Archive of SID

نشریه علمی- پژوهشی جغرافیاوبرنامه‌ریزی (دانشگاه تبریز)،سال۱۵،شمارهٔ ۳٤ زمستان ۱۳۸۹،صفحات۴۴-۲۷

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۲/۵
تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۸۸/۸/۱۶

بررسی رابطهٔ علیت و آزمون منحنی زیست‌محیطی کوزنتز در ایران

(مطالعه موردی: گاز دی‌اکسیدکربن و ذرات معلق کمتر از 10 میکرون در هوا با درآمد سرانه)

باب‌الله حیاتی[1]
کمیل مهجوری[2]
کمال عطایی سلوط[3]
ایوب رضایی[4]
مهدی احسانی[5]

چکیده

با توجه به اثرات زیان بار آلودگی‌های محیط زیست بر اقتصاد کشور از یک طرف و ضرورت رشد اقتصادی از سوی دیگر، سؤال این است که چه ارتباطی بین شاخص‌های آلودگی‌های هوا و رشد اقتصادی وجود دارد؟ در این راستا، هدف این مـطالعهٔ بررسی وجود رابطهٔ بـین انتشار حجم گاز دی‌اکسیدکربن (CO_2) و ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون در هوا (PM10) با میزان درآمد سرانه به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ در طی سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۵۴ و همچنین آزمون تجربی و تحلیل منحنی زیست‌محیطی کوزنتز در ایران می‌باشد. برای دستیابی به اهداف، از آزمون علیت گرنجر، آزمون علیت هسیائو و برآورد تابع درجهٔ دوم به روش حداقل مربعات معمولی استفاده شد. نتایج حاکی از آن است که یک رابطهٔ دوطرفه بین دی‌اکسیدکربن و درآمد سرانه و نیز رابطه یک‌طرفه از ذرات

۱ـ استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه تبریز. email: b-hayati@tabriz.u
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه تبریز.
۳ـ دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه تبریز.
۴- عضو هیات علمی گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه تبریز.
۵- دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه تبریز.

www.SID.ir

Archive of SID

معلق در هوا به درآمد سرانه وجود دارد. همچنین منحنی زیست‌محیطی کوزنتز در شرایط فعلی ایران، برای حجم گاز دی اکسیدکربن، فرم U وارونه را که در تحلیل‌های نظری مطرح است، دارا نمی‌باشد که نشان می‌دهد با افزایش درآمد سرانه مقدار آن افزایش می‌یابد. اما در مورد ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون در هوا صادق است و نقطه برگشت این منحنی به ازای درآمد سرانه ۲۱۷۳/۹ هزار ریال می‌باشد.

واژگان کلیدی: آزمون علیت گرنجر، آزمون علیت هسیائو، حجم ذرات معلق کمتر از۱۰ میکرون، حجم گاز دی‌اکسیدکربن، درآمد سرانه، منحنی زیست محیطی کوزنتز.

مقدمه

فعالیت‌های اقتصادی خصوصاً در طی چند سال گذشته در دنیا، میزان انتشار و غلظت گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر را افزایش داده و صنعتی شدن منجر به بهره‌برداری فشرده از سوخت‌های فسیلی (زغال‌سنگ، گاز، نفت) جهت تولید و حمل و نقل شده است. احتراق سوخت‌های فسیلی موجب آزاد شدن گازهای آلوده‌کننده به اتمسفر می‌شود. به طوری که غلظت این گازها از سال ۱۸۰۰ به این طرف ۳۳ درصد افزایش یافته است (دهقانیان و همکاران، ۱۳۷۴: ۳۶۶). البته فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی موجب انتشار گازهای دیگری از قبیل متان، اکسید نیترو و کلرو فلوئورکربن نیز می‌شود. از بین گازهای گلخانه‌ای دی اکسید کربن مهم‌ترین آنهاست که حدود ۶۰ درصد از آثار گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌هایبشر مربوط به انتشار این گاز است. افزایش گازهای گلخانه‌ای موجب گرم شدن زمین شده که احتمالاً اثراتی نظیر افزایش دمای منطقه‌ایی، بالا آمدن سطح آب دریا، تشدید وقوع خشکسالی، طوفان‌ها و سیلاب‌ها را می‌تواند به دنبال داشته باشد (همان منبع). در رابطه با اثرات رشد اقتصادی بر محیط زیست دیدگاه‌های مختلفی وجود دارد. برخی معتقدند که هر چه رشد اقتصادی مستلزم استفاده بیشتر از مواد اولیه و انرژی باشد، آثار منفی زیست‌محیطی بزرگ‌تری به دنبال دارد (ارباب، ۱۳۸۲: ۵۵۲). اما در مقابل نظریات متفاوتی وجود دارد که معتقد است نه تنها رشد اقتصادی تهدیدی برای محیط زیست نیست، بلکه می‌تواند آن را

www.SID.ir

Archive of SID

بهبود بخشد. چرا که با روش‌هایی مثل جانشینی منابع، ابداعات مربوط به فناوری، تغییر الگو تقاضا هنگام تغییر قیمت‌های نسبی این کار امکان‌پذیر است. مؤید این نظریه مطالعات متعددی است که توسط افرادی مثل کل و همکاران[1] (۱۹۹۷) و آسافو- آجائی[2] (۱۹۹۸) انجام شده است.

