

بررسی منحنی کوزنتس زیست‌محیطی در خاورمیانه

دکتر محمد حسین پورکاظمی*

ایلناز ابراهیمی**

تاریخ پذیرش: ۸۷/۲/۱۷

تاریخ ارسال: ۸۶/۸/۸

چکیده

منحنی کوزنتس زیست‌محیطی (EKC)^۱، که یک رابطه به شکل U وارونه بین آلودگی و درآمد است، تعمیمی جالب در مورد شیوه تأثیر انتقال یک کشور از فقر به سوی رفاه نسبی روی تغییرات کیفیت محیط‌زیست به شمار می‌رود. EKC پیش‌بینی می‌کند که با افزایش درآمد یک کشور در مسیر توسعه، ابتدا آلودگی‌های محیط زیست افزایش می‌یابد، لیکن با افزایش درآمد سرانه به میزان کافی، آلودگی‌ها شروع به کاهش می‌کنند. در این پژوهش در جستجوی آزمون درستی این فرضیه، برای خاورمیانه شامل سیزده کشور از جمله ایران هستیم. برای این منظور از اطلاعات جمع‌آوری‌شده برای این کشورها در سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۳ استفاده کرده‌ایم. با توجه به این که تقریباً تمام پژوهش‌های انجام‌شده روی EKC بر روی کشورهای توسعه‌یافته، یا ترکیبی از این کشورها و کشورهای در حال توسعه متمرکز بوده است، این پژوهش، آزمونی منحصر به فرد در این حیطه به شمار می‌رود. از میان آلاینده‌های مختلف، CO_2 به عنوان آلاینده‌ای انبارهای برای آزمون فرضیه EKC مورد استفاده قرار گرفته است. از بین دو مدل انتخاب‌شده، نتایج مدل لگاریتم-لگاریتم حکایت از رابطه یکنواخت فزاینده بین آلودگی و درآمد دارد، لیکن نتایج ضعیف بوده و ضرایب متغیرها از نظر آماری معنادار نیستند؛ در حالی که توسل به مدل ساده، تأیید فرضیه EKC برای نمونه تحت بررسی را در پی دارد و ضرایب متغیرها معنادار می‌باشند. با توجه به مطابقت کاملی که مدل ساده با تئوری دارد و نظر به قوت نتایج به‌دست آمده، مدل یادشده به عنوان مدل پایه مورد استناد قرار گرفته و فرضیه EKC در خاورمیانه را نمی‌توان رد کرد.

طبقه‌بندی JEL: $Q_{53}, Q_{58}, C_{01}, C_{23}$

واژگان کلیدی: منحنی کوزنتس زیست‌محیطی، آلودگی هوا، کنترل آلودگی، خاورمیانه.

*. دانشیار دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی دانشگاه شهید بهشتی

e-mail: h_pourkazemi@yahoo.com.au

** دانشجوی دکتری رشته اقتصاد دانشگاه تهران

e-mail: ebrah_e1979@yahoo.com

1.Environmental Kuznets Curve

مقدمه

در سال‌های اخیر بسیاری از مطالعات روی موضوع رابطه بین آلودگی‌های زیست‌محیطی و رشد اقتصادی متمرکز شده‌اند. آنها دریافته‌اند که بسیاری از انواع آلودگی‌های زیست‌محیطی آب و هوا "با افزایش درآمد ابتدا بدتر شده و سپس رو به بهبود می‌نهند" (بانک جهانی، ۱۹۹۲) [۸].

گراسمن و کروگر^۱ (۱۹۹۵) [۶] دریافتند که برای بیشتر آلاینده‌ها، درآمدی که در آن کیفیت هوا دوباره بهبود می‌یابد (یعنی نقطه برگشت) عمدتاً در سطوح درآمد سرانه زیر ۸۰۰۰ دلار رخ می‌دهد. به دلیل شباهتی که بین الگوی نابرابری درآمد ارائه‌شده توسط کوزنتس (۱۹۵۵) و این رابطه U وارونه- که بین آلودگی و درآمد دیده می‌شود، وجود دارد- این رابطه به "منحنی کوزنتس زیست‌محیطی" معروف شده است.

در پاسخ به این یافته‌های تجربی، برخی پژوهشگران به دنبال یافتن شواهد تجربی بیشتر در این زمینه حرکت کردند، در حالی که برخی دیگر عمدتاً با توسل به الگوهای بهینه‌یابی پویا در جستجوی ارائه منطقی تئوریک برای آن برآمدند. آلودگی‌های زیست‌محیطی- که در پژوهش‌های کاربردی به آن پرداخته شده است- شامل آلودگی‌های جریان^۲ چون آلودگی‌های حاصل از SO_x, SPM, CO, NO_x و آلودگی‌های رودخانه‌ای و آلودگی‌های انباره‌ای^۳ به‌طور مثال، حاصل از CO_p و زباله‌های شهری است. بنا بر یافته‌های پژوهش‌های انجام شده در این زمینه، رابطه درآمد- آلودگی برای آلودگی‌های جریان^۲ به شکل EKC، و برای آلودگی‌های انباره‌ای همچون CO_p ، نسبت به درآمد به صورت یکنواخت صعودی است. هر چند در برخی از نمونه‌ها برای آلودگی‌های انباره‌ای نیز رابطه U وارونه برقرار است. اگرچه نقطه بازگشت برای EKC‌های برآوردشده در پژوهش‌های مختلف، متفاوت است، لیکن تقریباً یافته‌های تمامی پژوهش در این نکته مشترکند که فرضیه EKC برای چهار آلودگی SO_x, SPM, CO, NO_x صادق است. از آنجا که تمام این آلودگی‌ها عمری کوتاه دارند؛ متغیر جریان^۲ به شمار می‌روند. عمر SO_p در اتمسفر ۱ تا ۴ روز است، NO_x ، ۲ تا ۵ روز و CO ، ۱ تا ۳ ماه در جو عمر می‌کند. SPM با بارش برف و باران شسته‌شده و از بین می‌رود، لذا عمری کوتاه دارد. در مقابل، آلودگی‌هایی چون زباله شهری و CO_p به دلیل عمر طولانی خود و انباشته‌شدن در طول زمان، متغیر انباره‌ای به شمار می‌روند. زباله‌های شهری در محل دفن خود انبار می‌شوند و CO_p از آن جهت یک متغیر انباره‌ای به شمار می‌رود که حدود ۱۲۵ سال طول می‌کشد تا از بین برود (لایب^۴، ۲۰۰۴).

