

فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی

سال پانزدهم، شماره ۵۶، بهار ۱۳۹۴، صفحات ۷۴-۴۳

بررسی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای آلودگی آب و هوا در کشورهای منتخب در حال توسعه

تیمور محمدی* و ساره آقایی صفی‌آبادی**

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۴/۲

چکیده

اقتصاددانان و طرفداران محیط‌زیست به این نتیجه رسیده‌اند که مراحل اولیه رشد و توسعه اقتصادی، باعث شدن کیفیت زیست‌محیطی را با خود به همراه دارد، اما در مراحل بعدی رشد و توسعه اقتصادی، کیفیت محیط‌زیست نیز افزایش می‌یابد. این ارتباط بین تغییر درآمد و کیفیت محیط‌زیست، منحنی زیست‌محیطی کوزنتس نامگذاری شده است. در این تحقیق به بررسی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای دو نوع آلودگی (آب و هوا) در دوره زمانی (۲۰۰۷-۱۹۸۸) برای گروه کشورهای در حال توسعه با استفاده از روش *Mixed Model* پرداخته شده است. در این تحقیق متغیرهای توضیحی دیگری نیز لحاظ شده است. نتایج نشان می‌دهد فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس برای هر دو نوع آلودگی صادق است؛ برای آلودگی هوا، کشورهایی که درآمد سرانه آنها بالاتر از ۲۲۳۵ دلار (قیمت ثابت سال ۲۰۰۵) است از نقطه بازگشت منحنی عبور کرده‌اند و برای آلودگی آب، کشورهایی که درآمد سرانه آنها بالاتر از ۳۶۲۳ دلار (قیمت ثابت سال ۲۰۰۵) است در قسمت نزولی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس قرار گرفته‌اند.

طبقه‌بندی JEL: F18, Q53, Q54, Q44

کلیدواژه‌ها: رشد اقتصادی، منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، آلودگی هوا، آلودگی آب، کشورهای در حال توسعه.

* دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی

** دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی - نویسنده مسئول

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر، موضوع تغییرات آب و هوا با توجه به گرم شدن کره زمین به یک نگرانی عمده در سراسر جهان تبدیل شده است. بر اساس گزارش سال ۲۰۰۷ هیأت بین‌دولتی تغییرات آب و هوایی (IPCC)^۱، میانگین دمای جهانی بین $1/1^{\circ}C$ و $6/4^{\circ}C$ در قرن بعد افزایش خواهد یافت. مهم‌تر از همه با افزایش $2^{\circ}C$ میانگین دمای جهانی، انتظار یک تغییر عمده در اکوسیستم‌های طبیعی و افزایش سطح آب دریا می‌رود که ممکن است زندگی ۵۰ درصد از جمعیت جهان را که در مناطق ساحلی زندگی می‌کنند، تهدید کند (لایو و همکاران^۲، ۲۰۰۹). بالا بودن میانگین دمای هوا و اقیانوس‌های جهان، ذوب گسترده برف و یخ و افزایش جهانی سطح دریا، برخی از شواهد محکم گرم شدن کره زمین هستند (صبوری و همکاران^۳، ۲۰۱۲).

شواهد علمی فراوانی نشان‌دهنده رابطه میان تغییرات آب و هوایی و فعالیت‌های اقتصادی بشر است. تغییر در آب و هوا اثرات منفی زیادی بر بسیاری از جنبه‌های زندگی روی زمین می‌گذارد؛ برخی اشعه‌های خورشید که به زمین می‌رسد مجدد به فضا بازتاب می‌شود، باقی این اشعه‌ها به سطح زمین رسیده و اتمسفر، اقیانوس‌ها و زمین را گرم می‌کند. زمین این انرژی را به صورت اشعه مادون قرمز منتشر می‌کند. گازهای گلخانه‌ای، مانند دی‌اکسید کربن، ازن، متان و... این اشعه را به دام انداخته از گریختن آن جلوگیری می‌کنند و در نتیجه باعث افزایش دما می‌شوند.

دانشمندان دریافته‌اند اصلی‌ترین گاز گلخانه‌ای، یعنی گاز دی‌اکسید کربن (CO_2) مقصر اصلی در مشکل گرم شدن کره زمین است. برخلاف سایر آلاینده‌ها، مانند دی‌اکسید گوگرد (SO_2) که تأثیر آنها بیشتر محلی است، مشکلات انتشار گاز دی‌اکسید کربن در مقیاس جهانی است (فودها وزاغدود^۴، ۲۰۰۹). بنابراین این پرسش که آیا رشد اقتصادی منجر به انتشار بیشتر

1- Intergovernmental Panel on Climate Change

2- Lau and et al

3- Saboori and Sulaiman and Mohd

4- Fodha and Zaghdoud

بررسی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای آلودگی آب و هوا... ۴۵

CO_2 می‌شود به موضوع اصلی بحث در میان اقتصاددانان و طرفداران محیط‌زیست تبدیل شده است (پیرسون^۱، ۱۹۹۴؛ استرن و همکاران^۲، ۱۹۹۶؛ دیندا^۳، ۲۰۰۹).

اقتصاددانان و طرفداران محیط‌زیست به این نتیجه رسیدند که مراحل اولیه رشد و توسعه اقتصادی، بدتر شدن کیفیت زیست‌محیطی را با خود به همراه دارد، اما در مراحل بعدی رشد و توسعه اقتصادی، کیفیت محیط‌زیست نیز افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر، افزایش فشار زیست‌محیطی سریع‌تر از درآمد در مراحل اولیه توسعه است و در سطوح بالای درآمدی نسبت به رشد اقتصادی، افزایش فشار زیست‌محیطی پایین می‌آید. این ارتباط بین تغییر درآمد و کیفیت محیط‌زیست، منحنی زیست‌محیطی کوزنتس (EKC)^۴ نامگذاری شده است که علت این نامگذاری به مطالعه سیمون کوزنتس^۵ (۱۹۵۵) برمی‌گردد.

در این تحقیق سعی بر این است که رابطه بین رشد اقتصادی و کیفیت محیط‌زیست در قالب فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس بررسی تا مشخص شود که آیا فرضیه کوزنتس زیست‌محیطی برای کشورهای منتخب در حال توسعه جهت دو نوع شاخص کیفیت زیست‌محیطی (آلودگی هوا و آب) در دوره ۲۰۰۷-۱۹۸۸ صادق است و اگر صدق می‌کند در کدام قسمت این منحنی قرار گرفته‌اند. برای رسیدن به این موضوع، ابتدا مروری بر ادبیات موضوع شده که شامل مبانی نظری تحقیق و پیشینه پژوهش است. سپس داده‌ها، منابع داده‌ها و روش‌شناسی برآورد معرفی می‌شود. در انتها به تخمین مدل و نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات پرداخته خواهد شد. وجه تمایز این مطالعه با سایر مطالعات صورت گرفته در این زمینه، استفاده از تکنیک جدید اثرات ترکیبی چند سطحی^۶ در برآورد مدل و بررسی رابطه سه متغیر جدید با آلودگی‌های آب و هوا که اطلاعات جدیدی در خصوص آلودگی و نحوه کنترل آن از نتایج می‌توان گرفت، است.

-
- 1- Pearson
 - 2- Stern and Common and Barbier
 - 3- Dinda
 - 4- Environmental Kuznets Curve
 - 5- Kuznets
 - 6- Multilevel Mixed-effects Linear Regression

۲- مروری بر ادبیات موضوع

سیمون کوزنتس (۱۹۵۵) در مطالعه‌ای با عنوان رشد اقتصادی و نابرابری درآمد، بیان کرد که در مسیر توسعه اقتصادی، رابطه بین درآمد سرانه و نابرابری درآمد به شکل U معکوس است. بر اساس این فرضیه، در مراحل اول توسعه اقتصادی، همزمان با افزایش درآمد سرانه، نابرابری توزیع درآمد افزایش و پس از رسیدن به سطح معین یا نقطه بازگشت، نابرابری توزیع درآمد به تدریج کاهش می‌یابد.

در دهه ۱۹۹۰ با مشاهده شواهدی مبنی بر وجود رابطه بین شاخص‌های مختلف تخریب محیط‌زیست و درآمد سرانه به صورت U معکوس، شبیه رابطه موجود بین درآمد سرانه و نابرابری درآمد در منحنی کوزنتس اولیه، منحنی کوزنتس در مطالعات مربوط به محیط‌زیست نیز وارد و رابطه نامبرده بین رشد اقتصادی و شاخص‌های مربوط به آلاینده‌گی (کیفیت محیط‌زیست) به صورت U معکوس به منحنی زیست‌محیطی کوزنتس معروف شد (برقی اسگویی، ۱۳۸۷). این رابطه U شکل معکوس با روند مثبت آغاز شده، در اوج مسطح می‌شود و سپس کاهش خواهد یافت (دی‌گروت و همکاران^۱، ۲۰۰۴).

نتایج منحنی زیست‌محیطی کوزنتس نشان داده است که رشد اقتصادی می‌تواند سازگار با بهبود محیط‌زیست باشد، اگر سیاست‌های مناسبی اتخاذ شود. این بسیار مهم است که در زمانی که درآمد بالا می‌رود سیاست‌های زیست‌محیطی درست اجرا شود.

طبق گفته کوندو و دیندا^۲ (۲۰۰۲)، باید قبل از اتخاذ یک سیاست، موقعیت ارتباط بین رشد اقتصادی و کیفیت محیط‌زیست را دریابیم.

۲-۱- مبانی نظری منحنی زیست‌محیطی کوزنتس

اثر رشد اقتصادی بر منحنی زیست‌محیطی کوزنتس از طریق سه اثر قابل بیان است: اثر مقیاس، اثر ساختار و اثر فناوری که در ادامه به توضیح هر یک از این اثرات پرداخته می‌شود.

