



## بررسی جهانی تاثیر پذیری استقرار انرژی های تجدیدپذیر با عوامل پیشنهادی

ابراهیم مهدی پور فرزین<sup>1\*</sup>، سمیه مهدی پور فرزین<sup>2</sup>

1- کارشناس ارشد، سیستم های برق قدرت، دانشگاه آزاد اسلامی قزوین، قزوین، ایران

2- کارشناس ارشد، آمار اقتصادی و اجتماعی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

\* قزوین، 3414638881، Ebrahim.MehdipourFarzin@qiau.ac.ir

### چکیده

با توجه به افزایش دمای کره ی زمین و تهدیدات جدی آن برای محیط زیست، انسان و افزایش گازهای گلخانه ای از جمله کربن دی اکسید نیاز به توسعه انرژی های تجدیدپذیر کماکان یکی از اصلی ترین روش برای حل این معضل جهانی است. به همین دلیل اهمیت توسعه انرژی های تجدیدپذیر و استقرار آن و تکمیل ارائه راه حل های معرفی شده در ادبیات پیشین سبب بررسی پیشنهادات جدید در این مقاله می شود. در این مقاله سه فاکتور پیشنهادی به منظور تاثیر پذیری استقرار انرژی های تجدیدپذیر تحت عنوان قوانین مالیاتی، انتشار کربن دی اکسید و عوامل محرک تغییرات آب و هوا پیشنهاد می شود. این مقاله از روش رگرسیون مقطعی سری زمانی پریس وینستین با خطاهای استاندارد اصلاح شده داده های پانلی برای تجزیه و تحلیل معرفی شده است، به همین منظور 125 کشور در بازه زمانی 20 ساله (از سال 1372 تا سال 1393) مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از این تجزیه و تحلیل نشان می دهد که عوامل پیشنهادی می تواند در توسعه انرژی های تجدید پذیر موثر باشد. علاوه بر این نتایج نشان می دهد که هرچه کشورها تمایل بیشتری به استفاده از سوخت های فسیلی داشته باشند، روند توسعه انرژی های تجدید پذیر در آنها کمتر است.

**کلیدواژگان:** انرژی های تجدیدپذیر، قوانین مالیاتی، سرانه ناخالص داخلی، کربن دی اکسید، تغییرات آب و هوا

## Global review of the effectiveness of renewable energy deployment with suggested factors

Ebrahim Mehdipour Farzin<sup>1\*</sup>, Somayah Mehdipour Farzin<sup>2</sup>

1- M.Sc., Power Systems, Islamic Azad University Qazvin Branch, Qazvin, Iran.

2- M.Sc., economic and social statistics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

\*P.O.B. 341463881 Qazvin, Iran, Ebrahim.MehdipourFarzin@qiau.ac.ir

Received: 05 December 2023 Accepted: 08 Aug 2024

### Abstract

Considering the increase in global temperature and its serious threats to the environment and humans and the increase in greenhouse gases including carbon dioxide, the need to develop renewable energy is still one of the main ways to solve this global problem. For this reason, the importance of the development of renewable energy and its deployment and the completion of the solutions introduced in the previous literature cause the examination of new proposals in this article. In this article, three factors are suggested for the effectiveness of the deployment of renewable energy under the title of tax laws, carbon dioxide emissions and factors driving climate change. This article has introduced the cross-sectional regression method of Paris Winston's time series with modified standard errors of panel data for analysis, for this purpose, 125 countries have been examined in a 20-year period (from 1372 to 1393). The results of this analysis show that the proposed factors can be effective in the development of renewable energy. In addition, the results show that the more countries tend to use fossil fuels, the less the development of renewable energy in them.

**Keywords:** Renewable energy, tax laws, GDP per capita, carbon dioxide, climate change

## 1- مقدمه

تحقیقات را ارائه کرده است، پیامدهای سیاست را برجسته می کند و جهت تحقیق در آینده را پیشنهاد می دهد.

## 2- بررسی ادبیات و فرضیه ها

در ادبیات موجود، مطالعات عوامل موثر بر توسعه انرژی های تجدیدپذیر کشورها را شناسایی کرده است. این عوامل را می توان در چهار بخش شامل عوامل اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و جمعیتی دسته بندی کرد. اول، برخی تحقیقات نشان می دهد که عوامل اقتصادی تأثیر زیادی بر انرژی تجدیدپذیر دارند. به عنوان مثال، یک مطالعه در چین نشان می دهد که تولید انرژی های تجدیدپذیر همزمان با افزایش درآمد و اشتغال به طور تصاعدی در حال افزایش است [9]. اگرچه این تحقیق در مجموع، عوامل اقتصادی مربوط به توسعه انرژی تجدیدپذیر را نشان می دهد، اما در مورد تأثیر ناخالص داخلی سرانه، یافته ها متفاوت است. یک مطالعه بین المللی در مورد کشورهای عضو سازمان توسعه و همکاری اقتصادی<sup>2</sup> نشان می دهد که رشد سرانه تولید ناخالص داخلی می تواند توسعه انرژی تجدیدپذیر را تسهیل کند [10].

دوم، عوامل سیاسی نیز برای استقرار انرژی های تجدیدپذیر حیاتی هستند. مطالعه دیگر بر روی 112 کشور نشان می دهد که عضویت در اتحادیه اروپا می تواند اتخاذ سیاست هایی را پشتیبانی کند که از انرژی های تجدیدپذیر پشتیبانی می کنند [5]. برخی سیاست های دولت مانند قانون انرژی های تجدیدپذیر چین نیز تأثیر مثبتی در ارتقا موفقیت آمیز انرژی های تجدیدپذیر دارند [9]. سوم، عوامل اجتماعی می توانند مکمل عوامل اقتصادی و سیاسی باشند. یک مطالعه در ایالات متحده نشان می دهد که میزان مشارکت در گروه های محیطی با اتخاذ سیاست های تولید برق از انرژی های تجدیدپذیر ارتباط مثبت دارد [6]. مطالعه دیگری در ایالات متحده نشان می دهد که هرچه سازمان های عضو جنبش زیست محیطی بیشتر باشند، می تواند تعداد سیاست های انرژی تجدیدپذیر را که دولت احتمالاً اتخاذ می کند تحت تأثیر قرار دهد [11]. چهارم، شاخص های جمعیت (اندازه یا تراکم) برای تجزیه و تحلیل مورد بررسی قرار گرفته است، اما یافته ها متفاوت است. مطالعه اتخاذ سیاست های انرژی های تجدیدپذیر در میان کشورهای در حال توسعه [5] و مطالعه انتقال انرژی های تجدیدپذیر در ژاپن [12] تأثیر مثبت را مشخص می کند.

به طور خلاصه، تحقیقات قبلی درک ما از چگونگی تأثیر عوامل اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و جمعیت بر استقرار انرژی های تجدیدپذیر را بهبود بخشیده است. با این حال، تحقیقات تکمیلی برای درک اینکه آیا سایر عوامل نیز در مصرف انرژی تجدیدپذیر تأثیر دارند، لازم است. در این مطالعه، سه عامل اضافی آسیب پذیری تغییر آب و هوا، شدت کربن و سیاست های مالیات کربن که باعث ایجاد یا جلوگیری از استقرار انرژی های تجدیدپذیر می شود مورد بررسی قرار گرفته است. از آنجا که در تحقیقات فعلی انرژی های تجدیدپذیر کمتر به این عوامل توجه شده است، در این مقاله برای بحث در مورد مباحث تئوری و ارائه فرضیه ها از الگوی افکار عمومی در مورد مسائل زیست محیطی استفاده شده است. از نظر تئوری، سطح آسیب پذیری تغییرات آب و هوایی و شدت کربن کشور می تواند بر توسعه انرژی تجدیدپذیر آن تأثیر بگذارد. اول، اگر این کشور با چالش های بزرگی به دلیل تغییر اقلیم روبرو شده باشد، انتظار می رود آن کشور انگیزه بیشتری برای توسعه انرژی های تجدیدپذیر داشته