1. Grossman and Krueger
2. Flow Pollution
3. Stock Pollution
4. Lieb

پیشینه پژوهش موضوع نشان می‌دهد که معمولاً درآمدی که در آن آلاینده‌های انباره‌ای شروع به کاهش می‌کنند بسیار بالاتر از درآمدی است که در آن آلاینده‌های جریان شروع به کاهش می‌نمایند، حتی در برخی موارد نقطه بازگشت خارج از نمونه قرار می‌گیرد. حتی در بسیاری از پژوهش‌های انجام‌شده، آلودگی‌های انباره‌ای رابطه‌ای یکنواخت فزاینده با درآمد نشان داده‌اند (گراسمن (۱۹۹۵)، کال و همکاران^۱ (۱۹۹۷)، لیم^۲ (۱۹۹۷)).

همچنین، بررسی پژوهش‌های انجام‌شده در این حیطه نشان می‌دهد که نمونه‌های مورد استفاده در این پژوهش‌ها شامل سال‌های بسیار متفاوت و متشکل از مجموعه کشورهای بسیار پراکنده‌ای بوده است. حتی در برخی نمونه‌ها به جای آلودگی‌های کشورهای از آلودگی شهرهای پراکنده در نقاط مختلف جهان استفاده شده است؛ لیکن وجه تشابه تمامی این بررسی‌ها وجود کشورهای پیشرفته در این نمونه‌هاست، با این تلقی که تنها افزایش درآمد از راه پیشرفت و توسعه اقتصادی است که می‌تواند باعث کاهش رشد آلودگی و در نهایت، کاهش میزان مطلق آلاینده‌ها شود.

این بحث نه تنها یک حدس آکادمیک است، بلکه از آن جهت حائز اهمیت است که ممکن است مبنای سیاست‌گذاری زیست‌محیطی در سطح ملی و حتی بین‌المللی قرار گیرد. برخی از تحلیل‌گران زیست‌محیطی، بر مبنای این پژوهش‌ها معتقدند که همین‌طور که کشورهای در حال توسعه رشد می‌کنند، به صورت خودکار از آلاینده‌ها پاک خواهند شد. در واقع، اعتقاد به وجود منحنی کوزنتس زیست‌محیطی باعث ایجاد یک نوع خوش‌بینی افراطی در نگاه به تحولات محیط‌زیست می‌شود؛ زیرا که افزایش آلودگی‌ها به همراه افزایش درآمد را امری طبیعی می‌پندارد که در نهایت، به صورت خودکار به بهبود کیفیت محیط زیست منجر خواهد شد. برخی دیگر بر این باورند که کاملاً طبیعی است که کشورهای فقیر در پی رشد خود به کیفیت محیط‌زیست اهمیت چندانی نداده و تنها به فکر حداکثرسازی رشد خود باشند. با افزایش درآمد سرانه و سطح رفاه مردم، آنها کم‌کم متوجه شرایط زیست‌محیطی خود شده و با فشار بر دولت زمینه را برای وضع قوانین و مقررات کنترلی و کاهش رشد آلاینده‌ها فراهم می‌آورند. بنابراین، پس از گذشت مدتی منحنی کوزنتس زیست‌محیطی خود را نمایان می‌سازد.

با توجه به توضیحات ارائه‌شده، در این پژوهش سعی کرده‌ایم فرضیه EKC در قالبی دیگر با بهره‌گیری از مجموعه‌ای متشکل از کشورهای در حال توسعه را بدون حضور کشورهای پیشرفته، مورد آزمون قرار دهیم. آلاینده مورد بررسی، آلاینده انباره‌ای CO_2 در نظر گرفته‌شده و برقراری فرضیه EKC، با توسل به دو مدل ساده و لگاریتم-لگاریتم^۳ آزمون شده و حساسیت نتایج حاصله نسبت به مدل انتخابی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته است.

1. Cole et al.
2. Lim
3. Log-log

در بخش نخست، مروری مختصر بر ادبیات موضوع انجام شده و در قالب جدول ۱، نمونه‌هایی از مطالعات انجام شده در زمینه EKC، با ارائه آلاینده مورد مطالعه، دوره مورد بررسی، کشورهای نمونه و سایر اطلاعات خلاصه شده است. در بخش دوم، به معرفی منابع داده‌های استفاده شده در این مطالعه و نیز کشورهای تحت پوشش نمونه مورد بررسی می‌پردازیم. در بخش سوم، مدل‌های مورد مطالعه معرفی شده و در ادامه، در بخش چهارم به ارائه نتایج این پژوهش می‌پردازیم. بخش پایانی نیز حاوی خلاصه و نتیجه‌گیری است.