1- De Groot and et al
2- Coondoo and Dinda

بررسی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای آلودگی آب و هوا... ۴۷

اثر مقیاس از این واقعیت ناشی می‌شود که افزایش تولید در اقتصاد مستلزم استفاده بیشتر از نهاده‌ها در قالب مواد و منابع طبیعی است. تولید بیشتر باعث تولید زباله و گازهای گلخانه‌ای در فرآیند تولید می‌شود که به تخریب محیط‌زیست کمک می‌کند. رشد اقتصادی که لزوماً باید با گسترش مقیاس تولید صورت بگیرد، دارای پتانسیل منفی مؤثر بر کیفیت محیط‌زیست است (گروسمن و گروکر^۱، ۱۹۹۵؛ اوربو و اوموتور^۲، ۲۰۱۱).

اثر مقیاس از طریق دو کانال باعث ایجاد فشار بر کیفیت محیط‌زیست می‌شود:

- فشار ناشی از افزایش استفاده از منابع

- افزایش تولید زباله همراه با اثر آلودگی (اوربو و اوموتور، ۲۰۱۱).

بدیهی است که مقیاس اقتصاد یک تابع یکنواخت از افزایش درآمد است، البته هنگامی که دو اثر دیگر کنترل شود (چن^۳، ۲۰۰۷).

اثر ساختار بیانگر نسبت نوع فعالیت تولیدی در حجم اقتصاد است (اوربو و اوموتور، ۲۰۱۱). به بیان دیگر، مقدار درصد هر یک از فعالیت‌های اقتصادی را که در تولید محصولات نقش داشته‌اند، اثر ساختار گویند.

پانایوتو^۴ (۱۹۹۳) بیان می‌کند زمانی که تولیدات یک اقتصاد از کشاورزی به سمت صنعت انتقال می‌یابد، شدت آلودگی زیاد می‌شود و علت این امر، آن است که منابع بیشتری مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند و میزان اتلاف منابع نسبت به سرعت احیاء منابع، شروع به بیشتر شدن می‌کند. درحقیقت همراه با رشد اقتصادی، ساختار تولید تغییر خواهد کرد و از اقتصاد مبتنی بر کشاورزی به سمت اقتصاد مبتنی بر صنایع آلوده‌کننده حرکت می‌کند که شدت آلودگی در این مرحله از رشد اقتصادی بالاست، اما در نهایت به یک اقتصاد تمیز مبتنی بر خدمات با فناوری پیشرفته و دانش می‌رسد که در این مرحله، شدت آلودگی همراه با رشد اقتصادی کاهش می‌یابد. این همان اثر ساختار

1- Grossman and Krueger

2- Orubu and Omotor

3- Chen

4- Panayotou

۴۸ فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی، سال پانزدهم، شماره ۵۶

است. احتمال می‌رود که اثر ساختار یک تابع غیریکنواخت از درآمد، مانند منحنی U شکل معکوس باشد (چن، ۲۰۰۷).

اثر فناوری از تأثیر پیشرفت در تکنولوژی مطرح می‌شود. به طور کلی، پیشرفت در تکنولوژی، آلودگی را از طریق کاهش مصرف مواد اولیه به طور مستقیم، کاهش می‌دهد. همچنین پیشرفت در تکنولوژی باعث می‌شود که در روش‌های بهتر کنترل آلودگی تدابیری اتخاذ شود. اثر فناوری باعث می‌شود یک صنعت که به طور طبیعی، شدیداً آلوده است از طریق استفاده از فرآیندهای تولید که آلودگی کمتری تولید می‌کند - با وجود تولید محصولات بیشتر - گازهای گلخانه‌ای کمتری تولید کند (اوربو و اوموتور، ۲۰۱۱).

در مراحل اولیه رشد اقتصادی، مقیاس انتشار دی‌اکسید کربن (CO_2) با اندازه اقتصاد رابطه مستقیم دارد، زیرا صنایع در این مرحله نسبتاً ابتدایی، عقیم و آلوده کننده هستند (لوپز و همکاران، ۲۰۱۴). در این مرحله، اثر ساختار تمایل به تقویت فشار زیست‌محیطی ناشی از افزایش مقیاس دارد در حالی که در سطوح بالاتر توسعه، این اثر به مقابله با فشار زیست‌محیطی می‌پردازد (اوربو و اوموتور، ۲۰۱۱).

ارتقای ساختار صنعتی (از صنعت آلوده به سمت یک صنعت پاک) به حمایت فناوری نیازمند دارد (چن، ۲۰۰۷). ساختار اقتصاد در مراحل بالای توسعه در پرتو پیشرفت در تکنولوژی است که به یک عامل مثبت در کیفیت محیط‌زیست تبدیل می‌شود. در نتیجه یک مبادله بین اثر مقیاس و اثر فناوری در طول مسیر توسعه صورت می‌گیرد که کیفیت محیط‌زیست را در اولین تغییر ساختار صنعتی بدتر می‌کند و در دومین تغییر ساختار صنعتی بهتر می‌کند (چن، ۲۰۰۷). بنابراین می‌توان علت احتمال معکوس بودن EKC را از طریق سه کانال مختلف: اثر مقیاس، اثر ساختار و اثر فناوری توضیح داد (گروسمن و گروکر، ۱۹۹۱).

بررسی منحنی زیست محیطی کوزنتس برای آلودگی آب و هوا... ۴۹

۲-۱-۱- توضیح مبانی نظری منحنی زیست محیطی کوزنتس از دیدگاه کشش درآمدی تقاضا

برخی از اقتصاددانان، مانند امسی کونل^۱ (۱۹۹۷) و کریستروم و ریرا^۲ (۱۹۹۶) از دیدگاه کشش درآمدی تقاضا برای کیفیت زیست محیطی به بیان توضیح نظری منحنی زیست محیطی کوزنتس پرداختند.

در مراحل اولیه از رشد اقتصادی، کشورهایی که در حال مبارزه با فقر و یا در مرحله برخاست از توسعه اقتصادی هستند، GDP سرانه پایینی دارند و مردم به چگونگی خاموش کردن فقر و دسترسی به رشد اقتصادی تمرکز دارند. همچنین در مراحل اولیه، محیط زیست کمتر آلوده است، اما کیفیت محیط زیست تنزل می یابد، زیرا مردم اهمیت حفاظت از محیط زیست را به دلیل اینکه کشش درآمدی تقاضا برای کیفیت محیط زیست پایین است، نادیده می گیرند. می توان گفت که کیفیت محیط زیست برای افرادی که در این زمان زندگی می کنند یک کالای لوکس محسوب می شود (دیندا^۳، ۲۰۰۴).

همراه با افزایش درآمد، ساختار صنعتی همراه با ساختار مصرف شروع به تغییر می کند و کیفیت محیط زیست به یک کالای نرمال تبدیل می شود، تقاضا برای کیفیت خوب محیط زیست افزایش می یابد و مردم توجه بیشتری به حفاظت از محیط زیست می کنند. همراه با افزایش سطح درآمد، کشش درآمدی تقاضا برای محصولات به شدت آلوده کاهش می یابد (کول^۴، ۲۰۰۷) و در نتیجه تخریب محیط زیست به تدریج کُند می شود (چن، ۲۰۰۷).

اگر رابطه علیت بین درآمد و تخریب محیط زیست را مدنظر قرار دهیم، دو عبارت جانشین زیر را خواهیم داشت:

$$f = (\text{درآمد}) \text{ تخریب محیط زیست}$$

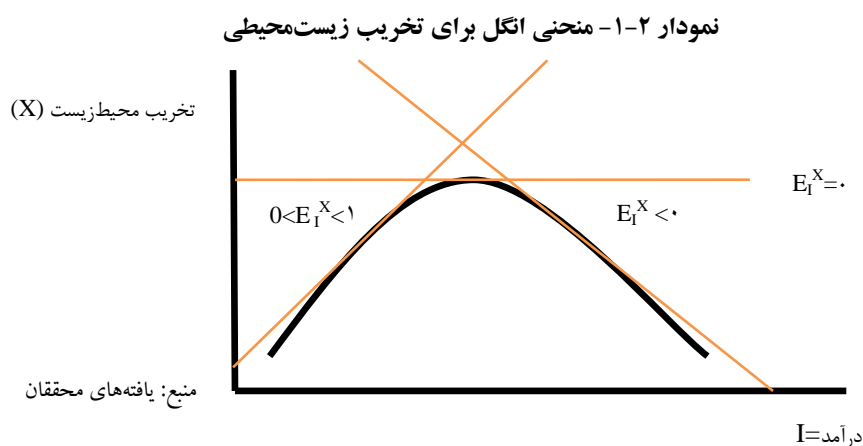
$$g = (\text{تخریب محیط زیست}) \text{ درآمد}$$

که عبارت f و g شکل تابعی رابطه ها را نشان می دهند.

1- Mc Connell
2- Kristrom and Riera
3- Dinda
4- Cole

۵۰ فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی، سال پانزدهم، شماره ۵۶

عبارت اول را می‌توان «منحنی انگل» برای تخریب محیط‌زیست و عبارت دوم را «تابع انگل» برای تخریب محیط‌زیست در نظر گرفت؛ گویی که تخریب محیط‌زیست کالایی است که با تقاضای آن سبب آلودگی شده‌ایم. پیشتر بیان شد که همراه با افزایش درآمد، کشش درآمدی تقاضا برای کیفیت محیط‌زیست به تدریج از یک کالای لوکس به یک کالای نرمال تبدیل می‌شود. این عبارت را می‌توان این‌گونه نیز تعریف کرد که با افزایش درآمد، کشش درآمدی تقاضا برای تخریب محیط‌زیست از یک کالای نرمال به یک کالای پست در طول زمان و همراه با افزایش درآمد تبدیل می‌شود. اگر منحنی انگل برای تخریب محیط‌زیست را با توجه به روند تغییر کشش درآمدی تقاضا برای تخریب محیط‌زیست (E_I^X) رسم کنیم به همان منحنی زیست‌محیطی کوزنتس می‌رسیم.



