مجله اقتصاد و توسعه منطقه‌ای سال بیست و دوم، دوره جدید شمارۀ10، پاییز - زمستان 1394

# کاربرد الگوسازی چندسطحی در تحلیل منحنی کوزنتس زیست‌محیطی (مطالعه موردی: 33 کشور منتخب چهار گروه درآمدی)

**علی فیروززارع**[1]
*دانشجوی دوره دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد*
**ناصر شاهنوشی**[2]
*استاد گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد*

تاریخ دریافت: 1393/7/9 تاریخ پذیرش: 1394/3/18

## چکیده

فعالیت‌های بسیاری در حوزه اقتصاد محیط‌زیست بر این پرسش تمرکز نموده‌اند که چرا برخی کشورهای درحال‌توسعه، از تخریب زیست‌محیطی رنج می‌برند، درحالی‌که برخی دیگر از کشورها قادر به حفاظت یا حتی افزایش کیفیت زیست محیطی هستند. با فروپاشی کمونیسم و تحول اقتصادی چین، اغلب مردم در اقتصادهایی با بازار آزاد، زندگی، کار و خریدوفروش می‌کنند. ازاین‌رو کیفیت آینده محیط‌زیست به چگونگی شکل‌گیری رابطه میان آلودگی و رشد این بازار آزاد، بستگی دارد. مشارکت اصلی اقتصاددانان در تحلیل این مبحث، به مفهوم منحنی کوزنتس زیست‌محیطی (EKC) مربوط می‌شود. فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس این‌گونه فرض می‌کند که یک رابطه غیریکنواخت و غیرثابت میان تولید ناخالص داخلی سرانه و کیفیت محیط‌زیست وجود دارد. اگر فرضیه EKC صحیح باشد، روندهای درآمد سرانه تغییرات کلی رفاه در کشورهای ثروتمند را کمتر برآورد می‌کنند، اما این روندها را در کشورهای فقیرتر بیشتر برآورد می‌کنند. برخی اقتصاددانان بانک جهانی استدلال نموده‌اند که EKC در طول زمان به طرف چپ و به سمت پایین جابجا می‌شود. در پژوهش حاضر به بررسی رابطه میان انتشار CO2 و تولید ناخالص

---

1- alifiroozzarea@gmail.com
2- shahnoushi@um.ac.ir

داخلی برای 33 کشور منتخب چهار گروه درآمدی (با درآمد بالا، با درآمد بالای متوسط، با درآمد پایین متوسط و با درآمد پایین) با استفاده از داده‌های دوره زمانی 1991 تا 2009 پرداخته شده است. یافته‌های این پژوهش بیانگر لزوم بهره‌گیری از الگوی چندسطحی در بررسی فرضیه مذکور است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این الگو می‌توان گفت در هیچ‌یک از کشورهای چهار گروه درآمدی، فرضیه EKC رد نمی‌شود و بر این اساس کشورهای گروه درآمدی بالا، سطح تولید ناخالص داخلی سرانه نقطه عطف منحنی کوزنتس را گذرانده‌اند و در بخش نزولی این منحنی قرار دارند. این در حالی است که کشورهای گروه درآمدی پایین و کمتر از متوسط فاصله بسیار زیادی با سطح تولید ناخالص داخلی سرانه حداکثر آلودگی دارند و مادامی‌که از نیروهای بازاری و غیربازاری استفاده بهینه ننمایند، در دام افزایش آلودگی در اثر افزایش تولید ناخالص داخلی باقی خواهند ماند. با توجه به اینکه در واقعیت و با شرایط فعلیِ کشورهای با درآمد کمتر از متوسط و پایین (به لحاظ تکنولوژی، زیرساخت‌ها و ساختارهای مختلف اقتصادی، سیاسی و غیره)، تقریباً دستیابی به قسمت نزولی منحنی کوزنتس زیست‌محیطی برای آن‌ها غیرممکن است، برای دستیابی به این بخش و کاهش سطح درآمدی لازم برای رسیدن به بخش نزولی آلودگی، بایستی تغییرات عمده‌ای در نیروهای بازاری و غیربازاری حاکم بر این کشورها صورت گیرد.

**طبقه‌بندی JEL:** C23، O44، Q56.

**کلیدواژه‌ها:** منحنی کوزنتس زیست‌محیطی، الگوسازی چندسطحی، انتشار $CO_2$.

## 1- مقدمه

گرم شدن اقلیم جهانی در سال‌های اخیر تبدیل به تهدیدی جدی برای بقا و سلامت انسان شده است. گرمایش جهانی علاوه بر عوامل طبیعی، ارتباط تنگاتنگی با انتشار $CO_2$ حاصل از فعالیت‌های انسانی دارد (Soytas&Sari,2009). واکنش به تغییر اقلیم، یکی از مهم‌ترین مسائل زیست‌محیطی جامعه بین‌المللی است. هدف پیمان کیوتو که در سال 1997 امضا شد، محدود نمودن انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشورهای توسعه‌یافته است و همچنین کشورهای درحال‌توسعه در کنفرانس اقلیم کپنهاگن 2009 متعهد به رعایت الزامات کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای شدند. بر این اساس در سال‌های اخیر بررسی رابطه میان رشد اقتصادی و انتشار گازهای گلخانه‌ای تبدیل به یک موضوع مطالعه بین‌المللی شده است (niu et al., 2011).

بررسی‌ها نشان می‌دهد که فعالیت‌های بسیاری در حوزه اقتصاد محیط‌زیست بر این پرسش تمرکز نموده‌اند که چرا برخی کشورهای در حال رشد، از تخریب زیست‌محیطی رنج می‌برند،

درحالی‌که برخی دیگر از کشورها قادر به حفاظت یا حتی افزایش کیفیت زیست‌محیطی هستند. با فروپاشی کمونیسم و تحول اقتصادی چین، اغلب مردم در اقتصادهایی با بازار آزاد، زندگی، کار و خریدوفروش می‌کنند. ازاین‌رو کیفیت آینده محیط‌زیست به چگونگی شکل‌گیری رابطه میان آلودگی و رشد این بازار آزاد، بستگی دارد.

مشارکت اصلی اقتصاددانان در تحلیل این مبحث، به مفهوم منحنی کوزنتس زیست‌محیطی (EKC)[1] مربوط می‌شود. به‌طور خلاصه این فرضیه بر این اصل استوار است که توسعه اقتصادی هم علیه کیفیت محیط‌زیست و هم به نفع آن است. توسعه اقتصادی به‌ویژه در کشورهای فقیرتر، اغلب به کاهش کیفیت محیط‌زیست منجر می‌شود، اما ادامه و استمرار آن می‌تواند به حل بسیاری از مسائل مرتبط با آلودگی در کشورهای با اقتصاد متوسط و ثروتمندتر کمک نماید.

