

## تحلیل تأثیر مالیات سبز بر میزان انتشار آلاینده‌ها و شاخص سلامت در ایران: الگوی معادلات همزمان

حجت ایزدخواستی\*، علی اکبر عرب‌مازار\*\*، مژگان خوشناموند\*\*\*

تاریخ پذیرش  
۱۳۹۶/۰۳/۳۱

تاریخ دریافت  
۱۳۹۶/۰۱/۲۶

### چکیده

در فرایند رشد و توسعه پایدار، ارتباط بین محیط زیست، سلامت و رشد اقتصادی از اهمیت بالایی برخوردار است. بنابراین، اگرچه افزایش رشد اقتصادی می‌تواند باعث بهبود شاخص سلامت شود، همزمان می‌تواند با کاهش کیفیت محیط زیست آثار منفی بر شاخص سلامت جامعه داشته باشد. در نتیجه در چارچوب مکانیزم بازار، در حالتی که پیامدهای جانبی منفی وجود داشته باشد، وضعیت بهینه پارتو تحقق پیدا نمی‌کند و موجب شکست بازاری می‌شود. دولت در این حالت می‌تواند با وضع مالیات بر هر واحد آلاینده باعث بهبود کیفیت محیط زیست و شاخص سلامت در جامعه شود. بر این اساس، در این تحقیق تأثیر مالیات سبز بر میزان انتشار آلاینده‌ها و شاخص سلامت در ایران با استفاده از روش اقتصادسنجی حداقل مربعات دو مرحله‌ای و سیستم معادلات همزمان در دوره (۱۳۹۳-۱۳۵۹) تحلیل می‌شود. نتایج حاصل از برآورد الگو، بیانگر این است که وضع مالیات سبز باعث کاهش انتشار آلاینده‌ها می‌شود. همچنین، به طور همزمان کاهش انتشار آلاینده‌ها باعث افزایش شاخص سلامت شده است.

**کلید واژه‌ها:** آلودگی زیست محیطی، مالیات سبز، شاخص سلامت، معادلات همزمان، ایران.

**طبقه‌بندی JEL:** Q28, I39, C30

---

\* استادیار گروه اقتصاد دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی دانشگاه شهید بهشتی،

h\_izadkhasti@sbu.ac.ir

\*\* استاد گروه اقتصاد دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی، دانشگاه شهید بهشتی،

a\_arabmazar@sbu.ac.ir

\*\*\* کارشناس ارشد گروه اقتصاد، دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی دانشگاه شهید بهشتی،

mo.khoshnam92@gmail.com

## ۱. 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 زیست محیطی به عنوان هزینه‌های جانبی<sup>۱</sup> منفی تولید شدت بیشتری یافته است. بسیاری از برون ریزهای زیست محیطی در نتیجه رشد اقتصادی بالاتر کشورها اتفاق می‌افتد، به طوری که با افزایش حجم فعالیت‌های اقتصادی، اثرات و پیامدهای جانبی منفی ناشی از آلودگی زیست محیطی افزایش پیدا می‌کند. از طرف دیگر، آلودگی‌های زیست محیطی اثر منفی بر شاخص‌های سلامت جامعه دارد؛ هرچند با افزایش رشد اقتصادی و افزایش درآمد سرانه در قالب توان پرداخت در زمینه مخارج بهداشتی می‌تواند منجر به بهبود شاخص‌های سلامت شود.

بنابراین، آلودگی‌های زیست محیطی و تأثیر آن بر سلامت انسان‌ها و شناخت عوامل مؤثر در کاهش آلودگی‌های زیست محیطی به منظور رفع مشکلات ناشی از آن ضروری به نظر می‌رسد. یکی از مهم‌ترین آلوده کننده‌های هوا، دی اکسیدکربن 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 ایران در سال ۲۰۰۷ با سهم ۱،۵ درصد، رتبه دهم دنیا و رتبه اول خاورمیانه در انتشار گاز دی اکسیدکربن دارد (WDI<sup>۲</sup>, ۲۰۰۸). همچنین، در سال ۲۰۱۱ با انتشار ۵۲۱ میلیون تن گاز دی اکسیدکربن پس از کشورهای چین، آمریکا، هند، روسیه، ژاپن، آلمان، کره و کانادا در جایگاه نهم جهان قرار داشته است (گزارش آژانس بین المللی انرژی، ۲۰۱۱). به علاوه، در فاصله سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۹۱ سرانه انتشار

<sup>۱</sup>. Externality

<sup>۲</sup>. World Development Indicators

گاز دی اکسیدکربن در ایران ۱۲ برابر شده است (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۱). بنابراین، آلودگی هوا که عمدتاً شامل هیدروکربن‌ها، دی اکسید کربن، دی اکسید گوگرد، مونوکسیدکربن، نیترات‌ها و ذرات معلق است، به عنوان یکی از آلاینده‌های زیست محیطی سلامت انسان‌ها را به خطر انداخته است. طبق آمار رسمی، هر ساله ۸۰ هزار نفر در سطح جهان به دلیل افزایش آلودگی جان خود را از دست می‌دهند (مزینی و مرادحاصل، ۱۳۹۱).

پیگو<sup>۱</sup> نخستین بار در سال ۱۹۲۰ به منظور درونی کردن پیامدهای جانبی ناشی از آلودگی‌ها، استفاده از مالیات بر هر واحد انتشار آلودگی را پیشنهاد نموده است. این مالیات نسبت به هر واحد انتشار آلاینده یا تخریب زیست محیطی 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. بر این اساس، سطح کارآمد اجتماعی انتشار آلودگی زمانی حاصل می‌شود که منافع نهایی حاصل از رفع آلودگی برای بنگاه‌های تولیدی برابر هزینه نهایی اجتماعی انتشار آلاینده‌ها باشد. در این راستا، مسأله اصلی این پژوهش، بررسی اثرات وضع مالیات سبز بر میزان انتشار گاز دی اکسید کربن و شاخص سلامت در اقتصاد ایران با استفاده از روش اقتصادسنجی حداقل مربعات دو مرحله‌ای و سیستم معادلات همزمان در دوره (۱۳۹۳-۱۳۵۹) است. نوآوری این تحقیق، تعمیم الگوی گانگادهاران و والنزولا<sup>۲</sup> (۲۰۰۱) است که به پیروی از ویسما و دلینک (۲۰۰۷)، مالیات به ازاء هر تن دی اکسیدکربن نیز در الگوی تحقیق وارد شده است و به صورت همزمان اثرات مالیات بر انتشار آلاینده‌ها بر میزان انتشار آلاینده‌ها و متقابلاً اثر انتشار آلاینده‌ها و اجرای برنامه‌های زیست محیطی بر شاخص سلامت بررسی شده است.

---

<sup>۱</sup>. Pigou

<sup>۲</sup>. Gangadharan and Valenzuela

در ادامه در بخش دوم، مبانی نظری و پیشینه تحقیق بیان می‌شود. در بخش سوم، الگوی تحقیق و داده‌های آماری مطرح می‌شود. در بخش چهارم، برآورد و تحلیل نتایج صورت می‌گیرد. در نهایت، در بخش پنجم، نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات صورت می‌گیرد.

## ۲. مبانی نظری و پیشینه تحقیق

### ۲-۱. منحنی زیست‌محیطی کوزنتس

برای اولین بار کوزنتس<sup>۱</sup> در سال ۱۹۵۵ به بررسی رابطه تخریب محیط زیست و تولید پرداخته است. منحنی زیست محیطی کوزنتس که به شکل U معکوس است، بیانگر این است که در مراحل اولیه رشد اقتصادی با افزایش درآمد، آلودگی زیست محیطی نیز بیشتر می‌شود، اما بعد از رسیدن به نقطه حداکثر تولید و در مراحل بالای رشد به دلیل پیشرفت فناوری در تولید، کیفیت محیط زیست بهبود پیدا می‌کند. اولین مطالعه در مورد بررسی منحنی زیست محیطی کوزنتس توسط گراسمن و کاراگر<sup>۲</sup> (۱۹۹۱) برای ۵۲ شهر از ۳۲ کشور جهان انجام گرفته است و به این نتیجه رسیده‌اند که رشد اقتصادی مشکلات زیست محیطی نیز ایجاد می‌کند. بنابراین، بکارگیری سوخت‌های فسیلی در تولید به طور مستقیم باعث ایجاد آلودگی در اقتصادی می‌شود. به علاوه، تولید بیشتر در اقتصاد با درآمد بیشتر همراه است و این افزایش درآمد باعث افزایش تقاضا برای محیط زیست بهتر می‌شود. در نتیجه ایجاد قوانین مختلف و تغییرات در مصرف، تولید و تجارت بین‌المللی محولات تولیدی باعث کاهش آلودگی می‌شود (دیویدسن و جیمز<sup>۳</sup>، ۱۹۸۹). در این راستا، توافق نامه کیوتو در سال ۱۹۷۷، کشورها را موظف کرد تا در دوره‌ی ۲۰۰۸-۲۰۱۲ انتشار گازهای گلخانه‌ای را نسبت به سال ۱۹۹۰

<sup>۱</sup>. Kuznets

<sup>۲</sup>. Grossman and Krueger

<sup>۳</sup>. Davidson and James

حدود ۸ درصد کاهش دهند (ویسما<sup>۱</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>۲</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 آلوده کننده تعیین می‌نماید. ایران نیز بر اساس توافق‌نامه‌های مذکور ملزم به کاهش میزان انتشار کل گاز دی اکسید کربن شده است (ترابی و همکاران، ۱۳۹۴).