بررسی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای آلودگی آب و هوا... ۵۱

۲-۲- پیشینه پژوهش

۲-۲-۱- مطالعات انجام شده بر منحنی زیست‌محیطی کوزنتس

اولین مطالعات تجربی انجام شده روی EKC توسط گروسمن و گروکر (۱۹۹۱)، شافیک و باندی‌پادیای^۱ (۱۹۹۲) و گزارش بانک جهانی^۲ (۱۹۹۵) صورت گرفته است که همگی رابطه نایکنوا میان رشد اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست را کشف کرده‌اند (خوش‌اخلاق و همکاران، ۱۳۹۰). بعد از آن، ادبیات منحنی زیست‌محیطی کوزنتس به طور قابل توجهی گسترش یافت. مطالعات تجربی صورت گرفته روی EKC را در دو قالب مطالعات انجام شده روی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس که شامل دو بخش مطالعات داخل و خارج است و مطالعات انجام شده در مورد ارتباط بین سیاست‌های زیست‌محیطی و فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس تقسیم‌بندی می‌کنیم.

الف) ارباب و عباسی‌فر (۱۳۹۱) بر اساس مبانی نظری فنی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، رابطه آلودگی آب و رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته را در سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۸۰ بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که تمام کشورهای توسعه‌یافته از نقطه بازگشت منحنی عبور کرده‌اند، یعنی رابطه آلودگی آب و رشد اقتصادی منفی بوده و در مورد کشورهای در حال توسعه این رابطه مثبت است.

فلاحی و همکاران (۱۳۹۱) تلاش کرده‌اند که فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس را با استفاده از اطلاعات سری زمانی سالانه اقتصاد ایران طی سال‌های ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۶ و با بهره‌گیری از روش غیرخطی انتقال ملایم LSTR^۳ مورد آزمون تجربی قرار دهند. نتایج آنها دلالت بر این داشت که فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس در ایران مورد تأیید نیست. همچنین به این نتیجه رسیدند که رابطه مثبت غیرخطی بین درآمد سرانه و دی‌اکسید کربن سرانه وجود دارد.

1- Shafik and Bandyopadhyay

2- World Bank

3- Logestic Smooth Transition Regration

۵۲ فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی، سال پانزدهم، شماره ۵۶

حسینی نسب و پایکاری (۱۳۹۱) به بررسی رابطه بین دو نوع آلودگی هوا، آب و رشد اقتصادی در گروه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه طی سال‌های (۲۰۰۰-۱۹۸۰) براساس مبانی نظری منحنی زیست محیطی کوزنتس پرداختند. نتایج به دست آمده از نمونه‌های مورد بررسی ایشان، منحنی زیست محیطی کوزنتس را برای هر دو نوع آلودگی در کشورهای توسعه یافته مورد تأیید قرار دادند، اما برای گروه کشورهای در حال توسعه تنها آلودگی آب با منحنی کوزنتس منطبق بوده و آلودگی هوا از منحنی کوزنتس پیروی نمی‌کند.

ب) گروسمن و گروگر (۱۹۹۵) ارتباط بین درآمد سرانه و شاخص‌های مختلف محیط زیست را بررسی کردند. مطالعه آنها شامل چهار نوع شاخص زیست محیطی بود. آنها دریافته‌اند که هیچ مدرکی دال بر اینکه کیفیت محیط زیست به طور پیوسته با رشد اقتصادی بدتر شود، وجود ندارد به طوری که رشد اقتصادی برای اکثر شاخص‌ها پس از یک مرحله بهبودی و تخریب، بهبودی محیط زیست را به ارمغان می‌آورد. آنها همچنین به این نتیجه رسیدند که نقطه بازگشت برای آلاینده‌های مختلف متفاوت است، اما در بیشتر موارد کشورها در درآمد سرانه کمتر از ۸۰۰۰ دلار به نقطه بازگشت می‌رسند.

هالکوس و زرمس^۱ (۲۰۰۹) با استفاده از روش گشتاور تعمیم یافته (GMM)^۲ به بررسی وجود رابطه کوزنتس شکل، بین کارایی زیست محیطی کشورها و درآمد ملی ۱۷ کشور عضو OECD طی دوره زمانی ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۲ پرداختند. این دو، نتیجه گرفتند که هیچ گونه ارتباط مشابه منحنی زیست محیطی کوزنتس (رابطه غیرخطی به صورت U وارون) بین کارایی زیست محیطی و درآمد وجود ندارد.

اوربو و اموتور (۲۰۱۱) به تجزیه و تحلیل ۴۷ کشور آفریقایی با استفاده از داده‌های سالانه برای دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۲ پرداختند. نتایج آنها از رابطه EKC بین درآمد سرانه و آلاینده‌های ذرات معلق (SPM)^۳ حمایت می‌کند در حالی که با استفاده از

1- Halkos and Tzeremes

2- Generalized Method of Moments

3- Suspended Particulate Matter

بررسی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای آلودگی آب و هوا... ۵۳

آلاینده‌گی‌های مختلف از قبیل آلاینده‌گی آب ارگانیک (OWP)^۱ پی بردند که رابطه OWP و درآمد سرانه به صورت EKC نیست، بلکه رابطه آنها مثبت است. ونگ و لویز^۲ (۲۰۱۳) با استفاده از داده‌های سالیانه برای چهار شاخص کیفیت آب که شامل: فسفر کل (TOTP)، اکسیژن محلول شده (CO)، آمونیوم (NH_4) و نیتريت (NO_3) از منطقه حوزه مکنونگ جنوبی هستند به این موضوع پرداختند که آیا منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای یک رودخانه مرزی در یک کشور در حال توسعه وجود دارد و اینکه آیا منحنی به مشخصات مدل وابسته است یا نوع آلاینده. آنها شواهد قطعی از EKC برای هر یک از چهار شاخص آلاینده‌گی در مطالعه خود پیدا نکردند، اما به این موضوع پی بردند که نتایج همان‌طور که به نوع آلاینده وابسته است به مدل و مشخصات خطا نیز بستگی دارد.

۲-۲-۲- مطالعات انجام شده بر ارتباط بین منحنی زیست‌محیطی کوزنتس و

سیاست‌های زیست‌محیطی

در حالی که تغییر واقعی در کیفیت محیط‌زیست می‌تواند به علت تغییر در یک یا چند عامل بحث شده در قسمت قبل باشد، اما در طول زمان و طی مسیر توسعه ممکن است برخی از عوامل دیگر مانند مقررات سختگیرانه زیست‌محیطی، افزایش آگاهی‌های زیست‌محیطی، آموزش و پرورش و... باعث تغییر در کیفیت محیط‌زیست شوند (اوربو و اوموتور، ۲۰۱۱). به عنوان مثال، در مراحل اولیه رشد اقتصادی دستورات زیست‌محیطی توسط دولت به علت درآمد محدود دولتی و آگاهی ضعیف جامعه در مورد محیط‌زیست هنوز هم خیلی معدود است، بنابراین کیفیت محیط‌زیست همراه با رشد اقتصادی به علت اثر مقیاس و اثر ساختار بدتر و بدتر می‌شود، با این حال زمانی که اقتصاد به سطح معینی از رشد می‌رسد، آلودگی محیط‌زیست کاهش خواهد یافت، زیرا یکسری قوانین زیست‌محیطی با ایجاد منابع مالی دولت و ظرفیت‌های مدیریت صادر می‌شوند و به مرحله اجرا درمی‌آیند (چن، ۲۰۰۷).

1- Organic Water Pollutants

2- Wong and Lewis

۵۴ فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی، سال پانزدهم، شماره ۵۶

آلودگی افزایش می‌یابد مگر اینکه مقررات زیست‌محیطی تقویت شوند (دیندا، ۲۰۰۴). تصور بر این است که نهادهای اجتماعی لازم برای اعمال مقررات زیست‌محیطی، همراه با رشد اقتصادی ترقی پیدا می‌کنند. داسگاپتا^۱ (۲۰۰۲) می‌گوید: «کشورهای در حال توسعه هم‌اکنون در حال گذار از سیاست‌های فرمان و کنترل به سمت مقررات بازارمحور هستند». این در حالی است که نهادهای مقرراتی در کشورهای کمتر توسعه‌یافته وجود نداشته و یا در صورت وجود، ضعیف عمل می‌کنند. البته واضح است دسترسی به اطلاعات که نقش مهمی در وضع اعمال مقررات کارا و مؤثر ایفا می‌کند، هم هزینه‌بر است و هم امکانات خاص خود را می‌طلبد، به همین جهت از این منظر نیز می‌توان رشد و افزایش درآمد را عاملی دانست که بر روند مقررات محیط‌زیستی و اعمال آنها اثرگذار است.

برخی از مطالعات صورت گرفته در مورد بررسی ارتباط بین رشد اقتصادی و شاخص‌های زیست‌محیطی، متغیرهای اضافی دیگری را مورد آزمون قرار داده‌اند تا به این موضوع دست یابند که آیا رسیدن به سطح مورد انتظار از محیط‌زیست به طور خودکار و با افزایش رشد اقتصادی قابل دستیابی است یا اینکه برخی از متغیرهای سیاسی دیگر که دولت و سیاست‌هایش در اندازه آنها نقش اساسی دارد در رسیدن به کیفیت محیط‌زیست سالم و پاک تأثیرگذار است.

برخی از مطالعات -مانند چن (۲۰۰۷)- معتقدند که سیاست‌های زیست‌محیطی مانند مقررات سختگیرانه زیست‌محیطی نقش مهمی در کاهش آلودگی ایفا می‌کنند. به عنوان مثال، پانایوتو (۱۹۹۷) به ترکیب کردن متغیرهای سیاسی در مدلش تلاش کرد. او متوجه شد که بهبود بخشیدن نهادهای سیاسی، منجر به کاهش انتشار آلودگی و کوچک‌تر شدن کشتش انتشار آلودگی با توجه به رشد اقتصادی و تراکم جمعیت می‌شود و استدلال کرد که سیاست‌های زیست‌محیطی مؤثر برای دی‌اکسید گوگرد (SO_2) می‌تواند به کاهش تخریب محیط‌زیست در سطوح درآمد پایین‌تر و سرعت بخشیدن به بهبود آن در سطوح درآمد بالاتر شود.

