

مقایسه منحنی زیست محیطی کوزنتس در کشورهای عضو OECD و کشورهای در حال توسعه: تحلیل مبتنی بر داده‌های پانل

مصطفی سلیمی فر
دانشیار گروه اقتصاد،
دانشگاه فردوسی مشهد
جلال دهنوی*
دانشجوی دکتری اقتصاد،
دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده:

در این مقاله، رابطه بین آلودگی و رشد اقتصادی در غالب فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس برای دو گروه از کشورها مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور نمونه‌ای متشکل از ۲۴ کشور در حال توسعه و ۲۶ کشور عضو OECD در طی یک دوره ۲۶ ساله (۲۰۰۵-۱۹۸۰) انتخاب شده است و از روش‌های نوین اقتصادسنجی از قبیل پانل هم‌انباشته و ریشه واحد پانلی، صحت این فرضیه مورد آزمون قرار می‌گیرد. یافته‌های تحقیق دلالت بر وجود منحنی کوزنتس زیست محیطی برای هر دو گروه کشورها دارد. نتایج حاصل از تخمین و پیش‌بینی مدل بیانگر آن است که در کشورهای در حال توسعه، رشد اقتصادی بالاتر تخریب بیشتر محیط زیست را به همراه خواهد داشت در حالی که در کشورهای گروه دوم، رشد اقتصادی منجر به بهبود کیفیت محیط زیست می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پروتکل کیوتو، هم‌انباشتگی پانلی و منحنی زیست محیطی کوزنتس

طبقه بندی JEL: C23، O57، Q51

jalal.dehnavi@stu-mail.um.ac.ir

* - (نویسنده مسئول)

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۱۰/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۵/۲۱

The Comparison of the Environmental Kuznets Curve in Developing and OECD Countries: A Panel Data Analysis

Mostafa Salimifar

*Associate Professor in Economics,
Ferdowsi University of Mashhad*

Jalal Dehnavi

*PhD student in Economics, Ferdowsi
University of Mashhad*

Abstract

This study attempts to investigate the relationship between pollution and economic growth for two groups of countries according to Environmental Kuznets Curve hypothesis for a sample of 24 developing countries and 26 OECD countries over the period 1980 - 2005. Then, we examine this hypothesis using modern econometrics techniques including panel co-integration and panel unit-root. The panel data analyses do support the inverted u-shaped Environmental Kuznets Curve hypothesis in both groups of countries. Also, the results which extracted from estimating and forecasting, confirm that in developing countries higher economic growth causes more environmental distortion. While for OECD countries, economic growth improve the quality of environment.

Key words: Kyoto protocol, panel co-integration and environmental Kuznets curve

JEL: C23, O57, Q51

مقدمه

موضوع اثرات کاهش آلودگی بر رشد اقتصادی از این منظر حائز اهمیت است که از یک سو رابطه‌ای احتمالی بین آلودگی و مصرف انرژی و از سوی دیگر مصرف انرژی و رشد اقتصادی وجود دارد. بنابراین با توجه به رابطه‌ی بین رشد اقتصادی و تخریب محیط‌زیست، در سال‌های اخیر مجادله‌ای بین طرفداران محیط‌زیست و طرفداران رشد اقتصادی ایجاد شده است. بدین معنا که رشد اقتصادی نیازمند مصرف انرژی بالاتر است و این خود باعث ایجاد آلودگی بیشتر (ناشی از مصرف انرژی) و تخریب محیط زیست می‌گردد. براین اساس طرفداران محیط‌زیست معتقدند برای بهبود وضعیت محیط‌زیست باید روند رشد اقتصادی کند شود. در مقابل طرفداران رشد اقتصادی بر این باورند که رشد اقتصادی می‌تواند توأم با کاهش آلودگی و افزایش کیفیت محیط زیست باشد. این موضوع اخیراً در تئوری‌های رشد درون‌زا لحاظ شده است. وجود چنین اثری به

خوبی در نوشتارهای منحنی زیست‌محیطی کوزنتس (EKC)^۱ مورد بحث قرار گرفته است. کوزنتس نخستین بار در سال ۱۹۵۵ به بررسی رابطه بین نابرابری درآمدی و رشد اقتصادی پرداخت. وی با بررسی داده‌های تجربی موفق به استخراج منحنی U شکل معکوس شد^۲ که از آن زمان به افتخار وی این منحنی را منحنی کوزنتس نامیدند^۳، پس از آن کارهای بسیاری توسط اقتصاددانان مختلف در مورد وجود رابطه بین رشد اقتصادی و آلودگی صورت گرفت و چون پژوهشگران به منحنی مشابهی همانند منحنی کوزنتس به دست آمده از رابطه بین رشد اقتصادی و نابرابری درآمدی (که توسط کوزنتس استخراج گردیده بود) دست یافتند (یعنی منحنی U معکوس) این منحنی را منحنی زیست‌محیطی کوزنتس نامیدند. بر اساس فرضیه EKC، رشد اقتصادی همواره منجر به تخریب محیط زیست نمی‌گردد. از آن زمان به بعد مطالعات زیادی در زمینه بررسی صحت فرضیه کوزنتس برای کشورهای مختلف دنیا با سطوح متفاوت از رشد اقتصادی و کیفیت محیط‌زیست و برای آلاینده‌های متفاوت صورت گرفته است. در نوشتارهای EKC پژوهشگران عمدتاً گازهای گل‌خانه‌ای^۴ (به ویژه CO₂) را به‌عنوان شاخصی برای سطح کلی تخریب محیط زیست (آلودگی) در نظر می‌گیرند. اگر فرضیه EKC مورد تایید قرار بگیرد در این صورت با توجه به ویژگی منحنی کوزنتس، رشد اقتصادی می‌تواند به‌جای این که تهدیدی برای محیط زیست باشد تبدیل به ابزاری برای بهبود کیفیت محیط‌زیست گردد. مطالعات در زمینه رابطه بین آلودگی و رشد از سال ۲۰۰۵ که پروتکل کیوتو^۵ آغاز به کار کرد اهمیت دو چندانی پیدا کردند. بر طبق پروتکل کیوتو ۳۹ کشور از کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه جهان ملزم شدند تا سطح انتشار دی‌اکسید کربن خود را در سال ۲۰۱۲ به ۵ درصد مقدار آن در سال ۲۰۰۵ برسانند (Halicioglu, 2008). با توجه به رابطه بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار آلودگی می‌توان ادعا کرد که اثرات سیاست‌های صرفه‌جویی در مصرف انرژی بر رشد اقتصادی باید در

1- environmental kuznets curve (ekc)

۲- کوزنتس در مطالعات خود به این نتیجه رسید که تا سطح معینی از درآمد، رشد اقتصادی باعث بدتر شدن (ناعادلانه‌تر شدن) توزیع درآمد می‌گردد ولی از آن سطح به بعد همراه با رشد اقتصادی توزیع درآمد نیز عادلانه می‌شود. این منحنی دارای یک قسمت صعودی است در آن رشد اقتصادی باعث تخریب محیط‌زیست می‌شود و پس از رسیدن به حداکثر خود در ادامه نزولی می‌شود به طوری که رشد اقتصادی باعث بهبود محیط زیست می‌شود.

