The effect of renewable energy and financial development on carbon emissions based on consumption in Iran

Abstract

The current research has investigated the effect of financial development and renewable energy consumption on carbon emission based on consumption in Iran by controlling the variables of economic growth and electricity consumption in the period from 1990 to 2021. Based on the purpose of the research, autoregressive distributed lag estimators, fully modified ordinary least squares, dynamic ordinary least squares and gradual shift causality test have been used. The results clearly show that financial development and consumption of renewable energy reduce carbon emissions based on consumption in Iran, and economic development and financial development increase carbon emissions based on consumption. The results of the gradual shift causality test confirm the results of the main methods that has been used as an estimate. Therefore, policy makers in Iran should encourage research and development in low-carbon technologies and also target investments in renewable energy and reduce the level of import of non-renewable energy and from investment. Avoid in sectors with high energy consumption that lead to an increase in carbon emissions based on consumption.

Keywords: consumption-based CO2 emission, economic growth, financial development, renewable energy consumption

JEL Classification: Q20,Q30,Q40,Q56

اثر انرژی تجدید پذیر و توسعه مالی بر انتشار کربن بر اساس مصرف در ایران

چکیده

پژوهش حاضر اثر توسعه مالی و مصرف انرژی تجدید پذیر بر انتشار کربن بر اساس مصرف در ایران با کنترل متغیرهای رشد اقتصادی و مصرف الکتریسیته را در دوره ۱۹۹۰ الی ۲۰۲۱ بررسی کرده است. بر اساس هدف پژوهش از تخمین زننده‌های خود رگرسیونی با وقفه توزیعی، حداقل مربعات معمولی کامل تعدیل‌شده، حداقل مربعات معمولی پویا و آزمون تغییرات تدریجی علی استفاده‌شده است. نتایج به‌وضوح نشان می‌دهد توسعه مالی و مصرف انرژی تجدید پذیر باعث کاهش انتشار کربن بر اساس مصرف در ایران شده و توسعه اقتصادی و توسعه مالی انتشار کربن بر اساس مصرف را افزایش می‌دهد. نتایج آزمون تغییرات علی تدریجی تأییدکننده نتایج اصلی روش‌های مورداستفاده تخمین بوده است. ازاین‌رو سیاست‌گذاران در ایران باید تحقیق و توسعه در فن‌آوری‌های با مصرف کم‌کربن را تشویق نموده و همچنین سرمایه‌گذاری‌ها در انرژی‌های تجدید پذیر را هدف قرار داده و از سطح واردات انرژی‌های تجدید ناپذیر را کاهش داده و از سرمایه‌گذاری در بخش‌های با مصرف انرژی بالا که منجر به افزایش در انتشار کربن بر اساس مصرف شود اجتناب کنند.

کلیدواژه‌ها: انتشار کربن بر اساس مصرف، رشد اقتصادی، توسعه مالی، مصرف انرژی تجدید پذیر

طبقه‌بندی JEL : Q20,Q30,Q40,Q56

۱.مقدمه

مسئله تغییرات اقلیم از مسائل مهم بین‌المللی است. ریسک‌های تغییرات اقلیمی مانند حوادث آب و هوایی نادر که نظام زیستی و بشریت را تهدید می‌کند در ادبیات تغییرات اقلیم به‌خوبی مستند شده و ریسک‌های مرتبط را به دو گروه ریسک‌های گذرا و ریسک‌های فیزیکی تقسیم می‌کند (دافرموس و سایرین[۱] (۲۰۱۸)، هیل[۲] (۲۰۲۰)، هی و سایرین[۳] (۲۰۲۱)). ارتباط مهم بین تغییرات اقلیمی و اقتصاد از طریق انتشار گاز گلخانه‌ای ناشی از تولید کالاها تبیین می‌شود. دولت‌ها اقدامات جدی برای کاهش تغییرات اقلیمی در دهه گذشته انجام داده ودرهمین زمان انتشار گاز گلخانه‌ای موردمطالعه بسیاری از پژوهشگران بوده است. برای تعیین اثرات انتشار کربن بر محیط و متعاقباً بر اقتصاد پژوهشگران به مرزهای انتشار کربن تمرکز داشته‌اند. کنوانسیون چارچوب تغییر اقلیم در سازمان ملل[۴] حسابداری کربن را چنین تعریف کرده است؛ انتشار و حذف، در مرزهای ملی و مناطق ساحلی که کشورها بر آن حاکمیت دارد، اتفاق می‌افتد. بر این اساس انتشار کربن متعلق به تولید واحدهای تولیدی است. در این چشم‌انداز، تولیدکنندگان به‌عنوان مهم‌ترین انتشار دهنده کربن مقصر بوده در حالیکه مصرف‌کنندگان از مصرف این کالاها از جوامع تولیدکننده منتفع می‌شوند (گرسو[۵]، ۲۰۱۶). نتایج علمی جدی حاکی از آن است که در طول زمان حذف کربن در کشورهای صنعتی تا حدی مرتبط با توسعه صنایع انرژی محور در کشورهای درحال‌توسعه بوده و این درنتیجه افزایش تقاضا برای صادرات از کشورهای درحال‌توسعه به کشورهای توسعه‌یافته است. یان و سایرین[۶] (۲۰۲۰) بیان می‌کنند کشورهای توسعه‌یافته به شیوه‌ای انتشار را به کشورهای درحال‌توسعه منتقل می‌کنند. ازاین‌رو محاسبه کربن بر اساس مصرف به‌عنوان شیوه دیگری برای محاسبه انتشار جهانی طبق کالاهای واقعی و خدمات مصرف‌شده در یک کشور مطرح‌شده است. این نوع از اندازه‌گیری انتشار کربن به‌عنوان ردپای کربن شناخته‌شده است. اندازه‌گیری آن بر اساس اشاعاتی است که در تولید، حمل‌ونقل و فروش کالا مستتر است (وود و سایرین[۷]، ۲۰۱۹). گرسو (۲۰۱۷) بیان کرد محاسبه انتشار کربن بر اساس تولید اندازه‌گیری منصفانه‌ای برای کاهش تغییرات اقلیمی نیست، ازآنجاکه اکثر مسئولیت انتشار کربن بر شانه ملت‌های درحال‌توسعه تولید بوده و نه بر شانه ملت‌های توسعه‌یافته. مهم‌ترین کانالی که مسئولیت انتقال کربن را تا حدی از تولیدکنندگان به مصرف‌کنندگان منتقل می‌کند معاملات بین‌المللی است که بر اساس سیستم محاسباتی انتشار کربن بر اساس مصرف ایجادشده است. رویکرد مطرح‌شده می‌تواند به‌عنوان یک تغییر پارادایم درزمینهٔ پاسخگویی برای انتشار کربن طبق استانداردهای محاسبه‌ای پیچیده وجدید در این زمینه باشد. منزر[۸] (۲۰۱۳) مسئله ارتباط بین ملت‌ها از طریق معاملات و انتشار کربن مرتبط با آن در سطوح بخشی و ملی را مطرح کرده و اهمیت محاسبه انتشار کربن بر اساس مصرف رانشان داده است. او توضیح داده که تا چه حد محاسبه کربن بر اساس مصرف می‌تواند تخصیص و محاسبه انتشار آن را بر اساس تولید تغییر دهد. برای مثال هر کشور اروپایی که کالایی را از چین تقاضا می‌کند برای مصرف شهروندان اروپایی علتی برای انتشار کربن و افزایش آن در چین است و کالاهایی که از طریق مبادلات بین‌المللی به اروپا منتقل‌شده و مصرف می‌شود در یک محیط پاک‌تر مصرف می‌شود اما انتشار کربن در چین ثبت‌شده و در مرزهای آن باقی‌مانده و درنتیجه چین در رتبه بالای انتشار کربن قرار می‌گیرد؛ اما آن کالاها درون مرزهای چین مورد مصرف و تقاضا قرار نمی‌گیرد. درواقع همه آن کالاها از چین به اروپا منتقل‌شده و شامل انتشار کربنی است که در چین تولید می‌شود، ازاین‌رو انتشار کربن کالاهای واردشده طبق روش انتشار کربن بر اساس مصرف به‌حساب کشورهای واردکننده ثبت می‌شود. این رویکرد زیربنای منصفانه‌ای در جهت تسهیم مسئولیت کاهش تغییرات اقلیمی است. رویکرد انتشار کربن بر اساس مصرف طبق معاملات تعدیل می‌شوند. بدین معنی که انتشار کربن شامل کالاهای وارداتی از طریق معاملات بین‌المللی وفرا منطقه‌ای است. ازاین‌رو درواقع انتشار کربن بر اساس مصرف بخشی از انتشار کربن بر اساس تولید بوده و هر تحلیلی طبق روش مذکور راجع به انتشار جهانی کربن است. ارتباط بین انتشار کربن بر اساس مصرف و سایر متغیرهای اقتصادی و مالی باید از کانال معاملات فرا منطقه‌ای و بین‌المللی دیده شود. همچنین تفاوت محاسبه انتشار کربن بر اساس مصرف و تولید علاوه بر مسئله مسئولیت‌پذیری آن، می‌تواند ابزار بالقوه‌ای در سیاست‌گذاری کاهش تغییرات اقلیمی‌باشد. با توجه به توضیحات شفافی که در مورد اهمیت انتشار کربن بر اساس رویکرد مصرف محور ارائه شد پژوهش حاضر از دو جنبه در ادبیات موضوعی مذکور سهیم است. اول آنکه نقش توسعه مالی انرژی‌های تجدید پذیر بر اساس رویکرد انتشار کربن مصرف محور در کشور ایران موردبررسی قرارگرفته است. ازاین‌رو مطالعه حاضر نقش تأمین مالی بر انتشار کربن طبق رویکرد مصرف محور را نشان

1 Dafermos et al
2 Hale
3 He et al
4 UN Framework Convention on Climate Change
5 Grasso
6 Yan et al
7 Wood et al
8 Mozner

می‌دهد. دوم آنکه بینش روشنی راجع به اهمیت ابعاد تغییرات اقلیمی از جنبه مصرف ارائه می‌دهد. اگرچه کربن از طریق تولید در جو منتشر می‌شود، اما مسئولیت انتشار کربن می‌تواند شامل تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان کننده باشد. توسعه مالی به‌عنوان یکی از عوامل تعیین‌کننده رشد در مطالعات مبتنی برداده در مدل‌های اقتصادی استفاده‌شده است. یکی از اثرات آن از طریق کانال‌های اعتباری بخش مالی است که عمده تأمین مالی مصرف واردات و تولید صادرات را انجام می‌دهد. همچنین کانال مذکور درتامین مالی سرمایه‌گذاری انرژی‌های تجدید پذیر نقش داشته و اثر غیرمستقیمی بر انتشار کربن در رویکرد مصرف محور دارد؛ بنابراین انتظار بر آن است که توسعه مالی نقش منفی بر انتشار کربن بر اساس مصرف در ایران داشته باشد. ایران در دهه‌های گذشته از رشد اقتصادی متفاوتی برخوردار بوده و درآمد سرانه کشور در طی دهه گذشته کاهش داشته است. در بحث مصرف انرژی و انتشار کربن می‌تواند به‌عنوان یک مورد مطالعاتی جذاب موردبررسی قرار گیرد. علاوه بر این ایران موافقت‌نامه پاریس را در سال ۲۰۱۵ پذیرفته و باید اقدامات لازم رو در جهت کاهش گازهای گلخانه‌ای در سطح ملی انجام دهد. سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدید پذیر در طی دهه گذشته موردتوجه قرارگرفته و افزایش پیداکرده و ایران با حضور در بازار نوظهور در تجارت جهانی می می‌تواند موردبررسی قرار گیرد. در بخش دوم ادبیات موضوع و پیشینه پژوهش ارائه‌شده است. در بخش سوم داده و روش‌شناسی پژوهش ارائه‌شده و بخش چهارم یافته‌ها موردبحث و بررسی قرارگرفته و بخش پنجم نتایج و پیشنهادهای مربوط ارائه‌شده است.

