مقاله پژوهشی

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و پنجم، شماره دو، اردیبهشت ماه ۱۴۰۲(۲۶-۱۵)

بررسی تاثیر مصرف انرژی و رشد اقتصادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن: داده‌های تابلویی فضایی

هدایت حسین زاده [*1]

hedhus@pnu.ac.ir

مهدی مرادی [1]

تاریخ دریافت: ۹۷/۸/۳۰ **تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۰/۲**

چکیده

زمینه و هدف: از آنجا که مصرف روز افزون انرژی‌های فسیلی به صورت روزمره افزایش یافته است و مصرف انرژی و به تبع آن انتشار گازهای گلخانه‌ای مشکلات زیادی را در جهان از جمله بالا رفتن سریع دما ایجاد کرده است. لذا مطالعه تاثیر ابعاد اقتصادی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای ازاهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. در این مطالعه به بررسی تاثیر مصرف انرژی و رشد اقتصادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای منطقه منا طی دوره ۲۰۱۴- ۱۹۹۵ با در نظر گرفتن اثرات همسایگی پرداخته می‌شود. زیرا انتشار گازهای گلخانه‌ای در هر کشور نه تنها تابعی از عوامل موجود در داخل کشور بوده، بلکه تابعی از کشورهای همسایه نیز می‌باشد.

روش بررسی: به منظور بررسی تاثیر مصرف انرژی، رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسیدکربن برای کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا ابتدا از آزمون LM برای بررسی وجود وابستگی فضایی استفاده شد و سپس مدل تحقیق با استفاده از روش رهیافت داده‌های تابلویی فضایی مورد تخمین قرار گرفت.

یافته‌ها: یافته‌های حاصل از برآورد مدل نشان می‌دهد که اثرات همسایگی در مدل مورد مطالعه تایید شده است. همچنین نتایج بیانگر این است که متغیر لگاریتم مصرف انرژی دارای تاثیر مثبت و معنی‌داری بر انتشار CO_2 دارد. متغیر لگاریتم درآمد سرانه دارای تاثیر مثبت و معنی‌دار و متغیر مجذور لگاریتم درآمد سرانه دارای تاثیر منفی و معنی‌داری بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارند.

بحث و نتیجه گیری: براساس نتایج تحقیق فرضیه زیست محیطی کوزنتس برای کشورهای مورد بررسی برقرار می‌باشد. بنابراین می‌توان کاهش مصرف انرژی را به عنوان راهی جهت کاهش آلودگی پیشنهاد نمود. با در نظر گرفتن اثر تکنولوژی، دو راهبرد می‌تواند مطرح شود: یکی ارتقای فن‌آوری استفاده از انرژی‌های فسیلی جهت افزایش کارایی انرژی و کاهش آلودگی و دیگری استفاده بیشتر از حامل‌های انرژی تجدیدپذیر و سوخت‌های پاک می‌باشد.

واژه های کلیدی: مصرف انرژی، رشد اقتصادی، انتشار دی‌اکسیدکربن، داده‌های تابلویی فضایی.

طبقه‌بندی: C33،JEL ، Q43، O44

۱- گروه اقتصاد، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. *(مسوول مکاتبات)

J. Env. Sci. Tech., Vol 25, No. 2, May, 2023

Evaluating the effects of energy and economic growth on Carbon dioxide emission (using spatial panel data)

Hedayat hossinzadeh[1*]
hedhus@pnu.ac.ir
Mahdi moradi [1]

Admission Date:December 23, 2019 Date Received: November 21, 2018

Abstract

Background and Objective: Energy is one of the most important inputs in production. Energy usage and energy diffusion of fossil fuels in process of production cause greenhouse gases (CO_2) emission and destruction of environment. According to the importance of issues like energy usage and economic growth, this paper, concerning the effects of proximity, evaluates the effects of energy usage and economic growth on emission of Carbon dioxide (CO_2) in MENA Zone countries during the period of 1994-2013. In every country, greenhouse gases (CO_2) emission is the function of not only domestic factors but also economic activities of neighboring countries.

Material and Methodology: In order to investigate the impact of energy consumption, economic growth and carbon dioxide emissions in the Middle East and North Africa, LM test was used to examine the spatial dependence between variables and then the research model was estimated using the spatial panel data approach.

Findings: The results of the model estimation indicate that proximity effect is verified in the model studying on. Also, the results show that log variable of energy usage has positive and significant effect on CO_2 emission. Log variable of income per capita affects CO_2 emission positively and significantly, and square log variable of per capita income has negative and significant effect on dependent variable.

Discussion and Conclusion: Based on the research results, the environmental hypothesis of Kuznets is accepted for the studied countries. Therefore, reducing energy consumption can be suggested as a way to reduce pollution. Taking into account the effect of technology, two strategies can be proposed: firstly, the improvement of the technology of using fossil energies to increase energy efficiency and reduce pollution, and secondly, the use of renewable energy carriers and clean fuels.

Key words: Energy Usage, Economic Growth, Carbon dioxide emission, spatial panel data.
JEL Classification: C33 ،Q43 ،O44

1- Department of Economic, Payame Noor University, Tehran, Iran. *(*Corresponding Author*)

مقدمه

موضوع انرژی یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین مسائل روز دنیا محسوب می‌شود و در بسیاری از معادلات سیاسی، اقتصادی و بین‌المللی نقش مهمی ایفا می‌کند. چرا که انرژی نیروی محرکه توسعه بوده و چرخ صنعت بدون آن از حرکت می‌ایستد. مصرف سوخت‌های فسیلی در انواع و اقسام مختلف آن، مواد آلاینده خطرناکی را تولید می‌کند که انباشت این مواد در جو زمین در طی ده‌ها سال هم اکنون به معضل جدی تبدیل شده است. مهم‌ترین این مواد گازهای گلخانه‌ای از جمله دی‌اکسیدکربن است که طی یک قرن گذشته باعث گرم شدن تدریجی کره زمین و پدید آمدن عوارض ناشی از آن شده است که هم اکنون از آن به عنوان تغییرات آب و هوا یاد می‌شود.

