

بررسی اثر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا^۱

دکتر جمشید پژویان^۲

نیلوفر مرادحاصل^۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۶/۸/۷

تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۲/۲۵

چکیده

امروزه آلودگی به یکی از چالشهای اصلی مدیریتی کشورها تبدیل شده است؛ به گونه‌ای که کشورها علاوه بر سیاستها و اقدامات درون مرزهای خود، ساماندهی آلودگی را در حوزه بین‌المللی نیز دنبال می‌کنند. از جمله مصادیق آلودگی، آلودگی هواست که با توجه به ماهیت آن شیوع بیشتری داشته و در اکثر مناطق جهان کم و بیش محسوس می‌باشد. بدون شک، تولید و انتشار آلودگی، تابعی از فرایند رشد و توسعه اقتصادی کشورهاست. این موضوع در ادبیات اقتصادی (اقتصاد محیط‌زیست) در قالب منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC) دنبال می‌شود که در آن فرایند تخریب محیط‌زیست با توجه به ماهیت و مراحل مختلف رشد اقتصادی توضیح داده می‌شود. در این مطالعه تلاش می‌شود با استفاده از روش داده‌های تلفیقی (پانل)، اثر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا در قالب فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس برای ۶۷ کشور با گروه‌های درآمدی متفاوت (شامل ایران) مورد آزمون قرار گیرد. بدین منظور اثر رشد اقتصادی، جمعیت شهری، قوانین زیست محیطی، تعداد خودرو و درجه باز بودن اقتصاد بر میزان آلودگی هوا مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج، برقراری منحنی زیست محیطی کوزنتس در کشورهای مورد بررسی را تأیید می‌کند.

طبقه‌بندی JEL: Q53 ، Q58 .

واژگان کلیدی: محیط زیست، رشد اقتصادی، آلودگی هوا، منحنی زیست محیطی کوزنتس.

۱. این مقاله برگرفته از پایان‌نامه دکتری با عنوان "بررسی رابطه میان رشد اقتصادی و کیفیت زیست محیطی در کشورهای منتخب (در قالب فرضیه منحنی کوزنتس)" در واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی می‌باشد.

۲. استاد اقتصاد و عضو هیات علمی دانشگاه علامه طباطبایی.

۳. دانشجوی دکتری اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی.

email: N_Moradhassel@yahoo.com

۱- مقدمه

همزمان با اینکه هدف اصلی بسیاری از سیاستهای اقتصادی، دستیابی به سطح رشد اقتصادی بالاتر می‌باشد، مخاطرات زیست محیطی ناشی از فعالیتهای اقتصادی به یک موضوع بحث‌برانگیز تبدیل شده است. با توجه به این موضوع طی دهه‌های اخیر، برخی از طرفداران محیط زیست از دیدگاه "شکست بازار" با تجارت آزاد و رشد اقتصادی مخالفت کرده و دخالت دولت را ضروری دانسته‌اند. از طرف دیگر، کسانی معتقدند برای دستیابی به محیط زیست سالم‌تر و ریشه‌کن کردن فقر، رشد اقتصادی لازم است. لذا رفته‌رفته موضوع تعارض میان رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست به یکی از موضوعات مورد بحث در حوزه اقتصاد محیط زیست تبدیل شد؛ به طوری که امروزه کشورها به اهمیت مسائل زیست محیطی پی برده و حسب احساس نیاز و متقابلاً خطر نسبت به این مسأله، به وضع برخی قوانین در سطح ملی و یا تنظیم توافقتنامه‌های بین‌المللی پرداخته‌اند. به نظر می‌رسد کشورها در این راستا به دنبال کاهش ضایعات زیست محیطی و همزمان، طی نمودن مراحل توسعه می‌باشند و به تعبیری ویرایشهای مختلفی از توسعه پایدار را دنبال می‌کنند. رشد اقتصادی، هدف اصلی بسیاری از سیاستهای اقتصادی دولتهاست. با این حال، رشد اقتصادی سریع، معمولاً باعث ایجاد زایندهای جدی بر محیط زیست (به علت استفاده فزاینده از منابع طبیعی و انتشار حجم بیشتری از آلاینده‌ها) می‌شود. از این رو، یک تضاد بالقوه بین سیاستهای اقتصادی و وضعیت محیط زیست وجود دارد.

امروزه ارتباط میان رشد اقتصادی و کیفیت زیست محیطی به صورت U وارونه، به منحنی زیست محیطی کوزنتس^۱ معروف است. بدین شکل که در سالهای اولیه رشد اقتصادی، مقدار تخریب زیست محیطی افزایش می‌یابد اما به مرور زمان و پس از رسیدن به سطح معینی از رشد، کیفیت زیست محیطی بهبود می‌یابد. به عبارت دیگر در مراحل بالای رشد، مقدار تخریب زیست محیطی کاهش پیدا می‌کند. این تحقیق به بررسی اثر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا در قالب فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس (رابطه میان رشد اقتصادی و محیط زیست) می‌پردازد. در این راستا، ضمن آگاهی از ساختار و شکل منحنی، به بررسی برخی از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر محیط زیست نیز می‌پردازد. برای نمونه می‌توان گفت در زمان رسیدن به رشد بالای اقتصادی، سطح سواد و دانش و آگاهی شهروندان افزایش می‌یابد و مردم در برابر آلودگی هوا از خود واکنش نشان می‌دهند و اعتراض می‌کنند و یا اینکه در اثر رشد اقتصادی، پیشرفتهای فناوری هر چه بیشتر در فرایند تولید به کار می‌رود و به همین جهت در فرایند تولید، آلودگی کمتری ایجاد می‌شود. از سوی دیگر در

جوامعی که به سطح بالایی از رشد رسیده‌اند، بحث اندازه‌گیری و کنترل^۱ آلودگی جدی است و میزان آلودگی پیوسته در نماگرها و رسانه‌ها منعکس می‌شود و افکار عمومی به آن حساسیت نشان می‌دهد. به همین جهت در برابر آلودگی و به‌طور کلی منابع تولید آلودگی از جانب تشکل‌های مردمی^۲، اعتراضاتی به‌عمل می‌آید. در این جوامع، قوانین زیست محیطی متعدد و فراگیری وضع شده و شدیداً اجرا می‌شود. برخی از دولت‌ها بر فعالیتهای آلاینده، جریمه‌های زیست محیطی وضع، یا اینکه فعالیتهای آلاینده را متوقف نموده و یا تولیدکننده را مجبور به استفاده از فیلترها و دستگاه‌های کاهش‌دهنده آلودگی می‌کنند. به عبارت دیگر، بنگاه‌ها را مجبور به درونی‌نمودن^۳ آلودگی می‌کنند.

در ادامه مقاله، ابتدا مطالعات انجام‌شده در خصوص رابطه میان رشد اقتصادی و محیط زیست در قالب فرضیه زیست محیطی کوزنتس مرور می‌شود. در ادامه پس از معرفی مدل و انتخاب شاخص آلودگی هوا، نتایج حاصل از برآورد مدل مورد تحلیل قرار خواهد گرفت. در پایان به جمع‌بندی و نتیجه‌گیری پرداخته می‌شود.

