مجله محیط زیست و توسعه فرابخشی
Journal homepage: https://www.envjournal.ir

بررسی اثرات متقابل رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست (با نگاهی بر بخش‌های اصلی اقتصاد ایران)

فهیمه محبی‌نیا*[۱]، مرتضی تهامی‌پور[۱]

۱- گروه اقتصاد، دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران*

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۱۵
پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۰۲

کلمات کلیدی:
هم‌انباشتگی جوهانسون، مدل تصحیح خطا، منحنی کوزنتس بخشی، تخریب محیط زیست، اقتصاد ایران.

چکیده

مقدمه: تحدید و افول موجودی منابع تجدیدناپذیر در قرن حاضر و صدمات وارده بر صحت آب و هوایی، نگرانی‌ها از پایداری چنین شکوفایی اقتصادی قابل توجهی در آینده را دامن زده است. تقویت رشد اقتصادی یک روی سکه مصرف روزافزون انرژی است، لکن روی دیگر سکه، انتشار و افزایش غلظت انواع آلاینده‌های مخرب محیط زیست است، از این‌رو مباحث پیرامون رشد اقتصادی و کیفیت محیط‌زیستی قدمتی طولانی داشته و زمینه‌ساز پرسش‌های متعددی در راستای بررسی توازن میان رشد اقتصادی بالاتر و استانداردهای کیفیت و پایداری محیط‌زیستی است. تفاوت کیفیت روابط میان متغیرهای رشد اقتصادی و میزان تخریب محیط زیست در قالب منحنی محیط‌زیستی کوزنتس در هر بخش اقتصادی، تسّری یک تصمیم‌گیری واحد و کلان را نمی‌پذیرد و بر لزوم بررسی این ارتباط در اشکال مجزا و با تفصیل دلالت دارد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه درصدد بررسی و ارائه شواهد تجربی از سنجش اثرپذیری محیط زیست از رشد اقتصادی با استفاده از داده‌های اقتصاد ایران در سطح ۳ بخش اصلی اقتصادی طی بازه ۱۳۹۶-۱۳۵۰ است. از دو متغیر مهم اقتصادی اشاره شده در مطالعه حاضر، سرانه تولید ناخالص داخلی کشور به عنوان شاخص رشد اقتصادی در نظر گرفته شده و معیاری برای بیان ظرفیت خروجی (قدرت تولید) کشور است و شاخص انتشار سرانه CO_2، که امروزه به عنوان نیروی محرکه گرم شدن جهانی هوای کره زمین شناخته می‌شود، نشان‌دهنده سطح تخریب محیط زیست است. مطالعه حاضر در ابتدا تلاش خواهد کرد تا یک رابطه اقتصاد سنجی (هم‌جمعی) بین متغیرهای مزبور را در هر یک از بخش‌های سه‌گانه ایجاد نموده و در قدم بعدی، شکل کاربردی EKC را تصریح نماید.

نتایج: نتایج مطالعه حاکی از وجود رابطه بلندمدت میان متغیرهای تحقیق در بخش‌های کشاورزی و صنعت است، هر چند فرم تبعی منحنی کوزنتس در بخش‌های نام‌برده مورد تأیید نیست. هم‌چنین نتایج حاکی از عدم وجود رابطه هم‌جمعی در بخش خدمات است. ضرایب تصحیح خطا در هر یک از بخش‌های کشاورزی و صنعت بیان می‌کند، به ترتیب ۶ و ۱ درصد از خطای هر دوره در گرایش به تعادل بلندمدت تصحیح می‌گردد.