## ۲-۲. کیفیت محیط زیست و مقوله سلامت

از طرف دیگر، آلودگی‌های زیست‌محیطی اثر منفی بر شاخص‌های سلامت جامعه دارد؛ هرچند با افزایش رشد اقتصادی و افزایش درآمد سرانه در قالب توان پرداخت در زمینه مخارج بهداشتی می‌تواند منجر به بهبود شاخص‌های سلامت شود. بر این اساس، آلودگی‌های زیست‌محیطی و تأثیر آن بر سلامت انسان‌ها و شناخت عوامل مؤثر در کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی به منظور رفع مشکلات ناشی از آن ضروری به نظر می‌رسد. گانگادهاران و وانزولا<sup>۳</sup> (۲۰۰۱)، در تحقیقی برای ۵۱ کشور با درجات متفاوت توسعه‌یافتگی، به این نتیجه می‌رسند که اگر تولید ناخالص ملی سرانه به اندازه ۱۰۰۰ دلار افزایش یابد، انتشار دی اکسید کربن به اندازه یک واحد افزایش خواهد یافت. همچنین بحث وضعیت سلامت جامعه را در قالب شاخص‌های امید به زندگی همراه با سلامتی، مرگ و میر نوزادان، مرگ و میر بچه‌ها در نظر گرفته و اثر متغیر آلودگی بر

<sup>۱</sup>. Wissema

<sup>۲</sup>. تعداد و وسعت موضوع تفاهم‌نامه‌ها و کنوانسیون‌های محیط زیست در خلال ۳۰ سال گذشته، از جمله کنفرانس استکهلم (۱۹۷۲)، کنفرانس توسعه و محیط زیست ملل ریو (۱۹۹۲) و تفاهم‌نامه کیوتو (۱۹۹۷) مؤید این مطلب است که آسیب‌های زیست محیطی 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.

<sup>۳</sup>. Gangadhara and Valenzuela

شاخص سلامت را منفی و ارتباط بین تولید ناخالص ملی سرانه با شاخص سلامت را در همه حالت‌ها مثبت و معنی‌دار به‌دست آورده‌اند. همچنین، فتاحی و همکاران (۱۳۹۴) در تحلیل رابطه بین آلودگی هوا و هزینه‌های عمومی سلامت در کشورهای در حال توسعه به این نتیجه رسیده‌اند که آلودگی هوا، تأثیر مثبت و معناداری بر هزینه‌های عمومی سلامت داشته است.

### ۲-۳. مالیات‌های زیست‌محیطی

مالیات‌های زیست‌محیطی به سه دسته کلی مالیات بر انتشار آلاینده‌ها (مالیات پیگویی)<sup>۱</sup>، 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>۲</sup>، ۱۹۹۴). مالیات بر انتشار آلودگی بوسیله پیگو (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 محیط زیست یا بنگاه‌هایی که پیامد خارجی منفی<sup>۳</sup> ایجاد می‌کنند، مالیات بر انتشار آلودگی وضع کرد (عبدالله میلانی و محمودی، ۱۳۸۹). در چارچوب مکانیزم بازار، در حالتی که پیامدهای جانبی منفی در تولید وجود داشته باشد، وضعیت بهینه پارتو تحقق پیدا نمی‌کند و موجب شکست بازار<sup>۴</sup> می‌شود. زیرا، بنگاه‌ها تنها هزینه‌هایی را در محاسبات قرار می‌دهند که خودشان با آن روبرو

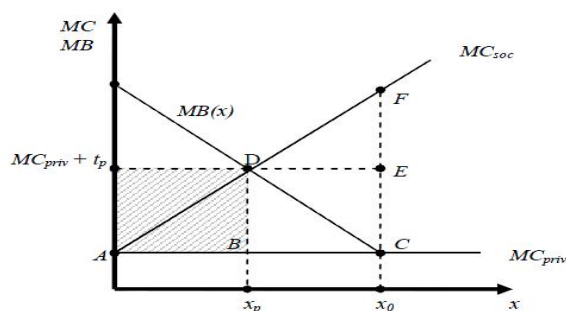
<sup>۱</sup>. Pigouvian Tax

<sup>۲</sup>. McMorran and Nellor

<sup>۳</sup>. Negative Externality

<sup>۴</sup>. Market Failure

هستند و اثراتی که بر دیگران وارد می‌شود را لحاظ نمی‌کنند. در نتیجه، تخصیص بهینه منابع، تحقق وضعیت بهینه پارتو<sup>۱</sup> و دستیابی به حداکثر رفاه اجتماعی، زمانی حاصل می‌شود 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 ایجادکننده آلودگی باید بر اساس مقدار نهایی خسارتی که به محیط زیست وارد می‌کند، مالیات پرداخت کنند. بر این اساس، سطح کارآمد اجتماعی در جایی اتفاق می‌افتد که منافع نهایی حاصل از رفع آلودگی برابر با هزینه نهایی اجتماعی انتشار آلاینده‌ها باشد. پیگو معتقد بود که با تعیین یک مالیات بهینه می‌توان این انگیزه را در بنگاه‌های ایجادکننده 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 می‌شود که آلوده‌کنندگان با هزینه اجتماعی اقدامات خود مواجه گردند. طبق نظر پیگو، رفاه خالص اجتماعی زمانی به حداکثر می‌رسد که ارزش فایده نهایی اجتماعی برابر با هزینه نهایی اجتماعی شود (پور غفار دستجردی، ۱۳۹۳). چگونگی اعمال مالیات زیست محیطی (مالیات پیگویی) بر کالای  $x$  به عنوان یک کالای ایجادکننده آلودگی در نمودار (۲) نشان داده شده است:



نمودار (۲) مالیات پیگویی

منبع: سید نژاد فهیم و اقدامی (۱۳۹۰)

<sup>۱</sup>. Pareto Efficient

در حالت بدون مالیات بر آلودگی در نقطه  $A$ ، مقدار آلودگی در نتیجه بازار رقابتی برای تولیدکننده در سطح  $x_0$  است، اما در حالتی که پیامد جانبی منفی در تولید وجود دارد، شرایط بهینه اجتماعی زمانی تحقق می‌یابد که هزینه نهایی اجتماعی<sup>۱</sup> با فایده نهایی اجتماعی<sup>۲</sup> برابر باشد (نقطه  $x_p$ ):

$$MB = MC_{soc} \quad (1)$$

هزینه نهایی اجتماعی شامل هزینه نهایی داخلی<sup>۳</sup> ( $MC_{priv}$ ) و هزینه نهایی جانبی<sup>۴</sup> ( $MC_s$ ) تولید است. با وضع مالیات با نرخ  $t_p$  بر هر واحد آلودگی، سطح مطلوب اجتماعی انتشار آلودگی در سطح  $x_p$  مشخص می‌شود. بنابراین، وضع مالیات بر هر واحد آلودگی از طریق برابر نمودن هزینه‌های نهایی اجتماعی با منافع نهایی اجتماعی موجب بالا رفتن کارایی و کاهش میزان انتشار آلودگی می‌شود:

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

درآمد مالیاتی دولت در این حالت برابر با مساحت مستطیل هاشور خورده است. در این حالت دولت باید با اخذ مالیات از واحد اقتصادی ایجاد کننده پیامدهای جانبی به میزان ضرر و زیان وارد شده به جامعه اقدام کند و به اندازه‌ای که از فایده خالص اجتماعی کاسته شده است، از واحد اقتصادی، مالیات اخذ و جهت جبران آسیب‌های اجتماعی بکار می‌گیرد. در صورت تحقق این شرایط است که واحد اقتصادی برای حفظ خالص منافع خود نسبت به کاهش هزینه‌های مالیاتی خود اقدام و راهکارهایی جهت کاهش آلودگی‌های زیست محیطی انتخاب خواهد نمود و در مجموع این فرآیند موجب کاهش هزینه‌های اجتماعی ناشی از آلودگی‌ها می‌شود.

