فصلنامه علوم محیطی، دوره پانزدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶

۴۵-۶۰

ارزیابی تاثیر متغیرهای کلان بر کیفیت محیط‌زیست در منطقه منا: رویکردهای میانگین لگاریتم دیوژیا و هم‌انباشتگی پانل

علی افضلی* و وحید ماجد

گروه اقتصاد بین رشته‌ایی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۸ تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۱

افضلی، ع. و و. ماجد. ۱۳۹۶. ارزیابی تاثیر متغیرهای کلان بر کیفیت محیط‌زیست در منطقه منا: رویکردهای میانگین لگاریتم دیوژیا و هم‌انباشتگی پانل. فصلنامه علوم محیطی. ۱۵(۱): ۶۰-۴۵.

سابقه و هدف: این مقاله بر پایه رابطه کایا به بررسی آثار متغیرهای کلان بر کیفیت محیط زیست در منطقه منا می‌پردازد. فرآیند رشد و توسعه اقتصادی در کشورهای در حال توسعه، از جمله ایران و سایر کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا، فشار فزاینده‌ای به محیط زیست وارد می‌آورد. هزینه تخریب‌های زیست‌محیطی در منطقه منا به حدود ۵ درصد و در ایران به بیش از ۷ درصد تولید ناخالص داخلی می‌رسد. از سوی دیگر، تخریب‌های زیست‌محیطی و انتشار آلاینده‌ها، پایداری رشد و توسعه مذکور را با تردید مواجه ساخته است. محدودیت‌هایی که محیط زیست بر ادامه رشد و توسعه اقتصادی ایجاد می‌کند و خسارت‌های غیرقابل بازگشت اقتصادی ناشی از تخریب و آلودگی محیط، لزوم توجه به محیط‌زیست در تصمیم‌گیری‌های کلان را بیش از پیش نمایان می‌سازد. در نتیجه با توجه به اهمیت محیط‌زیست و منابع انرژی در توسعه پایدار، سعی شده است تا سهم هر یک از عوامل جمعیت، تولید ناخالص داخلی، شدت انرژی و شدت کربن بر انتشار دی‌اکسید کربن به‌عنوان شاخصی مهم در سنجش عملکرد متناسب با کیفیت محیط زیست و توسعه پایدار، شناسایی شود؛ زیرا از میان تمام گازهای گلخانه‌ای، دی‌اکسید کربن سهم ۹۴/۷ درصدی در گرمایش زمین دارد.

مواد و روش‌ها: با توجه به مطالب ذکرشده، با استفاده از داده‌های مربوط به بازه زمانی ۲۰۱۱-۱۹۹۰ میلادی، بر پایه رابطه کایا سهم عوامل کلان ارزیابی شد؛ از رابطه کایا استفاده گسترده‌ای در مباحث مرتبط با انرژی و انتشار کربن می شود. نخست با استفاده از مدل میانگین لگاریتمی دیویژیا که یکی از روش‌های تجزیه پرکاربرد به شمار می‌آید، سهم هر یک از متغیرهای کلان در انتشار دی‌اکسید کربن در کوتاه‌مدت برر سی شد. سپس برای تحلیل بلندمدت با تعیین مقادیر ورودی مرتبط با کشورهای منطقه منا از روش پانل دیتا استفاده شد که نشان‌دهنده وجود هم‌انباشتگی در مدل بود. مفهوم هم‌انباشتگی تداعی‌کننده وجود یک رابطه تعادلی بلندمدت است که سیستم اقتصادی در طول زمان به سمت آن حرکت می‌کند. در مورد داده‌های هم‌انباشته پانل استفاده از مدل‌های پویا مانند تخمین‌زننده کاملا تعدیل‌شده (*FMOLS*) و تخمین‌زننده دینامیک (*DOLS*) موثرتر است. بنابراین مدل هم‌انباشته کاملا تعدیل‌شده (*FMOLS*) بر متغیرها اعمال شد و نتایج حاصل از تخمین پارامترهای مدل در بلندمدت به دست آمد.

نتایج و بحث: بررسی سوابق پژوهش در کشورهای توسعه‌یافته نشان می‌دهد که در این کشورها تغییرات جمعیت و تولید ناخالص داخلی در بلندمدت انتشار دی‌اکسید کربن را افزایش داده‌اند که این تغییر تا حدود زیادی به وسیله کاهش شدت انرژی و جانشینی

* Corresponding Author. *E-mail Address*: Ali_Afzali@ut.ac.ir

انرژی‌های نو جبران شده است. نتایج تخمین این پژوهش حاکی از معناداری تاثیر تولید ناخالص داخلی، جمعیت و شدت کربن بر انتشار دی‌اکسید کربن است. نتایج مربوط به روش میانگین لگاریتمی دیویژیا در کوتاه‌مدت نشان می‌دهد در منطقه منا، عامل جمعیت بیشترین تاثیر را بر افزایش انتشار داشته است و پس از آن به ترتیب عوامل تولید ناخالص داخلی، شدت انرژی و شدت کربن قرار دارند. در بازه‌های پنج ساله، عوامل جمعیت، تولید ناخالص داخلی و شدت انرژی به صورت میانگین در جهت افزایش انتشار عمل کرده‌اند و عامل شدت کربن عملکردی معکوس داشته است. ضرایب حاصل از مدل پانل نشان می‌دهند که در بلندمدت افزایش جمعیت بیشترین تاثیر را بر انتشار کربن در منطقه منا داشته است؛ در رتبه دوم عامل شدت انرژی قرار دارد و عامل بعدی تولید ناخالص داخلی است.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج تخمین در کوتاه‌مدت و بلندمدت و مقایسه با وضعیت کشورهای توسعه‌یافته، شاخص شدت انرژی می‌تواند نقش کلیدی در بالا بردن کیفیت محیط زیست در کشورهای حوزه منا داشته باشد. در نتیجه، کشورهای منطقه نیازمند توجه سیاست‌گذاران توسعه برای بهبود شاخص شدت انرژی هستند.

واژه‌های کلیدی: اقتصاد محیط زیست- انتشار کربن- توسعه پایدار- میانگین لگاریتمی دیویژیا- هم‌انباشتگی.

مقدمه

کشورها برای دست‌یابی به اهداف کلان اقتصادی مانند رشد تولید ناخالص داخلی سعی می‌کنند تا ضمن شناخت استعدادهای بالقوه رشد در مناطق خود، از آنها برای دست‌یابی به رشد بالاتر استفاده کنند. اما خسارت‌های ناشی از بی‌توجهی به ابعاد مختلف موجود در مسئله رشد موجب می شود تا مقوله توسعه پایدار با خطر مواجه شود. برای دست‌یابی به رشد و توسعه پایدار بایستی ضمن شناخت این ابعاد، در راستای یکپارچه‌سازی اهداف و روش‌های به‌کارگیری‌شده در فرآیند رشد و ابعاد زیست‌محیطی مربوط به آن گام برداشت. در این بین، تحولات اقتصادی در دهه‌های گذشته نشان داده که توجه به آلاینده‌ها و عوامل مخرب محیط زیست که موجب می‌شوند منابع طبیعی و شرایط مورد نیاز برای پایداری رشد تحت تاثیر قرار گیرند، در اقتصاد کشورها برجسته است. به همین دلیل، تحقیق و بررسی مدل هایی که توانایی نشان دادن ارتباط بین انتشار آلاینده‌ها و عوامل اصلی موثر بر آنها در سطح کلان را داشته باشند، طی دهه‌های گذشته افزایش یافته است. در این شرایط، تحلیل آثار سیاست‌های مختلف با مد نظر قرار دادن کانال های اثرگذاری آن بر انتشار آلایندها و متعاقباً بازخوردهای آن، تصویر روشن‌تری از اقدامات سیاست‌گذاران برای رسیدن به توسعه پایدار ارایه می‌دهد.

