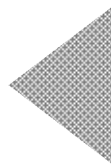


# اثر انرژی تجدید پذیر و توسعه مالی بر انتشار کربن بر اساس مصرف در ایران



سید جلال طباطبائی<sup>۱</sup>

(تاریخ دریافت ۱۴۰۲/۵/۲۴ - تاریخ تصویب ۱۴۰۳/۱/۲۵)

نوع مقاله: علمی پژوهشی

## چکیده

پژوهش حاضر اثر توسعه مالی و مصرف انرژی تجدید پذیر بر انتشار کربن بر اساس مصرف در ایران را با کنترل متغیرهای رشد اقتصادی و مصرف الکتریسیته را در دوره ۱۹۹۰ الی ۲۰۲۱ بررسی کرده است. پس از بررسی آزمون مانایی متغیرهای پژوهش آزمون‌های دیکی فولر تعدیل شده و زیوت-اندروز، آزمون هم جمعی بایر و هانک جهت بررسی وجود هم جمعی بین متغیرهای پژوهش انجام شده است. سپس از رگرسیون هم جمعی شامل تخمین زنده‌های خود رگرسیونی با وقفه توزیعی، حداقل مربعات معمولی کامل تعدیل شده، حداقل مربعات معمولی پویا و آزمون تغییرات تدریجی علی برای بررسی رابطه بلندمدت متغیرهای و رابطه علی آنها استفاده شده است. نتایج به وضوح 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، تأیید کننده نتایج اصلی روش‌های مورد استفاده تخمین بوده است. از این رو سیاست‌گذاران در ایران باید تحقیق و توسعه

۱- استادیار، دانشکده مدیریت، حسابداری و اقتصاد، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران، نویسنده مسئول،

در فن آوری‌های با مصرف کم کربن 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.

**کلیدواژه:** 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 به خوبی مستند شده و ریسک‌های مرتبط را به دو گروه ریسک‌های گذرا و ریسک‌های فیزیکی تقسیم می‌کند (دافرموس و سایرین<sup>۱</sup> (۲۰۱۸)، هیل<sup>۲</sup> (۲۰۲۰)، هی و سایرین<sup>۳</sup> (۲۰۲۱)). ارتباط مهم بین تغییرات اقلیمی و اقتصاد از طریق انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از تولید کالاها تبیین می‌شود. دولت‌ها اقدامات جدی برای کاهش تغییرات اقلیمی در دهه گذشته انجام داده‌اند و در همین زمان انتشار گاز گلخانه‌ای مورد مطالعه 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<sup>۴</sup> 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 در واحدهای تولیدی است. در این چشم‌انداز، تولیدکنندگان به‌عنوان مهم‌ترین انتشاردهنده کربن مقصر بوده در حالیکه مصرف‌کنندگان از مصرف این کالاها از جوامع تولیدکننده منتفع می‌شوند (گرسو<sup>۵</sup>، 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

---

1-Dafermos et al

2- Hale

3- He et al

4 -UN Framework Convention on Climate Change

5- Grasso

کشورهای درحال توسعه بوده و این در نتیجه افزایش تقاضا برای صادرات از کشورهای درحال توسعه به کشورهای توسعه یافته است. یان و سایرین<sup>۱</sup> (۲۰۲۰) بیان می کنند کشورهای توسعه یافته به شیوه ای انتشار کربن را به کشورهای درحال توسعه منتقل می کنند. از این رو محاسبه کربن بر اساس مصرف به عنوان شیوه دیگری برای محاسبه انتشار جهانی طبق کالاهای واقعی و خدمات مصرف شده در یک کشور مطرح شده است. این نوع از اندازه گیری انتشار کربن به عنوان ردپای کربن شناخته شده است و اندازه گیری آن بر اساس انتشاری است که در تولید، حمل و نقل و فروش کالا مستتر است (وود و سایرین<sup>۲</sup>، ۲۰۱۹). گرسو (۲۰۱۷) بیان می کند از آنجا که اکثر مسئولیت انتشار کربن بر شانه ملت های درحال توسعه تولید بوده و نه بر شانه ملت های توسعه یافته، محاسبه انتشار کربن بر اساس تولید اندازه گیری منصفانه ای برای کاهش تغییرات اقلیمی نیست. مهم ترین کانالی که مسئولیت انتقال کربن را تا حدی از تولید کنندگان به مصرف کنندگان منتقل می کند معاملات بین المللی است که بر اساس سیستم محاسباتی انتشار کربن بر اساس مصرف ایجاد شده است. رویکرد مطرح شده می تواند به عنوان یک تغییر پارادایم در زمینه<sup>۳</sup> پاسخگویی برای انتشار کربن طبق استانداردهای محاسبه ای پیچیده و جدید در این زمینه باشد. منزر<sup>۳</sup> (۲۰۱۳) مسئله ارتباط بین ملت ها 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 را نشان داده است. او توضیح داده که تا چه حد محاسبه کربن بر اساس مصرف می تواند تخصیص و محاسبه انتشار آن را بر اساس تولید تغییر دهد. برای مثال هر کشور اروپایی که کالایی را از چین تقاضا می کند برای مصرف شهروندان اروپایی علتی برای انتشار کربن و افزایش آن در چین است و کالاهایی که از طریق مبادلات بین المللی به اروپا منتقل شده و مصرف می شود در یک محیط پاک تر مصرف می شود اما انتشار کربن در چین ثبت شده و در مرزهای آن باقی مانده و در نتیجه چین در رتبه بالای انتشار کربن قرار می گیرد؛ اما آن کالاها درون مرزهای چین مورد مصرف و تقاضا قرار نمی گیرد. در واقع همه آن کالاها از چین به اروپا منتقل شده و شامل انتشار کربنی است که در چین تولید می شود، از این رو در این رویکرد انتشار کربن کالاهای وارد شده طبق روش انتشار کربن بر اساس

---

1- Yan et al

2- Wood et al

3- Mozner

مصرف به حساب 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 و فرا منطقه‌ای است. در واقع 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 اقلیمی باشد. 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 مورد بررسی قرار گرفته است. 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 بر داده در مدل‌های اقتصادی استفاده شده 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 در تأمین 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 مورد بررسی 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 مورد توجه قرار گرفته و افزایش پیدا کرده و ایران با حضور در بازار نوظهور در تجارت جهانی می‌تواند مورد بررسی قرار گیرد. از این رو پژوهش حاضر به دنبال پاسخگویی

به دو سؤال اساسی است. اول آن که استفاده از رویکرد انتشار کربن بر اساس مصرف چه ابعادی را درزمینه تغییرات اقلیمی روشن می‌کند؟ و دوم آن که توسعه مالی بر انتشار کربن بر اساس مصرف در کشور ایران چه اثری دارد؟

## ۲- پیشینه پژوهش

### ۲-۱ مبانی نظری

افزایش توجه به مسئله تغییر اقلیم ابتدا رشد اقتصادی را مورد مذاقه پژوهشگران و سیاست‌گذاران قرار داد. از جنبه شهودی چشم‌انداز رشد ملی از آنجاکه 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<sup>۱</sup> (۲۰۰۹) دوره بین ۱۹۶۰ الی ۲۰۰۵ را در ترکیه مورد مطالعه قرار داد و دریافت که یک رابطه دوطرفه بین درآمد و انتشار کربن وجود دارد. امری و سایرین<sup>۲</sup> (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<sup>۳</sup> (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<sup>۴</sup> (۲۰۱۸)، سنورای (۲۰۱۹)، ونگ و سایرین<sup>۵</sup> (۲۰۱۹) به نتیجه مشابه دست یافتند.

