فصلنامه علمی‌پژوهشی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی
سال هفتم، شماره بیست و هفتم، تابستان ۱۳۹۶ (۴۴-۲۹)

Quarterly Journal of Economic Growth and Development Research
Vol. 7, No. 27, June 2017 (29-44)

بررسی شبه پارامتریک رشد اقتصادی و شهرنشینی در انتشار گاز CO_2 (مطالعه موردی: کشورهای آسیایی)

محمدرضا لطفعلی‌پور[۱]، *مرتضی بستام[۲]

۱. استاد دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران

۲. دانشجوی دکتری توسعه اقتصادی دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران

(دریافت: ۱۳۹٤/۱۰/۲۰ پذیرش: ۱۳۹۵/۱/۳۰)

The Semi-Parametric Study of Economic Growth and Urbanization in CO_2 Emissions (Case Study: Asian Countries)

Mohammad Reza Lotfalipour[1], *Morteza Bastam[2]

1. Professor, Department of Economics, Ferdowsi University, Mashhad , Iran

2. Ph.D. Student of Economic Development, Ferdowsi University, Mashhad, Iran

(**Received:** 10/Jan/2016 **Accepted:** 18/April/2016)

چکیده:

بررسی ابعاد اقتصادی انتشار گازهای آلاینده و پیامدهای آن، خصوصاً در شرایط کنونی که حجم آن با روند صعودی در حال افزایش است، بسیار مهم می‌نماید و موجب گشته توجه بیشتری به منظور مقابله با آثار مخرب آن جلب شود. در مطالعه حاضر، اثرات رشد اقتصادی و شهرنشینی بر انتشار دی اکسید کربن جهت تحلیل وجود منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC) بررسی شده است. چارچوب مدل STRIPAT برای آزمون تشکیل شد و مدل‌های پارامتریک و شبه پارامتریک پانل دیتا با اثرات ثابت برای ۲۲ کشور آسیایی در دوره زمانی ۲۰۱۴-۲۰۰۰ برآورد گردید. با استفاده از اطلاعات موجود، علی‌رغم اینکه روش پارامتریک پانل دیتا وجود ارتباط U معکوس برای هر دو مدل مذکور را تأیید ننمود اما با استفاده از روش شبه پارامتریک پانل دیتا فرضیه EKC تنها برای متغیر رشد اقتصادی و انتشار گاز CO2 به اثبات رسید.

واژه‌های کلیدی: STRIPAT، مدل شبه پارامتریک، انتشار گاز CO_2، رشد اقتصادی و شهرنشینی.

طبقه‌بندی JEL: O44، Q52، C50.

Abstract:

Investigating economic aspects of pollutant emissions and their consequences, especially due to its increasing trend, is among important issues and accordingly in recent years much attention has been paid to its destructive impacts. In the present study, the impact of economic growth and urbanization on carbon dioxide emissions and existence of Environmental Kuznets Curve (EKC) is investigated. STRIPAT model framework was formed for the test and fixed impact parametric and semi-parametric panel data models were estimated for Asian countries from 2000 through 2014. Despite the fact that parametric panel data method didn't confirmed existence of inverted-U relationship for both models, but semi-parametric panel data confirmed EKC hypothesis just for economic growth and CO2 emissions variables.

Keywords: STRIPAT, Semi-Parametric Model, CO_2 Emissions, Economic Growth and Urbanization.
JEL: O44, Q52, C50.

* **نویسنده مسئول:** مرتضی بستام
E-mail: bastam.morteza@um.ac.ir

*Corresponding Author: Morteza Bastam

۱- مقدمه

کشورها خواهان رشد اقتصادی متوازن و توسعه پایدار هستند و این مستلزم برنامه‌ریزی برای کسب رشد اقتصادی بالا با کم‌ترین آثار سوء زیست محیطی است (صادقی و سعادت، ۱۳۸۳: ۱۶۳). در کنار نهاده‌های تولید از قبیل: سرمایه، نیروی کار و مواد اولیه، بخشی از محیط زیست نیز در تولید به کار می‌رود. بدین ترتیب با رشد اقتصادی یک کشور و گسترش همزمان تولید و مصرف انرژی، تهدیدهایی از قبیل تخریب منابع طبیعی و انتشار آلودگی نیز نمایان می‌شود و یک نوع جایگزینی میان رشد تولید و کیفیت محیط زیست صورت می‌گیرد. اما با توجه به اهداف برنامه‌هایی همچون "دستور کار ۲۱[1]" و "بیانیه هزاره[2]" برای تضمین توسعه پایدار، تخریب سرمایه‌های طبیعی نباید طی زمان افزایش یابد. بر این اساس بررسی ابعاد اقتصادی انتشار گازهای آلاینده و پیامدهای آن، خصوصاً در شرایط کنونی که حجم آن با روند صعودی در حال افزایش است، بسیار مهم می‌نماید (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۰۳). کشورهای توسعه نیافته و در حال توسعه خواهان رسیدن به رشد اقتصادی مطلوب برای گذار از شرایط موجود هستند. این موضوع اغلب به ایجاد زیان‌های زیست محیطی (مانند استفاده فزاینده از منابع طبیعی و انتشار حجم بیشتری از آلاینده‌ها) می‌انجامد (لطفلی‌پور و همکاران، ۱۳۹۱: ۸۵). تمرکز عمده این توجهات روی آلودگی‌های صنعتی به واسطه رشد بیش از اندازه اقتصادهای صنعتی بود. در واقع همزمان با اینکه هدف اصلی بسیاری از سیاست‌های اقتصادی، دستیابی به سطح رشد اقتصادی بالاتر می‌باشد، مخاطرات زیست محیطی ناشی از فعالیت‌های اقتصادی به یک موضوع مورد بحث تبدیل شد (امیر تیموری و خلیلیان، ۱۳۸۸: ۱۶۱).

با توجه به رابطه بین رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست، بدین معنا که رشد اقتصادی نیازمند مصرف انرژی بالاتر و در نتیجه باعث ایجاد آلودگی بیشتر (ناشی از مصرف انرژی) و تخریب محیط زیست می‌گردد لذا طرفداران محیط زیست معتقدند که برای بهبود وضعیت محیط زیست باید روند رشد اقتصادی کند شود (صادقی شاهدانی، ۱۳۹۵: ۱۴۱). این در حالی است که طرفداران رشد اقتصادی بر این باورند که رشد اقتصادی می‌تواند توأم با کاهش آلودگی و افزایش کیفیت محیط زیست باشد. وجود چنین اثری به خوبی در نوشتارهای منحنی زیست محیطی کوزنتس[3] مورد بحث قرار گرفته است (سلیمی‌فر و دهنوی، ۱۳۸۸: ۱۸۱). سیمون کوزنتس[4] در سال ۱۹۹۵رابطه درآمد سرانه و نابرابری درآمدی را به صورت یک رابطه U وارونه بیان می‌کند. او در مطالعه خود نشان می‌دهد که با افزایش درآمد سرانه، نابرابری درآمدی نیز در ابتدا افزایش می‌یابد و بعد از رسیدن به سطح معینی از درآمد- نقطه بازگشت[5]- شروع به کاهش می‌کند (نصرالهی و غفاری گولک، ۱۳۸۸: ۱۰۵). بر اساس فرضیه EKC، رشد اقتصادی همواره منجر به تخریب محیط زیست نمی‌گردد. از آن زمان به بعد مطالعات زیادی در زمینه بررسی صحت فرضیه کوزنتس برای کشورهای مختلف دنیا با سطوح متفاوت از رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست و برای آلاینده‌های متفاوت (اغلب گازهای گلخانه‌ای به ویژه CO_2) صورت گرفته است. اگر فرضیه EKC مورد تأیید قرار بگیرد در این صورت با توجه به ویژگی منحنی کوزنتس، رشد اقتصادی می‌تواند به جای اینکه تهدیدی برای محیط زیست باشد تبدیل به ابزاری برای بهبود کیفیت محیط زیست گردد (سلیمی‌فر و دهنوی، همان).

میزان انتشار گاز دی اکسید کربن در طی ۱۰ سال گذشته روندی رو به رشد داشته است. بدین صورت که در سال ۲۰۰۴ این میزان در کل جهان برابر ۲۹۱۴۳ میلیون تن است که بیشترین سهم انتشار این گاز با ۳۷ درصد متعلق به آسیا و اقیانوسیه است و بعد از آن آمریکای شمالی با ۲۵/۸ درصد، اروپا با ۲۵/۲ درصد، خاورمیانه با ۴/۹ درصد، آمریکای مرکزی با ۳/۶ درصد و در نهایت، آفریقا با ۳/۲ درصد می‌باشد. در سال ۲۰۱۴ میزان انتشار این گاز در کل جهان با رشد ۲۱/۸ درصدی نسبت به سال ۲۰۰۴ به مقدار ۳۵۴۹۹ میلیون تن رسیده است. این در حالی است که میزان انتشار CO_2در آمریکای شمالی و اروپا به ترتیب با کاهش ۵/۶ و ۹/۵ درصد روبه‌رو شده است. در حالی که آسیا و خاورمیانه به ترتیب با رشد ۵۵/۹ درصد و ۵۴/۳

---

۱. دستور کار ۲۱ (Agenda 21)، برنامه‌ای جهانی و مدون برای دستیابی به توسعه پایدار در قرن بیست و یکم است که سال ۱۹۹۲ (۱۳۷۱ خورشیدی) در ریودوژانیرو به تصویب رهبران جهان رسید. دستور کار ۲۱ الگویی مطلوب برای توسعه اقتصادی و ارتقاء کیفیت زندگی نسل حاضر بوده، بدون اینکه نسل آینده را از منابع طبیعی محروم سازد و در کنار مسائل اقتصادی، به مسائل اجتماعی و زیست محیطی نیز توجه داشته و برای آنها راه حل ارائه می‌نماید.

2. Millennium Statement

3. Environmental Kuznets Curve

4. Simon Kuznets

5. Turning Point

درصد بیشترین رشد را در طی این ده سال بـه خـود اختصـاص داده‌اند (گزارش بانک جهـانی، ۲۰۱۵). بـا توجـه بـه مشـکلات زیست محیطی که در سال‌های اخیر بـه وجـود آمـده اسـت در مطالعه حاضر به طـور تجربـی از آزمـون فرضـیه EKC بـرای انتشار CO_2 استفاده شـده اسـت. ایـن مطالعـه، اولـین مطالعـه تجربی است که به طور همزمان به بررسی فرضیه EKC برای انتشار CO_2 مرتبط با رشد اقتصادی و شهرنشینی در چـارچوب رگرسیون با تأثیرات تصادفی بر جمعیت، درآمد و تکنولـوژی بـا استفاده از روش‌های پارامتریک و شبه پارامتریک می‌پـردازد. در ادامه، در قسمت دوم مبانی نظری و معرفـی فرضـیه کـوزنتس بیان می‌شود. بخش سوم به شرح مختصری از پیشینه مطالعات اختصاص دارد. در قسـمت چهـارم متـدولوژی و روش تحقیـق، بخش پنجم یافته‌های تحقیق و در نهایت در بخش ششم بحث و نتیجه‌گیری ارائه می‌گردد.