۲.پیشینه پژوهش

افزایش توجه به مسئله تغییر اقلیم ابتدا رشد اقتصادی را مورد مداقه پژوهشگران و سیاست‌گذاران قرارداد. از جنبه شهودی چشم‌انداز رشد ملی ازآنجاکه رشد به معنای استفاده بیشتر از منابع طبیعی و تولید بیشتر و منجر به تولید دی‌اکسید کربن بیشتر خواهد شد و اثر منفی خواهد داشت، مقصر اصلی قرار گرفت. مطالعات انجام‌شده در این زمینه متناقض است. برخی از پژوهشگران حامی رابطه علی دوطرفه رشد بوده و برخی دیگر رشد را عامل انتشار کربن می‌دانند و تعداد اندکی رشد را عامل کاهش انتشار کربن می‌دانند. برای مثال هلی شلی[9] (۲۰۰۹) دوره بین ۱۹۶۰ الی ۲۰۰۵ را در ترکیه موردمطالعه قرارداد و دریافت که یک رابطه دوطرفه بین درآمد و انتشار کربن وجود دارد. امری و سایرین[10] (۲۰۱۴) و (۲۰۱۵) رابطه دوطرفه بین رشد اقتصادی و انتشار کربن را در کشورهای منطقه منا در دوره ۱۹۹۰-۲۰۱۱ نشان دادند. خان و سایرین[11] (۲۰۱۹) با استفاده از نمونه ۱۹۳ کشور، نقش رشد اقتصادی را روی متغیرهای کلان اقتصادی شامل انتشار کربن برای دوره ۱۹۹۰ الی ۲۰۱۷ بررسی کردند. نتایج نشان داد که رشد اقتصادی باعث افزایش انتشار کربن می‌شود. مطالعات میکائیلوف و سایرین[12] (۲۰۱۸)، سئورای (۲۰۱۹)، ونگ و سایرین[13] (۲۰۱۹) به نتیجه مشابه دست یافتند.

اکیمپونگ[14] (۲۰۱۸) و شعیب و سایرین[15] (۲۰۲۰) همچنین اثر رشد را بر انتشار کربن مطالعه کردند اما نتیجه عکس را گزارش کردند. بدین معنا که کاهش در رشد اقتصادی باعث کاهش در انتشار کربن در سطح جهانی هم در کشورهای توسعه‌یافته وهم در کشورهای درحال‌توسعه می‌شود.

بخش دیگری از مطالعات ادبیات مربوط به رشد اقتصادی و انتشارات کربن در چارچوب غیرخطی وبر اساس چارچوب منحنی کزنتس محیطی[16] انجام‌شده است. ادبیات آزمون مذکور وجود منحنی یو شکل معکوس کوزنتس را آزمون کرده و ادعا می‌کند که سطح جاری درآمد و سطح گذشته انتشار کربن همبستگی مثبت دارد درحالی‌که سطح جاری درآمد و سطح آتی کربن رابطه همبستگی منفی دارند همان‌طور که درآمد افزایش پیدا می‌کند در ابتدا انتشار کربن افزایش‌یافته و پس‌ازآن به سطح آستانه رسیده و افزایش درآمد منجر به کاهش انتشار کربن می‌شود.

پس از توافق دسامبر ۲۰۱۵ پاریس، ادبیات موضوعی جدیدی در ارتباط با رشد و انتشار کربن شکل‌گرفته است. پژوهشگرانی مثل دویچ[17] (۲۰۱۷)، ونگ ونگ[18] (۲۰۱۹) و شرودر واستورم[19] (۲۰۲۰) ونگ وژانگ[20] (۲۰۲۱) به دنبال احتمال جداسازی رشد اقتصادی از انتشار

9 Halicioglu
10 Omri et al
11 Khan et al
12 Mikayilov et al
13 Wang et al
14 Acheampong
15 Shoaib et al
16 Environmental Kuznets Curve
17 Deutch
18 Wang and Wang
19 Schröder and Storm
20 Wang and Zhang

کربن بوده و به جستجو در مسیری در جهت کاهش انتشارات کربن بدون فدا کردن رشد اقتصادی در آینده نزدیک و محدود کردن تغییرات اقلیمی در طی زمان هستند.

حوزه جدید دیگر مطالعاتی راجع به اندازه‌گیری انتشار کربن بر اساس مصرف است. پژوهش فراوانی درزمینهٔ رابطه بین انتشار کربن بر اساس مصرف با سایر متغیرهای اقتصادی و اجتماعی وجود ندارد. از مطالعات اولیه مربوط به نایت وشور[۲۱] (۲۰۱۴) است که رابطه بین انتشار کربن بر اساس مصرف را با رشد اقتصادی برای ۲۹ کشور با درآمد بالا در دوره ۱۹۹۰ الی ۲۰۰۸ بررسی کردند. آن‌ها اثر رشد اقتصادی را بر مرزهای انتشار کربن بر اساس مصرف تحلیل کردند. نتایج نشان داد رشد رابطه مثبت و معناداری هم بر مرزهای جغرافیایی وهم بر انتشار کربن بر اساس مصرف داشته و اثر رشد بر انتشار کربن بر اساس مصرف بیشتر از انتشار کربن بر اساس مرزهای جغرافیایی است. فن و سایرین[۲۲] (۲۰۱۶) چهارده اقتصاد اصلی را از ابعاد مختلف در دوره ۱۹۹۵ الی ۲۰۰۵ مورد مقایسه قراردادند. در مطالعه آن‌ها هم انتشار بر اساس تولید وهم انتشار بر اساس مصرف موردبررسی قرار گرفت. نتایج نشان‌دهنده همبستگی مثبت بین سرانه تولید ناخالص داخلی در هر دو شیوه انتشار کربن است و این همبستگی مثبت طبق انتشار کربن بر اساس مصرف قوی‌تر است. حسنف و سایرین[۲۳] (۲۰۱۸) نه کشور صادرکننده نفت شامل آذربایجان، بحرین، کویت، عمان، قطر، روسیه، عربستان سعودی، امارات متحده عربی ونزوئلا را برای دوره ۱۹۹۵ الی ۲۰۱۳ موردبررسی قراردادند. نتایج نشان داد رشد درآمد باعث افزایش انتشار کربن بر اساس مصرف در این کشورها می‌شود. صافی و سایرین[۲۴] (۲۰۲۱) رابطه رشد و انتشار کربن بر اساس مصرف را در مطالعه خود موردبررسی قراردادند ونشان دادند که رشد اقتصادی باعث انتشار کربن بر اساس مصرف در کشورهای در حال ظهور هفت می‌شود. آدبایو وآرجیب[۲۵] (۲۰۲۱) رابطه رشد و انتشار کربن بر اساس مصرف را در اقتصادهای مکزیک، اندونزی، ترکیه و نیجریه موردبررسی قراردادند. نتایج آن‌ها نشان داد رشد باعث افزایش انتشار اکسید کربن بر اساس مصرف می‌شود.

رابطه بین مصرف انرژی با شیوه‌های متفاوت اندازه‌گیری و انتشار کربن موردمطالعه قرارگرفته است. مطالعات قابل‌توجهی وجود دارد که مصرف الکتریسیته را به‌عنوان نماینده مصرف انرژی در نظر گرفته است. چراکه تولید الکتریسیته در حال حاضر ترکیبی از سوخت‌های فسیلی شامل زغال‌سنگ، نفت و گاز طبیعی است. علم و سایرین[۲۶] (۲۰۱۲) کشور بنگلادش را برای دوره ۱۹۷۲ الی ۲۰۰۶ بررسی کرده و دریافتند مصرف الکتریسیته منجر به انتشار بیشتر کربن در کشور موردمطالعه می‌شود. الخطلان و جاوید[۲۷] (۲۰۱۳) رابطه مصرف انرژی و انتشار کربن را در عربستان سعودی موردبررسی قرار هم در سطح کل وهم در سطح غیر کل موردبررسی قراردادند. آن‌ها نشان دادند که مصرف الکتریسیته منجر به انتشار بیشتر کربن در عربستان سعودی در دوره ۱۹۸۰ الی ۲۰۱۱ شده است. کاون و سایرین[۲۸] (۲۰۱۴) به مطالعه کشورهای بریکس[۲۹] برای دوره ۱۹۹۰ الی ۲۰۱۰ پرداختند. آن‌ها دریافتند مصرف الکتریسیته باعث انتشار کربن فقط در هند می‌شود؛ اما این رابطه علی در سایر کشورهای عضو بریکس وجود ندارد. صلاح‌الدین و سایرین[۳۰] (۲۰۱۵) رابطه بین مصرف الکتریسیته و انتشار کربن در کشورهای اتحادیه عرب (عربستان سعودی، امارات متحده، قطر، بحرین کویت و عمان) را برای دوره ۱۹۸۰ الی ۲۰۱۲ بررسی کردند. آن‌ها دریافتند مصرف الکتریسیته منجر به انتشار کربن بیشتر در این کشورها می‌شود. احمد و سایرین[۳۱] (۲۰۱۶) کشور هند را برای دوره ۱۹۷۱ الی ۲۰۱۴ بررسی کردند. نتایج تائید کننده یافته‌های مربوط به کاون و سایرین در ۲۰۱۴ بوده و مصرف الکتریسیته منجر به انتشار کربن بیشتر می‌شود. بالسالبرلورنته و سایرین[۳۲] (۲۰۱۸) پنج کشور اتحادیه اروپا شامل آلمان، فرانسه، ایتالیا، اسپانیا و انگلستان را موردبررسی قراردادند. آن‌ها رابطه بین الکتریسیته قابل‌تجدید و انتشار کربن را بررسی کردند. نتایج تائید کننده رابطه منفی بین الکتریسیته تجدید پذیر و انتشار کربن برای نمونه موردنظر بود. بلید وزیرلی[۳۳] (۲۰۱۹) کشورهای مدیترانه شامل الجزیره، مصر، فرانسه، یونان، ایتالیا، مراکش و اسپانیا را برای دوره ۱۹۸۰ الی ۲۰۱۴ موردبررسی قراردادند. آن‌ها رابطه بین مصرف الکتریسیته تجدید پذیر و ناپذیر و انتشار کربن را بررسی کردند. نتایج نشان داد الکتریسیته تجدید ناپذیر منجر به افزایش انتشار کربن و مصرف الکتریسیته تجدید

---

21 Knight and Schor
22 Fan et al
23 Hasanov et al
24 Safi et al
25 Adebayo and Rjoub
26Alam et al
27 Alkhathlan and Javid
28 Cowan et al
29 BRICS
30 Salahuddin et al
31 Ahmad et al
32 BalsalobreLorente et al
33 Belaïd and Zrelli

پذیر منجر به رابطه عکس در انتشار کربن می‌شود. سینت اکادری و سایرین[۳۴] (۲۰۲۰) به مطالعه کشور ترکیه در دوره ۱۹۷۰ الی ۲۰۱۴ پرداختند. نتایج نشان داد مصرف الکتریسیته منجر به انتشار کربن بیشتر در کشور مذکور می‌شود.