۱. Social Marginal Cost

۲. Social Marginal Benefit

۳. Marginal Internal Cost

۴. Marginal External Cost



#### ۲-۴. پیشینه تحقیق

ماین لیم و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۴)، در تحقیقی با استفاده از تکنیک‌های سری زمانی و داده‌های سالانه برای دوره زمانی ۱۹۶۵-۲۰۱۲ به بررسی علیت کوتاه‌مدت و بلندمدت در مصرف نفت، انتشار گازهای گلخانه‌ای و رشد اقتصادی در فیلیپین پرداخته‌اند. نتایج تحقیق یک علیت یک سویه بین مصرف نفت و انتشار گازهای گلخانه‌ای را نشان می‌دهد، که بدان معنا است که کشور فیلیپین نیاز به بهبود بهره‌وری در مصرف نفت به منظور کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای دارد.

آروری و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۲)، در مطالعه‌ای تحت عنوان "مصرف انرژی، رشد اقتصادی و تولید گازهای گلخانه‌ای CO<sub>2</sub> در کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا" با استفاده از الگوی داده‌های ترکیبی ریشه واحد و تکنیک هم انباشتگی به بررسی رابطه بین تولید گازهای گلخانه‌ای دی اکسید کربن، مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی برای ۱۲ کشور خاورمیانه و شمال آفریقا (منطقه منا) طی دوره ۱۹۸۱-۲۰۰۵ پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که مصرف انرژی در بلندمدت تأثیر مثبت و قابل توجهی بر تولید گازهای گلخانه‌ای CO<sub>2</sub> داشته است. نتیجه جالب توجه که این مطالعه بدان دست یافته است، رابطه درجه دوم میان رشد تولید ناخالص داخلی و انتشار گاز CO<sub>2</sub> است که در برخی از کشورها ضعیف بوده و در برخی از کشورها قویتر است؛ از این رو، در مجموع می‌توان بیان داشت که شواهد ضعیفی در حمایت از فرضیه کوزنتس در خصوص کشورهای مذکور وجود دارد.

هاتز جورجیو و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۱)، رابطه علیت بین تولید ناخالص داخلی، شدت انرژی و انتشار کربن را با استفاده از آزمون جوهانسن<sup>۴</sup> و آزمون علیت تصحیح خطای برداری<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup>. Min Lim et al.

<sup>۲</sup>. Arouri et al

<sup>۳</sup>. Hatzigeorgiou et al.

<sup>۴</sup>. Johansen Cointegration Tests

(VECM) در کشور یونان برای دوره ۱۹۷۷-۲۰۰۷ بررسی کرده‌اند. نتایج بیانگر رابطه علیت دو طرفه بین شدت انرژی و انتشار کربن بوده است و بهبود شدت انرژی، کاهش انتشار کربن را در پی داشته است. نتایج آزمون علیت بین تولید ناخالص داخلی و انتشار کربن نیز حاکی از رابطه علیت یک طرفه از تولید به انتشار کربن بوده است.

گلوما و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۸) در مقاله‌ای با عنوان "مالیات سبز و منافع دوگانه در اقتصاد پویا" فرضیه منافع دوگانه را در اقتصاد آمریکا مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج حاصل از آن بیانگر این است که با جایگزینی مالیات فزاینده بنزین و استفاده از منافع آن برای کاهش مالیات بر سرمایه منجر به منافع رفاهی ناشی از مصرف بالاتر در بازار کالا (منافع کارایی) و نیز کیفیت بهتر محیط زیست (منافع سبز) می‌شود.

ویسما و دلینک<sup>۳</sup> (۲۰۰۷)، در مطالعه خود با استفاده از الگوی تعادل عمومی برای کشور ایرلند نشان دادند که دریافت مالیات به اندازه ۱۰-۱۵ یورو به ازاء هر تن دی اکسیدکربن می‌تواند آلودگی را به میزان ۲۵ درصد کاهش دهد. اما دریافت همان سطح مالیات از انرژی موجب کاهش کمتری در آلودگی می‌شود.

گانگادهاران و وانزولا (۲۰۰۱)، در تحقیقی برای ۵۱ کشور با درجات متفاوت توسعه‌یافتگی، به بررسی رابطه بین آلودگی و درآمد بر سلامت پرداخته‌اند. نتایج حاصل از آن بیانگر این است که درآمد سرانه، تمرکز جمعیت و درجه شهرنشینی یک کشور اثر معنی‌داری روی شاخص‌های زیست محیطی داشته و با فرض ثابت بودن سایر شرایط، اگر تولید ناخالص ملی سرانه به اندازه ۱۰۰۰ دلار افزایش یابد، انتشار دی اکسیدکربن به اندازه یک واحد افزایش خواهد یافت. همچنین بحث وضعیت سلامت جامعه را در قالب شاخص‌های امید به زندگی همراه با سلامتی، مرگ و میر نوزادان، مرگ و میر بچه‌ها در نظر گرفته و اثر متغیر آلودگی بر شاخص سلامت را منفی و ارتباط بین تولید

<sup>۱</sup>. Vector Error Correction Model

<sup>۲</sup>. Glomm et al

<sup>۳</sup>. Wissema and Dellink

ناخالص ملی سرانه با شاخص سلامت را در همه حالت مثبت و معنی‌دار به‌دست آورده‌اند.

فتاحی و همکاران (۱۳۹۴) در مقاله‌ای با عنوان "تحلیل تجربی رابطه بین آلودگی هوا و هزینه‌های عمومی سلامت: رویکرد داده‌های تابلویی" به بررسی رابطه بین تأثیر آلودگی هوا بر هزینه‌های عمومی سلامت در کشورهای در حال توسعه در دوره ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۱ پرداخته‌اند. نتایج حاصل از آن بیانگر این است که آلودگی هوا، درآمد سرانه، نرخ شهرنشینی، بارتکفل و اندازه دولت تأثیر مثبت و بیکاری تأثیر منفی و معنادار بر هزینه‌های عمومی سلامت داشته است.

جعفری صمیمی و علیزاده ملفه (۱۳۹۴) در تحقیقی با عنوان "شبیه‌سازی مالیات سبز بر رشد اقتصادی در ایران با کاربرد روش تعادل عمومی قابل محاسبه" با بکارگیری ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۸۰، به بررسی آثار افزایش مالیات سبز بر رشد اقتصادی پرداخته‌اند. نتایج حاصل از آن بیانگر این است که با افزایش نرخ مالیات سبز بر هزینه تولید، باعث افزایش رشد اقتصادی شده است.

ترابی و همکاران (۱۳۹۴)، در مقاله‌ای با عنوان "تأثیر مصرف انرژی، رشد اقتصادی و تجارت خارجی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در ایران" به طور تجربی و بر اساس منحنی زیست محیطی کوزنتس به تحلیل رابطه بین میزان انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی با مصرف انرژی، درآمد و تجارت خارجی ایران برای دوره زمانی ۱۳۵۰ تا ۱۳۹۰ با استفاده از روش خود توزیع با وقفه‌های گسترده پرداخته‌اند. نتایج حاصل از آن نشان بیانگر این است که مصرف سرانه انرژی، تولید ناخالص داخلی سرانه واقعی و درجه باز بودن اقتصاد تأثیری مثبت و معنادار بر میزان انتشار سرانه گاز دی اکسید کربن داشته است.

محمدی و حیدرزاده (۱۳۹۳)، در مقاله‌ای با عنوان "بررسی عوامل منتخب مؤثر بر آلودگی محیط زیست با تأکید بر آزادسازی تجاری در کشورهای مختلف جهان (مطالعه موردی انتشار CO<sub>2</sub>)" به بررسی تأثیر آزادسازی تجاری، مزیت نسبی، سطح تولید و

دیگر متغیرهای مهم و اثرگذار بر میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در کشورهای مختلف جهان با استفاده از داده‌ها تابلویی ۷۷ کشور طی سال‌های (۲۰۱۰-۱۹۸۰) پرداخته‌اند. نتایج تحقیق حاکی از آن است که آلودگی محیط زیست و به طور خاص انتشار CO<sub>2</sub>، در هر چهار گروه از کشورهای تحت بررسی با آلودگی دوره قبل، درآمد سرانه و نسبت سرمایه به نیروی کار رابطه مستقیم دارد. همچنین، با مجذور درآمد سرانه و مجذور نسبت سرمایه به نیروی کار رابطه عکس دارد. به علاوه، آلودگی محیط زیست با آزادسازی تجاری در گروه کشورهای با درآمد متوسط به پایین و درآمد متوسط به بالا، به ترتیب رابطه مستقیم و معکوس دارد.