طبق بررسی‌های Nordhaus (1990) از میان تمام گازهای گلخانه‌ای، دی‌اکسید کربن سهم ۹۴/۷ درصدی در گرمایش زمین دارد. به همین جهت این گاز به عنوان مهم‌ترین آلاینده هوا، به طور معمول به عنوان شاخص اصلی در سنجش میزان آسیب‌های زیست‌محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در سطح کلان تاثیرات عوامل مختلفی مانند تولید ناخالص داخلی، جمعیت، شدت انرژی و شدت کربن در جریان تغییرات انتشار مورد بررسی هستند.

کشورهای حوزه منا همانند دیگر کشورها نیازمند تغییر نگرش خود به مسئله رشد و توسعه هستند. به‌علاوه، این کشورها به دلیل دارا بودن مشخصه‌های کشورهای در حال توسعه، حتی بیش از سایر مناطق می‌توانند به عنوان مخاطب بسته‌های سیاستی سبز مورد توجه قرار گیرند. در ارتباط با تغییرات شرایط آب و هوا، میزان خسارت‌ها احتمالی است، زیرا تغییر وضعیت آب و هوا بر محیط زیست طبیعی و حیاتی با وقفه تاثیر

گذا شته و به این ترتیب موجب آثار غیرم ستقیم ا ضافی نیز می‌شود. طبق (Croitoru *et al*. 2010) هزینه تخریب محیط زیست تو سط عوامل مختلف در منطقه منا حدود ۵ درصـد از کل تولید ناخالص داخلی این منطقه تخمین زده می‌شود، این عدد در کشور ایران به بیش از ۸ درصد می‌رسـد. ابعاد خسـارت‌های ناشـی از گرمایش زمین نامعین و منعکس‌کننده این واقعیت اسـت که چنین پیامدهایی به علت زنجیره‌ای از برهمکنش‌ها رخ می‌دهند که هر یک باعث ابهام بیشتری می‌شود. با این حال برای هر سـطح معینی از گرمایش جهانی، دانش کنونی تنها اجازه برآورد برخی خسـارت‌ها را می‌دهد؛ این برآوردها برای تفکر درباره سـیاسـت‌های مطلوب در این زمینه از دقت کافی برخوردار هستند.

بر اساس پیش‌بینی‌های IPCC (1990) ، سطح آب دریاها از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ بین ۱۰ تا ۳۳ سانتی‌متر بالا می‌آید. دو برابر شـدن انتشـار کربن در جو موجب می‌شـود که گرمای جهانی سـطح زمین به طور متوسـط بین ۱/۵ تا ۴/۵ درجه سـانتی‌گراد افزایش یابد. در صـورتی که الگوی رفتاری هیچ تغییری نکند، برخی از مناطق داخل قاره‌ای به احتمال زیاد خشـک‌سـالی و کاهش حاصـل‌خیزی خاک را تجربه می‌کنند. انتظار می‌رود به صـدها میلیون نفر از مردم در کشـورهای در حال توسـعه از جمله منا که دارای اقلیم اغلب خشـک و نیمه‌خشک است در بخش کشاورزی خسارت‌های جدی وارد شود؛ مناطقی که حا صل‌خیزی خاک شان در حال کاهش است، آسیب بسیار بیشتری خواهند دید. ارزیابی و تجزیه عوامل موثر بر انتشـار کربن و شـناخت موانع و محرک های مهم آن در این م ناطق می‌توا ند به عنوان گامی موثر در گذار به اقتصاد انرژی سبز به عنوان یکی از پایه‌های ا صلی اقت صاد سبز در این بخش از جهان تلقی شود. انجام این پژوهش می‌تواند دیدگاهی مناسب نسبت به عوامل موثر در این انتقال و نحوه سیا ست‌گذاری‌های آینده این کشورها به وجود آورد.

با توجه به ملاحظات فوق، هدف اصلی این پژوهش این است که آثار نا شی از تغییرات تولید ناخالص داخلی، جمعیت، شدت انرژی و شدت کربن بر تغییرات انت شار کربن را، در کوتاه‌مدت و بلندمدت، ارزیابی کند.

با افزایش چشـمگیر سـطح فعالیت‌های اقتصـادی انسان و تغییر شکل آنها به سمت و سوی ابعاد صنعتی، مسـئله آلودگی و انتشـار کربن افزایشـی روزافزون پیدا کرد. این موضـوع نیز سـبب شـد تا زاویه دید به مسـائل آلودگی که اغ لب بخش های محلی را در بر می‌گر فت، بیش از پیش به ابعاد منطقه‌ای و جهانی گسـترش پیدا کند. در این میان اقتصـاددانان مختلف در صـدد برآمدند تا رابطه بین رشد اقتصادی و سطح آلودگی را شناسایی کنند. در تحقیقات جدید علاوه بر رشـد اقتصـادی در سـطح کلان، رابطه میان آلودگی و عوامل مهم دیگری همچون جمعیت، شـدت انرژی و شـدت کربن نیز به صورت یکپارچه مورد توجه قرار گرفته است.

Nordhaus (1990) ارز یابی های اول یه‌ای از ابعاد خسـارت‌ها بر حسـب مقادیر پولی و بر اسـاس طیف و سیعی از شواهد تحقیقی و تطبیقی که تو سط سازمان حفاظت محیط زیسـت آمریکا جمع‌آوری شـده بود ارائه کرد. او نتیجه گرفت که اقتصـادهای پیشـرفته صـنعتی صدمه کمتری خواهند دید (کمتر از ۱ درصد درآمد ملی سـالانه تا اواسـط قرن ۲۱)، زیرا بیشـتر فعالیت‌های اقتصادی بررسی‌شده به تغییرات آب‌وهوا حساس نیستند. تنها بخش کشاورزی، جنگل‌داری و فعالیت‌های بندری و سـاحلی به این تغییرات بسـیار حسـاس هسـتند، این بخش‌ها در آمریکا تنها ۳ درصـد از کل تولید ناخالص ملی را تولید می‌کنند. در هر صورت Nordhaus (1990) به تو ضیح و شنا سایی این م سئله پرداخت که اثرات بر منابع طبیعی و برخی فعالیت های غیربازاری نظیر تنوع زیستی، کیفیت و مطبوعیت زیست‌محیطی طبیعی، باید بسیار شدید با شد. این آثار در مورد کشورهای در حال تو سعه به مراتب شدیدتر ا ست؛ در این ک شورها حدود

یک سوم از ارزش تولید ناخالص ملی از بخش کشاورزی به دست می‌آید و بهره‌وری به شدت نسبت به تغییرات آب‌وهوایی حساس است، بنابراین این مناطق نسبت به تغییرات آب‌وهوایی به شدت آسیب‌پذیر هستند. با این وجود او در ارزیابی‌های خود از هزینه تغییرات وضعیت آب‌وهوا بسیار خوشبین بود، درحالی‌که Hansen (1990) در ارائه نتایج خود بسیار بدبین بود. شبیه سازی‌های او نشان‌دهنده خشک‌سالی‌های مکرر در بسیاری از کشورهای در حال توسعه به همراه احتمال بالای بیابان‌زایی بود؛ نتایج او نشان می‌داد که قربانیان بیشتری به علت خشک‌سالی و کاهش پوشش گیاهی در این کشورها خواهیم داشت. با وجود این، برخی پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که میانگین مقدار خسارت ناشی از افزایش گرمای زمین نسبتا کم است و برخی از محققان عقیده دارند که محدود کردن پژوهش‌ها به میانگین مقدار خسارت پیامدهای احتمالی، چندان معقول نیست.

