

## بررسی رابطه‌ی آلودگی هوا، آلودگی آب، مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران ۸۳-۱۳۵۹

محمد حسن فطرس

دانشیار دانشکده‌ی اقتصاد و علوم اجتماعی دانشگاه بوعلی سینا همدان fotros@basu.ac.ir

میثم نسرين دوست

کارشناس ارشد اقتصاد دانشکده‌ی اقتصاد و علوم اجتماعی دانشگاه بوعلی سینا همدان

m.nasrindoost@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۶/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۸/۲

### چکیده

منحنی زیست محیطی کوزنتس از مشهورترین فرضیه‌ها در بررسی شکل رابطه‌ی بین رشد اقتصادی و آلودگی به شمار می‌رود. مقاله‌ی حاضر، این فرضیه را در چهار حالت بررسی می‌کند: (الف) هنگامی که معیار رشد اقتصادی، درآمد سرانه است؛ (ب) وقتی که معیار رشد، سرانه‌ی مصرف انرژی است؛ (پ) زمانی که معیار آلودگی، آلودگی آب است و (ت) وقتی که معیار آلودگی، آلودگی هوا است. بدین منظور در این مقاله از روش شناسی تودا- یاماموتو برای بررسی علیت متغیرها استفاده و در صورت وجود رابطه‌ی علیت بین متغیرهای تحقیق، فرضیه‌ی منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC) برآورد می‌شود. نتایج، بیانگر وجود سه رابطه‌ی علی یک طرفه (الف) از نشر دی اکسید کربن به درآمد سرانه، (ب) از نشر دی اکسید کربن به سرانه‌ی مصرف انرژی و (پ) از سرانه‌ی مصرف انرژی به آلودگی آب است. فرضیه‌ی کوزنتس برای نشر دی اکسید کربن، درآمد سرانه، آلودگی آب، سرانه‌ی مصرف انرژی رد می‌شود و برای رابط نشر دی اکسید کربن، سرانه‌ی مصرف انرژی رد نمی‌شود.

طبقه بندی JEL: Q53, Q43, O53

کلید واژه: فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس، آلودگی هوا، آلودگی آب، مصرف

انرژی، ایران.

## ۱- مقدمه

اجزای مهم تشکیل دهنده‌ی هر ارگانیزی را (الف) انرژی و مواد وارد شده به آن، (ب) ستانده‌ی حاصل از آن و (پ) پسماند ایجاد شده از فعالیت آن تشکیل می‌دهند. قانون دوم ترمودینامیک، رابطه‌ی بین این سه متغیر را این گونه بیان می‌کند که تنها بخشی از انرژی وارد شده به سیستم تبدیل به ستانده می‌شود و بقیه‌ی آن به صورت پسماند به محیط برمی‌گردد (شکل (۱)). در نظام تولیدی اقتصاد هم، تنها بخشی از انرژی وارد شده به سیستم، منجر به تولید (و در نتیجه رشد اقتصادی) می‌شود و بقیه‌ی آن به صورت آلاینده‌ها به محیط باز می‌گردد (فطرس، ۱۳۸۵).



شکل ۱- قانون دوم ترمودینامیک در مورد نظام تولیدی اقتصاد

از سوی دیگر، قانون بقای ماده و انرژی<sup>۱</sup> بیان می‌کند که جریان مواد اولیه و انرژی حاصل از محیط، باید با جریان پسماندهای فرآیندهای اقتصادی (یعنی تولید و مصرف) برابر باشد. در حقیقت، این قانون به توان خود ترمیمی طبیعت اشاره دارد. به این معنی که طبیعت قادر است بین ورودی، خروجی و پسماندها تا حدودی تعادل ایجاد کند. اما توان خود ترمیمی طبیعت در شرایط امروز که با دستکاری سازماندهی<sup>۲</sup> انسان در طبیعت برای تولید بیش‌تر همراه است، تا حد زیادی کاهش یافته است. شاهد این افزایش دمای کره‌ی زمین و نابسامانی‌های وضعیت آب و هوایی جهان شاهده‌ی بر این ادعاست. انسان جزئی از طبیعت است، پس توجه به طبیعت به سود وی خواهد بود. از این‌رو، نسبت به مشکلات زیست محیطی و به‌ویژه آلودگی آب و انتشار گازهای گلخانه‌ای حساس شده است. رشد کمی و کیفی مطالعات در این زمینه مبین این حساسیت است.

1- Law of Conservation of Matter and Energy.

2- Systematic Manipulation.

یکی از انواع این مطالعات، توجه به رابطه‌ی نشر آلودگی با رشد اقتصادی است، که به‌ویژه از دهه‌ی ۱۹۹۰ و با طرح فرضیه‌ی منحنی زیست محیطی کوزنتس<sup>۱</sup> (EKC)، شکل گرفته است. در محور افقی این منحنی، درآمد سرانه و در محور عمودی آن میزان آلودگی نشان داده می‌شود؛ با توجه به داده‌های تجربی، شکل رابطه‌ی بین این دو متغیر معلوم می‌شود.

در این تحقیق، برای هر یک از متغیرهای فرضیه‌ی منحنی زیست محیطی کوزنتس، دو معیار در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، فرضیه‌ی مذکور در چهار حالت زیر بررسی می‌شود: (الف) هنگامی که معیار رشد اقتصادی، درآمد سرانه (Y) است؛ (ب) وقتی که معیار رشد اقتصادی، سرانه‌ی مصرف انرژی (E) است؛ (پ) زمانی که معیار آلودگی، آلودگی آب (WP) است و (ت) وقتی که معیار آلودگی، آلودگی هوا (CO<sub>2</sub>) است. جدول (۱)، این حالت‌ها را خلاصه می‌کند. اما، از چهار حالت مفروض تنها الگوهای برآورد می‌شوند که از پیش وجود علیت بین متغیرهای آن‌ها تأیید شده باشد. سازماندهی این نوشته بدین ترتیب است: بخش دوم به اختصار پیشینه‌ی تحقیق را معرفی می‌کند. بخش سوم، داده‌ها و روش تحقیق را ارائه می‌دهد. بخش چهارم نتایج تجربی را عرضه می‌کند و بخش پنجم به جمع‌بندی و نتیجه‌گیری می‌پردازد.

جدول ۱- چهار مدل مفروض در تحقیق

معیار آلودگی	نشر دی اکسید کربن (میلیون تن)	نشر آلاینده‌های ارگانیک آب (برحسب مصرف بیوشیمیایی اکسیژن در آب)
معیار توسعه یافتگی		
تولید ناخالص داخلی سرانه به قیمت ثابت سال ۱۹۹۰ (دلار آمریکا ضرب در ۱۰ <sup>۱۰</sup> )	الگوی اول	الگوی سوم
سرانه‌ی مصرف انرژی (میلیون بی تی یو)	الگوی دوم	الگوی چهارم

منبع: محاسبات تحقیق

1- Environmental Kuznets Curve (EKC).

2- Water Pollution (WP).

## ۲- مبانی نظری و پیشینه‌ی تحقیق

تدوین فرضیه‌ی منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC)، حاصل کوشش‌های نظری برای برقراری رابطه‌ی بین کیفیت محیط زیست و رشد اقتصادی است. این فرضیه به بررسی رابطه‌ی میان میزان آلودگی و سطح درآمد سرانه می‌پردازد. در محور افقی این منحنی، درآمد سرانه و در محور عمودی آن میزان آلودگی نمایش داده می‌شود. این فرضیه نشان می‌دهد که رابطه‌ی بین دو متغیر آلودگی و درآمد سرانه‌ی کوهانی شکل (شکل Lای معکوس) است. با این حال، رابطه‌ی بین میزان آلودگی و سطح درآمد سرانه‌ی سئوالی است که هنوز پاسخ روشنی نیافته است. در مراحل اولیه‌ی رشد، آلودگی با نرخ کاهنده افزایش می‌یابد، به اوج می‌رسد و سپس با نرخ فزاینده‌ای کاهش می‌یابد. اوج این منحنی را رسیدن به حالت "رشد غیرمادی"<sup>۱</sup> می‌گویند. بدین معنی که از اوج منحنی به بعد، اقتصاد، در حال کاهش استفاده از مواد و انرژی در فرآیند تولید است (مارتین-زارزوسو و بنگوچیا-مورانکو، ۲۰۰۳).