بحث: با استناد بر یافته‌های تحقیق و با تکیه بر استدلال منحنی کوزنتس مبنی بر همبستگی مثبت میان متغیرهای رشد اقتصادی (درآمد) و انتشار آلاینده (مصرف انرژی) در سطوح پایین درآمدی و تعدیل این همبستگی به سمت رابطه‌ای منفی در سطوح بالای درآمدی، در هر یک از بخش‌های مزبور افزایش توان

* پست الکترونیکی نویسنده مسؤول: fa.mohebb.eco@gmail.com

تولید متجلی در رشد اقتصادی همراه با تولید آلاینده‌های بیشتر و تخریب بیشتر محیط زیست است و نیز با توجه به رقم کشش تخمین زده شده در خلال تحقیق حاضر این روند در بخش کشاورزی دارای شتاب بیشتری نیز هست. بنابراین تمرکز بر ابعاد حرکت در مسیر توسعه با التزام بر شاخصه‌های توسعه پایدار و سازگار با طبیعت، قطعا باید در برنامه دولت‌های ایرانی گنجانده شود و از این حیث، حرکت به سمت استفاده و بهره‌برداری از فن‌آوری‌های پاک و تکنولوژی‌های نوین تولید نظیر بازیافت، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، حمل و نقل سبز، شیمی سبز، آب خاکستری و سایر صورت‌بندی‌های سازگار با محیط‌زیست کاملا توجیه‌پذیر است.

مقدمه

در جهان امروزه با گسترش مداوم تولید به‌واسطه انباشت روزافزون دانش بشری، انرژی به عنوان یکی از اصلی‌ترین نهاده‌های مورد استفاده در فرآیند تولید بوده و مصرف انرژی در میان صنایع مختلف بسیار گسترده است. از این‌رو تأمین مداوم انرژی در راستای حفظ و بهبود سطح تولید و استانداردهای سطح زندگی در کشورهای جهان، چه درحال توسعه و چه توسعه‌یافته، امری حیاتی است لکن کیفیت مصرف انرژی در فرآیند تولید به عنوان پیش‌شرط توسعه اقتصادی پایدار همواره محل بحث است و دانشمندان محیط زیست بر این باورند که مصرف انرژی علت اصلی انتشار گاز دی‌اکسید کربن (CO_2) است که یکی از دلایل اصلی ایجاد گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر و گرم شدن جهانی هوای کره زمین و تغییرات نامطلوب آب و هوایی است (Alam, 2016).

اولین نگرانی‌ها در مورد کیفیت هوا و محیط زیست به‌واسطه مصرف روزافزون انواع سوخت‌ها، به بریتانیا در اواسط دهه ۱۹۵۰ بازمی‌گردد (Giovanis, 2013). تاریخ اذعان دارد که لندن تاکنون ۸ بحران آلودگی هوا را تجربه کرده است، لکن مه دود بزرگ بین پنجم تا نهم دسامبر ۱۹۵۲ مهم‌ترین حادثه آلودگی این کشور بوده و از آغاز این مه‌دود، در عرض دوازده ساعت خیل عظیمی از مردم دچار مشکلات حاد تنفسی شده و پذیرش بیمارستانی به طور چشمگیری افزایش یافت. این امر موجب بروز اثرات بهداشتی شدید و گسترده و نگرانی‌های بزرگ عمومی شد که منجر به اقدامات هوای پاک در سال‌های ۱۹۵۶ و ۱۹۶۸ گشت (Giovanis, 2013). پس از آن از دهه ۱۹۶۰ به بعد طبق گزارش پارلمان انگلیس[۱]، استفاده از سوخت‌های پاک به‌ویژه گاز طبیعی باعث کاهش بیش از ۹۰٪ در میانگین تولید دود ملی (آلودگی هوا) شده است.[۲]

آمارهای جهانی در سال‌های اخیر نیز دلالت بر روند افزایش مصرف صورت‌های مختلف انرژی و نیز روند افزایش انتشار انواع آلاینده‌ها دارد، به طوری‌که بانک جهانی در سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۱۸ میزان نسبت تخریب محیط زیست ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای و در رأس آن CO_2، از درآمد ملی را به ترتیب ۱/۵۹، ۱/۵۸ و ۱/۶۳ درصد اعلام نموده است.[۳] همچنین رشد ناشی از انتشار سرانه گاز CO_2 در دهه دوم سال ۲۰۰۰ نسبت به دهه اول، میزان ۱۰ درصد رشد را داشته است (Giovanis, 2013). در ایران نیز مصرف نهایی انرژی و انتشار آلاینده‌ها به موازات ایجاد رشد تولید، در دهه هشتاد به طور میانگین به ترتیب برابر با ۱۱۷/۰۸ و ۵۴۳ میلیون تن بوده است و این میزان در دهه نود به ۱۵۳/۴۵ و ۵۸۵ میلیون تن رسیده است که افزایشی معادل ۳۱/۰۶ درصدی در مصرف انرژی و افزایشی حدود ۸ درصدی در انتشار آلاینده‌ها را بیان می‌دارد[۴].