اکیمونگ<sup>۶</sup> (۲۰۱۸) و شعیب و سایرین<sup>۷</sup> (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

1- Halicioglu

2- Omri et al

3- Khan et al

4- Mikayilov et al

5- Wang et al

6- Acheampong

7- Shoaib et al

در انتشار کربن در سطح جهانی هم در کشورهای توسعه یافته و هم در کشورهای در حال توسعه می‌شود.

بخش دیگری از مطالعات ادبیات مربوط به رشد اقتصادی و انتشارات کربن در چارچوب غیرخطی و بر اساس چارچوب منحنی کوزنتس محیطی<sup>۱</sup> انجام شده 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 در حالی که سطح جاری درآمد و سطح آتی کربن رابطه همبستگی منفی دارند همان‌طور که درآمد افزایش پیدا می‌کند در ابتدا انتشار کربن افزایش یافته و پس‌از آن 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 شکل گرفته است. پژوهشگرانی مثل دویچ<sup>۲</sup> (۲۰۱۷)، ونگ و نگ<sup>۳</sup> (۲۰۱۹) و شرودر و استورم<sup>۴</sup> (۲۰۲۰) و نگ و ژانگ<sup>۵</sup> (۲۰۲۱) به دنبال احتمال جداسازی رشد اقتصادی از انتشار 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 در زمینه<sup>۶</sup> رابطه بین انتشار کربن بر اساس مصرف با سایر متغیرهای اقتصادی و اجتماعی وجود ندارد. از مطالعات اولیه مربوط به نایت و شور<sup>۶</sup> (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 و هم 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.

---

1-Environmental Kuznets Curve

2- Deutch

3- Wang and Wang

4- Schröder and Storm

5- Wang and Zhang

6- Knight and Schor

رابطه بین مصرف انرژی با شیوه‌های متفاوت اندازه‌گیری و انتشار کربن مورد مطالعه قرار گرفته است. مطالعات قابل توجهی وجود دارد که مصرف الکتریسته را به‌عنوان نماینده مصرف انرژی در نظر گرفته است. چراکه تولید الکتریسته در حال حاضر ترکیبی از سوخت‌های فسیلی شامل زغال‌سنگ، نفت و گاز طبیعی است.

جابجزینی انرژی سوخت‌های فسیلی با انرژی 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 انجام شده است. لی و سو (۲۰۱۷) نقش انرژی‌های تجدید پذیر و گاز طبیعی بر انتشار کربن را در ایالات متحده برای دوره ۱۹۹۰ الی ۲۰۱۵ بررسی کردند. نتایج نشان داد استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر به‌صورت عمده‌ای باعث کاهش انتشار کربن در بلندمدت می‌شود.

ادبیات مترادفی راجع به توسعه مالی و تغییرات اقلیمی در دهه گذشته شکل گرفته 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 آن که توسعه بازار سهام باعث کاهش هزینه تأمین مالی دارایی‌های ثابت سرمایه می‌شود و در نتیجه 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.

ادبیات مالی بررسی شده طبق انتشار کربن بر اساس تولید بوده است و در تحلیل‌های انجام شده این واقعیت وجود دارد که توسعه مالی سبب بیشتر شدن انتشار کربن می‌شود. اگرچه موارد استثنایی از نبود رابطه علی بین دو متغیر مذکور مطرح شده 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 انجام شده است. صافی و سایرین<sup>۱</sup> (۲۰۲۱) هفت کشور نوظهور شامل چین، هند، اندونزی، روسیه، برزیل، مکزیک و ترکیه را برای دوره ۱۹۹۵ الی ۲۰۱۸ مورد بررسی 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 به عنوان شاخص‌های عدم ثبات مالی استفاده کردند. نتایج نشان داد عدم ثبات مالی سبب کاهش در انتشار کربن بر اساس مصرف می‌شود. پژوهش حاضر از جنبه ادبیات موضوعی متفاوت است. مدل انتخابی در این پژوهش، انتشار کربن بر اساس مصرف به عنوان متغیر وابسته انتخاب شده و در بخش آتی مدل مبتنی بر داده برای کشور ایران ارائه شده و مورد آزمون قرار می‌گیرد تا بررسی شود که متغیرهای مطرح شده چه تأثیری بر انتشار کربن بر اساس مصرف می‌تواند داشته باشد.

## ۲-۲- مبانی تجربی

### ۲-۲-۱- مطالعات خارجی

فن و سایرین<sup>۲</sup> (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 مورد بررسی 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<sup>۳</sup> (۲۰۱۸) نه کشور صادرکننده نفت شامل آذربایجان، بحرین، کویت، عمان، قطر، روسیه، عربستان سعودی، امارات متحده عربی ونزوئلا را برای دوره ۱۹۹۵ الی ۲۰۱۳ مورد بررسی قراردادند. نتایج نشان داد رشد درآمد باعث افزایش انتشار کربن بر اساس مصرف در این کشورها می‌شود. صافی و سایرین<sup>۴</sup> (۲۰۲۱) رابطه رشد و انتشار کربن بر اساس مصرف را در مطالعه خود مورد بررسی قراردادند و نشان دادند که رشد اقتصادی باعث انتشار کربن بر اساس

---

1- Safi et al

2- Fan et al

3- Hasanov et al

4- Safi et al



مصرف در کشورهای در حال ظهور هفت می‌شود. آدبایو و آرجیب<sup>۱</sup> (۲۰۲۱) رابطه رشد و انتشار کربن بر اساس مصرف را در اقتصادهای مکزیک، اندونزی، ترکیه و نیجریه مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد رشد باعث افزایش انتشار اکسید کربن بر اساس مصرف می‌شود. علم و سایرین<sup>۲</sup> (۲۰۱۲) کشور بنگلادش را برای دوره ۱۹۷۲ الی ۲۰۰۶ بررسی کرده و دریافتند مصرف الکتریسیته منجر به انتشار بیشتر کربن در کشور مورد مطالعه می‌شود. الخطلان و جاوید<sup>۳</sup> (۲۰۱۳) رابطه مصرف انرژی و انتشار کربن را در عربستان سعودی مورد بررسی قرار هم در سطح کل و هم در سطح غیر کل مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها نشان دادند که مصرف الکتریسیته منجر به انتشار بیشتر کربن در عربستان سعودی در دوره ۱۹۸۰ الی ۲۰۱۱ شده است. کاون و سایرین<sup>۴</sup> (۲۰۱۴) به مطالعه کشورهای بریکس<sup>۵</sup> 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<sup>۶</sup> (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<sup>۷</sup> (۲۰۱۶) کشور هند را برای دوره ۱۹۷۱ الی ۲۰۱۴ بررسی کردند. نتایج تأیید کننده یافته‌های مربوط به کاون و سایرین در ۲۰۱۴ بوده و مصرف الکتریسیته منجر به انتشار کربن بیشتر می‌شود. بالسالبرلورنته و سایرین<sup>۸</sup> (۲۰۱۸) پنج کشور اتحادیه اروپا شامل آلمان، فرانسه، ایتالیا، اسپانیا و انگلستان را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها رابطه بین الکتریسیته قابل تجدید و انتشار کربن را بررسی کردند. نتایج تأیید کننده رابطه منفی بین الکتریسیته تجدید پذیر و انتشار کربن برای نمونه مورد نظر بود. بلید وزیرلی<sup>۹</sup> (۲۰۱۹) کشورهای مدیترانه شامل الجزیره، مصر، فرانسه، یونان، ایتالیا، مراکش و اسپانیا را برای دوره