۲- مبانی نظری

دی اکسید کربن و اکسیدهای سولفور دو نوع مهم از آلاینده‌هـا هستند که در ادبیات بیشتر مورد اسـتفاده قـرار گرفتـه‌انـد. دی اکسید کربن نقشـی کـانونی در بحـث‌هـای کنـونی مـرتبط بـا حمایت از محیط زیست و توسعه پایدار ایفا می‌کند و بـه عنـوان عامل اصلی گرمایش جهانی تشخیص داده شده اسـت. ایـن دو گاز مستقیماً به استفاده از انرژی، که عامـل اساسـی در اقتصـاد جهانی برای تولید و مصرف می‌باشد، مـرتبط هسـتند. بنـابراین رشد اقتصادی و انتشـار ایـن گازهـا کاربردهـای مهمـی بـرای سیاست‌های اقتصادی و زیست محیطی دارد.

در اوایل دهه نود میلادی تحولی در نگرش‌های پیشین رخ داد که در بسیاری از مفاهیم بنیادین و مباحث مربوط به توسـعه پایدار تجدید نظر کرد. در این دوره بحث ایـن بـود کـه چگونـه می‌توان بدون ایجاد خطر برای محیط زیست به رشد اقتصـادی دست یافت. در این راستا نظریه خوش بینانه اکولـوژیکی وجـود داشت که طبـق آن سـریع‌تـرین مسـیر بهبـود کیفیـت محـیط زیست، رشد اقتصادی است. از این رو با وجود همبستگی میـان درآمد و پذیرش معیارهای حمایت محیط زیسـت در بلندمـدت، مطمئن‌ترین راه برای بهبود محیط زیست ثروتمند شدن اسـت. درآمدهای بالاتر تقاضا برای کالاهـا و خـدماتی کـه مـواد خـام کم‌تری را به کار می‌برند، افزایش می‌دهد و هـم‌زمـان افـزایش تقاضای معیارهای حمایت از محـیط زیسـت صـورت مـی‌گیـرد (گالئوتی و همکاران[1]، ۲۰۰۶: ۱۵۲). در مقابله با محدودیت‌های رشد، شافیک و بندیوپدیا[2] (۱۹۹۲: ۱۰) بیان کردند کـه تخریـب محیط زیست در اثر فعالیت‌های اقتصادی بیشتر، بر پایه فـرض ثبات فناوری، سلیقه‌ها و سرمایه‌گذاری زیسـت محیطـی اسـت. اما با افزایش درآمد تقاضای بهبود کیفیت محیط زیست افزایش خواهد یافت و منابع بیش‌تری برای سرمایه‌گذاری وجود خواهـد داشت. این استدلال شواهدی را تعیین کرد که روند رشد و آثـار زیست محیطی می‌توانند از یکدیگر جدا شود. این دیدگاه، رشـد سریع اقتصادی را همراه با سیاست زیست محیطی فعال در نظر می‌گیرد. اما این بحث به دلیـل کمبـود شـواهد ناشـی از عـدم موجودی داده‌های زیست محیطی، برای مدت طولانی تنهـا بـه صورت نظری باقی ماند (لطفعلی‌پور و همکاران، ۱۳۹۱: ۸۵).

۲-۱- منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC)

در سال‌های گذشته مطالعات متعددی ارتباط U شکل معکوس، بین رشد درآمد سرانه و تخریب محیط زیست را بیان داشته‌انـد. این ارتباط آماری متأثر از کارهـای سـایمن کـوزنتس در شـکل ارتباطی بین درآمد و نابرابری، به نام منحنـی زیسـت محیطـی کوزنتس (EKC) معروف شده است. این منحنی بیان مـی‌کنـد که در مراحل آغـازین رشـد، تخریـب محـیط زیسـت افـزایش می‌یابد. اما با رسیدن به یک حد آسـتانه‌ای شـروع بـه کـاهش یافتن می‌کند. در واقع پس از اینکه درآمد سرانه از یـک حـدی گذشت (با رشد اقتصادی) تخریب محیط زیست کم‌تر مـی‌شـود و کیفیت محیط زیست دوباره شروع به افزایش مـی‌کنـد (دیـن محمدی، ۱۳۸۳: ۸۱). تحلیل تجربی فرضیه EKC را می‌تـوان به صورت مدل تئوریک ساده‌ای که توسط آندرونی و لوینسون[3] (۲۰۰۱: ۲۶۹) مطرح شده، شرح داد. بسیاری از اقتصاددانان قبل از آندرونی و لوینسون، سعی در تحلیـل ایـن فرضـیه از طریـق اقتصاد خرد داشتند. دیدگاه مشترک تمـامی آنهـا در ارتبـاط بـا مفهوم ایـن منحنـی و اسـتدلال تمـامی آنهـا بـر پایـه مسـئله حداکثرسازی مطلوبیت یک مصرف کننده بوده است. آنها بیـان کردند کـه تـابع مطلوبیـت مصـرف کننـده از دو جـزء تشـکیل می‌شود، این دو جزء شـامل مطلـوبیتی کـه از مصـرف کـالای استاندارد حاصل می‌شود و عدم مطلوبیتی که به موجب آلـودگی حاصل از مصرف پدید می‌آید، می‌باشد؛ به طوری که:

1. Galeotti et al. (2006)
2. Shafik & Bandyopadhyay (1992)
3. Andreoni & Levinson (2001)

$$U=U(C, P)$$
$$U_c > 0, U_p < 0 \qquad (۱)$$

که در آن: (C) مصرف کالای خصوصی، (P) آلودگی و (U) تابع مطلوبیت شبه مقعر برای مصرف کالای خصوصی و آلودگی می‌باشد.

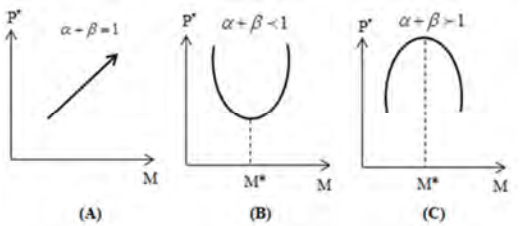
در این رابطه مصرف کالا از یک سو موجب افزایش مطلوبیت مصرف کننده و از سوی دیگر به دلیل ایجاد آلودگی سبب کاهش آن می‌شود. در نهایت با استفاده از حداکثرسازی و قاعده لاگرانژ رابطه زیر به دست می‌آید.

$$P^*(M) = \frac{\alpha}{\alpha+\beta} M \left(\frac{\alpha}{\alpha+\beta}\right)^{\alpha} \left(\frac{\alpha}{\alpha+\beta}\right)^{\beta} M^{\alpha+\beta} \qquad (۲)$$

رابطه (۲)، رابطه بین درآمد و آلودگی را نشان می‌دهد. بر اساس این معادله شکل تابع آلودگی و چگونگی ارتباط بین درآمد و آلودگی به شیب معادله و مقدار پارامترهای α و β بستگی دارد.

$$\frac{\delta P^*}{\delta M} = \frac{\alpha}{\alpha+\beta} - (\alpha+\beta)\left(\frac{\alpha}{\alpha+\beta}\right)^{\alpha}\left(\frac{\alpha}{\alpha+\beta}\right)^{\beta} M^{\alpha+\beta-1} \qquad (۳)$$

بر طبق رابطه (۳)، اگر تلاش‌ها و فعالیت‌های انجام شده برای کاهش آلودگی بازدهی ثابت به مقیاس داشته باشد، $\alpha + \beta = 1$ و شیب منحنی $\left(\frac{\delta P^*}{\delta M}\right)$ ثابت و منحنی آلودگی به صورت یک خط با شیب مثبت است. از آنجا که $\beta \geq 0$ و $\alpha \geq 0$، بنابراین P^* هم‌زمان با افزایش M افزایش می‌یابد (نمودار ۱، A). اگر تلاش‌ها و فعالیت‌ها برای کاهش آلودگی، بازدهی نزولی نسبت به مقیاس داشته باشد، $\alpha + \beta < 1$ و منحنی نسبت به مبدأ محدب است (نمودار ۱، B). در نهایت اگر فعالیت‌های کاهش آلودگی، بازدهی صعودی نسبت به مقیاس داشته باشد $(\alpha + \beta > 1)$ و منحنی نسبت به مبدأ مقعر است (نمودار ۱، C). در این صورت تا سطح درآمدی مشخص، افزایش درآمد به آلودگی بیش‌تر منجر می‌شود و پس از آن سبب کاهش آلودگی می‌شود. این همان فرضیه زیست محیطی کوزنتس است (محمدباقری، ۱۳۸۹: ۱۰۱).