با رجوع به آمارهای بیان‌شده به شرح فوق در اقتصاد کشور چالش‌ها و پرسش‌های متعددی در رابطه با رشد اقتصادی و کیفیت محیط‌زیستی مطرح است. پرسش‌هایی نظیر این‌که "آیا بین رشد اقتصادی بالاتر و استانداردهای کیفیت و پایداری محیط‌زیستی توازن وجود دارد یا خیر و اندازه بهینه این شاخص‌ها چه مقدار است؟"

[۱] The Parliamentary Office of Science and Technology (2002).

[۲] www.iea.org / CO_2-emissions /2019.

[۳] آمارهای سالانه شاخص‌های توسعه بانک جهانی منتشره ۲۰۲۰.

[۴] گزارش ترازنامه انرژی برای سال‌های مختلف، وزارت نیرو.

اما پیش از ارائه هرگونه پاسخ و اقدامی در راستای کنترل و حرکت به سمت مطلوب، باید بتوان ارتباط میان رشد اقتصادی و تخریب محیط‌زیستی را تبیین نمود که این مهم محور اصلی مطالعه حاضر را شکل می‌دهد. یک فرضیه معروف که از سیاست رشد اقتصادی با تأکید بر هزینه حفاظت از محیط زیست حمایت می‌کند، فرضیه منحنی محیط‌زیستی کوزنتس (EKC) است. منحنی کوزنتس اولین بار توسط Simon Kuznets مطرح شد (Kuznets, 1955). لکن تقویت وجود ارتباط میان متغیرهای محیط‌زیستی و رشد اقتصادی به تبع تغییر رابطه بین درآمد سرانه و نابرابری درآمد در قالب یک منحنی "U معکوس"، به طور گسترده‌تر در سال ۱۹۹۱، توسط Grossman و Krueger مطرح شد (Shahani & Raghuvansi, 2019). فرضیه EKC توضیح می‌دهد که تخریب محیط‌زیستی در مرحله اول با افزایش رشد اقتصادی افزایش می‌یابد و سپس در مرحله آخر پس از رسیدن به یک سطح آستانه با توجه به سطح بالای درآمد (رشد اقتصادی)، رو به کاهش می‌رود. بدین ترتیب، فرضیه EKC بیان می‌دارد که رشد اقتصادی علیرغم زیان‌های محیط‌زیستی در کوتاه‌مدت، در درازمدت، رفاه محیط زیست را به ارمغان می‌آورد (Giovanis, 2013). فرضیه مزبور در سال‌های اخیر، در مطالعات ملی و بین‌المللی با توجه به کاربرد سیاسی آن برای حل مساله انحطاط محیط زیست و پایدار نگاه داشتن رشد اقتصادی، مورد آزمایش قرار گرفته است. اجماع نظر در اکثریت مطالعات انجام شده بر این است که منحنی کوزنتس استدلال می‌نماید که رابطه بین دو متغیر رشد اقتصادی (درآمد) و انتشار آلاینده (مصرف انرژی) شکل یک منحنی U معکوس را به خود می‌گیرد(Jianhui Jian *et al.*, 2019; Mardani *et al.*, 2019). این بدان معنی است که در یک سطح درآمد نسبتاً پایین، با افزایش درآمد، مصرف انرژی نیز افزایش خواهد یافت که به نوبه خود سطح انتشار CO_2 و آلودگی محیط زیست را افزایش می‌دهد، یعنی در سطح درآمد نسبتاً پایین، انتشار CO_2 و رشد درآمد همبستگی مثبت دارند (Chen *et al.*, 2020). با افزایش درآمد به یک سطح بالاتر، آگاهی حفاظت از محیط زیست افزایش می‌یابد و هم مردم و هم دولت تمایل بیشتری به صرف منابع بیشتر برای اجرای مقررات و ایجاد سیاست‌های حمایت گرایانه محیط‌زیستی دارند و در نتیجه آلودگی محیط زیست و انتشار CO_2 کاهش می‌یابد (Wang, 2012). با استناد به مفهوم کشش که اثرات درصدی تغییر درآمد سرانه را بر انتشار CO_2 در بر دارد، می‌توان اظهار داشت که کشش درآمد سرانه مربوط به انتشار CO_2 با افزایش درآمد از عدد مثبت به صفر و سپس به عدد منفی تغییر خواهد کرد (Han *et al.*, 2018). بحث مزبور هنگامی که در تحلیل اقتصادسنجی به کار می‌رود، نشان می‌دهد که ضریب رابطه تخمینی بین انتشار CO_2 و GDP می‌تواند بسته به وضعیت اقتصادی و محیط‌زیستی منحصر به یک کشور تحت بررسی، مثبت، صفر یا منفی باشد.

