

## اثرات مستقیم و غیر مستقیم مخارج دولت بر آلودگی، رویکرد سیستم معادلات هم‌زمان

مجید مداح\*<sup>۱</sup>

[majid.maddah@semnan.ac.ir](mailto:majid.maddah@semnan.ac.ir)

فاطمه رئوفی<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۶/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۶/۱۲

### چکیده

**زمینه و هدف:** برخی فعالیت‌های بازاری دارای پیامدهای منفی مثل آلودگی هوا و تخریب محیط زیست هستند، با وجود پیامدهای خارجی، بازار قادر به تولید بهینه کالاها و خدمات نیست و اصطلاحاً شکست می‌خورد. برای جلوگیری از شکست بازار لازم است تا دولت با مداخله در بازار و انجام هزینه‌های لازم از طریق اتخاذ سیاست‌های حفاظت محیط زیست و تدوین قوانین و مقررات مناسب در جهت کاهش آلودگی و برقراری شرایط بهینه تولید و مصرف حرکت کند.

**روش بررسی:** به منظور بررسی اثر مخارج دولت بر آلودگی، ابتدا یک سیستم معادلات هم‌زمان در دوره زمانی (۱۳۹۰-۱۳۵۴) تصریح می‌شود و پس از تخمین آن با استفاده از روش‌های حداقل مربعات دو مرحله‌ای و حداقل مربعات سه مرحله‌ای، رابطه بین اثرات مستقیم و غیر مستقیم دولت و آلودگی در اقتصاد ایران مورد تحلیل تجربی قرار می‌گیرد.

**یافته‌ها:** نتایج حاصل از تخمین سیستم معادلات تصریح شده در دو رویکرد ایستا و پویا به تفکیک اثرات مستقیم و غیر مستقیم نشان می‌دهند که اولاً اندازه دولت تنها دارای اثر مستقیم معنی‌دار بر آلودگی سرانه است. ثانیاً رابطه مثبت و معنی‌دار بین اندازه دولت و انتشار آلودگی سرانه با ضریب کشش (۰/۰۸) در رویکرد ایستا و رابطه منفی و معنی‌دار بین اندازه دولت و انتشار آلودگی سرانه با ضریب کشش (۰/۱۶۳-) در رویکرد پویا تأیید می‌شود. ثالثاً علاوه بر اندازه دولت، درجه باز بودن اقتصاد و مصرف نیز دارای اثر مثبت کل و معنی‌دار و نیز سرمایه‌گذاری کل و جمعیت دارای اثر منفی کل و معنی‌دار بر آلودگی سرانه در اقتصاد ایران هستند.

**بحث و نتیجه‌گیری:** با توجه به اثر معنی‌دار افزایش مخارج دولت بر کاهش آلودگی لازم است تا تخصیص منابع بخش عمومی در جهت توسعه آموزش‌های عمومی، اتخاذ و اجرای درست قوانین و مقررات زیست محیطی و تقویت امکانات و زیر ساخت‌های عمومی افزایش یابد. **واژه‌های کلیدی:** مخارج دولت، آلودگی، سیستم معادلات هم‌زمان، اقتصاد ایران.

\*۱- (مسوول مکاتبات): دانشیار اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اداری دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

۲- کارشناسی ارشد علوم اقتصادی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

## **Direct and Indirect Effects of Government Expenditures on Pollution Based on Simultaneous Equations System Approach**

**Majid Maddah** <sup>1\*</sup>

[majid.maddah@semnan.ac.ir](mailto:majid.maddah@semnan.ac.ir)

**Fatemeh Raoufi** <sup>2</sup>

### **Abstract**

**Background and Objective:** Some market activities have negative consequences such as pollution and destruction of environment. The market, despite its outputs, cannot produce optimum quantity of goods and services and in other words it fails. In order to prevent market failure, government must intervene in the market activities through the policies of environmental protection and suitable regulation in order to reduce pollution and establish optimal conditions for production and consumption.

**Method:** In order to investigate the effect of government expenditures on pollution, first a simultaneous equations system during 1975-2011 was specified, and after estimation of equations using two-stage least squares and three-stage least squares methods, the relationship between the direct and indirect effects of government expenditures and pollution on economy of Iran was studied.

**Findings:** The results from estimation of equations systems specified in static and dynamic approaches divide direct and indirect effects at show that i) the size of government only has the direct effect on per capita pollution ii) there is a significant and positive relationship between the government size and per capita emissions with elasticity coefficient of 0.08 in static approach and there is a significant and negative relationship between the government size and per capita emissions with elasticity coefficient of -0.163 in dynamic approach. Therefore, increase of the government expenditure has a negative effect on pollution and decreases it in a period of time. In addition to government size, economic openness and consumption have a significant and positive effects and total investment and population have a significant and negative effects on the per capita pollution in economy of Iran.

**Conclusion:** The findings of this research can help in using appropriate policies such as improving public educations, proper execution of laws and regulations, strict enforcement of environmental laws and amplification of public infrastructure with the aim of environmental protection and pollution prevention.

**Keywords:** Government Expenditures, Pollution, Simultaneous Equations System, Economy of Iran.

---

1- Associate Professor in Economic, Faculty of Economic, Management and Administrative Sciences, Semnan University, Semnan, Iran.\* (Corresponding Author)

2- MSc of Economics, Semnan University, Semnan, Iran.

## مقدمه

در کاهش آلودگی‌های زیست محیطی، دولت نقش مهمی ایفا می‌کند، چراکه با توجه به موضوع شکست مکانیزم بازار در تولید کالاهای عمومی، مداخله دولت در بازار و اتخاذ سیاست‌های زیست محیطی مناسب به منظور کاهش آلودگی هوا امری اجتناب ناپذیر است. دولت با انجام هزینه‌هایی در سطح سیاست‌گذاری مثل تدوین و اجرای قوانین و مقررات حفاظت از محیط زیست و یا عملیاتی شامل ایجاد و حمایت از نهادهای حافظ محیط زیست، بهبود ناوگان حمل و نقل و ارتقاء امکانات حمل و نقل عمومی، افزایش آگاهی‌های مردم نسبت به حفاظت و نگهداری از محیط زیست و سرمایه‌گذاری در امر تحقیق و توسعه می‌تواند بر روند انتشار آلودگی اثر گذار باشد. دولت علاوه بر اثرگذاری مستقیم بر میزان انتشار آلاینده‌ها از طریق تغییر در مخارج بخش عمومی مرتبط با کاهش آلودگی، به‌طور غیرمستقیم و از طریق تغییر تولید نیز می‌تواند میزان آلودگی را تحت تأثیر قرار دهد. تفکیک اثر مخارج دولتی بر انتشار آلودگی به دو اثر مستقیم و غیرمستقیم از جمله موارد مهم در مطالعات تجربی است که در این مقاله مورد بررسی قرار می‌گیرد.

