

بررسی رابطه همبستگی میزان انتشار دی اکسید کربن با جمعیت، نرخ شهرنشینی و تولید ناخالص داخلی در ایران با استفاده از مدل رگرسیون چند متغیره

حمیده حیدرزاده^۱، فرزاد پور اصغر سنگاچین^۲، جواد رضائی^{۳*}، سجاد بهرامی^۴

۱- دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲- رییس گروه محیط زیست امور برنامه‌ریزی، آمایش سرزمین و محیط زیست، سازمان برنامه و بودجه کشور، تهران، ایران

۳* - استادیار دانشکده محیط زیست- کرج، ایران jramezani@gmail.com

۴- کارشناس گروه محیط زیست امور برنامه‌ریزی، آمایش سرزمین و محیط زیست، سازمان برنامه و بودجه کشور، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۲۹

تاریخ دریافت: ۹۶/۷/۲۶

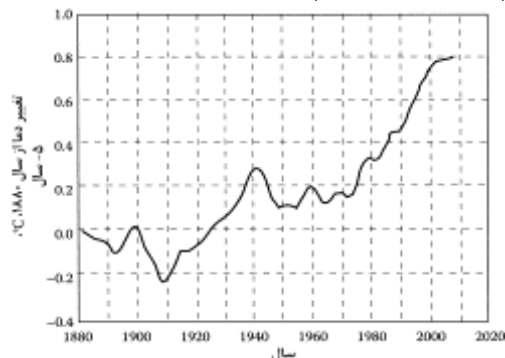
چکیده

گسترش فعالیت‌های صنعتی و رشد بی‌رویه شهرها موجب افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای مانند دی اکسید کربن در اتمسفر شده است. افزایش اثرات منفی گرمایش جهانی و تغییرات آب و هوایی یکی از معضلات اصلی جامعه جهانی در هزاره سوم می‌باشد. امروزه برنامه‌ریزی‌های اقتصادی و سیاست‌گذاری‌ها به ملاحظات محیط زیستی گره خورده است. ایران به عنوان یکی از کشورهای در حال توسعه که به دنبال توسعه پایدار می‌باشد بایستی انتشار گاز دی اکسید کربن، رشد سریع شهرنشینی و اثرات محیط زیستی آنها بخصوص در زمانی که میزان گازهای آلاینده در حال افزایش می‌باشد را لحاظ نماید. در مطالعه با استفاده از مدل رگرسیون چند متغیره ارتباط بین میزان انتشار گاز دی اکسید کربن (متغیر وابسته) و تولید ناخالص داخلی، جمعیت و نرخ شهرنشینی (متغیرهای مستقل) بررسی شد. نتایج رابطه نشان می‌دهد که بین متغیرهای مورد مطالعه همبستگی بالایی وجود دارد و می‌بایست با تغییر تکنولوژی و جایگزین کردن منابع جدید انرژی بجای انرژی‌های فسیلی، این همبستگی را کاهش داد.

کلمات کلیدی:

CO₂، جمعیت، نرخ شهرنشینی، تولید ناخالص داخلی، مدل رگرسیون چند متغیره

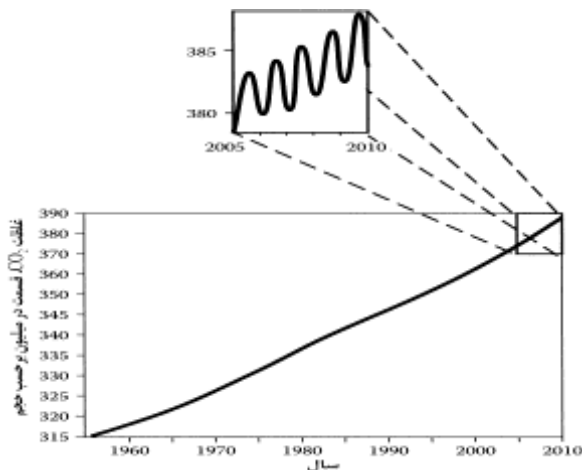
اهمیت علمی این مسئله، گرم شدن جهانی ناشی از اثرات گلخانه‌ای، به‌عنوان مسئله سیاسی و اقتصادی نیز مطرح شده است (Manahan, 2010).



شکل ۱- روند تغییرات دمای جهان از سال ۱۸۸۰ الی ۲۰۱۰ و پیش‌بینی سال ۲۰۲۰ (Manahan, 2010)

۱- مقدمه

آب و هوای کره زمین در نتیجه فعالیت‌های انسانی در حال تغییر است و شواهد موجود از استمرار این روند در آینده حکایت دارد. بیشتر قریب به اتفاق دانشمندی که پیامدهای تغییرات آب و هوا را مورد بررسی قرار داده‌اند، بر این عقیده‌اند که پیامدهای این پدیده خسارت‌های فراوانی بر منافع جامعه بشری وارد خواهد کرد. شکل (۱) روند تغییرات دمای کره زمین را از سال ۱۸۸۰ نشان می‌دهد. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، در خلال دهه‌های اخیر دمای زمین به‌صورت مستمر در حال افزایش بوده است. علاوه بر



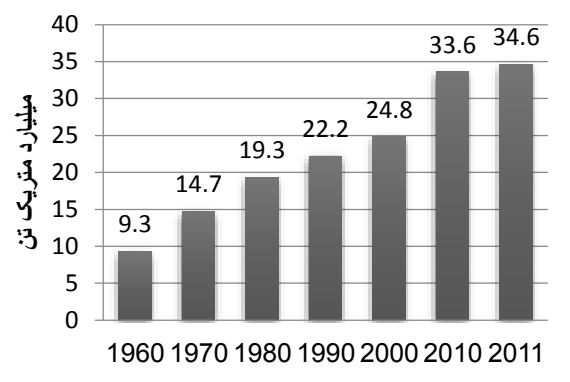
شکل ۲- افزایش غلظت CO₂ هوا در چند دهه اخیر (Manahan, 2010)

با توجه به روندهای موجود، این احتمال وجود دارد که غلظت CO₂ هوا از زمان قبل از انقلاب صنعتی تا قرن آینده به دو برابر افزایش یابد که این پدیده ممکن است باعث افزایش دمای سطح کره زمین از ۱/۵ الی ۴/۵ درجه سانتی‌گراد شود. چنین تغییراتی ممکن است تغییرات غیرقابل بازگشت گسترده بر کره زمین داشته باشند که پیامدهای آن بسیار مخرب‌تر از فاجعه جنگ جهانی اتمی یا برخورد سیارک‌ها بر کره زمین خواهد بود. افزایش مداوم سالانه غلظت دی‌اکسید کربن در حدود ۱ قسمت در میلیون در سال در شکل (۲) نشان داده شده است، اما در حال حاضر این افزایش به دو قسمت در میلیون در سال رسیده است. مدل‌سازی‌های کامپیوتری نشان می‌دهد در صورتی که فعالیت‌های انسانی، بویژه سوخت‌های فسیلی با روند کنونی و بدون اتخاذ تدابیر کنترلی ادامه پیدا کند، غلظت دی‌اکسید کربن هوا به بیش از ۶۰۰ قسمت در میلیون خواهد رسید (Manahan, 2010).