اهداف تحقیق

هدف مطالعه حاضر آن است که ابتدا به بررسی وجود رابطه بلندمدت بین حجم گاز دی‌اکسیدکربن (CO_2) و ذرات معلق کمتر از۱۰ میکرون در هوا (PM10) با درآمد سرانه در ایران پرداخته و سپس منحنی زیست‌محیطی کوزنتز مورد آزمون تجربی قرار می‌گیرد.

سوالات تحقیق

۱ـ آیا رابطهٔ بلندمدت بین درآمد سرانه و آلودگی‌ها (CO_2 و PM10) وجود دارد؟

۲ـ آیا فرضیهٔ زیست محیطی کوزنتز در ایران صادق است؟

پیشینه تحقیق

مطالعات مختلفی در دنیا در رابطه با ارتباط شاخص‌های آلودگی هوا و رشد اقتصادی صورت گرفته است که به چند مورد آن اشاره می‌گردد.

پانایوتو[3] (۱۹۹۳، ۱۹۹۵) مطالعه‌ای را روی گازهای SO_2 (دی اکسید سولفور)، NO_X، SPM[4] (ذرات معلق هوا) و جنگل‌زدایی در پنجاه و پنج کشور در حال توسعه با استفاده از داده‌های سال‌های ۸۸-۱۹۸۷ جهت آزمون منحنی زیست‌محیطی کوزنتز انجام داده و نتیجه گرفت که انتشار سرانه آنها با شکل U وارونه منحنی زیست‌محیطی کوزنتز مطابقت دارد و

1- Cole et al.
2- Asafu and Adjaye
3- Panayotou
4- Suspended particulate Mather

www.SID.ir

Archive of SID

نقاط عطف این شاخص‌ها به ترتیب ۳۰۰۰، ۴۵۰۰، ۵۵۰۰ و ۸۲۱۳ دلار بود (دهقانیان و فرجزاده، ۱۳۸۱: ۲۸۳).

گروسمن[1] (۱۹۹۳) با استفاده از داده‌های حاصل از ۴۸۸ ایستگاه نمایشی از ۶۴ کشور در دوره ۱۹۹۷-۱۹۹۰ مطالعه جامعی روی منحنی زیست‌محیطی کوزنتز انجام داد و برای شاخص‌های CO (منوکسیدکربن)، NO_2 (اکسید نیترو)، SPM، کولی باکترها[2]، تقاضای اکسیژن بیولوژیکی[3] و تقاضای اکسیژن شیمیایی[4] روابط U وارونه شکلی مشاهده شد که نقاط عطف آنها به ترتیب ۱۶۰۰۰، ۱۸۵۰۰، ۲۲۸۰۰، ۸۵۰۰ ، ۱۰۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ دلار بود.

کل و همکاران (۱۹۹۷) به این نتیجه رسیدند که انتشار سرانه NO_2، SPM و CO در بسیاری از کشورهای پیشرفته در حال کاهش است. اما CO_2 و هم مصرف انرژی با افزایش درآمد به طور یکنواختی افزایش پیدا می‌کنند.

آراهاتا[5] (۲۰۰۳) مطالعه‌ای روی آفت‌کش‌ها در ژاپن انجام داد و دریافت که سطح درآمد اثر معناداری روی مصرف آفت‌کش‌ها دارد. او در این مطالعه به درستی فرضیه EKC[6] رسید.

پاودل[7] و همکاران (۲۰۰۵) منحنی زیست‌محیطی کوزنتز برای CO_2 را در ۱۶ کشور آمریکای لاتین تخمین زدند و نتایج نشان داد که اکثر کشورهای آمریکای لاتین در بخش صعودی منحنی EKC برای CO_2 قرار دارند.

1- Grosman

۲- نوعی از باکتری‌ها

۳- تقاضا برای اکسیژن بیولوژیکی (Biological Oxygen Demand) مقدار اکسیداسیون طبیعی است که در یک نمونه از آب و در یک دوره زمانی مشخص به وقوع می‌پیوندد.

۴- تقاضا برای اکسیژن شیمیایی (Chemical Oxygen Demand) مقدار اکسیژنی است که هنگام اضافه شدن یک اکسید کننده به نمونه آب مصرف می‌شود.

5- Arahata

6- Environmental Kuznets Curve

7- Paodel et al.

www.SID.ir

Archive of SID

مانگی و رانجانجنا[1] (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای روی SPM، NO_2 و SO_2 در هند و در طی دوره زمانی ۲۰۰۳-۱۹۹۱ انجام داده و نشان دادند که روی هم رفته کیفیت زیست محیطی در هند کاهش یافته است، اما منحنی زیست‌محیطی کوزنتز یک رابطه مثبتی را بین اثر تجمعی درآمد و کیفیت محیط زیست نشان می‌دهد.

شعبانی و همکاران (۱۳۸۶) مطالعه‌ای را بر روی CO_2 و رابطه‌اش با تولید ناخالص داخلی انجام دادند و نتیجه گرفتند که میزان انتشار CO_2 در هوای ایران با منحنی EKC همخوانی ندارد و پیوسته در حال افزایش می‌باشد، یعنی نقطه عطفی وجود ندارد.

از بررسی مجموعه مطالعات فوق چنین به نظر می‌رسد که فرضیه EKC به جز در مورد احتمالاً CO_2، غالباً برای دیگر شاخص‌های آلودگی هوا در کشورهای مختلف دنیا صادق است.