مزینی و مرادحاصل (۱۳۹۱)، در مقاله‌ای با عنوان "بررسی اثرات متقابل رشد اقتصادی و کیفیت زیست محیطی بر سلامت" با استفاده از روش داده‌های تلفیقی (پانل) ارتباط میان سه شاخص آلودگی، رشد اقتصادی و سلامت را برای منتخبی از کشورهای با درآمد متوسط (ایران، ترکیه و چین) در دوره ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۲ مورد آزمون قرار دادند. نتایج بیانگر این است که سه کشور در مرحله اول رشد اقتصادی قرار دارند که در آن رابطه درآمد و آلودگی مثبت است و نیز اثر درآمد بر شاخص سلامت مثبت و اثر آلودگی بر شاخص سلامت منفی است.

مقدسی و طاهری (۱۳۹۱)، در مقاله‌ای با عنوان "پیامدهای اقتصادی و زیست محیطی مالیات بر آلودگی" به تحلیل آثار اقتصادی و زیست محیطی مالیات بر آلودگی ناشی از سوخت و فرآیند تولید در ایران با استفاده از الگوی تعادل عمومی مبتنی بر ماتریس حسابداری اجتماعی ۱۳۷۸ و داده‌های مربوط به سطح انتشار آلاینده‌های منتخب در سال ۱۳۸۸ پرداخته‌اند. نتایج بیانگر این است که دریافت مالیات بر آلودگی ناشی از سوخت و تولید موجب افزایش سطح تولید خدمات و برخی از بخش‌های کشاورزی می‌شود، در حالی که تولید در بخش‌های صنعتی و انرژی کاهش یافته است. همچنین در بالاترین سطح، دریافت مالیات بر آلودگی از آلاینده‌های منتشر شده از

مصرف سوخت و تولید، تولید ناخالص داخلی را کمتر از ۱,۵ درصد و مصرف خانوارها را حدود ۲,۵ درصد کاهش می‌دهد، در حالی که انتشار آلاینده‌ها ۲/۵ تا ۳/۳ درصد کاهش می‌یابد.

نارسیس امین رشتی و صیامی عراقی (۱۳۹۰)، در مقاله‌ای با عنوان "تأثیر مالیات سبز بر بیکاری" فرضیه فایده مضاعف را از طریق داده‌های مقطعی - سری زمانی برای برخی از کشورهای OECD که مالیات سبز را به طور صریح به کار می‌برند با استفاده از دو الگو برای دوره‌ی ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۹ مورد آزمون قرار داده‌اند. نتایج الگوی اول بیانگر آن است که مالیات سبز توانسته است انتشار گازهای گلخانه‌ای را کنترل کند.

جلالیان و پژویان (۱۳۹۰)، در مقاله‌ای با عنوان "بررسی اثر مالیات‌های سبز و حکمرانی خوب بر محیط زیست در کشورهای OECD" با استفاده از الگوی داده‌های تابلویی به بررسی متغیرهای مؤثر بر محیط زیست (انتشار گاز CO<sub>2</sub>) در دوره (۲۰۰۴-۱۹۹۴) در کشورهای OECD پرداخته‌اند. نتایج بدست آمده بیانگر تأثیر ضعیف حکمرانی خوب و تأثیر مطابق انتظار مالیات‌های زیست محیطی بر محیط زیست بوده است.

عبدالله میلانی و محمودی (۱۳۸۹)، در مقاله‌ای با عنوان "مالیات زیست محیطی و اثر تخصیصی آن (مطالعه موردی: فرآورده‌های نفتی ایران)، با استفاده از روش خود رگرسیون برداری به بررسی اثر وضع مالیات در قالب شوک افزایش قیمت بر مصرف فرآورده‌ها 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.

مزینی و مرادحاصل (۱۳۸۶)، در مقاله‌ای تحت عنوان "بررسی تبعات رشد اقتصادی و تخریب زیست محیطی بر سلامت" با استفاده از روش پانل دیتا به بررسی ارتباط متقابل رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست و سلامت در منتخبی از کشورها با سطوح

توسعه یافتگی متفاوت (جمعا ۴۰ کشور) و از جمله ایران برای دوره ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۲ پرداخته‌اند، نتایج نشان می‌دهد که علی‌رغم تأثیر مثبت رشد اقتصادی بر ارتقای سطح سلامت، چنانچه کشورها نتوانند تبعات زیست محیطی ناشی از فرایند رشد اقتصادی خود را کاهش دهند، بخشی از آثار مثبت رشد اقتصادی بر سطح سلامت (حدوداً ۴,۵٪) خنثی خواهد شد.

### ۳. الگوی تحقیق و داده‌های آماری

در این تحقیق به منظور بررسی اثرات مالیات‌های سبز بر میزان انتشار آلاینده‌ها (میزان انتشار CO2 سرانه به تن) و سلامت (امید به زندگی) در ایران به طور همزمان، تصریح یک الگوی اقتصادسنجی به صورت سیستم معادلات همزمان و به روش 2SLS، صورت گرفته است. الگوی این تحقیق تعمیم الگوی گانگادهاران و والنزولا (۲۰۰۱) است که به پیروی از ویسما و دلینک (۲۰۰۷)، مالیات به ازاء هر تن دی اکسیدکربن نیز در الگوی تحقیق وارد شده است و به صورت همزمان اثرات مالیات بر انتشار آلاینده‌ها بر میزان انتشار آلاینده‌ها و متقابلاً اثر انتشار آلاینده‌ها و اجرای برنامه‌های زیست محیطی بر شاخص سلامت بررسی شده است. بنابراین، معادلات ضمنی مربوط به میزان انتشار آلاینده‌ها و شاخص سلامت به صورت روابط (۳) و (۴) در نظر گرفته می‌شوند:

$$POI = F(GDP, EI, URBN, OPEN, GTAX) \quad (3)$$

$$HUI = F(GDP, POI, HCC, DUM) \quad (4)$$

در نهایت، تصریح الگوی اقتصادسنجی بر اساس مبانی نظری به صورت معادلات همزمان زیر خواهد بود:

$$POI_t = c(1) + c(2)GDP_t + c(3)GDP_t^2 + c(4)EI_t + c(5)URBN_t + c(6)OPEN_t + c(7)GTAX_t + \varepsilon_{1t} \quad (5)$$

$$HUI_t = c(8) + c(9)GDP_t + c(10)POI_t + c(11)HCC_t + c(12)DUM_t + \varepsilon_{2t} \quad (6)$$

که در آن،  $POI$  میزان انتشار دی اکسید کربن سرانه به تن است. گاز CO2 تقریباً ۹۷

درصد گازهای گلخانه‌ای منتشر شده در ایران را تشکیل می‌دهد و شامل گازهای تری اکسید گوگرد  $SO_3$ ، مونواکسید کربن  $CO$ ، هیدروکربن  $CH$ ، ذرات معلق هوا  $SPM$ ، اکسیدهای نیتروژن  $NO_x$  و دی اکسید گوگرد  $SO_2$  است (ترابی و وارثی، ۱۳۸۸). بنابراین در اکثر تحقیقات انجام شده از متغیر  $CO_2$  به عنوان شاخص انتشار آلاینده‌ها در نظر گرفته می‌شود.  $GDP$ ، تولید ناخالص داخلی سرانه (هزار ریال به قیمت ثابت سال ۸۳)،  $EI$ ، شدت انرژی (نسبت انرژی مصرفی به تولید به صورت تن معادل نفت خام به میلیون ریال)،  $URBN$ ، جمعیت شهرنشینی (نسبت جمعیت شهری به کل جمعیت)،  $OPEN$ ، تجارت آزاد (نسبت مجموع صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی)،  $GTAX$ ، مالیات سبز،  $HUI$ ، شاخص سلامت (امید به زندگی)،  $HCC$ ، هزینه خدمات درمانی (مخارج انجام شده در حوزه سلامت به صورت نسبت مجموع هزینه‌های درمانی خانوار و دولت به تولید ناخالص داخلی)،  $DUM$ ، اجرای برنامه‌های زیست محیطی (از سال ۱۳۷۵ به دلیل اجرای برنامه‌هایی مانند کنوانسیون تنوع زیستی و پیمان کیوتو عدد یک و برای سال‌های ماقبل آن عدد صفر به خود گرفته است) و  $\varepsilon_{1t}$  و  $\varepsilon_{2t}$  جملات اخلال هستند.