## مروری بر پیشینه تحقیق

مطالعات مربوط به عوامل اقتصادی مؤثر بر آلودگی محیط زیست بر روی موضوع تحلیل نظری و آزمون تجربی فرضیه زیست محیطی کوزنتس ( Environmental Kuznets Hypothesis) تمرکز دارد. در این ارتباط He و Richard رابطه مثبت میان انتشار دی‌اکسیدکربن سرانه و درآمد سرانه را تأیید کردند (۱). در مطالعه مشابه دیگری Orubo و Omotor رابطه منفی و معنی دار بین ذرات معلق در هوا و درآمد سرانه را تأیید کردند (۲). در نروژ مطالعه Fæhn و Holmøy نشان داد در اثر آزادسازی تجاری، میزان انتشار دی‌اکسیدسولفور، مونو اکسید کربن و ذرات معلق به میزان یک تا دو درصد افزایش می‌یابد (۳). بر خلاف نتایج این مطالعات، یافته‌های مطالعه Kim و Kang در مورد کشورهای کره و ژاپن نشان داد توافق تجاری میان این دو کشور با کاهش انتشار

آلودگی همراه خواهد بود (۴). در زمینه رابطه میان تجارت و آلودگی، محققان نظرات متفاوتی را ارائه کرده‌اند. این تفاوت در قالب فرضیه پناهگاه آلودگی (Pollution Haven Hypothesis) مطرح می‌شود. بر اساس این فرضیه، کشورهای در حال توسعه به عنوان مأمی برای صنایع آلاینده محسوب می‌شوند. این موضوع در مطالعه Cole تأیید شد (۵). همچنین یافته‌های مطالعه Adkins و Garbaccio نیز نشان داد آزادسازی تجاری موجب افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شود (۶). در مطالعه انجام شده دیگر توسط Managi et al اثر آزادسازی تجاری را بر کاهش انتشار دی‌اکسید سولفور و دی‌اکسید کربن در میان کشورهای عضو OECD تأیید شد (۷). نتایج پژوهش انجام شده توسط Narayan et al نشان داد به دنبال افزایش سطح تجارت در کشورهای صنعتی، میزان مصرف انرژی و نیز انتشار آلودگی افزایش یافته است (۸). همچنین Baek et al نیز نشان دادند افزایش سطح تجارت موجب افزایش انتشار آلودگی در کشورهای در حال توسعه می‌شود، در حالی که بر سطح انتشار آلودگی کشورهای توسعه یافته اثر منفی دارد (۹). با افزایش مخارج دولت در سطح کشورها، موضوع اثر مخارج بخش عمومی بر کیفیت محیط زیست مورد توجه محققان قرار گرفت که از جنبه‌های مختلف قابل بررسی و تحلیل است. در این ارتباط از یک طرف، Frederik و Lundström اظهار می‌دارند مخارج بیش‌تر دولت، امکان توزیع مجدد پرداخت‌های انتقالی را در جامعه فراهم می‌کند که در نتیجه آن درآمدها افزایش و تقاضا برای محیط زیست با کیفیت در سطح بالاتری قرار می‌گیرد، اگر محیط زیست به عنوان یک کالای عمومی لوکس تلقی شود، واضح است که در سطوح بالای اندازه دولت، زمانی تقاضا برای این کالا افزایش می‌یابد که تقاضا برای دیگر کالاها و خدمات عمومی تأمین شود. از طرف دیگر، افزایش اندازه دولت در اقتصاد در برخی سطوح درآمدی موجب افزایش آلودگی و اختلال در برنامه‌های کاهش آلودگی جامعه می‌شود (۱۰).

رو دولت به عنوان یکی از مشکلات زیست محیطی مطرح است و بهبود کیفیت دولت بر آلودگی اثر منفی دارد (۱۸ و ۱۷).

### روش بررسی

جهت بررسی و تحلیل تجربی اثر مخارج دولت بر آلودگی، سیستم معادلات زیر بر مبنای الگوی ارایه شده توسط Halkos و Paizanos معرفی می‌شود.

$$p/c = f(\text{Govshare}, \text{GDP}/c, X) \quad (1)$$

$$\text{GDP}/c = h(\text{Govshare}, Z) \quad (2)$$

که در آن:

$p/c$ : میزان شاخص زیست محیطی سرانه (نسبت انتشار آلاینده محیط زیست مثل CO2 به جمعیت)

$\text{GDP}/c$ : تولید ناخالص واقعی سرانه

$\text{Govshare}$ : سهم مخارج دولت از تولید ناخالص داخلی

$X$ : متغیرهای توضیح دهنده انتشار آلودگی

$Z$ : متغیرهای توضیح دهنده درآمد هستند.

در این الگو معادله اول، منحنی زیست محیطی کوزنتس را تصریح می‌کند و معادله دوم بیان‌گر تابع تولید ناخالص داخلی سرانه می‌باشد که از تعاریف حسابداری ملی استخراج شده است. معادله (۲) در واقع اثرگذاری غیرمستقیم دولت بر محیط زیست را نشان می‌دهد (۱۱). به این ترتیب که دولت علاوه بر اثرگذاری مستقیم بر محیط زیست که از طریق رابطه اول انجام می‌شود، به واسطه تغییر دامنه حضور بخش خصوصی در اقتصاد نیز بر انتشار آلودگی از طریق رابطه دوم مؤثر است (۱۳).