فرضیه محیط‌زیستی کوزنتس و رابطه منحصر بر آن در مطالعات صورت گرفته چه در سطح مطالعات داخلی، نظیر: Lotfalipour و همکاران (۲۰۱۰)؛ Nikvaqbal و همکاران (۲۰۱۱)؛ Fallahi و Shibai (۲۰۱۲)؛ Jafari و Mohammadi (۲۰۱۴) و Shahnazi و همکاران (۲۰۱۵) و چه مطالعات خارجی، نظیر: Alalm و همکاران (۲۰۱۶)، Jardón و همکاران (۲۰۱۷)؛ Jian و همکاران (۲۰۱۹) Mardani و همکاران (۲۰۱۹) و Chen و همکاران (۲۰۲۰)، عمدتاً در سطح کلان مورد بررسی قرار گرفته است و تحقیقات بسیار اندکی وجود دارد که این فرضیه را در سطح خرد و بخشی مورد آزمایش قرار دهد، در صورتی‌که بررسی تفصیلی این موضوع از جوانب متعدد سودمند و حائز اهمیت است چرا که تفاوت کیفیت روابط میان متغیرهای رشد اقتصادی و میزان انتشار CO_2 به عنوان تخریب محیط زیست و نحوه اثرگذاری و تأثیرپذیری متغیرهای مزبور در هر بخش اقتصادی، تسّری یک تصمیم‌گیری واحد و کلان را نمی‌پذیرد و بر لزوم بررسی این ارتباط در اشکال مجزا و با تفصیل دلالت دارد. حال با شکافت مفهوم مربوط به فرضیه کوزنتس، در بخش‌های آتی نوشتار حاضر، تلاش خواهد شد

تا رابطه هم‌جمعی بین متغیرهای تحقیق در صورت وجود، تبیین شده و در پی آن، شکل کاربردی EKC در هر یک از بخش‌های اقتصادی ایران تصریح شده و بر این مبنا کیفیت تخریب محیط زیست در اقتصاد ایران پالایش گردد.

مواد و روش‌ها

مدل تجربی مورد نظر جهت تبیین رابطه بلندمدت میان متغیرهای رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسیدکربن در مطالعه حاضر به پیروی از مطالعه (Shahani & Raghuvansi, 2019) به‌وسیله رگرسیون انتشار سرانه آلاینده دی‌اکسیدکربن (CO_2) در برابر درآمد سرانه (یا تولید ناخالص داخلی سرانه واقعی) و مربع درآمد سرانه (یا مربع تولید ناخالص داخلی واقعی سرانه) به شرح معادله (۱) مورد آزمون قرار می‌گیرد؛