در حقیقت پیام این فرضیه روشن است و این است که رشد اقتصادی هم علت آلودگی و هم درمان آن است، بنابراین رسیدن اقتصاد به مرحله‌ی رشد غیرمادی، بیانگر تبدیل شدن رشد اقتصادی به درمانی برای مشکلات زیست محیطی خواهد بود. نتایج مطالعات برحسب انتخاب داده‌ها (سری زمانی یا داده‌های پانل)، استفاده از سایر متغیرها در کنار درآمد و آلودگی، روش‌های برآورد الگو، دوره‌ی زمانی داده‌ها و نوع کشورهای مورد مطالعه (توسعه یافته یا در حال توسعه) کم و بیش گوناگون بوده‌اند. در ادامه ضمن مرور مهم‌ترین مطالعات انجام شده، جنبه‌های مذکور را نیز مورد بررسی قرار خواهیم داد. مایلنیک و گولدمبر<sup>۳</sup> (۱۹۹۹) و آپسچور<sup>۴</sup> (۱۹۹۷)، سه عامل تغییرات ساختاری در اقتصاد، بهبود کارایی در مصرف انرژی و اصلاح الگوی مصرف انرژی را برای توجیه این تغییر وضعیت معرفی می‌کنند. از نظر استرن<sup>۵</sup> (۲۰۰۳)، برآیند دو عامل عمده وضعیت شاخص‌های خسارات زیست محیطی (مثل آلودگی هوا و آب) را در طول رشد اقتصادی مشخص می‌کند:

1- Dematerialization.

2- Martinez-Zarzoso & Bengochea-Morancho.

3- Mielnik and Goldemberg.

4- Opschoor.

5- Stern.

اولین عامل، اثرات مرتبط با زمان است. یعنی، در تمام کشورها و صرف نظر از این که در چه مرحله‌ای از توسعه باشند، گذشت زمان راه‌هایی را برای کاهش آلودگی ایجاد می‌کند. دومین عامل اثر مقیاس است، به این معنا که اگر رشد اقتصادی موجب تغییر در ساختار و تکنولوژی اقتصاد نشود، در این صورت آلودگی متناسب با رشد اقتصادی افزایش خواهد یافت. پس در کشورهای با سطح درآمد پایین‌تر که رشد اقتصادی بالاتری را تجربه می‌کنند، اثر مقیاس بر اثر زمان غلبه می‌کند. برآیند این دو اثر، افزایش در نشر آلاینده‌ها خواهد بود. اما چون در کشورهای ثروتمند معمولاً رشد درآمد کندتر می‌شود، اثر زمان از اثر مقیاس قوی‌تر است، بنابراین انتظار می‌رود همراه با رشد اقتصادی، آلودگی کاهش یابد.

امکان بهبود در کیفیت محیط زیست از طریق رشد اقتصادی، (یا لاقلاً ثابت نگه داشتن کیفیت موجود آن) بخشی از مبحث توسعه‌ی پایدار کنفرانس جهانی محیط زیست و توسعه<sup>۱</sup> سال ۱۹۸۷ بود. بعد از آن، بانک جهانی، در گزارش توسعه‌ی جهانی سال ۱۹۹۲ این ایده را شناخته شده‌تر کرد. در گزارش توسعه‌ی جهانی می‌خوانیم "در حین افزایش درآمد [کشورها] منابع موجود برای سرمایه‌گذاری در بهبود کیفیت محیط زیست و در نتیجه تقاضا برای آن افزایش می‌یابد"<sup>۲</sup>.

فرضیه‌ی منحنی زیست محیطی کوزنتس EKC در اوایل دهه‌ی ۱۹۹۰ و در پی رویدادهای مذکور در بالا مطرح شد. عبارت "کوزنتس"، به دلیل شباهت شکل فرضیه‌ی مورد نظر با منحنی کوزنتس اصلی است. فرضیه‌ی اصلی کوزنتس رابطه‌ی کوهانی شکلی را بین توزیع درآمد و رشد اقتصادی مطرح می‌کند و اشاره‌ای به مباحث زیست محیطی ندارد.<sup>۳</sup>

از اولین مطالعات در مورد بررسی منحنی زیست محیطی کوزنتس، می‌توان به گراسمن و کاراگر<sup>۴</sup> (۱۹۹۱) اشاره کرد، که با بررسی ۵۲ شهر از ۳۲ کشور، منحنی کوهانی شکلی را برآورد کردند که نقطه‌ی اوج آن در دامنه‌ی ۴۷۷۲ تا ۵۹۶۵ دلار بود. مطالعه‌ی شفیک و باندیوپادیای<sup>۵</sup> (۱۹۹۲)، که در ۱۵۳ کشور و برای دوره‌ی ۱۹۶۱ تا

1- World Commission on Environment and Development (WCED), 1987.

2- IBRD, 1992, P.39.

۳- رجوع کنید به: رائو ۱۳۸۵، ص ۱۶۲.

4- Grossman & Krueger.

5- Shafik & Bandyopadhyay.

۱۹۸۶ انجام گرفت، شواهدی از تأیید EKC را پیدا نکرد. مطالعه، آن‌ها نیز از اولین مطالعات EKC به‌شمار می‌رود، اما مقالات هولتز-ایکن و سلدن<sup>۱</sup> (۱۹۹۵)، برای ۱۰۸ کشور در دوره‌ی ۱۹۵۱ تا ۱۹۸۶ و سنگوپتا<sup>۲</sup> (۱۹۹۶)، برای ۱۶ کشور توسعه یافته و تعدادی از کشورهای در حال توسعه، فرضیه‌ی EKC را تأیید کردند. توکر<sup>۳</sup> (۱۹۹۵)، هم با داده‌هایی از دوره‌ی زمانی ۱۹۷۱ تا ۱۹۹۱ و برای ۱۰۸ کشور، به نتیجه مشابهی رسید. بعد از انجام چنین مطالعاتی، تلاش برای بررسی فرضیه‌ی EKC سرعت گرفت و در بررسی آن از متغیرهای دیگری هم استفاده شد. از مهم‌ترین مطالعاتی که سایر متغیرها را هم وارد حذف این فرضیه کرد، می‌توان موارد زیر را نام برد:

کول و همکاران<sup>۴</sup> (۱۹۹۷) تکنولوژی، جمعیت و تجارت را هم در مدل وارد کردند و برای ۷ ناحیه‌ی از جهان در طی دوره‌ی ۱۹۶۰ تا ۱۹۹۲، به رابطه‌ی کوهانی شکل دست یافتند. آگراس و چپمن<sup>۵</sup> (۱۹۹۹)، با اطلاعات درآمد، نشر  $CO_2$  و حجم تجارت مربوط مربوط به ۳۴ کشور و برای دوره‌ی ۱۹۷۱ تا ۱۹۸۹، شکل کوهانی را به دست نیاوردند. فرضیه‌ی EKC در کار پانایوتو<sup>۶</sup> (۲۰۰۰)، با داده‌های درآمد، نشر  $CO_2$ ، حجم تجارت، ذخیره‌ی سرمایه و جمعیت در طول ۱۸۷۰ تا ۱۹۹۴، برای ۱۷ کشور توسعه یافته تأیید شد. هرینک و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۰۱)، با داده‌های ۱۵۳ کشور و متغیر نابرابری به شکل کوهانی رسیدند. نیو مایر<sup>۸</sup> (۲۰۰۲) با بررسی شرایط آب و هوایی، منابع سوخت فسیلی، دسترسی به منابع تجدید پذیر و تجهیزات حمل و نقل به‌عنوان متغیرهای توضیحی برای ۱۴۸ کشور به یک منحنی زنگوله‌ای شکل رسیدند. لیند مارک<sup>۹</sup> (۲۰۰۲)، با داده‌های ۱۸۷۰ تا ۱۹۹۷ سوئد برای نشر  $CO_2$ ، تکنولوژی، قیمت سوخت و رشد اقتصادی به این نتیجه رسید که اثر این متغیرها روی نشر  $CO_2$  معنی دار است. فریدل و جتزر<sup>۱۰</sup> (۲۰۰۳)، با داده‌های ۱۹۶۰ تا ۱۹۹۹ استرالیا و در نظر گرفتن نسبت واردات به GDP و نسبت تولید بخش خدمات به GDP با استفاده از روش هم‌انباشتگی، به یک منحنی N

1- Holtz-Eakin & Selden.

