

بررسی رابطه آلودگی آب و رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته

دکتر حمیدرضا ارباب* و زهره عباسی فر**

تاریخ دریافت: ۲۹ آذر ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: ۲۷ آبان ۱۳۹۱

امروزه آلودگی یکی از مهم‌ترین چالش‌های مدیریتی کشورهاست. بر این اساس، تمام کشورها تلاش می‌کنند تا با وضع قوانین و مقررات در سطح ملی و تنظیم توافق‌نامه‌های بین‌المللی، از گسترش تخریب‌های زیست‌محیطی جلوگیری کنند. بدون تردید انتشار آلودگی، تابعی از فرآیند رشد و توسعه اقتصادی است. بیشتر مطالعات انجام شده در این زمینه، وجود یک رابطه U شکل معکوس بین کیفیت محیط زیست و رشد اقتصادی را تأیید می‌کنند. این رابطه در ادبیات اقتصاد محیط زیست به منحنی زیست‌محیطی کوزنتس یا EKC معروف است. در این مقاله بر اساس مبانی نظری فنی زیست‌محیطی کوزنتس، رابطه آلودگی آب و رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته در سال‌های ۱۹۸۰-۲۰۰۰ بررسی شده است. در الگوی مورد استفاده علاوه بر متغیر درآمد، متغیر جمعیت به عنوان متغیر برون‌زا در نظر گرفته شده است. در الگوی مورد استفاده از روش داده‌های تلفیقی استفاده کرده‌ایم. نتایج نشان می‌دهد که تمام کشورهای توسعه یافته از نقطه برگشت منحنی عبور کرده‌اند. به بیان دیگر رابطه آلودگی آب و درآمد سرانه آنها منفی است و با افزایش رشد اقتصادی و درآمد سرانه این کشورها، کیفیت آب بهبود یافته است. سطح درآمد سرانه کشورهای در حال توسعه در نقطه بازگشت فنی کوزنتس ۹۰۱ دلار بوده است. بررسی آماری نشان می‌دهد که بسیاری از کشورهای در این گروه هنوز به نقطه برگشت فنی کوزنتس خود نرسیده‌اند. بنابراین رابطه درآمد ملی سرانه و آلودگی آب مثبت است و با رشد اقتصادی و افزایش درآمد ملی سرانه، سطح آلودگی آب افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: رشد اقتصادی، کیفیت محیط زیست، منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، آلودگی آب.

طبقه‌بندی JEL: Q54, O44, O33.

۱. مقدمه

انواع آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های اقتصادی با ورود به محیط زیست باعث تخریب گیاهان، جانوران و سیستم‌های زیست‌محیطی می‌شوند. آلودگی هوا، آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی، آلودگی خاک، افزایش نرخ بیماری و مرگ و میر انسان‌ها و در مجموع کاهش کیفیت محیط زیست و کاهش بهره‌مندی انسان از طبیعت، ناشی از فعالیت‌های تولیدی به منظور رشد اقتصادی است. به همین دلیل بررسی رابطه میان رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست از نظر اقتصاددانان اهمیت بسیار زیادی دارد.

در اوایل دهه ۱۹۷۰ دیدگاه «محدودیت‌های رشد» از سوی کلوب رم مطرح شد. اقتصاددانان محیط زیست کلوب رم این بحث را مطرح کردند که محدودیت منابع زیست‌محیطی از رشد اقتصاد جلوگیری خواهد کرد. تبعات زیان‌بار استفاده بیش از حد از منابع طبیعی و تخریب محیط زیست در دهه اخیر باعث شد تا پژوهشگران ارتباط بین انتشار آلودگی و رشد اقتصادی را بررسی کنند. با آغاز دهه ۱۹۹۰ با حمایت سیستم نظارت زیست‌محیطی جهانی (GEMS)، داده‌های زیست‌محیطی کشورهای OECD، داده‌های انتشار دی‌اکسید کربن و امثال آن در دسترس پژوهشگران قرار گرفت. براساس این اطلاعات، پژوهشگران تلاش کردند تا رابطه میان درآمد و شاخص‌های کیفیت محیط زیست را بررسی کنند. نتیجه تحقیقات منجر به پیشنهاد الگویی کاربردی به نام منحنی زیست‌محیطی کوزنتس (EKC) شد. EKC پیشنهاد می‌کند که با افزایش درآمد یک کشور در مسیر توسعه، ابتدا آلودگی محیط زیست افزایش می‌یابد ولی با افزایش درآمد سرانه و عبور از نقطه بازگشت، کیفیت محیط زیست بهتر می‌شود و آلودگی‌ها کاهش می‌یابد. در این مقاله وجود منحنی کوزنتس در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته بررسی شده و نقطه بازگشت منحنی برای دو گروه کشورها محاسبه شده است.

