مجله محیط زیست و توسعه فرابخشی
Journal homepage: https://www.envjournal.ir

تجزیه و تحلیل تابع انتشار گاز کربنیک در ایران

سمانه باقری *[۱]

۱- گروه علوم اقتصادی، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، یزد، ایران*

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۱۱
پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۹

کلمات کلیدی:
ایران
تابع انتشار گازکربنیک
تغییر رژیم
مارکف سوییچینگ
MSMH

چکیده

پیشینه و هدف: بر اساس گزارش‌های بین‌المللی انتشار گاز کربنیک در ایران در حال افزایش است و در حال حرکت به رده‌های برتر ده کشور اول در انتشار گازکربنیک است، پس پژوهش در این زمینه ضرورت می‌یابد. هدف این پژوهش، تجزیه و تحلیل تابع انتشار گاز کربنیک و متغیرهای مؤثر در این تابع با استفاده از روش مارکف سوییچینگ با دو رژیم برای دوره زمانی ۱۹۷۵ تا ۲۰۱۸ میلادی است. در پژوهش‌های انجام شده تابع انتشار گاز کربنیک برای کشور ایران بررسی نشده است. این پژوهش برای نخستین بار به بررسی تابع انتشار گاز کربنیک در کشور ایران می‌پردازد. هدف این پژوهش بررسی تابع انتشار گاز کربنیک در کشور ایران با بهره‌گیری از روش مارکوف سوییچینگ است.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش از روش مارکف سوییچینگ بهره گرفته شد. در مدل‌های مارکف سوئیچینگ، فرآیند سری زمانی، تابعی از یک متغیر تصادفی غیرقابل مشاهده است که، رژیم نام دارد. اگر سری زمانی در طی زمان با تغییر رژیم، تغییر داشته باشد، فرض ثابت بودن پارامترها در مدل‌های VAR موجه نیست و می‌توان از مدل‌های MS-VAR به عنوان جای‌گزینی مناسب استفاده شود. مدل مورد بررسی در این پژوهش، به صورت زیر است:

$$LCO_{2t} = \beta + LCO_{2t-1} + LENERGY_t + LGDP_t + (LGDP)_t^2 + U_t$$

β عرض از مبدأ، LENERGY لگاریتم مصرف انرژی سرانه، LGDP لگاریتم تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۲۰۰۵ میلادی، U جمله خطا و $(LGDP)^2$ مجذور لگاریتم تولید ناخالص داخلی به قیمت سال ۲۰۰۵ میلادی، LCO_{2t-1} لگاریتم انتشار دی اکسیدکربن برحسب کیلوگرم با یک وقفه و LCO_t لگاریتم انتشار دی اکسیدکربن (کیلوگرم در هر تولید ناخالص داخلی به قیمت دلار سال ۲۰۱۰) است. داده‌های این پژوهش از سایت بانک جهانی گردآوری شده است و از نرم افزار Oxmetrics7 برای برآورد مدل بهره گرفته شد. مدل با دو رژیم، یک رژیم با نوسان بالای انتشار گاز کربنیک و رژیم با نوسان پایین انتشار گاز کربنیک در نظر گرفته شد.

نتایج: در این پژوهش دو رژیم، شامل رژیم نوسان بالای انتشار گاز کربنیک و رژیم نوسان پایین، انتشار گاز دی‌اکسیدکربن بررسی شد. مطابق نتایج، فرضیه منحنی کوزنتس ایران به شکل U معکوس تأیید شد. مطابق نتایج، کشور ایران در ابتدای قسمت نزولی منحنی کوزنتس قرار دارد. در تابع انتشار گاز دی‌اکسیدکربن، لگاریتم انتشار گاز دی‌اکسیدکربن با یک وقفه، لگاریتم متغیر مصرف انرژی، لگاریتم تولید ناخالص‌داخلی حقیقی، لگاریتم مجذور تولید ناخالص داخلی حقیقی، به ترتیب ۰/۵۳درصد، ۰/۵۵ درصد، ۰/۴۶ درصد و ۰/۰۷۰- درصد اثر معنی‌داری بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن دارد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسؤول: samabagheri90@yahoo.com

بحث: در این مدل عرض از مبدأ رگرسیون وابسته به رژیم است. متغیر وقفه‌دار لگاریتم انتشار گاز کربنیک، تأثیر مثبت و معنی‌دار بر لگاریتم انتشار گاز کربنیک داشته است که نشان می‌دهد با افزایش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن دوره گذشته، انتشار گاز دی‌اکسیدکربن دوره بعد افزایش می‌یابد. گاز دی‌اکسیدکربن منتشر شده در یک دوره تا انتهای دوره به‌طور کامل جذب نمی‌شود و مقداری از آن به‌صورت انباره در محیط باقی می‌ماند. تمامی متغیرهای مدل با احتمال صفر در تابع معنادار شده است. بر اساس یافته‌های پژوهش، متغیرهای مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی حقیقی، مجذور تولید ناخالص داخلی حقیقی و متغیر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن با یک وقفه، اثر مثبت و معنی‌داری بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن دارند.

مقدمه

از چالش‌های اخیر کشورهای در حال توسعه، تخریب محیط‌زیست در نتیجه انتشار بی رویه CO_2 در جو است. در سال‌های اخیر افزایش مداوم انتشار دی‌اکسیدکربن مشکلات اقلیمی و محیط‌زیستی ایجاد کرده است (Wu *et al.*, 2015). اثر گلخانه‌ای به یک مشکل اجتناب‌ناپذیر تبدیل شده است که برای سلامت انسان و محیط زندگی مضر است (Wang *et al.*, 2017). گرمایش جهانی و تغییرات آب و هوایی از اصلی‌ترین مشکلات جهانی هستند (Mirzaei & Bekri, 2017). گزارش (IPCC, 2014) نشان داد انتشار CO_2 تقریباً ۷۸ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای را تشکیل می‌دهد. غلظت گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر به سرعت افزایش یافته است.

انتشار CO_2 ناشی از مصرف انرژی بیش از ۳/۲ از کل انتشار گازهای گلخانه‌ای و حدود ۷۰ درصد از کل انتشار CO_2 کل جهان را تشکیل می‌دهد (Balli *et al.*, 2020). در سطح جهانی، انتشار دی‌اکسیدکربن به GT ۱/۳۳ با غلظت ppm ۳۹۵ در سال ۲۰۱۸ افزایش یافته است (Eonzio & Zonderva, 2020). انتشار گاز کربنیک در جهان که اغلب با فعالیت انسان‌ها ایجاد می‌شود، منجر به تغییرات آب و هوایی در جهان می‌شود که می‌توان به پدیده‌های سیل، پدیده ال‌نینو و گرم شدن کره زمین اشاره کرد. تغییرات آب و هوایی ایجاد شده در اثر انتشار گاز کربنیک خاص یک کشور و یک منطقه جغرافیایی نیست و این اثرات به کل کره زمین منتقل می‌شود.