جایگزینی انرژی سوخت‌های فسیلی باانرژی پاک و انرژی تجدید پذیر یکی از خطوط دفاعی بسیار مهم در مقابل افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای در سطح جهانی برای چندین دهه گذشته بوده است. تلاش برای بهبود میزان و اثربخشی انرژی‌های تجدید پذیر در سیاست کاهش گازهای گلخانه‌ای در سطوح مختلف کشورها و بین دولت‌ها انجام‌شده است. لی و سو[۳۵] (۲۰۱۷) نقش انرژی‌های تجدید پذیر و گاز طبیعی بر انتشار کربن را در ایالات‌متحده برای دوره ۱۹۹۰ الی ۲۰۱۵ بررسی کردند. نتایج نشان داد استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر به‌صورت عمده‌ای باعث کاهش انتشار کربن در بلندمدت می‌شود. دونگ و سایرین[۳۶] (۲۰۱۷) کشورهای عضو بریکس را برای دوره ۱۹۸۵ الی ۲۰۱۶ طبق منحنی زیست‌محیطی کوزنتس بررسی کردند. ارتباط بین انتشار کربن و انرژی تجدید پذیر به همراه گاز طبیعی نشان داد، یک رابطه منفی بین انتشار کربن و گاز طبیعی وانرژی‌های تجدید پذیر در این کشورها وجود دارد. علاوه بر این دنگ و سایرین (۲۰۱۸) نقش انرژی تجدید پذیر بر انتشار کربن را برای ۱۲۸ کشور در دوره ۱۹۹۰ الی ۲۰۱۴ موردبررسی قراردادند ونشان دادند این کشورها با سهم بیشتری از نیروهای تجدید پذیر در سبد انرژی خود باعث کاهش کربن تا حد بالایی می‌شوند. جین وکیم[۳۷] (۲۰۱۸) سی کشور را که دارای انرژی هسته‌ای و انرژی تجدید پذیر در سبد انرژی خود بودند برای دوره ۱۹۹۰ الی ۲۰۱۴ موردبررسی قراردادند. نتایج نشان داد اثر انرژی تجدید پذیر بر کاهش اشاره کربن بسیار بیشتر از انرژی هسته‌ای است. اکرم و سایرین[۳۸] (۲۰۲۰) رابطه بین انرژی تجدید پذیر و انتشار کربن را در ۶۶ کشور درحال‌توسعه برای دوره ۱۹۹۰ الی ۲۰۱۴ در چارچوب منحنی زیست‌محیطی کوزنتس موردبررسی قراردادند. نتایج نشان داد کارایی انرژی و مصرف انرژی تجدید پذیر باعث کاهش انتشار کربن به‌صورت معنی‌دار می‌شود. دونگ و سایرین (۲۰۲۰) اثر انرژی تجدید پذیر را بر روی انتشار کربن در سطح جهانی موردبررسی قراردادند. آن‌ها ۱۲۰ کشور را برای دوره ۱۹۹۵ الی ۲۰۱۵ موردبررسی قرار داده ونشان دادند انرژی تجدید پذیر باعث کاهش انتشار کربن در مقیاس جهانی شده اما از جنبه آماری معنی‌دار نیست. این نتایج نشان داد انرژی سوخت‌های فسیلی و مصرف آن، رشد بیشتری نسبت به انرژی تجدید پذیر در کل دارد؛ اما با تقسیم‌بندی کشورها بر اساس درآمد اثر انرژی تجدید پذیر در کاهش انتشار کربن متفاوت است. مطالعات اندکی انرژی تجدید پذیر و انتشار کربن بر اساس مصرف را موردبررسی قرار داده است. اولین مطالعه توسط ویب[۳۹] (۲۰۱۶) انجام شد. او ادعا کرد دو راه برای کاهش انتشار کربن بر اساس مصرف وجود دارد. اولین راه، کاهش مصرف کل خدمات و کالاها است که باعث کاهش در انتشار کردن بر اساس مصرف می‌شود. دومین راه استفاده از کالاهای با مصرف کم‌کربن بوده که سبب کاهش کربن در فرآیند تولید می‌شود. این راه می‌تواند شامل جایگزینی سوخت‌های فسیلی با انرژی‌های تجدید پذیر به‌خصوص در صنایع تولیدی الکتریسیته بر سطح جهان باشد. دینگ و سایرین (۲۰۲۱) از انرژی تجدید پذیر به‌عنوان متغیر در مدل خود برای داده‌های هفت‌کشور صنعتی در دوره ۱۹۹۰ الی ۲۰۱۸ استفاده کردند. نتایج نشان داد استفاده از انرژی تجدید پذیر سبب کاهش انتشار کربن بر اساس مصرف می‌شود.

ادبیات متراکمی راجع به توسعه مالی و تغییرات اقلیمی در دهه گذشته شکل‌گرفته است. نتایج مطالعات گذشته متناقض است. بعضی از پژوهشگران رابطه مثبتی بین توسعه مالی و انتشار کربن یافتند و برخی دیگر رابطه منفی. سه کانال مشخص برای اثرگذاری توسعه مالی بر انتشار کربن وجود دارد. اول آن‌که توسعه بازار سهام باعث کاهش هزینه تأمین مالی دارایی‌های ثابت سرمایه می‌شود و درنتیجه باعث سرعت سرمایه‌گذاری‌های جدید توسط شرکت‌های بورسی شده و با استفاده از فناوری‌های جدید کاهش یا افزایش در مصرف انرژی و انتشار کربن رخ می‌دهد. دوم توسعه مالی منجر به افزایش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی شده و منجر به افزایش یا کاهش در مصرف انرژی و انتشار کربن می‌شود. نهایتاً توسعه مالی منجر به استفاده بیشتر مصرف‌کنندگان از وام در جهت خرید کالاهای بادوام انرژی بر می‌شود که می‌تواند منجر به افزایش یا کاهش در مصرف انرژی و انتشار کربن شود.

صلاح‌الدین و سایرین (۲۰۱۵) رابطه بین انتشار کربن و توسعه مالی را در کشورهای اتحادیه عرب برای دوره ۱۹۸۰ الی ۲۰۱۲ بررسی کردند. نسبت اعتبار داخلی به بخش خصوصی به تولید ناخالص داخلی به‌عنوان نماینده توسعه مالی استفاده شد. نتایج نشان داد توسعه مالی کاهش انتشار کربن را در این کشورها خواهد داشت. عمری و سایرین[۴۰] (۲۰۱۵) مطالعه مبتنی برداده در دوازده کشور منطقه منا در دوره ۱۹۹۰ الی ۲۰۱۱ انجام دادند. نتایج آن‌ها بر معتبر بودن فرضیه عدم ارتباط بین توسعه مالی و انتشار کربن است. کنگ و وی[۴۱]

34 Saint Akadiri et al
35 Li and Su
36 Dong et al
37 Jin and Kim
38 Akram et al
39 Wiebe
40 Omri et al
41 Kong and Wei

(۲۰۱۷) در سی استان چین نقش توسعه مالی و ساختار مالی را بر انتشار کربن برای دوره ۱۹۹۷ الی ۲۰۱۳ مطالعه کردند. نتایج آن‌ها متناقض بود چراکه متغیرهای متفاوتی را برای شاخص توسعه مالی و ساختار مالی موردمطالعه قراردادند و نتایج نشان داد برخی از شاخص‌های توسعه مالی و ساختار مالی باعث افزایش در انتشار کربن در برخی از مناطق چین شده درحالی‌که برخی دیگر اثری ندارد. زینگ و سایرین[۴۲] (۲۰۰۲) مطالعه‌ای را در چین برای دوره ۲۰۰۱ الی ۲۰۱۴ انجام دادند آن‌ها شاخصی را برای توسعه مالی ایجاد کردند و اثر این شاخص بر انتشار کربن در سی استان چین بررسی شد. استان‌ها در مطالعه مذکور به چهار دسته بر اساس توسعه مالی و انتشار کربن تقسیم شد. نتایج نشان داد توسعه مالی بر شرایط محیطی هم در کوتاه‌مدت وهم در بلندمدت اثر منفی دارد. اکیمپونگ (۲۰۱۹) ۴۶ منطقه اقتصادی را برای دوره ۲۰۱۰ الی ۲۰۱۱ بررسی کرده و شاهد نتایج متناقضی درزمینهٔ اثر شاخص‌های توسعه مالی بر انتشار کربن بود. برخی از این شاخص‌های توسعه مالی مانند پول وسیع، اعتبار داخلی به بخش خصوصی و اعتبار داخلی به بخش خصوصی توسط بانک‌ها باعث انتشار کربن می‌شود؛ اما سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، خالص تعهدات و اعتبارات داخلی به بخش خصوصی به‌وسیله بخش مالی بر انتشار کربن اثری ندارد. خان و سایرین (۲۰۱۹) در نمونه ۴۸ کشور، نقش توسعه مالی بر انتشار کربن برای دوره ۱۹۹۰ الی ۲۰۱۷ را بررسی کردند. نتایج نشان داد دو شاخص توسعه مالی شامل تسهیلات به بخش خصوصی و تسهیلاتی که توسط بانک‌ها ارائه می‌شود رابطه مستقیمی با انتشار کربن دارد. همچنین نتایج مطالعه مذکور نشان داد توسعه مالی که از طریق اعتبار داخلی به بخش خصوصی به تولید ناخالص داخلی محاسبه شود، باعث انتشار کربن بیشتر می‌شود و رابطه مثبت بین توسعه مالی و شرایط بوم‌شناختی وجود دارد و فرضیه تأمین مالی باعث انتشار کربن می‌شود را تائید می‌کند. سئورای[۴۳] (۲۰۱۹) در ۱۲ کشور آفریقای غربی به بررسی رابطه توسعه مالی و انتشار کربن پرداخت. او سه شاخص توسعه مالی را در نظر گرفت یکی اعتبار داخلی توسط بخش مالی به تولید ناخالص داخلی، اعتبار داخلی به بخش خصوصی توسط بانک‌ها به تولید ناخالص داخلی و پول وسیع به تولید ناخالص ملی. نتایج نشان داد فقط اعتبار داخلی توسط بخش خصوصی رابطه مثبت و معناداری با انتشار کربن دارد.