۲. پیشینه تحقیق

تا اواسط دهه ۱۹۹۰ بیشتر مطالعات انجام شده در این رابطه با تأکید بر دو متغیر درآمد و تخریب محیط زیست انجام شده است. برای متغیر درآمد از GNP سرانه و برای تخریب محیط زیست عمدتاً از یک نوع آلودگی استفاده شده است. از نیمه دوم دهه ۱۹۹۰ محققان تلاش کرده‌اند تا عوامل برونزای مؤثر بر ارتباط میان رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست را شناسایی کنند. ویژگی مهم این مطالعات غیر از توجه به عوامل برونزا، تأکید بیشتر آنها بر کشورهای توسعه یافته و کشورهای عضو اتحادیه اروپا بود.^۱

۳. مطالعات خارج از کشور

گروسمن و کروگر^۲ در مطالعه خود ارتباط میان آلودگی و رشد اقتصادی، اثر دی‌اکسید گوگرد و ذرات معلق در هوا را بر تولید ناخالص سرانه بررسی کردند. این دو پژوهشگر از تجارت آزاد به عنوان یک متغیر برونزا استفاده کردند. نتیجه مطالعه آنان وجود منحنی EKC را در منطقه آمریکای شمالی مورد تأیید قرار داد.

شفیق و باندو پاجایا^۳ در سال ۱۹۹۲ به بررسی رابطه تجربی بین درآمد سرانه و آلودگی هوا، نرخ جنگل‌زدایی، دسترسی به آب آشامیدنی سالم و تولید زباله (پسماند) پرداختند و این ایده را مطرح کردند که افزایش درآمد منجر به پاک شدن هوا و رفع آلودگی می‌شود.

وینسنت^۴ در مطالعه موردی کشور مالزی به این نتیجه رسید که دستیابی به درآمد سرانه بالاتر متضمن سطوح آلودگی بالاتر است. براساس نتایج وی، نرخ آلودگی و منابع تولید آلاینده‌ها در این کشور به صورت پویا در حال تغییر و افزایش است. در نتیجه به احتمال فراوان اقتصاد مالزی در قسمت صعودی منحنی EKC قرار دارد.

مک کانل^۵ الگویی از EKC را پیشنهاد کرد که در آن آلودگی از طریق مصرف ایجاد می‌شود و با کاهش مصرف آلودگی کاهش می‌یابد. در این الگو مطلوبیت به صورت تابعی از مصرف (C) و آلودگی (P) تعریف می‌شود. آلودگی نیز تابعی از مصرف و هزینه رفع زیان‌های آلودگی محیط زیست (A) است. مک کانل نتیجه می‌گیرد که احتمالاً در سطح کشش درآمدی

۱. پژویان (۱۳۸۶)

2. Grossman and Kruger (1991)
3. Shafik and Bandyopadhyay (1992)
4. Vincent (1997)
5. Mc Cannell (1007)

تقاضای صفر برای کیفیت زیست محیطی، آلودگی کاهش می یابد و در کشش درآمدی تقاضای بالا برای کیفیت محیط زیست، آلودگی بیشتر می شود.

سوری و چپمن^۱ معتقدند هنگامی که رابطه آلودگی و توزیع درآمد بررسی می شود، باید فعالیت های تجاری (صادرات و واردات کالا) نیز در تحلیل لحاظ شوند.

کریشنا و همکاران^۲ وجود منحنی زیست محیطی کوزنتس را در مورد آلودگی آب در ایالت لوئیزیانا مورد مطالعه قرار دادند. آنها نتیجه گرفتند که منحنی EKC برای آلودگی آب در این ایالت صحیح بوده و نقطه بازگشت منحنی در محدوده درآمد ۶۶۳۶ دلار تا ۱۲۹۹۳ دلار است.

باروآ هویاک^۳ رابطه بین درآمد سرانه و آلودگی آب را برای ۱۶ ایالت هند در طول سال های ۱۹۸۱ تا ۲۰۰۰ بررسی کردند. نتایج مطالعه نشان دادند که در ۱۲ ایالت رابطه معنی داری بین درآمد سرانه و آلودگی آب وجود داشته است.

۴. مطالعات داخل کشور

به دلیل عدم دسترسی به داده های مربوط به میزان آلودگی آب ها، بیشتر مطالعات انجام شده در داخل بر روی آلودگی هوا متمرکز بوده است.

مزینی و مرادحاصل (۱۳۸۵) اثر تبعات رشد اقتصادی و تخریب زیست محیطی را بر سلامت به صورت مطالعه موردی آلودگی هوا بررسی کردند. آنها با روش پانل دیتا ارتباط بین سه شاخص آلودگی، رشد اقتصادی و سلامت را برای کشورهای با درآمد متوسط (ایران، ترکیه، چین) برای دوره ۱۹۹۵ و ۲۰۰۲ بررسی کردند. نتایج مطالعه نشان داد که سه کشور در مرحله اول رشد اقتصادی قرار دارند که در آن رابطه درآمد و آلودگی مثبت است. اثر درآمد بر شاخص سلامت مثبت و اثر آلودگی بر شاخص سلامت منفی است.