مواد و روش‌ها

منطق اصلی فرضیه انتقال زیست‌محیطی[2] یا فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتز این است که میان تعداد زیادی از شاخص‌های زیست‌محیطی و سطح درآمد سرانه رابطه‌ای به شکل U وارونه وجود دارد. یعنی با افزایش درآمد سرانه، در ابتدا تخریب زیست محیطی افزایش خواهد یافت، اما سرانجام پس از رسیدن به سطح حداکثر کاهش می‌یابد. این رابطه نام خود را از سیمون کوزنتز[3]، برنده‌ی جایزه‌ی نوبل، که بین نابرابری درآمد و درآمد رابطه‌ایی به شکل U وارونه پیدا کرد، گرفته شده است. به سطح حداکثر آلودگی نقطه عطف[4] گفته می‌شود که کانون بحث پیرامون کنترل آلودگی است. اهمیت منحنی کوزنتز در این است که بیان می‌کند، رشد اقتصادی شرایطی برای حمایت از محیط زیست فراهم می‌آورد (دهقانیان و فرجزاده، ۱۳۸۱: ۲۵۶).

1- Mangi and Rangangena
2- Environmental Transition Hypothesis
3- Simon Kuznets
4- Turning Point

www.SID.ir

Archive of SID

برای رسیدن به هدف مطالعه با استفاده از رابطه علیت گرنجر و علیت هسیائو، به بررسی وجود رابطه بین CO_2 و PM10 با درآمد سرانه و با برآورد تابع درجهٔ دوم بین آنها و درآمد سرانه به بررسی شکل منحنی زیست‌محیطی کوزنتز در مورد ایران پرداخته شده است. اطلاعات آماری مورد استفاده در این مطالعه به صورت سری زمانی و براساس داده‌های سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۵۴ بوده که آمار مربوط به مقدار انتشار PM10 و CO_2 از سایت بانک جهانی[1] و آمار مربوط به درآمد سرانه واقعی به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ از سایت بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران[2] اخذ شده است. رابطه بین درآمد سرانه و PM10 به علت کمبود آمار برای دوره ۱۳۸۶-۱۳۷۱ مورد مطالعه قرار گرفته است.

1- آزمون علیت گرنجر

برای بررسی رابطه بین درآمد سرانه[3](PI) با حجم CO_2 و PM10 از آزمون علیت گرنجر استفاده شد که در مطالعات اقتصادسنجی به طور گسترده کاربرد دارد. مدلهای رگرسیونی در شکل کلی به صورت زیر است:

$$g_t = a + \sum_{i=1}^{m} b_t g_{t-1} + \sum_{i=1}^{n} d_i s_{t-i} + e_t \qquad (۱)$$

$$s_t = a + \sum_{j=1}^{q} bjs_{t-1} + \sum_{j=1}^{r} Cjg_{t-j} + V_t \qquad (۲)$$

که در آن: r، q، n و m حداکثر تعداد وقفه و V_t, e_t جملات اخلال می‌باشند. برای جواب مدل‌های(۱) و (۲) چهار حالت مختلف وجود دارد:

۱ـ چنانچه ضریب تخمینی $\sum\delta_i$ از نظر آماری غیرصفر و $\sum C_j$ صفر باشد، علیت یک‌طرفه از s به g است.

1- www.worldbank.com
2- www.tsd.cbi.ir
3- Per Capita Income

www.SID.ir

Archive of SID

۲ـ چنانچه ضریب تخمینی $\sum\delta_i$ از نظر آماری صفر و $\sum C_j$ غیر صفر باشد، علیت یک‌طرفه از g به s می‌باشد.

۳ـ چنانچه ضرائب $\sum\delta_i$ و $\sum C_j$ برابر صفر باشند، دو متغیر s و g مستقل از هم هستند.

۴ـ اگر ضرائب $\sum\delta_i$ و $\sum C_j$ از نظر آماری غیر صفر باشند، علیت دو طرفه یا یک جریان باز خورد خواهیم داشت (ابریشمی، ۱۳۸۷: ۷۹۰).

باید توجه کرد که در آزمون علیت گرنجر، تعیین تعداد وقفه از اهمیت بالایی برخوردار است. در ادبیات مربوط به تعیین تعداد وقفه، وقفه‌ها به صورت متوالی و با ارزش‌های یکسان انتخاب می‌شوند و به طور معمول تا ۳ وقفه به کار می‌رود.

2- آزمون علیت گرنجر هسیائو

هسیائو[1]، برای تعیین طول وقفه واقعی، از یک روش سیستماتیک استفاده کرد. در این روش علیت گرنجر و خطای پیش‌بینی نهایی[2] برای تعیین طول وقفه بهینه با یکدیگر ترکیب می‌یابند. در گام اول روش هسیائو، طول وقفه برای i=1,… ,m و در گام دوم طول وقفه j=1… ,n محاسبه می‌شود. الگوی زیر را در نظر بگیرید:

$$\Delta P_t = a + \sum_{i=1}^{m} B_i \Delta P_{t-i} + \sum_{j=1}^{n} S_t \Delta X_{t-j} + et \qquad (۳)$$