در معادله (۵) سطح و توان دوم تولید ناخالص داخلی سرانه بر اساس فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس بر میزان انتشار آلاینده‌ها اثرگذار است (آروری و همکاران (۲۰۱۲)، هاتزجورجیو و همکاران (۲۰۱۱) و محمدی و حیدرزاده (۱۳۹۳))، همچنین، متغیرهای غیر درآمدی دیگر از قبیل شدت انرژی (هاتزجورجیو و همکاران (۲۰۱۱) و جعفری صمیمی و علیزاده ملفه (۱۳۹۴))، جمعیت شهرنشینی (گانگادهاران و وانزولا (۲۰۰۱))، و باز بودن اقتصاد (هراتی و همکاران (۱۳۹۲) و محمدی و حیدرزاده (۱۳۹۳))، نیز بر میزان انتشار آلاینده‌ها اثرگذار است. به علاوه، مالیات بر میزان انتشار آلاینده‌ها (ویسما و دلینک (۲۰۰۷) می‌تواند منجر به کاهش میزان انتشار آلاینده‌ها در اقتصاد شود. همچنین در معادله (۶) شاخص سلامت (امید به زندگی) علاوه بر اینکه به

سطح تولید ناخالص داخلی سرانه بستگی دارد (گانگادهاران و وانزولا (۲۰۰۱)، فتاحی و همکاران (۱۳۹۴))، به میزان انتشار آلاینده‌ها (گانگادهاران و وانزولا (۲۰۰۱))، هزینه خدمات درمانی و متغیر مجازی به عنوان اجرای برنامه‌های زیست‌محیطی بستگی دارد. به منظور اطمینان از نتایج حاصل از الگوهای برآوردی، آزمون‌های ایستایی و اریب همزمانی انجام شده است. متغیرهای مورد استفاده در این تحقیق به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۸۳ و به صورت سری زمانی برای ایران در دوره ۱۳۵۹ تا ۱۳۹۳ است. داده‌های مربوط به میزان انتشار گاز دی اکسید کربن و شاخص سلامت (امید به زندگی) از داده‌های ارائه شده توسط بانک جهانی، داده‌های مربوط به تولید ناخالص داخلی سرانه، جمعیت شهری و شاخص باز بودن اقتصاد از سایت بانک مرکزی اخذ شده است. داده‌های مربوط به شدت انرژی از ترازنامه انرژی مربوط به سال‌های مختلف و داده‌های مربوط به هزینه‌های خدمات درمانی از حساب‌های ملی مربوط به سال‌های مختلف گرفته شده است. هزینه‌های خدمات درمانی، از تقسیم مجموع هزینه‌های درمانی انجام شده توسط دولت و خانوارها بر تولید ناخالص داخلی به دست آمده است. مقدار مالیات سبز برای سال‌های مختلف به ازای هر تن انتشار گاز دی اکسید کربن سرانه به اندازه ۱۰۰۰ ریال در ایران در نظر گرفته شده است. دولت می‌تواند شرایط و تسهیلات لازم را برای بنگاه‌های تولیدی به منظور بکارگیری تکنولوژی‌های پیشرفته فراهم کند، سپس، مالیات بیشتری به منظور کاهش آلاینده‌ها به تولیدات بنگاه‌های آلاینده وضع کند.

#### ۴. برآورد الگو و تحلیل نتایج

سیستم معادلات همزمان به لحاظ ساختاری متفاوت از رگرسیون‌های چند متغیره تک معادله‌ای است و این امکان وجود دارد که تأمین‌کننده فروض کلاسیک نباشد. بنابراین، با توجه به این که در سیستم معادلات همزمان متغیر وابسته در یک معادله به عنوان متغیر توضیحی در معادله دیگر وارد می‌شود، ممکن است با جمله پسماند معادله‌ای که



در آن به عنوان متغیر توضیحی وارد شده است همبسته باشد و فرض کلاسیکی  $cov(x_i, u_i) = 0$  را نقض کند. در این حالت، برآوردگرهای حداقل مربعات معمولی اریب‌دار و ناسازگار خواهد بود. بنابراین، قبل از برآورد معادلات، آزمون‌های پایایی، قطری بودن، اریب همزمانی و مسأله تشخیص ضروری است.

#### ۴-۱. بررسی مانایی متغیرها

قبل از برآورد الگو، لازم است مانایی متغیرهای الگو مورد بررسی قرار گیرد. نتایج حاصل از آزمون دیکی- فولر تعمیم یافته<sup>۱</sup> در جدول زیر نشان داده شده است:

جدول (۱). بررسی مانایی متغیرهای الگو با استفاده از آزمون دیکی فولر تعمیم یافته

متغیر	مرتبۀ تفاضل	آمارهٔ آزمون	سطح معناداری	نتیجه
EI	بدون تفاضل	-۲/۹۵	۰/۰۵	مانا I(0)
GDP	با تفاضل گیری	-۴/۷۰	۰/۰۰۳	مانا I(1)
GDP <sup>2</sup>	با تفاضل گیری	-۴/۴۹	۰/۰۰۵	مانا I(1)
GTAX	با تفاضل گیری	-۵/۵۹	۰/۰۰	مانا I(1)
HCC	با تفاضل گیری	-۶/۸۵	۰/۰۰	مانا I(1)
HUI	با تفاضل گیری	-۳/۴۴	۰/۰۱	مانا I(1)
OPEN	با تفاضل گیری	-۴/۳۸	۰/۰۰۱	مانا I(1)
POI	با تفاضل گیری	-۵/۶۹	۰/۰۰	مانا I(1)
URBN	با تفاضل گیری	۶/۰۶	۰/۰۰	مانا I(1)

منبع: یافته‌های پژوهش

بر اساس آزمون دیکی فولر تعمیم یافته متغیر شدت انرژی در سطح و سایر متغیرها

<sup>۱</sup>. Augmented Dickey Fuller Test

با یک بار تفاضل گیری مانا شده‌اند.

#### ۴-۲. آزمون اثر

تعیین مرتبه ماتریس به منظور تعیین تعداد بردارهای همجمعی بلندمدت در معادله (۳) و (۴) انجام می‌شود. برای تعیین مرتبه ماتریس از آزمون اثر استفاده می‌شود. نتایج حاصل از آزمون مرتبه ماتریس الگو با استفاده از آزمون اثر مربوط به معادله (۳) در جدول (۲) گزارش شده است.

جدول (۲). آزمون مرتبه ماتریس الگو (آزمون اثر  $\lambda_{trace}$ )

آماره آزمون	مقدار بحرانی	فرضیه صفر	prob
۱۱۵/۰۹	۶۹/۸	$r = 0$	۰/۰۰۰
۷۱/۷	۴۷/۸	$r \leq 1$	۰/۰۰۰۱
۴۳/۹	۲۹/۷	$r \leq 2$	۰/۰۰۰۶
۱۶/۵	۱۵/۴	$r \leq 3$	۰/۰۳۵
۱/۸	۳/۸	$r \leq 4$	۰/۱۶۸

منبع: یافته‌های پژوهش

بر اساس نتایج حاصل شده در جدول (۴) آماره آزمون اثر مقدار ۴۳/۹ است که از مقدار بحرانی آن که ۲۹/۷ است، بیشتر است و دلیلی برای قبول فرضیه صفر ( $r \leq 2$ ) وجود ندارد. بنابراین بیش از دو رابطه بلندمدت بین متغیرهای الگو وجود دارد. همچنین، نتایج حاصل از آزمون مرتبه ماتریس الگو با استفاده از آزمون اثر مربوط به معادله (۴) در جدول (۳) گزارش شده است.

جدول (۳). آزمون مرتبه ماتریس الگو (آزمون اثر  $\lambda_{trace}$ )

آماره آزمون	مقدار بحرانی	فرضیه صفر	prob
۱۱۶/۰۰	۸۸/۸	$r = 0$	۰/۰۰۰۲
۶۸/۰۰	۶۳/۸	$r \leq 1$	۰/۰۲۱
۳۵/۳	۴۲/۹	$r \leq 2$	۰/۲۲۹
۱۶/۲	۲۵/۸	$r \leq 3$	۰/۴۶۹

۰/۳۹۵	$r \leq 4$	۱۲/۵	۶/۵
-------	------------	------	-----

منبع: یافته‌های پژوهش

بر اساس نتایج حاصل شده در جدول (۳) آماره آزمون اثر مقدار ۶۸ است که از مقدار بحرانی آن که ۶۳/۸ است، بیشتر است و دلیلی برای قبول فرضیه صفر ( $r \leq 1$ ) وجود ندارد. بنابراین بیش از یک رابطه بلندمدت بین متغیرهای الگو وجود دارد.

