران[5] (۲۰۱۶) به برآورد تابع تقاضای نهاده‌های تولیدی در صنایع شیمیایی پرداختند. در این بررسی برای برآورد توابع عرضه محصول و تقاضای نهاده‌های تولیدی از تابع هزینه ترانسلوگ نرمال[6] و برای برآورد هم‌زمان این سیستم معادلات از روش معادلات به ظاهر نامرتبط استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهند که کشش‌های قیمتی خودی تقاضای نهاده‌ها علامت منفی دارند و با کشش هستند. کشش‌های متقاطع

---

1. Hemotetic and Non-hemotetic Production Functions
2. Anomie
3. Shovarz
4. Yoraas
5. Kakhaki
6. Normal Translog Cost Function

تقاضا نشان‌دهنده رابطه مکملی بین نهاده‌های تولیدی و رابطه جانشینی میان نیروی کار هستند. کشش‌های تقاضای نهاده‌ها نسبت به قیمت محصول، مثبت و کشش‌های عرضه محصول نسبت به قیمت نهاده‌ها منفی و بزرگ‌تر از یک است.

الماهیش[1] (۲۰۱۷) به برآورد تقاضای نهاده‌های انرژی و بهره وری در بخش صنعت برق پرداخت. نتایج این مطالعه نشان داد که هزینه‌های تولیدی با تغییر در مقیاس‌های تولیدی در این صنعت در حال تغییر بوده است. در برآورد صورت گرفته کشش‌های قیمتی نهاده‌های تولیدی در صنعت برق بزرگ‌تر از یک بوده و کشش جانشینی بین نهاده‌ها در این صنعت کم بوده است.

تیمیلسینا و شرستا[2] (۲۰۱۸) با استفاده از روش تجزیه دیویژیا[3] به بررسی عوامل موثر در رشد انتشار آلایندگی در آمریکای لاتین و کارائیب پرداخته‌اند. دوره زمانی مورد بررسی بازه ۲۰۱۰-۱۹۸۰ بر اساس فراوانی داده‌های سالانه بوده است. نتایج این مطالعه نشان داد که رشد اقتصادی و تغییر در شدت مصرف انرژی، عوامل اصلی رشد انتشار آلایندگی در این گروه از کشورها بوده است.

اوو[4] (۲۰۱۹) به بررسی انتشار گاز دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف انرژی در کره جنوبی در بازه زمانی ۲۰۱۶-۱۹۹۰ با استفاده از روش تجزیه دیویژیا پرداخت. نتایج تجزیه انتشار گاز دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف انرژی در این مطالعه نشان داد که رشد اقتصادی نقش تعیین‌کننده‌ای در تغییرات انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در تمامی بخش‌های اقتصادی این کشور داشته است و ترکیب سوخت و تغییرات ساختاری عامل اصلی کاهش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در بیشتر بخش‌های اقتصادی کره جنوبی بوده است.

ونگ و همکاران[5] (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای با استفاده از روش تجزیه LMDI به تجزیه تغییرات انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در کشور چین در طی دوره زمانی ۲۰۱۷-۱۹۸۰ پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه نشان داد که بهبود شدت انرژی، استفاده بیشتر از منابع انرژی تجدیدپذیر، بالاترین سهم را در کاهش میزان تغییرات انتشار گاز دی‌اکسیدکربن دارند.

---

1. Almahish
2. Timilsina & Sheresta
3. Divisia
4. Ov
5. Wang, et al.

منظور و حقیقی (۱۳۹۱) در مطالعه خود با رویکرد تعادل عمومی محاسبه‌پذیر به تجزیه و تحلیل کشش‌های قیمتی در صنعت برق پرداختند. براساس نتایج به‌دست آمده، در کوتاه‌مدت تغییر تقاضای انرژی بیشتر ناشی از تغییر سطح فعالیت است. به عبارت دیگر، هرچه کاهش سطح فعالیت یک بخش بیشتر باشد، کاهش تقاضای حامل‌های انرژی در آن بخش نیز بیشتر خواهد بود. همچنین بیشترین کاهش سطح فعالیت (و در نتیجه بیشترین کاهش تقاضای انرژی) در بخش صنایع شیمیایی، لاستیک و پلاستیک و بخش حمل‌ونقل رخ داده است. در مجموع تقاضای برق در همه بخش‌ها در بلندمدت نسبت به کوتاه‌مدت افزایش می‌یابد. فعالیت‌های تولیدی در بلندمدت بیشتر به دنبال استفاده از تکنولوژی‌هایی هستند که از انرژی ارزان‌تر استفاده می‌کنند.

صدرزاده مقدم وهمکاران (۱۳۹۲) به تخمین تابع تقاضای انرژی و کشش قیمتی و جانشینی نهاده‌ها در بخش صنعت پرداختند. این مطالعه با رویکرد بهینه‌سازی دومرحله‌ای به برآورد تابع تقاضای انرژی در بخش صنعت و محاسبه کشش‌های جانشینی میان نهاده‌ها می‌پردازد. تخمین تقاضای انرژی در بخش‌های مختلف امکان تعیین سیاست‌های کلان انرژی را فراهم می‌کند. در این مطالعه در بخش اول با تخمین تابع تقاضای انرژی در بخش صنعت کشور به عنوان یکی از بخش‌های پرمصرف در زمینه انرژی، عوامل موثر بر این تقاضا شناسایی و در مرحله دوم با استفاده از تابع لاجیت[1] و به روش رگرسیون معادلات به ظاهر نامرتبط به شناسایی اجزای تقاضای انرژی پرداخته و کشش‌های قیمتی و جانشینی میان این اجزاء محاسبه می‌شود.

سبحانی و منظور (۱۳۹۳) به برآورد کشش جانشینی سرمایه و انرژی در بخش صنایع شیمیایی کشور پرداختند. براساس نتایج به‌دست آمده از برآوردهای این پژوهش مقدار کشش قیمتی موریشیما[2] برای سرمایه و انرژی الکتریکی ۱/۵۸۸ و کشش‌های قیمتی آلن[3] برای دیگر حامل‌های انرژی برابر ۰/۶۹۸ است که هر دو بیانگر جانشین بودن نهاده سرمایه و انرژی در دوره مورد مطالعه است. همچنین مقدار کشش متقاطع قیمتی بین دو نهاده انرژی الکتریکی و سایر حامل‌های انرژی بجز انرژی الکتریکی برابر ۱/۳۶۳- بوده است که نشان می‌دهد این دو نهاده در دوره مورد بررسی مکمل یکدیگرند.