معادله اول اثر مستقیم (Direct Effect) مخارج دولت بر انتشار آلودگی را نشان می‌دهد که با وارد کردن متغیر مخارج دولت به تابع کوزنتس مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. ترکیب معادله اول با دوم مبین اثر غیر مستقیم (Indirect Effect) مخارج دولت بر آلودگی است. در واقع مخارج بر روی درآمد سرانه تأثیر دارد و درآمد نیز از طریق معادله اول انتشار آلودگی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. اثر کلی مخارج دولت بر روی آلودگی از طریق رابطه زیر تحلیل می‌شود:

در سال‌های اخیر Lopez et al علاوه بر متغیرهای مورد استفاده در تحلیل تئوری کوزنتس، نقش دولت در انتشار آلودگی را در میان ۷۴ کشور که عمدتاً کشورهای صنعتی بودند، از لحاظ تجربی بررسی کردند. بر اساس نتایج حاصل از این مقاله، افزایش سهم دولت در اقتصاد موجب عرضه بیش‌تر کالاها و خدمات عمومی می‌شود و از این طریق بر انتشار آلودگی آب و هوا اثر منفی دارد و موجب کاهش آن می‌گردد (۱۱). در مطالعه دیگری Islam و Lopez با بررسی اثر ترکیب مخارج دولت‌های ایالتی و فدرال آمریکا بر آلودگی دریافتند تخصیص مجدد مخارج از کالاهای خصوصی به کالاهای عمومی و اجتماعی توسط دولت‌های ایالتی و فدرال موجب کاهش آلودگی هوا می‌شود، (۱۲). Halkos و Paizanos نیز با استفاده از داده‌های ۷۷ کشور طی سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۸۰ نشان دادند اندازه دولت بر انتشار دی اکسید گوگرد سرانه اثر مستقیم منفی دارد و این در حالی است که اثر غیر مستقیم مخارج دولت بر آلودگی معنی‌دار نیست (۱۳).

گرچه مطالعات داخلی محدودی در زمینه ارتباط بین دولت و آلودگی انجام شده است، اما به برخی مطالعات مرتبط می‌توان اشاره کرد. نتایج پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهند فرضیه پناهگاه آلودگی در مورد کشورهای دارای درآمد سرانه پایین تأیید می‌شود (۱۴). هم‌چنین نتایج مطالعه دیگری، نشان داد میان شاخص توسعه انسانی و انتشار دی اکسید کربن به عنوان شاخص زیست محیطی یک رابطه به شکل N وجود دارد (۱۵). کیفیت نهادهای اقتصادی عامل دیگری است که بر انتشار آلودگی اثر دارد. با افزایش کیفیت نهادهایی مثل حاکمیت قانون، کیفیت اجرای مقررات و کنترل فساد، به دلیل رعایت بیش‌تر استانداردهای زیست محیطی توسط واحدهای اقتصادی و کنترل دقیق‌تر موارد نقض قوانین و مقررات حافظ محیط زیست و منابع طبیعی توسط دولت، انتشار آلودگی در سطح پایین‌تری قرار می‌گیرد (۱۶). کارایی پایین فعالیت‌های بخش عمومی نسبت به بخش خصوصی موجب می‌شود تا بنگاه‌های دولتی نقش بیش‌تری در انتشار آلودگی داشته باشند که از این

اقتصاد که به صورت نسبت تجارت به GDP اندازه گیری می شود، سرمایه گذاری بر حسب میلیارد ریال، جمعیت بر حسب میلیون نفر، رشد جمعیت بر حسب درصد، مصرف خانوارها بر حسب میلیارد ریال و سرمایه انسانی که به صورت میزان خالص ثبت نام در مدارس مقطع متوسطه محاسبه شده است. به منظور تخمین معادلات، بر اساس شرایط ایستایی دو رویکرد وجود دارند. رویکرد اول، ایستا (Static) است که در آن موضوع درون زایی برخی متغیرها مورد توجه قرار می گیرد و معادلات قرار می گیرد و بر اساس آن معادلات انتشار آلودگی و تولید ناخالص بر مبنای تفاضل متغیرها برآورد می شوند. رویکرد دوم پویا (Dynamic) نام دارد که در آن یک الگوی تصحیح خطا بر مبنای رابطه هم جمعی میان متغیرها برآورد می شود. در این مطالعه از هر دو رویکرد ایستا و پویا برای تخمین معادلات طی سال های ۱۳۵۴ تا ۱۳۹۰ استفاده شده است و بنابراین تحلیل تجربی از اثر مخارج دولت بر مبنای دو الگوی ایستا و پویا انجام می شود. در تخمین الگوی پویا ابتدا رابطه هم جمعی بین متغیرها برآورد و سپس الگوی تصحیح خطای متناظر با رابطه هم جمعی تخمین زده می شود. در حالی که در الگوی ایستا از تفاضل مرتبه اول متغیرها بهره گرفته شده است. ضرورت استفاده از رویکرد پویا، به دیدگاه Perman و Stern باز می گردد که معتقدند برگشت به مسیر بلندمدت در مورد متغیر انتشار آلودگی، مستلزم زمان است و ایستا فرض نمودن آن ممکن است تا حدودی دور از واقعیت باشد (۱۳).

#### تخمین مدل بر اساس رویکرد ایستا

جدول (۱) نتایج حاصل از برآورد توابع انتشار آلودگی سرانه دی اکسید کربن به روش سیستمی GMM را نشان می دهد. در تخمین مدل ها از لگاریتم متغیرها استفاده شده است. همان طور که نتایج این جدول نشان می دهند در بین متغیرهای توضیحی، تنها جمعیت اثر معنی داری بر آلودگی ندارد و سایر متغیرها در سطح اطمینان ۹۵ درصد اثر معنی دار و مطابق انتظار بر انتشار آلودگی دی اکسید کربن دارند. در بین ضرایب تخمینی، ضرایب متغیر تولید ناخالص سرانه از اهمیت آماری بالایی برخوردار است و نشان دهنده نوع ارتباط بین تولید سرانه

$$d(p/c)/dGovshare = \partial(p/c)/\partial Govshare + \frac{\partial(p/c)/\partial(GDP/c)}{\partial(GDP/c)/\partial Govshare} \quad (۳)$$

در معادله (۳) جزء اول اثر مستقیم مخارج دولت بر انتشار آلودگی را نشان می دهد، در حالی که جزء دوم بیانگر اثر غیرمستقیم مخارج دولت بر آلودگی است. البته اثر غیرمستقیم خود تابعی از سطح درآمد سرانه بوده و ثابت نیست. از این رو اثر مخارج بر روی انتشار نیز ثابت نبوده و تابعی از سطح درآمد خواهد بود.