موافقان فرضیه EKC دلیل این امر را این چنین بیان می‌کنند که همگام با رشد درآمد، الگوهای مصرف و تولید به‌طور فزاینده‌ای از الگوی سبز پیروی خواهد کرد. درعین‌حال چشم‌اندازها برای حاکمیت سبز (از دیدگاه زیست‌محیطی) ارتقا می‌یابد. مطالعات بسیاری، شاخص‌های زیست‌محیطی را که با الگوی EKC همخوانی دارد، در طول 15 سال پس از معرفی این الگو، شناسایی نموده‌اند.

اما محیط‌زیست شناسان[2] اعتراضات درخور اهمیتی را در برابر خوش‌بینی ضمنی که در الگوی EKC به چشم می‌خورد، مطرح کرده‌اند. به‌عنوان‌مثال، استدلال برخی از ایشان این است که حتی اگر EKC صحت داشته باشد، در مورد کشورهای فقیرتری که ممکن است طی یک دوره بلندمدت در طرف نادرست این منحنی به دام افتاده‌اند، امید کمتری را می‌تواند با خود به همراه داشته باشد.

مقایسه میزان آلودگی یک کشور در طول زمان و یا با سایر کشورها، الگوی جالبی را ارائه خواهد نمود- بر اساس بسیاری از شاخص‌ها، کیفیت محیط‌زیست ابتدا با افزایش درآمد، کاهش می‌یابد، اما با ادامه رشد، به نقطه عطف خود رسیده و پس‌ازآن، با افزایش درآمدها بهبود می‌یابد. این الگوی شاخص و منحصربه‌فرد، به منحنی کوزنتس زیست‌محیطی (EKC) معروف است.

---

1- environmental Kuznets curve
2- environmentalists

## 2- پیشینه تحقیق

در طول پانزده سال اخیر، فعالیت‌های بسیاری که در ارتباط با مسائل زیست‌محیطی انجام شده است، تلاش نموده‌اند رابطه پیچیده میان درآمد و کیفیت زیست‌محیطی را به اثبات رسانند. این ادبیات بر چگونگی واکنش مصرف‌کنندگان، تولیدکنندگان و دولت‌ها به پیشرفت اقتصادی، تمرکز و تأکید دارد. در واقع این ایده که افزایش درآمد درنهایت، به بهبود کیفیت محیط‌زیست کشورها منجر می‌شود، سبب شده است که مطالعات و پژوهش‌های بسیاری در این زمینه در کشورهای مختلف دنیا انجام شود.

ازجمله این مطالعات می‌توان به مطالعه Pourkazemi & Ebrahimi (2008) تحت عنوان بررسی منحنی کوزنتس زیست‌محیطی در خاورمیانه، اشاره نمود. ایشان فرضیه EKC را با حذف کشورهای پیشرفته و تنها با در نظر گرفتن کشورهای درحال‌توسعه مورد بررسی قرار داده‌اند (حذف تورش واریانس ناهمسانی ناشی از اختلاف میان کشورها). نتایج این پژوهش حاکی از پذیرش فرضیه EKC در کشورهای درحال‌توسعه منطقه خاورمیانه است. همچنین نتایج به‌دست‌آمده توسط dinda&Coondoo (2006) بیانگر این است که رابطه دوطرفه‌ای میان تولید ناخالص داخلی سرانه و انتشار $CO_2$ سرانه در 88 کشور جهان وجود دارد. نتایج مطالعه Huang et al., (2008) و Sari&Soytas (2007) نیز حاکی از وجود رابطه دوطرفه بین رشد اقتصادی و انتشار $CO_2$ است. نتایج مطالعه Pao&Tsai (2010) نیز نشان‌دهنده تأثیرگذاری رشد اقتصادی بر انتشار $CO_2$ در چهار کشور گروه BRIC در فاصله سال‌های 1971-2005 است. همچنین نتایج مطالعه Mirshjayan& rahbar (2011) نیز حاکی از وجود رابطه‌ای به شکل U معکوس میان درآمد سرانه و تولید سرانه گاز دی‌اکسیدکربن در بازه زمانی 1999 تا 2007 در حوزه کشورهای آسیایی است.

برخی از پژوهشگران، روش‌شناسی برآورد یک الگوی رگرسیونی واحد را با استفاده از داده‌های تابلویی شامل کشورهای مختلف را به چالش کشیده‌اند و درمجموع ارائه یک EKC متوسط جهانی را مورد تردید قرار داده‌اند؛ به‌عبارت‌دیگر ایشان معتقدند واریانس ناهمسانی‌های موجود در بین گروه‌های مختلف درآمدی جهان و همچنین کشورهای مختلف نمی‌تواند درنهایت به ارائه یک منحنی EKC واحد جهانی منجر شود. بر این اساس ایشان معتقدند سطوح مختلف

درآمد و کشور می‌تواند نقشی تعیین‌کننده در شکل و مکان منحنی کوزنتس زیست‌محیطی ایفا نماید. به‌عنوان‌مثال dinda&Coondoo (2002) بر این باورند که الگوی علی میان درآمد و آلودگی، از یک گروه از کشورها به گروه دیگر متفاوت است. همچنین Debruyn (1997) رابطه میان درآمد- آلودگی را برای چهار کشور عضو OECD به‌طور جداگانه برآورد نمود و بر اهمیت اختلافات ساختاری درون کشورها تأکید کرد.

با توجه به اینکه بر اساس بررسی‌های انجام شده، قریب به اتفاق پژوهش‌های انجام شده در مورد ساختار سلسله مراتبی مؤثر بر این منحنی در سطح جهانی که متأثر از سطوح مختلف درآمدی و همچنین ساختار حاکمیتی، مدیریتی، اقتصادی و ... کشورهای مختلف است، راهکار مناسبی را در نظر نگرفته‌اند (که تورش‌های بسیاری را به‌دنبال دارد) و یا تنها به بررسی این فرضیه در سطوح بسیار محدودی پرداخته‌اند، پژوهش حاضر تلاش نموده است با بهره‌گیری از الگوی چندسطحی به بررسی فرضیه EKC در سطح کشورهای منتخب چهار گروه درآمدی دنیا[1] بپردازد.