ژیانگ و ما[۴۴] (۲۰۱۹) ۱۵۵ کشور را برای دوره ۱۹۹۰ الی ۲۰۱۴ موردبررسی قراردادند. آن‌ها نمونه موردبررسی را به دو گروه کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه اقتصادی تقسیم کردند. از شاخص جامع توسعه مالی برای بررسی اثر آن بر انتشار کربن استفاده شد. در مقیاس جهانی آن‌ها دریافتند که توسعه مالی باعث رشد انتشار کربن می‌شود و این مورد در کشورهای درحال‌توسعه نتایج قوی‌تری را نسبت به کشورهای توسعه‌یافته دارد. ونگ و سایرین (۲۰۱۹) به مطالعه کشورها آسیای شرقی برای دوره ۱۹۹۰ الی ۲۰۱۵ پرداخته با استفاده از نسبت اعتبار داخلی به بخش خصوصی به تولید ناخالص داخلی به‌عنوان نماینده توسعه مالی دریافتند که توسعه مالی سبب کاهش انتشار کربن می‌شود. خان و سایرین (۲۰۲۰) ۱۹۲ کشور را برای دوره ۱۹۸۰ الی ۲۰۱۸ بررسی کردند و دریافتند توسعه مالی باعث افزایش انتشار کربن نمی‌شود. علاوه بر این اکیمپونگ و سایرین (۲۰۲۰) ۸۳ کشور را برای دوره ۱۹۸۰ الی ۲۰۱۵ بررسی کردند. آن‌ها کشورها را به چهار زیر نمونه تقسیم کردند کشورهای توسعه‌یافته اقتصاد مالی، کشورهای درحال‌توسعه اقتصاد مالی، اقتصادهای مالی در مرز و اقتصادهای مالی خوداتکا. نتایج نشان داد در سطح کل، توسعه مالی وزیرمجموعه‌های اندازه‌گیری آن، مثل کارایی بازار مالی سبب کاهش انتشار کربن می‌شود. در کشورهای توسعه‌یافته و اقتصادهای نوظهور می‌شود. در مقابل در کشورهای اقتصاد مرزی این رابطه معکوس است. در کشورهای خوداتکا توسعه مالی اثری بر انتشار کردن ندارد. گک[۴۵] (۲۰۲۰) به مطالعه توسعه مالی بر انتشار کربن با استفاده از تجزیه‌وتحلیل متارگرسیون پرداخت. نتایج نشان داد توسعه مالی سبب انتشار کربن می‌شود و باعث کاهش کیفیت محیط می‌شود. شعیب و سایرین[۴۶] (۲۰۲۰) نمونه‌ای از هفت‌کشور درحال‌توسعه و هفت‌کشور توسعه‌یافته را درزمینهٔ اثر توسعه مالی بر انتشار کربن در دوره ۱۹۹۹ الی ۲۰۱۳ بررسی کردند. آن‌ها ارتباط احتمالی دوطرفه رابین توسعه مالی و انتشار کربن یافتند.

ادبیات مالی بررسی‌شده طبق انتشار کربن بر اساس تولید بوده است و در تحلیل‌های انجام‌شده این واقعیت وجود دارد که توسعه مالی سبب بیشتر شدن انتشار کربن می‌شود. اگرچه موارد استثنایی از نبود رابطه علی بین دو متغیر مذکور مطرح‌شده یا موارد اندکی در مورد رابطه منفی این دو متغیر مطرح شد. تنها یک پژوهش در زمین رابطه توسعه مالی و انتشار کربن بر اساس مصرف انجام‌شده است. صافی و سایرین[۴۷] (۲۰۲۱) هفت‌کشور نوظهورشامل چین، هند، اندونزی، روسیه، برزیل، مکزیک و ترکیه را برای دوره ۱۹۹۵ الی ۲۰۱۸ موردبررسی قراردادند و نقش عدم ثبات مالی بر انتشار کربن بر اساس مصرف را بررسی کردند. آن‌ها از ارزش بازار سهام، اعتبار داخلی به بخش مالی، اعتبار داخلی به بخش خصوصی به تولید ناخالص داخلی و عرضه پول به‌عنوان شاخص‌های عدم ثبات مالی استفاده کردند.

---

42 Xing et al
43 Tsaurai
44 Jiang and Ma
45 Gök
46 Shoaib et al
47 Safi et al

نتایج نشان داد عدم ثبات مالی سبب کاهش در انتشار کربن بر اساس مصرف می‌شود. ادبیات مبتنی برداده ارائه‌شده در قسمت قبل به نقش رشد اقتصادی، مصرف الکتریسیته، استفاده از انرژی‌های نوظهور و توسعه مالی بر انتشار کربن پرداخته است. پژوهش حاضر از جنبه ادبیات موضوعی متفاوت است. مدل انتخابی در این پژوهش، انتشار کربن بر اساس مصرف به‌عنوان متغیر وابسته انتخاب‌شده و در بخش آتی مدل مبتنی برداده برای کشور ایران ارائه‌شده و مورد آزمون قرار می‌گیرد تا بررسی شود که متغیرهای مطرح‌شده چه تأثیری بر انتشار کربن بر اساس مصرف می‌تواند داشته باشد.

۳.مبانی نظری

مدل اقتصادی پژوهش حاضر در رابطه ۱ ارائه‌شده است.

$$CCO_{2t} = \partial_0 + \partial_1 GDP_t + \partial_2 ELE_t + \partial_3 REN_t + \partial_1 FD_t + \varepsilon_t \qquad \text{رابطه ۱}$$

استفاده از متغیرهای مذکور به‌این‌علت است که اگرچه در دهه‌های گذشته پژوهشگران متعددی ارتباط بین متغیرهای مذکور را بررسی کردند (آددوین و سایرین[۴۸] ۲۰۲۰، آلولا و سایرین[۴۹] ۲۰۱۹، کیرکالیلی و سایرین ۲۰۲۰، بکان و سایرین[۵۰] ۲۰۲۱)، بااین‌وجود هیچ‌کدام از آن‌ها انتشار کربن بر اساس مصرف را موردبررسی قرار ندادند. همان‌طور که نایت وشور[۵۱](۲۰۱۴)، صافی و سایرین (۲۰۲۱) و شهباز و سایرین[۵۲] (۲۰۲۰) بیان کردند اهمیت رویکرد انتشار کربن بر اساس مصرف به‌این‌علت است که نه‌تنها زنجیره عرضه جهانی را در نظر می‌گیرد بلکه بین آلودگی‌هایی که توسط یک کشور ایجادشده و در کشور دیگر مصرف می‌شود، تمایز قائل می‌شود.

در مطالعات ادیگباسن وآدبایو[۵۳](۲۰۲۰)، کیرکالیلی و سایرین (۲۰۲۰)، بالسلبرلورنته و سایرین (۲۰۲۰) تولید ناخالص داخلی در چارچوب مدل مورداستفاده قرارگرفته است. ارتباط درونی بین تولید ناخالص داخلی و آلودگی‌های محیطی می‌تواند مثبت باشد. این به این معنا است که افزایش در تولید ناخالص داخلی سبب کاهش کیفیت زیست محیط می‌شود ($\beta_1 = \frac{\partial CCO_2}{\partial GDP} > 0$). در مطالعه سینت آکدیری و سایرین[۵۴](۲۰۲۰)، رحمان (۲۰۲۰)، صلاح‌الدین و سایرین (۲۰۲۰) وکاهولی[۵۵](۲۰۱۸) مصرف الکتریسیته در مدل استفاده‌شده و رابطه مثبت با انتشار کربن بر اساس مصرف مورد انتظاراست. این بدین معناست که مصرف الکتریسیته منجر به ضرر کیفیت محیط می‌شود ($\beta_2 = \frac{\partial CCO_2}{\partial ELE} > 0$). همچنین طبق مطالعه شهباز و سایرین (۲۰۲۰)، خان و سایرین ((۲۰۲۰)، الولا و سایرین (۲۰۱۹) وسینت و سایرین (۲۰۱۹) انرژی تجدید پذیر در مدل مورداستفاده قرارگرفته، اثر منفی انرژی تجدید پذیر بر انتشار کربن بر اساس مصرف مورد انتظار است ($\beta_3 = \frac{\partial CCO_2}{\partial REN} < 0$). به این معنا که انرژی تجدید پذیر می‌تواند بهبود کیفیت محیطی را داشته باشد. همچنین اثر منفی توسعه مالی بر انتشار کربن مورد انتظار است.(شرف‌الدین وکاهیا[۵۶]۲۰۱۹، خوشنویس و قرچی[۵۷]۲۰۱۸، شهباز و سایرین۲۰۱۳) افزایش در توسعه مالی می‌تواند باعث افزایش پایداری محیط شود.

آزمون ریشه واحد بررسی رتبه تلفیقی سری‌ها قبل از تحلیل بیشتر ضروری است. ازاین‌رو ارزیابی ویژگی‌های تلفیقی بین سری‌ها با استفاده آزمون ریشه واحد انجام می‌شود. ابتدا آزمون متداول دیکی فولرتعدیل یافته و آزمون ریشه واحد فیلیپس استفاده‌شده است. ازآنجاکه شکست ساختاری در سری‌ها آزمون‌های سنتی ریشه واحد می‌تواند منجر به نتایج ناصحیح شود، ازاین‌رو آزمون ریشه واحد زیوت واندروز[۵۸] که به‌طور هم‌زمان ویژگی‌های مانایی سری‌ها و شکستگی ساختار واحد را در نظر می‌گیرد، استفاده‌شده است.

48 Adedoyin et al
49 Alola et al
50 Bekun et al
51 Knight and Schor
52 Shahbaz et al
53 Odugbesan and Adebayo
54 Saint Akadiri et al
55 Kahouli
56 Charfeddine & Kahia
57 Khoshnevis & Ghorchi
58 Zivot and Andrews

در پژوهش حاضر آزمون هم جمعی بایر وهنک[59] (۲۰۱۳) به‌عنوان آزمون هم جمعی دقیق‌تری استفاده‌شده که ترکیبی از آزمون‌های هم جمعی بانرجی و سایرین[60] (۱۹۹۸)، بوسوایک[61] (۱۹۹۵)، جوهانسن[62] (۱۹۹۱) و انگل و گرنجر[63] (۱۹۸۷) است. آزمون هم جمعی ترکیبی نیاز استفاده از روش‌های آزمون گسترده را جهت صحت تخمین که در آزمون‌های هم جمعی دیگر وجود دارد، حذف می‌کند. برای اجرای آزمون هم جمعی، بایر وهانک از فرمول فیشر جهت آزمون مربوط استفاده کردند رابطه فیشر در رابطه ۲ و ۳ نشان داده‌شده است.

$$EG - JOH = -2[\ln(\text{PEG}) + \ln(\text{PJOH})]$$ رابطه ۲

$$\text{EG} - \text{JOH} - \text{BO} - \text{BD} = -2[\ln(\text{PEG}) + \ln(\text{PJOH}) + \ln(\text{PBO}) + \ln(\text{PBDM})]$$ رابطه ۳

PEG سطح معناداری انگل وگرنجر، PJOH سطح معناداری جوهانسن و سطح معناداری آزمون‌های هم جمعی بانرجی وبوسوایک با PBO و PBDM به ترتیب بیان‌شده است.

آزمون هم جمعی دامنه‌های خود رگرسیونی با وقفه توزیعی جهت بررسی هم جمعی در بین سری‌ها استفاده‌شده است. پسران و سایرین (۲۰۰۱) آزمون دیگر هم جمعی را به سه دلیل ترجیح دادند. اول آنکه این آزمون زمانی که سری‌ها با رتبه‌های مختلف به هم مرتبط باشند می‌تواند مورداستفاده قرار گیرد. دوم آن‌که از این آزمون به‌خصوص در نمونه‌های با اندازه کوچک از اعتبار بالایی برخوردار است. سوم در تخمین مدل‌های بلندمدت از صحت بالایی برخوردار است. آزمون کرانه‌ها از توزیع F برخوردار است و مقادیر بحرانی به‌وسیله پسران وتیمرمن ایجادشده است. آزمون کرانه‌های خود رگرسیونی با وقفه توزیعی در رابطه ۴ ارائه‌شده است.