3- kuznets (1955)

4- green house gases

5- kyoto protocol

(علمی- پژوهشی)

طراحی سیاست‌های زیست‌محیطی لحاظ شوند که این امر نشان‌دهنده اهمیت موضوع است. بر این اساس در مطالعه حاضر رابطه بین رشد اقتصادی و محیط‌زیست در غالب فرضیه کوزنتس برای دو گروه مختلف از کشورهای جهان مورد بررسی قرار می‌گیرد تا بتوان بررسی کرد که آیا در این دو گروه از کشورها رشد اقتصادی باعث افزایش کیفیت محیط‌زیست شده است یا بالعکس. هم‌چنین با پیش‌بینی و تخمین منحنی کوزنتس برای هر دو گروه تعیین می‌شود که این دو گروه از کشورها در کدام قسمت از منحنی کوزنتس قرار دارند. ساختار مقاله حاضر مشتمل بر ۵ بخش است. بخش دوم به مرور مطالعات انجام شده و نوشتارهای تجربی در زمینه منحنی کوزنتس اختصاص دارد. در بخش سوم، داده‌ها و متغیرهای مدل معرفی شده‌اند. روش‌شناسی اقتصادسنجی و نتایج حاصل از تصریح و برآورد الگوی تجربی در بخش چهارم ارائه شده‌اند. در قسمت پایانی نتیجه‌گیری و پیشنهادات ارائه شده‌اند.

مروری بر پیشینه تحقیق

نوشتارهای توسعه اقتصادی، انباشته از مطالعاتی است که به بررسی رابطه بین رشد اقتصادی و سطح آلودگی در چارچوب نوشتارهای EKC پرداخته‌اند. به دلیل تنوع مطالعات موجود، در این تحقیق مطالعات به چهار گروه عمده تقسیم شده‌اند. نخستین گروه از مطالعات، شامل مطالعاتی است که در آن‌ها این نتیجه حاصل شده است که هیچ‌گونه ارتباطی (اعم از خطی یا غیر خطی) بین رشد اقتصادی و آلودگی وجود ندارد، به عبارت دیگر هیچ‌گونه رابطه علی بین این دو متغیر پیدا نشده است. به عنوان مثال لوزاتی و ارسینی (Luzzati & Orsini, 2009) به بررسی EKC طی دوره زمانی ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۴ برای ۱۱۳ کشور جهان پرداخته و بر طبق نتایج مطالعات‌شان بیان می‌دارند که هیچ‌گونه شواهدی مبتنی بر وجود منحنی کوزنتس پیدا نکرده‌اند. در مطالعه دیگری هالکوس و زرمس (Halkos & Tzeremes, 2009) با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم یافته (GMM)، به بررسی وجود رابطه کوزنتس شکل بین کارایی زیست محیطی کشورها و درآمد ملی ۱۷ کشور عضو OECD طی دوره زمانی ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۲ پرداختند. این دو نتیجه گرفتند که هیچ‌گونه ارتباطی مشابه منحنی کوزنتس (رابطه غیر خطی بصورت U وارون) بین کارایی زیست

محیطی و درآمد وجود ندارد. بیگان و ایچر (Begun & Eicher, 2008) در مطالعه خود فقط شواهد ضعیفی دال بر وجود EKC یافتند. گروه دوم؛ آن گروه از مطالعات را در بر دارد که همگی دلالت بر وجود رابطه بین متغیرهای پیش گفته دارند. در این مقاله این گروه از مطالعات به سه زیر گروه عمده تقسیم شده‌اند. نخستین زیر گروه شامل مطالعاتی است که به رابطه یکنوا^۱ بین رشد اقتصادی و آلودگی دست یافته‌اند (ن. ک. به بکرمن (Beckerman, 1992) و نیز هالکوس و ساینوس (Halkos & Tsionas, 2001)). زیر گروه دوم در بردارنده مطالعاتی است که محققان در آن‌ها به رابطه یو شکل معکوس بین درآمد و آلودگی دست پیدا کردند برای مثال ول‌برگ، ملنبرگ و همکاران (Vollebergh, Melenberg et al, 2009)، هانگ، لی و همکاران (Huang, Lee et al, 2008)، کلی (Kelly, 2003) و کانا (Khanna, 2002) از جمله پژوهشگرانی هستند که به چنین نتیجه‌ای دست یافته‌اند. بر اساس نتایج این شاخه از مطالعات پیش‌بینی شده است رابطه یو شکل معکوس بین رشد اقتصادی و آلودگی وجود دارد که به EKC مشهور شده است. بر طبق این دیدگاه ارتباطی بین کیفیت محیط زیست و سطوح درآمد وجود دارد که این رابطه در همه سطوح درآمدی یکسان نیست و در مراحل مختلف توسعه یافتگی تغییر می‌کند. بر طبق فرض منحنی کوزنتس، در سطوح اولیه توسعه یافتگی، رشد اقتصادی و آلودگی هر دو افزایش می‌یابند اما در سطوح بالاتر توسعه یافتگی، با رشد اقتصادی بیشتر از شدت استخراج منابع، انتشار آلودگی و تخریب محیط زیست کاسته می‌شود. به عبارت دیگر، در سطوح اولیه توسعه یافتگی رشد اقتصادی منجر به تخریب محیط زیست می‌گردد اما در سطوح بالاتر درآمدی، رشد بیشتر منتهی به محیط زیست بهتر می‌گردد. سومین دسته از مطالعات شامل مطالعاتی است که بر طبق نتایج آنها رابطه بین آلودگی و تولید، شکل نموداری N شکل^۲ دارد. برای مثال گراسمن و کروگر (Grossman & Krueger, 1995)، بریجر، مید و همکاران (Brajer, Mead et al, 2008)، اگلی و استجر (Egli & Steger, 2007) و فریدل و جتزنر (Friedl & Getzner, 2003) در مطالعات خود به یک رابطه N شکل دست یافته‌اند. دستیابی به منحنی N شکل بدین معنا است که پس از گذار از یک فاز شبیه EKC (U معکوس، که در آن پس از یک دوره تخریب محیط زیست به واسطه رشد اقتصادی کیفیت محیط زیست بهبود یافته)، رشد اقتصادی بیشتر مجدداً منجر به تخریب محیط زیست می‌-

