بـررسی رابطـه حجـم گازهای گلخانه‌ای و تولید ناخالص داخلی سرانه در ایران

(مطالعه موردی دی‌اکسید کربن)

تاریخ دریافت: ۸۶/۹/۵
تاریخ پذیرش: ۸۶/۱۱/۱۶

حمید آماده [*]
احسان حق‌دوست [**]
آرش اعظمی [***]

بررسی ابعاد اقتصادی انتشار گازهای گلخانه‌ای و آثار زیست محیطی آنها بخصوص در شرایط کنونی که حجم گازهای گلخانه‌ای در حال افزایش است، از اهمیت قابل توجهی بر خوردار است. در این مقاله رابطهٔ انتشار گاز گلخانه‌ای دی اکسیدکربن و تولید ناخالص داخلی سرانه ایران

[*]. دکتر حمید آماده؛ استادیار دانشکده اقتصاد- دانشگاه علامه طباطبایی.
E. mail: amadeh@gmail.com
[**]. احسان حق‌دوست؛ کارشناسی ارشد دانشکده اقتصاد- دانشگاه علامه طباطبایی.
E. mail: ehsaneconomy@gmail.com
[***]. آرش اعظمی؛ کارشناسی ارشد دانشکده اقتصاد- دانشگاه علامه طباطبایی.
E. mail: arashesmy@gmail.com

طی سال‌های ۱۳۵۳ تا ۱۳۸۵ با استفاده از منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC) مورد بررسی قرار گرفت.

الگوی اقتصادسنجی مورد استفاده در این مقاله بصورت تابع درجه دوم است که با روش OLS برآورد شد. نتایج بدست آمده حاکی از وجود یک الگوی EKC ناقص در ایران است. با توجه به این واقعیت که نرخ رشد انتشار گاز دی اکسیدکربن در ایران بیشتر از نرخ رشد تولید ناخالص داخلی سرانه است، اقتصاد ایران روی قسمت صعودی منحنی زیست محیطی کوزنتس قرار دارد. به عبارت دیگر موقعیت اقتصادی – اجتماعی کشور و شرایط رشد اقتصادی کشور هنوز در شرایطی نیست که رشد اقتصادی و افزایش تولیدات باعث کاهش انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی بخصوص دی‌اکسیدکربن شود.

کلید واژه‌ها:

گاز گلخانه‌ای، گاز دی‌اکسید کربن، تولید ناخالص داخلی سرانه، منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، مدل اقتصادسنجی **OLS**

مقدمه

صنعتی شدن جوامع امروزی، منجر به بهره‌برداری بیشتر و فشرده‌تر از سوختهای فسیلی از قبیل زغال سنگ، نفت و گاز به منظور استفاده در تولید کالاها و خدمات مختلف شده است. احتراق سوختهای فسیلی، باعث افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHG) [1] در جو می‌شود. غلظت این گازها از سال ۱۸۰۰ میلادی تا به حال تا مرز ۳۳ درصد افزایش یافته است. براساس توافقهای بین‌المللی دربارهٔ تغییرات آب و هوایی در سال ۱۹۹۸، چارچوبی که برای بررسی پدیده گرم شدن زمین تعیین شده مبتنی بر این واقعیت است که افزایش گازهای گلخانه‌ای در جو موجب افزایش درجه حرارت کره زمین خواهد شد[۲].

حدود شصت درصد آثار گلخانه‌ای و افزایش درجه حرارت کره زمین ناشی از فعالیتهای بشر بخاطر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن است. منبع اصلی انتشار این گاز سوزاندن سوختهای فسیلی است که در حال حاضر یکی از منابع اصلی تأمین انرژی است. افزایش درجه حرارت زمین آثار و پیامدهای گوناگونی در ابعاد مختلف به همراه دارد. تأثیر این مسئله بر بخش کشاورزی می‌تواند مسئله‌ای قابل ملاحظه باشد. افزایش درجه حرارت زمین، منابع آبی را دچار تغییر کرده است و باعث بالا آمدن سطح آب در جهان شده است، که این خود نیز خطرات دیگری به همراه دارد. علاوه بر این، انتشار گاز دی اکسیدکربن موجب بروز تغییرات بیولوژیکی در محیط‌زیست شده که این مسئله منجر به آسیب گیاهان، حیوانات و اکوسیستم می‌شود.

به دنبال این تغییرات تعدادی از کشورهای توسعه یافته خود را متعهد به اجرای پیمان کیوتو کردند. در این پیمان مقرر شده که ا نتشار دی اکسیدکربن در جهان بطور متوسط به میزان ۵/۲ ٪ طی سالهای ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ کاهش یافته و به سطحی پایین تر از سطح انتشار آن در سال ۱۹۹۰ برسد.[۳]

---

[1]. Green House Gas

[۲]. ترنر، آرنولد و دیوید پیرس و ایزاک باتمن، ***اقتصاد محیط‌زیست***. ترجمهٔ سیاوش دهقانیان، عوض کوچکی و علی کلاهی اهری، (مشهد، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۷٤).

[3]. United Nation, (1997).

اکثر پژوهشهای اقتصادی انجام شده در زمینه اقتصاد محیط‌زیست، به دنبال این مسئله بوده‌اند که ارتباطی معنادار بین تخریب محیط‌زیست و رشد اقتصادی بیابند. در حقیقت بررسی این مسئله برای کشورهای در حال توسعه همچون ایران از اهمیت بسیاری برخوردار است. نتیجه تحقیقات صورت گرفته در این زمینه باعث شده تا الگویی کاربردی با عنوان منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC)[1] بوجود آید.

الگوی EKC که یک رابطه u شکل معکوس بین تخریب محیط‌زیست (انتشار آلودگی) و درآمد سرانه (رشد اقتصادی) را نشان می‌دهد، بیان می‌کند که تخریب محیط‌زیست ابتدا همگام با افزایش درآمد سرانه یک کشور افزایش می‌یابد، اما در پی آن پس از رسیدن به سطحی معین از رشد اقتصادی، تخریب محیط‌زیست متوقف شده و سپس کاهش می‌یابد. هدف اصلی این مقاله بررسی وجود چنین رابطه‌ای بین رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست (انتشار گاز دی‌اکسیدکربن) در ایران است. در واقع نتایج این مقاله نشان می‌دهد که آیا نظریه پنهان در الگوی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در مورد اقتصاد ایران مصداق دارد یا خیر. به عبارت دیگر در شرایط اقتصادی ایران آیا می‌توان امیدوار بود که رشد اقتصادی به بهبود محیط‌زیست کمک کند یا خیر.

نتایج تحقیقات مختلف نشان داده‌اند که حفاظتهای زیست محیطی و رشد اقتصادی به دلیل اینکه هر دو به دنبال حداکثرکردن رفاه اجتماعی هستند، بجای تضاد با یکدیگر، با یکدیگر همسو هستند[2]. بسیاری از مطالعات قبلی در زمینه EKC با استفاده از داده‌های چندکشور[3] انجام شده‌اند. اما به دلیل اینکه متغیرهای زیست‌محیطی خاص هر کشور در رابطه بین کیفیت زیست‌محیطی با رشد اقتصادی نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا می‌کنند، استفاده از داده‌های خاص یک کشور نتایج روشن تری ارائه می‌دهد.