معادلات (۱) و (۲) به صورت هم زمان تخمین زده می شوند. البته ظاهراً این معادلات از ساختار عطفی برخوردارند اما توجه به ماهیت متغیرها، احتمال هم زمانی را تقویت می کند. همان طور که در مطالعات هالکاس و پایزاناس (۲۰۱۳) نیز مورد تأکید قرار گرفته است، انتظار می رود با افزایش انتشار آلودگی، مخارج دولت برای کاهش انتشار آلودگی نیز افزایش یابد و لذا بین دو متغیر انتشار آلودگی و مخارج دولت هم زمانی وجود دارد. هم چنین انتظار می رود میان تولید ناخالص و مخارج دولت نیز هم زمانی وجود داشته باشد. به عنوان مثال ممکن است دولت به منظور مقابله با اثرات سیکل های تجاری مقدار و ترکیب مخارج خود را تغییر دهد (۱۹) علاوه بر این دو مورد، هم زمانی بین دو متغیر درجه باز بودن تجاری و آلودگی نیز می تواند به عنوان منبع دیگر هم زمانی بین معادلات مطرح و تحت بررسی قرار گیرد (۲۰).

#### یافته ها

در مرحله تخمین تجربی سیستم معادلات (۱) و (۲)، متغیرهای توضیحی و وابسته معادله اول و دوم به صورت زیر معرفی می شوند:

انتشار دی اکسید کربن سرانه بر حسب تن و تولید ناخالص داخلی واقعی سرانه (به قیمت ثابت ۱۳۷۶) بر حسب میلیون ریال متغیرهای وابسته معادلات اول و دوم هستند. در معادله (۲) نیز متغیر وابسته تولید ناخالص سرانه بر حسب میلیون ریال است. متغیرهای توضیحی این معادلات عبارتند از توان اول، دوم و سوم تولید ناخالص واقعی سرانه بر حسب میلیون ریال، نسبت مخارج دولت به GDP، شاخص درجه باز بودن

نظارت‌های دولتی و تمرکز دولت بر تأمین هزینه‌ها به‌جای تدوین سیاست‌گذاری‌ها در نهایت می‌توانند موجب افزایش آلودگی‌های زیست محیطی شوند. Frederik و Lundstrom در مطالعه خود نیز اثر افزایش سهم دولت در اقتصاد را بر انتشار آلودگی تأیید کردند (۱۰). در جدول (۱) تنها اثر مستقیم مخارج دولت بر انتشار دی اکسیدکربن از لحاظ تجربی مورد بررسی قرار گرفته است. جدول (۲) مبین اثر غیر مستقیم مخارج دولت بر آلودگی است. همان‌طور که اطلاعات این جدول نشان می‌دهند گرچه متغیر مخارج دولت بر تولید ناخالص واقعی سرانه اثر مثبت دارد، اما از لحاظ آماری معنی دار نیست. معنی‌دار نبودن علامت ضریب مخارج دولت می‌تواند از طریق بیش‌تر بودن رشد جمعیت از رشد تولید توجیه شود که این مسأله موجب شده تا اثر مثبت مخارج دولت بر تولید تحت تأثیر قرار بگیرد. با توجه به معنی‌دار نبودن اثر مخارج دولت بر تولید سرانه در معادله دوم که در نهایت اثر آن از طریق معادله اول بر آلودگی قابل بررسی است، می‌توان اظهار داشت مخارج دولت بر انتشار دی اکسیدکربن سرانه اثر غیر مستقیم معنی‌دار ندارد.

بر اساس اطلاعات جدول (۱) اثر سایر متغیرهای مؤثر بر آلودگی نیز قابل تحلیل و بررسی است.

و آلودگی در اقتصاد ایران می‌باشد. با توجه به علامت ضرایب به‌دست آمده برای متغیرهای توان اول، دوم و سوم تولید ناخالص داخلی سرانه یعنی (۱۰/۸۱)، (۶/۵۱-) و (۱/۲۳) که همگی از لحاظ آماری در سطح بالایی معنی‌دار هستند، می‌توان گفت رابطه‌ای به شکل  $N$  میان تولید ناخالص سرانه و انتشار آلودگی وجود دارد.

بر اساس نتایج مدل برآوردی، متغیر سهم مخارج دولت از تولید با ضریب ۰/۰۸ دارای اثر مثبت و معنی‌داری بر آلودگی است. این عدد بیان‌گر آن است که با افزایش سهم دولت در اقتصاد، میزان انتشار دی اکسیدکربن سرانه افزایش می‌یابد. این یافته منطبق با نتایج به‌دست آمده توسط Halkos و Paizanos است. افزایش سهم دولت در اقتصاد به دلایل مختلفی می‌تواند موجب افزایش آلودگی شود. از یک سو، افزایش سهم دولت در اقتصاد همراه با مشارکت بیش‌تر دولت در فعالیت‌های اقتصادی است که در آن‌ها کارایی فعالیت‌های اقتصادی و امکان نظارت بر عملکرد بنگاه‌های فعال وابسته به دولت در زمینه مسایل زیست محیطی نسبت به بخش خصوصی کم‌تر است، از سوی دیگر افزایش سهم دولت در اقتصاد، دولت را به‌جای برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری جهت حفظ امکانات طبیعی و کاهش آلودگی درگیر چاره‌جویی جهت تأمین هزینه‌های دولتی و جبران کسری بودجه دولتی می‌کند. ضعیف شدن

جدول ۱- نتایج حاصل از برآورد عوامل تعیین‌کننده انتشار آلودگی در ایران با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم یافته

Table1- The Results from Estimation of Determinative Factors of Emissions Using GMM

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t
عرض از مبدأ	۰/۰۵۳***	۰/۰۱۰	۵/۲۸۸
تولید ناخالص سرانه واقعی	۱۰/۸۱۹***	۱/۵۴۲	۷/۰۱۶
توان دوم تولید ناخالص سرانه	-۶/۵۱۲***	۰/۹۱۴	-۷/۱۲۵
توان سوم تولید ناخالص سرانه	۱/۲۳۱***	۰/۱۷۳	۷/۱۲۷
سهم مخارج دولت	۰/۰۸۰**	۰/۰۳۶	۲/۲۲۴
درجه باز بودن اقتصاد	۰/۳۵۴***	۰/۰۲۱	۱۶/۹۱۵
سرمایه گذاری کل	-۰/۲۶۹***	۰/۰۲۸	-۹/۶۹۳
جمعیت	-۰/۲۸۵	۰/۴۲۶	-۱/۶۷۰
مصرف خانوارها	۰/۵۱۳***	۰/۱۴۶	۳/۵۲۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق

\*\*\* و \*\* به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد

ناخالص داخلی سرانه نسبت به سرمایه گذاری کل و درجه باز بودن اقتصاد به ترتیب ۰/۱۴ و ۰/۲۹ است که نشان می‌دهد با افزایش یک درصدی سرمایه گذاری و درجه باز بودن اقتصاد تولید به ترتیب ۰/۱۴ و ۰/۲۹ درصد افزایش خواهد یافت. از طرفی اثر جمعیت بر تولید ناخالص داخلی سرانه منفی و معنی دار به دست آمده است.

#### تخمین مدل بر اساس رویکرد پویا

در این رویکرد ابتدا معادلات (۱) و (۲) با استفاده از مقادیر متغیرها در سطح برآورد شدند. در ادامه مانایی جملات پسماند حاصل از این معادلات تخمینی مورد آزمون قرار گرفت و مانایی پسماندها تأیید شد که بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت بین متغیرهای هر یک از روابط سیستم معادلات معرفی شده رابطه تعادلی بلند مدت وجود دارد و این متغیرها هم جمع هستند. بر مبنای این نتیجه، الگوی پویا یا الگوی تصحیح خطا مربوط به هر یک از معادلات به روش GMM برآورد شد که نتایج حاصل از آن در جداول (۳) و (۴) ارائه شده است. در بخش تحلیل تجربی، با توجه به تشابه اغلب یافته‌های مدل های تخمینی در دو رویکرد، در این جا تنها بر موارد تفاوت نتایج در دو رویکرد تمرکز می‌شود. جدول (۳) یافته‌های حاصل از تخمین معادله (۱) را نشان می‌دهد که جهت اثر متغیرهای توضیحی بر آلودگی همانند نتایج ارائه شده در جدول (۱) است. تنها تفاوت نتایج دو مدل تخمینی، مربوط به علامت ضریب مخارج دولت است که در این جا منفی و معنی‌دار به دست آمده است. بر اساس نتایج جدول (۳) می‌توان اظهار داشت در الگوی پویا و طی زمان رابطه غیر مستقیم و معنی‌داری بین مخارج دولت و انتشار آلودگی وجود دارد. با افزایش مخارج دولت که بخشی از آن به ارایه بیش تر کالاها و خدمات عمومی مانند امکانات حمل و نقل عمومی، آموزش مردم، اتخاذ قوانین و مقررات بازدارنده افزایش آلودگی، ایجاد نهادهای ناظر بر عملکرد فعالیت بنگاه‌های اقتصادی اختصاص دارد، زمینه مناسبی برای حفاظت بیش تر از محیط زیست و کاهش آلودگی در جامعه به وجود می‌آید. در واقع هزینه‌های دولت در زمینه عرضه بیش تر کالاها و خدمات عمومی با گذشت زمان منجر به کاهش آلودگی هوا

در جدول (۲) نتایج حاصل از تخمین تابع تولید ناخالص سرانه ارایه شده است. این تابع، تصریحی از مدل تعمیم یافته مدل رشد سولو است. در مدل تخمینی، همان‌طور که گفته شد ضریب متغیر سهم مخارج دولت مثبت اما معنی‌دار نیست. هم-چنین متغیر سرمایه انسانی که به صورت نرخ ثبت نام در مقطع متوسطه وارد مدل شده است، با ضریب ۰/۹۸- دارای اثر منفی و معنی‌دار بر تولید ناخالص داخلی سرانه است. ارتباط معکوس بین سرمایه انسانی و تولید ناخالص داخلی سرانه در برخی پژوهش‌ها تأیید شده است (۷) که دلیل آن عدم انطباق ساختار نظام آموزشی با ساختار تولید و ناهماهنگی بین محتوای نظام آموزشی با تخصص‌ها و مهارت‌های مورد نیاز بازار کار در کشورهای در حال توسعه می‌باشد. در واقع رشد شاخص توسعه انسانی که در این تحقیق به صورت تعداد ثبت نام شدگان در دوره تحصیلی متوسطه تعریف شده است، در نهایت از طریق رابطه (۱) نتوانسته به کاهش آلودگی در اقتصاد ایران کمک کند که این موضوع می‌تواند ناشی از نقش ضعیف نظام آموزشی در کیفی سازی نیروی انسانی و تربیت افراد تأثیر گذر در روند بهبود شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی کشور و نیز ناکارآمدی هزینه‌های آموزشی انجام شده در اصلاح رفتارهای اقتصادی و اجتماعی مانند حاکمیت قوانین و مقررات (از جمله قوانین حفاظت از محیط زیست) در بین واحدهای اقتصادی باشد. در این ارتباط Cadil et al در مطالعه‌ای با استفاده از داده های نواحی مختلف اتحادیه اروپا طی سال‌های ۲۰۱۱-۲۰۰۷ موضوع اثر مثبت توسعه انسانی بر رشد اقتصادی را بر قرار نمی‌داند. در این مطالعه فرضیه اثر مثبت توسعه انسانی بر رشد اقتصادی تأیید نمی‌شود، به‌ویژه در نواحی که بخش کشاورزی بزرگ تری دارند، رشد توسعه انسانی نتوانسته به رشد تولید سرانه کمک کند، چون آموزش نیروی کار نیروی انسانی متناسب با نیازهای بازار کار نبوده است. توسعه نیروی انسانی باید متناسب با ساختار اقتصادی صورت گیرد تا از این طریق روند رشد اقتصادی سرانه تسریع شود. در مطالعه Krueger و Lindahl نیز اثر مثبت توسعه انسانی بر رشد اقتصادی تأیید نشده است (۲۲). بر اساس نتایج جدول (۲) کاهش تولید

می‌شود. همچنین بخشی از هزینه‌های دولت در زمینه تدوین و اجرای قوانین و مقررات حفاظت محیط زیست، ایجاد زمینه‌های فرهنگی و اجتماعی لازم جهت جلوگیری از تخریب محیط زیست و استقرار نهادهای مرتبط با حفظ محیط زیست است، که بر انتشار آلودگی اثر بازدارنده دارند. در الگوی تخمینی، ضریب جمله تصحیح خطا برابر ۰/۵۶- به دست آمده که از

لحاظ آماری در سطح بالایی معنی‌دار است. این ضریب، بیان‌گر آن است که در همان دوره اول حدود ۵۶ درصد از خطای عدم تعادل ناشی از تغییرات کوتاه مدت یا وارد آمدن شوک از سوی متغیرهای توضیحی به متغیر وابسته تعدیل می‌شود و به سرعت روند تعدیل از کوتاه مدت به سمت بلند مدت صورت می‌گیرد.