رابطه ۴

$$\begin{aligned}\Delta\text{CCO}_{2\text{t}} = {} & \vartheta_0 + \beta_1\text{CCO}_{2\text{t}-1} + \beta_2\text{GDP}_{\text{t}-1} + \beta_3\text{ELE}_{\text{t}-1} + \beta_4\ \text{REN}_{\text{t}-1} + \beta_5\text{FD}_{t-1} \\ & + \sum_{i=1}^{t}\vartheta_1\Delta\text{CCO}_{2t-i} + \sum_{i=1}^{t}\vartheta_2\Delta\text{GDP}_{t-i} + \sum_{i=1}^{t}\vartheta_3\Delta\text{ELE} \\ & + \sum_{i=1}^{t}\vartheta_4\Delta REN_{t-i} + \sum_{i=1}^{t}\vartheta_5\Delta FD_{t-i} + \varepsilon_t\end{aligned}$$

در فرضیه صفر همه ضرایب رابطه ۴ برابر صفر در نظر گرفته‌شده وهم جمعی وجود ندارد؛ و نقض فرضیه صفر بیانگر وجود هم جمعی است. زمانی که آماره F بیشتر از کرانه پایین یا بالا باشد، فرض صفر پذیرفته نمی‌شود. مطالعه حاضر از دامنه کریپفگنزو اشنایدر[64] (۲۰۱۸) استفاده می‌کند که نیازمند ایجاد آماره F بالاتر از مقادیر بحرانی حد بالا برای تصمیم‌گیری راجع به هم جمعی است.

پس‌ازآنکه هم جمعی در بین پارامترها مورد تائید قرار گرفت. از رویکرد خود رگرسیونی با وقفه توزیعی استفاده‌شده است. زمانی که ارتباط بلندمدت بین متغیرها شناسایی شد ارتباط کوتاه‌مدت با استفاده از روش مدل اصلاح خطا توسط انگل وگرنجر (۱۹۸۷) ارائه‌شده برای ارزیابی ضرایب کوتاه‌مدت و جز اصلاح خطا استفاده می‌شود. این رویکرد با تلفیق روش اصلاح خطا در مدل خود رگرسیونی با وقفه توزیعی در مدل ۵ ارائه‌شده است. در مدل مذکور سرعت تعدیل با ρنشان داده‌شده و مقدار اصلاح خطا با ECT نشان داده‌شده است.

رابطه ۵

$$\begin{aligned}\Delta\text{CCO}_{2t} = {} & \vartheta_0 + \sum_{i=1}^{t}\vartheta_1\Delta\text{CCO}_{2t-i} + \sum_{i=1}^{t}\vartheta_2\Delta GDP_{t-i} \\ & + \sum_{i=1}^{t}\vartheta_3\Delta ELE_{t-i} + \sum_{i=1}^{t}\vartheta_4\Delta REN_{t-i} + \sum_{i=1}^{t}\vartheta_5\Delta\text{FD}_{t-i} \\ & + \rho ECT_{t-i} + \varepsilon_t\end{aligned}$$

برای بررسی استواری تخمین بلندمدت خود رگرسیونی با وقفه توزیعی از رویکرد حداقل مربعات معمولی کامل تعدیل‌شده[65] و حداقل مربعات معمولی پویا[66] استفاده‌شده است. اگرچه رویکردهای اقتصادسنجی مختلفی برای ارزیابی ارتباط بلندمدت بین متغیرهای مدل وجود دارد؛ اما روش حداقل مربعات معمولی کامل تعدیل‌شده که توسط فیلیپس وهانسن[67] (۱۹۹۰) و رویکرد حداقل مربعات معمولی پویا

59 Bayer and Hanck
60 Banerjee et al
61 Boswijk
62 Johansen
63 Engle and Granger
64 Kripfganz and Schneider
65 FMOLS
66 DOLS
67 Phillips and Hansen

توسط استاک و واتسون۶۸ (۱۹۹۳) ارائه‌شده در تحلیل استفاده‌شده است. این روش‌ها همبستگی نامتقارن با توجه به اثر همبستگی سریالی را دربر می‌گیرد. این دو روش زمانی قابل‌استفاده است که هم جمعی بین سری‌ها وجود داشته باشد. ازاین‌رو کشش بلندمدت با تخمین‌های حداقل مربعات معمولی کامل تعدیل‌شده و حداقل مربعات معمولی پویا در این مطالعه محاسبه‌شده است. رابطه حداقل مربعات معمولی کامل تعدیل‌شده در رابطه ۶ نشان داده‌شده است. این رویکرد ویژگی مسئله درون‌زایی، اتو رگرسیونی و همچنین تورش ناشی از نمونه را مدنظر قرار داده است (نارایان[۶۹] ۲۰۰۵).

رابطه ۶

$$\begin{aligned} \mathrm{CCO}_{2t} &= \vartheta_0 + \vartheta_1 \mathrm{GDP_t} + \vartheta_2 \mathrm{ELE}_t + \vartheta_3 REN_t \\ &+\vartheta_4 \mathrm{FD}_t + + \sum_{i=q}^{q} \beta_1 \Delta GDP_{t-i} + \sum_{i=q}^{q} \beta_2 \Delta GDP_{t-i} \\ &+ \sum_{i=q}^{q} \beta_3 \Delta GDP_{t-i} + + \sum_{i=q}^{q} \beta_4 \Delta GDP_{t-i} + \varepsilon_t \end{aligned}$$

آزمون علیت تغییر تدریجی که بر اساس آزمون احتمال تودا ویاماموتو[۷۰] شکل‌گرفته برای بررسی اثر علی متغیرهای مستقل مدل بر متغیر وابسته استفاده‌شده است. آزمون علیت تغییر تدریجی نسبت به آزمون علی گرنجر مرسوم ارجحیت دارد، چراکه می‌تواند با سری‌های با رتبه تأخیر صفر، یک و دو اجرا شود. علاوه بر این چنانچه نشانه‌هایی از هم جمعی در این سری‌ها وجود داشته باشد این آزمون می‌تواند مورداستفاده قرار بگیرد. نازلیلی و سایرین[۷۱] (۲۰۱۶) آزمون علیت تغییر تدریجی را معرفی کردند. این آزمون مسئله شکست ساختاری در سری‌های زمانی در تخمین تحلیل علیت را در نظر می‌گیرد.

۴.روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از جنبه هدف کاربردی و از جنبه گردآوری داده ها توصیفی از نوع پس رویدادی است. مطالعه حاضر اثر احتمالی و بلندمدت توسعه مالی (FD)، استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر (REN)، رشد اقتصادی (GDP)، مصرف الکتریسیته (ELE) را بر انتشار کربن بر اساس مصرف (CCO2) در ایران با استفاده از مجموعه داده‌های سالانه برای دوره ۱۹۹۰ الی ۲۰۲۱ بررسی می‌کند. برای انجام آزمون‌های آماری از نرم‌افزار ایویوز استفاده‌شده است. متغیرهای مورداستفاده به جزمتغیر توسعه مالی به لگاریتم طبیعی تبدیل شدند. تا سری‌های مربوطه از شکل نرمال برخوردار شود (کیرکالیلی و سایرین[۷۲] ۲۰۲۰) جدول ۱ منابع داده‌ها، واحد اندازه‌گیری را نشان می‌دهد.

جدول ۱. واحدهای متغیرها و منابع

متغیر	نام	واحد	منبع
CCO2	انتشار کربن بر اساس مصرف	میلیون تن	صندوق بین‌المللی پول
GDP	رشد اقتصادی	تولید سرانه ناخالص داخلی ثابت	شاخص‌های توسعه جهانی
REN	انرژی‌های تجدید پذیر	تراوات ساعت	بریتیش پترولیوم
FD	توسعه مالی	شاخص گسترده توسعه مالی	صندوق بین‌المللی پول
ELE	مصرف الکتریسیته	کیلووات در هر ساعت	بریتیش پترولیوم

68 Stock and Watson
69 Narayan
70 Toda–Yamamoto
71 Nazlioglu et al
72 Kirikkaleli et al

۵.نتایج

مطالعه حاضر رابطه بلندمدت و علی اثر توسعه مالی و استفاده از انرژی تجدید پذیر را بر انتشار کربن بر اساس مصرف بررسی کرده و متغیرهای رشد اقتصادی و مصرف الکتریسیته به‌عنوان متغیرهای کنترل در نظر گرفته‌شده است. آمار توصیفی متغیرهای مذکور در جدول ۲ ارائه‌شده است. در جدول مذکور میانه، میانگین، حداکثر، حداقل، چولگی و کشیدگی متغیرها ارائه‌شده است. از عامل کشیدگی میزان دم بلند یا کوتاه بودن توزیع داده‌ها نسبت به توزیع نرمال سنجیده شده است. نتایج شاخص‌های موردبررسی نشان می‌دهد که همه متغیرها از ویژگی نرمال برخوردار هستند، چراکه مقادیر آن کمتر از سه است همین‌طور مقدار چولگی کمی در متغیرها وجود دارد. با استفاده از آمار جارک-برا ویژگی‌های نرمال بودن متغیرها موردبررسی قرارگرفته و مقدار بحرانی آماره مذکور نشان می‌دهد همه متغیرها نرمال هستند.

جدول ۲. آمار توصیفی متغیرها

	CCO_2	GDP	ELE	REN	FD
میانگین	۸/۵۹۶۷۲۷	۴۵۸/۴۵۵۰	۱۵۲/۱۱۷۸	۰/۹۷۵۹۹۱	۰/۳۱۰۹۲۳
میانه	۸/۶۱۷۲۷۰	۴۸۲۸/۴۹۵	۱۴۲/۹۷۰۰	۰/۹۷۷۵۰۰۰	۰/۲۹۱۱۳۵
حداکثر	۸.۹۵۴۳۴۷	۵۴۵۰/۹۳۸	۲۹۸/۸۳۰۰	۱/۵۲۸۴۷	۰/۴۸۵۵۱۴
حداقل	۸/۳۰۶۱۸۵	۳۳۶۳/۵۱۰	۵۰/۱۲۰۰۰	۰/۴۴۰۰۰	۰/۲۱۶۸۳۹
انحراف معیار	۰/۱۷۴۲۴۳	۷۲۶.۷۷۴۷	۷۶/۰۳۱۷۸	۰/۲۶۱۳۶	۰/۰۷۴۲۵۱
چولگی	-۰/۱۰۹۶۲۹	-۰/۲۹۴۲۵۷	۰/۳۲۶۱۶۹	۰/۲۰۳۵۴۸	۰/۸۸۰۴۰۸
کشیدگی	۱/۹۳۷۴۲۸	۱/۳۹۴۷۸	۱/۸۲۹۲۱۶	۲/۸۱۹۴	۲/۹۳۱۵۸۲
جارک-برا	۱/۵۶۹۵۱۱	۳/۸۹۷۴۰	۲/۳۹۵۰۴۰	۰/۲۶۴۴۲۷	۴/۱۴۰۲۰۲
احتمال	۰/۴۵۶۲۳۱	۰/۱۴۲۴۵۹	۰/۳۰۱۹۴۲	۰/۸۷۵۶۱	۰/۱۲۶۱۷۳
مشاهدات	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲

منبع: یافته های پژوهش

اولین گام در تحلیل مبتنی برداده بررسی ویژگی مانایی پارامترهای مورداستفاده است. ازاین‌رو آزمون‌های متداول ریشه واحد(دیکی فولر تعدیل‌شده و فیلیپس وپرون) برای بررسی ویژگی مانایی سری‌ها استفاده‌شده است. نتایج آزمون‌های ریشه واحد در جدول ۳ ارائه‌شده است. نتایج نشان می‌دهد تمامی متغیرها در سطح صفر نا مانا است و متغیرها پس از تفاضل مرتبه اول مانا می‌شود.