#### ۴-۳- آزمون قطری بودن

در سیستم معادلات، به منظور تعیین استراتژی تخمین معادلات، آزمون قطری بودن ماتریس واریانس-کوواریانس پسماندها با هدف بررسی احتمال وجود همبستگی بین جملات پسماند معادلات موجود در سیستم صورت می‌گیرد. بدین منظور بروچ و پاگان<sup>۱</sup> (۱۹۸۰)، آزمونی را برای بررسی قطری بودن ماتریس همبستگی پسماندها پیشنهاد کرده‌اند. بر اساس آزمون پیشنهادی، آماره ضریب لاگرانژ به صورت زیر تعریف می‌شود (موسوی و همکاران، ۱۳۸۸):

$$\lambda = n \sum_{i=2}^G \sum_{j=1}^{i-1} r_{ij}^2 \quad (7)$$

$$r_{ij}^2 = \frac{\delta_{ij}^2}{\delta_{ij} \delta_{ij}} \quad (8)$$

آماره ضریب لاگرانژ دارای توزیع  $\chi^2$  با درجه آزادی  $G(G-1)/2$  است که در آن  $n$  تعداد مشاهدات،  $G$  تعداد معادلات،  $r_{ij}$  ضریب همبستگی،  $\delta_{ij}$  کوواریانس جملات پسماند و  $\delta_{ii}$ ،  $\delta_{jj}$  واریانس جملات پسماند هستند. فرضیه صفر بیانگر صفر بودن تمام کوواریانس‌ها و قطری بودن ماتریس همبستگی جملات پسماند است. فرضیه مقابل بیانگر این است که حداقل یک کوواریانس غیر صفر است. در شرایطی که  $\chi^2$  محاسباتی بیشتر از  $\chi^2$  جدول باشد، فرضیه صفر و قطری بودن ماتریس همبستگی جملات

<sup>۱</sup>. Breusch and Pagan

پسماند رد می‌شود. در این شرایط برآوردهای تک معادله‌ای، نتایج ناکارایی را به همراه خواهند داشت و لازم است از برآوردهای سیستمی استفاده گردد. مقدار آماره ضریب لاگرانژ برای معادله اول  $2/04$  و برای معادله دوم  $1/81$  محاسبه شده است و از مقدار بحرانی آن کمتر است. بنابراین، دلیلی برای رد فرضیه صفر مبنی بر قطری بودن ماتریس همبستگی جملات پسماند وجود ندارد.

#### ۴-۴. آزمون اریب همزمانی

مسئله اریب همزمانی به این علت به وجود می‌آید که بعضی از رگرسورها درونزا هستند و در نتیجه با جمله پسماند همبستگی دارند. بر این اساس، آزمون همزمانی جهت بررسی همبستگی میان رگرسورها (متغیرهای درونزا) با جملات اخلال ضروری است. در این آزمون فرض صفر بیانگر عدم وجود اریب همزمانی است. اگر چنین همبستگی وجود داشته باشد، باید از روش‌های دیگری به جای روش حداقل مربعات معمولی جهت تخمین ضرایب استفاده نمود. اما اگر همبستگی وجود نداشته باشد، می‌توان روش حداقل مربعات معمولی را به کار برد. مقدار آماره آزمون حاصل شده در جدول (۴)، گزارش شده است.

جدول (۴). نتایج حاصل از آزمون اریب همزمانی دو معادله

سطح معناداری	انحراف معیار	ضریب	
۰/۰۰۲	۰/۱۲	۰/۴۳۲	معادله اول
۰/۰۱	۰/۰۲۳	۰/۳۴۰	معادله دوم

منبع: یافته‌های پژوهش

در هر دو معادله فرضیه صفر رد شده است و معادلات دارای اریب همزمانی هستند و وجود اریب همزمانی فرض کلاسیک  $cov(u_i, x_i) = 0$  را نقض می‌کند. بنابراین، جهت

برآورد این معادلات نمی‌توان از روش حداقل مربعات معمولی استفاده نمود.

#### ۴-۵. آزمون مشخص بودن معادلات

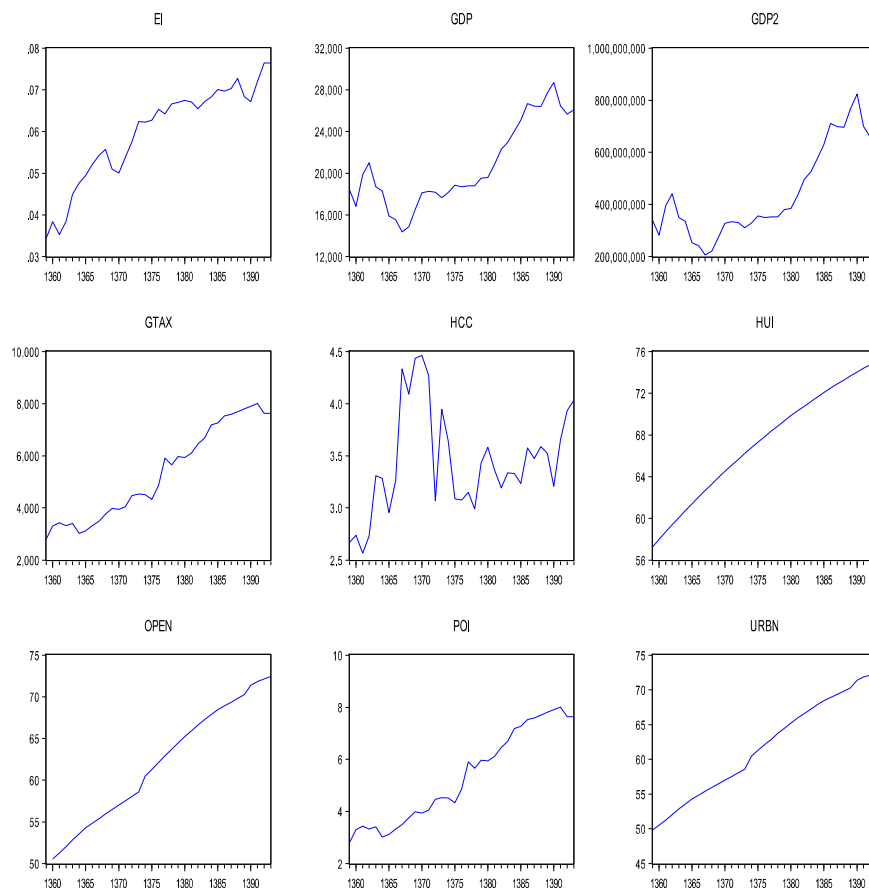
یک الگو زمانی مشخص است که تک تک معادلات آن مشخص باشد. بنابراین، به منظور انجام آزمون تشخیص در یک سری از سیستم معادلات همزمان لازم است که دو شرط درجه‌ای<sup>۱</sup> (شرط لازم) و رتبه‌ای<sup>۲</sup> (شرط کافی) مورد بررسی قرار گیرند. بر اساس شرط درجه‌ای تفاضل تعداد متغیرهای از پیش تعیین شده معادله مورد نظر ( $k$ ) و تعداد متغیرهای از پیش تعیین شده سیستم معادلات ( $K$ ) از تعداد متغیرهای درون‌زای معادله مورد نظر ( $m$ ) منهای یک بزرگتر است؛ به عبارت دیگر  $K - k > m - 1$  و معادلات مورد نظر بیش از حد مشخص<sup>۳</sup> هستند؛ شرط کافی مربوط به مشخص بودن معادلات نیز زمانی تأمین می‌شود؛ زیرا در سیستم معادلات دارای  $M$  متغیر درون‌زا، حداقل یک دترمینان غیر صفر از درجه  $(M - 1) * (M - 1)$  از ضرایب متغیرهای خارج از معادله تحت بررسی اما لحاظ شده در سایر معادلات الگو وجود دارد (گجراتی، ۱۳۸۳: ۵۸-۸۵۵). بر اساس معادله (۵)،  $K - k = 7 - 5 = 2 > m - 1 = 1 - 1 = 0$ . بنابراین بر اساس شرط درجه‌ای معادله (۵) بیش از حد مشخص است. بر اساس معادله (۶)،  $K - k = 7 - 2 = 5 > m - 1 = 1 - 1 = 0$ . بنابراین بر اساس شرط درجه‌ای معادله (۶) نیز بیش از حد مشخص است. با توجه به اینکه در سیستم معادلات دو متغیر درون‌زا وجود دارد و با توجه به این که متغیر هزینه خدمات درمانی به صورت نسبی از تولید در معادله (۵) وارد نشده، اما در معادله (۶) وارد شده است؛ بنابراین حداقل یک دترمینان  $(2 - 1) * (2 - 1) = 1 * 1$  از ضرایب متغیرهای خارج از معادله (۵) اما لحاظ شده در معادله (۶) وجود دارد. همین با توجه به این که متغیرهای شدت انرژی، جمعیت شهرنشینی،

<sup>۱</sup>. The Order Condition of Identifiability

<sup>۲</sup>. The Rank Condition of Identifiability

<sup>۳</sup>. Over Identified

شاخص باز بودن اقتصاد و مالیات بر میزان انتشار آلاینده‌ها در معادله (۵) وارد شده اما در معادله (۶) وارد نشده است، شرط رتبه‌ای مربوط به معادله (۵) نیز تأمین می‌شود. در ادامه در نمودار ۲، روند تغییرات متغیرهای الگو نشان داده شده است. روند تولید ناخالص داخلی در دوره ۱۳۶۰ تا ۱۳۶۸ روند کاهنده است. هزینه خدمات درمانی (مخارج انجام شده در حوزه سلامت به صورت نسبت مجموع هزینه‌های خانوار و دولت به تولید ناخالص داخلی) در دوره ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۰ روند فزاینده داشته است و بعد از آن روندهای یکنواختی نداشته است. سایر متغیرها روند افزایش یکنواختی داشته‌اند.