بر اساس آخرین اطلاعات موجود بانک جهانی (۲۰۱۴)، میزان انتشار دی‌اکسید کربن به عنوان مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای ناشی از مصرف انواع سوخت‌های فسیلی در جهان از حدود ۹٫۳ میلیارد متریک تن در سال ۱۹۶۰ با نرخ رشد سالانه ۲/۶ درصد به بیش از ۳۴٫۶ میلیارد متریک تن در سال ۲۰۱۱ افزایش یافته است که حدود ۳/۷ برابر افزایش نشان می‌دهد (شکل ۳).

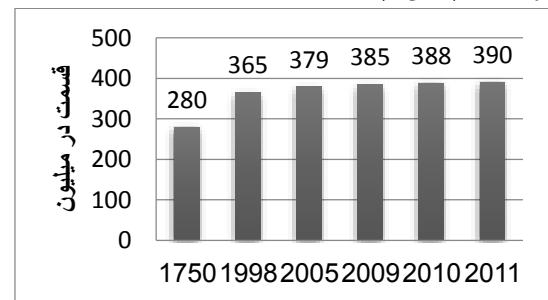
پدیده اثر گلخانه‌ای لزوماً پدیده نامطلوبی برای کره زمین محسوب نمی‌شود. زیرا بدون این پدیده، زندگی نمی‌توانست روی کره زمین وجود داشته باشد؛ زیرا در این صورت میانگین دمای زمین که هم اکنون حدود ۱۵ درجه سانتی‌گراد است، به ۶- درجه سانتی‌گراد کاهش می‌یافت. حدود ۶۰ درصد از تشعشعات خورشید به سطح زمین می‌رسد که از این مقدار حدود ۱۸ درصد دوباره به فضا منعکس می‌شود و باقیمانده آن موجب گرم شدن سطح زمین می‌شود. در اثر گرم شدن سطح زمین، تشعشعات مادون قرمز^۱ از آن ساطع می‌شود. گازهای گلخانه‌ای موجود در جو زمین این تشعشعات را جذب می‌کند و دوباره آن‌ها را به همه جهات، به ویژه به سطح زمین باز می‌تاباند. بازتابش این تشعشعات مادون قرمز، موجب گرم شدن لایه‌های پایین جو و سطح زمین می‌شود. گازهای گلخانه‌ای مانند یک حفاظ پیرامون سطح زمین عمل می‌کنند. این اثر به طور دقیق مانند شیشه موجود در یک گلخانه است و به همین دلیل نیز واژه اثر گلخانه‌ای برای آن برگزیده شده است (کامان و استاگل، ۱۳۸۹). گاز دی‌اکسید کربن از مهم‌ترین گازهایی است که منجر به تغییرات آب و هوایی و گرمایش کره زمین شده است. حدود ۶۰٪ از آثار گازهای گلخانه‌ای ناشی از انتشار دی‌اکسید کربن است. این گاز در میان دیگر گازها سهم بالایی در ایجاد آلودگی هوا دارد. جریان صنعتی شدن منجر به بهره‌برداری فشرده از سوخت‌های سنگواره‌ای شده‌اند و موجب آزاد شدن حجم قابل توجهی از گاز دی‌اکسید به اتمسفر می‌شوند (پژویان و مرادحاصل، ۱۳۸۶). به این دلایل، CO₂ به عنوان متغیر وابسته انتخاب شده است. در دهه‌های اخیر، غلظت گاز گلخانه‌ای دی‌اکسید کربن با سرعت بسیار زیادی افزایش یافته است و به نظر می‌رسد این روند همچنان ادامه داشته باشد (شکل ۲). به همین دلیل نگرانی‌ها در این زمینه از حدود سال‌های ۱۹۸۰ بسیار افزایش یافته است. براساس بررسی‌های مؤسسه علوم فضایی گودارد^۲، تا سال ۱۹۹۸، هشت سال بسیار گرم به ثبت رسیده است و از سال ۱۹۹۰ نیز ۱۴ سال بسیار گرم ثبت شده است. گرم‌ترین سال‌ها طی این دوره در سال ۲۰۰۵ اتفاق افتاده است. پس از گرمای شدید سال ۱۹۹۸، سال ۲۰۰۷ نیز به‌عنوان دومین سال بسیار گرم به ثبت رسیده است. گرمای سال ۲۰۰۷ بسیار قابل ملاحظه بوده است، زیرا سال ۲۰۰۷ سالی بود که میزان تابش خورشیدی در کم‌ترین مقدار خود قرار داشت و چرخه ال‌نینو-لانی‌نا استوایی اقیانوس آرام^۳ در فاز سرد خود قرار داشت (Manahan, 2010).

از دهه ۱۹۶۰ به بعد آگاهی‌ها در مورد کاهش کیفیت محیط زیست و اثرات مخرب آن روی تغییرات آب و هوایی در بین اقتصاددانان و سیاست‌گزاران افزایش یافت (Shahbaz et al, 2013). از سویی با عنایت به تبادل بین حفظ کیفیت محیط زیست و رشد اقتصادی نمی‌توان انتظار داشت که فعالیت‌های بشر بتواند بدون توجه به محدودیت‌های منابع طبیعی و آلودگی‌های محیط زیستی ادامه یابد (عباسپور، ۱۳۸۶). در واقع رشد اقتصادی یکی از عوامل مهم در خصوص منبع و منشأ اثرات محیط زیستی می‌باشد زیرا افزایش رشد اقتصادی، سبب استفاده بیشتر از منابع طبیعی می‌شود و از سوی دیگر تولید کالاهای با کیفیت پایین نیز آلودگی محیط زیست را افزایش می‌دهد (بهبودی و همکاران، ۱۳۸۹). البته تجربه بسیاری از کشورهای پیشرفته موفق ثابت کرده است چنانچه مسیر رشد اقتصادی به درستی پیموده شود و سیاست‌ها و رویه‌های مناسبی در این راستا اتخاذ گردد نه تنها تضادی در این زمینه وجود ندارد بلکه رشد اقتصادی نیز می‌تواند باعث بهبود وضعیت محیط زیستی شود. رشد اقتصادی و رشد جمعیت از طرفی، موجب افزایش تقاضای کالاها و خدمات می‌شود که شرایط بهره‌برداری بیشتر از منابع و محیط زیست را به وجود می‌آورد؛ بهره‌برداری بیشتر از منابع، یکی از دلایل عمده تخریب محیط زیست است (فطرس و همکاران، ۱۳۹۰). از سوی دیگر، جمعیت رو به رشد نیاز بیشتری به انرژی دارد. در این میان، سهم مصرف سوخت‌های فسیلی افزایش می‌یابد. این افزایش، باعث متصاعد شدن گازهای گلخانه‌ای می‌شود؛ این از دلایل عمده تخریب محیط زیست است. اهمیت بررسی ارتباط میان شاخص آلودگی محیط زیست با متغیرهای اقتصادی برای پی‌بردن به نوع و شدت روابط بین آن‌ها، برای اعمال سیاست‌های موافق با توسعه پایدار حائز اهمیت است (فطرس و همکاران، ۱۳۹۰). در زمینه نحوه تاثیر جمعیت بر کیفیت محیط زیست دو دیدگاه مالتوسی^۵ (۱۷۹۸) و بوسراپی^۶ (۱۹۸۱ و ۱۹۶۵) وجود دارد. از نظر مالتوس رشد جمعیت، ظرفیت‌های منابع زمین را کاهش داده و موجب کاهش بهره‌وری نیروی کار و به تبع آن کاهش عرضه مواد غذایی گردیده و عرضه متناسب با افزایش جمعیت افزایش نمی‌یابد. در مقابل بوسراپی اعتقاد دارد که تراکم بالای جمعیت پیش‌شرط نوآوری‌های تکنولوژیکی در کشاورزی است که این نوآوری‌ها موجب افزایش کارایی تولید و توزیع محصولات کشاورزی شده و طبیعت را قادر می‌سازد که نسبت بیشتری از جمعیت را تحت پوشش قرار دهد. اگرچه مالتوس و بوسراپی در خصوص مسائل محیط زیست بر روی تولیدات کشاورزی متمرکز شده‌اند ولی در مباحث اخیر محیط



