علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره پانزدهم، شماره سه، پاییز ۹۲

بررسی منحنی زیست محیطی کوزنتس در ایران با استفاده از سیستم معادلات همزمان

مهدیه مسنن مظفری[1*]
mmosannan@gmail.com
محمود صبوحی[۲]
msabuhi39@yahoo.com

تاریخ دریافت:۸۶/۱۰/۱۵ **تاریخ پذیرش:۸۷/۳/۱**

چکیده

تجربه کشورهای توسعه یافته نشان می‌دهد با افزایش تولید سرانه، ابتدا آلودگی زیست محیطی افزایش و سپس در سطحی از تولید سرانه به علت توجه به محیط زیست، آلودگی کاهش می‌یابد. این موضوع را می‌توان در منحنی زیست محیطی کوزنتس نشان داد. اهداف این مطالعه، تعیین نوع رابطه بین آلودگی دی اکسید کربن و تولید سرانه با استفاده از تست هاسمن و سپس تخمین معادله با استفاده از سیستم معادلات همزمان، برآورد منحنی کوزنتس در ایران و تعیین سطح تولید سرانه‌ای بود که انتظار می‌رود بعد از آن توجه به محیط زیست افزایش یافته و در نتیجه نرخ تولید آلودگی کاهش یابد. نتایج نشان داد رابطه بین آلودگی و تولید سرانه رابطه‌ای دو طرفه می‌باشد. همچنین نرخ کاهش آلودگی در سطح تولید سرانه ۶۵۰۹۷۲۰ ریال اتفاق خواهد افتاد. با توجه به شبیه‌سازی صورت گرفته به روش خود رگرسیون میانگین متحرک می‌توان پس از ۱۷ سال به این تولید سرانه دست پیداکرد.

واژه های کلیدی: سیستم معادلات همزمان، منحنی کوزنتس، تولید سرانه، آلودگی.

۱- دانشجوی دکترای دانشگاه زابل [*](مسئول مکاتبات).
۲- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل

مقدمه

نخستین گام برای دستیابی به اهداف توسعه صنعتی سالم و پایدار، شناسایی پیامدهای گوناگون فعالیت‌های صنعتی است که یکی از آن‌ها آلودگی هوا می‌باشد. هر چند اشکال مختلف آلودگی محیط‌زیست وابسته و قابل تبدیل به یکدیگرند، ولی آنچه اهمیت آلودگی هوا را بیشتر می‌سازد، نقش هوا به عنوان حیاتی‌ترین ماده برای ادامه زندگی انسان، آثار گوناگون و غالباً جبران‌ناپذیر آلاینده‌ها بر سلامتی انسان و محدود بودن توانایی بشر در کاهش و کنترل آلودگی‌های هوا است. در حال حاضر، در بسیاری از کشورهای در حال رشد، صنایع پس از وسایط نقلیه، مهم‌ترین منابع آلودگی هوا می‌باشند. هر چند در مناطق غیرشهری صنعتی و شهرک‌های صنعتی، صنایع از این نظر، در جایگاه نخست قرار دارند. مسئله‌ای که مشکل آلودگی هوای ناشی از منابع صنعتی را تشدید می‌کند آن است که بسیاری از آلاینده‌های تولیدشده از فرایندها و عملیات صنعتی، غالباً تجزیه‌ناپذیرند و معمولاً به میزان زیاد و غیرقابل کنترل در هوا انتشار می‌یابند. به‌علاوه، ماهیت فعالیت‌های تولیدی و غیر تولیدی موجود در صنعت، موجب گوناگونی منابع و انواع آلاینده‌های صنعتی می‌شود. طبعاً هرچه فرایندها و عملیات صنعتی بیشتر باشند، فراوانی و گوناگونی پسماندها و آلاینده-های مستقیم و غیرمستقیم هوا نیز زیادتر و نیاز به شیوه‌های ویژه جهت شناسایی، نمونه‌برداری، اندازه‌گیری، تجزیه و تحلیل آثار و نهایتاً روش‌های کنترل و کاهش آن‌ها بیشتر خواهد بود (۱).