نتایج مهمی که از مطالعات انجام شده در زمینه EKC بدست آمده‌اند، نشان می‌دهند در صورتیکه در کشورهای در حال توسعه سیاستهای زیست‌محیطی مناسب و

---

1. Environmental Kuznets Curve
2. J. R. Vincent, "Testing for Environmental Kuznets Curves within a Developing Country", ***Environment and Development Economics***, No. 2, (1997), p. 423.
3. Cross Country

درخوری اتخاذ شوند، رشد اقتصادی می‌تواند با کیفیت زیست‌محیطی بالاتر و کاهش آلاینده‌ها سازگار باشد. واضح است که فراهم آوردن رفاه بیشتر از طریق بهبود کیفیت محیط‌زیست هدف نهایی هرگونه سیاست زیست‌محیطی در کشورهای مختلف به شمار می‌رود. اما چنانچه این هدف مهم با هدف اساسی رشد اقتصادی در تناقض باشد، جای این نگرانی وجود دارد که رشد اقتصادی ممکن است در نهایت بخاطر افزایش آلودگیها منجر به کاهش رفاه شود.

در ادامه مقاله مبانی نظری منحنی زیست محیطی کوزنتس، مرور مطالعات انجام شده در این زمینه در کشورهای مختلف، روش‌شناسی برآورد منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، و در نهایت نتایج برآورد اقتصاد ایران با استفاده از این منحنی آورده شده‌اند.

مبانی نظری

«سایمون اسمیت کوزنتس»[1] در مقاله مشهور خود با عنوان رشد اقتصادی و نابرابری درآمد، در سال ۱۹۵۵ این سوال را مطرح کرد که چگونه نابرابری درآمد طی فرایند رشد اقتصادی یک کشور تغییر می‌کند. در سالهای اخیر اقتصاددانان محیط‌زیست تلاش کرده‌اند با استفاده از شاخصهای اقتصادی به تشریح رابطه متقابل بین بهبود کیفیت یا تخریب محیط‌زیست و رشد اقتصادی برپایه نظریه کوزنتس بپردازند. نتیجه تلاش آنها به کشف رابطه‌ای U شکل معکوس بین کیفیت محیط‌زیست و رشد اقتصادی منجر شده است. «مالر و داسگوپتا»[2] (۱۹۹۴و ۱۹۹۵) اولین بار اصطلاح منحنی زیست محیطی کوزنتس را به دلیل شباهت این منحنی با منحنی پایه‌ای کوزنتس بکار بردند[3].

بعضی از داده‌های اقتصادی نشان داده‌اند که با رشد درآمد سرانه، مصرف انرژی، محصولات کشاورزی و امکانات بهداشتی تغییر می‌کنند، و این مسئله تأثیر زیادی بر کیفیت زیست محیطی خواهد داشت (ADB 2001)[4]. برخی دیگر از پژوهشگران همچون «کروپر و

---

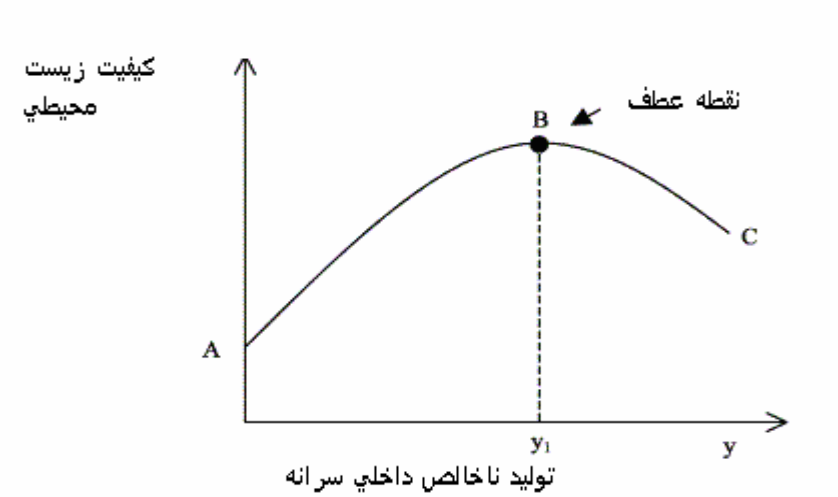
1. Simon Smith Kuznets, (1955).
2. Maller & Dasgupta, (1995, 1994).
3. P. Dasgupta, K. G. Maler, "Poverty, Institutions, and the Environmentalresource Base", ***World Bank Environment Paper***, No. 9, (1994).
4. Asian Development Bank (ADB), ***Asian Environmental Outlook 2001***, (2001).

گریفیت»[1] (۱۹۹۴) خاطر نشان کردند که در هر تراکم جمعیتی معین، با رشد درآمد، آلودگی کمتر از مقدار بحرانی خواهد شد[2]. در مطالعات گوناگون، چهار گروه عمده از شاخصهای کیفیت محیط‌زیست در تحلیل EKC مورد استفاده قرار گرفته‌اند: شاخصهای کیفیت هوا، کیفیت آب، زباله‌های شهری و جنگل‌زدایی. در مطالعه رابطه کیفیت محیط‌زیست و رشد اقتصادی اگر رابطه‌ای به شکل U معکوس بدست آید، بدان معناست که باید یک نقطه بازگشت[3] در الگو وجود داشته باشد.[4] رسیدن به نقطه بازگشت برای یک کشور حاکی از آن است که آن کشور پس از این در مسیر نزولی تخریب محیط‌زیست قرار خواهد گرفت. براین اساس الگوی عمومی که برای بررسی این رابطه مورد استفاده اکثر محققان قرار گرفته است، الگوی ساده تابع درجه دو است که فرم ریاضی آن به شکل زیر است:

$$E_t = \beta_0 + \beta_1 Y_t + \beta_2 Y_t^2 + \varepsilon_t$$

در معادله بالا، Y_t درآمد سرانه، Y_t^2مجذور آن و E_t میزان انتشار آلاینده است که به‌عنوان متغیر درونزا در الگوی اقتصادسنجی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مدل بالا اگر $\beta_2 < 0$ باشد، یک رابطه U شکل معکوس بین E ,Y به اثبات می‌رسد. طبق این الگو برای یافتن نقطه بازگشت، می‌توان مشتق نسبت به Y_t را مساوی صفر قرار داده و Y_t بحرانی را بدست آورد. بدین ترتیب مقدار بحرانی درآمد معادل $Y_t = -\frac{B_1}{2B_2}$ خواهد بود. با توجه به الگوی درجه دوم معادله EKC نمودار آن به شکل زیر است.

[1]. Cropper & Griffth, (1994).
[2]. M. Cropper and C. Griffiths, "The Interaction of Population Growth and Environmental Quality", ***The American Economic Review***, No. 84, (1994), p. 251.
[3]. Turning Point
[4]. Ekins, (1997).



نمودار ۱. الگوی عمومی منحنی زیست محیطی کوزن

مطالعات تجربی

با توجه به نتایج اکینز، اگر کیفیت زیست‌محیطی از الگوی EKC تبعیت کند، محققان مختلف ممکن است نتایج بسیار متفاوتی در مورد نقطه بازگشت منحنی بدست آورند. به عنوان مثال «باندیوپادهیای و شافیک»[1] با استفاده از داده‌های ترکیبی[2] برای کشورهای مختلف آلودگی SO_2 را مورد مطالعه قرار دادند و به یک منحنی U شکل معکوس با نقطه بازگشتی در سطح ۳۷۰۰ دلار آمریکا دست یافتند. «سولدن و سونگ»[3] نیز مطالعه مشابهی را با استفاده از داده‌های ترکیبی کشورها در مورد SO_2 انجام دادند، اما به نقطه بازگشتی در حدود ۹۰۰۰ دلار آمریکا دست یافتند. دلایل متعددی موجب این تفاوت در نتیجه‌گیری‌ها می‌شوند. از جمله اینکه کشورهای ثروتمندتر تمایل به داشتن نقطه بازگشت پایین‌تر و کشورهای فقیرتر تمایل به داشتن نقطه بازگشت بالاتر دارند.

---

[1]. Bandyo padhyay & Shafik, (1992).
[2]. Panel data
[3]. Solden & Song, (1994).