1- Dasgupta

بررسی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای آلودگی آب و هوا... ۵۵

بهتاری و هامینگ^۱ (۲۰۰۱) دریافتند که نهادهای سیاسی ارتباط منفی با میزان جنگل‌زدایی دارند.

مانی و همکاران^۲ (۲۰۰۰) نشان دادند که عامل اصلی بهبود کیفیت آب همراه با افزایش افزایش درآمد، مقررات سختگیرانه زیست‌محیطی است.

برآوردهای لوپز و همکاران (۲۰۱۴)، نشان داد که برای دستیابی به ثبات زیست‌محیطی باید رشد اقتصادی با افزایش در استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر ترکیب شود، ساختار بخش تولید بهبود یابد و از فناوری با سوخت‌های فسیلی کارآمدتر، بیشتر استفاده شود که این موارد بدون اتخاذ یک سیاست مناسب دولتی میسر نخواهد شد.

جی‌هی^۳ (۲۰۰۵) بیان کرد که اگر کشورهای در حال توسعه قادر به هماهنگی سیاست‌های فنی و نهادی خود باشند، باعث استفاده صحیح از تکنیک‌های موجود در کاهش آلودگی می‌شوند که در نهایت باعث ایجاد یک موقعیت برد-برد برای اقتصاد و محیط‌زیست می‌شود.

شافیک و بان‌دی‌پادی (۱۹۹۲) معتقد هستند که نرخ سرمایه‌گذاری بالا و رشد اقتصادی سریع دارند، فشار بیشتری بر منابع طبیعی به ویژه از نظر آلودگی می‌آورند. ایشان همچنین بیان کردند که ممکن است برخی از مشکلات زیست‌محیطی به علت رشد اقتصادی صورت گیرد، اما این مشکلات زیست‌محیطی به صورت خودکار از بین نمی‌رود و برای رفع آنها باید سیاست‌ها و سرمایه‌گذاری‌های مناسب زیست‌محیطی اتخاذ شود.

با توجه به بعضی از عوامل که در نهایت منجر به تخریب محیط‌زیست می‌شود، چاره آن به گفته دیندا (۲۰۰۴) این است که مقررات زیست‌محیطی با وضع قوانین زیست‌محیطی و اعمال دقیق آنها و آگاهی دادن به مردم همراه با افزایش درآمد تقویت شوند. این نوید را می‌توان داد که در صورت صحت فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس، محیط‌زیست پس از

1- Bhattarai and Hammin)

2- Mani and et al

3- He

۵۶ فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی، سال پانزدهم، شماره ۵۶

تحمل وضعیت بد آلودگی بالاخره به وضعیت مطلوب و دلخواه خود خواهد رسید، کافی است که دولت و مردم آگاه باشند.

۳- داده‌ها، منابع و روش‌شناسی برآورد مدل

الف) داده‌ها و منابع

در این تحقیق به منظور آزمون فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس در ۱۸ کشور منتخب در حال توسعه^۱ از داده‌های پانل برای دوره زمانی ۲۰۰۷-۱۹۸۸ استفاده شده است. در این راستا از انتشار گاز دی‌اکسید کربن (CO_2) به عنوان شاخصی برای آلودگی هوا و از اکسیژن مورد نیاز واکنش‌های بیوشیمیایی (BOD)^۲ به عنوان شاخصی برای آلودگی آب استفاده شده است.

گاز دی‌اکسید کربن از مؤثرترین گازها در پدید آمدن اثرات گلخانه‌ای و پدیده گرمایش زمین است که سهم بسیاری در تغییرات آب و هوایی داشته و بر اثر روند صنعتی شدن، مقدار قابل توجهی از آن در اتمسفر کره زمین منتشر می‌شود، بنابراین در این تحقیق از گاز دی‌اکسید کربن به عنوان شاخص آلودگی هوا در محیط‌زیست استفاده شده است. یکی دیگر از انواع آلودگی‌ها، آلودگی آب است که از تخلیه پسماندهای تولیدات صنعتی در آب‌ها ایجاد می‌شود، به همین منظور از BOD به عنوان شاخص آلودگی آب در محیط‌زیست استفاده شده است.

متغیرهای مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از:

لگاریتم انتشار CO_2 سرانه (LCO_2): شاخصی برای آلودگی هوا بر حسب متریک تن
 لگاریتم انتشار BOD سرانه ($LBOD$): شاخصی برای آلودگی آب بر حسب کیلوگرم
 ($LGPPP$): لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه به قیمت‌های ثابت دلار سال ۲۰۰۵

۱- کشورهای در حال توسعه عبارتند از: آذربایجان، بلغارستان، باهاماس، اریتره، اتیوپی، هایتی، ایرلند، ایران، اردن، جمهوری قرقیزستان، لیتوانی، لتونی، عمان، رومانی، سنگاپور، سوریه، تاجیکستان و آفریقای جنوبی

2- Biochemical Oxygen Demand

بررسی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای آلودگی آب و هوا... ۵۷

(LPOL): شدت تأثیرات سیاست‌های زیست‌محیطی که از لگاریتم انتشار CO_2 ناشی از فعالیت‌های صنعتی به دست آمده است.

(LINDIC): سهم بخش صنعت در تولید هر کشور را نشان می‌دهد که از لگاریتم ارزش افزوده بخش صنعت بر حسب درصد از GDP به دست آمده است.

(LAGRI): سهم بخش کشاورزی در تولید هر کشور را نشان می‌دهد که از لگاریتم ارزش افزوده بخش کشاورزی بر حسب درصد از GDP به دست آمده است.

اطلاعات آماری متغیرهای مورد استفاده از شاخص‌های توسعه‌ای بانک جهانی^۱ گردآوری شده و از نرم‌افزار Stata12 برای تخمین مدل استفاده شده است.

ب) روش‌شناسی برآورد مدل

روش مورد استفاده در این تحقیق برای تخمین مدل از تکنیک اثرات ترکیبی چند سطحی استفاده شده است. در مدل‌های Fixed-effect یا Random-effect فقط دو سطح از اثرات ملاحظه شده است:

اثر مختص هر مشاهده در زمان و مقطع متفاوت (ε_{it})

اثر مختص هر مقطع طی دوره‌ها یا هر زمان طی مقاطع u_i (یا) v_i

اما واقع‌گرایی ایجاب می‌کند در هر سطحی که عنصر مورد مطالعه قرار دارد یک اثر مختص با آن سطر را داشته باشیم، یعنی هنگامی که رابطه بین X (به عنوان متغیر مستقل) و Y (به عنوان متغیر وابسته) را بررسی کنیم ضمن آنکه این اثر بین مقاطع در زمان‌های مختلف فرق دارد، می‌تواند این اثر در بین سطوح‌های مختلف نیز متفاوت باشد. به عنوان مثال، برای یک مدل دو سطحی i و j داشته باشیم:

$$Y_{ij} = \beta_0 + \sum_{h=1}^n \beta_h X_{hij} + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

اگر بخواهیم رابطه بین X_{ij} ها با Y_{ij} را در هر دو سطح i و j بررسی کنیم، یعنی فرض کنیم که پارامترها در سطوح مختلف i و j متغیر هستند، بنابراین داریم:

$$\beta_{ij0} = \beta_0 + U_{i0} + U_{ij0} \quad (a)$$

$$\sum_{h=1}^n \beta_{hij} = \sum_{h=1}^n \beta_h + \sum_{h=1}^n U_{hi} + \sum_{h=1}^n U_{hij} \quad (b)$$

با جایگذاری پارامترهای جدید در معادله (۱)، معادله (۲) را خواهیم داشت:

$$Y_{ij} = \beta_0 + \sum_{h=1}^n \beta_h X_{hij} + \sum_{h=0}^n U_{hi} Z_{hij} + \sum_{h=0}^n U_{hij} Z_{hij} + \varepsilon_{ij} \quad (2)$$

که همواره $Z_{0ij} = X_{0ij}$ و $Z_{0ij} = 0$ هستند و U_{hi} و U_{hij} به ازای $h = 0, 1, \dots, n$ کمیت‌های تصادفی به ترتیب با واریانس‌های $\delta_{U_{hi}}^2$ و $\delta_{U_{hij}}^2$ به ازای $h = 0, 1, \dots, n$ و کواریانس‌های $cov(U_{hi}, U_{h+1i})$ و $cov(U_{hij}, U_{h+1ij})$ و $cov(U_{hi}, U_{h+1ij})$ به ازای $h = 0, 1, \dots, n$ هستند.

در معادله (۲)، قسمت ثابت $\beta_0 + \sum_{h=1}^n \beta_h X_{hij}$ مدل و

قسمت تصادفی مدل است، بنابراین علت نامگذاری

اینگونه مدل‌ها به Mixed-effects یا مدل‌های ترکیبی مشخص می‌شود، زیرا ترکیبی از جملات ثابت و تصادفی هستند. بدیهی است که مدل‌های قبلی (Fixed-) Panel Data effect و (Random-effect) حالت خاصی از Mixed-effects هستند. به عنوان مثال، در

معادله (۲) اگر $\sum_{h=0}^n U_{hij} Z_{hij}$ و $\sum_{h=0}^n U_{hi} Z_{hij}$ را حذف کنیم و t را جایگزین j کنیم به

مدل‌های قبلی مانند Random-effect خواهیم رسید:

$$Y_{ij} = \beta_0 + \sum_{h=1}^n \beta_h X_{hit} + U_{it} + \varepsilon_{it}$$

بررسی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای آلودگی آب و هوا... ۵۹

همچنین می‌توان این مدل را برای سطوح دیگر اعم از j, k, l, m, n, q و... بررسی کرد که برای هر سطح یک کمیت تصادفی مشابه U_{ij} معرفی کرد. بنابراین این مدل را از این جهت چندسطحی نیز نامگذاری کرده‌اند.^۱

اگر بخواهیم مدل‌های خطی ترکیبی (Linear Mixed Model) را در نماد ماتریسی داشته باشیم، معادله (۳) را خواهیم داشت:

$$y = X\beta + Zu + \varepsilon \quad (۳)$$

که در آن $y = برداری$ $n \times 1$ از مشاهدات وابسته، $X =$ ماتریس $n \times q$ برای اثرات ثابت β ، $Z =$ ماتریس $n \times p$ برای اثرات تصادفی u و $\varepsilon = n \times 1$ از جملات خطا که فرض می‌شود دارای میانگین صفر و واریانس $\delta_\varepsilon^2 R$ است.