معادله (۱)

$$\ln\left(\frac{Em}{Pop}\right)_t = \beta_1 + \beta_2 \ln\left(\frac{GDP}{Pop}\right)_t + \beta_3 \left(\ln\left(\frac{GDP}{Pop}\right)\right)_t^2 + u_t$$

در معادله بالا، t نشانگر زمان، Em[1] بیانگر انتشار گازهای گلخانه‌ای (مشخصاً CO_2)، Pop[2] میزان جمعیت و GDP بیانگر میزان تولید ناخالص داخلی واقعی بخشی (به تفکیک بخش‌های اصلی) است. در راستای کاهش واریانس ناهمسانی و احتساب نرخ رشد متغیرهای مورد بررسی، متغیرهای مزبور در معادله فوق، در فرم لگاریتمی استفاده شده‌اند. نمونه شامل اقتصاد ایران بوده و برای تمام متغیرها، دوره مطالعه، داده‌های سالانه طی ۱۳۹۶-۱۳۵۰ در نظر گرفته شده است. هدف راستی آزمایی فرم ارائه شده معادله (۱) در قالب منحنی محیط زیستی کوزنتس برای هر یک از بخش‌های کشاورزی، معدن و صنعت و خدمات در اقتصاد ایران است. پیش از اقدام به برآوردهای فوق، جهت اجتناب از ارائه رگرسیون کاذب، وضعیت پایایی متغیرها به شرح جدول ۱ مورد بررسی و آزمون قرار گرفته و با توجه به درجه پایایی متغیرها، انباشتگی مقتضی اعمال شده است.

جدول ۱- بررسی پایایی متغیرهای تحقیق (آزمون‌های ADF و PP)

متغیرها	آماره آزمون ADF	آماره آزمون PP	درجه همجمعی
CO_2. Agr (level)	-۱/۵۱۱۶	-۱/۵۱۱۶	-
CO_2. Agr (1st dif)	-۵/۰۷۱۶	-۴/۹۶۵۱	I(۱)
CO_2. Ind (level)	-۱/۳۱۰۶	-۱/۳۲۳۳	-
CO_2. Ind (1st dif)	-۵/۷۴۶۰	-۵/۷۴۴۴	I(۱)
CO_2. Serv (level)	-۰/۷۸۸۰	-۱/۰۱۹۸	-
CO_2. Serv (1st dif)	-۵/۸۳۵۸	-۵/۸۲۷۷	I(۱)
GDP.Agr (level)	-۰/۰۵۱۶	-۴/۶۷۱۹	$I(0)_{PP}$
GDP.Agr (1st dif)	-۶/۴۷۲۸	-	$I(1)_{ADF}$
GDP.Ind (level)	-۲/۲۸۰۷	-۱/۷۴۱۰	-
GDP.Ind (1^{st} dif)	-۴/۴۷۱۲	-۴/۹۴۹۴	I(۱)
GDP.Srev (level)	-۰/۶۰۸۰	-۱/۰۲۴۶	-
GDP.Srev (1^{st} dif)	-۴/۷۰۲۹	-۴/۵۶۸۲	I(۱)

مأخذ: محاسبات تحقیق

مقادیر بحرانی جهت قیاس و تشخیص درجه هم‌جمعی هر یک از متغیرهای تحقیق در جدول ۲، در هر یک از سطوح ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ ارائه شده است.

[1] CO_2 Emissions (metric tons per capita)