«فوگل»[1] (۱۹۹۹) سه دلیل عمده برای این امر بیان می‌کند: اثر ساختاری، اثر مقیاسی و اثر تکنولوژیکی. اثر مقیاسی به تمرکز آلودگی اشاره دارد، بدین معنی که در یک منطقه کوچک افزایش فعالیت اقتصادی (مقیاس) باعث افزایش بیشتر آلودگی می‌شود. اثر ساختاری نیز به نسبت تولیدات کارخانه‌ای به GDP اشاره دارد. در نهایت اثر تکنولوژیکی به اتخاذ و توسعه تکنولوژی‌های پاک تر اشاره دارد.

یکی دیگر از دلایل مهم تفاوت در نقطه بازگشت در کشورهای مختلف این است که این کشورها در مراحل متفاوتی از توسعه قرار دارند و این مسئله باعث تفاوت در منابع انتشار یک آلاینده مشابه می‌شود. بنابراین هزینه کاهش آلاینده‌های مشابه برای کشورهای مختلف متفاوت خواهد بود. «پانایوتو»[2] (۱۹۹۳) در مطالعات خود رابطه بین تخریب محیط‌زیست و درآمد طی زمان را به دو مقطع زمانی مختلف، براساس ساختار اقتصادی- اجتماعی تقسیم کرد. البته باید به این نکته توجه کرد که پانایوتو از داده‌های بین کشوری استفاده کرده است. وی داده‌های کشورها را به دو گروه کشورهای ثروتمندتر و فقیرتر تقسیم کرده است. در مطالعه پانایوتو اولین تغییر چشمگیر اقتصادی- اجتماعی و تخریب زیست‌محیطی زمانی اتفاق افتاده است که درآمد سرانه به رقم بین ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰ دلار آمریکا سقوط می‌کند. در این دوره زمانی انتقال جمعیت از مناطق روستایی به مناطق شهری و همچنین انتقال تکنولوژی از بخش کشاورزی به صنعت اتفاق می‌افتد. دومین تغییر چشمگیر زمانی اتفاق افتاده است که درآمد سرانه از ۱۰۰۰۰ دلار آمریکا فراتر می‌رود. در این دوره ساختار اجتماعی از بخش صنایع سنگین و انرژی‌بر، به بخش خدمات و صنعت تکنولوژی اطلاعات انتقال یافته است[3].

نکته‌ای که باید مورد توجه قرار گیرد این است که در مراحل مختلف توسعه، انواع متفاوتی از آلاینده‌ها وجود خواهند داشت. بنابراین دوره‌های زمانی مختلف یک عامل اساسی در نتیجه مطالعات خواهد بود. به این دلیل که پایین‌ترین سطح کیفیت زیست محیطی که

---

1. Vogel
2. Panayotou
3. T. Panayotou, "Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development", ***Technology and Employment Programme Working Paper***, No. 238, International Labour Office, Geneva, (1993).

یک کشور حاضر است آن را بپذیرد[1]، بستگی به سطح درآمد آن کشور طی آن دوره زمانی دارد. طوریکه در دوره زمانی که GDP سرانه پایین‌تر است، هزینهٔ فرصت نهایی اجتناب و یا کاهش آلودگی بیش از منفعت نهایی حاصل از یک محیط زیست با کیفیت‌تر است. در این مرحله اجرا و اعمال قوانین زیست محیطی سخت گیرانه مشکل است.

پانایوتو همچنین بیان می‌کند که الگوی EKC نتیجه‌ای اجتناب ناپذیر از تغییر ساختار همراه با رشد اقتصادی است. اگر فرض کنیم که گفته او صحیح است آنچه که می‌تواند در معادله منحنی تغییر کند تا تخریب محیط زیست را حداقل و رشد اقتصادی را حداکثر کند، ساختار اقتصادی است و این مسئله به معنای هموارترشدن منحنی EKC است. منحنی هموارتر بدین معنی است که با رشد اقتصادی کیفیت محیط زیست کمتر تخریب می‌شود. نکته مهم در مطالعه EKC جستجوی ساختار اجتماعی-اقتصادی بهینه به منظور رسیدن به هموارترین منحنی است. منحنی‌های مربوط به آلودگی آب، آلودگیهای CO و SO_2 معمولا" نقاط بازگشت پایین‌تری دارند. درعوض SPM یا PM_{10} (ذرات معلق) و NO_x نقاط بازگشت بالاتری دارند. دلیل این که متغیرهای زیست محیطی مختلف نقاط بازگشت متفاوتی دارند، این است که آلودگیهای مختلف از منابع متفاوتی منتشر می‌شوند و وجود این منابع متأثر از مراحل توسعه و نوع فعالیتهای اقتصادی است. به عنوان مثال منبع اصلی تولید CO، احتراق ناقص فرایند گرمایشی و آشپزی است که به آسانی می‌تواند با نوآوریهای تکنولوژیکی کاهش یابد. اما منبع اصلی تولید NO_x آلودگی ناشی از وسایل نقلیه است، که اغلب با افزایش شهرنشینی و گسترش مناطق شهری افزایش می‌یابد.

«کول و همکاران»[2] (۱۹۹۷) رابطه مصرف انرژی با GDP سرانه در کشورهای OECD را برآورد کردند و به رابطه‌ای U شکل معکوس، بین مصرف انرژی و GDP سرانه دست یافتند. نقطه بازگشت بدست آمده در این مطالعه ۲۲۵۰۰ دلار بود. کول نیز مانند «آررو»[3] بیان کرد که آلاینده‌هایی که فقط تأثیرات محلی دارند، منحنی EKC واضح‌تر دارند. از سوی دیگر الگوی EKC متغیرهایی که تأثیرات منطقه‌ای یا جهانی دارند از قبیل مصرف

---

1. Willingness to Accept
2. Cole et al
3. Arrow

انرژی و گازهای گلخانه‌ای، چندان مشهود و واضح نیست. دلیل این امر می‌تواند این مسئله باشد که اغلب کشورها از جمله کشورهای توسعه یافته بر مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای محدودیتی اعمال نمی‌کنند.

«سوری و چپمن»[1] (۱۹۹۸) معتقدند هنگامی که رابطه آلودگی و توزیع درآمد بررسی می‌گردد، باید فعالیتهای تجاری (صادرات و واردات کالا) نیز در تحلیل لحاظ شوند. آنها دو تحلیل جداگانه یکی با واردکردن فعالیتهای تجاری و دیگری بدون آنرا انجام دادند و برای هر دو حالت به منحنیU شکل معکوس رسیدند. با این حال نقطه بازگشت در الگوی بدون فعالیت تجاری، ۵۵۰۰۰ دلار و در مدل با فعالیتهای تجاری، ۱۴۴۰۰۰ دلار بدست آمد. این نتیجه بطور واضح بیان می‌کند که مصرف انرژی به شدت از فعالیتهای تجاری تأثیر پذیرفته است.

روش‌شناسی

در این قسمت شش گروه عمده از الگوهایی که بوسیله محققان مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند، مورد بررسی قرار می‌گیرند. اولین الگوی مورد استفاده در این زمینه تنها شامل درآمد به عنوان متغیر مستقل است. در این الگو رابطه بین کیفیت زیست‌محیطی و درآمد سرانه می‌تواند یک رابطه خطی، درجه دو، لگاریتمی-خطی و لگاریتمی- درجه دو باشد. این الگو توسط «باندیو پادهیایو و شافیک» (۱۹۹۲) «ویلر، لوکاس و هتینگ»[2] (۱۹۹۲)، شافیک (۱۹۹۴)، «کان»[3] (۱۹۹۸) و «رودمن»[4] (۱۹۹۸) استفاده شده است. مطالعات این محققان نشان داد که الگوی EKC برای متغیرهای زیست‌محیطی جنگل‌زدایی و کیفیت هوا (بجز CO_2) وجود دارد. در این مطالعات متغیرهای مربوط به آب نتایج معنی‌داری در بر نداشته‌اند. نتایج این مطالعات همچنین نشان داد که رشد اقتصادی به تنهایی نمی‌تواند منحنی شبیه به

1. Suri & Chapman, (1998).
2. Wheeler & Lucas & Hetting, (1992).
3. Kahn, (1998).
4. Rothman, (1996).

EKC را نشان دهد و در واقع نیاز به متغیرهای بیشتری در الگو می‌باشد. فرم ریاضی این الگوها به صورت زیر است:

$$E = b_0 + b_1 Y + e$$
$$E = b_0 + b_1 \ln(Y) + e$$
$$E = b_0 + b_1 Y + b_2 Y^2 + e$$
$$E = b_0 + b_1 \ln(Y) + b_2 (\ln Y)^2 + e$$

در معادلات بالا E متغیر زیست‌محیطی و Y درآمد سرانه می‌باشد.