بخش ثابت از فرمول (۳)، یعنی $X\beta$ ، شبیه پیش‌بینی‌کننده‌های خطی مدل رگرسیون استاندارد OLS با β ضرایب رگرسیون برای تخمین است. برای بخش تصادفی از فرمول (۳)، یعنی $Zu + \varepsilon$ فرض می‌کنیم که دارای ماتریس واریانس-کواریانس G و u بر ε عمود است، در نتیجه داریم:

$$\text{Var} \begin{matrix} u \\ \varepsilon \end{matrix} = \begin{bmatrix} G & O \\ O & \delta_\varepsilon^2 R \end{bmatrix}$$

اثرات تصادفی به طور مستقیم تخمین نمی‌خورد (اگرچه ممکن است پیش‌بینی شوند) اما در عوض با عناصر G مشخص می‌شوند (که به عنوان اجزای واریانس شناخته شده است). اثرات تصادفی به طور کلی به وسیله واریانس اجزای باقیمانده، یعنی δ_ε^2 و پارامترهای واریانس باقیمانده که در داخل R وجود دارد، تخمین خورده می‌شود.

کلید تخمین مدل‌های ترکیبی (Mixed-effects) در برآورد اجزای واریانس نهفته شده است و برای آن روش‌های بسیاری وجود دارد. بسیاری از ادبیات اولیه در مدل‌های ترکیبی (Mixed-effects) با تخمین اجزای واریانس در مدل‌های ANOVA^۲ سروکار داشته است. بخش بزرگی از کار گسترش «روش ANOVA» برای طراحی ANOVA

۱- جزوه دکتر تیمور محمدی در کلاس آموزش نرم‌افزار استادا در دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی

۶۰ فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی، سال پانزدهم، شماره ۵۶

توسط هندرسون^۱ (۱۹۵۳) انجام شده است. محبوب‌ترین روش برای تخمین مدل‌های ترکیبی حداکثر راستنمایی (ML)^۲ و تخمین حداکثر راستنمایی محدود شده (REML)^۳ است.

۴- تخمین مدل

با توجه به مطالب عنوان شده در بخش مبانی نظری و مطالعات تجربی انجام شده درباره منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، ارتباط بین رشد اقتصادی (y) و متغیرهای کنترل به صورت بردار (z) با کیفیت زیست‌محیطی (q) به صورت معادله (۴) در نظر گرفته می‌شود:

$$q = \alpha + \beta f(y_{it}) + \gamma z_{it} + u_{it} \quad (۴)$$

حال در این مطالعه به منظور برآورد میزان انتشار آلاینده‌گی (CO_2 و BOD) متغیرهای کنترل و رشد اقتصادی را به صورت دو معادله (۵) و (۶) در نظر می‌گیریم:

$$LCO_{vit} = \beta_0 + \beta_1 IGDPP_{it} + \beta_2 (IGDPP)_{it}^2 + \beta_3 IPOL_{it} + \beta_4 IINDIC_{it} + u_i + \varepsilon_{it} \quad (۵)$$

$$LBOD_{it} = \beta_0 + \beta_1 IGDPP_{it} + \beta_2 (IGDPP)_{it}^2 + \beta_3 IAGRI_{it} + \beta_4 IINDIC_{it} + u_i + \varepsilon_{it} \quad (۶)$$

در معادله‌های فوق، علامت l بیانگر لگاریتم بر مبنای عدد نپرین و اندیس‌های i و t به ترتیب معرف کشور و سال هستند.

در معادله (۵) $\beta_0 + \beta_1 IGDPP_{it} + \beta_2 (IGDPP)_{it}^2 + \beta_3 IPOL_{it} + \beta_4 IINDIC_{it}$ و

در معادله (۶) $\beta_0 + \beta_1 IGDPP_{it} + \beta_2 (IGDPP)_{it}^2 + \beta_3 IAGRI_{it} + \beta_4 IINDIC_{it}$

قسمت ثابت مدل در نظر می‌گیریم که از طریق رگرسیون استاندارد OLS^۴ قابل حل است

1- Henderson

2- Maximum Likelihood

3- Restricted Maximum Likelihood

4- Ordinary Least Squares

۶۱ بررسی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای آلودگی آب و هوا... ۶۱

و $u_i + \varepsilon_{it}$ قسمت تصادفی مدل در هر دو معادله فرض شده است. در معادله‌های (۵) و (۶) فرض می‌کنیم تغییرات آلودگی در کشورهای مورد مطالعه در طول زمان با روند مشخصی در حال تغییر است، اما این روند برای هر کشور متفاوت است. این تفاوت همان اثر u_i است که منجر به تغییر این روند مشخص در هر یک از کشورها شده است، بنابراین متناسب با سطح i معادله‌های فوق را نوشته‌ایم.

از آنجایی که داده‌های مربوط به مطالعه حاضر به صورت ترکیبی از داده‌های مقطعی و سری زمانی هستند از این رو قبل از انجام تخمین از آزمون اعتبار داده‌های تابلویی استفاده می‌شود.

جدول ۴-۱- آزمون اعتبار داده‌های تابلویی

آلودگی	فرضیه صفر	آماره F	Prop
CO_2	$\alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_n$	۹۶/۶۲	۰/۰۰۰
BOD	$\alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_n$	۹۳۱/۰۲	۰/۰۰۰

منبع: محاسبات محققان

طبق جدول ۴-۱ فرضیه صفر مبنی بر یکسان بودن عرض از مبدأها رد و مدل از روش Panel Data تخمین می‌خورد.

۴-۱- بررسی فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس برای کشورهای منتخب در حال توسعه برای آلودگی هوا

با توجه به مبانی نظری ذکر شده، الگوی منحنی کوزنتس با در اختیار داشتن ۲۶۱ مشاهده برای گروه کشورهای در حال توسعه برآورد شده است. نتایج نشان می‌دهد که تمامی ضرایب برآورد شده در سطح ۹۵ درصد معنادار و قابل قبول هستند. در گروه کشورهای در حال توسعه، ضریب متغیر لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه مثبت به دست آمده است. علامت مثبت این ضریب بیان می‌کند که رشد اقتصادی کشورها و به موجب آن، افزایش درآمد سرانه با ایجاد تشدید آلودگی همراه است.

۶۲ فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی، سال پانزدهم، شماره ۵۶

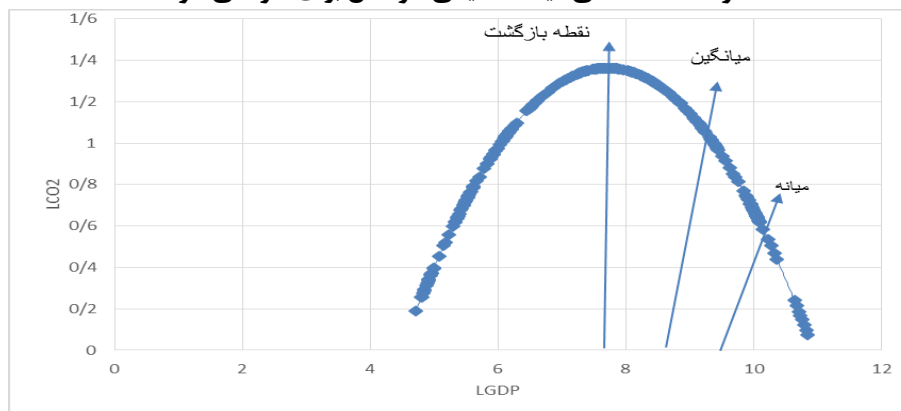
منفی بودن ضریب متغیر مجذور لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه که برابر با حدود ۰/۱۴- است، بیانگر قسمت نزولی منحنی زیست محیطی کوزنتس است و بیان می کند که در این گروه کشورها بعد از عبور از نقطه عطف منحنی زیست محیطی، رابطه رشد اقتصادی و افزایش آلودگی در مسیر نزولی قرار می گیرد. کشش درآمدی تخریب زیست محیطی از نوع آلودگی هوا از فرمول (۱) به دست می آید:

$$\rho_{ij} = \frac{\partial \ln CO_r}{\partial \ln GDPP} = \beta_{ij} + 2\beta_{rj} \times LGDPP \quad (1) \text{ فرمول}$$

که در آن ρ_{ij} کشش درآمدی تخریب زیست محیطی، β_{ij} مقدار ضریب $LGDPP$ و β_{rj} مقدار ضریب $(LGDPP)^2$ است.

در سال های ۲۰۰۷-۱۹۸۸ کشش تغییرات آلودگی هوا نسبت به تغییرات تولید ناخالص داخلی سرانه معادل ۰/۲۳۲۱۵۱- به دست آمده است، یعنی با فرض ثابت بودن سایر شرایط چنانچه تولید ناخالص داخلی سرانه ۱۰ درصد افزایش یابد، آلودگی به طور متوسط در طول دوره مورد بررسی به میزان ۰/۲۳ درصد کاهش خواهد یافت. به منظور ارزیابی دقیق تر نتایج، نمودار روند تغییرات شاخص آلودگی و رشد اقتصادی با توجه به ضرایب به دست آمده و با فرض ثابت بودن سایر شرایط در نمودار شماره ۴-۱ ترسیم شده است.