عدم جلوگیری از تغییرات آب و هوایی یک فاجعه جهانی را رقم خواهد زد. بر اساس گزارش سازمان بین دولتی تغییرات آب و هوایی<sup>1</sup>، افزایش یک و نیم درجه سانتیگراد در دمای کره زمین اثرات مخربی از جمله تخریب اکوسیستم ها، ناپدید شدن کشورهای جزیره ای و تغییرات غیر قابل پیش بینی در الگوی آب و هوای سیاره را آغاز می کند. علاوه بر این، تغییرات آب و هوایی می تواند تأثیرات قابل توجهی بر طیف گسترده ای از نتایج اقتصادی و اجتماعی بگذارد [1]. یکی از عوامل مهم کاهش خطرات ناشی از گرم شدن کره زمین، کاهش انتشار گازهای گلخانه ای ناشی از مصرف سوخت های فسیلی است. بنابراین، یک استراتژی کلیدی برای دستیابی به این هدف، ترویج انرژی تجدیدپذیر است [2,3]. برخی از مطالعات، عوامل گسترش انرژی تجدیدپذیر اعم از ویژگی های اقتصادی، سیاسی و اجتماعی یک کشور را بررسی کرده اند [4-6]. با استفاده از این یافته ها، در این مقاله سه عامل دیگر پیشنهاد شده است که باید مورد توجه قرار گیرند. اول، انتظار می رود که کشورهایی که بیشتر در معرض تغییرات آب و هوایی هستند، برای مقابله با عواقب ویرانگر تغییرات آب و هوا، از انرژی های تجدیدپذیر بیشتری استفاده کنند. دوم، کشورهایی که دارای انتشار کربن بیشتری هستند به دلیل اتکا به سوخت های فسیلی احتمالاً از انرژی های تجدیدپذیر کمتری استفاده می کنند. ثالثاً، ممکن است کشورهایی که سیاست های مالیاتی بر کربن دارند، در استفاده از انرژی های تجدیدپذیر موضوع فعال تری داشته باشند، زیرا انتشار گازهای گلخانه ای به دلیل هزینه مالیاتی که اضافه می شود، بار اقتصادی بر صنعت تحمیل خواهد کرد.

مطالعات قبلی چگونگی ارتباط آسیب پذیری تغییرات آب و هوایی، شدت کربن و سیاست مالیات کربن بر استقرار منابع انرژی تجدیدپذیر را بررسی کرده است. اما، این مطالعات قبلی هر یک از عوامل را جداگانه بررسی کرده است [7,8]. مطالعه ای انجام نشده است که چارچوب های نظری منظمی برای توضیح تأثیر سه عامل در کنار هم فراهم کند. علاوه بر این، مطالعات موجود معمولاً جامعه آماری کوچکی از کشورها را تحلیل می کند. در پاسخ به این محدودیت ها، ابتدا تحقیقات تئوری پیشین موثر بر نیروهای محرک توسعه انرژی تجدیدپذیر بررسی شده است. در مرحله بعدی، با تجزیه و تحلیل داده ها از 125 کشور جهان از 1373 لغایت 1393 به مدت 21 سال اثرات آنها به صورت تجربی بررسی شده است. با این کار، دامنه مکانی و زمانی تحقیق در مورد استفاده از انرژی های تجدیدپذیر گسترش یافته است. از طریق این رویکرد جامع، هدف این مطالعه ارائه یافته های قوی تر از یافته های ادبیات پیشین است.

قابل توجه است که سطح مصرف انرژی تجدیدپذیر به طور قابل توجهی در کشورها متفاوت است. هدف اصلی این مطالعه این است که آیا این تغییرات به دلیل تفاوت در آسیب پذیری کشور در برابر تغییرات آب و هوایی، شدت کربن و سیاست مالیات کربن است؟ یافته های این مقاله تحقیقات پیشین را تکمیل می کند و همچنین بینش اساسی در مورد این موضوع را در اختیار سیاست گذاران و سرمایه گذاران قرار می دهد. در بخش های بعدی، ابتدا مروری بر ادبیات پیشین و فرضیه ها مطرح شده است. سپس داده ها و متغیرهای مطالعه توصیف می شود. در مرحله بعدی، روش رگرسیون معرفی و نتایج ارائه گردیده است. سرانجام، این مطالعه یافته های کلیدی و مشارکت در

2. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)

1. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

افرادى که در منطقه هاى با اقتصاد پرمصرف کربن هستند، کمتر احساس نگرانى در مورد تغيير آب و هوا مى کنند [16]. با توجه به یافته هاى نگرش عمومى نسبت به تغييرات آب و هوايى، در اين مقاله استدلال شده است که شدت کربن مى تواند موقعيت دولت را در مورد انرژى هاى تجدیدپذير شرطى کند. از نظر ثئورى، اگر اقتصاد یک کشور پر از کربن باشد، ترویج انرژى هاى تجدیدپذير تهديدى برای سوخت هاى فسيلي است. انتظار مى رود صنعت سوخت فسيلي نسبت به هزینه آن با سياست هاى جديد حساس باشد و احتمالاً مانع توسعه انرژى هاى تجدیدپذير از طريق سياستگذاری ها مى شود [20]. همچنين کشورهاى پرکربن به احتمال زياد متعهد به انتشار اطلاعات نادرست در مورد تغييرات اقليمى مى شوند که موضوع را بحث انگيز و نامشخص در گفتمان عمومى نشان مى دهد. اين تلاش هاى آگاهانه مى تواند بر گفتمان سياست ها و اهداف قانون گذارى تأثير بگذارد. در نتيجه، در کشورهاى که درجه کربن بيشترى دارند، دولتها احتمالاً تحت فشار رايزنى هاى مختلف قرار دارند و بنا بر اين از سوختهاى فسيلي طرفدارى مى کنند و استفاده از انرژى هاى تجدیدپذير را مهار مى کنند. در مقابل، در کشورهاى که اقتصادشان با کربن کمترى روبرو است، صنعت انرژى هاى تجدیدپذير ممکن است با موانع کمترى روبرو شود و گسترش سريع ترى را تجربه کند.

### 2-3- ارتباط ماليات کربن و استقرار انرژى هاى تجدیدپذير

سياست ماليات کربن در چندين کشور استفاده مى شود. ماليات کربن به عنوان مالياتى است که از انتشار کربن گرفته مى شود [21]. اين فاکتور به عنوان یک ابزار سياستى که مستقيماً از مصرف سوخت هاى فسيلي و انتشار گازهاى گلخانه اى جلوگیری مى کند، ممکن است ماليات کربن انگيزه اى برای تقويت انرژى هاى تجدیدپذير باشد. بدون اين سياست، انتشار دهنده هاى کربن به دليل مشارکت در تغييرات آب و هوا، سوخت هاى فسيلي را بدون مجازات اقتصادى مصرف مى کنند. بنا بر اين، تمايل به حفظ رويکرد معمول مانند تجار و ابراز علاقه کمتر به جستجوى منابع انرژى جایگزین وجود دارد. وقتى اين سياست در نظر گرفته شود، مصرف سوخت هاى فسيلي گران مى شود. بنا بر اين، برای جلوگیری از بار مالياتى اضافى، یافتن منابع انرژى که ميزان انتشار کربن کمترى دارند، از نظر اقتصادى منطقي است و انرژى هاى تجدیدپذير به عنوان یک گزینه جایگزین تبديل مى شود.