2- Sengupta .

3- Tucker.

4- Cole et al.

5- Agras & Chapman.

6- Panayotou.

7- Heerink et al.

8- Neumayer.

9- Lind Mark.

10- Fried & Getzer.

شکل رسیدند. لانتز و فنگ<sup>۱</sup> (۲۰۰۶) با استفاده از آمار پنج ناحیه از کانادا برای دوره‌ی ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۰ و با در نظر گرفتن جمعیت و تکنولوژی به عنوان متغیرهای توضیحی، به این نتیجه رسیدند که GDP سرانه با  $CO_2$  رابطه ندارد، بلکه  $CO_2$  یک رابطه‌ی کوهانی شکل با جمعیت و تکنولوژی دارد.

مطالعات در مورد بررسی EKC ادامه یافت و هم‌چنین از روش‌های دیگری نیز در بررسی آن استفاده شد. مهم‌ترین این مطالعات عبارتند از: تاسکین و زایم<sup>۲</sup> (۲۰۰۰)، از روش ناپارامتریک کرنل برای داده‌های کشورهای با درآمد کم و درآمد زیاد به شکل کوهانی رسیدند. آزوماهو و ون فای<sup>۳</sup> (۲۰۰۱)، با استفاده از همان شیوه، برای ۱۰۰ کشور به رابطه‌ی کوهانی شکل نرسیدند. اما مطالعه‌ی بایوچی و دی فالکو<sup>۴</sup> (۲۰۰۱) برای ۱۶۰ کشور و به شیوه‌ی ناپارامتریک، فرضیه‌ی EKC را تأیید نکرد.

در تمام سال‌های گسترش مطالعات در بررسی EKC، مطالعات مجزایی هم وجود داشت که به بررسی جهت علیت (و نه شکل) بین رابطه‌ی آلودگی و رشد اقتصادی پرداخته‌اند. اما، به تازگی این نتیجه که بررسی فرضیه‌ی EKC بدون بررسی اولیه جهت علیت بین متغیرها، نتایج قابل اعتمادی را در بر نخواهد داشت، مقبولیت یافته است (سویتاش و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۰۷). بنابراین، جای خالی چنین مطالعاتی که هم جهت علیت و هم شکل رابطه‌ی آلودگی و رشد اقتصادی را بررسی می‌کنند، در ادبیات این موضوع در کشور ایران احساس می‌شود.

پس می‌توان گفت که، مطالعات اخیر منحنی زیست محیطی کوزنتس را از جهت موضوع به دو دسته کلی قابل تقسیم می‌کند: اول، مطالعاتی که جهت ارتباط روابط بین حجم انتشار دی اکسید کربن و درآمد (و متغیرهای دیگر) را مورد توجه قرار می‌دهند. دوم، مطالعاتی که به تأیید یا رد منحنی کوهانی شکل پرداخته‌اند.

از مهم‌ترین مطالعات در دسته‌ی اول می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: کوندو و دیندا<sup>۶</sup> دیندا<sup>۶</sup> (۲۰۰۸)، با استفاده از داده‌های مقطعی بین کشوری نشر  $CO_2$ ، درآمد و توزیع درآمد (در ۴ گروه: آفریقا، آسیا، آمریکا و اروپا) و با استفاده از تکنیک هم‌انباشتگی

1- Lantz & Feng .

2- Taskin & Zaim.

3- Azomahu & Van Phy.

4- Baiocchi & di Falco.

5- Soytaş et al.

6- Coondoo & Dinda.

یوهانسون<sup>۱</sup>، نتیجه گرفتند که نابرابری درآمدی بین کشوری اثر معناداری روی میانگین سطح انتشار دی اکسید کربن دارد. سویتاش و همکاران (۲۰۰۷)، با استفاده از آمارهای سالیانه‌ی ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۴، به بررسی رابطه‌ی بین نشر دی اکسید کربن، GDP و مصرف انرژی در آمریکا پرداختند. نتیجه‌ی مطالعه‌ی آن‌ها این بود که در بلند مدت، درآمد که علت گرنجری نشر دی اکسید کربن نیست، اما مصرف انرژی علت گرنجری آن است. دیندا و کوندو (۲۰۰۶)، با استفاده از داده‌های پانل<sup>۲</sup> بین کشوری برای نشر  $CO_2$  سرانه و GDP سرانه، به سه نوع علیت رسیدند: مسیر علیت برای کشورهای توسعه یافته‌ی آمریکای شمالی و اروپا از نشر  $CO_2$  به GDP است؛ در حالی که برای کشورهای آمریکای جنوبی و آمریکای مرکزی، اقیانوسیه و ژاپن این مسیر از GDP به نشر  $CO_2$  است. اما برای کشورهای آسیایی و آفریقایی علیت دو طرفه‌ای را یافتند. کوندو و دیندا (۲۰۰۵)، با استفاده از آمار مقطعی ۸۸ کشور در دوره‌ی ۱۹۶۰ تا ۱۹۹۰ و استفاده از روش هم انباشتگی، آزمون علیت گرنجری و مدل تصحیح خطا، به این نتیجه رسیدند که علیت بین  $CO_2$  سرانه و GDP سرانه برای آمریکای مرکزی، کل آمریکا، اروپا و کل جهان بیش تر یک طرفه است. استرن<sup>۳</sup> (۲۰۰۰)، برای دوره‌ی ۱۹۹۴-۱۹۴۸، داده‌های درآمد، مصرف انرژی، نیروی کار و ذخیره‌ی سرمایه را در آمریکا با استفاده از روش هم انباشتگی و الگوی تصحیح خطای برداری به کار برد و علیت دوطرفه‌ای را بین مصرف انرژی و GDP پیدا کرد.

از مهم‌ترین مطالعات دسته‌ی دوم می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

گالیئوتی و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۰۶)، با استفاده از داده‌های ۱۹۶۰ تا ۱۹۹۸ کشورهای عضو ریو<sup>۵</sup> و داده‌های ۱۹۷۱ تا ۱۹۹۸ سایر کشورها، با به کارگیری روش هم‌انباشتگی نتیجه گرفتند که منحنی کوهانی شکلی برای کشورهای OECD تأیید می‌شود. مارتینز-زارزوسو و بنگوچیا-مورانکو (۲۰۰۳)، با داده‌های ۲۲ کشور عضو OECD، به یک منحنی N شکل برای رابطه‌ی درآمد و نشر  $CO_2$  رسیدند. پاولی<sup>۶</sup> (۲۰۰۳) به رابطه‌ی کوهانی شکل برای کره‌ی جنوبی، مکزیک، یونان، پرتغال، ترکیه و لوگزامبورگ

1- Johansen Cointegration.

2- Panel data.

3- Stern.

4- Galeotti et al.

5- United Nation Framework Convention On Climate Change, Reports on International Organizations (RIO).

6- Pauli.



