

ارزیابی تأثیر عوامل مؤثر بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشورهای عضو اوپک با تأکید بر مصرف سوخت‌های فسیلی: کاربرد رهیافت غیرخطی رگرسیون انتقال ملایم پانلی (PSTR)

محمد صیادی^{۱*}، محمدرضا منجذب^۲

۱- نویسنده مسئول، گروه اقتصاد انرژی و منابع دانشکده اقتصاد، دانشگاه خوارزمی

۲- دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه خوارزمی، تهران

ایمیل نویسنده مسئول: m.sayadi@khu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۷/۰۴ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۷/۲۰

چکیده

شناخت عوامل تأثیرگذار بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای در حال توسعه متکی به سوخت‌های فسیلی، نقش مهمی در طراحی سیاست‌های کنترل و کاهش انتشار آلاینده‌ها ایفا می‌کند. در همین راستا، هدف اصلی تحقیق حاضر، تحلیل درجه شهرنشینی، تولید ناخالص داخلی سرانه و مجموع مصرف فرآورده‌های نفتی، با لحاظ متغیر نسبت مصرف فرآورده‌های سنگین به کل به عنوان عامل ایجاد رابطه غیر خطی بر انتشار CO₂ در هشت کشور عضو اوپک است. جهت تحلیل تجربی مدل از رهیافت رگرسیون انتقال ملایم پانلی (PSTR) برای دوره زمانی سال‌های ۱۹۹۰ الی ۲۰۱۷ استفاده شده است. ضرایب برآورد شده در هر دو رژیم نشان می‌دهد، تولید ناخالص داخلی سرانه در هر دو رژیم اثر مثبتی بر انتشار CO₂ داشته و میزان اثر مثبت آن بعد از عبور متغیر انتقال از حد آستانه‌ای کاهش یافته است. همچنین درجه شهرنشینی و مجموع تولیدات فرآورده‌های نفتی نیز اثر مثبتی بر انتشار CO₂ در هر دو رژیم داشته و میزان اثر مثبت آن بعد از عبور متغیر انتقال از حد آستانه (۴۰ درصد) در کشورهای مورد بررسی افزایش یافته است. یافته‌های این تحقیق می‌تواند دلالت‌های سیاستی برای برنامه‌ریزان حوزه انرژی و محیط زیست کشور فراهم آورد.

کلمات کلیدی

رگرسیون انتقال ملایم پانلی، آستانه، دی‌اکسیدکربن، انتشار، اوپک

Analysis of Factors Affecting Greenhouse Gas Emissions with Emphasising on Fossil Fuel Consumption in Selected Oil-Base Developing Countries: An Application of PSTR Method

Mohammad Sayadi^{1*}, Mohammadreza Monjabez²

¹ Faculty of Economics, University of Kharazmi, Tehran, Iran

*Email Address: m.sayadi@khu.ac.ir

Abstract

Understanding the factors that influence carbon dioxide emissions in oil-based developing countries plays an important role in designing control policies and reducing emissions. The main objective of this paper is to analyze the degree of urbanization, per capita GDP and total consumption of petroleum products on the carbon dioxide (CO₂) emissions, in terms of the ratio of consumption of heavy to the total products (HTR) as a transition function in the 8 selected OPEC member countries. For empirical analysis, the Panel Smooth Transition Approach (PSTR) has been used for the 1990 to 2017 period. The findings suggest that the inclusion of one transition function with one threshold for a model with HTR, which represents a two-regime model. The results of estimated coefficients in both regimes indicate that GDP per capita in both regimes has a positive effect on carbon dioxide emissions and its positive effect has decreased after passing from the threshold. Also, the degree of urbanization and total production of petroleum products also have a positive effect on carbon dioxide emissions in both regimes and its positive effect has increased regime 1.

Keywords

“Carbon Dioxide”, “OPEC”, “Emission”, “PSTR”, “Threshold”

۱- مقدمه

کشورهای عضو اوپک، وابستگی شدیدی به سوخت‌های فسیلی در سید انرژی مصرفی مشاهده می‌شود. سهم سوخت‌های فسیلی در سید مصرف انرژی در کشورهای عضو اوپک، به طور متوسط برابر با ۹۶ درصد است که در مقایسه با متوسط جهانی ۸۵ درصد، رقم بسیار بالایی محسوب می‌شود. علاوه بر این، بخش قابل توجهی از فرآورده‌های نفتی تولید شده در این کشورها به مصرف می‌رسد. هرچند که در برخی از این کشورها (مانند آنگولا، نیجریه و لیبی) به دلیل مازاد تقاضای داخلی، تفاوت تولید و تقاضای داخلی فرآورده‌های نفتی با واردات تأمین شده است. در علاوه بر این، شدت انتشار دی اکسیدکربن در کشورهای عضو اوپک از جمله بالاترین میزان در بین کشورهای دنیا است. به عنوان نمونه شدت انتشار دی اکسیدکربن بر حسب شاخص برابری قدرت خرید در چهار کشور عمده عضو اوپک یعنی ایران، عربستان، کویت و امارات به ترتیب برابر با ۰/۴، ۰/۳۲، ۰/۳۱ و ۰/۲۷ است. این در حالی است که متوسط جهانی شدت انتشار این گاز گلخانه‌ای طی همین سال برابر با ۰/۲۵ و متوسط اتحادیه اروپا حدود ۰/۱۶ است (اوپک، ۲۰۱۸).

انتشار گازهای گلخانه‌ای و شدت یافتن آن در کشورهای در حال توسعه متکی به سوخت‌های فسیلی نگرانی‌های زیست محیطی زیادی را در سطح منطقه و جهانی ایجاد کرده است. یکی از منابع اصلی ایجاد آلودگی و انتشار گازهای گلخانه‌ای^۱، مصرف سوخت‌های فسیلی است، به طوری که حدود ۹۰ درصد از تولید کل گازهای گلخانه‌ای جهان ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی می‌باشد (جلیلی‌راد و همکاران، ۱۳۹۶). کشورهای عضو سازمان اوپک به دلیل اینکه تولیدکننده عمده سوخت‌های فسیلی (به طور خاص نفت) هستند و به طور سنتی از انرژی‌های فسیلی به نحو فزاینده‌ای در سید انرژی خود استفاده می‌کنند، از جمله کشورهای اصلی انتشار دهنده گازهای گلخانه‌ای نیز به شمار می‌روند. به منظور ارائه تصویری دقیق‌تر از ویژگی‌ها و مختصات اقتصادی کشورهای عضو اوپک، در جدول (۱) می‌توان برخی از نامگرهای مربوطه را ملاحظه نمود. آنچه مشخص است، به رغم برخی ویژگی‌های مشابه در بین کشورهای مورد بررسی، وجه تمایزهای قابل توجهی نیز بین آن‌ها وجود دارد که نیاز است در مدل‌سازی به این مساله توجه کافی نمود. به طور کلی، در اغلب

جدول ۱- برخی از ویژگی‌ها و نامگرهای اقتصادی کشورهای نفتی در حال توسعه (۲۰۱۷)

نسبت و نامگر	الجزایر	آنگولا	ایران	عراق	کویت	لیبی	نیجریه	قطر	عربستان	امارات	ونزوئلا
جمعیت (میلیون نفر)	۴۱/۷	۲۸/۴	۸۱/۲	۳۹	۴/۵	۶/۵	۱۹۷/۷	۲/۷	۳۲/۵	۱۰	۳۱/۴
GDP سرانه (۱۰۰۰ دلار)	۴/۲	۴/۴	۵/۵	۴/۹	۲۶/۸	۶/۷	۱/۸	۶۲/۱	۲۱	۳۷/۸	۸
سهم سوخت‌های فسیلی در سید مصرف انرژی (درصد)	۹۹	-	۹۸	۹۹	۹۹	-	-	۹۹	۹۹	۹۹	۷۴
تولید فرآورده (۱۰۰۰ بشکه در روز)	۶۲۹	۵۵	۱۷۸۲	۴۸۶	۷۱۶	۱۲۶	۸۲	۶۹۹	۲۸۷۴	۱۰۵۰	۷۲۶
مصرف فرآورده‌های نفتی (۱۰۰۰ بشکه در روز)	۱۳۴	۱۰۸	۸۸۵	۵۸۲	۲۸۹	۲۳۳	۴۵۴	۸۰	۱۹۲۲	۶۷۴	۶۷۹
شدت انتشار CO ₂ (kCO ₂ /\$2015p)	۰/۲۲	-	۰/۴	-	۰/۳۱	-	۰/۰۶	۰/۲۵	۰/۳۲	۰/۲۷	۰/۱۶

مأخذ: BP, 2018, OPEC, 2018

جمعیت و فعالیت اقتصادی اشخاص بر روی انتشار دی‌اکسیدکربن در ۱۱۱ کشور جهان برای سال ۱۹۸۹ پرداختند. نتایج الگوی خطی-لگاریتمی تخمینی آنها نشان دهنده آثار مثبت و معنادار دو منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در کشورهای OECD برای دوره زمانی ۱۹۹۲-۱۹۷۰ پرداختند. در این مطالعه شاخص آلودگی تابعی از درآمد سرانه، متغیر فوق بر انتشار CO₂ است؛ به طوری که کشش انتشار CO₂ نسبت به جمعیت نزدیک به یک است.

انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی و سایر فعالیت‌های انسانی تهدیدی جدی برای افزایش دمای کره زمین هستند. تغییرات الگوی آب و هوا ممکن است محیط‌زیست و فعالیت‌های بشر را مختل کند (لطفعلی‌پور و آشنا، ۱۳۸۹). لازم به ذکر است، یکی از تفاوت‌های قابل توجه در کشورهای عضو اوپک که در میزان شدت انتشار گازهای گلخانه‌ای این کشورها موثر است، تفاوت در ترکیب تولید و نیز مصرف فرآورده‌های نفتی از حیث درجه سبک و سنگینی است که در مبانی نظری تحقیق به آن پرداخته خواهد شد. دایتز و روزا^۲ (۱۹۹۷) به مطالعه آثار

³.Dietz & rosa, 1997

¹ . Green House Gasses (GHG)

² . Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC)

انرژی هدایت کند، به طوری که هدف، کنترل مصرف بنزین و کاهش انتشار CO₂ است. سان دایاک و همکاران^۸ (۲۰۱۸) در پژوهشی به مقایسه انتشار گازهای گلخانه‌ای و مصرف انرژی در ساختمان‌های چوبی و بتنی پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از چوب می‌تواند باعث کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در مرحله ساخت‌وساز شود. امیری و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی تاثیر آستانه‌ای درآمد بر شدت انتشار دی‌اکسید کربن در کشورهای منتخب منطقه منا پرداختند. برای این منظور از متغیرهای توسعه مالی، درجه باز بودن اقتصاد، شدت انرژی، درآمد سرانه بر شدت انتشار دی‌اکسید کربن طی دوره زمانی ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۱ استفاده شده است. نتایج برآورد آن‌ها نشان می‌دهد که پارامتر شیب که بیانگر سرعت تعدیل از یک رژیم به رژیم دیگر می‌باشد، معادل مقدار بسیار زیاد ۷۸۷۶۲ برآورد شده و دو حد آستانه‌ای نیز به ترتیب در سطح درآمد سرانه ۱۱۷۶ دلار و ۱۱۶۱۴ دلار برآورد شده است. اگرچه متغیرهای درجه باز بودن اقتصاد و درآمد سرانه در هر دو رژیم منجر به کاهش شدت انتشار دی‌اکسید کربن می‌شوند، اما میزان تاثیرگذاری درآمد سرانه در رژیم اول و درجه باز بودن اقتصاد در رژیم دوم بیشتر است. برخورداری دورباش (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای به بررسی هم‌گرایی یا واگرایی در سرانه انتشار دی‌اکسید کربن در بین کشورهای عضو اوپک با تأکید بر کیفیت مقررات و کارایی دولت و استفاده از رهیافت GMM پرداخته است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد، هم‌گرایی مطلق و شرطی در سرانه‌ی انتشار دی‌اکسید کربن در کشورهای مورد بررسی وجود ندارد و جریان تکنولوژی اثر منفی و جمعیت شهری و رانت منابع طبیعی اثر مثبت و معنادار بر انتشار دی‌اکسید کربن دارند. همچنین کیفیت مقررات، اثر منفی و معنادار و کارایی دولت، اثری مثبت و معنادار بر سرانه‌ی انتشار دی‌اکسید کربن در کشورهای مورد مطالعه دارند. بررسی مطالعات موجود در ادبیات موضوعی نشان می‌دهد، اغلب مطالعات انجام شده بر تجزیه و تحلیل عوامل موثر بر انتشار گازهای گلخانه‌ای به صورت کشوری یا استانی متمرکز بوده‌اند. وجه تمایز عمده این مطالعه با مطالعات نظیر امیری و همکاران (۱۳۹۴) و برخورداری دورباش (۱۳۹۷) که بر گروه کشورهای هدف متمرکز بوده‌اند، در ترکیب متغیرهای توضیحی و متغیر انتقال مورد استفاده و نوع مدل سازی تحقیق است. در واقع مطالعه حاضر در صدد آن است که با استفاده از روش PSTR و با در نظر گرفتن نسبت مصرف فرآورده‌های سنگین به کل به عنوان متغیر انتقال به بررسی روابط غیرخطی بین درجه شهرنشینی، تولید ناخالص داخلی سرانه و مصرف مجموع تولیدات فرآورده‌های نفتی روی میزان انتشار دی‌اکسید کربن در کشورهای منتخب عضو اوپک بپردازد. علاوه بر این، با توجه به قدرت مدل رگرسیونی انتقال ملایم پانل

کول و همکاران^۱ (۱۹۹۷) به آزمون فرضیه مجذور آن، تجارت و سطح تکنولوژی در نظر گرفته شده است. دو الگوی خطی و لگاریتمی برآورد شده، منحنی معکوس زیست‌محیطی را برای آلاینده‌های مختلف تأیید کردند. نصیر و رحمان^۲ (۲۰۱۱) رابطه بین انتشار دی‌اکسید کربن، درآمد، مصرف انرژی و تجارت خارجی برای دوره زمانی ۲۰۰۸-۱۹۷۲ در کشور پاکستان را بررسی نمودند. نتیجه مطالعه آن‌ها حاکی از وجود رابطه بلندمدت بین انتشار دی‌اکسید کربن و درآمد بود و اثر متغیرهای مصرف انرژی و تجارت خارجی بر انتشار دی‌اکسید کربن به‌طور مثبت برآورد شده است. سو و همکاران^۳ (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای به بررسی میزان انتشار سه نوع گاز گلخانه‌ای (CO₂, N₂O, CH₄) توسط وسایل نقلیه در جاده‌های (آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و جاده‌های محلی) کره پرداختند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بیشترین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای از آزادراه‌ها ناشی می‌شود. آپکان و آوانگ^۴ (۲۰۱۴) ارتباط بین کیفیت محیط‌زیست و رشد اقتصادی را در ۴۷ کشور با استفاده از داده‌های سالانه ۲۰۰۸-۱۹۷۰ مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه آنها نشان می‌دهد که رشد اقتصادی، قیمت انرژی، نسبت صادرات به تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی بر انتشار دی‌اکسید کربن اثر مثبت و معناداری دارد اما نرخ رشد جمعیت و نسبت واردات به تولید ناخالص داخلی اثر منفی و معناداری بر آلودگی دارد. منصور رحمان و همکاران^۵ (۲۰۱۷) در تحقیقات خود به بررسی تجزیه و تحلیل روند مصرف سوخت‌های فسیلی، بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای تخمین زده شده و پیش‌بینی شده، عوامل موثر بر GHG و اقدامات لازم جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از بخش حمل‌ونقل پرداختند. این مطالعه نشان می‌دهد که مصرف سوخت در عربستان در سال‌های اخیر در مقایسه با سایر کشورهای همسایه افزایش یافته است و با افزایش تعداد خودروها انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز بیشتر و لذا اجرای اقدامات مناسب کاهش می‌یابد. گوتام و همکاران^۶ (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای به ارزیابی ماهیت آلاینده‌ها و سناریوی انتشار گازهای گلخانه‌ای از فرآیندهای مختلف تولید آلومینیوم پرداختند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که هدف کاهش میزان انتشار کربن تا سال ۲۰۵۰ تا ۵۰٪ تنها با ایجاد سیاست و مقررات امکان پذیر نیست، بلکه می‌تواند با کاهش تقاضا برای کالاهای نهایی و سایر استراتژی‌های موجود و توسعه برای کاهش انتشار کربن به‌دست آید. ژائو و همکاران^۷ (۲۰۱۸) با یک مدل اقتصاد سنجی کشش تقاضای بنزین چین و کاهش انتشار دی‌اکسید کربن را مورد بررسی قرار دادند. بر اساس مطالعه آن‌ها، کشش تقاضای بنزین چین در مقایسه با کشورهای توسعه‌یافته (به‌عنوان مثال ایالات متحده) بالا نیست. با این حال آن‌ها دریافته‌اند که تنظیم مالیات می‌تواند مصرف‌کنندگان را به سمت صرفه‌جویی در مصرف

6. (Gautam, 2018)

7. (Zhao, 2018)

8. (Senanayake, 2018)