۱. ادبیات موضوع^۱

ادبیات EKC با دو مقاله اثرگذار در اوایل دهه ۱۹۹۰ در عرصه اقتصاد محیط‌زیست شروع شد. شفیق و باندوپادجایا^۲ برای اولین بار در سال ۱۹۹۲ به بررسی رابطه تجربی بین درآمد سرانه و تمرکز محیطی آلودگی هوا، نرخ جنگل‌زدایی، دسترسی به آب آشامیدنی سالم و تولید زباله‌های جامد پرداختند. گراسمن و کروگر (۱۹۹۳، ۱۹۹۵) در کار تجربی مشابهی، اثرات احتمالی افزایش درآمد را روی آلودگی هوا مورد بررسی قرار دادند. در هر دو مطالعه، پژوهشگران دریافتند که دی‌اکسید سولفور و تمرکز دود همراه با افزایش درآمد، تا سطح درآمد ۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰ دلار در مطالعه اولی و سطح درآمد ۴۰۰۰ تا ۶۰۰۰ دلار در مطالعه دومی، افزایش می‌یابند و سپس شروع به کاهش می‌کنند.

به طور طبیعی، این ایده که افزایش درآمد در نهایت، به پاکیزه‌تر شدن کشورها منجر شده و کیفیت محیط زیست را بهبود خواهد بخشید، طرفداران یا حداقل کنجکاوان فراوانی را به دور خود جمع کرد و موجی از کارهای نظری و همچنین تجربی را به وجود آورد.

بسیاری از پژوهشگران، سعی کردند اثرات متغیرهای دیگری را که بجز درآمد می‌توانند روی آلودگی اثرگذار باشند، کنترل نمایند. به طور مثال، پانایوتو^۳ (۱۹۹۷) [۱۳]، ساختار صنعتی و نهادی کشورها را مورد توجه قرار داده و از GDP ناحیه‌ای برای متمایز ساختن اثر تولید روی آلودگی از اثر درآمد روی آلودگی استفاده کرد.

توراس و بویس^۴ (۱۹۹۸) [۱۸]، اثر سواد، نابرابری و آزادی مدنی را روی نقطه بازگشت آلودگی و معنادار بودن ضرایب EKC بررسی کردند. بارت و گرادی^۵ (۲۰۰۰) [۱۱]، پس از اضافه کردن معیارهایی از آزادی‌های سیاسی و مدنی، معادلات گراسمن و کروگر را بار دیگر برآورد کردند. می‌توان گفت که تقریباً در تمامی این پژوهش‌ها، برای اطلاعات مورد استفاده برای آلودگی از داده‌های

۱. بنا به مطالعات نویسندگان این مقاله، در ایران پژوهش کاربردی با موضوع منحنی کوزنتس زیست‌محیطی انجام نشده است.

2. Shafik and Bandyopadhyay

3. Panayotou

4. Torras and Boyce

5. Barret and Grady

آلودگی هوای GEMS^۱ استفاده‌شده و همگی رابطه‌ای به شکل U وارونه را برای آلودگی‌های مختلف یافتند.

برخی از نویسندگان، روش‌شناسی برآورد یک مدل رگرسیونی واحد را با استفاده از داده‌های تابلویی (پانل) شامل کشورهای بسیار متفاوت را زیر سؤال برده و به طور کلی، وجود یک EKC جهانی را مورد تردید قرار داده‌اند؛ از جمله استرن و همکاران^۲ (۱۹۹۶) [۱۵]، قرارداد کشورهای دارای سطوح مختلف توسعه را در یک معادله واحد صحیح ندانسته و معتقد بودند عوامل دیگری بجز درآمد می‌توانند رابطه بین درآمد و آلودگی را تحت تأثیر قرار دهند.

کوندو و دیندا^۳ (۲۰۰۲) [۳]، معتقدند که الگوی علی بین آلودگی و درآمد ممکن است از یک گروه از کشورها به گروهی دیگر متفاوت باشد. دی برون^۴ (۱۹۹۷) [۵]، رابطه بین درآمد-آلودگی را برای چهار کشور عضو OECD به طور جداگانه برآورد کرده و بر اهمیت تغییرات ساختاری در درون کشورها تأکید می‌کند.

تفسیر یافته‌های اولیه در مورد EKC تحت تأثیر نبود یک مدل نظری قوی و شفاف بوده است. دستیابی به پایه‌های نظری قوی، برای دفاع از آزمون تجربی، گریزناپذیر بود. کولپند و تیلور^۵ (۲۰۰۱) [۴]، یک مدل نظری در مورد ایجاد آلودگی و تلاش برای کاهش آن را برای مطالعه اثرات آزادسازی تجارت روی آلودگی، گسترش دادند. لایب (۲۰۰۴) [۱۱]، توضیحی نظری برای این یافته تجربی را که رابطه درآمد-آلودگی برای آلاینده‌های جریان‌ی به شکل U وارونه و برای آلاینده‌های انبساطی به شکل یکنواخت فزاینده است، ارائه می‌دهد.

ویژگی بارز بیشتر پژوهش‌های کاربردی انجام‌شده، اتکای شدید آنها به داده‌های آلودگی هوای GEMS است. هارباگ، لوینسون و ویلسون^۶ (۲۰۰۲) [۷]، به بررسی ویژگی‌های یک مجموعه داده توسعه‌یافته و اصلاح‌شده در مورد آلودگی هوا پرداختند. آنها با استفاده از این مجموعه داده جدید اصلاح‌شده، EKC های مطالعات قبلی را بار دیگر برآورد کرده و حساسیت یافته‌ها را نسبت به شکل تابعی، نمونه‌ها و روش‌های برآورد سنجیدند. آنها دریافتند که مجموعه داده‌های GEMS اولیه، از دقت کافی برخوردار نیستند. همچنین دریافتند که یافته‌های جدید با استفاده از مجموعه جدید اطلاعات، نسبت به تغییرات کوچک در نمونه، تصریح تجربی و تکنیک برآورد بسیار حساس هستند. به طور کلی آنها دلایل آن چنان محکمی برای طرفداری از فرضیه EKC نیافتند.