### 2-4- فرضيه هاى مربوط به نيروهاى محرک استقرار انرژى هاى تجدیدپذير

ادبيات پيشين تأثير عوامل مختلف اجتماعى، جمعيتى، سياسى و اقتصادى را بررسى کرده است که به عنوان عوامل اوليه نامگذاری شده است، اما اين عوامل نمى تواند تنها عامل هاى موثر و محرک انرژى هاى تجدیدپذير باشند. علاوه بر عوامل اوليه، سه فاکتور ماليات کربن، خطرات تغييرات آب و هوايى و شدت کربن نیز پيشنهاده شده است که ممکن است مکمل فاکتور هاى اوليه باشند و بعنوان عوامل ثانويه ناميده شده است. با توجه به اينکه مستندات ثئورى برای تأثير اين عوامل وجود ندارد، در برخى از تجزيه و تحليل هاى اين مطالعه از ادبيات مربوط به نگرانى هاى زيست محيطى عمومى که در بالا به تفصيل اشاره شد استفاده شده است. به همين دليل اين مطالعه فرض مى کند کشورهاى

باشد. دليل اين امر آن است که گسترش استفاده از انرژى هاى تجدیدپذير مى تواند ميزان انتشار گازهاى گلخانه اى را کاهش داده و کشور را در برابر شرايط اقليمى مصون کند. اين ساز و کار نشان مى دهد افزايش نگرانى در مورد محيط زيست منجر به تهديد مشکلات زيست محيطى مى شود [13،14]. دوم، انتظار مى رود اگر اقتصاد کشورى مبتنى بر کربن باشد موانع بيشترى برای توسعه انرژى هاى تجدیدپذير آشکار مى شود. دليل اين امر آن است که تجدیدپذيرها مى توانند سلطه سوخت هاى فسيلي را تهديد کنند و منافع اقتصادى کل صنعت سوخت هاى فسيلي را تضعيف کنند. تحقيقات افکار عمومى از مکانيزم مشابهى برای توضيح اينکه چرا مردم مناطق داراى اقتصاد پر کربن به دليل نگرانى از مزايای اقتصادى مانند به خطر افتادن امنيت شغلى، کمتر از سياست هاى آب و هوايى پشتيبانى مى کنند استفاده کرده است [15،16]. در بخش هاى بعدى اين چارچوب هاى ثئورى به تفصيل شرح داده شده است.

### 2-1- ارتباط آسيب پذيرى تغييرات آب و هوايى و استقرار انرژى هاى تجدیدپذير

در ادبيات افکار عمومى، از نظريه مسائل عينى و ارزش هاى ذهنى<sup>1</sup> برای توضيح نگرانى فرد در مورد مسائل زيست محيطى استفاده مى شود. اين ثئورى یک مدل چالش و پاسخ را نشان مى دهد و نشان مى دهد که نگرانى زيست محيطى، ناشى از تجربه چالش هاى سخت زيست محيطى است [13]. نظريه OPSV استدلال مى کند که قرار گرفتن در معرض تهديدهاى محيطى در افراد احساس فوريتى ايجاد مى کند که مى تواند رفتارهاى حامى محيط زيست را در بين افراد گسترش دهد. همين منطق توضيح نگرانى هاى زيست محيطى عمومى ممکن است در ايجاد انگيزه یک کشور برای استفاده از انرژى هاى تجدیدپذير نیز قابل اجرا باشد. اگر کشورى در برابر تغييرات اقليمى آسيب پذير نباشد، دولت احتمالاً خطر را انتزاعى و دور تلقى مى کند. در نتيجه، سياست هاى ضعيف ترى برای کاهش مصرف سوخت هاى فسيلي و تقويت انرژى هاى تجدیدپذير وجود دارد. همچنين، وقتى کشورى در معرض خطرات مربوط به آب و هوا باشد و به دليل حوادث شديد آب و هوايى متحمل خسارات اقتصادى شود، تمايل دولت در جهت حمايت از سياست هاى تغييرات آب و هوايى افزايش مى يابد. اين استدلال در مورد ارتباط بين آسيب پذيرى تغييرات آب و هوايى و استقرار انرژى هاى تجدیدپذير از تحقيقات قبلى اين موضوع را به اثبات رسانده است که بين انتشار کربن و مصرف انرژى تجدیدپذير رابطه مثبتى وجود دارد [17،19-8]. در نتيجه، با توجه به توضيحات فوق تقاضاى مردم برای حفاظت از محيط زيست بيشتر است که باعث استفاده بيشتر از انرژى هاى تجدیدپذير مى شود.

### 2-2- ارتباط شدت کربن و استقرار انرژى هاى تجدیدپذير

شدت کربن به ميزان ارتباط توليدات اقتصادى یک کشور يا یک منطقه با سوخت هاى فسيلي اشاره دارد. تحقيقات موجود افکار عمومى نشان مى دهد که درک عمومى از تغييرات آب و هوايى به طور قابل توجهى با انکا به اقتصاد به صنعت سوخت هاى فسيلي مرتبط است. یک الگوى معمول اين است که

1. The Objective Problem and Subjective Value theory (OPSV)

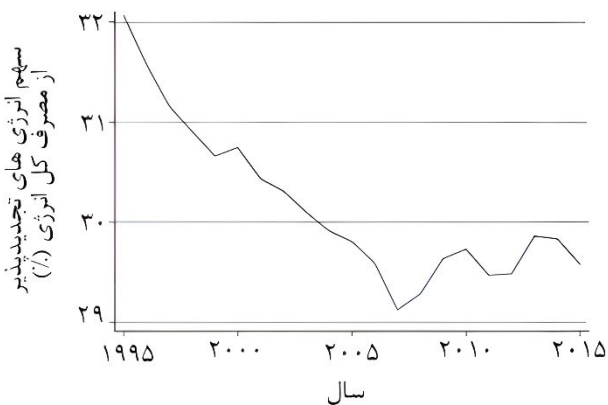
گیری تمام متغیرهای وابسته و مستقل برای این 118 کشور در این دوره از تجزیه و تحلیل در دسترس است (21 سال × 118 کشور = حجم نمونه 2477 = 1). آمار توصیفی متغیرها شامل میانگین، انحراف معیار، حداقل و حداکثر در جدول 2 نشان داده شده است.

### 3-2- متغیر وابسته

استقرار انرژی های تجدیدپذیر با توجه به سهم انرژی های تجدید پذیر بر حسب درصد (مانند برق آبی، خورشیدی، باد، زمین گرمایی، سوخت های زیستی و غیره) برای کل مصرف انرژی هر کشور اندازه گیری می شود. درصد بالاتر نشان می دهد که انرژی تجدیدپذیر نقش مهمی در سهم انرژی یک کشور دارد. در مقایسه، درصد کمتر به این معنی است که مصرف انرژی کشور بیشتر به سوخت های فسیلی بستگی دارد. مطالعات قبلی این شاخص را برای اندازه گیری سطح استقرار انرژی های تجدید پذیر پذیرفته اند [22-24]. داده ها از شاخص های بانک جهانی استخراج شده است. در شکل 1 تغییر سالانه متوسط مصرف انرژی تجدیدپذیر برای این 118 کشور ارائه شده است. سهم انرژی تجدیدپذیر از کل انرژی از بیش از 32٪ در 1373 به کمتر از 30٪ در 1393 کاهش یافته است.

جدول 2 آمار توصیفی

متغیرها	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
Y	30/157	27/721	0/006	96/620
X <sub>1</sub>	0/420	0/083	0/260	0/630
X <sub>2</sub>	0/315	0/240	0/053	2/130
X <sub>3</sub>	0/087	0/282	0	1
X <sub>4</sub>	14184	19140	171	111968
X <sub>5</sub>	51699	161248	267	1371220



شکل 1 سهم انرژی های تجدیدپذیر از مصرف کل انرژی بر حسب درصد

### 3-3- متغیرهای مستقل

سه متغیر اصلی و مستقل برای اندازه گیری میزان آسیب پذیری کشور در برابر تغییرات آب و هوایی، شدت کربن و تصویب سیاست مالیات کربن وجود دارد. سطح آسیب پذیری تغییرات آب و هوایی با میزان آسیب پذیری استخراج شده از شاخص سازگاری جهانی دانشگاه نوتردام اندازه گیری می شود. آسیب پذیری

که دارای تغییرات خطرات آب و هوایی و اقتصاد کم کربن هستند و سیاست های مالیات کربن را دنبال می کنند، از توسعه بهتری برخوردار می شوند. بنابراین این مطالعه از نوع اکتشافی است و پذیرش یا عدم پذیرش سه فرضیه زیر را آزمایش کرده است.

فرضیه یک : خطرات تغییرات آب و هوایی با استقرار انرژی های تجدیدپذیر رابطه مستقیم دارد. فرضیه دو : انتشار کربن یک کشور با استقرار انرژی های تجدید پذیر رابطه ی معکوس دارد. فرضیه سه : اتخاذ سیاست مالیات کربن، محرک استقرار انرژی های تجدیدپذیر است.

### 3- روش تحقیق

#### 3-1- داده ها و متغیرها

این مطالعه از داده های پانلی 125 کشور در طول 21 سال (1373-1393) استفاده می کند. لیست کشورها در جدول 1 ارائه شده است.