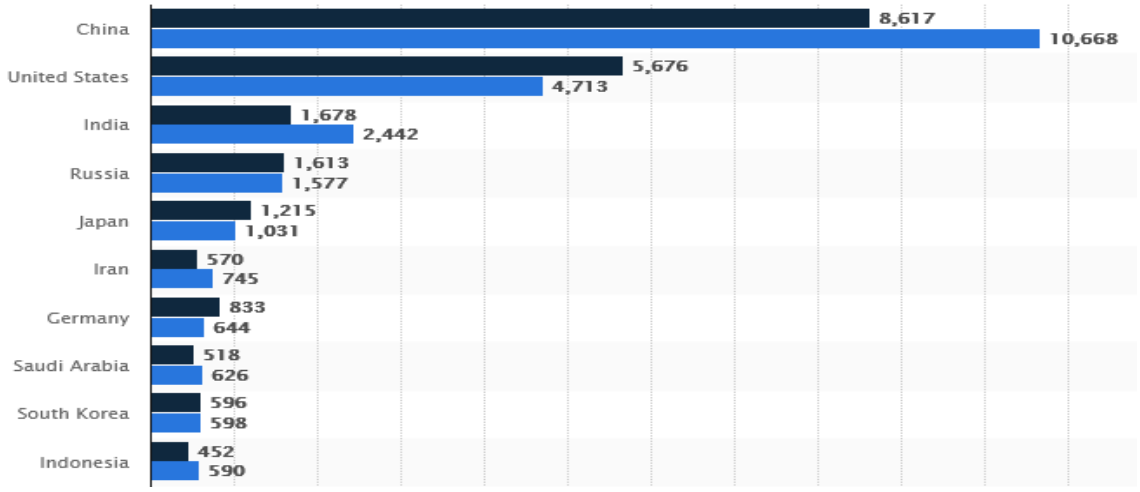
تاکنون چندین توافق بین‌المللی برای کاهش آلودگی و جلوگیری از تغییرات آب و هوایی انجام شده است. در دسامبر سال ۱۹۹۷، پروتکل کیوتو در سازمان ملل متحد در مورد تغییرات محیط‌زیست به تأیید کشورها رسید. اجلاس ژوهانسبورگ و ریودوژانیرو نیز در همین راستا برگزار شد. پروتکل کیوتو در سال ۱۹۹۷ با هدف کاهش گازهای گلخانه‌ای که منجر به تغییرات آب و هوایی می‌شود، ایجاد شد. هدف پروتکل کیوتو، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به ۵/۲ درصد کم‌تر از سطح ۱۹۹۰ طی دوره بین ۲۰۰۸ و ۲۰۱۲ بود و از سال ۲۰۰۵ به اجرا درآمد. این نگرانی وجود دارد که دنبال کردن رشد اقتصادی که هدف کشورهاست، به انتشار آلودگی بیش‌تر منجر شود. این تغییرات آب و هوایی می‌تواند منجر به تغییرات بزرگی در محیط‌زیست انسان‌ها شود که باید مورد توجه قرار گرفته شود. از دیگر معاهده‌های بین‌المللی، توافق‌نامه پاریس است که طی آن برای مبارزه با تغییرات آب و هوایی ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای، ۱۹۵ کشور در معاهده آب و هوای پاریس (COP21) در دسامبر ۲۰۱۵ توافق کردند. این توافق، یک برنامه جهانی با این هدف بود که در پایان قرن بیست و یکم، گرمایش جهانی به ۲ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با سطح قبل از صنعتی محدود شود (Shahbaz *et al.*, 2022). در اوایل دهه ۲۰۰۰ میلادی، آژانس بین‌المللی انرژی (IEA) از کشورهای در حال توسعه خواست تا در سیاست یارانه انرژی تجدید نظر کنند (Hosseini *et al.*, 2019). گرم شدن کره زمین ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای به دلیل مصرف گسترده و وابستگی به منابع انرژی فسیلی برای تأمین توسعه اقتصادی است (Chiu *et al.*, 2017).

مطابق شکل ۱ کشور ایران در سال ۲۰۲۰ میلادی از نظر انتشار گاز کربنیک قبل از آلمان و کره جنوبی و در ردیف ششم جدول بیش‌ترین انتشار گاز کربنیک قرار می‌گیرد. ایران به عنوان یک کشور در حال توسعه که بیش‌ترین درآمد خود را از صادرات نفت به دست می‌آورد، در جایگاه

قبل کشورهای آلمان و کره جنوبی قرار می‌گیرد که کشورهای توسعه یافته هستند، از لحاظ اقتصادی توجیه اقتصادی ندارد و این میزان انتشار گاز کربنیک در اثر مصرف انرژی حاصل می‌شود که در این زمینه باید سیاست‌گذاری مناسب شود. انتشار گاز کربنیک در سال ۲۰۲۰ نسبت به سال ۲۰۱۰ افزایش داشته است، که باید مورد توجه سیاست‌گذاران قرار گیرد.

گرمایش جهانی و تغییرات آب و هوایی ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای مانع توسعه پایدار سیستم‌های انسانی و طبیعی می‌شود. در سال ۲۰۱۷ میلادی، غلظت گازهای گلخانه‌ای به ۴۰۷ ppm رسیده است که بالاترین میزان به‌دست آمده در طول ۸۰۰۰۰۰ سال گذشته بوده است. در همان سال میانگین دمای جهانی ۱/۱ درجه سانتی‌گراد از سطح قبل از صنعتی شدن فراتر رفت که منجر به سه سال از گرم‌ترین سال‌ها در تاریخ شد. انتشار گازهای گلخانه‌ای و گرمایش زمین با سرعت بی‌سابقه‌ای افزایش می‌یابد (Zho *et al.*, 2018). حفظ محیط‌زیست پایدار، چالش عظیم کشورهای صادرکننده نفت است که صنعتی شدن می‌تواند منجر به مصرف سوخت فسیلی و تخریب محیط‌زیست شود (Mahmood *et al.*, 2020). با گسترش تولید، ضایعات بیش‌تری به محیط‌زیست وارد شد.

رشد اقتصادی و مصرف انرژی به عنوان عامل اصلی فرآیند تخریب محیط‌زیست محسوب می‌شود. انتخاب سیاست‌های رشد اقتصادی برای کاهش تخریب محیط‌زیست از سوی سیاست‌گذاران بین محیط‌زیست و رشد اقتصادی، چالش بزرگی محسوب می‌شود. انرژی یک منبع استراتژیک است که بر نتایج جنگ‌ها تأثیر می‌گذارد، توسعه اقتصادی را تقویت می‌کند و باعث آلودگی محیط‌زیست می‌شود. در عصر جهانی شدن، افزایش سریع تقاضا برای انرژی و وابستگی کشورها به انرژی نشان دهنده این است که انرژی یکی از بزرگ‌ترین مشکلات جهان در قرن آینده خواهد بود. این امر نیاز به منابع جای‌گزین و تجدیدپذیر انرژی دارد (Saidi & Hammami, 2015). تئوری‌های رشد اقتصادی سنتی، بر نیروی کار و سرمایه به عنوان عوامل اصلی تولید تمرکز دارند و اهمیت انرژی در فرآیند رشد را نادیده می‌گیرند (Stern & Cleveland, 2004). به عقیده بسیاری از اکولوژیست‌ها، در دهه‌های آینده به دلیل انتشار گازهای گلخانه‌ای، کره زمین با بحران‌های شدید محیط‌زیستی روبه‌رو خواهد شد. روند روزافزون شهرنشینی که با افزایش انرژی همراه است، در کشورهای در حال توسعه، نگرانی فزاینده سیاست‌گذاران را به همراه داشته است. در ظاهر تناقض رشد اقتصادی و آلودگی به نظر می‌رسد. تجربه بسیاری از کشورهای پیشرفته حاکی از این است که اگر مسیر رشد اقتصادی به درستی پیموده شود، نه تنها تضادی وجود ندارد، بلکه رشد اقتصادی سبب بهبود شرایط محیط‌زیستی می‌شود.