جدول ۲- نتایج برآورد عوامل تعیین کننده تولید ناخالص سرانه واقعی با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم یافته

Table 2-The Determinative Factors of Real Per Capita GDP in Iran Using GMM

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t
عرض از مبدأ	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۴۲۵
سهم مخارج دولت	۰/۰۱۰	۰/۰۳۹	۰/۲۵۰
سرمایه گذاری کل	۰/۱۴۰***	۰/۰۲۴	۵/۷۴۷
سرمایه انسانی	-۰/۹۸۲***	۰/۰۸۳	-۱۱/۸۷۱
رشد جمعیت	۰/۴۲۱***	۰/۰۴۲	۹/۹۵۳
درجه باز بودن اقتصاد	۰/۲۹۵***	۰/۰۲۶	۱۱/۱۹۸

\*، \*\* و \*\*\* به ترتیب معنی دار در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۳- نتایج برآورد عوامل تعیین کننده انتشار آلودگی در ایران با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم یافته

Table 3- The Determinative Factors of Emissions in Iran Using GMM

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t
عرض از مبدأ	۰/۰۵۸***	۰/۰۰۵	۱۱/۱۳
تولید ناخالص سرانه واقعی	۷/۹۳۷***	۰/۵۰۸	۱۵/۶۱
توان دوم تولید ناخالص سرانه	-۴/۵۲۹***	۰/۳۱۷	-۱۴/۲۸
توان سوم تولید ناخالص سرانه	۰/۸۱۷***	۰/۰۶۳	۱۳
سهم مخارج دولت	-۰/۱۶۳***	۰/۰۲۷	-۵/۹۹
درجه باز بودن اقتصاد	۰/۳۴۷***	۰/۰۱۸	۱۹/۳۳
سرمایه گذاری کل	-۰/۲۸۶***	۰/۰۱۳	-۲۲/۰۷
جمعیت	-۱/۰۶۲***	۰/۲۱۹	-۴/۸۴
مصرف خانوارها	۰/۳۶۱***	۰/۰۲۶	۱۳/۹۶
جمله تصحیح خطا	-۰/۵۶۶***	۰/۰۲۰	-۱۷/۱۹

\*، \*\* و \*\*\* به ترتیب معنی دار در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد

مأخذ: یافته‌های تحقیق



تنها حدود ۲۷ درصد شوک وارده از سوی متغیرهای توضیحی بر متغیر تولید ناخالص سرانه تعدیل می‌شود. با توجه به مقدار ضریب برآوردی می‌توان گفت حدود ۴ دوره طول می‌کشد تا به‌طور کامل انحرافات متغیر وابسته از روند تعادلی آن جبران شود.

جدول (۴) نیز نتایج حاصل از تخمین الگوی پویا معادله (۲) یعنی رابطه تولید ناخالص سرانه را نشان می‌دهد که علامت و معنی داری ضرایب تخمینی در این جدول مشابه نتایج به دست آمده در جدول (۲) است. ضریب جمله تصحیح خطا در این مدل ۰/۲۶- به‌دست آمده است که نشان می‌دهد در هر دوره

جدول ۴- نتایج برآورد عوامل تعیین کننده تولید ناخالص سرانه واقعی با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم یافته

Table 4- The Determinative Factors of Real Per Capita GDP in Iran Using GMM

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t
عرض از مبدأ	۰/۰۴۴***	۰/۰۰۴	۱۲/۱۲
سهم مخارج دولت	۰/۰۱۳	۰/۰۲۱	۰/۶۰۲
سرمایه گذاری کل	۰/۰۸۹***	۰/۰۰۸	۱۱/۰۱
سرمایه انسانی	-۰/۴۳۷***	۰/۰۸۸	-۴/۹۶
رشد جمعیت	۰/۱۶۶***	۰/۰۴۴	۳/۷۳
درجه باز بودن اقتصاد	۰/۱۲۹***	۰/۰۱۳	۱۰/۰۸
جمله تصحیح خطا	-۰/۲۶۹***	۰/۰۱۸	-۱۴/۵۹

مأخذ: یافته‌های تحقیق

\*\*\* و \*\* و \* به ترتیب معنی دار در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد

مخارج دولت، درجه باز بودن اقتصاد و نیز سرمایه گذاری کل در هر دو معادله انتشار آلودگی سرانه و تولید ناخالص سرانه حضور دارند که از این رو برای آن‌ها هر دو اثر مستقیم و غیرمستقیم قابل محاسبه و تحلیل تجربی است.

بر اساس نتایج مدل‌های تخمینی در هر دو رویکرد، مخارج دولت بر انتشار آلودگی تنها به صورت مستقیم اثرگذار است. بی معنی بودن اثر غیر مستقیم مخارج دولت بر آلودگی در سطح بالای آماری موجب معنی دار نبودن اثر کل مخارج دولت بر آلودگی نیز شده است که به این ترتیب می‌توان گفت مخارج دولت در مجموع بر انتشار دی اکسیدکربن سرانه اثر کل معنی‌داری ندارد. این یافته به این معنی است در صورتی که تنها رابطه میان انتشار آلودگی و سهم مخارج دولت در نظر گرفته شود اندازه دولت بر انتشار دی اکسیدکربن اثرگذار است. این در صورتی است که اگر این رابطه با توجه به سطح مشارکت دولت در تولید مورد توجه قرار گیرد، حضور دولت در اقتصاد