پیامدهای ناشی از تغییرات آب و هوا، همه کره زمین را تحت تأثیر خود قرار داده است. به طوری که، مباحث بسیاری در زمینه زیان‌های مورد انتظار گرمایش جهانی وجود دارد و اجماع گسترده‌ی علمی براین باور است که انتشارگازهای گلخانه‌ای خطرات قابل توجهی در ارتباط با تغییرات آب و هوا ایجاد می‌کند. از این رو، بسیاری از کارشناسان کاهش اساسی در میزان کربن و میلیاردها سرمایه‌گذاری برای کاهش خطرات ناشی از تغییرات عمده در محیط زیست را مورد تأکید قرار داده‌اند (۱).

انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از سوخت‌های فسیلی و سایر فعالیت‌های انسانی تهدیدی جدی برای افزایش دمای کره زمین هستند. تغییرات الگوی آب وهوا ممکن است محیط زیست و فعالیت‌های بشر را مختل کند و چون هوا و جو یک کالای عمومی جهانی است، بنابراین کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در هر کشور، منافع خارجی جهانی را در بردارد (۲).

گاز دی‌اکسیدکربن عمده‌ترین گاز تشکیل‌دهنده گازهای گلخانه‌ای اســت. مشکل انتشار CO_2 به طورمستقیم به استفاده از انرژی مرتبط است و همبستگی شدیدی بین استفاده از انرژی‌های فسیلی، انتشار CO_2و فعالیت‌های اقتصادی وجود دارد.

طی دهه‌های اخیر، انرژی در کنار سایر عوامل تولید نقش تعیین‌کننده‌ای در رشد اقتصادی کشورها داشته و اهمیت آن همچنان رو به افزایش است. وابستگی روز افزون به انرژی موجب تعامل این بخش با سایر بخش‌های اقتصادی شده و سرعت در روند رشد و توسعه اقتصادی را وابسته به سطح مصرف انرژی کرده است، به طوری که طی دهه‌های اخیر، رشد اقتصادی جهان و روند صنعتی شدن، موجب افزایش تقاضا و مصرف انرژی شده است. اما از آنجایی که بخش زیادی از این افزایش تقاضا از منابع فسیلی تأمین می‌شود و مصرف آن‌ها انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلوده شدن هوا را به همراه دارد، در نگاه اولیه به نظر می‌آید رشد اقتصادی سبب آلودگی زیست محیطی می‌شود (۳).

ارتباط میان مصرف انرژی، رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست، در سال‌های اخیر بحث‌های فراوانی را بین طرفداران محیط زیست و طرفداران رشد اقتصادی بوجود آورده است. بدین معنا که رشد اقتصادی نیازمند مصرف انرژی بالاتر بوده و باعث ایجاد آلودگی بیشتر (ناشی از مصرف انرژی) و تخریب محیط زیست می‌گردد. براین اساس طرفداران محیط زیست معتقدند برای بهبود وضعیت، باید روند رشد اقتصادی کند شود. در مقابل طرفداران رشد اقتصادی بر این باورند که رشد اقتصادی می‌تواند توام با کاهش آلودگی و افزایش کیفیت محیط زیست باشد. این موضو ع اخیراً در تئوری‌های رشد درون زا لحاظ شده است. وجود چنین اثری به خوبی در نوشتارهای منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC)[1]مورد بحث قرار گرفته است.

رشد اقتصادی و مصرف انرژی از عوامل مهم در خصوص منبع و منشأ اثرات زیست محیطی می‌باشند. زیرا از یک طرف، افزایش رشد اقتصادی، باعث استفاده بیش‌تر از منابع طبیعی می‌شود و از طرف دیگر تولید کالاهای با کیفیت پایین‌تر نیز آلودگی محیط‌زیست را افزایش می‌دهد، در این زمینه مطالعات زیادی انجام گرفته است، که از آن جمله می‌توان منحنی‌های زیست محیطی کوزنتس را نام برد. در اغلب این مطالعات از شاخص‌های کیفیت محیط‌زیست مختلف و روش‌های تخمین متفاوتی برای

1- environmental kuznets curve (EKC)

آزمون این فرضیه استفاده شده است. به طوری که نتایج مختلفی در مورد رد و یا عدم رد فرضیه زیست محیطی کوزنتس حاصل شده است. با توجه به این که فرضیه EKC مسیر توسعه یک اقتصاد را در مراحل مختلف در طول زمان نشان می دهد و یک رابطه بلندمدت است، این مسیر توسعه را می‌توان با استفاده از داده‌های مقطعی مربوط به مناطق مختلف در طول زمان مشاهده کرد که نشان‌دهنده میزان انتشار کشورهای مختلف با سطوح درآمدی متفاوت می‌باشد. بنا به این دلیل فرضیه EKC یک مسئله درون کشوری است، در حالی که بیشتر مطالعات تجربی با داده‌های بین کشوری به بررسی این فرضیه پرداخته‌اند (در مطالعات یاده شده، اثرات همسایگی بین کشورها بر میزان آلایندگی در نظر گرفته نشده است). اما به نظر می‌رسد تغییر درآمد سرانه در یک کشور منجر به تغییر در میزان کیفیت محیط‌زیست در سایر کشورها شود. به عبارت دیگر اثرات همسایگی بین کشورها در میزان آلایندگی آنها تأثیرگذار بوده که این مسئله در مطالعات تجربی مورد توجه واقع نشده است. لذا در راستای جبران خلأ مطالعاتی موجود، هدف اصلی این مطالعه، بررسی تاثیر رشد اقتصادی و مصرف انرژی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای منطقه منا طی دوره زمانی ۲۰۱۴ - ۱۹۹۵ با بهره‌گیری از رهیافت داده‌های تابلویی فضایی[1] می‌باشد.

سامان‌دهی مقاله به این صورت است که بعد از مقدمه، در بخش دوم به مروری بر مبانی نظری موضوع پرداخته شده و در قسمت سوم مطالعات تجربی تحقیق مورد بررسی قرار می‌گیرد. در بخش چهارم به صورت اجمالی به معرفی روش داده‌های تابلویی فضایی پرداخته شده و در قسمت پنجم مدل تحقیق و پایگاه داده‌های آماری معرفی می‌شود. نتایج تخمین مدل و تحلیل یافته‌های تحقیق در بخش ششم ارائه می‌شود. بخش هفتم و پایانی مقاله نیز به جمع‌بندی و نتیجه‌گیری کلی تحقیق اختصاص یافته است.