1- monotonic

2- n-shaped functional form

(علمی- پژوهشی)

گردد. همان‌طور که اشاره شد مطالعات زیادی در زمینه رابطه بین آلودگی و رشد توسط اقتصاددانان مختلف صورت گرفته که به نتایج متفاوتی دست یافته‌اند. مطالعه حاضر دارای ویژگی‌هایی است که آن را از دیگر مطالعات مجزا می‌سازد. این ویژگی‌ها عبارتند از: نخست، اکثر مطالعات موجود تنها در مورد یک کشور خاص هستند ولی در این مطالعه رابطه بین درآمد و آلودگی برای ۵۰ کشور و در غالب دو گروه کشورهای در حال توسعه و عضو OECD مورد بررسی قرار می‌گیرد. دوم؛ از روش‌های نوین اقتصاد سنجی از قبیل ریشه واحد در داده‌های پانل، هم‌انباشتگی پانل و ... و با استفاده از نرم‌افزارهای 6 EViews، 7.1 RATS و 7.6 MATLAB برای اجرای مدل استفاده شده است.

داده‌ها و روش‌شناسی

تحلیل کاربردی بر اساس روش پویا با استفاده از داده‌های پانل (تلفیق داده‌های مقطعی^۱ و داده‌های سری زمانی^۲) برای ۵۰ کشور مختلف دنیا شامل ۲۴ کشور در حال توسعه^۳ و ۲۶ کشور عضو OECD^۴ صورت گرفته است. معیارهای مختلفی برای انتخاب کشورها از جمله همگنی کشورها در راستای تحقیق و در دسترس بودن اطلاعات استفاده شده است. داده‌های مورد استفاده قرار گرفته عبارتند از: داده‌های سالانه انتشار دی اکسید کربن سرانه^۵ و تولید ناخالص ملی حقیقی سرانه^۶ برای دوره زمانی ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۵. در جمع‌آوری داده‌ها و آمارهای مورد استفاده در مقاله از بخش شاخص‌های توسعه‌ای بانک جهانی^۷ استفاده شده است. نماد و تعاریف متغیرهای مورد

1- cross section data

2- time series data

۳- فهرست کشورهای در حال توسعه عبارت است از: آلبانی، الجزایر، آرژانتین، بولیوی، بلغارستان، کامرون، شیلی، چین، کلمبیا، کاستاریکا، اکوادور، مصر، هند، اندونزی، ایران، جامائیکا، مراکش، فیلیپین، رومانی، تایلند، تونس، اروگوئه و ونزوئلا

۴- لیست کشورهای عضو oecd عبارت است از: استرالیا، اتریش، بلژیک، کانادا، دانمارک، فنلاند، فرانسه، آلمان، یونان،

مجارستان، ایسلند، ایرلند، ایتالیا، ژاپن، کره جنوبی، لوکزامبورگ، هلند، نیوزلند، نروژ، پرتغال، اسپانیا، سوئد، سوئیس، ترکیه،

انگلستان و آمریکا

5- per capita co2

6- per capita gdp

7- world development indicators (wdi)

استفاده در مقاله به شرح ذیل هستند:

C، انتشار دی اکسید کربن سرانه که واحد آن کیلوگرم سرانه است

Y، تولید ناخالص داخلی حقیقی سرانه به قیمت‌های ثابت دلار سال ۲۰۰۰

روش‌شناسی اقتصادسنجی که در این مقاله استفاده کردیم شامل چند بخش اساسی است. نخست؛ درجه انباشتگی برای سری‌های زمانی با استفاده از آزمون‌های ریشه واحد پانلی^۱ تعیین می‌شود. در گام دوم؛ اگر درجه انباشتگی برای دو سری یکسان باشد تکنیک‌های هم‌انباشتگی معرفی شده توسط پدرونی (Pedroni, 1999, 2004) برای تعیین روابط هم‌انباشتگی موجود مورد استفاده قرار می‌گیرد. سوم؛ در مواردی که سری‌های ما هم‌انباشته باشند، بردار هم‌انباشتگی در بین آن‌ها با استفاده از روش OLS کاملاً تعدیل شده^۲ (FMOLS) و بر اساس روش معرفی شده توسط پدرونی تخمین زده می‌شود. در مرحله بعد؛ از یک مدل تصحیح خطای برداری پانلی^۳ به منظور تعیین جهت علیت در بین متغیرها استفاده می‌شود. در مواردی که هم‌انباشتگی وجود نداشته باشد علیت به صورت کوتاه‌مدت مورد بررسی قرار می‌گیرد. نهایتاً؛ اگر رابطه علیت از سمت درآمد به آلودگی وجود داشته باشد صحت فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای کشورهای مد نظر مورد بررسی قرار می‌گیرد.

روش‌شناسی اقتصادسنجی

آزمون‌های ریشه واحد

قبل از انجام آزمون هم‌انباشتگی جهت تعیین رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدنظر، باید آزمون ریشه واحد برای متغیرها انجام شود. نوشتارهای اقتصادسنجی و ریشه واحد بیانگر آن است که آزمون ریشه واحد مبتنی بر داده‌های پانل نسبت به آزمون ریشه واحد سری زمانی دارای قدرت و صحت بیشتری است. در این مقاله، سه نوع آزمون ریشه واحد مختلف برای بررسی مانایی متغیرها مورد استفاده قرار گرفته است، این آزمون‌ها عبارتند از: آزمون ریشه واحد لوین، لین و همکاران (Levin, Lin et al, 2002)، (از این به بعد با عنوان LLC در مقاله آمده است؛ آزمون دیکی فولر

1- panel unit root tests

2- fully modified ols

3- panel vector error correction model (panel vecm)

(علمی- پژوهشی)

تعمیم یافته^۱ که تحت عنوان ADF در مقاله آمده است؛ آزمون ایم، پسران و همکاران (Im, Pesaran et al, 2003) که به نام IPS در مقاله آمده است. فرض اساسی آزمون LLC وجود یک فرآیند ریشه واحد در بین مقاطع است، در حالی که آزمون IPS این امکان را فراهم می‌سازد که ناهمگونی در بین اثرات فردی وجود داشته باشد به همین دلیل به آزمون IPS آزمون ریشه واحد ناهمگن^۲ گویند. در این بخش از معیار آکایک تعمیم یافته (MAIC)^۳ معرفی شده توسط انجی و پرون (Ng & Perron, 2001) به منظور تعیین وقفه بهینه استفاده شده است. نتایج حاصل از آزمون-های ریشه واحد برای صادرات (EXP) و تولید ناخالص داخلی (GDP) کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته در جداول (۱) و (۲) گزارش شده‌اند.