جدول ۳. آزمون‌های متداول ریشه واحد

	در سطح مقدار ثابت و روند	تفاضل مرتبه اول مقدار ثابت و روند	تصمیم
آزمون ریشه واحد ADF			I (1)
CCO_2	-۲/۶۶۳۰۲۸	-۵/۳۹۶۹۴۰	I (1)
GDP	-۱/۴۷۳۷۷۷	-۴/۹۴۷۵۶۱	I (1)

ELE	-۰/۶۲۹۹۵۱	-۴/۹۴۷۲۳۷	I (1)
REN	-۲/۴۱۹۷۱۷	-۵/۱۸۶۱۸۹	I (1)
FD	-۲/۴۹۷۶۹۴	-۵/۰۸۸۳۷۰	I (1)
آزمون ریشه واحدPP			
CCO_2	-۲/۶۶۰۹۶۳	-۵/۳۸۷۴۱۶	I (1)
GDP	-۱/۴۷۷۸۳۹	-۴/۹۵۴۵۰۹	I (1)
ELE	-۰/۶۶۵۱۵۷	-۴/۹۱۹۳۷۳	I (1)
REN	-۲/۳۳۹۲۳۱	-۶/۰۶۲۱۹۳	I (1)
FD	-۲/۰۴۴۲۴۸	-۱۷/۱۷۸۰۵	I (1)

منبع: یافته های پژوهش

همان‌طور که در مطالعات در مطالعات آلولا و سایرین (۲۰۱۹)، کالماز وآدبایو (۲۰۲۰) مطرح‌شده آزمون ریشه واحد مرسوم می‌تواند در برخی از موارد گمراه‌کننده باشد. ازاین‌رو در مطالعه حاضر برای در نظر گرفتن از یک شکست ساختاری در بررسی مانایی سری‌ها استفاده‌شده است. آزمون ریشه واحد زیوت واندروز استفاده‌شده است. نتایج آزمون در جدول ۴ ارائه‌شده است. نتایج نشان می‌دهد پس از تفاضل مرتبه اول همه پارامترها از مانایی برخوردار هستند.

جدول ۴. آزمون ریشه واحد زیوت و اندروز

	در سطح		تفاضل اول	
	مقدار ثابت و روند	تاریخ شکست	مقدار ثابت و روند	تاریخ شکست
CCO_2	-۳/۰۹۱۶۱۴	۲۰۰۳	-۱۱۲/۵	۲۰۰۰
GDP	-۳/۴۰۱۵۱۷	۲۰۰۲	-۴/۴۵۴	۲۰۰۴
ELE	-۳/۰۰۰۹۷۲	۲۰۰۱	-۶/۲۵۴	۲۰۰۲
REN	-۳/۸۰۲۶۰۳	۲۰۰۲	-۵/۵۸۴	۲۰۰۳
FD	-۴/۳۰۲۳۲۲	۲۰۱۵	-۵/۲۲۱	۲۰۰۳

منبع: یافته های پژوهش

گام بعدی برای بررسی وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل بررسی آزمون هم جمعی بایر وهانک است. نتایج آزمون هم جمعی مذکور در جدول ۵ ارائه‌شده است. نتایج نشان می‌دهد در سطح معنی‌داری پنج درصد هم جمعی وجود دارد. ازاین‌رو رابطه تعادلی در بلندمدت بین متغیرها وجود دارد.

جدول ۵. آزمون هم جمعی بایر و هانک

	آماره فیشر(EG-GOH)	آماره فیشر EG-JOH-BAN-BOS
CCO2=f(GDP,REN,FD)	۱۷/۱۵	۷۲/۵۶
معنی‌داری سطح ۵ درصد	۱۰/۵۵۱	۲۰/۱۲۳

منبع: یافته های پژوهش

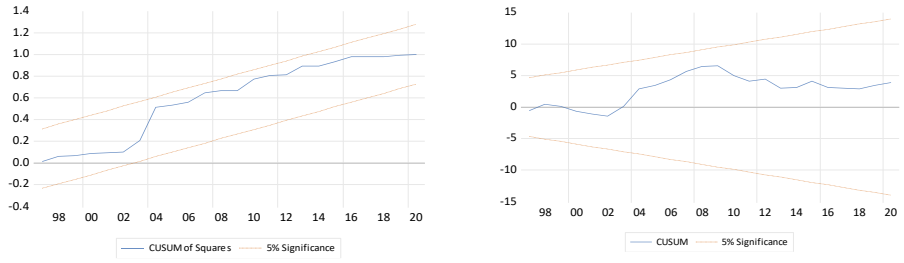
علاوه بر این برای ارزیابی استواری نتایج از آزمون کرانه‌ها نیز استفاده‌شده است. نتایج آزمون کرانه‌ها در جدول ۶ ارائه‌شده است طبق نتایج هم آماره F وهم آماره T در سطح معنی‌داری یک درصد از مقدار بحرانی بیشتر هست؛ بنابراین همه متغیرها در بلندمدت از هم جمعی برخوردارند.

جدول ۶. آزمون کرانه‌ها

مدل	آماره F	آماره T	$\chi 2\ ARCH$	$\chi 2\ RESET$	$\chi 2\ normality$	$\chi 2\ LM$
	۵/۱	-۵/۲	(۰/۳۲)۱/۲۵	(۰/۱۲)۲/۳۵	(۰/۷۴)۰/۵۲	(۰/۵۳)۰/۶۳

منبع: یافته های پژوهش

همچنین در پژوهش حاضر از چندین آزمون تشخیصی برای بررسی پایایی مدل استفاده‌شده است. نتایج هیچ‌گونه مورد همبستگی سریالی، مشخص‌سازی ناصحیح و ناهمسانی واریانس را نشان نمی‌دهد. اجزای اخلال از توزیع نرمال برخوردارند. شکل ۱ مقادیر CUSUM و CUSUMSQ را نشان داده و مدل در سطح ۵ درصد معنی‌دار باثبات است.



منبع: یافته های پژوهش

شکل ۱. نمودار CUSUM و CUSUMSQ

پس از بررسی وجود هم جمعی بلندمدت بین پارامترهای مدل، از تخمین خود رگرسیونی با وقفه توزیعی در بلندمدت و کوتاه‌مدت جهت بررسی اثر توسعه مالی، رشد اقتصادی و استفاده از انرژی تجدید پذیر و الکتریسیته بر انتشار کربن بر اساس مصرف استفاده‌شده است. نتایج تخمین در بلندمدت و کوتاه‌مدت در جدول ۷ ارائه‌شده است. واضح است. یک رابطه مثبت بین انتشار کربن بر اساس مصرف و رشد اقتصادی وجود دارد. این نشان می‌دهد با فرض ثابت دانستن سایر پارامترها یک درصد افزایش در رشد اقتصادی منجر به افزایش سیزده دهم درصدی در انتشار کربن می‌شود. این نتیجه نشان می‌دهد رشد اقتصادی در رشد کربن بر اساس مصرف سهیم است. اقتصاد ایران با افزایش واردات در بازار جهانی منجر به افزایش در انتشار کربن بر اساس مصرف می‌شود. این نتایج بامطالعه سو سایرین (۲۰۲۱) در برزیل وآدبایو آرجی (۲۰۲۱) مطابقت دارد.

جدول ۷ همچنین نشان می‌دهد انرژی تجدید پذیر اثر منفی بر انتشار کربن بر اساس مصرف دارد. به این معنا که افزایش یک‌درصدی در کربن بر اساس مصرف ناشی از کاهش ۰/۰۱۳ درصد در انرژی تجدید پذیر است. سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدید پذیر در ایران که همه منجر به کارایی انرژی می‌شود با استفاده از انرژی تجدید پذیر در سبد انرژی تولید کالا استفاده از سایر انرژی‌ها به‌خصوص انرژی‌های فسیلی و نظایر آن در تولید انرژی کمتر شده و منجر به کاهش در انتشار کردن بر اساس مصرف می‌شود. این نتایج منطبق با مطالعات وی (۲۰۱۶) ودینگ و سایرین (۲۰۲۱) است. ارتباط مثبت بین مصرف الکتریسیته و انتشار کربن بر اساس مصرف نشان می‌دهد با فرض ثابت داشتن سایر پارامترها یک درصد افزایش در مصرف الکتریسیته باعث افزایش ۰/۶۳ درصد انتشار کربن بر اساس مصرف می‌شود. نتایج نشان می‌دهد علی‌رغم تلاش برای سهم منابع تجدید پذیر در مصرف انرژی بخصوص درزمینهٔ تولید الکتریسیته کاهش در انتشار کربن به وقوع نپیوسته است. به‌عبارت‌دیگر رشد استفاده از سوخت فسیل در تولید الکتریسیته بیشتر از رشد منابع انرژی تجدید پذیر برای ایجاد الکتریسیته در ایران است.

جدول ۷ نشان می‌دهد توسعه مالی اثر منفی بر انتشار کربن بر اساس مصرف دارد. این بدین معناست با فرض ثبات در سایر عامل‌ها یک درصد افزایش در توسعه مالی باعث ۰/۱۹ درصد کاهش در انتشار کربن بر اساس مصرف می‌شود. طبق یافته‌ها کاهش در انتشار کربن درنتیجه بهبود در توسعه مالی است. ازاین‌رو می‌توان انتظار داشت بخش مالی در ایران به تأمین مالی اجزای رشد اقتصادی مرتبط با محیط‌زیست کمک می‌کند. طبق رتبه‌بندی شاخص توسعه مالی ایران در رتبه ۹۵ در ۱۸۳ کشور جهان است. ازاین‌روتامین مالی سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدید پذیر منجر به کاهش سهم انرژی‌های تجدید ناپذیر در تولید انرژی کل شده وابستگی به تولید آن را کاهش می‌دهد. علاوه بر این تأمین مالی مربوط به واردات دارایی‌های سرمایه‌ای و کالاهای مصرفی بادوام که منجر به میزان انرژی مصرف کمتری در صنعت شود و میزان کمتری از مصرف کربن بر اساس مصرف را داشته و با کارایی عملیاتی انرژی بیشتر، تقاضا برای انرژی‌هایی که از تولیدات انرژی تجدید ناپذیر مانند نفت استفاده می‌شود را کاهش می‌دهد.

جدول ۷. نتایج تخمین خود رگرسیونی با وقفه توزیعی در بلندمدت و کوتاه‌مدت

	ضرایب	Tآماره	مقدار بحرانی
نتایج بلندمدت			
GDP	۰/۱۳۱	۱/۸۵	۰/۰۶۶۹
ELE	۰/۶۲۶	۴/۴۷	۰/۰۰۱
REN	-۰/۰۱۳۵	-۱/۷۵	/۰۷۸۱
FD	-۰/۱۹۱	-۱/۹۵	/۰۵۴۱
R^2	۰/۹۶		
Adj R^2	۰/۹۵		
نتایج کوتاه‌مدت			
GDP	۰/۱۸۵	۱/۹۲	۰/۰۸۷
ELE	۰/۵۸۱	۲/۳۲	۰/۰۲۱
REN	-۰/۰۱۵۵	-۱/۴۵	۰/۰۸۹۱
FD	-۰/۱۸۸	-۱/۹۸	۰/۰۹۱۰
ECM	-۰/۷۷۷	-۳/۲۱	۰/۰۰۳۷

منبع: یافته های پژوهش

برای تائید نتایج حاصل از تخمین‌های بلندمدت خود رگرسیونی با وقفه توزیعی از تخمین زننده‌های حداقل مربعات معمولی کامل تعدیل‌شده و حداقل مربعات معمولی پویا استفاده‌شده است. نتایج حاصل از تخمین‌های مذکور در جدول ۸ نشان داده‌شده است. نتایج نشان می‌دهد رشد اقتصادی و مصرف الکتریسیته در انتشار کربن بر اساس مصرف در ایران سهیم بوده درحالی‌که توسعه مالی و انرژی تجدید پذیر اثر کاهش انتشار کربن بر اساس مصرف را برای ایران داشته است. این نتایج تائید اعتباری برای تخمین بلندمدت بر اساس روش خود رگرسیونی با وقفه توزیعی است.