پژویان و مرادحاصل (۱۳۸۶) در مطالعه ای با عنوان «بررسی اثر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا با استفاده از روش پانل دیتا» اثر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا را در قالب منحنی EKC برای ۶۷ کشور با گروه های درآمد متفاوت (شامل ایران) مورد آزمون قرار دادند. در مطالعه ایشان اثر رشد اقتصادی، جمعیت شهری، قوانین زیست محیطی، تعداد خودرو و درجه باز بودن اقتصاد بر میزان

1. Suri and Chapman (1998)

2. Kirishna, et al (2004)

3. Barua. A and Hubacek (2006)

۵. بررسی رابطه آلودگی آب و رشد اقتصادی در کشورهای ... ۵

آلودگی هوا، بررسی و وجود منحنی زیست‌محیطی کوزنتس (EKC) در کشورهای مورد مطالعه تأیید شد.

۵. برآورد الگو

یکی از انواع آلودگی‌ها، آلودگی آب است که از تخلیه پسماندهای صنعتی در آب‌ها به وجود می‌آید. هدف مطالعه بررسی رابطه بین رشد اقتصادی و سطح آلودگی آب براساس الگوی منحنی کوزنتس و روش پانل دیتا است. در اکثر مطالعات مربوط به منحنی کوزنتس از داده‌های پانل استفاده شده است.

در الگوی منحنی کوزنتس رابطه بین سطح آلودگی و درآمد را با یک تابع درجه دو بررسی می‌کنیم. الگوی عمومی که براساس داده‌های پانل در بررسی رابطه آلودگی و درآمد مورد استفاده قرار داده‌ایم به صورت رابطه (۱) است.

$$\ln W_{it} = a_i + \beta_1 \ln Y_{it} + \beta_2 \ln Y_{it}^2 + \beta_3 \ln PD_i + u_{it} \quad (1)$$

که در آن W میزان آلودگی آب، Y درآمد سرانه، PD تراکم جمعیت (نفر در کیلومتر مربع) و i و t به ترتیب زمان و کشور مورد مطالعه هستند. با توجه به اینکه در این مطالعه از داده‌های پانل استفاده کرده‌ایم، ساختار جزء به ویژگی‌های داده‌های سری زمانی و داده‌های مقطعی وابسته خواهد بود. بنابراین

$$u_{it} = v_i + e_t + \varepsilon_{it}$$

v_i اجازه تفاوت و ناهمگنی در مقاطع (مربوط به داده‌های مقطعی) و e_t اجازه تفاوت و ناهمگنی در زمان (مربوط به داده‌های سری زمانی) را می‌دهند.^۱

۶. نحوه گردآوری اطلاعات و داده‌ها

در این مقاله از GDP به عنوان معیار رشد اقتصادی و از انتشار BOD (اکسیژن مورد نیاز واکنش شیمیایی) به عنوان معیار تخریب کیفیت محیط زیست استفاده کرده‌ایم. برای اطمینان از قابلیت مقایسه، متغیر GDP با استفاده از متغیر جمعیت نرمال شده است. به دلیل مشکلات آماری در این

۱. کریشنا و همکاران (۲۰۰۴)

مطالعه از داده‌های GDP سرانه واقعی و داده‌های سالانه انتشار BOD در ۳۵ کشور استفاده کرده‌ایم. دوره زمانی مورد مطالعه سال‌های ۲۰۰۱-۱۹۸۰ است.

۷. تخمین با داده‌های پانل

قبل از تخمین الگو با استفاده از داده‌های پانل ذکر چند نکته ضروری است.

۱- علیت از سمت انتشار آلودگی به درآمد در یک کشور به این معناست که انتشار آلودگی یکی از علل مهم افزایش رشد اقتصادی بوده و بدون انتشار آلودگی رشد اقتصادی امکان‌پذیر نیست. علیت از درآمد به انتشار آلودگی در یک کشور به این معناست که افزایش سطح درآمد منجر به کاهش آلودگی و ارتقای کیفیت محیط زیست می‌شود.

۲- در الگوهای EKC ابتدایی، پیش فرض رابطه علیت یک طرفه برقرار بوده و تغییرات در کیفیت محیط زیست ناشی از تغییرات درآمد بوده است.