در این الگو نخست برای تعیین تعداد وقفه بهینه (m) برای هر وقفه (بدون در نظر گرفتن مجموع دوم عبارت سمت راست رابطه) یک رگرسیون برآورد می‌شود و برای هر رگرسیون معیار FPE به شکل زیر به دست می‌آید:

$$FPE(m) = \frac{T+M+1}{T-M-1}.\frac{SSR(m)}{T} \qquad (۴)$$

1- Hsiaos
2- Final Prediction Error (FPE)

www.SID.ir

Archive of SID

که در آن T اندازه نمونه، m طول وقفه بهینه و SSR(m) مجموع مربعات باقیمانده است. برای تعیین طول وقفه بهینه، FPE های حاصله از رگرسیون‌های مختلف، با هم مقایسه می‌شود. رگرسیونی که دارای کمترین FPE باشد، طول وقفه بهینه (m) را ارائه می‌دهد. در گام دوم، الگوی شماره ۳ را به طور کامل و با وقفه مشخص m برای تعیین طول وقفه بهینه n برآورد و آنگاه FPEهای به دست آمده از رگرسیون‌های مختلف آن تشکیل می‌شود:

$$FPE\left(m^{*},n\right)=\frac{T+m^{*}+n+1}{T-m^{*}-n-1}.\frac{SSR\left(m^{*},n\right)}{T} \qquad (۵)$$

که در آن m^{*} طول وقفه بهینه به دست آمده از گام اول و n طول وقفه بهینه گام دوم است. در این مرحله نیز تعداد وقفه بهینه در رگرسیونی به دست می‌آید که دارای کمترین مقدار FPE باشد. اگر $FPE\left(m^{*}\right)\langle FPE\left(m^{*},n^{*}\right)$ باشد، آنگاه می‌توان گفت ΔX علت گرنجری ΔP نیست و اگر رابطه برعکس برقرار باشد، ΔX علت گرنجری ΔP می‌باشد. شرط لازم برای انجام این آزمون و آزمون علیت گرنجر این است که تمام متغیرها باید ایستا باشند و اگر ایستا نباشند، باید از آنها تفاضل‌گیری نمود تا ایستا شوند و سپس از تفاضل ایستا برای انجام آزمون استفاده کرد (هسیائو،۱۹۸۱: ۱۰ و آرمن و همکاران، ۱۳۸۴: ۱۲۸).

عموماً برای بررسی فرض ایستایی متغیرها از آزمون دیکی فولر تعمیم یافته[1] (ADF) استفاده می‌شود که فرم عمومی این آزمون به صورت زیر است:

$$\Delta Y_t=\alpha+bT+SY_{t-1}+\sum_{t=1}^{p}\Phi i\Delta Y_{t-i}+\varepsilon_t \qquad (۶)$$

که در آن ΔY تفاضل مرتبه اول سری درآمد سرانه، دی‌اکسیدکربن و ذرات معلق در هوا، T روند زمانی و P تعداد وقفه‌ها است. پس از برآورد مدل‌ها به روش حداقل مربعات معمولی فرضیه زیر آزمون می‌شود:

H_0: S = ۱

H_1: S < ۱

1- Augmented Dickey Fuller

www.SID.ir

Archive of SID

رد فرضیه صفر بیانگر وجود ریشه واحد در سری مورد نظر است. بدین صورت که اگر مقدار قدر مطلق ADF تخمینی از قدر مطلق مقادیر بحرانی ارائه شده توسط دیکی فولربیشترباشد، H_0رد می‌شود، یعنی سری مورد نظر ایستا است. (نوفرستی، ۱۳۷۸: ۵۰-۲۵ و اندرز[1]، ۲۰۰۴: ۲۶۲).

نتایج و بحث

برای پی‌بردن به خصوصیات ایستایی متغیرها، از آزمون دیکی فولرتعمیم یافته استفاده شد که نتایج آن در جدول (۱) آمده و نشان می‌دهد که سری‌های زمانی درآمد سرانه، CO_2 و PM10در سطح ایستا هستند. لذا می‌توان آزمون علیت هسیائو و گرنجر را انجام داد.

جدول شماره (1) نتایج آزمون دیکی فولر تعمیم‌یافته شامل عرض از مبدأ و بدون روند

متغیر	ADF	مقادیر بحرانی			سطح معنی‌داری
		1%	5 %	10%	
درآمد سرانه (۳۱ سال)	-۲/۸	-۳/۶	-۳/۶	-۲/۶	۰/۰۶
CO2	-۵/۲	-۳/۶۶	-۲/۹	-۲/۶	۰/۰۰۰۲
PM 10	-۴/۹۹	-۴	-۳/۱۱	-۲/۷	۰/۰۰
درآمد سرانه (۱۶ سال)	-۳/۶۵	-۴	-۳/۰۹	-۲/۶۹	۰/۰۱

ابـتدا با استفاده از روش هسیائو طول وقفه بهـینه در حالت‌های مختلف محاسبه می‌شود. همانگونه که در جدول (۲) مشاهده می‌گردد، در شرایطی که متغیر درآمد سرانه به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شود، دارای ۳ وقفه بهینه و حجم گاز CO_2 نیز در این شرایط دارای ۲ وقفه بهینه می‌باشد.