1. Cole, 1997

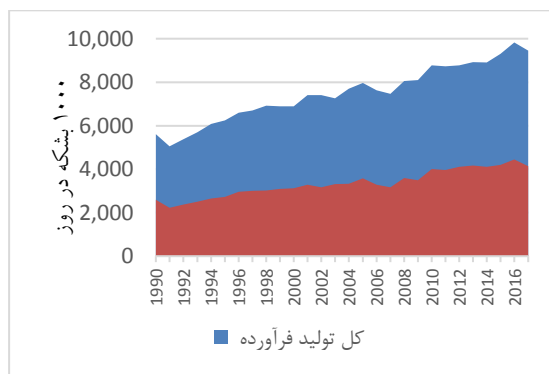
2. Nasir, 2011

3. Seo, 2013

4. Akpan, 2014

5. (Rahman, 2017)

انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در مدل، می‌تواند کمک شایانی در زمینه سیاست‌گذاری‌های زیست‌محیطی نماید (جلیلی، ۱۳۹۶). آمار منتشر شده در ترازنامه انرژی کشور نشان می‌دهد در سال ۱۳۹۴، ۹۷ درصد منواکسیدکربن و ۷۹ درصد هیدروکربن منتشر شده در کشور مربوط به بخش حمل‌ونقل است. به طور خاص شهر تهران به دلیل رشد سریع جمعیت، ناوگان فرسوده خودروها، تعداد زیاد واحدهای صنعتی، عوامل جغرافیایی و هواشناسی منطقه با کاهش شدید کیفیت هوا روبه‌رو شده است که در برخی موارد سطح بالای آلاینده‌ها مسئولین را مجبور به تعطیلی مدارس و تحمیل محدودیت‌های ترافیکی کرده است (اتش^۱، ۲۰۰۷). در چرخه اقتصاد کشورها، حمل‌ونقل از جمله بخش‌هایی است که تمامی ارکان اقتصادی از تولید تا توزیع بازار مصرف نهایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و به همین علت فعالیت و کارایی این بخش بیش‌ترین تأثیر را نسبت به سایر بخش‌ها در اقتصاد برجای می‌گذارد. این بخش حلقه اتصال بخش‌های مختلف اقتصاد کشور است و علاوه بر آن که یکی از بخش‌های مهم و زیربنایی است، بر فعالیت‌های دیگر اقتصاد نیز تأثیر دارد و امکان بهره‌برداری مناسب‌تر از منابع و استعدادهای اقتصادی را فراهم می‌آورد. از سوی دیگر، مطابق مطالعات آژانس بین‌المللی انرژی، بخش حمل و نقل تا سال ۲۰۲۰ میلادی، بیش‌ترین مصرف انرژی را نسبت به سایر بخش‌ها خواهد داشت و مسبب اصلی آلودگی هوا و آلودگی صوتی خواهد بود (ناجی‌میدانی، ۱۳۹۴). از سال‌های دهه ۱۹۷۰ آلودگی ناشی از مصرف سوخت‌های سنگین که منجر به انتشار اکسیدهای گوگرد، اکسیدهای نیتروژن و ذرات معلق می‌شد، مورد توجه قرار گرفت و همین امر سبب کاهش تقاضای سوخت‌های سنگین نفتی و تلاش برای بهبود کیفیت و تبدیل این فرآورده‌ها به محصولات سبک‌تر شد. بحران نفت در سال ۱۹۷۸، بسیاری از کشورها را به سمت ایجاد منابع جدید انرژی و استفاده بهینه از منابع موجود مثل گاز طبیعی، زغال‌سنگ و به خصوص نفت کوره سوق داد که کیفیت دو سوخت اخیر از نظر زیست‌محیطی نیز باید قابل قبول باشد (Fan و همکاران، ۲۰۰۶).^۴



نمودار ۱- ترکیب مصرف فرآورده‌های سبک و سنگین در کشورهای عضو سازمان اوپک
 مأخذ: OPEC, 2018

در برآورد روابط غیرخطی بین متغیرها، دقت نسبی نتایج حاصل از برآورد می‌تواند مبنای علمی قابل اعتنائتری را برای سیاست‌گذاری در کنترل انتشار آلاینده‌ها فراهم آورد. به طور کلی، اگرچه ادبیات موضوع اقتصاد انرژی و محیط زیست مملو از مطالعات انجام شده پیرامون بررسی عوامل مؤثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن است، اما تاکنون کمتر مطالعه‌ای به تبیین عوامل مؤثر بر شدت انتشار دی‌اکسید کربن به عنوان یک راه حل معقول و منطقی برای بهبود کیفیت محیط زیست در کشورهای تولیدکننده و صادرکننده نفت و به طور خاص گروه کشورهای عضو اوپک اختصاص یافته است. لذا هدف اصلی این تحقیق تحلیل آستانه‌ای (غیرخطی) عوامل مؤثر بر انتشار دی‌اکسید کربن در کشورهای در حال توسعه عضو اوپک با بکارگیری مدل رگرسیون انتقال ملایم پانلی (PSTR)^۱ است. در این تحقیق تفاوت در نسبت ترکیب فرآورده‌های سنگین و سبک به عنوان مبنای انتخاب متغیر انتقال در مدل لحاظ شده است و تأثیر سایر عوامل مختلف (درجه شهرنشینی، تولید ناخالص داخلی سرانه، مصرف مجموع فرآورده‌های نفتی) بر انتشار دی‌اکسید کربن کشورهای اوپک مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. مدل PSTR به عنوان یکی از برجسته‌ترین مدل‌های تغییر رژیمی از ویژگی‌های قابل توجهی برخوردار است. از آنجایی که مدل PSTR برخلاف سایر رویکردهای اقتصادسنجی متداول بکار رفته در ادبیات موضوع، یک شکل تابعی خاص و محدود کننده تحمیل نمی‌کند، می‌توان اظهار داشت که این مدل از انعطاف‌پذیری بالایی در مدلسازی رابطه غیرخطی میان متغیرها برخوردار است. با عنایت به توضیحات فوق، سازماندهی این پژوهش بدین صورت است که پس از مقدمه، در بخش دوم به مروری بر مبانی نظری تحقیق پرداخته و در قسمت سوم مطالعات داخلی و خارجی مرتبط با تحقیق مرور می‌شوند. بخش چهارم به روش‌شناسی تحقیق اختصاص دارد و در بخش پنجم به معرفی داده‌ها و تجزیه و تحلیل یافته‌های تجربی تحقیق پرداخته می‌شود. بخش ششم نیز به جمع‌بندی و نتیجه‌گیری از یافته‌های تحقیق اختصاص دارد.

۲- روش انجام تحقیق

در خصوص علل کاهش آلودگی پس از رسیدن به سطح درآمد سرانه، علل مختلفی را می‌توان بیان نمود. چنانچه تغییری در ساختار یا تکنولوژی موجود در اقتصاد ایجاد نشود، گسترش تولید و رشد اقتصادی موجب رشد آلودگی و تأثیرات مخرب زیست‌محیطی می‌شود که به این نظریه اثر مقیاس گفته می‌شود (استرن^۲، ۲۰۰۴). فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس یکی از مباحث تحلیلی است که به کشورها برای شناخت وضعیت محیط‌زیست در جریان توسعه‌یافتگی‌شان کمک می‌کند و تصویری از وضعیت کشور در زمینه تخریب محیط‌زیست ارائه می‌دهد. مطالعه فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس با در نظرگیری همزمان مصرف

۴. Fan and et. al, 2006

۱. Panel Smooth Threshold Regression

۲. Stern, 2004

۳. Atash

انتقال به فرم ذیل تصریح می‌شود:

$$\begin{aligned} \log(E_{it}) = & \mu_i + \alpha_0 \log(RHT)_{it} + \\ & \beta_0 \log(GDP)_{it} + \theta_0 \log(UP)_{it} + \\ & \delta_0 \log(SOP)_{it} + [\alpha_1 \log(RHT)_{it} + \\ & \beta_1 \log(GDP)_{it} + \theta_1 \log(UP)_{it} + \\ & \delta_1 \log(SOP)_{it}] F(RHT_{it}; \gamma, c) + u_{it} \quad (2) \end{aligned}$$

که در آن: E_{it} : نشان‌دهنده انتشار CO_2 در کشور i -ام در سال t می‌باشد.

RHT_{it} : نشان‌دهنده نسبت مصرف فرآورده‌های سنگین به کل در کشور i -ام در سال t می‌باشد و به عنوان متغیر انتقال در مدل مورد بررسی قرار گرفته شده است.

GDP_{it} : نشان‌دهنده تولید ناخالص داخلی سرانه در کشور i -ام در سال t می‌باشد.

UP_{it} : نشان‌دهنده درجه شهرنشینی (نسبت جمعیت شهرنشین به کل جمعیت) است.

SOP_{it} : نشان‌دهنده مصرف مجموع فرآورده‌های نفتی در کشور i -ام در سال t می‌باشد.