دومین الگوی استفاده شده شامل دو متغیر درآمد سرانه و عوامل جمعیتی است. غالبا در این الگو رابطه بین متغیر مستقل و متغیر وابسته (کیفیت محیط زیست) بصورت لگاریتمی - درجه دو می‌باشد. این الگو توسط پانایوتو(۱۹۹۳)، سولدن و سونگ (۱۹۹۴)، «کراپر و گریفیت»[1] (۱۹۹۴)، «روبرت و گریمز»[2] (۱۹۹۷) و «وینسنت»[3] (۱۹۹۷) مورد استفاده قرار گرفته است. شکل تابعی این مدل به صورت زیر است:

$$E = b_0 + b_1 \ln(Y) + b_2 \ln(P) + b_3 (\ln Y)^2 + b_4 (\ln P)^2 + e$$

در معادله بالا E متغیر زیست محیطی، Y درآمد سرانه و P متغیر جمعیتی می‌باشد.

روبرت و گریمز (۱۹۹۷) با استفاده از این مدل به این نتیجه رسیدند که تنها کشورهای با درآمد بالا می‌توانند همراه با رشد اقتصادی، کاهش حجم انتشار CO_2 را تجربه کنند. به علاوه نتایج مطالعات نشان داد که اکثر کشورهای جهان انتشار CO_2 و دیگر گازهای گلخانه‌ای را کنترل و تنظیم نمی‌کنند. وینسنت(۱۹۹۷) در مطالعه مورد خاص کشور مالزی به این نتیجه دست یافت که رسیدن به درآمد سرانه بالاتر متضمن سطوح آلودگی

[1]. Griffiths& Cropper, (1994).
[2]. Roberts & Grimmes, (1997).
[3]. Vincent, (1997).

بالاتر است. براساس نتایج وی نرخ آلودگی و منابع تولید آلاینده‌ها در این کشور بصورت پویا در حال تغییر و افزایش است و با افزایش انباشت سرمایه نرخ آلودگی افزایش می‌یابد. در نتیجه به احتمال فراوان اقتصاد مالزی در قسمت صعودی منحنی EKC قرار دارد.

در سومین مدل استفاده شده در مطالعات EKC ، متغیرهای درآمد سرانه، تراکم جمعیت و متغیرهای سیاستی وارد می‌شوند. این مدل توسط پانایوتو (۱۹۹۷) مورد استفاده قرار گرفته است و فرم ریاضی آن به صورت زیر است:

$$E = b_0 + b_1 Y + b_2 Y^2 + b_3 Y^3 + b_4 P + b_5 P^2 + b_6 P^3 + b_7 G + b_8 (GY) + b_9 P + b_{10} (PY) + e$$

در معادله بالا E متغیر زیست محیطی،Y درآمد سرانه، P متغیر جمعیتی و G متغیر سیاستی می‌باشد. پانایوتو در مطالعه خود به این نتیجه رسید که میزان انتشار SO_2 در جو را می‌توان با اتخاذ سیاستهای مناسب و با توجه به متغیرهای سیاستی موجود در مدل کاهش داد.

چهارمین مدل استفاده شده شامل متغیرهای درآمد سرانه، تراکم جمعیت و عوامل و ویژگیهای جغرافیایی است. متغیرهای استفاده شده در این مدل خصوصیات و مشخصات لایه ازن منطقه را نمایان می‌سازند. فرم ریاضی این مدل به صورت زیر است:

$$E = b_0 + b_1 Y + b_3 Y^2 + b_4 P + b_5 P^2 + b_6 G + b_7 G^2 + e$$

در معادله بالا E متغیر زیست محیطی، Y درآمد سرانه، P متغیر جمعیتی و G متغیر ویژگیهای جغرافیایی است. این نوع مدل در مطالعات گروسمن و کروگر(۱۹۹۳ و ۱۹۹۵) مورد استفاده قرار گرفته است. آنها در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که فعالیتهای تجاری بر کیفیت زیست محیطی تاثیر سوء ندارند. مطالعه آنها کمک فراوانی به تحقیقات بعدی در زمینه رابطه بین رشد اقتصادی و کیفیت زیست محیطی کرد. گروسمن و

کروگر در هر دو مطالعه خود در زمینه EKC تنها متغیرهای آلودگی هوا را مورد بررسی قرار دادند.

پنجمین مدل استفاده شده در مطالعات شامل متغیرهای درآمد سرانه و فعالیتهای تجاری به عنوان متغیر مستقل است. متغیرهای تجاری منعکس‌کننده شدت فعالیتهای تجاری و همچنین نسبت واردات و صادرات به تعداد کارخانجات می‌باشد.فرم ریاضی این مدل به صورت زیر است:

$$E = b_0 + b_1Y + b_2Y^2 + T + e$$

در معادله بالا E متغیر زیست محیطی،Y درآمد سرانه، T متغیر تجاری می‌باشد. این مدل توسط «کول، راینر، بایتس»[1] (۱۹۹۷) و سوری و چپمن (۱۹۹۸) مورد استفاده قرار گرفته است. در این پژوهشها نقطه بازگشت برای مصرف انرژی نسبت به دیگر متغیرهای زیست محیطی در سطح درآمد بالاتری است که این وضعیت به دلیل تأثیر بیشتر فعالیتهای تجاری بر مصرف انرژی می‌باشد.

ششمین مدل استفاده شده در مطالعات الگوی EKC شامل متغیرهای درآمد سرانه، متغیر نهادی، متغیر سیاستی کلان به عنوان متغیرهای مستقل است که فرم ریاضی این مدل به صورت زیر می‌باشد:

$$E = b_0 + b_1Y + b_2I + b_3M+e$$

در معادله بالا E متغیر زیست محیطی،Y درآمد سرانه، I متغیر نهادی و M متغیر سیاستی کلان است. «توراس و بویس»[2] (۱۹۹۸) از این مدل استفاده کرده و وجود الگوی

[1]. Cole & Rayner & Bates, (1997).
[2]. Torras & Boyce, (1998).

EKC را برای انتشار SO_2 ، مقدار اکسیژن حل شده در آب و دسترسی به آب سالم مورد بررسی قرار دادند.