1- Enders

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره (2) تعیین طول وقفه بهینه با درآمد سرانه به عنوان متغیر وابسته

ردیف	مدل	طول وقفه	FPE*
۱	$PI = a_0 + PI(1,1) + et$	۱	۴۲۵۳۸۵
۲	$PI = a_0 + PI(1,2) + et$	۲	۴۱۳۴۷۲
۳	$PI = a_0 + PI(1,3) + et$	۳**	۲۷۷۹۹۳
۴	$PI = a_0 + PI(1,4) + et$	۴	۲۸۶۳۷۸
۵	$PI = a_0 + PI(1,3) + CO2(1,1) + et$	(۳)-۱	۲۹۵۶۸۵
۶	$PI = a_0 + PI(1,3) + CO2(1,2) + et$	**(۳)-۲	۲۴۹۹۹۸

** **طول وقفه بهینه انتخاب شده که دارای کمترین مقدار** FPE **می‌باشد**

هم چنان که که در جدول شماره (۳) مشاهده می‌شود، در شرایطی که متغیر CO_2 به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته می‌شود، درآمد سرانه دارای وقفه بهینه ۱ و حجم گاز CO_2 نیز دراین شرایط دارای وقفه بهینه ۳ می‌باشد.

جدول شماره (3) تعیین طول وقفه بهینه با دی‌اکسیدکربن به عنوان متغیر وابسته

ردیف	مدل	طول وقفه	FPE
۱	$CO2 = a_0 + CO2(1,1) + et$	۱	۰/۰۸
۲	$CO2 = a_0 + CO2(1,2) + et$	۲	۰/۰۷۶
۳	$CO2 = a_0 + CO2(1,3) + et$	**۳	۰/۰۶۷
۴	$CO2 = a_0 + CO2(1,4) + et$	۴	۰/۰۶۹
۵	$CO2 = a_0 + CO2(1,3) + PI(1,1)$	**(۱)-۱	۰/۰۶۲
۶	$CO2 = a_0 + CO2(1,3) + PI(1,2)$	(۱)-۲	۰/۰۶۶

** **طول وقفه بهینه که دارای کمترین مقدار** FPE **می‌باشد**.

همان گونه که در جدول شماره(۴) ملاحظه می‌گردد، طول وقفه بهینه در حالتی که متغیر وابسته درآمد سرانه باشد، ۱ و در این شرایط PM10 دارای وقفه بهینه ۳ است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره (4) تعیین طول وقفه بهینه با درآمد سرانه به عنوان متغیر وابسته

ردیف	مدل	طول وقفه	FPE
۱	$PI = a_0 + PI(1,1) + et$	**۱	۷۴۳۷۴
۲	$PI = a_0 + PI(1,2) + et$	۲	۸۲۰۰۸
۳	$PI = a_0 + PI(1,1) + PM10(1,1) + et$	(۳)-۱	۵۸۲۲۵
۴	$PI = a_0 + PI(1,1) + PM10(1,2) + et$	(۳)-۲	۳۷۳۳۳
۵	$PI = a_0 + PI(1,1) + PM10(1,3) + et$	**(۳)-۳	۳۴۹۳۵
۶	$PI = a_0 + PI(1,1) + PM10(1,4) + et$	(۳)-۴	۳۹۹۳۱

** **طول وقفه بهینه**

با توجه به جدول شماره (۵) طول وقفه بهینه PM10 در حالتی که متغیر وابسته PM10 می‌باشد، ۲ و طول وقفه بهینه درآمد سرانه در این شرایط ۱ می‌باشد.

جدول شماره (5) تعیین طول وقفه بهینه باذرات معلق کمتر از 10 میکرون در هوا به عنوان متغیر وابسته

ردیف	مدل	طول وقفه	FPE
۱	$PM10 = a_0 + PM10(1,1) + et$	۱	۱۳/۵۷
۲	$PM10 = a_0 + PM10(1,2) + et$	**۲	۱۲/۷۱
۳	$PM10 = a_0 + PM10(1,3) + et$	۳	۱۳/۱۴
۴	$PM10 = a_0 + PM10(1,2) + PI(1,1)$	**(۱)-۱	۱۴/۷۹
۵	$PM10 = a_0 + PM10(1,2) + PI(1,2)$	(۱)-۲	۱۶/۶۹

** **طول وقفه بهینه**

از نتایج جداول (۲) تا (۵) اینگونه استنباط می‌شود که جهت علیت بین دی‌اکسیدکربن و درآمد سرانه به صورت دوطرفه است و همچنین جهت علیت از ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون به سمت درآمد سرانه یک طرفه می‌باشد. به منظور بررسی بیشتر صحت این نتایج، از آنجا که طول وقفه بهینه برای دومتغیر CO2 و PI یکسان به دست آمد، آزمون علیت گرنجر انجام شد که نتایج آن درجدول ۶ آمده و نشان می‌دهد که در هر دو آزمون فرضیه

www.SID.ir

Archive of SID

صفر رد شده است. چرا که در هر دو آزمون F محاسباتی از F جدول بیشتر شده و در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. بنابراین رابطه دوطرفه بین این دو متغیر تأیید می‌شود.