اثرات مستقیم و غیر مستقیم متغیرها بر انتشار دی

#### اکسیدکربن

در جداول (۵) و (۶) اثر هر یک از متغیرهای توضیحی بر آلودگی یا انتشار دی اکسیدکربن سرانه در دو رویکرد ایستا و پویا به تفکیک اثرات مستقیم و غیر مستقیم ارایه شده است. در این‌جا عمدتاً بر روی تحلیل اثرات غیر مستقیم متغیرها تمرکز می‌شود. در بین متغیرهای مورد استفاده در مدل‌های تخمینی، دو متغیر سرمایه انسانی و رشد جمعیت به دلیل عدم حضور در معادله انتشار آلودگی و وارد شدن آن‌ها در معادله تولید ناخالص سرانه، تنها دارای اثر غیر مستقیم هستند که بدین ترتیب منظور از اثر کل آن‌ها همان اثر غیر مستقیم است. به همین ترتیب متغیرهای جمعیت و مصرف خانوارها در معادله تولید ناخالص سرانه مورد استفاده قرار گرفتند که این به معنی عدم وجود اثرات مستقیم آن‌ها است که بدین ترتیب اثر کل این متغیرها تنها شامل اثر مستقیم می‌شود. اما سه متغیر

سراهنه، اثر کل آن بر انتشار آلودگی دی اکسیدکربن سرانه مثبت است. همان طور که اطلاعات جدول (۵) نشان می دهد اثر کل سرمایه گذاری بر آلودگی هوا مثبت با ضریب ۱/۲۵ است که این عدد نشان می دهد به ازاء هر درصد افزایش سرمایه گذاری، انتشار دی اکسیدکربن سرانه ۱/۲۵ درصد افزایش می یابد. این یافته، اثر مثبت سرمایه بر انتشار آلودگی را نشان می دهد.

ایران و افزایش سهم آن در اقتصاد اثری بر انتشار دی اکسیدکربن ندارد. برخلاف متغیر مخارج دولت، متغیر درجه باز بودن اقتصادی علاوه بر اثر مستقیم بر آلودگی دارای اثر غیرمستقیم قابل ملاحظه ای است. گرچه افزایش سرمایه گذاری به طور غیر مستقیم با ضریب ۰/۲۶- موجب کاهش انتشار دی اکسیدکربن سرانه می شود، اما از طریق افزایش تولید ناخالص

#### جدول ۵- اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرها بر انتشار دی اکسیدکربن سرانه در رویکرد ایستا

Table 5- The Direct and Indirect Effects on Per Capita Emissions in the Static Approach

اثر کل	اثر غیر مستقیم	اثر مستقیم	
۰/۱۸۶	۰/۱۰۶	۰/۰۸۰**	سهم مخارج دولت
۳/۵۵۰***	۳/۱۹۷***	۰/۳۵۴***	درجه باز بودن اقتصاد
۱/۲۴۶***	۱/۵۱۵***	-۰/۲۶۹***	سرمایه گذاری کل
-۰/۲۸۵	-	-۰/۲۸۵	جمعیت
۰/۵۱۳***	-	۰/۵۱۳***	مصرف خانوارها
-۱۰/۶۲۱***	-۱۰/۶۲۱***	-	سرمایه انسانی
۴/۵۵۹***	۴/۵۵۹***	-	رشد جمعیت

منبع: یافته های تحقیق

همانند رویکرد ایستا البته با مقدار ضرایب متفاوت است. در این جا اثر کل مخارج دولت بر آلودگی منفی و بی معنی است.

بر اساس اطلاعات جدول (۶) جهت اثر کل تمام متغیرهای توضیحی به غیر از مخارج دولت بر آلودگی در رویکرد پویا

#### جدول ۶- اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرها بر انتشار دی اکسیدکربن سرانه در رویکرد پویا

Table 6- The Direct and Indirect Effects on Per Capita Emissions in the Dynamic Approach

اثر کل	اثر غیر مستقیم	اثر مستقیم	
-۰/۰۶۰	۰/۱۰۳	-۰/۱۶۳***	سهم مخارج دولت
۱/۳۶۸***	۱/۰۲۰***	۰/۳۴۷***	شاخص درجه باز بودن اقتصاد
۰/۴۱۸***	۰/۷۰۳***	-۰/۲۸۶***	سرمایه گذاری
-۱/۰۶۶***	-	-۱/۰۶۶***	جمعیت
۰/۳۶۱***	-	۰/۳۶۱***	مصرف خانوارها
-۳/۴۶۷***	-۳/۴۶۷***	-	سرمایه انسانی
۱/۳۱۷***	۱/۳۱۷***	-	رشد جمعیت

منبع: یافته های تحقیق

## بحث و نتیجه گیری

## منابع

- 1- He, J., Richard, P. (2010), Environmental Kuznets Curve for CO2 in Canada, *Ecological Economics*, 69, 1083-1093.
- 2- Orubu, C. O., & Omotor, D. G. (2011), Environmental Quality and Economic Growth: Searching for Environmental Kuznets Curves for Air and Water Pollutants in Africa, *Energy Policy*, 39, 4178-4188.
- 3- Fæhn, T., Holmøy, E. (2003), Trade Liberalization and Effects on Pollutive Emissions to Air and Deposits of Solid Waste, A General Equilibrium Assessment for Norway. *Economic Modeling*, 20, 703-727.
- 4- Kang, S. I., Kim, J. J. (2012), A Quantitative Analysis of the Environmental Impact Induced by Free Trade between Korea and Japan, 7th Annual Conference on Global Economic Analysis, Trade Poverty and the Environment, Washington. D.C. United States.
- 5- Cole, M.A., Elliot, R. J. R. (2003), Determining the Trade-Environment Composition Effect: the Role of Capital, Labor and Environmental Regulations, *Journal of Environmental Economics and Management*, 46, 363-383.
- 6- Adkins, L., Garbaccio, R. (2007), Coordinating Global Trade and Environmental Policy: The Role of Pre-Existing Distortions. National Center for Environ. Economics, U.S. Environmental Protection Agency. Washington, D.C., United States.
- 7- Managi, S., Hibiki, A., Tsurumi, T. (2009), Does Trade Openness Improve Environmental Quality? *Journal of*

