



Shahid Bahonar  
University of Kerman



Journal of Development and Capital



Iranian  
Electronic Commerce Association

Print ISSN: 2008-2428

Online ISSN: 2645-3606

## Evaluating and Analyzing the Effects of Green Tax Policy Enforcement on Renewable Energies Development in Iran

*Shiva Ghaderi\**

*Azad Khanzadi\*\**

*Mohammad Sharif Karimi \*\*\**

### Abstract

**Objective:** The purpose of this paper is to investigate the effects of green tax policy implementation on CO<sub>2</sub> emissions with emphasis on renewable energy usage development by using the GMM method, and during 2002 to 2017 period in Iran. One of the major challenges facing governments in 21st century is environmental crises, and this challenge is one of the major problems in Iran's future because of its technological and ecological situation. The macroeconomic policies can make changes in environmental performance of the system and fiscal policies including taxes are one of the major macroeconomic policies. The green tax in the new tax terminology and it is considered as an effective and efficient foundation for pollution control. This type of tax is based on cost, reduced pollution and promote efficiency in economy. Another important strategy for controlling and reducing pollution is the use of renewable energy sources.

**Methods:** In this research, to study the subject, we use the Central Bank, Statistic Center of Iran and energy balance sheet data bases during the period 2002 to 2017, and also panel data model and generalized method of movement (GMM) have been used. This method is a powerful estimator that, unlike the maximum likelihood method, does not require accurate information on the distribution of error terms and also, this method, which is used in dynamic aggregate data, is based on the assumption that equation error terms are uncorrelated with a set of instrumental variables.

**Results:** According to the research findings, the relationship between green taxes and emissions is negative for the studied provinces. Also, the production and consumption of renewable energy has the reverse effect on the emission of pollutants. In other words, the use of these energies reduces the emission of pollutants. In addition, with increasing fossil energy consumption and human development, the amount of CO<sub>2</sub> emissions increases. Finally, the inverse relationship between the degree of industrialization and the emission of pollutants indicates that a major part of the pollution is caused by the transport and services sector and in fact, the presence of old technologies in this sector has led to an increase in the daily emission of pollutants.

Journal of Development and Capital, Vol. 5, No.2, Ser. 9, 105-121.

\* M.A. of Energy Economics, Razi University, Kermanshah, Iran. (Email: Shiva.ghaderi1369@gmail.com).

\*\* **Corresponding Author**, Assistant Professor in Economics, Razi University, Kermanshah, Iran.

(Email: A.khanzadi@razi.ac.ir).

\*\*\* Assistant Professor in Economics, Razi University, Kermanshah, Iran. (Email: s.karimi@razi.ac.ir).

Submitted: 23 September 2020

Accepted: 26 December 2020

Faculty of Management & Economics, Shahid Bahonar University of Kerman.

DOI: 10.22103/jdc.2021.16522.1105

©The Authors.

## Abstract

---

**Conclusion:** The results indicate that the implementation of green tax policy has an effect on reducing the emission of environmental pollutants. Due to the increasing number of environmental pollutants, it is very important to pay attention to the definition and implementation of tax policies in the form of green taxes. Therefore, the central government and local governments in the provinces should make efforts to implement these policies. Also, the production and consumption of renewable energy has the opposite effect on the emission of environmental pollutants. In other words, developing and replacing the consumption of these energies with fossil fuels can reduce the emission of pollutants.

**Keywords:** *Green Tax, Renewable Energy Consumption, CO<sub>2</sub> Emission, Iran.*

**JEL Classification:** H23, Q27, Q53, C21.

**Paper Type:** *Research Paper.*

**Citation:** Ghaderi, Sh., Khanzadi, A., Karimi, M.Sh. (2020). Evaluating and analyzing the effects of green tax policy enforcement on renewable energies development in Iran. *Journal of Development and Capital*, 5(2), 105-121 [In Persian].



## ارزیابی و تحلیل اثرات اجرایی شدن سیاست مالیات سبز بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران

شیواقادی\*

آزادخانزادی\*\*

محمدشریف کریمی\*\*\*

### چکیده

هدف: هدف این مقاله بررسی اثرات اجرایی شدن سیاست مالیات سبز بر میزان انتشار آلاینده‌ها با تأکید بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، با استفاده از روش GMM، و برای دوره زمانی ۱۳۹۶-۱۳۸۱ در ایران است. یکی از مهم‌ترین چالش‌های فراروی دولت‌ها در قرن بیست و یکم، بحران‌های زیست‌محیطی است. سیاست‌های کلان اقتصادی می‌تواند تغییراتی را در کارکردهای نظام زیست‌محیطی ایجاد کنند که این تغییرات به ویژه از نقطه نظر ایجاد آلودگی‌ها می‌تواند بسیار قابل اهمیت باشند. سیاست‌های مالی از جمله مالیات‌ها از عمده‌ترین سیاست‌های کلان اقتصادی هستند. مالیات سبز در اصطلاحات جدید مالیاتی، به عنوان پایه‌های مؤثر و اجرایی به منظور کنترل آلودگی قلمداد می‌شود. این نوع مالیات که بر پایه هزینه است، می‌تواند آلودگی را کاهش داده و کارایی در اقتصاد را افزایش دهد. یکی دیگر از راهکارهای مهم در جهت کنترل و کاهش آلودگی، گسترش زیرساخت‌های مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر است.

روش: در این تحقیق برای بررسی موضوع از آمار و اطلاعات بانک مرکزی، مرکز آمار ایران و ترازنامه انرژی در دوره زمانی ۱۳۹۶-۱۳۸۱، روش‌های پانل دیتا و روش گشتاورهای تعمیم یافته (GMM) استفاده شده است.

یافته‌ها: بر اساس یافته‌های پژوهش رابطه بین مالیات‌های سبز و انتشار آلاینده‌ها برای استان‌های مورد بررسی منفی است. همچنین، تولید و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر اثری معکوس بر انتشار آلاینده‌ها دارد. به عبارتی استفاده از این انرژی‌ها منجر به کاهش انتشار آلاینده‌ها می‌شود. علاوه بر این با افزایش مصرف انرژی فسیلی و توسعه انسانی میزان انتشار گاز CO<sub>2</sub> افزایش می‌یابد. در نهایت رابطه معکوس میان درجه صنعتی شدن و انتشار آلاینده‌ها مبین این مطلب است که بخش عمده‌ای از آلودگی ایجاد شده به واسطه بخش حمل و نقل و خدمات است و در واقع وجود تکنولوژی‌های قدیمی در این بخش، منجر به افزوده شدن روزانه انتشار گازهای آلاینده شده است.

توسعه و سرمایه، دوره پنجم، شماره ۲، پیاپی ۹، صص. ۱۰۵ تا ۱۲۱

\* کارشناس ارشد اقتصاد انرژی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران. (رایانامه: Shiva.ghaderi1369@gmail.com).

\*\* نویسنده مسؤل، استادیار گروه اقتصاد دانشکده علوم اجتماعی دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران. (رایانامه: a.khanzadi@razi.ac.ir).

\*\*\* استادیار گروه اقتصاد دانشکده علوم اجتماعی دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران. (رایانامه: s.karimi@razi.ac.ir).

تاریخ دریافت: ۹۹/۷/۲ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۶

دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش حاکی از آن است که اجرای سیاست مالیات سبز بر کاهش انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی اثر گذار است. با توجه به افزایش تعداد آلاینده‌های زیست‌محیطی، توجه به تعریف و اجرای سیاست‌های مالیاتی در قالب مالیات‌های سبز از اهمیت زیادی برخوردار است. لذا دولت مرکزی و دولت‌های محلی در استان‌ها باید نسبت به اجرای این سیاست‌ها اهتمام بورزند. همچنین، تولید و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر اثری معکوس بر انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی دارد. به عبارتی توسعه و جایگزینی مصرف این انرژی‌ها با انرژی‌های فسیلی می‌تواند منجر به کاهش انتشار آلاینده‌ها شود.

طبقه‌بندی *JEL*: H23, Q27, Q53, C21.

واژه‌های کلیدی: مالیات سبز، مصرف انرژی تجدیدپذیر، انتشار  $CO_2$ ، ایران.

نوع مقاله: پژوهشی.

استناد: قادری، شیوا؛ خانزادی، آزاد؛ کریمی، محمدشریف. (۱۳۹۹). ارزیابی و تحلیل اثرات اجرایی شدن سیاست مالیات سبز بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران. توسعه و سرمایه، ۵(۲)، ۱۰۵-۱۲۱.

مقدمه

نخستین گام برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار، شناسایی پیامدهای گوناگون فعالیت‌های صنعتی و به طور خاص انتشار آلاینده‌ها است. در دهه‌های اخیر همراه با افزایش فعالیت‌های صنعتی، میزان انتشار آلودگی‌های زیست‌محیطی به عنوان هزینه‌های جانبی<sup>۱</sup> منفی تولید شدت بیشتری یافته است. بسیاری از برون‌ریزهای زیست‌محیطی در نتیجه رشد اقتصادی بالاتر کشورها اتفاق می‌افتد، به طوری که با افزایش حجم فعالیت‌های اقتصادی، اثرات و پیامدهای جانبی منفی ناشی از آلودگی زیست‌محیطی افزایش پیدا می‌کند.