---

1- Adebayo and Rjoub

2- Alam et al

3- Alkhathlan and Javid

4- Cowan et al

5- BRICS

6- Salahuddin et al

7- Ahmad et al

8- BalsalobreLorente et al

9- Belaïd and Zrelli

۱۹۸۰ الی ۲۰۱۴ مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها رابطه بین مصرف الکتریسته تجدید پذیر و ناپذیر و انتشار کربن را بررسی کردند. نتایج نشان داد الکتریسته تجدید ناپذیر منجر به افزایش انتشار کربن و مصرف الکتریسته تجدید پذیر منجر به رابطه عکس در انتشار کربن می‌شود. سینت اکادری و سایرین<sup>۱</sup> (۲۰۲۰) به مطالعه کشور ترکیه در دوره ۱۹۷۰ الی ۲۰۱۴ پرداختند. نتایج نشان داد مصرف الکتریسته منجر به انتشار کربن بیشتر در کشور مذکور می‌شود.

دونگ و سایرین<sup>۲</sup> (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 انرژی‌های 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 مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند این کشورها با سهم بیشتری از نیروهای تجدید پذیر در سبد انرژی خود باعث کاهش کربن تا حد بالایی می‌شوند. جین و کیم<sup>۳</sup> (۲۰۱۸) سی کشور را که دارای انرژی هسته‌ای و انرژی تجدید پذیر در سبد انرژی خود بودند برای دوره ۱۹۹۰ الی ۲۰۱۴ مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد اثر انرژی تجدید پذیر بر کاهش اشاره کربن بسیار بیشتر از انرژی هسته‌ای است. اکرم و سایرین<sup>۴</sup> (۲۰۲۰) رابطه بین انرژی تجدید پذیر و انتشار کربن را در ۶۶ کشور در حال توسعه برای دوره ۱۹۹۰ الی ۲۰۱۴ در چارچوب منحنی زیست‌محیطی کوزنتس مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد کارایی انرژی و مصرف انرژی تجدید پذیر باعث کاهش انتشار کربن به صورت معنی‌دار می‌شود. دونگ و سایرین (۲۰۲۰) اثر انرژی تجدید پذیر را بر روی انتشار کربن در سطح جهانی مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها ۱۲۰ کشور را برای دوره ۱۹۹۵ الی ۲۰۱۵ مورد بررسی قرار داده و نشان 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

---

1- Saint Akadiri et al

2- Dong et al

3- Jin and Kim

4- Akram et al

کربن بر اساس مصرف را مورد بررسی قرار داده است. اولین مطالعه توسط ویب<sup>۱</sup> (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 کم کربن 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 هفت کشور صنعتی در دوره ۱۹۹۰ الی ۲۰۱۸ استفاده کردند. نتایج نشان داد استفاده از انرژی تجدید پذیر سبب کاهش انتشار کربن بر اساس مصرف می‌شود.

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<sup>۲</sup> (۲۰۱۵) مطالعه مبتنی بر داده در دوازده کشور منطقه منا در دوره ۱۹۹۰ الی ۲۰۱۱ انجام دادند. نتایج آن‌ها بر معبر بودن فرضیه عدم ارتباط بین توسعه مالی و انتشار کربن است. کنگ و وی<sup>۳</sup> (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 مورد مطالعه قراردادند و نتایج نشان داد برخی از شاخص‌های توسعه مالی و ساختار مالی باعث افزایش در انتشار کربن در برخی از مناطق چین شده در حالی که برخی دیگر اثری ندارد. زینگ و سایرین<sup>۴</sup> (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 و هم در بلندمدت اثر منفی دارد. اکیمونگ

---

1-Wiebe

2- Omri et al

3- Kong and Wei

4- Xing et al

(۲۰۱۹) <sup>۴۶</sup> منطقه اقتصادی را برای دوره ۲۰۱۰ الی ۲۰۱۱ بررسی کرده و شاهد نتایج متناقضی در زمینه<sup>۱</sup> 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 به وسیله 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 تأیید می‌کند. سئورای<sup>۱</sup> (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<sup>۲</sup> (۲۰۱۹) ۱۵۵ کشور را برای دوره ۱۹۹۰ الی ۲۰۱۴ مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها نمونه مورد بررسی را به دو گروه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه 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 در حال توسعه نتایج قوی‌تری را نسبت به کشورهای توسعه یافته 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 به عنوان نماینده توسعه مالی دریافتند که توسعه مالی سبب کاهش انتشار کربن می‌شود. خان و سایرین (۲۰۲۰) ۱۹۲ کشور را برای دوره ۱۹۸۰ الی ۲۰۱۸

---

1- Tsaurai

2- Jiang and Ma

بررسی کردند و دریافتند توسعه مالی باعث افزایش انتشار کربن نمی‌شود. علاوه بر این اکیمونگ 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 درحال توسعه اقتصاد مالی، اقتصادهای مالی در مرز و اقتصادهای مالی خوداتکا. نتایج نشان داد در سطح کل، توسعه مالی و زیرمجموعه‌های 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<sup>۱</sup> (۲۰۲۰) به مطالعه توسعه مالی بر انتشار کربن با استفاده از تجزیه و تحلیل متا رگرسیون پرداخت. نتایج نشان داد توسعه مالی سبب انتشار کربن می‌شود و باعث کاهش کیفیت محیط می‌شود. شعیب و سایرین<sup>۲</sup> (۲۰۲۰) نمونه‌ای از هفت کشور درحال توسعه و هفت کشور توسعه‌یافته را درزمینه<sup>۳</sup> اثر توسعه مالی بر انتشار کربن در دوره ۱۹۹۹ الی ۲۰۱۳ بررسی کردند. آن‌ها ارتباط احتمالی دوطرفه را بین توسعه مالی و انتشار کربن یافتند.

## ۲-۲-۲ مطالعات داخلی

محمد مرادی و سایرین (۱۴۰۱) به بررسی ارتباط متقابل توسعه مالی، آلودگی هوا و رشد اقتصادی در ۲۰ کشور منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا طی سال‌های ۲۰۱۸-۱۹۹۵ پرداختند. از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته سیستمی در چارچوب داده‌های تابلویی پویا استفاده شده است. نتایج برآورد مدل آن‌ها نشان داد که افزایش انتشار دی‌اکسید کربن و افزایش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی موجب افزایش رشد اقتصادی در کشورهای موردبررسی شده است از سوی دیگر رشد اقتصادی موجب افزایش انتشار آلودگی گردیده است. همچنین باوجود تأثیر مثبت توسعه مالی بر مصرف انرژی‌های پاک، نتوانسته است موجب کاهش آلودگی‌های صنعتی گردد. درواقع، علیرغم رابطه دوطرفه و مثبت انرژی‌های پاک و رشد اقتصادی هنوز در کشورهای منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا بیشتر از سوخت‌های فسیلی و انرژی‌های تجدیدناپذیر استفاده می‌شود که موجب گسترش میزان آلودگی‌های صنعتی می‌گردد. پروژه‌های انرژی‌های پاک

1- Gök

2- Shoaib et al

نسبت به سایر پروژه‌های تأمین انرژی، دارای بازدهی پایین و تأمین مالی بالا می‌باشند. لذا در کشورهای منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا به دلیل عدم توسعه یافتگی نهادهای مالی و ضعف آن‌ها در تأمین مالی پروژه‌های انرژی‌های پاک، استقبال چندانی برای سرمایه‌گذاری در این پروژه‌ها صورت نگرفته تا بتواند موجبات کاهش انتشار دی‌اکسید کربن را فراهم آورد.