Barbier & Pearce (1990) به عدم اطمینان‌ها و فقدان اطلاعات درباره پیامدهای تغییر وضعیت آب‌وهوا اشاره کردند. خطرات تغییرات آب‌وهوا به سادگی گسترش نمی‌یابند، حتی اگر برخی نتایج و پیامدهای تغییر آب‌وهوا غیرقابل بازگشت باشند و دامنه نتایج ممکن است همراه با خسارت‌های بسیار زیاد باشد. قطعا اگر کسی تنها به بررسی میانگین پیامدهای ممکن بپردازد، آنگاه با اتخاذ گریز از خطر، روش بهینه متفاوتی را انتخاب خواهد کرد.

در ایران، Fotros & Barati (2011) با استفاده از روش میانگین لگاریتمی دیویژیا (*LMDI*) عوامل موثر بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن در بخش‌های اصلی اقتصاد ایران را بررسی کردند. آنها پنج بخش شامل صنعت، کشاورزی، حمل و نقل، خانگی، تجاری، عمومی و سایر موارد را بررسی و عوامل موثر بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن را در دسته‌های چهارگانه سطح فعالیت، تغییرات ساختاری، شدت انرژی و ضریب انتشار جداسازی کردند. نتایج آنها نشان داد که رشد اقتصادی که از تغییرات سطح فعالیت ناشی می شود، بیشترین تاثیر را بر تمام بخش‌های مورد بررسی جز حمل‌ونقل و صنعت داشته و اثر غالب در این دو بخش نیز تغییرات ساختاری بوده است.

Khalili Araghi *et al*. (2011) با استفاده از روش تحلیل تجزیه شاخص و استفاده از روش میانگین لگاریتم شاخص دیویژیا تغییرات انتشار کربن در سطح کلان اقتصاد و در سطح بخش‌های اقتصادی را برای دوره ۱۳۸۷- ۱۳۴۶ در قالب هشت دوره پنج ساله و دو دوره سه ساله بررسی کردند. مطابق نتایج آنها در سطح کلان اقتصاد، تغییرات سرانه تولید ناخالص داخلی، جمعیت و شدت انرژی اثر مثبت بر انتشار کربن داشته‌اند و تغییرات شدت کربن سوخت‌های فسیلی در بیشتر دوره‌ها نقش مؤثری در کاهش انتشار کربن داشته است.

در بررسی دیگری Pourebadollahan (2013) Koych *et al*. با استفاده از (*LMDI*) به بررسی عوامل اصلی انتشار کربن در زیر شاخه‌های صنعتی ایران طی سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۷۹ می‌پردازند. در این تحقیق عوامل موثر به پنج بخش مجزا شامل اثر ساختاری، اثر شدت انرژی، اثر ترکیب سوخت و اثر ضریب انتشار تجزیه می‌شوند. نتایج آنها نشان داد که عامل اصلی افزایش انتشار کربن در زیربخش‌های صنعتی ایران، اثر فعالیت بوده است و در نقطه مقابل اثر شدت انرژی تاثیر قابل‌توجهی در کاهش انتشار کربن داشته است.

برای بررسی تجربی اثرات متغیرهای کلان بر انتشار کربن، J.W.Sun (1999) میزان کل انتشار کربن در کشورهای عضو OECD را در بازه ۱۹۹۵-۱۹۶۰ مورد ارزیابی قرار داد. نتایج این تحقیق نشان داد که کشورهای توسعه‌یافته توانسته‌اند کاهش قابل‌ملاحظه‌ای را در انتشار کربن به وسیله کاهش در شدت انرژی و تغییر منابع انرژی تجربه کنند. اما در عین حال برخی کشورها در رسیدن به اهداف تعیین شده ناتوان بودند و در نتیجه

باید با توجه به اطلاعات مربوط به کنفرانس کیوتو، در سیاست‌های مربوط به انرژی خود بازنگری کنند.

برای تجزیه عوامل تاثیرگذار در انتشار کربن پژوهشی توسط O'Mahony (2013) در مورد کشور ایرلند انجام شد. در این پژوهش اثرات ناشی از جمعیت، تولید ناخالص داخلی، شدت انرژی و گسترش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر بر انتشار کربن مورد آزمون قرار گرفت. نتایج نشان داد که جمعیت و تولید ناخالص داخلی طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ انتشار را افزایش داده‌اند که این تغییر تا حدود زیادی به وسیله کاهش شدت انرژی پاسخ داده شده است. جایگزینی انرژی‌های تجدیدپذیر نیز اثر ضعیف منفی، اما در حال افزایشی بر انتشار کربن داشته است.

در پژوهشی، Raheel Zeb *et al.* (2014)، به بررسی کوتاه‌مدت و بلندمدت رابطه علیت میان انرژی (تولید برق از منابع تجدیدپذیر)، انتشار کربن، تخلیه منابع طبیعی، تولید ناخالص داخلی و فقر در میان کشورهای هند، نپال، پاکستان و سریلانکا می‌پردازند. نتایج آنها نشان‌دهنده وجود رابطه دو طرفه علیت گرنجر میان انتشار کربن و تخلیه منابع طبیعی در نپال و همچنین میان تولید انرژی و فقر در پاکستان است. نتایج حاصل از مدل‌سازی پانل (*OLS*) اصلاح‌شده نشان می‌دهند که تولید ناخالص داخلی و فقر تاثیر مثبت بر تولید انرژی دارند، در حالی که انتشار کربن اثر منفی بر آن دارد. به طور مشابه افزایش در تولید انرژی منجر به کاهش انتشار کربن می‌شود، در حالی که تخلیه منابع طبیعی انتشار کربن را افزایش می‌دهد. متعاقبا یک افزایش در تولید انرژی منجر به افزایش تولید ناخالص داخلی و به علاوه افزایش انتشار کربن می‌شود.

در پژوهشی دیگر ChangjianWang *et al.* (2014) بر پایه رابطه کایا عوامل موثر بر انتشار کربن در استان شاندونگ چین را بین سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۰ مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج تجزیه نشان داد که تولید ناخالص بیشترین اثر را در افزایش انتشار داشته است. شدت انرژی در جایگاه دوم تاثیرگذاری قرار دارد و شدت کربن اثر منفی اما ضعیفی را بر افزایش انتشار کربن دارد. آنها پیش‌بینی کردند به دلیل اتخاذ سیاست‌های مرتبط با شدت انرژی در سال‌های اخیر می‌توان اثرات مثبت ناشی از آن را در سال‌های آینده مشاهده کرد.