۲- مبانی تجربی تحقیق

ارتباط میان رشد اقتصادی و کیفیت زیست محیطی در یک بستر زمانی بلندمدت، می‌تواند به‌صورت مستقیم، معکوس و یا ترکیبی از هر دو باشد. این بحث (جریان ارتباط میان رشد اقتصاد و کیفیت زیست محیطی)، موضوع بسیاری از مطالعات و تحقیقات قرار گرفته است. چنانچه جریان شکل‌گیری این حوزه از مطالعات را بررسی نماییم، حکایت از آن دارند که طی چند دهه اخیر، دو جریان فکری کلی در این حوزه وجود داشته است که در نهایت به یک رویکرد سومی تبدیل شده‌اند. رویکرد اول به نوعی به انتخاب^۴ میان رشد اقتصادی و حفظ استانداردهای زیست محیطی می‌پردازد؛ بدین معنی که اصولاً رشد اقتصادی و در نتیجه افزایش تولید و مصرف، خواه ناخواه نیازمند مواد اولیه و انرژی بیشتر به‌عنوان داده‌های^۵ تولید می‌باشد و متقابلاً افزایش تولید زباله را به‌همراه دارد. به عبارت دیگر، هر چه در خلال فرایند توسعه اقتصادی سطح درآمد افزایش می‌یابد، در مقابل استخراج بیشتر منابع طبیعی و افزایش تخریب‌های زیست محیطی، باعث کاهش رفاه بشر می‌شود. به همین جهت رشد فعالیتهای اقتصادی از این حیث، نوعی خطر به حساب می‌آید. لذا استدلال می‌شود که سیاستگذاران در این ارتباط باید دست به نوعی انتخاب بزنند، یعنی با هدف دستیابی به رشد اقتصادی بالاتر، پذیرای مخاطرات زیست محیطی بیشتر باشند و یا در صورت

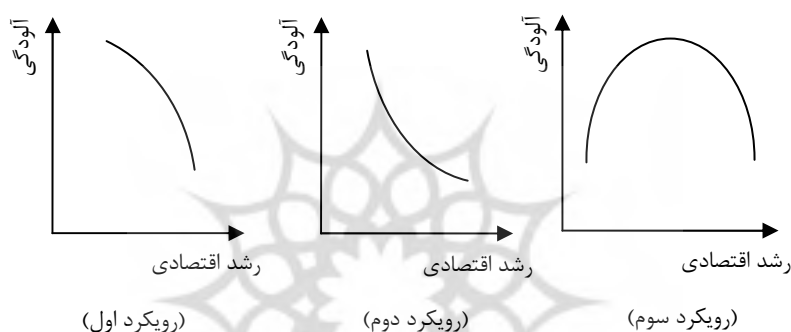
1. Monitoring
3. Internalize

2. Non Government Organizations(NGOs)
4. Trade-off
5. Input

اعتقاد به ضرورت حفظ محیط زیست می‌باید به سطوح بسیار پایین رشد اقتصادی رضایت دهند که این خود انتخابی دشوار است.

در سوی دیگر این طیف، رویکرد دوم وجود دارد. در این گروه اعتقاد بر این است که مسیر بهبود کیفیت زیست‌محیطی به موازات رشد اقتصادی است و به‌منظور بهبود استانداردهای زیست‌محیطی باید در جریان رشد اقتصادی گام نهاد. چرا که اصولاً سطح بالاتری از درآمد، باعث افزایش تقاضا برای کالایی می‌شود که از سطح کمتری از مواد اولیه^۱ استفاده می‌کند و نیز اینکه افزایش درآمد باعث افزایش تقاضای کیفیت محیط زیست می‌شود و این به معنی پذیرش معیارها و ضوابط حفاظتی زیست محیطی است.

نمودار ۱. رابطه رشد اقتصادی و آلودگی



رویکرد سوم که از اوایل دهه ۹۰ مطرح شد، میان رشد اقتصادی و آلودگی زیست محیطی رابطه‌ای به صورت U وارونه مطرح نموده که این موضوع به فرضیه انتقال زیست محیطی^۲ یا فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس معروف شده، که این رابطه نام خود را از سیمون کوزنتس (۱۹۵۵)، برنده جایزه نوبل (که بین نابرابری درآمد و درآمد رابطه‌ای بصورت U وارونه پیدا کرد) گرفته است. بنا بر فرضیه منحنی کوزنتس، در مراحل ابتدایی رشد اقتصادی، تخریب محیط زیست زیاد است تا اینکه این موضوع به نقطه‌ای در حداکثر خود می‌رسد و سپس در مراحل بالای رشد، محیط زیست بهبود می‌یابد (نمودار ۱).

از اولین مطالعات در این زمینه می‌توان به مطالعه گروسمن و کروگر (Grossman and Krueger, 1991) اشاره کرد که به‌منظور ارزیابی اثرات زیست محیطی

1. Less material intensive

2. Environmental Transition Hypothesis

تجارت آزاد آمریکای شمالی^۱، مطالعه‌ای را انجام دادند و توسط رابطه‌ای رگرسیونی، ارتباط میان آلودگی و رشد اقتصادی را بررسی کردند و برای این مطالعه از متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه، روند زمانی و شاخصهای آلودگی همچون میزان انتشار دی اکسید گوگرد و ذرات معلق در هوا استفاده کردند و با توجه به نتایج این تحقیق رابطه میان تولید ناخالص داخلی سرانه و میزان انتشار دی اکسید گوگرد را به صورت U وارونه به دست آوردند.

به همین ترتیب شافیک و بندوپادیا (Shafik and Bandyopadhyay, 1992)، بکرمن (Beckerman, 1992)، سلدون و سانگ (Selden and Song, 1994) و چند سال بعد گروسمن و کروگر با استفاده از شاخصهای گوناگون زیست محیطی از جمله آلودگی هوای شهری، آلودگی آب، آلودگی ته‌نشین‌شده در حوزه رودخانه و آلودگی اطراف رودخانه توسط فلزات سنگین، مطالعات دیگری انجام دادند که تأییدی بر فرضیه زیست محیطی کوزنتس بود (Grossman & Krueger, 1995).

«هانان» در مطالعه خود به آزمون رابطه میان درآمد متوسط خانوارها و سه نوع آلودگی مونوکسیدکربن، اکسید نیتروژن و ازن برای سال ۱۹۹۰ در چند ایالات مختلف آمریکا پرداخت. در این مطالعه به غیر از درآمد متوسط خانوارها، برداری از متغیرهای برونزای تأثیرگذار بر آلودگی (شامل: جمعیت، نیروی کار فعال، بیکاری، جمعیت تحصیلکرده، جمعیت کارگران شاغل در کارخانه، جمعیت زنان خانه‌دار و تعداد خانه‌های اجاره‌ای) را نیز در نظر گرفت (Khanna, 2002).