با توجه به صنعتی شدن تعداد زیادی از کشورها در دهه‌های اخیر و رسیدن به سطوح بالای تولید و درآمد، این سؤال مطرح می‌شود که هزینه چنین موفقیتی چیست؟ آیا این امر با تخریب کیفیت محیط‌زیست و استفاده بیش از حد آن به وجود آمده است؟

منحنی زیست‌محیطی کوزنتس سعی دارد به این سؤالات پاسخ دهد. فرضیه ضمنی در منحنی زیست‌محیطی کوزنتس رابطه بین شاخص‌های مختلف زیست‌محیطی و سطوح درآمد سرانه است. این فرضیه از نظریه توزیع درآمد کوزنتس (۱۹۹۵) که در آن رابطه درآمد سرانه و توزیع درآمد اشاره‌شده، گرفته شده است. منحنی زیست‌محیطی کوزنتس از این جهت مهم است که می‌گوید رشد اقتصادی عاملی است برای حمایت از محیط‌زیست، نه از بین رفتن آن (۲). گراسمن و کروگر (۱۹۹۱) رابطه EKC[1] را برای اولین بار تخمین زدند. این دو در سال ۱۹۹۵ در ادامه مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که رشد اقتصادی، مشکلات زیست‌محیطی نیز ایجاد می‌کند (۳).

یکی از انتقادات مهم به مطالعات موجود در تعیین منحنی کوزنتس آن است که به اثرات متقابل رشد اقتصادی و تخریب زیست‌محیطی توجه نشده است. در واقع در این مطالعات به اثر مستقیم رشد اقتصادی بر کیفیت محیط‌زیست توجه شده است. ولی علاوه بر اثر رشد اقتصادی بر کیفیت محیط‌زیست، تخریب محیط‌زیست هم ممکن است بر رشد اقتصادی اثر بگذارد. در نتیجه تخمین مدل یک طرفه نامناسب به نظر می‌آید (۴).

عوامل بسیار زیادی ارتباط دو طرفه بین آلودگی و تولید را تأیید می‌کنند. اولاً، تولید به طور مستقیم به علت استفاده از سوخت‌های فسیلی آلودگی ایجاد می‌کند. به علاوه، تولید بیشتر با درآمد بیشتر همراه است و این افزایش درآمد، تقاضا برای محیط زیستی بهتر را ایجاد می‌کند و در نتیجه ایجاد قوانین مختلف و تغییراتی در مصرف، تولید و تجارت بین‌المللی محصولات مختلف باعث کاهش آلودگی‌ها می‌شوند (۵).

ثانیاً، اثر آلودگی بر تولید نیز رابطه‌ای دو طرفه است. آلودگی ممکن است اثر منفی بر بهره‌وری نیروی کار و سرمایه داشته باشد مثلاً، تعداد روزهای کاری که کارگران به علت بیماری ناشی از آلودگی از دست می‌دهند و خرابی تجهیزات صنعتی به علت آلودگی‌های آب و هوا. در نتیجه اگر آلودگی افزایش (کاهش) یابد تولید کاهش (افزایش) می‌یابد. از طرف دیگر به علت وجود قوانین زیست‌محیطی کنترل آلودگی، بنگاه‌های تولید مجبور به کاهش دادن آلودگی با هزینه‌های بیشتر هستند که این کار با افزایش هزینه و کاهش تولید برای آن‌ها همراه است (۶).

1- Environmental Kuznets Curve

آلودگی محیط‌زیست نیز یکی از مسایل و مشکلاتی است که همراه با رشد اقتصادی و افزایش تولید در کشورها مشاهده می‌شود. پس می‌توان گفت، منحنی کوزنتس بر این فرضیه استوار است که سطحی از تولید یا درآمد سرانه وجود دارد که انتظار می‌رود بعد از آن بیشتر به محیط‌زیست توجه شده و در نتیجه آلودگی محیط‌زیست کاهش یابد. لذا هدف اصلی این مقاله بررسی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در ایران و مقدار تولید سرانه‌ای است که انتظار می‌رود بعد از آن به کاهش آلودگی زیست‌محیطی توجه بیشتری شده و در نتیجه این آلودگی‌ها کاهش یابد.