اخیرا طی پژوهشی Halkos & Managi (2016) اثر رشد تولید ناخالص داخلی را بر کارایی محیط زیست و تولید گاز گلخانه‌ای دی‌اکسید کربن سنجیدند. نمونه مورد استفاده شامل اطلاعات ۹۹ کشور در بین سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۲ بود. نتایج این پژوهش نشان داد که در مورد کشورهای توسعه‌یافته رابطه میان تولید سرانه داخلی و کیفیت محیط زیست به شکل U وارونه است در حالی که این رابطه در مورد کشورهای در حال توسعه به شکل N است.

در همین راستا، Stern (2017) بررسی جدیدی روی منحنی کوزنتس انجام داد. او نتیجه گرفت رشد اقتصادی اثر مثبت قوی بر انتشار گاز دی اکسید کربن، دی اکسید گوگرد و دیگر گازهای گلخانه‌ای صنعتی دارد، اما اثر آن بر گازهای گلخانه‌ای غیرصنعتی و ذرات معلق ضعیف است. رشد اقتصادی فقط در درآمدهای بسیار بالا می‌تواند اثرات کاهنده‌ای بر ذرات معلق داشته باشد. او پیشنهاد می‌کند پژوهش‌های آینده روی کشورهای در حال توسعه و دیگر عوامل موثر بر کاهش کربن تمرکز کنند.

در بررسی پیش‌رو، علاوه بر استفاده از مدل میانگین لگاریتمی دیویژیا (*LMDI*) که سهم عوامل موثر بر انتشار را در منطقه منا در کوتاه‌مدت مشخص می‌کند، رفتار بلندمدت متغیرهای توضیحی نیز بر اساس مدل اقتصادسنجی حداقل مربعات کاملا تعدیل‌شده (*FMOLS*) استخراج شده است. بدین منظور مدل پانلی متشکل از کشورهای منا طرح‌ریزی و سعی شده تا وجود یا عدم وجود رابطه بلندمدت بین

انتشار کربن و هر یک از عوامل کلان و همچنین سهم احتمالی آنها بررسی شود. تمرکز بر منطقه منا و بررسی هر دو رابطه کوتاه‌مدت و بلندمدت با ابزار ریاضی و اقتصادسنجی وجه تمایز این مطالعه با دیگر مطالعات به شمار می‌آیند.

مواد و روش‌ها

روش میانگین لگاریتمی دیویژیا (*LMDI*)

به منظور دستیابی به اهداف تحقیق و تحلیل آثار متغیرهای کلان بر انتشار کربن، ساختار کلی مدل در این پژوهش شامل پنج متغیر انتشار کربن، جمعیت، تولید ناخالص داخلی، شدت انرژی و شدت کربن است. از رابطه کایا (*I=PAT*) استفاده گسترده‌ای در مباحث مرتبط با انرژی و انتشار کربن می‌شود (O'Neill *et al.*, 2000). می‌توان میزان کل انتشار را طبق این رابطه که اثرات نهایی از گازهای گلخانه‌ای را به جمعیت، تولید و تکنولوژی مرتبط می‌کند، به صورت زیر تجزیه کرد:

$$CO2 = pop \times GDP_{pc} \times e_{int} \times c_{int} \quad (۱)$$

$$CO2 = pop \left(\frac{GDP_{ppp}}{pop}\right)\left(\frac{TPES}{GDP_{ppp}}\right)\left(\frac{CO2}{TPES}\right) \quad (۲)$$

در این مدل اگر C را به عنوان تابع نشانگر انتشار در نظر بگیریم، این تابع تحت تاثیر متغیرهای توضیحی X_i که نماینده هر کدام از اثرات متغیرهای کلان است، خواهد بود.

$$C_i = X_{1,i}\, X_{2,i} \dots X_{n,i} \quad (۳)$$

$$C^0 = \sum_i X^0_{1,i}\, X^0_{2,i} \dots X^0_{n,i}$$

$$C^T = \sum_i X^T_{1,i}\, X^T_{2,i} \dots X^T_{n,i}$$

$$\Delta C_{tot} = C^T - C^0 = \Delta C_{X1} + \Delta C_{X2} + \cdots + \Delta C_{Xn} \quad (۴)$$

(۵)

در این حالت می‌توان بر اساس شاخص دیویژیای میانگین لگاریتمی در شکل جمعی آن، اثر k امین عامل را به صورت زیر تعریف کرد: (Wood & Lenzen, 2006)

$$\Delta C_{Xk} = \sum L\,(C_i^T, C_i^0) \ln\left(X^T_{k,i} \big/ X^0_{k,i}\right) \quad (۶)$$

که در آن تابع $L\,(C_i^T, C_i^0)$ متوسط لگاریتمی دو عدد مثبت α و β است که به صورت زیر محاسبه می‌شود (Ang.B.W, 2004):

$$L\,(\alpha,\beta) = \begin{cases} \frac{\alpha-\beta}{\ln\alpha - \ln\beta} \; for\; \alpha \neq \beta \\ \alpha \; for \; \alpha = \beta \end{cases} \quad (۷)$$

روش هم‌انباشتگی پانل و تخمین‌زننده کاملا تعدیل‌شده (*FMOLS*)

یک سری زمانی نامانا را که با m بار تفاضل‌گیری به یک سری زمانی مانا تبدیل شود، انباشته از مرتبه m یا I(m) می‌گویند. اگر دو سری x_t و y_t را در نظر بگیریم و فرض کنیم هر دو I(m) هستند، به طور معمول هر ترکیب خطی از x_t و y_t نیز I(m) خواهند بود. اما اگر ضرایب ثابت مانند α و β وجود داشته باشد که جمله اخلال رگرسیون مربوط به x_t و y_t یعنی به شکل $U_t = y_t - \alpha - \beta x_t$ دارای مرتبه جمعی کمتر از m، مثلا I(m-n)، باشد، آنگاه از نظر Engle & Granger (1987) متغیرهای x_t و y_t هم‌انباشته از مرتبه (n,m) هستند. بنابراین، دو سری زمانی x_t و y_t را هم جمع از مرتبه n و m یعنی CI(m,n) می‌گویند. اگر مرتبه هم‌انباشتگی هر دو همانند و برابر I(m) باشد و یک ترکیب خطی از آنها وجود داشته باشد که جمعی از مرتبه m-n یعنی I(m-n) باشد. با توجه به تعریف فوق اگر x_t و y_t هر دو از مرتبه جمعی همانند I(1) باشند و u_t هم I(0) باشد، آنگاه دو سری زمانی هم جمع از مرتبه CI(1,0) خواهند بود. این تعریف به بیش از دو سری نیز قابل تعمیم است. اگر جملات خطای مربوط به معادله رگرسیون I(0)، یعنی مانا باشند، آنگاه می‌توان از روش های معمول اقتصادسنجی در برآورد پارامترها به کمک داده‌های سری زمانی استفاده کرد و در استنباط‌های آماری از آماره‌های t و

F استفاده کرد. (Feghhe Majidi & Ebrahimi, 2014)

مفهوم اقتصادی هم‌انباشتگی آن است که وقتی دو یا چند متغیر سری زمانی بر اساس مبانی نظری برای تشکیل یک رابطه تعادلی بلندمدت، با یکدیگر ارتباط داده می‌شوند، اگرچه ممکن است خود این سری‌های زمانی دارای روندی تصادفی (یا همان نامانا) باشند، اما در طول زمان یکدیگر را به خوبی دنبال می‌کنند، به نحوی که تفاضل بین آنها باثبات (ایستا) است. بنابراین، مفهوم هم‌انباشتگی تداعی‌کننده وجود یک رابطه تعادلی بلندمدت است که سیستم اقتصادی در طول زمان به سمت آن حرکت می‌کند (Noferesti, 1999).