نرسید؛ اما رابطه‌ی بین آلودگی و درآمد برای فرانسه، آلمان، انگلیس، آمریکا و سوئد زنگوله‌ای شکل به دست آمد. پرمن و استرن<sup>۱</sup> (۲۰۰۳)، با استفاده از داده‌های نشر سولفور در ۷۴ کشور و به روش هم انباشتگی به یک رابطه‌ی تعادلی بلندمدت رسیدند، ولی نتایج آن‌ها فرضیه‌ی EKC را حمایت نکرد. هیل و مکنانی<sup>۲</sup> (۲۰۰۲)، با داده‌های سه سال متمایز ۱۹۷۰-۱۹۸۰-۱۹۹۰ در ۱۵۶ کشور به یک منحنی کوهانی شکل رسیدند که در طول زمان به طرف پایین حرکت می‌کند. مارتینز - زورزوسو و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۲)، با داده‌های ۱۹۷۵ تا ۱۹۹۸ برای ۲۲ کشور عضو OECD، به یک رابطه‌ی N شکل رسیدند. دیجگراف و ولبرگ<sup>۴</sup> (۲۰۰۱)، برای دوره‌ی ۱۹۶۰ تا ۱۹۹۷ در ۲۴ کشور عضو OECD، به رابطه‌ای کوهانی شکل در ۵ کشور از ثروتمندترین‌ها دست یافتند. هاربو و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۰۲)، برای چند کشور، چند شهر و چند سال نتیجه گرفتند که حمایت کمی برای شکل کوهانی وجود دارد. بنگوچیا- مورانکو و همکاران (۲۰۰۱) برای دوره‌ی ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۵ در برخی از کشورهای اتحادیه‌ی اروپا به رابطه‌ی کوهانی شکل رسیدند. روکا و آلكانتارا<sup>۶</sup> (۲۰۰۱)، با روش هم انباشتگی سری‌های زمانی دوره‌ی ۱۹۷۳ تا ۱۹۹۶ برای اسپانیا و متغیر اضافی قیمت انرژی نتوانستند شواهدی برای تأیید فرضیه‌ی EKC پیدا کنند. گالیئوتی و لانزا<sup>۷</sup> (۱۹۹۹)، با داده‌های ۱۹۷۱ تا ۱۹۹۶ برای ۱۱۰ کشور، EKC را تأیید کردند. داده‌های ۱۴۱ کشور برای دوره‌ی ۱۹۵۰ تا ۱۹۹۰ در مطالعه‌ی اسچملینز و همکاران<sup>۸</sup> (۱۹۹۸)، فرضیه‌ی EKC را تأیید کرد. کار روبرت و گرایمز<sup>۹</sup> (۱۹۹۷) که برای دو گروه از کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه در طول ۱۹۶۲ تا ۱۹۹۱ انجام شد، این فرضیه را تنها برای داده‌های بعد از دهه ۱۹۷۰ تأیید کرد. از سوئی، در مقاله‌ی موما و آنرا<sup>۱۰</sup> (۱۹۹۷)، برای ۱۶ کشور توسعه یافته در دوره‌ی ۱۹۵۰ تا ۱۹۹۲ منحنی N شکل تأیید شد.

- 1- Perman & Stern.
- 2- Hill & Magnani.
- 3- Martinez-Zorzoso et al.
- 4- Dijkgraaf & Vollebergh.
- 5- Harbaugh et al.
- 6- Roca & Alcántara.
- 7- Galeotti & Lanza.
- 8- Schmalensee et al.
- 9- Roberts & Grimes.
- 10- Moomaw & Unruh.

از جمله مهم‌ترین مطالعاتی که در آن‌جا به آلودگی آب، در کنار آلودگی هوا، توجه شده است، لویی و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۷)، برای جمهوری خلق چین است. این مطالعه فرضیه‌ی EKC در مورد آلودگی آب را تأیید کرده است. هم‌چنین، این فرضیه در مطالعه‌ی کول<sup>۲</sup> (۲۰۰۴) با ۱۰ شاخص آلودگی آب و هوا، پاددل و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۵) با سه شاخص آلودگی آب و توراس و بویس<sup>۴</sup> (۱۹۹۸)، برای هفت شاخص، آلودگی آب و هوا تأیید شده است. اما هتین و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۰۰)، در مطالعه برای آلودگی صنعتی آب در چندین کشور نتوانستند شواهدی از تأیید EKC را بیابند.

در ایران، مطالعات اندکی در مورد بررسی فرضیه‌ی زیست محیطی کوزنتس انجام شده است. از سوی دیگر در مورد "آلودگی آب" و هم‌چنین رابطه‌ی رشد اقتصادی و نشر آلاینده‌ها مطالعه‌ای انحصاری برای "ایران" انجام نگرفته است. مطالعات انجام شده بیش‌تر فرضیه‌ی EKC برای ایران را در گروه کشورها مورد مطالعه قرار داده است. به عنوان مثال پورکاظمی و ابراهیمی (۱۳۸۷) فرضیه‌ی مذکور در قالب داده‌های پانل برای کشورهای خاورمیانه را آزمون کردند و در آن فرضیه‌ی EKC رد نشد. پژوهان و مراد حاصل (۱۳۸۶) نیز به نتیجه‌ی مشابهی برای ۶۷ کشور جهان، از جمله ایران، رسیدند.

### ۳- داده‌ها و روش پژوهش

#### ۳-۱- معرفی داده‌ها

داده‌های این پژوهش سالانه است و دوره‌ی زمانی ۱۹۸۰-۲۰۰۴ را دربرمی‌گیرد. برای آلودگی هوا از داده‌های نشر دی اکسید کربن ( $CO_2$ ) که توسط اداره‌ی اطلاعات انرژی<sup>۶</sup> (EIA) ایالات متحده منتشر می‌شود، استفاده شده است. واحد این متغیر میلیون میلیون تن<sup>۷</sup> است. برای آلودگی آب (WP)، آلاینده‌های ارگانیک آب در نظر گرفته می‌شود. این متغیر بر حسب مصرف بیوشیمیایی اکسیژن در آب (BOD)<sup>۸</sup> اندازه‌گیری می‌شود. به عبارت دیگر، مقدار این متغیر را اکسیژن مصرفی باکتری‌های موجود در آب

1- Liu et al.

2- Col.

3- Paudel et al.

4- Toraras & Boyce.

5- Hettign et al.

6- Energy Information Administration.

7- Metric Tons of Carbon Dioxide.

8- Biochemical Oxygen Demand.

تعیین می‌کند. منبع داده‌های این متغیر از بانک جهانی است. برای متغیر مصرف انرژی (E) از داده‌های سرانه‌ی مصرف انرژی بر حسب معادل نفت خام (BTU)<sup>۱</sup> که اداره‌ی اطلاعات انرژی منتشر می‌کند، استفاده کرده‌ایم. داده‌های سرانه‌ی تولید ناخالص داخلی (GDP) به دلار ثابت ۱۹۹۰ از بانک جهانی اخذ شده است و برای محاسبه‌ی درآمد سرانه‌ی (Y) به کار رفته است.

### ۳-۲- بررسی جهت علیت

همان طور که در بخش اول اشاره شد، هدف تحقیق حاضر بررسی ارتباط بین نشر آلودگی‌ها و رشد اقتصادی ایران است. این موضوع را در قالب فرضیه‌ی EKC آزمون خواهیم کرد. اما می‌دانیم که لزوماً شکل چنان رابطه‌ای برای تمام کشورهای جهان یکسان نیست. به علاوه تخمین شکل چنین رابطه‌ای به طور مطلق صحیح نیست؛ نخست باید دید که آیا اصولاً ارتباطی بین متغیرهای فرضیه وجود دارد یا نه (رائو، ۱۳۸۵)، بنابراین، در ابتدا موضوع وجود یا عدم وجود رابطه‌ی بین متغیرها بررسی خواهد شد.

الگوی خودرگرسیون برداری (VAR)<sup>۲</sup>، به ارتباط متقابل بین متغیرهای سری زمانی در حین بررسی رفتار آن‌ها توجه می‌کند. این الگو، به دلیل توجه به ارتباط متقابل بین متغیرها، دارای کاربردهایی است که آزمون علیت گرنجری (گرنجر<sup>۳</sup>، ۱۹۸۸) یکی از اصلی‌ترین آن‌هاست. آزمون مذکور مشخص می‌کند که آیا ارتباط بین متغیرها یک طرفه است یا دو طرفه؟ هم‌چنین، در صورت یک طرفه بودن ارتباط، جهت علیت را نیز مشخص می‌کند. ماهیت مدل VAR سبب می‌شود تا تعداد زیادی پارامتر برآورد شود. مثلاً، در الگویی با  $m$  متغیر و طول وقفه‌ی بهینه‌ی  $p$ ، حداقل به تعداد  $m * p$  ضریب تخمین زده خواهد شد. این موضوع علاوه بر دشوار کردن تفسیر ضرایب، مشکل کم شدن درجه‌ی آزادی و نیاز به حجم نمونه‌ی زیاد را هم به همراه دارد. از آنجایی که آزمون علیت گرنجری هم بر پایه‌ی الگوی خودرگرسیون برداری طراحی شده است، بنابراین در انجام این آزمون با مشکل مذکور مواجه‌ایم.

1- British Thermal Unit(BTU) .

2- Vector Autoregressive model.

3- Granger,1988.