بنابراین در این پژوهش از متغیرهای نسبت مصرف فرآورده‌های سنگین به کل (متغیر انتقال)، درجه شهرنشینی، تولید ناخالص داخلی سرانه و مجموع تولیدات فرآورده‌های نفتی به عنوان متغیرهای مستقل و انتشار گازهای گلخانه‌ای به عنوان متغیر وابسته، استفاده می‌شود.

بایستی خاطر نشان کرد، تابع انتقال $F(RHT_{it}; \gamma, c)$ یک تابع پیوسته و کراندار بین صفر و یک است که توسط مقادیر متغیر آستانه‌ای تعیین می‌شود. مطابق گونزالز و همکاران (۲۰۰۵) تابع انتقال به صورت زیر می‌تواند تصریح شود:

$$F(RHT_{it}; \gamma, c) = [1 + \exp(-\gamma \prod_{j=1}^m (RHT_{it} - c_j))]^{-1} \quad (3)$$

در تابع انتقال لجستیکی فوق، γ پارامتر شیب که سرعت تعدیل از یک رژیم به رژیم دیگر را نشان می‌دهد، RHT_{it} متغیر انتقال و $c = (c_1, \dots, c_m)$ یک بردار از پارامترهای حد آستانه‌ای یا مکان‌های وقوع تغییر رژیم است. متغیر انتقال یکی از متغیرهای توضیحی مدل است که امکان ایجاد رابطه غیرخطی را محتمل می‌کند. از این رو با توجه به مبانی نظری و تجربی ارائه شده در بخش مبانی نظری، نسبت فرآورده‌های سنگین به کل به عنوان متغیر انتقال انتخاب شده است، زیرا انتظار می‌رود که انتشار دی اکسید کربن با تغییر نسبت مصرف فرآورده‌های سنگین به کل، شدت یابد.

بیش از ۸۰ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای در فرآیند تولید، از حمل‌ونقل و مصرف انواع حامل‌های انرژی ایجاد می‌شود که روند انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف انرژی در کشورهای در حال توسعه نسبت به کشورهای توسعه‌یافته سرعت بیشتری گرفته است (اژانس بین‌المللی انرژی، ۲۰۱۳). بنابراین ترکیب مصرف فرآورده‌های مورد استفاده در این بخش (به جهت سبک و سنگین بودن فرآورده‌های نفتی) در میزان شدت انتشار گازهای گلخانه‌ای از اهمیت خاصی می‌تواند برخوردار باشد. همان‌گونه که در نمودار (۱) قابل مشاهده است، در کشورهای عضو سازمان اوپک بخش قابل توجهی از فرآورده‌های مورد استفاده، فرآورده‌های سنگین محسوب می‌شود که درجه انتشار آلودگی به مراتب بالاتری را نسبت به فرآورده‌های سبک ایجاد می‌کند. ناهمگنی مقطعی و بی‌ثباتی مدل‌های داده‌های تابلویی یک مشکل غیرقابل انکار است. اسمیت و پسران (۱۹۹۵) و هسیانو (۲۰۰۳) نشان دادند که نادیده گرفتن این دو مسأله باعث ایجاد تورش می‌شود. همچنین، هسن و کینگ (۱۹۹۶) بیان کرده‌اند که اگر در داده‌های بین کشوری ناهمگنی وجود داشته باشد باعث تخمین کثش درآمدی بیشتر از یک خواهد شد. معمولاً رفع این دو مشکل در داده‌ها به صورت همزمان بسیار مشکل است. یک راه‌حل ساده برای رفع این دو مشکل ساختن یک مدل رگرسیونی آستانه‌ای ملایم پانل (PSTR) می‌باشد که اخیراً بوسیله فوک و همکاران (۲۰۰۴) و گونزالز و همکاران (۲۰۰۵) فویکیا و همکاران (۲۰۰۸) ارائه و گسترش یافته است. در این رویکرد تغییر پارامترها در بین کشورها و همچنین تغییر پارامترها در طول زمان به شیوه‌ای پیوسته الگوسازی می‌شود. مدل رگرسیونی انتقال ملایم یک مدل رگرسیونی سری زمانی غیرخطی است که می‌توان آن را به‌عنوان یک شکل توسعه‌یافته از مدل رگرسیونی تغییر رژیم^۱ که توسط باکون و واتس (۱۹۷۱) معرفی شد تلقی کرد. این محققان دو خط رگرسیونی را در نظر گرفتند و به طراحی مدلی پرداختند که در آن گذار از یک خط به خط دیگر بصورت ملایم اتفاق می‌افتد. در ادبیات سری زمانی، گرنجر -تراسورتا (۱۹۹۳) برای نخستین‌بار به تشریح و پیشنهاد مدل انتقال ملایم^۲ در مطالعات خود پرداختند. مدل PSTR رابطه غیر خطی محتمل میان متغیرها را با استفاده از تابع انتقال به شیوه‌ای پیوسته مدلسازی می‌کند (فوکایو و همکاران، ۲۰۰۹).^۴ همچنین این مدل به ضرایب تخمینی اجازه می‌دهد تا برای کشورهای مختلف و حتی در طول زمان تغییر یابند که این ویژگی راه حل ساده‌ای را برای مرتفع نمودن مشکل ناهمگنی در پارامترهای تخمینی در مدل داده‌های تابلویی فراهم می‌کند (جود، ۲۰۱۰).^۵ مطابق گونزالز و همکاران (۲۰۰۵)^۶ و نیز کولیتاز و هارولین (۲۰۰۶)^۷ یک مدل PSTR با دو رژیم حدی و یک تابع

3 . Smooth Threshold regression

4 . Fouquau et al, 2009

5 . Jude, 2010

6 . Gonzalez and et. al (2005)

7 . Colletaz, G. and Hurlin (2006)

۱ . لازم به ذکر است، بر اساس دسته‌بندی سازمان اوپک، بنزین، نفت سفید، میان‌قطر، نفت کوره و سایر به عنوان دسته‌بندی فرآورده‌های نفتی در نظر گرفته شده است که در این تحقیق نفت کوره و سایر به عنوان فرآورده‌های سنگین در نظر گرفته شده است.

2. Regime Switching

$$\rho_0(\alpha_2 \text{Log}(RHT)_{it} + \beta_2 \text{Log}(GDP)_{it} + \theta_2 \text{Log}(UP)_{it} + \delta_2 \text{Log}(SOP)_{it}) + \dots + \rho_n RHT_{it}^n (\alpha_2 \text{Log}(RHT)_{it} + \beta_2 \text{Log}(GDP)_{it} + \theta_2 \text{Log}(UP)_{it} + \delta_2 \text{Log}(SOP)_{it}) + u_{it} \quad (۶)$$

آزمون نبود رابطه غیرخطی باقیمانده به وسیله آزمون فرضیه $(H_0: \rho_0 = \dots = \rho_n = 0)$ انجام می‌شود. اگر فرضیه صفر این آزمون مورد پذیرش قرار نگیرد، حداقل دو تابع انتقال برای تصریح الگوی PSTR مورد نیاز است و لذا در ادامه باید فرضیه مبنی بر وجود دو تابع انتقال در مقابل فرضیه وجود حداقل سه تابع انتقال مورد آزمون واقع می‌شود. این فرآیند تا زمانی ادامه می‌یابد که فرضیه صفر مورد پذیرش قرار گیرد.^۱

۴-۲. داده‌های تحقیق

این تحقیق شامل ۸ کشور نمونه از کشورهای عضو اوپک شامل ایران، الجزایر، اکوادور، عربستان سعودی، ونزوئلا، امارات متحده عربی، کویت و قطر می‌باشد که داده‌های مورد نیاز آن‌ها از پایگاه داده‌ای سازمان اوپک گردآوری شده است. دوره زمانی مطالعه نیز سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۷ را در بر می‌گیرد. متغیرهای تحقیق در مدل PSTR مورد استفاده شامل

E_{it} نشان‌دهنده انتشار CO_2 در کشور i -ام در سال t (بر حسب واحد ۱۰۰۰ تن در سال)، RHT_{it} نشان‌دهنده نسبت مصرف فرآورده‌های سنگین به کل در کشور i -ام در سال t (بر حسب درصد)، GDP_{it} نشان‌دهنده تولید ناخالص داخلی سرانه در کشور i -ام در سال t (بر حسب دلار ثابت سال ۲۰۰۰)، UP_{it} نشان‌دهنده درجه شهرنشینی (نسبت جمعیت شهرنشین به کل جمعیت (بر حسب درصد)) و SOP_{it} نشان‌دهنده مصرف مجموع فرآورده‌های نفتی در کشور i -ام در سال t (بر حسب واحد ۱۰۰۰ بشکه در روز) می‌باشد. کلیه متغیرهای الگو به صورت لگاریتمی در نظر گرفته شده‌اند.