مدل‌های پانل هم‌انباشته در بررسی‌های مربوط به روابط بلندمدت اقتصادی استفاده می‌شوند. مانند تئوری‌های اقتصادی که علاقه‌مندیم تا در بلندمدت در مورد ضرایب رگرسیون و تحقق قیدهای نظری آن تئوری ها بررسی هایی را انجام دهیم. Chen *et al.* (1999) با بررسی مشخصه‌های یک نمونه محدود از تخمین‌زننده (*OLS*) دریافتند که تخمین‌زننده اصلاح‌شده (*OLS*)، به‌طورکلی این تخمین‌زننده را تا حد زیادی بهبود نمی‌بخشد. آنها با توجه به نتایج خود پیشنهاد می‌دهند که احتمالا در مورد داده‌های هم‌انباشته پانل استفاده از مدل‌هایی مانند تخمین‌زننده کاملا تعدیل شده (*FMOLS*) یا تخمین‌زننده دینامیک (*DOLS*) موثرتر است.

برای شناخت روش (*FMOLS*)، معادله زیر را در نظر بگیرید:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_i X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۸)$$

فرض کنید Y_{it} و X_{it} هم انباشته هستند، با بازنویسی معادله خواهیم داشت:

(۹)

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_i X_{it} + \sum_{j=-k_i}^{k_i} \gamma_{ik} \Delta X_{i,t-k} + \gamma_{ik}$$

که در آن X برداری از متغیرهای مستقل است و γ_{ik} ضریب وقفه تفاضل مرتبه اول آنهاست. حال اگر

$$\xi_{it} = (\hat{\varepsilon}_{it}, \Delta X_{it})$$

در این صورت کوواریانس بلندمدت این گونه نوشته می‌شود:

$$\Omega_{it} = \lim E \left[\frac{1}{T} (\sum_{t=1}^{T} \xi_{it})(\sum_{t=1}^{T} \xi_{it})\right] \quad (۱۰)$$

که می‌تواند به کوواریانس همزمان Ω_i^0 و مجموع وزنی اتوکوواریانس Γ_i نیز تجزیه شود:

$$\Omega_{it} = \Omega_i^0 + \Gamma_i + \Gamma_i' \quad (۱۱)$$

برآورد تخمین‌زن (*FMOLS*) برابر است با:

(۱۲)

$$\hat{\beta}^*_{FMOLS} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} [(\sum_{t=1}^{T} (X_{it} - \bar{X})^2)^{-1} (\sum_{t=1}^{T} (X_{it} - \bar{X})^2 Y^*_{it} - T\hat{\gamma}_i)]$$

که در آن:

$$Y^*_{it} = Y_{it} - \bar{Y}_i - \frac{\hat{\Omega}_{2,1,i}}{\hat{\Omega}_{2,2,i}} \Delta X_{i,t} \quad (۱۳)$$

$$\hat{\gamma}_i = \hat{\Gamma}_{2,1,i} + \hat{\Omega}^0_{2,1,i} - \frac{\hat{\Omega}_{2,1,i}}{\hat{\Omega}_{2,2,i}} \left(\hat{\Gamma}_{2,2,i} + \hat{\Omega}^0_{2,2,i}\right) \quad (۱۴)$$

است (Pedroni, 2004).

نتایج و بحث

تجزیه کوتاه‌مدت

با هدف بررسی رفتار کوتاه مدت متغیر ها، روش (*LMDI*) را که در بخش قبل تشریح شد، به کار می‌گیریم. این مدل برای بازه‌های کوتاه‌مدت پنج‌ساله در قالب ۴ بازه از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ به کار برده شده است و در پایان مقادیر میانگین تغییرات به منظور بررسی جهت اثرگذاری هر عامل و میانگین قدر مطلق تغییرات برای شناخت موثرترین عوامل، محاسبه شدند. مقادیر متغیرها در سال‌های مختلف بر طبق مقادیر سال ۱۹۹۰ بهنجار شدند و به صورت سهم از کل تغییرات بیان می‌شوند، بنابراین بدون واحد هستند تا محاسبات با سادگی بیشتری انجام پذیرد. نتایج حاصل از این روش را در جدول (۱) مشاهده می‌کنید.

جدول ۱- نتایج تجزیه عوامل موثر بر انتشار کربن در کوتاه مدت به روش دیویژیا

Table 1. Decomposition of affecting factors on CO2 emissions in short term using LMDI method

بازه زمانی Time interval	تاثیر جمعیت Demographic effect	تاثیر تولید داخلی‌ناخالص GDP effect	انرژی تاثیر شدت Energy intensity effect	تاثیر شدت کربن CO2 intensity effect	کل تغییرات انتشار دی‌اکسید کربن ΔCO2
1990-1995	17.08	12.9	8.75	-1.87	36.7
1995-2000	15.01	11.82	-1.48	2.07	28.6
2000-2005	28.79	10.84	5.34	-6.41	38.8
2005-2010	35	13.84	-2.9	-1.35	47.1
میانگین‌قدرمطلق‌تغییرات Mean of absolute changes	23.97	12.35	4.62	2.92	
میانگین تغییرات Average changes	23.97	12.35	1.7	-1.89	37.8

منبع: محاسبات تحقیق

Source: Research Computing

جدول (۱) نتایج تجزیه عوامل موثر بر انتشار کربن در منطقه منا را نشان می‌دهد، در این جدول سهم هر عامل در بازه‌های کوتاه‌مدت پنج‌ساله به دست آمده است. در خانه های پایانی جدول نیز میانگین قدرمطلق تغییرات متغیرها و میانگین تغییرات آنها ثبت شدند تا بتوان مقدار و جهت تاثیرگذاری هر متغیر را شناسایی کرد. همانطور که از جدول (۱) مشاهده می شود، تغییرات انتشار کربن در تمامی بازه‌ها مثبت و انتشار همواره در حال افزایش بوده است. میانگین تغییرات بازه‌های پنج ساله نشان می‌دهد که در کوتاه مدت، عوامل جمعیت، تولید ناخالص داخلی و شدت انرژی به صورت میانگین در جهت افزایش انتشار عمل کرده‌اند درحالی‌که عامل شدت کربن به صورت میانگین در جهت کاهش انتشار حرکت کرده است. در تمامی بازه‌های مورد بررسی عامل جمعیت بیشترین تاثیر را بر انتشار کربن از خود نشان می‌دهد. پس از جمعیت، عامل تولید ناخالص داخلی است که در رتبه دوم تاثیرگذاری قرار دارد. در رتبه سوم عامل شدت انرژی قرار گرفته و بالاخره عامل شدت کربن کمترین نقش را در تغییرات انتشار کربن داشته است. قدر مطلق تغییرات نیز حاکی از همین مطلب است و به ترتیب تغییرات عوامل جمعیت، تولید ناخالص داخلی، شدت انرژی و شدت کربن را به عنوان موثرترین عوامل در تغییرات انتشار معرفی می‌کند.