1. Global Environmental Monitoring System
2. Stern et al.
3. Coondo and Dinda
4. De Bruyn
5. Copeland and Taylor
6. Wilson, Levinson and Harbaugh

در جدول ذیل، خلاصه برخی از پژوهش‌های مربوط به فرضیه EKC، به منظور معرفی بهتر این پژوهش‌ها ارائه شده است، به دلیل وسعت مطالعات، به طور طبیعی، پوشش تمامی آنها امکان‌پذیر به نظر نمی‌رسد.

منبع داده‌ها	کشورها و شهرها و دوره زمانی	متغیرهای توضیحی: درآمد (تعدیل شده بر حسب PPP)، سایر متغیرها	متغیر وابسته: شاخص زیست محیطی (واحد)	نویسنده
WDI, Freedom House, Gwartney and Lawson(2000)	۷۷ کشور(۱۹۷۵-۱۹۹۶)	بلی، آزادی سیاسی، آزادی اقتصادی	دی اکسید کربن (E ²)	کارلسون و لاندستورم ^۱ (۲۰۰۰)
OECD آمار	۱۱ کشور OECD(۱۹۷۰-۱۹۹۲)	بلی، متغیر موهومی کشوری، سطح تکنولوژی	دی اکسید سولفور (E)	کال و همکاران(۱۹۹۷)
GEMS, Penn World Tables	تا ۵۲ شهر در ۳۲ کشور(۱۹۷۷، ۱۹۸۲، ۱۹۸۸)	خیر، متغیرهای موهومی مکانی، تراکم جمعیتی، روند زمانی، درآمد باوقفه	دی اکسید سولفور، ذرات معلق، اکسیدهای نیتروژن، اکسیژن محلول (C ³)	گراسمن و کروگر(۱۹۹۵)
GEMS, AIRS, Penn World Tables, Jagers and Gurr(1995)	۲۱-۴۵ کشور(۱۹۷۱-۱۹۹۲)	بلی، شاخص دموکراسی، حجم تجارت، تراکم جمعیتی، سرمایه‌گذاری، روند، متغیر موهومی مکانی	دی اکسید سولفور، ذرات معلق، دود (C)	هارینگ، لوینسون و ویلسون(۲۰۰۰)
FAO, WDI	۱۲۷ کشور(۱۹۶۵-۱۹۹۴)	بلی، تراکم جمعیتی، میزان برداشت غله، مالکیت، امنیت، متغیرهای موهومی قاره‌ای	بهره‌برداری از زمین‌های زراعی(%)	جیمز ^۲ (۱۹۹۷)
UN آمار	۱۳ کشور توسعه‌یافته و ۱۰ کشور در حال توسعه(۱۹۷۴-۱۹۸۹)	بلی، GDP/منطقه‌ای، صادرات فولاد	دی اکسید سولفور (C)	کافمن و همکاران ^۳ (۱۹۹۸)
EPA, وزارت بازرگانی آمریکا	ایالات متحده آمریکا (۵۰ ایالت) (۱۹۲۹-۱۹۹۴)	بلی، -	دی اکسید سولفور، اکسیدهای نیتروژن (E)	لیست و گالت ^۴ (۱۹۹۹)
WRI, WDI, سالنامه آماری سازمان ملل	۲۹ کشور(۱۹۷۰، ۱۹۹۰، ۱۹۸۰)	هر دو، -	دی اکسید سولفور، اکسیدهای نیتروژن، دی اکسید کربن، نرخ جنگل‌زدایی، آب سالم، فاضلاب (E)	ماتسوکا و همکاران ^۵ (۱۹۹۷)
GEMS, Knack and Keefer(1995), WDI	۳۰ کشور توسعه‌یافته و در حال توسعه (۱۹۸۳-۱۹۸۴)	خیر، تراکم جمعیتی، نرخ رشد GDP، اعمال قراردادها	دی اکسید سولفور (C)	پانایوتو ^۶ (۱۹۹۷)
WRI, OECD	۲۲ کشور OECD و ۸ کشور در حال توسعه (۱۹۷۹-۱۹۸۱، ۱۹۸۲-۱۹۸۷)	خیر، تراکم جمعیتی، متغیرهای موهومی مختص زمان	دی اکسید سولفور، ذرات معلق، اکسیدهای نیتروژن، مونو اکسید کربن (E)	سلدن و سانگ ^۷ (۱۹۹۴)
WDI, OECD, داده‌های زیست محیطی	۱۹ کشور OECD(۱۹۸۰-۱۹۹۱)	بلی، ضریب جینی	مخارج R&D برای کاهش آلودگی (سرانه آلودگی)	مگناتی ^۸ (۲۰۰۰)
UN آمار, IEA, Penn World Tables	۱۹ کشور درآمد پایین و درآمد متوسط و ۱۴ کشور درآمد بالا (اواخر دهه ۱۹۸۰ تا اوایل دهه ۱۹۹۰)	بلی، نسبت واردات / تولید، نسبت صادرات / تولید در GDP، متغیرهای موهومی مختص زمان	مصرف انرژی(سرانه آلودگی)	سوری و چیمپن ^۹ (۱۹۹۸)

1. Carlsson and Lundstorm
6. Panayotou

2. James
7. Selden and Song

3. Kaufmann et al.
8. Magnani

4. List and Gallet
9. Suri and Chapman

5. Matsuoka et al.

۲. داده‌ها

ما در مدل خود به سری‌های زمانی سالانه برای درآمد و آلودگی نیاز داریم. بیشتر پژوهش‌هایی که تاکنون بر روی فرضیه EKC صورت گرفته است، از مجموعه داده‌های GEMS/AIRS^۱ برای اطلاعات مورد نیاز برای آلاینده‌های مختلف استفاده کرده‌اند.

مجموعه داده GEMS/AIRS، اطلاعات حاصل از صدها سایت نظارتی^۲ در ده‌ها کشور دنیا در مورد آلاینده‌های مختلف هوا را ارائه می‌دهد. در درون هر کشور، آلودگی در سایت‌های مختلف با توجه به آب و هوای محلی، جغرافیای منطقه و فعالیت‌های اقتصادی در منطقه‌ای که سایت در آن واقع است، متفاوت می‌باشد. در واقع، داده‌های مربوط به آلودگی، محلی هستند. لذا درآمدی هم که در تناظر با این آلودگی‌ها باید در محاسبات EKC وارد شود نیز باید محلی باشد، این در حالی است که دستیابی به درآمدهای محلی نه تنها در کشورهای خاورمیانه، بلکه در سراسر دنیا بسیار مشکل و عملاً در سطح وسیع، امکان‌ناپذیر است.

البته اگر تمام سایت‌های نظارتی در یک کشور معین، برای تمام سال‌ها، داده‌های مربوطه را گزارش می‌کردند، میانگین مشاهدات تمام سایت‌ها در آن کشور، می‌توانست شاخص قابل قبولی از آلودگی کشور در طول زمان باشد و به این ترتیب با استفاده از داده‌های درآمد کل کشورها، برآوردی سازگار از منحنی کوزنتس زیست‌محیطی به دست می‌آید. لیکن مشکل اینجا است که سایت‌های نظارتی به صورت پیوسته عمل نمی‌کنند و به طور پراکنده کار آنها متوقف می‌شود. از سوی دیگر می‌توان مشاهده کرد که آلودگی یک کشور، یک بار از یک سایت و بار دیگر از سایتی دیگر در آن کشور گزارش می‌شود که تفاوت قابل توجهی در داده‌هایی ارائه شده در مورد شدت آلودگی دارند.

بدین روی، با توجه به توضیحات ارائه شده و لزوم سازگاری داده‌ها از نظر ماهیت، از آن‌جا که دسترسی به آمار مربوط به درآمد سرانه، بر خلاف آمار مربوط به درآمدهای محلی به سهولت امکان‌پذیر است، از داده‌های آلودگی نیز به صورت سرانه در سطح ملی استفاده شده است. آلودگی مورد بررسی CO_2 است که به دلیل انبازه‌ای بودن آن و نیز در راستای اهداف این پژوهش که در قسمت‌های بعدی به آن اشاره خواهد شد- انتخاب شده است.

داده‌های مربوط به درآمد سرانه براساس برابری قدرت خرید (PPP) از بانک اطلاعاتی صندوق بین‌المللی پول (IMF) گرفته شده است. استفاده از روش PPP، همانند اندازه‌گیری GDP، در سال‌های مختلف بر اساس قیمت ثابت یک سال پایه است. (بانک جهانی، Statistical Manual). داده‌های مربوط به دی‌اکسید کربن نیز به صورت سرانه در سطح کشوری از EIA اتخاذ شده است.

1. Global Environment Monitoring System / Aerometric Information Retrieval System

2. Monitoring Sites

نمونه مورد بررسی شامل داده‌های پانل ۲۴ ساله (۱۹۸۰-۲۰۰۳) برای ۱۳ کشور خاورمیانه می‌باشد. کشورهای خاورمیانه شامل ایران، عربستان سعودی، امارات متحده عربی، قطر، کویت، عمان، یمن، اردن، بحرین، لبنان، سوریه، مصر و لیبی است و از آن جهت به عنوان نمونه مورد بررسی ما انتخاب شده است که اولاً نمونه‌ای از کشورهای در حال توسعه است و هیچ کشور توسعه‌یافته‌ای را شامل نمی‌شود؛ ثانیاً، سطح درآمد در برخی از این کشورها به دلیل منابع غنی نفت و گازی که در اختیار دارند، همپای درآمد سرانه در کشورهای توسعه‌یافته حرکت می‌کند.

به بیان دیگر، با آزمون فرضیه EKC در مورد این کشورها، این پرسش به صورت ضمنی پاسخ داده می‌شود که آیا این درآمد سرانه بالا و رشد آن است که به کاهش آلودگی منجر می‌شود یا توسعه‌یافتگی و تمام اسباب و لوازم آن است که در نهایت، باعث می‌شود ساز و کارهای کنترل آلودگی از جمله وضع قوانین کنترلی، مالیات بر آلودگی، گروه‌های سبز و جز اینها به کار بیافتد و افزایش آلودگی را تحت کنترل درآورد.

لازم به ذکر است کشور عراق که یکی از کشورهای خاورمیانه محسوب می‌شود، به دلیل درگیری این کشور در جنگ‌های متعدد در سال‌های مورد بررسی (در سال‌های ۱۹۸۰-۲۰۰۳، عراق درگیر سه جنگ جداگانه با ایران، کویت و ایالات متحده و هم‌پیمانانش بوده است)، و در نتیجه نوسان شدید درآمد و همچنین نوسان آلودگی‌های حاصل از سوختن چاه‌های نفتی این کشور در مقاطع مختلف زمانی از نمونه مورد بررسی به عنوان مشاهده‌ای پرت کنار گذاشته شده است. همچنین، اطلاعات برخی از سال‌ها برای این کشور موجود نبوده یا در صورت وجود از دقت لازم در منعکس کردن حوادثی که این کشور درگیر آن بوده، برخوردار نبوده است.

۳. مدل مورد استفاده

مدل‌های EKC اولیه به شکل توابع درجه دو ساده‌ای بودند که در آن سطح آلودگی به عنوان متغیر وابسته و سطح درآمد به عنوان متغیر مستقل ظاهر می‌شدند. لیکن با توجه به این که برای انجام فعالیت اقتصادی ناگزیر از استفاده از منابع هستیم و بنا به قوانین ترمو دینامیک استفاده از منابع لزوماً زایداتی بر جای خواهد گذاشت، برخی از پژوهشگران معتقدند توابعی مانند تابع درجه دو ساده که در آن امکان صفر یا منفی شدن شاخص‌های آلودگی وجود دارد، می‌توانند در دسر ساز باشند. استفاده از متغیر وابسته لگاریتمی، این محدودیت را برطرف می‌کند. در این پژوهش در تصریح مدل از هر دو شکل استفاده کرده‌ایم تا علاوه بر آزمون فرضیه EKC حساسیت نتایج به دست آمده نسبت به انتخاب مدل سنجیده شود. شکل تابعی این توابع عبارتند از:

$$\left(\frac{E}{P}\right)_{it} = \alpha_i + \gamma_i + \beta_1 \left(\frac{GDP}{P}\right)_{it} + \beta_2 \left(\frac{GDP}{P}\right)_{it}^2 + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \ln \left(\frac{E}{P} \right)_{it} = & \alpha_i + \gamma_t + \beta_1 \ln \left(\frac{GDP}{P} \right)_{it} \\ & + \beta_2 \left(\ln \left(\frac{GDP}{P} \right)_{it} \right)^2 + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (2)$$

که E نشانگر آلودگی و p جمعیت و Ln لگاریتم طبیعی است.

دو عبارت اول (α_i, γ_t) در هر دو معادله نشانگر پارامترهای عرض از مبدا هستند که در بین کشورها یا مناطق (i) و سال‌های مختلف (t) تغییر می‌کنند. در این‌گونه معادلات، فرض بر این است که گرچه سطح آلودگی سرانه می‌تواند در هر سطح خاصی از درآمد، بین کشورها متفاوت باشد، لیکن کشش درآمدی آن در بین تمامی کشورها در هر سطح درآمدی معین، یکسان است.

عرض از مبدا مختص زمان (γ_t) ، نماینده‌ای از تمام متغیرهای نادیده گرفته‌شده متغیر در طول زمان و شوک‌های تصادفی است که در بین تمام کشورها مشترک است. عرض از مبدا کشوری (α_i) ، نماینده اثرات ذکر شده برای هر کشور معین می‌باشد. درآمدی که در آن برگشت آلودگی رخ می‌دهد، یعنی درآمدی که در آن، آلودگی به حداکثر می‌رسد، در مدل لگاریتمی به صورت زیر تعیین می‌شود:

$$GDP_{it} = \exp \left(\frac{-\beta_1}{2\beta_2} \right)$$

معمولاً مدل‌های EKC با استفاده از داده‌های تابلویی (پانل) برآورد می‌شوند. در بیشتر مطالعات سعی در برآورد هر دوی مدل‌های اثر-ثابت^۱ و اثر-تصادفی^۲ شده است. در مدل اثر-ثابت α_i و γ_t به عنوان پارامتر رگرسیونی (ثابت) عمل می‌کنند، در حالی که در مدل اثر-تصادفی، α_i و γ_t به عنوان اجزای اخلاص تصادفی تلقی می‌شوند. اگر اثرات α_i و γ_t و متغیرهای توضیحی همبستگی داشته باشند، نمی‌توان مدل اثر-تصادفی را به صورت سازگار برآورد کرد (هسیائو^۳، ۱۹۸۶) و تنها مدل اثر-ثابت به صورت سازگار برآورد می‌شود.

همچنین، باید خاطر نشان کرد که در صورت برآورد مدل، پارامترهای برآورد شده مشروط به اثرات کشوری و زمانی در نمونه خاصی هستند که مدل مختص آن داده‌ها برآورد شده است و نمی‌توان نتایج به دست آمده را به نمونه دیگری تعمیم داد. به بیان دیگر، EKC برآورد شده برای یک نمونه خاص از کشورها، به طور مثال کشورهای توسعه یافته، قابل تعمیم به نمونه دیگری چون کشورهای در حال توسعه نیست و نمی‌توان از برقراری EKC در یک نمونه، رفتار آینده آلاینده‌ها را در نمونه‌ای دیگر مورد پیش‌بینی قرار داد.

1. Fixed-Effect Model
2. Random-Effect Model
3. Hsiao

با این توضیح، نتایج برآورد EKC، برای نمونه‌ای متشکل از نتایج ۳۱۲ مشاهده برای ۱۳ کشور خاورمیانه در مورد CO_2 و با استفاده از دو مدل ساده و لگاریتمی در بخش بعدی ارائه می‌شود.

۴. نتایج تجربی

پیش از ارائه نتایج به‌دست آمده از برآورد دو مدل، به نظر می‌رسد ارائه آماری توصیفی در مورد متغیرهای به کاررفته (GDP سرانه و دی‌اکسیدکربن سرانه) در درک بهتر موقعیت نقطه برگشت و تحلیل نتایج به دست آمده، مفید باشد. جدول ۱، در برگیرنده این اطلاعات توصیفی است.

جدول ۱- آمار توصیفی

متغیر	میانگین	حداقل	حداکثر
GDP سرانه (PPP)	۸۹۷۶/۳۴۹	۴۳۰	۲۸۶۷۷/۷۹
دی‌اکسید کربن سرانه	۱۴/۰۲	۰/۵	۶۰/۱۸

الف: آمار توصیفی مربوط به ۱۳ کشور خاورمیانه بین سال‌های ۱۹۸۰-۲۰۰۳ (n=۳۱۲) است
 ب: سطح آلودگی بر اساس متریک تن به ازای هر نفر سنجیده شده است.

نتایج برآورد مدل نشان از برازش بهتر مدل ساده دارد؛ به طوری که در مدلی که داده‌های در سطح مورد استفاده واقع شده‌اند، تمام ضرایب در سطح ۹۵٪ اطمینان معنادار بوده و ترکیب آنها حکایت از تأیید فرضیه EKC در کشورهای خاورمیانه دارد. ضرایب هم مدل اثر-ثابت و هم مدل اثر-متغیر معنادار بوده و علایم آنها در جهت تأیید فرضیه EKC در خاورمیانه است. نتایج دقیق‌تر در دو جدول ۲ و ۳ به تفصیل آمده است.

جدول ۲- نتایج برآورد مدل ساده (با فرض اثرات ثابت)

فاصله ۹۵٪ اطمینان	P> Z	Z	خطای استاندارد	ضرایب	دی‌اکسید کربن سرانه
۰/۰۰۰۵ ۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۰	۴/۱۰	۰/۰۰۰۲۵	۰/۰۰۱۰۲۸	GDP سرانه
-۳/۶۹e-08 -۷/۶۴e-9	۰/۰۰۳	-۲/۹۹	۷/۴۵e-09	-۲/۲۳e-8	مربع GDP سرانه
۴/۹۵۲۵ ۱۰/۴۱۸۸	۰/۰۰۰	۵/۵۳	۱/۳۸۸۷	۷/۶۸۵۷۱۱	عرض از مبدأ

جدول ۳- نتایج برآورد مدل ساده (با فرض اثرات تصادفی)

فاصله ۹۵٪ اطمینان	P> Z	Z	خطای استاندارد	ضرایب	دی‌اکسید کربن سرانه
۰/۰۰۰۹۲ ۰/۰۰۱۸۹	۰/۰۰۰	۵/۷	۰/۰۰۰۲۴	۰/۰۰۱۴۱۱	GDP سرانه
-۴/۴۳e-8 -۱/۴۸e-8	۰/۰۰۰	-۳/۹۳	۷/۵۳e-9	-۲/۹۶e-8	مربع GDP سرانه
۰/۸۲۲۳۹ ۹/۵۵۹۲۰	۰/۰۲۰	۲/۳۳	۲/۲۲۸۸۱	۵/۱۹۰۸۰	عرض از مبدأ

همچنین، نتایج نشان می‌دهد که درآمدی که از آن به بعد، آلودگی شروع به کاهش می‌نماید (در مدل اثرات ثابت) برابر ۲۵۰۰۰ دلار بر حسب برابری قدرت خرید بوده و از آنجا که حداکثر درآمد

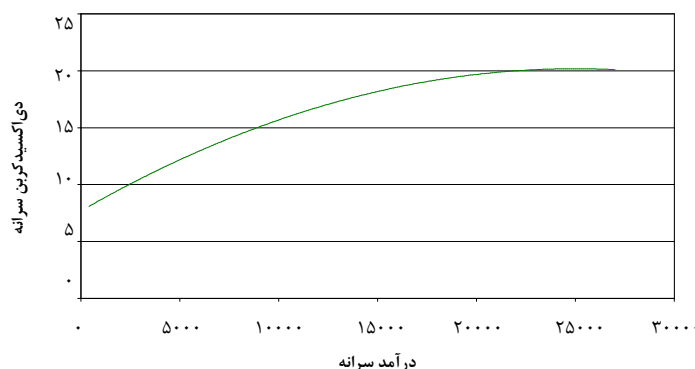
مشاهده شده در نمونه بیش از ۲۸۰۰۰ دلار است، نقطه برگشت در درون نمونه واقع است. شکل ۱ به خوبی مطابقت نتایج برآورد مدل را با فرضیه EKC نشان می‌دهد (با توجه به نزدیکی کامل مدل اثر- ثابت و مدل اثر- تصادفی، تنها به رسم شکل مدل اثر- ثابت بسنده شده است).

بررسی نتایج برآورد مدل لگاریتمی نیز نشان می‌دهد که رگرسیون برآوردی در هر دو فرض اثر- ثابت و اثر- تصادفی نسبت به رگرسیون در سطوح، نتایج ضعیف‌تری را ارائه می‌دهد و به ویژه در مورد اثر- تصادفی، ضریب هیچ یک از متغیرهای وابسته معنادار نیست. این در حالی است که در مدل اثر- ثابت لگاریتمی، ضرایب در سطح ۹۰٪ اطمینان معنادار هستند. رگرسیون برآوردی برای این مدل به صورت زیر است:

$$\ln\left(\frac{E}{P}\right)_{it} = 3.01 - 0.64 \ln\left(\frac{GDP}{P}\right)_{it} + 0.059 \left(\ln\left(\frac{GDP}{P}\right)_{it}\right)^2$$

که نشان از افزایش یکنواخت آلودگی سرانه در مقابل افزایش درآمد سرانه دارد. به بیان دیگر، هیچگاه آلودگی به نقطه برگشت خود نخواهد رسید.

شکل-۱. منحنی کوزنتس زیست‌محیطی خاورمیانه



۵. خلاصه و نتیجه‌گیری

همان‌طور که ذکر شد، منحنی کوزنتس زیست‌محیطی رابطه‌ای تجربی برای نشان دادن ارتباط مابین آلودگی‌های زیست‌محیطی و درآمد و رشد اقتصادی است که در صورت تأیید تجربی آن، می‌توان چنین استنباط کرد که افزایش درآمد در یک جامعه سازوکارهایی را به فعالیت وا می‌دارد که به تدریج آلودگی‌های زیست‌محیطی حاصل از مراحل اولیه رشد اقتصادی را پاک کرده و از شدت آن می‌کاهد. در این پژوهش نیز در راستای آزمون این فرضیه، ابتدا خلاصه‌ای از تاریخچه این پژوهش‌ها را ارائه کرده‌ایم، سپس به معرفی داده‌ها و منابع مورد استفاده پرداخته‌شده و پس از ارائه مدل تجربی مورد

آزمون به دو شکل ساده و لگاریتمی، نتایج آزمون را بیان کرده‌ایم. نکته‌ای که این مقاله را از سایر مقالات مشابه مجزا می‌سازد، آزمون این فرضیه برای مجموعه‌ای از کشورهای در حال توسعه به تنهایی (خاورمیانه) است که با وجود سطوح پایین توسعه‌یافتگی، به لطف منابع غنی نفت و گاز خود، از درآمد سرانه‌ای حتی در برخی از کشورها برابر با کشورهای توسعه‌یافته برخوردارند. همچنین، به جای استفاده از داده‌های GEMS برای آمار آلودگی، مانند پژوهش‌های دیگر، از داده‌های کلی EIA استفاده کرده‌ایم.

آزمون مدل ساده، نشان از عدم رد فرضیه EKC، برای کشورهای خاورمیانه دارد که در حقیقت، به مفهوم کاهش نهایی سطح آلودگی در این کشورها است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که درآمدی که از آن به بعد، آلودگی شروع به کاهش می‌نماید برابر ۲۵۰۰۰ دلار بر حسب برابری قدرت خرید بوده و از آنجا که حداکثر درآمد مشاهده شده در نمونه بیش از ۲۸۰۰۰ دلار است، نقطه برگشت در درون نمونه واقع است. به نظر می‌رسد برآورد مدل لگاریتمی که حاوی نتایج ضعیف‌تری نسبت به مدل ساده است، نشان از عدم تأیید فرضیه EKC دارد.

با توجه به مطابقت کاملی که مدل ساده با تئوری دارد و نظر به قوت نتایج به‌دست آمده، مدل یادشده به‌عنوان مدل پایه مورد استناد قرار گرفته و فرضیه EKC در خاورمیانه رد نمی‌شود. یکی از دلایل منطقی احتمالی که می‌توان برای نتیجه به دست آمده حدس زد این است که هرچند افزایش درآمدها در کشورهای در حال توسعه خاورمیانه عمدتاً نتیجه پیشرفت تکنولوژیک در این کشورها نبوده (دلیلی که برای درستی EKC در کشورهای پیشرفته ذکر می‌شود) و بیشتر به دلیل بالا رفتن درآمدهای ناشی از صادرات نفت و گاز به وقوع می‌پیوندد، لیکن با افزایش درآمد، این کشورها اقدام به واردات تکنولوژی‌های به روزتری که از نظر زیست‌محیطی آلودگی کمتری ایجاد می‌کنند، می‌نمایند. ماشین‌های سواری قدیمی و کارخانه‌های تولیدی خود را به آخرین تکنولوژی روز دنیا مجهز می‌کنند و همچنین هر چه بیشتر به آلودگی‌های ناشی از صنایع نفت و گاز خود نیز توجه نشان می‌دهند.

منابع

- Barret, S. and Graddy K. (2000). Freedom, Growth, and the Environment. *Environment and Development Economics*, 5(4), PP 433-56.
- Cole, M. A., Rayner, A.J. & Bates, J. M. (1997). The Environmental Kuznets Curve: An Empirical Analysis. *Environment and Development Economics*, 2(4), PP 401-4160.
- Coondoo, D. & Dinda, S. (2002). Causality between Income and Emission: A Country Group-specific Econometric Analysis. *Ecological Economics*, 40, PP 351-367.
- Copeland, B. R., & Taylor, M. S. (2004). Trade, Growth and the Environment. *Journal of Economic Literature*, 42, PP 7-71.
- De Bruyn, S. M. (1997). Explaining the Environmental Kuznets Curve: Structural Change and International Agreements in Reducing Sulphur Emissions. *Environment and Development Economics*, 2, PP 485-503.
- Grossman, Gene M. and Allen B. Krueger (1995). Economic Growth and the Environment. *Quarterly Journal of Economics*, 110(2), PP 353-377.
- Harbaugh, W., Levinson, A. & Wilson, D. M. (2002). Reexamining the Empirical Evidence for an Environmental Kuznets Curve. *Review of Economics and Statistics*, 84, PP 541-551.
- IBRD (1992). World Development Report 1992. *Development and Environment*, New York: Oxford University Press.
- Janssen, M. A. & Van den Bergh, C. J. M. (2004). Into the Black Box of Environmental Kuznets Curves: Optimal Growth and Material Resource Use in Two Trading Countries. *The Annals of Regional Science*, 38: PP 93-112.
- Kaufmann, R. K., David Sdottir, B., Garnham, S. & Pauly, P. (1998). The Determinants of Atmospheric So₂ Concentrations: Reconsidering the Environmental Kuznets Curve. *Ecological Economics*, 25, PP 209-220.
- Lieb, Ch. M. (2004). The Environmental Kuznets Curve and Flow Versus Stock Pollution: The Neglect of Future Damages. *Environmental and Resource Economics*, 29: PP 483-506.
- List, John A. and Craig A. Gallet (1999). The Environmental Kuznets Curve: Does One Size Fit All?. *Ecological Economics*, PP 409-4230.
- Panayotou, T. (1997). Demystifying the Environmental Kuznets Curve: Turning a Black Box into a Policy Tool. *Environment and Development Economics*, 2, PP 465-484.
- Shafik, N. and Bandyopadhyay, S. (1992). Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence. Policy

- Research Working Paper No. WPS 904, Washington D.C. :The World Bank.
- Stern, D. I. , Commen, M. S. & Barbier, E. B. (1996). Economic Growth and Environmental Degradation: The Environmental Kuznets Curve and Sustainable Development. *World Development*, 24,PP 1151-1160.
- Stern,D. I. (2004). The Rise and the Fall of the Environmental Kuznets Curve". *World Development*. Vol. 32, No. 8,PP 1419-1439.
- Suri, V. & Chapman, D. (1998). Economic Growth, Kuznets Curve. *Ecological Economics*, 25,PP 195-208.
- Torras, M., & Boyce, J.K. (1998). Income, Inequality, Kuznets Curve". *Ecological Economics*, 25,PP 147-160.