نادمی و دالوندی (۱۴۰۲) به بررسی ارتباط نوآوری، توسعه مالی و آلودگی پرداختند. نتایج گشتاورهای تعمیم‌یافته پانلی با تکیه بر داده‌های ۳۱ کشور منتخب جهان در بازه زمانی ۲۰۲۱-۱۹۹۰ نشان داد که نوآوری آلودگی محیط‌زیست را افزایش می‌دهد؛ بنابراین، نوآوری افراطی و افسارگسیخته فراتر از یک نقطه خاص ممکن است برای محیط‌زیست ناسالم باشد و نشان می‌دهد که ممکن است سطح آستانه بالقوه نوآوری وجود داشته باشد که فراتر از آن تأثیر نوآوری تغییر می‌کند. برای این سطح آستانه احتمالی مربع نوآوری در معادله کیفیت محیطی گنجانده می‌شود. درحالی‌که توسعه مالی آلودگی را کاهش می‌دهد. ضریب عبارت تعاملی ضریبی نیز منفی است و نشان می‌دهد که درحالی‌که توسعه مالی تخریب محیط‌زیست را کاهش می‌دهد، سطح بالاتری از نوآوری‌ها تأثیر مخرب مالی بر انتشار کربن را کاهش می‌دهد. تولید ناخالص داخلی سرانه واقعی، شهرنشینی و باز بودن تجاری نیز به‌طور منفی با انتشار CO<sub>2</sub> مرتبط هستند. از سوی دیگر، سرمایه انسانی تأثیر معناداری بر انتشار CO<sub>2</sub> ندارد.

ذبیحی و سایرین (۱۴۰۲) به بررسی نقش ریسک‌های اقتصادی، مالی و سیاسی در کاهش سرانه انتشار کربن با بهره‌گیری از رویکرد بسیار جدید مدل‌سازی رگرسیون کوانتایل بر کوانتایل (QQR) در بازه زمانی سالانه ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ پرداختند. نتایج به‌دست آمده، بیانگر آن است که متغیر ریسک اقتصادی در تمام کوانتایل‌ها (۰.۰۵ تا ۰.۹۵) تأثیر مثبت بر سرانه انتشار کربن در تمام کوانتایل‌ها (۰.۰۵ تا ۰.۹۵) داشته است و این ارتباط مثبت در کوانتایل‌های (۰.۳ تا ۰.۹۵) متغیر ریسک اقتصادی و کوانتایل‌های (۰.۰۵ تا ۰.۴۵) سرانه انتشار کربن نسبتاً قوی‌تر بوده است؛ متغیر ریسک مالی در تمام کوانتایل‌ها (۰.۰۵ تا ۰.۹۵) تأثیر مثبت بر سرانه انتشار کربن در تمام کوانتایل‌ها (۰.۰۵ تا ۰.۹۵) داشته است و این ارتباط مثبت در کوانتایل‌های (۰.۰۵ تا ۰.۹۵) متغیر ریسک مالی و کوانتایل‌های (۰.۴ تا ۰.۵۵) سرانه انتشار کربن قوی‌تر بوده است؛ همچنین متغیر ریسک سیاسی در تمام کوانتایل‌ها (۰.۰۵ تا ۰.۹۵) تأثیر مثبت بر سرانه انتشار کربن در تمام کوانتایل‌ها (۰.۰۵ تا ۰.۹۵) داشته است و این ارتباط مثبت در کوانتایل‌های (۰.۰۵ تا ۰.۳۵) متغیر

ریسک سیاسی و کوانتایل‌های (۰.۴۵ تا ۰.۵۵) سرانه انتشار کربن قوی‌تر بوده است. بدین ترتیب، لزوم توجه به ثبات اقتصادی، مالی و سیاسی در کشور ایران برای بهبود کیفیت محیط‌زیست و کاهش انتشار کربن از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است.

فرهنگ و سایرین (۱۴۰۱) اثرات شاخص‌های توسعه مالی بر گازهای گلخانه‌ای در ۲۰ کشور منا در بازه زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۰ بررسی کردند. شاخص توسعه مالی با سه متغیر پول گسترده، اعتبارات اعطایی به بخش خصوصی و ارزش بازاری (بازار سرمایه) سنجیده شده است. از برآوردگرهای حداقل مربعات کاملاً اصلاح‌شده، حداقل مربعات پویا، میانگین گروهی تلفیقی جهت برآورد ضرایب بلندمدت استفاده شده است. نتایج تجربی این پژوهش حاکی از تأثیر منفی و معناداری شاخص‌های توسعه مالی بر انتشار دی‌اکسید کربن در تمامی مدل‌های برآوردی دارد درحالی‌که متغیرهای نرخ شهرنشینی، مصرف انرژی و رشد اقتصادی تأثیر مثبت و معنی‌داری داشته است. بیشترین ضریب تأثیرگذاری متغیرهای شاخص توسعه مالی و نرخ شهرنشینی بر انتشار کربن در بین سه روش به کاررفته، مربوط به اعتبارات اعطایی به بخش خصوصی و روش حداقل مربعات پویا است. نتایج هر سه روش باهم سازگار می‌باشند، بدین ترتیب که اعتبارات اعطایی به بخش خصوصی، پول گسترده و ارزش بازاری در هر سه روش تحقیق موجب کاهش و نرخ شهرنشینی نیز موجب افزایش انتشار دی‌اکسید کربن شده است.

### ۳- روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از جنبه هدف کاربردی و از جنبه گردآوری داده‌ها 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 (CCO<sub>2</sub>) در ایران با استفاده از مجموعه داده‌های سالانه برای دوره ۱۹۹۰ الی ۲۰۲۱ بررسی می‌کند. برای انجام آزمون‌های آماری از نرم‌افزار ایویوز استفاده شده است. متغیرهای مورد استفاده به جز متغیر توسعه مالی به لگاریتم طبیعی تبدیل شدند. تا سری‌های مربوطه از شکل نرمال برخوردار شود (کیرکالیلی و سایرین<sup>۱</sup> ۲۰۲۰) جدول ۱ منابع داده‌ها، واحد

اندازه گیری را نشان می دهد.