«فرانکل و رز» به بررسی اثر تجارت بر محیط زیست در یک سطح مشخص تولید ناخالص داخلی سرانه پرداختند و به این نتیجه رسیدند که تجارت بیشتر منجر به تولید بیشتر شده و در نهایت آلودگی افزایش می‌یابد. این محققین در مطالعه خود به این نتیجه نیز دست یافتند که در این خصوص عوامل برونزایی نیز تعیین‌کننده هستند به همین جهت در مدل رگرسیونی به غیر از متغیر تولید ناخالص سرانه، متغیرهای نسبت مجموع صادرات و واردات به تولید ناخالص ملی (درجه بازبودن اقتصاد)، درجه دموکراسی و متغیر تراکم جمعیت را در نظر گرفتند. یافته‌های این تحقیق حکایت از آن دارد که تجارت ممکن است اثر قابل توجهی روی شاخصهای آلودگی داشته باشد. نتایج این تحقیق، فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس را تأیید نمود؛ به گونه‌ای که می‌توان گفت: رشد اقتصادی، وضعیت محیط زیست را در سطوح پایین درآمد بدتر می‌کند و در سطوح بالای درآمد، بهبود می‌بخشد (Frankel & Rose, 2005).

«هانگ و شاو» رابطه دوطرفه میان رشد اقتصادی و آلودگی هوای کشور تایوان را بررسی کردند و در نهایت به این نتیجه رسیدند که انواع آلودگی‌ها بر رشد اقتصادی این کشور اثری ندارند و تنها رشد اقتصادی بر انواع آلودگی‌ها مؤثر است (Hung & Shaw, 2000). در زمینه تحقیقات انجام‌شده در داخل کشور کار مشابهی صورت نگرفته است، اما صادقی و سعادت (۱۳۸۳)، با استفاده از روش آزمون علیت هسیانو^۱، به بررسی روابط علی بین رشد جمعیت، آلودگی زیست محیطی و رشد اقتصادی در ایران پرداخته‌اند. نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان می‌دهد یک رابطه دوطرفه بین تخریب محیط زیست و رشد اقتصادی در ایران وجود دارد. از دیگر مطالعات انجام‌شده در این راستا می‌توان به: "تخمین خسارت وارده به ساکنین شیراز به دلیل آلودگی هوا" (خوش‌خلق و حسین‌شاهی، ۱۳۸۱)، "روشهای اقتصادی مبارزه با آلودگی هوا" (دیهیم، ۱۳۷۹)، "بررسی و مقایسه کیفیت هوا در شهرهای تهران و اصفهان در سال ۱۳۷۸ و ارائه راهکارهای بهبود آن" (خراسانی و دیگران، ۱۳۸۱) و... اشاره نمود.

۳- معرفی مدل

در این بخش به منظور برآورد رابطه میان رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست از مدل گروسمن و کروگر با تعدیلاتی به شرح ذیل استفاده می‌شود:

$$LP_{it} = \alpha_{\lambda j} + \alpha_{\lambda j} LNGDP_{it} + \alpha_{\nu j} LNGDP_{it}^{\nu} + \alpha_{\rho j} Lcar_{it} + \alpha_{\rho} LO_{it} + \alpha_{\delta j} LU_{it} + \alpha_{\nu j} DUMs_{it} + \varepsilon_{it}$$

که در آن، متغیرهای به کار گرفته شده به شرح زیر می‌باشند:

LP_{it} : لگاریتم متغیر مربوط به آلودگی (میزان انتشار CO_2 به هزار تن)، $LNGDP_{it}$: لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه کشورها (لگاریتم نسبت تولید ناخالص داخلی به کل جمعیت به دلار/ نفر)، $LNGDP_{it}^{\nu}$: مجذور لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه کشورها (دلار/ نفر)، $Lcar_{it}$: لگاریتم تعداد خودروهای (سواری) در حرکت در کشورها (هزار خودرو)، LO_{it} : لگاریتم شاخص درجه بازبودن اقتصاد (این شاخص عبارتست از لگاریتم نسبت مجموع صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی)، LU_{it} : لگاریتم جمعیت ساکن در مناطق شهری کشورها (نفر)، $DUMs_{it}$: متغیر مجازی مربوط به اجرای برنامه‌های زیست محیطی توسط کشورها (در سالهایی که این برنامه‌ها اجرا شده‌اند، این متغیر با عدد ۱ نشان داده شده است و در بقیه سالها با عدد صفر).

۴- انتخاب شاخص آلودگی هوا

با گسترش دانش بشری، دست‌ساخته‌های بشر به تولید ضایعات، پسماندها، پسابها، گازهای آلوده و سایر عواملی که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم اثرات مخرب بر زندگی انسان دارند، منجر شده است. ابعاد وسیع این پدیده تا دهه ۱۹۷۰ میلادی مورد توجه کافی قرار نگرفته بود. از آن پس انسانها رفته‌رفته به ابعاد معضل آلودگی پی بردند. به‌طور کلی آلودگی شامل: آلودگی هوا، آلودگی آب، آلودگی صوتی و آلودگی ناشی از زباله می‌شود (عباس‌پور، ۱۳۷۷). در این میان آلودگی هوا، یکی از پدیده‌های قرن اخیر است. طبق تعریف استاندارد کیفیت هوا، وجود و پخش یک یا چند آلوده‌کننده اعم از جامد، مایع، گاز، تشعشع پرتوزا و غیرپرتوزا در هوای آزاد به مقدار و مدتی که کیفیت آن را برای انسان و محیط زیست زیان‌آور نماید، آلودگی هوا گفته می‌شود. مهمترین آلوده‌کننده‌های هوا شامل: منواکسید کربن، اکسیدهای نیتروژن، هیدروکربن‌ها، اکسیدهای گوگرد، دی‌اکسید کربن، ذرات معلق در هوا و ازن می‌شوند. گاز دی‌اکسید کربن یکی از مهمترین گازهایی می‌باشد که منجر به تغییر آب و هوا و گرمایش کره زمین شده است (ترازنامه انرژی، ۱۳۸۲، ص ۳۱۲). به همین جهت به‌عنوان آلودگی فرامرزی معروف است و همچنین حدود ۶۰ درصد از آثار گازهای گلخانه‌ای ناشی از انتشار دی‌اکسید کربن می‌باشد (بوتکین و کلر، ۱۳۷۹، ص ۴۶) و این گاز در میان انواع دیگر گازها سهم بالایی در ایجاد آلودگی هوا دارد و از طرفی جریان صنعتی شدن، منجر به بهره‌برداری فشرده از سوختهای فسیلی جهت تولید و حمل و نقل، و در نهایت موجب آزاد شدن حجم قابل توجهی از گاز دی‌اکسید کربن به اتمسفر شده است (بوتکین و کلر، ۱۳۷۹، ص ۴۷).

از طرفی در بسیاری از مطالعات صورت گرفته در این حوزه نیز میزان انتشار این گاز به‌عنوان معیاری (شاخصی) جهت بیان آلودگی هوا به کار رفته، برای مثال، در محاسبه پسانداز تعدیل‌شده^۱ توسط بانک جهانی (برای محاسبه استهلاک منابع طبیعی) از گاز دی‌اکسید کربن به‌عنوان شاخص آلودگی هوا استفاده شده، همچنین در محاسبه تولید ناخالص ملی سبز (برای محاسبه استهلاک منابع طبیعی) از گاز دی‌اکسید کربن به تنهایی به‌عنوان شاخص آلودگی هوا استفاده شده است (عاقلی کهنه شهری، ۱۳۸۲).