بخش سوم این پژوهش به ارائه مبانی نظری فرضیه EKC و روش تحقیق مورد استفاده برای بررسی این فرضیه در پژوهش حاضر پرداخته است. در بخش سوم نتایج تجربی حاصل از به‌کارگیری الگوی چندسطحی در خصوص این فرضیه ارائه شده است و در بخش نهایی نیز جمع‌بندی و نتیجه‌گیری از یافته‌های این پژوهش آمده است.

## 3- مبانی نظری و روش تحقیق

در این بخش پس از ارائه توضیحات مختصری در خصوص فرضیه EKC، به شرح مختصری در خصوص الگوی چندسطحی (سه‌سطحی) پرداخته شده است و درنهایت نیز داده‌های مورد استفاده در این پژوهش مورد بررسی قرارگرفته‌اند.

### 3-1- فرضیه EKC

سایمون کوزنتس[2] که جایزه نوبل اقتصاد را در سال 1971 از آن خود کرد، با مطالعه رابطه

---

1- بر اساس تقسیم‌بندی بانک جهانی

2- simon Kuznets

میان درآمد سرانه و نابرابری درآمد ملی، به شواهدی از یک الگوی غیرخطی دست یافت. بعدها Krueger&Grossman (1995) به رابطه مشابهی میان درآمد و آلودگی، پی بردند. فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس این‌گونه فرض می‌کند که یک رابطه غیریکنواخت و غیرثابت میان تولید ناخالص داخلی سرانه و کیفیت محیط‌زیست وجود دارد.

اگر فرضیه EKC صحیح باشد، روندهای درآمد سرانه تغییرات کلی رفاه در کشورهای ثروتمند را کمتر برآورد می‌کنند، اما این روندها را در کشورهای فقیرتر بیشتر برآورد می‌کنند.[1]

برخی اقتصاددانان بانک جهانی استدلال نموده‌اند که EKC در طول زمان به طرف چپ و به سمت پایین جابجا می‌شود (Dasgupta,2002). اگر استدلال آن‌ها صحیح باشد، آنگاه کشورهای درحال‌توسعه می‌توانند به دو طریق از این موضوع سود ببرند. اول اینکه، احتمالاً آن‌ها زودتر از کشورهای دیگر (که در گذشته به نقطه عطف درآمد رسیده‌اند) به این نقطه عطف در مسیر توسعه خود می‌رسند. دوم اینکه، آن‌ها پیش از رسیدن به نقطه عطف، کمتر دچار آسیب زیست‌محیطی خواهند شد. لازم به ذکر است که این نکته به معنی آن نیست که در هر مقطع زمان، نقطه حداکثر آلودگی در کشورهای با درآمد پایین در سطح کمتری از GDP سرانه کشورهای با درآمد بالا، حاصل می‌شود، بلکه به این معنا است که با گذشت زمان، منحنی کلیه گروه‌های درآمدی به سمت چپ و پایین منتقل خواهد شد.

### 2-3- الگوی چندسطحی

پژوهش حاضر به‌منظور بررسی فرضیه EKC از الگوسازی چندسطحی که بسیاری از نقاط ضعف پژوهش‌های انجام شده تاکنون را مرتفع می‌سازد، استفاده نموده است. الگوسازی چندسطحی از طریق حفظ ساختار سلسله‌مراتبی و گروه‌بندی شده داده‌ها، به تحلیل دقیق‌تر داده‌ها کمک می‌نماید و در واقع با بهره‌گیری از ساختار اصلی داده‌ها در فرایند تحلیل تا حد امکان ناهمسانی‌های واریانسی را که به‌دلیل تجمیع ساختار سلسله مراتبی داده‌ها ایجاد می‌شود، از بین می‌برد؛ به‌عبارت‌دیگر با توجه به اینکه در پژوهش حاضر به بررسی رابطه میان انتشار $CO_2$ و تولید

---

1- چون این شاخص‌های زیست‌محیطی غیربازاری در حساب درآمد ملی نشان داده نمی‌شوند، بهبود این شاخص‌ها به این معنا است که رشد GDP به بهبود رفاه این کشورها اهمیتی نمی‌دهد.

ناخالص داخلی کشورهای منتخب جهان در گروه‌های مختلف درآمدی پرداخته شده است، چنانچه کلیه کشورها گروه‌های مختلف درآمدی با یکدیگر تجمیع شوند و برای کلیه گروه‌های درآمدی رابطه واحدی ارائه گردد، واضح است ازآنجاکه ساختار مدیریتی، زیرساخت‌های اقتصادی، سیاسی و اجتماعی، دیدگاه نسبت به محیط‌زیست و غیره در گروه‌های مختلف متفاوت است، رابطه ارائه شده قابلیت کاربرد برای هیچ‌یک از گروه‌های درآمدی را نخواهد داشت. علاوه بر این نگاه دقیق‌تر به ساختار داخلی هر گروه درآمدی نیز حاکی از این است که کشورهایی که در یک گروه درآمدی قرار دارند، نیز در مرزهای جغرافیایی کشورهای خود دارای ساختارهای متفاوت اقتصادی، مدیریتی، سیاسی و غیره هستند و به‌منظور برآورد دقیق‌تر این رابطه بایستی این ناهمسانی نیز در رابطه برآوردی وارد شود تا میزانی از خطای رگرسیون که ناشی از اختلاف میان سطوح کشورها است، استخراج گردد؛ بنابراین لازم است از الگویی چند سطحی، که قائل به ساختار چندسطحی داده‌ها است، استفاده شود.

الگوسازی چندسطحی دو ویژگی بارز دارد؛ اول این‌که داده‌ها را مورد آزمون قرار می‌دهد تا مشخص شود که آیا ساختار آن‌ها بین زیرمجموعه‌های تحت مطالعه از نظر آماری متفاوت از یکدیگر است یا خیر؛ دوم اینکه بر اساس قابلیت تجزیه واریانس الگو بین مشخصه‌های واحدهای تحت بررسی می‌توان درصد تغییرات واریانس متغیر مورد بررسی را که قابل انتساب به ویژگی‌های واحدهای هر سطح است، برآورد نمود (Naderi,2002). بنابراین استفاده از این الگوها در مواردی که گروه‌بندی‌های طبیعی، اقتصادی و اجتماعی مانند مرزهای جغرافیایی و سیاسی، سطوح درآمدی، بخش‌های اقتصادی و غیره وجود دارد، می‌تواند مفید باشد.