امروزه آلودگی محیط‌زیست به یکی از چالش‌های اصلی کشورهای تبدیل شده است. یکی از مهم‌ترین آلوده‌کننده‌های هوا، دی‌اکسید کربن است که در میان سایر گازها سهم بالایی در ایجاد آلودگی هوا دارد و باعث ایجاد بیماری‌های قلبی، کاهش توان کاری، تغییرات آب و هوایی و گرمایش جهانی می‌شود. داده‌های آماری نشان می‌دهند که در ایران میزان انتشار سرانه گاز دی‌اکسید کربن از ۷۰۴۶/۸ کیلوگرم به ازای هر نفر در سال ۱۳۸۶ به ۷۳۹۷/۶ در سال ۱۳۹۴ رسیده است؛ به علاوه در فاصله سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۹۶ سرانه انتشار گاز دی‌اکسید کربن در ایران ۱۴ برابر شده است (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۶).

دولت‌ها برای کنترل این آلودگی‌ها، از ابزارهایی همانند اجرای سیاست مالیات‌های زیست‌محیطی، حقوق مالکیت کوز<sup>۲</sup>، وضع قوانین و مقررات دولتی و مجوزها استفاده می‌کنند. این سیاست‌ها عمدتاً با هدف قرار دادن آلودگی‌ها، سطح فعالیت‌های اقتصادی را تغییر می‌دهند و بهبود کیفیت محیط‌زیست را به دنبال دارند. با توجه به مباحث فوق، برای کاهش آسیب‌های محیط‌زیست، مالیات بستر مناسبی است که طی چند دهه اخیر مورد توجه اقتصاددانان قرار گرفته است. مالیات سبز به یکی از سیاست‌های مهم زیست‌محیطی در کشورهای OECD تبدیل شده است. تعدادی از کشورها مانند سوئد، دانمارک، هلند، انگلستان، فنلاند، نورژ، آلمان و ایتالیا این سیاست را اجرا کرده‌اند (گلوما و کواگوچی<sup>۳</sup>، ۲۰۰۸).

مالیات‌های زیست‌محیطی یکی از ابزارهای اقتصادی و به طور دقیق‌تر یکی از سیاست‌های مالی در حفظ و حراست از محیط‌زیست است و سال‌های طولانی است که در کشورهای مختلف از آن استفاده می‌شود (اکو<sup>۴</sup>، ۱۹۹۳). مالیات‌سبزی در اصطلاحات جدید مالیاتی، به عنوان پایه‌های مؤثر و اجرایی به منظور کنترل آلودگی قلمداد می‌شود. این نوع مالیات بر پایه هزینه است و نسبت به هر واحد انتشار آلاینده یا تخریب زیست‌محیطی وضع می‌شود و از طریق افزایش هزینه‌های اجتماعی باعث کاهش سطح تولید آلاینده به مقدار بهینه اجتماعی آن و در نتیجه کاهش سطح آلاینده‌ها می‌شود؛ که این امر منجر به افزایش کیفیت و بهتر شدن محیط‌زیست (فایده سبز) می‌شود (کالان<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۹).

از طرفی، یکی دیگر از راهکارهای مهم در جهت کنترل و کاهش آلودگی استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر به عنوان انرژی‌های پاک و به دور از آلودگی زیست‌محیطی است. از این روی توسعه و گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر به تحقق اهداف رشد و توسعه و به خصوص توسعه اقتصادی و زیست‌محیطی در یک کشور و دستیابی به توسعه پایدار کمک می‌کند. استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند باعث کاهش وابستگی به منابع فسیلی، کاهش انتشار گازهای آلاینده از بخش‌های تولید و مصرف منابع انرژی و همچنین باعث کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای که تأثیر اساسی بر گرمایش جهان دارند و به تبع آن، حفظ امنیت و سلامت انسان‌ها و محیط‌زیست شود (لانترز و دوریس<sup>۶</sup>، ۲۰۰۹). بنابراین، ضرورت سالم نگه داشتن محیط زیست، کاهش آلودگی هوا، محدودیت‌های برق‌رسانی و تأمین سوخت برای نقاط و روستاهای دور افتاده، استفاده از انرژی‌های نو مانند انرژی باد، انرژی خورشیدی، هیدروژنی و غیره می‌تواند در هر اقتصادی جایگاه ویژه‌ای داشته باشند (گادفری، ۱۳۸۶). در این راستا، هدف این مقاله، بررسی اثرات اجرای سیاست مالیات سبز بر میزان انتشار آلاینده‌ها با تأکید بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، با استفاده از روش GMM و برای دوره زمانی ۱۳۹۶-۱۳۸۱ در ایران است.

بر این اساس، ساختار بندی مقاله حاضر به این صورت هست که در بخش دوم مبانی نظری، در بخش سوم روش تحقیق، مدل و داده‌ها معرفی و در بخش چهارم، نتایج برآورد مدل ارائه خواهد شد. در بخش پایانی نیز نتیجه‌گیری و پیشنهادها ارائه خواهند شد.

## مروری بر ادبیات موضوع

### مبانی نظری

آلودگی‌های زیست‌محیطی از چالش‌های اصلی جهان است. به گونه‌ای که کشورها علاوه بر سیاست‌ها و اقدامات درون‌مرزی خود، ساماندهی مسائل زیست‌محیطی را در حوزه بین‌المللی نیز دنبال می‌کنند. صنعتی شدن جوامع، به بهره برداری بیشتر و فشرده‌تر از سوخت‌های فسیلی مانند زغال‌سنگ، نفت و گاز به منظور استفاده در تولید و حمل و نقل منجر شده است. احتراق این سوخت‌ها منجر به آزاد شدن دی‌اکسید کربن در اتمسفر می‌شود. در ادبیات علم اقتصاد، هرگاه یک واحد اقتصادی در فرآیند تصمیم‌گیری خود، مصرف-تولید خارج از بازار، گروهی را تحت تأثیر قرار دهد، پدیده‌ای رخ می‌دهد که آن را پیامد خارجی می‌نامند. پیامد خارجی می‌تواند اقتصادی یا غیراقتصادی باشد که در تابع تولید یا مطلوبیت افراد دیگر ظاهر می‌شود. از آنجا که آلودگی نیز به عنوان یک عامل خارجی در تابع تولید و یا مطلوبیت سایر افراد تأثیر منفی می‌گذارد؛ به عنوان پیامد خارجی غیراقتصادی معرفی می‌شود.

بنابراین، به کارگیری سوخت‌های فسیلی در تولید به طور مستقیم باعث ایجاد آلودگی در اقتصاد می‌شود. به علاوه، تولید بیشتر در اقتصاد با درآمد بیشتر همراه است و این افزایش درآمد باعث افزایش تقاضا برای محیط‌زیست بهتر می‌شود در نتیجه ایجاد قوانین مختلف و تغییرات در مصرف، تولید و تجارت بین‌المللی محصولات تولیدی باعث کاهش آلودگی می‌شود (دیویدسن و جیمز<sup>۷</sup>، ۱۹۸۹). در این راستا، توافق‌نامه کیوتو در سال ۱۹۷۷، کشورها را موظف کرد تا در دوره ۲۰۰۸-۲۰۱۲ انتشار گازهای گلخانه‌ای را نسبت به سال ۱۹۹۰ حدود ۸ درصد کاهش دهند (ویسما و دلینک<sup>۸</sup>، ۲۰۰۷). همچنین، در سال ۲۰۱۲، اجلاس دوحه برای اجرای دور دوم تعهدات پروتکل کیوتو تشکیل شده است و بعد از آن کنفرانس پاریس در سال ۲۰۱۵ برگزار شده است<sup>۹</sup>. هدف اصلی این توافق‌نامه کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای است که سبب تغییرات آب و هوایی می‌شوند. بنابراین، این توافق‌نامه محدودیت‌هایی را برای دولت‌های آلوده‌کننده تعیین می‌نماید. ایران نیز بر اساس توافق‌نامه‌های مذکور ملزم به کاهش میزان انتشار کل گاز دی‌اکسید کربن شده است (ترابی و همکاران، ۱۳۹۴).

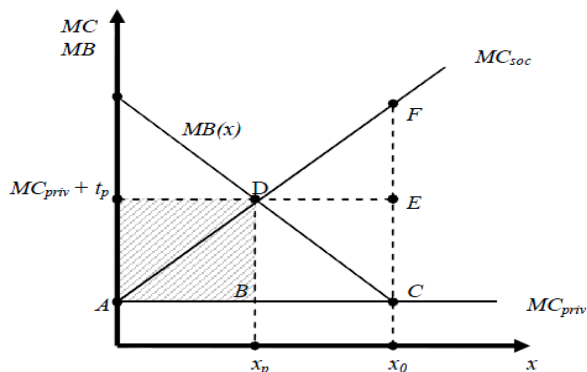
حضور پیامد خارجی چه به صورت اقتصادی و چه به صورت غیراقتصادی، تبعاتی را با خود در پی دارد که باید در یک سیستم کنترل و نظارت تعبیه شود. این کنترل، گاه می‌تواند با حضور مستقیم دولت و گاه با حضور غیرمستقیم آن باشد. دخالت دولت به منظور اصلاح تأثیرات پیامدهای خارجی زیست‌محیطی و کنترل آلودگی از طریق روش‌های مختلفی انجام می‌گیرد، این روش‌ها عبارت‌اند از:

۱. روش پیگو: مالیات و یارانه بر فعالیت‌های با پیامد خارجی است که حضور مستقیم دولت را می‌طلبد.
۲. حق برخورداری از پاکی یا مجوز ایجاد آلودگی: در این روش که بر اساس مطالعه کوز بنیان یافته است دولت به‌طور غیرمستقیم دخیل است و تنها از طریق دادن حق مالکیت، ایجاد بازار نموده و موجب تخصیص مؤثر منابع می‌شود.
۳. اعمال قانون و مقررات: بر اساس حضور مستقیم دولت و اعمال یکسری قوانین و مقررات بر فعالیت‌هایی با پیامد خارجی، آثار منفی کنترل خواهد شد (پژویان و امین رشتی، ۱۳۸۶).