۳- امروزه اعتبار و صحت پیش فرض الگوی اولیه EKC مورد تردید است و ثابت شده که جهت علیت میان درآمد و کیفیت محیط زیست همیشه یک طرفه از سمت درآمد به کیفیت محیط زیست نیست. بررسی‌ها نشان می‌دهد که ماهیت و جهت علیت میان رشد اقتصادی و انتشار آلودگی بستگی به این دارد که کشورها در چه مرحله‌ای از رشد و توسعه قرار دارند. بنابراین از یک کشور به کشور دیگر تفاوت دارد.

در ادامه ابتدا نتایج مربوط به آزمون ریشه واحد آزمون هم‌انباشتگی ارائه می‌شود. پس از تأیید وجود رابطه بلندمدت آزمون F و آزمون هاسمن صورت گرفته است.

۸. آزمون ریشه واحد

ایستایی و نایستایی متغیرها با آزمون ریشه واحد تعیین می‌شود. در این تحقیق آزمون ریشه واحد به صورت گروهی، برای کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته بررسی شده است تا ایستایی متغیرها در کل داده‌های پانل تعیین شود. در داده‌های پانل به دلیل ترتیب آمار تمام کشورها، محدودیتی برای اندازه نمونه وجود ندارد و از نتایج دقیق تری بدست می‌آید. رویکرد اساسی مطالعه، این فرض است که کشورهای مورد نظر دارای ساختارهای متفاوت بوده و فرض همگنی

بررسی رابطه آلودگی آب و رشد اقتصادی در کشورهای ... ۷

میان پارامترهای الگو می‌تواند منجر به انحراف نتایج شود، بنابراین از روشی استفاده کرده‌ایم که فرض ناهمگنی ضرایب را در داده‌های پانل در نظر می‌گیرد.

$$H_0 : P_i = 0$$

به منظور سنجش ایستایی متغیرها در این تحقیق از آزمون IPS استفاده شده است. فرضیه صفر این است که هر سری زمانی در پانل که ریشه واحد دارد یعنی فرضیه رقیب یا H_1 اجازه می‌دهد که برخی سری‌های زمانی به‌طور جداگانه ریشه واحد نداشته باشند، یعنی:

$$H_1 : \begin{cases} P_i < 0 & \text{برای } i = 1, 2, \dots, N \\ P_i = 0 & \text{برای } i = N_1 + 1, \dots, N \end{cases}$$

نتایج آزمون برای کشورهای توسعه‌یافته در جدول ۱ و برای کشورهای در حال توسعه در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱. نتایج آزمون ریشه واحد پانل در کشورهای توسعه‌یافته - آماره \bar{t} (IPS)

متغیرها	با عرض از مبدأ (c)	prob
ln w	-۰/۴۹۴۳۰	
$\Delta \ln w$	-۹/۵۱۸۴۰	***
ln y	-۴/۵۴۱۴۹	
$\Delta \ln y$	-۸/۵۳۵۸۸	***
$\ln y^T$	۴/۹۷۹۳۷	
$\Delta \ln y^T$	-۸/۲۷۹۷۳	***
ln p	۵/۸۱۳۲۳	
$\Delta \ln p$	-۳/۳۳۴۲۹	***

فرضیه صفر، وجود فرآیندهای ریشه واحد جداگانه در پانل است.

*** نشان‌دهنده معنی‌داری آماری در سطح اطمینان ۹۹٪ است.

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۲. نتایج آزمون ریشه واحد پانل در کشورهای در حال توسعه - آماره \bar{t} (IPS)

متغیرها	با عرض از مبدأ (c)	prob
ln w	۱/۱۲۸۳۰	
$\Delta \ln w$	-۱۳/۲۵۹۹	***
ln y	-۰/۰۹۱۱۶	
$\Delta \ln y$	-۱۰/۵۵۰۹	***
$\ln y^*$	۰/۳۴۲۲۸	
$\Delta \ln y^*$	-۱۰/۳۱۵۳	***
ln p	-۵/۴۵۴۳۸	
$\Delta \ln p$	۰/۰۱۴۴۵	***

فرضیه صفر، وجود فرآیندهای ریشه واحد جداگانه در پانل است.

*** نشان دهنده معنی داری آماری در سطح اطمینان ۹۹٪ است.

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بررسی نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که با احتمال ۹۹ درصد و خطای کمتر از یک درصد فرضیه صفر مبنی بر ایستا بودن متغیرها رد می‌شود که البته با یک مرتبه تفاضل گیری، ایستا می‌شوند. وضعیت داده‌های پانل به لحاظ مرتبه انباشتگی در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳. وضعیت سری‌های زمانی پانل از نظر مرتبه هم‌انباشتگی در هر دو گروه از کشورها

	ln p	ln w	$\ln y^*$	ln y
آماره	c	c	c	c
IPS	I(۱)	I(۱)	I(۱)	I(۱)

مأخذ: یافته‌های تحقیق

۹. آزمون هم‌انباشتگی پدرونی

روش‌های مختلفی برای آزمون هم‌انباشتگی در داده‌های پانل مورد استفاده قرار می‌گیرد اما از آنجا که رویکرد این مطالعه مبنی بر فرض ناهمگنی بین پارامترهای الگوست، از آزمون

۹ بررسی رابطه آلودگی آب و رشد اقتصادی در کشورهای ...