مروری بر مبانی نظری موضوع

بررسی رابطه بین متغیر درآمد سرانه حقیقی و شاخص‌های کیفیت زیست‌محیطیو یا آزمون فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس در سال‌های اخیر مورد توجه اقتصاددانان محیط‌زیست قرار گرفته است. از بعد نظری ارتباط بین درآمد سرانه حقیقی و شاخص‌های کیفیت زیست‌محیطی که در قالب منحنی زیست‌محیطی کوزنتس[2] مطرح می‌شود، در چارچوب سه اثر مقیاس[3]، اثر ترکیب[4] و اثر فنی و تکنولوژیکی[5] قابل بحث است. اثر مقیاس بیانگر تغییر در اندازه فعالیت‌های اقتصادی، اثر ترکیب مبین تغییر در ترکیب یا سبد کالاهای تولیدی و اثر فنی بیانگر تغییر در فن و شیوه تولید و تغییر به سمت استفاده از فناوری پاک است. به عبارت دیگر با افزایش رشد اقتصادی؛ از طریق اثرات مقیاس، آلودگی محیط‌زیست افزایش یافته در حالی که بر اساس اثرات ترکیب و اثرات فنی آلودگی کاهش پیدا می‌کند. بنابراین فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس بیانگر این است که با افزایش رشد اقتصادی در مراحل اولیه به دلیل غالب شدن اثر مقیاس بر دو اثر فنی و اثر ترکیب، آلودگی‌محیط‌زیست افزایش یافته و سپس در مراحل بعدی رشد آلودگی محیط‌زیست کاهش پیدا می‌کند. مطالعات متعددی پیرامون آزمون فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه صورت گرفته که از مهمترین این مطالعات می‌توان به مطالعات روالیون و همکاران (۲۰۰۰)، مدیسون (۲۰۰۶)، پاندیت و لاباند (۲۰۰۷)، سریاسی و پالما (۲۰۱۰)، لیو و همکاران[6] (۲۰۱۴)، مرکان و کاراکایا[7] (۲۰۱۵) و شیائو و همکاران[8] (۲۰۱۵) اشاره نمود، در اغلب این مطالعات از شاخص‌های کیفیت محیط‌زیست مختلف و روش‌های تخمین متفاوتی برای آزمون این فرضیه استفاده کرده و نتایج مختلفی در مورد رد و یا عدم رد فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس حاصل شده است. اکثر این مطالعات تجربی با فرض ثبات فضایی با استفاده از روش داده‌های تابلویی به تخمین فرم تابعی مشترک برای همه نواحی یا کشورها پرداخته‌اند. تنها تعداد کمی از

1- Spatial Panel Data
2- Environmental Kuznets Curve
3- Scale Effect
4- Composition Effect
5- Technique Effect
6- Liu and et al
7- Mercan and Karakaya
8- Xiao and et al

مطالعات به محاسبه وجود رابطه فضایی و ناپایداری فضایی در چارچوب EKC پرداخته اند. با این وجود، تجزیه و تحلیل‌های رابطه EKC برای نمونه‌های مورد مطالعه با استفاده از روش‌های معمول و متعارف اقتصادسنجی نظیر حداقل مربعات معمولی و روش‌های هم‌انباشتگی انجام گرفته و به موضوع تفاوت‌های فضایی محلی نپرداخته‌اند که حذف نادرست متغیرهای وقفه فضایی ممکن است منجر به ارائه نتایج تورش‌دار و ناسازگار شود. این وابستگی فضایی را می‌توان در یافته‌های لیو و همکاران (۲۰۱۴) مشاهده کرد. نتایج آنها نشان می‌دهد که در کل کشورهای نمونه مورد بررسی انتشار دی‌اکسیدکربن به صورت یکنواختی همراه با افزایش درآمد سرانه افزایش می‌یابد اما وقتی آنها تجزیه و تحلیل خود را محدود به کشورهای با درآمد بالا کردند یک رابطه U معکوس یافتند.

در بسیاری از مطالعاتی که در زمینه آزمون فرضیه زیست محیطی کوزنتس انجام شده است، آلودگی هوا و یا آب به عنوان متغیر وابسته و درآمد ملی سرانه، تراکم جمعیت و سایر متغیرهای اقتصادی و جمعیتی به عنوان متغیرهای توضیحی می‌باشند. از آنجا که درآمد سرانه به تنهایی نمی‌تواند تعیین کننده بهینه، از آلودگی در چارچوب مدل EKC باشد، لذا برخی از محققان به منظور تجزیه و تحلیل اقتصادی زیست محیطی، علاوه بر درآمد سرانه، متغیرهای دیگری را به مدل اضافه می‌کنند (۴).

مروری بر پیشینه تحقیق

در زمینه تاثیر مصرف انرژی، رشد اقتصادی و انتشار CO2 در خارج و داخل کشور مطالعات متعددی صورت گرفته است که در این بخش مهمترین این مطالعات مورد بررسی قرار می‌گیرد.

هرمن فیداگورو همکاران[1](۲۰۱۳) در مطالعهٔ خود با استفاده از روش اقتصاد سنجی فضایی به آزمون فرضیه زیست محیطی کوزنتس در کشورهای اروپایی طی سال‌های ۱۹۶۱-۲۰۰۹ پرداخته که نتایج حاصل، بیانگر پایداری در انتشار CO_2 درکشورهای اروپایی است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که انتشار سرانه CO_2، موجب افزایش محلی انتشارسرانهٔ CO_2 در کشور همسایه می شود.

اسکستینگ و همکاران[2](۲۰۱۴) به تجزیه وتحلیل فضایی انتشار CO_2 در استان‌های چین طی سال‌های ۱۹۹۱-۲۰۱۰ پرداخته اند آن‌ها با استفاده از مدل‌های داده‌های تابلویی فضایی عوامل موثر در میزان انتشار CO_2 رابررسی کرده ومتوجه شدند که تولید ناخالص داخلی در سطح استان و تراکم جمعیت تأثیر منفی و ساختار مصرف انرژی در بخش حمل و نقل اثری مثبت بر میزان انتشار CO_2 دارد.