شکل ۳- روند انتشار دی اکسید کربن جهان طی دوره ۱۹۶۰ الی ۲۰۱۱

به این ترتیب، بررسی‌ها و ارزیابی‌های هیأت بین دولتی تغییرات آب و هوا^۴ (IPCC) و سایر مراجع شناخته شده بین‌المللی نشان می‌دهد که در خلال چند دهه گذشته به دلیل توسعه فعالیت‌های انسانی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای بویژه گاز دی اکسید کربن در جو افزایش قابل ملاحظه‌ای یافته است که این فرایند باعث افزایش غلظت این گاز که در زمره یکی از مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای قلمداد می‌شود، از حدود ۲۸۰ قسمت در میلیون در سال ۱۷۵۰ به حدود ۳۹۰ قسمت در میلیون در سال ۲۰۱۱ افزایش پیدا کرده است (شکل ۴).



شکل ۴- روند تغییرات غلظت دی اکسید کربن جو طی دوره ۱۷۵۰ الی ۲۰۱۱ (مساح بوانی، ۱۳۹۱).

طبق گزارش آژانس بین‌المللی انرژی، ایران در سال ۲۰۱۱ با انتشار ۵۲۱ میلیون تن گاز دی اکسید کربن پس از کشورهای چین، آمریکا، هند، روسیه، ژاپن، آلمان، کره و کانادا، در جایگاه نهم جهان قرار داشته است. بر اساس این آمار کشورهایی که انتشار گاز دی اکسید کربن بیشتری نسبت به ایران دارند جزء اقتصادهای پیشرفته و یا در حال گذار هستند و حجم فعالیت اقتصادی بسیار بالایی دارند. از این رو چنین جایگاهی برای اقتصاد ایران چندان منطقی نبوده و تأمل‌انگیز است. ادامه چنین وضعیتی در آینده پیامدهای سیاسی، اقتصادی، محیط زیستی زیادی را برای کشور در پی خواهد داشت که باید بدان توجه خاص شود (مهدوی عادل و قنبری، ۱۳۹۲).

نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۰ جمعیت شهری کشور در سال یاد شده به ۵۳۶۴۶ هزار نفر رسیده است که از رشد ۲/۱ درصد طی سالهای ۹۰-۱۳۸۵ برخوردار بوده است. طی این دوره نیز ضریب شهرنشینی افزایش یافته و ۷۳/۳ درصد رسید (مرکز آمار ایران، ۱۳۵۵-۱۳۶۵-۱۳۷۵-۱۳۸۵-۱۳۹۰).

لازم به توضیح است هر چند تحولات شهرنشینی کشور به عنوان یکی از شاخص‌های توسعه محسوب می‌شود و اساساً جریان حرکت تکاملی فرهنگ و تمدن، انسان را به سوی شهرنشینی سوق می‌دهد، اما شواهد موجود از تحولات شهرنشینی در کشور حاکی از آن است که حداقل بخشی از این تحولات به موازات تکوین و تکامل نظام تولید و همچنین بهبود کارکردهای شهرها نبوده بلکه معلول تشدید شکاف درآمدی بین مناطق شهری و روستایی، تفاوتها در امکانات و بهره‌مندی از امکانات، ضعف نظام تولید در جوامع روستایی و ... می‌باشد، که این موضوع مشکلاتی را از نظر مسائل اجتماعی و خصوصاً زیست محیطی در کشور پدید آورده است. که از نمونه‌های آن‌ها می‌توان به تشدید آلودگی‌های آب و هوا خصوصاً در کلانشهرها، حاشیه‌نشینی، بلعیده شدن بسیار از اراضی مرغوب کشاورزی توسط بخش مسکن و فعالیت‌های صنعتی، تشدید ناهنجاری‌های اجتماعی در جوامع حاشیه‌نشین اشاره کرد که این پدیده‌ها می‌توانند باعث بروز ناپایداری‌های اجتماعی و زیست محیطی در کشور گردند.

همه کشورها برای آن که بتوانند رشد اقتصادی همراه با ملاحظات محیط زیستی را تجربه کنند، باید بطور دقیق از این ارتباطات اطلاع داشته باشند. یکی از آن‌ها، جهت تأثیرگذاری این متغیرها بر همدیگر و یا در اصطلاح اقتصادی رابطه علیت بین آن‌هاست. عدم اطلاع از جهت رابطه علیت بین این متغیرها در یک اقتصاد می‌تواند منجر به تصمیم‌گیری‌های غلط و ناکارآمد شود. بنابراین هرگونه برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری جهت دستیابی به رشد اقتصادی و ثبات آن بعنوان یکی از اهداف کلان اقتصادی، نیازمند بررسی و مطالعه همه جانبه ارتباط رشد اقتصادی و انتشار کربن (بعنوان یکی از شاخص‌های اصلی آلودگی) می‌باشد. در این بین، مطالعه رابطه علیت بین این متغیرها می‌تواند نقش بسزایی در راه رسیدن به توسعه پایدار و توجه به ملاحظات محیط زیستی در فرایندهای تصمیم‌گیری ایفا کند. معروف‌ترین و جامع‌ترین تعریفی که تاکنون از توسعه پایدار مطرح شده است، گزارش برانت‌لند تحت عنوان «آینده مشترک ما» است. بر اساس این تعریف، توسعه پایدار عبارت است از توسعه‌ای که نیازهای نسل‌های کنونی جهان را تامین نماید، بدون اینکه توانایی نسل‌های آینده را در بر آوردن نیاز

زیستی دو دیدگاه شکل گرفته است. در دیدگاه مالتوسین‌ها نسبت افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای بیشتر از نسبت افزایش جمعیت خواهد بود در حالی که در دیدگاه بوسرآپین‌ها ارتباطی بین تغییرات جمعیت و انتشار گازهای گلخانه‌ای وجود ندارد یا حتی ممکن است جهت این ارتباط منفی باشد. نتیجه بررسی‌ها نشان می‌دهد که هر دو دیدگاه توسط مطالعات تجربی تایید شده‌اند (Shi, 2003).