مأخذ: بانک جهانی، ۲۰۲۰

شکل ۱- مقایسه انتشار گاز کربنیک در سال ۲۰۲۰ با سال ۲۰۱۰ برای ده کشور با بیش‌ترین انتشار گاز کربنیک

از مطالعاتی که به بررسی انتشار آلودگی و منحنی کوزنتس پرداخته‌اند، تحقیق Rosa و York (۲۰۰۴) است. این تحقیق نظریه کوزنتس را برای چند آلاینده مهم هوا، برای کشور اسپانیا بررسی کردند و نتیجه‌گیری شد که میزان انتشار دی‌اکسیدسولفور با نظریه کوزنتس سازگاری دارد. اما در مورد دیگر آلاینده‌ها، هم‌خوانی ندارد.

Ang (۲۰۰۷) به بررسی رابطه علی پویا بین انتشار گاز دی اکسیدکربن، مصرف انرژی و تولید در کشور فرانسه در سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۶۰ پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد رشد اقتصادی علت مصرف انرژی و آلودگی محیط زیست بوده و یک رابطه علی یک طرفه از سوی مصرف انرژی به رشد در کوتاه مدت برقرار است. با افزایش مصرف انرژی، انتشار گاز دی‌اکسیدکربن نیز افزایش می‌یابد.

Shahbaz و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی ارتباط بین رشد اقتصادی، مصرف برق، شهرنشینی و انتشار گاز CO_2 برای دوره زمانی ۱۹۷۵ تا ۲۰۱۱ و با روش پنل تصحیح خطا برای کشور امارات، پرداختند. مطابق نتایج یک U برعکس بین رشد اقتصادی و انتشار گاز CO_2 وجود دارد و مصرف برق، ارتباط شهرنشینی و تجارت بر انتشار گاز CO_2 مثبت است.

Sharma (۲۰۱۱) به بررسی رابطه تجارت، شهرنشینی، مصرف انرژی سرانه و درآمد سرانه (GDP) بر انتشار گاز CO_2 برای ۶۹ کشور شامل سه منطقه با درآمد بالا، پایین و متوسط برای دوره زمانی ۲۰۰۵- ۱۹۸۵ با استفاده از روش پنل پویا پرداختند. مطابق نتایج شهرنشینی، تجارت آزاد، GDP سرانه و شهرنشینی ارتباط مثبت با انتشار گاز CO_2 دارد.

Saidi و Hammami (۲۰۱۵) تأثیر انتشار CO_2 و رشد اقتصادی را بر مصرف انرژی، در دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۲ برای ۵۸ کشور، با استفاده از روش پنل پویا بررسی کردند. مطابق نتایج این پژوهش برای سه منطقه شامل اروپا، شمال آسیا، آمریکای لاتین و یک پنل چهار منطقه‌ای شامل کارائیب، شمال آفریقا، جنوب صحرای آفریقا و خاورمیانه، ارتباط مثبت و معنی‌داری از انتشار دی‌اکسیدکربن به مصرف انرژی وجود داشته است. رشد اقتصادی اثر مثبت در مصرف انرژی فقط برای پنل چهار منطقه‌ای اشاره شده داشته است.

Chontanawat (۲۰۲۰) به بررسی مصرف انرژی، انتشار گاز کربنیک و رشد اقتصادی در کشورهای آسه‌آن برای دوره ۲۰۱۵-۱۹۷۱ میلادی با روش علیت پرداختند. مطابق نتایج، یک رابطه بلندمدت و علیت بین متغیرها وجود دارد، که نشان می‌دهد مصرف انرژی با انتشار CO_2 مرتبط است. سیاست‌های کاهش یا صرفه‌جویی در مصرف انرژی می‌تواند اجرا شود زیرا به کاهش سطح انتشار CO_2 کمک می‌کند، بدون این‌که تأثیر زیادی بر رشد اقتصادی داشته باشد.

از مطالعات داخلی که به این موضوع پرداخته‌اند، می‌توان به مطالعات Fallahi و همکاران (۲۰۱۲) که به بررسی آزمون منحنی کوزنتس در ایران با روش LSTR برای دوره زمانی ۲۰۰۶-۱۹۹۶ با روش LSTR برای کشور ایران پرداختند. مطابق نتایج این پژوهش گاز دی اکسیدکربن به عنوان معیار انتشار آلودگی محیط زیست استفاده شد و به این نتیجه رسیدند که فرضیه کوزنتس در ایران مورد تأیید قرار نمی‌گیرد.

Anvari و Bagheri (۲۰۱۷) به بررسی منحنی کوزنتس در کشورهای اوپک با روش گشتاور تعمیم یافته برای دوره ۲۰۱۳-۱۹۹۲ میلادی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که منحنی محیط‌زیستی کوزنتس در کشورهای عضو اوپک تأیید نمی‌شود. مسیر آلودگی این کشورها هنوز به سرعت صعودی می‌باشد و به شرایط نقطه بازگشت منحنی نرسیده است. در واقع میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در این کشورها در فرآیند رشد اقتصادی به‌طور مستمر افزایش می‌یابد. رشد شهرنشینی، رشد جمعیت، مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی حقیقی بر انتشار گاز گربنیک اثر مثبت و معنی‌داری در کشورهای عضو اوپک دارد.

Anvari و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی اثر مصرف نفت خام بر انتشار گاز کربنیک در کشورهای عضو اوپک با تأکید بر حفظ محیط زیست با روش گشتاور تعمیم‌یافته برای دوره ۲۰۱۳-۱۹۹۲ میلادی پرداختند. مطابق نتایج، ضریب کشش مصرف نفت خام بر انتشار گاز کربنیک ۰/۰۶ درصد و کشش انتشار دی‌اکسیدکربن دورهٔ قبل، تجارت آزاد و رشد اقتصادی در این پژوهش به‌ترتیب ۰/۶۷، ۰/۱۱ و ۰/۲۲ درصد برآورد شده است.

Azami و همکاران (۲۰۱۸) به تخمین منحنی کوزنتس در ایران با داده های سری زمانی در ایران و داده‌های پانلی در استان‌های کشور پرداختند و به این نتیجه رسیدند که منحنی محیط زیستی کوزنتس در ایران تأیید می‌شود.

Bagheri (۲۰۲۱) به بررسی توسعه مالی بر آلودگی زیست محیطی و مصرف انرژی در کشورهای عضو اوپک با روش گشتاور تعمیم یافته، حداقل مربعات پویا و حداقل مربعات معمولی تعدیل شده در کشورهای عضو اوپک در دوره ۲۰۱۸-۱۹۹۲ می‌پردازد. مطابق نتایج این پژوهش، توسعه مالی بر آلودگی محیط‌زیستی در این کشورها در قالب سه مدل، اثر مثبت و معنی‌داری داشته است و بیان‌گر این است که توسعه مالی در این کشورها به ایجاد تکنولوژی‌های دوست‌دار محیط‌زیست نشده است. مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی و رشد شهرنشینی اثر مثبت و معنی‌داری بر آلودگی محیط زیست دارد. منحنی کوزنتس در این کشورها به شکل U معکوس تأیید می‌شود. توسعه مالی با روش حداقل مربعات پویا و حداقل مربعات معمولی تعدیل شده اثر مثبت و معناداری بر مصرف انرژی دارد. تولید ناخالص داخلی، تجارت آزاد و رشد شهرنشینی اثر مثبت و معنی‌داری بر مصرف انرژی دارند.