جدول (۱)- نتایج حاصل از تخمین آزمون ریشه واحد برای کشورهای در حال توسعه

| تصريح آزمون ریشه واحد متغير | با عرض از مبدا و روند | | | بدون عرض از مبدا و روند | | |
|---|-----------------------|-------------|-------------|-------------------------|-------------|------------|
| | ADF | IPS | LLC | ADF | IPS | LLC |
| GDP | ۳۸/۲۹۷۶ | ۳/۲۶۸۲ | ۲/۱۴۳۶ | ۱۴/۴۸۹۸ | ۵/۹۵۶۴ | ۷۳/۶۳۸۱** |
| ΔGDP | ۳۵۱/۳۴۴۴*** | -۱۸/۲۳۴۲*** | -۱۷/۶۷۱۹*** | ۱۴۰/۴۵۶۱*** | -۱۵/۶۳۳۴*** | ۲۸/۲۵۴۴*** |
| EXP | ۱۶/۶۲۵۲ | ۷/۵۶۷۰ | ۵/۲۰۵۷ | ۸/۹۴۴۰ | ۱۱/۰۴۹۳ | ۵۰/۴۹۷۴** |
| ΔEXP | ۷۴/۶۲۲۳*** | -۹/۴۸۱۳*** | -۷/۴۰۷۱*** | ۶۹/۶۷۸۹*** | -۵/۵۵۵۷*** | ۶۵/۱۳۹۸*** |

وقفه بهینه بر اساس معیار شوارتز تعدیل شده انتخاب شده است، فرض صفر مورد آزمون قرار گرفته در آزمون ریشه واحد عبارت است از وجود ریشه واحد در سری‌های زمانی.

** و *** به ترتیب بیانگر معناداری در سطوح احتمال ۹۵ درصد و ۹۹ درصد می‌باشند.

بر طبق نتایج حاصل از جداول فوق و با استفاده از آزمون‌های مختلف، فرض صفر وجود ریشه واحد در مقادیر جاری متغیرها و در سطح اطمینان ۹۹ درصد تایید می‌شود. از سوی دیگر فرض وجود ریشه واحد برای تفاضل مرتبه اول^۴ متغیرهای فوق الذکر با قدرت رد می‌شود. این به معنای

- 1- augmented dickey fuller test
- 2- heterogeneous panel unit root test
- 3- modified akaike's information criterion
- 4- co-integration of order one

وجود هم‌انباشتگی از مرتبه اول برای متغیرهای مذکور است.

جدول (۲) - نتایج حاصل از تخمین آزمون ریشه واحد برای کشورهای عضو OECD

| نام متغیر | C | ΔC | Y | | ΔY | | آزمون ریشه واحد متغیر |
|--------------|---------|-------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| | | | بدون عرض از مبداء و روند | با عرض از مبداء و روند | بدون عرض از مبداء و روند | با عرض از مبداء و روند | |
| LLC | ۰/۵۱۴۹۰ | -۲۴/۱۴۳۳*** | ۳/۲۲۱۵۱ | -۰/۰۴۱۴۲ | ۱۶/۱۵۳۶ | -۱۰/۱۸۰۶*** | -۸/۳۸۶۶۶*** |
| IPM | ----- | ----- | ۹/۴۷۱۱۲ | -۰/۸۱۳۴۲ | ----- | -۱۱/۲۲۰۲*** | -۸/۹۷۳۷۲*** |
| ADF | ۴۸/۱۸۸۰ | ۵۵۰/۱۰۵*** | ۵/۹۱۷۸۱ | ۶۵/۲۱۶۳ | ۰/۹۷۵۰۷ | ۲۲۴/۶۷۶*** | ۱۶۵/۵۶۸*** |

وقفه بهینه بر اساس معیار شوارتز تعدیل شده انتخاب شده است، فرض صفر مورد آزمون قرار گرفته در آزمون ریشه واحد عبارت است از وجود ریشه واحد در سری‌های زمانی. *** بیانگر معناداری در سطح احتمال ۹۹ درصد می باشد.

آزمون‌های هم‌انباشتگی پانل^۱

با توجه به این که بر اساس نتایج آزمون ریشه واحد تایید شد که متغیرها هم‌انباشته از درجه ۱ هستند در گام بعدی به آزمون وجود روابط تعادلی بلندمدت در بین متغیرها می‌پردازیم. با توجه به وجود ناهمگنی در پویایی‌ها و واریانس جملات خطا پانل از آزمون هم‌انباشتگی پانل معرفی شده توسط پدرونی (۲۰۰۱) که امکان بررسی چنین ناهمگنی‌هایی را در مدل‌های پانل فراهم می‌سازد استفاده می‌شود زیرا این آزمون امکان وجود ناهمگنی در عرض از مبدا و شیب معادله هم‌انباشتگی را فراهم می‌سازد. آزمون هم‌انباشتگی پدرونی از پسماندهای تخمین زده شده و حاصله از رگرسیون بلند مدت استفاده می‌کند و شکل کلی آن بصورت زیر است:

$$y_{it} = \alpha_i + \delta_i t + \beta_{1i} x_{1it} + \beta_{2i} x_{2it} + \dots + \beta_{mi} x_{mit} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

که در آن $i=1, 2, \dots, N$ برای هر یک از کشورهای موجود در مدل و $t=1, 2, \dots, T$ اشاره به دوره زمانی دارد و m اشاره به تعداد متغیرهای توضیحی دارد. متغیرها α_i و δ_i امکان بررسی اثرات ثابت خاص کشورها و همچنین روندهای معین را فراهم می‌سازند. ε_{it} پسماندهای تخمین زده شده از روابط

(علمی- پژوهشی)

بلند مدت است. به منظور تشخیص روابط بلندمدت در بین متغیرها پدرونی معناداری آماری γ_i از طریق معادله ۲ مورد بررسی قرار داد:

$$\hat{\varepsilon}_{it} = \gamma_i \hat{\varepsilon}_{it-1} + u_{it} \quad (2)$$

