

بررسی رابطه علی بین متغیرهای عمده کلان اقتصادی و آلودگی محیطی در کشورهای منتخب (روش پانل دیتا)

محمد رضا محمدوند ناهیدی^۱

استادیار، عضو هیئت علمی گروه اقتصاد، دانشگاه آزاد

اسلامی، واحد تبریز

پریسا قلی پور فیضی

کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۱/۲۱

چکیده

اقتصاد در ابعاد مختلف تولید و مصرف با منابع طبیعی و محیط زیست در ارتباط است. در سال های اخیر نیز، گازهای گلخانه ای که سبب آلودگی هوا و تغییر آب و هوای جهانی شده اند کانون توجه بین المللی بوده اند. در این تحقیق با استفاده از آزمون علیت گرنجر و روش داده های تلفیقی^۱ (داده های تابلویی)، به برآورد و بررسی رابطه علی بین انتشار گاز دی اکسید کربن به عنوان شاخص آلودگی محیط زیست و متغیرهای کلان اقتصادی (رشد اقتصادی، مصرف انرژی و سرمایه گذاری مستقیم خارجی) در چند کشور منتخب منطقه خاورمیانه طی دوره ۲۰۰۷-۱۹۹۵ پرداخته شده است. نتایج ملاحظه شده علاوه بر اینکه فرضیه زیست محیطی کوزنتس را برای کشورهای مورد بررسی تأیید می کند، وجود بک رابطه علی را نیز بین متغیرهای کلان اقتصادی و انتشار گاز دی اکسید کربن نشان می دهد.

طبقه بندی JEL: C23, P28, O50

کلیدواژه ها: انتشار CO₂، تولید ناخالص داخلی، منحنی زیست محیطی کوزنتس، علیت گرنجر.

(*) - نویسنده مسئول: (Nahidi@iaut.ac.ir)

Macroeconomic Variables and Environmental Pollution in Selected Countries (Panel Data Approach)

Mohamad Reza Mohammadvand Nahidi
Assistant Professor of Economics, Tabriz
Branch, Islamic Azad University
Parisa Gholipur feizi
M.A. graduated in Economics, Islamic Azad
University, Tabriz, IRAN

Abstract

Since investigation of the economic aspects of greenhouse gases and its environmental effects are important in present evermore increasing of greenhouse gases condition, in this research the relationship between greenhouse gas or CO₂ emission and three macroeconomic variables, level of real domestic gross production, energy consumption and direct foreign investment is evaluated using panel data method for eighteen selected Middle Eastern countries during 1995-2007. The causative relationship between emission of CO₂ and three macroeconomic variables has been studied using Granger causative test and Panel Data approach. The results show the positive effect of energy consumption, foreign direct investment and GDP on emission of pollution and they confirm EKC (Environmental Kuznets Curve) hypothesis.

JEL Classification: C23, P28, O50

Keywords: CO₂ emission (GHG), Domestic Gross Production, Environmental Kuznets Curve, Granger causative test

۱- مقدمه

اقتصاد علم استفاده بهینه از منابع است. آگاهی از این علم و استفاده از آن بشر را قادر می‌سازد تا از منابع کمیاب طبیعت به نحو مطلوب استفاده نماید. اما باید به این نکته توجه داشت که الزاماً نفع فرد در راستای منافع جامعه قرار ندارد؛ به همین جهت استفاده بهینه از منابع طبیعی باید در راستای منافع جمعی و با لحاظ منافع نسل‌های آتی و به حداقل رسانیدن تخریب و آلودگی محیط زیست صورت پذیرد. به طور کلی بین اقتصاد و محیط زیست واکنشی دو طرفه وجود دارد: به این صورت که جریان مواد اولیه و انرژی حاصل از محیط باید با جریان پسماندهای فرآیندهای

اقتصادی (یعنی تولید و مصرف) برابر باشد (United nations framework convention on climate change, 2010). در حقیقت این قانون به توان خود ترمیمی طبیعت اشاره دارد. اما، توان خود ترمیمی طبیعت در شرایط امروز که با دستکاری سازمند انسان در طبیعت برای تولید بیشتر همراه است تا حد زیادی کاهش یافته است و افزایش دمای کره زمین و نابسامانی‌های وضعیت آب و هوای جهان، شاهدی بر این ادعاست. از منظری دیگر انجام هر فعالیت اقتصادی مستلزم مصرف انرژی است؛ از این رو از یک طرف انرژی به منزله عامل محرک توسعه اقتصادی، اجتماعی و بهبود کیفیت زندگی انسانی تلقی می‌شود و از سوی دیگر موجب تولید آلاینده‌های زیست محیطی می‌گردد. طی سه دهه اخیر احتراق سوخت‌های فسیلی بزرگ‌ترین تولیدکننده انتشارات CO₂ و انتشارات کل گازهای گلخانه‌ای بوده است و گازهای گلخانه‌ای که سبب آلودگی هوا و تغییر آب و هوای جهانی شده‌اند، قانون توجه بین‌المللی هستند.