روشی که تودا- یاماموتو<sup>۱</sup> (۱۹۹۵)، پیشنهاد کرده‌اند و فرایند TY نامیده می‌شود این مشکل را محدود کرده است (پاین<sup>۲</sup>، ۲۰۰۸). روش انجام آزمون علیت TY شامل چهار مرحله است:

در مرحله‌ی اول، با استفاده از آزمون‌های ریشه‌ی واحدی مرتبه‌ی ایستایی هر متغیر تعیین می‌شود. در این مرحله، بزرگ‌ترین مرتبه را مشخص و با  $d_{max}$  نشان می‌دهیم. در مرحله‌ی دوم، تعداد وقفه‌های بهینه‌ی الگوی VAR را (K) تعیین می‌کنیم. در مرحله‌ی سوم الگوی خود رگرسیونی برداری را در سطح و با مرتبه‌ی اصلاح شده  $p = k + d_{max}$  به صورت زیر برآورد می‌کنیم:

$$Y_t = \alpha + \sum_{i=1}^k \beta_i Y_{t-i} + \sum_{i=k+1}^p \mu_i Y_{t-i} \quad (1)$$

که در آن  $Y_t$  بردار متغیرهای الگو است. بالاخره مرحله‌ی آخر، اجرای آزمون والد<sup>۳</sup> روی ضرایب وقفه‌ی بهینه است. از طریق این فرآیند نوع و جهت علیت بین روابط تعیین می‌شود.

### ۳-۳- شکل روابط

فرضیه‌ی منحنی زیست محیطی کوزنتس بیانگر رابطه‌ی کوهانی شکل (U و وارون) بین سطح نشر آلودگی و معیار توسعه‌ی کشورهاست. بنابراین برای تبیین آن معادله‌ی درجه‌ی دوم زیر را می‌توان در نظر گرفت:

$$P_{it} = \alpha + \beta D_{it} + \lambda D_{it}^2 + \varepsilon \quad (2)$$

به طوری که:

$$P_i = \text{CO2 and WP} \quad D_i = \text{Y and E}$$

همان‌طور که بیان شد، هر الگو زمانی برآورد خواهد شد که از پیش علیت روابط بین دو متغیر تأیید شده باشد.

1- Toda-Yamamoto.

2- Payne.

3- Wald.

جدول ۲- نتایج آزمون ریشه‌ی واحد دیکی- فولر Augmented Dickey-Fuller Test Statistic

با عرض از مبدأ و روند (C+T)					با عرض از مبدأ (C)					متغیر		
طول وقفه	نتیجه	مقادیر بحرانی در سطوح معنی‌داری			آماره‌ی آزمون	طول وقفه	نتیجه*	مقادیر بحرانی در سطوح معنی‌داری			آماره آزمون	
		٪۱۰	٪۵	٪۱				٪۱۰	٪۵			٪۱
۳	----	-۳/۲۶۱۵	-۳/۶۴۵۰	-۴/۴۶۷۹	-۲/۵۴۷۶	۳	----	-۲/۶۴۶۱	-۳/۰۱۲۴	-۳/۷۸۸۰	۰/۱۰۳۲	$Y$
۲	I(۱)	-۳/۲۶۱۵	-۳/۶۴۵۰	-۴/۴۶۷۹	-۴/۹۰۸۹	۰	I(۱)	-۲/۶۳۸۸	-۲/۹۹۸۰	-۳/۷۵۲۹	-۳/۵۳۴۸	$\Delta Y$
۰	----	-۳/۲۴۳۱	-۳/۶۱۲۲	-۴/۳۹۴۳	۰/۶۴۴۰	۳	----	-۲/۶۴۶۱	-۳/۰۱۲۴	-۳/۷۸۸۰	۳/۳۵۳۹	$E$
۲	I(۱)	-۳/۲۶۱۵	-۳/۶۴۵۰	-۴/۴۶۷۹	-۴/۰۹۳۳	۰	I(۱)	-۲/۶۳۸۸	-۲/۹۹۸۰	-۳/۷۵۲۹	-۴/۵۴۲۳	$\Delta E$
۰	----	-۳/۲۴۳۱	-۳/۶۱۲۲	-۴/۳۹۴۳	-۰/۸۲۶۰	۱	----	-۲/۶۳۸۸	-۲/۹۹۸۰	-۳/۷۵۲۹	۲/۰۱۶۳	$CO_p$
۰	I(۱)	-۳/۲۴۸۶	-۳/۶۲۲۰	-۴/۴۱۶۳	-۶/۴۱۱۵	۰	I(۱)	-۲/۶۳۸۸	-۲/۹۹۸۰	-۳/۷۵۲۹	-۵/۷۲۳۹	$\Delta CO_p$
۰	----	-۳/۲۴۳۱	-۳/۶۱۲۲	-۴/۳۹۴۳	-۲/۴۶۸۰	۱	----	-۲/۶۳۸۸	-۲/۹۹۸۰	-۳/۷۵۲۹	۰/۶۷۷۲	$WP$
۰	I(۱)	-۳/۲۴۸۶	-۳/۶۲۲۰	-۴/۴۱۶۳	-۷/۰۲۴۷	۰	I(۱)	-۲/۶۳۸۸	-۲/۹۹۸۰	-۳/۷۵۲۹	-۶/۹۶۳۰	$\Delta WP$

\*: در بررسی مانایی و ارائه‌ی نتایج آن اگر آزمون ریشه‌ی واحد بر روی سطح داده‌ها انجام گیرد، سطح معنی‌داری ۹۹ درصد ملاک عمل خواهد بود و هم‌چنین، اگر آزمون ریشه‌ی واحد بر روی تفاضل مرتبه‌ی اول داده‌ها انجام شود، سطح معنی‌داری ۹۰ درصد نیز مورد قبول است. (چانتاناوات و همکاران، ۲۰۰۶)

----: در سطح ۹۹ درصد مانا نیست.

I(1): در سطح معنی‌داری ۹۰ درصد مانا و مرتبه‌ی مانایی آن یک است.

منبع: محاسبات تحقیق

## ۴- نتایج تجربی

در اولین مرحله از روش تودا-یاماموتو، مانایی متغیرها بررسی می‌شود. برای این منظور از آزمون ریشه‌ی واحد دیکی- فولر تعمیم یافته<sup>۱</sup> (ADF) هم در حالت وجود عرض از مبدا (C) و هم در حالت وجود عرض از مبدا و روند (C+T) استفاده می‌شود. جدول (۲)، خلاصه نتایج این آزمون را نشان می‌دهد. طول وقفه‌ی بهینه در آزمون ریشه‌ی واحد دیکی- فولر بر اساس معیار اطلاعاتی شوارتز - بی‌زین<sup>۲</sup> (SBC) انتخاب شده است.

همان‌طور که جدول (۲) نشان می‌دهد، متغیرهای درآمد سرانه، سرانه‌ی مصرف انرژی، آلودگی آب و نشر دی‌اکسید کربن هم در حالت وجود عرض از مبدا و هم در حالت وجود عرض از مبدا و روند در سطح معنی‌داری ۹۹ درصد مانا نیستند، در حالی که همگی متغیرهای تحقیق بعد از یک تفاضل با وجود عرض از مبدا و عرض از مبدا و روند در سطح معنی‌داری ۹۹ درصد (به جز مورد درآمد ملی سرانه با وجود عرض از مبدا)، مانا هستند، یعنی همه‌ی سری‌های زمانی تحقیق I(1) هستند با توجه به نتایج به دست آمده مانایی متغیرها در تفاضل مرتبه‌ی اول آن‌ها در آزمون‌های به‌کار رفته تأیید می‌شود. بنابراین، تعداد وقفه‌های اضافی در مدل VAR برابر یک خواهد بود ( $d_{max} = 1$ ).

در مرحله‌ی دوم، تعداد وقفه‌های بهینه (k) الگوهای VAR به‌صورت زیر تعیین می‌شود.

$$CO_p = f(CO_p, Y), Y = f(CO_p, Y) \quad (3)$$

$$CO_p = f(CO_p, E), E = f(CO_p, E) \quad (4)$$

$$WP = f(WP, Y), Y = f(WP, Y) \quad (5)$$

$$WP = f(WP, E), E = f(WP, E) \quad (6)$$

تعیین وقفه‌ی ۷ بهینه در هر یک از تصریحات بالا بر اساس معیارهای شوارتز-بی‌زین (SBC) انجام شد، به طوری که تعداد وقفه‌ی بهینه در الگوهای (۳) تا (۶) به ترتیب برابر ۲، ۳، ۲ و ۱ تعیین شده است (جدول ۳).

1- Adjusted Dickey- Fuller test.