در ارتباط با داده‌های مورد بررسی در پژوهش حاضر، سه نوع واحد تحلیل شامل سطوح درآمد جهانی، مرزهای جغرافیایی کشورها و زمان وجود دارد؛ بنابراین، تحلیل حاضر تحلیلی سه سطحی از الگوهای چندسطحی تلقی می‌شود. تصریح جبری چنین الگویی بسته به اینکه آیا تنها دارای عرض از مبدأ تصادفی است و یا در کنار عرض از مبدأ دارای ضرایب شیب تصادفی می‌باشد، متفاوت است. به‌عنوان‌مثال الگویی که در آن عرض از مبدأ در سطوح مختلف، تصادفی و شیب در سطوح مختلف، ثابت است، به‌صورت رابطه 1 نشان داده می‌شود:

$$LCE_{tij} = \alpha_{.ij} + T_t + \beta_{1t} LGDP + \beta_{2t} (LGDP)^2 + \varepsilon_{tij} \quad (1)$$

$$\alpha_{.ij} = \gamma_{...} + u_{.ij} + v_{.j}$$

که در آن t،i و j به‌ترتیب نمایانگر سطوح 1 (سال)، 2 (کشور) و 3 (سطح درآمدی) هستند؛ اما چنانچه الگوی مذکور، دارای عرض از مبدأ تصادفی در سطوح مختلف و همچنین دارای یک شیب تصادفی در سطوح مختلف باشد، به‌صورت رابطه 2 نشان داده می‌شود:

$$LCE_{tij} = \alpha_{.ij} + T_t + \beta_{1.ij} LGDP + \beta_{2t} (LGDP)^2 + \varepsilon_{tij} \quad (2)$$

$$\alpha_{.ij} = \alpha_{...} + u_{.ij} + v_{.j}$$

$$\beta_{1.ij} = \beta_{...} + u_{1ij} + v_{1j}$$

در ساختار سلسله مراتبی الگوهای چندسطحی، کوواریانس دو مشاهده در یک واحد سطح بالاتر، غیرصفر و واریانس جملات اخلال تمام مشاهدات، ناهمسان و غیرثابت است؛ بنابراین، قبل از هرگونه برآورد لازم است داده‌های مربوطه مورد آزمون قرار گیرند تا مشخص شود که آیا با ساختار سلسله مراتبی مواجه‌اند یا خیر، که برای این منظور از آماره همبستگی درون‌واحدی[1] استفاده می‌شود (Naderi,2002).

همبستگی درون‌واحدی غیرصفر ناشی از وجود بیش از یک جمله اخلال در الگو و بدین معنی است که روش‌های تخمین کلاسیک مانند OLS برای تحلیل داده‌های مورد بررسی مناسب نیستند؛ به‌عبارت‌دیگر در این حالت داده‌ها با ساختار سلسله مراتبی مواجه بوده و بنابراین کاربرد الگوسازی چندسطحی ارجحیت دارد. هر چه شاخص همبستگی درون‌واحدی بزرگ‌تر باشد، لزوم استفاده از الگوسازی چندسطحی نیز بیشتر می‌شود (Naderi,2002).

همبستگی‌های درون واحدی در سطوح 2 و 3 برای یک الگوی سه‌سطحی به دو روش تعریف می‌شوند، روش اول برای زمانی‌که تجزیه واریانس در میان سطوح موجود مدنظر است، کاربرد دارد. در این روش که توسط روابط (2) و (3) نشان داده شده است سهم واریانس در سطوح تعیین می‌شود (Davis& Scott,1995).

$$\rho_{\text{کشور}} = \frac{\sigma_{u_0}^2}{\sigma_{v_0}^2 + \sigma_{u_0}^2 + \sigma_e^2} \quad (3)$$

$$\rho_{\text{درآمد}} = \frac{\sigma_{v_0}^2}{\sigma_{v_0}^2 + \sigma_{u_0}^2 + \sigma_e^2} \quad (4)$$

1- Intra-class Correlation

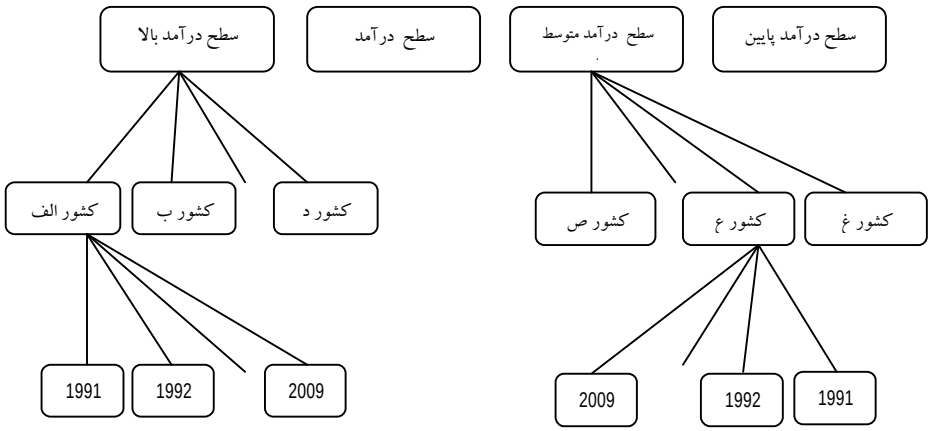
روش دوم که توسط سیدیکو و همکاران (1996) ارائه شده است برآوردی از همبستگی مورد انتظار بین دو مؤلفه منتخب تصادفی در یک گروه مشابه ارائه می‌نمایند؛ بنابراین، $\rho_{کشور}$ در معادله (5) نشان‌دهنده همبستگی انتظاری بین دو مؤلفه سطح اول در داخل یک مؤلفه مشابه از سطح دوم می‌باشد. معادله (6) بیانگر همبستگی درون‌واحدی برای سطح سوم و یا درصد واریانس مربوط به اختلاف بین واحدهای این سطح است (Hox et al.,2010).

$$\rho_{کشور} = \frac{\sigma_{u_{1}}^{2} + \sigma_{u_{2}}^{2}}{\sigma_{u_{2}}^{2} + \sigma_{u_{1}}^{2} + \sigma_{e}^{2}} \quad (5)$$

$$\rho_{سال} = \frac{\sigma_{u_{2}}^{2}}{\sigma_{u_{2}}^{2} + \sigma_{u_{1}}^{2} + \sigma_{e}^{2}} \quad (6)$$

$\sigma_{e}^{2}$، $\sigma_{u_{1}}^{2}$ و $\sigma_{u_{2}}^{2}$ به‌ترتیب نشان‌دهنده واریانس در سطوح 1، 2 و 3 می‌باشند.

ساختار الگوی سه‌سطحی مورد بحث در پژوهش حاضر برای تحلیل فرضیه EKC را می‌توان به‌صورت نمودار 2 در نظر گرفت. این ساختار در قالب الگوسازی چندسطحی قابل‌تحلیل می‌باشد.