در مطالعات بین‌کشوری و بین‌المللی در مورد اثبات فرضیه زیست محیطی کوزنتس نیز از میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن که یک آلودگی فرامرزی است به‌عنوان شاخص آلودگی هوا استفاده شده است. می‌توان به مطالعات دیج‌گراف و والبرگ (Dijkgraaf and Vollebergh, 2001)، که اثرات رشد اقتصادی بر میزان دی‌اکسید کربن منتشر شده را برای کشورهای عضو اتحادیه اروپا، طی

سالهای ۱۹۹۷-۱۹۶۰ آزمون کرد، جانجادهارا و والنزوتلا (Gangadhara and Valenzuela, 2001) که به بررسی اثر متقابل درآمد و محیط زیست بر سلامت افراد جامعه بر اساس فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس برای ۵۱ کشور پرداختند و گالتی، لانزا و پاولیک (Galeotti, Ianza and Paulic, 2005) که فرضیه منحنی کوزنتس را برای انتشار گاز دی‌اکسیدکربن کشورهای عضو اتحادیه اروپا و غیرعضو اتحادیه اروپا بررسی کردند، اشاره کرد. با عنایت به موارد فوق در این مطالعه، میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن به‌عنوان شاخص آلودگی (متغیر وابسته) انتخاب شده است.

۵- داده‌های آماری و روش برآورد

روش برآورد مدل کوزنتس در مطالعه حاضر بر اساس داده‌های تلفیقی (پانل) است. این روش ترکیبی از «اطلاعات سری زمانی^۱» و «داده‌های مقطعی^۲» است. در هر یک از مدل‌های سری زمانی و داده‌های مقطعی، نارسایی‌هایی وجود دارد که در مدل تلفیقی می‌توان آنها را کاهش داد. در روش داده‌های تلفیقی ابتدا دو آزمون انجام می‌شود: برای تعیین حالت برابری عرض از مبدا کشورهای با حالت تفاوت در عرض از مبدا کشورهای از آزمون F و برای تعیین روش اثر ثابت^۳ و یا اثر تصادفی^۴ از آزمون هاسمن^۵ استفاده می‌شود که در این تحقیق پس از انجام این دو آزمون، روش اثر ثابت انتخاب شده است (پیوست ۲). همچنین، پس از بررسی فرض کلاسیک، از آنجایی که مدل مذکور مشکل ناهمسانی واریانس بین گروهی دارد، به‌منظور رفع این مشکل، مدل به روش حداقل مربعات تعمیم‌یافته^۶ تخمین زده شده است. در این مطالعه، تلاش شده است ۳۰ درصد از کشورهای هر گروه درآمدی بر طبق اطلاعات ارائه شده توسط بانک جهانی^۷ انتخاب شوند. در کل، ۶۷ کشور^۸ از میان ۲۰۸ کشور جهان انتخاب شده‌اند. همچنین کلیه داده‌های مربوط به متغیرهای

1. Time series data.
2. Cross section data.
3. Fixed effects
4. Random effects
5. Hasman test
6. GLS
7. WDI

۸. کشورهای با درآمد بالا (آلمان، ایتالیا، اسپانیا، سوئد، ایالات متحده آمریکا، ژاپن، کانادا، استرالیا، اتریش، بلژیک، دانمارک، فنلاند، کره، نیوزیلند، هلند، نروژ و پرتغال)، کشورهای با درآمد متوسط (ایران، ترکیه، مکزیک، چین، آرژانتین، اکوادور، مصر، گرجستان، اندونزی، پرو، فیلیپین، سریلانکا، تانزانیا، تایلند، اروگوئه، ونزوئلا، بلاروس، شیلی، کاستاریکا، مجارستان، مالزی، لهستان، آفریقای جنوبی، بولیوی، برزیل، بلغارستان، پاناما، اردن، دومینیک و رومانی) و کشورهای با درآمد پایین (کامرون، نیکاراگوئه، کاتی، بنگلادش، پاکستان، کنگو، مالدیو، موزامبیک، سنگال، سودان، توگو، زامبیا، اتیوپی، غنا، کنیا، یمن، بنین، قرقیزستان، هائیتی و تاجیکستان).

مورد نیاز در این تحقیق از آمار و اطلاعات منتشرشده توسط بانک جهانی گردآوری شده است. این آمارها به قیمت ثابت سال ۲۰۰۰ میلادی و بر حسب دلار در دوره زمانی ۱۹۹۱-۲۰۰۲ می‌باشد.

۶- اجرای مدل و تحلیل نتایج

مدل کوزنتس در دوره زمانی ۱۹۹۱-۲۰۰۲ با استفاده از روش حداقل مربعات تعمیم‌یافته (GLS)، به روش داده‌های تلفیقی در قالب ۷۴۹ مشاهده برآورد شده است. با توجه به آماره t کلیه ضرایب مدل در سطح ۵ درصد، معنی‌دار و قابل قبول می‌باشند. نتایج مدل کوزنتس برآوردشده در جدول (۱) منعکس شده است.

جدول ۱. نتایج حاصل از برآورد مدل کوزنتس برای کل کشورها (متغیر وابسته LP)

نام متغیر توضیحی	متغیر توضیحی	مقدار ضریب	انحراف معیار	آماره t
لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه	LNGDP	۲/۳۲	۰/۳۵	۶/۵۳
مربع لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه	LNGDP ^۲	-۰/۰۹	۰/۰۱	-۵/۰۷
لگاریتم تعداد خودرو	Lcar	۰/۰۱۸	۰/۰۰۹	۱/۹۹
لگاریتم درجه باز بودن اقتصاد	LO	-۰/۰۹	۰/۰۲	-۴/۶۹
لگاریتم جمعیت شهری	LU	۰/۸۹	۰/۰۴	۲۰/۴۴
متغیر مجازی برنامه اجرایی زیست محیطی	DUM _S	-۰/۰۲	۰/۰۰۹	-۲/۰۶

منبع: محاسبات تحقیق

در ادامه به تحلیل ضرایب و مقادیر به‌دست‌آمده در برآورد صورت گرفته می‌پردازیم. همان‌طور که ملاحظه می‌شود مثبت بودن ضرایب لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه (۲/۳۲) در جدول (۱) نشان از افزایش سطح آلودگی منتشرشده به ازای هر واحد افزایش در تولید ناخالص داخلی سرانه دارد. به عبارت دیگر در کشورهای مورد بررسی، میزان افزایش در دی‌اکسیدکربن منتشره به ازای هر واحد افزایش درآمد سرانه، روند صعودی داشته که خود حاکی از این است که میزان انتشار گاز گلخانه‌ای دی‌اکسیدکربن در اکثر کشورهای مورد بررسی به ازای هر واحد درآمد سرانه تولید شده، افزایش یافته و این ضریب، تلویحاً این واقعیت را بیان می‌کند که تجربه رشد اقتصادی کشورها حکایت از آن دارد که اصولاً رشد اقتصادی (افزایش درآمد سرانه) با ایجاد و تشدید آلودگی همراه و قرین بوده است.