[2] Population

جدول ۲- مقادیر بحرانی آزمون های ADF و PP برای متغیرهای تحقیق

متغیرها	مقدار بحرانی در سطح ۱٪	مقدار بحرانی در سطح ۵٪	مقدار بحرانی در سطح ۱۰٪
CO_2. Agr (level)	-۴/۱۷۰۵	-۳/۵۱۰۷	-۳/۱۸۵۵
CO_2. Agr (1st dif)	-۴/۱۷۵۶	-۳/۵۱۳۰	-۳/۱۸۶۸
CO_2. Ind (level)	-۴/۱۷۰۵	-۳/۵۱۰۷	-۳/۱۸۵۵
CO_2. Ind (1st dif)	-۴/۱۷۵۶	-۳/۵۱۳۰	-۳/۱۸۶۸
CO_2. Serv (level)	-۴/۱۷۰۵	-۳/۵۱۰۷	-۳/۱۸۵۵
CO_2. Serv (1st dif)	-۴/۱۷۵۶	-۳/۵۱۳۰	-۳/۱۸۶۸
GDP.Agr (level)	-۴/۱۷۰۵	-۳/۵۱۰۷	-۳/۱۸۵۵
GDP.Agr (1st dif)	-۴/۱۷۵۶	-۳/۵۱۳۰	-۳/۱۸۶۸
GDP.Ind (level)	-۴/۱۷۰۵	-۳/۵۱۰۷	-۳/۱۸۵۵
GDP.Ind (1st dif)	-۴/۱۷۵۶	-۳/۵۱۳۰	-۳/۱۸۶۸
GDP.Srev (level)	-۴/۱۷۰۵	-۳/۵۱۰۷	-۳/۱۸۵۵
GDP.Srev (1st dif)	-۴/۱۷۵۶	-۳/۵۱۳۰	-۳/۱۸۶۸

مأخذ: محاسبات تحقیق

داده‌ها و اطلاعات آماری مورد نیاز جهت برآورد و تخمین معادله (۱) مشتمل بر ارزش افزوده حقیقی بخش‌های اقتصادی، نرخ جمعیت، میزان انتشار آلاینده دی‌اکسید کربن به تفکیک بخش‌های اقتصادی از پایگاه‌های اطلاعاتی مرکز آمار ایران و وزارت نیرو بوده و اطلاعات تکمیلی مورد نیاز از پایگاه آماری بانک جهانی متناظر با دوره مورد مطالعه اخذ شده است.

نتایج

همان‌گونه پیش‌تر نیز اشاره شد، به عنوان اولین مرحله در تخمین مدل تحقیق، به تعیین وضعیت ایستایی متغیرهای سری زمانی تحقیق، مشتمل بر سرانه تولید ناخالص داخلی و سرانه انتشار CO_2 به تفکیک سه بخش اصلی اقتصاد ایران پرداخته شده است. در مطالعه حاضر، جهت استحکام نتایج استحصالی برای وضعیت ایستایی متغیرها از هر دو آزمون دیکی‌فولر تعمیم‌یافته[۱] (ADF) و آزمون فیلیپس-پرون[۲](PP) استفاده شده است.

مطابق جدول ۱، نتایج اکتسابی از هر دو آزمون همسو بوده و فقط متغیر ارزش افزوده بخش کشاورزی در آزمون ADF، با یک مرتبه تفاضل‌گیری پایا شده و در آزمون PP، در سطح پایا است. پس از تعیین وضعیت پایایی متغیرهای تحقیق، جهت برآورد روابط بلندمدت، تعیین طول وقفه بهینه برای تخمین هر یک از معادلات بخش‌های اقتصادی الزامی است. در مطالعه حاضر از آزمون تعیین طول وقفه بهینه مدل VAR جهت کسب اطمینان از وقفه بهینه برای برآورد مدل به شرح جدول ۳ استفاده شده است. Phillips و Ploberger (۱۹۹۴) بیان داشته‌اند که در نمونه‌های کوچک تر از ۱۲۰ داده، معیار اطلاعات شوراتز[۳] مناسب‌تر از معیار آکائیک[۴] در انتخاب وقفه است. با استناد به یافته فیلیپس و پلوبرگر و بر مبنای معیار شوارتز در تعیین وقفه بهینه به تفکیک زیربخش‌های اصلی اقتصاد، عدد وقفه ۱ برای هر یک از معادلات برآوردی گزارش شده است.