هم‌انباشتگی پدرونی استفاده کرده‌ایم، زیرا این آزمون نیز بر پایه فرض ناهمگنی ضرایب در داده‌های پانل تنظیم شده است.

در آزمون پدرونی برای آزمودن فرض صفر، نبود هم‌انباشتگی ($p_i = 1$) در فرضیه رقیب وجود دارد بدین صورت که برای همه آنها فرضیه رقیب همگنی $(p_i = p) < 1$ و فرضیه رقیب ناهمگنی $p_i < 1$ خواهد بود. البته عبارت استفاده شده از سوی پدرونی برای فرضیه رقیب همگنی «آزمون بُعد داخلی^۱» و برای فرضیه رقیب ناهمگنی «آزمون بُعد میانی^۲» یا آزمون «آماره گروهی» است.

آزمون‌های پدرونی به دو گروه تقسیم می‌شوند. گروه اول از روش میانگین‌گیری آماره‌های آزمون هم‌انباشتگی در سری‌های زمانی بین مقاطع زمانی استفاده می‌کنند. در گروه دوم آماره‌ها مبتنی بر برآوردگرهایی هستند که از ضرایب برآورد شده به طور جداگانه برای هر عضو به شکل ساده میانگین می‌گیرد.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که همه متغیرهای مورد نظر در حالت وجود عرض از مبدأ، انباشته از مرتبه $I(1)$ هستند. بنابراین می‌توان آزمون هم‌انباشتگی پانل را روی این متغیرها انجام داد. نتایج آزمون هم‌انباشتگی برای کشورهای در حال توسعه در جدول ۴ و برای کشورهای توسعه‌یافته در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۴. نتایج آزمون هم‌انباشتگی پانل در کشورهای توسعه‌یافته (آزمون ناهمگنی پانل پدرونی)

با عرض از مبدأ (c)		
آماره	مقدار آماره	Prob
Panel v-Statistic	۳/۷۰۴۴۷۰	***
Panel rho-Statistic	۰/۱۹۴۷۷۳	
Panel PP-Statistic	-۱/۵۱۴۵۹۹	**
Panel ADF-Statistic	-۳/۱۹۹۳۹۹	***
Group rho-Statistic	۲/۶۳۲۴۵۹	
Group PP-Statistic	۰/۰۴۴۵۹۳	
Group ADF-Statistic	-۲/۶۵۷۲۸۲	***

مأخذ: یافته‌های تحقیق

1. Within-dimension test
2. Between-dimension test

نتایج آزمون پدرونی، برای کشورهای توسعه یافته فرضیه صفر مبنی بر وجود نداشتن هم‌انباشتگی را توسط چهار آماره از هفت آماره آزمون پدرونی رد و به طور قطع وجود رابطه بلندمدت میان متغیرهای الگو را تأیید می‌کند.

جدول ۵. نتایج آزمون هم‌انباشتگی پانل در کشورهای در حال توسعه (آزمون ناهمگنی پانل پدرونی)

با عرض از مبدأ (c)		
Prob	مقدار آماره	آماره
	۰/۸۶۰۷۰۲	Panel v-Statistic
	-۰/۱۵۱۷۹۴	Panel rho-Statistic
**	-۱/۸۷۵۴۹۶	Panel PP-Statistic
**	-۲/۱۳۵۶۶۸	Panel ADF-Statistic
	۱/۳۸۱۹۹۱	Group rho-Statistic
**	-۴/۱۷۰۱۲۲	Group PP-Statistic
**	-۲/۷۰۴۹۹۳	Group ADF-Statistic

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج بدست آمده از آزمون پدرونی نشان می‌دهد که فرضیه صفر وجود نداشتن رابطه هم‌انباشتگی در حالت وجود عرض از مبدأ توسط چهار آماره از هفت آماره پدرونی رد می‌شود. بنابراین براساس نتایج آزمون پدرونی، رابطه هم‌انباشتگی میان متغیرهای درآمد سرانه و انتشار سرانه آلودگی در حالت پانل وجود دارد و وجود رابطه بلندمدت میان متغیرها در کشورهای در حال توسعه نیز تأیید می‌شود.

آزمون F

از آماره F برای آزمون برابری ارز از مبدأها استفاده می‌کنیم.

$$F = \frac{(SSR_{POOL} - SSR_{Fixed}) / N - K}{SSR_{Fixed} / (NT - (N + K))}$$

بررسی رابطه آلودگی آب و رشد اقتصادی در کشورهای ... ۱۱

با توجه به جدول ۶، مقدار F بدست آمده از F جدول بزرگ تر است. بنابراین فرضیه برابری عرض از مبدأ (فرضیه صفر) رد می شود. پس لازم است تا عرض از مبدأهای مختلفی را در برآورد لحاظ کنیم.