جدول 1 کشورهای مورد مطالعه

اتریش	آفریقای جنوبی	توگو	فرانسه*	مراکش
اتیوپی	آلبانی	تونس	فلیپین	مصر
اردن	آلمان	جامائیکا	فنلاند*	مغولستان
ارمنستان	آنگولا	چک	قبرس	مکزیک*
اروگوئه	برزیل	دومینیکن	قرقیزستان	موریس
ازبکستان	بریتانیا*	چین	قزاقستان	موزامبیک
اسپانیا*	بلاروس	دانمارک*	کاستاریکا	مولداوی
استرالیا*	بلژیک	عربستان	کامبوج	میانمار
استونی*	بلغارستان	زامبیا	کامرون	نامیبیا
اسرائیل	بنگلادش	زیمبابوه	کانادا	نیپال
اسلواکی	بنین	ژاپن*	کرواسی	نروژ*
اسلوانی*	بوتسوانا	ساحل عاج	کره جنوبی	نیجریه
اکراین*	بوسنی	سالوادور	کلمبیا	نیکاراگوئه
اکوادور	بولیوی	سريلانکا	کنیا	نیوزلند
الجزایر	پاراگوئه	سنگاپور	گابن	ونزوئلا
امارات	پاکستان	سنگال	گرجستان	ویتنام
اندونزی	پاناما	سودان	گواتمالا	هائیتی
آمریکا	پرتغال*	سوئد*	لبنان	هلند*
ایتالیا	پرو	سوئیس*	لتونی*	هند
ایران	تاجیکستان	شیلی	لوکزامبرگ	هندوراس
ایرلند*	تانزانیا	صربستان	لهستان*	یمن
ایسلند*	تایلند	عراق	لیتوانی	یونان
آذربایجان	ترکیه	غنا	مالزی	
آرژانتین	ترینیداد	روسیه	مجارستان	

\* کشورهای که سیاست مالیات کربن را طی سال 1373-1393 اتخاذ کرده اند.

لازم به ذکر است هفت کشور به علت نقص اطلاعات داده از لیست کشورهای مورد مطالعه حذف گردیده است. کشورهایی مانند چین، ایالات متحده، هند و روسیه بیشترین انتشار دهنده های گازهای گلخانه ای در جهان هستند. در سال 1373، این 118 کشور مورد مطالعه با هم 94٪ از انتشار کربن دی اکسید جهانی را به خود اختصاص داده اند. از طرفی به جز یک داده گمشده در تولید ناخالص داخلی سرانه برای ونزوئلا در سال 1393، اندازه

پانل های مختلف وجود داشته باشد. تصحیح خطای استاندارد اصلاح شده داده های پانلی کمک می کند تا از اطمینان بیش از حد آماری که معمولاً با برآوردگر حداقل مربع تعمیم یافته ای که در آن کل بازه های زمانی کوچکتر از کل پانل ها هستند، جلوگیری شود [27]. در این مطالعه کشورها و سال های خاصی بررسی شده است. موارد اول ناهمگنی بالقوه مشاهده نشده را کنترل می کند که مختص هر کشور است اما در طول زمان سازگار است. مورد دوم ناهمگنی بالقوه مشاهده نشده را کنترل می کند که هر ساله منحصر به فرد است اما در بین کشورها سازگار است که این روش با مدل اثرات ثابت دو طرفه مشابه است [28]. مدل به شرح زیر ارائه شده است:

$$Y_{it} = \beta x_{it} + q_i + p_t + e_{it} \quad (1)$$

در معادله فوق اندیس  $i$  نشان دهنده کشور و اندیس  $t$  نشان دهنده سال است.  $Y_{it}$  متغیر وابسته کشور  $i$  در سال  $t$  است. ضریب  $\beta$  بردار ضرایب متغیرهای پیش بینی کننده متغیر زمان است. در مورد سایر مولفه ها،  $q_i$  ارزش عددی خاص کشور  $i$  است.  $p_t$  ارزش عددی خاص سال  $t$  است و  $e_{it}$  باقیمانده منحصر به فرد کشور در سال  $t$  است. همه متغیرها به جز متغیر سیاست مالیات کربن با کد باینری به شکل لگاریتمی (مبنای 10) برای اصلاح چولگی تبدیل شده اند. بنابراین مدل، ضرایب کشش را تخمین می زند که در آن ضریب متغیر مستقل نسبت به متغیر وابسته با 1٪ تغییر همراه است. تمام ضرایب دیگر ثابت هستند [26]. در این مطالعه پیش آزمون ها و تجزیه و تحلیل های لازم انجام شده است [29]. در ابتدا، آزمون ریشه واحد Levin - Lin - Chu برای متغیرهایی که دارای داده های پانل متعادل هستند و آزمون ریشه واحد Im-Pesaran - Shin برای تولید ناخالص داخلی سرانه با داده های پانلی نامتعادل اجرا شده است. نتایج نشان می دهد که برای دو متغیر (آسیب پذیری و شدت کربن)، فرض صفر که پانل های دارای ریشه واحد هستند به نفع فرض یک رد می شوند. برای چهار متغیر دیگر (استفاده از انرژی های تجدیدپذیر، تصویب مالیات کربن، تولید ناخالص داخلی سرانه و جمعیت)، فرضیه صفر که پانل ها دارای ریشه واحد هستند، پذیرفته می شوند. دوم، تست Pesaran's CD برای این مدل ها انجام شده است. نتایج نشان می دهد که برای مدل B، شواهد کافی برای رد فرضیه صفر، وابستگی مقطعی ضعیف وجود دارد که نشان می دهد مدل وابستگی مقطعی قوی دارد. برای مدل های دیگر، شواهد کافی برای رد فرضیه صفر وجود ندارد.

برای پرداختن به این مسائل آماری، اختلالات اتورگرسیو مرتبه اول (AR(1)) در پانل ها اصلاح شده است و از آنجا که هیچ مبنای نظری برای فرض خاص بودن پانل وجود ندارد، فرایند AR(1) برای همه پانل ها مشترک در نظر گرفته شده است. همچنین با استفاده از رهگیری های خاص واحد و رهگیری های خاص دوره در مدل، ناهمگنی بالقوه مشاهده نشده کنترل شده است. بنابراین، رویکرد مدل سازی در برابر متغیرهای کنترلی حذف شده، قوی تر است و شرایط تجربی را بیشتر از سایر رویکردهای مدل پانل تخمین می زند [30]. علاوه بر این، اولین اختلاف مدل پایه ای تخمین زده شده است تا ارزیابی شود که آیا تخمین مدل رگرسیون PW صحیح است؟ نتایج در مورد سه متغیر مستقل که ریشه واحد دارند در مقایسه با نتایج رگرسیون PW از نظر معنا

در این شاخص به معنای تأثیرپذیری منفی توسط خطرات آب و هوایی از جوامع انسانی است. این میزان که از 36 شاخص تشکیل شده است، آسیب پذیری کشور را با در نظر گرفتن شش بخش زندگی که عبارتند از غذا، آب، بهداشت، خدمات اکوسیستم، زیستگاه انسانی و زیرساخت ها ارزیابی می کند. این میزان از 0 تا 1 است، مقدار بالاتر نشان دهنده آسیب پذیری بیشتر در برابر تغییرات آب و هوایی در مقایسه با مقدار پایین تر است. درجه شدت کربن یک کشور تقسیم بر تولید ناخالص داخلی آن اندازه گیری می شود. داده های شاخص کربن از اطلس کربن جهانی استخراج شده است. مقدار بالاتر به این معنی است که یک کشور برای تولید یک واحد تولید ناخالص داخلی، نیاز به انتشار کربن بیشتر دارد که نشان دهنده مصرف کربن بیشتر در کشور است. در مقایسه، مقدار کمتر نشان می دهد که یک کشور می تواند با تولید کربن کمتر تولید ناخالص داخلی کمتری داشته باشد، این بدان معنی است که یک اقتصاد، کم کربن تر است. مقاله ای که اخیراً درباره افکار عمومی تغییرات آب و هوایی در 22 کشور اروپایی منتشر شده است، از همان شاخص برای اندازه گیری شدت کربن استفاده کرده است [25]. مسلماً، این معیار کامل نیست و شدت کربن را می توان از طرق مختلف مانند نسبت تولید ناخالص داخلی حاصل از صنعت سوخت های فسیلی اندازه گیری کرد. با این حال، هیچ داده ای برای این اقدامات در بازه زمانی مورد مطالعه در دسترس نیست. بنابراین، در این مطالعه از میزان انتشار کربن بر تولید ناخالص داخلی به عنوان سنجشی برای شدت کربن استفاده شده است.