میزگرد IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2008) و گزارش استرن^۱ هر دو تشریح می‌نمایند که مهم‌ترین مسئله محیطی قرن ما گرم شدن جهانی است و در این راستا افزایش انتشار دی‌اکسید کربن به نوبه‌ی خود یک عامل عمده در این فرآیند معرفی شده است که تنظیم آن موضوع مهم میزگردهای زیست محیطی است که بین کشورها یا دولت‌ها برگزار می‌شود (Stern, D.I., 2004). همچنین هدف از پروتکل کیوتو^۲، که در سال ۱۹۹۷ به تصویب رسید، پیشنهاد کاهش گازهای گلخانه‌ای بود که مسبب اصلی تغییرات آب و هوایی معرفی گردید. به ویژه کاهش انتشار گاز CO₂ که پیشنهاد شد تا پایان سال ۲۰۱۲ میلادی تا سطح ۲/۵٪ کاهش یابد (List, J.A., et al., 2003).

از این رو، به علت اهمیت موضوع مطالعات بسیاری در مورد بررسی رابطه بین مقدار انتشار CO₂ و متغیرهای اقتصادی به ویژه تولید ناخالص داخلی در سطح جهانی طی چند دهه اخیر انجام گرفته است. اما اغلب این مطالعات یا محدود به تمرکز بر کشوری منفرد هستند و یا توسط حداقل متغیرها پوشش داده می‌شوند (Copeland, B & Taylor, M.S., 2005). هدف اصلی تحقیق حاضر بررسی رابطه علی بین چند متغیر عمده کلان اقتصادی همچون مصرف انرژی، تولید ناخالص

1. Stern Review, Report of climate change
2. Kyoto Protocol to reduce Green House Gases(GHG)

داخلی و سرمایه گذاری مستقیم خارجی با انتشار آلودگی در ۱۸ کشور در حال توسعه منتخب منطقه خاورمیانه طی دوره ۱۳ سال با استفاده از روش داده های تابلویی و آزمون علیت گرنجر است.

۲- مبانی نظری

در ادبیات اقتصادی الگوی زیست محیطی کوزنتس (EKC) به عنوان معروف ترین مدل رایج در بررسی میان عمده ترین متغیرهای کلان اقتصادی همچون تولید ناخالص داخلی مطرح است، این الگو ابتدا توسط سیمون کوزنتس در سال ۱۹۹۵ برای بیان رابطه درآمد سرانه و نابرابری درآمدی به صورت یک رابطه U برعکس مطرح شد. وی در مطالعه خود نشان می دهد که با افزایش درآمد سرانه، نابرابری درآمدی نیز در ابتدا افزایش می یابد و بعد از رسیدن به سطح معینی از درآمد- نقطه بازگشت- شروع به کاهش می کند؛ یعنی در مراحل اولیه رشد، توزیع درآمد نابرابرتر می شود و با ادامه یافتن رشد اقتصادی، توزیع درآمد به سمت برابری پیش می رود، رابطه درآمد سرانه و نابرابری درآمدی را می توان با یک منحنی زنگوله شکل نشان داد، که این پدیده تجربی به عنوان منحنی کوزنتس مشهور است. در دهه ۱۹۹۰ و پس از آن منحنی کوزنتس مفهوم تازه ای می یابد، نمونه های تجربی در مورد رابطه میان سطح تخریب محیط زیست و درآمد سرانه یک رابطه U برعکس مشابه با رابطه بین درآمد سرانه و نابرابری درآمدی در منحنی کوزنتس اولیه را نشان می دهد. پس از آن منحنی کوزنتس برای توصیف رابطه میان سطوح کیفیت محیط زیست و درآمد سرانه مورد توجه قرار می گیرد و برای اولین بار در مطالعه پانایوتا در سال ۱۹۹۳ تحت عنوان منحنی زیست محیطی کوزنتس نامیده می شود (Grossman, G.M & Krueger, A.B, 1991).

برندت و وود (Berndt, E.R & Wood, D.O, 1975) استدلال می کنند که انرژی و سرمایه با هم ترکیب شده و عامل تولید G را ایجاد می کنند که پس از ترکیب آن با نیروی کار، محصول به دست می آید، که فرم کلی این تابع تولید را می توان به صورت $Q = F[G(K, E), L]$ نوشت.

1. Environmental Kuznets Curve-Hypothesis

استرن و کلوند^۱ نیز در چارچوب مکتب نئوکلاسیک رابطه بین مصرف انرژی و فعالیت های اقتصادی را به صورت تابع تولید زیر بیان کرده اند.

$$(Q_1, \dots, Q_m) = f(A, X_1, \dots, X_n, E_1, \dots, E_p) \quad (۱)$$

که در آن Q_i تولید کالاها و خدمات، X_i ، نهادهای تولیدی از قبیل سرمایه، نیروی کار، E_i حامل های متفاوت انرژی مانند نفت، برق و زغال سنگ و A وضعیت تکنولوژیکی یا شاخص بهره‌وری کل عوامل است. در تابع فوق، رابطه بین انرژی و تولید کل، به وسیله عواملی از قبیل جانشینی بین انرژی و دیگر نهاده ها، تغییرات تکنولوژیکی، تغییر ترکیب عوامل انرژی و تغییر ترکیب محصول تولیدی تحت تاثیر قرار می گیرد. امروزه در نظریه‌های جدید رشد، علاوه بر نهاده‌های کار و سرمایه، انرژی نیز به عنوان یکی از نهاده‌های مهم تولید در بحث‌های اقتصادی کلان مطرح است و تولید تابعی از نهاده‌های کار، سرمایه و انرژی تلقی می‌شود (Fotros, M.H & Nasrindust, M, 2010).