بیردسال^۲ (۱۹۹۲) دو مکانیزم را برای تأثیرگذاری جمعیت بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در نظر گرفته است. نخست افزایش جمعیت، تقاضای انرژی بخش برق و صنعت حمل و نقل را افزایش داده و موجب افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای مخرب می‌شوند. دوم آنکه رشد تراکم جمعیت می‌تواند منجر به تخریب جنگل، تغییر کاربری‌ها و استفاده از چوب به‌عنوان سوخت شود. مورتی و همکاران^۸ (۱۹۹۷) اعتقاد دارند که رشد جمعیت بر انتشار CO₂ سرانه تأثیرگذار می‌باشد زیرا با افزایش تراکم جمعیت، تقاضای انرژی به علت تغییر روش زندگی از روش سنتی به مدرن و استفاده از زیرساخت‌ها، سیستم حمل و نقل و مواد گرمازا افزایش می‌یابد. در خصوص اثر رشد شهرنشینی بر آلودگی نیز دو دیدگاه وجود دارد. دیدگاه اول بر این باور است که با افزایش شهرنشینی ساختار اقتصاد از کشاورزی به صنعت تغییر کرده و آلودگی افزایش می‌یابد. دیدگاه دوم بر این باور است که شهرنشینی موجب استفاده کارآتر از زیرساخت‌ها، سیستم حمل و نقل و انرژی شده و مصرف انرژی در شهرها نسبت به روستاها بهینه‌تر شده و آلودگی کاهش می‌یابد. پس در مجموع رابطه بین شهرنشینی و آلودگی محیط زیست می‌تواند مثبت یا منفی باشد (عالم و همکاران، ۲۰۰۷).

به موازات افزایش جمعیت کشور و به تبعیت از سیاست‌های توسعه صنعتی، رشد شهرنشینی در ایران نیز روند افزایشی یافته است. براساس اطلاعات موجود تعداد شهرهای کشور از ۳۷۳ شهر در سال ۱۳۵۵ به ۴۹۶ شهر در سال ۱۳۶۵ رسید. براساس موجود تعداد شهرهای کشور در سال ۱۳۸۵، ۱۰۱۴ شهر و در سال ۱۳۹۰ شمار آنها ۱۲۲۴ شهر عنوان شده است. به این ترتیب در خلال سال‌های گذشته به طور متوسط سالانه ۲۱ شهر بر شهرهای کشور افزوده شده است. همزمان با تحولات یاد شده، ضریب شهرنشینی در کشور افزایش چشمگیری یافته است. جمعیت شهری ایران از ۱۵۸۵۵ هزار نفر در سال ۱۳۵۵ با نرخ رشد سالانه ۳/۱۸ درصد به حدود ۴۸۲۵۹/۹ هزار نفر در سال ۱۳۸۵ یافته و ضریب شهرنشینی نیز از حدود ۴۷ درصد در سال ۱۳۵۵ به حدود ۶۸/۴ درصد در سال ۱۳۸۵ افزایش یافته است. روند رشد جمعیت شهری در سالهای بعد نیز همچنان ادامه پیدا کرده و بر اساس آخرین سرشماری

قرار داد (Ghosh, 2010). کمار^{۱۷} (۲۰۱۱) در مقاله‌ای رابطه بین تولید ناخالص داخلی، انتشار دی اکسید کربن و مصرف انرژی را در چارچوب مدل خود رگرسیون برداری (VAR)^{۱۸} برای کشور هند آزمون کرد. نتایج این پژوهش حکایت از تأثیر مثبت انتشار دی اکسید کربن بر روی مصرف انرژی و تأثیر منفی آن بر تولید ناخالص داخلی و همچنین اثرات مثبت مصرف انرژی بر روی تولید ناخالص داخلی و انتشار دارد. طبق روابط بدست آمده بیان شده است که به منظور کاهش انتشار دی اکسید کربن نایستی مصرف انرژی را کاهش داد زیرا این امر منجر به افت تولید ناخالص داخلی می‌گردد و بهتر است سوخت‌های پاک و سبز را جایگزین سوخت‌های فسیلی و غیر قابل تجدید نظر نمود تا از این طریق دو هدف تداوم رشد اقتصادی و کاهش انتشار دی اکسید کربن تحقق یابد (Kumar, 2011). صبوری و سلیمانی (۲۰۱۰)، با استفاده از مدل خود رگرسیون توضیح‌دهنده برداری (ARDL)^{۱۹} و بر اساس فرضیه محیط زیستی کوزنتس (EKC) رابطه بین مهم‌ترین متغیر اقتصاد کلان، یعنی رشد اقتصادی را با مصرف انرژی و انتشار دی اکسید کربن طی سال‌های ۲۰۰۷-۱۹۷۱ آزمون کردند (Saboori & Solymani, 2011). هاتزجورجیو و همکاران^{۲۰} (۲۰۱۱) رابطه علیت بین تولید ناخالص داخلی، شدت انرژی و انتشار کربن را در کشور یونان بررسی کردند. آن‌ها برای این منظور از آزمون هم‌انباشتگی جوهانسن^{۲۱} و آزمون علیت تصحیح خطای برداری (VECM)^{۲۲} بهره بردند (Hatzigeorgiou et al, 2011). در مطالعه دیگری هری و سلیم^{۲۳} (۲۰۱۲) با توجه به مصرف زیاد و رشد تقاضای روزافزون ذغال سنگ در چین و به منظور یافتن تأثیرات اقتصادی و آلودگی هوای آن، در مقاله‌ای روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت بین مصرف ذغال سنگ و درآمد ملی را در یک الگوی دوطرفه‌ای عرضه و تقاضا بررسی نمودند (Harry & Salim, 2012). یلتا^{۲۴} (۲۰۱۳) رابطه علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشور ترکیه را با بهره‌گیری از روش بوت استرپ حداکثر آنتروپی مورد تحلیل قرار داد که مطابق نتایج وی، شواهدی مبنی بر وجود رابطه علی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی یافت نشد (Yalta, 2013).

در ایران نیز مطالعاتی در این زمینه انجام شده است. از جمله برقی اسکویی (۱۳۸۸)، به ارزیابی تأثیر آزادسازی تجاری بر دی اکسید کربن با استفاده از داده‌های ترکیبی چهار گروه کشورها طی دوره زمانی ۱۹۹۲-۲۰۰۲ با استفاده از منحنی محیط زیستی کوزنتس پرداخت (برقی اسکویی، ۱۳۸۷). صالح و همکاران (۱۳۸۸)، رابطه بین انتشار دی اکسید کربن و میزان تولید ناخالص داخلی واقعی

های خود به مخاطره افکند و این توسعه پایدار رابطه انسان با طبیعت در سراسر جهان است (دستور کار ۲۱، ۱۳۷۷).