۳- نتایج

مطابق ادبیات اقتصادسنجی قبل از هرگونه تخمین و به منظور جلوگیری از بروز رگرسیون‌های کاذب، باید ابتدا از ایستا بودن متغیرها اطمینان حاصل کرد. چنانچه متغیرهای ملحوظ در مدل ایستا باشند، تخمین‌های انجام شده مشکل رگرسیون ساختگی را نخواهند داشت. جهت بررسی مانایی متغیرها از آزمون لوین، لین و چو (LLC) به عنوان یکی از آزمون‌های مطرح در این خصوص استفاده شده است. در این آزمون فرضیه صفر مبتنی بر وجود یک ریشه واحد است. خلاصه نتایج این آزمون در جدول (۲) نشان می‌دهد که کلیه متغیرهای تحقیق حداقل در سطح آماری ۱۰ درصد معنی‌دار بوده (فرضیه صفر آزمون مبتنی بر وجود ریشه واحد رد می‌شود) که به معنای عدم وجود ریشه واحد در سطح متغیر است و بنابراین مشکلی از جهت برای ادامه برآورد مدل وجود نخواهد داشت.

همان‌گونه که اشاره شد، یکی از ویژگی‌های مهم مدل PSTR، برآورد ضرایب متفاوت برای متغیرهای توضیحی در مقاطع و در طول زمان است که این ویژگی مشکل ناهمگنی متعارف در داده‌های تابلویی را صورت کامل حل می‌کند (امیری و همکاران، ۱۳۹۴). این مسأله بدین معنی است که با تغییرات متغیر انتقال، ضریب تأثیرگذاری هر یک از متغیرهای توضیحی بر متغیر وابسته تغییر می‌کند و لذا یک کشش یکسان برای کل دوره مورد مطالعه وجود ندارد و متناسب با سطوح مختلف متغیر انتقال، کشش‌های متفاوتی وجود دارد. مطابق کولیتاز و هارولین (۲۰۰۶)، برای محاسبه کشش‌های هر مقطع در طول زمان دو حالت را معرفی کرده‌اند. در حالت اول متغیر انتقال (در اینجا نسبت مصرف فرآورده‌های سنگین به کل) متفاوت از متغیرهای توضیحی است که به صورت زیر بدست می‌آید:

$$e_{it} = \frac{\partial \ln E_{it}}{\partial \ln RHT_{it}} = \alpha_0 + \alpha_1 F(RHT_{it}; \gamma, c) \quad (۴)$$

در حالت دوم متغیر انتقال به عنوان یکی از متغیرهای توضیحی در مدل وارد می‌شود که در این صورت کشش به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$e_{it} = \frac{\partial \ln E_{it}}{\partial \ln RHT_{it}} = \alpha_0 + \alpha_1 F(RHT_{it}; \gamma, c) + [\alpha_1 \text{Log}(RHT)_{it} + \beta_1 \text{Log}(GDP)_{it} + \theta_1 \text{Log}(UP)_{it} + \delta_1 \text{Log}(SOP)_{it}] \frac{\partial F(RHT_{it}; \gamma, c)}{\partial \ln RHT_{it}} \quad (۵)$$

به منظور تصریح یک الگوی PSTR، ابتدا باید آزمون خطی بودن در مقابل وجود الگوی PSTR انجام می‌شود. در صورت رد فرضیه صفر مبنی بر خطی بودن رابطه بین متغیرها، باید تعداد توابع انتقال مورد نیاز برای تصریح کامل رفتار غیرخطی بین متغیرها انجام شود. آزمون غیرخطی بودن در مدل PSTR می‌تواند با آزمون فرضیه $H_0: \gamma = 0$ یا $\alpha_1 = \beta_1 = \theta_1 = \delta_1 = 0$ انجام شود، اما با توجه به اینکه مدل PSTR تحت فرضیه صفر دارای پارامترهای مزاحم نامعین است، آماره آزمون دو فرضیه فوق غیراستاندارد می‌باشد. لذا جایگزینی تابع انتقال با تقریب سری تیلور حول $\gamma = 0$ و در نتیجه آزمون یک فرضیه معادل در رگرسیون کمکی به عنوان راه‌حل ممکن برای فائق آمدن بر این مشکل مطرح است (گونزالز و همکاران، ۲۰۰۵). سری تیلور برای یک مدل PSTR با تعداد n حد آستانه‌ای به صورت زیر تصریح می‌شود:

$$\text{Log}(E_{it}) = \mu_i + \alpha_0 \text{Log}(RHT)_{it} + \beta_0 \text{Log}(GDP)_{it} + \theta_0 \text{Log}(UP)_{it} + \delta_0 \text{Log}(SOP)_{it} [\alpha_1 \text{Log}(RHT)_{it} + \beta_1 \text{Log}(GDP)_{it} + \theta_1 \text{Log}(UP)_{it} + \delta_1 \text{Log}(SOP)_{it}] F(RHT_{it}; \gamma, c) +$$

^۱ کدنویسی مدل PSTR و آزمون‌های مربوطه در محیط نرم‌افزار MATLAB انجام شده است.

می‌دهد که فرضیه صفر مبنی بر کفایت لحاظ نمودن یک تابع انتقال در هر دو حالت وجود یک و دو حد آستانه‌ای رد نشده است. بنابراین یک تابع انتقال قادر به تصریح رفتار غیرخطی میان انتشار CO₂ و نسبت مصرف فرآورده‌های سنگین به کل می‌باشد.

جدول (۴) آزمون وجود رابطه غیر خطی باقیمانده

حالت وجود یک حد آستانه (m=1)			حالت وجود دو حد آستانه (m=2)		
LM _w	LM _F	LR	LM _w	LM _F	LR
۲/۱۶۳	۰/۶۶۷	۲/۱۷۵	۸/۷۴۷	۱/۳۷۲	۸/۹۴۵
(۰/۵۳۹)	(۰/۵۷۳)	(۰/۵۳۷)	(۰/۱۸۸)	(۰/۲۲۸)	(۰/۱۷۷)

H₀: r=1 vs H₁: r=2

r بیانگر تعداد توابع انتقال است. مقادیر داخل پرانتز احتمال

مربوط به هر آماره را نشان می‌دهد.

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با تأیید وجود رابطه غیرخطی میان متغیرها و کفایت نمودن یک تابع انتقال برای تصریح رفتار غیرخطی، در ادامه باید حالت بهینه میان تابع انتقال با یک یا دو حد آستانه‌ای انتخاب گردد. برای این منظور مدل PSTR متناظر با هر یک از این حالت‌ها برآورد خواهد شد و از میان آن‌ها بر اساس معیارهای مجموع مجذور باقی‌مانده‌ها، شوارتز و آکائیک، مدل PSTR با لحاظ یک حد آستانه‌ای مدل بهینه است. لذا یک مدل PSTR با یک تابع انتقال و یک حد آستانه‌ای برای بررسی رفتار غیرخطی میان متغیرهای مورد مطالعه انتخاب می‌گردد.

جدول (۵): تعیین تعداد مکان‌های آستانه‌ای در یک تابع انتقال

	مجموع مجذور باقیمانده‌ها	معیار شوارتز BIC	معیار آکائیک AIC
M=1	۴/۹۷۹	-۳/۵۲۸	-۳/۶۵۳
M=2	۴/۹۲۰	-۳/۵۱۱	-۳/۶۵۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

پس از تعیین تعداد توابع انتقال و حد آستانه‌ای بهینه، یک مدل دو رژیمی برآورد می‌گردد، که نتایج حاصل از برآورد مدل در جدول (۶) ارائه شده است. نتایج حاصل از تخمین مدل را نشان می‌دهد، که براساس آن پارامتر شیب که بیانگر سرعت تعدیل از یک رژیم به رژیم دیگر است معادل سرعت تعدیل ملایم ۴/۱۶۳۸ است. مکان وقوع تغییر رژیم نیز ۰/۹۱۳۰- به دست آمده که مقدار آنتی لگاریتم آن ۴۰ درصد است. لذا تا زمانی که مقدار نسبت فرآورده‌های سنگین به کل کمتر از ۴۰ درصد باشد، رفتار متغیرها مطابق رژیم اول خواهد بود و در صورتی که این نسبت از ۴۰ درصد بیشتر شود، مطابق رژیم دوم است.