۱) Adjustment Dickey-Fuller Unit Root Test
۲) Phillips-Perron
۳) Schwarz Information Criterion
۴) Akaike Information Criterion

جدول ۳- آزمون تعیین وقفه بهینه

بخش	وقفه	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
کشاورزی	۰	۹۶/۹۴۱۳	NA	۲/۵۴e-۰۶	-۴/۳۶۹۳	-۴/۲۴۶۴	-۴/۳۲۴۰
	۱	۲۱۰/۳۰۲۴	۲۰۵/۶۳۱۷*	۱/۹۸e-۰۸*	-۹/۲۲۳*	-۸/۷۳۱۸*	-۹/۰۴۲*
	۲	۲۱۷/۳۵۴۵	۱۱/۸۰۸۰۹	۲/۱۹e-۰۸	-۹/۱۳۲۷	-۸/۲۷۲۶	-۸/۸۱۵۵
	۳	۲۲۲/۵۴۸۵	۷/۹۷۲۱۹۱	۲/۶۶e-۰۸	-۸/۹۵۵۷	-۷/۷۲۷۰	-۸/۵۰۲۶
	۴	۲۳۴/۵۵۵۳	۱۶/۷۵۳۷۳	۲/۳۹e-۰۸	-۹/۰۹۵۵	-۷/۴۹۸۲	-۸/۵۰۶۵
صنعت	۰	۱۱/۹۴۳۳۲	NA	۰/۰۰۰۱۳۲	-۰/۴۱۵۹	-۰/۲۹۳۰	-۰/۳۷۰۶
	۱	۱۱۳/۷۰۹۸	۱۸۴/۵۹۹۸*	۱/۷۷e-۰۶*	-۴/۷۳۰*	-۴/۲۳۹*	-۴/۵۴۹*
	۲	۱۲۰/۳۰۰۵	۱۱/۰۳۵۶۲	۲/۰۰e-۰۶	-۴/۶۱۸۶	-۳/۷۵۸۵	-۴/۳۰۱۴
	۳	۱۲۷/۴۵۶۲	۱۰/۹۸۳۱۶	۲/۲۱e-۰۶	-۴/۵۳۲۸	-۳/۳۰۴۱	-۴/۰۷۹۷
	۴	۱۳۷/۴۴۱۸	۱۳/۹۳۳۳۶	۲/۱۹e-۰۶	-۴/۵۷۸۶	-۲/۹۸۱۳	-۳/۹۸۹۶
خدمات	۰	۳۷/۳۶۷۱	NA	۴/۰۶e-۰۵	-۱/۵۹۸۴	-۱/۴۷۵۵	-۱/۵۵۳۱
	۱	۲۱۰/۶۴۲۰	۳۱۴/۳۱۲۶	۱/۹۵e-۰۸	-۹/۲۳۹۱	-۸/۷۴۷۶*	-۹/۰۵۷۹
	۲	۲۲۲/۵۹۹۵	۲۰/۰۲۱۸۳*	۱/۷۱e-۰۸*	-۹/۳۷۶*	-۸/۵۱۶۵	-۹/۰۵۹*
	۳	۲۳۰/۶۰۱۸	۱۲/۲۸۲۶۰	۱/۸۳e-۰۸	-۹/۳۳۰۳	-۸/۱۰۱۵	-۸/۸۷۷۱
	۴	۲۳۱/۱۲۹۱	۰/۷۳۵۷۴۵	۲/۸۰e-۰۸	-۸/۹۳۶۲	-۷/۳۳۸۸	-۸/۳۴۷۱

1- Sequential Modified LR Test Statistic (each test at 5% level)
2- Final Prediction Error
3- Akaike Information Criterion
4- Schwarz Information Criterion
5- Hannan-Quinn Information Criterion