مالیات سبز در اصطلاحات جدید مالیاتی، به عنوان پایه‌های مؤثر و اجرایی به منظور کنترل آلودگی قلمداد می‌شود. این نوع مالیات که بر پایه هزینه است، میزان آلودگی را کاهش داده و کارایی در اقتصاد را افزایش می‌دهد. مالیات‌های زیست‌محیطی به سه دسته کلی مالیات بر انتشار آلاینده‌ها (مالیات پیگویی)، مالیات بر نهادهای تولیدی یا مصرفی که کاربرد آن‌ها با آسیب‌های زیست‌محیطی همراه است و مقررات زیست‌محیطی در سایر مالیات‌ها تقسیم می‌شوند. مالیات بر انتشار آلودگی جزء مالیات‌های مستقیم و دو نوع دیگر جزء مالیات‌های غیرمستقیم است. همچنین، در بین سه نوع مالیات مطرح شده، مالیات پیگو بیشترین تأثیرگذاری را از نظر کارایی دارد (مک موران و نلور<sup>۱۰</sup>، ۱۹۹۴). مالیات بر انتشار آلودگی بوسیله پیگو<sup>۱۱</sup> (۱۹۲۰) مطرح شده است. وی برای اولین بار نظریه‌ای ارائه کرد که بر اساس آن آلودگی را به عنوان یک پیامد خارجی منفی مورد توجه قرار داد و معتقد بود که باید بر روی بنگاه‌های آلوده‌کننده محیط‌زیست یا بنگاه‌هایی که پیامد خارجی منفی ایجاد می‌کنند، مالیات بر انتشار آلودگی وضع کرد. بر اساس نظریه پیگو افرادی که محیط‌زیست را آلوده می‌کنند، می‌بایست مقدار خسارتی را که در اثر انتشار آلودگی به محیط‌زیست وارد می‌نمایند جبران کنند (ترنز و همکاران، ۱۳۸۸). در چارچوب مکانیزم بازار، در حالتی که پیامدهای جانبی منفی در تولید وجود

داشته باشد، وضعیت بهینه پارتو تحقق پیدا نمی کند و موجب شکست بازار می شود. زیرا، بنگاه‌ها تنها هزینه‌هایی در محاسبات قرار می دهند که خودشان با آن روبه‌رو هستند و اثراتی که بر دیگران وارد می شود را لحاظ نمی کنند. در نتیجه، تخصیص بهینه منابع، تحقق وضعیت بهینه پارتو و دستیابی به حداکثر رفاه اجتماعی، زمانی حاصل می شود که هزینه نهایی اجتماعی ناشی از فعالیت اقتصادی یک فرد یا یک واحد اقتصادی با منافع نهایی اجتماعی حاصل از آن برابر گردد. بنابراین، بنگاه‌های ایجاد کننده آلودگی باید بر اساس مقدار نهایی خسارتی که به محیط زیست وارد می کنند، مالیات پرداخت کنند. بر این اساس، سطح کارآمد اجتماعی در جایی اتفاق می افتد که منافع نهایی حاصل از رفع آلودگی برابر با هزینه نهایی اجتماعی انتشار آلاینده باشد. پیگو معتقد بود که با تعیین یک مالیات بهینه می توان این انگیزه را در بنگاه‌های ایجاد کننده پیامد خارجی به وجود آورد تا تولیدات خود را در سطح مطلوب قرار دهند. در واقع مالیات‌های پیگویی با بالا بردن قیمت‌های نسبی آلودگی موجب می شود که آلوده کنندگان با هزینه اجتماعی اقدامات خود مواجه گردد. طبق نظر پیگو، رفاه خالص اجتماعی زمانی به حداکثر می رسد که ارزش فایده نهایی اجتماعی برابر با هزینه نهایی اجتماعی شود (پور غفار دستجردی، ۱۳۹۳). در نمودار (۱) به چگونگی اعمال مالیات زیست محیطی (مالیات پیگویی) بر کالای X به عنوان یک کالای آلوده کننده پرداخته می شود.

نمودار ۱. مالیات پیگو



منبع: سید نژاد فهیم و اقدامی (۱۳۹۰)

بدون مالیات نتیجه اولیه بازار رقابتی، مقدار تعادلی  $X_0$  برای تولید کننده است. مقدار رفاه از دست رفته مساحت CDF است، جایی که هزینه نهایی اجتماعی فراتر از منفعت نهایی (MB) هست. شرایط بهینه پارتو زمانی تحقق می یابد که:

$$MB = MC_{priv} + \text{هزینه خارجی} \quad (1)$$

بر اساس مقدار مطلوب مالیات پیگویی برای تخصیص بهینه منابع و کاهش آلودگی محیط زیست به اندازه  $t_p$  خواهد بود. در چنین شرایطی مقدار تولید  $X$  به  $X_p$  کاهش یافته و آلودگی محیط زیست کاهش می یابد:

$$MC_{priv} + t = MC_{soc} = MB \quad (2)$$

درآمد مالیاتی دولت برابر مساحت  $A(MC_{priv} + t_p)DB$  مستطیل هست که می تواند برای کاهش بار مالیاتی سایر مالیات‌ها به کار گرفته شود (پایتختی اسکویی و ناهیدی، ۱۳۸۶).



مالیات‌های غیرمستقیم زیست‌محیطی بر نهاده‌های تولیدی و یا کالا و محصول نهایی تولید شده وضع می‌شوند و می‌توانند از فرآیند تولید و یا مصرف اخذ شوند و جنبه تشویقی برای بنگاه‌ها و مصرف‌کنندگان برای کاهش آلودگی دارند. این مالیات به طرق مختلف در کشورهای جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. مالیات بر انرژی، عوارض کودهای شیمیایی، مالیات بر کربن، مالیات سوخت‌های فسیلی، از روش‌های مختلف وضع مالیات غیرمستقیم زیست‌محیطی هست. مالیات‌های غیرمستقیم زیست‌محیطی این مزیت را دارد که اغلب وضع مالیات بر کالاهای آلاینده محیط‌زیست، نسبت به وضع مالیات بر خود آلاینده‌ها که به واسطه راه‌حل وضع مالیات پیگو ضروری هست، آسان‌تر است (هانلی<sup>۱۲</sup> و همکاران، ۱۹۹۷).

در عصر حاضر به منظور کاهش تقاضای سوخت‌های فسیلی و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی، انرژی‌های جدید مانند انرژی خورشیدی، انرژی باد، انرژی آب، انرژی زمین گرمایی و... می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. از آنجایی که بنگاه‌های اقتصادی برای تولید محصولات خود از سوخت‌های فسیلی استفاده می‌کنند، این کار منجر به افزایش آلودگی زیست‌محیطی می‌شود. مالیات بر آلودگی نفع شخص آلوده‌کننده را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بدیهی است که حفظ منافع شخصی، آلوده‌کننده را وادار می‌سازد تا راه‌هایی برای کاهش پرداخت‌های مالیات خود بیابد. از این رو بنگاه آلوده‌کننده به منظور کاهش میزان مالیات، مقدار تولید خود را کاهش می‌دهد و این امر منجر به کاهش هزینه‌های اجتماعی ناشی از آلودگی نیز می‌شود. لذا وضع مالیات زیست‌محیطی بر روی آلودگی نیاز به استفاده از انرژی‌های جدید (جایگزین) را پدیدار می‌کند تا با استفاده از این انرژی‌ها مقدار تولید را مجدداً افزایش داد.

استفاده از انرژی تجدیدپذیر، منافع کوتاه، میان و بلندمدت قابل ملاحظه‌ای به همراه دارد: امنیت عرضه انرژی، توسعه پایدار صنایع محلی، ایجاد اشتغال و پایداری زیست‌محیطی. این در حالی است که منابع انرژی فسیلی، علاوه بر تجدیدنپذیر بودن، به دلیل انتشار گازهای گلخانه‌ای نظیر دی‌اکسید کربن، اثرات منفی بسیاری بر سلامت و محیط‌زیست دارند. انرژی‌های تجدیدپذیر با قابلیت ایجاد فرصت‌های شغلی و درآمد زایی، باعث توانمندسازی و تقویت خود اتکایی جوامع محلی شده و به تحقق اهداف فقرزدایی کمک می‌کند. تولید برق از منابع تجدیدپذیر از جمله مولدهای برق آبی کوچک<sup>۱۳</sup> و مصارف انرژی غیرالکتریکی نظیر گرم‌کننده‌ها و خشک‌کننده‌های خورشیدی، پمپ‌های بادی و تصفیه‌کننده‌های خورشیدی در توسعه پایدار شهرها و روستاها نقش مثبتی ایفا می‌کنند (پیرس<sup>۱۴</sup>، ۲۰۱۰).

در ایران به دلیل وجود پتانسیل‌های بالای انرژی‌های تجدیدپذیر، زمینه مناسبی برای گسترش فعالیت‌های مربوط به این نوع انرژی‌ها در کشور وجود دارد. کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران به دو صورت نیروگاهی متمرکز و سیستم‌های کوچک پراکنده هست. در سال ۱۳۹۴، ۱۱۵۳۳ مگاوات نیروگاه تجدیدپذیر اعم از آبی، بادی، خورشیدی و بيو گاز در حال بهره‌برداری بوده است (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۴).