در این عبارت $\hat{\varepsilon}$ پسماندهای بدست آمده از تخمین مدل (۱) است. پدرونی هفت آماره مختلف را در دو گروه متمایز جهت بررسی و آزمون فرض صفر مبتنی بر عدم وجود بردار هم-انباشتگی در مدل‌های پانل ناهمگن معرفی کرد. گروه اول آزمون‌ها مشهور به درون‌بُعدی^۱ است که عوامل زمانی رایج را در نظر می‌گیرد. این گروه از آزمون‌ها امکان بررسی ناهمگنی در بین کشورها را فراهم می‌آورد. گروه دیگر بین‌بُعدی^۲ نام دارد که امکان ناهمگنی بین کشورها را فراهم می‌سازد. بر این اساس هفت آماره‌ای که پدرونی برای آزمون هم‌انباشتگی پانل به کار برد عبارتند از:

گروه اول؛ آماره‌های آزمون درون‌بُعدی:

(a) آماره پانل γ ^۳

(b) آماره‌های پانل ρ از نوع فیلیپس- پرون^۴

(c) آماره پانل t از نوع فیلیپس- پرون^۵

(d) آماره پانل از نوع دیکي- فولر تعمیم یافته^۶

گروه دوم؛ آماره‌های آزمون بین‌بُعدی:

(a) آماره‌های ρ فیلیپس- پرون گروهی^۷

(b) آماره t فیلیپس- پرون گروهی^۸

(c) آماره ADF t گروهی^۹

برای آماره‌های درون‌بُعدی (گروه اول) که شامل چهار آماره می‌باشد، مبتنی بر تخمین زنده-

1- within dimension

2- between dimension

3- panel γ -statistic

4- panel phillips-perron type ρ -statistics

5- panel phillips-perron type t -statistic

6- augmented dickey-fuller (adf) type t -statistic

7- group phillips-perron type ρ -statistic

8- group philips t -statistic

9- group adf type t -statistic

هایی است که به طرز کارایی ضریب خودهم‌بستگی^۱ را در بین مقاطع مختلف ادغام می‌کند^۲ تا از این طریق آزمون ریشه واحد بر روی پسماندهای حاصل از تخمین مدل صورت بگیرد. از سوی دیگر فرض صفر آماره‌های درون بعدی در مورد عدم وجود هم‌انباشتگی بر اساس تخمین زنده‌هایی است که به سادگی میانگین ضرایب تخمین زده شده به صورت فردی را در محاسبات لحاظ می‌کند. آزمون فرض صفر برای هر دو گروه از آماره‌ها مبتنی بر عدم وجود هم‌انباشتگی است.

جدول (۳) - نتایج حاصل از آزمون هم‌انباشتگی با استفاده از هفت آماره مختلف برای دو گروه کشورها

| کشورهای عضو OECD | | کشورهای در حال توسعه | | گروه کشورها |
|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|---|
| با عرض از مبدأ و روند | بدون عرض از مبدأ و روند | با عرض از مبدأ و روند | بدون عرض از مبدأ و روند | آماره آزمون |
| در بین ابعاد | | | | |
| ۳/۰۴۳۶۳۹*** | ۳/۴۷۱۳۶۵*** | ۰/۲۵۶۱۹۶ | -۴/۱۶۸۹۵۲*** | آماره پانل γ |
| ۱/۰۷۴۳۰۸ | -۰/۰۹۸۴۳۰ | ۰/۲۵۶۲۹۱ | ۴/۳۸۵۰۲۷*** | آماره های پانل ρ از نوع فیلپس-پرون |
| -۱/۰۹۸۴۵۴ | -۲/۶۴۰۵۷۹** | -۳/۹۷۷۷۹۶*** | ۴/۰۷۴۹۲۹*** | آماره پانل t از نوع فیلپس-پرون |
| -۴/۰۳۱۰۷۸ | -۷/۷۱۶۸۷۶*** | -۳/۸۶۵۵۹۱*** | ۳/۹۶۸۴۵۷*** | آماره پانل از نوع دیکی-فولر تعمیم یافته |
| | | | | در میان ابعاد |

1- autoregressive coefficient

2- pool

(علمی- پژوهشی)

| | | | | |
|--------------|--------------|--------------|-------------|--|
| ۱/۸۰۹۸۲۶*** | ۰/۰۵۳۳۱۴ | ۱/۷۰۹۵۳۴* | ۲/۰۸۴۸۰۲** | آماره های فیلیپس- پرون گروهی |
| -۷/۵۳۴۶۷۷** | -۷/۳۱۱۰۰۴*** | -۴/۸۴۱۳۱۵*** | -۱/۸۷۰۶۰۵* | آماره فیلیپس- پرون گروهی |
| -۸/۶۳۸۶۳۸*** | -۸/۸۳۸۴۳۶*** | -۵/۶۸۲۴۶۰*** | -۲/۵۲۴۰۶۳** | آماره ADF گروهی |

علایم * و ** و *** به ترتیب بیانگر معناداری ضرایب در سطوح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد می‌باشند.

در این مطالعه روابط هم‌انباشتگی در بین متغیرهای C و Y از طریق تصریح رابطه زیر مورد بررسی قرار می‌گیرد:

$$c_{it} = \alpha_{it} + \gamma_{1i}t + \beta_{12i}y_{it} + \varepsilon_{1it} \quad (۳)$$

نتایج حاصل از تخمین روابط فوق در جدول شماره (۳) ارائه شده‌اند.

با توجه به نتایج حاصل از آزمون‌های هم‌انباشتگی، اکثر آماره‌های آزمون (در هر مورد حداقل چهار آماره) فرض صفر مبتنی بر عدم وجود بردار هم‌انباشتگی را برای هر دو گروه کشورها با قدرت رد می‌کنند. بنابراین ما نتیجه می‌گیریم که رابطه بلندمدت بین رشد اقتصادی و انتشار آلودگی برای هر دو گروه از کشورها وجود دارد در نتیجه می‌توان به بررسی منحنی کوزنتس برای این گروه از کشورها پرداخت.