جدول (۱) - واحدهای متغیرها و منابع

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

### ۳-۱. تصریح مدل

مدل اقتصادی پژوهش حاضر در رابطه ۱ ارائه شده است.

$$CCO_{2t} = \theta_0 + \theta_1 GDP_t + \theta_2 ELE_t + \theta_3 REN_t + \theta_4 FD_t + \varepsilon_t \quad \text{رابطه ۱}$$

استفاده از متغیرهای مذکور به این علت است که اگرچه در دهه های گذشته پژوهشگران متعددی ارتباط بین متغیرهای مذکور را بررسی کردند (آددوین و سایرین<sup>۱</sup>، ۲۰۲۰، آلولا و سایرین<sup>۲</sup>، ۲۰۱۹، کیرکالیلی و سایرین<sup>۳</sup>، ۲۰۲۰، بکان و سایرین<sup>۳</sup>، ۲۰۲۱)، با این وجود هیچ کدام از آنها انتشار کربن بر اساس مصرف را مورد بررسی قرار ندادند. همان طور که نایت و شور<sup>۴</sup> (۲۰۱۴)، صافی و سایرین (۲۰۲۱) و شهباز و سایرین<sup>۵</sup> (۲۰۲۰) بیان کردند اهمیت رویکرد انتشار کربن بر اساس مصرف به این علت است که نه تنها زنجیره عرضه جهانی را در نظر می گیرد بلکه بین آلودگی هایی که توسط یک کشور ایجاد شده و در کشور دیگر مصرف می شود، تمایز قائل می شود.

در مطالعات ادیگباسن و آدبایو<sup>۶</sup> (۲۰۲۰)، کیرکالیلی و سایرین (۲۰۲۰)، بالسلبرلورتنه و سایرین (۲۰۲۰) تولید ناخالص داخلی در چارچوب مدل مورد استفاده قرار گرفته است. ارتباط درونی بین

1- Adedoyin et al

2- Alola et al

3- Bekun et al

4- Knight and Schor

5- Shahbaz et al

6- Odugbesan and Adebayo



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 ( $\beta_1 = \frac{\partial \text{CCO}_2}{\partial \text{GDP}} > 0$ ). در مطالعه سینت آکدیری و سایرین (۲۰۲۰)، رحمان (۲۰۲۰)، صلاح‌الدین و سایرین (۲۰۲۰) و کاهولی (۲۰۱۸) مصرف الکتریسته در مدل استفاده‌شده و رابطه مثبت با انتشار کربن بر اساس مصرف مورد انتظار است. این بدین معناست که مصرف الکتریسته منجر به ضرر کیفیت محیط می‌شود ( $\beta_2 = \frac{\partial \text{CCO}_2}{\partial \text{ELE}} > 0$ ). همچنین طبق مطالعه شهباز و سایرین (۲۰۲۰)، خان و سایرین (۲۰۲۰)، الولا و سایرین (۲۰۱۹) و سینت و سایرین (۲۰۱۹) انرژی تجدید پذیر در مدل مورد استفاده قرار گرفته، اثر منفی انرژی تجدید پذیر بر انتشار کربن بر اساس مصرف مورد انتظار است ( $\beta_3 = \frac{\partial \text{CCO}_2}{\partial \text{REN}} < 0$ ). 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 و کاهیا<sup>۲</sup>، خوشنویس و قرچی<sup>۴</sup>، شهباز و سایرین<sup>۳</sup> ۲۰۱۳) افزایش در توسعه مالی می‌تواند باعث افزایش پایداری محیط شود.

پس از آنکه هم جمعی در بین پارامترها مورد تأیید قرار گرفت. از رویکرد خود رگرسیونی با وقفه توزیعی استفاده شده است. زمانی که ارتباط بلندمدت بین متغیرها شناسایی شد ارتباط کوتاه‌مدت با استفاده از روش مدل اصلاح خطا توسط انگل و گرنجر (۱۹۸۷) ارائه شده 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 رابطه ۲ ارائه شده است. در مدل مذکور سرعت تعدیل با  $\rho$  نشان داده شده و مقدار اصلاح خطا با  $ECT$  نشان داده شده است.

$$\Delta \text{CCO}_{2t} = \vartheta_0 + \sum_{i=1}^t \vartheta_1 \Delta \text{CCO}_{2t-i} + \sum_{i=1}^t \vartheta_2 \Delta \text{GDP}_{t-i} + \sum_{i=1}^t \vartheta_3 \Delta \text{ELE}_{t-i} + \sum_{i=1}^t \vartheta_4 \Delta \text{REN}_{t-i} + \sum_{i=1}^t \vartheta_5 \Delta \text{FD}_{t-i} + \rho \text{ECT}_{t-i} + \varepsilon_t \quad \text{رابطه ۲}$$

1 - Saint Akadiri et al

2 - Kahouli

3 - Charfeddine & Kahia

4 - Khoshnevis & Ghorchi

برای بررسی استواری تخمین بلندمدت خود رگرسیونی با وقفه توزیعی از رویکرد حداقل مربعات معمولی کامل تعدیل شده<sup>۱</sup> و حداقل مربعات معمولی پویا<sup>۲</sup> استفاده شده است. اگرچه رویکردهای اقتصادسنجی مختلفی برای ارزیابی ارتباط بلندمدت بین متغیرهای مدل وجود دارد؛ اما روش حداقل مربعات معمولی کامل تعدیل شده که توسط فیلیپس وهانسن<sup>۳</sup> (۱۹۹۰) و رویکرد حداقل مربعات معمولی پویا توسط استاک و واتسون<sup>۴</sup> (۱۹۹۳) ارائه شده در تحلیل استفاده شده است. این روش‌ها همبستگی نامتقارن با توجه به اثر همبستگی سریالی را دربر می‌گیرد. این دو روش زمانی قابل استفاده است که هم جمعی بین سری‌ها وجود داشته باشد. از این رو کشش بلندمدت با تخمین‌های حداقل مربعات معمولی کامل تعدیل شده و حداقل مربعات معمولی پویا در این مطالعه محاسبه شده است. رابطه حداقل مربعات معمولی کامل تعدیل شده در رابطه ۳ نشان داده شده است. این رویکرد ویژگی مسئله درون‌زایی، اتو رگرسیونی و همچنین تورش ناشی از نمونه را مدنظر قرار داده است (نارایان<sup>۵</sup> ۲۰۰۵).

$$\begin{aligned} \text{CCO}_{2t} = & \vartheta_0 + \vartheta_1 \text{GDP}_t + \vartheta_2 \text{ELE}_t + \vartheta_3 \text{REN}_t \\ & + \vartheta_4 \text{FD}_t + \sum_{i=q}^q \beta_1 \Delta \text{GDP}_{t-i} + \sum_{i=q}^q \beta_2 \Delta \text{GDP}_{t-i} \\ & + \sum_{i=q}^q \beta_3 \Delta \text{GDP}_{t-i} + \sum_{i=q}^q \beta_4 \Delta \text{GDP}_{t-i} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad \text{رابطه ۳}$$

آزمون علیت تغییر تدریجی که بر اساس آزمون احتمال تودا و یاماموتو<sup>۶</sup> شکل گرفته برای بررسی اثر علی متغیرهای مستقل مدل بر متغیر وابسته استفاده شده 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 مورد استفاده قرار بگیرد. نازللی و سایرین<sup>۷</sup> (۲۰۱۶) آزمون علیت تغییر تدریجی را معرفی کردند. این آزمون مسئله شکست ساختاری در سری‌های زمانی در

---

1 -FMOLS

2- DOLS

3 -Phillips and Hansen

4 -Stock and Watson

5 -Narayan

6 -Toda-Yamamoto

7 -Nazlioglu et al

تخمین تحلیل علیت را در نظر می‌گیرد.