بنابراین استفاده از انرژی‌های نو، جایگزین منابع انرژی متداول (سوخت‌های فسیلی) در آینده خواهد شد. از این روی توسعه و گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر به تحقق اهداف توسعه اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی کشور کمک می‌کند و از عوامل اساسی در رسیدن به توسعه پایدار در هر کشوری است. استفاده از انرژی‌های نو می‌تواند باعث کاهش وابستگی به منابع فسیلی، کاهش انتشار گازهای آلاینده از بخش‌های تولید و مصرف منابع انرژی و همچنین



باعث کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای که تأثیر اساسی بر گرمایش جهانی دارند و به تبع آن، حفظ امنیت و سلامت انسان‌ها و محیط‌زیست شود (موسوی شفائی و همکاران، ۱۳۹۵).

### پیشینه تحقیق

آنونی موس<sup>۱۵</sup> (۲۰۰۴) در مطالعه‌ای با عنوان «توسعه مالیات‌سبز» بیان کرد که مالیات‌سبز باعث ایجاد سود مضاعف به سه شکل ضعیف، متوسط و قوی می‌شود. وی از مدل تعادل عمومی برای سنجش تأثیر مالیات‌سبز استفاده نمود و به این نتیجه رسید که مالیات‌سبز باعث سود مضاعف قوی نمی‌شود و در واقع مالیات‌سبز باعث هیچ نوع کاهش در مشکلات زیست‌محیطی و بیکاری نمی‌شود.

ویسما و دلینک<sup>۱۶</sup> (۲۰۰۷)، در مطالعه خود با استفاده از مدل تعادل عمومی برای کشور ایرلند نشان دادند که دریافت مالیات از آلودگی ناشی از انتشار دی‌اکسید کربن، نتایج بهتری را نسبت به دریافت مالیات از مصرف انرژی، در کاهش آلودگی به همراه خواهد داشت.

بیرتس و فائن<sup>۱۷</sup> (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای برای کشور نروژ به این نتیجه رسیدند که دریافت مالیات سبز منجر به کاهش تولید، صادرات، واردات و اشتغال و مصرف می‌شود؛ که این اتفاق رفاه عمومی را کاهش خواهد داد و برای جبران کاهش این رفاه، پیشنهاد اعطای یارانه‌ها و مشوق‌های تولید را می‌دهند.

گلوما و کواگوچی (۲۰۰۸) در مقاله‌ای تحت عنوان «مالیات سبز و فایده مضاعف در یک اقتصاد پویا» با به کار بردن یک مدل تعادل عمومی پویا برای اقتصاد آمریکا دریافتند که افزایش مالیات بر بنزین و کاهش مالیات از طریق مالیات سرمایه، دو نوع اثر رفاهی را به همراه دارد: افزایش مصرف کالاها (فایده کارایی) و افزایش کیفیت و بهتر شدن محیط‌زیست (فایده سبز). شواهد به دست آمده نشان می‌دهد چه تعداد افراد حاضر هستند بابت کیفیت محیط‌زیست پرداخت داشته باشند؛ همچنین دیگر نتایج نشان می‌دهد اندازه فایده سبز از فایده کارایی کوچکتر است.

کاریداس و ژانگ<sup>۱۸</sup> (۲۰۱۷)، به بررسی تئوریک اثرات اصلاحی مالیات سبز بر محیط زیست با استفاده از رشد درونی بر اساس فرضیه هیکس پرداخته‌اند. یافته‌های این مطالعه بر اساس مدل نظری نشان داد در یک محیط اقتصادی که فعالیت تحقیق و توسعه مکانیسم رشد در آن اتفاق می‌افتد، یک اصلاحیه مالیاتی زیست‌محیطی می‌تواند منجر به منفعت اقتصادی از طریق انتقال مجدد درآمد گردد.

ژانگ<sup>۱۹</sup> و همکاران (۲۰۱۷)، به بررسی وضعیت فعلی و چشم انداز آینده انرژی‌های تجدیدپذیر برای کشور چین به عنوان بزرگترین کشور مصرف‌کننده انرژی و انتشاردهنده گاز دی‌اکسید کربن در جهان پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که تقاضا برای واردات بخش صنعت انرژی جدید چین، بر نوسانات در بازار تجاری صنعت اثرگذار هست.

مقیم و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای، آثار اقتصادی و اجتماعی مالیات سبز در ایران را مورد بررسی قرار داده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که با افزایش قیمت حامل‌های انرژی، انتشار اغلب آلاینده‌ها کاهش یافته است، لیکن در مورد CO و CH بنا به چگونگی تغییر فناوری تولید پس از افزایش قیمت حامل‌های انرژی، ممکن است انتشار این دو آلاینده با کاهش یا افزایش مواجه شود.

عبدالله میلانی و محمودی (۱۳۸۹)، در مقاله‌ای با عنوان «مالیات زیست محیطی و اثر تخصیصی آن (مطالعه موردی: فراورده‌های نفتی ایران)»، با استفاده از روش خود رگرسیون برداری به بررسی اثر وضع مالیات در قالب شوک افزایش قیمت بر مصرف فراورده‌ها و عکس‌العمل مصرف نسبت به آن بررسی شده است. نتایج حاصل از آن بیانگر این است که وضع مالیات بر قیمت بنزین، نفت گاز، نفت کوره و گاز مایع باعث کاهش روند افزایشی مصرف آن‌ها شده است. هادیان و استاذزاد (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای به برآورد سطح بهینه مالیات بر آلودگی در اقتصاد ایران با استفاده از یک الگوی رشد تعمیم یافته پرداختند. پس از کالیبره کردن الگوی حل شده، نرخ بهینه مالیات بر آلودگی در مطالعه فوق ۷/۸ هزار ریال به ازای هر تن تولید CO<sub>2</sub> بدست آمده است. در این مطالعه، به صورت مستقیم مالیات بر آلودگی برآورد شده است. اسدزاده و جلیلی (۱۳۹۴) به بررسی اثر رشد اقتصادی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای منتخب پرداختند. نتایج مطالعه حاکی از آن است که در کشورهای دارای در رشد اقتصادی بالا، بین رشد اقتصادی و سهم انرژی‌های تجدیدپذیر رابطه مثبتی وجود دارد به این صورت که این کشورها هنگام افزایش قیمت انرژی با جایگزینی انرژی‌های تجدیدپذیر، از اثر منفی قیمت انرژی بر تولید ناخالص داخلی جلوگیری می‌نمایند. نوآوری در این مقاله، انتخاب متغیری متفاوت و اثرگذار بر کاهش انتشار گاز دی‌اکسید کربن است؛ لذا در این مطالعه علاوه بر شاخص مالیات سبز از متغیر مصرف انرژی تجدیدپذیر به عنوان متغیر توضیح‌دهنده انتشار سرانه دی‌اکسید کربن بهره گرفته و تلاش شده است روابط مالیات سبز و مصرف انرژی تجدیدپذیر با انتشار CO<sub>2</sub> مورد بررسی قرار گیرد.

### معرفی الگو، متغیرها و روش برآورد الگو

علیرغم اهمیت بسیار زیاد موضوع انتشار آلودگی و نیاز مبرم تمام کشورها به در اختیار داشتن اطلاعات کمی در خصوص شرایط زیست محیطی حاکم بر آن‌ها همچنان در اکثر کشورها دسترسی به اطلاعات و آمار مورد نیاز پیرامون موضوعات زیست محیطی با نقص، اشتباه، کمبود و عدم موثق بودن مواجه است. از این رو در این مقاله به بررسی اثرات اجرای سیاست مالیات سبز بر کاهش انتشار گاز دی‌اکسید کربن با تأکید بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران پرداخته خواهد شد. بر این اساس، الگوی مورد استفاده در این مقاله با استفاده از مدل تعدیل شده گروسمن و کروگر (۱۹۹۱) و بصورت رابطه (۳) ارائه می‌گردد.

$$(LCO_2)_{it} = \beta_0 + \beta_1(LCO_2)_{it-1} + \beta_2(GDP)_{it} + \beta_3(LGT)_{it} + \beta_4(E)_{it} + \beta_5(HDI)_{it} + \beta_6(LNE)_{it} + \beta_7(LFI)_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

به طوری که:

$(LCO_2)_{it}$ : لگاریتم میزان انتشار سرانه گاز دی‌اکسید کربن به عنوان شاخص آلودگی زیست محیطی برای استان  $i$  و در دوره  $t$  بر حسب تن به نفر است.

از آنجا که هیچ آمار رسمی از انتشار CO<sub>2</sub> برای استان‌های کشور وجود ندارد، در این مقاله از مدل انتشار کربن بر مبنای سوخت برگرفته از مطالعات چانگ<sup>۲۰</sup> و همکاران، ۲۰۱۳ و فلاحی و حکمتی فرید، ۱۳۹۲، استفاده شده است؛ که به صورت رابطه (۴) است.

$$CO_2 = \sum_{i=1}^n A \times CCFI_{it} \times HE_{it} \times COF_{it} \times \left(\frac{44}{12}\right) \quad (4)$$

در رابطه (۴)، A مصرف هر سوخت، CCF مقدار کربن، HE ارزش حرارتی، COF کربن اکسیداسیون و  $\frac{44}{12}$  نسبت وزن ملکول های CO<sub>2</sub> به کربن هست.

LCO<sub>2(it-1)</sub>: لگاریتم انتشار CO<sub>2</sub> با یک دوره وقفه؛ به منظور نشان دادن پویایی اثرات آلودگی و ارتباط آن با آلودگی های دوره های گذشته.