۲- پیشینه تحقیق

تول و همکاران^۹ (۲۰۰۶) در مطالعه خود به بررسی رابطه بلند مدت بین مصرف انرژی و انتشار گاز دی اکسید کربن در آمریکا طی سال‌های ۲۰۰۲-۱۸۵۰ پرداخته‌اند. نتایج اصلی این مطالعه نشان می‌دهد که طی دوره مورد مطالعه، شدت انتشار گاز دی اکسید کربن با افزایش سوخت‌های فسیلی افزایش یافته و رشد جمعیت، رشد اقتصادی و رشد مصرف برق نیز عامل‌های تأثیرگذار بر انتشار گاز دی اکسید کربن هستند (Tol et al, 2006). لانتز و فنگ^{۱۰} (۲۰۰۶) با استفاده از آمار پنج ناحیه از کانادا برای دوره ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۰ و با در نظر گرفتن جمعیت و تکنولوژی به عنوان متغیرهای توضیحی، به این نتیجه رسیدند که GDP سرانه با CO₂ رابطه ندارد، بلکه CO₂ یک رابطه کوهانی شکل با جمعیت و تکنولوژی دارد (Lantz & Feng, 2006). عالم و همکاران^{۱۱} (۲۰۰۷) در مطالعه خود، به بررسی تأثیر عوامل تعیین کننده آلودگی محیط زیست در پاکستان طی سال‌های ۲۰۰۵-۱۹۷۱ پرداخته‌اند. یافته‌های اصلی این تحقیق بیانگر این است که افزایش در تولید ناخالص داخلی^{۱۲} و شدت استفاده از انرژی سبب افزایش آلودگی محیط زیست (انتشار گاز دی اکسید کربن) شده است (Alam et al, 2007). سویتاس و همکاران^{۱۳} (۲۰۰۷)، با استفاده از آمارهای سالیانه ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۴، به بررسی رابطه بین نشر دی اکسید کربن، GDP و مصرف انرژی در آمریکا پرداختند (Soytas et al, 2007). آنگ^{۱۴} (۲۰۰۷)، در مطالعه خود، به بررسی رابطه علی پویا بین انتشار گاز دی اکسید کربن، مصرف انرژی و تولید در کشور فرانسه طی سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۶۰ پرداخته است. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که رشد اقتصادی علت بلند مدت مصرف انرژی و آلودگی محیط زیست بوده و یک رابطه علی یک طرفه از سوی مصرف انرژی به رشد تولید در کوتاه مدت برقرار است. همچنین یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که با افزایش استفاده از انرژی، انتشار گاز دی اکسید کربن نیز افزایش می‌یابد (Ang, 2007). کارلوس^{۱۵} (۲۰۰۷)، با استفاده از داده‌های پانلی طی سال‌های ۲۰۰۲-۱۹۹۰ برای ۴۲ استان کشور اسپانیا و برای ۴ آلاینده، رابطه درآمد سرانه و آلودگی محیط زیست را به دست آورد (Carlos, 2007). قوش^{۱۶} (۲۰۱۰)، در چارچوب یک الگوی چند متغیره شامل عرضه انرژی، سرمایه‌گذاری، اشتغال، انتشار کربن و رشد اقتصادی، رابطه علیت بین انتشار کربن و رشد اقتصادی را در مورد کشور هند مورد بررسی

استفاده شد. برای این منظور میزان انتشار دی اکسید کربن به عنوان متغیر وابسته (Y) و شاخص‌های تولید ناخالص داخلی (X1)، جمعیت (X2) و نرخ شهرنشینی (X3) به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شد. سپس با استفاده از آزمون آماری رگرسیون چند متغیره در نرم افزار SPSS تحلیل‌های آماری لازم انجام گرفت. در نهایت مدلی برای تبیین رابطه این متغیرها ارائه شد تا بر مبنای آن بتوان نسبت به پیش‌بینی میزان انتشار گاز دی اکسید کربن در ایران اقدام نمود.

بررسی رابطه انتشار دی اکسید کربن با تولید ناخالص داخلی، جمعیت و نرخ شهرنشینی با استفاده از رگرسیون چند متغیره

تولید ناخالص داخلی، افزایش جمعیت و توسعه شهرنشینی سه عامل بسیار مهم در افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای بویژه دی اکسید کربن است. زیرا با افزایش شاخص‌های یاد شده مصرف انرژی بیشتر شده و به دنبال آن نیز گازهای گلخانه‌ای بیشتری وارد جو می‌شود. به همین دلیل تبیین رابطه بین این متغیرها با میزان انتشار دی اکسید کربن بسیار حائز اهمیت است، زیرا می‌توان بر مبنای این شاخص‌ها مدل‌هایی را تبیین و پیش‌بینی‌هایی را برای انتشار دی اکسید کربن در آینده انجام داد. جدول (۱) روند تحولات شاخص‌های انتشار دی اکسید کربن، تولید ناخالص داخلی، جمعیت و نرخ شهرنشینی طی دوره ۱۹۶۵ الی ۲۰۱۴ نشان می‌دهد. شایان ذکر است به دلیل عدم وجود اطلاعات مربوط به انتشار دی اکسید کربن از سال ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۴، برای انجام این پژوهش اطلاعات دوره زمانی ۱۹۶۵ تا ۲۰۱۱ مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۱- روند تحولات شاخص‌های انتشار دی اکسید کربن، تولید ناخالص داخلی، جمعیت و نرخ شهرنشینی طی دوره ۱۹۶۵ الی ۲۰۱۴

سال	انتشار دی اکسید کربن (۱۰۰۰ تن در سال) (Y)	تولید ناخالص داخلی (دلار در سال به قیمت ثابت سال ۲۰۰۵) (X1)	کل جمعیت (X2)	نرخ شهرنشینی (درصد) (X3)
1965	53765.554	53121239485	24955116	37.068
1970	92019.698	96602763648	28514011	41.212
1975	139646.694	142495627875	32730555	45.747

ایران طی سال‌های ۱۳۳۹ تا ۱۳۷۸ را بررسی کردند (صالح و همکاران، ۱۳۸۸). شرزهای و حقانی (۱۳۸۸)، به بررسی رابطه علیت گرنجری بین مصرف انرژی، درآمد ملی و انتشار دی اکسید کربن به همراه عوامل نیروی کار و سرمایه در ایران طی سال‌های ۱۳۵۳ تا ۱۳۸۴ پرداخت. فطرس و نسرین‌دوست (۱۳۸۹)، در مقاله‌ای با عنوان «بررسی رابطه آلودگی هوا، آلودگی آب، مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران» رابطه علیت بین متغیرها را با استفاده از روش تودا و یاماتو^{۲۵} بررسی کردند. بهبودی و همکاران (۱۳۸۹)، در مقاله‌ای دیگر به بررسی رابطه بین مصرف انرژی، رشد اقتصادی و انتشار دی اکسید کربن به عنوان معیاری برای آلودگی محیط زیست در ایران پرداختند. صادقی و همکاران (۱۳۹۱) با بهره‌گیری از آزمون علیت تودا و یاماموتو، رابطه علی بین انتشار دی اکسید کربن، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، سرانه مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی را مورد بررسی قرار دادند. مهدوی عادل و قبری (۱۳۹۲) در مقاله‌ای به تجزیه و تحلیل رابطه همجمعی و علیت میان انتشار دی اکسید کربن، تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی در ایران پرداختند. صادقی و موسویان (۱۳۹۳) نیز در مقاله‌ای به تحلیل رابطه علیت بین انتشار کربن، مصرف انرژی و تولید سرانه در ایران با استفاده از روش بوت استرپ حداکثر آنتروپی پرداختند.

همانطور که ملاحظه شد تاکنون پژوهشی به رابطه همبستگی میزان انتشار دی اکسید کربن با جمعیت، نرخ شهرنشینی و تولید ناخالص داخلی در ایران با استفاده از مدل رگرسیون چند متغیره نپرداخته است. بنابراین با توجه به نقش سوخت‌های فسیلی در اقتصاد ایران، در این مقاله رابطه بین انتشار دی اکسید کربن (به‌عنوان یکی از مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای و شاخصی از تخریب محیط زیست که نقش موثری در گرم شدن کره زمین دارد)، تولید ناخالص داخلی، جمعیت و نرخ شهرنشینی در کشور بررسی و جهت علیت بین این متغیرها نیز مورد آزمون قرار گرفته است.