از آنجایی که بخش انرژی حدود ۶۰ درصد از انتشارات گازهای گلخانه‌ای را در جهان تولید می‌کند، در نتیجه یک تغییر و تحول در تولید و مصرف انرژی امری ضروری به نظر می‌رسد. شیوه‌های جاری در عرضه و مصرف انرژی به طور وضوح به لحاظ اقتصادی، محیطی و اجتماعی غیر قابل تحمل به نظر می‌آیند. بنابراین ما ناچار به استفاده از تکنولوژی‌هایی هستیم که در آن، همراه با عرضه و مصرف انرژی میزان انتشار کربن کاهش یابد. کارایی انرژی و بهبود کارآمدی انرژی و انواع انرژی‌های تجدید پذیر، کنترل انتشار کربن، فن آوری انرژی هسته‌ای و فناوری‌های شبکه‌ای جدید، همگی نیازمند توسعه گسترده و همه جانبه هستند که هر بخشی از اقتصاد باید شامل این توسعه گردد (Pao HT, Tsai, C.M, 2010).

در راستای توسعه اقتصادی و افزایش تولید ملی انجام سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به عنوان یکی از ابزارهای بهینه اقتصادی جهت رشد و شکوفایی اقتصادی نمود می‌یابد، اما در مواردی و به ویژه در کشورهای در حال توسعه، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی با تغییر ترکیب تولید و بر اساس تئوری ریسینزکی^۲ که بیان می‌کند تجمع سرمایه انسانی باعث رشد صنایع پاک و در نتیجه کاهش

-
1. Stern and Cloland
 2. Rybczynski Theorem

آلودگی شده و برعکس رشد سرمایه‌های فیزیکی صنایع آلاینده را افزایش داده و به افزایش آلودگی دامن می‌زند، بر کیفیت زیست محیطی اثر می‌گذارد. بنابراین تحت این نظریه کشورهای با سرمایه فیزیکی فراوان صرف نظر از تفاوت های موجود در سیاست های زیست محیطی تمایل به صادر کردن کالاهای آلاینده دارند و سرمایه گذاری مستقیم خارجی نیز با تغییر ترکیب تولید به سمت کاربری و یا سرمایه بری بر کیفیت محیط زیست اثر می‌گذارد (Hoffmann, R & et al., 2005).

جدول ۱- خلاصه ای از مطالعات خارجی

نویسنده و هدف تحقیق	نتیجه
در مطالعه ای که (Soytas, U & et al., 2007) انجام دادند، رابطه علی بین سه متغیر مصرف انرژی، رشد اقتصادی و انتشار کربن برای ترکیه مورد بررسی قرار گرفت.	وجود رابطه‌ای یک طرفه از انتشار کربن به مصرف انرژی و عدم وجود چنین رابطه ای بین انتشار کربن و درآمد ملی مشاهده گردید و اثبات شد که کاهش انتشار کربن موجب کاهش رشد اقتصادی در ترکیه نمی‌شود.
Dinda, S (2008) به بررسی رابطه انتشار CO ₂ ، درآمد و توزیع درآمد (در ۴ گروه کشورها: آفریقا، آسیا، آمریکا و اروپا) با استفاده از داده های مقطعی بین کشوری، با تکنیک هم انباشتگی یوهانسون پرداخت.	نتیجه مطالعه، مشاهده اثر معنادار نابرابری درآمدی بین کشوری روی میانگین سطح انتشار دی اکسید کربن بود.
Zhang, X.P & cheng, X.M (2009) در تحقیق خود رابطه علیت گرنجری بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی و انتشار CO ₂ را برای دوره ۲۰۰۷-۱۹۶۰ در چین بررسی کردند.	رابطه علی گرنجری یک طرفه‌ای از GDP به مصرف انرژی و علیت گرنجری یک طرفه از مصرف انرژی به انتشار CO ₂ در بلند مدت اثبات شد.
Pao, H.T & Tsai, C.M (2010) در مطالعه ای به بررسی رابطه علیتی پویایی بین انتشار CO ₂ و مصرف انرژی و رشد اقتصادی در یک مدل داده های تابلویی طی دوره ۲۰۰۵-۱۹۷۱ برای کشورهای BRIC پرداختند.	در نتیجه اثر معنی‌دار مصرف انرژی روی انتشار CO ₂ در تعادل بلندمدت و رابطه علیت دوسویه قوی بین مصرف انرژی و انتشار CO ₂ و مصرف انرژی و تولید در بلند مدت، رابطه علی تک سویه از سمت انتشار CO ₂ و مصرف انرژی به ترتیب روی تولید در کوتاه مدت به دست آمد.
در مطالعه ای که (Hsiao & et al., 2011) انجام دادند اثر رشد اقتصادی و مصرف انرژی و سرمایه گذاری مستقیم خارجی بر آلودگی محیطی با استفاده از مدل تابلویی و علیت گرنجر در دوره ۲۰۰۷-۱۹۸۰ برای کشورهای BRIC مورد بررسی قرار گرفت.	در نتیجه علاوه بر فرضیه کوزنتس، علیت دو طرفه بین انتشار کربن و FDI و علیت دو طرفه ای را بین مصرف انرژی و انتشار کربن تأیید گردید.