داده‌ها و اطلاعات

داده‌های مورد استفاده در این مقاله از نوع داده‌های سری زمانی[1] طی سالهای ۱۳۸۵-۱۳۵۳ است. مهمترین دلیل انتخاب این دورهٔ زمانی، تأسیس سازمان و تشکیلات زیست محیطی در سال ۱۳۵۳ در کشور می‌باشد که این موضوع باعث شده بسیاری از داده‌های زیست محیطی تنها از این سال به بعد موجود باشد. داده‌های مقاله عبارتند از: درآمد ناخالص داخلی سرانه، میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن (CO_2)، تراکم جمعیت، تراکم وسایل نقلیه، سهم ارزش افزوده بخش صنعت از GDP، سهم ارزش افزوده بخش خدمات از GDP، سهم واردات از GDP، سهم صادرات از GDP و مخارج زیست محیطی دولت. درآمد ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ از آمارهای منتشره توسط بانک مرکزی استخراج شده و بر جمعیت کل ایران تقسیم شده است. میزان انتشار دی اکسیدکربن (CO_2) برحسب کیلوتن از آمارهای منتشره توسط بانک جهانی[2] بدست آمد. تراکم جمعیت از تقسیم جمعیت کل کشور -که از مرکز آمار ایران بدست آمده است- به مساحت کشور بدست آمده است. تراکم وسایل نقلیه نیز از تقسیم تعداد وسایل نقلیه موتوری که از معاونت راهنمایی و رانندگی کل کشور تهیه شده، بر مساحت کل کشور بدست آمده است. دلیل استفاده از متغیرهای جمعیت و تعداد وسایط نقلیه بصورت تراکمی این است که مقدار مطلق این متغیرها در زمینه آلودگی نقش مهمی ندارند؛ بلکه تراکم آنها در یک محیط معین است که در اثرگذاری و اثرپذیری از آلودگی اهمیت دارند. سهم ارزش افزوده بخش صنعت و خدمات و سهم واردات و صادرات از GDP نیز از تقسیم ارزش افزوده بخشهای صنعت و خدمات و میزان کل واردات و صادرات بر GDP بدست آمده است. مخارج زیست محیطی دولت نیز از قوانین بودجه کشور و توسط سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور استخراج شده است.

---

[1]. Time Series
[2]. World Bank

شکل تابعی

بررسی رابطه کیفیت زیست محیطی و رشد اقتصادی با انتخاب این متغیرها که بطور قطع بر رفاه زیست‌محیطی انسان و عوامل اقتصادی-اجتماعی اثرگذار هستند، مربوط است. در این مقاله تنها آلودگی هوا براساس شاخص انتشار CO_2 به عنوان شاخص زیست‌محیطی مورد مطالعه قرار گرفته است. همچنین متغیرهای اقتصادی- اجتماعی نیز به مدل اضافه شده است، تا بررسی رابطه کیفییت زیست‌محیطی و رشد اقتصادی و همچنین رابطه دوگانگی[1] آنها بخوبی نمایان شود. در این زمینه، مقاله شامل دو مرحله است؛ در مرحله اول به بررسی رابطه انتشار CO_2 و درآمد سرانه پرداخته شده است. هدف از انجام این مرحله بررسی این مسئله است که آیا شاخص کیفیت زیست محیطی (انتشار CO_2) در ایران از الگوی EKC پیروی می‌کند یا خیر؟ برای بررسی این موضوع ابتدا پایایی متغیرها با استفاده از آزمون ریشه واحد بررسی شد و پس از پایاکردن متغیرها، الگوی اصلی برآورد شده است. در این مرحله، الگوی رگرسیونی زیر مدنظر قرار گرفته است:

جزء اخلال الگو فراموش شده است. مگر متغیرها را شما پایا کرده‌اید؟

$$E_t = \beta_0 + \beta_1 Y_t + \beta_2 Y_t^{\,2} + \beta_3 Trend + \beta_4 war$$

مدل بالا مدلی است که در بیشتر پژوهشهای مربوط به الگوی EKC مورد استفاده قرار گرفته است. در این مدل E_t شاخص کیفیت زیست محیطی است که به عنوان متغیر درونزا مدنظر قرار گرفته و Y_t درآمد سرانه ، $Y_t^{\,2}$ مجذور درآمد سرانه، Trend متغیر روند زمانی[2] و war متغیر مجازی[3] دوران جنگ تحمیلی محسوب می‌شوند. برای برآورد مدل از نرم افزار Eviews5 استفاده شده است.

در مرحله دوم با اضافه کردن متغیرهای اقتصادی- اجتماعی به مدل به بررسی رابطه کیفیت زیست محیطی و رشد اقتصادی در یک مدل کامل تر پرداخته شده است. هدف از

---

1. Duality
2. Trend
3. Dummy Variable

انجام این مرحله بررسی این موضوع است که آیا رشد درآمد تنها عامل بهبود یا کاهش کیفیت زیست محیطی است یا عوامل دیگری نیز بر این موضوع تأثیرگذارند. انتظار می‌رود کیفیت زیست محیطی از عوامل اقتصادی- اجتماعی از قبیل ساختار اجتماعی، فعالیتهای تجاری، تعهدات دولت بر حمایت از محیط زیست و درک عمومی جامعه تأثیر پذیرد. در این مرحله برای بررسی رابطه بین کیفیت زیست محیطی (انتشار CO_2) و رشد درآمد و متغیرهای اقتصادی-اجتماعی بر اساس الگوی EKC از تحلیل رگرسیون گام به گام[1] استفاده شده است. این مرحله از تحقیق با استفاده از نرم‌افزار SPSS15 انجام شده است.

نتایج و بحث

همانطور که در بخش قبل بیان شد، داده‌هایی که در این مقاله مورد استفاده قرار گرفتند، داده‌های سری زمانی هستند. در تحلیل سری‌های زمانی پژوهشگران اغلب R^2 بالایی را مشاهده می‌کنند؛ هرچند ممکن است رابطه معناداری بین متغیرها وجود نداشته باشد. این R^2 بالا ناشی از وجود روند زمانی هم‌جهت در متغیرها است و نه به دلیل وجود ارتباط حقیقی بین متغیرها.

الگوی اول

برای بررسی پایایی متغیرهای مورد استفاده در الگو از آزمون ریشه واحد استفاده شد. برای این منظور آزمون دیکی فولر تعمیم[2]یافته (ADF) مورد استفاده قرار گرفت که نتایج آن در جدول (۱) آمده است. همانطور که مشاهده می‌شود هر دو متغیر مورد استفاده در سطح اطمینان ۵٪ ناپایا هستند، اما با یک بار تفاضل‌گیری پایا می‌شوند. آزمون انجام شده با درنظر گرفتن عرض از مبدا و روند زمانی بوده است.

[1]. Stepwise Regression
[2]. Augmented Dicky Fuller

جدول ۱. نتایج آزمون ریشهٔ واحد الگوی اول

متغیرها	آزمون ADF در سطح		آزمون ADF با اولین تفاضل	
	مقدار آماره	مقدار بحرانی	مقدار آماره	مقدار بحرانی
CO_2	-۱/۸۰٦٥	-۳/٥٦۸۳	-۷/۲٦۰٤	-۳/٥۷٤۲
GDP_PER	-۳/۱۳۰٥	-۳/٦۰۳۲	-٤/۱۸۰٥	-۳/٥۸۷٥
GDP_PER_2	-۳/۱۳۱۷	-۳/٦۰۳۲	-۳/۸۷٥۹	-۳/٥۸۷٥
resid	-٥/۱۲۸	/۰۰۰۳	****	****

منبع: ***نتایج پژوهش***.

با توجه به نتایج آزمون ریشه واحد برای برآورد مدل به روش OLS، هم انباشتگی متغیرها با استفاده از آزمون ریشه واحد پسماندهای الگو، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمون نشان می‌دهد که پسماندهای مدل اولیه برآورد شده با استفاده از OLS در سطح اطمینان ۵ درصد پایا هستند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که متغیرهای مدل هم انباشته‌اند و برآوردهای روش OLS نیز معتبر هستند.[1] نتایج برآورد در جدول (۲) مشاهده می‌شود.

جدول ۲. نتایج تخمین مدل رگرسیونی الگوی اول

متغیر	ضرایب	انحراف معیار	t
ضریب ثابت	-278417.9	91718.98	-3.0355*
GDP_PER	123.6301	36.64139	3.374*
GDP_PER_2	-0.009390	0.003529	-2.687**
War	-18641.31	9203.326	-2.027**
Trend	8523.979	465.3766	-2.027*
R-squared	0.969642		
Adjusted R-squared	0.968664		
Durbin-Watson stat	1.691484		
F-statistic	194.3767		
Prob(F-statistic)	0.00000		

منبع: ***نتایج پژوهش***.