۳- روش انجام تحقیق

با توجه به اینکه تولید ناخالص داخلی، جمعیت و نرخ شهرنشینی سه عامل اصلی افزایش انتشار گاز دی اکسید کربن به عنوان مهمترین گاز گلخانه‌ای قلمداد می‌شود، در این تحقیق روندهای زمانی تولید ناخالص داخلی (GDP)، جمعیت و نرخ شهرنشینی، و میزان انتشار دی اکسید کربن ایران از شاخص‌های توسعه جهان (WDI, 2014) طی سال‌های ۱۹۶۵ الی ۲۰۱۱ استخراج شد. پس از گردآوری اطلاعات، داده‌ها توسط نرم افزار SPSS ورژن ۱۶ تجزیه و تحلیل و برای تعیین مدل نیز از رگرسیون چند متغیره

مستقل و متغیر وابسته قوی تر می‌باشد. ضریب تعیین (R^2) بیانگر میزانی از تغییرات متغیر وابسته تحقیق می‌باشد که توسط مجموعه متغیرهای مستقل تبیین گشته‌اند. هرچه قدر مقدار ضریب تعیین بیشتر باشد، نشانگر آن است که مجموعه متغیرهای مستقل در نظر گرفته توانسته‌اند میزان بیشتری از تغییرات متغیر وابسته را توضیح دهند. آزمون F که نمایانگر قابلیت مدل و برازش آن می‌باشد، به عبارتی، این آزمون گویای آن است که آیا مدل متشکل از مجموعه متغیرهای مستقل و متغیر وابسته از قابلیت و تناسب لازم برخوردار است؟

در مطالعه حاضر، جهت پیش‌بینی بررسی رابطه همبستگی میزان انتشار دی اکسید کربن با جمعیت، شهرنشینی و تولید ناخالص داخلی در ایران، از روش تحلیل رگرسیون چند متغیره استفاده شد که طی آن، ابتدا تأثیر هر متغیر مستقل بر متغیر وابسته با استفاده از روش گام به گام (Stepwise) تعیین گردید و سپس با استفاده از روش هم‌زمان (Enter)، مورد آزمون تحلیل رگرسیون چند متغیره قرار گرفتند.

۴- نتایج

یافته‌های این بررسی نشان داد که متغیرهای جمعیت (با ضریب تأثیر ۱،۳۵۹)، تولید ناخالص داخلی (با ضریب تأثیر ۰،۹۰۷) و نرخ شهرنشینی (با ضریب تأثیر ۱،۲۴۷-)، به ترتیب بیشترین ضریب تأثیر رگرسیون استاندارد شده را بر متغیر وابسته میزان انتشار دی اکسید کربن داشته‌اند.

بر اساس مقدار ضریب همبستگی چندگانه ($R=۰،۹۹۲$) همبستگی آماری بالایی بین مجموعه متغیرهای مستقل (تولید ناخالص داخلی، جمعیت و نرخ شهرنشینی) و متغیر وابسته انتشار دی اکسید کربن وجود دارد. مقدار ضریب تعیین یا R^2 نیز که برابر با ۰،۹۸ می‌باشد، نشانگر تبیین ۹۸ درصد از تغییرات متغیر وابسته توسط مجموعه متغیرهای مستقل در نظر گرفته شده می‌باشد. در حقیقت، هر چقدر مقدار ضریب تعیین بیشتر باشد، نشانگر آن است که مجموعه متغیرهای مستقل در نظر گرفته، توانسته‌اند میزان بیشتری از تغییرات متغیر وابسته را توضیح دهند. سطح معنی‌داری ($Sig=۰،۰۰۱$) نیز معنی‌دار بودن آن را در سطح ۹۹ درصد تأیید می‌کند. مقدار آزمون F (۸۵۸،۱۵۵) نیز نشانگر قابلیت بالا و مناسب مدل و طبیعتاً تبیین تغییرات متغیر وابسته توسط مجموعه متغیرهای مستقل می‌باشد. اما در مورد اهمیت و نقش متغیرهای مستقل در پیشگویی معادله رگرسیون باید از ضریب تأثیر رگرسیونی استاندارد شده (Beta) استفاده کرد. از آنجایی که مقدار Beta استاندارد شده می‌باشند، بنابراین از طریق آن می‌توان در مورد اهمیت نسبی متغیرها قضاوت کرد. بزرگ بودن ضریب تأثیر

49.693	38668 222	98500056 971	121014.667	198 0
53.395	47290 793	12022647 1341	160929.962	198 5
56.33	56169 196	12259868 6765	211134.859	199 0
60.236	60318 632	14157719 2669	273528.864	199 5
64.042	65850 062	16818345 7861	372702.879	200 0
67.558	70122 115	21984597 1945	469328.329	200 5
68.239	70923 164	23238654 0016	509889.016	200 6
68.864	71720 859	25357128 5938	521187.043	200 7
69.458	72530 693	25591351 3236	546394.001	200 8
70.045	73370 982	26183717 0503	557039.302	200 9
70.626	74253 373	27905918 1401	571604.626	201 0
71.2	75184 322	28952303 6976	586598.989	201 1
71.769	76156 975	27038936 4931	-	201 2
72.32	77152 445	26522066 9275	-	201 3
72.855	78143 644	27674011 3716	-	201 4
1.4	2.3	3.4	5.1	نرخ رشد سال انه

Source: 2014 World Development Indicators, World Bank

برای تبیین رابطه بین متغیرهای یاد شده از تحلیل رگرسیون چند متغیره استفاده شده است. تحلیل رگرسیون این امکان را برای محقق فراهم می‌کند تا تغییرات متغیر وابسته را از طریق متغیرهای مستقل پیش‌بینی و سهم هر یک از متغیرهای مستقل را در تبیین متغیر وابسته تعیین کند.

تحلیل رگرسیون مبتنی بر اصل پیش‌بینی است. بدین معنی که هر چقدر که ما بیشتر در مورد پدیده‌ای بدانیم، در آن صورت بهتر قادر هستیم سایر ویژگی‌های این پدیده را حدس بزنیم. در تحلیل رگرسیون چند متغیره، همواره توجه به چندین آماره مهم است؛ ضریب همبستگی چندگانه (R) نشانگر میزان همبستگی میان مجموعه متغیرهای مستقل و متغیر وابسته تحقیق می‌باشد. مقدار ضریب همبستگی چندگانه بین صفر تا یک نوسان دارد. هرچه این مقدار به یک نزدیک باشد، همبستگی بین مجموعه متغیرهای

۱	=Y انتشار دی اکسید کربن	-	-	-	-	-
۳	=X ₁ تولید ناخالص داخلی (GDP)	۳,۷۱۹	۰,۲۰	۰,۹۰۷	۱۸,۲	۰,۰
۴	=X ₂ جمعیت	۱۱,۴۴	۱	۱,۳۵۹	۷,۹۷	۰,۰
۵	=X ₃ نرخ شهرنشینی	۱۷,۲۹	-۵	۲,۶۴	۶,۵۴	۰,۰
R=۰,۹۹۲ R ² =۰,۹۸۵ F=۸۵۸,۱۵۵ P<۰,۰۱						