نمودار ۱. رابطه بین درآمد و آلودگی
مأخذ: لطفعلی‌پور و همکاران (۱۳۹۱)

۳- پیشینه تحقیق

در این قسمت، ادبیات موضوع از دو دیدگاه رشد اقتصادی- انتشار گاز و شهرنشینی- انتشار گاز مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۳-۱- رشد اقتصادی و انتشار گاز

مطالعات تجربی بر روی فرضیه‌های EKC آلودگی-درآمد توسط پژوهش گروسمن و کروگر[1] (۱۹۹۴ و ۱۹۹۵) که اولین شواهد از وجود منحنی U معکوس مرتبط با شاخص‌های مشخص آلودگی و GDP برای ۴۲ کشور بود، صورت گرفت. بعد از این تحقیق وجود فرضیه EKC توسط تحقیقات هلتزیکین و سلدن[2] (۱۹۹۵)، استرن و همکاران[3] (۱۹۹۶) تأیید شد. این فرضیه برای انتشار دی اکسید کربن، توسط تحقیقات کافمن و همکاران[4] (۱۹۹۸)، لیست و گلت[5] (۱۹۹۹) تأیید شد و همچنین در تحقیقات سلدن و سانگ[6] (۱۹۹۴) فرضیه EKC برای انتشار چهار ذرات اصلی آلوده کننده هوا مورد تأیید قرار گرفت. در مطالعات بعدی از مدل‌های مقطعی یا پانل یا اطلاعات کشوری برای آزمون فرضیه EKC درآمد- آلودگی استفاده شد. روکا و همکاران[7] (۲۰۰۱) فرضیه EKC برای ۶ عنصر آلوده کننده هوا را به عنوان شاخص‌های کیفیت محیط زیست در کشور اسپانیا مورد بررسی قرار دادند و نتایج فقط فرضیه انتشار سولفور را مورد تأیید قرار داد. نتایج کول و همکاران[8] (۱۹۹۷) نشان داد که فقط آلاینده‌های محلی موجود در اتمسفر هوا با فرضیه سازگار هستند. استرن و کامان[9]

1. Grossman & Krueger (1994, 1995)
2. Holtz-Eakin & Selden (1995)
3. Stern et al. (1996)
4. Kaufmann et al. (1998)
5. List & Gallet (1999)
6. Selden & Song (1994)
7. Roca et al. (2001)
8. Cole et al. (1997)
9. Stern & Common (2001)

(۲۰۰۱) یک نمونه جهانی و یک نمونه جداگانه‌ای از درآمد بالای کشورهای OECD برای آزمون فرضیه انتشار سولفور را مورد بررسی قرار دادند و نتایج آنها وجود فرضیه در این کشورها را تأیید کرد. استرن (۲۰۰۶) از داده‌های پانل برای ۸۲ کشور در بازه زمانی ۱۹۹۰-۱۹۷۱ برای تأیید وجود فرضیه EKC برای انتشار سولفور را مورد بررسی قرار داد. هاربوق و همکاران[1] (۲۰۰۲) نشان دادند که وجود الگو منحنی U شکل معکوس به تغییرات کشورها، شهرها و دوره زمانی بسیار حساس است. مارتینز و همکاران[2] (۲۰۰۴) وجود فرضیه EKC را برای انتشار کربن در ۲۲ کشور عضو OECD مورد بررسی قرار دادند. جونیی[3] (۲۰۰۶) شواهدی از منحنی U شکل را نسبت به منحنی U شکل معکوس بین انتشار سولفور و GDP با استفاده از روش پانل برای استان‌های چین در بازه زمانی ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۵ مشاهده کرد. تائو و همکاران[4] (۲۰۰۸) با استفاده از داده‌های استانی از سال ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۵ رابطه درآمد-آلودگی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان دهنده وجود منحنی U شکل وارونه بین رشد اقتصادی و گازهای آلوده کننده است. آکبوستانسی و همکاران[5] (۲۰۰۹) با استفاده از داده‌های پانل در ترکیه بین سال‌های ۲۰۰۳-۱۹۶۸ هیچ شواهدی برای پذیرش فرضیه EKC برای انتشار کربن و بین سال‌های ۲۰۰۱-۱۹۹۲ برای انتشار سولفور نیافتند. فودها و زاغدود[6] (۲۰۱۰) شواهد و مدارکی از ناهمگونی در آلاینده‌های هوا و رشد اقتصادی یافتند. یافته‌های آنها نشان داد که یک منحنی U شکل معکوس بین انتشار سولفور و رشد اقتصادی و یک ارتباط افزایشی یکنواخت بین انتشار کربن و رشد اقتصادی برای تونس وجود دارد. فوستن و همکاران[7] (۲۰۱۲) بر اساس آمار بلندمدت از سال ۱۸۳۰، وجود فرضیه EKC برای انتشار کربن و سولفور را با رشد اقتصادی تأیید کردند. استیو و تاماریت[8] (۲۰۱۲) نشان دادند که بین انتشار کربن با درآمد در اسپانیا در بازه زمانی ۲۰۰۷-۱۸۵۷ رابطه منحنی U شکل وارونه وجود دارد. به طور مشابه صبوری و همکاران (۲۰۱۲) برای مالزی به همین نتایج رسیدند. لیائو و کائو[9] (۲۰۱۳) با استفاده از داده‌های پانل برای ۱۳۲ کشور نشان دادند که انتشار کربن سرانه به طور یکنواختی در سطح درآمدی پایین افزایش یافته است و بعد از افزایش درآمد در یک سطح معین، روند ثابتی به خود می‌گیرد. این نتایج تجربی به نمونه کشورها و دوره زمانی در نظر گرفته شده حساس هستند و نشان دادند که بیشتر واگرا هستند تا همگرا (استیو و تاماریت، ۲۰۱۲: ۲۱۴۸). همچنین برخی از مطالعات در سال‌های اخیر تلاش دارند تا پیوند درآمد-آلودگی را با ترکیب متغیرهای انرژی در تابع نشان دهند و بیشتر این یافته‌ها فرضیه EKC را تأیید می‌کند به عنوان مثال می‌توان از تحقیقات شهباز و همکاران (۲۰۱۲) برای پاکستان، بائک و کیم[10] (۲۰۱۳) برای کره، کوهلر[11] (۲۰۱۳) برای آفریقای جنوبی، صبوری و سلیمانی (۲۰۱۳) برای سنگاپور و تایلند، شهباز و همکاران (۲۰۱۳) برای رومانی، شهباز و همکاران (۲۰۱۴) برای بنگلادش یاووس[12] (۲۰۱۴) برای ترکیه نام برد. با توجه به برخی پیشرفت‌ها در این زمینه، هنوز کاملاً نمی‌توان ارتباط بین رشد اقتصادی و انتشار گاز را نشان داد.

۳-۲- شهرنشینی و انتشار گاز

کول و نومایر[13] (۲۰۰۴: ۵) رابطه بین شهرنشینی و دیگر فاکتورهای جمعیتی و کیفیت محیط زیست را در ۸۶ کشور با استفاده از داده‌های پانل و همچنین مارتینز و همکاران (۲۰۰۷: ۴۹۷) تأثیر رشد جمعیت بر انتشار کربن را در کشورهای عضو اتحادیه اروپا طی بازه زمانی ۱۹۹۹-۱۹۷۵ مورد بررسی قرار دادند. پومانی وونگ و کانکو[14] در بازه زمانی ۲۰۰۵-۱۹۷۵ و با استفاده از داده‌های پانل برای ۹۹ کشور نشان دادند که سطوح شهرنشینی بر مصرف انرژی و انتشار کربن تأثیرگذار است (پومانی وونگ و کانکو، ۲۰۱۰: ۴۳۴). ژانگ و لین[15] تأثیر سطوح شهرنشینی بر انتشار کربن را برای نواحی جنوب، مرکز و شرق کشور چین مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که این تأثیرها برای مناطق متفاوت است (ژانگ و لین، ۲۰۱۲:

1. Harbaugh et al. (2002)
2. Martínez et al. (2004)
3. Juni (2006)
4. Tao et al. (2008)
5. Akbostancı et al. (2009)
6. Fodha & Zaghdoud (2010)
7. Fosten et al. (2012)
8. Esteve & Tamarit (2012)
9. Liao & Cao (2013)
10. Baek & Kim (2013)
11. Kohler (2013)
12. Yavuz (2014)
13. Cole & Neumayer (2004)
14. Poumanyvong & Kaneko (2010)
15. Zhang & Lin (2012)

۴۸۸). هر چند دو و همکاران[1] یک سهم ناچیزی از سطوح شهرنشینی بر افزایش انتشار کربن در چین را نشان دادند (دو و همکاران، ۲۰۱۲: ۳۷۱). شارما[2] با استفاده از داده‌های پانلی برای ۶۹ کشور نشان داد که تأثیر شهرنشینی بر افزایش انتشار کربن برای کشورهای با درآمد بالا، متوسط و پایین منفی است (شارما، ۲۰۱۱: ۳۷۶). علاوه بر آن برخی از کارهای تجربی فرضیه EKC را بین فاکتورهای جمعیتی و کیفیت محیط زیست پیشنهاد کرده‌اند که این فرضیه رابطه U معکوس را بین شهرنشینی و انتشار کربن با استفاده از STRIPAT نشان می‌دهد (وانگ و همکاران[3]، ۲۰۱۶: ۱۱۸۲). مارتینز و همکاران تأثیر شهرنشینی را با توجه به ناهمگونی مراحل توسعه در بین کشورها مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که فرضیه EKC بین شهرنشینی و انتشار کربن وجود دارد (مارتینز و همکاران، ۲۰۱۱: ۱۳۴۴). ژو و همکاران[4] رابطه بین شهرنشینی و انتشار کربن را با استفاده از STRIPAT مورد بررسی قرار دادند که نتایج نشان دهنده منحنی U معکوس بین متغیرها در ۲۰ کشور بود (ژو و همکاران، ۲۰۱۲: ۸۴۸).

همچنین در ارتباط با مطالعات داخلی ترابی و همکاران در مقاله‌ای ارتباط بین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را با مصرف انرژی، درآمد و تجارت خارجی ایران برای دوره زمانی ۱۳۹۰-۱۳۵۰ و بر اساس منحنی زیست محیطی کوزنتس مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از آن است که مصرف سرانه انرژی، تولید ناخالص داخلی سرانه واقعی و درجه باز بودن اقتصاد تأثیری مثبت و معنی‌دار بر میزان انتشار سرانه گاز دی اکسید کربن دارند. همچنین نتایج نشان دهنده آن است که عدم تعادل در سطح انتشار گاز دی اکسید کربن پس از گذشت حدود دو سال به واسطه تغییر متغیرهای سطح مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی و درجه باز بودن اقتصاد تعدیل می‌شود (ترابی و همکاران، ۱۳۹۴: ۶۳).

فطرس و معبودی به بررسی رشد اقتصادی، مصرف انرژی و آلودگی هوا در ایران پرداختند. در مطالعه ایشان، وجود و جهت علّیت گرنجری بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار دی اکسید کربن بررسی شد. نتایج مطالعه آنها نشان می‌دهد که رابطه علّیت دو طرفه‌ای بین رشد تولید ناخالص داخلی و نشر دی اکسید کربن وجود دارد. همچنین، رابطه‌ای علّی از مصرف انرژی به نشر دی اکسید کربن یافت می‌شود (فطرس و معبودی، ۱۳۹۰: ۱۸۹).

فطرس و برزگر در مقاله‌ای با استفاده از رویکرد اقتصادسنجی داده‌های تلفیقی (پانلی)، اثر رشد اقتصادی، جمعیت شهری، درجه باز بودن اقتصاد و نابرابری درآمد بر انتشار گاز دی اکسید کربن برای کشورهای آسیای مرکزی (شامل ایران) طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۷ را مورد مطالعه، بررسی و آزمون قرار دادند. نتایج ایشان حاکی از آن بود که رشد اقتصادی اثر مثبت و معنی‌داری بر آلودگی هوا در کشورهای مورد نظر دارد و کشش پذیری انتشار گاز دی اکسید کربن تابعی افزایشی از ضریب جینی است (فطرس و برزگر، ۱۳۹۲: ۱۴۱).