اطلاعات مربوط به کشورهایی که سیاست های مالیات کربن را اتخاذ کرده اند از بانک جهانی استخراج می شود. در مجموع 20 کشور شامل این مطالعه، سیاست های مالیات کربن را در این دوره تجزیه و تحلیل اتخاذ کرده اند (در جدول 1 با ستاره ذکر شده است). دانمارک، فنلاند، هلند، نروژ، لهستان و سوئد برای اولین بار سیاست های مالیات کربن را در اوایل دهه 1368 اعمال کردند. اخیراً، ده کشور از جمله استرالیا، فرانسه، ژاپن و انگلستان از سال 1388 سیاست های مالیات کربن را اتخاذ کرده اند. این متغیر به صورت باینری (1=0) کدگذاری می شود، عدد یک نشان می دهد یک کشور سیاست های مالیات کربن را در یک سال خاص اتخاذ کرده است. در این مطالعه ارتباط بین امتیاز آسیب پذیری و متغیرهای مورد مطالعه برای تمام نقاط زمانی بررسی شده است. همچنین ارتباط بین میزان شدت کربن و سال مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. این نتایج ارزیابی می کنند که آیا رابطه بین هر یک از دو متغیر مستقل و استقرار انرژی های تجدیدپذیر با گذشت زمان ضعیف، تقویت یا بدون تغییر می شود؟ علاوه بر این دو متغیر، سرانه تولید ناخالص داخلی یک کشور (بر حسب دلار آمریکا در سال 1388) و جمعیت به عنوان متغیر کنترل در نظر گرفته شده است و داده ها از شاخص های بانک جهانی استخراج شده است. داده های مورد استفاده در این مطالعه کاملاً متعادل هستند [26]. اگر داده های پانلی نامتعادل باشند، ضرایب متغیر مستقل مختلف در طول زمان می تواند به دلیل تعداد مختلف مشاهدات از سالی به سال دیگر باشد نه به دلیل تغییر واقعی در رابطه متغیر مستقل با متغیر وابسته.

در این مقاله رگرسیون مقطعی سری زمانی پریس وینستین<sup>1</sup> با خطاهای استاندارد اصلاح شده داده های پانلی برای تجزیه و تحلیل استفاده می شود. در این مطالعه فرض شده است که اختلالات هتروسکدستیکی، همزمان در

1. Prais - Winsten (PW)

های این مطالعه به دلیل مسائل مربوط به ریشه های واحد و وابستگی مقطعی، مغرضانه نیستند.

در این مطالعه ابتدا تخمین تأثیرپذیری استقرار انرژی های تجدیدپذیر ناشی از آسیب پذیری تغییرات آب و هوایی، شدت کربن و متغیرهای اتخاذ سیاست مالیات کربن در مدل های جداگانه به همراه متغیرهای کنترلی که در جدول 3 ارائه شده است (مدل 3.1-3.3) بررسی شده است. همچنین همه

داری آماری و ضرایب یکسان هستند. ضریب متغیر تصویب مالیات کربن ناچیز و ضرایب تولید ناخالص داخلی سرانه و جمعیت همچنان معنی دار و منفی است. همچنین، مدل اولین اختلاف که شامل متغیرهای یکسان در مدل B می شود، نتایج مشابهی را با رگرسیون PW گزارش می کند. معیارهای شدت کربن، تولید ناخالص داخلی سرانه و جمعیت به طور منفی و قابل توجهی با استقرار انرژی های تجدیدپذیر مرتبط هستند. بنابراین، نتیجه می گیریم که تحلیل

جدول 3 رگرسیون استقرار انرژی های تجدیدپذیر بر نیروهای محرک

ضرایب غیر استاندارد					آمار برازش مدل			
انواع مدل	$\rho$	مربع R	مقدار ثابت	جمعیت	تولید ناخالص داخلی سرانه	تصویب سیاست مالیات کربن	شدت کربن	آسیب پذیری در برابر تغییرات آب و هوایی
مدل A	0.807	0.924	25.12	*** (0.128)	*** (0.076)	-	-	† (0.415) 0.750
مدل B	0.77	0.941	21.743	*** (0.122)	*** (0.068)	-	-0.367 *** (0.036)	-
مدل C	0.815	0.921	24.7	*** (0.131)	*** (0.077)	(0.029)	-	-
مدل D	0.776	0.939	21.729	*** (0.124)	*** (0.068)	(0.028)	*** (0.035)	* (0.377) 0.816
مدل E	0.777	0.939	21.94	*** (0.124)	*** (0.068)	-	*** (0.035)	* (0.379) 0.822

توجه: †p < 0.10; \*p < 0.05; \*\*p < 0.01; \*\*\*p < 0.00

و ارتباط مثبتی بین آسیب پذیری در برابر تغییرات آب و هوایی و استقرار انرژی های تجدیدپذیر را نشان می دهند.

این یافته ها همچنین از فرضیه دو پشتیبانی می کنند، که ارتباط منفی بین شدت کربن و استقرار انرژی تجدیدپذیر را نشان می دهد. در مقابل، هیچ شواهد آماری معنی داری وجود ندارد که در سیاست مالیات کربن بر استقرار انرژی های تجدیدپذیر تأثیر بگذارد. بنابراین، فرضیه سه پشتیبانی نمی شود. گنجاندن متغیر مالیات کربن با کد دودویی در مدل رگرسیون اثرات ثابت ممکن است نگرانی برای برآورد آماری باشد. برای بررسی نتایج احتمالی، متغیر مالیات کربن را از مدل رگرسیون حذف می کنیم و نتایج بدون تغییر باقی می ماند. همانطور که در مدل E گزارش شده است، ضریب آسیب پذیری تغییر اقلیم هنوز مثبت است و ضریب شدت کربن منفی باقی مانده است و هر دو ضریب از نظر آماری معنی دار هستند. با توجه به تأثیر متغیرهای کنترل، هم تولید ناخالص داخلی سرانه و هم جمعیت تأثیرات منفی و معنی داری بر استقرار انرژی های تجدیدپذیر دارند که در تمام مدل های جدول 3 گزارش شده است.

متغیرها با هم در مدل کامل (مدل 3.4) قرار داده شده است. نتایج مربوط به مدل های مرتبط با زمان در جدول 4 نشان داده شده است. ضرایب غیر استاندارد با خطاهای استاندارد نشان داده شده در پرانتز ارائه شده است. تمام تجزیه و تحلیل ها با استفاده از مجموعه دستورات "xtpcse" در Stata 16 انجام می شود. تجزیه و تحلیل، یافته های مختلفی را ارائه می دهد. اول، آسیب پذیری یک کشور در برابر تغییرات آب و هوایی (مدل 3.1) و شدت کربن (مدل 3.2) به طور قابل توجهی به استقرار انرژی تجدیدپذیر آن مربوط است. در مقابل در مدل C، تأثیر اتخاذ سیاست مالیات کربن از نظر آماری ناچیز است. کشورهایی که بیشتر در معرض تغییرات آب و هوایی هستند و اقتصاد کم کربن تری دارند، تمایل دارند سهم بیشتری از انرژی تجدیدپذیر را در کل انرژی مصرفی خود داشته باشند. چنین یافته هایی در مدل D، مدلی که شامل همه متغیرها است، باقی مانده است. با ثابت نگه داشتن سایر فاکتورها، افزایش 1٪ آسیب پذیری تغییرات آب و هوایی با افزایش 0/816٪ سهم تجدیدپذیر از کل انرژی مصرفی و افزایش 1٪ شدت کربن با کاهش 0/361٪ سهم تجدیدپذیر از کل انرژی مصرفی همراه است. این یافته ها فرضیه یک را پشتیبانی می کنند