جدول ۸. نتایج تخمین حداقل مربعات معمولی کامل تعدیل‌شده و حداقل مربعات معمولی پویا

FMOLS				DOLS		
متغیر رگرس کننده	ضریب	Tآماره	مقدار بحرانی	ضریب	Tآماره	مقدار بحرانی
GDP	۰/۸۵۱	۲۱/۱۲	۰/۰۰۰	۰/۹۵۰	۱۹/۱۸	۰/۰۰۰
ELE	۰/۶۵۲	۴/۵۵	۰/۰۰۱	۰/۵۲۹	۴/۱۲	۰/۰۰۲
REN	-۰/۰۱۵	-۲/۱۲	-۰/۰۶۸	-۰/۰۱۸	-۲/۱۰	-۰/۰۶۹
FD	-۰/۱۲۱	-۳/۳۳	-۰/۰۲۱۴	-۰/۱۰۵	-۳/۱۷	-۰/۰۲۵۱
R2	۰/۸۹			۰/۹۰		
Adj R2	۰/۸۸			۰/۸۹		

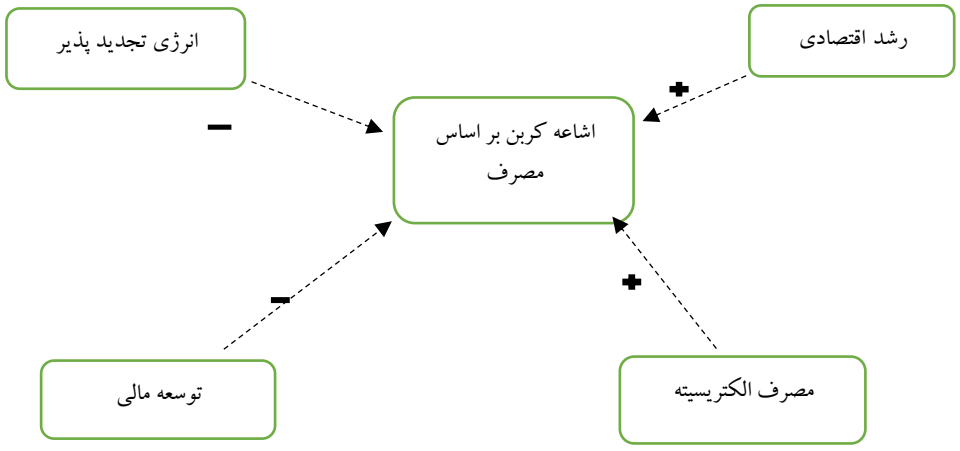
منبع: یافته های پژوهش

با توجه به اینکه اگر در سری‌ها شکست وجود داشته باشد، آزمون‌های علی متداول منجر به ارائه نتایج غلط می‌شود. آزمون علی تغییر تدریجی برای بررسی اثرات علی بلندمدت مصرف الکتریسیته، توسعه مالی، رشد اقتصادی و مصرف انرژی تجدید پذیر بر انتشار کربن بر اساس مصرف استفاده‌شده است. نتایج آزمون مذکور در جدول ارائه‌شده است. بر این اساس ارتباط یک‌طرفه علی از تولید ناخالص داخلی به انتشار کربن بر اساس مصرف وجود دارد. به این معنا که تولید ناخالص داخلی می‌تواند تغییرات در انتشار کربن بر اساس مصرف را پیش‌بینی کند. ارتباط یک‌طرفه از انرژی تجدید پذیر به انتشار کربن بر اساس مصرف وجود دارد وبر این اساس می‌تواند آن را پیش‌بینی کند. ارتباط علی یک‌طرفه از مصرف الکتریسیته بر انتشار کردن بر اساس مصرف وجود دارد و همین‌طور ارتباط یک‌طرفه از توسعه مالی به انتشار کربن بر اساس مصرف وجود دارد.

جدول ۹. آزمون تغییرات تدریجی علی

مسیر علی	آماره والد	مقدار بحرانی
$GDP \rightarrow CCO_2$	۱۲/۳۷	۰/۰۳۵
$ELE \rightarrow CCO_2$	۱۱/۱۹	۰/۰۴۳
$REN \rightarrow CCO_2$	۱۴/۱۸	۰/۰۲۸
$FD \rightarrow CCO_2$	۱۸/۱۷	۰/۰۱۲

منبع: یافته های پژوهش



منبع: یافته های پژوهش

شکل۲.نمودار روابط علی بین متغیرها

۶.بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با بررسی اثر توسعه مالی و مصرف انرژی تجدید پذیر بر انتشار کربن بر اساس مصرف و به‌کارگیری متغیرهای کنترلی رشد اقتصادی و مصرف الکتریسیته به تکمیل ادبیات موضوعی در این زمینه در کشور ایران پرداخته است. بر این اساس از تخمین خود رگرسیونی با وقفه توزیعی و تخمین زننده‌های حداقل مربعات معمولی کامل تعدیل‌شده و حداقل مربعات معمولی پویا و آزمون علی تغییر تدریجی استفاده‌شده است. نتایج نشان می‌دهد در ایران رشد اقتصادی و مصرف الکتریسیته باعث اضافه شدن انتشار کربن بر اساس مصرف‌شده و توسعه مالی و انرژی تجدید پذیر اثر کاهشی بر انتشار کربن بر اساس مصرف دارد. نتایج حاصل از رویکرد علی تغییر تدریجی نشان می‌دهد متغیرهای رشد اقتصادی مصرف انرژی تجدید پذیر، توسعه مالی و مصرف الکتریسیته عوامل مهم در پیش‌بینی انتشار کربن بر اساس مصرف هستند. ازاین‌رو سیاست‌گذاران در ایران باید تحقیق و توسعه درزمینهٔ فن‌آوری‌های کربن با مصرف کم و مصرف انرژی‌های تجدید پذیر را حمایت و تشویق نمایند. علاوه بر این بخش مالی باید در تمرکز اختصاص منابع به شرکت‌های استفاده‌کننده از فن‌آوری‌هایی دوستدار محیط‌زیست کوشا بوده و شرکت‌ها را در استفاده بیشتر از فن‌آوری‌های کارآ در انرژی در فرآیند تولید تشویق نمایند. یکی از ابزارهای سیاست‌گذاری که باید مورد اصلاح قرارگرفته به‌صورت جدی دنبال شود طراحی مجدد اندازه‌گیری کالاهایی است که وارد می‌شوند. این کالاها باید توسط صنایعی که از گستره انرژی کمتری استفاده می‌کنند تولیدشده و انرژی کمتری در مصرف آن‌ها استفاده می‌شود، به کار گرفته‌شده است. چراکه مقدار کربن ضمنی واردشده به ایران را کاهش می‌دهد و دوم آن‌که مصرف انرژی کمتر منجر به کاهش واردات و استفاده از منابع تجدید ناپذیر در تولید الکتریسیته می‌شود. اقتصادهای درحال‌توسعه مانند ایران باید موارد افتراق رشد اقتصادی و انتشار کربن را مورد مداقه قرار دهند. به‌نحوی‌که هم به رشد اقتصادی صدمه نخورد و هم‌فشار تغییرات اقلیمی را کنترل نمایند.

Refrences

Acheampong, A. O. (2018). Economic growth, CO2 emissions and energy consumption: What causes what and where? Energy Economics, 74, 677–692. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.07.022

Acheampong, A. O. (2019). Modelling for insight: Does financial development improve environmental quality? Energy Economics, 83, 156–179. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.06.025

Acheampong, A. O., Amponsah, M., & Boateng, E. (2020). Does financial development mitigate carbon emissions? Evidence from heterogeneous financial economies. Energy Economics, 88, 104768. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104768

Adebayo, T. S. (2020). Revisiting the EKC hypothesis in an emerging market: An application of ARDL-based bounds and wavelet coherence approaches. SN Applied Sciences, 2(12), 1–15. https://doi.org/10.1007/s42452-020-03705-y

Adebayo, T. S., & Acheampong, A. O. (2021). Modelling the globalization-CO2 emission nexus in Australia: Evidence from quantile-on-quantile approach. Environmental Science and Pollution Research, 5(1), 23–38. https://doi.org/10.1007/s11356-021-16368-y

Adebayo, T. S., & Rjoub, H. (2021). Assessment of the role of trade and renewable energy consumption on consumption-based carbon emissions: Evidence from the MINT economies. Environmental Science and Pollution Research, 28, 1–13. https://doi.org/10.1007/s11356-021-14754-0

Adebayo, T. S., Udemba, E. N., Ahmed, Z., & Kirikkaleli, D. (2021). Determinants of consumption-based carbon emissions in Chile: An application of nonlinear ARDL. Environmental Science and Pollution Research, 28, 1–15. https://doi.org/10.1007/s11356-021-13830-9

Adedoyin, F. F., Alola, A. A., & Bekun, F. V. (2020). An assessment of the environmental sustainability corridor: The role of economic expansion and research and development in EU countries. Science of the Total Environment, 713, 136726. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136726

Ahmad, A., Zhao, Y., Shahbaz, M., Bano, S., Zhang, Z., Wang, S., & Liu, Y. (2016). Carbon emissions, energy consumption and economic growth:An aggregate and disaggregate analysis of the Indian economy. Energy Policy, 96, 131–143. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.05.032

Akram, R., Chen, F., Khalid, F., Ye, Z., & Majeed, M. T. (2020). Heterogeneous effects of energy efficiency and renewable energy on carbon emissions: Evidence from developing countries. Journal of Cleaner Production, 247, 119122. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119122

Alam, M. J., Begum, I. A., Buysse, J., & Van Huylenbroeck, G. (2012). Energy consumption, carbon emissions and economic growth nexus in Bangladesh: Cointegration and dynamic causality analysis. Energy Policy,45, 217–225. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.02.022

Alkhathlan, K., & Javid, M. (2013). Energy consumption, carbon emissions and economic growth in Saudi Arabia: An aggregate and disaggregate analysis. Energy Policy, 62, 1525–1532. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.07.068

Alola, A. A., Yalçiner, K., Alola, U. V., & Saint Akadiri, S. (2019). The role of renewable energy, immigration and real income in environmental sustainability target. Evidence from Europe largest states. Science of the Total Environment, 674, 307–315. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv. 2019.04.163

Awosusi, A. A., Ramzan, M., Yuping, L., Xincheng, L., Murshed, M., Bah, S. I., & Adebayo, T. S. (2020). Determinants of carbon emissions in Argentina: The roles of renewable energy consumption and globalization.Energy Reports, 7, 4747–4760.