1. Logit Function
2. Morishima Price Elasticity
3. Alen Price Elasticity

اسلاملوئیان و استادزاد (۱۳۹۴) به بررسی اثر مالیات سبز در بخش‌های انرژی و کالای نهایی در ایران با رویکرد نظریه بازی‌ها پرداختند. بر اساس نتایج به‌دست آمده نرخ بهینه مالیات سبز در سال ۱۳۹۴حدود ۹ درصد تولید کالاهای نهایی برآورد می‌شود. به عبارت دیگر، برای جبران خسارت‌های زیست محیطی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی لازم است که به این میزان از تولید ناخالص ملی (GNP) ایران مالیات اخذ شود. همچنین نرخ مالیات سبز بر تولید انرژی فسیلی ، ۱۸ درصد قیمت سوخت محاسبه شده است.

حسنلو و همکاران (۱۳۹۵) به برآورد میزان بهینه مالیات سبز بر انتشار دی اکسیدکربن در صنعت سیمان ایران پرداختند. برای برآورد مالیات سبز مناسب، تابع هزینه ترانسلوگ[1] برای صنعت سیمان برآورد شد. معادلات توابع هزینه و سهم هزینه‌ها نیز به صورت سیستمی و با روش (ISUR)[2] برآورد شد. نتایج حاصل از برآورد پارامترهای الگو نشان‌دهنده معناداری همه متغیرها بجز متغیر اثر متقابل هزینه پرسنلی با هزینه تعمیر و نگهداری تجهیزات، است. براساس نتایج به دست آمده، نرخ مالیات سبز بر انتشار آلایندگی در صنعت سیمان به ازای هر تن تولید برابر با ۱۱درصد است.

امامی میبدی و همکاران (۱۳۹۷) با تعیین زیربخش صنعتی دارای بیشترین شدت انرژی به بررسی امکان به کارگیری مالیات سبز بر مصرف انرژی پرداختند. برای این منظور، حامل‌های انرژی مصرفی بر اساس میزان انتشار آلودگی هوا و میزان سازگاری با محیط‌زیست در سه دسته برق، گاز طبیعی و فرآورده‌های نفتی در نظر گرفته شده‌اند و با برآورد کشش‌های قیمتی مستقیم و متقاطع تقاضای هر یک از آن‌ها، امکان اعمال مالیات سبز بر این حامل‌های انرژی بررسی شده است. برای تعیین این ضرایب از داده‌های سری زمانی طی دوره ۱۳۹۲-۱۳۷۴ استفاده شده و با به‌کارگیری روش خودرگرسیون‌برداری هم انباشته[3]، روابط بلندمدت میان متغیرهای مدل استخراج شده است. نتایج نشان می‌دهد که در زیربخش صنعتی «تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی» به عنوان زیربخش دارای بالاترین شدت انرژی، اعمال مالیات سبز بر فرآورده‌های نفتی می‌تواند اهداف زیست‌محیطی برقراری این نوع مالیات را تحقق بخشد، اما درخصوص گاز طبیعی، افزایش قیمت آن از طریق اعمال مالیات منجر به دستیابی به نتایج معکوسی می‌شود.

1. Teraslog Cost Function
2. Iterative Seemingly Unrelated Regressions
3. Cointegrated VAR

پورعبداللهیان و همکاران (۱۳۹۸) به تجزیه عوامل موثر بر انتشار آلودگی دی‌اکسیدکربن در زیربخش‌های صنعتی استان آذربایجان شرقی با استفاده از روش میانگین لگاریتمی شاخص دیویژیا پرداخت. در این مطالعه، انتشار دی‌اکسیدکربن در زیربخش‌های صنعتی استان آذربایجان شرقی طی دوره زمانی ۱۳۹۳ – ۱۳۸۰ به پنج عامل اثر فعالیت، اثر ساختاری، اثر شدت انرژی، اثر ترکیب سوخت و اثر ضریب انتشار تجزیه شد و با استفاده از روش LMDI[1]، اثر تغییر در هر یک از این عوامل بر تغییرات انتشار دی‌اکسیدکربن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد که تغییرات در اثر فعالیت و اثر ضریب انتشار به ترتیب بیشترین اثر را بر رشد انتشار دی‌اکسیدکربن زیربخش‌های صنعتی استان داشته‌اند. در نقطه مقابل، تغییرات اثر شدت انرژی، اثر ساختاری و اثر ترکیب سوخت، عوامل اصلی کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن بوده‌اند.

آشنا و حسین‌آبادی (۱۳۹۹) به ارزیابی عوامل موثر بر تغییرات انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران پرداختند. داده‌های مورداستفاده در این تحقیق، آمار مربوط به میزان دی‌اکسیدکربن هوا، مصرف انرژی، تعداد جمعیت و نرخ شهرنشینی بین سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۵ در کشور بود که از گزارش‌های مرکز آمار ایران استخراج شد. برای تحلیل داده‌ها از مدل محاسباتی تحلیل تجزیه استفاده شد. نتایج تحقیق نشان داد هم جمعیت و هم شهرنشینی بر افزایش مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسیدکربن هوا نقش مهم داشته است.