**نمودار (2): ساختار الگوی چندسطحی برای تحلیل فرضیه EKC**

الگوهای EKC اولیه به شکل توابع درجه دو ساده‌ای بودند، که در آن‌ها سطح آلودگی به‌عنوان متغیر وابسته و سطح درآمد به‌عنوان متغیر مستقل حضور داشتند؛ اما با توجه به اینکه برای انجام فعالیت‌های اقتصادی ناگزیر از استفاده از منابع هستیم و بنا بر قوانین ترمودینامیک، لزوماً ضایعاتی برجای خواهد گذاشت، برخی از پژوهشگران معتقدند توابعی مانند تابع درجه دو ساده که در آن

امکان صفر یا منفی شدن شاخص‌های آلودگی وجود دارد، مشکل‌ساز خواهد شد، این در حالی است که بهره‌گیری از متغیر لگاریتمی این محدودیت را برطرف می‌سازد (Pourkazemi & Ebrahimi,2008).

$$LCE_{tij} = \alpha_{.ij} + T_t + \beta_{1.ij} LGDP + \beta_{2t} (LGDP)^2 + \varepsilon_{tij}$$

عرض از مبدأ مختص زمان ($T_t$)، نشان‌دهنده تمام متغیرهای نادیده گرفته‌شده متغیر در طول زمان و شوک‌های تصادفی است که در بین کلیه کشورها و گروه‌های درآمدی مشترک است. عرض از مبدأ مقطعی ($\alpha_{tij}$) بیانگر اثرات مذکور برای هر سطح درآمدی و هر کشور است که به‌صورت متغیر برای هر سطح درآمدی و هر کشور در طول سال‌های مختلف در نظر گرفته‌شده است.

درآمدی که در آن برگشت آلودگی در هر کشور رخ می‌دهد و یا به‌عبارت‌دیگر در آن سطح درآمدی آلودگی به نقطه حداکثر خود می‌رسد، در این الگو به‌صورت ذیل تعیین می‌شود (Pourkazemi & Ebrahimi,2008).

$$GDP_{ij} = \exp\left(\frac{-\beta_{1ij}}{2\beta_2}\right) \qquad (7)$$

### 3-3- داده‌ها

پژوهش حاضر از داده‌های دوره زمانی 1991 تا 2009 برای 33 کشور منتخب[1] چهار گروه درآمدی (با درآمد بالا، با درآمد بالای متوسط، با درآمد پایین متوسط و با درآمد پایین) استفاده نموده است. داده‌های اصلی تولید ناخالص داخلی واقعی (دلار سال 2000)، جمعیت (برای محاسبه سرانه) و انتشار $CO_2$[2] از شاخص‌های توسعه جهانی بانک جهانی به‌دست‌آمده است. به‌منظور تحلیل داده‌ها از بسته‌های نرم‌افزاری STATA 12 و SPSS 19 استفاده شده است. همان‌گونه که

---

1- کشورهای منتخب شامل آلبانی، آرژانتین، استرالیا، اتریش، بنین، برزیل، کامرون، کانادا، شیلی، چین، کوبا، دانمارک، جمهوری عربی مصر، فنلاند، فرانسه، هند، جمهوری اسلامی ایران، ایتالیا، ژاپن، اردن، مالزی، مراکش، امارات، نپال، نروژ، پاکستان، پرو، عربستان سعودی، سوئد، سوئیس، ترکیه، امارات متحده عربی، انگلستان و ایالات متحده. (تلاش شده است در انتخاب انجام شده، پراکندگی جغرافیایی کشورها مد نظر قرار گیرد و کشورهایی از کلیه قاره‌ها مورد تحلیل قرار گیرند، کما اینکه مهم‌ترین معیار انتخاب همان گونه که در متن نیز آمده است، توجه به تقسیم‌بندی کشورها در بانک جهانی است).

2- metric tons per capita

پیش‌تر نیز گفته شد و همچنین به‌منظور حذف ناپایداری‌های[1] داده‌ای، کلیه متغیرها به‌صورت لگاریتم طبیعی بکار گرفته شده‌اند.

## 4- نتایج و بحث

**آزمون ایستایی داده‌های پانل-** در این مطالعه به دلیل نامتوازن بودن سری‌های داده‌های مورد استفاده و همچنین به‌منظور دستیابی به نتایج قابل‌اعتمادتر از آزمون فیشر- که یکی از پرقدرت‌ترین آزمون‌ها تلقی می‌شود- استفاده شده است، که نتایج آن در جدول 1 ارائه شده است.

**جدول (1): نتایج آزمون ریشه واحد پانل**

| آزمون ریشه واحد / متغیر | Fisher-type test | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Inverse chi-squared | | Inverse normal | | Inverse logit | | Modified inv. chi-squared | |
| | آماره | معنی‌داری | آماره | معنی‌داری | آماره | معنی‌داری | آماره | معنی‌داری |
| تولید ناخالص داخلی | 160/7255 | 0/00001 | -6/7137 | 0/00001 | -6/8251 | 0/00001 | 8/2448 | 0/00001 |
| انتشار $CO_2$ | 147/2633 | 0/00001 | -5/7229 | 0/00001 | -5/8108 | 0/00001 | 7/0731 | 0/00001 |

مأخذ: یافته‌های پژوهش

اطلاعات جدول 1 حاکی از این است که فرضیه صفر ریشه واحد در مورد هر دو متغیر لگاریتم طبیعی تولید ناخالص داخلی و لگاریتم طبیعی انتشار $CO_2$ رد می‌شود و بنابراین می‌توان گفت هر دو متغیر ایستا بوده و می‌توان از آن‌ها در سطح در الگوهای رگرسیونی استفاده نمود.

بر اساس اطلاعات جدول 2 مشاهده می‌شود که حداقل معیار خطای آکائیک در الگوی $m_1$ ارائه شده است. علاوه بر این ضرایب برآوردی کلیه متغیرهای برآوردی این الگو نیز حداقل در سطح 95 درصد، معنی‌دار شده‌اند؛ بنابراین می‌توان گفت در بین الگوهای مورد بررسی الگوی سه سطحی که دارای شیب متغیر در سطح درآمدهای جهانی و همچنین سطح کشوری است، بهترین الگوی مورد بررسی می‌باشد.