جدول ۲- خلاصه ای از مطالعات داخلی

نتیجه	نویسنده و هدف تحقیق
در این مطالعه رابطه علی یک طرفه از رشد جمعیت به سوی تخریب محیط زیست و رابطه علی دو طرفه بین تخریب محیط زیست و رشد اقتصادی تأیید گردید.	Sadegi, H & Saadat, R (2005) به بررسی رابطه علی بین رشد جمعیت، رشد اقتصادی و اثرات زیست محیطی برای ایران طی سال های ۱۳۴۶-۱۳۸۰ پرداختند.
نتایج تاثیر مثبت شدت استفاده از انرژی بر انتشار سرانه گاز دی اکسید کربن و آلودگی محیط زیست و تاثیر مثبت تولید ناخالص داخلی سرانه بر انتشار سرانه گاز دی اکسید کربن را نشان می دهد.	Behbudi, D & Barghi, E (2009) در تحقیقی اثرات زیست محیطی مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران، طی سال های ۱۳۴۶-۱۳۸۳، با روش آزمون هم انباشتگی یوهانسون- جوسیلیوس را بررسی کردند.
نتیجه مطالعه تأیید وجود سه رابطه علی یک طرفه از نشر دی اکسید کربن به درآمد سرانه، از نشر دی اکسید کربن به سرانه مصرف انرژی و از نشر دی اکسید کربن به آلودگی آب بود همچنین رد فرضیه کوزنتس برای نشر دی اکسید کربن، درآمد سرانه، آلودگی آب و سرانه مصرف انرژی بود.	Fotros, M.H & Nasrindust, M (2010) مطالعه ای برای بررسی رابطه آلودگی، مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران طی سال های ۱۳۵۹-۱۳۸۳ با استفاده از روش تودا- یاماموتو همراه با بررسی علیت متغیرها انجام دادند.
نتیجه مطالعه مشاهده نقش مهم ارتقای سطح تکنولوژی و بهبود شاخص های مربوط به اثر سیاسی در کاهش آلاینده ها، به رغم تأثیر مثبت رشد اقتصادی بر میزان آلاینده ها بود.	Pejuyan, J & Lashkarizadeh, M (2011) عوامل تأثیرگذار بر رابطه ی میان رشد اقتصادی و کیفیت زیست محیطی در ۵۶ کشور منتخب با سطوح توسعه یافتگی متفاوت در دوره ۲۰۰۵-۱۹۹۵ (پانل دیتا) را بررسی کردند.

همچنین نظریه لنگرگاه آلودگی نیز بیان می کند که ورود FDI به کشورهای در حال توسعه منجر به افزایش آلودگی و تخریب محیط زیست می شود. چرا که فرضیه لنگرگاه آلودگی، اشاره به این وضعیت دارد که کشورهای توسعه یافته، به ویژه آنها که در صنایع آلاینده فعالیت دارند عمدتاً تمایل دارند صنایع آلاینده خود را به کشورهای گسیل دارند که استانداردهای زیست محیطی ضعیف تری دارند (Copeland, B. R & Taylor, M.S, 2005).

۳- مطالعات تجربی

مطالعات بسیاری در زمینه ارتباط بین گازهای گلخانه ای در نقش یکی از آلاینده های محیط زیست و شاخص های اقتصادی انجام شده است. جداول (۱) و (۲) خلاصه ای از مهم ترین مطالعات

انجام گرفته شده در این زمینه را ارائه می‌دهد.

از این رو مطالعات خارجی و داخلی انجام گرفته در مورد ارتباط آلودگی محیط زیست و شاخص های اقتصادی به دو شکل کلی انجام گرفته است. گروه اول به طور صرف تنها به بررسی رابطه بین آلودگی محیط زیست با رشد اقتصادی و در نتیجه تأیید یا رد منحنی زیست محیطی کوزنتس پرداخته‌اند و حاکی از تأیید منحنی زیست محیطی کوزنتس در اکثر کشورهای توسعه یافته و به ویژه در حال توسعه بوده و وجود یک رابطه علی بین انتشار آلودگی و رشد اقتصادی می‌باشد. دسته دیگر مطالعات نیز به طور کلی رابطه بین آلودگی محیط زیست با متغیرهای شاخص اقتصادی را مورد بررسی قرار داده‌اند و نشان می‌دهند که توسعه مالی به کشورهای در حال توسعه، اگرچه انگیزه و فرصت استفاده از تکنولوژی‌های جدید را افزایش می‌دهد و در نتیجه موجب ترقی اقتصاد جهانی و به ویژه ارتقای توسعه منطقه‌ای می‌شود، اما این توسعه مالی و افزایش رشد اقتصادی می‌تواند موجبات افت انرژی محیطی و آلودگی صنعتی را حاصل نماید.