نمودار ۴-۱- منحنی زیست محیطی کوزنتس برای آلودگی هوا



منبع: محاسبات محققان

بررسی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای آلودگی آب و هوا... ۶۳

با توجه به نمودار ۴-۱ و نتایج به دست آمده، فرضیه منحنی کوزنتس در کشورهای در حال توسعه برای آلودگی هوا تأیید می‌شود در نتیجه می‌توان نقطه بازگشت کشورهای در حال توسعه را برای این منحنی محاسبه کرد؛ نقطه بازگشت سطح درآمدی است که در آن آلودگی به حداکثر خود رسیده و از آن سطح درآمد به بعد با افزایش درآمد، آلودگی افزایش نخواهد یافت که در الگوی لگاریتمی به صورت فرمول (۲) محاسبه می‌شود:

$$y = \exp\left(-\frac{\beta_1}{r\beta_r}\right) \quad \text{فرمول (۲)}$$

مقدار β_1 و β_r برآورد شده است که با جایگذاری در فرمول (۲) مقدار y در حداکثر انتشار آلودگی، ۲۲۳۵/۳۶۷ دلار (قیمت ثابت سال ۲۰۰۵) است، یعنی هرگاه درآمد سرانهی کشورهای در حال توسعه به این مقدار برسد با ادامه روند رشد اقتصادی آلودگی هوا کاهش خواهد یافت که مقدار لگاریتم آن ۷/۷۱۲۱۶۱ دلار است. برای درک بهتر موقعیت کشورهای در حال توسعه روی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس از تحلیل توصیفی متغیر درآمد سرانه کمک می‌گیریم.

جدول ۴-۲ آماره‌های توصیفی تولید ناخالص داخلی سرانه

متغیر	میان	میانگین	حداقل	حداکثر
<i>GDP</i>	۱۸۲۵۱	۶۳۵۱/۸۸۶	۱۱۱/۸۸۵۸	۵۱۶۷۶/۸۴
<i>IGDP</i>	۹/۸۱۱۹۷۵	۸/۷۵۶۵۰۷	۴/۷۱۷۴۷۹	۱۰/۸۵۲۷۷

منبع: محاسبات محققان

با توجه به اینکه میانگین درآمد سرانه از نقطه بازگشت منحنی بزرگ‌تر است و میان درآمد سرانه نیز از میانگین بزرگ‌تر است، نتیجه می‌گیریم که نصف بیشتر کشورها از نقطه بازگشت منحنی عبور کرده‌اند.

ایران در گروه کشورهای در حال توسعه با میانگین درآمد سرانه ۲۲۱۰/۹۱۷ و میانگین لگاریتم درآمد سرانه ۷/۶۸۶۴۵۷ در دوره مورد بررسی است، بنابراین موقعیت ایران در

۶۴ فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی، سال پانزدهم، شماره ۵۶

منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای آلودگی هوا در قسمت صعودی منحنی و نزدیک به نقطه بازگشت قرار دارد و در دوره‌های آتی ممکن است با ادامه رشد اقتصادی از نقطه بازگشت عبور کند و در قسمت نزولی منحنی قرار گیرد.

از آنجایی که متغیرهای مدل برحسب لگاریتم محاسبه شده است به فرض ثابت بودن سایر شرایط ضرایب متغیرهای توضیحی مدل به استثنای *LGDPP* و مجذور آن، کشش را نشان می‌دهد. دو متغیر توضیحی دیگر در این مدل نیز در نظر گرفته شده است: *LPOL* که بیان‌کننده شدت تأثیر سیاست‌های زیست‌محیطی است و *LINDIC*، سهم بخش صنعت در تولید هر کشور در گروه کشورهای در حال توسعه را نشان می‌دهد.

رابطه مثبت بین شدت تأثیر سیاست‌های زیست‌محیطی و لگاریتم انتشار کربن دی‌اکسید سرانه گویای این مطلب است که سیاست‌های زیست‌محیطی در این کشورها کاملاً ناموفق عمل کرده است به طوری که تأثیری در کاهش انتشار آلودگی نداشته است.

با فرض ثابت بودن سایر شرایط، با وجود اجرای سیاست‌های زیست‌محیطی و شدت یافتن آن به میزان یک درصد، انتشار آلودگی به میزان تقریباً ۰/۰۷ درصد افزایش داشته است و این به معنای شکست در اجرای سیاست‌های زیست‌محیطی و عملکرد نادرست در اجرای این سیاست‌ها در کشورهای در حال توسعه در طول دوره مورد بررسی است.

رابطه بین لگاریتم انتشار کربن دی‌اکسید سرانه و سهم بخش صنعت در تولید کل نیز مثبت است. با توجه به مبانی نظری ذکر شده، این رابطه مثبت برای این گروه از کشورها قابل انتظار است؛ اثر ساختار بیان می‌کند که همراه با رشد اقتصادی ساختار تولید تغییر خواهد کرد و از اقتصاد مبتنی بر کشاورزی به سمت اقتصاد مبتنی بر صنایع آلوده‌کننده حرکت می‌کند که شدت آلودگی در این مرحله از رشد اقتصادی بالاست. به بیان دیگر، در کشورهای در حال توسعه اثر ساختار تمایل به تقویت فشار زیست‌محیطی ناشی از افزایش مقیاس دارد و این گروه از کشورها به علت نوع ساختار صنعتی که دارند، باعث افزایش آلودگی هوا می‌شوند به طوری که با فرض ثابت بودن سایر شرایط، اگر ساختار صنعتی یک درصد تغییر کند، این تغییر باعث

۶۵... بررسی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای آلودگی آب و هوا...

افزایش انتشار کربن دی‌اکسید سرانه تقریباً به میزان ۰/۴ درصد می‌شود که این نوع تغییر ساختار صنعت معلول اثر مقیاس است نه اثر فناوری.

از آنجایی که اثرات متفاوت به وسیله گروه متغیرهای مقطع (i) در یک سطح مشخص شده است انحراف معیار i به این معناست که اثر متفاوتی در سطح (i) وجود دارد و ماتریس واریانس-کواریانس آنها ضربی از ماتریس واحد، یعنی $\sum = \delta_u^r I$ با انحراف معیار $1/2$ با خطای استاندارد $0/23$ (به طور تقریبی) است. غیر صفر بودن انحراف معیار i به این معناست که واقعا در سطوح مختلف کشورها اثرات، متفاوت هستند، اما یک تابع آزمون نسبت راستنمایی (LR)، برای آزمون وجود اثرات متفاوت در سطوح مختلف i وجود دارد. این آزمون دارای فرضیه صفر زیر است:

$$H_0: \delta_{u_i}^r = 0$$

در این برآورد مقدار Prob کمتر از ۵ درصد بوده و مقدار $LR = 2Ln\left(\frac{L_{UR}}{L_R}\right)$ که

دارای توزیع مجانبی چی-دو بوده، $272/19$ است، بنابراین فرضیه صفر مبنی بر صفر بودن انحراف معیار این اثر رد و بین کشورها در طول زمان اثر متفاوتی وجود دارد.

۴-۲- بررسی فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس برای کشورهای منتخب در حال توسعه برای آلودگی آب

با توجه به مبانی نظری ذکر شده، الگوی منحنی کوزنتس با در اختیار داشتن ۲۳۷ مشاهده برای گروه کشورهای در حال توسعه برآورد شده است. نتایج نشان می‌دهد که تمامی ضرایب برآورد شده در سطح ۹۵ درصد معنادار و قابل قبول هستند. در گروه کشورهای در حال توسعه ضریب متغیر لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه مثبت به دست آمده است. علامت مثبت این ضریب بیان می‌کند که رشد اقتصادی کشورها و به موجب آن، افزایش درآمد سرانه با ایجاد تشدید آلودگی همراه است. منفی بودن ضریب متغیر مجذور لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه که برابر با حدود $0/15$ - است، بیانگر قسمت نزولی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس است و بیان می‌کند که در این گروه کشورها، بعد از عبور از نقطه عطف منحنی زیست‌محیطی، رابطه رشد

۶۶ فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی، سال پانزدهم، شماره ۵۶

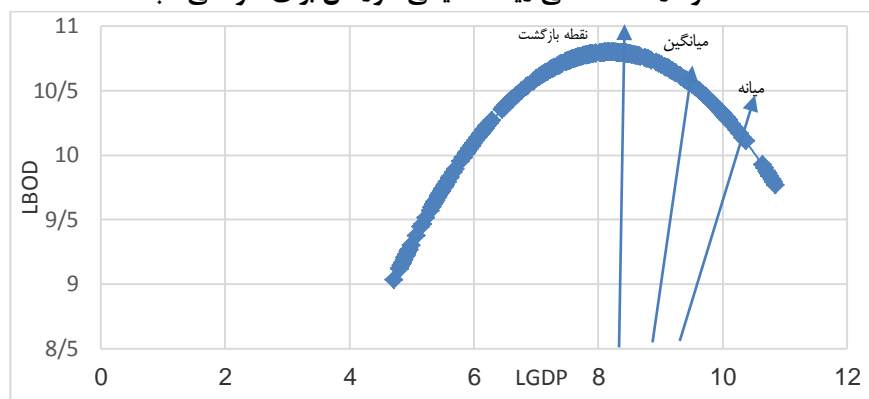
اقتصادی و افزایش آلودگی در مسیر نزولی قرار می‌گیرد. کاهش درآمدی تخریب زیست‌محیطی از نوع آلودگی آب از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\rho_{ij} = \frac{\partial \ln BOD}{\partial \ln GDPP} = \beta_{ij} + 2\beta_{r,j} \times LGDPP$$

که در آن ρ_{ij} کاهش درآمدی تخریب زیست‌محیطی، β_{ij} مقدار ضریب $LGDPP$ و $\beta_{r,j}$ مقدار ضریب $(LGDPP)^2$ است.

در سال‌های ۲۰۰۷-۱۹۸۸ کاهش تغییرات آلودگی آب نسبت به تغییرات تولید ناخالص داخلی سرانه معادل ۰/۱۳ به دست آمده است، یعنی با فرض ثابت بودن سایر شرایط چنانچه تولید ناخالص داخلی سرانه ۱۰ درصد افزایش یابد، آلودگی به طور متوسط در طول دوره مورد بررسی به میزان ۱/۳ درصد افزایش خواهد یافت. به منظور ارزیابی دقیق‌تر نتایج، نمودار روند تغییرات شاخص آلودگی و رشد اقتصادی با توجه به ضرایب به دست آمده و با فرض ثابت بودن سایر شرایط در نمودار شماره ۴-۲ ترسیم شده است.