جدول ۶. نتایج آزمون F در الگوی کشورهای توسعه یافته و کشورهای در حال توسعه

آماره F	Prob	
۲۴۸۱/۵۶۴	***	الگوی کشورهای توسعه یافته
۱۳۵۹/۰۱۳	***	الگوی کشورهای در حال توسعه

مأخذ: یافته‌های تحقیق

آزمون هاسمن

برای انتخاب الگوی مناسب از میان الگوهای اثرات ثابت و اثرات تصادفی، از آزمون هاسمن استفاده می کنیم. فرضیه صفر آزمون هاسمن، مبتنی بر عدم ارتباط بین جزء اختلال مربوط به عرض از مبدأ و متغیرهای توضیحی و تأیید اثر تصادفی بوده و فرضیه یک وجود همبستگی میان جزء اختلال مورد نظر و متغیرهای توضیحی است.

جدول ۷ نشان می دهد که آماره آزمون هاسمن با ۳ درجه آزادی برای کشورهای در حال توسعه ۸/۲۶۷۹۶۳ است که با توجه به ارزش احتمالی بدست آمده فرضیه صفر رد می شود، لذا در این الگو اثر تصادفی ناسازگار است و ضروری است که از روش اثرات ثابت استفاده کنیم. در مورد کشورهای توسعه یافته عکس این نتیجه برقرار است و فرضیه صفر مبنی بر اثر تصادفی تأیید می شود. بنابراین برای برآورد از روش اثرات تصادفی استفاده می کنیم.

جدول ۷. نتایج آزمون هاسمن در الگوی کشورهای توسعه یافته و کشورهای در حال توسعه

آماره آزمون	Prob	درجه آزادی	
۶/۲۲۰۱۶۳	۰/۱۰۱۴	۳	مدل کشورهای توسعه یافته
۸/۲۶۷۹۶۳	۰/۰۴۰۸	۳	مدل کشورهای در حال توسعه

مأخذ: یافته‌های تحقیق

۱۰. نقطه بازگشت منحنی زیست محیطی کوزنتس

حال که وجود رابطه بلندمدت میان متغیرهای پانل تأیید شد، ضرایب منحنی کوزنتس برای کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته به تفکیک برآورد می شود.

جدول ۸. ضرایب منحنی زیست محیطی کوزنتس در گروه های مورد بررسی

نام متغیر	گروه مورد بررسی	کشورهای توسعه یافته	کشورهای در حال توسعه
	c	-۶/۹۱۲۰۳۱	-۵/۱۸۳۰۲۸
		(-۲/۲۶۵۷۳۸)	(-۴/۹۸۱۲۰۴)
	ln p	-۰/۱۰۸۶۰۷	۰/۹۸۰۳۴۶
		(-۰/۹۶۰۹۰۹)	(۳۶/۲۰۶۶۳)
	ln y	۴/۱۶۶۳۶۶	۳/۶۹۳۵۲۸
		(۶/۶۵۶۴۰۳)	(۱۲/۰۱۰۷۶)
	ln y ^۲	-۰/۲۲۴۷۰۳	۰/۲۷۱۴۱۸
		(-۶/۶۸۰۹۲۷)	(-۱۱/۷۹۷۹۸)
	R ^۲	۰/۹۹۸۲۵۵	۰/۹۹۳۳۱۸

مأخذ: یافته های تحقیق

با توجه به مبانی نظری گفته شده، الگوی منحنی کوزنتس با روش اثر تصادفی با در اختیار داشتن ۳۹۶ مشاهده برای گروه کشورهای توسعه یافته، برآورد شده است. نتایج نشان می دهد که ضریب تراکم جمعیت تخمین زده شده بی معنی و سایر ضرایب در سطح ۹۹ درصد معنی دار و قابل قبول هستند. همچنین براساس R^۲ الگو، درصد قابل توجهی از تغییرات متغیر وابسته توسط متغیرهای توضیحی درون مدل توضیح داده شده است. بنابراین الگوی برآوردی از درجه اعتبار بالایی برخوردار است.