۴- تصریح مدل (مواد و روش)

در این تحقیق به منظور بررسی رابطه بین تخریب محیط زیست با برخی متغیرهای عمده کلان اقتصادی، از مدل فرضیه زیست محیطی کوزنتس که در بخش دوم به آن پرداخته شد، برای ۱۸ کشور^۱ در حال توسعه خاورمیانه طی دوره ۲۰۰۷-۱۹۹۵ با رویکرد داده‌های ترکیبی استفاده شده است. مدل تصریح شده به صورت زیر است:

$$LCO_{it} = \beta_0 + \beta_1 LENG_{it} + \beta_2 LFDI_{it} + \beta_3 LGDP_{it} + \beta_4 LGDP_{it}^2 + u_{it} \quad (2)$$

بر اساس این مدل، یک رابطه خطی و غیر خطی درجه دوم بین تولید ناخالص داخلی و آلودگی محیط زیست در نظر گرفته شده است. هم چنین از آن جا که آلودگی محیط زیست تنها متأثر از رشد اقتصادی نبوده و متغیرهای دیگری نیز در تعیین آن نقش دارند، و از طرفی برآورد صرف مدل کوزنتس، ممکن است مسأله تورش ناشی از حذف متغیرها را به وجود آورد، که در

۱- کشورهای منتخب در حال توسعه خاورمیانه در این تحقیق عبارتند از: الجزایر، مصر، بحرین، ایران، اردن، کویت، مراکش، تونس، سوریه، عربستان سعودی، ترکیه، یمن، پاکستان، ارمنستان، قزاقستان، قرقیزستان، تاجیکستان، ترکمنستان.

این صورت ممکن است نتایج به دست آمده قابل اطمینان نباشند. متغیرهای مصرف انرژی و سرمایه گذاری مستقیم خارجی نیز به عنوان متغیرهای مستقل به مدل اضافه شده است. در مدل فوق LCO لگاریتم طبیعی میزان انتشار دی اکسید کربن سرانه (CO2) است که به عنوان شاخص آلودگی محیط زیست می باشد. در تحقیق حاضر از بین شاخص های پایدار محیط زیست از شاخص آلودگی هوا به عنوان معیاری برای تخمین محیط زیست استفاده شده است. به این دلیل که دی اکسید کربن مهم ترین گاز گلخانه ای بوده و بیشترین سهم را در آلودگی محیط زیست داراست.

همچنین LGDP2, LGDP, LFDI, LENG به ترتیب لگاریتم های طبیعی، مصرف انرژی سرانه (ENG)، سرمایه گذاری مستقیم خارجی (FDI) و تولید ناخالص داخلی سرانه (GDP) و مجذور لگاریتم طبیعی تولید ناخالص داخلی سرانه هستند. در روابط فوق اندیس های t, i به ترتیب معرف کشور و سال می باشند. و U_{it} نیز جزء خطای معادله ی رگرسیونی می باشد. بر اساس مبانی تئوریک انتظار می رود ضرایب β_1 و β_2 که به ترتیب ضریب مصرف انرژی و سرمایه گذاری مستقیم خارجی است به صورت $(\beta_1 > 0)$ و $(\beta_2 > 0)$ باشند. به این دلیل که در بیشتر کشورها به ویژه کشورهای در حال توسعه، افزایش مصرف انرژی سبب افزایش انتشار دی اکسید کربن نیز می شود. از طرفی در بیشتر مواقع افزایش جریانات سرمایه گذاری مستقیم خارجی، موجب افزایش فعالیت های تولیدی و کاربرد بیشتر منابع و مصرف انرژی شده و در نتیجه انتشار آلودگی افزایش می یابد. همچنین بر اساس فرضیه زیست محیطی کوزنتس، انتظار می رود ضریب تولید ناخالص داخلی $(\beta_3 > 0)$ و ضریب توان دوم آن نیز به صورت $(\beta_4 < 0)$ باشد که منفی بودن β_4 تقعر روبه پایین منحنی کوزنتس را نشان می دهد. از آنجا که در بیشتر مطالعات انجام شده برای بررسی وجود یا عدم وجود رابطه علی بین متغیرها از آزمون گرنجر، به عنوان راه حل کلیدی استفاده می شود (Shen, J.Y, 2006). در این تحقیق نیز به منظور تعیین جهت رابطه علیت بین متغیر انتشار دی اکسید کربن با متغیرهای توضیحی تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی و سرمایه گذاری مستقیم خارجی، آزمون علیت گرنجر مورد استفاده قرار گرفته است.

لازم به ذکر است که آمار مورد نیاز برای مدل از داده های بانک جهانی (WDI) طی دوره ۲۰۰۷-۱۹۹۵ برای ۱۸ کشور ذکر شده منتخب و در حال توسعه منطقه خاورمیانه تهیه شده است.

۴-۱- آزمون های پایایی در داده های ترکیبی

برای اینکه در تخمین ها دچار رگرسیون کاذب نشویم، بایستی ابتدا از پایا بودن متغیرها اطمینان حاصل کنیم جهت بررسی پایایی متغیرها از آزمون های لوین، لین و چو^۲ (LLC) و فیشر-دیکی فولر تعمیم یافته^۳ (ADF) و فلیس پرون^۴ (PP) استفاده شده است. این سه آزمون از مهم ترین آزمون های ریشه واحد در داده های پانل می باشند، هر چند که ممکن است روش های مختلف در آزمون های ریشه واحد مبتنی بر داده های پانل نتایج متناقضی ارائه دهند. طبق نتایج تحقیق (جدول ۳)، در آزمون لوین، لین و پرون تمامی متغیرها در سطح و با عرض از مبدأ و روند پایا می باشند و در آزمون ADF نیز تمامی متغیرها به جز انتشار CO₂ در سطح و با عرض از مبدأ و روند پایا هستند که متغیر LCO نیز با یک بار تفاضل گیری پایا می شود.