مواد و روش

به منظور بررسی رابطه کوزنتس در ایران از داده‌های تولید ناخالص داخلی و مقدار CO_2 آمارهای منتشرشده بانک جهانی در سال‌های ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۰ استفاده شد. این داده‌ها در جدول ۱ مشاهده می‌شوند. مدل‌ها با استفاده از نرم‌افزار *Eviews* تخمین زده شدند.

جدول ۱- داده‌های مورد استفاده در مطالعه طی سال های ۱۹۷۵-۲۰۰۰ میلادی

سال	تولید ناخالص داخلی سرانه به قیمت ثابت بین‌المللی	دی اکسید کربن (کیلوگرم)	مخارج دولت (دلار ثابت بین‌المللی)	نیروی کار	جمعیت (هزار نفر)	سرمایه (دلار ثابت)
۱۹۷۵	۳۴۵۱۷۹	۱۳۲۰۳۲	۱۲۴۵۷۶*۱۰^۵	۱۰۰۷۸۰۲۱	۳۳۲۰۶	۱۰۹۳۹۷*۱۰^۵
۱۹۷۶	۳۹۰۹۳۲	۱۵۰۸۵۳	۱۳۸۱۵۵*۱۰^۵	۱۰۳۷۷۷۶۷	۳۴۲۸۴	۱۶۱۴۳۲*۱۰^۵
۱۹۷۷	۳۷۴۵۱۷	۱۵۵۹۸۷	۱۳۴۰۱۰*۱۰^۵	۱۰۶۸۸۳۶۴	۳۵۳۹۲	۱۶۴۹۸۸*۱۰^۵
۱۹۷۸	۳۲۲۵۳۱	۱۵۵۰۷۴	۱۳۶۲۸۸*۱۰^۵	۱۱۰۱۰۰۶۵	۳۶۵۵۴	۱۱۴۸۷۱*۱۰^۵
۱۹۷۹	۲۸۷۱۰۰	۱۵۷۵۲۲	۱۲۶۴۷۶*۱۰^۵	۱۱۳۵۵۸۹۵	۳۷۷۹۰	۹۴۸۰۷*۱۰^۵
۱۹۸۰	۲۴۱۸۱۶	۱۱۶۰۵۲	۱۱۴۴۳۰*۱۰^۵	۱۱۷۲۵۴۶۳	۳۹۱۲۴	۱۳۷۲۷۵*۱۰^۵
۱۹۸۱	۲۲۶۳۴۷	۱۰۷۷۳۳	۱۳۳۲۳۹*۱۰^۵	۱۲۱۰۹۲۹۸	۴۰۵۴۰	۱۰۹۸۹۸*۱۰^۵
۱۹۸۲	۲۵۰۸۱۰	۱۳۱۸۳۰	۱۱۱۰۴۱*۱۰^۵	۱۲۵۱۰۲۴۷	۴۲۰۲۳	۸۹۳۴۹*۱۰^۵