مرکا و کاراکایا (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای به بررسی رابطه میان مصرف انرژی، رشد اقتصادی و انتشار CO_2در ۱۱ کشور OECD با استفاده از روش داده‌های تابلویی پویا پرداخته‌اند. نتایج حاصل از برآورد مدل نشان می‌دهد که مصرف انرژی تاثیر مثبت بر انتشار آلودگی داشته در حالی که رشد اقتصادی تاثیر منفی دارد. شیائو و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای به بررسی توزیع فضایی مصرف انرژی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در چین پرداختند.نتایج حاصل از برآورد مدل نشان می‌دهد که مصرف انرژی تاثیر مثبتی بر انتشار CO_2 داشته و همچنین همبستگی مثبت میان مصرف انرژی، انتشار آلودگی و رشد اقتصادی وجود دارد.

میرشجاعیان و رهبر (۱۳۹۰) با استفاده از داده‌های تلفیقی فضایی، منحنی فضایی زیست محیطی را برای دو آلایندهٔ دی‌اکسیدکربن و ذرات معلق برای کشورهای آسیایی در بازهٔ زمانی ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۷ برآوردکرده‌اند. یافته های آن‌ها نشان می-دهند که سرریز فضایی آلاینده‌های دی‌اکسیدکربن و ذرات معلق به ترتیب قادر به توضیح ۱۰ و ۱۷ درصد از تغییرات آلاینده‌ها درکشورهای آسیایی هستند. همچنین نتایج نشان دهندهٔ رابطه‌ای به شکل U معکوس میان درآمد سرانه و تولید سرانه دی‌اکسیدکربن و تولید ذرات معلق در هر متر مکعب است.

محمدزاده و همکاران (۵) با بهره‌گیری از مدل مختلط-خودرگرسیون فضایی[3]به آزمون فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس

1- Hermann Pythagore et al
2- Xueting Zhao et al
3- Spatial Auto Regressive (SAR)

در گروه کشورهای منطقه منا طی سال‌های ۲۰۰۹-۱۹۹۰ پرداخته اند. نتایج حاصل از برآورد مدل دلالت بر این دارد که متغیر لگاریتم درآمد سرانه تأثیر مثبت و مجذور لگاریتم درامد سرانه نیز تأثیر منفی و معنی‌دار بر انتشار سرانه گاز دی-اکسیدکربن در کشورهای مورد بررسی دارد. علاوه بر این متغیر تأخیر یا وابستگی فضایی نیز تأثیر مثبت و معنی‌دار بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن داشته که نشان می‌دهد با افزایش میزان مجاورت و همسایگی کشورها، انتشار گاز دی‌اکسید کربن در این قبیل کشورها افزایش و منحنی زیست محیطی کوزنتس و وجود اثرات فضایی برای گروه کشورهای مورد مطالعه تأیید می‌شود.

امامی میبدی و همکاران (۱۳۹۴) با استفاده از روش خودرگرسیون برداری (VAR) و روش همجمعی یوهانسون-جوسیلیوس رابطه بلند مدت بین رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست را در ایران در دوره ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۵ ارزیابی نموده‌اند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که در بلند مدت رشد اقتصادی و فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی بر انتشار آلودگی آب تأثیر مستقیم دارند. در حالی که آزادسازی تجاری با آن رابطه عکس دارد.

در جمع‌بندی مطالعات انجام یافته خارجی و داخلی می‌توان بیان کرد که در اغلب مطالعات آزمون فرضیه زیست محیطی کوزنتس از روش‌های متعارف و متداول اقتصادسنجی سری‌های زمانی و داده‌های تابلویی استفاده شده و اثرات همسایگی و مجاورت کشورها در میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای مورد توجه قرارنگرفته است. لذا وجه تمایز این مطالعه با بسیاری از مطالعات انجام شده قبلی،استفاده از داده‌های تابلویی فضایی با استفاده از شاخص آلودگی انتشار سرانهٔ CO_2 در کشورهای خاورمیانه به منظور آزمون فرضیه زیست محیطی کوزنتس می‌باشد تا اثر همسایگی در منحنی زیست محیطی کوزنتس بررسی شود.

روش‌شناسی تحقیق

روش مورد بررسی در این مطالعه، اقتصادسنجی فضایی است که در آن داده‌ها به صورت داده‌های تابلویی فضائی می‌باشند. داده-های تابلویی به صورت ترکیبی از داده‌های سری زمانی و مقطعی است که در آن امکان دارد، تعداد زیادی مقاطع در دوره زمانی کوتاه[1]و یا مقاطع زیاد در دوره زمانی طولانی[2]مورد بررسی قرار گیرد. تحلیل‌های تجربی در داده‌های تابلویی، نسبت به سایر داده‌ها دارای اهمیت بیشتری می‌باشند. برای نخستین بار آنسلین(۶) در سال ۱۹۸۸روش اقتصادسنجی را که در برگیرنده واقعیت‌های اقتصاد فضایی بود، مطرح کرد. وی بیان می‌کند که روش اقتصادسنجی متعارف که بر پایه فروض گاس- مارکف استوار است، برای مطالعات منطقه‌ای مناسب نیست؛ زیرا محقق در داده‌های مطالعات منطقه‌ای با دو پدیده و مشکل وابستگی فضایی میان مشاهدات و ناهمسانی فضایی در مدل مواجه می-شود(۷).

وابستگی فضایی یعنی مشاهده موقعیت مکانی i به سایر مشاهدات موقعیت‌های مکانی j بستگی داشته باشد. ناهمسانی فضایی که ناشی از روابط یا پارامترهای مدل است، با حرکت بر روی صفحه مختصات همراه با داده نمونه‌ای تغییر می‌کند. انسلین(۱۹۸۸) برای رفع مشکلات فوق، روش حداکثر درستنمایی را برای تخمین پارامترهای مدل بکار برد. در این مطالعه برای تعیین مکان و تشکیل ماتریس وزنی فضایی، از مجاورت و همسایگی استفاده می‌شود که منعکس کننده موقعیت نسبی یک واحد منطقه‌ای مشاهده شده در سطح مکان‌های جغرافیایی فضا، نسبت به واحدهای دیگر فضایی می‌باشد. یعنی برای کشورهایی که دارای همسایگی یا مجاورت با کشور موردنظر هستند، عدد یک و در صورت همسایه نبودن، عدد صفر قرار داده می‌شود. ماتریس‌های حاصل که همان ماتریس مجاورت می-باشند، ماتریس‌هایی متقارن هستند و عناصر قطر اصلی این ماتریس همیشه صفر می‌باشد.