Anvari و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی روند و پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک در بخش‌های آلاینده در ایران برای دوره زمانی ۱۳۹۲-۱۳۳۹ پرداختند. داده‌های سه سال آخر، از سال ۱۳۹۳-۱۳۹۰ برای سنجش توان پیش‌بینی الگوها استفاده شد. پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک در بخش‌های آلاینده و کل کشور برای سال ۱۴۱۴ انجام شد. بیش‌ترین انتشار گاز کربنیک در دوره مورد بررسی، مربوط به بخش حمل و نقل و کم‌ترین مربوط به بخش صنعت بود. مطابق پیش‌بینی‌های انجام شده در سال ۱۴۱۴، بخش خدمات از بخش حمل و نقل پیشی خواهد گرفت و طبق پیش‌بینی با روش GARCH در سال ۱۴۱۴ انتشار گاز کربنیک در کل کشور به سرانه ۱۰/۰۹ متریک تن افزایش خواهد یافت.

Bagheri و Ansari Samani (۲۰۲۱) به پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک با حافظه بلندمدت برای دوره ۲۰۱۷-۱۹۷۱ در کشور ایران پرداختند. مطابق نتایج این پژوهش، انتشار گاز کربنیک در ایران در بخش های صنعت و خدمات افزایش پیدا خواهد کرد. در سال ۲۰۳۵ میلادی پیش‌بینی می‌شود، انتشار گاز کربنیک به ۷۴۵۸۷۶ هزار تن برسد، در بخش صنعت به ۲۵/۱۸ درصد از مصرف سوخت و در بخش خدمات به ۲۵/۸۹ درصد از مصرف سوخت می‌رسد.

Bagheri و Ansari Samani (۲۰۱۸) به بررسی رابطه چرخه انتشار گاز کربنیک و چرخه ادوار تجاری در ایران پرداختند. بر اساس نتایج به‌دست آمده، انتشار گاز دی-اکسیدکربن و تولید ناخالص داخلی هم‌راستا هستند. بر اساس روش فیلتر کریستیانو-فیتزگرالد، نوسانات چرخه انتشار گاز دی‌اکسیدکربن، بیش‌تر از چرخه ادوار تجاری است و براساس روش فیلتر باکسترکینگ و تحلیل طیفی، نوسانات چرخه انتشار گاز دی‌اکسیدکربن و چرخه ادوار تجاری با هم برابر است با استفاده از روش فیلتر FD، BN، همیلتون و روش فیلتر هودریک پرسکات، چرخه انتشار گاز دی‌اکسیدکربن دارای نوسان کم‌تری از چرخه ادوار تجاری است. بر اساس روش فیلترینگ، نوسانات چرخه انتشار گاز دی‌اکسیدکربن و چرخه ادوار تجاری، نتیجه واحدی به دست نیامد.

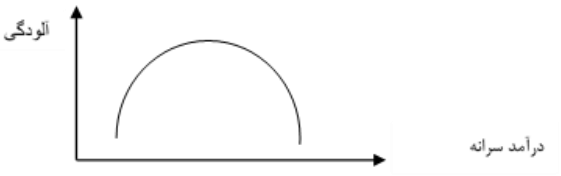
در پژوهش‌های انجام شده تابع انتشار گاز کربنیک برای کشور ایران بررسی نشده است. این پژوهش برای نخستین‌بار به بررسی تابع انتشار گاز کربنیک در کشور ایران می‌پردازد. هدف این پژوهش بررسی تابع انتشار گاز کربنیک در کشور ایران با بهره‌گیری از روش مارکوف سوییچینگ است. در این پژوهش به دنبال پاسخ به این سوالات است که تابع انتشار گاز کربنیک در کشور ایران چیست؟ چه متغیرهایی در این تابع اثر مثبت و معنی‌داری بر انتشار گاز کربنیک خواهند داشت؟ چه متغیرهایی در این تابع اثر منفی و معنی‌داری بر انتشار گاز کربنیک خواهند داشت؟ آیا منحنی محیط‌زیستی کوزنتس در ایران تأیید خواهد شد؟

مواد و روش‌ها

منحنی کوزنتس

منحنی کوزنتس رابطه آلودگی و درآمد سرانه کشور در مراحل مختلف رشد اقتصادی و به شکل U برعکس معرفی می‌شود. در مراحل اولیه ارتباط مثبت انتشار آلودگی و رشد اقتصادی وجود دارد. در سطح درآمد سرانه بالا، آلودگی شروع به کاهش می‌کند، زیرا کشور در این سطح درآمدی شروع به سرمایه‌گذاری در فناوری‌های کارآمدتر و روش‌های تولیدی جدیدتر می‌نماید. این منحنی با مراحل توسعه کشورها در ارتباط است. در مرحله اولیه که سطح کشاورزی نامیده می‌شود، چون کشور هنوز صنعتی نشده است، سطح درآمد سرانه و آلودگی پایین است. هنگامی‌که به مرحله صنعتی شدن نزدیک می‌شود، آلودگی افزایش می‌یابد. در سطوح بالای توسعه، تغییرات ساختاری به سمت فناوری برتر حرکت می‌کند و تقاضا برای افرایش کیفیت محیط‌زیست افزایش می‌یابد (Anvari & Bagheri, 2017). فرضیه منحنی محیط‌زیستی کوزنتس به اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست می‌پردازد و ارتباط بین درآمد سرانه حقیقی و شاخص‌های کیفیت محیط‌زیست در قالب منحنی محیط‌زیستی کوزنتس در قالب سه اثر مقیاس، اثر ترکیب و اثر فنی و تکنولوژیک، را مطرح می‌کند. اثر مقیاس، تغییر در اندازه فعالیت‌های اقتصادی، اثر ترکیب تغییر ترکیب یا سبد کالاهای تولیدی و اثر فنی تغییر در فن و شیوه تولید و تغییر به سمت استفاده از فناوری پاک را نشان می‌دهند (Vukina *et al.*, 1999). به نقطه هندسی روی منحنی کوزنتس که در آن سطح درآمد سرانه، آلودگی محیط‌زیست با افزایش درآمد سرانه، کاهش می‌یابد را نقطه بازگشت گفته می‌شود (Galeotti *et al.*, 2008).

در شکل ۲ منحنی به شکلU برعکس کوزنتس نشان داده شده است. که در مرحله اول منحنی با افزایش درآمد سرانه کشور، آلودگی افزایش می‌یابد و پس از رسیدن به نقطه اوج منحنی، با افزایش درآمد سرانه کشور، الودگی کاهش می‌یابد.