جدول شماره (6) نتایج آزمون علیت گرنجر با به کارگیری FPE برای تعیین طول وقفه بهینه برای دی‌اکسید کربن و درآمد سرانه

فرضیه صفر	تعداد وقفه	F محاسباتی	سطح معنی‌داری
CO2 علت درآمد سرانه نیست	۳	۶/۶۷	۰/۰۰۲
درآمد سرانه علت CO2 نیست	۳	۳/۸۲	۰/۰۲

با توجه به اینکه وقفه بهینه دو متغیر درآمد سرانه و ذرات معلق یکسان نیست، لذا مدل‌های زیر برآورد و نتایج آن در جداول ۷ و ۸ منعکس است.

$$PM\ 10 = B_0 + B_1 PM\ 10(-1) + B_2 PI\ (-1) \qquad (۷)$$

$$PI\ = B_3 + B_4 NI\ (-1) + B_6 PM\ 10(-1) \qquad (۸)$$

جدول شماره (7) نتایج برآورد رگرسیون با PM10 به عنوان متغیر وابسته

نام متغیر	مقدار ضرائب	انحراف معیار	آماره t	سطح معنی‌داری
عرض از مبدأ	-۷/۷۷	۱۶/۷۵	-۰/۴۶	۰/۶۵
PM10(-1)	۱/۰۵	۰/۱۰	۱۰/۳۶	۰/۰۰
PI(-1)	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۹	۰/۹۲

R^2=۰/۹۶ F=۱۷۵/۰۴ P-value=۰/

جدول شماره (8) نتایج برآورد رگرسیون با درآمد سرانه به عنوان متغیر وابسته

نام متغیر	مقدار ضرائب	انحراف معیار	آماره t	سطح معنی‌داری
Cons	۲۶۵۰/۲۲	۱۲۱۴/۴۲	۲/۱۸	۰/۰۴
PI(-1)	۰/۷۲	۰/۱۷	۴/۲۵	۰/۰۰۱
PM10(-1)	-۱۸	۷/۴۰	-۲/۴۳	۰/۰۳

R2=۰/۹۰ F=۶۸/۴۴ P-value=۰/۰۰

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که ضریب برآوردی PI(-1) در رابطه ۷ معنی‌دار نبوده و از طرف دیگر ضریب تخمینی برای PM10(-1) در رابطه ۸ معنی‌دار شد، پس رابطه به صورت یک‌طرفه از PM10 به درآمد سرانه وجود دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

به منظور بررسی شکل منحنی کوزنتز، به برآورد تابع درجه دوم دی‌اکسیدکربن برروی درآمد سرانه و همچنین PM10 روی درآمد سرانه پرداخته که نتایج در جداول ۹ و۱۰ نشان داده شده است.

جدول شماره (9) نتایج برآورد رگرسیون با ذرات معلق در هوا به عنوان متغیر وابسته

نام متغیر	مقدار ضرائب	انحراف معیار	مقدار آماره t	سطح معنی‌داری
عرض از مبدا	۷۹/۵	۳۹/۹	۱/۹	۰/۰۶
PI	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۶	۰/۵۲
PI^2	-۲/۳۰E-۰۶	۱/۶۵E-۰۶	-۱/۳	۰/۱

R^2=۰/۹۰ F=۶۲/۴۵ P-value=۰/۰۰ D.W=۲

جدول شماره (10) نتایج برآورد رگرسیون با دی‌اکسیدکربن به عنوان متغیر وابسته

نام متغیر	مقدار ضرایب	انحراف معیار	آماره t	سطح معنی‌داری
عرض از مبدا	۰/۳۳	۰/۵۳	۰/۶۱	۰/۵۴
PI	-۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۶۰۶	۰/۵۴۸
PI^2	۱/۶۴E-۰۶	+۲/۳E-۰۸	۰/۷۱	۰/۴۸

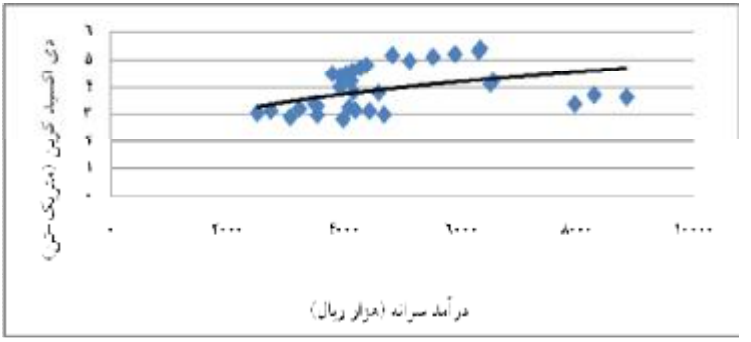
R^2=۰/۹۳ F=۱۳۵/۸۷ P-value=۰/۰۰ D.W= ۲/۰۸

همان طور که مشاهده می‌شود، علامت منفی توان دوم متغیر درآمد سرانه برای ذرات معلق کمتر از۱۰ میکرون در هوا، نشان‌دهنده تعقر به سمت پایین نمودار آن نسبت به درآمد سرانه کشور می‌باشد. اما علامت مثبت توان دوم متغیر درآمد سرانه برای گاز دی‌اکسیدکربن نشان‌دهنده تقعر به سمت بالای نمودار آن می‌باشد. به منظور بررسی بیشتر، نمودارهای شماره ۱ و۲ رسم شده است. با توجه به نمودار شماره ۱ می‌توان گفت، با وجود تقعر نسبی منحنی زیست‌محیطی کوزنتز برای دی‌اکسیدکربن در شرایط مربوط به ایران، این منحنی شکل اصلی منحنی زیست محیطی کوزنتز را دارا نمی‌باشد، یعنی در طی دوره مورد نظر، نرخ رشد حجم گاز دی‌اکسیدکربن بیشتر از درآمد سرانه بوده و به همین دلیل درآمد سرانه نتوانسته بر انتشار حجم دی‌اکسیدکربن موثر شده و باعث کاهش آن گردد. به عبارت دیگر، با افـزایش درآمد سـرانه حجم انتشار CO_2 افزایش مـی‌یابد که مشابه نتـایج مطالعه