2- Schwartz Bayesian Criterion.

جدول ۳- نتایج آماره‌ی شوارتز- بیزین برای تعیین وقفه‌ی بهینه

آماره‌ی شوارتز - بیزین (SIC)				تعداد وقفه
WP, E	WP, Y	Co <sub>۲</sub> , E	Co <sub>۲</sub> , Y	
۲۹/۰۴۲۹۵	۳۵/۵۳۸۳۸	۱۶/۳۵۰۸۸	۲۲/۹۰۵۹۴	۰
۲۵/۲۸۹۳۳*	۳۲/۸۸۶۷۰	۱۱/۳۳۴۵۱	۱۸/۳۰۶۴۲	۱
۲۵/۸۴۹۰۲	۲۲/۳۳۵۷۷*	۱۱/۳۳۵۴۶	۱۸/۲۸۶۱۱*	۲
۲۵/۹۲۴۸۲	۳۲/۷۴۱۷۸	۱۰/۹۳۳۷۶*	۱۸/۷۷۴۰۶	۳
۲۵/۸۵۰۸۵	۳۲/۹۱۸۳۶	۱۱/۰۵۹۴۶	۱۸/۷۵۸۲۸	۴
۲۶/۴۰۴۴۷	۳۳/۲۴۶۱۱	۱۱/۲۷۱۶۷	۱۹/۳۱۱۰۰	۵
۲۶/۷۹۲۲۱	۳۳/۶۰۹۱۱	۱۱/۶۳۹۰۱	۱۸/۸۵۸۰۸	۶

\* نشانگر وقفه‌ی بهینه است.

منبع: محاسبات تحقیق

در مرحله‌ی سوم، الگوهای ۳، ۴، ۵ و ۶ را به ترتیب با ۳، ۴، ۳ و ۲ وقفه برآورد می‌کنیم. آنگاه، آزمون والد روی ضرایب الگوهای VAR تصریح شده با وقفه‌های بهینه‌ی فوق انجام می‌شود. فرض  $H_0$ ، آزمون صفر بودن ضرایب با وقفه‌ی بهینه است. نتایج آزمون والد برای هر الگو (و با در نظر گرفتن این که کدام متغیر، وابسته در نظر گرفته شود، یعنی در  $۸=۴ \times ۲$  حالت)، در جدول (۴) خلاصه شده است:

جدول ۴- نتایج آزمون والد

نتیجه‌گیری		P - Value	آماره‌ی والد ( $\chi^2$ )	فرض $H_0$	متغیر تأثیرگذار	متغیر وابسته
سطح معنی‌داری ۹۰٪	سطح معنی‌داری ۹۵٪					
$Y \rightarrow Co_2$	$Y \rightarrow Co_2$	۰/۳۰۲۵	۳/۶۴۴۶	$\gamma_1 = 0$	Y	Co <sub>۲</sub>
$Co_2 \rightarrow Y$	$Co_2 \rightarrow Y$	۰/۰۸۷۸	۶/۵۴۸۸	$\lambda_2 = 0$	Co <sub>۲</sub>	Y
$E \rightarrow Co_2$	$E \rightarrow Co_2$	۰/۳۴۵۸	۴/۴۷۲۶۴	$\lambda_3 = 0$	E	Co <sub>۲</sub>
$Co_2 \rightarrow E$	$Co_2 \rightarrow E$	۰/۰۱۳۲	۱۲/۶۴۲۵	$\lambda_4 = 0$	Co <sub>۲</sub>	E
$Y \rightarrow Wp$	$Y \rightarrow Wp$	۰/۳۹۵۲	۲/۹۷۶۸	$\lambda_5 = 0$	Y	WP
$WP \rightarrow Y$	$WP \rightarrow Y$	۰/۱۰۶۱	۶/۱۱۶۵	$\lambda_6 = 0$	WP	Y
$E \rightarrow Wp$	$E \rightarrow Wp$	۰/۰۵۸۰	۵/۶۹۳۸	$\lambda_7 = 0$	E	WP
$WP \rightarrow E$	$WP \rightarrow E$	۰/۹۷۳۵	۰/۰۵۳۶	$\lambda_8 = 0$	WP	E

منبع: محاسبات تحقیق

همان‌طور که از جدول (۴) مشخص است، در سطح اطمینان ۹۵ درصد فقط علیتی یک طرفه از نشر دی اکسید کربن به سرانه‌ی مصرف انرژی برقرار است و ولی با ۹۰ درصد اطمینان، علاوه بر علیت مذکور، رابطه‌ی علی یک طرفه‌ای از نشر دی اکسید کربن به درآمد سرانه و هم‌چنین رابطه‌ی علی یک طرفه‌ای از سرانه‌ی مصرف انرژی به آلودگی آب مشاهده می‌شود. پس، اگر سطح معنی‌داری ۰/۹۰ را ملاک عمل قرار دهیم، رابطه‌ی علی بین (الف) نشر دی اکسید کربن- درآمد سرانه، (ب) سرانه‌ی مصرف انرژی - آلودگی آب و (پ) نشر دی اکسید کربن- سرانه‌ی مصرف انرژی پیدا می‌شود. حال با توجه به نتایج به دست آمده از علیت متغیرها، فرضیه‌ی EKC را فقط در سه حالت می‌توان بررسی کرد، که عبارتند از:

(۱) فرضیه‌ی  $Y - CO_2 - E$  (۲) فرضیه‌ی  $CO_2 - E$  (۳) فرضیه‌ی  $WP - E$  جداول (۵)، (۶) و (۷) نتایج برآوردها را نشان می‌دهند.

جدول ۵- خلاصه‌ی برآورد فرضیه‌ی EKC با متغیرهای نشر دی اکسید کربن و درآمد سرانه

نام متغیر	ضرایب تخمین (Coefficient)	انحراف معیار (Std. Error)	آماره‌ی t (t-Statistic)	احتمال (Prob.)	ضریب تعیین ( $R^2$ )
C	۵۰۳/۱۵۷۵	۴۳۷/۷۲۰۷	-۱/۰۹۰۳۹۰	۰/۲۸۷۳	۰/۵۹۹۸۷۶
Y	-۰/۴۹۲۶۲۴	۰/۴۵۱۷۸۷	۱/۵۹۹۰۹۵	۰/۱۲۴۱	
$Y^2$	۰/۰۰۰۱۸۴	۰/۰۰۰۱۱۵	۱/۱۴۹۴۹۵	۰/۲۶۲۷	

منبع: محاسبات تحقیق

جدول ۶- خلاصه‌ی برآورد فرضیه‌ی EKC با متغیرهای نشر دی اکسید کربن و سرانه‌ی مصرف انرژی

نام متغیر	ضرایب تخمین (Coefficient)	انحراف معیار (Std. Error)	آماره‌ی t (t-Statistic)	احتمال (Prob.)	ضریب تعیین ( $R^2$ )
C	-۱۴۰/۵۲۸۷	۳۲/۲۹۸۸۴	-۴/۳۵۰۸۸۹	۰/۰۰۰۳	۰/۹۸۳۱۳۵
E	۷/۵۵۲۹۲۰	۱/۰۰۱۹۱۶	۷/۵۳۸۴۷۴	۰/۰۰۰۰	
$E^2$	-۰/۰۲۱۷۸۸	۰/۰۰۷۳۲۳	-۲/۹۷۵۱۰۱	۰/۰۰۷۰	

منبع: محاسبات تحقیق



جدول ۷- خلاصه‌ی برآورد فرضیه‌ی EKC با متغیرهای آلودگی آب و سرانه‌ی مصرف انرژی

نام متغیر	ضرایب تخمین (Coefficient)	انحراف معیار (Std. Error)	آماره‌ی t (t-Statistic)	احتمال (Prob.)	ضریب تعیین ( $R^2$ )
C	-۸۰۶۲/۲۶۰	۱۸۳۷۳/۱۹	-۰/۴۳۸۸۰۶	۰/۶۶۵۱	۰/۹۵۳۱۲۸
E	۲۴۴۲/۷۸۷	۵۶۹/۹۳۹۸	۴/۲۸۶۰۴۵	۰/۰۰۰۳	
E <sup>۲</sup>	-۶/۶۱۴۳۳۸	۴/۱۶۵۸۷۸	-۱/۵۸۷۷۴۲	۰/۱۲۶۶	

منبع: محاسبات تحقیق

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، فرضیه‌ی EKC به صورت قدرتمندی وجود رابطه‌ی کوهانی شکل بین حجم نشر دی اکسید کربن و سرانه‌ی مصرف انرژی ( $CO_2, E$ ) را تأیید می‌کند. اما این فرضیه در مورد رابطه‌ی نشر دی اکسید کربن و درآمد سرانه ( $CO_2, Y$ ) تأیید نمی‌شود. همچنین وجود رابطه‌ی کوهانی شکل برای آلودگی آب و سرانه‌ی مصرف انرژی ( $WP, E$ ) رد شد. از سوی دیگر، فرضیه‌ی EKC تأیید شده، آستانه‌ای در خارج از نمونه دارد. به عبارت دیگر نقطه‌ی آستانه، در آینده رخ خواهد داد.