بررسی رابطه بلندمدت

در قسمت دوم پژوهش برای بررسی رابطه بلندمدت از روش پانل دیتا بهره می‌گیریم. در اولین گام متغیرهای مدل به لحاظ مانایی بررسی می‌شوند و برای این کار از آزمون‌های ریشه واحد پانل استفاده می‌کنیم. آزمون‌های ریشه واحد به دو دسته تقسیم می‌شوند؛ یک دسته آزمون‌هایی هستند که فرایند ریشه واحد مشترکی را برای داده‌های پانل بررسی می‌کنند و ضرایب اتورگرسیو (*AR*) در میان مقاطع مختلف یکسان هستند. مانند آزمون‌های: لیوین، لین و چو (*LLC*) و آزمون بریتونگ و دسته بعدی آزمون هایی که فرایند ریشه واحد جداگانه‌ای را برای داده‌های ترکیبی در میان مقاطع بررسی می‌کنند و ضرایب اتورگرسیو در میان مقاطع متفاوت است. مانند آزمون ایم، پسران و شین (*IPS*) آزمون فیشر. در جدول (۲) نتایج حاصل از آزمون (*LLC*) و در جدول (۳) نیز نتایج آزمون ریشه واحد (*IPS*) گردآوری شده است. همان‌طور که مشاهده می‌کنید، لگاریتم متغیرهای مدل بر اساس آزمون های (*LLC*) و (*IPS*)، در سطوح اطمینان ۹۵ ٪ همگی در سطح نامانا هستند و تنها لگاریتم متغیر شدت کربن بر طبق آزمون (*IPS*) ماناست.

جدول ۲- نتایج آزمون ریشه واحد لوین، لین و چو روی متغیرهای مدل

Table 2. Results of Unit root test on model variables using LLC test

متغیر Variables	تعداد مشاهدات Number of Observations	آزمون‌آماره Test-statistics	احتمال P-value	نتیجه آزمون Test result
لگاریتم انتشار کربن Log(Co2 emission)	200	0.75816 "ns"	0.7758	فرضیه صفر مبنی بر نامانایی رد نمی‌شود The null hypothesis that there is non-stationary is not rejected.
داخلی‌لگاریتم تولید ناخالص Log(GDP)	200	0.91309 "ns"	0.8194	فرضیه صفر مبنی بر نامانایی رد نمی‌شود The null hypothesis that there is non-stationary is not rejected.
لگاریتم جمعیت Log(Population)	200	1.98818 "ns"	0.9766	فرضیه صفر مبنی بر نامانایی رد نمی‌شود The null hypothesis that there is non-stationary is not rejected.
انرژی‌لگاریتم شدت Log(Energy intensity)	200	0.80227 "ns"	0.7888	فرضیه صفر مبنی بر نامانایی رد نمی‌شود The null hypothesis that there is non-stationary is not rejected.
لگاریتم شدت کربن Log(Co2 intensity)	200	-1.81783 "ns"	0.345	فرضیه صفر مبنی بر نامانایی رد نمی‌شود The null hypothesis that there is non-stationary is not rejected.

منبع: محاسبات تحقیق

Source: Research Computing

" مشخص شده است.ns–عدم معناداری اختلاف محاسبات آماری با "

-No significant statistically differences is specified by "ns ."

جدول ۳- نتایج آزمون ریشه واحد ایم، پسران و شین بر روی متغیرهای مدل

Table 3. Results of Unit root test on model variables using IPS test

متغیر Variable	تعداد مشاهدات Number Of Observations	آزمون‌آماره Test-statistics	احتمال P-value	نتیجه آزمون Test result
لگاریتم انتشار کربن **Log(Co2 emission)**	200	3.95059 "ns"	1.000	فرضیه صفر مبنی بر نامانایی رد نمی‌شود The null hypothesis that there is non-stationary is not rejected
داخلی‌لگاریتم تولید ناخالص **Log(GDP)**	200	0.91309 "ns"	0.8194	فرضیه صفر مبنی بر نامانایی رد نمی‌شود The null hypothesis that there is non-stationary is not rejected.
لگاریتم جمعیت **Log(Population)**	200	1.98818 "ns"	0.9766	فرضیه صفر مبنی بر نامانایی رد نمی‌شود The null hypothesis that there is non-stationary is not rejected.
انرژی‌لگاریتم شدت **Log (Energy intensity)**	200	0.12878 "ns"	0.5509	فرضیه صفر مبنی بر نامانایی رد نمی‌شود The null hypothesis that there is non-stationary is not rejected.
لگاریتم شدت کربن **Log(Co2 intensity)**	200	-2.92471*	0.0017	فرضیه صفر مبنی بر نامانایی رد می‌شود The null hypothesis that there is non-stationary is rejected.

منبع: محاسبات تحقیق

Source: Research Computing

*اختلاف آماری معنادار.

* Significant statistically differences.

در داده‌های پانل بررسی وجود هم‌انباشتگی از اهمیت بالایی برخوردار است. نامانایی متغیرها می‌تواند منجر به بروز رگرسیون کاذب شود، بنابراین در حالت‌هایی که متغیرهای مدل نامانا یا برخی مانا و برخی دیگر نامانا باشند، قبل از برآورد مدل آزمون هم‌انباشتگی انجام می‌گیرد تا از وجود رابطه بلندمدت اطمینان حاصل شود. برای انجام آزمون‌های هم‌انباشتگی داده‌های پانل، (۱۹۹۹) Kao پس از برآورد رابطه بلندمدت بین متغیرها، مانند آنچه که در مورد سری‌های زمانی و داده‌های مقطعی انجام می شود، از آماره زیر برای آزمون هم‌انباشتگی استفاده کرد.

$$DF_y = \frac{\sqrt{NT}(\hat{\gamma}-1)+3\sqrt{N}}{\sqrt{10.2}} \qquad (۱۵)$$

در رابطه فوق γ ضریب رگرسیون خطای بلندمدت، روی وقفه خطاهای حاصل از تخمین مدل به روش پانل به صورت زیر است:

$$\hat{e}_{it} = \gamma \hat{e}_{it-1} + u_t \qquad (۱۶)$$

N در آماره‌های DF_y تعداد مقاطع است.

نتایج مربوط به آزمون هم‌انباشتگی کائو را در جدول (۴) مشاهده می‌کنید. با توجه به آماره و احتمال مربوط به این آزمون فرض صفر عدم هم‌انباشتگی رد شده و می‌توان وجود هم‌انباشتگی در مدل را پذیرفت. بنابراین می‌توان گفت بین متغیر وابسته و متغیرهای مستقل یک رابطه بلندمدت وجود دارد. پس از اینکه به وجود رابطه هم‌انباشتگی بین متغیرهای مدل پی برده شد، می‌توان از روش (*FMOLS*) برای برآورد ضرایب بلندمدت استفاده کرد.

جدول۴- نتیجه آزمون هم‌انباشتگی کائو روی متغیرهای مدل

Table 4. Result of Co-integration test on model variables using Kao test

متغیرها Variable	مشاهدات تعداد Number of Observation	آزمون‌آماره Test-statistics	احتمال P-value	نتیجه Result
لگاریتم انتشار کربن، لگاریتم جمعیت، لگاریتم تولید ناخالص‌داخلی، لگاریتم شدت‌انرژی، لگاریتم شدت‌کربن Log(Co2 emission), Log(population), Log(GDP), Log(Energy intensity), Log(Co2 Intensity)	220	-1.6614*	0.0483	فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود هم‌انباشتگی رد می‌شود. The null hypothesis that there is no co-integration is rejected.