آزمون هم انباشتگی بر مبنای آزمون پایا بودن باقیمانده های یک رگرسیون، هنگامی که متغیرهای معادله رگرسیون انباشته از درجه یک یا I(1) است، صورت می گیرد. اگر متغیرها هم انباشته باشند پس باید باقیمانده های آنها I(0) یا انباشته از درجه صفر شوند. از طرف دیگر اگر متغیرها هم انباشته نباشند باقیمانده I(1) خواهد بود. نتیجه آزمون هم انباشتگی کائو برای مدل یک هم انباشتگی قوی و یک ارتباط بلندمدت میان متغیرها در سطح معناداری ۱٪ با آماره آزمون ۶/۳۴۲۵۷۱- را نشان می دهد.

۴-۲- روش برآورد مدل

در این بخش جهت برآورد و تخمین مدل ابتدا آزمون F لیمر برای انتخاب بین روش های Pooling و Panel Data انجام یافته است. فرض H₀ این آماره، بیانگر انتخاب روش Pooling و

1. World development indicators (2010)

2. Levin, lin and chu

3. Augmented Dicky-Fuller

4. Philips-Peron

اولویت آن نسبت به Panel است. با توجه به اینکه آماره آزمون $F=1/143$ با ارزش احتمال صفر است، بنابراین فرض H_0 مبنی بر برابری عرض از مبداءها رد شده و روش Panel Data انتخاب می شود. همچنین برای انتخاب دو روش اثرات ثابت و اثرات تصادفی، آزمون هاسمن محاسبه شده است. فرضیه H_0 این آزمون، بیانگر انتخاب روش اثرات تصادفی است. با توجه به اینکه مقدار این نسبت برابر $12/00$ با ارزش احتمال صفر شده، فرض H_0 مبنی بر پذیرش اثرات تصادفی، رد می شود.

جدول ۳- نتایج حاصل از آزمون های ریشه واحد متغیرهای مدل (PP, LLC, ADF)

PP-Fisher chi-square		Levin, Lin & Chu		متغیر
آماره آزمون	Prob با عرض از مبداء و روند	آماره آزمون	Prob با عرض از مبداء و روند	
47/7089	0/0917	-5/60896	0/000	LCO ₂
56/8871	0/0148	-7/14200	0/000	LENG
50/6247	0/0537	-7/05054	0/000	LFDI
69/2106	0/000	-5/94748	0/000	LGDP
57/4059	0/0131	-7/24767	0/000	LGDP ²
ADF-Dicky-Fuller				
متغیر	Prob با عرض از مبداء و روند	آماره آزمون	Prob با عرض از مبداء و روند	(آماره آزمون) (تفاضل اول با عرض از مبداء و روند)
LCO ₂	0/2050	642/710	0/9704	521/778
LENG	0/0674	649/414	0/9997	313/699
LFDI	0/0382	147/503	0/8942	425/862
LGDP	0/0028	064/012	1/000	97/5717
LGDP ²	0/0020	65/354	1/000	7/1304

از آنجایی که ماهیت داده های تابلویی ایجاب می کند که در بسیاری از مطالعات مبتنی بر این گونه داده ها، مشکل ناهمسانی واریانس بروز نماید، با توجه به تأثیر مهم ناهمسانی واریانس بر برآورد انحراف معیار، ضرایب و همچنین مساله استنباط آماری، جهت رفع مشکل ناهمسانی واریانس و خود همبستگی، برآورد مدل به روش حداقل مربعات تعمیم یافته (EGLS) انجام یافته است.

جدول ۴- نتایج حاصل از برآورد مدل (متغیر وابسته LCO)

متغیرهای توضیحی	مقدار ضرایب	مقدار آماره t	P-Value
LENG	۰/۸۲۸۵۹۴	۳۲/۶۵۷۷۲	*./۰۰
LFDI	۰/۰۰۲۷۵۰	۱/۹۷۰۱۲۵	**./۰۵۰۲
LGDP	۰/۳۲۳۰۶۳	۳/۰۹۹۵۰۴	*./۰۰۲۲
LGDP2	-۰/۰۴۱۵۵۱	-۲/۷۱۴۳۷۱	*./۰۰۷۲
R-squared=۰/۹۹ F=۷۱۲۷/۲۲۶ D.W= ۱/۵			