## نمودار ۲. روند تغییرات متغیرهای الگو

منبع: یافته‌های پژوهش

از آنجا که هدف این تحقیق بررسی همزمان اثر کل متغیرهای از پیش تعیین شده بر متغیرهای درونزا است، از روش‌های برآورد سیستمی استفاده شده است. با توجه به قطری بودن ماتریس وارینانس-کوواریانس پسماندها، اریب همزمانی و بیش از حد مشخص بودن معادلات، روش حداقل مربعات دو مرحله‌ای برای برآورد معادلات مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج حاصل از برآورد معادلات سیستمی مربوط به شاخص آلودگی هوا و شاخص سلامت با استفاده از روش حداقل مربعات دو مرحله‌ای 2SLS در ایران در دوره زمانی (۱۳۹۳-۱۳۵۹) در جداول (۵) و (۶) گزارش شده است.

جدول (۵). نتایج تخمین سیستم معادلات با روش حداقل مربعات دو مرحله‌ای (الگوی اول)

شرح	ضرایب	برآورد ضرایب	انحراف معیار	آماره t	سطح معناداری
C	c1	۶/۰۴	۰/۱۱۳	۵۲/۹۸	۰/۰۰۰
GDP	c2	۳/۱۳	۱/۱۱	۲/۸	۰/۰۰۵
GDP <sup>2</sup>	c3	-۰/۰۱۶	۰/۰۰۴	-۴/۱۷	۰/۰۰۰
EI	c4	۰/۲۲	۰/۰۱۲	۱۸/۰۵	۰/۰۱۲
URBN	c5	۵/۲۵	۱/۸۹	۲/۷۹	۰/۰۰۵
OPEN	c6	-۰/۱۰	۰/۰۳۴	-۲/۹	۰/۰۰۳
GTAX	c7	-۱/۴۲	۰/۱۵۱	-۹/۳	۰/۰۰۰
AR(1)	c13	۰/۱۱	۰/۰۳۲	۳/۳	۰/۰۰۱

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول (۶). نتایج تخمین سیستم معادلات با روش حداقل مربعات دو مرحله‌ای (الگوی دوم)

شرح	ضرایب	برآورد ضریب	انحراف معیار	آماره t	سطح معناداری
C	c8	۰/۷۲	۰/۳۴۷	۲/۰۷	۰/۰۳۷
GDP	c9	۰/۱۲	۰/۰۳۵	۳/۳۵	۰/۰۰۱
POI	c10	-۰/۲۰	۰/۰۲۲۶	-۸/۶۷	۰/۰۳۴
HCC	c11	۰/۱۹	۰/۰۲۲۳	۸/۷۵	۰/۰۰۰
DUMY	c12	۰/۱۷	۰/۰۳۲	۵/۴۷	۰/۰۰۰
AR(1)	c14	۳/۳۷	۱/۲۷۴	۲/۶۴	۰/۰۱۲

منبع: یافته‌های پژوهش

بر اساس نتایج حاصل از برآوردهای انجام شده، در معادله شاخص آلودگی هوا در رابطه (۵)، ضریب تولید ناخالص داخلی سرانه (2)c، مقدار مثبت ۳/۱۳ و از نظر آماری معنادار است. بنابراین، افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه باعث افزایش میزان انتشار گاز دی اکسید کربن شده است. بر این اساس، در مراحل اولیه رشد اقتصادی، رابطه مثبت بین تولید سرانه و آلودگی وجود دارد. ضریب توان دوم تولید ناخالص داخلی سرانه (3)c، مقدار منفی ۰/۰۱۶- و از نظر آماری معنادار است. این ضریب عمدتاً برای زمانی که تولید ناخالص داخلی در سطح بالایی قرار داشته باشد، قابل توجیه است و مربوط به بخش نزولی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس است که این ارتباط معکوس و با شیب کم می‌شود. در نتیجه، ارتباط میان رشد اقتصادی و تخریب زیست‌محیطی از یک الگوی درجه دوم و به شکل U وارونه تبعیت می‌کند. این نتیجه منطبق با نتایج آروری و همکاران (۲۰۱۲)، هاتزجورجیو و همکاران (۲۰۱۱) و محمدی و حیدرزاده (۱۳۹۳)، است. میزان اثرپذیری شاخص آلودگی هوا از شدت انرژی (4)c مقدار مثبت ۰/۲۲ است. بر این اساس، افزایش شدت انرژی یا نسبت انرژی مصرفی به تولید به اندازه یک واحد



باعث افزایش شاخص آلودگی هوا به اندازه ۰/۲۲ واحد شده است. این نتیجه منطبق با نتایج هاتزجورجیو و همکاران (۲۰۱۱) و جعفری صمیمی و علیزاده ملفه (۱۳۹۴) است. میزان اثر پذیری شاخص آلودگی هوا از جمعیت شهرنشینی (5) مقدار مثبت ۵/۲۵ است. در واقع افزایش جمعیت شهرنشینی به اندازه یک واحد باعث افزایش شاخص آلودگی هوا به اندازه ۵/۲۵ واحد شده است. این نتیجه منطبق با نتایج گانگادهاران و وانزولا (۲۰۰۱) است. میزان اثر پذیری شاخص آلودگی هوا از شاخص باز بودن اقتصاد (6) مقدار منفی ۰/۱۰ است. بنابراین، با افزایش نسبت تجارت به تولید ناخالص داخلی به اندازه یک واحد باعث کاهش شاخص آلودگی هوا به اندازه ۰/۱۰ واحد شده است. تأثیر منفی شاخص باز بودن اقتصاد بر آلودگی بیانگر تأثیر انتقال تکنولوژی پاک بر کیفیت محیط زیست است و این نتایج منطبق با نتایج هراتی و همکاران (۱۳۹۲) و محمدی و حیدرزاده (۱۳۹۳)، است. میزان اثرپذیری شاخص آلودگی هوا از مالیات سبز (7) مقدار منفی ۱/۴۲ است. بنابراین، افزایش مالیات سبز به اندازه یک واحد باعث کاهش شاخص آلودگی هوا به اندازه ۱/۴۲ واحد شده است. این نتیجه منطبق با نتایج ویسما و دلینک (۲۰۰۷)، گلوما، کاواگوشی و سپالودا (۲۰۰۸) و مقدسی و طاهری (۱۳۹۱)، است. بنابراین، بر اساس نتایج حاصل شده، فرضیه اول این پژوهش تأیید می‌شود و وضع مالیات سبز به ازاء هر تن سرانه دی اکسیدکربن باعث کاهش میزان انتشار آن شده است. بر اساس نتایج حاصل از برآوردهای انجام شده، در معادله شاخص سلامت در رابطه (۶)، ضریب تولید ناخالص داخلی سرانه (9) مثبت و معناداری است. مقدار این ضریب ۰/۱۲ است. بنابراین، به ازای یک واحد افزایش در تولید ناخالص داخلی سرانه، میزان شاخص سلامت ۰/۱۲ افزایش می‌یابد. این نتیجه منطبق با نتایج گانگادهاران و وانزولا (۲۰۰۱)، فتاحی و همکاران (۱۳۹۴) است. ضریب شاخص آلودگی هوا (میزان انتشار CO2 سرانه به تن) یا (10) c، در معادله شاخص سلامت منفی ۰/۲ و معنادار است. بنابراین، به ازای یک واحد افزایش در شاخص آلودگی هوا، میزان امید به