در مدل‌های اقتصادسنجی فضایی از ماتریس وزنی فضایی یا ماتریس مجاورت برای نشان دادن تأثیر مشاهدات مجاور به عنوان متغیر توضیحی در مدل لحاظ می‌شود. برای تشکیل ماتریس مجاورت، روش‌های مختلفی وجود دارد که مجاورت خطی، رخ مانند، خطی دوطرفه، رخ مانند دو طرفه و ملکه مانند از مهمترین روش‌های تشکیل ماتریس مجاورت می‌باشند. در

1- Micro Panels

2- Macro Panels

ماتریس مجاورت، عناصر روی قطر اصلی برابر با صفر بوده و عناصر خارج از قطر اصلی در صورتی که کشورها مجاور و همسایه یکدیگر باشند مقدار یک را اختیار می‌کند. پس از تشکیل ماتریس مجاورت، در تخمین مدل بایستی از ماتریس استاندارد شده ماتریس مجاورت که به ماتریس وزنی فضایی[1] معروف است، استفاده نمود.

در این ماتریس، استانداردسازی بر اساس مجموع سطرهای ماتریس مجاورت صورت گرفته و هر یک از عناصر ماتریس مجاورت بر مجموع سطرهای ماتریس تقسیم می‌شود. ماتریسی که بدین ترتیب ایجاد می‌شود، ماتریس مجاورت استاندارد شده مرتبه اول نامیده می‌شود. با استاندارد کردن ماتریس مجاورت و ضرب آن در بردار متغیر وابسته، متغیر جدیدی حاصل می‌شود؛ که میانگین مشاهدات مناطق همسایه و مجاور را نشان داده و آن را در اصطلاح متغیر وقفه فضایی[2] می‌نامند. مدل داده‌های تابلویی فضایی یک مدل اقتصادسنجی فضایی است که هم وقفه فضایی متغیر وابسته و هم متغیرهای مستقل را شامل می‌شود. مدل پانل فضایی (SPDM[3])، را می‌توان به صورت روابط زیر تعریف نمود:

$$Y_{it} = \delta \sum_{j=1}^{N} w_{ij}\, Y_{it} + \alpha + \sum_{i=1}^{m} \beta_i\, X_{it} + \lambda_t + \varepsilon_{it} \qquad (۱)$$

$$Y_{it} = \delta W Y_{it} + X_{it}\beta + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}$$

$$Y_{it} = (I - \delta W)^{-1}(X_{it}\beta) + (I - \delta W)^{-1}\mu_i + (I - \delta W)^{-1}\lambda_t + (I - \delta W)^{-1}$$

به طوری که در این روابط Y_{it} متغیر وابسته منطقه i در دوره زمانی t، X_{it} بردار متغیرهای مستقل در دوره زمانی t، α بیانگر عرض از مبدا، پارامترθ مانند β بردار $K \times 1$ از ضرایب، μ_i اثرات ثابت فردی، λ_t اثرات زمانی ثابت می‌باشد.

علت استفاده از روش اقتصادسنجی فضایی این است که زمانی که محقق با داده‌ها و مشاهدات مکانی روبرو است، نمی‌توان از روش‌های متعارف تخمین زد زیرا باعث به وجود آمدن تورش می‌شود. داده‌هایی که دارای جزء مکانی هستند، وابستگی فضایی دارند یعنی داده‌های نمونه‌ای مشاهده شده در یک مکان مانند i وابسته به مقادیر مشاهده شده در مکان‌های دیگر مانند j است و برای این که این اثرات مجاورت و همسایگی لحاظ شود بایستی از مدل‌های اقتصادسنجی فضایی بهره جست.

معرفی مدل تحقیق و پایگاه داده‌های آماری

بر اساس مبانی نظری و مطالعات تجربی انجام شده نظیر مطالعه لیو و همکاران (۲۰۱۴) و مرکا و کاراکایا (۲۰۱۵) است که به صورت زیر ارائه شده است:

$$CO_{2it} = \alpha_i + \rho W CO_{2it} + X_{it}\beta + \varepsilon_{it} \qquad (۲)$$

درمعادله بالا CO_{2it} میزان انتشارسرانهٔ دی‌اکسیدکربن کشور i در دورهٔ زمانی t، X_{it} نیز برداری از متغیرهای مستقل از قبیل: درآمد سرانه، مربعات درآمدسرانه، مصرف انرژی و درجه باز بودن تجاری می‌باشد. α_i اثر انفرادی هر یک از کشورهای مورد مطالعه است. Wماتریس مجاورت استاندارد شده (n×n)، پارامتر ρ نشان دهندهٔ وجود وابستگی فضایی میان مشاهدات، β و ρ پارامترهایی برای تخمین هستند. معادله فوق با استفاده از روش فضایی تخمین زده می‌شود. شایان ذکر است که آمار و اطلاعات مربوط به این متغیرها از لوح فشرده شاخص‌های توسعه بانک جهانی (۲۰۱۴) برای دوره زمانی ۱۹۹۵- ۲۰۱۴ استخراج شده است.

تخمین مدل و تحلیل یافته‌های تحقیق

در مدل‌های اقتصادسنجی فضایی، بهتر است ابتدا آزمون‌های مربوط به وابستگی فضایی بررسی شده و در نهایت بیان شود مدل دارای اثرات همسایگی هست یا نه. سپس به برآورد مدل پرداخته شود. در این بخش، قبل از تخمین مدل[4] تحقیق، لازم است وابستگی فضایی مورد آزمون قرار گیرد. برای این منظور از

1- Weighting Spatial Matrix
2- Spatial Lag
3- Spatial Panel Data Model

۴- شایان ذکر است که نرم افزار مورد استفاده در این مطالعه برای تخمین مدل و انجام آزمون‌های مربوطه، نرم افزار Stata 14 می‌باشد.