مأخذ: *Yabuta*، ۲۰۰۳

شکل ۲- منحنی کوزنتس

روش مارکوف سوییچینگ

در مدل‌های مارکف سوئیچینگ، فرآیند سری زمانی را تابعی از یک متغیر تصادفی غیرقابل مشاهده (S_t) فرض می‌کنند که رژیم نام دارد که در تاریخ t، فرآیند سری زمانی مورد نظر قرار داشته است. S_t یک متغیر تصادفی است که فقط مقادیر صحیحی به خود می‌گیرد. احتمال این‌که S_t برابر مقدار خاص j باشد، فقط به مقدار گذشته دوره قبل بستگی داشته باشد، آن‌گاه:

$$P\left\{S_t=\frac{j}{S_{t-1}}=i,S_{t-2}=k,\dots,S_{t-n}=n\right\}=P\left\{S_t=\frac{j}{S_{t-1}}=i\right\}=P_{ij} \quad (۱)$$

چنین فرآیندی یک زنجیره مارکوف با n رژیم با احتمال‌های گذار P_{ij} است که، P_{ij} است که، احتمال انتقال از رژیم iام به j را نشان می‌دهد (Zobeiri & Nademi, 2015). اگر سری زمانی در طی زمان با تغییر وضعیت (رژیم) داشته باشد، فرض ثابت بودن پارامترها در مدل‌های VAR موجه نیست و می‌توان از مدل‌های MS-VAR به عنوان جای‌گزینی مناسب استفاده شود. ایده اصلی در این روش این است که پارامترهای مدل VAR به تغییر رژیم s_t بستگی دارد و s_t قابل مشاهده نیست و فقط می‌توان احتمال مربوط به آن را به‌دست آورد. در این صورت چگالی سری زمانی قابل مشاهده y_t صورت فرمول زیر خواهد بود.

$$P(y_t|Y_{t-1}, s_t=1)=\begin{cases}f(y_t|y_{t-1},\theta_1 \ if \ s_t=1\\ f(y_t|y_{t-1},\theta_n \ if \ s_t=n\end{cases} \quad (۲)$$

در معادله (۲) θ_n بردار پارامترهای مدل VAR در رژیم‌های مختلف است و $[Y_{t-j}]_{j=1}^{\infty}$ نشان دهنده Y_{t-1} است. برای یک رژیم مشخص، S_t و y_t را می‌توان به وسیله مدل VAR(P) زیر نشان داد.

$$y_t = v(s_t) + A_1(s_t)y_{t-1} + \cdots + A_p s_t y_{t-p} + u_t$$

(۳)

در معادله (۳) $u_t \sim NID[0, \sum s_t]$ است. برای کامل کردن فرآیند ایجاد داده‌ها نیاز است که نحوه تغییر رژیم S_t شناسایی شوند (Asgharpour & Mehdiloo, 2014)

نتایج

مدل مورد بررسی در این پژوهش برگرفته از Oh و Lee (۲۰۰۶) و Hang و Sheng-yuan (۲۰۱۱) است.

$$LCO2_t = constant_t + LCO2_{t-1} + LENERGY_t + LGDP_t + (LGDP)_t^2 + U_t$$

(۴)

در معادله (۴) β عرض از مبدأ، LENERGY لگاریتم مصرف انرژی سرانه، LGDP لگاریتم تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۲۰۰۵ میلادی، U جمله خطا و $(LGDP)^2$ مجذور لگاریتم تولید ناخالص داخلی به قیمت سال ۲۰۰۵ میلادی، LCO_{2t-1} لگاریتم انتشار دی اکسیدکربن برحسب کیلوگرم با یک وقفه و LCO_t لگاریتم انتشار دی اکسیدکربن (کیلوگرم در هر تولید ناخالص داخلی به قیمت دلار سال ۲۰۱۰) است. دوره زمانی این پژوهش از سال ۱۹۷۵ تا ۲۰۱۸ میلادی است. داده‌های این پژوهش از سایت بانک جهانی گردآوری شده است و از نرم افزار Oxmetrics7 برای برآورد مدل بهره گرفته شد. مدل با دو رژیم، یک رژیم با نوسان بالای انتشار گاز کربنیک و رژیم با نوسان پایین انتشار گاز کربنیک در نظر گرفته شد.

برآورد مدل با روش MSMH

جدول ۱- برآورد مدل با روش MSMH

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t	احتمال
$LCO2_{t-1}$	۰/۵۳	۰/۱۲	۴/۲۲	۰/۰۰
LENERGY	۰/۵۵	۰/۰۲	۲۲/۶	۰/۰۰
LGDP	۰/۴۶	۰/۰۴	۱۰/۷	۰/۰۰
$(LGDP)^2$	-۰/۰۷	۰/۰۰	-۱۷/۶	۰/۰۰
CONSTANT(0)	-۱/۰۳	۰/۳۹	-۲/۶۳	۰/۰۰
CONSTANT(1)	-۱/۱۱	۰/۳۸	-۲/۸۹	۰/۰۰

مطابق جدول ۱ انتشار دی اکسیدکربن با یک وقفه مطابق مطالعات Ren و همکاران (۲۰۱۴) و Manaji و همکاران (۲۰۰۹) است. استفاده از لگاریتم متغیرها با تصریح بهتر مدل همراه بوده است. وقفه انتشار دی‌اکسیدکربن با یک وقفه، بر انتشار دی‌کسیدکربن دوره بعد اثر مثبت و معنی‌داری دارد که نشان دهنده پویایی مدل است. متغیر وابسته لگاریتم انتشار دی‌اکسیدکربن بر حسب کیلوگرم، لگاریتم مصرف انرژی با ضریب ۰/۵۵ بر روی انتشار دی‌اکسیدکربن اثر مثبت دارد. لگاریتم تولید ناخالص داخلی، اثر مثبت بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد و با ضریب ۰/۴۶ درصد اثر مثبت بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد.

توان دوم تولید ناخالص داخلی ضریب منفی ۰/۰۷ درصد بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد، اثر منفی و معنی‌داری بر انتشار گاز کربنیک دارد که نشان دهنده تأیید منحنی محیط زیستی کوزنتس است، که به شکل U معکوس تأیید شد. ضرایب ثابت، موافق رژیم هستند. ضریب مجذور تولیدناخالص داخلی کوچک است و نشان‌گر این است که کشور ایران در ابتدای قسمت نزولی منحنی کوزنتس قرار دارد.

در این مدل عرض از مبدأ رگرسیون وابسته به رژیم است. متغیر وقفه‌دار لگاریتم انتشار گاز کربنیک، تأثیر مثبت و معنی‌دار بر لگاریتم انتشار گاز کربنیک داشته است که نشان می‌دهد با افزایش انتشار گاز کربنیک دوره گذشته، انتشار گاز کربنیک دوره بعد افزایش می‌یابد. گاز دی‌اکسیدکربن منتشر شده در یک دوره تا انتهای دوره به‌طور کامل جذب نمی‌شود و

مقداری از آن به‌صورت انباره در محیط باقی می‌ماند. تمامی متغیرهای مدل با احتمال صفر در تابع معنادار شده است.