زندگی (شاخص سلامت) را به میزان ۰/۲ کاهش می‌دهد و این اثر با مبانی نظری تحقیق سازگاری دارد. این نتیجه منطبق با نتایج گانگادهاران و وانزولا (۲۰۰۱)، است. ضریب هزینه خدمات درمانی (مخارج انجام شده در حوزه سلامت به صورت نسبت مجموع هزینه‌های خانوار و دولت به تولید ناخالص داخلی در معادله شاخص سلامت (11) c، مثبت ۰/۱۹ و معنادار است. بنابراین، به ازای یک واحد افزایش در شاخص مخارج انجام شده در حوزه سلامت میزان امید به زندگی (شاخص سلامت) را به میزان ۰/۱۹ افزایش می‌دهد و این اثر با مبانی نظری تحقیق سازگاری دارد. بر این اساس، با توجه به نتایج معادله دوم (شاخص سلامت)، فرضیه دوم تأیید می‌شود و برقراری مالیات سبز به ازاء هر تن دی اکسیدکربن سرانه باعث کاهش میزان انتشار گاز دی اکسید کربن و آن نیز باعث بهبود شاخص سلامت در جامعه می‌شود. ضریب متغیر دامی به عنوان اجرای برنامه‌های زیست محیطی (DUMY) مقدار مثبت ۰/۱۷ است و بیانگر تأثیر مثبت این گونه برنامه‌ها در بهبود شاخص سلامت (امید به زندگی) بوده است.

##### ۵. نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات

آلودگی هوا، عمدتاً شامل هیدروکربن‌ها، دی اکسید کربن، دی اکسید گوگرد، مونوکسیدکربن، نیترات‌ها و ذرات معلق است. افزایش روز افزون غلظت گاز گلخانه‌ای دی اکسیدکربن در جو زمین باعث افزایش نگرانی و فشار جوامع بین‌المللی جهت کاهش و کنترل انتشار گاز دی اکسید کربن شده است. بنابراین، با توجه به روند رو به افزایش سرانه انتشار گاز دی اکسید کربن در ایران، نیاز به اعمال سیاست‌های مالیاتی و زیست محیطی جدیدی برای حفظ محیط زیست است. در این تحقیق به منظور درونی کردن پیامدهای جانبی تولیدات همراه با تولید آلاینده‌ها به بررسی اثرات اعمال مالیات سبز بر میزان انتشار گاز دی اکسید کربن و سلامت در دوره زمانی ۱۳۵۹ تا ۱۳۹۳ با استفاده از سیستم معادلات همزمان به روش 2SLS پرداخته شده است. نتایج بدست آمده بیانگر

این است که تولید ناخالص داخلی سرانه، شدت مصرف انرژی و میزان شهرنشینی رابطه مثبت و معناداری با میزان انتشار گاز دی اکسید کربن و تجارت آزاد با انتشار گاز دی اکسید کربن رابطه عکس دارد که منطبق با مبانی نظری است. همچنین اعمال مالیات سبز بر میزان انتشار گاز دی اکسید کربن باعث کاهش انتشار گاز دی اکسید کربن در جامعه شده است. به علاوه، تولید ناخالص داخلی سرانه، هزینه‌های خدمات درمانی و اجرای برنامه‌های زیست محیطی تأثیر مثبت و معناداری بر شاخص سلامت (امید به زندگی) داشته و کاهش انتشار گاز دی اکسید کربن در نتیجه وضع مالیات بر انتشار آلودگی باعث افزایش شاخص سلامت شده است. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که دولت از طریق وضع مالیات بر میزان انتشار گاز دی اکسید کربن و اجرای برنامه‌های زیست محیطی، میزان انتشار گاز دی اکسید کربن را در فرایند تولیدات صنعتی کاهش دهد تا از این طریق منجر به افزایش شاخص سلامت در جامعه شود.

#### منابع

- Abdullah Milani, M. & Mahmoudi, A. (2010), environmental taxes and its allocation effect (Case study: Iranian Oil), *Journal of taxes*, 8 (Issue 56), 175-153, (In Persian).
- Amin Rashti, N, & Siami Iraqi, I. (2012). Green financial impact on unemployment, *Journal of Applied Economics*, Issue VIII: 56-37, (In Persian)
- Arouri, M.H., Youssef, A.B., Mhenni, H., & Rault, C. (2012). Energy consumption, Economic Growth and CO2 Emission Middle East and North African Countries, *Energy Policy*, 45, 342-349.
- Breusch, T., & Pagan, A. (1980). The LM Test and Its Applications to Model Specification in Econometrics. *Review of Economic Studies*.
- Davidson, R., & James G. M. (1989). Testing for Consistency using Artificial Regressions, *Econometric Theory*, 5, 363-384.
- Energy balance (2012). Macro Planning Office of Electricity and Energy, Tehran: Ministry of Energy, Electricity and Energy Affairs, (In Persian).
- Fattahi, M, Assari A, Hussein, A., & Asgharpour, H. (2015). Empirical

- analysis of the relationship between air pollution and public health costs approach dynamic panel data, *Journal of Economic Modeling*, 9 (31), 43-60, (In Persian).
- Jafari Samimi, A., & Alizadeh Malafeh, E. (2015). Simulation green tax on economic growth in the use of computable general equilibrium, *Economic growth Journal of preceding studies*, 22, 70-57, (In Persian).
  - Jalalian, K., & Pazhooyan, J. (2012). The effect of green taxes on the environment and good governance in the countries of OECD, *Journal of Financial Economics and Development*, 3(7), 55-37, (In Persian).
  - Gangadharan, L., Valenzuela, M., (2001). Interrelationships between income, health and the environment: extending the Environmental Kuznets curve hypothesis, *Ecological Economics*, 36 (3), 513-531.
  - Glomm, G, Kawaguchi, D & Sepulveda, F. (2008). Green Taxes and Double Dividends in a Dynamic Economy, *Journal of Policy Modeling*, 30, 19-32.
  - Grossman, G. M. and Krueger, A. B., (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. In National Bureau of Economic Research Working Paper 3914, NBER, Cambridge MA.
  - Gujarati, D. (2004). Principles of Econometrics, Vol. II, translated by Hamid Abrishami, Tehran: Tehran University Institute Press, (In Persian).
  - Hatzigeorgiou, E, Polatidis, H & Haralambopoulos, D. (2011), Co2 Emissions, GDP and Energy Intensity: A Multivariate Cointegration and Causality Analysis for Greece, 1977-2007, *Applied Energy*, 88(4), 1377-1385.
  - Kuznets, S., (1955). Economic growth and income inequality, *Econ Rev.* 45 (1): 1-28.
  - McMorran, R.T., & David C.L., (1994). Tax policy and the environment theory and practice, Fiscal Affairs Department, IMF.
  - Min Lim, L., Ye, K., & Khoon Y. S., (2014). Oil consumption CO2 emission, and economic growth: Evidence from the Philippines, *Sustainability*, 6, 967-979.
  - Moghadisi, Reza & Taheri, F. (2012). Economic and environmental consequences of the pollution tax, *Journal of Agricultural Economics*, 4(3), 77-111, (In Persian)
  - Mohammadi, & S. Heidarzadeh, H., (2014). Evaluation of Factors Affecting environmental pollution with an emphasis on trade liberalization

- in different countries (Case Study Published 2CO), *Journal of Agricultural Economics and Development*, 28 (3), 23-213, (In Persian).
- Mousavi, S.N, Yazdani, S., & Rezaei, M.R. (2009). The effects of globalization on Agricultural Exports: A Case Study of saffron, *Journal of Agricultural Economics*, 1 (2), 43-60, (In Persian)
  - Mozayeni, A.H., & Moradhasel, N. (2012). Investigate the interactions between economic growth and environmental quality on health, *Journal of Environmental Science and Technology*, 14(1), 30-17, (In Persian).
  - Mozayeni, A.H., & Moradhaseli, N. (2006). Examine the consequences of economic growth and environmental degradation on health, the second conference on air pollution and its effects on health, (In Persian).
  - Porghafar dastjerdi, J. (2015). Green taxes (environmental taxes), *Economic Journal*, Nos. 1 and 2, 148-135, (In Persian).
  - Seyenejad Fahim, S. R & Eghdami, I. (2011). Green taxes on the path of sustainable development, *Economic Journal*, 3, 100-91, (In Persian).
  - Turabi, T, Khajouie pour, A, Tarighi, S & Pakravan, M.R. (2015). The impact of energy consumption, economic growth and foreign trade on greenhouse gas emissions in Iran, *Journal of Economic Modeling*, Volume 9(29), 84-63, (In Persian).
  - Wissema, W. and Dellink, R. (2007). AGE analysis of the impact of a carbon energy tax on the Irish economy, *Ecological Economics*, 6, 671-683.