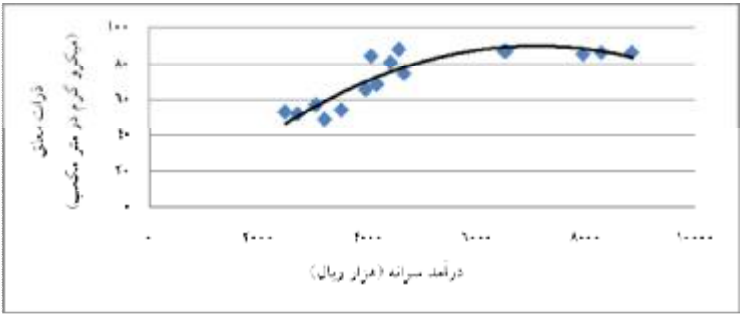
www.SID.ir

Archive of SID

پژوهشگرانی نظیر شعبانی و همکاران (۱۳۸۶)، پاودل و همکاران (۲۰۰۵) و کل و همکاران (۱۹۹۷) می‌باشد. اما در مورد ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون منحنی زیست‌محیطی کوزنتز شکل اصلی خود (U وارونه) را دارد. یعنی در طی دوره مورد نظر نرخ رشد درآمد سرانه از نرخ رشد ذرات معلق در هوای ایران بیشتر بوده و به همین دلیل درآمد سرانه بر حجم ذرات معلق تأثیرگذار بوده و موجب کاهش آن شده است و در نتیجه نمودار دارای نقطه عطف می‌باشد. نرخ رشد متغیرهای فوق در نمودارهای شماره ۳، ۴ و ۵ آمده است.



نمودار شماره (1) منحنی کوزنتز برای گاز دی اکسید کربن طی سال‌های 86-1354

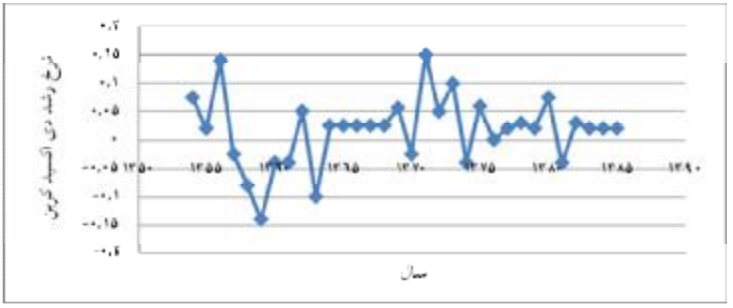


نمودار شماره (2) منحنی کوزنتز برای ذرات معلق در هوا طی سال‌های 86-1354

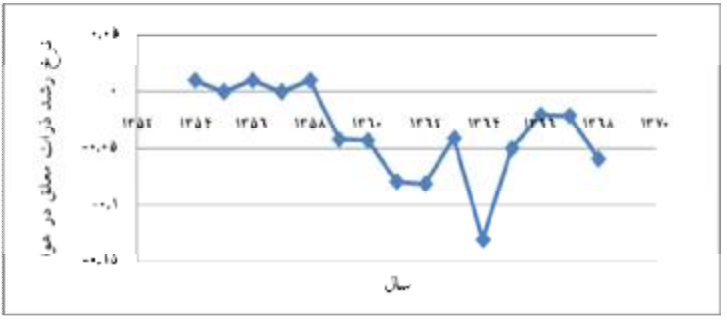
www.SID.ir

Archive of SID

نمودار شماره (3) روند نرخ رشد درآمد سرانه طی سال‌های 86-1354



نمودار شماره (4) روند نرخ رشد دی اکسید کربن طی سال‌های 86-1354



نمودار شماره (5) روند نرخ رشد ذرات معلق در هوا طی سال‌های 86-1371

www.SID.ir

Archive of SID

اگر نتایج جدول شماره ۹ به صورت رابطه شماره ۹ نوشته شود، از حداکثرسازی این رابطه، نقطه عطف منحنی کوزنتز در درآمد سرانه ۲۱۷۳/۹ هزار ریال اتفاق می‌افتد. به این صورت که میزان این آلودگی تا سطح درآمد سرانه فوق افزایش یافته و بعد از آن کاهش می‌یابد که مشابه نتیجه پژوهشگرانی نظیر کل و همکاران (۱۹۹۷)، گروسمن (۱۹۹۲) و پانایوتو (۱۹۹۵) می‌باشد.