آزمون LM استفاده شده است. نتایج آزمون LM در جدول (۱) ارائه شده است:

جدول ۱- نتایج آماره آزمون LM برای معنی‌دار بودن اثر وابستگی فضایی

Table 1. Statistical results of LM test for the significance of the effect of spatial dependence

مقدار آماره χ^2	درجه آزادی	ارزش احتمال
۳/۷۴	۱	۰/۰۵

منبع: محاسبات تحقیق

نتایج جدول فوق نشـــان می‌دهد فرضـــیه صـــفر مبنی بر عدم معنی‌داری وابستگی فضایی میان مشاهدات در سطح معنی‌دار ٪۵ رد گردیده و لذا وابستگی فضایی میان مشاهدات مورد تأیید قرار می‌گیرد. بنابراین این آزمون تایید کننده رابطه فضایی برای متغیر وابسته می‌باشد.

حال به منظور بررسی اثرات فضایی برای متغیر وابسته و مدل پانل فضایی با در نظر گرفتن وابستگی فضایی میان مشاهدات استفاده شده است. در این مدل، ابتدا ماتریس مجاورت یا همسایگی[1] برای ۲۰ کشور مورد بررسی در طی سال‌های ۲۰۱۴-۱۹۹۵ تشکیل گردیده، بدین ترتیب که برای کشورهای همسایه یا مجاور مقدار یک و برای کشورهای غیرمجاور مقدار صفر در نظر گرفته شده است. لذا ماتریس مجاورت، یک ماتریس متقارن ۲۰×۲۰ با عناصر روی قطر اصلی صفر و عناصر خارج از قطر اصلی صفر و یک می‌باشد. در مرحله بعد، به منظور تعریف ماتریس وزنی فضایی از ماتریس مجاورت استاندارد شده مرتبه اول[2] استفاده شده است. در این ماتریس، استانداردسازی بر مبنای مجموع هر یک از سطرهای ماتریس مجاورت صورت گرفته است. پس از تشکیل ماتریس وزنی فضایی، مدل تجربی تحقیق برآورد می‌شود. نتایج تخمین مدل به صورت جدول ۲ می‌باشد:

جدول ۲- نتایج حاصل از تخمین مدل فضایی داده‌های تابلویی

Table2. The results of spatial model estimation of panel data

متغیر	ضریب	مقدار آماره Z	ارزش احتمال
وقفه فضایی انتشار CO_2	-۰/۲۱	-۱۲/۵۸	۰/۰۰۰
لگاریتم تولیدناخالص داخلی	۰/۴۸	۳/۱۶	۰/۰۰۲
لگاریتم مجذور تولید ناخالص داخلی	-۰/۰۰۴	-۱/۴۶	۰/۱۷
درجه باز بودن تجاری	-۰/۰۸۶	-۴/۰۸	۰/۰۰۰
مصرف انرژی	۰/۱۳	۴/۷۶	۰/۰۰۰
عرض از مبدا	۰/۶۵	۰/۸۳	۰/۴
آزمون والد	۲۳۹۹/۱۶		۰/۰۰۰
ضریب وابستگی	-۰/۰۲	۱۵۸/۲۱	۰/۰۰۰
R^2	۰/۹۷		

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج برآورد مدل به روش خودرگرسیون فضایی داده‌های تابلویی نشان می‌دهد که لگاریتم وقفه فضایی انتشار دی‌اکسید کربن برابر با ۰/۲۱ بوده منفی و معنی‌دار می‌باشد. متغیر لگاریتم درآمد سرانه دارای تاثیر مثبت و معنی‌داری بر انتشار دی‌اکسیدکربن

۲- در تشـــکیل ماتریس مجاورت یا همســـایگی بر اســـاس مطالعات مدیسون (۲۰۰۶) و سریا سی و پالما (۲۰۱۰) کشورهای با مسافت کمتر از ۲۰۰۰ کیلومتر به عنوان کشورهای همسایه یا مجاور در نظر گرفته شده‌اند.

3- Standardized First Order Contiguity Matrix

است. یعنی با افزایش یک درصدی درآمد سرانه در این گروه کشورها، میزان انتشار سرانه دی اکسید کربن در حدود ۰/۴۸ درصد افزایش می‌یابد. علاوه بر این، متغیر مجذور لگاریتم درآمد سرانه نیز دارای تأثیرگذاری منفی و معنی‌دار بر انتشار سرانه دی اکسید کربن بوده که دلالت بر تأیید فرضیه U معکوس بین درآمد سرانه و انتشار سرانه گاز دی‌اکسید کربن می‌باشد. به عبارت دیگر، علامت‌های مربوط به متغیر درآمد سرانه و مجذور درآمد سرانه مطابق با انتظار بوده و فرضیه U شکل منحنی کوزنتس تایید می‌شود. نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج مطالعات مدیسون (۸) سانگ و همکاران (۹) و سریاسی و پالما[1] (۲۰۱۰) سازگار می‌باشد. همچنین مطابق با انتظار در گروه کشورهای مورد مطالعه، ضریب مصرف انرژی مثبت بوده که نشان دهنده آن است که افزایش رشد با افزایش در مصرف انرژی همراه بوده و به طور منطقی افزایش مصرف انرژی به افزایش انتشار آلودگی منتهی می‌گردد. بنابراین می‌توان کاهش مصرف انرژی را به عنوان راهی جهت کاهش آلودگی پیشنهاد نمود. البته سیاست‌های کاهش مصرف انرژی تنها راه تضمین سطح مطلوب کیفیت محیط‌زیست همگام با سطح مطلوبی از رشد اقتصادی و رفاه اجتماعی نمی‌باشد. با در نظر گرفتن اثر تکنولوژی، دو راهبرد می‌تواند مطرح شود: یکی ارتقای فن‌آوری استفاده از انرژی‌های فسیلی جهت افزایش کارایی انرژی و کاهش آلودگی (مانند جامد کردن کربن حاصل از احتراق) و دیگری استفاده بیشتر از حامل‌های انرژی تجدیدپذیر و سوخت‌های پاک، که در صورت افزایش بهای فرآورده‌های نفتی توجه به این راهکار جلب می‌شود.