تخمین بردار هم‌انباشتگی

نخست همان‌طور که اشاره شد نتایج هم‌انباشتگی براساس هفت آماره معرفی شده توسط پدرونی ارائه شده است. فرض صفر همه این آماره‌ها عدم وجود هم‌انباشتگی است و ناهمگنی نیز در همه این آماره‌ها و با فروض مختلف در نظر گرفته شده است. هدف عمده تکنیک هم‌انباشتگی یک کاسه کردن داده‌ها^۱ برای به دست آوردن روابط بلند مدت است اما به‌طور هم‌زمان این اجازه

1- pooling the data

داده می‌شود که اثرات تصادفی و ثابت کوتاه‌مدت در بین کشورهای مختلف ناهمگن باشند. بدین منظور سیستم زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$y_{it} = \alpha_{it} + x'_{it} \beta + \varepsilon_{it} \quad (۴)$$

$$x_{it} = \sigma_i x_{it-1} + \varepsilon_{it}$$

$$t=1, 2, \dots, T \text{ و } i=1, 2, \dots, N$$

این سیستم از طریق FMOLS تخمین زده می‌شود. توجه دارید که بردار $\delta_{it} = [\varepsilon_{it} \varepsilon'_{it}]$ ماناست و ماتریس واریانس-کواریانس آن با Ω_i نشان داده شده است. معادله جهت تخمین پارامترها به شکل کلی زیر است:

$$\hat{\beta}_{FM} - \beta = \left[\sum_{i=1}^N \hat{\Omega}_{i22}^{-2} \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}) \right]^{-1} \sum_{i=1}^N \hat{\Omega}_{i11}^{-1} \hat{\Omega}_{i22}^{-1} \left[\sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}) \varepsilon_{it}^* - T \hat{\gamma}_{it} \right] \quad (۵)$$

که در آن

$$\varepsilon_{it}^* = \varepsilon_{it} \hat{\Omega}_{i22}^{-1} \hat{\Omega}_{i21} \quad (۶)$$

$$\hat{\gamma}_{it} = \hat{\Gamma}_{i21} \hat{\Omega}_{i21}^0 - \hat{\Omega}_{i22}^{-1} \hat{\Omega}_{i21} (\hat{\Gamma}_{i21} + \hat{\Omega}_{i21}^0)$$

به‌طور ضمنی ماتریس واریانس-کواریانس را می‌توان به دو جزء و به‌صورت $\Omega_i = \Omega_i^0 + \Gamma_i$ ، که در اینجا Γ_i مجموع وزنی واریانس‌ها و Ω_i^0 واریانس هم‌زمان است. هر دو گروه از آماره‌های فوق بر اساس فرض صفر عدم وجود هم‌انباشتگی قرار دارند، بنابراین $\sigma_i = 1$ به ازاء همه مقادیر i . و ضریب هم‌انباشتگی بر روی پسماندهای تخمین زده شده از معادله هم‌انباشتگی و با فروض مختلف است. در این مقاله نیز از روش FMOLS معرفی شده توسط پدرونی جهت آزمون هم‌انباشتگی استفاده شده است که نتایج حاصل از تخمین‌ها در جدول زیر گزارش شده‌اند.

نتایج حاصل از تخمین بردار هم‌انباشتگی برای کشورهای در حال توسعه و کشورهای عضو OECD به‌صورت بردارهای ذیل می‌باشند:

$$CO_t = y_t^2 - 0.000023 y_t \quad 1/98550 = CO_t$$

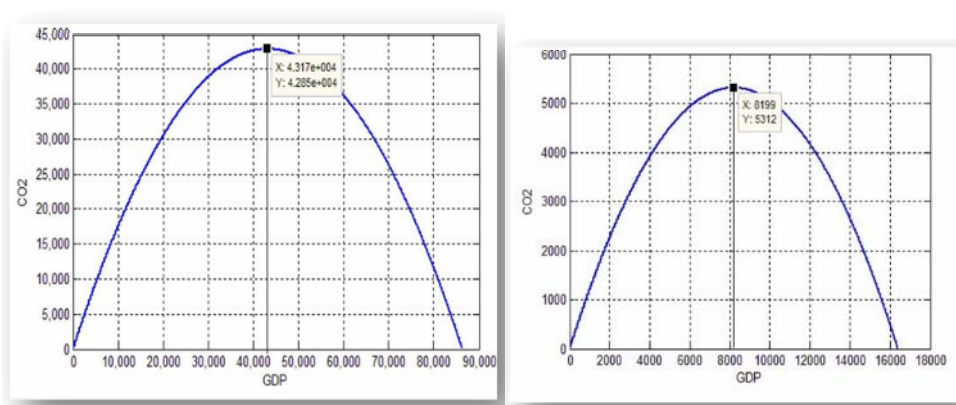
$$CO_t = y_t^2 - 0.000079 y_t \quad 1/295558 = CO_t$$

با توجه به معیارهای ارزیابی، معادلات برآورد شده برای کشورهای در حال توسعه با روند و برای کشورهای عضو OECD در حالت بدون روند برآوردهای بهتری به دست می‌دهند. در نتیجه با در نظر گرفتن این نتایج ضریب جمله y_t^3 برابر صفر است که این به معنای رد وضعیتی است که

(علمی- پژوهشی)

در آن شکل منحنی کوزنتس به صورت N شکل است. از سوی دیگر نتایج مبین وجود منحنی U شکل معکوس برای هر دو گروه کشورها می باشد. نمودارهای مربوط به تخمین روابط بلندمدت برای معادلات فوق در نمودارهای ۱ و ۲ ترسیم شده اند.

شکل سمت راست نشان دهنده منحنی کوزنتس برای کشورهای در حال توسعه است. مطابق با پیش بینی صورت گرفته بر اساس تخمین های مدل، همه کشورهای در حال توسعه در حال حاضر در فاز اول منحنی کوزنتس (قسمت صعودی آن) قرار دارند. به عبارت دیگر، توسعه فقط برای سطوح درآمد سرانه بالاتر از ۴۳۱۷۰ دلار منجر به کیفیت محیط زیست در این کشورها خواهد گردید. شکل سمت چپ نشان دهنده منحنی کوزنتس برای کشورهای عضو OECD است. با توجه به برآورد صورت گرفته همه کشورهای این گروه به غیر از مجارستان، ترکیه و مکزیک در فاز دوم منحنی کوزنتس یعنی قسمت نزولی آن قرار دارند. به عبارت دیگر در اکثر کشورهای عضو OECD که درآمد سرانه های بالاتر از ۸۲۰۰ دلار دارند، رشد اقتصادی منجر به بهبود کیفیت محیط زیست می گردد.