*معناداری در سطح بحرانی ۱٪ **معناداری در سطح بحرانی ۵٪

نتایج حاصل از تخمین مدل، ضریب مصرف انرژی را حدود ۰/۸۳ نشان می‌دهد، این مقدار به این معناست که با یک درصد افزایش در مصرف انرژی کشورهای مورد مطالعه، انتشار دی اکسید کربن آنها ۰/۸۳ درصد افزایش می‌یابد. ضریب تولید ناخالص داخلی نیز ۰/۳۲ می‌باشد که نشان می‌دهد با یک درصد افزایش تولید ناخالص داخلی، انتشار دی اکسید کربن ۰/۳۲ درصد افزایش می‌یابد. از طرفی ضریب توان دوم تولید ناخالص داخلی نیز ۰/۰۴- می‌باشد که مطابق انتظار منفی بوده و موافق با مفروضات فرضیه زیست محیطی کورنتس و تأیید کننده تقعر روبه پایین منحنی زیست محیطی کورنتس است و نشان می‌دهد که با افزایش رشد اقتصادی رابطه‌ی معکوس بین تولید ناخالص داخلی و انتشار دی اکسید کربن شروع می‌شود. این نتایج از لحاظ آماری در سطح بحرانی یک درصد معنی دار هستند. همچنین ضریب متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نیز ۰/۰۰۲ بوده که نشان می‌دهد با یک درصد افزایش در سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی کشورهای مورد مطالعه، میزان انتشار دی اکسید کربن برای آن کشورها ۰/۰۰۲ درصد در سطح معنی‌داری ۵ درصد افزایش می‌یابد. همچنین با انجام آزمون علیت گرنجر برای مدل، مشاهده شد که در سطح اطمینان ۹۹٪ مصرف انرژی علت گرنجر انتشار دی اکسید کربن بوده و وجود رابطه علیت یک طرفه تأیید می‌گردد. همچنین با اعتماد ۹۹ درصد تولید ناخالص داخلی علت گرنجر انتشار دی اکسید کربن و بالعکس بوده و این بار نیز وجود رابطه علیت دو طرفه تأیید می‌گردد. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نیز در سطح بحرانی ۱۰ درصد معنی دار می‌باشد که از این رو عدم وجود رابطه علیت رد می‌شود و همین رابطه به صورت برعکس نیز برقرار می‌باشد.

جدول ۵- نتایج آزمون علیت گرنجر

فرضیه H_0	F-statistic	P-Value
LENG علت گرنجر LCO نیست.	۶/۸۰۰۰۷	* / ۰/۰۱۴
LCO علت گرنجر LENG نیست.	۰/۵۱۵۵۷	۰/۵۹۸۰
LFDI علت گرنجر LCO نیست.	۲/۸۴۷۳۸	*** / ۰/۰۶۰۹
LCO علت گرنجر LFDI نیست.	۲/۶۵۷۹۹	*** / ۰/۰۷۳۱
LGDGP علت گرنجر LCO نیست.	۷/۷۳۱۰۷	* / ۰/۰۰۰۶
LCO علت گرنجر LGDGP نیست.	۵/۸۷۳۲۳	* / ۰/۰۰۳۳

* معناداری در سطح بحرانی ۱٪ ** معناداری در سطح بحرانی ۱۰٪ *** معناداری در سطح بحرانی ۱٪

۵- نتیجه‌گیری و تحلیل نتایج

هدف از این تحقیق، بررسی برآورد کمی اثرات تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی و سرمایه گذاری مستقیم خارجی بر میزان انتشار CO_2 بوده است که براساس ضرایب به دست آمده، نتیجه می شود که:

- ۱- مثبت بودن ضریب لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه، بیانگر افزایش سطح آلودگی منتشر شده به ازای هر واحد افزایش در تولید ناخالص ملی سرانه است؛ به عبارتی دیگر رشد اقتصادی با ایجاد و تشدید آلودگی همراه است. منفی بودن ضریب مجذور لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه، تقعر روبه پایین منحنی زیست محیطی کوزنتس را تأیید می کند. اما چون مقدار عددی آن در مقایسه با توان اولش کوچک است، این نشان دهنده شروع ارتباط معکوس ضعیف بین تولید ناخالص داخلی و انتشار دی اکسید کربن برای کشورهای مورد مطالعه طی دوره مورد بررسی می باشد. حال با این فرض که اگر رشد اقتصادی با نرخ سریع تری اتفاق بیفتد، به گونه‌ای که نرخ رشد آن از نرخ رشد CO_2 بیشتر شود، می تواند روند رابطه معکوس بین تولید ناخالص داخلی و انتشار دی اکسید کربن را تسریع بخشد که این امر نیاز به ارزیابی اثرات زیست محیطی در خصوص فعالیت‌های اقتصادی دارد و احتمالاً اثر مشخصی بر منابع طبیعی و محیط زیست خواهند داشت. از طرفی تحلیل نتایج حاصل از آزمون علیت گرنجر نیز وجود یک رابطه علی دوسویه بین تولید ناخالص داخلی و انتشار گاز دی اکسید کربن در کشورهای مورد مطالعه را تصدیق می کند.
- ۲- ضریب سرمایه گذاری مستقیم خارجی مثبت بوده و به لحاظ آماری معنی دار می باشد و

نشان می دهد که با افزایش سرمایه گذاری مستقیم خارجی، میزان انتشار دی اکسید کربن نیز افزایش می یابد. هر چند مقدار عددی آن کوچک بوده و در مقایسه با متغیرهای دیگر و به ویژه مصرف انرژی، می توان گفت که افزایش FDI مشکل چندانی را در ارتباط با آلودگی محیط زیست در کشورهای مورد مطالعه ایجاد نمی کند. اما وجود یک رابطه علی دوسویه بین سرمایه گذاری مستقیم خارجی و انتشار گاز دی اکسید کربن تأیید می گردد.