1- instability

**جدول (2): نتایج برآورد الگوهای سه سطحی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس**

| الگو | فقط عرض از مبدأ ($m_1$) | | عرض از مبدأ و متغیرهای توضیحی ($m_2$) | | عرض از مبدأ، متغیرهای توضیحی و توان دوم تولید ($m_3$) | | شیب تصادفی در سطح درآمدی ($m_4$) | | شیب تصادفی در دو سطح درآمدی و کشوری ($m_5$) | | الگوی خطی ساده ($m_6$) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بخش ثابت | ضریب | معنی‌داری | ضریب | معنی‌داری | ضریب | معنی‌داری | ضریب | معنی‌داری | ضریب | معنی‌داری | ضریب | معنی‌داری |
| عرض از مبدأ | 0/4217 | (0/579) | 0/0236-26 | 0/000 | 0/2902-25 | 0/000 | 0/0326-25 | 0/000 | 0/6940-25 | 0/000 | 0/8441 | 0/008 |
| تولید ناخالص داخلی | | | 0/024110 | 0/000 | 0/0897 | 0/000 | 0/0676 | 0/003 | 0/0738 | 0/008 | 0/5427 | 0/000 |
| توان دوم تولید ناخالص داخلی | | | | | 0/0054- | 0/000 | 0/0028- | 0/031 | 0/0033- | 0/052 | 0/0102-0 | 0/110 |
| سال | | | 0/013140 | 0/000 | 0/0127 | 0/000 | 0/0126 | 0/000 | 0/0129 | 0/000 | 0/0210-0 | 0/005 |
| بخش تصادفی | | | | | | | | | | | | |
| سطح درآمدی | | | | | | | | | | | | |
| واریانس ثابت | 2/2455 | | 2/1163 | | 2/1643 | | 2/6959 | | 2/6260 | | | |
| واریانس تولید ناخالص داخلی | | | | | | | 0/0009 | | 0/0005 | | | |
| کوواریانس ثابت و تولید ناخالص داخلی | | | | | | | -0/0484 | | -0/0378 | | | |
| سطح کشوری | | | | | | | | | | | | |
| واریانس ثابت | 0/2857 | | 0/2935 | | 0/2853 | | 0/2785 | | 0/1739 | | | |
| واریانس تولید ناخالص داخلی | | | | | | | | | 0/0011 | | | |
| کوواریانس ثابت و تولید ناخالص داخلی | | | | | | | | | 0/0036 | | | |
| واریانس باقیمانده‌ها | 0/0308 | | 0/0230 | | 0/0223 | | 0/0221 | | 0/0209 | | | |
| معیار آکائیک | -207/239 | | -326/210 | | -341/471 | | -344/140 | | -353/875 | | 1539/423 | |
| همبستگی درون واحدی درآمدی | 0/876 | | 0/870 | | 0/876 | | 0/900 | | 0/931 | | | |
| همبستگی درون واحدی کشوری | 0/112 | | 0/121 | | 0/115 | | 0/093 | | 0/062 | | | |

مأخذ: یافته‌های پژوهش

بر این اساس همان‌گونه که مشاهده می‌شود در این الگو ضریب تولید ناخالص داخلی مثبت و ضریب توان دوم آن منفی است. همچنین یافته‌ها حاکی از این است که در طول زمان، آلودگی در سطح جهانی رو به افزایش است. علاوه بر این بر اساس آزمون همبستگی درون واحدی، لزوم بهره‌گیری از الگوسازی چندسطحی به‌طور کامل تبیین شده است و بنابراین نتایج رگرسیون حداقل مربعات معمولی نمی‌تواند نتایج صحیحی را ارائه نماید.

بر اساس یافته‌های این الگو، فرضیه EKC برای 33 کشور منتخب چهار گروه درآمدی جهان، رد نمی‌شود. این امر به این مفهوم است که افزایش درآمد در این کشورها سازوکارهایی را فعال می‌کند که درنهایت سطح آلودگی GHG در این کشورها را کاهش خواهد داد؛ اما با توجه به اینکه سطوح درآمدی مختلف و کشورهای مختلف، دارای ویژگی‌های اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و ... مختلفی هستند که هرکدام از این ویژگی‌ها می‌تواند بر سطح درآمد نقطه حداکثر آلودگی تأثیر بگذارد، لازم است، ابتدا معادله هر یک از گروه کشورها به تفکیک سطح درآمدی با توجه به اثرات بخش تصادفی محاسبه گردد و سپس با توجه به هر معادله سطح درآمدی حداکثر آلودگی مورد محاسبه قرار گیرد.

**جدول (3): روابط برآوردی در سطوح مختلف درآمد جهانی**

| سطح درآمدی | رابطه رگرسیونی حاصل از محاسبه تغییرات عرض از مبدأ و شیب در الگوی سه سطحی |
|---|---|
| درآمد بالا | $LCE_j = -۲۲.۵۷۶ + ۰.۰۱۲۹ + ۰.۰۴۲۳۱\ LGDP - .۰۰۲۲\ (LGDP)^۲ + \varepsilon_{tij}$ |
| درآمد بالای متوسط | $LCE_j = -۲۴.۹۹۸ + ۰.۰۱۲۹ + ۰.۰۶۲۷۸\ LGDP - .۰۰۲۲\ (LGDP)^۲ + \varepsilon_{tij}$ |
| درآمد پایین متوسط | $LCE_j = -۲۶.۲۶۲ + ۰.۰۱۲۹ + ۰.۰۸۱۹۸\ LGDP - .۰۰۲۲\ (LGDP)^۲ + \varepsilon_{tij}$ |
| درآمد پایین | $LCE_j = -۲۷.۹۴۱ + ۰.۰۱۲۹ + ۰.۱۰۶۱۴\ LGDP - .۰۰۲۲\ (LGDP)^۲ + \varepsilon_{tij}$ |

مأخذ: یافته‌های پژوهش

بر اساس روابط برآوردی جدول 3 و رابطه 7 می‌توان سطح تولید ناخالص داخلی که پس‌ازآن،

میزان آلودگی شروع به کاهش می‌نماید، را برای کلیه سطوح درآمدی محاسبه نمود که نتایج آن در جدول 4 ارائه شده است.