نمودار ۴-۲- منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای آلودگی آب



منبع: محاسبات محققان

با توجه به نمودار ۴-۲ و نتایج به دست آمده، فرضیه منحنی کوزنتس در کشورهای در حال توسعه برای آلودگی آب تأیید می‌شود، در نتیجه می‌توان نقطه بازگشت کشورهای در

بررسی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای آلودگی آب و هوا... ۶۷

حال توسعه را برای این منحنی محاسبه کرد. مقدار β_1 و β_2 برآورد شده است که با جایگذاری در فرمول (۲) مقدار λ در حداکثر مقدار BOD آب، $3623/805$ دلار (قیمت ثابت سال ۲۰۰۵) است، یعنی هرگاه در آمد سرانه کشورهای در حال توسعه به این مقدار برسد با ادامه روند رشد اقتصادی آلودگی آب کاهش خواهد یافت که مقدار لگاریتم آن $8/19528$ است.

برای درک بهتر موقعیت کشورهای در حال توسعه روی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس از تحلیل توصیفی متغیر در آمد سرانه کمک گرفته‌ایم. با توجه به اینکه میانگین در آمد سرانه از نقطه بازگشت منحنی بزرگ‌تر است و میانه در آمد سرانه نیز از میانگین بزرگ‌تر است، نتیجه می‌گیریم که نصف بیشتر کشورها از نقطه بازگشت منحنی عبور کرده‌اند که با مقایسه نقطه بازگشت منحنی کوزنتس هوا و آب می‌توانیم بگوییم که تعداد کشورهایی که از نقطه بازگشت منحنی عبور کرده‌اند در آلودگی هوا بیشتر است. کشور ایران نیز با میانگین لگاریتم در آمد سرانه $7/686457$ دلار در قسمت صعودی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای آلودگی آب قرار دارد.

از آنجایی که متغیرهای مدل برحسب لگاریتم محاسبه شده است به فرض ثابت بودن سایر شرایط ضرایب متغیرهای توضیحی مدل به استثنای $LGDPP$ و مجذور آن کشش را نشان می‌دهد. دو متغیر توضیحی دیگر در این مدل نیز در نظر گرفته شده است: $LAGRI$ و $LINDIC$ به ترتیب سهم بخش کشاورزی و سهم بخش صنعت از تولید کل کشورهای در حال توسعه نشان می‌دهد.

رابطه بین سهم بخش کشاورزی در تولید و لگاریتم انتشار BOD سرانه مثبت است. مثبت بودن این رابطه حاکی از این است کشاورزی این گروه کشورها بدون توجه به الگوی توسعه پایدار بوده و باعث افزایش BOD موجود در آب می‌شوند. رابطه بین سهم بخش صنعت در تولید و لگاریتم انتشار BOD سرانه نیز مثبت است که این مثبت بودن حاکی از تخلیه پساب‌های صنعتی در آب‌ها است.

۶۸ فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی، سال پانزدهم، شماره ۵۶

در حقیقت کشورهای در حال توسعه صنعت خود را بدون توجه به الگوی توسعه پایدار رشد داده‌اند و به دنبال راه‌حل‌هایی برای پساب‌ها اعم از کشاورزی و صنعتی نیستند به طوری که با فرض ثابت بودن سایر شرایط، اگر سهم بخش صنعت در تولید یک درصد افزایش یابد این تغییر باعث افزایش انتشار BOD سرانه تقریباً به میزان $۰/۱۷۹$ درصد می‌شود و اگر سهم بخش کشاورزی در تولید یک درصد افزایش یابد، این تغییر باعث افزایش انتشار BOD سرانه تقریباً به میزان $۰/۱۷۳$ درصد می‌شود.

در حقیقت کشورهای در حال توسعه به علت استفاده از کودهای شیمیایی و علف‌کش‌ها تنها به فکر تولید محصول انبوه هستند و آلودگی زیست‌محیطی در این گروه کشورها درجه اهمیت پایین‌تری دارد. بنابراین کشورهای در حال توسعه به علت ساختار کشاورزی که دارند باعث آلودگی آب می‌شوند.

پیشرفت در تکنولوژی که باعث می‌شود در روش‌های بهتر کنترل آلودگی تدبیرهای خاصی از جمله استفاده از روش‌های نوین کشاورزی، جایگزین کردن کودهای شیمیایی، علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها و... با موادی که تبعات آلودگی آن به مراتب پایین‌تر است در کشورهای در حال توسعه حاصل نشده است.

به طور کلی در کشورهای در حال توسعه پساب‌های صنعتی و کشاورزی مکانی جزء جاری شدن در آب‌های سطحی، رودخانه‌ها و... ندارند و باعث افزایش آلودگی موجود در آب می‌شوند.

از آنجایی که اثرات متفاوت به وسیله گروه متغیرهای مقطع (i) در یک سطح مشخص شده است انحراف معیار i به این معناست که اثر متفاوتی در سطح (i) وجود دارد و ماتریس واریانس-کواریانس آنها مضر بی از ماتریس واحد، یعنی $\sum = \delta_{ii}^r I$ با انحراف معیار $۱/۳۳$ با خطای استاندارد $۰/۲۳۴۷$ (به طور تقریبی) است. غیر صفر بودن انحراف معیار i به این معناست که واقعا در سطوح مختلف کشورها اثرات، متفاوت اثرات متفاوت در سطوح مختلف i هستند و در آزمون نسبت راستنمایی (LR) مقدار Prob کمتر

از ۵ درصد بوده و مقدار $\left(\frac{L_{UR}}{L_R} \right)$ $LR = 2Ln$ ، $۵۶۷/۹۱$ است. بنابراین فرضیه صفر مبنی بر

۶۹ بررسی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای آلودگی آب و هوا... ۶۹

صفر بودن انحراف معیار این اثر رد و بین کشورها در طول زمان اثر متفاوتی وجود دارد. جدول ۳-۴ برآورد مربوط به آلودگی هوا و آب است.

جدول ۳-۴ تخمین مدل

Pullotior	LGDP	LGDP	LINDIC	LPOL	LAGRI	$sd(i)$	AIC
CO_2	۲/۲۰۰۵	-۰/۱۴۳۶	۰/۰۱۰۸	۰/۰۹۱۳	—	۱/۲۳۱۷	-۱/۲۳۰۲
BOD	۲/۳۹۷۶	-۰/۱۴۶۲	۰/۱۷۹۰۱	—	۰/۱۷۳۳	۱/۳۳۹۲	-۲/۳۲۰۴

منبع: محاسبات محققان

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

الف) نتیجه‌گیری

در این تحقیق در قالب منحنی زیست‌محیطی کوزنتس رابطه بین رشد اقتصادی و آلودگی‌های زیست‌محیطی، اعم از آلودگی هوا و آب در گروه کشورهای در حال توسعه برای دوره زمانی ۲۰۰۷-۱۹۸۸ بررسی شد و هر دو نوع آلودگی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس را تأیید کردند.

گروهی از این کشورها از نقطه بازگشت این منحنی برای هر دو نوع آلودگی عبور کرده‌اند به آن معنا که برای افرادی که در این دوره زندگی می‌کنند، کیفیت محیط‌زیست از یک کالای لوکس به یک کالای نرمال مبدل شده و کشش درآمدی کیفیت زیست‌محیطی کاهش یافته است. گروهی دیگر از این کشورها هنوز به نقطه عطف منحنی نرسیده‌اند و همچنان با رشد اقتصادی خود به محیط‌زیست صدمه وارد می‌کنند و کیفیت محیط‌زیست برای این افراد که در این دوره زندگی می‌کنند یک کالای لوکس محسوب می‌شود و کشش درآمدی کیفیت محیط‌زیست بالاست، اما می‌توان این نتیجه را گرفت که اگر کشورهای در حال توسعه به رشد اقتصادی خود ادامه دهند در نهایت از نقطه بازگشت این منحنی عبور خواهند کرد و محیط‌زیست را به سبب رشد اقتصادی که دارند به مخاطره نمی‌اندازند.

۷۰ فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی، سال پانزدهم، شماره ۵۶

در این مطالعه بی تأثیر بودن سیاست‌های زیست‌محیطی در مورد آلودگی هوا (انتشار کربن دی‌اکسید سرانه) تأیید شده است که می‌تواند ناشی از بکارگیری سیاست‌های نادرست زیست‌محیطی و عدم اطلاع سیاستگذاران از اجرای درست سیاست‌های زیست‌محیطی با توجه به شرایط اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و زیست‌محیطی کشور خود باشد.

ساختار صنعتی کشورهای در حال توسعه هر دو نوع آلودگی زیست‌محیطی را افزایش داده است. در واقع صنعت در این کشورها هم از لحاظ فرآیند تولیدی که دارند و هم از لحاظ مکان تخلیه پساب‌های خود، محیط‌زیست را به مخاطره انداخته‌اند. صنعت این کشورها با تکنولوژی و فناوری پیشرفته آمیخته نشده است و همین علت را می‌توان علل اصلی آلودگی زیست‌محیطی از جانب صنعت دانست.

کشاورزی نیز باعث آلودگی آب در کشورهای در حال توسعه می‌شود. در حقیقت، کشورهای در حال توسعه به دلیل استفاده از سموم و آفت‌کش‌ها باعث ایجاد ساختاری از کشاورزی شده‌اند که در نهایت باعث ایجاد آلودگی زیست‌محیطی به خصوص آلودگی آب می‌شوند.

(ب) پیشنهادات

صنعت به کمک تکنولوژی و فناوری است که می‌تواند منجر به آن شود که همراه با رشد اقتصادی، آلودگی زیست‌محیطی اعم از آلودگی آب و هوا به مراتب کاهش یابد. به دلیل اینکه این فرآیند یک پروسه طولانی مدت است، می‌توان صنعت کشورهای در حال توسعه را با اتخاذ سیاست‌های زیست‌محیطی کارآمد و رویکردها و ابزارهای اقتصادی به سمت پاک شدن سوق داد که این رویکردها و ابزارها، سازوکارهای مناسبی برای استفاده بهینه از منابع طبیعی و محیط‌زیستی محسوب می‌شوند و می‌توانند به عنوان مکمل قانون و مقررات نقش تعیین‌کننده‌ای در دستیابی به اهداف توسعه پایدار داشته باشند.