۳- همچنین می توان نتیجه گرفت که انتشار دی اکسید کربن نسبت به مصرف انرژی با کاهش بوده و تقریباً کاهش نزدیک به واحد دارد؛ از این رو مصرف انرژی تأثیر بیشتری نسبت به رشد اقتصادی و سرمایه گذاری مستقیم خارجی بر آلودگی زیست محیطی و انتشار دی اکسید کربن می گذارد. بنابراین تأثیر مصرف انرژی بر انتشار CO₂ بیشتر از متغیرهای توضیحی دیگر بوده که آزمون علیت گرنجر نیز این رابطه را تأیید می کند. به عبارتی یک رابطه علی یک طرفه قوی از طرف مصرف انرژی به انتشار CO₂ وجود دارد.

References

- 1- Behbudi, D., Barghi, E. (2009). The environment effects of energy consumption and economic growth in Iran , *Quantity economic studying* , 4, 35-43. (In Persian)
- 2- Berndt, E. R., and Wood, D. O. (1975). Technology, Prices and the derived demand for energy, *Review of Economics and Statistics*, 57, 259-268.
- 3- Copeland, B., Taylor, M.S. (2005). Trade, growth, and the environment, *Journal of Economic Literature*, 42, 7-71.
- 4- Dinda, S. (2008). Environmental Kuznets Curve Hypothesis: a Survey, *Ecological Economics*, 49, 431-435.
- 5- Fotros, M.H and Nasrindust, M. (2010). Investigation relationship air pollution and water, *Energy Consumption and economic growth in Iran* , *Economic energy studying* , 21, 113-135. (In Persian)
- 6- Grossman G, Krueger A. (1991). "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement", *National Bureau of Economics Research Working Paper*, No. 3194, NBER Cambridge.
- 7- Gujarati, Damodar, N . (2007). *Basic econometrics*, Translated by Abrishami, H, No4, Tehran University. (In Persian)
- 8- Hoffmann R, Lee CG, Ramasamy B, Yeung M., (2005). "FDI and Pollution: a Granger Causality Test Using Panel Data", *Journal of International Development*; 17, 311-317
- 9- Hsiao-Tien Pao, Chung-Ming Tsai, (2011). "Multivariate Granger Causality Between CO₂ Emissions, Energy Consumption, FDI (foreign direct investment)

- and GDP (gross domestic product): Evidence from a Panel of BRIC (Brazil, Russian Federation, India, and China) Countries”, Department of - Management Science, National Chiao Tung University, 1001 Ta Hsueh Road, Hsinchu 30010, Taiwan, ROC, Energy 36, 685-693.
- 10- Im KS, Pesaran MH, Shin Y., (2003). “Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels” *Journal of Econometrics*, 115, 53-74.
 - 11- Jian W, Rencheng T.(2007). Environmental effect of foreign direct investment in china. 16 the international input- output conference. Istanbul Turkey.
 - 12- Levine A, Lin CF, Chu CS., (2002). “Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite Sample Properties”, *Journal of Econometrics*, 108, 1-24.
 - 13- List, J. A. et al.(2003).Effects of Environmental Regulations on Manufacturing Plant Births: Evidence from a Propensity Score Matching Estimator, *Review of Economics and Statistics*: 85(4), 944–952.
 - 14- Pao HT, Tsai,C.M.(2010).CO₂ emissions, energy Consumption and economic growth in BRIC countries, *Energy policy* , 38,7850-60.
 - 15- Panayotou, T.(2000). Economic Growth and the environment CID working paper, No 56, Environment and Development paper. Not.
 - 16- Pejuyan, J and Moradhassel, N. (2008). Investigation the effects of economic growth on air pollution. *Economic investigations*,4,142-144. (in Persian)
 - 17- Pejuyan, J and Lashkarizadeh, M. (2011). Investigation effective factors relationship between economic growth and environment effects, *Iranian Economic Investigations*,14, 42. (In Persian)
 - 18- Sadegi, H and Saadat, R. (2005). Economic growth and environment effects in Iran, *Economic investigations*,64,163-180. (in Persian)
 - 19- Shen, J.Y.(2006). A simultaneous estimation of environmental Kuznets curve, *Evidence from China-China Economic Review*, 17(4), 383-394.
 - 20- Stern, D.I. (2004).The rise and fall of the environmental Kuznets curve, *World Development*, 32,1419e39.
 - 21- Soytaş U, Sari R, Ewing BT., (2007). “Energy Consumption, Income, and Carbon Emissions in the United States”, *Ecological Economics*, 62, 482-489.
 - 22- The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Climate change (2008). Synthesis Report, 4th Assessment Report, *Geneva Switzerland*.
 - 23- Zhang, X.P., Cheng, X.M.(2009). Energy consumption, carbon emission, and carbon emissions: challenges faced by an EV candidate member, *Ecological Economics*, 68, 1667-75.
 - 24- United nations framework convention on climate change,(2010). (<http://unfccc.int>)
 - 25- World Development Indicators: WDI, (2010). (The selected countries are: DZA, ARM, BHR, EGY, IRN, JOR, KAZ, KWT, KGZ, MAR, PAK, SAU, SYR, TJK, TUN, TUR, TKM, YMN).