(GDP)<sub>it</sub>: تولید ناخالص داخلی سرانه حقیقی به قیمت سال پایه ۱۳۹۰ و برحسب میلیون ریال به نفر.  
(LGT)<sub>it</sub>: لگاریتم شاخص مالیات سبز که برای سال های مختلف به ازای هر تن انتشار CO<sub>2</sub> به اندازه ۱۰۰۰ ریال در نظر گرفته شده است.

(E)<sub>it</sub>: مصرف سرانه انرژی فسیلی که از جمع سوخت های فسیلی به دست آمده است.  
(HDI)<sub>it</sub>: شاخص توسعه انسانی که به صورت میانگین ساده سه شاخص امید به زندگی، آموزش و تولید ناخالص داخلی سرانه محاسبه شده است.

$$HDI = \frac{1}{3} GDP + \frac{1}{3} ADI + \frac{1}{3} ELI \quad (5)$$

GDP تولید ناخالص داخلی سرانه، ADI نرخ باسوادی بزرگسالان و ELI شاخص امید به زندگی است (امیری، ۱۳۹۰).

(LNE)<sub>it</sub>: لگاریتم مصرف سرانه انرژی تجدیدپذیر که در اینجا انرژی برق آبی به عنوان انرژی تجدیدپذیر در نظر گرفته شده است.

(LFD)<sub>it</sub>: لگاریتم شاخص صنعتی شدن که به صورت میزان ارزش افزوده بخش صنعت هر استان به کل کشور محاسبه شده است.

همچنین در این رابطه،  $\beta_{0i}$  پارامتر ثابت و  $\varepsilon_{it}$  جمله خطای مدل است و اندیس های  $i$  و  $t$ ، به ترتیب نشانگر استان و سال هستند.

#### معرفی روش گشتاورهای تعمیم یافته (GMM)

در ادامه جهت تبیین عوامل مؤثر بر آلودگی به تخمین مدل رگرسیون از الگوی داده های پانل پویا<sup>۲۱</sup> نیز استفاده می شود<sup>۲۲</sup>. شکل کلی این مدل عبارت است از:

$$\Delta Y_{it} = \alpha \sum_{j=1}^{\rho} \Delta Y_{i,t-j} + \beta \Delta X_{it} + \Delta \varepsilon_{it} \quad (6)$$

$$(Y_{it} - Y_{it-1}) = \alpha(Y_{it-1} - Y_{i,t-\rho}) + \beta(X_{it} - X_{i,t-1}) + (\varepsilon_{it} - \varepsilon_{i,t-1}) \quad (7)$$

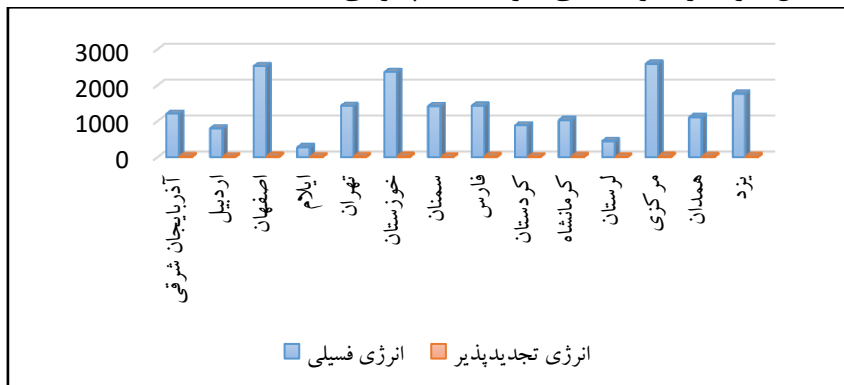
که در آن  $\Delta Y_{it}$ ،  $\Delta Y_{i,t-j}$ ،  $\Delta X_{it}$  و  $\varepsilon_{it}$  به ترتیب نشان دهنده متغیر وابسته، وقفه اول متغیر وابسته، متغیرهای توضیح دهنده متغیر وابسته و جزء خطا مدل هستند،  $\Delta$  نماد بیانگر تفاضل متغیرها است. به عبارت دیگر این روش، متغیرهایی تحت عنوان متغیر ابزاری ایجاد می کند تا برآوردهای سازگار بدون تورش داشته باشیم و بدین ترتیب برای برآورد معاملات از روش گشتاورهای تعمیم یافته GMM استفاده می کنیم. از مزایای این روش می توان به موارد ذیل اشاره کرد:

۱. کاربرد این روش باعث حذف بسیاری از متغیرها همانند فرهنگ، قومیت، مذهب و اقلیم می‌شود که در طی زمان ثابت بوده و عوامل قوی تأثیرگذاری بر درآمد سرانه و توسعه هستند و می‌توانند با نهاد همبسته باشند. این متغیرهای حذف شده، باعث ایجاد تورش در تخمین مدل می‌شوند (گرین<sup>۳۳</sup>، ۲۰۰۸).
  ۲. مزیت اصلی تخمین GMM پویا آن است که تمام متغیرهای رگرسیون که همبستگی با جزء اخلاص ندارد (از جمله متغیرهای با وقفه و متغیرهای تفاضلی) می‌توانند به طور بالقوه متغیر ابزاری باشند (گرین، ۲۰۰۸).
  ۳. این روش به واسطه انتخاب متغیرهای ابزاری صحیح و با اعمال یک ماتریس وزنی می‌تواند برای شرایط ناهمسانی واریانس و نیز خودهمبستگی‌های ناشناخته، برآوردکننده قدرتمندی محسوب شود.
  ۴. در مدل GMM وقفه متغیر وابسته به صورت متغیر مستقل در سمت راست معادله وارد می‌شود تا بدین ترتیب امکان پارامتر بندی مجدد مدل به روش مدل داده‌های تلفیقی پویا فراهم گردد.
  ۵. این روش تخمین‌زننده قدرتمندی است که برخلاف روش حداکثر راست نمایی نیاز به اطلاعات دقیق توزیع جملات اخلاص ندارند. روش مزبور که در داده‌های تلفیقی پویا به کار گرفته می‌شود مبتنی بر این فرض است که جملات اخلاص در معادلات با مجموعه متغیرهای ابزاری غیرهمبسته هست (بالتاجی<sup>۲۴</sup>، ۲۰۰۸).
- دوره زمانی مورد بررسی در این مقاله سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۹۶ هست و اطلاعاتی که در این بررسی مورد استفاده قرار گرفته، از پایگاه‌های اطلاعاتی بانک مرکزی، مرکز آمار ایران و ترازنامه انرژی دریافت شده است.
- لازم به ذکر است که در محاسبه شاخص توسعه انسانی، از سه معیار و شاخص امید به زندگی (معرف زندگی سالم و طولانی)، نرخ باسواد (معرف آموزش) و تولید ناخالص داخلی سرانه (معرف استاندارد زندگی) استفاده شده است (خانزادی و همکاران، ۱۳۹۵). مقدار مالیات سبز برای سال‌های مختلف به ازای هر تن انتشار سرانه گاز دی‌اکسید کربن به اندازه ۱۰۰۰ ریال در نظر گرفته شده است همچنین دولت می‌تواند شرایط و تسهیلات لازم را برای بنگاه‌های تولیدی به منظور به کارگیری تکنولوژی‌های پیشرفته فراهم کند، سپس مالیات بیشتری به منظور کاهش آلاینده‌ها به تولیدات بنگاه‌های آلاینده وضع کند (ایزدخواستی و همکاران، ۱۳۹۶).

### یافته‌های تحقیق

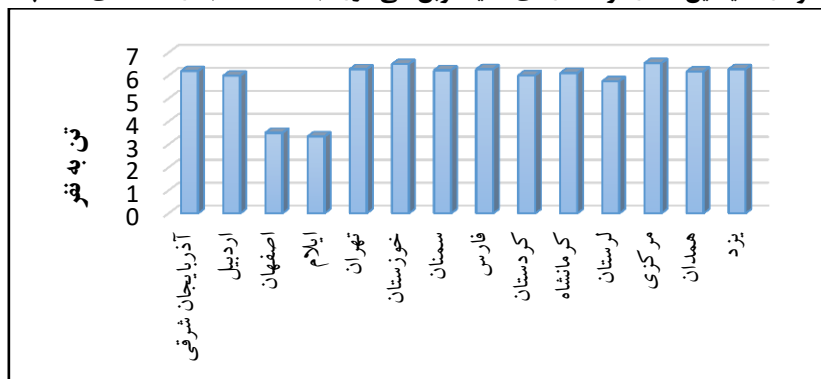
- قبل از ارائه نتایج مربوط به برآورد الگو به ارائه برخی از اطلاعات آماری مربوط به جامعه آماری مورد بررسی در این مقاله پرداخته خواهد شد.
- در نمودار (۲)، میانگین مصرف سرانه انرژی‌های فسیلی در مقابل میانگین مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر طی سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۶ در استان‌های منتخب ارائه شده است.
- همچنین، در نمودار (۳) میزان انتشار سرانه گاز دی‌اکسید کربن در استان‌های منتخب در طی دوره زمانی ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۶ ارائه شده است. بر اساس این نمودار بیشترین انتشار گاز دی‌اکسید کربن مربوط به استان مرکزی و کمترین انتشار مربوط به استان ایلام هست.
- نمودار (۴) نشان‌دهنده میانگین انتشار سرانه گاز CO<sub>2</sub> نسبت به سرانه تولید ناخالص داخلی در استان‌های منتخب است، نمودار بیانگر این است که به ازای یک واحد ارزش افزوده ایجاد شده در اقتصاد، چه میزان گاز CO<sub>2</sub> منتشر می‌شود.