در گروه کشورهای توسعه یافته، ضریب متغیر تولید ناخالص سرانه مثبت و در حدود ۴/۱۷ بدست آمد. علامت مثبت این ضریب بیان می کند که رشد اقتصادی کشورها و به موجب آن افزایش درآمد سرانه، با ایجاد و تشدید آلودگی همراه است. منفی بودن ضریب متغیر مجذور لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه که برابر ۰/۲۲۴۷۰۳ است، نمایانگر قسمت نزولی منحنی

بررسی رابطه آلودگی آب و رشد اقتصادی در کشورهای ... ۱۳

کوزنتس است و نشان می‌دهد که در این گروه از کشورها بعد از عبور از نقطه عطف منحنی زیست‌محیطی، رابطه رشد اقتصادی و افزایش آلودگی نزولی می‌شود. همچنین نتایج برآورد الگو برای کشورهای در حال توسعه که با روش اثر ثابت و حداقل مربعات تعمیم‌یافته GLS و با استفاده از ۳۷۱ مشاهده از ۱۷ کشور منتخب بدست آمده است، نشان می‌دهد که تمامی ضرایب تخمین زده شده کاملاً منطبق با انتظارات و چارچوب نظری است و با توجه به آماره آزمون t ، کلیه ضرایب الگو معنی‌دار و قابل قبول است.

در گروه کشورهای در حال توسعه ضریب متغیر تولید ناخالص سرانه $۳/۷+$ است که بیان می‌کند افزایش رشد اقتصادی و به دنبال آن درآمد سرانه با تشدید آلودگی همراه است. منفی بودن ضریب متغیر مجذور لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه (Y) حدود $۰/۲۷$ برآورد شده است که نشان می‌دهد کشورهای در حال توسعه با ادامه رشد اقتصادی و پس از رسیدن به نقطه برگشت فنی زیست‌محیطی رابطه رشد اقتصادی و افزایش آلودگی در مسیر نزولی قرار می‌گیرد.

۱۱. خلاصه و نتیجه‌گیری

منحنی زیست‌محیطی کوزنتس یک رابطه تجربی برای نشان دادن ارتباط میان آلودگی‌های زیست‌محیطی و رشد اقتصادی است که در صورت تأیید تجربی آن نتیجه می‌گیریم که افزایش درآمد به تدریج آلودگی‌های زیست‌محیطی حاصل از مراحل اولیه رشد اقتصادی را پاک کرده و از شدت آن می‌کاهد.

در این مقاله وجود رابطه میان آلودگی (BOD) و درآمد را در داده‌های پانل و دو گروه کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته بررسی کردیم. ابتدا از آزمون ریشه واحد برای بررسی ایستایی متغیرها استفاده کردیم که وجود ریشه واحد در متغیرها تأیید شد. بررسی‌ها نشان داد که بین متغیرها هم‌انباشتگی از مرتبه اول وجود دارد. پس از اطمینان از وجود رابطه بلندمدت میان متغیرها و فرضیه منحنی کوزنتس در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه، نقطه بازگشت منحنی EKC در کشورهای مورد بررسی برآورد شد. نتایج نشان داد که نقطه بازگشت فنی زیست‌محیطی کوزنتس در کشورهای در حال توسعه مورد بررسی، در سطح درآمد حقیقی سرانه ۹۰۰ دلار و در کشورهای توسعه‌یافته ۱۰۶۲۳ دلار است.

منابع

الف - فارسی

- برقی اسکویی، م. (۱۳۸۷)، «آثار آزادسازی تجاری بر انتشار گازهای گلخانه‌ای (دی‌اکسید کربن) در منحنی زیست محیطی کوزنتس»، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۸۲.
- پرمن، ر. و یوما و ج. مک گیل ری (۱۳۸۲)، اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی، چاپ دوم، ترجمه حمیدرضا ارباب، نشر نی.
- پژویان، ج. و ن. مرادحاصل (۱۳۸۶)، «بررسی اثر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا»، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۷.
- پورکاظمی، م. و ا. ابراهیمی (۱۳۸۷)، «تعیین و بررسی صحت منحنی کوزنتس زیست محیطی در خاورمیانه»، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۳۴.
- دیهیم، ح. (۱۳۷۹)، «روش‌های مبارزه با آلودگی هوای تهران»، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۵۶.
- سازمان حفاظت محیط زیست (۱۳۸۳)، مجموعه قوانین و مقررات حفاظت محیط زیست، تدوین دفتر حقوقی و امور مجلس.
- سعادت، ر. و ح. صادقی (۱۳۸۳)، «رشد جمعیت، رشد اقتصادی و اثرات زیست محیطی در ایران (یک تحلیل علی)»، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۶۴.
- علوی مقدم، س. م. ر. (۱۳۸۵)، «مروری بر استانداردهای کیفی منابع آب در ژاپن»، مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، شماره ۴.
- غلامپور، ف. ع. (۱۳۸۶)، «تأثیرات جهانی شدن اقتصاد بر نقش دولت در اقتصاد سیاسی محیط زیست کشورهای در حال توسعه: مورد ایران»، فصلنامه سیاست، مجله دانشکده حقوق و علوم سیاسی دانشگاه تهران، دوره ۳۷، شماره ۴.
- مرادحاصل، ن. (۱۳۸۳)، «ارزیابی نقش دولت در چالش‌های زیست محیطی ایران (رویکرد اقتصاد محیط زیست)»، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، شماره ۳۹.
- مزینی، ا. و ن. مرادحاصل (۱۳۸۵)، «بررسی تبعات رشد اقتصادی و تخریب زیست محیطی بر سلامت (مطالعه موردی: آلودگی هوا)»، ارائه شفاهی در دومین همایش آلودگی هوا و اثرات آن بر سلامت.