Balsalobre-Lorente, D., Driha, O. M., Shahbaz, M., & Sinha, A. (2020).The effects of tourism and globalization over environmental degradation in developed countries. Environmental Science and Pollution Research, 27(7), 7130–7144. https://doi.org/10.1007/s11356-019-07372-4

Balsalobre-Lorente, D., Shahbaz, M., Roubaud, D., & Farhani, S. (2018).How economic growth, renewable electricity and natural resources contribute to CO2 emissions? Energy Policy, 113, 356–367. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.10.050

Banerjee, A., Dolado, J., & Mestre, R. (1998). Error-correction mechanism tests for cointegration in a single-equation framework. Journal of Time Series Analysis, 19(3), 267–283.

Bayer, C., & Hanck, C. (2013). Combining non-cointegration tests. Journal of Time Series Analysis, 34(1), 83–95.

Bekun, F. V., Akinsola, G. D., Kirikkaleli, D., Adebayo, T. S., Umarbeyli, S., & Osemeahon, O. S. (2021). Economic performance of Indonesia amidst CO2 emissions and agriculture: A time series analysis. Environmental Science and Pollution Research, 15(2), 1–15.

Belaïd, F., & Zrelli, M. H. (2019). Renewable and non-renewable electricity consumption, environmental degradation and economic development:Evidence from Mediterranean countries. Energy Policy, 133, 110929.https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.110929

Benavente, J. M. G. (2016). Impact of a carbon tax on the Chilean economy:A computable general equilibrium analysis. Energy Economics, 57,106–127. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.04.014

Beton Kalmaz, D., & Adebayo, T. S. (2020). Ongoing debate between foreign aid and economic growth in Nigeria: A wavelet analysis. Social Science Quarterly, 101(5), 2032–2051. https://doi.org/10.1111/ssqu.12841

Boswijk, H. P. (1994). Testing for an unstable root in conditional and structural error correction models. Journal of Econometrics, 63(1), 37–60.ISO 690

Boswijk, H. P. (1995). Identifiability of cointegrated systems. Amsterdam: Tinbergen Institute., 2(1), 23–25.BP. (2020). British Petroleum. Available online: https://www.bp.com/en/global/corporate/energyeconomics/statistical-review-of-worldenergy/co2-emissions.html. Accessed on 29 May 2021

Cansino, J. M., Sánchez-Braza, A., & Rodríguez-Arévalo, M. L. (2018). How can Chile move away from a high carbon economy? Energy Economics, 69, 350–366. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.12.001

Charfeddine, L., & Kahia, M. (2019). Impact of renewable energy consumption and financial development on CO2 emissions and economic growth in the MENA region: a panel vector autoregressive (PVAR) analysis. Renewable Energy, 139, 198–213.

Cowan, W. N., Chang, T., Inglesi-Lotz, R., & Gupta, R. (2014). The nexus of electricity consumption, economic growth and CO2 emissions in the BRICS countries. Energy Policy, 66, 359–368. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.10.081

Dafermos, Y., Nikolaidi, M., & Galanis, G. (2018). Climate change, financial stability and monetary policy. Ecological Economics, 152, 219–234. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.05.011

Deutch, J. (2017). Decoupling economic growth and carbon emissions. Joule, 1(1), 3–5. https://doi.org/10.1016/j.joule.2017.08.011

Ding, Q., Khattak, S. I., & Ahmad, M. (2021). Towards sustainable production and consumption: Assessing the impact of energy productivity and eco-innovation on consumption-based carbon dioxide emissions (CCO2) in G-7 nations. Sustainable Production and Consumption, 27, 254–268. https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.11.004

Dong, K., Hochman, G., Zhang, Y., Sun, R., Li, H., & Liao, H. (2018). CO2 emissions, economic and population growth, and renewable energy: Empirical evidence across regions. Energy Economics, 75, 180–192. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.08.017

Dong, K., Sun, R., & Dong, X. (2020). CO2 emissions, natural gas and renewables, economic growth: assessing the evidence from China. Science of the Total Environment, 640, 293–302.

Dong, K., Sun, R., & Hochman, G. (2017). Do natural gas and renewable energy consumption lead to less CO2 emission? Empirical evidence from a panel of BRICS countries. Energy, 141, 1466–1478. https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.11.092

Engle, R. F., & Granger, C. W. (1987). Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. Econometrica: Journal of the Econometric Society, 251–276.

Fan, X., He, P., Xiong, H., & Shen, H. (2016). The effects of energy consumption, economic growth and financial development on CO2 emissions in China: A VECM approach. Sustainability, 11(18), 4850.

Fernández, Y. F., L_opez, M. F., & Blanco, B. O. (2018). Innovation for sustainability: the impact of R&D spending on CO2 emissions. Journal of Cleaner Production, 172, 3459–3467.

Gilfillan, S. M. V., Györe, D., Flude, S., Johnson, G., Bond, C. E., Hicks, N., Lister, R., Jones, D. G., Kremer, Y., Haszeldine, R. S., & Stuart, F. M. (2019). Noble gases confirm plume-related mantle degassing beneath Southern Africa. Nature Communications, 10(1), 1–7.

Gök, A. (2020). The role of financial development on carbon emissions: A meta regression analysis. Environmental Science and Pollution Research, 27, 1–19. https://doi.org/10.1007/s11356-020-07641-7

Grasso, M. (2016). The political feasibility of consumption-based carbon accounting. New Political Economy, 21(4), 401–413. https://doi.org/10.1080/13563467.2016.1115828

Grasso, M. (2017). Achieving the Paris goals: Consumption-based carbon accounting. Geoforum, 79, 93–96. https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2016.12.018

Hale, G. (2020) What are the financial risks from climate change? https://econofact.org/what-are-the-financial-risks-from-climate-change accessed at 11.08.2021

Halicioglu, F. (2009). An econometric study of CO2 emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey. Energy Policy, 37(3), 1156–1164. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.11.012

Hasanov, F. J., Liddle, B., & Mikayilov, J. I. (2018). The impact of international trade on CO2 emissions in oil exporting countries: Territory vs consumption emissions accounting. Energy Economics, 74, 343–350. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.06.004

He, X., Adebayo, T. S., Kirikkaleli, D., & Umar, M. (2021). Consumptionbased carbon emissions in Mexico: An analysis using the dual adjustment approach. Sustainable Production and Consumption, 27, 947–957.https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.02.020

IMF. (2019). International Monetary Fund. https://www.imf.org/en/Home. Assessed 6 March 2020

IPCC. (2006). 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Institute for Global Environmental Strategies.
Jiang, C., & Ma, X. (2019). The impact of financial development on carbon emissions: A global perspective. Sustainability, 11(19), 5241. https://doi.org/10.3390/su11195241
Jin, T., & Kim, J. (2018). What is better for mitigating carbon emissions—Renewable energy or nuclear energy? A panel data analysis. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 91, 464–471. https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.022
Johansen, S. (1991). Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in Gaussian vector autoregressive models. Econometrica: Journal of the Econometric Society, 1551–1580.
Kahouli, B. (2018). The causality link between energy electricity consumption, CO2 emissions, R&D stocks and economic growth in Mediterranean countries (MCs). Energy, 145, 388–399.
Katırcıo_glu, S., Fethi, S., Kalmaz, D. B., & Ça_glar, D. (2016). Interactions between energy consumption, international trade, and real income in Canada: an empirical investigation from a new version of the Solow growth model. International Journal of Green Energy, 13(10), 1059–1074.
Khan, H., Khan, I., & Binh, T. T. (2020). The heterogeneity of renewable energy consumption, carbon emission and financial development in the globe: A panel quantile regression approach. Energy Reports, 6, 859–867. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.04.002
Khan, M. K., Khan, M. I., & Rehan, M. (2020). The relationship between energy consumption, economic growth and carbon dioxide emissions in Pakistan. Financial Innovation, 6(1), 1–13.
Khan, S., Peng, Z., & Li, Y. (2019). Energy consumption, environmental degradation, economic growth and financial development in globe: Dynamic simultaneous equations panel analysis. Energy Reports, 5, 1089–1102. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2019.08.004
Khan, Z., Ali, M., Jinyu, L., Shahbaz, M., & Siqun, Y. (2020). Consumptionbased carbon emissions and trade nexus: Evidence from nine oil exporting countries. Energy Economics, 89, 104806. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104806
Khoshnevis Yazdi, S., & Ghorchi Beygi, E. (2018). The dynamic impact of renewable energy consumption and financial development on CO2 emissions: for selected African countries. Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy, 13(1), 13–20.
Kirikkaleli, D., & Kalmaz, D. B. (2020). Testing the moderating role of urbanization on the environmental Kuznets curve: empirical evidence from an emerging market. Environmental Science and Pollution Research, 27(30), 38169–38180.
Kirikkaleli, D., Adebayo, T. S., Khan, Z., & Ali, S. (2020). Does globalization matter for ecological footprint in Turkey? Evidence from dual adjustment approach. Environmental Science and Pollution Research, 28,14009–14017.
Knight, K. W., & Schor, J. B. (2014). Economic growth and climate change: A cross-national analysis of territorial and consumption-based carbon emissions in high-income countries. Sustainability, 6(6), 3722–3731.https://doi.org/10.3390/su6063722
Kong, Y., & Wei, F. (2017). Financial development, financial structure and carbon emission. Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ), 16(7), 1609–1622.
Kripfganz, S., & Schneider, D. C. (2018, September). ardl: Estimating autoregressive distributed lag and equilibrium correction models. In Proceedings of the 2018 London Stata Conference.
Li, R., & Su, M. (2017). The role of natural gas and renewable energy in curbing carbon emission: Case study of the United States. Sustainability,9(4), 600. https://doi.org/10.3390/su9040600
Lin, B., & Zhu, J. (2019). Determinants of renewable energy technological innovation in China under CO2 emissions constraint. Journal of Environmental Management, 247, 662–671.
Mikayilov, J. I., Galeotti, M., & Hasanov, F. J. (2018). The impact of economic growth on CO2 emissions in Azerbaijan. Journal of Cleaner Production, 197, 1558–1572. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.269
M_ozner, Z. V. (2013). A consumption-based approach to carbon emission accounting–sectoral differences and environmental benefits. Journal of Cleaner Production, 42, 83–95. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.10.014
Narayan, P. K. (2005). The saving and investment nexus for China: evidence from cointegration tests. Applied Economics, 37(17), 1979–1990.
Narayan, P. K., Saboori, B., & Soleymani, A. (2016). Economic growth and carbon emissions. Economic Modelling, 53, 388–397. https://doi.org/10.1016/j.econmod.2015.10.027
Nazlioglu, S., Gormus, N. A., & Soytas, U. (2016). Oil prices and real estate investment trusts (REITs): Gradual-shift causality and volatility transmission analysis. Energy Economics, 60, 168–175.
Odugbesan, J. A., & Adebayo, T. S. (2020a). The symmetrical and asymmetrical effects of foreign direct investment and financial development on carbon emission: Evidence from Nigeria. SN Applied Sciences, 2(12), 1–15. https://doi.org/10.1007/s42452-020-03817-5

Odugbesan, J. A., & Adebayo, T. S. (2020b). Modeling CO2 emissions in South Africa: Empirical evidence from ARDL based bounds and wavelet coherence techniques. Environmental Science and Pollution Research, 28, 9377–9389.

OECD. (2021). Gross Domestic Growth. Retrieved from https://stats. oecd.org/. Assessed 4th January 2021.

Omri, A., Daly, S., Rault, C., & Chaibi, A. (2014). Financial development, environmental quality, trade and economic growth: What causes what in MENA countries. Energy Economics, 48, 242–252.