۳. روش‌شناسی پژوهش: مدل رگرسیونی انتقال ملایم STR

هدف مطالعه حاضر برآورد و شناسایی عوامل اثرگذار بر انتشار آلایندگی در محصولات تولیدی پتروشیمی بوده است. برای این منظور از روش انتقال ملایم (STR) استفاده شده است. در ادبیات سری زمانی چان و تونگ[2] (۱۹۸۶) برای نخستین بار به تشریح و پیشنهاد مدل STR در مطالعات خود پرداختند. البته قبل از این دو ، برخی دیگر از اقتصاددانان از قبیل گلدفلد- کوانت[3] (۱۹۷۲) و مادلا[4] (۱۹۷۷) در مطالعات خود به این نوع از مدل‌های غیرخطی اشاره کرده بودند. در سال‌های اخیر استفاده از مدل‌های غیرخطی رواج بیشتری

1. Logarithmic Mean Division Index
2. Chan & Tong
3..Goldfeld & Quant
4. Maddala

یافته و محققین بسیاری در توسعه این مدل‌ها کوشیده‌اند که شاخص‌ترین آن‌ها تراسورتا[1] (۱۹۹۸) است. یک مدل STR استاندارد با تابع انتقال لاجستیک[2] در حالت کلی به صورت رابطه (۲) معرفی می‌شود (فرهنگ و همکاران، ۱۳۹۸).

$$y_{it} = \phi' z_{it} + (\theta' z_{it}) G(s_{it}, \gamma, c) + u_t \qquad (۲)$$

که در آن ϕ' بردار پارامترهای خطی و θ' بردار پارامترهای غیرخطی است. z_t نیز بردار متغیرهای برون‌زای مدل شامل وقفه‌هایی از متغیر درون‌زا و متغیر برون‌زا است. همان‌طور که بیان شد G تابع انتقال لاجستیک است و نحوه انتقال از رژیمی به رژیم دیگر را نشان می‌دهد. در مطالعه حاضر s_t متغیرگذار شدت مصرف انرژی خواهد بود که تعیین‌کننده میزان تولید صنایع پتروشیمی خواهد بود. y_{it} به عنوان متغیر وابسته بوده که بیانگر میزان انتشار آلایندگی است. z_{it} بردار متغیرهای مستقل شامل میزان محصول تولیدی، شدت مصرف انرژی، هزینه مربوط به تکنولوژی و ارزش افزوده تولیدات محصولات پتروشیمی خواهد بود.

چگونگی برآورد چنین ویژگی‌هایی ما را با مساله‌ای جدی روبه‌رو می‌سازد. حوادث فرین طبق تعریف نادر هستند و بنابراین، مشاهدات به نسبت کمی در مورد آن‌ها در دست است و به راحتی نمی‌توان برآوردهایی را بر اساس این مشاهدات اندک تولید کرد. بدین ترتیب برآوردهای مربوط به حوادث فرین از عدم اطمینان بالایی برخوردار خواهد بود و این عدم اطمینان به خصوص زمانی محرز می‌شود که در جست‌وجوی نااطمینانی فرین نه فقط در محدوده داده‌های مشاهده شده، بلکه بسیار فراتر از آن باشد. بسیاری از تحلیلگران برای حل مشکل کمبود این نوع از داده‌ها به مفروضاتی اتکا می‌کنند که متاسفانه بسیاری از آن‌ها سوال برانگیز است. آن‌ها عموما یک توزیع را به صورت اختیاری انتخاب می‌کنند و سپس آن را بر تمامی داده‌ها برازش می‌کنند. بدیهی است که توزیع برازش شده اغلب مشاهدات مرکزی را در خود جای می‌دهد؛ زیرا نسبت به مشاهدات فرین که پراکنده و کم تعداد هستند، شمار زیادی از اینگونه مشاهدات مرکزی وجود دارد؛ بنابراین، این رویکرد

1. Teräsvirta
2. Logestic Function

زمانی مناسب است که به دنبال بخش مرکزی توزیع بوده و بنا به دلایل بیان شده مناسب بودن آن برای مقادیر فرین در هاله‌ایی از ابهام قرار دارد.

تلاش برای حل مساله مقادیر فرین در نهایت منجر به ارائه تئوری مقدار فرین[1] شد. تئوری مقدار فرین شاخه‌ای از آمار کاربردی است که برای حل چنین مسائلی توسعه یافته است. این تئوری بر تمایز مقادیر فرین و نیز نظریه‌هایی که باید در راستای آن ارائه ش، تمرکز دارد. جای تعجب نیست که تئوری مقادیر فرین با مفاهیم آشنای آماری که تاکنون با آن‌ها سروکار داشته، متفاوت باشد. دلیل اصلی این امر این است که مفاهیم آماری اغلب بر مبنای قضیه حد مرکزی هستند تا جایی که به این قسمت از آمار، آمار گرایش مرکزی گویند. در حالی که مقادیر فرین براساس قضیه‌های ارزش فرین شکل می‌گیرند. تئوری ارزش فرین از این قضایا برای تشریح اینکه چه توزیع‌هایی برازنده داده‌های فرین هستند، استفاده می‌کند و در عین حال به ما در جهت چگونگی برآورد پارامترهای مربوطه یاری می‌رساند. تئوری ارزش فرین با توزیع‌های آشنای مربوط به آمار گرایش مرکزی کاملا متفاوت است. همچنین پارامترهای آن متفاوت بوده و برآورد آن‌ها نیز سخت‌تر است. استفاده از تئوری ارزش فرین در مواجهه با ارزش فرین دارای مزیت‌هایی است:

اول- بر اساس گفته‌های پیشین، توزیع داده‌های سری زمانی را تنها می‌توان در جایی نزدیک به مرکز توزیع به خوبی برآورد کرد، چراکه مشاهدات زیادی در این ناحیه قرار می‌گیرند. همچنین مقادیر فرین نادر هستند و طبق تعریف مشاهدات کمی در دنباله‌های توزیع وجود دارد. بدیهی است که این امر استفاده از توزیع‌های آماری شناخته شده را جهت تعیین رفتار دنباله‌ها دچار مشکل می‌کند.

دوم- براساس مطالعات انجام گرفته وجود دنباله‌ای متراکم و به خصوص غیرنرمال در توزیع بازده‌های مالی مشهود است، تحت چنین شرایطی استفاده از رویکردهای ناپارامتریک برای تخمین دنباله‌های آماری معقول‌تر به نظر می‌رسد. بدیهی است که در این شرایط تحمیل یک توزیع شناخته شده آماری بر مشاهدات چندان قابلیت توجیه ندارد. این جایی است که تئوری مقادیر فرین جهت برآورد دنباله‌ها به کمک می‌آید.