* و ** به ترتیب سطح اطمینان ۵٪ و ۱۰٪ هستند.

[1]. دامون گجراتی، ***مبانی اقتصادسنجی***، ترجمهٔ حمید ابریشمی، (تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۸)، صص ۹۲۱-۹۲٦.

مطابق جدول بالا و براساس آماره t تمامی متغیرهای مدل معنادار هستند. میزان R^2 نیز نشان‌دهندهٔ توضیح‌دهندگی قابل قبول مدل است. برای آزمون خود همبستگی از آزمون LM استفاده شد که نتایج آن در جدول (۳) آمده است. همانطور که مشاهده می‌شود، آزمون LM عدم وجود خودهمبستگی در مدل را تأیید می‌کند.

جدول ۳. نتایج بررسی وجود خودهمبستگی در الگوی اول

F-stat	۰/٤۱۳۲
Prob	۰/٦٦٦۱

منبع: ***نتایج پژوهش***.

برای بررسی وجود ناهمسانی واریانس در مدل از آزمون white استفاده شد که نتایج آن در جدول زیر آمده است همانطور که از نتایج جدول مشاهده می‌شود آزمون white عدم وجود ناهمسانی در مدل را نشان می‌دهد.

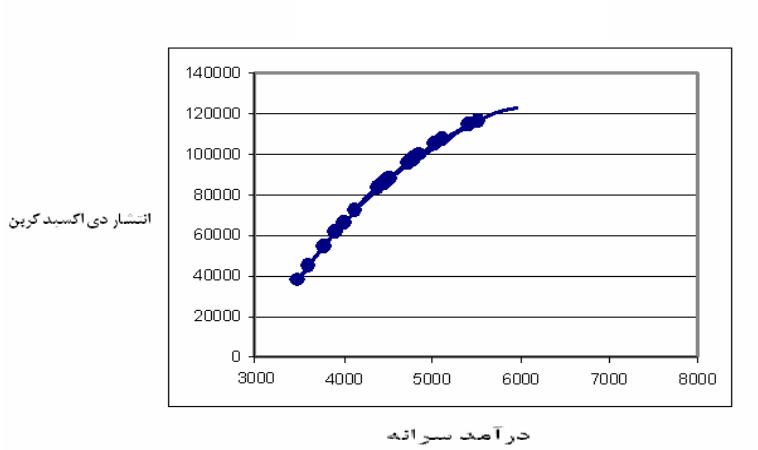
جدول ۴. نتایج بررسی وجود ناهمسانی واریانس در الگوی اول

F-stat	۱/۵۰۹۲
Prob	۰/۲۱۷٦

منبع: ***نتایج پژوهش***.

براساس نتایج حاصل، درآمد سرانه اثر قابل ملاحظه‌ای بر انتشار دی اکسیدکربن دارد. برای افزایش هر هزارریال درآمد سرانه، ۱۲۳/۶۶۱۵ کیلوتن دی اکسیدکربن منتشر می‌شود. متغیر مجازی دوران جنگ تحمیلی نیز نشان می‌دهد که در سالهای جنگ میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن با بقیه سالها تفاوت معنی‌داری دارد. ضریب منفی متغیر GDP_PER_2 (مجذور درآمد سرانه) نشان‌دهندهٔ درجهٔ دو بودن شکل تابعی الگوی EKC است. با

مشتق‌گیری جزئی نسبت به GDP_PER می‌توان نقطه بازگشت انتشار دی‌اکسیدکربن را بدست آورد. با توجه به ضرایب $\beta_1 = 123/6615$ و $\beta_2 = -0/0098$ نقطه بازگشت بدست آمده معادل ۶۳۰۹/۲۶۰۲ هزار ریال است. با توجه به نقطه بازگشت بدست آمده و با توجه به اینکه درآمد سرانه در حال حاضر کمتر از این مقدار است؛ می‌توان گفت که اقتصاد کشور به نقطه بازگشت EKC نرسیده است و همانند بیشتر کشورهای درحال توسعه در قسمت صعودی منحنی EKC قرار دارد. براین اساس می‌توان با درنظرگرفتن رشدی معقول برای درآمد سرانه، تعیین کرد که در چه نقطه زمانی اقتصاد کشور به نقطه بازگشت می‌رسد.. با این نتیجه‌گیری می‌توان در زمینه انجام اقدامات مناسب برای سرعت بخشیدن به رشد اقتصادی و کوتاه‌کردن زمان رسیدن به نقطه بازگشت و کاهش خطرات زیست‌محیطی سیاست‌گذاری نیز نمود.



نمودار ۴. منحنی زیست‌محیطی کوزنتس ایران

الگوی دوم

در این مرحله به منظور تکمیل تحلیل و بررسی تأثیر متغیرهای اقتصادی-اجتماعی بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن از تحلیل رگرسیون گام به گام در محیط نرم‌افزار SPSS ۱۵

استفاده شد. متغیرهای انتخاب شده با استفاده از روش گام به گام به همراه ضریب همبستگی[1] متغیرها با متغیر دی اکسیدکربن (CO2) در جدول (۶) آمده است.

جدول ۵. متغیرهای انتخاب شده و ضرایب همبستگی

متغیرها	ضریب همبستگی متغیر
Vehicle	۰/۸٦۷
IMPPER	۰/۹۱٦

منبع: ***نتایج پژوهش***.

همانطور که در جدول بالا مشاهده می‌شود از بین متغیرهایی که قبلاً نام برده شد، تنها دو متغیر؛ یعنی تراکم وسایط نقلیه و سهم واردات از GDP بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن تأثیر معنادار داشته‌اند. بدین ترتیب سایر متغیرها از مدل حذف می‌شوند. بنابراین در این مرحله، رگرسیون با استفاده از این دو متغیر به اضافه متغیر درآمد سرانه (GDP_PER) و مجذور آن (GDP_PER_2) و متغیر مجازی دوران جنگ تحمیلی- که متغیرهای اصلی مدل استفاده شده در این مقاله هستند- تحلیل شده است.

همانند مرحله قبل در این بخش نیز قبل از برآورد مدل نهایی پایایی متغیرها آزمون شده است. بدین منظور ابتدا پایایی متغیرهای اصلی در سطح اطمینان ۵٪ مورد بررسی قرار گرفت. همانطور که نتایج جدول (۷) آمده است، متغیرهای مورد استفاده در سطح[2] پایا نیستند؛ بلکه ناپایا از درجه یک هستند.

[1]. Correlation Coefficent
[2]. Level

جدول ۶. نتایج آزمون ریشه واحد الگوی دوم

متغیرها	آزمون ADF در سطح		آزمون ADF با اولین تفاضل	
	مقدار آماره	مقدار بحرانی	مقدار آماره	مقدار بحرانی
CO_2	۰/۱۳۳۷	-۲/۹۶۳۹	-٦/۷۸۲۷	-۲/۹٦۷۷
GDP_PER_2	-۰/۰۱۳۹	-۲/۹۹۱۸	-٤/۰۸۰۹	-۲/۹٦۷۷
GDP_PER	۱/۰٤۱٤	-۲/۹٦۳۹	-۳/۲٥٦٤	-۲/۹٦۷۷
VEHICLE	۲/۱۸۹۷	-۲/۹۹۱۸	۳/۱۹۱٤	-۲/۹٦۷۷
IMPPER	-۱/٦۲۲۹	-۲/۹٦۳۹	-۷/٦۸۷۱	-۲/۹٦۷۷
resid	-5/6379	0/0001	****	****

منبع: *نتایج پژوهش*.