۱۹۸۳	۲۷۳۳۱۲	۱۳۵۱۸۰	۱۱۲۲۰۴*۱۰^۵	۱۲۹۳۵۲۳۰	۴۳۵۹۷	۱۴۴۴۶۶*۱۰^۵
۱۹۸۴	۲۶۴۵۴۴	۱۳۹۰۶۷	۱۰۵۲۶۸*۱۰^۵	۱۳۳۸۹۵۹۲	۴۵۲۸۱	۱۵۳۵۲۷*۱۰^۵
۱۹۸۵	۲۵۸۷۷۹	۱۴۷۶۲۴	۱۱۰۳۴۳*۱۰^۵	۱۳۸۸۵۰۸۰	۴۷۱۰۰	۱۳۰۰۲۵*۱۰^۵
۱۹۸۶	۲۲۶۹۵۵	۱۳۷۲۵۶	۸۷۶۴۲*۱۰^۵	۱۴۵۴۵۰۲۲	۴۸۸۱۹	۱۰۹۶۵۸*۱۰^۵
۱۹۸۷	۲۱۹۸۲۶	۱۴۶۵۸۴	۸۱۵۵۰*۱۰^۵	۱۴۷۶۴۱۴۷	۵۰۴۲۴	۱۰۹۷۲۲*۱۰^۵
۱۹۸۸	۲۰۴۱۳۷	۱۶۳۱۲۹	۸۱۱۶۰*۱۰^۵	۱۵۱۴۵۸۳۶	۵۱۸۹۸	۷۶۳۲۷*۱۰^۵
۱۹۸۹	۲۰۷۹۱۳	۱۷۷۷۶۹	۶۹۱۴۴*۱۰^۵	۱۵۴۷۸۷۰۲	۵۳۲۲۸	۹۴۱۳۶*۱۰^۵
۱۹۹۰	۲۲۶۲۹۶	۲۱۲۳۵۲	۷۷۷۲۴*۱۰^۵	۱۵۷۶۵۱۲۰	۵۴۴۰۰	۱۱۷۳۰۲*۱۰^۵
۱۹۹۱	۲۴۶۳۶۴	۲۱۹۱۶۱	۸۴۲۹۴*۱۰^۵	۱۶۱۰۹۱۷۵	۵۵۲۸۲	۱۴۷۳۱۲*۱۰^۵
۱۹۹۲	۲۵۷۲۴۷	۲۴۱۸۷۲	۹۰۲۲۳*۱۰^۵	۱۶۴۶۰۱۵۴	۵۶۱۷۸	۱۶۴۵۶۱*۱۰^۵
۱۹۹۳	۲۵۸۴۷۱	۲۲۷۴۹۰	۱۰۵۸۰۳*۱۰^۵	۱۶۸۱۸۱۲۵	۵۷۰۸۸	۱۱۸۰۱۱*۱۰^۵
۱۹۹۴	۲۵۶۵۹۷	۲۹۱۸۶۷	۱۱۰۳۹۶*۱۰^۵	۱۷۱۸۳۷۴۷	۵۸۰۱۴	۷۹۳۳۳*۱۰^۵
۱۹۹۵	۲۵۹۷۶۲	۲۷۲۰۹۶	۱۱۳۸۸۴*۱۰^۵	۱۷۵۵۶۵۰۱	۵۸۹۵۴	۱۷۱۰۰۰*۱۰^۵
۱۹۹۶	۲۶۴۹۸۹	۲۷۵۲۰۳	۱۲۰۸۴۸*۱۰^۵	۱۸۳۰۰۰۹۸	۶۰۹۸۰	۱۲۱۵۳۴*۱۰^۵
۱۹۹۷	۲۷۴۴۵۱	۲۹۰۲۴۷	۱۲۴۷۹۰*۱۰^۵	۱۸۴۰۲۵۱۳	۶۰۸۷۵	۱۴۸۲۴۵*۱۰^۵
۱۹۹۸	۲۷۵۵۱۸	۲۸۶۶۳۵	۱۲۷۲۸۴*۱۰^۵	۱۸۸۳۹۵۱۰	۶۱۸۵۰	۱۷۳۰۰۵*۱۰^۵
۱۹۹۹	۲۷۸۳۲۵	۳۰۲۴۷۱	۱۳۵۹۱۶*۱۰^۵	۱۹۲۴۷۴۰۵	۶۲۷۳۶	۱۶۰۲۸۶*۱۰^۵
۲۰۰۰	۲۹۰۵۲۰	۳۱۰۳۰۱	۱۲۷۹۱۲*۱۰^۵	۱۹۶۷۸۵۴۲	۶۳۶۶۴	۱۷۰۳۲۷*۱۰^۵