بهبودی و همکاران با استفاده از روش علّیت گرنجر، به بررسی وجود یا فقدان رابطه علّی بین دی اکسید کربن، ارزش افزوده بخش صنعت و مصرف انرژی در ایران پرداختند. نتایج حاصل نشان داد که مصرف انرژی با انتشار دی اکسید کربن و ارزش افزوده بخش صنعت رابطه علّی دارد. به طوری که افزایش مصرف انرژی، در سال‌های مورد بررسی سبب افزایش انتشار دی اکسید کربن شده‌است. از سوی دیگر، افزایش مصرف انرژی سبب افزایش ارزش افزوده بخش صنعت و اشتغال نیز شده است (بهبودی و همکاران، ۱۳۹۰: ۳۳).

درگاهی و بهرامی غلامی عوامل مؤثر بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشورهای منتخب صنعتی و کشورهای صادرکننده نفت (اوپک) را بررسی کرده‌اند. نتایج حاکی از آن است که اولاً شکل U وارون منحنی زیست محیطی کوزنتس برای کشورهای مورد مطالعه از جمله ایران، مورد تردید است. ثانیاً، نسبت ارزش افزوده تولیدات کارخانه‌ای به GDP (شاخصی از توسعه صنعتی)، نسبت تجارت به GDP (شاخصی از اندازه تجاری و باز بودن اقتصاد)، و شدت انرژی (شاخصی از کارایی مصرف انرژی) از عوامل کلان انتشار بوده‌اند (درگاهی و بهرامی غلامی، ۱۳۹۰: ۷۳).

از دیگر مطالعات داخلی می‌توان به مداح و عبداللهی (۱۳۹۱)؛ مهرآرا و همکاران (۱۳۹۱)؛ غزالی و زیبایی (۱۳۸۸)؛ زیبایی و شیخ زین‌الدین (۱۳۸۸)؛ برقی اسکویی (۱۳۸۷)؛ پورکاظمی و ابراهیمی (۱۳۸۷)؛ صالح و دیگران (۱۳۸۸) و پژویان و مرادحاصل (۱۳۸۶) اشاره کرد.

1. Du et al. (2012)
2. Sharma (2011)
3. Wang et al. (2016)
4. Zhu et al. (2012)

٤- متدولوژی و روش تحقیق

در این تحقیق به منظور بررسی فرضیه زیست محیطی کوزنتس برای انتشار گاز CO_2 و ارتباط آن با سطح درآمد و شهرنشینی، مدل STRIPAT[1] استفاده می‌گردد. اهرلیچ و هولدرن[2] (۱۹۷۱)، مدل اثرات جمعیت، فراوانی درآمد و تکنولوژی (IPAT[3]) را برای محیط زیست ارائه نمودند. از آنجایی که این مدل شکل ساده‌ای است که در آن به طور جامع اثر زیست محیطی را بر زندگی افراد در نظر نمی‌گیرد و نمی‌تواند به صورت منفرد تعیین کند که کدامیک از عوامل بر محیط زیست اثر می‌گذارند، لذا با توجه به این محدودیت دایتز و روزا[4] (۱۹۹۷)، حالت تصادفی IPAT به نام STRIPAT را طراحی نمودند. در واقع مدل STRIPAT چارچوب مقداری و نسبی برای بررسی اثرات زیست محیطی می‌باشد. در این مدل:

$$I_i = aP_i^b A_i^c T_i^d \varepsilon_i \qquad (۴)$$

که I اشاره به اثرات زیست محیطی و P، A و T به ترتیب مربوط به عوامل جمعیت، فراوانی درآمد و تکنولوژی می‌باشد. ضرایب متغیرهای توضیحی به وسیله a، b و c نشان داده می‌شوند و d و ε خطای تصادفی را بیان می‌کند. اندیس i بیانگر مقاطع تحقیق است که در مطالعه حاضر مربوط به منتخب کشورهای آسیایی می‌باشد.

به منظور بررسی وجود EKC، یورک و همکاران[5] فرم درجه دوم عامل جمعیت و فراوانی درآمد را در قالب مدل STRIPAT به کار برده‌اند. فرم درجه دوم فراوانی درآمد که به وسیله تولید ناخالص داخلی سرانه اندازه‌گیری شده است، اشاره به تئوری اقتصادی در قالب یک منحنی U شکل معکوس دارد که وجود رابطه بین رشد اقتصادی و اثرات زیست محیطی را ارائه می‌دهد (آندرئونی و لوینسون، ۲۰۰۱: ۲۶۹). فرم درجه دوم متغیر جمعیت بر اساس درصد جمعیت شهرنشینی، بیان کننده تئوری‌های مدرنیزه شدن است که رابطه بین شهرنشینی و اثرات زیست محیطی را بیان می‌کند (مارتینز و همکاران، ۲۰۱۱: ۱۳۴۴).

بر اساس مطالب ذکر شده، دو مدل جداگانه STRIPAT برای صحت فرضیه زیست محیطی کوزنتس در معادله‌های (۵) و (۶) ارائه می‌گردد:

$$\ln CE_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln P_{it} + \beta_2 \ln A_{it} + \beta_3 \ln EI_{it} + \beta_4 UR_{it} + \beta_5 UR_{it}^2 + T_t + \varepsilon_{it} \qquad (۵)$$

$$\ln CE_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln P_{it} + \beta_2 \ln A_{it} + \beta_3 (\ln A_{it})^2 + \beta_4 \ln EI_{it} + \beta_5 UR_{it} + T_t + \varepsilon_{it} \qquad (۶)$$

در این معادلات جهت بررسی کشش‌ها تمامی متغیرها به جز متغیر شهرنشینی به صورت لگاریتم طبیعی تبدیل شده‌اند. بر اساس فرضیه EKC معادلات فوق‌الذکر به صورت جداگانه تخمین زده می‌شوند. بر این اساس، اندیس i بیان‌گر کشورها و t زمان است. CE_{it} مقدار انتشار CO_2 کشور i در سال t، A سرانه تولید ناخالص داخلی، P جمعیت کل، EI مصرف انرژی (متغیر کمکی جهت مضرات تکنولوژیکی برای محیط زیست)، UR سطح شهرنشینی، α_i اثرات ویژه هر کشور که در طول زمان ثابت است و T_t شوک‌های تصادفی برای هر یک از مقاطع می‌باشد. استرن (۲۰۰۴) از T_t به عنوان عامل تکنولوژیکی جهت کنترل انتشار آلودگی در طول زمان استفاده نموده است.

در چارچوب فوق‌الذکر، ابتدا وجود رابطه "درآمد–شهرنشینی" و انتشار CO_2 از طریق رگرسیون پارامتریک پانل دیتا با اثرات ثابت آزمون می‌گردد. بالتاجی و لی[6] (۲۰۰۲)، با معرفی محدودیت مدل‌های خطی، مدل شبه پارامتریک پانل دیتا با اثرات ثابت را معرفی و به انعطاف‌پذیری آن نسبت به مدل‌های رایج اشاره نمودند. لذا در ادامه کار جهت بررسی ارتباط بین "درآمد–شهرنشینی" و انتشار CO_2، مدل شبه پارامتریک پانل دیتا با اثرات ثابت به کار گرفته می‌شود که می‌تواند ویژگی‌هایی را که در توابع لحاظ نشده است را در نظر بگیرد (دسبوردس و وراردی[7]، ۲۰۱۲: ۲۵۸). معادلات (۷) و (۸) مدل‌های شبه پارامتریک جهت آزمون فرضیه EKC را توصیف می‌نمایند:

$$\ln CE_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln P_{it} + \beta_2 \ln A_{it} + \beta_3 \ln EI_{it} + f(UR_{it}) + T_t + \varepsilon_{it} \qquad (۷)$$

1. Stochastic Relative of Impacts of Population, Affluence and Technology
2. Ehrlich & Holdren (1971)
3. Impacts of Population, Affluence and Technology
4. Dietz & Rosa (1997)
5. York et al. (2003)
6. Baltagi & Li (2002)
7. Desbordes & Verardi (2012)

$$\ln CE_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln P_{it} + f(\ln A) + \beta_4 \ln EI_{it} + \beta_5 UR_{it} + T_t + \varepsilon_{it} \quad (۸)$$

در معادلات بالا f(•) در مدل غیرقابل شناسایی است. زیرا متغیرهای درآمد–شهرنشینی به صورت غیر خطی وارد مدل شده است و اثرات ناهمگن مشاهده نشده (اثرات ثابت α_i) می‌توانند با تفاضل‌گیری مرتبه اول حذف گردد. بر این اساس:

$$\ln CE_{it} - \ln CE_{it-1} = \beta_1(\ln P_{it} - \ln P_{it-1}) + \beta_2(\ln A_{it} - \ln A_{it-1}) + \beta_4(\ln EI_{it} - \ln EI_{it-1}) + [f(UR_{it}) - f(UR_{it-1})] + T_t - T_{t-1} + \varepsilon_{it} - \varepsilon_{it-1} \quad (۹)$$

$$\ln CE_{it} - \ln CE_{it-1} = \beta_1(\ln P_{it} - \ln P_{it-1}) + \beta_4(\ln EI_{it} - \ln EI_{it-1}) + \beta_5(UR_{it} - UR_{it-1}) + [f(A_{it}) - f(A_{it-1})] + T_t - T_{t-1} + \varepsilon_{it} - \varepsilon_{it-1} \quad (۱۰)$$

با توجه به مطالعه بالتاجی و لی (۲۰۰۲)، به منظور پیوستگی تخمین مدل تفاضل مرتبه اول، می‌توان تفاضل دنباله سری‌های $[f(UR_{it}) - f(UR_{it-1})]$ از رابطه (۶) و $[f(A_{it}) - f(A_{it-1})]$ از رابطه (۷) را به صورت زیر نوشت:

$$p^k(UR_{it}, UR_{it-1}) = [p^k(UR_{it}) - p^k(UR_{it-1})] \quad (۱۱)$$

$$p^k(\ln A_{it}, \ln A_{it-1}) = [p^k(\ln A_{it}) - p^k(\ln A_{it-1})] \quad (۱۲)$$

که $p^k(UR)$ و $p^k(\ln A)$ اولین k دوره یک دنباله از توابع $(p_1(UR), p_2(UR), \ldots)$ و $(p_1(\ln A), p_2(\ln A), \ldots)$ می‌باشد. در عمل، یک مثال رایج و شاخص از سری‌های p^k می‌توانند به صورت نواری (spline) باشند. با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی[1]، می‌توان ضرایب $\hat{\beta}$ و $\hat{\alpha}$ را تخمین زد و بر اساس رابطه (۸) و (۹) جزء اخلال برآورد گردد:

$$\hat{u}_{it} = \ln CE_{it} - \hat{\beta}_1 \ln P_{it} - \hat{\beta}_2 \ln A_{it} - \hat{\beta}_4 \ln EI_{it} - \hat{\alpha}_i = f(UR_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (۱۳)$$

$$\hat{u}_{it} = \ln CE_{it} - \hat{\beta}_1 \ln P_{it} - \hat{\beta}_4 \ln EI_{it} + \hat{\beta}_5 UR_{it} - \hat{\alpha}_i = f(\ln A_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (۱۴)$$

و در نهایت منحنی f(•) به راحتی می‌تواند به وسیله رگرس نواری[2] $\hat{u}_{it}$ بر روی UR_{it} در معادله (۱۳) یا $\ln A_{it}$ در معادله (۱۴) با استفاده از برخی تخمین زننده‌های ناپارامتریک استاندارد، برآورد گردد. در این تحقیق از روش رگرسیون B-spline با درجه ۴ =k[3] استفاده شده است[4].