سوم- همیشه این احتمال وجود دارد که تحرکات فرین در قیمت دارایی توسط سازوکارهایی ایجاد شوند که به لحاظ ساختاری از عملکرد معمول بازار متفاوت باشند. به

1. Farin Quantity Theory

عنوان مثال، یک مشاهده فرین ممکن است در اثر یک نکول بزرگ یا یک حباب سفته بازی ایجاد شود. طی این دوره‌ها ممکن است مشخصات توزیعی مربوط به داده‌ها تغییر کند. این تغییرات ساختاری مستلزم جداسازی برآورد دنباله از باقی توزیع است. این امر به خصوص زمانی که به مابقی توزیع چگالی نیازی نیست -به عنوان مثال در محاسبات ارزش در معرض خطر- بسیار مفید است.

مهم‌ترین متغیرهای مورد استفاده در این مطالعه شامل انتشار سرانه دی‌اکسیدکربن، میزان محصول تولیدی، شدت مصرف انرژی، هزینه مربوط به تکنولوژی و ارزش افزوده تولیدات محصولات پتروشیمی است. بر اساس ادبیات مطرح شده در بخش پیشین انتظار بر آن است که متغیر هزینه‌های تکنولوژی منجر به کاهش در انتشار آلایندگی شود، اما متغیرهای میزان محصولات تولیدی، شدت مصرف انرژی و ارزش افزوده تولیدات محصولات پتروشیمی منجر به افزایش در انتشار آلودگی و دی اکسیدکربن شود.

منبع گردآوری اطلاعات در این مطالعه، صورت فعالیت‌های تولیدی شرکت‌های فعال در بخش پتروشیمی، مرکز آمار و دفتر برنامه‌ریزی و اقتصاد کلان برق و انرژی و سالنامه انرژی کشور است.

٤. برآورد مدل تجربی پژوهش

هدف مقاله حاضر بررسی عوامل موثر بر انتشار آلودگی در بخش پتروشیمی است. به منظور آزمون رابطه بین متغیرها از مدل رگرسیون انتقال ملایم برای دوره زمانی ۱۳۹۹ – ۱۳۷۵ شرکت‌های تولیدکننده محصولات پتروشیمی استفاده خواهد شد. نرم‌افزار مورد استفاده در این تحقیق Eviews8 و R خواهد بود. جامعه آماری مطالعه حاضر شامل شرکت‌های توسعه صنایع نفت و انرژی، توسعه پترو ایران، پتروپارس، دانا انرژی، نفت کاو، آسماری، پارس کانی، پتروآریا، پتران، پتروپل، ساین، نفت‌گستر، نفتا و... بوده است. در ادامه به بررسی آمار توصیفی متغیرهای مورد استفاده در این مطالعه پرداخته شده است.

جدول ۱. آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

متغیرها	میانگین	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی	آماره جارک برا	احتمال
لگاریتم انتشار سرانه دی‌اکسیدکربن	۳,۱۵۲	۰,۰۱۳	۰,٤٥٦	۳,٥۳۲	۱,۸۷۸	۰,٤۱۸
لگاریتم میزان محصول تولیدی	۲,٥٤۱	۰,۰۱٤	۰,۷۸٥	۲,٤۱۷	۱,۸٥۲	۰,۳٦۲
لگاریتم شدت مصرف انرژی	٤,۳٦۹	۰,۰۱۲	۰,۳٦٥	۳,۱۸٥	۳,۱٤۲	۰,۷۱٥
لگاریتم هزینه مربوط به تکنولوژی	۳,۲٦۸	۰,۰۱۸	۰,۲۷٤	۳,۱۲۱	۱,٦۸٤	۰,۲٥٤
لگاریتم ارزش افزوده تولیدات محصولات پتروشیمی	۲,٤۸٥	۰,۰۳۱	۰,٤۷٥	۲,٦۸٥	۱,٥۲٤	۰,٦۱۲

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج به‌دست آمده بیانگر این موضوع بوده است که با توجه به انحراف معیار پراکندگی مشاهدات کم بوده و آماره جارک ¬ برا[1] نیز بیانگر نرمال بودن توزیع مشاهدات بوده است.

٤-۱. آزمون ریشه واحد

در بخش ابتدایی به بررسی وجود ریشه واحد در سری‌های زمانی مورد استفاده در این تحقیق پرداخته شده است. نتایج جدول (۲) نشان‌دهنده این است که تمامی متغیرهای پژوهش، ریشه واحد داشته و نامانا است و با یک بار تفاضل گیری مانا می‌شوند.

جدول ۲. آزمون ریشه واحد IPS و LLC

متغیر	آزمون IPS		آزمون LLC	
	آماره آزمون	Prob	آماره آزمون	Prob
انتشار سرانه دی‌اکسیدکربن	۷۱/۲	۸۹٥/۰	-۱/۰٤	٦۸٤/۰
میزان محصول تولیدی	٥۲/۳	۷۹۸/۰	-۱۸/۱	٤٥٦/۰
شدت مصرف انرژی	-۱۲/۱	٤۱۲/۰	-۲۷/۱	۱٥۳/۰
هزینه مربوط به تکنولوژی	۳٥/۱	٦۳٥/۰	-۰/۲٥	۱۷٤/۰
ارزش افزوده تولیدات محصولات پتروشیمی	-۱/۲٤	۲۱٥/۰	-۱/۱۲	۲٦۳/۰

منبع: یافته‌های پژوهش

1. Jarque- Bera

٤-۲. آزمون هم انباشتگی

در بخش دوم با توجه به نامانا بودن متغیرهای تحقیق با استفاده از آزمون هم انباشتگی پدرونی به بررسی وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای تحقیق پرداخته شده است که نتایج آن در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول ۳. نتایج آزمون هم‌انباشتگی پنلی

آماره‌ها	با روند زمانی	بدون روند زمانی
آماره- v پنلی	(۰/٦۲)	(۰,٤۸)
آماره- ρ پنلی	(۰/۰۰)	(۰۰/۰)
آماره- PP پنلی	(۰/۰۱)	(۰۰/۰)
آماره- ADF پنلی	(۱/۰۰)	(۱/۰۰)
آماره ρ گروهی	(۰/۰۰)	(۰/۱۰)
آماره PP گروهی	(۰/۰۱)	(۰/۰۰)
آماره ADF گروهی	(۰/۰۰)	(۰,۰۰)

- اعداد داخل پرانتز مقدار سطح معنی‌داری را نشان می‌دهد.