در این مقاله اثر عوامل مؤثر بر آلودگی با تأکید بر نقش دولت برای اقتصاد ایران مورد بررسی و تحلیل تجربی قرار گرفت. با توجه به علامت ضرایب به دست آمده برای متغیرهای توان اول، دوم و سوم تولید ناخالص داخلی سرانه به میزان ۱۰/۸۱، ۶/۵۱- و ۱/۲۳ که همگی از لحاظ آماری در سطح بالای معنی دار هستند، رابطه‌ای به شکل  $N$  میان تولید ناخالص سرانه و انتشار آلودگی وجود دارد. همچنین نتایج حاصل از تخمین سیستم معادلات هم‌زمان بر مبنای دو رویکرد ایستا و پویا نشان داد در رویکرد ایستا متغیر نسبت مخارج دولت به تولید ناخالص داخلی که نشان دهنده اندازه دولت در اقتصاد است، با ضریب ۰/۰۸ اثر مثبت و معنی داری بر انتشار آلودگی دارد و در رویکرد پویا که مبتنی بر تخمین الگوهای تصحیح خطای معادلات تصریح شده در سیستم معادلات هم‌زمان است، اثر متغیر اندازه دولت بر آلودگی با ضریب  $-۰/۱۶۳$  منفی و معنی دار می‌باشد. بر این اساس، بدون در نظر گرفتن اثرات مخارج دولت طی زمان، گسترش دولت دارای اثر مثبت بر انتشار آلودگی‌های زیست محیطی است. با افزایش سهم دولت در اقتصاد، بخش عمده‌ای از منابع انسانی و مادی جامعه صرف حفظ و نگهداری ظرفیت‌های دولتی می‌شود که بعضاً ناکارآمد و فاقد نظارت‌ها و استانداردهای لازم هستند. در این شرایط فعالیت واحدهای اقتصادی همراه با آلودگی بیش‌تر محیط زیست است. این در حالی است که در تحلیل پویا و با در نظر گرفتن دوره زمانی، افزایش هزینه‌های دولت بر انتشار آلودگی اثر بازدارنده دارد. در واقع به دلیل اهمیت موضوع حفظ محیط زیست و جلوگیری از انتشار آلاینده‌های زیست محیطی، دولت در چارچوب وظایف تخصیصی خود هزینه‌هایی را به شکل توسعه آموزش‌های عمومی، اتخاذ قوانین و مقررات لازم و تقویت امکانات و زیر ساخت‌های عمومی انجام می‌دهد که این هزینه‌ها طی زمان زمینه مناسبی را جهت کاهش آلودگی در جامعه به وجود می‌آورند. عوامل دیگری مثل درجه باز بودن اقتصاد و مصرف نیز دارای اثر مثبت کل و سرمایه‌گذاری کل و جمعیت دارای اثر منفی کل بر آلودگی سرانه هستند.

جنوب غربی (با تأکید بر منحنی زیست محیطی کوزنتس)، پژوهش نامه علوم اقتصادی، ۳۵، صص ۱۲۶-۱۰۵.

۱۶- مداح، مجید و عبداللهی، مریم، ۱۳۹۱، اثر کیفیت نهادها بر آلودگی محیط زیست در چارچوب منحنی کوزنتس با استفاده از الگوهای پانل دیتا ایستا و پویا (مطالعه موردی: کشورهای عضو سازمان کنفرانس اسلامی)، فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی، صص ۱۸۶-۱۷۱.

۱۷- مراد حاصل، نیلوفر و مزینی، امیر حسین، ۱۳۸۷، ارزیابی نقش دولت در چالش‌های زیست محیطی ایران (رویکرد اقتصاد محیط زیست)، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۱۰، شماره ۴، صص ۲۳-۱۱.

۱۸- آماده، حمید، شاکری، عباس و محمدیان، فرشته، ۱۳۹۱، بررسی رابطه بین اندازه دولت و کیفیت محیط زیست، فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی در ایران، ۲، صص ۶۰-۲۷.

19- Lawn, P.A. (2003), Environmental Macroeconomics: Extending the IS-LM Model to Include an 'Environmental Equilibrium' Curve, Australian Economic Papers 42 (1), 118-134.

20- Managi, S., Hibiki, A., Tsurumi, T. (2009), Does Trade Openness Improve Environmental Quality? Journal of Environmental Economics and Management, 58, 346-363.

21- Pindyck, R.S., Rubinfeld, D. L. (1998), a Computer Handbook Using Eviews, Fourth Edition, McGraw-Hill.

22- Čadil, j., Petkovová, L., Blatná, D. (2014), Human Capital, Economic Structure and Growth, Procedia Economics and Finance, 12, 85-92.

Environmental Economics and Management, 58, 346-363.

8- Narayan, P.K., Smyth, R., Prasad, A. (2007), Electricity Consumption in G7 Countries: a Panel Cointegrating Analysis of Residential Demand Elasticities, Energy Policy, 35, 4485-4494.

9- Baek, J., Cho, Y., Koo, W.W. (2009), the Environmental Consequences of Globalization: a Country-Specific Time-Series Analysis. Ecological Economics, 68, 2255-2264.

10- Frederik, C., Lundstrom, S. (2001), Political and Economic Freedom and the Environment: the Case of CO2 Emission. Working Paper in Economics no. 29. University of Gothenburg, Gothenburg.

11- Lopez, R., Galinato, G.I., Islam, A. (2011), Fiscal Spending and the Environment: Theory and Empirics, Journal of Environmental Economics and Management 62, 180-198.

12- Islam, A.M., Lopez, R.E. (2013) Government Spending and Air Pollution in the US, Working Paper, the University of Maryland, College Park.

13- Halkos, G. E., Paizanos, E. A. (2013) the Effect of Government Expenditure on the Environment: An Empirical Investigation, Ecological Economics 91, 48-56.

۱۴- برقی اسکویی، محمد مهدی، ۱۳۸۷، آثار آزادسازی تجاری بر انتشار گازهای گلخانه‌ای (دی اکسید کربن) در منحنی زیست محیطی کوزنتس، تحقیقات اقتصادی، ۸۲، صص ۲۱-۱.

۱۵- نصراللهی، زهرا و غفاری گولک، مرضیه، ۱۳۸۸، توسعه اقتصادی و آلودگی محیط زیست در کشورهای عضو پیمان کیوتو و کشورهای آسیای