یاوری، ک. و م. برقی اسکویی (۱۳۸۶)، «سیاست‌های زیست‌محیطی، مکان‌یابی صنایع و الگوی تجاری (آزمون فرضیه PHH در ایران)»، فصلنامه پژوهش‌های بازرگانی، شماره ۴۲.

ب- لاتین

- Baltagi, B. H. (1999), *Econometric Analysis of Panel Data*, Chap 2, Wiley, New York, pp. 10-18.
- Bartlett, B. (1994), "The High Cost of Turning Green", *Wall Street Journal*, sec A, p. 18.
- Bartoszczuk, P. (2004), "SD Model of Economic Growth with Environmental Aspects", System Research Institute of the Polish Academy of Science Newelska, Warsw.
- Barua. A. and K. Hubacek (2003), "Water Pollution and Economic Growth: An Environmental Kuznets Curve Analysis at the Watershed and State Level", Sustainability Research Institute, School of Earth and Environment, University of Leeds, Leeds LS2 9JT, UK.
- Beckerman, W. (1992), "Economic Growth and the Environment, Whose Growth? Whose Environment?", *World Development*, No. 20, pp. 481-496.
- Cole, M. A., Rayner, A. J. and J. M. Bates (1997), "The Environmental Kuznets Curve: An Empirical Analysis", *Environment and Development Economics*, No. 2. pp. 401-416.
- Coondoo, D. and S. Dina (2002), "Causality between Income and Emission: A Country Group-specific Econometric Analysis", *Ecological Economics*, No. 40, pp. 351-367.
- Dasgupta, P. and K. G. Maler (1994), "Poverty, Institutions, and the Environmental Resource Base", World Bank Environment Paper, No. 9.
- Dinda, S. (2004), "Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey", *Ecological Economics*, No. 49, pp. 431-455.
- Dinda, S. and D. Coondoo (2006), "Income and Emissions: A Panel Based Cointegration Analysis", *Ecological Economics*, Vol. 57, pp. 167 -181.
- Ekins, P. (1997), "The Kuznets Curve for the Environment and Economic Growth: Examining the Evidence", *Environment and Planning*, No. 29, pp. 805-830.
- Frankel, J. A. and A. Rose (2005), "Is Trade Good or Bad for the Environment? Sorting Out the Casualty", *The Review of Economics and Statistics*, No. 87, pp. 85-91.
- Krishna, P., Paudel, Dwi Susanto and Gail Camer (2004), "An Empirical Test of the Environmental Kuznets Curve for Water Pollution", Department of Agricultural Economics and Agribusiness.

- Kuznets, P. and P. Simon (1955), "Economic Growth and Income Inequality", *American Economic Review*, No. 45, pp. 1-28.
- Mc Connell, K. E. (1997), "Income and Demand for Environmental Quality", *Environment and Development Economics*, No. 2, pp.383-399.
- Panayotou, T. (1993), "Empirical, Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development", Technology and Employment Programme Working, Paper No. 238, International Labour Office, Geneva.
- Panayotou, T. (1997), "Demystifying the Environmental Kuznets Curve: Turning a Black Box a Policy Tool", *Environment and Development Economics*, No. 2, pp. 456-484.
- Roca, J. (2003), "Do Individual Preferences Explain the Environmental Kuznets Curve?", *Ecological Economics*, No. 45, pp. 3-10.
- Shafik, N. and S. Bandhopadhyay (1992), "Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross Country Evidence", Background Paper for World Development Report, World Bank, Washington, D. C.
- Stern, D. I. (1998), "Progress on the Environmental Kuznets Curve?", *Environment and Development Economics*, No. 3, pp. 175-198.
- Stern, D. I., Commen, M. S. and E. B. Barbier (1996), "Economic Growth and Environmental Degradation: The Environmental Kuznets Curve and Sustainable Development", *World Development*, No. 24, pp. 1151-1160.
- Suri, V. and D. Chapman (1998), "Economic Growth, Trade and the Environment: Implications for the Environmental Kuznets Curve", *Ecological Economics*, No. 25, pp. 195-208.
- Torras, M., and J. K. Boyce (1998), "Income, Inequality, Kuznets Curve", *Ecological Economics*, No. 25, pp. 147-160.
- Vincent, J. R. (1997), "Testing for Environmental Kuznets Curves Within a Developing Country", *Environment and Development Economics*, No. 2, p. 423.