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج به‌دست آمده بیانگر این موضوع است که در اکثر آماره‌های آزمون فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود هم انباشتگی بین متغیرها را رد شده و رابطه بلندمدت بین متغیرها وجود دارد.

٤-۳. برآورد مدل رگرسیون انتقال ملایم

به منظور بررسی عوامل موثر بر انتشار آلایندگی در محصولات تولیدی پتروشیمی در این پژوهش مدل رگرسیون انتقال ملایم (STR) که نوعی از مدل‌های غیرخطی است، انتخاب شده است. به منظور مدل‌سازی رفتار غیرخطی (با توجه به کوچک بودن حجم نمونه و معیارهای آکایک، شوارتز و...)، مدل خطی برآورد می‌شود. در مرحله بعد، طبق فرآیند مدل‌سازی به آزمون فرض صفر خطی بودن در مقابل غیرخطی بودن پرداخته می‌شود. به پیروی از کار صورت گرفته شده توسط گرنجر و تراسورتا (۱۹۹۳)، فرضیه خطی بودن رابطه بین متغیرها در مقابل دو مدل پارامتری غیرخطی (مدل رگرسیونی غیرخطی لاجستیک (LSTR) و مدل رگرسیونی غیرخطی نمایی (ESTR)) آزمون می‌شود. نتایج حاصل از انجام آزمون وجود رابطه غیرخطی بین متغیرها با معرفی متغیرگذار پیشنهادی در جدول (۴) خلاصه شده است.

مقادیر ارائه شده در جدول (۴) سطح عدم اطمینان آماره F(Prob F) را نشان می‌دهد. بر این اساس ستون اول نشان‌دهنده سطح عدم اطمینان در رد فرضیه خطی بودن و ستون بعدی به ترتیب مربوط به سطح اطمینان رد فرضیات H_{03} و H_{04} است.

بر اساس نتایج ستون اول فرضیه H_0 مبنی بر خطی بودن مدل با در نظر گرفتن میزان محصول تولیدی به عنوان متغیر انتقال در سطح اطمینان ۹۹ درصد رد می شود. همچنین مقدار p-value در این آزمون برای متغیر شدت مصرف انرژی کمتر از دیگر متغیر ها است. بنابراین متغیر شدت مصرف انرژی به عنوان متغیر انتقال مناسب انتخاب می شود. نتایج حاصل از سه ستون دیگر حاکی از رد فرضیات H_{03} ، و H_{04} با در نظر گرفتن شدت مصرف انرژی به عنوان متغیر انتقال است. بر این اساس فرم تابعی مناسب پیشنهاد شده برای تابع انتقال به صورت LSTR1 است. تایید این فرم تابعی برای تابع انتقال نشان‌دهنده وجود یک حد آستانه است. بنابراین عوامل موثر بر انتشار آلایندگی حول یک سطح از شدت مصرف انرژی که همان نقطه حد آستانه است، دچار تغییر رژیم شده و این تغییر رژیم به صورت ملایم اتفاق می‌افتد.

جدول ٤. نتایج آزمون‌های خطی بودن، تعیین متغیر انتقال و فرم تابعی مناسب

متغیر	سطح معنی داری				فرم تابعی
انتقال	فرضیه H_0	فرضیه H_{02}	فرضیه H_{03}	فرضیه H_{04}	پیشنهادی
انتشار سرانه دی‌اکسیدکربن	۰,۵۲۱٤	۰,۹۱٤۳	۰,۳۱۲۵	۰/۰۳٤۱	Linear
میزان محصول تولیدی	۰,۰۰۵۹	۰,۲۲۱۸	۰,۰۰۷۱	۰/۰٦۸۹	LSTR2
شدت مصرف انرژی	۰,۰۰۱۵	۰,۰۳۸٤	۰,۰۰۱٤	۰/۰۵۱٤	LSTR1
هزینه مربوط به تکنولوژی	۰,۰۱۲۱	۰,۰۵٦٤	۰,۰۸۷٤	۰,۰٦۸۵	LSTR2
ارزش افزوده تولیدات محصولات پتروشیمی	۰,۰۲۱۸	۰,۲۱۵٤	۰,۵۲۱٤	۰,۰۰۱٦	LSTR2

منبع: یافته‌های پژوهش

مدل مورد استفاده در این مطالعه به شرح رابطه (۳) است.

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 OT_{it} + \beta_2 EC_{it} + \beta_3 TEC_{it} + \beta_4 VAP_{it} + (\alpha_0 + \alpha_1 OT_{it} + \alpha_2 EC_{it} + \alpha_3 TEC_{it} + \alpha_4 VAP_{it})\ (1+e^{\ p\{C*(S_{tt}-\gamma)\}})^{-1} \quad (۳)$$

در رابطه (۳)، Y میزان انتشار دی‌اکسیدکربن است. C بیانگر پارامتر موضعی، S متغیر گذار، γ پارامتر شیب، OT_{it} میزان محصول تولیدی، EC_{it} شدت مصرف انرژی، TEC_{it} هزینه مربوط به تکنولوژی، VAP_{it} ارزش افزوده تولیدات محصولات پتروشیمی است.

مدل تجربی مورد استفاده در این مطالعه بر گرفته شده از مطالعه وونگ و همکاران (۲۰۲۰) است. نتایج تخمین مدل غیرخطی با استفاده از الگوی LSTR1. در جدول (۵) به نمایش داده شده است. در این تخمین متغیر شدت مصرف انرژی در مدل LSTR1 به عنوان متغیر گذار بهینه تعیین شده است.