##### ۵- نتیجه گیری

مصرف انرژی، تولید (درآمد) ملی و آلودگی (هوا و آب)، هر سه اجزای نظام تولیدی اقتصاد هستند. معمولاً تمرکز روی یکی از موضوعات رشد اقتصادی، مصرف انرژی، آلودگی هوا و آلودگی آب، ممکن است برنامه‌ریزان را از یک یا چند موضوع دیگر غافل کند. نتایج مطالعه درباره‌ی رابطه‌ی احتمالی بین این متغیرها، این امکان را فراهم می‌کند با شناخت بهتر ماهیت و رابطه‌ی نشر آلاینده‌ها و رشد اقتصادی و همچنین چگونگی مصرف انرژی در مسیر رشد اقتصادی، راهکارهای مناسب‌تری برای نیل به اهداف اقتصادی طراحی شود. از مشهورترین مطالعات بررسی رابطه‌ی آلودگی و رشد اقتصادی، فرضیه‌ی منحنی زیست محیطی کوزنتس است، اما آزمون این فرضیه، بدون در نظر گرفتن وجود یا عدم وجود علیت بین متغیرها، صحیح نیست.

در این مقاله، فرضیه‌ی مذکور در چهار حالت در نظر گرفته شد: (۱) هنگامی که معیار رشد اقتصادی، درآمد سرانه‌ی کشور است؛ (۲) هنگامی که مصرف سرانه‌ی انرژی معیار رشد اقتصادی است؛ (۳) وقتی که آلودگی هوا معیار تزییع محیط زیست است؛ و

(۴) زمانی که معیار تزییع محیط زیست، آلودگی آب است. برای تعیین وجود یا عدم وجود علیت بین متغیرها، در اولین مرحله با استفاده از روش‌شناسی تودا- یاماموتو، مشخص شد که از بین چهار متغیر تحقیق، فقط ارتباط علی یک طرفه‌ای از میزان نشر  $CO_2$  به سرانه‌ی مصرف انرژی در سطح ۹۵ درصد وجود دارد. هم‌چنین، در سطح ۹۰ درصد ارتباطی یک طرفه از میزان نشر  $CO_2$  به درآمد سرانه و از سرانه‌ی مصرف انرژی به آلودگی آب پیدا شد.

در مرحله‌ی بعد، معادله‌ی درجه‌ی دومی که فرضیه‌ی EKC را بیان کند، یک بار برای حجم نشر  $CO_2$ - درآمد سرانه، بار دیگر برای حجم نشر  $CO_2$  - سرانه‌ی مصرف انرژی و سرانجام برای آلودگی آب - سرانه‌ی مصرف انرژی به روش حداقل مربعات معمولی برآورد شد. فرضیه‌ی EKC مبنی بر وجود رابطه‌ی کوهانی شکل برای نشر دی اکسید کربن-درآمد سرانه و آلودگی آب- سرانه‌ی مصرف انرژی رد شد، در حالی که بین نشر دی اکسید کربن- سرانه‌ی مصرف انرژی این فرضیه رد نمی‌شود. به عبارت دیگر، کشور ما در مرحله‌ای است که افزایش سرانه‌ی مصرف انرژی با افزایش نشر دی اکسید کربن (آلودگی هوا) همراه است.

### فهرست منابع

- پژویان، جمشید و مرادحاصل، نیلوفر (زمستان ۱۳۸۶)، بررسی اثر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا، پژوهش‌های اقتصادی.
- پورکاظمی، محمدحسین و ابراهیمی، ایلناز (بهار ۱۳۸۷)، بررسی منحنی کوزنتس زیست محیطی در خاورمیانه، پژوهش‌های اقتصادی ایران.
- رائو، کریشنا؛ یاوری، احمدرضا (۱۳۸۵)، توسعه پایدار: اقتصاد و سازکارها، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
- فطرس، محمد حسن (۱۳۸۵)، مباحثی از اقتصاد محیط زیست (مجموعه‌ی مقالات)؛ همدان، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا.

Agras, J., Chapman, D., (1999). A Dynamic Approach to the Environmental Kuznets Curve Hypothesis. *Ecological Economics*, 28 (2), 267-277.

- Azomahu, T., Van Phu, N., 2001. Economic growth and CO2 emission: a nonparametric approach. BETA working paper No.2001-01.
- Baiocchi, G., Di Falco, S., (2001). Investigating the Shape of the EKC: A Nonparametric Approach. Nota di Lavoro 66.01. Fondazione Eni Enrico Mattei.
- Bengochea-Morancho, A., Higon-Tamarit, F., Martinez-Zarzoso, I., (2001). Economic Growth and CO2 Emissions in the European Union. *Environmental and Resource Economics* 19 (2), 165-172.
- Chontanawat, J.; Hunt, L.C. and Pierse, R. (2006). Causality between Energy Consumption and GDP: Evidence from 30 OECD and 78 Non-OECD Countries, Surrey Energy Economics Centre (SEEC), Department of Economics Discussion Papers (SEEDS) 113.
- Cole, M. A.; (2004). Trade, the pollution haven hypothesis and the environmental Kuznets curve: examining the linkages. *Ecological Economics* 48, 71– 81.
- 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.
- Coondoo, D., Dinda, S., (2002). Causality between income and emission: a country group-specific econometrics analysis. *Ecological Economics* 40, 351-367.
- Coondoo, D., Dinda, S., (2008). Carbon dioxide emission and income: a temporal analysis of cross-country distributional patterns. *Ecological Economics* 65, 375-385.
- Dijkgraaf, E., Volleberge, H. R. J., (2001). A Note on Testing for Environmental Kuznets Curves with Panel Data. Nota di Lavoro 63.01. Fondazione Eni Enrico Mattei.
- Dinda, S., Coondoo, D., (2006). Income and emission: A panel data-based cointegration analysis. *Ecological Economics* 57, 167-181.
- Friedl, B., Getzner, M. (2003). Determinants of CO2 emission in a small open economy. *Ecological Economics*, 45, 133-148.
- Galeotti, M., Lanza, A., (1999). Richer and Cleaner? A Study on Carbon Dioxide Emissions in Developing Countries. Nota di Lavoro 87.99. Fondazione Eni Enrico Mattei.

- Galeotti, M., Lanza, A., Pauli, F., 2006. Reassessing the environmental Kuznets curves for CO<sub>2</sub> emission: A robustness exercise. *Ecological Economics* 57, 152-163.
- Granger, C. W. J., (1988). Some recent developments in a concept of causality. *Journal of Econometrics*, 39, 199 – 211.
- Harbaugh, W. T., Levinson, A., Wilson, D. M. (2002). Reexamining the empirical evidence for an environmental Kuznets curve. *The Review of Economics and statistics* 84, 541-551.
- Heerink, N., Mulatu, A., Bullet, 2001. Income Inequality and the Environment: Aggregation Bias in Environmental Kuznets Curves. *Ecological Economics* 38 (3), 359-367.
- Hettige, H; Mani, M; Wheeler, D., (2000). Industrial pollution in economic development: the environmental Kuznets curve revisited. *Journal of Development Economics* 62, 445–476.
- Hill, R. J., Magnani, E., (2002). An exploration of the conceptual and empirical basis of the environmental Kuznets curve. *Australian Economic papers* 41, 239-254.
- Holtz-Eakin, D., Selden, T.M., 1995. Stoking the Fires? CO<sub>2</sub> Emissions and Economic Growth. *Journal of Public Economics*, 57 (1), 85-101.
- Lantz, V., Feng, Q., (2006). Assessing income, population, and technology impacts on CO<sub>2</sub> emissions in Canada: where's the EKC? *Ecological Economics* 57, 229-238.
- Lindmark, M., (2002). An EKC-pattern in historical perspective: carbon dioxide emissions, technology, fuel prices and growth in Sweden 1870–1997. *Ecological Economics* 42, 333–347.
- Liua, X, Heilig, g. K., Chenc, J., Heino, M, (2007). Interactions between economic growth and environmental quality in Shenzhen, China's first special economic zone. *Ecological Economics* 62, 559–570.
- Martinez-Zarzoso, I., Bengochea-Morancho, A. and Hihon-Tamarit, F. (2002). Testing for Environmental Kuznets Curves: Empirical Evidence from Pooled Mean Estimates. Paper under revision in *Environmental and Resource Economics*.
- Martinez-Zarzoso, I., Bengochea-Morancho, A., (2003). Testing for an Environmental KUZNETS Curve in Latin-American Countries. *Revista de Analisis Económico* 18, No. 1, 3-26.