جدول ۲- آزمون LR

آماره آزمون	آزمون LR
۰/۰۰	۱۷/۸۵

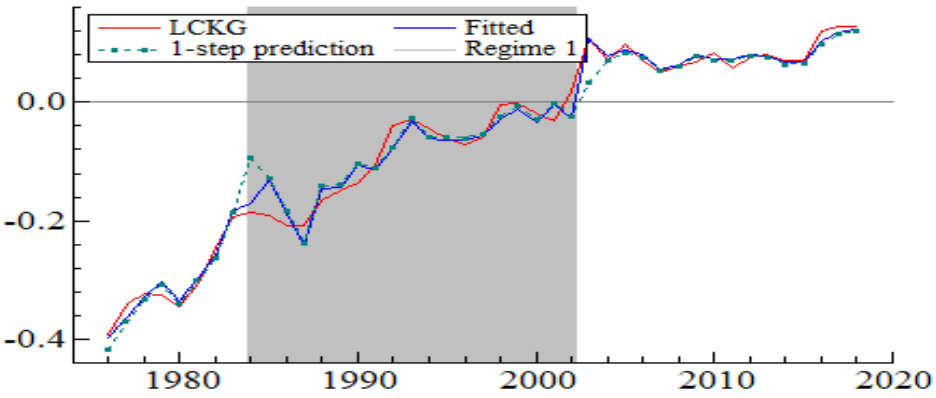
مطابق جدول ۲، احتمال آزمون LR کم‌تر از ۵ درصد است و نشان می‌دهد برآورد مدل غیرخطی پذیرفته می‌شود و می‌توان از روش کارکوف سوییچینگ بهره گرفت.

جدول۳- ماتریس احتمال انتقال

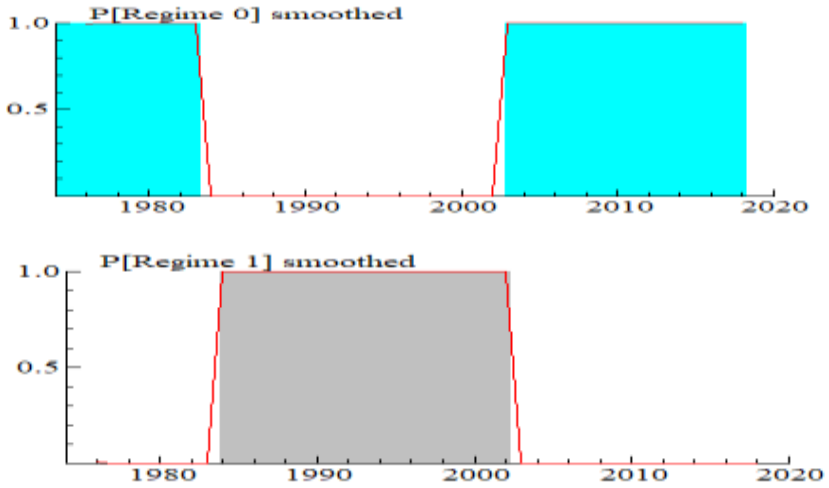
P(0|0)	۰/۹۵
P(1|1)	۰/۹۴

مطابق جدول ۳، احتمال ماندن در رژیم صفر ۹۵ درصد، احتمال ماندن در رژیم یک، ۹۴ درصد، احتمال انتقال از رژیم صفر به یک، ۵ درصد است و ماتریس احتمال انتقال از رژیم یک به رژیم صفر معادل، ۶ درصد است. پس می‌توان از دو رژیم در این مدل استفاده کرد. رژیم با نوسان کم انتشار گاز کربینک و رژیم با نوسان بالای انتشار گاز کربنیک می‌توان در این مدل بهره گرفت.

در شکل ۳ دو رژیم با نوسان بالا و نوسان پایین نشان داده می‌شود. قسمت خاکستری رنگ، نوسان بالای انتشار گاز دی‌اکسیدکربن و قسمت سفید، ناحیه نوسان پایین انتشار گاز دی‌اکسیدکربن است، که نشان می‌دهد در نمودار دارای دو رژیم در انتشار گاز کربنیک بوده است. یک رژیم دارای انتشار گاز کربینک پایین و رژیم دارای انتشار گاز کربنیک بالا در نمودار خود تجربه کرده است.



شکل ۳- تغییر رژیم انتشار گاز کربنیک



شکل ۴- احتمالات هموار شده انتشار گاز کربنیک به ترتیب در رژیم یک و دو

مطابق شکل ۴، رژیم یک، شامل رژیم کم نوسان انتشار گاز کربنیک بر حسب کیلوگرم از سال ۱۹۷۵ تا ۱۹۸۲ و از سال ۲۰۰۲ تا سال ۲۰۱۸ میلادی است و رژیم کم نوسان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن برحسب کیلوگرم، از سال ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۲ میلادی است. رژیم یک، شامل رژیم کم نوسان انتشار گاز کربنیک بر حسب کیلوگرم از سال ۱۹۷۵ تا ۱۹۸۲ و از سال ۲۰۰۲ تا سال ۲۰۱۸ میلادی است و رژیم کم نوسان انتشار گاز دی اکسیدکربن برحسب کیلوگرم، از سال ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۲ میلادی است.

بحث

انتشار گاز گربنیک و آلودگی که منجر به تغییرات آب و هوایی و تغییر اقلیم در جهان می‌شود از معضلات دولت‌هاست. کشور ایران عضو ده کشور از کشورهای با انتشار گاز کربنیک در این پژوهش به بررسی تابع انتشار گاز کربنیک برای کشور ایران با استفاده از روش مارگوف سوییچینگ برای دوره ۲۰۱۸-۱۹۷۵ میلادی پرداخته شد. مطابق نتایج این پژوهش، مصرف انرژی، لگاریتم تولید ناخالص داخلی و لگاریتم انتشار گاز کربنیک با یک وقفه، اثر مثبت و معنی‌داری بر انتشار گاز کربنیک خواهند داشت. به دلیل این که مجذور لگاریتم تولید ناخالص داخلی معنی‌دار شد، منحنی کوزنتس در کشور ایران تأیید می‌شود. معناداری لگاریتم انتشار گاز کربنیک با یک وقفه در این تابع، به این مفهوم است که انتشار گاز کربنیک در دوره‌های قبل در محیط باقی می‌ماند و بر انتشار گاز کربنیک دوره بعد اثر دارد و نشان دهنده پویایی مدل است.

لگاریتم مصرف انرژی در تابع اثر مثبت و معنی‌دار در تابع دارد و به این معنا است که با افزایش مصرف انرژی، انتشار گاز کربنیک افزایش خواهد یافت. لگاریتم تولید ناخالص داخلی اثر مثبت و معنی‌داری در تابع انتشار گاز کربنیک دارد و به این معنی است که افزایش تولید ناخالص داخلی به انتشار گاز کربنیک می‌انجامد. لگاریتم انتشار گاز کربنیک با یک وقفه اثر مثبت و معنی‌داری در تابع دارد و نشان می‌دهد که هر چه مقدار انتشار گاز کربنیک در دوره قبل بیش‌تر باشد در محیط باقی مانده و سبب انتشار گاز کربنیک در دوره بعد خواهد شد.

چون ضریب مجذور لگاریتم تولید ناخالص داخلی ۰/۰۷- است و مقدار ضریب کوچک است، پس می‌توان به این نتیجه رسید که این کشور در ابتدای منحنی کوزنتس قرار دارد و مجذور لگاریتم انتشار گاز کربنیک در تابع تأیید شد و به این معنی است که منحنی کوزنتس در کشور ایران تأیید می‌شود.