جدول (۵). برآورد الگوهای غیرخطی مدل

متغیر	ضریب (سطح معنی‌داری)
بخش خطی مدل	
عرض از مبداء	۰/۱۱۷ (۰/۰۰)
میزان محصول تولیدی	۰/۱۳۱ (۰/۰۱)
شدت مصرف انرژی	۰/۲۱٤ (۰/۰۳)
هزینه مربوط به تکنولوژی	-۰/۰۹۸ (۰/۰۰)
ارزش افزوده تولیدات محصولات پتروشیمی	۰/۰٤۱ (۰/۰٤)
بخش غیر خطی مدل	
عرض از مبداء	۰/۰۹۷ (۰/۰۰)
میزان محصول تولیدی	۰/۲۰٤ (۰/۰۱)
شدت مصرف انرژی	۰/۳۲۵ (۰/۰۳)
هزینه مربوط به تکنولوژی	-۰/۱۸۷ (۰/۰۰)
ارزش افزوده تولیدات محصولات پتروشیمی	۰/۱۰۵ (۰,۰۲)

ضریب گاما	۵/۱۲
ضریب C	۰/۸۱
آماره‌های خوبی برازش مدل	
ضریب تعیین: ۰/۵۹ آماره F: ۲۵/۹۸ آماره دوربین واتسون: ۱/۸۶	

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به اینکه تمامی متغیرهای پژوهش در سطح خطای پنج درصد، اختلاف معنی‌داری از صفر دارند، نتیجه بیانگر این است که متغیرهای میزان محصول تولیدی، شدت مصرف انرژی و ارزش افزوده تولیدات محصولات پتروشیمی در بخش خطی و غیرخطی مدل دارای اثرات مثبت و معنی داری بر انتشار آلایندگی در بخش محصولات پتروشیمی بوده است. ضریب متغیرهای برآورد شده به این صورت بوده که شدت اثرگذاری این متغیرها در بخش خطی برابر با ۰/۱۳۱، ۰/۲۱۴ . ۰/۰۴۱ و در بخش غیرخطی برابر با ۰/۲۰۴، ۰/۳۲۵ و ۰/۱۰۵ بوده است. انتشار گازهای گلخانه‌ای، علاوه بر انتشار آلودگی و تخریب محیط زیست، مهم‌ترین عامل تغییرات اقلیمی و به ویژه گرمایش زمین بوده است. بررسی‌ها حاکی از آن است که در مقایسه با پنجاه سال گذشته، نرخ افزایش دمای زمین نزدیک به دو برابر شده است و پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۱۰۰، درجه حرارت زمین حدود ۶/۴ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد. شدت مصرف انرژی در بخش پتروشیمی منجر به افزایش مصرف و کاهش بازدهی شده و به تبع آن منجر به افزایش در انتشار آلایندگی در این بخش شده است.

بر اساس نتایج به‌دست آمده مشاهده می‌شود افزایش در میزان محصولات تولیدی در بخش پتروشیمی منجر به این شده است که در کشور میزان انتشار آلودگی افزایش یابد که دلیل این موضوع در عدم به روز بودن تکنولوژی‌های تولیدی و عدم توجه به حفظ کیفیت محیط زیست بوده است. همچنین در صورتی که بنگاه‌های فعال در این حوزه، هزینه‌های صرف شده درخصوص استفاده از تکنولوژی‌های جدید را افزایش‌دهند با بهبود در ساختار تولیدی خود می‌توانند منجر به کاهش در انتشار آلودگی در کشور شوند.

نتایج به‌دست آمده از آزمون‌های تشخیصی مدل بیانگر عدم وجود خودهمبستگی و مشکل‌واریانس ناهمسانی در جملات اخلال مدل است.

همان طور که در قسمت‌های قبلی اشاره شد، مدل غیرخطی دارای دو رژیم حدی LG (متناظر با رشد پایین شدت مصرف انرژی) و HG (متناظر با رشد بالای شدت مصرف

انرژی) خواهد بود. تحلیل‌ها نشان می‌دهند، هنگامی که شدت مصرف انرژی پایین است، آنچه بیشتر در ارزیابی انتشار آلایندگی در بخش پتروشیمی لحاظ می‌شود، متغیرهای شدت مصرف انرژی، میزان محصول تولیدی و ارزش افزوده تولیدات محصولات پتروشیمی است. با توجه به انتخاب مدل LSTR برای تخمین عوامل موثر بر انتشار آلایندگی، می‌توان نتیجه گرفت که انتشار آلایندگی نسبت به سطوح متفاوت مصرف انرژی رفتاری نامتقارن از خود نشان می‌دهد. سرعت‌گذار بین دو رژیم رشد شدت مصرف انرژی با توجه به پارامترگذار تخمین‌زده شده (EC_{it}) معادل ۵/۱۲ است.

نتایج نشان می‌دهد زمانی که نرخ رشد شدت مصرف انرژی پایین باشد، شدت اثرگذاری متغیرهای میزان محصول تولیدی، شدت مصرف انرژی، ارزش افزوده تولیدات محصولات پتروشیمی و تکنولوژی تولیدی بر انتشار آلایندگی متفاوت خواهد شد. به عبارت دیگر زمانی که رشد شدت مصرف انرژی به حدود ۵/۱۲ درصد برسد، رفتار این تابع تغییر خواهد کرد. با توجه به اینکه مدل براساس LSTR همراه با $K = 1$ برآورد شده، (مدل LSTR1) قابلیت مدل‌سازی رفتار متقارن متغیرها را دارد. متغیر گذار به اندازه‌گیری فاز یا دوره تغییرات می‌پردازد.

مدل LSTR1 می‌تواند برای توصیف فرآیندهایی که ویژگی‌های پویایی (دینامیک) آن‌ها از یک رژیم به رژیم دیگر متفاوت بوده (فرآیندهایی که در دوره‌های رونق رفتاری متفاوت از دوره‌های رکودی دارند) و انتقال از یک رژیم به رژیم دیگر به صورت ملایم صورت می‌پذیرد، مدلی قابل اتکاء و مناسب باشد. علاوه بر این، مدل $LSTR2\ (K = 2)$ برای شرایطی مناسب است که فرآیند تعدیل پویا و در مقادیر بالا و پایین متغیرگذار رفتاری مشابه داشته و فقط در مقادیر میانی رفتاری متفاوت از خود نشان دهند.