#### ۴- برآورد مدل

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 گرفته شده است. آمار توصیفی متغیرهای مذکور در جدول ۲ ارائه شده است. در جدول مذکور میانه، میانگین، حداکثر، حداقل، چولگی و کشیدگی متغیرها ارائه شده 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 جاک-برا ویژگی‌های نرمال بودن متغیرها موردبررسی قرار گرفته و مقدار بحرانی آماره مذکور نشان می‌دهد همه متغیرها نرمال هستند.

#### جدول (۲) - آمار توصیفی متغیرها

FD	REN	ELE	GDP	CCO <sub>2</sub>	
۰.۳۱۰۹۲۳	۰/۹۷۵۹۹۱	۱۵۲۰۱۱۷۸	۴۵۸/۴۵۵۰	۸۰۵۹۶۷۲۷	میانگین
۰.۲۹۱۱۳۵	۰/۹۷۷۵۰۰	۱۴۲۰۹۷۰۰	۴۸۲۸/۴۹۵	۸۰۶۱۷۲۷۰	میانه
۰.۰۴۸۵۵۱۴	۱/۵۲۸۴۷	۲۹۸۰۸۳۰۰	۵۴۵۰/۹۳۸	۸۰۹۵۴۳۴۷	حداکثر
۰.۰۲۱۶۸۳۹	۰/۴۴۰۰	۵۰۰۱۲۰۰۰	۳۳۶۳/۵۱۰	۸۰۳۰۶۱۸۵	حداقل
۰.۰۰۷۴۲۵۱	۰/۲۶۱۳۶	۷۶۰۰۳۱۷۸	۷۲۶.۷۷۴۷	۰۰۱۷۴۲۴۳	انحراف معیار
۰.۰۸۰۴۰۸	۰/۲۰۳۵۴۸	۰.۳۲۶۱۶۹	-۰/۲۹۴۲۵۷	-۰۰۱۰۹۶۲۹	چولگی
۲.۰۹۳۱۵۸۲	۲/۸۱۹۴	۱.۰۸۲۹۲۱۶	۱/۳۹۴۷۸	۱.۰۹۳۷۴۲۸	کشیدگی
۴.۱۴۰۲۰۲	۰/۲۶۴۴۲۷	۲.۰۳۹۵۰۴۰	۳/۸۹۷۴۰	۱.۰۵۶۹۵۱۱	جاک-برا
۰.۱۲۶۱۷۳	۰/۸۷۵۶۱	۰.۳۰۱۹۴۲	۰/۱۴۲۴۵۹	۰.۰۴۵۶۲۳۱	احتمال
۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	مشاهدات

منبع: یافته‌های پژوهش

#### ۱-۴- آزمون ریشه واحد

آزمون ریشه واحد برای بررسی رتبه تلفیقی سری‌ها قبل از تحلیل بیشتر ضروری است. از این رو ارزیابی ویژگی‌های تلفیقی بین سری‌ها با استفاده از آزمون ریشه واحد انجام می‌شود. ابتدا آزمون

متداول دیکی فولر تعدیل یافته و آزمون ریشه واحد فیلیپس استفاده شده است. از آنجا که شکست ساختاری در سری‌ها آزمون‌های سنتی ریشه واحد می‌تواند منجر به نتایج ناصحیح شود، از این رو آزمون ریشه واحد زیوت و اندروز<sup>۱</sup> که به طور هم‌زمان ویژگی‌های مانایی سری‌ها و شکستگی ساختار واحد را در نظر می‌گیرد، استفاده شده است. نتایج آزمون‌های ریشه واحد در جدول ۳ ارائه شده 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**

تصمیم	تفاضل مرتبه اول مقدار ثابت و روند	در سطح مقدار ثابت و روند	
I (1)			آزمون ریشه واحد ADF
I (1)	-۵,۳۹۶۹۴۰	-۲,۶۶۳,۰۲۸	CCO2
I (1)	-۴,۹۴۷۵۶۱	-۱,۴۷۳۷۷۷	GDP
I (1)	-۴,۹۴۷۲۳۷	-۰,۶۲۹۹۵۱	ELE
I (1)	-۵,۱۸۶۱۸۹	-۲,۴۱۹۷۱۷	REN
I (1)	-۵,۰۸۸۳۷۰	-۲,۴۹۷۶۹۴	FD
			<b>آزمون ریشه واحد PP</b>
I (1)	-۵,۳۸۷۴۱۶	-۲,۶۶۰,۹۶۳	CCO2
I (1)	-۴,۹۵۴۵۰۹	-۱,۴۷۷۸۳۹	GDP
I (1)	-۴,۹۱۹۳۷۳	-۰,۶۶۵۱۵۷	ELE
I (1)	-۶,۰۶۲۱۹۳	-۲,۲۳۹۲۳۱	REN
I (1)	-۱۷,۱۷۸۰۵	-۲,۰۴۴۲۴۸	FD

منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که در مطالعات در مطالعات آلولا و سایرین (۲۰۱۹)، کالماز و آدبایو (۲۰۲۰) مطرح شده آزمون ریشه واحد مرسوم می‌تواند در برخی از موارد گمراه کننده باشد. از این رو در مطالعه حاضر برای در نظر گرفتن از یک شکست ساختاری در بررسی مانایی سری‌ها استفاده شده است. آزمون ریشه واحد زیوت و اندروز استفاده شده است. نتایج آزمون در جدول ۴ ارائه شده

1 -Zivot and Andrews

است. نتایج نشان می‌دهد پس از تفاضل مرتبه اول همه پارامترها از مانایی برخوردار هستند.

### جدول (۴) - آزمون ریشه واحد زیوت و اندروز

تفاضل اول		در سطح		
تاریخ شکست	مقدار ثابت و روند	تاریخ شکست	مقدار ثابت و روند	
۲۰۰۰	-۱۱۲۰۵	۲۰۰۳	-۳۰۰۹۱۶۱۴	CCO2
۲۰۰۴	-۴/۴۵۴	۲۰۰۲	-۳۰۴۰۱۵۱۷	GDP
۲۰۰۲	-۶/۲۵۴	۲۰۰۱	-۳۰۰۰۹۷۲	ELE
۲۰۰۳	-۵/۵۸۴	۲۰۰۲	-۳۰۸۰۲۶۰۳	REN
۲۰۰۳	-۵/۲۲۱	۲۰۱۵	-۴۰۳۰۲۳۲۲	FD

منبع: یافته‌های پژوهش

### ۲-۴ آزمون هم جمعی

در پژوهش حاضر آزمون هم جمعی بایر وهنک ۱ (۲۰۱۳) به عنوان آزمون هم جمعی دقیق تری استفاده شده که ترکیبی از آزمون‌های هم جمعی بانرجی و سایرین ۲ (۱۹۹۸)، بوسوایک ۳ (۱۹۹۵)، جوهانسن ۴ (۱۹۹۱) و انگل و گرنجر ۵ (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 وهنک از فرمول فیشر جهت آزمون مربوط استفاده کردند رابطه فیشر در رابطه ۴ و ۵ نشان داده شده است.

$$EG - JOH = -2[\ln(PEG) + \ln(PJOH)] \quad \text{رابطه ۴}$$

$$EG - JOH - BO - BD = -2[\ln(PEG) + \ln(PJOH) + \ln(PBO) + \ln(PBDM)] \quad \text{رابطه ۵}$$

PEG سطح معناداری انگل و گرنجر، PJOH سطح معناداری جوهانسن و سطح معناداری

- 
- 1- Bayer and Hanck
  - 2- Banerjee et al
  - 3- Boswijk
  - 4- Johansen
  - 5- Engle and Granger

آزمون‌های هم جمعی بانرجی وبوسوایک با PBO و PBDM به ترتیب بیان شده است. نتایج آزمون هم جمعی مذکور در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد در سطح معنی داری پنج درصد هم جمعی وجود دارد. از این رو رابطه تعادلی در بلندمدت بین متغیرها وجود دارد.