نمودار ۲. میانگین مصرف سوانه انرژی فسیلی و انرژی تجدیدپذیر طی دوره (۱۳۸۱-۱۳۹۶) در استان‌های منتخب



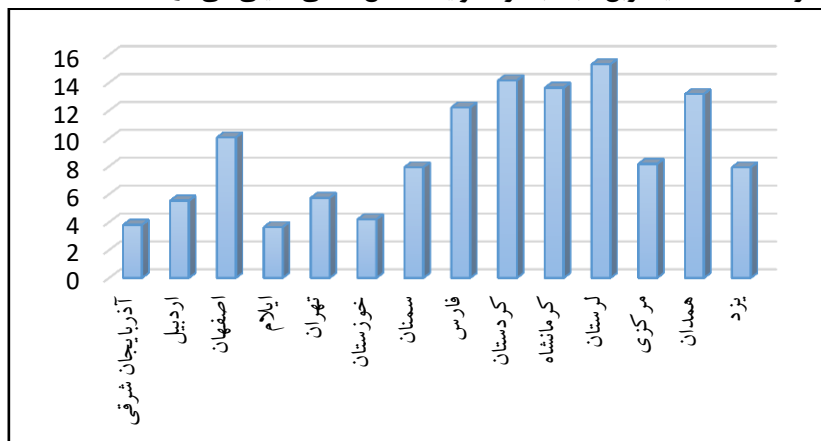
منبع: یافته‌های تحقیق

نمودار ۳. میانگین انتشار سوانه گاز دی‌اکسید کربن طی دوره (۱۳۸۱-۱۳۹۶) در استان‌های منتخب



منبع: یافته‌های تحقیق

نمودار ۴. میانگین انتشار سوانه گاز دی‌اکسید کربن نسبت به سوانه تولید ناخالص داخلی حقیقی طی دوره (۱۳۸۱-۱۳۹۶) در استان‌های منتخب



منبع: یافته‌های تحقیق

در ادامه به برآورد الگو و ارائه نتایج مربوط به آن پرداخته خواهد شد.

### بررسی مانایی متغیرها

یکی از مشکلات عمده در رگرسیون سری‌های زمانی پدیده رگرسیون ساختگی است. یعنی علیرغم ضریب تعیین بالا ولی رابطه معناداری بین متغیرها وجود ندارد. مسئله رگرسیون ساختگی می‌تواند برای مدل تلفیقی و پانلی نیز همانند مدل‌های سری زمانی مطرح گردد. لذا قبل از برآورد مدل، لازم است مانایی متغیرهای مورد استفاده در مدل و همچنین

وجود هم‌انباشتگی بین متغیرها بررسی شود (نوفرستی، ۱۳۸۷). به منظور بررسی مانایی متغیرها از آزمون ریشه واحد پانلی لین، و همکاران<sup>۲۵</sup> (۲۰۰۲) استفاده شده است. نتایج این آزمون در جدول (۱) ارائه شده است؛ فرضیه صفر این آزمون بیانگر نامانایی متغیرها است.

جدول ۱. نتایج حاصل از آزمون ریشه واحد پانلی

متغیرها	ضریب	احتمال
LCO <sub>2</sub>	-۳/۷۵۳۷۱	۰/۰۰۰۱
GDP	-۰/۵۷۳۰۲	۰/۲۸۳۳
D(GDP)	-۷/۲۵۷۲۸	۰/۰۰۰۰
LGT	-۳/۶۱۵۸۹	۰/۰۰۰۱
E	-۰/۹۹۴۲۹	۰/۱۶۰۰
D(E)	-۴/۹۸۷۱۹	۰/۰۰۰۰
HDI	-۳/۴۵۶۷۹	۰/۰۰۰۳
LNE	-۳/۱۰۴۰۹	۰/۰۰۱۰
LFI	-۱/۸۶۲۲۰	۰/۰۳۱۳

منبع: نتایج تحقیق

با توجه به نتایج جدول (۱)، بررسی مقادیر آماره محاسبه شده و احتمال پذیرش آن‌ها نشان می‌دهد که متغیر تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی فسیلی در سطح مانا نبوده ولی با یک بار تفاضل‌گیری مانا شده‌اند و سایر متغیرها در سطح مانا هستند.

### نتایج آزمون‌های هم‌انباشتگی

از آنجا که متغیرهای الگو طبق آزمون ریشه واحد جواب یکسانی در مورد مانایی متغیرها گزارش نمی‌دهند، برای پرهیز از وجود رگرسیون کاذب در تخمین‌ها، باید هم‌انباشتگی بین متغیر وابسته و متغیرهای مستقل مورد بررسی قرار گیرد. برای این منظور جهت بررسی وجود رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرهای الگو از آزمون هم‌انباشتگی پدرونی<sup>۲۶</sup> (۱۹۹۹) استفاده شده است، این آزمون بر پایه فرض ناهمگنی ضرایب در داده‌های پانل تنظیم شده است. فرضیه صفر این آزمون، عدم وجود هم‌انباشتگی است (بالتاجی، ۲۰۰۸).

جدول ۲. نتایج حاصل از آزمون هم‌انباشتگی پدرونی

احتمال	مقدار آماره	آماره آزمون
۰/۰۰۰۵	-۳/۳۱۴۳۹۹	Panel pp-Statistic
۰/۰۰۰۰	-۶/۵۹۵۵۷۲	Group pp-Statistic

منبع: نتایج تحقیق

نتایج به دست آمده از آزمون پدرونی نشان می‌دهد که فرضیه صفر یعنی وجود نداشتن رابطه هم‌انباشتگی پذیرفته نخواهد شد و متغیرهای الگو دارای رابطه هم‌جمعی هستند. بنابراین وجود رابطه تعادلی بلندمدت و عدم وجود رگرسیون کاذب نیز بین متغیرهای الگو تأیید خواهد شد.

### نتایج برآورد مدل

نتایج حاصل از تخمین الگو در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول ۳. نتایج حاصل از تخمین مدل انتشار CO <sub>2</sub> به روش گشتاورهای تعمیم یافته				
متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره Z	سطح احتمال Z
CO <sub>2</sub> (-1)	۰/۷۹۷۳۳۱۴	۰/۲۷۳۸۰۲	۲۹/۱۲	(۰/۰۰۰)
GDP	۰/۲۵۷۰۲۳۳	۰/۴۷۷۹۶۳	۵/۳۸	(۰/۰۰۰)
LGT	-۰/۴۵۷۳۳۱۲	۰/۱۲۰۴۰۴۱	۳/۸۱	(۰/۰۰۰)
E	۰/۰۰۰۰۸۹۱	۰/۰۰۰۰۳۲۵	۲/۷۴	(۰/۰۰۶)
HDI	۰/۰۰۶۴۹۴۹	۰/۳۳۹۲۳۴۸	۰/۰۲	(۰/۹۸۵)
LNE	-۰/۰۹۹۴۶۲۵	۰/۰۱۴۷۹۵۷	-۶/۷۲	(۰/۰۰۰)
LFI	-۰/۱۰۴۸۸۷۶	۰/۰۴۳۸۰۱۱	-۲/۳۹	(۰/۰۱۷)
CONS	-۰/۶۵۲۳۸۹۵	۰/۵۸۲۳۹۶۶	-۱/۱۲	(۰/۲۶۳)
آزمون تشخیص و درستی مدل				
آزمون سارگان - Sargan test		۷۶/۶۲۰۱۶	۰/۷۰۰۰	
آزمون والد - Wald test		۲۲۵۸/۶۱	۰/۰۰۰۰	

منبع: نتایج تحقیق

بر مبنای نتایج ارائه شده در جدول (۳)، می توان موارد زیر را ارائه داد:

ارتباط بین تولید ناخالص داخلی و میزان انتشار CO<sub>2</sub> در استان های مورد مطالعه، مثبت و معنادار است و با افزایش یک درصد در تولید ناخالص داخلی، انتشار دی اکسید کربن به میزان ۰/۲۵ درصد افزایش می یابد. علامت مثبت این ضریب بیان می کند که رشد اقتصادی استان ها و به موجب آن افزایش درآمد سرانه با ایجاد و تشدید آلودگی زیست محیطی همراه است.

میزان مالیات زیست محیطی با انتشار CO<sub>2</sub> رابطه منفی و معنادار دارد؛ یعنی با افزایش یک درصدی مالیات های زیست محیطی انتشار سرانه گاز دی اکسید کربن به میزان ۰/۴۵ کاهش می یابد. به عبارتی اجرای سیاست مالیاتی باید به نحوی باشد که نقش کنترلی در انتشار آلاینده ها از طریق کمک به تغییر تکنولوژی در بنگاه ها داشته باشد و از سوی دیگر این درآمدهای مالیاتی، دولت را در تأمین زیر ساخت های مربوط به توسعه انرژی های تجدیدپذیر کمک کند. البته ذکر این موضوع حائز اهمیت است که با توجه به اینکه هنوز این سیاست های مالیاتی در کشور اجرایی نشده است، لذا مقدار مربوط به درآمدهای حاصل از این سیاست ها برآوردی هست و ممکن است با مقدار بالفعل این درآمدها متفاوت باشد.

مصرف انرژی های فسیلی با انتشار سرانه گاز دی اکسید کربن رابطه مثبت و معناداری دارد و با افزایش یک درصد مصرف انرژی های فسیلی، انتشار سرانه دی اکسید کربن به میزان ۰/۰۰۰۰۸ درصد افزایش می یابد.