با توجه به نتایج آزمون ریشه واحد و ناپایایی متغیرها، همانند الگوی اول، برای تخمین مدل به روش OLS هم انباشتگی متغیرها با استفاده از آزمون ریشه واحد پسماندهای الگو مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمون نشان می‌دهد پسماندهای مدل رگرسیونی موردنظر در سطح اطمینان ۵ درصد پایا هستند، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که نتایج روش OLS معتبرند و رگرسیون جعلی وجود ندارد. نتایج برآورد مدل رگرسیونی در جدول (۷) آمده است.

جدول ۷. نتایج برآورد مدل رگرسیونی الگوی دوم

متغیر	ضرایب	انحراف معیار	t
ضریب ثابت	-123097.1	150872.2	0.815
GDP_PER	130.4124	57.75798	2.211**
GDP_PER_2	-0.009905	0.001319	-4.981*
War	-56489.41	13145.86	-4.297*
vehicle	32586.39	5250.600	6.107*
Impper	-248315.8	67866.45	-3.658*
R-squared	0.974241		
Adjusted R-squared	0.969089		
Durbin-Watson	1.852833		
F-statistic	60.99859		
Prob(F-statistic)	0.00000		

منبع: ***نتایج پژوهش***.

همانطور که در جدول بالا مشاهده می‌شود درآمد سرانه به عنوان شاخص رشد اقتصادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن تأثیر مثبت دارد و با توجه به مقدار ضریب آن می‌توان نتیجه گرفت که برای افزایش هزار ریال در درآمد سرانه، ۱۳۰/۴۱۲۴ کیلوتن دی‌اکسیدکربن باید منتشر شود. همچنین براساس ضریب متغیر تراکم وسایل نقلیه، مشاهده می‌شود که این متغیر نیز تأثیر معناداری بر افزایش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن دارد. افزایش تقریباً ۱۶۴۸۱۹۵ وسیله موتوری در سطح کشور انتشار ۳۲۰۶۶/۳۹ کیلوتن گاز دی‌اکسیدکربن را درپی دارد، که این مقدار در مقایسه با دیگر کشورهای در حال توسعه بسیار بالا است؛ برای مثال در کشور کره جنوبی به ازای افزایش یک واحد تراکم وسایل نقلیه انتشار دی اکسیدکربن

۱۹۹۰۳ /۴ کیلو تن افزایش می‌یابد. این موضوع می‌تواند به دلیل مصرف سوختهای فسیلی (که مهمترین عامل انتشار گاز دی‌اکسیدکربن است) با استاندارد پایین و تولید کربن بالا توسط وسایل نقلیه و همچنین پایین بودن کارایی انرژی و عدم رعایت استانداردهای بین المللی در وسایط نقلیه مورد استفاده در کشور باشد.

دومین متغیر اقتصادی-اجتماعی که بر انتشار دی‌اکسیدکربن تأثیر دارد، سهم واردات از GDP است. این متغیر برخلاف دیگر متغیرهای اقتصادی-اجتماعی، تأثیری منفی بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد؛ به طوری‌که به ازای یک درصد افزایش سهم واردات از GDP، ۲۴۸۳۱۵/۸ کیلوتن انتشار دی‌اکسیدکربن کاهش می‌یابد. اثر منفی واردات بر انتشار دی‌اکسیدکربن را می‌توان به صورت کاهش فعالیتهای تولیدی توجیه کرد. به این دلیل که بیشتر کالاهای وارداتی کشور کالاهای مصرفی هستند و واردات این کالاها باعث کاهش تولید در داخل و نیز کاهش فعالیتهای آلوده‌کنندهٔ می‌شود. متغیر مجازی دوران جنگ نیز معنادار شده است، که نشان می‌دهد ارتباط انتشار دی‌اکسیدکربن با درآمد سرانه در دوران جنگ تحمیلی با دورانی که جنگ نبوده و رونق اقتصادی اتفاق افتاده، تفاوت معناداری دارد.

مهمترین نکته‌ای که در این مدل قابل توجه است، ضریب منفی GDP_PER_2 مجذور درآمد سرانه) است. همانطور که در مبانی نظری بیان شد، ضریب منفی GDP_PER_2 نشان‌دهندهٔ اعتبار الگوی درجه دو EKC در اقتصاد کشور می‌باشد. با مشتق‌گیری جزئی نسبت به GDP_PER می‌توان نقطه بازگشت منحنی EKC را در زمینه انتشار دی‌اکسیدکربن بدست آورد. با توجه به ضرایب مدل؛ β_1 = ۱۳۰/ ۴۱۲۲ و β_2 = -۰/۰۰۹۹ نقطه بازگشت در درآمد سرانه‌ای معادل ۶۵۸۶/۴۷ هزار ریال اتفاق می‌افتد. همانطور که ملاحظه می‌شود با توجه به درآمد سرانه منطبق بر نقطه بازگشت، این مقدار از درآمد سرانه فعلی کشور بطور قابل ملاحظه‌ای بیشتر است.

نقطه بازگشت منحنی EKC در این الگو با نقطه بازگشت الگوی قبلی کمی متفاوت است. البته همانطور که مشاهده می‌شود این تفاوت چندان قابل توجه نیست. با توجه به کامل‌تر بودن الگوی دوم به دلیل واردکردن متغیرهای مؤثرتر بر انتشار دی‌اکسیدکربن بنظر می‌رسد الگوی دوم کامل‌تر باشد. برای اثبات این مسئله که با اضافه کردن متغیرهای

اقتصادی اجتماعی (تراکم وسایل نقلیه و سهم واردات از درآمد ملی) الگو کامل تر شده یا خیر؛ از آزمون F استفاده شد. نتایج جدول زیر نشان می‌دهد اضافه شدن این دو متغیر موجب کامل‌ترشدن الگو شده است.

جدول ۸. نتایج آزمون F جهت بررسی وجود متغیرهای اضافه شده در الگوی دوم

F-stat	٦١/٧٢٩٧
Prob	٠٠٠٠

منبع: ***نتایج پژوهش***.

با توجه به آماره t محاسبه شده و R^2 بین متغیرهای مستقل مدل همخطی وجود ندارد. برای بررسی مشکل خود همبستگی علاوه بر دوربین واتسون از آزمون LM نیز استفاده شد. مقدار دوربین واتسون به ۲ نزدیک است، بنابراین به احتمال زیاد، مشکل خودهمبستگی در مدل وجود ندارد. علاوه بر این نتایج آزمون LM نیز مطابق جدول (۹) فرضیه وجو خودهمبستگی را رد می‌کند.

جدول ۹. نتایج بررسی وجود خودهمبستگی در الگوی دوم

F-stat	٠/٣٤٧٧
Prob	٠/٧٠٩٩

منبع: ***نتایج پژوهش***.

برای بررسی وجود ناهمسانی واریانس در مدل نیز از آزمون white استفاده شده که نتایج آن در جدول زیر آمده است؛ همانطور که از نتایج جدول مشاهده می‌شود آزمون white عدم وجود ناهمسانی در مدل را نشان می‌دهد.

جدول ۱۰. نتایج بررسی وجود ناهمسانی واریانس در الگوی دوم

F-stat	۱/٦۹۰۷
Prob	۰/۱۵۵۵

منبع: ***نتایج پژوهش***.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

روند انتشار دی‌اکسیدکربن در اقتصاد ایران با توجه به رشد اقتصادی در حال حاضر صعودی است. نتیجه بدست آمده در این مقاله بیشتر نتایج مطالعات وینسنت (۱۹۹۷) در مورد کشور مالزی را تأیید می‌کند. بنابراین می‌توان گفت که بیشتر کشورهای درحال توسعه در ارتباط با آلودگی هوا با چنین وضعیتی مواجه هستند. بر این اساس تولید اقتصادی در کشور ما به حدی نرسیده است که بتواند باعث کاهش انتشار آلاینده دی‌اکسیدکربن شود. همانطور که مشاهده شد نقطه بازگشت الگوی EKC در سطح درآمدی اتفاق می‌افتد که باید برای رسیدن به آن چندسالی رشد اقتصادی در کشور با نرخ بالایی تداوم یابد. برای رسیدن به نقطه بازگشت و پس از آن قسمت نزولی الگوی EKC ، بایستی با اتخاذ سیاستهای مناسب اقتصادی رشد اقتصادی و درآمد سرانه را تسریع نمود. در این دورهٔ زمانی لازم است بکارگیری تکنولوژی‌های نوین را گسترش داد و از این طریق منابع آلودگی کنترل نمود.