بررسی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای آلودگی آب و هوا... ۷۱

باید توجه داشت که هیچ ابزار سیاستی خاصی وجود ندارد که بتواند در تمام شرایط بهترین باشد، بنابراین استفاده از هر کدام از آنها بستگی به شرایط اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و محیط‌زیستی کشورها دارد.

در مورد آلودگی آب درست است که رشد اقتصادی در یک دوره‌ای باعث افزایش آلودگی می‌شود، اما متوجه شدیم که کشورها پس از یک دوره رشد نهایتاً به نقطه بازگشت می‌رسند و دور از انتظار نبود اگر کشاورزی آنها باعث آلودگی آب نمی‌شد سریع‌تر به نقطه بازگشت منحنی می‌رسیدند که در این خصوص باید راهکارهایی جهت تغییر ساختار کشاورزی کشورها از جمله تغییر روش‌های زراعی که مستلزم استفاده از سموم کمتری است و آفت‌کش‌هایی که موجب آلودگی آب‌ها و همچنین خسارت به محیط‌زیست و به خطر انداختن سلامت انسان می‌شوند، استفاده شود.

در پایان پیشنهاد می‌شود برنامه‌های آموزشی جهت افزایش دانش کشاورزان در خصوص محیط‌زیست و اهمیت حفظ آن تولید و پخش شود تا کشاورزان در خصوص اثرات زیان‌بار کودها و سموم شیمیایی بر آلودگی آب‌ها و سلامتی افراد آگاه شوند. عوامل دیگری غیر از سهم صنعت و کشاورزی در تولید کل و شدت تأثیر سیاست‌های زیست‌محیطی بر آلودگی‌های زیست‌محیطی تأثیرگذار هستند که توضیح آنها را به جمله خطای برآورد مدل تجربی واگذار کردیم؛ از جمله آموزش و آگاهی‌های زیست‌محیطی که ارتقای سطح دانش افراد و افزایش آگاهی‌های زیست‌محیطی منجر به حفظ منابع طبیعی و در جهت توسعه پایدار عمل می‌کنند.

۷۲ فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی، سال پانزدهم، شماره ۵۶

منابع

الف) فارسی

برقی اسکویی، محمدمهدی (۱۳۸۷)، «آثار آزادسازی تجاری بر انتشار گازهای گلخانه‌ای (دی‌اکسید کربن) در منحنی زیست محیطی کوزنتس»، فصلنامه تحقیقات اقتصادی، شماره ۸۲، صفحات ۲۲-۱.

حسینی نسب، سیدابراهیم و سمیه پایکاری (۱۳۹۱)، «بررسی تأثیر رشد اقتصادی و آزادسازی تجاری بر آلودگی محیط زیست»، مجله اقتصادی-دوماهنامه بررسی مسائل و سیاست‌های اقتصادی، شماره‌های ۹ و ۱۰، آذر و دی ۱۳۹۱، صفحات ۸۲-۶۱.

فلاحی، فیروز، حسین اصغریور، داود بهبودی و سیمین پورنظمی (۱۳۹۱)، «آزمون منحنی کوزنتس زیست محیطی در ایران با استفاده از روش LSTR»، مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۳۲، صفحات ۹۳-۷۳.

مهرابی بشرآبادی، حسین، سید عبدالمجید جلائی اسفندآبادی، علی اکبر باغستانی و حبیبه شرافتمند (۱۳۸۹)، «تأثیر آزادسازی تجاری بر آلودگی محیط زیست در ایران»، تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، دوره ۲-۴۱، شماره ۱.

محمدی، تیمور (۱۳۹۱)، «جزوه‌ی کلاسی آموزشی نرم افزار Stata12 در دانشکده اقتصاد دانشکده علامه طباطبائی».

ب) انگلیسی

Barua, A and k. Hubacek, (2008), "Water Pollution and Economic Growth: An Environmental Kuznets Curve Analysis at the Watershed and State Level". *International Journal of Ecological Economic and Statistics*, Vol. 10(8) PP 1-25.

Bhattarai, M. and Hamming, M. (2001), "Institution and the Environmental Kuznets Curve for Deforestation: A Cross-Country Analysis for Latin American, Africa and Asia", *World Development*, Vol. 29(6), PP 995-1010.

Cole, M. A. and E. Neumayer (2004), "Examining Impact of Demographic Factors on Air Pollution", *Popul. Environ.* Vol. 26(1), PP 5-21.

بررسی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای آلودگی آب و هوا... ۷۳

- Cole, M. A. (2007), "Corruption, Income and the Environment: An Empirical Analysis", *Ecological Economics*, Vol. 62 (3-4), PP 637-647.
- Coondoo, D. and S. Dinda (2002), "Causality between Income and Emission: A Country Group-Specific Economic Econometric Analysis", *Ecological Economics*, Vol. 40(3), PP 351-367.
- Chen, W. (2007), "Economic Growth and the Environment in China- an Empirical Test of Environmental Kuznets Curve Using Provincial Panel Data", Annual Conference on Development and Change, Cape Town.
- Dasgupta, P. (2002), "The Economics of Poverty in Poor Countries", *The Scandinavian Journal of Economics*, Vol (100), Issue (1).
- De Groot, H. L. F., C. A. Withagen and Z. Minliang (2004), "Dynamics of China's Regional Development and Pollution: an Investigation into the Environmental Kuznets Curve", *Environment and Development Economics*, Vol. 9(04), PP 507-537.
- Dinda, S. (2004), "Environmental Kuznetc Curve Hypothese: a Survey", *Ecological Economics*, Vol. 49, PP 431-455.
- Dinda, S. (2009), "Climate Change and Human Insecurity", *International Journal of Global Environmental*, Vol. 1-2, PP 103-109.
- Fodha, M. and O. Zaghoud (2009), "Economic Growth and Pollutant Emission in Tunisia: an Empirical Analysis of the Environmental Kuznets Curve", *Energy Policy*, Vol. 38, PP 1150-1156.
- Grossman, G.M. and A.B. Krueger (1991), "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement", NBER Working Paper 3914. NBER, Cambridge.
- Grossman, G.M. and A.B. Krueger (1995), "Economic Growth and the Environmen", *Quarterly of Economic*, Vol. 110, PP 353-377.
- Halkos, G. H. and N. G. Tzeremes (2009), "Exploring the Existence of Kuznetc Curve in Countries' Environmental Efficiency Using DEA Windows Analysis", *Ecological Economics*, Vol. 68, PP 2168-2176.
- Henderson, C. R. (1953), "Estimation of Variance and Covariance Components", *Biometrics*, Vol. 9, NO. 2, PP 226-252.
- Kristrom, B. and P. Riera (1996), "Is the Income Elasticity of Environmental Improvements Less than One?" *Environmental and Resource Economics*, Vol. 7(1), PP 45-55.
- Lau, L. S., C. k. Choong and Y. K. Eng (2014), "Investigation of the Environmental Kuznets Curve for Carbon Emissions in Malaysia: Do Foreign Direct Investment and Trade", *Energy Policy*, Vol. 68, PP 490-497.
- Lau, L.C., K.T. Tan and A.R. Mohamed (2009), "A Comparative Study of the Energy Policies in Japan and Malaysia and in Fulfilling Their

- Nation's Obligation Towards The Kyoto Protocol", *Energy Policy*, Vol. 37, PP 4771-4780.
- Lopez, A.R., J.E.G. Ramos, A. Golpe and A.M. Nieto, (2014), "System Dynamics Modelling and the Environmental Kuznets Curve in Ecuador (1980-2025)", *Energy Policy*. Vol. 67, PP 923-931.
- Mani, M., H. Hettige and D. Wheeler, (2000), "Industrial Pollution in Economic Development: the Environmental Kuznets Curve Revisited", *Journal of Development Economics*, Vol. 62(2), PP 445-476.
- Mc Connell, K.E. (1997), "Income and the Demand for Environmental Quality", *Environment and Development Economics*, Vol. 2, PP 383-399.
- Orubo, O.C. and D.G. Omotor (2011), "Environmental Quality and Economic Growth: Searching for Environmental Kuznets Curves for Air and Water Pollutants in Africa", *Energy Policy*, Vol. 39, PP 4178-4188.
- Pnaayotou, T. (1993), "Empirical Testes and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development", Working Paper WP238.Techolugt and Environment Program, International Labour Office, Geneva.
- Pearson, P.J. (1994), "Energy, Externalities and Environmental Quality: Will Development Curve the Ills in Creates?" *Energy Stude*, Vol. 6, PP 199-216.
- Saboori, B., J. Sulaiman and S. Mohd (2012), "Economic Growth and co2 Emissions in Malaysia: A Cointegration Analysis of the Environmental Kuznets Curve", *Energy Policy*, Vol. 52, PP 184-191.
- Stern, D.I., M.S. Common and E.B. Barbire (1996), "Economic Growth and Environmental Degradation: the Environmental Kuznets Curve and Sustainable Development", *World Development*. Vol. 24, PP 1151-1160.
- Shafik, N. and S. Bandyopadyay (1992), "*Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence*", The World Band, Washington
- Wong, Y.L. and L. Lewis (2013), "The Disappearing Environmental Kuznets Curve: a Study of Water Quality in the Lower Mekong Basin (LMB)", *Environmental Management*, Vol. 131, PP 415-425.
- Wilson, C. and C. Tidsell (2005), "What Role Does Knowledge of Wildlife Play in Proving Support for Species' Conservation?" *Wildlife Knowledge and Their Conservation*, Discussion Paper No 188.
- Orubo, O.C. and D.G. Omotor (2009), "Economic Growth and Environmental Quality: Searching for Environmental Kuznets Curves in Africa", Presented at CSAE Conference, University of Oxford, UK. March 22-24.