هدف از این تحقیق بررسی شواهدی بر رابطه غیر یکنواخت بین متغیرهای درآمد– شهرنشینی با انتشار گاز دی اکسید کربن تحت فرضیه زیست محیطی کوزنتس می‌باشد. بدین منظور از داده‌های غیرمتعادل پانل دیتا[5] برای ۲۲ کشور آسیایی[6] از جمله ایران در دوره زمانی ۲۰۱۴–۲۰۰۰ استفاده شده است. آمار مربوط به داده‌ها و اطلاعات مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی، جمعیت کل و درصد جمعیت شهری به کل از گزارشات بانک جهانی و آمار مربوط به انتشار دی اکسید کربن از مؤسسه نفتی بریتانیا[7] (BP) استخراج گردیده است. متغیرهای به کار گرفته شده در جدول (۱) نشان داده شده است. لازم به توضیح است که همه متغیرها به جز درصد جمعیت شهرنشینی به کل جمعیت به صورت لگاریتم طبیعی تبدیل شده است. جهت برنامه‌نویسی، مدل با استفاده از نرم‌افزارهای STATA11 و Eviews 7 شکل گرفته است.

1. Ordinary Least Square

2. Spline Regression

۳. بالتاجی و لی (۲۰۰۲) در مقاله خود بیان می‌کنند که به وسیله سری pk می‌توان توابع نامشخص را برآورد کرد که در آن منظور از k تعداد اولین دنباله‌های سری مذکور می‌باشد. اینکه درجه k بایستی چه مقدار باشد تا منجر به همبستگی بالا گردد در مطالعه نیوسون (۲۰۰۱) به تفصیل توضیح داده شده است. اما در بسیاری از مطالعات خارجی درجه ۴ =k به عنوان یک درجه مطلوب مورد استفاده قرار گرفته است که محقق در این مطالعه نیز به کار برده است.

۴. برای مطالعه بیشتر در خصوص توضیح انواع رگرسیون‌های غیرخطی می‌توان به مطالعات لیبوئیس و وراردی (۲۰۱۳)، رویستون وسائوربری (۲۰۰۷) و نیوسون (۲۰۰۱) مراجعه نمود.

5. Unbalanced Panel Data

۶. در این تحقیق از آمار و اطلاعات کشورهای ایران، بنگلادش، چین، هنگ‌کنگ، هندوستان، اندونزی، ژاپن، قزاقستان، کره جنوبی، کویت، مالزی، پاکستان، فیلیپین، قطر، عربستان سعودی، سنگاپور، تایلند، ترکیه، ترکمنستان، امارات، ازبکستان و ویتنام استفاده شده است. لازم به توضیح است که آمار و اطلاعات دیگر کشورهای کوچک و کم اهمیت آسیایی به دلیل نبود و فقدان آن در دسترس نیست. لذا امکان استخراج و استفاده آن وجود ندارد.

7. British Petrelium

۵- یافته‌های تحقیق

با توجه به جدول (۱) از پنج متغیر در تحقیق حاضر استفاده شده است: لگاریتم انتشار دی اکسید کربن که بر حسب میلیون تن می‌باشد. حداکثر مقدار انتشار آن بین کشورهای مورد مطالعه متعلق به کشور چین و در سال ۲۰۱۴ و کمترین مقدار آن قطر برای سال ۲۰۰۰ است. لگاریتم مصرف انرژی که با lnEI به ازای ۱۰۰۰ واحد GDP نشان داده است دارای میانگین ۴/۹۴ می‌باشد. لگاریتم تولید ناخالص داخلی به قیمت‌های ثابت ۲۰۱۱ با lnA نشان داده شده است. بیشترین مقدار بین سال‌های مورد بررسی ۱۱/۰۶ و کمترین آن ۶/۰۲ است. لگاریتم جمعیت کل (lnP) دارای میانگین ۱۷/۴۸ برای ۲۲ کشور آسیایی است. در نهایت درصد جمعیت شهری به کل جمعیت (UR) نشان دهنده آن است که به طور میانگین ۶۲/۴۹ درصد کل افراد کشورهای مورد تحقیق در شهرها زندگی می‌کنند.

جدول ۱. معرفی متغیرهای به کار گرفته شده در تحقیق

متغیر	واحد اندازه‌گیری	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
lnCE	لگاریتم انتشار دی اکسید کربن (میلیون تن)	۵/۴۲	۱/۲۲	۳/۲۸	۹/۱۸
lnEI	لگاریتم مصرف انرژی (معادل نفت) به ازای ۱۰۰۰ واحد GDP (به قیمت ثابت سال ۲۰۱۱).	۴/۹۴	۰/۵۵	۳/۷۰	۶/۷۳
lnA	لگاریتم تولید ناخالص داخلی (به قیمت ثابت ۲۰۱۱)	۸/۴۶	۱/۵۴	۶/۰۲	۱۱/۰۶
lnP	لگاریتم جمعیت کل	۱۷/۴۸	۱/۸۱	۱۳/۲۹	۲۱/۰۳
UR	درصد جمعیت شهری به کل جمعیت	۶۲/۴۹	۲۴/۹۹	۲۳/۵۹	۱۰۰

مأخذ: گزارش بانک جهانی (۲۰۱۵)

جدول ۲. نتایج آزمون ریشه واحد بر روی متغیرهای مدل

		lnCE	lnEI	lnA	lnP	UR
ایم و پسران	سطح	-۰/۴۷ (۰/۳۲)	-۰/۶۹ (۰/۲۴)	۲/۱۸ (۰/۹۸)	۶/۱۴ (۱/۰۰)	۶/۶۰ (۱/۰۰)
	دیفرانسیل مرتبه اول	-۳/۶۶ (۰/۰۰)	-۲/۷۱ (۰/۰۰)	-۵/۰۷ (۰/۰۰)	-۷/۲۲ (۰/۰۰)	۹۱/۸۳ (۰/۰۰)
ADF	سطح	۷۲/۴۸ (۰/۲۹)	۵۴/۹۱ (۰/۱۲)	۲۹/۴۵ (۰/۹۵)	۴۱/۴۰ (۰/۵۸)	۳۳/۳۵ (۰/۷۶)
	دیفرانسیل مرتبه اول	۸۳/۷۷ (۰/۰۰)	۷۵/۶۲ (۰/۰۰)	۱۰۱/۰۱ (۰/۰۰)	۱۵۴/۰۴ (۰/۰۰)	۹۲/۱۵ (۰/۰۰)

* مقادیر داخل پرانتز ارزش احتمال آماره آزمون هستند.

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در ابتدا جهت بررسی پایایی داده‌ها، از روش ایم و همکاران[1] (۲۰۰۳) در کنار روش ADF[2] استفاده شده است و برای بررسی وجود روابط هم‌انباشتگی[3] نیز از روش پدرونی[4] (۲۰۰۴) و کائو[5] (۱۹۹۹) استفاده شده است. لازم به ذکر است که آزمون پدرونی، نسبت به سایر روش‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار است، زیرا پدرونی چندین آزمون برای هم‌انباشتگی ارائه کرده است که در آنها ضرایب و عرض از مبدأهای متفاوتی برای مقاطع در نظر گرفته شده است (پدرونی، ۲۰۰۴: ۵۹۷ و ۱۹۹۹: ۶۵۳).

نتایج آزمون ریشه واحد که بر روی تمام متغیرهای مدل انجام شده (جدول ۲) نشان می‌دهد که تمام متغیرهای مدل I(۱) هستند و با یک بار تفاضل‌گیری پایا خواهند شد. سیمز

1. Im et al. (2003)
2. Augmented Dickey Fuller
3. Co-Integration
4. Pedroni (2004)
5. Kao (1999)

(۱۹۸۰) و سیمز و همکاران[1] (۱۹۹۰) معتقدند که حتی اگر متغیرها دارای ریشه واحد باشند، نباید تفاضل آنها را در معادله رگرسیونی وارد نمود تا اطلاعاتی که نشان دهنده وجود رابطه هم‌انباشتگی میان متغیرهاست، از میان نرود. در جدول (۳) نتایج آزمون پدرونی (۲۰۰۴) با تمامی آماره‌ها و نیز نتایج آزمون هم‌انباشتگی کائو (۱۹۹۹) نشان می‌دهد که در تمامی سطوح معنی‌داری، فرضیه صفر عدم وجود رابطه هم‌انباشتگی رد شده است و می‌توان متغیرها را در سطح وارد مدل کرد.

همان‌طور که در بخش قبل توضیح داده شد، بایستی دو مدل تخمین انتشار CO_2- درآمد و تخمین CO_2- شهرنشینی جهت آزمون EKC برآورد گردد. اما به دلیل ماهیت ترکیبی داده‌ها، لازم است که ابتدا آزمون ترکیب‌پذیری داده‌ها انجام شود. نتیجه این آزمون پس از انجام ۲۲ رگرسیون مقید و یک رگرسیون نامقید و محاسبه آماره مربوطه، برای هر یک از مدل‌های تخمین آماره‌های F به ترتیب برابر ۳۲۵/۲۲ و ۳۳۸/۷۱ گردید که امکان ترکیب داده‌های ۲۲ کشور ذکر شده را تأیید می‌کند.