به منظور کاهش آلودگی توسط رشد اقتصادی، سیاست‌های کاهش آلاینده‌ها باید هزینه‌های اولیه و کارایی سرمایه‌گذاری را در نظر گرفت. همچنین با تعیین مقیاس دقیق آلاینده‌های ایجاد شده توسط بخش‌های مختلف و در نظر گرفتن اثر تغییر فن‌آوری و تغییر روش تولید و تغییر سهم نسبی عوامل تولید، می‌تواند تحلیل مفصل‌تری را در مورد رابطه تولید و آلودگی فراهم نماید.

متغیر وابستگی فضایی تأثیر منفی و معنی‌دار بر انتشار گاز دی اکسید کربن داشته به طوری که ضریب برآورد شده برای این متغیر برابر با ۰/۰۲ می‌باشد. معنی‌دار بودن اثر متغیر وابستگی فضایی نشان می‌دهد که تنها ۲ درصد از تغییرات در تولید سرانه دی‌اکسیدکربن کشورهای منطقه منا از طریق سرریز فضایی این آلاینده از کشورهای همسایه به وجود می‌آید. معنی‌داری این ضریب، تاییدکننده اثر سرریز منطقه‌ای را در آلودگی هوا توسط کشورهای همسایه است.

متغیر درجه باز بودن تجاری نیز دارای تاثیر منفی و معنی‌دار بر انتشار CO_2 می‌باشد. یعنی باز بودن تجارت باعث ورود تکنولوژی‌های تولیدی به کشور شده که می‌تواند منجر به افزایش تولید گازهای گلخانه‌ای گردد. مطالعه جلیل و محمود[2](۲۰۰۹) و آکا (۲۰۰۸) ارتباط منفی میان درجه باز بودن تجاری و انتشار CO_2 را نشان می‌دهد.

همچنین مقدار ضریب تعیین برابر با ۰/۹۷ بوده که نشان می‌دهد در حدود ۹۷ درصد از تغییرات متغیر لگاریتم سرانه گاز دی‌اکسید کربن در گروه کشورهای مورد بررسی ناشی از تغییرات متغیرهای توضیحی و وابستگی فضایی (تأخیر فضایی) می‌باشد.

پس از تایید اثرات فضایی در مدل پانل، حال بهتر است مشخص شود که مدل با اثرات ثابت قابل قبول است یا اثرات تصادفی. برای این منظور از آزمون هاسمن فضایی استفاده می‌شود که نتایج آن در جدول ۳ گزارش شده است.

جدول ۳- نتایج آماره آزمون هاسمن فضایی

Table 3. Statistical results of spatial Hausman test

مقدار آماره χ^2	ارزش احتمال
۶/۶۳۵	۰/۰۰۰

منبع: محاسبات تحقیق

بر اساس نتایج به دست آمده، ملاحظه می‌شود که فرضیه صفر مبنی بر وجود خطای فضایی (اثرات تصادفی) رد شده و تخمین مدل به روش اثرات ثابت (وقفه فضایی) مورد تایید می‌باشد.

1- Ciriaci& Palma

2- Jalil & Mahmud

به عنوان نتیجه‌گیری کلی از نتایج تخمین مدل، می‌توان بیان کرد که منحنی زیست محیطی کوزنتس برای کشورهای منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا در سالهای ۲۰۱۳-۱۹۹۴ مورد تأیید قرار گرفته و بخشی از انتشار سرانه گاز دی‌اکسید کربن در این قبیل کشورها وابسته به اثر مجاورت و همسایگی آنها می‌باشد. به عبارت دیگر علاوه بر درآمد سرانه کشورها که عامل افزایش انتشار سرانه گازهای گلخانه‌ای و به ویژه دی‌اکسید کربن است، همسایگی و مجاورت کشورها نیز عامل دیگری بر انتشار سرانه گاز دی‌اکسید کربن می‌باشد. نکته قابل توجه در آزمون فرضیه زیست محیطی کوزنتس، معنی‌داری متغیر تأخیر فضایی است که نشان می‌دهد متوسط اثر همسایگی و مجاورت کشورها در انتشار سرانه گاز دی‌اکسید کربن در حدود ۰/۰۲ می‌باشد. لذا با افزایش مجاورت کشورهای مورد بررسی، انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در این کشورها افزایش یافته است.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری تحقیق

این مطالعه که با هدف بررسی تاثیر مصرف انرژی، رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسیدکربن برای کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا در دوره زمانی ۱۹۹۵- ۲۰۱۴ نجام شده است، از روش رهیافت داده‌های تابلویی فضایی جهت تخمین مدل استفاده شده است. نتایج حاصل از برآورد مدل نشان می‌دهد که متغیر درآمد سرانه دارای تاثیر مثبت و مجذور درآمد سرانه دارای تاثیر منفی بر آلودگی بوده که این نتایج نشان دهنده آن است که فرضیه زیست محیطی کوزنتس برای کشورهای مورد بررسی برقرار می‌باشد. نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج مطالعات مدیسون (۲۰۰۶)، سانگ و همکاران (۲۰۰۸) وسریاسی و پالما (۲۰۱۰) سازگار می‌باشد. همچنین مطابق با انتظار در گروه کشورهای مورد مطالعه، ضریب مصرف انرژی مثبت بوده که نشان دهنده آن است که افزایش رشد با افزایش در مصرف انرژی همراه بوده و به طور منطقی افزایش مصرف انرژی به افزایش انتشار آلودگی منتهی می‌گردد. بنابراین می‌توان کاهش مصرف انرژی را به عنوان راهی جهت کاهش آلودگی پیشنهاد نمود. البته سیاست‌های کاهش مصرف انرژی تنها راه تضمین سطح مطلوب کیفیت محـیط‌زیست همگام با سطح مطلوبی از رشد اقتصادی و رفاه اجتمـاعی نمی-باشد. با در نظر گرفتن اثر تکنولوژی، دو راهبرد می‌تواند مطرح شود: یکی ارتقای فن‌آوری استفاده از انرژی‌های فسیلی جهت افزایش کارایی انرژی و کاهش آلودگی (مانند جامد کردن کربن حاصل از احتراق) و دیگری استفاده بیشتر از حامل‌های انرژی تجدیدپذیر و سوخت‌های پاک، که در صورت افزایش بهای فرآورده‌های نفتی توجه به این راهکار جلب می‌شود.