مطابق نتایج پژوهش در تابع انتشار گاز کربنیک، اثر مثبت لگاریتم تولید ناخالص داخلی و لگاریتم مصرف انرژی با انتشار دی اکسیدکربن مطابق با مطالعه Kasman و Duman (۲۰۱۵) است. اثر مثبت مصرف انرژی بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن با مطالعه Zhang و Nian (۲۰۱۳) و Li و Lin (۲۰۱۵) مطابقت دارد. اثر مثبت لگاریتم تولید ناخالص داخلی بر انتشار گاز کربنیک با مطالعات Pauliafito و همکاران (۲۰۰۶) و Sheng و Guo (۲۰۱۶) مطابقت دارد.

توان دوم لگاریتم تولید ناخالص داخلی تأیید شد و نشان دهنده تأیید فرضیه منحنی کوزنتس در ایران به شکل U معکوس است. کشور ایران به درجه از رشد اقتصادی که منحنی کوزنتس به شکل U معکوس باشد، رسیده است و به شرایط نقطه بازگشت منحنی محیط‌زیستی کوزنتس رسیده است. به دلیل اثر مثبت مصرف انرژی بر انتشار گاز کربنیک می‌توان استفاده از انرژی‌های پاک و سیاست‌هایی با بهره‌وری بیش‌تر انرژی پیشنهاد داد. تولید ناخالص داخلی بر انتشار گاز دی اکسیدکربن اثر مثبت و معنی‌داری دارد، پس می‌توان استفاده از تکنولوژی جدید و با آلودگی کم‌تر را پیشنهاد داد. با تأیید منحنی کوزنتس در این پژوهش رشد اقتصادی بیش‌تر در کشور ایران به کاهش آلودگی کمک می‌کند. با افزایش رشد اقتصادی و بهره‌گیری از دستگاه‌های کاهنده آلودگی و تکنولوژی مدرن در نیروگاه‌ها می‌توان از انتشار بیش‌تر آلودگی کاست.

منابع

1. **Akbari, F., Mahpour, A. and Ahadi, M.R., 2020.** Evaluation of Energy Consumption and CO_2 Emission Reduction Policies for Urban Transport with System Dynamics Approach. Environmental Modeling & Assessment.
2. **Ang, J., 2009.** CO_2 Emissions, Research and Technology Transfer in China, Ecological Economics, 68, pp. 2658-2665.
3. **Anvari, E. and Bagheri, S., 2017.** Environmental Kuznets curve test in the OPEC. Journal of Environmental Studies, 43(2), pp.317-327.

4. **Anvari, E., Bagheri, S. and Salahmanesh, A., 2017.** Effect of Crude Oil Consume on Co_2 Emissions in The OPEC Member Countries with Emphasis on Environmental Protection: A Generalized Method of Moment Approach.
5. **Anvari, E., Bagheri, S. and Salahmanesh, A., 2019.** Review and Forecast of Carbon Dioxide Gas in the Emission Sectors: The Case of Iran. Environmental Researches, 10(19), pp.147-155.
6. **Asghapour, H. and Mehdiloo, A., 2014.** The impact of inflationary environment on exchange rate pass-through on import prices in Iran: markov-Switching approach.
7. **Azami, S., 2018.** Parametric and Non-parametric Estimation of Environmental Kuznets Curve in Iran. Journal of Economic Research and Policies, 26(87), pp.221-247.
8. **Bagheri, S. and Ansari Saman, H., 2021.** Forecast carbon dioxide emissions from fossil fuel consumption and environmental changes: Case study of Iran. Journal of Geography and Environmental Hazards, 10(3), pp.105-122.
9. **Bagheri, S. and Ansari Samani, H., 2020.** Investigating the relationship between carbon dioxide emission cycle and business cycle: A case study of Iran. Journal of Iranian Economic Issues, 7(2), pp.65-86.
10. **Bagheri, S. and Samani, H.A., 2018.** Forecast of carbon dioxide emissions in Iran and polluting sectors: Long-term memory approach.
11. **Bagheri, S., 2021**. Effect Financial Development on the Environmental Pollution and Energy Consumption in the OPEC Countries.
12. **Balli, E., Nugent, J., Coskun, N. and Sigeze, C., 2020.** The relationship between energy consumption, CO_2 emissions, and economic growth in Turkey: evidence from Fourier approximation. Environmental Science and Pollution Research.
13. **Beckerman, W.B., 1972.** Economic development and the environment: a false dilemma. International Conciliation 586, PP. 57-71
14. **Change, C., 2007**. Climate change impacts, adaptation and vulnerability. Sci. Total Environ, 326(1-3), pp. 95-112.
15. **Chiu, Y.B., 2017.** Carbon dioxide, income and energy: evidence from a non-linear model. Energy Econ. 61, PP. 279–288.
16. **Chontanawat, J., 2020**. Relationship between energy consumption, CO2 emission and economic growth in ASEAN: Cointegration and causality model. *Energy Reports*, *6*, pp.660-665.
17. **De bruyn, S.M, Van Den Bergh, J.C. and Opschoor, J.B., 1998**. Economic Growth and Emissions: Reconsidering the Emprical Basis of Environment Kuznets Curves. Ecological Economics. 25, PP. 161-175.
18. **Eonzio, G. and Zonderva, E., 2020.** Analysis and Optimization of Carbon Supply Chains Integrated to a Power to Gas Plant in Italy. Computer Aided Chemical Engineering. 48, pp.325-330.
19. **Eugene, A.R., York, R. and Dietz, T., 2004.** Tracking the Anthropogenic Drivers of Ecological Impacts. Ambio, 33(8), pp.509-512.
20. **Fallahi, F., Asgharpur, H., BehboudiE, D. and Pouranazmi, S., 2012.** An Emprical Test OF THE Environmetal KUZNETS Curve in IRAN Using the LSTR Approach.
21. **Galeotti Marzio and others. 2008.** On the Robustness of Robustness Checks of the Environmental Kuznets Curve Hypothesis, *Environ Resource Econ.* 42, PP. 551–574.
22. **Gradus, R. and Smulders, S., 1993.** The Trade- off Between Environmental Care and Long-Term Growth Pollution in Three Prototype Growth Model. Journal of economic. 58, PP. 25-51.
23. **Hang, G. and Sheng-Yuan, J., 2011.** The relationship between CO_2 emissions, economic scale, technology, income and population in China. Procedia Environmental Science, 11, pp. 1183-1188.
24. **Hosseini, S.M., Saifoddin, A., Shirmohammadi, R. and Aslani, A., 2019.** Forecasting of CO_2 emissions in Iran based on time series and regression analysis. Energy Reports.5, PP. 619-630.
25. **Kasman, A. and Duman, Y.S., 2015.** CO_2 emission, economic growth, energy consumption, trade and urbanization in new Eu member and candidate countries: a panel data analysis. Economic Modeling, 44, pp. 97-103.
26. **Li, K. and Lin, B., 2015.** Impact of urbanization and industrialization on energy consumption and CO_2 emissions: does the level of development matter.

Renewable and Sustainable Energy Review, 52, pp. 1107-1122.