منبع: یافته‌های پژوهشگر

Y = متغیر وابسته

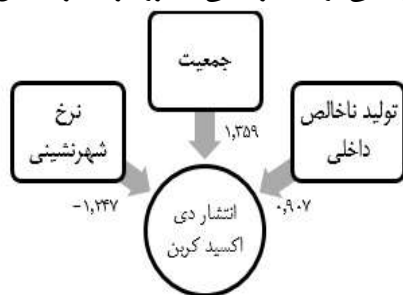
B = ضریب تأثیر رگرسیونی استاندارد نشده

Beta = ضریب تأثیر رگرسیونی استاندارد شده

SEB = ضریب اشتباه برآورد

t = تأثیر بین حضور هر متغیر مستقل در مدل

P = سطح معنی داری تأثیر نسبی حضور هر متغیر مستقل در مدل



شکل ۵- مدل رگرسیونی عوامل مؤثر بر انتشار دی اکسید کربن (منبع: یافته‌های پژوهشگر)

۵- نتیجه گیری

تغییر آب و هوا ناشی از افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای از جمله دی اکسید کربن به‌عنوان یکی از عوامل مهم در تغییر وضعیت آب و هوایی جهان مطرح است، حال آنکه یک تغییر کوچک در وضعیت آب و هوایی در بسیاری موارد می‌تواند منشاء تغییرات بزرگ در شدت و میزان وقوع رخداد‌های شدید اقلیمی و بلایای طبیعی و آسیب‌های اقتصادی شود. چنانچه به عقیده بسیاری از کارشناسان مسائل محیط زیستی، طی دهه‌های نه چندان دور، بر اساس روند فعلی انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان، کره زمین با بحران‌های شدید محیط زیستی و آب و هوایی روبرو خواهد شد. توسعه پایدار هر جامعه‌ای مستلزم توجه به محیط زیست و حفظ آن برای نسل‌های آتی است. در این بین افزایش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای بخصوص گاز دی اکسید کربن، سبب بروز نگرانی‌هایی در مورد کیفیت محیط زیست شده است. از طرف دیگر، رشد اقتصادی پایدار نیز به‌عنوان یکی از اهداف کلان اقتصادی همواره

رگرسیونی استاندارد شده نشان دهنده اهمیت نسبی و نقش آن در پیشگویی متغیر وابسته می‌باشد.

اولین متغیر، متغیر تولید ناخالص داخلی (GDP) با مجموع ضریب تأثیر رگرسیونی استاندارد شده ۰,۹۰۷ بوده است. نتایج نشان از آن دارد که افزایش انحراف معیار در متغیر مستقل تولید ناخالص داخلی، با افزایش ۰,۹۰۷ انحراف معیار در متغیر وابسته انتشار دی اکسید کربن همراه می‌باشد. متغیر بعدی، متغیر جمعیت با ضریب تأثیر رگرسیونی استاندارد شده ۱,۳۵۹ بوده است که بیشترین تأثیر رگرسیونی استاندارد شده را بر متغیر وابسته انتشار دی اکسید کربن داشته است. بر اساس این مقدار ضریب، به ازای افزایش انحراف معیار در متغیر مستقل جمعیت، با افزایش ۱,۳۵۹ انحراف معیار در متغیر وابسته انتشار دی اکسید کربن همراه می‌باشد. سومین متغیری که کمترین تأثیر رگرسیونی استاندارد شده را بر متغیر وابسته انتشار دی اکسید کربن داشته است، متغیر نرخ شهرنشینی با ضریب تأثیر ۱,۲۴۷- بوده است. از این رو، قابل اشاره است که افزایش یک انحراف معیار در متغیر مستقل نرخ شهرنشینی، با افزایش ۱,۲۴۷- انحراف معیار در متغیر وابسته انتشار دی اکسید کربن همراه می‌باشد.

از این رو، با توجه به مجموعه ضرایب تأثیر فوق، معادله رگرسیونی نیز بدین صورت خواهد بود که:

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3$$

در این معادله:

Y = مقدار پیش‌بینی شده متغیر انتشار سالانه دی اکسید کربن

X₁ = شاخص‌های تولید ناخالص داخلی

X₂ = جمعیت

X₃ = ضریب شهرنشینی

به این ترتیب بر اساس مقادیر ستون B معادله رگرسیون (مدل) را می‌توان به شرح زیر نوشت که با این مدل می‌توان نسبت به پیش‌بینی سناریوهای مختلف انتشار دی اکسید کربن با استفاده از شاخص تولید ناخالص داخلی، رشد جمعیت و شهرنشینی اقدام کرد.

$$Y = 321.728 + 3.719 X_1 + 11.441 X_2 - 17.295 X_3$$

جدول (۲)، نتایج حاصل از تحلیل رگرسیونی عوامل مؤثر بر میزان انتشار دی اکسید کربن را نمایش می‌دهند:

جدول ۲- نتایج حاصل از تحلیل رگرسیونی عوامل مؤثر بر انتشار دی اکسید کربن

ردیف	نام متغیر	B	SEB	Beta	t	P
------	-----------	---	-----	------	---	---

10	antz & Feng	23	array & Salim	مورد توجه برنامه‌ریزان بوده است. بدیهی است مطالعه رابطه و
11	lam et al	24	Yalta	جهت علیت بین انتشار دی اکسید کربن با جمعیت، نرخ شهرنشینی
12	GDP=Gross Domestic Production	25	oda and Yamato	و تولید ناخالص داخلی، می‌تواند سیاست‌گذاران را در اتخاذ تصمیم‌های صحیح در مقابله با تخریب محیط زیست هم‌زمان با رشد اقتصادی یاری رساند.
13	oytas et al			این مطالعه نشان داد که بین انتشار دی اکسید کربن، تولید ناخالص داخلی، جمعیت و نرخ شهرنشینی همبستگی تنگاتنگی وجود دارد لیکن با توجه به تغییر تکنولوژی و جایگزین کردن منابع انرژی جدید بجای انرژی‌های فسیلی، می‌توان این وابستگی را کاهش داد، اصطلاحی که از آن به واگرایی (Decoupling) یاد می‌شود. لذا برای معکوس کردن این روند در ایران با توجه به تعهدات جدیدی که در موافقت‌نامه پاریس ۲۰۱۵ در زمینه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای متعهد شده‌است، لازم است سرمایه‌گذاری‌های بیشتری در زمینه توسعه انرژی‌های نو و دانش مرتبط و اقتصاد کم کربن انجام گیرد. به عبارتی می‌توان سیاست‌های مربوط به کاهش آلودگی هوا را بدون کم کردن رشد اقتصادی به کار برد. در این راستا توصیه می‌شود دولت ضمن فراهم کردن زیرساخت‌های لازم با اجرای سیاست‌هایی همچون مالیات بر کربن، تعیین استانداردهای فنی و تخفیف یا مشوق‌های مالیاتی روی محصولات با درجه آلاینده‌گی کمتر در جهت اصلاح الگوی تولید و مصرف انرژی به نفع انرژی‌های پاک و کمتر آلاینده گام برداشته و زمینه کاهش میزان آلاینده‌گی را فراهم کند.