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود ضریب به‌دست‌آمده برای متغیر مجذور لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه، منفی (۰/۰۹-) می‌باشد. این ضریب عمدتاً در ارتباط با آن تعداد از کشورهای نمونه که در سطوح بالاتری از درآمد سرانه (رشد اقتصادی) قرار دارند، معنا می‌یابد و قابل توجیه می‌باشد و حکایت از روند نزولی (ارتباط) میان درآمد سرانه و میزان تولید آلودگی دارد. به عبارت دیگر، این ضریب مربوط به آن بخش از منحنی کوزنتس است که بعد از نقطه عطف، و در مسیر نزولی قرار دارد. مقایسه قدر مطلق ضرایب به‌دست‌آمده برای متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه (۲/۳۲) و (۰/۰۹) حکایت از آن دارد که در حالتی که مدل برای تمامی کشورها اجرا شده، در نیمه اول روند مثبت و صعودی میان تولید ناخالص داخلی سرانه و تولید آلودگی با شیب بسیار زیاد (۲/۳۲) طی شده است. اما در فرایند نزولی و کاهش آن، که نیمه دوم منحنی کوزنتس می‌باشد، شیب بسیار اندک و کم می‌باشد که انتظار می‌رود با تداوم فرایند توسعه افزایش یابد. در اینجا می‌توان کشش درآمد- آلودگی را از فرمول زیر محاسبه نمود:

$$\hat{\eta}_{ij} = \frac{\partial Lp}{\partial LNGDP} = \hat{\alpha}_{ij} + \gamma \hat{\alpha}_{ij} LNGDP$$

که در عبارت فوق $\hat{\eta}_{ij}$ کشش درآمد- آلودگی، $\hat{\alpha}_{ij}$ مقدار ضریب $LNGDP$ و $\hat{\alpha}_{ij}$ مقدار ضریب $LNGDP^{\gamma}$ می‌باشد. در سالهای ۱۹۹۱-۲۰۰۲ کشش تغییرات لگاریتم شاخص آلودگی نسبت به تغییرات لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه ۰/۶۴ به دست آمده است؛ یعنی اگر با فرض ثابت بودن سایر شرایط لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه، یک درصد افزایش یابد، لگاریتم شاخص آلودگی به‌طور متوسط در طول دوره مورد بررسی به میزان ۰/۶۴ درصد افزایش خواهد یافت که به نوبه خود قابل توجه می‌باشد.

ضریب متغیر لگاریتم تعداد خودرو مثبت (۰/۱۸) می‌باشد؛ یعنی به ازای افزایش تعداد خودرو، آلودگی افزایش یافته، زیرا اگر سوخت مصرفی در اتومبیل‌ها، سوخت فسیلی (همچون بنزین) باشد، احتراق این سوخت خود منبع ایجاد آلودگی است، پس اگر تعداد خودرو تنها به اندازه ۱۰ درصد افزایش یابد، آلودگی به میزان ۰/۱۸ درصد افزایش خواهد یافت (البته با فرض ثابت بودن سایر عوامل تأثیرگذار بر مدل)، مقدار ضریب به‌دست‌آمده، حکایت از آن دارد که تأثیر تعداد خودروهای موجود در کشورها بر ایجاد آلودگی نسبت به سایر عوامل همچون تولید ناخالص داخلی سرانه به‌صورت نسبی به مراتب کمتر می‌باشد که در واقع نیز اینگونه است و خود نشان از انطباق نتایج مدل با واقعیت‌های بیرونی دارد.

ضریب متغیر درجه بازبودن اقتصاد (لگاریتم سهم مجموع صادرات و واردات از تولید ناخالص داخلی) منفی است و بیان می‌کند که چنانچه درجه بازبودن اقتصاد ۱۰ درصد رشد یابد به فرض

ثابت بودن سایر شرایط، سبب خواهد شد میزان انتشار دی‌اکسیدکربن به میزان ۰/۹ درصد کاهش یابد. این ضریب بدین معناست که اصولاً در کشورهای موجود در نمونه، افزایش مرادفات تجاری با کاهش آلودگی زیست محیطی همراه بوده است. این ضریب می‌تواند احتمال برقراری سیاستهای حفاظت از واردات و حرکت کشورها در مسیر واردات کالای کثیف^۱ و صادرات کالاهای تمیز را خاطر نشان نماید. همچنین این متغیر می‌تواند تلویحاً تأثیر مثبت پدیده جهانی شدن را بر (کاهش) سطح آلودگی بیان کند.

ضریب به‌دست‌آمده برای متغیر لگاریتم جمعیت شهری مثبت است؛ به این مفهوم که با توسعه زندگی شهری (شهرنشینی) آلودگی افزایش می‌یابد. این ضریب نشان می‌دهد که اگر چنانچه جمعیت ۱۰ درصد رشد کند به فرض ثابت بودن سایر شرایط، آلودگی به میزان ۸/۹ درصد افزایش خواهد یافت. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود قدر مطلق مقدار به‌دست‌آمده برای این متغیر، نسبتاً قابل توجه است که می‌تواند حکایت از تأثیر قابل توجه زندگی شهری و تبعات آن بر ایجاد آلودگی داشته باشد. این موضوع در شرایط کنونی اقتصاد ایران نیز قابل ملاحظه است. چرا که اصولاً کاهش نسبی زندگی روستایی (مثلاً در قالب مهاجرت به شهرها) و افزایش زندگی شهری به معنی کاهش شاغلین بخش سنتی کشاورزی و ورود آنها به زندگی عمدتاً صنعتی شهری است که هم در حوزه تولید و هم در حوزه مصرف می‌تواند منبعی برای تولید آلودگی به حساب آید.

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود ضریب برآورد شده برای متغیر (مجازی) برنامه‌های اجرایی زیست محیطی به‌صورت منفی است و مقدار به‌دست‌آمده برای این ضریب (۰/۰۲-) به‌صورت نسبی کوچک می‌باشد. با توجه به اینکه برآورد مدل در این قسمت مربوط به تمامی کشورها می‌شود، ضریب به‌دست‌آمده می‌تواند حاکی از آن باشد که به‌صورت متوسط در تمامی کشورها هنوز برنامه‌های اجرایی در حوزه محیط زیست در راستای کاهش آلودگی اثر چندان قابل توجهی نداشته‌اند، که این امر می‌تواند به‌دلیل سابقه نه چندان طولانی این برنامه‌ها باشد. ضمن آنکه ضریب به‌دست‌آمده الزاماً نیز بدین معنا نیست که برنامه‌های اجرا شده (نه در زمینه کاهش آلودگی موجود بلکه) در زمینه جلوگیری از آلودگیهای جدید بی‌تأثیر بوده‌اند.