رابطه بین شاخص توسعه انسانی و سرانه انتشار گاز دی اکسید کربن در استان های مورد بررسی مثبت است و با یک درصد افزایش در شاخص توسعه انسانی، انتشار آلاینده ها ۰/۰۰۶۴ درصد افزایش خواهد یافت. در واقع، ارتقای شاخص توسعه انسانی به منزله ارتقا و بهبود زیر شاخص های آن (تولید ناخالص داخلی، آموزش و بهداشت)، هست. به عبارتی ارتقای این زیر شاخص ها به منزله افزایش تقاضای جامعه برای استفاده از خدماتی هست که می توانند عامل تولید آلاینده ها باشند.



- تولید و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر اثری معکوس بر انتشار آلاینده‌ها در استان‌های مورد بررسی دارد و با افزایش یک درصد در مصرف این انرژی‌ها، میزان انتشار آلاینده‌ها به اندازه ۰/۰۹۹ کاهش می‌یابد. به عبارتی توسعه و جایگزینی مصرف این انرژی‌ها با انرژی‌های فسیلی می‌تواند منجر به کاهش انتشار آلاینده‌ها شود.

- رابطه بین درجه صنعتی شدن (نسبت ارزش افزوده بخش صنعت به ارزش افزوده کل استان)، با انتشار سرانه آلاینده‌ها در استان‌های مورد بررسی منفی و معنادار است و با افزایش یک درصدی در این شاخص، انتشار آلاینده‌ها به اندازه ۰/۱۰ درصد کاهش پیدا کرده است. این موضوع مبین این مطلب است که بخش عمده‌ای از آلودگی ایجاد شده به واسطه بخش حمل و نقل و خدمات است و در واقع وجود تکنولوژی‌های قدیمی در این بخش، منجر به افزوده شدن روزانه انتشار گازهای آلاینده شده است.

در نهایت برای اطمینان از مناسب بودن مدل برآورد شده، نتایج مربوط به آزمون سارگان<sup>۲۷</sup>، مورد بررسی قرار خواهد گرفت. بر اساس نتایج مربوط به این آماره در جدول (۳)، وجود ناهمسانی در جملات خطا و همچنین اعتبار محدودیت بیش از حد شناسایی شده، رد می‌شود. لذا اعتبار متغیرهای ابزاری در مدل برآورد شده تأیید می‌شود. همچنین نتایج آزمون والد نیز حاکی از اعتبار و معنادار بودن کلیه ضرایب برآوردی است و لذا فرضیه صفر مبنی بر صفر بودن تمام ضرایب در استان‌های مورد نظر رد می‌شود.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

تغییرات آب و هوایی و مسائل زیست محیطی یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های حال حاضر هست و تبعات منفی آن، سیاست‌گذاران را به سمت تصمیم‌گیری‌های مناسب در این زمینه، سوق داده است. آلودگی محیط‌زیست تبعاتی را به دنبال دارد که باید در یک سیستم، نسبت به آنها، کنترل و نظارت تعبیه شود. یکی از سیاست‌های کنترل آلودگی که توسط دولت می‌تواند اتخاذ گردد، اجرای مالیات‌های زیست محیطی است.

همانطور که در بخش‌های قبل اشاره شد؛ هدف این مقاله بررسی اثرات اجرای سیاست مالیات سبز بر میزان انتشار آلاینده‌ها با تأکید بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در استان‌های منتخب کشور، با استفاده از روش GMM، و برای دوره زمانی ۱۳۹۶-۱۳۸۱ است. بنابراین بر مبنای نتایج الگوی برآورد شده در این مقاله، می‌توان پیشنهادهای زیر را ارائه داد.

۱. با توجه به افزایش روز افزون آلاینده‌های محیط‌زیست، لزوم توجه به تعریف و اجرای سیاست‌های مالیاتی به صورت مالیات سبز اهمیت پیدا می‌کند. بنابراین دولت مرکزی و دولت‌های محلی در استان‌ها باید نسبت به اجرای این سیاست‌ها اهتمام بورزند.

۲. با توجه به اینکه رابطه بین مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و انتشار آلاینده‌های محیط‌زیستی منفی هست؛ لذا پیشنهاد می‌شود با اتخاذ سیاست مالیات سبز علاوه بر اینکه می‌توان اثرات انتشار آلاینده‌ها را کنترل نمود؛ می‌توان درآمدهای حاصل از اجرای این سیاست را صرف توسعه زیر ساخت‌های مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر نمود و به عبارتی انرژی‌های تجدیدپذیر را جایگزین انرژی‌های فسیلی نمود.

### یادداشت‌ها

1. Externality
4. Ekko
7. Davidson and James

2. Coase
5. Callan
8. Wissema and Dellink

3. Glom and Kawaguchi
6. Lantz and Doris

۹. تعداد و وسعت موضوع تفاهم‌نامه‌ها و کنوانسیون‌های محیط‌زیست در خلال ۳۰ سال گذشته، از جمله کنفرانس استکهلم (۱۹۷۲)، کنفرانس توسعه محیط‌زیست ملل ریو (۱۹۹۲) و تفاهم‌نامه کیوتو (۱۹۹۷) مؤید این مطلب است که آسیب‌های زیست‌محیطی بسیار بیش از پیش مورد توجه مجامع بین‌المللی قرار گرفته و تقریباً همه کشورهای درگیر با موضوع عزم خود را جزم کرده‌اند تا میزان آسیب‌ها و تغییر و تحولات ایجاد شده را نه تنها کنترل کنند بلکه به میزان مقتضی کاهش دهند.

- |                         |                         |                        |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| 10. McMorran and Nellor | 11. Pigou               | 12. Hanley             |
| 13. Micro               | 14. Pierce              | 15. Anonymous          |
| 16. Wissema and Dellink | 17. Bjertnaes and Faehn | 18. Karydas and Zhang  |
| 19. Zhang               | 20. Chang               | 21. Dynamic Panel Data |

۲۲. مزیت پانل پویا نسبت به ایستا این است که در آن وقفه متغیر وابسته به صورت یک متغیر توضیحی در طرف راست مدل پانل ظاهر می‌شود تا از این طریق اثر مقادیر قبلی متغیر وابسته بر مقدار جاری آن طی زمان و در طول یک دوره زمانی مورد بررسی قرار گیرد. همچنین در پانل پویا با تعریف روابط جدید بین تفاضل متغیرها، اثر هریک از متغیرهای توضیحی بر تغییر متغیر وابسته مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرد.

- |             |                 |                              |
|-------------|-----------------|------------------------------|
| 23. Greene  | 24. Baltagi     | 25. Levin, Lin and Chu (LLC) |
| 26. Pedroni | 27. Sargan Test |                              |

## منابع

اسدزاده، احمد؛ جلیلی، زهرا. (۱۳۹۴). تأثیر رشد اقتصادی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای پیشرفته شواهدی از هم‌انباشتگی پانلی و برآوردگر Cup - Fm. *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، ۴۷، ۱۸۰-۱۶۱.

امیری، نعمت‌اله. (۱۳۹۰). روش محاسبه شاخص توسعه انسانی. *ماهنامه بررسی مسائل و سیاست‌های اقتصادی*، ۱۲، ۱۳۸-۱۳۱.

ایزدخواستی، حجت؛ عرب‌مازار، علی‌اکبر؛ خوشنام‌وند، مژگان. (۱۳۹۶). تحلیل تأثیر مالیات سبز بر میزان انتشار آلاینده و شاخص سلامت در ایران: الگوی معادلات هم‌زمان. *فصلنامه اقتصاد و الگوسازی*، سال ۸(۲۹)، ۱۱۷-۹۰.

بهبودی، داود؛ برقی گل‌عدانی، اسماعیل؛ ممی‌پور، سیاب. (۱۳۹۳). بررسی تأثیر رشد اقتصادی بر آلودگی محیط زیست در کشورهای نفتی. *پژوهشنامه اقتصاد کلان*، ۹(۱۷)، ۵۲-۳۷.

پایتختی اسکویی، سیدعلی؛ ناهیدی، محمدرضا. (۱۳۸۶). مالیات‌های زیست‌محیطی (مالیات سبز): مبانی نظری، تجربه‌ها. *ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی*، دانشگاه فردوسی مشهد.

پژویان، جمشید؛ امین‌رشتی، نارسیس. (۱۳۸۶). مالیات سبز با تأکید بر مصرف بنزین. *فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی*، ۱، ۴۴-۱۵.

پورغفار دستجری، جواد. (۱۳۹۳). مالیات سبز (مالیات‌های زیست محیطی). *مجله اقتصادی*، ۱ و ۲، ۱۴۸-۱۳۵.

ترابی، تقی؛ خواجوی‌پور، امین؛ طریقی، سمانه؛ پاکروان، محمدرضا. (۱۳۹۴). تأثیر مصرف انرژی، رشد اقتصادی و تجارت خارجی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در ایران. *فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی*، ۹(۱)، ۸۴-۶۳.

ترازنامه انرژی، وزارت نیرو، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی، (۱۳۹۴). <http://pep.moe.gov.ir>

ترازنامه انرژی، وزارت نیرو، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی، (۱۳۹۶). <http://pep.moe.gov.ir>

ترنر، آر؛ پیرس، دی؛ باتمن، ای. (۱۳۸۸). *اقتصاد محیط زیست*. ویرایش اول، چاپ چهارم، ترجمه سیاوش دهقانیان، علیرضا کوچکی، علی کلاهی اهری، دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۲۸-۲۲۳.

خانزادی، آزاد؛ فتاحی، شهرام؛ مرادی، سارا. (۱۳۹۵). بررسی اثرات مخارج بهداشت و درمان دولت بر توسعه انسانی در ایران. *اقتصاد و الگوسازی*، ۷(۲۵)، ۱۴۹-۱۳۰.