سال 1373 به عنوان سال مرجع استفاده می شود. برای مدل های دارای متغیرهای متقابل، ضریب آسیب پذیری یا شدت کربن نشان دهنده درصد تغییر در انرژی تجدیدپذیر برای هر درصد تغییر در متغیر مستقل در سال 1373 است. تأثیر متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته برای سایر مقاطع زمانی (از سال 1374 تا 1393) برابر است با مجموع ضریب به اضافه دوره تعامل اگر مورد دوم از نظر آماری معنی دار باشد. اصطلاح تعامل ناچیز به این معنی است که تأثیر در زمان بعدی با تفاوتی که در سال 1373 دارد تفاوت ندارد. همانطور که در مدل F ارائه شده است، بیشترین تعاملات بین عدد آسیب پذیری و سال منفی و معنادار است. افزایش 1٪ آسیب پذیری، افزایش 0/911٪ در استفاده از انرژی های تجدیدپذیر در سال 1373 را پیش بینی می کند. این مقدار تا سال 1393 کاهش می یابد، جایی که افزایش 1٪ در آسیب پذیری، افزایش 0/286٪ در استفاده از انرژی های تجدیدپذیر را پیش بینی می کند. نتایج در مدل G نشان می دهد که اکثر تعاملات ناچیز است و این نشان می دهد که تأثیر شدت کربن بر استقرار انرژی های تجدیدپذیر با گذشت زمان نسبتاً پایدار است.

جدول 4 رگرسیون استقرار انرژی های تجدیدپذیر بر نیروهای محرک

انواع مدل	آمار برازش مدل		ضرایب غیر استاندارد				
	R مربع	ρ	مقدار ثابت	جمعیت	تولید ناخالص داخلی سرانه	اتخاذ سیاست مالیات کربن	آسیب پذیری تغییرات آب و هوا
مدل F	0.939	0.781	17.603	(0.174)	***(0.070)	(0.027)	-0.336*** (0.034)
مدل G	0.939	0.777	21.058	-0.691***	0.897*** (0.140)	(0.028)	*** (0.043)
						0.023	-0.403
						0.036	

توجه: \* 0.001 < p < 0.01; \*\* p < 0.05; p < 0.05

خود تخمین زده می شود که نتایج به دست آمده در بین مدل ها مشابه است. این نشان می دهد که هیچ مورد تأثیرگذاری خاصی وجود ندارد. علاوه همه مدل ها با استفاده از دستور 'xtregar' در Stata بررسی می شود، که مدل های اثرات ثابت را با اختلال AR(1) تخمین می زند. نتایج یافته ها در زیر گزارش شده است.

نمودارهای شکل 5-2 پیش بینی فاکتورهای پیشنهادی را ارائه کرده است. نمودار میله ای شکل 3 نشان می دهد که این کشورها به طور متوسط قبل از اتخاذ سیاست های مالیات کربن، 14٪ از انرژی های تجدید پذیر را برای مصرف انرژی خود استفاده کرده اند. این تعداد پس از اتخاذ چنین سیاست هایی به 25٪ افزایش یافت. بنابراین، در حالی که چنین افزایشی به بسیاری از عوامل دیگر مربوط می شود، سیاست های مالیات کربن ممکن است یکی از عوامل تقویت انرژی های تجدیدپذیر باشد. با توجه به تحقیقات اندکی که به طور سیستماتیک این نیروهای محرک شناسایی شده را به طور مشترک بررسی می کند، این مطالعه اکتشافی است و تحقیقات آینده در مورد این موضوع نیاز به تحقیقات بیشتری دارد. اول، از نظریه های افکار عمومی برای حدس زدن تأثیر آسیب پذیری تغییرات آب و هوا و شدت کربن بر استفاده از انرژی های تجدیدپذیر استفاده می شود.

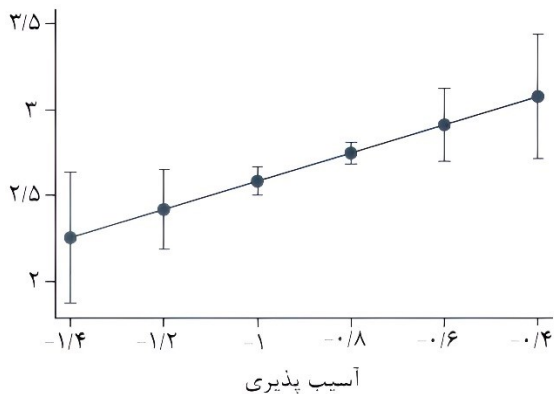
چنین استدلال های نظری را می توان با در نظر گرفتن نظریه هایی که ارتباط مستقیمی با تحقیقات مربوط به انرژی های تجدیدپذیر دارند، تقویت کرد. دوم، متغیر وابسته این مطالعه درصد تجدیدپذیرهای مورد استفاده برای کل انرژی مصرفی است. این اندازه گیری کلی، انواع انرژی های تجدید پذیر را

علاوه بر این، از نرم افزار Stata برای بررسی تأثیر دو نیروی محرک و دو متغیر کنترل استفاده شده است. با توجه به مقادیر مختلف آسیب پذیری و اندازه گیری میزان کربن، میانگین تعدیل شده سهم انرژی تجدیدپذیر از کل انرژی محاسبه شده است و برای سایر متغیرهای مدل تنظیم می گردد. همچنین محاسبه مشابهی برای تولید ناخالص داخلی سرانه و جمعیت انجام شده است. در شکل 2، محور افقی محدوده متغیرهای مستقل را نشان می دهد و محور عمودی نشان دهنده دامنه مقادیر پیش بینی شده متغیر وابسته است. خط ثابت، نتایج تخمینی را برای متغیر وابسته با فاصله اطمینان 95٪ ارائه می دهد. بر این اساس، برآورد استقرار انرژی تجدیدپذیر همزمان با افزایش آسیب پذیری در برابر تغییرات آب و هوایی افزایش می یابد و همزمان با افزایش شدت کربن، تولید ناخالص داخلی سرانه و جمعیت کاهش می یابد. در مرحله بعدی، تعاملات زمانی در مدل های رگرسیون قرار داده شده است و نتایج در جدول 4 و 5 نشان داده شده است. مدل F شامل تعاملات بین معیار آسیب پذیری و سال است و مدل G شامل تعاملات بین اندازه گیری شدت کربن و سال است.

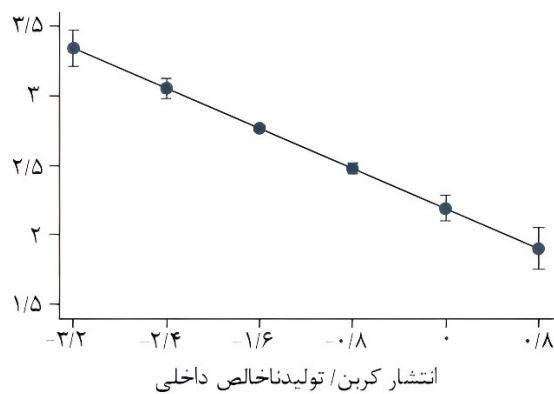
در تحلیل ها، به دلیل مقدار قابل توجهی از داده های گمشده، سایر متغیرهای کنترلی را لحاظ نمی کنیم. در مدل هایی که در اینجا گزارش نشده اند، متغیرهایی مانند مصرف کل انرژی و تجارت به عنوان درصدی از تولید ناخالص داخلی در نظر گرفته شده است. این مدل ها یک مجموعه داده نامتعادل را تحلیل می کنند.

نتایج مربوط به متغیرهای کلیدی مستقل (آسیب پذیری در برابر تغییرات آب و هوایی، شدت کربن و اتخاذ سیاست مالیات کربن) از نظر اهمیت آماری و جهت ضرایب ثابت باقی مانده اند. مقدار مربع R در این مدل ها به دلیل رهگیری های گزارش نشده خاص و دوره خاص است. مطالعات قبلی که از همان روش رگرسیون استفاده می کردند نیز چنین مقادیر بالای مربع R را گزارش می کنند. با توجه به اندازه اثر متغیرهای مستقل، پس از تخمین مدل به عنوان رگرسیون حداقل مربعات معمولی (OLS)، مربع R را به دست می آوریم. یافته ها نشان می دهد که شدت کربن 26٪ استفاده از انرژی های تجدیدپذیر را به خود اختصاص داده است. در مقایسه، آسیب پذیری و مالیات کربن با هم 6٪ را تشکیل می دهند. برای متغیرهای کنترلی، تولید ناخالص داخلی سرانه 12٪ و جمعیت 1٪ را به خود اختصاص می دهد.