جدول (۲): نتایج آزمون ریشه واحد متغیره LLC

آزمون لوین، لین و چو		متغیر
احتمال آماره	آماره آزمون	
۰/۰۷	-۱/۶۲۲۶۱	lnE _{it}
۰/۰۰	-۳/۰۵۱۲۲	lnUP _{it}
۰/۰۲	۲/۱۹۷۲	lnGDP _{it}
۰/۰۰	-۳/۵۸۸۶۳	lnSOP _{it}
۰/۰۱	-۲/۶۲۰۶۳	lnRLH _{it}

مأخذ: یافته‌های تحقیق

مطابق روش‌شناسی PSTR، بعد از آزمون مانایی، فرضیه صفر خطی بودن در مقابل فرضیه وجود الگوی PSTR، با در نظر گرفتن نسبت مصرف فرآورده‌های سنگین به کل به عنوان متغیر انتقال آزمون شده است. نتایج آزمون مذکور در جدول (۳) نشان داده شده است. تمامی آماره‌های ضریب لاگرانژ والد (LM_w)، ضریب لاگرانژ فیشر (LM_F) و نسبت درست‌نمایی (LR) برای یک و دو حد آستانه‌ای (m=1) و (m=2) وجود الگوی PSTR را در سطح معناداری α=۵٪ تأیید می‌کنند. به عبارت دیگر، نتایج ارائه شده بر تبعیت روابط بین متغیرها از یک الگوی غیرخطی PSTR تأکید می‌کند.

جدول (۳): آزمون وجود رابطه غیر خطی

حالت وجود یک حد آستانه (m=1)			حالت وجود دو حد آستانه (m=2)		
LM _w	LM _F	LR	LM _w	LM _F	LR
۱۶/۴۴۹	۵/۶۴۷	۱۷/۱۶۹	۲۰/۷۷۹	۳/۵۹۵	۲۱/۹۴۶
(۰/۰۰۱)	(۰/۰۰۱)	(۰/۰۰۱)	(۰/۰۰۲)	(۰/۰۰۲)	(۰/۰۰۱)

H₀: r=0 vs H₁: r=1

r بیانگر تعداد توابع انتقال است. مقادیر داخل پرانتز احتمال

مربوط به هر آماره را نشان می‌دهد.

مأخذ: یافته‌های تحقیق

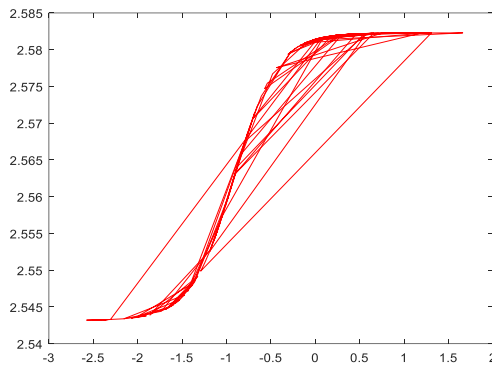
پس از حصول اطمینان از وجود رابطه غیرخطی میان متغیرهای مورد مطالعه، یعنی وجود حداقل یک تابع انتقال، در ادامه باید وجود رابطه غیرخطی باقیمانده را به منظور تعیین تعداد توابع انتقال بررسی نمود. برای این منظور به پیروی از گونزالز و همکاران (۲۰۰۵) و کولبتاز و هارولین (۲۰۰۶)، فرضیه صفر وجود الگوی PSTR با یک تابع انتقال در مقابل فرضیه وجود الگوی PSTR با حداقل دو تابع انتقال مورد آزمون قرار گرفته که نتایج آن در جدول (۴) ارائه شده است. نتایج نشان

جدول (۶): PSTR نتایج برآورد مدل

قسمت خطی مدل		قسمت غیرخطی مدل	
$\ln UP_0$	۲/۵۴۳۲ (۷/۰۳۷۹)	$\ln UP_1$	۰/۰۳۹۱ (۲/۱۵۶۷)
$\ln GDP_0$	۰/۱۴۸۰ (۱/۷۲۷۴)	$\ln GDP_1$	-۰/۰۲۳۴ (-۱/۹۸۴۱)
$\ln SOP_0$	۰/۶۴۵۶ (۵/۸۵۹۷)	$\ln SOP_1$	۰/۰۶۶۷ (۱/۸۵۵۹)
$Y = -0.9130$ مکان وقوع تغییر رژیم (حد آستانه) پارامتر شیب $C = 4/1638$ $C = 0.401318$ آنتی لگاریتم پارامتر آستانه			

آمده و در عمل رفتار متغیرها مابین این دو رژیم قرار می‌گیرند، از این رو مقدار عددی ضرایب متغیرها را در حالت‌های حدی نمی‌توان تفسیر نمود. زیرا مقدار این ضرایب برای کشورهای مختلف و در طول زمان یکسان نبوده و با توجه به مقدار متغیر انتقال و پارامتر شیب تغییر می‌کنند. بنابراین ضرایب تخمینی هر یک از متغیرها با توجه به سطوح مختلف متغیر انتقال و پارامتر شیب محاسبه شده و در نمودارهای (۲) تا (۴) به تصویر کشیده شده‌اند. در نمودار (۲) ضرایب درجه شهرنشینی در مقابل متغیر انتقال ارائه شده است. همان‌طور که در شکل نیز مشخص است، درجه شهرنشینی در هر دو رژیم اثر مثبتی بر شدت انتشار دارد که پس از ورود به رژیم دوم این اثر افزایش می‌یابد.

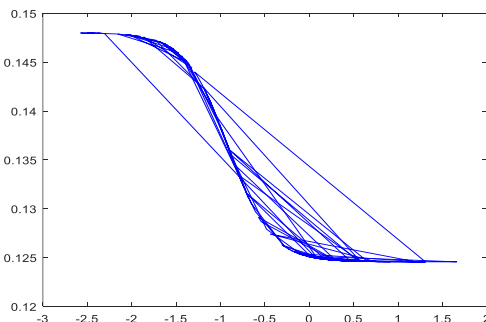
ضریب متغیر درجه شهرنشینی



متغیر انتقال (نسبت فرآورده‌های سنگین به کل پالایشگاهی) نمودار (۲): ضریب متغیر شهری در مقابل متغیر انتقال
 مأخذ: یافته‌های تحقیق

نمودار (۳) ضرایب تولید ناخالص داخلی سرانه را برحسب متغیر انتقال نشان می‌دهد. نتایج حاصل بیان می‌کند که تولید ناخالص داخلی سرانه در هر دو رژیم دارای اثر مثبت بر متغیر انتقال می‌باشد و این اثر در رژیم اول بیشتر از رژیم دوم است.

ضریب تولید ناخالص داخلی سرانه



متغیر انتقال (نسبت فرآورده‌های سبک به سنگین پالایشگاهی) نمودار (۳): ضریب تولید ناخالص داخلی سرانه به متغیر انتقال
 مأخذ: یافته‌های تحقیق

مقادیر داخل پرانتز نشان دهنده آماره t بوده و γ و c نیز به ترتیب بیانگر پارامتر شیب و حد آستانه‌ای نسبت تولید فرآورده‌های سنگین به کل پالایشگاهی است.
 مأخذ: یافته‌های تحقیق

از آنجا ضرایب متغیرها برای کشورهای مختلف و در طول زمان یکسان نیست و با توجه به متغیر انتقال (نسبت مصرف فرآورده‌های سنگین به کل) و پارامتر شیب تغییر می‌کند، مقدار عددی ارائه شده در جدول (۶) را نمی‌توان مستقیماً تفسیر نمود. به منظور ارائه درک روشن‌تری از نتایج به‌دست آمده، دو رژیم حدی موجود بررسی می‌شوند. رژیم حدی اول متناظر با حالتی است که پارامتر شیب به سمت بی‌نهایت میل می‌کند و مقدار متغیر انتقال کمتر از حد آستانه‌ای (محل وقوع تغییر رژیم) است، که در این حالت تابع انتقال مقدار عددی صفر دارد و مدل به صورت زیر تصریح می‌شود:

$$\ln E_{it} = C + 2/5432 \ln UP_{it} + 0/1480 \ln GDP_{it} + 0/6456 \ln SOP_{it} \quad (6)$$

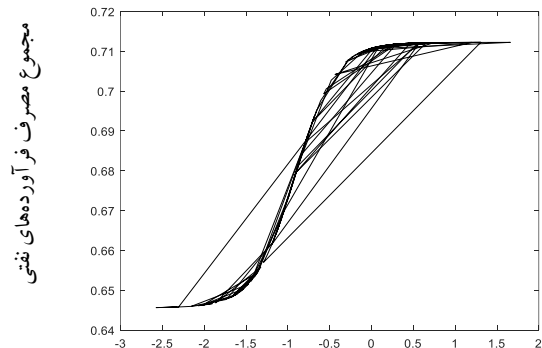
رژیم حدی دوم نیز متناظر با حالتی است که پارامتر شیب به سمت بی‌نهایت میل می‌کند، اما مقدار متغیر انتقال (نسبت مصرف فرآورده‌های سنگین به کل) بزرگ‌تر از حد آستانه‌ای است، که در این حالت تابع انتقال مقدار عددی یک دارد و مدل در این رژیم به صورت زیر تصریح می‌شود:

$$\ln E_{it} = C + 2/5823 \ln UP_{it} + 0/1246 \ln GDP_{it} + 0/7123 \ln SOP_{it} \quad (7)$$