یادداشت‌ها

1	Infra – red radiation	14	ng
2	Godard Institute of Space Science	15	arlos
3	El-Nino-La Nina cycle of equatorial pacific ocean	16	hosh
4	The Intergovernmental Panel on Climate Change	17	umar
5	Malthos	18	ectore Autoressive
6	Boserup	19	uto-Regressive Distribution Lags
7	Birdsall	20	atzigeorgiou et al
8	Maurthy et al	21	ohanesn Cointegration Tests
9	Tol et al	22	Vector Error Correction Model

منابع

- برقی اسکویی، محمد مهدی، ۱۳۸۷، «آثار آزادسازی تجاری بر انتشار گازهای گلخانه‌ای (دی‌اکسید کربن) در منحنی محیط زیستی کوزنتس»، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۸۲، صص ۲۱-۱.
- بهبودی، داود، فلاحی، فیروز، برقی گل‌دانی، ۱۳۸۹، عوامل اقتصادی و اجتماعی مؤثر بر انتشار سرانه دی‌اکسید کربن (۱۳۸۳-۱۳۴۶)، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۹۰، صص ۱۷-۱.
- پژوهان، جمشید، مراد حاصل، نیلوفر، ۱۳۸۶، بررسی اثر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا، فصل‌نامه پژوهش‌های اقتصادی، سال هفتم، شماره چهارم، صص ۱۴۱-۱۶۰.
- دستور کار ۲۱، کنفرانس سازمان ملل در باره محیط زیست و توسعه، ۱۳۷۷، ترجمه امیر ایافت و حمید طراوتی، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست و برنامه عمران سازمان ملل متحد (UNDP).
- شرزهای، غلامعلی، حقانی، مجید، ۱۳۸۸، بررسی رابطه علی میان انتشار کربن و درآمد داخلی با تأکید بر نقش مصرف انرژی، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۶۸، صص ۹۰-۷۵.
- صادقی، سید کمال، متفکر آزاد، محمد علی، پورعبادالهیان، محسن، شهباززاده، اتابک، ۱۳۹۱، بررسی رابطه بین انتشار دی‌اکسید کربن، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، سرانه مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی در ایران (رهیافت آزمون علیت تودا- یاماموتو)، فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی، سال اول، شماره ۴، صص ۱۱۶-۱۰۱.
- صادقی، سید کمال، موسویان، سید مهدی، ۱۳۹۳، تحلیل رابطه علیت بین انتشار کربن، مصرف انرژی و تولید سرانه در ایران: با استفاده از روش بوت استرپ حداکثر آنتروپی، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، سال سوم، شماره ۱۱، صص ۱۱۶-۹۱.
- صالح، ایرج، شعبانی، زهره، سادات باریکانی، سید حامد، یزدانی، سعید، ۱۳۸۸، بررسی رابطه علیت بین تولید ناخالص داخلی و حجم گازهای گلخانه‌ای در ایران (مطالعه موردی: گاز دی‌اکسید کربن)، اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هفدهم، شماره ۶۶، صص ۴۱-۱۹.
- عباسپور، مجید، ۱۳۸۶، انرژی، محیط زیست و توسعه پایدار، دانشگاه صنعتی شریف، موسسه انتشارات علمی.
- فطرس، محمدحسن، فردوسی، مهدی، مهریما، حسین، ۱۳۹۰، بررسی تاثیر شدت انرژی و گسترش شهرنشینی بر تخریب محیط زیست در ایران (تحلیل هم‌جمعی)، محیط شناسی، سال سی و هفتم، شماره ۶۰، صص ۲۲-۱۳.
- فطرس، محمدحسن، نسرین دوست، میثم، ۱۳۸۸، بررسی رابطه آلودگی هوا، آلودگی آب، مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران در سال‌های ۸۳-۱۳۵۹، فصلنامه اقتصاد انرژی، شماره ۲۱، صص ۱۳۵-۱۱۳.
- کامان، مایکل، استاگل، زیگرید، ۱۳۸۹، مقدمه‌ای بر اقتصاد اکولوژیکی (بوم‌شناختی)، ترجمه فرزاد پوراصرر سنگاچین و اسماعیل صالحی، انتشارات دانشگاه تهران، ۹۱۰ ص.
- مرکز آمار ایران، ۱۳۵۵، ۱۳۶۵، ۱۳۷۵، ۱۳۸۵، ۱۳۹۰، نتایج سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن.

- مساح بوانی، علیرضا، ۱۳۹۱، آشنایی با مفاهیم تغییر اقلیم، فصلنامه علمی، اقتصادی، اجتماعی جنگل و مرتع، شماره ۹۳ و ۹۴، سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری، صص ۲۲-۲۵.
- مهدوی عادل، محمدحسین، قنبری، علیرضا، ۱۳۹۲، تجزیه و تحلیل رابطه همجمعی و علیت میان انتشار دی‌اکسیدکربن، تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی در ایران، فصلنامه اقتصاد انرژی ایران، سال دوم، شماره ۹، صص ۲۳۷-۲۱۷.
- Alam, Shaista, Fatima, ambreeen & butt, Muhammad. (2007), «sustainable development in pakistan in the context of energy consumption demand and environmental degradation», *Journal of Asian Economics*, vol 18, pp. 825- 837.
- Ang, James B. (2007), «CO₂ emission, energy consumption, and output in France», *Energy Policy*, vol 35, pp.4772-4778.
- Carlos, O. C. (2007), «Temporal and spatial homogeneity in air pollutants panel EKC estimations: Two nonparametric tests applied to Spanish provinces», *MRPA Paper*, No. 5043, pp. 51- 72.
- Ghosh, S. (2010), «Examining Carbon Emission Economic Growth Nexus for India: A Multivariate Cointegration Approach», *Energy Policy*, 38(6), 3008- 3014.
- Harry, Bloch and Salim, Ruhul. (2012), «Coal Consumption, CO₂ Emission and Economic Growth in China: Empirical Evidence and Policy Responses», *Energy Economics*.Vol 34.
- Hatzigeorgiou, Emmanouil, Heracles Polatidis, and Dias Haralambopoulos. (2011), «CO₂ Emissions, GDP and Energy Intensity: A Multivariate Cointegration and Causality Analysis for Greece, 1977- 2007», *Applied Energy*, 88, no. 4, 1377- 1385.
- Kumar, Aviral. (2011), «Energy Consumption, CO₂ Emission and Economic Growth: A Revisit of the Evidence India», *Applied Econometrics and International Development*, Vol. 11- 2.
- Lantz, V., Feng, Q. (2006), «Assessing income, population and technology impacts on CO₂ emissions in Canada: wheres the EKC?», *Ecological Economics* 57, 229- 238.
- Manahan .E. Stanley. (2010), «Environmental Chemistry», ninth edition, CRC Press INC.
- Saboori,B & Solymani, A. (2011), «CO₂ Emission, Economic Growth and Energy Consumption in Iran», *International Journal of Environmental Sciences*, Vol. 2, No 1.
- Shahbaz, M. Tiwari, A.K. Nasir, M. (2013), «The Effects of Financial Development, Economic Growth, Coal Consumption and Trade Openness on CO₂ EMISSION IN South Africa», *Energy Policy*, 61, PP. 1452- 1459.
- Shi,A. (2003). The Impact of Population Pressure on Global Carbon Dioxide Emissions, 1975- 1996:Evidence from Pooled Cross Country Data. *Ecological Economics*, 44, pp.29-42.
- Soyatas, U., Sari., R., Bradley, T. E. (2007), «Energy Consumption, income and carbon emissions in the United States», *Ecological Economics* 62, 482- 489.
- Tol, S. J. Richard, W. Pacala, Stephen, Socolow, Robert. (2006), «Understanding long-term energy use and carbon dioxide emissions in the USA», Humborg University.
- World Development Indicators, (2014), world Bank.
- Yalta, A.Y. (2013), «Revisiting the FDI-Led Growth Hypothesis: the case of China», *Economic Modelling*, 31, 335- 343.