ماخذ: نتایج تحقیق

نمودار (۱ و ۲)- اثر GDP بر روی انتشار آلودگی برای کشورهای عضو OECD و کشورهای در حال توسعه

آزمون فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس

پس از انجام آزمون هم انباشتگی در مورد وجود رابطه بلند مدت بین رشد اقتصادی و انتشار آلودگی، در این قسمت فرضیه EKC را با تصریح معادله زیر آزمون می کنیم.

$$C_{it} = \alpha_i + \beta_1 E_{it} + \beta_2 Y_{it} + \beta_3 Y_{it}^2 + \beta_4 Y_{it}^3 + U_{it} \quad (7)$$

در این معادله $i=1, 2, \dots, N$ برای هر یک از کشورهای موجود در مدل و $t=1, \dots, T$ ، اشاره به دوره زمانی بررسی مدل دارد، U جزء اخلاص و β_4 تاثیر ناهمگنی متغیرهای مشاهده نشده را که ممکن است در بین مقاطع (کشورها) متفاوت باشند، بحساب می‌آورد. متغیرهای C و Y نیز قبلاً معرفی شده‌اند. با توجه به نتایج آزمون هم‌انباشتگی، ضریب Y^3 صفر می‌باشد. در نتیجه ما مدل زیر را تخمین می‌زنیم.

$$C_{it} = \alpha_i + \beta_1 E_{it} + \beta_2 Y_{it} + \beta_3 Y_{it}^2 + U_{it} \quad (8)$$

پیش از آن که معادله فوق را تخمین بزنیم آزمون‌های مربوط به وجود اثرات ثابت^۱ و اثرات تصادفی^۲ یعنی آزمون‌های هاسمن^۳ و آزمون F آنوآ^۴ مورد استفاده قرار گرفتند. براساس نتایج بدست آمده از آزمون‌های هاسمن و آنوآ الگوی اثرات ثابت برای تخمین مدل مورد استفاده قرار گرفت. بر طبق نتیجه آزمون هاسمن، فرض صفر مبتنی بر عدم وجود هم‌بستگی بین اجزاء اخلاص غیر قابل مشاهده و رگرورها در سطح اطمینان ۹۰ رد می‌شود که این به معنای اریب بودن نتایج حاصل از مدل در صورت تخمین با این روش می‌باشد در نتیجه ما برای تخمین از روش اثرات ثابت استفاده کردیم، نتایج حاصل از تخمین مدل با اثرات ثابت در جدول شماره (۴) آمده‌اند.

جدول (۴) - نتایج حاصل از تخمین مدل با استفاده از الگوی اثرات ثابت برای دو گروه کشورها

| تصريح مدل | | | | متغيرها |
|----------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|
| مدل اثرات ثابت | | مدل اثرات ثابت | | گروه کشورها |
| کشورهای در حال توسعه | | کشورهای عضو OECD | | |
| آماره t | ضريب | آماره t | ضريب | متغير وابسته CO2 |
| ۸/۴۱ | ۴/۲۷۹۷*** | -۲/۴۸ | -۰/۶۱۰۵*** | عرض از مبدا |
| ۹/۲۹ | ۰/۰۰۰۴۱*** | -۱۱/۴۸ | ۰/۰۰۱۹*** | Y |
| -۷/۵۸ | ۰۵***e-۶/۲۸- | -۷/۵۶ | ۰۵***e-۱۰۵۹- | Y ² |
| ۰/۹۳ | | ۰/۸۷ | | R ² |

*** بیانگر معناداری ضرایب در سطح اطمینان ۹۹ درصد است.

با توجه به نتایج به دست آمده از تخمین مدل مشاهده می‌شود که ضرایب متغیرهای مد نظر

- 1- fixed effects
- 2- random effects
- 3- hausman test
- 4- annova f test

(علمی- پژوهشی)

شامل عرض از مبداء، Y و Y^2 در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنا دار می‌باشند. لذا فرضیه منحنی کوزنتس برای هر دو گروه کشورها تایید می‌شود. البته با توجه به این که بردارهای هم‌انباشتگی استخراج شده در قسمت قبل از اطمینان بیشتری برخوردارند برای تفسیر ضرایب از نتایج آنها استفاده شده است و تخمین صورت گرفته فقط برای آزمون مجدد وجود منحنی کوزنتس با روش‌های سنتی می‌باشد که با توجه به ضریب مثبت Y و ضریب منفی Y^2 منحنی کوزنتس تایید می‌شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این مطالعه فرضیه منحنی کوزنتس برای دو گروه کشورهای عضو OECD و کشورهای در حال توسعه مورد آزمون قرار گرفت. نتایج مطالعه دلالت بر صحت فرضیه منحنی کوزنتس یعنی وجود رابطه‌ای به شکل منحنی U معکوس بین رشد اقتصادی و انتشار آلودگی برای هر دو گروه کشورها دارد. نتایج نشان می‌دهد که کشورهای در حال توسعه در قسمت صعودی منحنی کوزنتس قرار دارند ولی بر اساس پیش‌بینی‌های صورت گرفته از سطح درآمد تقریباً ۴۳۰۰۰ دلاری، رشد اقتصادی منجر به بهبود کیفیت محیط‌زیست در این دست از کشورها می‌شود. البته چنین نتیجه‌ای برای کشورهای در حال توسعه دور از انتظار نیست زیرا با توجه به این که درصد زیادی از تولید ناخالص ملی این کشورها را منابع طبیعی و زیرزمینی تشکیل می‌دهد رشد اقتصادی قطعاً منجر به تخریب محیط‌زیست خواهد گردید، از سوی دیگر با توجه به کیفیت بالای محیط‌زیست در زمان حاضر و مشکلات معیشتی این گروه کشورها در کنار اهدافی از قبیل دستیابی به سطوح بالای رشد اقتصادی و توسعه یافتگی، پیش‌بینی می‌شود که سیاست‌های حمایتی جهت بهبود کیفیت محیط‌زیست حداقل در آینده نزدیک در دستور کار سیاست‌گذاران این کشورها قرار نگیرد. لذا با توجه به اهمیت زیاد مباحث زیست‌محیطی به ویژه برای کشورهای قبیل هند، چین و ایران که در گروه کشورهای در حال توسعه قرار دارند و جزء کشورهای با حجم بالایی از تولید آلاینده‌ها می‌باشند پیشنهاد می‌گردد که سیاست‌های جدی را در زمینه بهبود کیفیت محیط‌زیست اتخاذ نمایند زیرا توجه به محیط زیست پس از دستیابی به درآمد ۴۳۰۰۰ دلاری می‌تواند لطمه خسارت شدیدی به محیط‌زیست وارد سازد. در مورد کشورهای عضو OECD وضع به مراتب بهتر است و شواهد بیانگر آن است که با افزایش رشد اقتصادی، کیفیت محیط زیست در این گروه از کشورها در حال بهبود است. البته در مورد سه کشور از کشورهای در حال توسعه عضو OECD که درآمد سرانه‌ای کمتر از ۸۲۰۰ دلار دارند وضع چندان مناسب نیست و در

این سه کشور نیز همانند سایر کشورهای در حال توسعه، رشد اقتصادی توأم با تخریب محیط زیست می‌باشد که این امر دلالت بر بی‌توجهی کشورها به کیفیت محیط‌زیست و در نتیجه توسعه روزافزون صنایع با آلاینده‌گی بالا در کشورهای در حال توسعه دارد.