با توجه به مدل تصریح شده برای رژیم اول و دوم، متغیر درجه شهرنشینی در هر دو رژیم اثر مثبتی بر انتشار دی‌اکسید کربن دارد که با انتظارات تئوریک نیز مطابقت دارد و میزان اثر آن‌ها بر انتشار دی‌اکسید کربن در رژیم دوم بزرگ‌تر از رژیم اول است. متغیر تولید ناخالصی داخلی سرانه نیز در هر دو رژیم اثر مثبتی بر انتشار دی‌اکسید کربن دارد که با انتظارات تئوریک نیز مطابقت دارد و میزان اثر آن در رژیم اول بیشتر از رژیم دوم است. متغیر مجموع تولیدات نفت نیز در هر دو رژیم اثر مثبتی بر انتشار دی‌اکسید کربن دارد و میزان اثر آن در رژیم دوم بیشتر از رژیم اول است و همچنین با انتظارات تئوریک نیز مطابقت دارد. همان‌طوری که بیان شد، چون این ضرایب برای دو حالت حدی تابع انتقال به‌دست

بالای مصرف سوخت‌های فسیلی، انتشار دی‌اکسید کربن بالایی را تجربه می‌کنند. شناخت متغیرهای تأثیرگذار بر توزیع انتشار دی‌اکسید کربن در این گروه از کشورها، می‌تواند نقش مهمی در طراحی سیاست‌ها به منظور کنترل و کاهش انتشار آلاینده‌ها ایفا نماید. در همین راستا، پژوهش حاضر به تحلیل غیرخطی عوامل اصلی تأثیرگذار بر انتشار دی‌اکسید کربن (مبتنی بر مبانی نظری تحقیق) با استفاده از متغیرهای توضیحی تولید ناخالص داخلی سرانه، درجه شهرنشینی، مجموع مصرف فرآورده‌های نفتی و نسبت فرآورده‌های سنگین به کل پالایشگاهی (به عنوان متغیر انتقال) برای ۸ کشور عضو اوپک طی دوره زمانی ۲۰۱۷-۱۹۹۰ با استفاده از الگوی رگرسیون انتقال ملایم پانلی (PSTR) برآورد شده است. در واقع، در کشورهای نفتی عضو سازمان اوپک، علاوه بر مصرف فزاینده انرژی، ترکیب سبد مصرف فرآورده‌های نفتی نیز نشان از آن دارد که بخش عمده‌ای از فرآورده‌های مورد استفاده در این کشورها از نوع فرآورده‌های سنگین بوده که انتشار آلاینده‌ها را بالاتر از حد استاندارد می‌کند. نتایج آزمون بررسی رابطه غیرخطی قویاً بر وجود رابطه غیرخطی میان متغیرهای مورد مطالعه تأکید می‌کند و مدل PSTR با یک تابع انتقال و یک حد آستانه‌ای با متغیر انتقال نسبت فرآورده‌های سنگین به کل را برای تصریح کامل رفتار غیرخطی مدل رگرسیونی مورد مطالعه پیشنهاد می‌کند. همچنین پارامتر شیب که بیانگر سرعت تعدیل از یک رژیم به رژیم دیگر می‌باشد، برابر با ۴/۱۶ و همچنین مکان تغییر رژیم (حد آستانه) برابر با ۰/۴۰ برآورد شده است. نتایج ضرایب تخمین زده شده در هر دو رژیم نشان می‌دهد، تولید ناخالص داخلی سرانه در هر دو رژیم اثر مثبتی بر انتشار دی‌اکسید کربن داشته و میزان اثر مثبت آن بعد از عبور متغیر انتقال از حد آستانه‌ای کاهش یافته است. این یافته با یافته‌های امیری و همکاران (۱۳۹۴) همسو است. همچنین درجه شهرنشینی و مجموع تولیدات فرآورده‌های نفتی نیز مطابق انتظارات تئوریک، اثر مثبتی بر انتشار دی‌اکسید کربن در هر دو رژیم داشته و میزان اثر مثبت آن بعد از عبور متغیر انتقال از حد آستانه‌ای افزایش یافته است. به عبارت دیگر، هرچه نسبت مصرف فرآورده‌های نفتی سنگین به کل بیشتر باشد، اثر همسوی مصرف فرآورده‌های نفتی بر انتشار دی‌اکسید کربن در گروه کشورهای عضو اوپک تشدید می‌شود. با عنایت به نتایج بدست آمده در خصوص نوع و نحوه تأثیرگذاری متغیرهای توضیحی بر انتشار دی‌اکسید کربن می‌توان توصیه‌هایی را برای کنترل میزان انتشار این گاز آلاینده در کشورهای در حال توسعه متکی به نفت (نظیر ایران) ارائه نمود. با توجه به تعیین کننده نسبت مصرف فرآورده‌های سبک در سبد انرژی بر میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای (مبتنی بر یافته‌های تحقیق)، متنوع‌سازی سبد تولید و مصرف انرژی با تمرکز بر توسعه انرژی‌های پاک، ایجاد الزامات فنی و زیست‌محیطی در تولید خودروهای شخصی و عمومی به منظور کاهش انتشار آلاینده‌ها از جمله سیاست‌های غیرقیمتی و توسعه استفاده از سیاست مالیات بر کربن به ویژه در استفاده از سوخت‌های سنگین و اصلاح قیمت حامل‌های انرژی و یارانه‌های انرژی به عنوان راهکارهای مؤثر در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای قابل توصیه است.

نمودار (۴) ضریب مجموع تولیدات فرآورده‌های نفتی در کشورهای عضو اوپک در مقابل متغیر انتقال ارائه شده است. این نمودار نشان می‌دهد که مجموع تولیدات فرآورده‌های نفتی در هر دو رژیم دارای اثر مثبت بر متغیر انتقال می‌باشد و این اثر در رژیم دوم بیشتر از رژیم اول است.



متغیر انتقال (نسبت فرآورده‌های سبک به سنگین پالایشگاهی) نمودار (۴): ضریب مجموع تولیدات فرآورده‌های نفتی در کشورهای عضو اوپک به متغیر انتقال مأخذ: یافته‌های تحقیق

مروری بر داده‌های متغیر انتقال (نسبت فرآورده‌های سنگین به کل) منتخبی از کشورهای اوپک در دوره مورد بررسی (۱۹۹۰-۲۰۱۷) نشان می‌دهد که در کشورهای اکوادور، ایران، عربستان و ونزوئلا در دوره ۱۹۹۰-۲۰۱۷ نسبت فرآورده‌های سنگین به کل بیشتر از حد آستانه بوده و بنابراین متغیرهای مورد مطالعه، مطابق رژیم دوم رفتار کرده‌اند. در کشورهای الجزایر و امارات در دوره ۱۹۹۹-۱۹۹۰ نسبت فرآورده‌های سنگین به کل بیشتر از حد آستانه بوده و لذا متغیرهای مورد مطالعه مطابق رژیم دوم رفتار کرده‌اند. همچنین در کشور الجزایر در دو دوره ۱۹۹۹-۲۰۰۷ و ۲۰۱۷-۲۰۱۰ نسبت فرآورده‌های سنگین به کل کمتر از حد آستانه بوده و لذا متغیرهای مورد مطالعه مطابق رژیم اول رفتار کرده‌اند. کشور کویت نیز در دوره ۱۹۹۴-۱۹۹۰ نسبت فرآورده‌های سنگین به کل بیشتر از حد آستانه بوده و لذا متغیرهای مورد مطالعه مطابق رژیم دوم رفتار کرده و در دوره ۲۰۱۷-۱۹۹۵ متغیرهای مورد مطالعه مطابق رژیم اول رفتار کرده‌اند. در کشور قطر نیز در دوره ۲۰۰۵-۱۹۹۰ نسبت فرآورده‌های سنگین به کل پالایشگاه بیشتر از حد آستانه بوده و لذا متغیرهای مورد مطالعه مطابق رژیم دوم رفتار کرده‌اند و در دوره ۲۰۰۶-۲۰۱۷ متغیرهای مورد مطالعه مطابق رژیم اول رفتار کرده‌اند. کشور امارات نیز در دوره ۱۹۹۹-۱۹۹۰ و همچنین دوره ۲۰۰۶، ۲۰۰۷، ۲۰۰۹، ۲۰۱۲، ۲۰۱۳ و ۲۰۱۴ نسبت فرآورده‌های سنگین به کل بیشتر از حد آستانه بوده و لذا متغیرهای مورد مطالعه مطابق رژیم دوم رفتار کرده‌اند و در دوره ۲۰۰۵-۲۰۰۰ و همچنین ۲۰۰۸، ۲۰۱۰، ۲۰۱۱، ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ نسبت فرآورده‌های سنگین به کل پالایشگاهی کمتر از حد آستانه بوده و لذا متغیرهای مورد مطالعه مطابق رژیم اول رفتار کرده‌اند.