در بیشتر کشورهای در حال توسعه و از جمله کشور ما به دلیل عدم نظارت بر انتشار دی‌اکسیدکربن، انتشار این گاز سمی روند صعودی یافته است. با توجه به زمانبر بودن کاهش انتشار این گاز از طریق دستیابی به درآمد و رشد اقتصادی بالاتر، لازم است با وضع قوانین سخت‌گیرانه و با استفاده از ابزارهای اقتصادی مانند مالیات از انتشار رو به رشد این گاز

گلخانه‌ای جلوگیری نمود. همچنین با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان گفت برای کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن با استفاده از سیاستهای مناسب، می‌توان وسایل نقلیه سرانه را در سطح کشور کاهش داد یکی از سیاستهای قابل اجرا در این زمینه گسترش وسایل نقلیه عمومی و ایجاد فرهنگ استفاده از این امکانات است. همچنین گسترش راههای عبوری وسایط نقلیه نیز یکی از راهکارهای کاهش تراکم وسایل نقلیه می‌باشد. رابطهٔ بین انتشار دی اکسید کربن و سهم واردات از GDP نشان می‌دهد که دولت برای افزایش واردات و کاهش انتشار دی اکسیدکربن بایستی تعرفه واردات کالاهای صنعتی- که توسط صنایع آلاینده در داخل کشور تولید می‌شود- را کاهش داده و همچنین با افزایش میزان مالیات دریافتی از صنایع آلاینده میزان آلودگی تولید شده توسط این صنایع را به نحوی کنترل نماید.

پی‌نوشتها:

۱. آرمن ، سید عزیز و زارع، روح‌اله. «بررسی رابطهٔ علیت گرنجری بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران طی سالهای ۱۳۴۶-۱۳۸۱». ***فصلنامهٔ پژوهشهای اقتصادی ایران***، شماره ۲۴، (۱۳۸۴): ۱۴۳-۱۱۷.

۲. گجراتی، دامون. ***مبانی اقتصادسنجی***. ترجمهٔ حمید ابریشمی، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۸.

۳. نوفرستی، محمد. ***ریشه واحد و همجمعی در اقتصادسنجی***. تهران: انتشارات رسا، ۱۳۷۸.

۴. ابریشمی، حمید. ***اقتصادسنجی کاربردی***. تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۸.

۵. پرمن، رونالدیوما و مک گیل ری، جورج. ***اقتصاد محیط‌زیست و منابع طبیعی***. ترجمهٔ حمید رضا ارباب، تهران: نشر نی، ۱۳۸۲.

۶. ترنر، آرنولد، پیرس، دیوید و باتمن، ایزاک. ***اقتصاد محیط زیست***. ترجمهٔ سیاوش دهقانیان، عوض کوچکی و علی کلاهی اهری، مشهد، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۷۴.

7. Agras, J. and Chapman, D. "The Kyoto Protocol, CAFÉ Standards, and Gasoline Taxes"., ***Contemporary Economic Policy***, 17(3), 1999: 296-308.

8. Antle, J. M., and Heidebrink, G. "Environment and Development: Theory and International Evidence"., ***Economic Development and Cultural Change***, 43(3), 1995: 603-625.

9. Asian Development Bank (ADB). ***Asian Environmental Outlook 2001***. Manila: ADB, (2001).

10. Beckerman, W. "Economic Development and the Environment: Conflict or Complimentarily?"., ***World Bank Policy Research Paper***, No. 961, (1992).

11. Berry, W. D. and Feldman, S. ***Multiple Regression in Practice***. Newbury Park, CA: Sage., 1985.

12. Bhattarai, M. and Hamming, M. "Institutions and the Environmental Kuznets Curve for Deforestation: A Crosscountry Analysis for Latin America, Africa and Asia"., ***World Development***, No. 29, (2001): 995-1010.

13. Bruyn, S. M. de, van den Bergh, J. C. and Opschoor, H. "Economic Growth and Emissions: Reconsidering the Empirical Basis of Environmental Kuznets Curves"., ***Ecological Economics***, No. 25(2), (1998): 161-177.

14. Canas, A., Ferrao, P. and Conceicao, P. "A new environmental Kuznets Curve? Relationship between Direct Material Input and Income Per Capita: Evidence from Industrialized Countries"., ***Ecological Economics***, No. 46 (2), (2003): 217-229.

15. Carson, R. T., Jeon, Y. and McCubbin, D. R. "The Relationship between Air Pollution Emissions and Income: US Data"., ***Environment and Development Economics***, No. 2, (1997): 433-50.

16. Chaudhuri, S. and Pfaff, A. "Does Air Quality Fall or Rise as Household Income Increase?"., ***Working Paper***, Columbia University, New York, (1998).

17. Cole, M. A., Rayner, A. J. and Bates, J. M. "The Environmental Kuznets Curve: an Empirical Analysis"., ***Environment and Development Economics***, No. 2, (1997).

18. Copeland, B. and Taylor, M. S. "North-South Trade and the Environment"., ***Quarterly Journal of Economics***, No. 109(3), (1994): 755-787.

19. Cropper, M. and Griffiths, C. "The interaction of Population Growth and Environmental Quality"., ***The American Economic Review***, No. 84, (1994): 250-254.

20. Daly, H. E. "The Perils of Free Trade. (Debate: Does Free Trade Harm the Environment?)"., ***Scientific American***, No. 269(5), (1993).

21. Dasgupta, P. and Maler, K. G. "Poverty, Institutions, and the Environmentalresourcebase"., ***World Bank Environment Paper***, No. 9, (1994).

22. Ekins, P. "The Kuznets Curve for the Environment and Economic Growth: Examining the Evidence"., ***Environment and Planning***, No. 29, (1997): 805-830.

23. De Bruyn, S. M. "Explaining the Environmental Kuznets Curve: Structural Change and International Agreements in Reducing Sulfur Emissions"., ***Environment and Development Economics***, No. 2(4), (1997): 485-503.

24. Dinda, S. Dinda. "Environmental Kuznets Curve Hypothesis: a Survey"., ***Ecological Economics***, No. 49, (2004): 431–455.

25. Dinda, S. and Coondoo, D. "Income and Emission: a Panel-Data Based Cointegration Analysis"., ***Ecological Economics***, No. 57, (2006): 167-181.

26. Copeland, B.R. and Taylor, M.S. "Trade, Growth and the Environment"., ***Journal of Economic Literature***, No. 42, (2004): 7-71.

27. World Bank, World Development Indicator*s*. World Bank. DC., (2004).

28. Vincent, J. R. "Testing for Environmental Kuznets Curves within a Developing Country"., ***Environment and Development Economics***, No. 2, (1997): 417-431.

29. Asian Development Bank (ADB). ***Asian Environmental Outlook 2001***. Manila: ADB, (2001).

30. United Nations. Kyoto Protocol To The United Nations Framework ConventionOn Climate Change, (1997).
http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.html.

31. Panayotou, T. "Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development"., ***Technology and Employment Programme Working Paper***, No. 238. International Labour Office, Geneva, (1993).

32. Panayotou, T. "Demystifying the Environmental Kuznets Curve: Turing a Blackbox into a Policy Tool"., ***Environment and Development Economics***, No. 2(4), (1997): 465-484.