۵. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

هدف مقاله حاضر بررسی عوامل موثر بر انتشار آلودگی در بخش پتروشیمی است. مهم‌ترین متغیرهای مورد استفاده در این مطالعه شامل انتشار سرانه دی‌اکسیدکربن، میزان محصول تولیدی، شدت مصرف انرژی، هزینه مربوط به تکنولوژی و ارزش افزوده تولیدات محصولات پتروشیمی است. به منظور آزمون رابطه بین متغیرها از مدل رگرسیون انتقال ملایم برای دوره زمانی ۱۳۹۹ ¬ ۱۳۷۵ شرکت‌های تولیدکننده

محصولات پتروشیمی استفاده شد. با توجه به مطالعه صورت گرفته، عواملی که بر انتشار آلاینده‌های هوا تاثیر می‌گذارند ،شامل مواردی است که خصوصیات هواشناسی پارامترهای جوی مانند سرعت و جهت باد، تغییرات دما با افزایش ارتفاع از سطح زمین، رطوبت نسبی و...، آلاینده‌های هوا را تحت تاثیر قرار داده و باد با حرکت افقی آلاینده‌ها را حمل و جابه‌جا می‌کند. غلظت آلاینده‌ها در سطح زمین اساسا به سرعت و جهت باد بستگی دارد. ناهمواری‌های موجود در زمین و موانعی مانند کوه‌ها و... بر انتشار آلاینده‌ها اثر می‌گذارد. بسته به شرایط مکانی، پستی و بلندی می‌تواند بر نحوه پراکنش و انتشار آلاینده‌ها موثر باشد. اهمیت مسائل آلودگی هوا به نوع و اندازه آلاینده‌ها، جامد، مایع و یا گاز بودن آن نیز بستگی دارد. واکنش بین آلاینده‌ها در اتمسفر بسته به خصوصیات آن‌ها ممکن است مقدار آلاینده در اتمسفر را افزایش یا کاهش دهد.

نتایج به‌دست آمده از این مطالعه بیانگر این بود که رابطه غیرخطی بین متغیرهای میزان محصولات تولیدی و انتشار آلایندگی وجود دارد. در بخش مدل غیرخطی برآورد شده مشاهده شد که با افزایش شدت مصرف انرژی از ۵/۱۲ درصد اثرگذاری محصولات تولیدی پتروشیمی بر انتشار آلایندگی متفاوت و معنی‌دار است.

نتایج بیانگر این بود که میزان محصولات تولیدی پتروشیمی در سطوح متفاوت مصرف انرژی اثرات متفاوتی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشور داشته است. با توجه به روند افزایشی انتشار سرانه دی‌اکسیدکربن در کشور به‌خصوص در بخش پتروشیمی لازم است سیاست‌های زیست‌محیطی جدیدی اتخاذ شود تا به‌این‌ترتیب تخریب محیط‌زیست کاهش یابد.

نتایج به‌دست آمده از این مطالعه با ادبیات تحقیق درخصوص اثرگذاری سطح محصولات تولیدی در بخش پتروشیمی بر انتشار آلایندگی در تمامی بخش‌های اقتصادی سازگاری داشته و این موضوع می‌تواند از کانال شدت مصرف انرژی، رشد اقتصادی و... تحت تاثیر قرار گیرد.

نتایج به‌دست آمده از این مطالعه نشان‌دهنده این بوده که درخصوص عوامل موثر بر انتشار آلایندگی با نتایج به دست آمده از مطالعات ونگ و همکاران (۲۰۲۰)، اوو (۲۰۱۹)، شوارزی (۲۰۱۴)، پورعبداللهیان و همکاران (۱۳۹۸) و آشنا و حسین‌آبادی (۱۳۹۹) سازگاری داشته است.

بر اساس مدل ارائه‌شده در این پژوهش، افزایش محصولات تولیدی و شدت مصرف انرژی سبب افزایش آلودگی به‌واسطه افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شود. ازاین‌رو، اگر برای کاهش آلودگی از طریق کاهش تولید یا استفاده از تکنولوژی‌های نوین اقدام شود منجر به کاهش سطح سرمایه‌گذاری و اشتغال می‌شود که کاهش سطح اشتغال به مشکل بیکاری در کشور دامن می‌زند، اما می‌توان به‌واسطه بهبود کارایی مصرف انرژی در واحدهای تولیدی در داخل کشور، میزان مصرف انرژی را کاهش داد و از این طریق به کاهش آلودگی کمک کرد. علاوه بر این، با توجه به وجود رابطه غیرخطی بین مصرف انرژی استفاده از تکنولوژی با انتشار آلایندگی پیشنهاد می‌شود که با توجه به روند افزایشی انتشار سرانه دی‌اکسیدکربن، سیاست‌های زیست‌محیطی جدیدی اتخاذ شود تا به این ترتیب تخریب محیط‌زیست کاهش یابد. همچنین به‌واسطه بهبود کارایی مصرف انرژی در واحدهای تولیدی در داخل کشور، میزان مصرف انرژی را کاهش داد و از این طریق به کاهش آلودگی کمک کرد. با توجه به تاثیر مثبتی که مصرف انرژی روی انتشار آلایندگی در محصولات تولیدی بخش پتروشیمی دارد، این بخش نیازمند این است که سیاست‌های حفاظت از محیط زیست و سیاست‌هایی در زمینه تولید و مصرف انرژی را در خود اجرایی کند. تحقیق و سرمایه‌گذاری در زمینه انرژی‌های پاک باید جزء جدایی‌ناپذیر از فرآیند کنترل انتشار آلایندگی شود و تا حد ممکن جایگزین منابع آلاینده شوند. بنابراین، اجرای سیاست‌های زیست محیطی، سیاست‌های حفاظت از انرژی و همچنین تجدیدنظر در سیاست‌های انرژی ناپاک می‌تواند انتشار آلایندگی را کنترل کند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

ORCID

Roghayeh Marefati https://orcid.org/0000-0003-0137-5333
Narciss Amin Rashti https://orcid.org/0000-0003-1446-254
Azadeh Mehrabian https://orcid.org/0000-0002-6679-8049

Roya Seyfipour https://orcid.org/0000-0001-5311-0391

منابع

احمدوند، محمد. میرمظاهری، مهدی. و ادیبی، کمال. (۱۳۸۶). فرصت‌ها و تهدیدهای صنعت پتروشیمی ایران، *اقتصاد و تجارت نوین*، ۱۰، ۱۱۱-۸۶.

اسلاملوئیان، کریم و استادزاد، علی حسین. (۱۳۹۴). مالیات سبز دربخش‌های انرژی و کالای نهایی در ایران: رویکرد نظریه بازی‌ها، *اقتصاد انرژی ایران*، ۵(۱۷)، ۱-۳۷.