منبع: محاسبات تحقیق

Source: Research Computing

سرانجام، نتایج حاصل از اعمال مدل (FMOLS) در جدول (۵) آورده شده است. همانطور که مشاهده می شود، در بلندمدت (طی بازه ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۱ میلادی) با افزایش یک درصد در تولید ناخالص داخلی و جمعیت، انتشار کربن به ترتیب ۰/۲ و ۱/۰۸ درصد افزایش می یابد. همچنین با افزایش یک درصدی شدت انرژی و شدت کربن، انتشار کربن به ترتیب ۰/۷۱ و ۰/۱۲ درصد افزایش می یابد، البته متغیر شدت کربن در بلندمدت معنی‌دار نیست؛ بنابراین نمی‌توان به‌طور قطع در مورد رابطه آن با متغیر وابسته اظهار نظر کرد. در نتیجه در منطقه منا در بلندمدت عوامل کلان موثر بر انتشار همگی در جهت افزایش شاخص انتشار کربن حرکت کرده‌اند و موثرترین عوامل انتشار کربن در این منطقه به ترتیب عبارتند از: جمعیت، شدت انرژی و تولید ناخالص داخلی.

جدول ۵- ضرایب برآورد مدل به روش (FMOLS).

Table 5. Model coefficient using FMLOS method.

متغیر Variable	ضریب Coefficient	آماره t t-statistics	احتمال p-value
لگاریتم تولید ناخالص داخلی Log (GDP)	0.205412	*4.232683	0.000
لگاریتم جمعیت Log (Population)	1.079665	*11.37483	0.000
لگاریتم شدت انرژی Log (Energy intensity)	0.710403	*5.808597	0.000
لگاریتم شدت کربن Log(Co2 intensity)	0.118852	0.220835 "ns"	0.8255
			$R^2 = 0.98$

منبع: محاسبات تحقیق

Source: Research Computing

نتیجه‌گیری

در این پژوهش به منظور بررسی سهم متغیرهای کلان در انتشار کربن در منطقه منا، از الگوی میانگین لگاریتمی دیویژیا (*LMDI*) در کوتاه‌مدت و رویکرد پانل هم‌انباشته در قالب مدل کاملا تعدیل شده (*FMOLS*) با لحاظ آمارهای آژانس بین‌المللی انرژی، استفاده شده است. نتایج مربوط به روش دیویژیا در کوتاه‌مدت نشان می‌دهد در منطقه منا، عامل جمعیت بیشترین تاثیر را بر افزایش انتشار داشته است و پس از آن به ترتیب عوامل تولید ناخالص داخلی، شدت انرژی و شدت کربن قرار دارند. در طول بازه‌های پنج ساله بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰، عوامل جمعیت، تولید ناخالص داخلی و شدت انرژی به صورت میانگین در جهت افزایش انتشار عمل کرده‌اند و عامل شدت کربن عملکردی معکوس داشته است. نتایج بررسی عوامل موثر بر انتشار کربن در بلندمدت با استفاده از مدل اقتصادسنجی (*FMOLS*) نشان می‌دهد که انتشار کربن در منطقه منا در بازه بلندمدت با عوامل تولید ناخالص داخلی، جمعیت و شدت انرژی رابطه مستقیم دارد و افزایش این عوامل انتشار کربن را طی سال‌های ۲۰۱۱-۱۹۹۰ افزایش داده است. همچنین در بلندمدت رابطه معناداری میان افزایش شدت کربن و انتشار کربن مشاهده نشد. ضرایب حاصل از مدل نشان می‌دهند که در بلندمدت افزایش جمعیت بیشترین تاثیر را بر انتشار کربن در منطقه منا داشته است؛ در رتبه دوم شدت انرژی قرار دارد و عامل بعدی تولید ناخالص داخلی است.

مقایسه نتایج به‌دست‌آمده از این منطقه با دیگر مناطق جهان از جمله مناطق توسعه‌یافته و در حال توسعه حاوی نکاتی است؛ بررسی سوابق پژوهش نشان داد که در مناطق توسعه‌یافته سهم اصلی افزایش انتشار مربوط به افزایش تولید ناخالص داخلی است، در این مناطق شدت انرژی اغلب روند کاهشی دارد که منجر به جبران اثر تولید ناخالص داخلی می‌شود. برخی از پژوهش‌ها نشان می‌دهند که در این دسته از کشورها در سطوح درآمدی بسیار بالا، رشد اقتصادی به افزایش کیفیت محیط زیست منجر شده است. اما با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش، در کشورهای حوزه منا، علاوه بر تولید ناخالص داخلی و جمعیت، شدت انرژی نیز در جهت افزایش انتشار عمل می‌کند که نتیجه قابل انتظاری است. به همین دلیل رابطه مثبت بین افزایش تولید ناخالص داخلی و انتشار کربن در تمام سطوح درآمدی بسیار شدید است و این نتیجه با مطالعات اخیر مربوط به دیگر کشورهای در حال توسعه که در قسمت سوابق پژوهش مشاهده شد، هماهنگی دارد. در حقیقت در کشورهای منطقه منا رشد بالای جمعیت از یک سو و مسئله ناشی از ضعف زیرساخت‌های مربوط به استفاده بهینه از انرژی و عدم جانشینی مناسب انرژی‌های نو و تجدیدپذیر از سویی دیگر، این نتیجه را توجیه می‌کند. کارایی پایین انرژی در این کشورها نیازمند توجه سیاست‌گذاران توسعه به حرکت در مسیر اصلاح این حوزه است. استفاده از سیاست‌های قیمتی و مشوق‌های مالیاتی و برنامه ریزی های فرهنگی برای افزایش اطلاعات قشر های مختلف مردم در این خصوص، می‌توانند روندآتی کشورهای این منطقه را در مسیر کاهش انتشار کربن تسریع کنند.

منابع

Aghaii, M. and Rezagholizade, M., 2015. Energy consumption and added value growth in different sectors of Iran's economy: co-integration and error correction panel. Region economy and development. 9, 31-67. (In Persian with English abstract).

Ang, B. W., 2004. Decomposition analysis for

policymaking in energy: which is the preferred methods? Energy policy . 32, 1131-1139.

Arbab, H., 2013. Natural Resources and Environmental Economics. Ney. Tehran

Baltagi, B.H., 2005. Econometric Analysis of Panel Data. John Wiley & Sons. New York.

Barbier, E.B. and Pearce, D.W., 1990. Thinking economically about climate change. Energy Policy. 18, 11-18.

Croiture, L. and Sarraf, M., 2010. The cost of environmental degradation: case studies from the Middle East and North Africa. The World Bank. Washington DC.

Engle, R.F. and Granger, C. W. J., 1987. Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. Econometrics. 55, 251-276.

Feghhe Majidi, A. and Ebrahimi, S., 2014. Applied economic using panel data. Noore elm. Tehran.

Ghasemi, I., 2014. Decomposition of factors affecting variances of CO2 emission in Iran's industrial subdivision. Studies of applied economic. 9, 115-131. (In Persian with English abstract).