سیدنژاد فهیم، سید رضا؛ اقدامی، اسماعیل. (۱۳۹۰). مالیات سبز در مسیر توسعه پایدار. *ماهنامه بررسی مسائل و سیاست‌های اقتصادی*، ۳ و ۴، ۱۰۰-۹۱.

عبداله میلانی، مهنوش؛ محمودی، علیرضا. (۱۳۸۹). مالیات زیست محیطی و اثر تخصیصی آن (مطالعه موردی: فرآورده‌های نفتی ایران). *پژوهشنامه مالیات*، ۸(۵۶)، ۱۷۶-۱۵۳.

گادفری- بویل. (۱۳۸۶). *انرژی‌های نو انرژی برای آینده‌ای پایدار*. ترجمه عبدالرحیم پرتوی، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

مقیمی فیض آبادی، مریم؛ شاهنوسی فروشانی، ناصر؛ دانش، شهناز؛ اکبری مقدم، بیت‌الله؛ دانشور کاخکی، محمود. (۱۳۹۰). بررسی آثار رفاهی و زیست-محیطی مالیات سبز و کاهش یارانه سوخت در ایران با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه. *اقتصاد کشاورزی و توسعه دانشگاه فردوسی مشهد*، ۱۹، ۱۰۸-۹۹.

موسوی شفتائی، مسعود؛ نوراللهی، یونس؛ رضایان قیه باشی، احد؛ یوسفی، حسین؛ رضایان، علی حسین. (۱۳۹۵). امنیت انسانی و چالش‌های توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران، با تأکید بر امنیت زیست‌محیطی. *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۲، ۱۸۰-۱۶۹.

نوفروستی، محمد. (۱۳۸۷). *ریشه واحد و هم‌جمعی در اقتصادسنجی*. چاپ دوم، مؤسسه خدمات فرهنگی رسا، تهران.

هادیان، ابراهیم؛ استادزاد، علی حسین. (۱۳۹۲). برآورد سطح بهینه مالیات بر آلودگی در اقتصاد ایران. *پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، ۱۲، ۷۴-۵۷.

## References

- Abdullah Milani, M., Mahmoudi, A. (2012). Environmental Taxes and its allocation effect (Case study: Iranian Oil). *Journal of taxes*, 8(56), 153-175. [In Persian].
- Amiri, N. (2011). Method of calculating human development index. *Monthly review of economic issues and policies*, 12, 131-138. [In Persian].
- Ang, James B. (2007). Co2 emission, energy consumption, and output in France. *Energy Policy*, 35, 4772-4778.
- Anony, M. (2004). Developing Green Taxation - Summary of a Government Assignment Report 5390. *Economic and social commission for and the pacific environment and sustainable development division*, 1-23.
- Asadzadeh, A., Jalili, Z. (2015). The Impact of Economic Growth on Renewable Energy Consumption in Developed Countries Evidence of Cup-Fm Panel Integration and Estimator. *Quarterly Journal of Energy Economics Studies*, 47, 161-180. [In Persian].
- Baltagi, B.H. (2008). *Econometric Analysis of Panel Data*. Chap 2, Wiley New York, 10-18.
- Behboodi, D., Barghi Golazani, I., Mammipour, S. (2014). Investigating the effect of economic growth on environmental pollution in oil-rich countries. *Journal of Macroeconomics*, 9(17), 37-52. [In Persian].
- Bjertnaes, G.H., Faehn, T. (2008). Energy Taxation in a Small, Open Economy: Social Efficiency Gains Versus Industrial Concerns. *Energy Economics*, 30, 2050-2071.
- Callan, T., Lyons, S., Tol, R., Verde, S. (2009). The Distributional Implications of a Carbon Tax in Ireland. *Energy Policy*, 37(2), 407-412.
- Davidson, R., James, G.M. (1989). Testing for Consistency using Artificial Regressions. *Econometric Theory*, 5, 363-384.
- Ekko, C. Van Ireland. (1993). *Macroeconomic Analysis of Environment Policy*. Volume 2. Netherlands Elsevier Science Publishers Bv.
- Energy Balance Sheet, Ministry of Energy, Electricity and Energy Macro Planning Office, (2015). <http://pep.moe.gov.ir> [In Persian].
- Energy Balance Sheet, Ministry of Energy, Electricity and Energy Macro Planning Office, (1396). <http://pep.moe.gov.ir> [In Persian].
- Ezadkhasti, H., Arabmazar, A., Khoshnamvand, M. (2017). Analysis of the effect of green tax on pollutant emission and health index in Iran Simultaneous equation model. *Quarterly Journal of Economics and Modeling*, 8(29), 90-117. [In Persian].
- Glomm, G., Kawaguchi, D. (2008). Green Taxes and Double Dividends in a Dynamic Economy. *Journal of policy Modeling*, 30: 19-32.
- Godfrey, B. (2007). *New energies Energy for a sustainable future*. Translated by Partovi, A. University of Tehran Press, Tehran. [In Persian].
- Greene, W.H. (2008). *Econometric Analysis – Sixth Edition*. New Jersey. Upper Saddle River: Pearson International.
- Grossman, G. M., Krueger, A.G. (1991). Economic Growth and the Environment. *Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353-377.

- Hadian, I., Ostadzad, A. H. (2013). Estimation of the optimal level of pollution tax in the Iranian economy. *Economic growth and development research*, 12, 57-74. [In Persian].
- Hanley, N., Shogren, J.F., White, B. (1997). *Environmental Economics in Theory & Practice*. MacMillan. London.
- Karydas, C., Zhang, L. (2017). Green tax reform, endogenous innovation and the growth dividend. *Economics Working Paper Series*, No. 17-266, ETH Zurich, CER-ETH - Center of Economic Research, Zurich.
- Khazadi, A., Fattahi, S.H., Moradi, S. (2016). Investigating the effects of government health expenditures on human development in Iran. *Quarterly Journal of Economics and Modeling*, 7(25), 130-149. [In Persian].
- Lantz, E., Doris, E. (2009). State Clean Energy Practices: Renewable Energy Rebates. *National Renewable Energy Laboratory*, 8, 275-303.
- Levin, A., Lin, C. F. (2002). Unit Root Test in Panel Data: Asymptotic and Finite Sample Properties. *Discussion Paper*. No. 92-93, University of California.
- Mc Morran, R.T., David, C.L. (1994). Tax policy and the environment theory and practice. Fiscal Affairs Department. *IMF*, 6, 31-50.
- Moghimi Feyzabadi, M., Shahnousi Foroushani, N., Danesh, S.H., Akbari Moghadam, B., Daneshvar Kakhki, M. (2011). Investigating the welfare and environmental effects of green taxes and reducing fuel subsidies in Iran using a computable general equilibrium model. *Agricultural Economics and Development Ferdowsi University of Mashhad*, 19, 99-108. [In Persian].
- Mousavi Shafaei, M., Noorullahi, Y., Rezaian Ghiyeh Bashi, A., Yousefi, H., Rezaian, A. H. (2016). Human Security and the Challenges of Renewable Energy Development in Iran, with Emphasis on Environmental Security. *Quarterly Journal of Environmental Science and Technology*, 2, 169-180. [In Persian].
- Nofersti, M. (2008). *The root of unity and co-integration in econometrics. Second Edition*, Rasa Cultural Services Institute, Tehran. [In Persian].
- Pajouyan, J., Amin Rashti, N. (2007). Green tax with emphasis on gasoline consumption. *Quarterly Journal of Economic Research*, 1, 15-44. [In Persian].
- Paytakhti Oskooe, S. A., Nahidi, M.R. (2007). Environmental taxes (green tax): Theoretical foundations, experiences. *Sixth Agricultural Economics Conference*, Ferdowsi University of Mashhad. [In Persian].
- Pedroni, P. (1999). Critical Values for Cointegration Tests in Heterogeneous Panels with Multiple Regressors. *Working Paper, Department of Economics, Indiana University*, 61(1), 653-670.
- Pierce, A. (2010). Encouraging Renewable Energy Development: A handbook for international energy regulators. *American USAID*, 12-18.
- Pigou, A. (1920). *The Economics of Welfare*. London, Malmillan and Co.
- Pourghfar Dastjari, J. (2014). Green taxes (environmental taxes). *Economic Journal*, 1, 2, 135-148. [In Persian].
- Seyednejad Fahim, S. R., Aghdami, I. (2011). Green tax on the path of sustainable development. *Monthly review of economic issues and policies*, 3,4, 91-100. [In Persian].
- Torabi, T., Khajavipour, A., Tarighi, S., Pakravan, M. R. (2015). The effect of energy consumption, economic growth and foreign trade on greenhouse gas emissions in Iran. *Economic Modeling Quarterly*, 9(1), 63-84. [In Persian].
- Trance, R.; Pierce, D.; Batman, E. (2009). *Environmental Economy*. First edition, fourth edition, translated by Dehghanian, S., Kouchaki, A.R., Kolahy Ahari, A. Ferdowsi University of Mashhad. [In Persian].
- Wissema, W., Dellink, R. (2007). AGE Analysis of the impact of a Carbon Energy Tax on the Irish Economy. *Ecological Economics*, 61, 671-683.
- Zheng, D., Minjun, V. (2017). Multiple environmental policies and pollution haven hypothesis: Evidence from China's polluting industries. *Journal of Cleaner Production*, 141, 295-304.
- Zheng, X., Zheng, V. (2017). Decomposition of the factors influencing export fluctuation in China's new energy industry based on a constant market share model. *Energy Policy*, 109, 22-35.