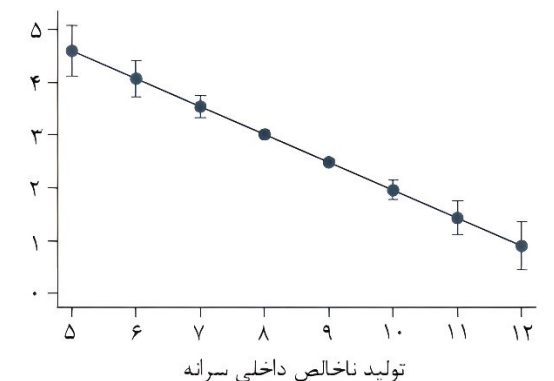
مقادیر p نشان می دهد که حدود 80٪ از واریانس به دلیل اختلافات بین سال ها در داخل کشورها است. به همین دلیل چندین آزمایش برای بررسی نقض مفروضات مدل سازی انجام شده است و مشکلی پیدا نشده است. علاوه بر این، تست چند خطی در پائل ها هیچ مشکل اساسی پیدا نمی کند. همچنین برای آزمایش موارد بالقوه تأثیرگذار مدل با حذف هر کشور و هر سال به نوبه



شکل 2 پیش بینی استقرار انرژی های تجدیدپذیر نسبت به شدت آسیب پذیری تغییرات آب و هوایی



شکل 3 پیش بینی استقرار انرژی های تجدیدپذیر نسبت به شدت کربن



شکل 4 پیش بینی استقرار انرژی های تجدیدپذیر نسبت به تولید ناخالص داخلی

برای حفظ افزایش دما در محدوده هدف، انرژی های تجدیدپذیر باید حداقل 70٪ از برق جهانی را تا سال 1428 تامین کنند. اگرچه این نویدبخش است که بدانید انرژی تجدید پذیر برای کاهش تغییرات آب و هوایی مفید است. تحقیقات پیشین نشان داده است که هیچ نشانه ای وجود ندارد که جهان به تدریج منابع انرژی را از سوخت های فسیلی به منابع تجدیدپذیر منتقل کند. برعکس، همانطور که در شکل 1 نشان داده شده است، سهم انرژی های تجدیدپذیر از کل انرژی مصرفی از 1373 تا 1393 کاهش یافته است.

از هم متمایز نمی کند و بنابراین ذاتاً درصد بیشتری است. تحقیقات بیشتری باید انجام شود تا نیروهای محرک انواع خاصی از انرژی تجدیدپذیر مانند برق آبی، خورشیدی و بادی آشکار شود. همچنین، معیار این مطالعه ممکن است شامل انرژی تجدیدپذیری باشد که توسط یک کشور خریداری و مصرف می شود اما در کشورهای دیگر تولید می شود. مطالعات آینده باید با استفاده از اقدامات جایگزین به عنوان مثال، سهم انرژی های تجدیدپذیر در کل تولید انرژی برای انعکاس دقیق تر سطح انرژی های تجدید پذیر هر کشور باشد.

جدول 5 رگرسیون استقرار انرژی های تجدیدپذیر بر روی تعاملات زمان

مدل G		مدل F		تعاملات زمانی	
0.022	شدت کربن × 1373	0.043**	1373 × آسیب پذیری	0.022	شدت کربن × 1374
0.047*	شدت کربن × 1375	-0.129***	1375 × آسیب پذیری	0.046*	شدت کربن × 1376
0.049*	شدت کربن × 1377	-0.161***	1377 × آسیب پذیری	0.049*	شدت کربن × 1378
0.036	شدت کربن × 1378	-0.105***	1378 × آسیب پذیری	0.036	شدت کربن × 1379
0.047	شدت کربن × 1379	-0.032	1379 × آسیب پذیری	0.047	شدت کربن × 1380
0.056*	شدت کربن × 1380	-0.024	1380 × آسیب پذیری	0.052	شدت کربن × 1381
0.070*	آسیب پذیری × 1382	-0.126*	1382 × آسیب پذیری	0.070*	آسیب پذیری × 1383
0.091**	شدت کربن × 1383	-0.208**	1383 × آسیب پذیری	0.091**	شدت کربن × 1384
0.057	شدت کربن × 1384	-0.363***	1384 × آسیب پذیری	0.057	شدت کربن × 1385
0.046	شدت کربن × 1385	-0.443***	1385 × آسیب پذیری	0.046	شدت کربن × 1386
0.055	شدت کربن × 1386	-0.527***	1386 × آسیب پذیری	0.055	شدت کربن × 1387
0.063*	شدت کربن × 1387	-0.557***	1387 × آسیب پذیری	0.063*	شدت کربن × 1388
0.063*	شدت کربن × 1388	-0.557***	1388 × آسیب پذیری	0.063*	شدت کربن × 1389
0.051	شدت کربن × 1389	-0.550***	1389 × آسیب پذیری	0.051	شدت کربن × 1390
0.038	شدت کربن × 1390	-0.552***	1390 × آسیب پذیری	0.038	شدت کربن × 1391
0.059	شدت کربن × 1391	-0.628***	1391 × آسیب پذیری	0.059	شدت کربن × 1392
0.057	شدت کربن × 1392	-0.624***	1392 × آسیب پذیری	0.057	شدت کربن × 1393
0.055	شدت کربن × 1393	-0.625***	1393 × آسیب پذیری	0.055	شدت کربن × 1393
آمار برازش مدل		آمار برازش مدل		آمار برازش مدل	
0.939	R - مربع	0.939	R - مربع	0.939	R - مربع
0.777	ρ	0.781	ρ	0.781	ρ

توجه: \*p < 0.05; \*\*p < 0.01; \*\*\*p < 0.001

این یافته ها علاوه بر مشارکت در تحقیقات پیشین، پیامدهای مهم سیاست را نیز به همراه دارد. میزان انتشار کربن در جهان از سال 1278 تا 1388 به طور متوسط با نرخ 2/6٪ در سال رشد کرده و در صورت حفظ روند فعلی، دمای کره زمین در سال 1478 حدود 3/5 درجه سانتی گراد بالاتر از سطح سال 1278 خواهد بود. توافقنامه پاریس اهداف روشنی دارد و هدف آن حفظ افزایش میانگین دمای جهانی به کمتر از 2 درجه سانتیگراد بالاتر از سطوح ماقبل صنعتی است. همانطور که در گزارش IPCC پیشنهاد شده است.

تجدید پذیر استفاده کرد. در این مطالعه، سه فاکتور موثر بر استقرار انرژی های تجدید پذیر از جمله آسیب پذیری تغییرات آب و هوا، شدت کربن و سیاست مالیات کربن شناسایی شده است. در مطالعات بعدی در مورد این موضوع، امیدوار است که درک کاملی از عوامل مختلف ایجاد شوند که می توانند در استفاده از انرژی های تجدید پذیر تأثیر بگذارند و سپس بشر می تواند از این دانش برای ایجاد انگیزه در انتقال دولت به سمت منابع تجدید پذیر استفاده کند. این می تواند یک گام حیاتی برای کاهش اتکا به سوخت های فسیلی و در نهایت رسیدگی به بحران تغییرات آب و هوایی باشد.

### 5- مراجع

[1] T.A. Carleton, S.M. Hsiang, *Social and economic impacts of climate*, Science 353 (6304) (2016) 1112.

[2] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Climate change, Synthesis Report*, United Nations, New York, 2014, p. 2014.

[3] Obama, *The irreversible momentum of clean energy*, Sci. 355 (6321) (2017) 126-129.

[4] L. Bird, M. Bolinger, T. Gagliano, R. Wiser, M. Brown, B. Parsons, Policies and market factors driving wind power development in the United States, *Energy Policy* 33 (2005) 1397-1407.