**جدول(4): نتایج حاصل از محاسبه سطح درآمد حداکثر آلودگی و نقطه عطف منحنی کوزنتس زیست‌محیطی**

| سطح درآمدی | تولید ناخالص داخلی سرانه واقعی | تولید ناخالص داخلی سرانه واقعی در سطح حداکثر آلودگی |
|---|---|---|
| درآمد بالا | 12266/49 | 8754/06 |
| درآمد بالای متوسط | 1314/88 | 11621/43 |
| درآمد پایین متوسط | 345/63 | 248006/97 |
| درآمد پایین | 157/64 | 3339100/85 |

مأخذ: یافته‌های پژوهش

بر اساس اطلاعات ارائه شده در جدول 4 می‌توان گفت اگرچه بر اساس نتایج جدول 2 و به لحاظ روابط آماری فرضیه کوزنتس زیست‌محیطی رد نمی‌شود، اما سطوح تولید ناخالص داخلی که پس‌ازآن سطح، آلودگی با افزایش درآمد شروع به کاهش می‌نماید، در مورد کشورهای با درآمد متوسط به پایین و با درآمد پایین با ادامه روند فعلی، تقریباً غیرممکن می‌نماید (با توجه به سطح تولید ناخالص داخلی سرانه واقعی این کشورها و مقایسه آن با سطح تولید ناخالص داخلی سرانه واقعی کشورهای دارای درآمد بالا و همچنین نگاهی به تولید ناخالص داخلی سرانه واقعی در سطح حداکثر آلودگی برای این کشورها، به نظر می‌رسد تحقق این مهم در شرایط فعلی و با در نظر گرفتن ساختارها، زیرساخت‌ها، دیدگاه‌ها و غیره فعلی این کشورها، غیر ممکن باشد). همچنین بر اساس این یافته‌ها، کشورهای با درآمد بالای متوسط نیز با سختی (بسیار) می‌توانند به این سطح دست یابند. این در حالی است که اطلاعات جدول مذکور حاکی از این است که کشورهای با درآمد بالا توانسته‌اند از سطح حداکثر آلودگی عبور نمایند و در حال حاضر در قسمت نزولی این منحنی قرارگرفته‌اند؛ بنابراین می‌توان فرضیه EKC را در مورد کشورهای با سطوح درآمدی پایین، خوش‌بینانه تلقی نمود.

اما در نظر گرفتن این نکته در این تحلیل ضروری است، که این سطح درآمدی با در نظر

گرفتن ساختارها، زیرساخت‌ها، دیدگاه‌ها و غیره فعلی کلیه کشورها محاسبه شده است. واضح است که بهره‌گیری بیشتر از تکنولوژی پیشرفته کشورهای توسعه‌یافته و بومی نمودن آن و همچنین توجه به نظریه نوآوری القایی و نیروهای بازار و همچنین نیروهای غیربازاری مانند جایگاه و نقش دولت می‌تواند تأثیرات شگرفی را بر شکل و جابجایی منحنی کوزنتس و این سطح درآمد داشته باشد.

## 5- نتیجه‌گیری و بحث

نتایج این پژوهش که به بررسی فرضیه EKC با بهره‌گیری از الگوی سه سطحی در سطوح مختلف درآمدی، کشوری و در طول سال‌های 1991 تا 2009 پرداخته است، حاکی از این است که بر اساس الگوی برآورد شده، فرضیه EKC در هیچ‌یک از چهار گروه درآمدی رد نمی‌شود. بر اساس یافته‌های این الگو کشورهای گروه درآمد بالا، از سطح تولید ناخالص داخلی سرانه حداکثر انتشار $CO_2$ عبور کرده‌اند و در حال حاضر در قسمت نزولی منحنی کوزنتس زیست‌محیطی قرار دارند. همچنین نتایج نشان می‌دهد که کشورهای با درآمد بالای متوسط چنانچه بتوانند تولید ناخالص داخلی سرانه خود را افزایش دهند، دستیابی به قسمت نزولی منحنی کوزنتس برای آن‌ها دور از دسترس نخواهد بود. این در حالی است که بر اساس نتایج به‌دست‌آمده اگرچه بر اساس الگوی برآورد شده فرضیه EKC رد نمی‌شود، اما در واقعیت و با شرایط فعلیِ کشورهای با درآمد کمتر از متوسط و پایین (به لحاظ تکنولوژی، زیرساخت‌ها و ساختارهای مختلف اقتصادی، سیاسی و غیره)، تقریباً دستیابی به قسمت نزولی منحنی کوزنتس زیست‌محیطی برای آن‌ها غیرممکن است و برای دستیابی به این بخش و کاهش سطح درآمدی لازم برای رسیدن به بخش نزولی آلودگی، بایستی تغییرات عمده‌ای در نیروهای بازاری و غیربازاری حاکم بر این کشورها صورت گیرد.

ازجمله نیروهای بازار حاکم بر این فضا می‌توان به قیمت‌ها و فناوری اشاره نمود. قیمت‌ها اساسی‌ترین عامل تأثیرگذار بر شکل و موقعیت EKC هستند. قیمت‌های بالاتر، مخصوصاً برای انرژی، توسعه اقتصادی را به تأخیر می‌اندازند؛ اما درعین‌حال یک مزیت قیمت‌های بالاتر انرژی، ایجاد انگیزه در کاهش مصرف است. به‌علاوه، نوسانات شدید قیمت که بیشتر در کشورهای با

درآمد پایین و کمتر توسعه‌یافته اتفاق می‌افتد، می‌تواند نتایج غیرمستقیمی در مصرف سبز و تکنیک‌های تولید (فناوری پاک) به همراه داشته باشد. به‌عنوان نمونه، اگر رانندگان از افزایش قیمت انرژی آگاهی داشته باشند، نظیر آنچه توسط اوپک (OPEC) در دهه 1970 تحمیل شد، ابتدا در برابر افزایش قیمت ایستادگی خواهند کرد و سپس خرید خودروهای پرمصرف بنزینی را کاهش خواهند داد. این کاهش خرید نه‌تنها باعث کاهش تولید دی اکسیدکربن خواهد شد، بلکه تولیدکنندگان خودرو را به سرمایه‌گذاری در تکنولوژی‌های کاراتر سوخت، مثل ماشین‌های هیبریدی ترغیب می‌کند.

این مثال، فرضیه نوآوری القایی را نشان می‌دهد که بر اساس آن، قیمت‌های بالاتر از حد انتظار انرژی، انگیزه‌هایی برای تولیدکنندگان در تولید و عرضه محصولاتی که در مصرف انرژی صرفه‌جویی کنند، ایجاد می‌کند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که امروزه در دنیای مدرن، بنگاه‌های اقتصادی بودجه‌های تحقیق و توسعه خود را در واکنش به اصول متغیر بازار مجدداً تنظیم می‌کنند. همچنین شواهد حاکی از این است که افزایش قیمت‌های انرژی، باعث نوآوری در تولید وسایلی با مصرف بهینه انرژی در بخش‌های خصوصی مثل تجهیزات تهویه هوا شده است. بر اساس یک مطالعه، قیمت‌های افزایشی انرژی مسبب تقریباً یک‌چهارم تا نیمی از پیشرفت‌های حاصل‌شده در میانگین بازده انرژی دستگاه‌های تهویه هوا طی دو دهه گذشته بوده‌اند.