### جدول (۵) - آزمون هم جمعی بایر و هانک

آماره فیشر EG-JOH-BAN-BOS	آماره فیشر (EG-GOH)	
۷۲/۵۶	۱۷/۱۵	CCO <sub>2</sub> =f(GDP,REN,FD)
۲۰/۱۲۳	۱۰/۵۵۱	معنی داری سطح ۵ درصد

منبع: یافته‌های پژوهش

آزمون هم جمعی دامنه‌های خود رگرسیونی با وقفه توزیعی جهت بررسی هم جمعی در بین سری‌ها استفاده شده 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 آن که از این آزمون به خصوص 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 به وسیله پسران و تیمرمن ایجاد شده است. آزمون کرانه‌های خود رگرسیونی با وقفه توزیعی در رابطه ۶ ارائه شده است.

رابطه ۶

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

در فرضیه صفر همه ضرایب رابطه ۶ برابر صفر در نظر گرفته شده و هم 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 کریپتوگنز و شنايدر ۱ (۲۰۱۸) استفاده می‌کند که نیازمند ایجاد آماره F بالاتر از مقادیر بحرانی حد بالا برای تصمیم‌گیری راجع به هم‌جمعی است.

برای ارزیابی استواری نتایج از آزمون کرانه‌ها نیز استفاده شده است. نتایج آزمون کرانه‌ها در جدول ۶ ارائه شده است طبق نتایج هم آماره F و هم آماره T در سطح معنی‌داری یک درصد از مقدار بحرانی بیشتر هست؛ بنابراین همه متغیرها در بلندمدت از هم‌جمعی برخوردارند.

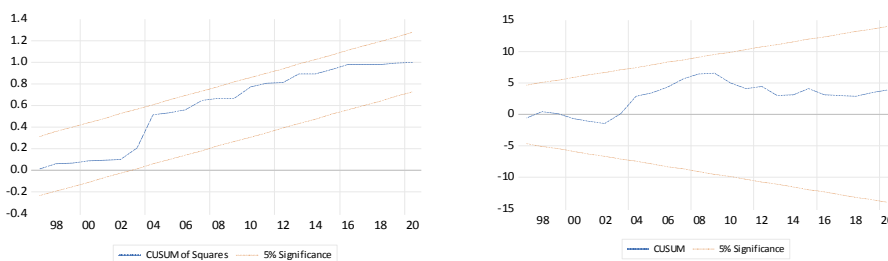
جدول (۶) - آزمون کرانه‌ها

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

منبع: یافته‌های پژوهش

همچنین در پژوهش حاضر از چندین آزمون تشخیصی برای بررسی پایایی مدل استفاده شده 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.

نمودار (۱) - نمودار CUSUM و CUSUMSQ



منبع: یافته‌های پژوهش

### ۳-۴ نتایج تخمین‌های بلندمدت و کوتاه‌مدت

پس از بررسی وجود هم‌جمعی بلندمدت بین پارامترهای مدل، از تخمین خود رگرسیون 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 استفاده شده است. نتایج تخمین در بلندمدت و کوتاه‌مدت در جدول ۷ ارائه شده 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 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 با مطالعه سو و سایرین (۲۰۲۱) در برزیل و آدبایو آرچی (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 یک درصدی 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 به خصوص 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) و دینگ 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 در زمینه تولید الکتریسیته کاهش در انتشار کربن به وقوع نپیوسته است. به عبارت دیگر 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 ثابت در سایر عوامل یک درصد افزایش در توسعه مالی باعث ۰/۱۹ درصد کاهش در انتشار کربن بر اساس مصرف می‌شود. طبق یافته‌ها کاهش در انتشار کربن در نتیجه



بهبود در توسعه مالی است. از این رو 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. از این روتامین 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

مقدار بحرانی	T آماره	ضرایب	
نتایج بلندمدت			
۰/۰۶۶۹	۱/۸۵	۰/۱۳۱	GDP
۰/۰۰۱	۴/۴۷	۰/۶۲۶	ELE
۰/۰۷۸۱	-۱/۷۵	-۰/۰۱۳۵	REN
۰/۰۵۴۱	-۱/۹۵	-۰/۱۹۱	FD
		۰/۹۶	R2
		۰/۹۵	Adj R2
نتایج کوتاه‌مدت			
۰/۰۸۷	۱/۹۲	۰/۱۸۵	GDP
۰/۰۲۱	۲/۳۲	۰/۵۸۱	ELE
۰/۰۸۹۱	-۱/۴۵	-۰/۰۱۵۵	REN
۰/۰۹۱۰	-۱/۹۸	-۰/۱۸۸	FD
۰/۰۰۳۷	-۳/۲۱	-۰/۷۷۷	ECM

منبع: یافته‌های پژوهش

برای تأیید نتایج حاصل از تخمین‌های بلندمدت خود رگرسیونی با وقفه توزیعی از تخمین زنده‌های حداقل مربعات معمولی کامل تعدیل‌شده و حداقل مربعات معمولی پویا استفاده شده است. نتایج حاصل از تخمین‌های مذکور در جدول ۸ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد رشد اقتصادی و مصرف الکتریسیته در انتشار کربن بر اساس مصرف در ایران سهم بوده

درحالی که توسعه مالی و انرژی تجدید پذیر اثر کاهش انتشار کربن بر اساس مصرف را برای ایران داشته است. این نتایج تأیید اعتباری برای تخمین بلندمدت بر اساس روش خود رگرسیونی با وقفه توزیعی است.