References:

- 1- Beckerman, w. (1992) "Economic Growth and the Environment: Whose Growth? Whose Environment?" *World Development*, 20(4): 481-496.
- 2- Begun, J. and T. S. Eicher (2008) "In search of an environmental Kuznets curve in sulphur dioxide concentrations: a Bayesian model averaging approach," *Environment and Development Economics*, 13: 795-822.
- 3- Brajer, V., R. W. Mead, et al. (2008) "Health benefits of tunneling through the Chinese environmental Kuznets curve (EKC)," *Ecological Economics*, 66(4): 674-686.
- 4- Breitung, J. (2000) "The local power of some unit root tests for panel data." Elsevier, Amsterdam: 161-177.
- 5- Egli, H. and T. M. Steger (2007) "A dynamic model of the environmental kuznets curve: Turning point and public policy," *Environmental & Resource Economics*, 36(1): 15-34.
- 6- Friedl, B. and M. Getzner (2003) "Determinants of CO2 emissions in a small open economy," *Ecological Economics*, 45(1): 133-148.
- 7- Grossman, G. E. and A. B. Krueger (1995) "Economic growth and the environment," *Quarterly Journal of Economics*, CX (2): 353-377.
- 8- Halicioglu, F. (2008) "An econometric study of CO2 emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey," Presented at 31st IAEE Annual International Conference Istanbul-Turkey.
- 10- Halkos, G. E. and E. G. Tsionas (2001) "Environmental Kuznets curves: Bayesian evidence from switching regime models," *Energy Economics*, 23(2): 191-210.
- 11- Halkos, G. E. and N. G. Tzeremes (2009) "Exploring the existence of Kuznets curve in countries' environmental efficiency using DEA window analysis," *Ecological Economics*, 68(7): 2168- 2176.
- 12- Hausman, J. A. (1978) "Specification tests in econometrics," *Econometrica*, 46: 1251-1270.
- 13- Huang, W. M., G. W. M. Lee, et al. (2008) "GHG emissions, GDP growth and the Kyoto Protocol: A revisit of Environmental Kuznets Curve hypothesis" *Energy Policy*, 36(1): 239-247.
- 14- Im, K. S., M. H. Pesaran, et al. (2003) "Testing for unit roots in heterogeneous panels." *Journal of Econometrics*, 115(1): 53-74.
- 15- Kelly, D. L. (2003) "On environmental Kuznets curves arising from stock

- externalities.** *Journal of Economic Dynamics and Control*, **27**(8): 1367-1390.
- 16- Khanna, N. (2002) "**The income elasticity of non-point source air pollutants: revisiting the environmental Kuznets curve,**" *Economics Letters*, **77**(3): 387-392.
- 17- Kuznets, S. (1955) "**Economic Growth and Income Inequality,**" *The American Economic Review*, **45**(1): 1-28.
- 18- Levin, A., C-F. Lin, et al. (2002) "**Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties**" *Journal of Econometrics*, **108**(1): 1-24.
- 19- Luzzati, T. and M. Orsini (2009) "**Investigating the energy-environmental Kuznets curve,**" *Energy Journal*, **34**(3): 291-300.
- 20- Ng, s. and P. Perron (2001) "**Lag Length Selection and the Construction of Unit Root Tests with Good Size and Power,**" *Econometrica*, **69**: 1519-1554.
- 21- Pedroni, P. (1999) "**Critical values for co-integration tests in heterogeneous panels with multiple regressors,**" *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, **61**: 653-670.
- 22- Pedroni, p. (2000) "**Full modified OLS for heterogeneous co-integrated panels. Non-stationary Panels Panel Co-integration and Dynamic Panels,**" *Advances in Econometrics*, **15**. JAI Press (93-130).
- 23- Pedroni, P. (2001) "**Purchasing power parity tests in co-integrated panels,**" *Review of Economics and Statistics*, **83**: 727-731.
- 24- Pedroni, P. (2004) "**Panel co-integration: asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the PPP hypothesis,**" *Econometric Theory*, **20**: 597-625.
- 25- Vollebergh, H. R. J., B. Melenberg, et al. (2009) "**Identifying reduced-form relations with panel data: The case of pollution and income.**" *Journal of Environmental Economics and Management*, **58**(1): 27-42.

Received: 12 Aug 2009

Accepted: 2 Jan 2010

پیوست شماره (۱): نتایج تخمین معادله هم‌انباشتگی با استفاده از نرم افزار RATS به ترتیب برای کشورهای در حال توسعه و OECD

Mean Group Panel FM Estimation for developing countries

LHS Variable C
 Individuals 27
 Time Periods 26
 Kernel Width 3
 Common time dummies NOT included

RHS Variable H0 Coefficient
 Y 1.000000
 Y2 1.000000

Group Y 8.404839 4.742138
 Y2 -0.002695 -79059.045038

Mean Group Panel FM Estimation

LHS Variable C
 Individuals 27
 Time Periods 26
 Kernel Width 3
 common time dummies NOT included

RHS Variable H0 Coefficient
 Y 1.000000
 Y2 1.000000

Member Variable Coefficient t-Statistic
 Group Y 8.404839 4.742138
 Y2 -0.002695 -79059.045038

Mean Group Panel FM Estimation

LHS Variable C
 Individuals 27
 Time Periods 26
 Kernel Width 3
 Common time dummies included

RHS Variable H0 Coefficient
 Y 1.000000
 Y2 1.000000

Member Variable Coefficient t-Statistic
 Group

Y 1.198550 -4.391181
 Y2 -0.000023 -745038.914833

Mean Group Panel FM Estimation for OECD countries

LHS Variable C
 Individuals 27
 Time Periods 26
 Kernel Width 3
 common time dummies NOT included

RHS Variable H0 Coefficient
 Y 1.000000
 Y2 1.000000

Group Y 1.295558 -6.422170
 Y2 -0.000079 -525006.936002

Mean Group Panel FM Estimation

LHS Variable C
 Individuals 27
 Time Periods 26
 Kernel Width 3
 Common time dummies NOT included

RHS Variable H0 Coefficient
 Y 1.000000
 Y2 1.000000

Member Variable Coefficient t-Statistic
 Group Y 1.295558 -6.422170
 Y2 -0.000079 -525006.936002

Mean Group Panel FM Estimation

LHS Variable C
 Individuals 27
 Time Periods 26
 Kernel Width 3
 Common time dummies included

RHS Variable H0 Coefficient
 Y 1.000000
 Y2 1.000000

Member Variable Coefficient t-Statistic
 Group Y 0.461933 -14.473116
 Y2 -0.000008 -1358858.392403