مأخذ: بانک جهانی

به منظور تخمین مدل ابتدا از آزمون هاسمن درون زا بودن متغیرها تعیین می‌شود. دیویدسن و همکاران (۱۹۸۹) در مطالعه‌ای آزمون هاسمن را آزمون درون‌زایی یک متغیر می‌نامند. فرض کنید معادله‌ای به صورت

$$y = a + bx + u \qquad (۱)$$

وجود داشته باشد که در آن x متغیری برون‌زا و y متغیری درون‌زا است. حال اگر x نیز متغیری درون‌زا باشد و مدل تخمین زده شود تخمین‌ها ناسازگار و اریب خواهند بود. بدین منظور هاسمن (۱۹۷۸) متغیرهای ابزاری را چنان تعیین کرد که با x ارتباط داشته باشند. سپس معادله‌ای با استفاده از این متغیرها و متغیر درون‌زای x تخمین زد و جملات اخلال آن را استخراج نمود. سپس دوباره معادله ۱ را با این جمله اخلال تخمین زد اگر این متغیر معنی‌دار بود، نشان می‌دهد نمی‌توان با OLS معادله را تخمین زد و نیاز به تخمین سیستم معادلات همزمان است.

در مدل‌های اخیر رشد، علاوه بر سایر متغیرهایی که در مطالعات قبلی مطرح می‌شد - سرمایه انسانی، سرمایه مالی، هزینه‌های دولت و تحقیقات- آلودگی نیز به عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار بر رشد تولید معرفی شده است (۷). می‌توان اثرات آلودگی بر تولید را در ایران بر اساس تخمین توابع درآمد و آلودگی به دست آورد.

$$CO_2 = \beta_0 + \beta_1 GDP + \beta_2 GDP^2 + \beta_3 POP \qquad (۳)$$

$$GDP = \alpha_0 + \alpha_1 CO2 + \alpha_2 CAP + \alpha_3 LAB + \alpha_4 GOV \qquad (۲)$$

CAP سرمایه، GDP تولید ناخالص داخلی سرانه به قیمت ثابت، CO_2 میزان آلودگی دی اکسید کربن، GOV مخارج دولت، Lab تعداد نیروی کار،POP جمعیت و GDP^2 توان دوم تولید ناخالص داخلی سرانه به قیمت ثابت .

معادله ۲ تابع آلودگی را نشان می‌دهد. در این تابع اگر $\beta_1 > 0$ و $\beta_2 < 0$ باشند رابطه کوزنتس وجود دارد یعنی با افزایش درآمد یا تولید سرانه در اوایل توسعه آلودگی زیاد شده و سپس در نقطه‌ای آلودگی‌ها با افزایش درآمد یا تولید سرانه کاهش می‌یابند و این دقیقاً همان شکل تابع درجه دو است. علاوه بر اثر تولید بر آلودگی، می‌توان عامل جمعیت را نیز به عنوان یکی از عوامل موثر بر آلودگی در معادله وارد کرد. در تابع دوم، تولید به عواملی مانند نیروی کار، سرمایه و هزینه‌های دولت ارتباط دارد. علاوه بر این موارد آلودگی هم به عنوان عامل تولید در نظر گرفته شد تا اثرات آن بر تولید مشخص شود (۸).

به منظور پیش‌بینی رابطه بین تولید سرانه و آلودگی‌ها از مدل خود رگرسیون میانگین متحرک استفاده شد. این مدل به صورت زیر نشان داده می‌شود.

$$y_t = a_0 + \sum_{i=1}^{p} a_i y_{i-1} + \sum_{i=1}^{q} b_i u_{i-1} \qquad (۴)$$

در معادله ۴ جمله اول نشان دهنده مدل خود رگرسیون از درجه p است و جمله دوم مدل میانگین متحرک از درجه q است. اگر متغیرها ایستا نباشند نیز باید آن‌ها را ایستا نمود که این کار با d بار تفاضل گیری صورت می‌گیرد که در این صورت مدل ARIMA(p,d,q) خواهد بود (۹).

به منظور پیش‌بینی با روش باکس- جنکینز ابتدا ایستایی داده ها با آزمون دیکی- فولر انجام بررسی و سپس مقادیر p و q با روش آکاییک و نمودار خود همبستگی تعیین شد. پس از انجام عملیات فوق مدل تخمین زده شده و درستی مدل با استفاده از مقدار آکاییک کمتر و R^2 بالاتر برای هر مدل آزمون شد (۱۰). معادلات یک و دو با استفاده از سیستم معادلات به ظاهر نامرتبط (SUR) تخمین زده شدند.

نتایج و بحث

ابتدا ایستایی متغیرها با استفاده از آزمون دیکی فولر بررسی شد. در این مدل CO_2 و GDP ایستا نبوده و با یک بار تفاضل گیری به متغیرهایی پایا تبدیل می‌شوند.