### جدول (۸) - نتایج تخمین حداقل مربعات معمولی کامل تعدیل شده

#### و حداقل مربعات معمولی پویا

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

منبع: یافته‌های پژوهش

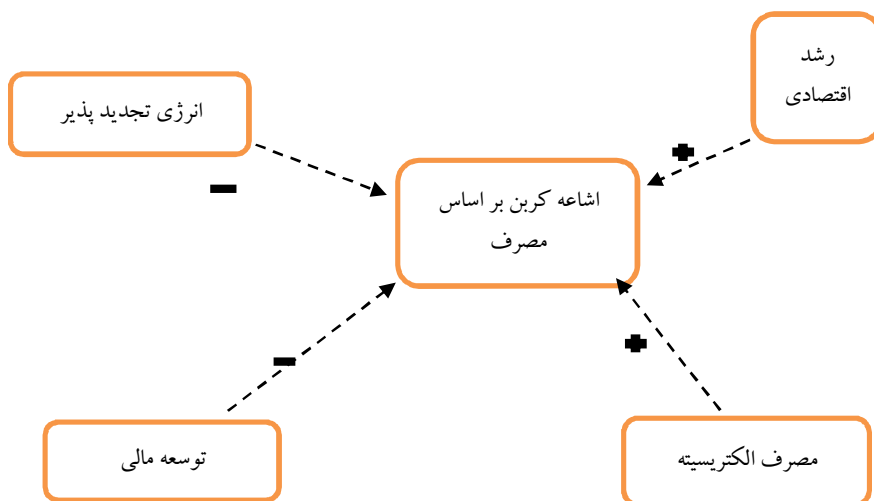
با توجه به اینکه اگر در سری‌ها شکست وجود داشته باشد، آزمون‌های علی متداول منجر به ارائه نتایج غلط می‌شود. آزمون علی تغییر تدریجی برای بررسی اثرات علی بلندمدت مصرف الکتریسته، توسعه مالی، رشد اقتصادی و مصرف انرژی تجدید پذیر بر انتشار کربن بر اساس مصرف استفاده شده است. نتایج آزمون مذکور در جدول ارائه شده 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 و بر این اساس می‌تواند آن را پیش‌بینی کند. ارتباط علی یک‌طرفه از مصرف الکتریسته 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

مقدار بحرانی	آماره والد	مسیر علی
۰/۰۳۵	۱۲/۳۷	GDP→CCO2
۰/۰۴۳	۱۱/۱۹	ELE→CCO2
۰/۰۲۸	۱۴/۱۸	REN→CCO2
۰/۰۱۲	۱۸/۱۷	FD→CCO2

منبع: یافته‌های پژوهش

شکل (۱)-نمودار روابط علی بین متغیرها



منبع: یافته‌های پژوهش

## ۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

پژوهش حاضر به بررسی اثر توسعه مالی و مصرف انرژی تجدید پذیر بر انتشار کربن بر اساس مصرف و به‌کارگیری متغیرهای کنترلی رشد اقتصادی و مصرف الکترونیسته به تکمیل ادبیات موضوعی در این زمینه در کشور ایران پرداخته است. بر این اساس از تخمین خود رگرسیونی با وقفه توزیعی و تخمین زنده‌های حداقل مربعات معمولی کامل تعدیل‌شده و حداقل مربعات معمولی پویا و آزمون علی تغییر تدریجی استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد در ایران رشد اقتصادی و مصرف الکترونیسته 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 الکتریسته عوامل مهم در پیش‌بینی انتشار کربن بر اساس مصرف هستند. طبق نتایج حاصل شده رشد اقتصادی اثر مثبت بر انتشار کربن دارد، در اقتصاد ایران افزایش واردات در بازار جهانی منجر به افزایش در انتشار کربن بر اساس مصرف می‌شود. نتیجه مذکور با مطالعات محمد مرادی و سایرین (۱۴۰۱)، ذبیحی و سایرین (۱۴۰۲)، نادمی و سایرین (۱۴۰۲) و فرهنگ و سایرین (۱۴۰۱) و مطالعات خارجی سو و سایرین (۲۰۲۱) و آدابیو و آرچی (۲۰۲۱) تطابق دارد. اثر مصرف الکتریسته بر انتشار کربن بر اساس مصرف مثبت است و علی‌رغم تلاش برای سهم منابع تجدید پذیر در مصرف انرژی بخصوص در زمینه تولید الکتریسته کاهش در انتشار کربن به وقوع نپیوسته است. نتایج مذکور با مطالعات علم و سایرین (۲۰۱۲)، الخطلان و جاوید (۲۰۱۳)، صلاح‌الدین و سایرین (۲۰۱۵) منطبق بوده و با مطالعه بالسالبرلورتنه و سایرین (۲۰۱۸) که در کشورهای اروپایی انجام شده متفاوت است. به عبارت دیگر رشد استفاده از سوخت فسیل در تولید الکتریسته بیشتر از رشد منابع انرژی تجدید پذیر برای ایجاد الکتریسته در ایران است. اثر توسعه مالی بر انتشار کربن در پژوهش حاضر رابطه منفی را نشان می‌دهد. از این رو تأمین 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. این نتیجه با مطالعات داخلی نادمی و الوندی و فرهنگ و سایرین تطابق دارد اما با مطالعه محمد مرادی و سایرین (۱۴۰۱) و ذبیحی و سایرین (۱۴۰۲) متفاوت است همچنین در مطالعات خارجی، پژوهش‌های ونگ و سایرین (۲۰۱۹)، خان و سایرین (۲۰۲۰)، اکیمپونگ و سایرین (۲۰۲۰) با نتایج پژوهش حاضر تطابق داشته اما با مطالعات گنک (۲۰۲۰)، ژیانگ و ما (۲۰۲۰) تطابق ندارد.

سیاست‌گذاران در ایران باید تحقیق و توسعه در زمینه 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 قرار گرفته به‌صورت جدی دنبال شود طراحی مجدد اندازه‌گیری کالاهایی است که وارد می‌شوند. این کالاها باید توسط صنایعی که از گستره انرژی کمتری استفاده می‌کنند تولید شده و انرژی کمتری در مصرف آن‌ها استفاده می‌شود، به کار گرفته شده است. چراکه مقدار کربن ضمنی وارد شده 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 درحال توسعه مانند ایران باید موارد افتراق رشد اقتصادی و انتشار کربن را مورد مذاقه قرار دهند. به‌نحوی که هم به رشد اقتصادی صدمه نخورد و هم فشار تغییرات اقلیمی را کنترل نمایند.

## منابع

- ذبیحی، سیدمحمدقائم، اکبری، فاطمه و صالح نیا، نرگس. (۱۴۰۲). بررسی نقش ریسک‌های اقتصادی، مالی و سیاسی بر انتشار کربن در ایران: رهیافت رگرسیون کوانتایل بر کوانتایل (QQR). پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۲۸(۹۶)، ۷-۵۲. doi: 10.22054/ijer.2023.75870.1219
- فرهنگ، امیرعلی، فتوره چی، زهرا و محمدپور، علی. (۱۴۰۱). ارتباط شاخص‌های توسعه مالی و گازهای گلخانه‌ای (با تأکید بر نرخ شهرنشینی). اقتصاد و برنامه‌ریزی شهری، ۳(۳)، ۸۶-۹۹. doi: 10.22034/uep.2022.349878.1254
- محمدمرادی، ریما، صادقی، سید کمال و خان ماکو، مهرداد. (۱۴۰۲). بررسی ارتباط بین توسعه مالی، انتشار گاز دی‌اکسید کربن و رشد اقتصادی در کشورهای منا و شمال آفریقا (رهیافت تخمین زنده گشتاور تعمیم‌یافته سیستمی داده‌های تابلویی پویا). پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، ۱۳(۵۲)، - . doi: 10.30473/egdr.2023.65363.6581
- نادمی، یونس و دالوندی، معصومه. (۱۴۰۲). اثر نوآوری و توسعه مالی بر انتشار دی‌اکسید کربن. فصلنامه زیست‌بوم نوآوری، ۳(۱)، ۶۷-۸۴. doi: 10.22111/innoeco.2023.45415.1061

- 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>
- Alkhatlan, 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., López, 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.
- Katircio\_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., & Siquan, 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., & Soytaş, 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., & Chaïbi, A. (2014). Financial development, environmental quality, trade and economic growth: What causes what in MENA countries. *Energy Economics*, 48, 242–252.