جدول ۳. نتایج آزمون هم‌انباشتگی پانلی

آزمون	مقدار آماره
هم‌انباشتگی کائو	-۵/۲۵
هم‌انباشتگی پدرونی (آماره PP)	-۱۰/۲۵
هم‌انباشتگی پدرونی (آماره PP موزون)	-۱۳/۵۲
هم‌انباشتگی پدرونی (آماره ADF)	-۵/۹۱
هم‌انباشتگی پدرونی (آماره ADF موزون)	-۷/۱۱

*ارزش احتمال در همه آزمون‌ها برابر (۰/۰۰) می‌باشد.

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۴. آزمون هاسمن جهت بررسی وجود اثرات ثابت و تصادفی

مدل	آماره کای دو	سطح احتمال	درجه وقفه
مدل انتشار CO_2- درآمد	۱۰/۷۲	۰/۰۱	۳
مدل انتشار CO_2- شهرنشینی	۵۰/۱۵	۰/۰۰	۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با انجام آزمون هاسمن، مقادیر آماره کای دو (χ^2) و سطح احتمال آن، فرض صفر مبنی بر وجود اثرات تصادفی را رد می‌کند و لذا اثرات موجود در داده‌های مدل‌ها از نوع ثابت است (جدول ۴).

نتایج تجربی برای مدل انتشار CO_2- درآمد در جدول (۵) ارائه شده است.

جدول ۵. تخمین پارامتریک و شبه پارامتریک مدل انتشار CO_2- درآمد

متغیرها	مدل پارامتریک		مدل شبه پارامتریک[2]	
	ضرایب	آماره t *	ضرایب	آماره t *
ثابت(c)	-۲۲/۹۷	(۰/۰۰)-۹/۴۹		
lnEI	۰/۵۷	(۰/۰۲)۲/۵۲	۰/۲۱	(۰/۰۳)۲/۱۷
lnA	۱/۳۳	(۰/۰۱)۳/۲۷		
LnA^2	۰/۴۳	(۰/۰۰)۷/۳۹		
lnP	۱/۰۱	(۰/۰۰)۲۰/۵۶	۰/۸۲	(۰/۰۰)۶/۲۵
UR	۰/۰۱۱	(۰/۰۳)۲/۲۸	۰/۰۴	(۰/۰۰)۷/۹۸
$\bar{R}^2$	۰/۸۵		۰/۴۲	
تعداد مشاهدات	۲۸۹		۲۶۷	

* اعداد داخل پرانتز سطح احتمال را نشان می‌دهند.

مأخذ: یافته‌های پژوهش

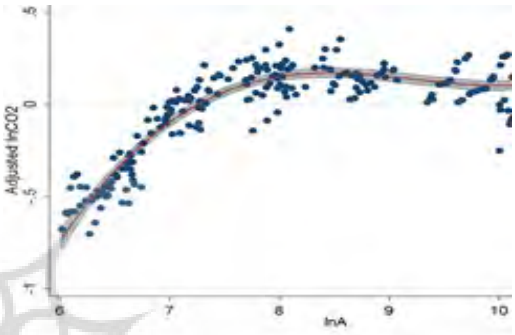
ستون اول جدول ۵، نتایج اثرات ثابت داده‌های تابلویی پارامتریک را در چارچوب فرضیه EKC نشان می‌دهد. یافته‌ها نشان دهنده معناداری بالای شدت مصرف انرژی و رابطه مثبت آن در انتشار آلودگی را در سطح ۵ درصد بیان می‌کند. به بیان دیگر افزایش یک درصدی در مصرف انرژی ۰/۵۷درصد میزان انتشار CO_2 را افزایش می‌دهد. متغیرهای جمعیت و شهرنشینی مانند آنچه در ادبیات موضوع و پژوهش‌های دیگر انجام شده است، رابطه مستقیم با آلودگی در سطح اطمینان ۹۵ درصد دارند. متغیرهای درآمد و فرم درجه دوم آن نیز تأثیر مستقیم بر افزایش انتشار CO_2 می‌گذارند که مطابق نتایج تحقیق در سطح خطای ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. بنابراین با

1. Sims et al. (1990)

۲. در قسمت متدولوژی و روش تحقیق بیان گردید که در روش رگرسیون نواری توابع f(•) که ناشناخته هستند و نیاز به تخمین دارند با توجه به روش رگرسیون نواری B- spline، متغیر ثابت با تفاضل‌گیری از میان می‌رود. همچنین در معادلات (۱۳) و (۱۴) از آنجایی که شکل رابطه‌ای هر یک از متغیرهای شهرنشینی و درآمد را بر سطح آلودگی می‌خواهیم آزمون نمائیم؛ لذا متغیر ناشناخته دیگر به کار گرفته نمی‌شود. از سوی دیگر در پانل پارامتریک برای فرم درجه دوم از مربع هریک از متغیرهای شهرنشینی و درآمد برای آزمون فرضیه کوزنتس استفاده شده است. اما از آنجایی که رگرسیون‌های نواری غیر خطی هستند نیازی به استفاده مربع متغیرهای مذکور نمی‌باشد.

استفاده از روش تخمین پارامتریک فرضیه منحنی کوزنتس برای کشورهای آسیایی تأیید نمی‌شود.

ستون دوم تخمین‌های متغیرهای کنترلی در مدل شبه پارامتریک پانل دیتا با اثرات ثابت را نشان می‌دهد. متغیر مصرف انرژی مانند آنچه انتظار می‌رود مثبت و در سطح ۵ درصد معنادار می‌باشد.



نمودار ۲. برازش جزئی درآمد و انتشار CO_2 مدل شبه پارامتریک

مأخذ: یافته‌های پژوهش

همچنین مدل شبه پارامتریک یک رابطه کاملاً معنادار برای جمعیت و شهرنشینی و اثر مثبت آن بر انتشار CO_2 را نشان می‌دهد. نکته حائز اهمیت در نمودار (۲) مربوط به برازش جزئی در رابطه با درآمد و انتشار CO_2 می‌باشدکه با توجه به مدل شبه پارامتریک به دست آمده است. شکل U معکوس که مربوط به فرضیه EKC است با استفاده از روش شبه پارامتریک به تأیید رسید. به عبارت دیگر در درآمدهای پایین کشورها به خصوص کشورهای در حال توسعه با درآمدهای پایین، همچنان که سطح درآمدیشان افزایش می‌یابد منجر به آلودگی هوا می‌شوند. و از آنجایی که تلاش این کشورها برای افزایش سطح درآمد خود می‌باشد، لذا بخش‌های متعدد اقتصادی آنها مانند بخش صنعت که غالباً در شهرها یا اطراف آن هستند آلودگی بیشتری تولید می‌کنند. بخشی از نمونه حاضر به کشورهای توسعه یافته مانند ژاپن، عدم انتشار آلودگی هوا را به مثابه کالای لوکس می‌پندارند. لذا با افزایش سطح درآمدی تقاضای آنان برای افزایش کیفیت محیط زیست ارتقا می‌یابد و راهکارها و سیاست‌های مناسب در جهت کنترل و کاهش آلودگی هوا را به کار می‌برند. حتی کشورهای با درآمد بالای نفتی مانند کشورهای توسعه یافته عمل نمی‌کنند و افزایش فعالیت آنها آلودگی و انتشار گاز بیشتر را به همراه دارد. نتایج تجربی برای مدل انتشار CO_2- شهرنشینی در جدول (۶) ارائه شده است.

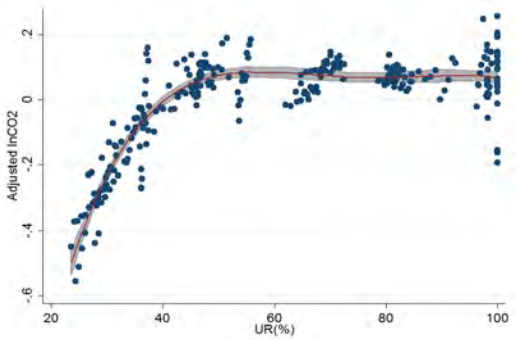
در بررسی فرضیه EKC برای شهرنشینی و انتشار CO_2، مدل پارامتریک نشان دهنده این است که همه متغیرها به جز شهرنشینی در سطح ۵ درصد معنی‌دار هستند. به عبارت دیگر افزایش هر یک از متغیرهای مصرف انرژی، درآمد و جمعیت منجر به افزایش انتشار آلودگی می‌گردد. همچنین تأثیر شهرنشینی و حالت درجه دوم آن مثبت و معنی‌دار است. اما به دلیل مثبت بودن ضریب UR^2 فرضیه زیست محیطی کوزنتس برای شهرنشینی و ارتباط U معکوس آن با انتشار دی اکسید کربن با روش پارامتریک مورد قبول واقع نمی‌گردد.

جدول ۶. تخمین پارامتریک و شبه پارامتریک مدل انتشار CO_2- شهرنشینی

متغیرها	مدل پارامتریک		مدل شبه پارامتریک	
	ضرایب	آماره t *	ضرایب	آماره t *
ثابت(c)	-۲۵/۰۸	-۱۲/۱۰ (۰/۰۰)		
LnEI	۰/۵۱	۲/۳۰ (۰/۰۳)	۰/۳۹	۳/۳۵ (۰/۰۳)
lnA	۰/۷۸	۷/۴۲ (۰/۰۰)	۰/۷۳	۹/۸۳ (۰/۰۰)
lnP	۱/۰۱	۲۳/۰۱ (۰/۰۰)	۱/۰۱	۸/۴۴ (۰/۰۰)
UR	۰/۰۱	-۳/۰۸ (۰/۰۲)		
UR^2	۰/۵۱	۲/۲۶ (۰/۰۴)		
$\bar{R}^2$	۰/۸۷		۰/۵۶	
تعداد مشاهدات	۲۸۹		۲۶۷	

* اعداد داخل پرانتز سطح احتمال را نشان می‌دهند.

مأخذ: یافته‌های پژوهش



نمودار ۳. برازش جزئی شهرنشینی و انتشار CO_2 مدل شبه پارامتریک

مأخذ: یافته‌های پژوهش

اما با توجه به روش شبه پارامتریک به کار رفته در ستون دوم جدول (۶) و نتایج آن، علاوه بر اینکه ارتباط مثبت متغیرهای مصرف انرژی، درآمد و جمعیت در سطح ۵ درصد اثبات می‌شود، فرضیه زیست محیطی کوزنتس برای ارتباط شهرنشینی و انتشار دی اکسید کربن با U معکوس در نمودار (۳) به طور کامل مصداق نمی‌یابد. زیرا با وجود آنکه در ابتدا با افزایش نسبت جمعیت شهرنشینی، انتشار آلودگی هوا افزایش می‌یابد، اما بعد از آنکه به حداکثر خود رسید، ارتباط این دو متغیر معکوس نمی‌گردد. بلکه نمودار تقریباً کاملاً با کشش می‌گردد و تغییرات و سهم شهرنشینی اثری بر میزان آلایندگی هوا ندارد.