متغیر وابستگی فضایی تأثیر منفی و معنی‌دار بر انتشار گاز دی اکسید کربن داشته به طوری که ضریب برآورد شده برای این متغیر برابر با ۰/۰۲ می‌باشد. معنی‌دار بودن اثر متغیر وابستگی فضایی نشان می‌دهد که تنها ۲ درصد از تغییرات در تولید سرانه دی‌اکسیدکربن کشورهای منطقه منا از طریق سرریز فضایی این آلاینده از کشورهای همسایه به وجود می‌آید. معنی‌داری این ضریب، تاییدکننده اثر سرریز منطقه‌ای را در آلودگی هوا توسط کشورهای همسایه است.

متغیر درجه باز بودن تجاری نیز دارای تاثیر منفی و معنی‌دار بر انتشار CO_2 می‌باشد. یعنی باز بودن تجارت باعث ورود تکنولوژی‌های تولیدی به کشور شده که می‌تواند منجر به افزایش تولید گازهای گلخانه‌ای گردد. مطالعه جلیل و محمود[1](۲۰۰۹) و آکا (۲۰۰۸) ارتباط منفی میان درجه باز بودن تجاری و انتشار CO_2 را نشان می‌دهد. همچنین مقدار ضریب تعیین برابر با ۰/۹۷ بوده که نشان می‌دهد در حدود ۹۷ درصد از تغییرات متغیر لگاریتم سرانه گاز دی‌اکسید کربن در گروه کشورهای مورد بررسی ناشی از تغییرات متغیرهای توضیحی و وابستگی فضایی (تأخیر فضایی) می‌باشد.

Reference

1. Stern, D. I. (2004). Energy and Economic Growth. Rensselaer Working Paper, No 0410.
2. Goldin, Janowinters, L. Alan (2000), Sustainable Development Economy, Abdolreza rkanuddin Eftekhari and Gholamreza Azad Aramaki,

1- Jalil& Mahmud

Commercial Printing and Publishing Company, Tehran. (In Persian)

3. Falahi, Firouz, Asgharpour, Hossein, Behbodhi, Daoud and Pournazmi, Simin (2019), Kuznets environmental curve test in Iran using LSTAR method, Energy Economics Studies Quarterly, No. 32, pp. 73- 93. (In Persian)
4. Flores, C., Flores-Lagunes, A., and Kapetanakis, D. (2009). Lessons from Quantile Panel Estimation of the Environmental Kuznets Curve. International Conference on Panel Data at the University of Bonn.
5. Mohammadzadeh, Parviz, Pashari, Majid and Akbari, Akram (2019), testing the Kuznets environmental hypothesis in MENA countries, the first international conference on econometrics, methods and applications, Islamic Azad University, Sanandaj branch, 6-4 Shahrivar. (In Persian)
6. Anselin, L. (1988). Spatial Econometrics, Methods and Models. Kluer Academic, Boston.
7. Asghari Ali, Akbari Nematolah (2010) Spatial Econometric Methodology; Theory and Application, Human Sciences Research Journal of Isfahan University, Volume 12, Number 1-2; pp 93-122. (In Persian)
8. Maddison, D. (2006). Environmental Kuznets curves: A spatial econometric approach. Journal of Environmental Economics and Management, 51, 218-230.
9. Song, T., Zheng, T., and Tong, L. (2008). An empirical test of the environmental Kuznets curve in China: A panel cointegration approach. China Economic Review, 19, 381-392.
10. Liu, G. (2006), A causality analysis on GDP and air emissions in Norway, Statistics Norway, Research Department, Discussion Papers No. 447.
11. Asghari Ali, Akbari Nematolah (2010) Spatial Econometric Methodology; Theory and Application, Human Sciences Research Journal of Isfahan University, Volume 12, Number 1-2; pp 93-122. (In Persian)
12. Abbaspour, Majid (2008), Energy, environment and sustainable development. Tehran: Scientific Publications of Sharif University of Technology, Volumes 1 and 2, first edition. (In Persian)
13. Akbostanci, E., TurutAsik, S. and Tunc, I. (2009). The relationship between income and environment in Turkey: Is there an environmental Kuznets curve? *Energy Policy*, 37, 861-867.
14. Alam, S., Ambreen, F., and Muhammad, B. (2007). Sustainable development in Pakistan in the context of energy consumption demand and environmental degradation. *Journal of Asian Economics*, 18, 825-837.
15. Amirtimori, Somia and Khalilian, Sadegh (2008), Economic growth and CO2 emissions in OPEC member countries: Kuznets environmental curve approach, Journal of Environmental Sciences, No. 7, pp. 161-172. (In Persian)
16. Ang, J.B. (2007). CO2 emissions, energy consumption and output in France. *Energy Policy*, 35, 4772-4778.
17. Barua, A., and Hubacek, K. (2007). Water Pollution and Economic Growth: An Environmental Kuznets Curve Analysis at The Watershed and State

Level, Sustainability Research Institute, School of Earth and Environment University of Leeds. Leeds LS2 9JT, UK, PP. 1-25.

18. Barua, A., and Hubacek, K. (2009). An empirical analysis of the environmental Kuznets curve for water pollution in India. International Journal of Global Environmental Issues, 9(2), 50-68.
19. Behbodhi, Daoud, Fallahi, Firoz and Bargi Golazani, Ismail (2008), Economic and social factors affecting the per capita emission of carbon dioxide in Iran (2009-2008), Journal of Economic Research, No. 90, pp. 1-17. (In Persian)
20. Burnett, J.W. (2009). Economic Growth and Environmental Degradation. University of Georgia, NO. 30602.
21. Chiang Lee, C., Chia, Y. and Hung Sun, C. (2010). The environmental Kuznets curve hypothesis for water pollution: Do regions matter? Energy Policy, 38, 12-23.
22. Human Development Report (2009), United Nation Development Program, UN.
23. Pejhoyan, Jamshid and Murad-Hashil, Nilofar (2006), Investigating the effect of economic growth on air pollution, Economic Research Quarterly, 7th year, No. 4, pp. 141-160. (In Persian)
24. Qun, B., and Peng, Sh. (2006). Economic growth and environmental pollution: a panel data analysis, Chapter, 15, 294-313.