27. **Mahmood, H., Tawfik, T., Alkhateeb, Y. and Furqan, M., 2020.** Industrialization, urbanization and CO_2 emissions in Saudi Arabia: Asymmetry analysis, Energy Reports, 6, pp. 1553-1560.
28. **Manaji, M., Hibiki, A. and Tsurumi, T., 2009**. Dose trade openness improve envirommental quality. Journal of Envirommental Economics and Management, 58, pp. 346-363.
29. **Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J. and Behrens, W., 1972.** The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind. Earth Island, London.
30. **Mirzaei, M. and Bekri, M., 2016.** Energy consumption and CO_2 emissions in Iran, 2025. Environmental Research 154 (2017) 345–351.
31. **Mugableh, M.I., 2013.** Analysing the CO_2 Emission Function in Malysia: Autoregressive Distributed Lag Approach, Procedia Economics and finance, 5, pp. 571-580.
32. **Oh, W. and Lee, K., 2006.** Causal relationship between energy consumption and gdp: the case of Korea 1970-1999. Energy Economics, 26, pp. 51-59.
33. **Puliafito, S., Puliafito, J. and Grand, M., 2006.** Modeling population dynamics and economic growth as competing species: an application to CO_2 global emission. Ecological Economics, 65: 602-615.
34. **Ren, S., Yuan, B., Ma, X. and Chen, X., 2014.** International trade, FDI (foreign direct investment) and embodied CO_2 emissions: a case study of china industrial sector. China Economist Review, 28, pp. 123-134.
35. **Saidi, K. and Hammami, S., 2015.** The Impact of CO_2 Emissions and Economic Growth on Energy Consumption in 58 Countries. Energy Reports, 1, pp. 62–70.
36. **Shahbaz, M., Sbia, R., Hamdi, H. and Ozturk, I., 2014.** Economic Growth, Electricity Consumption, Ubanization and Environment Degradation Relationship in United Arab Emirates. Ecological Indicators, 45, pp. 622-631.
37. **Sharma, S.S., 2011.** Determinats of Carbon Dioxd Emissions: Emprical Evidence from 69 Countries. Applied Energy, 88, pp. 376-382.
38. **Sheng, P. and Guo, X., 2016.** The long-run and short-run impact of urbanization on CO_2 emission. Economid Modeling, 53, pp. 208-215.
39. **Stern, D.I. and Cleveland, C.J., 2004.** Energy and economic growth. Rensselaer Polytechnic Institute, Rensselaer Working Papers in Economics No. 0410.
40. **Vukina, T.J, Beghin, E.G. and Solakoglu, E., 1999.**Transition to markets and the environment: Effects of the change in the composition of manufacturing output,Environment and Development Economics, Vol. 4, pp. 582-598.
41. **Vukina, T.J. Beghin, E.G. and Solakoglu, E., 1999.** Transition to markets and the environment: Effects of the change in the composition of manufacturing output, Environment and Development Economics. 4, pp. 582-598.
42. **Wu, L., Liu, S., Liu, D., Fang, Z. and Xu, H., 2015.** Modelling and forecasting CO_2 emissions in the BRICS (Brazil, Russia, India, China, and South Africa) countries using a novel multi-variable grey model. Energy 79, PP. 489–495.
43. **Yabuta, M., 2003.** Simple Theoretical Analysis the Environment Kyznets Curve. Chuo University. 45, PP.1-21.
44. **Yabuta, M., 2003.** Simple Theoretical Analysis the Environment Kyznets Curve. Chuo University. 45., PP.1-21.
45. **Zhang, C. and Nian, J., 2013.** Panel estimation for transport sector CO_2 emission and its affecting factors: a regional analysis in china. Energy Policy, 63, pp. 918-926.
46. **Zhou, Y., Chen, X., Tan, X., Liu, C., Zhang, S., Yang, F., Zhou, W. and Huang, H., 2018.** Mechanism of CO_2 Emission Reduction by Global Energy Interconnection. Global Energy Interconnection.1(4), pp. 409-419.
47. **Zobeiri, H. and Nademi, Y., 2015.** Exchange Rate Gap Effect on Unemployment Rate in Iran Using Markov-Switching model (in Persian). The Journal of Planning and Budgeting, 20(1), pp.109-136.

Analysing the CO_2 Emission Function in Iran

Samaneh Bagheri[*1]

1*- Department of Economics, Faculty of Economics, Managment and Accounting, Yazd University, Yazd, Iran.

Abstract

Introduction: According to international reports, the emission of carbon dioxide in Iran is increasing and it is moving to the top ranks of the first ten countries in the emission of carbon dioxide, research in this field is necessary. The purpose of this research is to analyze the carbon dioxide emission function and the effective variables in this function using the Markov switching method with two regimes for the period from 1975 to 2018. In the conducted researches, the carbon dioxide emission function for Iran has not been investigated. For the first time, this research examines the carbon dioxide emission function in Iran. The purpose of this research is to investigate the carbon dioxide emission function in Iran using the Markov switching method.

Material and methods: Markov switching method was used in this research. In Markov switching models, the time series process is a function of an unobservable random variable called the regime. If the time series changes over time with regime change, the assumption of constant parameters in VAR models is not justified. MS-VAR models can be used as a suitable replacement. The model examined in this research is as follows:

$$LCO2_t = \beta + LCO2_{t-1} + LENERGY_t + LGDP_t + (LGDP)_t^2 + U_t$$

In the above model, LENERGY logarithm of energy consumption per capita, LGDP is the logarithm of gross domestic product at constant prices in 2005. U term error and $(LGDP)^2$, The square of the logarithm of GDP in 2005 price $LCO2_{t-1}$ is the logarithm of carbon dioxide emissions in kilograms with one break and LCO_t is the logarithm of carbon dioxide emissions (kg per GDP in 2010 dollars). The data of this research was collected from the World Bank website and Oxmetrics7 software was used to estimate the model. The model was considered with two regimes, a regime with high fluctuation of carbon dioxide emission and a regime with low fluctuation of carbon dioxide emission.

Results: In this research, two regimes, including the regime of high fluctuation of carbon dioxide emission and the regime of low fluctuation of carbon dioxide emission, were investigated. According to the results, the hypothesis of Iran's Kuznets curve in the shape of an inverted U was confirmed. According to the results, Iran is at the beginning of the downward part of the Kuznets curve. In the function of carbon dioxide gas emission, the logarithm of carbon dioxide gas emission with one break, the variable logarithm of energy consumption, the logarithm of real gross domestic product, the squared logarithm of real gross domestic product, respectively 0.53%, 0.55%, 0.46% and -0.070 % has a significant effect on the emission of carbon dioxide gas.

Discussion In this model, the width of the regression origin is dependent on the regime. The intermittent variable of the logarithm of carbon dioxide emissions has had a positive and significant effect on the logarithm of carbon dioxide emissions, which shows that with the

* Corresponding Author's email: samabagheri90@yahoo.com

increase in the carbon dioxide emissions of the previous period, the carbon dioxide emissions of the next period will increase. The carbon dioxide gas released in a period is not completely absorbed until the end of the period, and some of it remains in the environment as storage. All variables of the model are significant with zero probability in the function. Based on the findings of the research, variables of energy consumption, real gross domestic product, real gross domestic product squared and carbon dioxide gas emission variable have a positive and significant effect on carbon dioxide gas emission.

Keywords: Iran, Carbon Dioxide Emission Function, Regime Change, Markov Switching, MSMH.