٦- بحث و نتیجه‌گیری

در فرضیه زیست محیطی کوزنتس در ارتباط با شهرنشینی و انتشار CO_2 این نکته حائز اهمیت است که برخی از آلاینده‌های هوا مانند دی‌اکسید سولفور (SO_2) به دلیل ماهیت آنها پایداریشان در محیط زیست بیشتر است و لذا صدمه بیشتری به آن می‌زنند. در حالی که کاهش انتشار آلاینده‌هایی مانند CO_2 با بهبود کارایی و مدیریت انرژی بسیار مؤثر است. لذا پدیده شهرنشینی می‌تواند مفاهیم کلیدی نوگرایی[1] را بیان نماید. مفاهیمی که سهم آن را در بهبود مدیریت انرژی و مصرف آن پررنگ می‌سازد (مارتینز و همکاران، ۲۰۰۷: ۴۹۷). در بسیاری از کشورهای توسعه یافته شامل اروپا و شمال آمریکا، میانگین نرخ شهرنشینی در سال ۲۰۱۱ به ۷۷/۷ درصد رسیده است اما برای کشورهای آسیایی این میانگین تنها ۴۴/۴ درصد می‌باشد. بر این اساس آمار و اطلاعات بیشتر و همچنین متغیرهای دیگری که به طور مستقیم و غیر مستقیم بر سطح آلودگی و انتشار آلاینده‌ها تأثیر می‌گذارد، می‌تواند به طور صحیح و دقیق‌تر فرضیه EKC را مورد آزمون، نقد و بررسی قرار دهد.

در پایان می‌توان مدعی شد که با تغییرات بنیادین در ساختار اقتصاد جهانی که نتیجه آن ظهور ابرقدرت‌های جدید اقتصادی در آسیا یعنی هند و چین بوده است، تا چندی شاهد افزایش فزاینده انتشار دی اکسید کربن خواهیم بود که این قاره را به یکی از آلوده‌ترین مناطق جهان تبدیل خواهد کرد. هر چند که به دلیل ماهیت این گاز، آسیب‌های ناشی از انتشار آن متوجه اکوسیستم زمین می‌شود و آثار آن عملاً تمامی کشورها را در بر خواهد گرفت. اما پس از آن آلاینده دی اکسید کربن به مرور کاهش می‌یابد که منطبق با فرضیه EKC می‌باشد، که رابطه درآمد و انتشار آلودگی با استفاده از روش شبه پارامتریک مؤید این موضوع می‌باشد.

لذا غالب کشورها خواهان رشد اقتصادی متوازن و توسعه پایدار هستند و این مستلزم برنامه‌ریزی برای کسب رشد اقتصادی بالا با کم‌ترین آثار سوء زیست محیطی است. در کنار نهاده‌های تولید از قبیل: سرمایه، نیروی کار و مواد اولیه، بخشی از محیط زیست نیز در تولید به کار می‌رود. بدین ترتیب با رشد اقتصادی یک کشور و گسترش همزمان تولید و مصرف انرژی، تهدیدهایی از قبیل تخریب منابع طبیعی و انتشار آلودگی نیز نمایان می‌شود و یک جایگزینی میان رشد تولید و کیفیت محیط زیست صورت می‌گیرد. بر این اساس وجود پیمان‌های بین‌المللی درخصوص اتخاذ و اجرای سیاست‌های مؤثر و اندازه‌گیری ساختار بهینه صنعتی و پیشروی به سوی صنایع با تکنولوژی بالا (High-Tech) که تولید بیشتر آنها به دلیل کارایی بالا، کاهش آلودگی هوا و در نهایت حفظ محیط زیست را به همراه دارد، لازم و مفید می‌باشد.

1. Modernity

منابع

امیر تیموری، سمیه و خلیلیان، صادق (۱۳۸۸). "بررسی رشد اقتصادی و میزان انتشار گاز CO2 در کشورهای عضو اوپک: رهیافت منحنی زیست محیطی کوزنتس". *علوم محیطی*، دوره ۷، شماره ۱، ۱۷۲-۱۶۱.

برقی اسگویی، محمدمهدی (۱۳۸۷). "آثار آزاد سازی تجاری بر انتشار گازهای گلخانه‌ای (دی اکسید کربن) در منحنی زیست محیطی کوزنتس". *تحقیقات اقتصادی*، دوره۴۳، شماره ۸۲، ۲۱-۱.

بهبودی، داوود؛ کیانی، سیمین و ابراهیمی، سعید (۱۳۹۰). "رابطه علّی انتشار دی اکسید کربن، ارزش افزوده بخش صنعت و مصرف انرژی در ایران". *اقتصاد محیط زیست و انرژی*، شماره ۱، ۵۳-۳۳.

پژویان، جمشید و مرادحاصل، نیلوفر (۱۳۸۶). "بررسی اثر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا". *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی*، دوره ۷، شماره ۴، ۱۶۰-۱۴۱.

پورکاظمی، محمدحسین و ابراهیمی، ایلناز (۱۳۸۷). "بررسی منحنی کوزنتس زیست محیطی در خاورمیانه". *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، شماره ۳۴، ۷۲-۵۷.

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

درگاهی، حسن و بهرامی غلامی، مینا (۱۳۹۰). "عوامل مؤثر بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در اقتصادهای منتخب کشورهای صنعتی و کشورهای صادرکننده نفت (اوپک) و توصیه‌های سیاستی برای ایران: رویکرد داده‌های پانل". *اقتصاد محیط زیست و انرژی*، دوره ۱، شماره ۱، ۹۹-۷۳.

دین‌محمدی، مصطفی (۱۳۸۳). "*منحنی زیست محیطی کوزنتس، مروری بر ادبیات، نتایج و دلالت‌های آن*". مجموعه مقالات اولین سمینار تخصصی اقتصاد و منابع طبیعی، ۱۰۱-۸۱.

زیبایی، منصور و شیخ زین‌الدین، آذر (۱۳۸۸). "تنوع زیست محیطی و رشد اقتصادی: تحلیل مقطع کشوری (با تأکید بر کشورهای در حال توسعه)". *فصلنامه محیط شناسی*، دوره ۳۵، شماره ۴۹، ۷۲-۶۱.

سلیمی‌فر، مصطفی، و دهنوی، جلال (۱۳۸۸). "مقایسه منحنی زیست محیطی کوزنتس در کشورهای عضو OECD و کشورهای در حال توسعه: تحلیل مبتنی بر داده‌های پانل". *مجله دانش و توسعه*، دوره ۱۷، شماره ۲۹، ۲۰۰-۱۸۱.

صادقی، حسین و سعادت، رحمان (۱۳۸۳). "رشد جمعیت اقتصادی و اثرات زیست محیطی در ایران (یک تحلیل علّی)". *فصلنامه تحقیقات اقتصادی*، شماره ۶۴، ۱۸۰-۱۶۳.

صادقی شاهدانی، مهدی (۱۳۹۵). "تبیین تأثیرپذیری رشد اقتصادی از بهبود کارایی مصرف انرژی". *فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، دوره ۶ شماره ۲۴، ۱۵۱-۱۴۱.

صالح، ایرج؛ شعبانی، زهره؛ باریکانی، سیدحامد و یزدانی، سعید (۱۳۸۸). "بررسی رابطه علّیت بین تولید ناخالص داخلی و حجم گازهای گلخانه‌ای در ایران (مطالعه موردی گاز دی اکسیدکربن)". *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، دوره ۱۷، شماره ۶۶، ۴۱-۱۹.

غزالی، سمانه و زیبایی، منصور (۱۳۸۸). "بررسی و تحلیل رابطه بین آلودگی محیطی و رشد اقتصادی با استفاده از داده‌های تلفیقی: مطالعه موردی آلاینده مونوکسیدکربن". *نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی)*، دوره ۲۳، شماره ۲، ۱۳۳-۱۲۸.

فطرس، محمدحسن و برزگر، حمیده (۱۳۹۲). "اثرات برخی متغیرهای کلان اقتصادی بر انتشار گاز دی اکسیدکربن در آسیای مرکزی و ایران". *اقتصاد کلان*، دوره ۸، شماره ۱۶، ۱۵۸-۱۴۱.

فطرس، محمدحسن و معبودی، رضا (۱۳۹۰). "رشد اقتصادی، مصرف انرژی و آلودگی هوا در ایران". *اقتصاد محیط زیست و انرژی*، شماره ۱، ۲۱۱-۱۸۹.

گزارش بانک جهانی (۲۰۱۵). به آدرس اینترنتی:
http://www.worldbank.org/en/topic/environment/brief/pollution

لطفعلی‌پور، محمدرضا؛ مهدوی عادلی، محمد حسین و رضایی، حسن (۱۳۹۵). "بررسی رابطه میان مصرف انرژی، رشد اقتصادی و صادرات در بخش صنعت ایران (تحلیل مبتنی بر داده‌های پانل)". *فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، دوره ۶ شماره ۲۴، ۳۴-۱۳.

لطفعلی‌پور، محمدرضا؛ فلاحی، محمدعلی و بستام، مرتضی (۱۳۹۱). "بررسی مسائل زیست محیطی و پیش‌بینی انتشار دی اکسید کربن در اقتصاد ایران". *فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات اقتصادی کاربردی در ایران*، دوره ۱، شماره ۳،

۸۱-۱۰۹.

محمدباقری، اعظم (۱۳۸۹). "بررسی روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت بین تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی و انتشار دی اکسید کربن در ایران". *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، شماره ۲۷، ۱۲۹-۱۰۱.

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*، دوره ۲، شماره ۵، ۱۸۶-۱۷۱.

مهرآرا، محسن؛ امیری، حسین و حسنی سرخ بوزی، محمد (۱۳۹۱). "رابطه مصرف انرژی و درآمد: آزمون فرضیه زیست محیطی کوزنتس با استفاده از رویکرد مدل‌های رگرسیونی انتقال ملایم پانل". *فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، دوره۲۰، شماره ۶۲، ۱۹۴-۱۷۱.