۴- نتیجه‌گیری

کشورهای در حال توسعه مبتنی بر تولید و صادرات نفت به دلیل سهم

منابع

- امیری، حسین، سعیدپور، لسیان، کلانتری، عباس. (۱۳۹۴). بررسی تأثیر آستانه‌های درآمد بر شدت انتشار دی اکسید کربن در کشورهای منتخب MENA: رهیافت داده‌های پانلی غیرخطی. پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۵(۱۷)، ۳۹-۶۶.
- برخورداری دورباش، سجاد. (۱۳۹۷). هم‌گرایی یا واگرایی در سرانه انتشار دی اکسید کربن در بین کشورهای عضو اوپک با تأکید بر کیفیت مقررات و کارایی دولت (رهیافت GMM). تحقیقات اقتصادی، ۵۳(۲)، ۳۰۱-۳۷۹.
- بهبودی، داود، فلاحی، فیروز، برقی گلذانی، اسماعیل. (۱۳۸۹). عوامل اقتصادی و اجتماعی مؤثر بر انتشار سرانه دی اکسید کربن در ایران (۱۳۸۳-۱۳۴۶). تحقیقات اقتصادی، ۴۵(۱)، ۱-۱۷.
- پورعبادالهیان کویچ، محسن. برقی اسکویی، محمدمهدی، صادقی، سیدکمال، قاسمی، ایرج. (۱۳۹۳). تجزیه عوامل مؤثر بر تغییرات انتشار آلودگی دی اکسیدکربن در زیربخش های صنعتی ایران. فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، ۳(۹)، ۱۱۵-۱۳۱.
- جلیلی، زهرا، علوی راد، عباس، شریفی، ابراهیم. (۱۳۹۶). همزمانی مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در کشورهای منتخب اوپک: کاربردی از روش PMG. پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۶(۲۱)، ۶۳-۹۲.
- جمالی‌پور، ج. قربانی، م. کوچکی، ع. (۱۳۹۴). برآورد ارزش انتشار گازهای گلخانه‌ای دانه‌های روغنی در ایران. پژوهش‌های اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۲۲-۲۴۱.
- درگاهی، حسن، بهرامی غلامی، مینا. (۱۳۹۰). عوامل مؤثر بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در اقتصادهای منتخب کشورهای صنعتی و کشورهای صادرکننده نفت (اوپک) و توصیه‌های سیاستی برای ایران: رویکرد داده‌های پانل. پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۱(۱)، ۹۹-۷۳.
- فطرس، محمد حسن، (۱۳۸۵). مباحث از اقتصاد محیط‌زیست (مجموعه مقالات)، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا، چاپ اول.
- لطفعلی‌پور، محمدرضا، آشنا، ملیحه. (۱۳۸۹). "بررسی عوامل مؤثر بر تغییر انتشار دی‌اکسیدکربن در اقتصاد ایران". مطالعات اقتصاد انرژی، ۱۴۶-۱۲۱.
- داودی، آزاده، ناجی میدانی، علی‌اکبر. (۱۳۹۴). تحلیل تجزیه ای شاخص انتشار ترکیبات کربن (دی‌اکسیدکربن و منوکسیدکربن) در بخش های حمل و نقل و زیربخش‌های آن در ایران طی سال‌های ۱۳۷۸-۱۳۹۰. پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، ۲۳(۷۴)، ۱۱۷-۱۱۵۰.
- واثقی، الهه، اسماعیلی، عبدالکریم. (۱۳۸۸). بررسی عوامل تعیین کننده انتشار گاز CO₂ در ایران (کاربرد نظریه زیست‌محیطی کوزنتس). محیط‌شناسی: ۳۵(۵۲)، ۹۹-۱۱۰.
- Alam, S., Fatima, A., & Butt, M. S. (2007). Sustainable development in Pakistan in the context of energy consumption demand and environmental degradation. *Journal of Asian Economics*, 18(5), PP. 825-837.
- Atash, F. (2007) "The deterioration of urban environments in developing countries: Mitigating the air pollution crisis in Tehran, Iran", *Journal of Cities*, Vol. 24, No. 6, May, PP. 399-409.
- Bin Shui, Dowlatabadi Hadi. (2005). Consumer lifestyle approach to US energy use and the related CO2 emissions. *Energy Policy* 2005; 33: PP. 197-208.
- Brian C O'Neill, Brant Liddle, Leiwen Jiang, Kirk R Smith, Shonali Pachauri, Michael Dalton, Regina Fuchs (2012). Demographic change and carbon Dioxide emissions, *Lancet* 2012; 380: PP. 157-64
- Brantley, L (2014). Impact of population, age structure, and urbanization on carbon emissions/energy consumption: evidence from macro-level, cross-country analyses, *Popul Environ* (2014) 35: PP. 286-304.
- Colletaz, G. and Hurlin, C. (2006); "Threshold Effects of the Public Capital Productivity: An International Panel Smooth Transition Approach". Working Paper, 1/2006, LEO, Université d'Orléans.
- Druckman Angela, Jackson Tim (2009). The carbon footprint of UK households 1990-2004: a socio-economically disaggregated, quasi-multi-regional input-output model. *Ecol Econ*; 68, PP. 2066-2077.
- F Akpan, U., & E Abang, D. (2014). Environmental Quality and Economic Growth: A Panel Analysis of the "U" in Kuznets.
- Fan, Y., Liu, L.-C., Wu, G., & Wei, Y.-M. (2006). Analyzing impact factors of CO2 emissions using the STIRPAT model. *Environmental Impact Assessment Review*, 26(4), PP. 377-395.
- Fok, D., Van Dijk, D. & P. Franses (2004), "A Multi- Level Panel STAR Model for US Manufacturing Sectors", Working Paper, University of Rotterdam.
- Fouquau, J., Hurlin, C. & I. Rabaud (2008), "The Feldstein-Horioka Puzzle: A Panel Smooth Transition Regression Approach", *Economic Modeling*, Vol. 25, PP. 284-299.

- Gautam, M., Pandey, B., & Agrawal, M. (2018). Carbon Footprint of Aluminum Production: Emissions and Mitigation. In *Environmental Carbon Footprints* (pp. 197-228): Elsevier.
- Gonzalez, A.; Terasvirta, T.; Van Dijk, D. (2005). "Panel Smooth Transition Regression Models". *SEE/EFI Working paper Series in Economics and Finance* (604), PP. 1-33.
- Hansen, P. & A. King, (1996), "The Determinants of Health Care Expenditure: a Cointegration Approach", *Journal of Health Economics*, Vol. 15, No.1, PP. 127-137.
- Hsiao, C. (2003), *Analysis of Panel Data*, Publication by the Press Syndicate of the University of Cambridge, Second Edition.
- Jude, E. (2010); "Financial Development and Growth: A Panel Smooth Regression Approach". *Journal of Economic Development*, Vol.35, PP. 15-33.
- Nasir, M., & Rehman, F. U. (2011). Environmental Kuznets curve for carbon emissions in Pakistan: an empirical investigation. *Energy Policy*, 39(3), PP. 1857-1864.
- Orubu, C. O., & Omotor, D. G. (2011). Environmental quality and economic growth: Searching for environmental Kuznets curves for air and water pollutants in Africa. *Energy Policy*, 39(7), PP. 4178-4188.
- Nasir, M., & Rehman, F. U. (2011). Environmental Kuznets curve for carbon emissions in Pakistan: an empirical investigation. *Energy Policy*, 39(3), PP. 1857-1864.
- Pesaran, H.M. & R. Smith (1995) "Estimating Long-Run Relationships from Dynamic Heterogeneous Panels", *Journal of Econometrics*, Vol. 68, PP. 79-113.
- Qin, Zhu and Xizhe, Peng (2012). The impacts of population change on carbon emissions in China during 1978-2008, *Environmental Impact Assessment Review* 36 1-8.
- Sandanayake, M., Lokuge, W., Zhang, G., Setunge, S., & Thushar, Q. (2018). Greenhouse gas emissions during timber and concrete building construction —A scenario based comparative case study. *Sustainable Cities and Society*, 38, PP. 91-97.
- Seo, Y., & Kim, S.-M. (2013). Estimation of greenhouse gas emissions from road traffic: A case study in Korea. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28, PP. 777-787.
- Shi, A. (2003). The impact of population pressure on global carbon dioxide emissions, 1975-1996: evidence from pooled cross-country data. *Ecological Economics*, 44(1), PP. 29-42.
- Stern, D. I. (2004). The Rise and fall of the Environmental Kuznets Curve. *World Development*, 32(8), 1419-1439.
- Weber, Christoph, Adriaan, Perrels (2000). Modelling lifestyle effects on energy demand and related emissions. *Energy Policy*; 28: PP. 549-66.