پورکاظمی، محمد حسین. (۱۳۸۵). ارزیابی کارایی مجتمع‌های صنایع پتروشیمی ایران با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها، *پیک نور*، ۴(۲)، ۴۵-۳۵.

حسنلو، سعید، خلیلیان، صادق و امیرنژاد، حمید. (۱۳۹۵). برآورد میزان بهینه مالیات سبز بر انتشار دی اکسیدکربن در صنعت سیمان ایران، *پژوهش‌های محیط زیست*، ۱۲ (۶)، ۳۹-۵۰.

حسنوند داریوش، آسایش حمید، محمدی نوده عادل. (۱۳۹۹). بررسی نقش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی کشور در بخش‌های مختلف اقتصادی، *پژوهش‌های رشد و توسعه پایدار (پژوهش‌های اقتصادی)*، ۲۰ (۲)، ۱۲۱-۱۴۴.

صدرزاده مقدم، سعید، زین العابدین صادقی و احمد قدس الهی. (۱۳۹۲). تخمین تابع تقاضای انرژی و کشش قیمتی و جانشینی نهاده‌ها در بخش صنعت: رگرسیون معادلات به ظاهر نامرتبط SUR، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۲ (۶)، ۱۱-۳۲.

فرهنگ، امیرعلی، خداوردیزاده، محمد و خداوردیزاده، صابر. (۱۳۹۸). آزمون فرضیه اثرگذاری نامتقارن نابرابری درآمد بر رشد اقتصادی در ایران، *راهبرد توسعه*، ۶۰، ۳۰-۵۲.

منظور، داوود، شاهمرادی، اصغر و حقیقی، ایمان. (۱۳۸۹). بررسی آثار حذف یارانه آشکار و پنهان انرژی در ایران، *مطالعات اقتصاد انرژی*، ۷ (۲۶)، ۲۱-۵۴.

ورهرامی، ویدا. (۱۳۹۵). بررسی اثر پیشرفت تکنولوژی بر صرفه‌جویی مصرف انرژی، *مطالعات اقتصاد انرژی*، ۲۳، ۴۱-۲۳.

References

Ahmadvand, Mohammad Mir Mazaheri, Mehdi And Adibi, Kamal. (1386). Opportunities and Threats of Iran's Petrochemical Industry, *New Economy and Trade*, 10, 111-86[In Persian]

Akkemik, K. A. (2009), Cost function Estimates, Scale Economies and Technological Progress in the Turkish Electricity Generation Sector, *Energy Policy*, 37, 204-213.

Chan, K. S. and H. Tong (1986). On estimating thresholds in autoregressive models. *Journal of Time Series Analysis*, 7:178-190.

Christensen, L and W. Green (1986), Economies of Scale in U. S Electric Power Generation; *Journal of Political Economy*, 84, 655-676.

Christensen, L. R. , D. W. Jorgenson and L. J. Lau (1973) Transcendental Logarithmic Production Frontiers; *The Review of Economics and Statistics*, 55, 28-45.

Farhang, Amir Ali, Khodavardizadeh, Mohammad and Khodavardizadeh, Saber. (1398). Testing the Hypothesis of the Asymmetric Impact of Income Inequality on Economic Growth in Iran, *Development Strategy*, 60, 30-52. [In Persian]

Hasanloo, Saeed, Khalilian, Sadegh and Amirnejad, Hamid. (1395). Estimation of the optimal amount of green tax on carbon dioxide emissions in the Iranian cement industry, *Environmental Research*, 12 (6), 39-50.[In Persian]

Hassanvand Dariush, Hassanvand Dariush, Asayesh Hamid, Mohammadi Nodeh Adel. (1399). Investigating the Role of Foreign Direct Investment on the Economic Growth of the Country in Different Economic Sectors, *Research on Growth and Sustainable Development (Economic Research)*, 20 (2), 144-121[In Persian]

Islamlouian, Karim and Ostadzad, Ali Hossein. (1394). Green tax in energy and final goods sectors in Iran: Game theory approach, *Iran Energy Economics*, 5 (17), 1-37[In Persian]

Manzoor, Davood, Shahmoradi, Asghar and Haghighi, Iman. (1389). Investigating the effects of eliminating overt and covert energy subsidies in Iran, *Energy Economics Studies*, 7 (26), 21-54.[In Persian]

Pourkazemi, Mohammad Hussain (1385). Evaluating the efficiency of Iranian petrochemical complexes using data envelopment analysis, *Peyk Noor*, 4 (2), 35-35.[In Persian]

Quandt, R. E. (1958). The estimation of parameters of a linear regression system obeying two separate regimes. *Journal of the American Statistical Association*, 53:873-880.

Sadrzadeh Moghadam, Saeed, Zainul Abedin Sadeghi and Ahmad Quds Elahi. (1392). Estimating the function of energy demand and price elasticity and substitution of inputs in the industrial sector: Regression of seemingly unrelated equations SUR, *Iranian Journal of Energy Economics*, 2 (6), 11-32.[In Persian]

Terasvirta, T. (2004). Smooth Transition Regression Modeling. In H. Lutkepohl and M. Kratzig (Eds). Applied Time Series Econometrics. Cambridge: Cambridge University Press.

Terasvirta, T. (2014), *Modeling economic relationships with smooth transition regressions*, In A. Ullah & D. E. Giles (eds.), Handbook of Applied Economic Statistics, Dekker, New York, 507–552.

Truett, L. J. and D. B. Truett (2007), A Cost-Based Analysis of Scale Economies in The French Auto Industry, *International Review of Economics and Finance*, 16, 369-382.

Uzawa, H. (1962) Production Function with Constant Elasticities of Substitution, *The Review of Economics and Statistics*, 70, 67-75.

Verhrami, Vida. (1395). Investigating the effect of technological progress on energy saving, *Energy Economics Studies*, 23, 41-23.[In Persian]

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

استناد به این مقاله: معرفتی، رقیه، امین‌رشتی، نارسیس، محرابیان، آزاده، سیفی‌پور، رویا. (۱۳۹۹). بررسی عوامل مؤثر بر انتشار آلودگی در صنعت پتروشیمی بر اساس مدل رگرسیون انتقال ملایم، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۳۵ (۱۰)، ۱۳۱-۱۵۷.

Iranian Energy Economics is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی