

مطالعه رابطه آلودگی هوا و رشد اقتصادی کشورهای صادرکننده نفت

دکتر محمد حسن فطرس^{*}، دکتر هادی غفاری^{**}، آزاده شهبازی^{***}

دریافت: 1389/4/22 پذیرش: 1389/9/1

چکیده

پژوهش حاضر با تکیه بر نظریه‌های اقتصادی و با استفاده از روش داده‌های تلفیقی، شواهد تجربی آلودگی محیط زیست و رشد اقتصادی کشورهای عضو اوپک را بررسی می‌کند. برای این منظور، با استفاده از داده‌های (دوره زمانی 1960 تا 2005) دی‌اکسید کربن سرانه به‌عنوان شاخص آلودگی و تولید ناخالص داخلی سرانه به‌عنوان شاخص رشد اقتصادی، فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس آزمون می‌شود. نتایج نشان می‌دهند که در مراحل اولیه‌ی رشد اقتصادی این کشورها آلودگی هوا افزایش یافته‌است. افزایش درآمدهای کشورهای اپک عمدتاً ناشی از صادرات نفت و گاز بوده‌است. بنابراین، در بدو امر، افزایش درآمد با تخریب زیست‌محیطی همراه بوده‌است. اما، با تداوم رشد و واردات تکنولوژی‌های کمتر آلاینده کیفیت زیست‌محیطی این کشورها بهبود یافته‌است. بنابراین فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس در این کشورها صادق می‌باشد.

کلمات کلیدی: آلودگی هوا؛ تخریب محیط زیست؛ رشد اقتصادی؛ منحنی زیست‌محیطی کوزنتس

طبقه‌بندی JEL: Q53, Q43, O53

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

رتال جامع علوم انسانی

fotros@basu.ac.ir

^{*} دانشیار گروه اقتصاد دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی دانشگاه بوعلی سینا

^{**} استادیار گروه اقتصاد دانشگاه پیام نور اراک

^{***} کارشناس ارشد علوم اقتصادی

مقدمه

آلودگی‌های زیست‌محیطی از چالش‌های اصلی جهان است. به گونه‌ای که کشورها علاوه بر سیاست‌ها و اقدامات درون‌مرزی خود، ساماندهی مسایل زیست‌محیطی را در حوزه بین‌المللی نیز دنبال می‌کنند. آلودگی هوا از جمله مصادیق آلودگی است. صنعتی شدن جوامع، به بهره‌برداری بیشتر و فشرده‌تر از سوخت‌های فسیلی مانند زغال سنگ، نفت و گاز به منظور استفاده در تولید و حمل و نقل منجر شده است. احتراق این سوخت‌ها موجب آزاد شدن دی‌اکسید کربن در اتمسفر می‌شود. از این‌رو، کشورهای تولیدکننده این مواد در این زمینه نقش به‌سزایی دارند. در طی دهه‌های اخیر مسایل زیست‌محیطی از جنبه‌های مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است. آغاز موج توجه عمومی به مسایل زیست‌محیطی طی دهه 1960 به وقوع پیوست و تمرکز عمده این توجهات بر آلودگی‌های صنعتی به واسطه رشد روزافزون اقتصادهای صنعتی بود. در نظام تولید اقتصادی، فقط بخشی از انرژی مورد استفاده، به کالا و خدمات تبدیل می‌شود و بقیه آن به صورت پسماند یعنی «آلودگی»، به محیط باز می‌گردد. پیش از این تصور می‌شد که رشد اقتصادی افزایشی را در درآمدها ایجاد می‌کند که منجر به بهبود کیفیت زندگی نیز خواهد شد. اما رشد اقتصاد جهانی کیفیت محیط زیست را در کانون توجه جهانی قرارداد. طبیعت، فقط تا حدودی قادر است بین ورودی، خروجی و پسماند تعادل ایجاد کند. به عبارت دیگر، توان بازیافت طبیعت محدود است. این توان با افزایش دخالت سازمند انسان در طبیعت به میزان زیادی کاهش می‌یابد.

با گسترش دانش بشری دست ساخته‌های بشر به صورت تولید ضایعات، پسماندها، گازهای آلوده و سایر عوامل به‌طور مستقیم و غیر مستقیم اثرات مخربی بر زندگی انسان باقی می‌گذارد. به‌طور کلی آلودگی شامل آلودگی هوا، آلودگی آب، آلودگی صوتی و آلودگی ناشی از زباله می‌باشد. در این میان آلودگی هوا یکی از پدیده‌های قرن اخیر است. مهم‌ترین آلوده‌کننده‌های هوا شامل منواکسید کربن، دی‌اکسید کربن، اکسیدهای گوگرد،

ذرات معلق در هوا و ازن می‌باشند. گاز دی اکسید کربن یکی از مهمترین گازهایی است که منجر به تغییرات آب و هوایی و گرمایش زمین شده است و به همین جهت به عنوان آلودگی فرامرزی معروف است. 60 درصد از آثار گازهای گلخانه‌ای ناشی از انتشار دی اکسید کربن می‌باشد. این گاز در میان انواع دیگر گازها سهم بالایی در ایجاد آلودگی هوا دارد. سال 1991 اقتصاددانان رابطه‌ی مقارنی بین تغییرات درآمد و کیفیت محیط زیست یافتند. این رابطه بعدها به نام منحنی زیست محیطی کوزنتس معروف شد و تبدیل به مفهوم استاندارد در بحث‌های تخصصی در باره سیاست‌های زیست محیطی گردید. مفهوم رابطه‌ی تجربی بین درآمد و کیفیت زیست محیطی طی مطالعات اخیر در ارزیابی منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC)¹ بروز یافته است. این منحنی رابطه‌ی کوهانی شکلی را بین رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست نشان می‌دهد. بنابر این فرضیه، در مراحل اولیه‌ی رشد اقتصادی تخریب محیط زیست زیاد است. مقدار این تخریب در نقطه‌ای به حداکثر خود می‌رسد و سپس در مراحل بالای رشد اقتصادی کیفیت محیط زیست بهبود می‌یابد.

منحنی زیست محیطی کوزنتس تعمیم جالبی در مورد نحوه‌ی انتقال یک کشور از فقر به سمت رفاه نسبی و تاثیر آن بر روی تغییرات کیفیت محیط زیست است. این منحنی پیش‌بینی می‌کند که در مسیر توسعه‌ی یک کشور، با افزایش درآمد ابتدا آلودگی‌های محیط زیست افزایش می‌یابند. اما، با افزایش درآمد سرانه، آلودگی‌ها شروع به کاهش می‌کنند. تا اواسط دهه‌ی 1990 عمده‌ی مطالعات انجام شده در این رابطه با تاکید بر متغیر درآمد و میزان تخریب زیست محیطی انجام می‌شده است. در این خصوص برای متغیر درآمد، تولید ناخالص ملی سرانه و برای میزان تخریب زیست محیطی نیز یکی از انواع آلودگی لحاظ می‌شود. از نیمه‌ی دوم دهه‌ی 1990 محققان تلاش کرده‌اند عوامل برونزای موثر بر ارتباط میان رشد اقتصادی و میزان مخاطرات زیست محیطی را شناسایی کنند. در

1- Environmental Kuznets Curve

چنین وضعیتی با توجه به اهمیت بالای محیط زیست، نهادها و سازمان‌های مرتبط با محیط زیست با وضع قوانین و مقررات زیست محیطی مناسب و از سوی دیگر، با توجه به استطاعت مالی بنگاه‌های اقتصادی برای تامین هزینه‌های مرتبط با تغییر تکنولوژی، به سمت فن‌آوری دوستدار محیط زیست حرکت می‌کنند. پرداخت عوارض و مالیات لازم به منظور بهبود محیط زیست شاخص آلودگی را نیز کاهش می‌دهد. سازمان کشورهای صادر کننده نفت با نام اختصاری اوپک، بزرگ‌ترین کارتل نفتی است. با توجه به نفت خیز بودن کشورهای عضو این مجموعه، وفور منابع انرژی و اغلب قیمت پایین آن را شاهد هستیم. به همین علت ممکن است در این گروه کیفیت زیست محیطی به دلیل تولید و استخراج منابع انرژی از سطح پایینی برخوردار باشد. بنابراین، این امکان وجود دارد که با تدوین راهکارهایی صحیح و برنامه‌ریزی مدون، بدون آن‌که از رشد اقتصادی یا کیفیت تولیدات بخش‌های مختلف اقتصادی کاسته شود از افزایش حجم گاز دی‌اکسید کربن جلوگیری شود. در نتیجه، با افزایش این آلاینده در جو مقابله کرده و کاهش آلودگی یا کنترل آن را در برنامه‌ی خود بگنجانند. از این‌رو، برای تحت کنترل در آوردن آلودگی و تحقق توسعه پایدار نیاز به اقدام و مداخله عمومی است. بنابراین، مطالعه‌ی رابطه‌ی رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست در این کشورها حایز اهمیت می‌باشد. پژوهش حاضر تلاش می‌کند تا با تکیه بر تنوری‌های اقتصادی و با توجه به شواهد تجربی موجود، رابطه‌ی آلودگی و رشد اقتصادی را بر پایه فرضیه زیست محیطی کوزنتس در کشورهای عضو اوپک بررسی کند. بدین منظور، مقاله دارای سازماندهی زیر است: (الف) مروری بر پیشینه پژوهش (ب) معرفی الگوی نظری (پ) روش برآورد الگو و معرفی داده‌ها (ت) نتیجه گیری.

مروری بر پیشینه پژوهش

در خصوص ارتباط بین آلودگی و رشد اقتصادی مطالعات مختلفی صورت گرفته است. در ادامه به معرفی برخی از این مطالعات می‌پردازیم. گروسمن و کروئگر (1991 و 1993)

رابطه‌ی بین آلودگی هوا و رشد اقتصادی را به شکل تجربی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان می‌دهند یک رابطه‌ی کوهانی شکل بین میزان انتشار سرانه دی‌اکسید گوگرد و تولید ناخالص داخلی سرانه وجود دارد. شفیق و بندوپادیاد (1992) و چند سال بعد گروسمن و کروگر با استفاده از شاخص‌های گوناگون زیست محیطی از جمله آلودگی هوای شهری، آلودگی آب، آلودگی ته نشین شده در حوزه رودخانه و آلودگی در اطراف رودخانه توسط فلزات سنگین، مطالعات دیگری انجام دادند که تأییدی بر فرضیه زیست محیطی کوزنتس بود. مقالات هولتز - ایکن و سلدن (1995) برای 108 کشور در دوره 1951 تا 1986 و سنگوپتا (1996) برای 16 کشور توسعه یافته و تعدادی از کشورهای در حال توسعه فرضیه زیست محیطی کوزنتس را تأیید کردند. کول و همکاران (1997) تکنولوژی، جمعیت و تجارت را وارد الگوی زیست محیطی کوزنتس کردند و برای 7 ناحیه از جهان در طی دوره 1960 تا 1992 به منحنی کوهانی شکل دست یافتند. آگراس و چپمن (1999) با اطلاعات درآمد، نشر دی‌اکسید کربن، قیمت و حجم تجارت برای دوره 1971 تا 1989 در 34 کشور به منحنی مذکور دست نیافتند. فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس در کار پانایوتو (2000) با داده‌های درآمد، نشر دی‌اکسید کربن، حجم تجارت، ذخیره سرمایه و جمعیت در طول 1870 تا 1994 برای 17 کشور توسعه یافته تأیید شد. هیرینک و همکاران (2001) با استفاده از داده‌های 153 کشور و به کارگیری متغیر نابرابری به منحنی کوهانی شکلی رسیدند. گیلز و ماسک (2003) برای دوره 1895-1996 رابطه‌ی درآمد و انتشار گاز متان را در کشور نیوزلند آزمون کردند. نتایج نشان می‌دهند که در بلند مدت ارتباط بین درآمد و انتشار گاز متان به صورت کوهانی شکل می‌باشد. شین (2006) ارتباط تولید ناخالص داخلی و انتشار گازهای کادیوم، آرسنیک، دی‌اکسید کربن، دی‌اکسید گوگرد و ذرات گرد و غبار را در برخی از کشورها بررسی کرد. نتایج وی نشان می‌دهند در مورد کادیوم، آرسنیک و دی‌اکسید کربن فرضیه‌ی زیست محیطی کوزنتس صادق است. لیو، هیلینگ، چن و هینو (2007) داده‌های زیست محیطی استان چین را با تمرکز بر روی آلودگی هوا، آلودگی رودخانه‌ها و آب‌های ساحلی دریا طی سال‌های 1989 تا 2003

مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که آلودگی‌های منتج از تولید، فرضیه‌ی زیست‌محیطی کوزنتس را تأیید می‌کند. سونگ، ژنگ و تونگ (2008) با استفاده از داده‌های استانی چین رابطه بین درآمد سرانه و انتشار دی‌اکسید کربن را در سال‌های 1985 تا 2005 مورد مطالعه قرار دادند. نتایج، نشان دادند که فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس صادق است. ژانگ و چنگ (2009) به بررسی رابطه بین مصرف انرژی، نشر دی‌اکسید کربن و رشد اقتصادی در چین پرداختند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن با رشد اقتصادی آن کشور ارتباط معناداری نداشته‌اند. از مجموع مطالعات انجام شده در ایران که قرابت بیشتری با موضوع پژوهش دارند می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: صادقی و سعادت (1383) با استفاده از روش آزمون علیت همسائو به بررسی روابط علی بین رشد جمعیت، آلودگی زیست‌محیطی و رشد اقتصادی در ایران پرداختند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که یک رابطه دو طرفه بین تخریب محیط زیست و رشد اقتصادی در ایران وجود دارد. پژوهشگران و مراد حاصل (1386)، اثر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا را در قالب فرضیه‌ی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای 67 کشور با گروه‌های درآمدی متفاوت (شامل ایران) آزمون کرده‌اند. بدین منظور، اثر رشد اقتصادی، جمعیت شهری، قوانین زیست‌محیطی، تعداد خودرو و درجه باز بودن اقتصاد را بر میزان آلودگی هوا در بررسی خود لحاظ کرده‌اند. نتایج ایشان، فرضیه‌ی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس را تأیید کرده‌است. اسگویی (1387)، به بررسی رابطه بین درآمد سرانه و شاخص‌های آزادسازی تجاری با میزان انتشار دی‌اکسید کربن، در چهار گروه از کشورهای با درآمد سرانه پایین، با درآمد سرانه متوسط پایین، با درآمد سرانه متوسط بالا و با درآمد سرانه بالا پرداخته‌است. نتایج وی حاکی است که هم در کشورهای با درآمد سرانه بالا و هم در کشورهای با درآمد سرانه متوسط به بالا، رابطه‌ی بین نشر دی‌اکسید کربن و درآمد سرانه منفی است. اما، در سایر کشورها این رابطه مثبت است. پورکاظمی و ابراهیمی (1387)، در مطالعه‌ی فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس، برای خاورمیانه شامل سیزده کشور از جمله ایران را با به کارگیری دو الگو آزمون کردند. الگوی ساده‌ی آن‌ها، فرضیه زیست

محیطی کوزنتس برای نمونه تحت بررسی را تأیید کرد.

معرفی الگوی نظری

برخی شواهد تجربی رابطه‌ی کوهانی شکلی را بین تخریب زیست‌محیطی و رشد اقتصادی نشان می‌دهند. به بیان دیگر، ابتدا تخریب زیست‌محیطی با افزایش رشد اقتصادی افزایش می‌یابد. این افزایش تا رسیدن به نقطه برگشت منحنی ادامه دارد. پس از نقطه‌ی برگشت منحنی، با افزایش رشد اقتصادی تخریب زیست‌محیطی کاهش می‌یابد. این منحنی کوهانی شکل به دلیل شباهتش با منحنی کوزنتس - که رابطه‌ی بین نابرابری در آمد و سطح درآمد را نشان می‌دهد - منحنی زیست‌محیطی کوزنتس نامیده شده است. از اولین مطالعه‌ی فرضیه‌ی زیست‌محیطی کوزنتس که در 1991 توسط گروسمن و کرونگر صورت گرفت، تحقیق در این حوزه به سرعت رشد کرد. اما شواهد تجربی، فرضیه‌ی زیست‌محیطی کوزنتس را در تمامی مطالعات حمایت نمی‌کنند. علت این موضوع، به نوع انتخاب شاخص‌های آلاینده، فرم تابعی، روش اقتصادسنجی و متغیرهای توضیحی (مستقل) داخل رگرسیون، دوره زمانی لحاظ شده و تئوری‌های در نظر گرفته شده، باز می‌گردد. با این حال، فعالیت‌های اقتصادی متضمن استفاده از منابع می‌باشد. طبق قانون ترمودینامیک استفاده از منابع به تولید زباله و پسماند منجر می‌شود. فرضیه‌ی زیست‌محیطی کوزنتس بیان می‌دارد که در سطوح پایین توسعه یافتگی کشورها به موازات رشد، تخریب زیست‌محیطی به صورت افزایش می‌یابد. به طور عکس، در کشورهای توسعه یافته، با افزایش رشد اقتصادی آسیب زیست‌محیطی کاهش می‌یابد.

برای بررسی فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس در کشورهای عضو اوپک مدل اقتصادسنجی به صورت زیر تصریح شده است که از الگوی ارائه شده توسط گروسمن و کروگر (1995) با لحاظ تعدیلاتی استخراج شده است.

$$S_{it} = \alpha_i + \theta t + \beta_1 PGDP + \beta_2 PGDP^2 + \beta_3 PGDP^3 + \epsilon_{it} \quad (1)$$

در رابطه فوق، S نشان دهنده‌ی سرانه گاز دی‌اکسید کربن و PGDP تولید ناخالص

سرانه بر حسب دلار آمریکا و به قیمت ثابت سال 2000، i نشان دهنده مقطع‌ها (کشورها)، t نشان دهنده دوره زمانی، α_i و θ_i به ترتیب ضرایب مربوط به اثرات دوره و مقطع هستند. ϵ_{it} نشان دهنده خطای برآورد داده‌های پانلی است که تمام شرایط مربوط به جملات خطا تحت فرضیات گوس - مارکوف 1 را داراست. با توجه به شواهد تجربی رابطه (1)، می‌تواند به شکل درجه دو و درجه سه نشان داده شود. انجام آزمون والد روی ضرایب نشان داد که بهترین مدل برای برآورد، شکل مربع آن است. به عبارت دیگر ضریب β_3 معنی دار نیست. لذا برای برآورد ارتباط بین رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست از شکل مربع به صورت رابطه (2) استفاده شده است.

$$S_{it} = \alpha_i + \theta_i + \beta_1 PGDP + \beta_2 PGDP^2 + \epsilon_{it} \quad (2)$$

در رابطه با شکل مدل فوق می‌توان بر اساس روابط زیر پیش‌داوری کرد:
الف: $\beta_1 < 0$ و $\beta_2 > 0$ در این صورت معادله به صورت یک رابطه U شکل بیان می‌شود.

ب: $\beta_1 > 0$ و $\beta_2 < 0$ در این صورت معادله به صورت یک رابطه کوهانی شکل (U معکوس) بیان می‌شود، که ماکزیمم تابع نقطه‌ی بازگشت منحنی را نشان می‌دهد. این منحنی همان منحنی زیست محیطی کوزنتس است. اگر α_i و θ_i با هر کدام از متغیرهای توضیحی دیگر وابسته باشد، برآورد و تحلیل از طریق این معادله دارای تورش مربوط به متغیرهای برآورد نشده خواهد بود. حتی اگر اثر متغیرهای مشاهده نشده به هیچ کدام از متغیرهای توضیحی وابسته نباشد وجود این متغیرها منجر به برآوردهای ناکارا و ناسازگار خطای تخمین خواهد شد. اما با استفاده از روش‌هایی در تخمین‌های داده‌های پانلی مانند مدل اثر ثابت یا مدل اثر تصادفی این مشکل رفع خواهد شد. اگر چنانچه کل داده‌ها با یکدیگر ترکیب شده و با روش حداقل مربعات معمولی تخمین زده شود مدل داده‌های

یکپارچه شده به دست می آید. به همین علت می توان برای برآورد از روش داده‌های پانلی استفاده کرد.

روش برآورد الگو و معرفی داده‌ها

در استفاده از الگوی داده‌های پانلی انجام دو آزمون همگنی و هاسمن بسیار مهم است. در برآورد الگو به روش داده‌های پانلی، پرسش مطرح این است که آیا باید اثرات گروهی را در نظر گرفت یا خیر؟ در صورتی که پاسخ مثبت باشد، الگو را با توجه به آماره آزمون هاسمن - به یکی از دو روش اثرات ثابت یا اثرات تصادفی تخمین می‌زنند. بنابراین، در این روش، نخست از آزمون همگنی استفاده می‌شود.

آزمون همگنی

اگر ناهمگنی پارامترها را در بین افراد و مقاطع یا در طول سری زمانی نادیده بگیریم می‌تواند به برآوردهای ناسازگار یا بی‌معنی از پارامترها منجر شود (تورش ناهمگنی). در این حالت‌ها آشکار است که رگرسیون داده‌های پانلی که عرض از مبدهای ناهمگن را نادیده می‌گیرد نباید استفاده شود. در ادبیات اقتصادسنجی مربوط به مدل‌های پانل معمولاً مقایسه روش عرض از مبدأ مشترک (مدل اثرات مشترک) و روش عرض از مبدهای متغیر (اما ثابت در طول زمان) برای هر معادله را با استفاده از آماره F انجام می‌دهند و مدل برتر را بر مبنای انجام آزمون فرضیه H_0 انتخاب می‌کنند (بالتاجی، 1995، 12).

$$F(n-1, nT-n-k) = \frac{(R_{LSDV}^2 - R_{POOLED}^2) / n - 1}{1 - R_{LSDV}^2 / nT - n - k} \quad (3)$$

در رابطه فوق R_{LSDV}^2 و R_{POOLED}^2 به ترتیب ضریب تعیین الگوهای متغیر دامی و رگرسیون ادغامی می‌باشند. n تعداد مقطع‌ها، T تعداد مشاهدات در هر مقطع و k تعداد رگرورها را نشان می‌دهند.

آزمون هاسمن

برای تخمین معادلات با توجه به ویژگی‌های الگو، ابتدا باید مشخص گردد که کدام یک

از روش‌های اثرات ثابت¹ یا اثرات تصادفی² مناسب می‌باشد. برای این منظور از آزمون هاسمن³ استفاده می‌کنیم. آماره هاسمن که دارای توزیع چی-دو می‌باشد، براساس رابطه ذیل محاسبه می‌شود:

$$\hat{h} = (\beta_{af} - \beta_{ar})' (\text{var}_f - \text{var}_r)^{-1} (\beta_{af} - \beta_{ar}) \quad (4)$$

که در آن β_{af} و β_{ar} به ترتیب بردار ضرائب معادلات اثرات ثابت و اثرات تصادفی می‌باشند. var_f و var_r نیز ماتریس واریانس - کواریانس معادله‌های اثرات ثابت و اثرات تصادفی را نشان می‌دهند. فرضیه صفر در آزمون هاسمن مطرح می‌کند که در تخمین معادلات باید اثرات تصادفی را در نظر گرفت و فرضیه مقابل بر اثرات ثابت در تخمین الگو تاکید دارد. برای بررسی واریانس ناهمسانی در الگوی داده‌های تلفیقی از آزمون ضریب لاگرانژ استفاده می‌کنیم. بروش و پاگان این آزمون را در سال 1979 برای بررسی واریانس ناهمسانی و همچنین تعیین روش تخمین بر اساس اثرات ثابت یا تصادفی ارائه کردند (بروش و پاگان 1970). فرضیه صفر در آزمون ضریب لاگرانژ بیان می‌دارد که الگو دارای واریانس همسانی می‌باشد. اگر n تعداد مقطع‌ها و T تعداد مشاهدات هر مقطع را نشان دهد، آماره این آزمون به صورت زیر توزیع می‌شود:

$$LM = \frac{nT}{2(T-1)} \left[\frac{\sum_{i=1}^n \left[\sum_{t=1}^T e_{it} \right]^2}{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T e_{it}^2} - 1 \right]^2$$

در صورتی که آماره χ^2 آزمون ضریب لاگرانژ از کای-دو جدول در سطح 95% کوچک‌تر باشد الگو دارای واریانس ناهمسانی نمی‌باشد.

-
- 1- Fixed effects
 - 2- Random effects
 - 3- Hausman's Test

داده‌ها و آزمون ریشه واحد در داده‌های پانلی

جهت تحلیل تجربی از اطلاعات سری زمانی مربوط به کشورهای عضو اوپک طی دوره 1990-2005 استفاده شده است. سازمان کشورهای صادر کننده نفت با نام اختصاری اوپک، یک کارتل نفتی است که متشکل از کشورهای الجزایر، ایران، عراق، کویت، لیبی، نیجریه، قطر، عربستان سعودی، امارات متحده عربی، اکوادور، آنگولا و ونزوئلا است. هدف اصلی این سازمان، هماهنگی و یکپارچه‌سازی سیاست‌های نفت کشورهای عضو و تعیین بهترین راه برای تامین منافع جمعی یا فردی آنها، طراحی شیوه‌هایی برای تضمین ثبات قیمت نفت در بازار نفت بین‌المللی به منظور از بین بردن نوسانات مضر و غیر ضروری، عنایت و توجه ویژه به کشورهای تولید کننده نفت و توجه خاص به ضرورت فراهم کردن درآمد ثابت برای کشورهای تولید کننده نفت؛ تامین نفت کشورهای مصرف کننده به صورت کارآمد، مقرون به صرفه و همیشگی و بازده مناسب و منصفانه برای آنهايي که در صنعت نفت سرمایه‌گذاری می‌کنند، می‌باشد. در این مطالعه از آمار تولید ناخالص داخلی سرانه به‌عنوان شاخص اقتصادی و انتشار دی‌اکسید کربن به‌عنوان شاخص زیست‌محیطی کشورهای عضو اوپک استفاده شده است. اطلاعات مربوط به این شاخص‌ها از آمار و داده‌های بانک جهانی (WDI) جمع‌آوری شده است. انتشار سرانه گاز دی‌اکسید کربن بر حسب واحد metric ton و تولید ناخالص داخلی سرانه بر حسب دلار قیمت ثابت سال 2000 می‌باشد.

چنانچه متغیرهای سری زمانی مورد استفاده در برآورد پارامترهای مدل نامانا باشند، احتمال این که رگرسیون به‌دست آمده کاذب باشد بسیار بالاست که در این صورت استفاده از آماره‌های F و t گمراه‌کننده خواهد بود. بنابراین برای جلوگیری از رگرسیون کاذب ابتدا داده‌ها از نظر مانایی آزمون می‌شوند. در آزمون مانایی آنچه که اهمیت دارد قدرت آزمون‌های ریشه واحد است. اکثر محققان اتفاق نظر دارند که با افزایش اندازه نمونه‌های مورد مطالعه، قدرت آزمون‌ها افزایش می‌یابد و می‌توان به نتایج آن‌ها اعتماد

کرد. ولی مشکل اساسی در زمینه جمع‌آوری داده‌های سری زمانی طولانی مدت این است که اغلب این کار برای محقق (بالاخص در کشورهای کمتر توسعه یافته) مقدور نمی‌شود. از طرف دیگر در کشورهایی هم که این کار میسر باشد به دلیل وجود تغییرات و شکست‌های ساختاری احتمالی نتایج آزمون‌ها تورش‌دار خواهد بود. بنابراین بهتر است جهت بررسی قدرت آزمون‌ها به جای تاکید صرف روی سری‌های زمانی از الگوهای پانلی که از ترکیب داده‌های سری زمانی در گروه‌های مختلف به دست می‌آید استفاده شود. این امر ضمن این که مشکل کمبود مشاهدات را رفع می‌کند؛ از احتمال گرفتار شدن در دام تغییرات و شکست‌های ساختاری نیز جلوگیری می‌کند. داده‌های پانلی مزایای بسیاری نسبت به داده‌های مقطعی یا سری زمانی دارند. افزایش اعتماد به برآوردها، تبیین مدل‌های پیشرفته‌تر و کاهش مساله همخطی بین متغیرها از مهمترین مزیت‌های این روش محسوب می‌شود.

آزمون ریشه واحد در الگوهای تلفیقی

در این پژوهش از دو آزمون مرسوم در این زمینه، یعنی آزمون لوین، لین و چوو آزمون ایم، پسران و شین استفاده می‌کنیم. فرضیه صفر در هر دوی این آزمون‌ها بیان می‌کند که ریشه واحد وجود دارد. بنابراین رد فرضیه صفر به معنای عدم وجود ریشه واحد و مانابودن متغیرها است. نتایج حاصل از این آزمون‌ها در جدول (1) خلاصه شده است.

جدول (1) نتایج آزمون‌های ریشه واحد متغیرهای مدل

متغیر	آماره LLC	آماره IPS
دی اکسید کربن	-1/86	-0/99
تولید ناخالص داخلی سرانه	./20-	0/57
مجذور تولید ناخالص داخلی سرانه	-0/10	0/16
تفاضل مرتبه اول دی اکسید کربن	-12/48	-10/07
تفاضل مرتبه اول تولید ناخالص داخلی سرانه	-7/12	-4/84
تفاضل مرتبه اول مجذور تولید ناخالص داخلی سرانه	14/23	12/83

ماخذ: محاسبات تحقیق

نتایج آزمون‌ها نشان می‌دهند که متغیرهای مدل در سطح مانا نبوده ولی با یک‌بار تفاضل‌گیری مانا می‌شوند. از این‌روی، برای استفاده از متغیرها نیازمندیم تا در ابتدا هم-انباشتگی بین متغیرهای مدل را بررسی کنیم. برای این منظور از آزمون هم‌انباشتگی در داده‌های پانلی استفاده می‌کنیم. این آزمون، به بررسی وجود همگرایی بین متغیرهای اقتصادی پرداخته و امکان روابط بلند مدت بین متغیرهای درون‌زا را مهیا می‌سازد. جهت بررسی هم‌انباشتگی، از آزمون هم‌انباشتگی پدرونی استفاده می‌کنیم. نتایج حاصل از آزمون در جدول زیر مشاهده می‌شوند. نتایج آزمون وجود یک رابطه تعادلی بلند مدت بین تولید ناخالص داخلی سرانه و انتشار دی‌اکسید کربن سرانه را تایید می‌کند.

جدول (2) نتایج آزمون هم‌انباشتگی پدرونی

آماره آزمون	مقدار آماره	سطح احتمال
Panel v-statistic	-3/44 **	0/0304
Panel rho-statistic	-3/40 *	0/0003
Panel PP-statistic	-4/48 *	0/0000
Panel ADF-statistic	-5/17 *	0/0002
Group rho-statistic	-3/82 *	0/0474
Group PP-statistic	-5/77 *	0/0004
Group ADF-statistic	-5/18 *	0/0014

ماخذ: محاسبات تحقیق

* و ** به ترتیب بیانگر رد فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود رابطه هم‌انباشتگی در سطح معنی‌دار 5% و 10% است.

نتایج حاصل از آزمون همگنی در جدول (3) نشان داده شده است.

جدول (3) نتایج آزمون همگنی

F	جدول F
3/23	1/8

ماخذ: یافته‌های تحقیق

سمت راست جدول فوق مقدار آماره F با درجه آزادی (191 و 11) را نشان می‌دهد و سمت چپ نیز مقدار محاسبه شده رابطه (3) را نشان می‌دهد. با توجه به بزرگ‌تر بودن آماره محاسبه شده از F جدول نتیجه گرفته می‌شود که فرضیه برابری عرض از مبداها پذیرفته نمی‌شود. در نتیجه در برآورد الگو باید اثرات گروهی را در نظر گرفت.

جدول (4) نتیجه آزمون هاسمن برای تعیین نوع اثرات

χ_1^2	h
12/29	0.0005

ماخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به بزرگ‌تر بودن کای - دو محاسبه شده از کای - دو جدول در سطح 95 درصد، و سطح احتمال آماره هاسمن، فرضیه صفر مبنی بر به کارگیری روش اثرات تصادفی رد می‌شود. بنابراین برای تخمین ضرائب از روش اثرات ثابت استفاده می‌شود. در ادامه، پس از برآورد الگوی نهایی، واریانس ناهمسانی الگو را بررسی کردیم. آزمون ضریب لاگرانژ نیز نشان می‌دهد که الگو فاقد واریانس ناهمسانی است. نتایج حاصل از این آزمون در جدول (5) آورده شده است.

جدول (5) آزمون اثرات تصادفی بر حسب ضریب لاگرانژ

χ^2	جدول χ^2
1.134	3.84

ماخذ: یافته‌های تحقیق

از سوی دیگر، کوچک تر بودن آماره کای - دو محاسبه شده از کای - دو جدول نشان می دهد که فرضیه صفر مبنی بر به کار گیری اثرات تصادفی رد می شود. بنابراین، آزمون ضریب لاگرانژ نیز تأییدی بر نتیجه آزمون هاسمن می باشد.

برای تخمین رابطه ی بلندمدت آلودگی و درآمد از روش حداقل مربعات پویا استفاده شده است. با توجه به معنی دار بودن ضرائب، نتایج به دست آمده تحلیل می شوند.

جدول (6) برآورد رابطه آلودگی و سطح درآمد اوپک به روش حداقل مربعات پویا

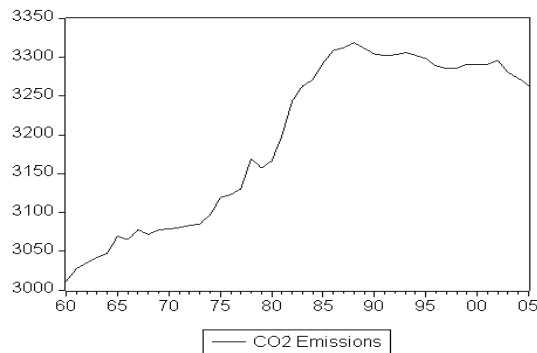
متغیرها	ضرایب	آماره t-student
عرض از مبدا	-57/67	-5/23
تولید ناخالص داخلی	0/0167	-5/97
مجذور تولید ناخالص داخلی	-3/88 E -07	-5/43
	Adj.R2 = 0/968	R2= 0/970
	D.W=1/98	

ماخذ: محاسبات تحقیق

همانطور که ملاحظه می شود ضریب متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه مثبت است. این امر نشان می دهد که سطح آلودگی منتشر شده با بالا رفتن درآمد سرانه افزایش می یابد. افزایش تخریب زیست محیطی از دو علت نشات می گیرد. نخست، در مراحل اولیه رشد اقتصادی، با توجه به الویت بالای تولید ملی و سطح اشتغال، به طور فراوان از منابع طبیعی و انرژی برای رسیدن به رشد بالای اقتصادی استفاده می شود. دوم، با توجه به درآمد سرانه پایین، بنگاه های اقتصادی قادر به تامین هزینه های کاهش آلودگی نیستند.

از سوی دیگر، ضریب به دست آمده برای مجذور متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه منفی است. به بیان دیگر، با تداوم رشد اقتصادی در کشورهای اوپک تخریب زیست محیطی کاهش خواهد یافت. به عنوان مثال، اگر متوسط درآمد کشورهای اوپک ده هزار (10000) دلار افزایش یابد انتشار دی اکسید کربن - آلودگی هوا - به میزان یکصد و بیست و هشت (128) واحد افزایش می یابد. اما، افزایشی معادل پنجاه هزار (50000) دلار

در متوسط درآمد ملی این کشورها اثر خالصی معادل منفی یکصد و سی و پنج (-135) واحد بر نشر دی‌اکسید کربن دارد. شکل (1) روند تغییرات مقدار دی‌اکسید کربن را در دوره مورد مطالعه در این کشورها نشان می‌دهد.



شکل (1): روند تغییرات دی‌اکسید کربن در مجموعه کشورهای صادرکننده نفت طی دوره 1960-2005

به بیان دیگر، با افزایش درآمد، کشورهای عضو اوپک اقدام به واردات تکنولوژی‌های به روزتری کرده‌اند که از نظر زیست‌محیطی، آلودگی کمتری ایجاد می‌کنند. شکل (1) نتایج حاصل از برآورد معادله کوزنتس را در این گروه تایید می‌کند. همان‌گونه که مشاهده می‌شود شیب منحنی کوزنتس برای این کشورها در قسمت‌های صعودی آن بسیار تندتر از قسمت‌های نزولی آن است.

نتیجه‌گیری

تغییرات آب و هوایی از دغدغه‌های سده بیست و یکم میلادی است. رشد اقتصاد جهانی و کیفیت محیط زیست از سده گذشته هم در کانون توجه و بررسی کارشناسان محیط‌زیست قرار داشت. شواهد تجربی نشان می‌دهند که بین رشد اقتصادی و تخریب زیست‌محیطی رابطه‌ی معنی‌داری وجود دارد. سطح توسعه‌ی اقتصادی کشورها و رعایت موازین زیست‌محیطی از عوامل تاثیرگذار بر چگونگی این رابطه هستند. بر این اساس، در تحقیق حاضر با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی پویا رابطه‌ی بین انتشار گاز گلخانه‌ای

دی اکسید کربن و میزان تولید ناخالص داخلی سرانه در کشورهای عضو اوپک طی سال‌های 1960 تا 2005 بررسی شد. نتایج نشان می‌دهند که رابطه‌ی معنی‌داری بین نشر دی اکسید کربن و تولید ناخالص داخلی سرانه وجود دارد. در مراحل اولیه‌ی رشد اقتصادی آلودگی هوا افزایش می‌یابد. ولی با تداوم رشد کیفیت زیست‌محیطی این کشورها بهبود می‌یابد. افزایش درآمدها در کشورهای در حال توسعه اوپک عمدتاً نتیجه پیشرفت تکنولوژیک در این کشورها نبوده و بیشتر به دلیل بالا رفتن درآمدهای ناشی از صادرات نفت و گاز به وقوع پیوسته‌است. اما، با افزایش درآمد این کشورها اقدام به واردات تکنولوژی‌های به روزتری کرده‌اند که از نظر زیست‌محیطی، آلودگی کمتری ایجاد می‌کنند. بررسی‌ها حاکی‌اند که میزان دی اکسید کربن منتشره با افزایش سطح درآمد سرانه روند صعودی دارد. تجربه رشد اقتصادی اوپک حکایت از آن دارد که رشد اقتصادی (افزایش درآمد سرانه) با ایجاد و تشدید آلودگی هوا همراه بوده است. مقایسه‌ی قدر مطلق ضرایب به دست آمده برای تولید ناخالص داخلی سرانه و مجذور آن حکایت از آن دارد که شیب منحنی کوزنتس برای این کشورها در قسمت‌های صعودی آن بسیار تندتر از قسمت‌های نزولی آن است. دلیل عمده آن این است که اغلب کشورهای مورد بررسی از سطح درآمد نسبتاً پایینی برخوردارند و در صورت تداوم توسعه و افزایش درآمد سرانه کشورهای مورد بحث این عدم تقارن ملایم‌تر خواهد شد.

منابع

منابع فارسی

- 1- برقی اسکویی، محمد، 1387، آزاد سازی تجاری بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در منحنی زیست محیطی کوزنتس، مجله‌ی تحقیقات اقتصادی، شماره 5، صص 219 تا 240
- 2- پژوهیان، جمشید، 1386، بررسی رشد اقتصادی بر آلودگی هوا، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، شماره 4، صص 19 تا 40
- 3- صادقی، حسین، سعادت‌ی رحمان، 1383، رشد اقتصادی و اثرات زیست محیطی در ایران، مجله‌ی تحقیقات اقتصادی، شماره 63، صص 163-180.
- 4- اصغر پور، حسین، موسوی، سها، 1387، آزمون فرضیه زیست محیطی کوزنتس، فصلنامه علوم اقتصاد، پیش شماره 3، صص 1-20
- 5- پور کاظمی، محمد حسین و ابراهیمی، ایلناز، 1387، بررسی منحنی کوزنتس زیست محیطی در خاورمیانه، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران شماره 34، صص 57-71.

منابع انگلیسی

- 6- Agras, J., Chapman, D., (1999). A Dynamic Approach to the Environmental Kuznets Curve Hypothesis. *Ecological Economics*, 28 (2), 267-277.
- 7- Cole, M. A., Rayner, A. J., Bates, J. M., (1997). The Environmental Kuznets Curve: An Empirical Analysis. *Environment and Development Economics*, 2 (4), 401-416.
- 8- Grossman, G. M. and Krueger, A. B., 1991. Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. National Bureau of Economic Research Working Paper 3914, NBER, Cambridge MA.
- 9- Grossman, G. and Krueger, A. 1995. Economic growth and the environment. *Quarterly Journal of Economics* 110, 353-77.
- 10- Heerink, N., Mulatu, A., Bullet, 2001. Income Inequality and the Environment: Aggregation Bias in Environmental Kuznets Curves. *Ecological Economics* 38 (3), 359-367.
- 11- Holtz-Eakin, D., Selden, T.M., 1995. Stoking the Fires? CO2

- Emissions and Economic Growth. *Journal of Public Economics*, 57 (1), 85-101.
- 12- Panayotou, T., (2000). Economic growth and the environment. Center for international development at Harvard University. Working paper, 56.
- 13- Sengupta, R., (1996). CO2 Emission-Income Relationship: Policy Approach for Climate Control. *Pacific and Asian Journal of Energy*, 7 (2), 207-229.
- 14- Shafik, N., Bandyopadhyay, S., (1992). Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence. The World Bank, Working Paper Series WP-904.
- 15- Zhang, X-P. & Cheng, X-M., (2009). Energy consumption, carbon emissions, and economic growth in china. *Ecological Economics*, 68, 2706-2712.