میرزایی، عباس؛ اسفنجاری کناری، رضا؛ محمودی، ابوالفضل و شعبان‌زاده، مهدی (۱۳۹۵). "اقتصاد سایه و نقش آن درکنترل آسیب‌های زیست محیطی کشورهای منا". *فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، دوره ۶، شماره ۲۴، ۱۱۵-۱۰۳.

نصراللهی، زهرا و غفاری گولک، مرضیه (۱۳۸۸). "توسعه اقتصادی و آلودگی محیط زیست در کشورهای عضو پیمان کیوتو و کشورهای آسیای جنوب غربی (با تأکید بر منحنی زیست محیطی کوزنتس)". *پژوهشنامه علوم اقتصادی*، دوره ۹، شماره ۲، ۱۲۶-۱۰۵.

Akbostancı, E., Türüt-Aşık, S. & Tunç, G. İ. (2009). "The Relationship between Income and Environment in Turkey: Is there an Environmental Kuznets Curve?". *Energy Policy*, 37(3), 861-867.

Andreoni, J. & Levinson, A. (2001). "The Simple Analytics of the Environmental Kuznets Curve". *Journal of Public Economics*, 80(2), 269-286.

Baek, J. & Kim, H. S. (2013). "Is Economic Growth Good or Bad for the Environment? Empirical Evidence from Korea". *Energy Economics*, 36, 744-749.

Baltagi, B. H. & Li, D. (2002). "Series Estimation of Partially Linear Panel Data Models with Fixed Effects". *Annals of Economics and Finance*, 3(1), 103-116.

Cole, M. A. & Neumayer, E. (2004). "Examining the Impact of Demographic Factors on Air Pollution". *Population and Environment*, 26(1), 5-21.

Cole, M. A., Rayner, A. J. & Bates, J. M. (1997). "The Environmental Kuznets Curve: An Empirical Analysis". *Environment and Development Economics*, 2(4), 401-416.

Desbordes, R. & Verardi, V. (2012). "Refitting the Kuznets Curve". *Economics Letters,* 116(2), 258-261.

Dietz, T. & Rosa, E. A. (1997). "Effects of Population and Affluence on CO_2 Emissions". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94(1), 175-179.

Du, L., Wei, C. & Cai, S. (2012). "Economic Development and Carbon Dioxide Emissions in China: Provincial Panel Data Analysis". *China Economic Review,* 23(2), 371-384.

Ehrlich, P. R. & Holdren, J. P. (1971). "Impact of Population Growth". *American Association for the Advancement of Science*, 171(3977), 1212-1217.

Esteve, V. & Tamarit, C. (2012). "Threshold Cointegration and Nonlinear Adjustment between CO_2 and Income: The Environmental Kuznets Curve in Spain, 1857–2007". *Energy Economics*, 34(6), 2148-2156.

Fodha, M. & Zaghdoud, O. (2010). "Economic Growth and Pollutant Emissions in Tunisia: An Empirical Analysis of the Environmental Kuznets Curve". *Energy Policy,* 38(2), 1150-1156.

Fosten, J., Morley, B. & Taylor, T. (2012). "Dynamic Misspecification in the Environmental Kuznets Curve: Evidence from CO_2 and SO_2 Emissions in the United Kingdom". *Ecological Economics,* 76, 25-33.

Galeotti, M., Lanza, A. & Pauli, F. (2006). "Reassessing the Environmental Kuznets Curve for CO2 Emissions: A Robustness Exercise". *Ecological Economics*, 57, 152-

163.

Grossman, G. M. & Krueger, A. B. (1994). "Economic Growth and the Environment". *National Bureau of Economic Research*, 110, 353-378.

Grossman, G. M. & Krueger. A. B. (1995). "Economic Growth and the Environment". *Quarterly Journal of Economics*, 110, 77-335.

Harbaugh, W. T., Levinson, A. & Wilson, D. M. (2002). "Reexamining the Empirical Evidence for an Environmental Kuznets Curve". *Review of Economics and Statistics*, 84(3), 541-551.

Holtz-Eakin, D. & Selden, T. M. (1995). "Stoking the Fires? CO_2 Emissions and Economic Growth". *Journal of Public Economics,* 57(1), 85-101.

Junyi, S. (2006). "A Simultaneous Estimation of Environmental Kuznets Curve: Evidence from China". *China Economic Review*, 17(4), 383-394.

Kao, C. (1999). Spurious Regression and Residual-Based Tests for Cointegration in Panel Data". *Journal of Econometrics*, 90(1), 1-44.

Kaufmann, R. K., Davidsdottir, B., Garnham, S. & Pauly, P. (1998). "The Determinants of Atmospheric SO2 Concentrations: Reconsidering the Environmental Kuznets Curve". *Ecological Economics*, 25(2), 209-220.

Kohler, M. (2013). "CO_2 Emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade: A South African Perspective". *Energy Policy*, 63, 1042-1050.

Liao, H. & Cao, H. S. (2013). "How does Carbon Dioxide Emission Change with the Economic Development? Statistical Experiences from 132 Countries". *Global Environmental Change*, 23(5), 1073-1082.

List, J. A. & Gallet, C. A. (1999). "The Environmental Kuznets Curve: Does one Size Fit All?". *Ecological Economics*, 31(3), 409-423.

Martínez-Zarzoso, I. & Bengochea-Morancho, A. (2004). "Pooled Mean Group Estimation of an Environmental Kuznets Curve for CO_2". *Economics Letters*, 82(1), 121-126.

Martínez-Zarzoso, I. & Maruotti, A. (2011). "The Impact of Urbanization on CO_2 Emissions: Evidence from Developing Countries". *Ecological Economics*, 70(7), 1344-1353.

Martínez-Zarzoso, I., Bengochea-Morancho, A. & Morales-Lage, R. (2007). "The Impact of Population on CO2 Emissions: Evidence from European Countries". *Environmental and Resource Economics*, 38(4), 497-512.

Newson, R. B. (2001). "B-Splines and Splines Parameterized by their Values at Reference Points on the X-Axis". *Stata Technical Bulletin*, 10(57), 564-592.

Pedroni, P. (2004). "Panel Cointegration: Asymptotic and Finite Sample Properties of Pooled Time Series Tests with an Application to the PPP Hypothesis". *Econometric Theory*, 20(03), 597-625.

Pedroni, P. (1999). "Critical Values for Cointegration Tests in Heterogeneous Panels with Multiple Regressors". *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61, 653-670.

Poumanyvong, P. & Kaneko, S. (2010). "Does Urbanization Lead to Less Energy Use and Lower CO_2 Emissions? A Cross-Country Analysis". *Ecological Economics*, 70(2), 434-444.

Roca, J., Padilla, E., Farré, M. & Galletto, V. (2001). "Economic Growth and Atmospheric Pollution in Spain: Discussing the Environmental Kuznets Curve Hypothesis". *Ecological Economics*, 39(1), 85-99.

Royston, P. & Sauerbrei, W. (2007). "Multivariable Modeling with Cubic Regression Splines: A Principled Approach". *Stata Journal*, 7(1), 45-63.

Saboori, B. & Sulaiman, J. (2013). "CO2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) Countries: A Cointegration Approach". *Energy,* 55, 813-822.

Saboori, B., Sulaiman, J. & Mohammad, S. (2012). "Economic Growth and CO2

Emissions in Malaysia: A Cointegration Analysis of the Environmental Kuznets Curve". *Energy Policy*, 51, 184-191.

Selden, T. M. & Song, D. (1994). "Environmental Quality and Development: is there a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions?". *Journal of Environmental Economics and Management*, 27(2), 147-162.

Shafik, N. & Bandyopadhyay, S. (1992). "Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence". *Policy Research Working Paper Series,* 10-51.

Shahbaz, M., Lean, H. H. & Shabbir, M. S. (2012). "Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Pakistan: Cointegration and Granger Causality". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(5), 2947-2953.

Shahbaz, M., Mutascu, M. & Azim, P. (2013). "Environmental Kuznets Curve in Romania and the Role of Energy Consumption". *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* 18, 165-173.

Shahbaz, M., Sbia, R., Hamdi, H. & Ozturk, I. (2014). "Economic Growth, Electricity Consumption, Urbanization and Environmental Degradation Relationship in United Arab Emirates". *Ecological Indicators*, 45, 622-631.

Sharma, S. S. (2011). "Determinants of Carbon Dioxide Emissions: Empirical Evidence from 69 Countries". *Applied Energy*, 88(1), 376-382.

Sims, C. A. (1980). "Macroeconomics and Reality". *Econometrica Journal of the Econometric Society*, 48(1), 1-48.

Sims, C. A., Stock, J. H. & Watson, M. W. (1990). "Inference in Linear Time Series Models with some Unit Roots". *Journal of the Econometrica*, 64(2), 113-144.

Stern, D. I. (2006). "Reversal of the Trend in Global Anthropogenic Sulfur Emissions". *Global Environmental Change*, 16(2), 207-220.

Stern, D. I. (2004). "The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve". *World Development,* 32(8), 1419-1439.

Stern, D. I. & Common, M. S. (2001). "Is there an Environmental Kuznets Curve for Sulfur?". *Journal of Environmental Economics and Management*, 41(2), 162-178.

Stern, D. I., Common, M. S. & Barbier, E. B. (1996). "Economic Growth and Environmental Degradation: The Environmental Kuznets Curve and Sustainable Development". *World Development*, 24(7), 1151-1160.

Tao, S., Zheng, T. & Lianjun, T. (2008). "An Empirical Test of the Environmental Kuznets Curve in China: A Panel Cointegration Approach". *China Economic Review*, 19(3), 381-392.

Wang, Y., Han, R. & Kubota, J. (2016). "Is there an Environmental Kuznets Curve for SO2 Emissions? A Semi-Parametric Panel Data Analysis for China". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 1182-1188.

Yavuz, N. Ç. (2014). "CO_2 Emission, Energy Consumption, and Economic Growth for Turkey: Evidence from a Cointegration Test with a Structural Break". *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 9(3), 229-235.

York, R., Rosa, E. A. & Dietz, T. (2003). "STIRPAT, IPAT and IMPACT: Analytic Tools for Unpacking the Driving Forces of Environmental Impacts". *Ecological Economics*, 46(3), 351-365.

Zhang, C. & Lin, Y. (2012). "Panel Estimation for Urbanization, Energy Consumption and CO2 Emissions: A Regional Analysis in China". *Energy Policy*, 49, 488-498.

Zhu, H.-M., You, W. H. & Zeng, Z. F. (2012). "Urbanization and CO_2 Emissions: A Semi-Parametric Panel Data Analysis". *Economics Letters*, 117(3), 848-850.