Goodarzi Rad, R., 2010. Investigating the causes of change in energy consumption in Iran's energy industry. Iran's energy. 3, 79-84. (In Persian with English abstract).

Halkos, G.E. and Managi, S., 2016. Measuring the Effect of Economic Growth on Countries' Environmental Efficiency: A Conditional Directional Distance Function Approach. Environmental and Resource Economics. 66, 1-23.

Hansen, J., 1988. Global climate changes as forecast by Goddard Institute for Space Studies three dimensional model. Geophysical Research. 93, 9341-9364.

Im, E., 2003. Testing for unit roots in heterogeneous panels. J. Econ. 115 (1), 53–74.

IPCC, 1990. Second Draft Reports of the Intergovernmental panel on Climate Change (Climate, Impact and Policy Groups.). Available online at: https://ipcc.ch/report/ar1.

Jeffs, E.J., 2010. Green Energy, Sustainable Electricity Supply with Low Environmental Impact. Bom Taylor & Francis group. Boca Raton.

Kao, C. and Chiang, M. H., 2000. On the estimation and inference of a co-integrated regression in panel data. In: Baltagi, B.H. (Ed.), Advances in Econometrics: Nonstationary Panels. Panel Co-integration and Dynamic Panels. 15, 179–222.

Khalili araghi, M., Sharzei, Gh. and Barkhordari, S., 2012. Decomposition analysis of CO2 emissions resulting from energy consumption in Iran. Ecology. 61, 93-104. (In Persian with English abstract).

Li, X., 2011. Green Energy: Basic Concepts and Fundamentals. Springer. London.

Lotfalipour, M. and Ashna, M., 2010. Investigating the effecting factors on CO2 emission change in Iran's economy. Energy economy studies. 24, 121-145. (In Persian with English abstract).

Megasukma, Y., 2013. A simple Guide to LMDI Decomposition Analysis. Department of Industrial and system Engineering National University. Singapore.

Mundaca L. and Luth-Richter, J., 2015. Assessing ‘‘green energy economy” stimulus packages: evidence from the US programs targeting renewable energy. Renew Sustain Energy. 42, 1174–1186.

Noferesti, M., 1999. Unit root and Co-integration in Econometric. Rasa. Tehran.

Nordhaus, W., 1990. An International General Equilibrium Model of Economic Growth and Climate Change. Yale University. Paper presented at Workshop on Economic/Energy/Environmental Modelling for Climate Policy Analysis. Washington, DC. USA.

Oh, I., 2010. Decomposition analysis and mitigation strategies of CO2 emissions from energy consumption in South Korea. Energy Policy. 38, 364-377.

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 (3), 597–625.

Perman, R., Ma, Y. and McGilvray, J., 1996. Natural Resource and Environmental Economics. Longman. London.

Pourebadollahan koych, M., Barghi oskooi, M.M., Sadeghi, S. and Ghasemi, I., (2014). Decomposition of factors affecting carbon dioxide emissions in Iran's industrial subdivision. Iran's Applied Economics Studies. 9, 115-131. (In Persian with English abstract).

Souri, A., 2015. Econometric. Farhang shenasi. Tehran.

Stern, D.I., 2017. The environmental Kuznets curve after 25 years. Journal of Bioeconomics. 19, 7-28.

Strand, J. and Toman, M., 2010. Green stimulus, Economic recovery and long term. Sustainable Development, Working paper. Washington DC. USA.

United Nations Environment Management Group, 2011. Working toward a Balanced and Inclusive Green Economy: A United Nations System- wide Perspective. Geneva. Available online at: http://genevaenvironmentnetwork.org.

Wang C., Chen J., and Zou J., 2005. Decomposition of energy related CO2 emission in china: 1975-2000. Energy. 30(1), 73-83.

Wingqvist, G. and Drakenberg, O., 2006. Environmental and Climate Change Analysis. Environmental Economics Unit (EEU), Department of Economics, University of Gothenburg. Gothenburg.

Environmental Sciences Vol.15 / No.1 / Spring 2017

45-60

Assessing the impact of macroeconomic variables on environmental quality in the MENA using logarithmic mean divisia and co-integration panel

Ali Afzali* **and Vahid Majed**

Department of Interdisciplinary Economics, Faculty of Economics, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: October 29, 2016 **Accepted:** May 22, 2017

Afzali, A. and Majed, V., 2017. Assessing the impact of macroeconomic variables on environmental quality in the MENA using logarithmic mean divisia and co-integration panel. Environmental Sciences. 15(1):45-60.

Introduction: Based on Kaya equation, this paper evaluates the effects of macroeconomic variables on the environment quality in MENA region. The process of economic growth and development in developing countries, including the Islamic Republic of Iran and other the Middle East and North Africa countries, have created increasing pressure on the environment. The costs of environmental degradation in the MENA region is about %5 of gross domestic production and in the Islamic Republic of Iran is over of %7 (Croitoru, Lelia et al, 2010). In the other hand, Environment damages and emissions have faced sustainable growth and development with doubt. Given the importance of the environment and energy resources in sustainable development, we try to identify impacts of the factors such as population, gross domestic production, energy intensity and carbon intensity on carbon dioxide emission as an important indicator to measure performance consistent with environment quality and sustainable development, because of all the greenhouse gases, the share of carbon dioxide emission in global warming is %94.7 (Nordhaus, 1990).

Materials and methods: According to the above, on basis of Kaya relationship and by using the data from (1990-2011), we assessed the contribution of macro factors, the kaya identity has been widely discussed in analyses of energy-related carbon dioxide (CO2) emissions (O'Neill et al., 2000). In the first step, the share of each macroeconomic variables was investigated by using the Logarithmic Mean Divisia Index, Which is considered one of the most widely used decomposition techniques in the short term. To long-term analysis, After determining the input values related to MENA region, The panel data method was used that indicate the presence of co-integration in the model, Co-integration concept is reminiscent of a long-run equilibrium relationship between economic systems move over time towards it (Noferesti, 1999). The models such as fully modified ordinary least square (FMOLS) or dynamic ordinary least square (DOLS) is more effective method

* Corresponding Author. *E-mail Address*: Ali_Afzali@ut.ac.ir

in the case of co-integration panel data estimation (Chen et al., 1999). So FMOLS co-integrated model was applied on the variables and the results of parameter estimation was achieved in the long run.

Results and discussion: Background checks in developed countries and areas shows that gross domestic production and demographic variances have increased the carbon dioxide emissions in these countries, whereas this change is largely offset by the decrease in energy intensity and substitution of renewable energies, in the long- run term. Parameter estimation results in this research suggest a significant long-term impact on GDP, population and the carbon intensity on carbon dioxide emission. In the region, Results of the Logarithmic Mean Divisia method in the short term show that the demographic factor has the greatest impact on emissions and gross domestic production, energy intensity and carbon intensity are. At five-year intervals and on average, demographic, gross domestic production and energy intensity have been increasing emissions and carbon intensity has been the reverse impact. Coefficients of panel models show that in the long term population growth in the MENA region has the greatest impact on carbon emissions, Energy intensity is the next .

Conclusion: According to the results of short-term and long-term, compared with developed countries, energy intensity index can play a key role in enhancing the quality of the environment in MENA countries. hence, the region needs attention from policy-makers to improve energy intensity index.

Keywords: CO2 emissions- Co-integration- Environmental Economy- Logarithmic Mean Divisia- Sustainable development.