در این مطالعه آزمون هاسمن مثبت بود یعنی جملات اخلال حاصل از معادله ۳ با GDP وابسته بود و در نتیجه به منظور

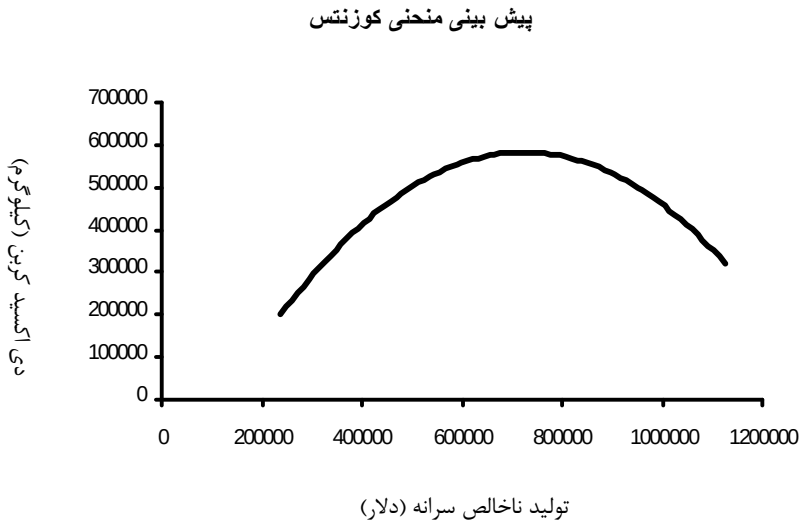
جلوگیری از مشکلات بعدی و ایجاد خطای تصریح معادلات به صورت سیستمی برآورد شد.

جدول۲- نتایج حاصل از تخمین معادله

معادله	متغیرها ی وابسته	متغیرهای مستقل								
		C	dGDP	dCo_2	POP	CAP	LAB	dGDP2	R^2	D.W
۱	*dGDP*	-۳۶۱۱۸/۷۶ (-۱/۴۳)		۰/۸۶ (۴/۹۶)		$۳/۲۹\times۱۰^{-۶}$ (۲/۵۸)	۰/۰۰۰۳ (۰/۲۹)		۰/۸۷	۱/۹
۲	dCo_2	۱۷۳۴۲ (۰/۶۴)	۰/۵۶ (۳/۵۵)		-۰/۰۰۰۱ (-۰/۳۱)			$-۲/۸۱*۱۰^{-۶}$ (-۰/۶۴)	۰/۱۷	۲/۲

توجه: اعداد داخل پرانتز مقادیر t هستند.

جدول ۲ نشان می‌دهد آلودگی دی اکسید کربن و سرمایه بر تولید اثر دارند. علامت مثبت CO_2 نشان‌دهنده اثر افزاینده CO_2 بر تولید است. یعنی هر چه آلودگی بیشتر شود تولید نیز بیشتر می‌شود. در معادله دوم مشاهده می‌شود ضریب توان دوم تولید سرانه معنی‌دار نشد در نتیجه هنوز نقطه برگشت در ایران آغاز نشده است، ولی می‌توان گفت در ایران با افزایشGDP، CO_2 افزایش می‌یابد که این برای توسعه صنعتی تا حدی مشکل ایجاد نمی‌کند چون افزایش تولید مستلزم مصرف بیشتر سوخت‌های فسیلی و قطع بیشتر درختان و در نتیجه آلودگی بیشتر محیط‌زیست می‌باشد. در این معادلات وجود دوربین- واتسون نزدیک به ۲ نشان‌دهنده نبود خود همبستگی بین متغیرها است. از طرف دیگر R^2 بالای هر دو معادله تا حدی نشان‌دهنده خوبی برازش می‌باشد.