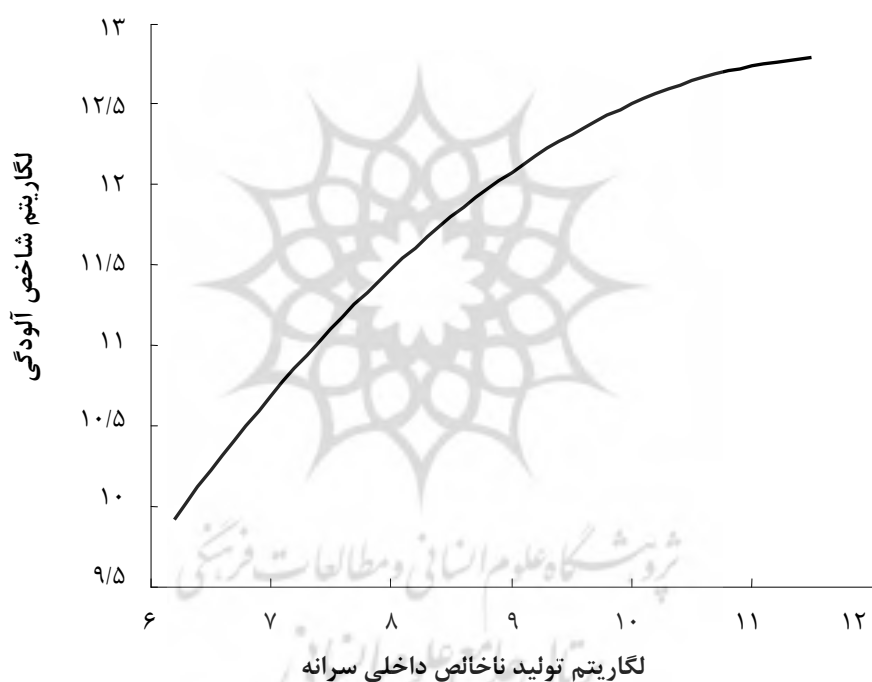
جهت بررسی دقیق‌تر نتایج، در این قسمت، می‌توان روند تغییرات شاخص آلودگی و رشد اقتصادی را با توجه به ضرایب به‌دست‌آمده در مدل برآورد شده و با فرض ثابت بودن سایر شرایط ترسیم نمود^۲ که در نمودار (۲) نشان داده شده است. در این نمودار محور عمودی، لگاریتم شاخص آلودگی (میزان انتشار دی‌اکسیدکربن) و محور افقی، لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه است.

۱. منظور از کالای کثیف کالایی است که فرایند تولید آن با انتشار آلودگی بالایی همراه است.

۲. با کمک نرم‌افزار MATLAB

همان گونه که ملاحظه می شود با توجه به محدوده درآمد سرانه کشورهای منتخب (از نظر مقدار عددی)، نمودار به دست آمده تقریباً نیمه اول یک منحنی زیست محیطی کوزنتس را نشان می دهد^۱. ذکر این توضیح ضروری است که نمودار به دست آمده در واقع نشان دهنده یک وضعیت متوسط از کشورها می باشد. لذا به نظر می رسد می توان کشورهای کمتر توسعه نیافته (با درآمد پایین) را در سطوح اولیه این منحنی دانست. متقابلاً کشورهای توسعه یافته را در سطوح بالای این منحنی قرار داد که در حال طی نمودن نقطه عطف منحنی و دستیابی به یک ارتباط منفی میان رشد اقتصادی و تولید آلودگی می باشند. بدیهی است چنانچه به مرور زمان همه کشورها به سطح قابل قبولی از توسعه یافتگی برسند، این منحنی کامل می شود.

نمودار ۲. منحنی زیست محیطی کوزنتس برای کشورهای منتخب



۱. لازم به ذکر است در صورتی که دامنه درآمد سرانه در طول دوره مورد بررسی (از نظر مقدار)، افزایش یابد، مثلاً طی دهه های آینده روند صعودی درآمد سرانه کشورهای توسعه یافته پیوسته افزایش یابد، شکل منحنی کوزنتس به صورت U برعکس قابل دستیابی است و مدل برآورد شده انتظارات تئوریک را به صورت کامل تأمین خواهد نمود.

۶- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

طی دو دهه اخیر، ارتباط میان سطح توسعه‌یافتگی جوامع و میزان دستیابی به استانداردهای زیست محیطی و به تعبیری رعایت ملاحظات زیست محیطی در کانون توجه پژوهشگران قرار گرفته است. این موضوع در حوزه اقتصاد نیز با رویکردی خاص مورد توجه بوده و می‌باشد. یکی از موضوعاتی که در این حوزه مطالعات مختلفی را به خود اختصاص داده، ارتباط میان سطح درآمد جوامع و میزان تخریب زیست محیطی است. این موضوع، اساس فرضیه زیست محیطی کوزنتس می‌باشد که طبق آن، ارتباط میان سطح درآمد کشورها و میزان تخریب زیست محیطی به صورت یک U وارونه تعریف می‌شود. بدین معنا که در مراحل اولیه رشد اقتصادی، تخریب محیط زیست تشدید می‌شود و به مرور زمان با توجه به شرایط اقتصادی، اجتماعی و ... جوامع، تخریب زیست محیطی کاهش یافته و در ادامه، این پدیده به موازات رشد درآمد، کاهش می‌یابد.

نیم‌نگاهی به سابقه بحث حکایت از آن دارد که تا اواسط دهه ۱۹۹۰ عمده مطالعات انجام‌شده در این رابطه با تأکید بر دو متغیر درآمد و میزان تخریب زیست محیطی انجام می‌شده است که در این خصوص برای متغیر درآمد (عمدتاً) تولید ناخالص ملی سرانه و برای میزان تخریب زیست محیطی نیز عمدتاً با یکی از انواع آلودگی لحاظ می‌شد. از نیمه دوم دهه ۱۹۹۰ محققان تلاش نمودند عوامل برونزای مؤثر بر ارتباط میان رشد اقتصادی و میزان مخاطرات زیست محیطی را شناسایی و در مدل‌های مورد آزمون لحاظ نمایند. بدیهی است که این عوامل می‌توانستند اثرات مثبت و منفی متفاوتی داشته باشند. ویژگی بارز این مطالعات جدای از پرداختن به عوامل برونزا، آن بود که عمدتاً بر کشورهای توسعه‌یافته، مثلاً کشورهای عضو اتحادیه اروپا، تمرکز داشتند و عملاً کشورهای خارج از این گروه کمتر مورد مطالعه قرار می‌گرفتند.

در مطالعه حاضر تلاش شده است ضمن لحاظ نمودن اطلاعات کشورهای کمتر توسعه‌یافته و در حال توسعه، این نقیصه برطرف گردد. بدیهی است که نتایج به دست آمده و منحنی استخراج‌شده نیز با مطالعات مربوط به کشورهای توسعه‌یافته کمی متفاوت می‌باشد که طبیعی به نظر می‌رسد. نتایج این تحقیق حکایت از آن دارند که ارتباط میان رشد اقتصادی و میزان تخریب زیست محیطی نوعی U وارونه می‌باشد که به خوبی حاکی از برقراری فرضیه کوزنتس است. یافته‌های عمده این مقاله را می‌توان به شکل زیر خلاصه نمود:

- جدای از متغیر انتخاب‌شده برای درآمد سرانه اصولاً نوع و نحوه فعالیت منابع عمده آلودگی می‌تواند نوسانات تخریب زیست محیطی را در قالب فرضیه کوزنتس توضیح دهد که در این خصوص می‌توان به تعداد خودروهای موجود در کشورها اشاره کرد. از آنجا که شاخص آلودگی در این مطالعه میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن در نظر گرفته شده و اتومبیل‌ها یکی از مهمترین

منابع انتشار این گاز می‌باشند، متغیر انتخاب‌شده در این رابطه از برآزش قابل قبولی برخوردار است.