فناوری‌های سبزتر (پاک‌تر) دو نقش و تأثیر را در کمک به توضیح EKC دارند. اول آنکه، تا آنجایی که تقاضای این فناوری‌ها با درآمد مرتبط است، دسترسی رو به افزایش سایر گزینه‌ها مثل ماشین‌های هیبریدی، می‌تواند به توضیح شکل متمایز منحنی کمک نماید. دوم، تغییرات دسترسی به چنین فناوری‌هایی، می‌تواند در جابجایی EKC مؤثر باشد. چنین پیشرفت‌های تکنولوژیکی تأثیر زیست‌محیطی رشد اقتصادی را کم می‌کند (این یکی از دلایلی است که سطح حداکثر آلودگی و شروع بخش نزولی منحنی کوزنتس در کشورها توسعه‌یافته و با درآمد بالا در سطح کمتری از تولید ناخالص داخلی اتفاق می‌افتد).

نیروهای دیگری که می‌توانند بر فضای منحنی کوزنتس زیست‌محیطی مؤثر باشند، نیروهای غیربازاری مانند نقش دولت می‌باشند. اقدام دولت نیز به مانند فناوری‌های سبز (پاک) هم به توضیح شکل و هم توضیح موقعیت منحنی کوزنتس کمک می‌کند. برخی اقتصاددانان معتقدند، با بالا رفتن درآمد، یک رأی دهنده عادی بیشتر به حمایت از مقررات اشتیاق پیدا می‌کند. بر این

اساس وقتی اقتصاد کشوری در حال رشد و کاهش عدم‌تساوی درآمد است، احتمال اعمال قوانین محیطی در آن بیشتر است. رأی‌دهندگان تحت این شرایط، بیشتر با اولویت‌های سیاسی هم سو می‌شوند و دولت منابع لازم را برای پیگیری اهداف زیست‌محیطی دارد. این مباحث به توضیح شکل EKC کمک می‌کند.

به‌علاوه اقدام سیاستی می‌تواند نقطه عطف EKC را جابجا کند یا در حرکت آن به سمت پایین مؤثر باشد. یک راه حل محتمل اما بررسی نشده این تأثیر، خواسته‌های بنگاه‌ها است. اگر بنگاه‌ها انتظار داشته باشند سیاستمداران "سبز" طی یک مدت طولانی در مسندشان باقی بمانند، آن‌ها انگیزه‌های بیشتر و قوی‌تری برای سرمایه‌گذاری در تکنولوژی‌های کاهنده آلودگی و صرفه‌جویی انرژی خواهند داشت. در مقابل بعید است یک دولت طرفدار تجارت انگیزه‌ای برای حرکت منحنی EKC به پایین و داخل داشته باشد.

حتی مسأله مهم‌تر این است که عوامل یا رویدادهایی که در انگیزش کنش‌گرایی طرفداران محیط‌زیست مؤثر است، می‌تواند تأثیر به‌سزایی بر موقعیت نقطه عطف EKC داشته باشد. به‌عنوان‌مثال، اطلاعات بهتر درباره اثرات مخاطرات زیست‌محیطی، می‌تواند با نیازی که در سطوح پایین‌تر درآمد سرانه به قوانین ایجاد می‌کند، منحنی را به طرف داخل، جابجا کند.

بنابراین کشورهای با درآمد پایین و کمتر از متوسط به‌منظور دستیابی به بخش نزولی منحنی کوزنتس زیست‌محیطی و رهایی از دام آلودگی ناشی از افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه، بایستی توجه ویژه‌ای به نیروهای بازاری و غیربازاری مذکور معطوف نمایند. واضح است که چنین تغییراتی می‌تواند علاوه بر تغییر شکل و شیب منحنی کوزنتس، آن را به سمت چپ و پایین (مطابق دیدگاه بانک جهانی) منتقل نماید.

**references**

Coondoo,D., Dinda, S. (2002). Causality between income and Emission: A country Group-specific Econometric Analysis. J.Ecological Economics, 40. 351-367.

Dasgupta, S, and others. (2002). Confronting the Environmental Kuznets Curve. J. Economic Perspectives 16, 1: 147–68.

Davis, P., and Scott, A. (1995). The effect of interviewer variance on domain comparisons. J.Survey Methodology, 21, 2, 99–106.

De Bruyn, S.M. (1997). Explaining the Environmental Kuznets Curve: Structural change and International agreements in reducing sulphur emissions.

J.Environment and Development Economics, 2, 485- 503.

Dinda,S.,Coondoo,D. (2006). Income and emission: a panel data- based cointegration analysis. J.Ecological Economics57,167–181.

Grossman, G., and Krueger, A. (1995). Economic Growth and the Environment. Quarterly Journal of Economics 110, 2, 353–77.

Hox, J. J., Maas, C. G. M., and Brinkhuis, M. J. S. (2010). The effect of estimation method and sample size in multilevel structural equation modeling. Statistica Neerlandica.

Huang, B.N.,Hwang,M.J.,Yang,C.W., (2008).Causal relationship between energy consumption and GDP growth revisited: adynamic panel data approach. J.Ecological Economics 67, 41–54.

Kahn, M. E. (2006). Green Cities. brookings institution press. Washington, D.C.

Mirshjayan Hosseini& Rahbar, H. F. (2011). Evaluation of environmental Kuznets curve environment in Asian countries (Case Study: carbon dioxide and particulate matter). J. Ecology. 58, 1- 14. (In persian)

Naderi, A. (2002). Multilevel models and valuation heterogeneity and budget performance of the country's universities. Seminar presenting the results of assessment plan skilled manpower, Management and Planning Organization of Iran. (In persian)

Niu, Sh., Ding, Y,. Niy, Y,. Li, Y and Luo, G.(2011). Economic Growth, Energy Conservation and emissions reduction: A comparative analysis based on panel data for 8 Asian-Pacific countries. J. Energy Policy, 39, 2121-2131.

Pao, H.T., Tsai, C.M. (2010).CO2 emissions, energy consumption and economic growth in BRIC countries. Energy Policy38, 7850–7860.

Pourkazemi, d. H. Abraham. (2009). Evaluation of environmental Kuznets curve in the Middle East. J.Economic Research. 34, 57, 71. (In persian)

Soytas, U., Sari,R. (2009). Energy consumption, economic growth, and carbon emissions: challenges faced by an UN candidate member. J.Ecological Economics 68,1667–1675.

Soytas, U.,Sari, R., Ewing, B.T., (2007). Energy consumption, income, and carbon emissions in the UnitedStates. J. Ecological Economics62,482–489.