$$PM^{\wedge}۱۰=۷۹/۵+۰/۰۱\ PI-(۲/۳۰*۱۰^{-۶})PI^{۲} \qquad (۹)$$

پیشنهادات

با توجه به نتایج روابط بین درآمد سرانه کشور (به عنوان شاخص رشد اقتصادی) و برخی از شاخص‌های آلودگی هوا نظیر CO_2 و PM10، استنباط عمده این است که ممکن است رشد اقتصادی لزوماً به افزایش زیان به محیط زیست در طول زمان منجر نشود و احتمالاً بعضی از شاخص‌های زیست‌محیطی در ابتدا با شروع رشد به دلیل فشار به منابع در وضعیت بد قرار گیرند، ولی بعداً با افزایش درآمد در بعضی از شاخص‌ها بهبود حاصل گردد. در این راستا تجربه کشورهای صنعتی حاکی از آن است که رشد اقتصادی را می‌توان با مدیریت بهتر با محیط زیست هماهنگ کرد. به عبارت دیگر پیوندهایی که بین رشد اقتصادی و آثار زیان‌بار زیست‌محیطی برقرار است را می‌توان تعدیل کرد. لذا می‌توان توصیه کرد که ۱- جهت کاهش آثار زیان‌بار CO_2 نه تنها باید از تخریب جنگل‌ها جلوگیری به عمل آید، بلکه بایستی جنگل کاری در کشور توسعه یابد. ۲- استفاده از سوخت و انرژی‌های تجدیدشونده مثل انرژی خورشیدی، باد، آب و زیست‌بوم در دستور کار جدی برنامه‌ریزان کشور قرار گیرد و در این زمینه‌ها سرمایه‌گذاری‌های بیشتری صورت پذیرد. ۳- دولت از طریق رسانه‌های گروهی در جهت فرهنگ‌سازی برای حفظ محیط‌زیست جدیت بیشتری داشته و با آموزش مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگانی که به نحوی در تولید گازهای آلوده‌کننده نقش دارند، گام بزرگی در کاهش آلودگی‌ها بردارد و نیز گنجاندن آموزش‌های لازم در کتب درسی مدارس و دانشگاه‌ها می‌تواند تأثیر مثبتی در کنترل آلودگی‌ها داشته باشد. ۴- دادن یارانه‌های تشویقی به فعالان اقتصادی حافظ محیط‌زیست نظیر وام‌های کم‌بهره و بلندمدت. ۵- کنترل رشد بی‌رویه جمعیت نیز می‌تواند در جلوگیری از آلودگی محیط زیست مؤثر واقع شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱ـ ابریشمی، حمید (۱۳۷۸)،«***مبانی اقتصادسنجی***»، *(ترجمه)*، جلد دوم، چاپ دوم، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

۲ـ ارباب، حمیدرضا (۱۳۸۲)، «***اقتصاد محیط‌زیست و منابع طبیعی***»، *(ترجمه)* تهران، انتشارات نشر نی، چاپ اول.

۳ـ آرمن، سیدعزیز و زارع، روح‌الله (۱۳۸۴)، «بررسی رابطه علیت گرنجری بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران در طی سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۴۶»، ***فصلنامهٔ پژوهش‌های اقتصادی ایران***، شماره ۲۴، صفحات ۱۴۳-۱۱۷.

۴ـ دهقانیان، سیاوش و فرجزاده، زکریا (۱۳۸۱)، «***اقتصاد محیط زیست برای غیر اقتصاددانان***»، *(ترجمه)*، مشهد، انتشارات دانشگاه مشهد.

۵ـ دهقانیان، سیاوش؛ کوچکی، عوض و کلاهی‌اهری، علی (۱۳۷۴)، «***اقتصاد محیط زیست***»، (ترجمه)، مشهد، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ اول.

۶ـ شعبانی، زهره. صالح، ایرج و یزدانی، سعید (۱۳۸۶)، بررسی رابطه علیت بین تولید ناخالص داخلی و حجم گازهای گلخانه‌ای در ایران: مطالعه موردی گاز دی‌اکسید کربن، مشهد، «***ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران***».

۷ـ نوفرستی، محمد (۱۳۷۸)، «***ریشه واحد و هم جمعی در اقتصادسنجی***»، انتشارات مؤسسه خدمات فرهنگی رسا، تهران.

8- Arahata, K. (2003), "***Income Growth and Pesticide Consumption in the Future: Applying The Environmental Kuznets Curve Hypothesis"***, The Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Gifu University, Pp: 501-1193, Japan.

9- Asafu-Adjaye, J. (1998), "An Empirical Test of the Environmental Transition Hypothesis", ***Indian Journal of Quantitative Economics***, Xlll, Pp: 67-92.

10- Cole, M.A., Rayner, A.J. and Batez, J.M. (1997), "***The Environmental Kuznets Curve: An Empirical Analysis***

www.SID.ir

Archive of SID

Environment and Development Economics", Vol. 2, Pp: 401-416.

11- Enders, W. (2004), ***"Applied Econometric Time Series***", Iowa State University.

12- Grossman, G. (1993), ***"Pollution and Growth: What do We Know?***", CEP، Pp: 836-848, Center for Economic Policy Research London.

13- Hsiao, C. (1981), "Autoregressive Modeling and Money-Income Causality Detection", ***Journal of Monetary Economics***, Vol. 7, Pp: 85-106.

14- Mangi, Sh. and Rangangena, P. (2008), "***Environmental Productivity and Kuznets Curve in India Ecological***", Vol. 65, Pp: 432-440.

15- Panayotou, T. (1993), "***Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development"***, Working Paper, WP238, Technology and Employment Program, ILo, Geneva.

16- Panayotou, T. (1995), "Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development" In I. Ahmed and J.A Doeleman (eds.), ***Beyond Rio: The Environmental Crisis and Environment and Sustainable Livelihoods in the Third World***, MacMillan and London.

17- Paudel, K.P., Zapata, H. and Aleyandro, D. (2005), ***"Carbon Dioxide (CO2) Emission in Latin America: Looking for the Existence of Environmental Kuznets Curves"***, Development of Agricultural Economic and Agribusiness.

www.SID.ir