- اصولاً ترکیب و بافت جمعیت (از نظر شهری و روستایی) می‌تواند میزان و شدت آلودگی را متأثر سازد. این فرضیه که اصولاً زندگی شهری (در مقایسه با زندگی روستایی) با توجه به ضرورتها و پیامدهای آن، آلودگی هر چه بیشتری را در پی دارد، در قالب مطالعه حاضر تأیید گردید. به عبارت دیگر تمرکز جمعیت شهری به‌عنوان یکی از عوامل تشدید تخریب زیست محیطی شناخته شد.

- متغیر درجه بازبودن اقتصاد به‌عنوان یک متغیر کاهش‌دهنده آلودگی شناخته شد؛ بدین معنی که افزایش مراودات تجاری در این گروه کشورها (در قالب مدل برآوردشده) منجر به بهبود کیفیت زیست محیطی می‌شود. لازم به ذکر است که این نتیجه الزاماً با فرضیه مأمّن آلودگی^۱ همسو نمی‌باشد. ضمن آنکه بررسی مطالعات انجام‌شده در خصوص این فرضیه حکایت از آن دارد که این پدیده را به‌صورت مطلق نمی‌توان قطعی تلقی نمود (اثبات نمود).^۲

- با توجه به اهمیت قوانین و ضوابط زیست محیطی کشورها در میزان مخاطرات زیست محیطی آنها، در این تحقیق تلاش گردید در قالب یک متدولوژی معین، این موضوع در مدل مربوطه لحاظ شود. لذا در قالب یک متغیر مجازی، موضوع مورد آزمون قرار گرفت. نتایج حکایت از تأثیر هر چند اندک ولی معنی‌دار این متغیر بر میزان آلودگی داشت. این نتیجه می‌تواند دستاوردهای سیاستی قابل توجهی را برای کشورهای در حال توسعه و کمتر توسعه‌یافته به همراه داشته باشد و آن اینکه چنانچه این کشورها در حال طی نمودن مسیر توسعه می‌باشند با شناخت کامل از وضعیت حاکم بر خود و در قالب وضع ضوابط و استانداردهای زیست محیطی می‌توانند فرایند توسعه را با هزینه

1. Pollution Havens Hypothesis (PHH)

۲. محققین برای اثبات PHH با برخی مشکلات در مسیر مطالعات خود مواجه هستند که می‌توان آنها را در چهار گروه خلاصه نمود: الف) اینکه برخی از کشورها قوانین ضعیف زیست محیطی دارند اما موفق به جذب سرمایه‌گذاری خارجی مستقیم نمی‌شوند به این علت است که در این کشورها ضعفهای نهادی، بروکراسی و فساد اداری وجود دارد (Hines, 1995)؛ ب) - همان‌گونه که زارسکی (Zarsky, 1999) بیان می‌کند داده‌های آماری موجود در خصوص صنایع کلی می‌باشد به همین جهت نتایج کلی است و امکان قضاوت در جزئیات (به تفکیک صنایع آلاینده و غیر آلاینده) با کمک آنها وجود ندارد؛ ج) اساساً اندازه‌گیری و مقایسه میزان اقدامات انجام‌شده جهت حفاظت از محیط زیست در کشورهای مختلف مشکل است. تفاوت در میزان اجرای قوانین موجود در کشورها این موضوع را مشکل‌تر کرده است؛ د) تعیین معیاری برای آلاینده‌بودن واحدهای تولیدی و مقایسه و رتبه‌بندی آنها مشکل و محل مناقشه است. به‌طور کلی، ترکیب مشکلات فوق باعث شده‌اند که مطالعات انجام‌شده در این حوزه به نتایج قابل اعتمادی منجر نشود.

زیست محیطی کمتری طی نمایند. به عبارت دیگر، این کشورها می‌توانند در قالب ضوابط زیست محیطی مؤثر و اعمال دقیق آن به گونه‌ای رفتار نمایند که منحنی کوزنتس تعریف‌شده برای آنها در سطح پایین‌تری از تخریب زیست محیطی به نقطه عطف و بازگشت خود برسد.



فهرست منابع

- بوتکین، دانیل و کلر، ادوارد (۱۳۷۹) مسائل محیط زیست: فرسایش لایه ازن، گرم شدن زمین و آلودگی هوا؛ ترجمه یونس کریم پور، آذربایجان غربی: انتشارات جهاد دانشگاهی.
- خراسانی و دیگران (۱۳۸۱) بررسی و مقایسه کیفیت هوا در شهرهای تهران و اصفهان در سال ۱۳۷۸ و ارائه راهکارهای بهبود آن؛ مجله منابع طبیعی ایران، صص ۵۶۸-۵۵۹.
- خوش خلق و حسینشاهی (۱۳۸۱) تخمین خسارت وارده به ساکنین شیراز به دلیل آلودگی هوا؛ مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۶۱، صص ۷۵-۵۳.
- دفتر برنامه ریزی انرژی (۱۳۸۲) ترازنامه انرژی، وزارت نیرو.
- دیپهیم، حمید (۱۳۷۹) روشهای اقتصادی مبارزه با آلودگی هوا؛ مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۵۶، صص ۱۸۰-۱۴۷.
- صادقی، حسین و سعادت، رحمان (۱۳۸۳) رشد جمعیت، رشد اقتصادی و اثرات زیست محیطی در ایران (یک تحلیل علی)؛ مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۶۴، صص ۸۰-۱۶۳.
- صادقی، حسین و عاقلی کهنه شهری، لطفعلی (۱۳۸۰) روند تخریب زیست محیطی در ایران: کاربرد منطق فازی؛ فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره ۳۶، صص ۱۷۴-۱۵۱.
- عاقلی کهنه شهری، لطفعلی (۱۳۸۲) محاسبه GNP سبز و درجه پایداری درآمد ملی در ایران؛ پایان نامه دکتری، دانشکده اقتصاد، دانشکده تربیت مدرس.
- عباس پور، مجید (۱۳۷۷) مهندسی محیط زیست؛ جلد اول، چاپ دوم، تهران: انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی.
- Baltagi, Badi H. (1995) *Economic Analysis of Panel Data*; Published by Willy & Sons Ltd.
- Beckerman, W. (1992) *Economic Growth and the Environment: Whose Growth? Whose Environment?*; *World Development*, 20, 481-496.
- Dijkgraaf, E. and Vollebergh, H. (2001) *A Note on Testing for Environmental Kuznets Curves*; Department of Economics and Research Center for Economic Policy (OCFEB), Working Paper Series.
- Field, B.C. (1994) *Environmental Economics*, McGraw-Hill.
- Frankel, J. A. and Rose, A. (2005) *Is Trade Good or Bad for the Environment? Sorting Out the Casualty*; *The Review of Economics and Statistics*, 87, 85-91.