[5] M. Stadelmann, P. Castro, Climate policy innovation in the South – Domestic and international determinants of renewable energy policies in developing and emerging countries, *Glob. Environ. Change* 29 (2014) 413-423.

[6] S. Vachon, F.C. Menz, The role of social, political, and economic interests in promoting state green electricity policies, *Environ. Sci. Policy* 9 (2006) 652-662.

[7] M. Papie' z, S. 'Smiech, K. Frodyma, Determinants of renewable energy development in the EU countries: A 20-year perspective, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 91 (2018) 918-934.

[8] P. Sadorsky, Renewable energy consumption, CO2 emissions and oil prices in the G7 countries, *Energy Econ.* 31 (2009) 456-462.

[9] X. Zhao, D. Luo, Driving force of rising renewable energy in China: Environment, regulation and employment, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 68 (2017) 48-56.

[10] J. Gan, C.T. Smith, Drivers for renewable energy: A comparison among OECD countries, *Biomass Bioenergy* 35 (11) (2011) 4497-4503.

[11] M. Vasseur, Incentives or Mandates? Determinants of the Renewable Energy Policies of U.S. States, 1970-2012, *Soc. Problems* 63 (2) (2016) 284-301.

[12] T. Fraser, Japan's resilient, renewable cities: How socioeconomics and local policy drive Japan's renewable energy transition, *Environ. Polit.* 29 (3) (2020) 500-523.

[13] S. R. Brechin, Objective Problems, Subjective Values, and Global Environmentalism: Evaluating the Postmaterialist Argument and Challenging a New Explanation, *Soc Sci Q* 80 (4) (1999) 793-809, [www.jstor.org/stable/42864406](http://www.jstor.org/stable/42864406).

[14] R. Inglehart, Public support for environmental protection: Objective problems and subjective values in 43 Societies, *PS: Polit. Sci. Polit.* 28 (1) (1995) 57-72.

[15] X. Liu, F. Hao, K. Portney, Y. Liu, Examining public concern about global warming and climate change in China, *China Q.* 242 (2020) 460-486.

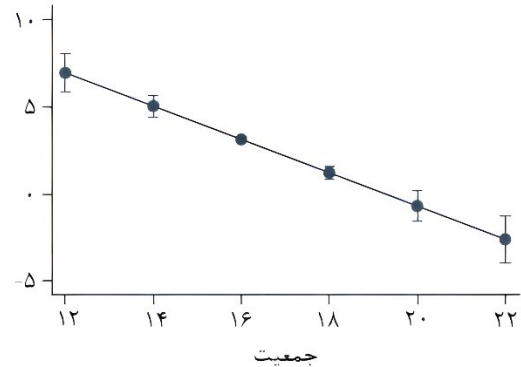
[16] S.K. Olson-Hazboun, P.D. Howe, A. Leiserowitz, The influence of extractive activities on public support for renewable energy policy, *Energy Policy* 123 (2018) 117-126.

[17] A.N. Menegaki, Growth and renewable energy in Europe: A random effect model with evidence for neutrality hypothesis, *Energy Econ.* 33 (2011) 257-263.

[18] A. Omri, D.K. Nguyen, On the determinants of renewable energy consumption: International evidence, *Energy* 72 (2014) 554-560.

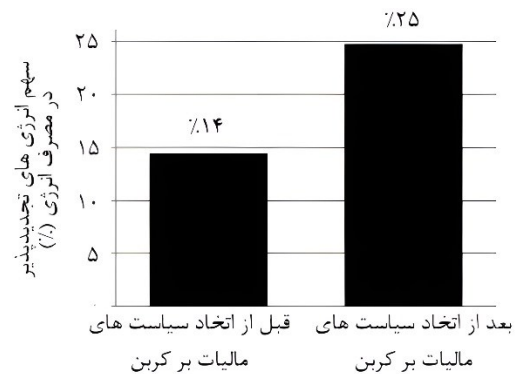
[19] R.A. Salim, S. Rafiq, Why do some emerging economies proactively accelerate the adoption of renewable energy? *Energy Econ.* 34 (2012) 1051-1057.

[20] K. Sovacool, Rejecting renewables: The socio-technical impediments to renewable electricity in the United States, *Energy Policy* 37 (2009) 4500-4513.



شکل 5 پیش بینی استقرار انرژی های تجدید پذیر نسبت به جمعیت

با توجه به نیاز فوری به انتقال انرژی برای مبارزه با تغییرات آب و هوا، تنها کافی است روی آسیب پذیری در حال رشد تغییرات آب و هوا برای ایجاد انگیزه در استفاده از انرژی های تجدید پذیر حساب شود. ضروری است که با اجرای اصلاحات اقتصادی و سیاسی مانند توافق نامه سبز، انرژی های تجدید پذیر بیشتر در سیستم انرژی جاسازی شوند.



شکل 6 استقرار انرژی های تجدید پذیر برای کشورها قبل و بعد از اتخاذ سیاست های مالیات بر کربن

### 4- نتایج

بررسی های این مقاله نشان می دهد که کشورها هنگامی که اقتصاد آنها با سوخت های فسیلی کمتر در هم آمیخته شود، از انرژی های تجدید پذیر حمایت بیشتری می کنند. چنانچه کشورها در مورد فرصت های اقتصادی قابل توجهی که از طریق انرژی های تجدید پذیر و همچنین هزینه های اجتماعی - اقتصادی استفاده از سوخت های فسیلی به دست می آیند، مطلع شوند، چنین انتقالی می تواند تسریع شود. اگرچه مالیات کربن در مطالعه حاضر ناچیز است، اما در این مطالعه احتیاط می شود که نباید به این نتیجه رسید که مالیات کربن بی اثر است. استدلال این است که مالیات کربن جدا از تأثیر عوامل اجتماعی، اقتصادی و سیاسی اجرا نمی شود. برای تحقق بخشیدن به عملکرد مورد انتظار خود، باید مجموعه ای از سیاست های همراه با مالیات کربن اجرا شود. از طرفی کاهش تغییرات آب و هوایی به سمت دگرگونی بخش انرژی است. شناسایی نیروهای محرکه ای که انرژی تجدید پذیر را تقویت می کنند و از اتکا به سوخت فسیلی جلوگیری می کنند از اهمیت زیادی برخوردار است زیرا با شناسایی این نیروها می توان از آنها برای تدوین اقدامات مربوطه و ارتقا بهتر انرژی های

- [21] A. Yokoyama, K. Ueta, K. Fujikawa, Green tax reform: Converting implicit carbon taxes to a pure carbon tax, *Environ. Econ. Policy Stud.* 3 (1) (2000) 1–20.
- [22] J.A. McGee, P.T. Greiner, Renewable energy injustice: The socio-environmental implications of renewable energy consumption, *Energy Res. Soc. Sci.* 56 (2019), 101214.
- [23] R.P. Thombs, The paradoxical relationship between renewable energy and economic growth: A cross-national panel study, 1990–2013, *J World Syst Res* 23 (2) (2017) 540–564.
- [24] M.T. Clement, N. Pino, P.T. Greiner, J.A. McGee, Are the sustainable development goals interconnected? A quantitative analysis using cross-lagged models with reciprocal effects, *Soc. Dev.* 6 (1) (2020) 91–115.
- [25] F. Hao, X. Liu, J.L. Michaels, Social capital, carbon dependency, and public response to climate change in 22 European Countries, *Environ. Sci. Policy* 114 (2020) 64–72.
- [26] P.D. Allison, Fixed effects regression models, Sage, CA, 2009. [59] N. Beck, J.N. Katz, What to do (and not to do) with time-series cross-section data, *Am. Polit. Sci. Rev.* 89 (3) (1995) 634–647.
- [27] N. Beck, J.N. Katz, What to do (and not to do) with time-series cross-section data, *Am. Polit. Sci. Rev.* 89 (3) (1995) 634–647.
- [28] J. Wooldridge, Introductory Econometrics: A Modern Approach, Cengage, Boston, 2016.
- [29] F. Hao, A study of ecologically unequal exchange for 89 countries between 1990 and 2015, *Soc. Sci. J.* 57 (2) (2020) 245–257.
- [30] C. Hsiao, *Analysis of panel data*, Cambridge University Press, New York, 2003.