شکل ۱- منحنی زیست محیطی کوزنتس

برای تعیین مقدار برگشت تولید با استفاده از روش ARIMA مقادیر CO_2 و GDP در ۲۰ سال آینده پیش‌بینی شدند. بدین منظور، ابتدا با آزمون دیکی فولر ایستایی متغیرها بررسی شد که هر دو ایستا از درجه یک بودند. سپس در مرحله تشخیص مقادیر p و q برای دو متغیر تعیین شدند. این مقادیر پس از تخمین‌های متوالی و بر اساس بیش‌ترین مقدار R^2 و کمترین آماره شوارتز و آکاییک به ترتیب برایCO_2 ۱ و ۱ و برای GDP ۴ و ۳ تعیین شدند. بدین ترتیب CO_2

ARIMA(1,1,1) و GDP ARIMA(4,1,3) بودند. پس از تخمین مدل ها مشخص شد نقطه برگشت در سطح تولید سرانه ۶۵۰۹۷۲۰ریال اتفاق خواهد افتاد. که با وجود درآمد سرانه کنونی ایران (۲۹۰۵۲۰۰ ریال) تا رسیدن به سطحی که منحنی کوزنتس برگشت داشته باشد هنوز ۱۷ سال باقی مانده است. شکل ۱ نمایانگر این موضوع است که نقطه برگشت از ۶۵۰۹۷۲۰ریال شروع می‌شود که با توجه به پیش‌بینی صورت گرفته در ۱۷ سال آینده به این سطح از تولید خواهیم رسید.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق به منظور بررسی رابطه کوزنتس در ایران با استفاده از داده‌های بانک جهانی معادلات سیستمی تخمین زده شدند. علت استفاده از سیستم معادلات همزمان به ظاهر نامرتبط رابطه دو طرفه آلودگی و تولید سرانه بود که به وسیله تست هاسمن مشخص گردید. نتایج نشان داد در ایران هنوز تولید سرانه به آن سطح نرسیده که آلودگی کاهش یابد و پیش‌بینی می‌شود تا ۱۷ سال دیگر هم این کاهش اتفاق نخواهد افتاد. به همین دلیل باید دولت به ایجاد قوانین زیست محیطی شدیدتری توجه کند تا آثار زیان‌بار زیست‌محیطی بیش از پیش نگردد و اهداف توسعه پایدار تامین شود. همچنین EKC ممکن است یک پدیده موقتی باشد که به علت جانشینی عوامل تولید به وجود آمده باشد و در آینده شاید چنین امکانی وجود نداشته باشد. لذا تا وقتی تولید سرانه بسیار بالا نرفته و منابع زیست‌محیطی قابلیت جانشینی زیادی ندارند می‌توان گفت با افزایش تولید سرانه آلودگی افزایش خواهد یافت.

منابع

1. Alpay, S. and M, Syed. 2004. Economic growth and environmental quality: A non-parametric Kernel (estimation of the environmental kuznets curve), Department of Economics, Bilkent University, Bilkent, Ankara, Turkey

۲. ارباب، ح. ۱۳۸۲. اقتصاد محیط‌زیست و منابع طبیعی. انتشارات نشر نی.

3. Grossman, G., and A, Krueger. 1995. Economic growth and the environment" Quarterly Journal of Economics 110(2) 353-377.
4. Cole, M. A, A. J, Rayner. And J. M, Bates. 1997. The environmental Kuznets curve: an empirical analysis, Environment and Development Economics 2(4), 401-416.
5. Davidson, Russell and James G. MacKinnon (1989). "Testing for Consistency using Artificial Regressions,"Econometric Theory, 5, 363–384.
6. Deacon, R. and C. S, Norman. 2004. Is the environmental kuznets curve an empirical regularity? UCSB Departmental Working Papers (University of California).
7. Hung, M. and D, Shaw. 2002. Economic growth and the environmental kuznets curve in taiwan: a simultaneity model analysis, Department of Economics,National Cheng-Chi University
8. Harbaugh, W., A, Levinson. and D, Wilson. 2000. Reexamining the empirical evidence for an environmental kuznets curve. NBER Working Paper #7711, May.

۹. نوفرستی، م. ۱۳۷۸. ریشه واحد و همجمعی در اقتصادسنجی. انتشارات رسا.

۱۰. ابریشمی، ح.۱۳۸۳. مبانی اقتصادسنجی. جلد دوم. انتشارات دانشگاه تهران.