- Galeotti, M. Ianza, A. and Paulic, E. (2005) Reassessing the Environmental Kuznets Curve for CO₂ Emissions: A Robustness Exercise; *Ecological Economics*, xx. xxx-xxx.
- Gangadhara, L. and Valenzuela, M. (2001) Interrelationships Between Income, Health and the Environment: Extending the Environmental Kuznets Curve Hypothesis", *Ecological Economics*, 36, 513-5310.
- Greene, William H. (2001) *Econometric Analysis*, Macmillan.
- Grossman, G.M. and Krueger, A.G. (1995) Economic Growth and the Environment; *The Quarterly Journal of Economics*, 110, 353-377.
- Grossman, G.M. and Krueger, A.G. (1991) Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement; National Bureau of Economic Research, NBER Working Paper, 3914.
- Hausman, J. A. (1978) Specification Tests in Econometrics; *Econometrica*, 1251-71.
- Hung, M. and Shaw, D. (2000) Economic Growth and Environmental Kuznets Curve in Taiwan: A Simultaneity Model Analysis; Working Paper.
- Khanna, N. (2002) The Income Elasticity of Non-Point Source Air Pollutants: Revisiting the Environmental Kuznets Curve; *Economics Letters*, 77, 387-392.
- Kuznets, S.S. (1955) Economic Growth and Income Inequality; *American Economic Review*, 45, 1-28.
- Panayotou, T. (2003) Economic Growth and the Environment; *Economic Survey of Europe*, 2.
- Selden, T.M. and Song, D. (1994) Environmental Quality and Development: Is there a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions; *Journal of Environmental Economics and Management*, 27, 147-162.
- Shafik, N. and Bandhopadhyay, S. (1992) Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross Country Evidence; Background Paper for World Development Report, World Bank, Washington, D.C.
- World Development Indicators(WDI) Data Base (2006).

پیوست ۱. نتایج حاصل از برآورد مدل برای کل کشورها

Dependent Variable: LP?
 Method: GLS (Cross Section Weights)
 Date: 12/08/06 Time: 22:59
 Sample: 1991 2002
 Included observations: 12
 Total panel (balanced) observations 794

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNGDP?	2.317736	0.354674	6.534837	0.0000
LNGDP2?	-0.098016	0.019332	-5.070122	0.0000
LCAR1?	0.018808	0.009436	1.993152	0.0466
LU?	0.893155	0.043695	20.44088	0.0000
LO?	-0.092597	0.019713	-4.697307	0.0000
DUMS?	-0.018680	0.009051	-2.063806	0.0393
Fixed Effects				
_NOR--C	-16.23873			
_POR--C	-16.40030			
_SPA--C	-16.52492			
_SWED--C	-16.85491			
_US--C	-15.36465			
_ARGENT--C	-17.05783			
_CHILE--C	-16.92654			
_COSTR--C	-17.53526			
_HUNGRY--C	-16.32188			
_MALASY--C	-15.93517			
_DOMI--C	-16.80552			
_ECUDO--C	-16.63587			
_EGYPT--C	-16.25839			
_GEORGI--C	-16.76581			
_BANGLA--C	-17.07866			
_BENIN--C	-17.45539			
_CAMER--C	-17.96193			
_CONGOR--C	-17.01995			
_COTE--C	-17.68832			
_FRAN--C	-16.46831			
_GERM--C	-16.05042			
_BELGI--C	-16.35873			
_CAN--C	-15.68629			
_DEN--C	-16.33393			
_FIN--C	-15.96609			
_GREEC--C	-16.16071			
_ICE--C	-17.05442			
_ITL--C	-16.28856			
_JAP--C	-15.98828			
_NETH--C	-16.04193			
_NEW--C	-16.57064			
_ETHIOP--C	-17.05100			
_GHANA--C	-17.57208			
_KENY--C	-16.92520			
_KYRGY--C	-16.00441			
_MOLOD--C	-15.66820			

_NICA--C	-6.503700		
_PAKIS--C	-16.35876		
_SENG--C	-17.23488		
_SUDAN--C	-17.86758		
_TOGO--C	-17.59119		
_YAM--C	-15.38283		
_ZAM--C	-17.13272		
_MOZA--C	-17.80164		
_HAITI--C	-18.09774		
_TAJK--C	-15.34659		
_MEXIC--C	-16.42308		
_PANAMA--C	-16.91373		
_POLAND--C	-15.66024		
_SAFRICA--C	-15.64419		
_TURKY--C	-16.49707		
_URUGUY--C	-17.96256		
_VENEZU--C	-16.04960		
_BELARU--C	-15.67701		
_BOLIVIA--C	-16.99274		
_BRAZ--C	-17.32282		
_BULGAR--C	-16.03505		
_CHINA--C	-15.27215		
_INDOSIA--C	-16.35651		
_IRAN--C	-15.90261		
_JORDAN--C	-16.48276		
_PERU--C	-17.58618		
_PHILIPIN--C	-17.14420		
_ROMNI--C	-16.01261		
_SIRLAKA--C	-17.18563		
_TUNZAN--C	-16.95976		
_THAILAN--C	-15.77394		
Weighted Statistics			
R-squared	0.999942	Mean dependent var	27.92821
Adjusted R-squared	0.999937	S.D. dependent var	24.90991
S.E. of regression	0.198279	Sum squared resid	28.34589
F-statistic	2503039.	Durbin-Watson stat	1.025137
Prob(F-statistic)	0.000000		
Unweighted Statistics			
R-squared	0.990951	Mean dependent var	10.45120
Adjusted R-squared	0.990048	S.D. dependent var	2.024148
S.E. of regression	0.201930	Sum squared resid	29.39924
Durbin-Watson stat	1.354725		

پیوست ۲. آزمون

۲-۱- آزمون F ، آزمون معنی دار بودن گروه

از آماره F محاسباتی، جهت آزمون برابری عرض از مبدأها، استفاده می‌شود. با توجه به جدول شماره (۱)، مقدار F محاسبه شده از F جدول بزرگتر است. لذا اثرات گروه کشورها پذیرفته می‌شود و می‌باید عرض از مبدأهای مختلفی را در برآورد لحاظ نمود.

جدول ۱. آزمون F برای برابری عرض از مبدأها

	F
مدل مربوط به کل کشورها	۱۱۷/۴۷

منبع: محاسبات تحقیق

۲-۲- آزمون هاسمن، آزمون انتخاب بین اثرات ثابت یا اثرات تصادفی

به منظور آزمون انتخاب بین اثرات ثابت و اثرات تصادفی از آماره هاسمن استفاده می‌شود. با توجه به جدول شماره (۲)، آماره کی - دو محاسباتی بزرگتر از مقدار کی - دو جدول می‌باشد. بنابراین فرضیه H_0 رد می‌شود. لذا اثرات تصادفی ناسازگار است و باید جهت برآورد از روش اثرات ثابت استفاده کنیم.

جدول ۲. آزمون هاسمن برای انتخاب بین اثرات ثابت یا اثرات تصادفی

	χ_k^2
مدل مربوط به کل کشورها	۱۲۵۸/۱۸

منبع: محاسبات تحقیق

۲-۳- آزمون واریانس ناهمسانی

به منظور آزمون واریانس ناهمسانی از آماره ضریب لاگرانژ استفاده می‌کنیم. با توجه به اطلاعات جدول شماره (۳)، آماره کی - دو محاسباتی بزرگتر از مقدار کی - دو جدول (در ازا $\alpha = 0.05$) می‌باشد. لذا واریانس ناهمسانی وجود دارد و می‌باید از روش حداقل مربعات تعمیم یافته (GLS) جهت برآورد استفاده نمود.

جدول ۳. آزمون واریانس ناهمسانی از آماره ضریب لاگرانژ

	χ_n^2
مدل مربوط به کل کشورها	۱۱۷۴۸۶۵۴۸/۶

منبع: محاسبات تحقیق