- Mielnik, O., Goldenberg, J., (1999). The evaluation of the carbonization index in developing countries. *Energy Policy* 27,307-308.
- Moomaw, W. R., Unruh, G. C., (1997). Is Environmental Kuznets Curves Misleading us? The Case of CO2 Emissions. *Environment and Development Economics*, 2 (4), 451-463.
- Neumayer, E., (2002). Can natural factors explain any cross-country difference in carbon dioxide emission? *Energy Policy* 30, 7-12.
- Opschoor, J. B., (1997). Industrial metabolism, economic growth and institutional change. In Redclift, M., Woodgate, G(eds.): *The International Handbook of Environmental Sociology*. Edward Elgar, Cheltenham.
- Panayotou, T., (2000). Economic growth and the environment. Center for international development at Harvard University working paper, 56.
- Paudel, K. P., Zapsta, H., Susanto, D., (2005). An Empirical Test of Environmental Kuznets Curve for Water Pollution. *Environmental & Resources Economics* 31, 325-348.
- Pauli, F., (2003). Environmental Kuznet investigation using a varying coefficient AR model. Abdus Salam International Center for Theoretical Physics EEE Working paper No.12.
- Payne, J.E., (2008). On the dynamics of energy consumption and output in the US. *Applied Energy*, doi: 10.1016. j. apenergy.2008.07.03.
- Perman, R., Stern, D. I., (2003). Evidence from panel unit root and cointegration tests that the environmental Kuznets curve does not exist. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 47.325-347.
- Roberts, J. T., Grimes, P. E., (1997). Carbon Intensity and Economic Development 1962-91: A Brief Exploration of the Environmental Kuznets Curve. *World Development*, 25 (2), 191-198.
- Roca, J., Alcantara, V., (2001). Energy intensity, Co2 emission and the environmental Kuznets curve. The Spanish case. *Energy Policy* 29, 553-556.
- Schmalensee, R., Stoker, T. M., Judson, R. A., (1998). World Carbon Dioxide Emissions: 1950-2050. *Review of Economics and Statistics*, 80 (1), 15-27.
- Sengupta, R., (1996). CO2 Emission-Income Relationship: Policy Approach for Climate Control. *Pacific and Asian Journal of Energy*, 7 (2), 207-229.
- Shafik, N., Bandyopadhyay, S., (1992). Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence. The World Bank, Working Paper Series WP-904.

Soytaş, U., Sari, R., Bradley, T. E., (2007). Energy Consumption, income, and carbon emissions in the United States. *Ecological Economics* 62,482-489.

Stern, D. I., (2000). A multivariate cointegration analysis of the role of energy in the US macro economy. *Energy Economics* 22,267-283.

Taskin, F., Zaim, O., (2000). Searching for a Kuznets curve in environmental efficiency using Kernel estimation. *Economics Letters* 68, 217-223.

Toda H. Y., Yamamoto, T., (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated process. *J Economet*, 66, 225-50.

Torras, M., Boyce, J. K., (1998). Income, inequality, and pollution: a reassessment of the environmental Kuznets Curve. *Ecological. Economics* 25, 147-160.

Tucker, M., (1995). Carbon Dioxide Emissions and Global GDP. *Ecological Economics*, 15 (3), 215-223.

Chontanawat, J., L. C. Hunt, R. Pierse, (2006). Causality between Energy Consumption and GDP: Evidence from 30 OECD and 78 Non-OECD Countries. *Surrey Energy Economics*, 113:3-11.

## پیوست

جدول داده‌های تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی، نشر دی اکسید کربن و آلودگی آب در ایران،  
۱۹۸۰-۲۰۰۴

سال	*تولید ناخالص داخلی	مصرف انرژی**	نشر دی اکسید کربن**	آلودگی آب*
۱۹۸۰	۱۸۶۸,۱۷۵	۴۰,۱	۱۱۹,۵۲	۷۲۳۳۴
۱۹۸۱	۱۶۹۷,۰۳۲	۳۶,۲	۱۱۶,۳۷	۷۵۲۱۹
۱۹۸۲	۱۸۳۸,۹۶۵	۳۹,۸	۱۴۱,۱	۸۲۵۵۳
۱۹۸۳	۱۹۸۹,۷۸۵	۴۶,۹	۱۵۶,۹۲	۸۶۸۸۱
۱۹۸۴	۱۸۸۳,۴۷۳	۴۸	۱۵۵,۸۶	۹۴۳۴۰
۱۹۸۵	۱۸۵۰,۵۸۳	۴۹,۷	۱۶۴,۷۲	۹۱۹۲۴
۱۹۸۶	۱۶۱۹,۷۹۵	۴۸,۶	۱۶۵,۱۴	۹۲۸۸۱
۱۹۸۷	۱۵۴۸,۱۵۹	۴۹,۲	۱۷۳,۹۶	۱۰۷۴۲۴
۱۹۸۸	۱۴۱۲,۵۸۶	۵۱	۱۸۰,۴۲	۹۸۷۷۶
۱۹۸۹	۱۴۵۹,۰۵۳	۵۴,۸	۱۹۵,۰۳	۱۰۵۳۱۷
۱۹۹۰	۱۵۹۴,۶۷۹	۵۴,۸	۲۰۱,۸	۱۰۲۶۸۹
۱۹۹۱	۱۷۳۰,۸۳۱	۵۵	۲۲۶,۲	۱۰۲۵۷۵
۱۹۹۲	۱۷۶۷,۹۴۱	۵۵,۹	۲۳۲,۸۷	۱۰۳۷۹۷
۱۹۹۳	۱۷۳۵,۶۹۵	۵۷,۸	۲۳۶,۴۳	۱۰۱۹۰۰
۱۹۹۴	۱۷۲۸,۷۴۹	۶۱,۲	۲۴۸,۹۵	۱۳۱۸۲۵
۱۹۹۵	۱۷۶۱,۴۵۹	۶۲,۹	۲۶۰,۲۱	۱۲۵۸۲۲
۱۹۹۶	۱۸۵۲,۸۸۹	۶۴,۶	۲۶۱,۱۲	۱۳۱۹۰۵
۱۹۹۷	۱۹۰۷,۷۹۷	۷۱,۶	۲۸۸,۶۲	۱۳۳۷۸۹
۱۹۹۸	۱۹۵۳,۸۸۹	۷۳,۴	۲۹۲,۶۴	۱۳۶۱۸۲
۱۹۹۹	۲۰۲۱,۳۶۵	۷۶,۹	۳۱۵,۳	۱۳۸۰۸۴
۲۰۰۰	۲۰۶۳,۵۷۵	۷۹,۲	۳۱۸,۵۸	۱۴۰۷۷۵
۲۰۰۱	۲۱۲۵,۰۵۶	۸۴,۵	۳۳۲,۰۱	۱۴۱۹۸۲
۲۰۰۲	۲۲۷۲,۴۱۷	۹۲,۱	۳۶۲,۴۸	۱۵۹۰۲۱
۲۰۰۳	۲۴۲۸,۸۲۶	۹۶,۶	۳۸۴,۳۳	۱۶۴۷۶۱
۲۰۰۴	۲۵۲۲,۲۸۹	۹۹,۴	۴۰۳,۹۱	۱۷۶۱۵۰

\*World Bank

منابع:

\*\*Energy Information Administration