پس از تعیین وقفه بهینه، اقدام به شناسایی تعداد بردارهای هم‌انباشتگی موجود به تفکیک هر یک از بخش‌های اقتصادی می‌گردد. جهت بررسی وجود یا عدم وجود رابطه بین متغیرهای مدل در مطالعه حاضر از روش هم‌انباشتگی جوهانسون استفاده شده است. دلیل استفاده از روش مزبور این است که این روش بیش از یک بردار هم‌انباشتگی بین متغیرهای مدل را در برآورد و لحاظ می‌نماید. روش تخمین جوهانسون مبتنی بر روش حداکثر درستنمایی یا اطاعات کامل (FIML)[1] است (Suri, 2012). جهت تعیین تعداد بردارهای هم‌انباشتگی در مطالعه حاضر از دو آزمون اثر جوهانسون و آزمون حداکثر مقدار ویژه[2] استفاده شده است. طبق نتایج جدول ۴ و قیاس آماره آزمون‌های مزبور با مقادیر بحرانی، آزمون اثر و حداکثر مقدار ویژه نشان‌دهنده حداکثر یک بردار هم‌انباشتگی (CEs)[3] برای معادله CO_2 در بخش کشاورزی در بلندمدت است. در بخش صنعت نتایج آزمون اثر هیچ برداری را در بلندمدت برای این بخش شناسایی نمی‌کند، لکن آزمون حداکثر مقدار ویژه یک بردار هم‌انباشتگی را در بلندمدت میان متغیرهای آلاینده CO_2 و رشد اقتصادی تبیین می‌نماید. جوهانسون بیان می‌دارد که در صورت تناقض میان نتایج حاصل از آزمون‌های اثر و حداکثر مقدار ویژه در تعیین بردارهای هم‌جمعی، از آن‌جاکه آزمون حداکثر مقدار ویژه، دارای فرض مقابل قاطع‌تری است، این آزمون نسبت به آزمون اثر، دارای ارجحیت است (Suri, 2012) هرچند این مهم در ادامه با استناد به اعمال محدودیت در هم‌خوانی علامت ضرایب متغیرها با نظریات اقتصادی تعیین می‌گردد.

بنابراین، با عطف به این مسأله، رتبه آزمون هم‌جمعی برای معادله محیط‌زیستی بخش صنعت منوط به قوت جانب

[1] Full Information Maximum Likelihood13/47470

[2] Maximum EigenValue

[3] Cointegrating Equations

تئوری مسأله در نرمالیزه نمودن متغیرهای بلندمدت برابر با ۱ خواهد بود. اما در خصوص بخش خدمات اقتصاد ایران با استناد به نتایج هر دو آزمون‌های اثر و حداکثر مقدار ویژه در جدول ۴، برای این بخش اقتصادی، هیچ بردار هم‌جمعی شناسایی نشده است و رتبه آزمون هم‌جمعی بخش خدمات، صفر خواهد بود، بدین معناکه در بلندمدت رابطه‌ای میان متغیرهای مورد بررسی در این بخش نمی‌توان تصریح نمود. حال می‌توان بردارهای هم‌جمعی بدست آمده بر فرض تعادل بلندمدت را بر اساس لگاریتم متغیرهای وابسته در هر یک از معادلات بخش‌های کشاورزی و صنعت، نرمال (/ نرمالیزه) نمود. جدول ۵ ضرایب هم‌جمعی نرمال‌شده برای هر یک از معادلات بخش‌های کشاورزی و صنعت را بیان می‌کند.

جدول ۴- نتایج آزمون رتبه هم‌جمعی جوهانسون- آزمون‌های اثر و حداکثر مقدار ویژه

بخش	فرضیات صفر تعداد بردارهای هم‌انباشتگی	آماره آزمون اثر	مقدار ویژه	مقدار بحرانی۵٪	احتمال
کشاورزی	هیچ بردار	۳۵/۹۷۹۰۰	۰/۴۵۹۳۳۷	۳۵/۰۱۰۹۰	۰/۰۳۹۳
	حداکثر ۱ بردار	۸/۳۰۵۸۱۵	۰/۱۳۰۷۶۶	۱۸/۳۹۷۷۱	۰/۶۵۱۵
	حداکثر ۲ بردار	۱/۹۹۹۳۶۵	۰/۰۴۳۴۵۸	۳/۸۴۱۴۶۶	۰/۱۵۷۴
	–	آماره آزمون حداکثر مقدار ویژه	–	–	–
	هیچ بردار	۲۷/۶۷۳۱۹	۰/۴۵۹۳۳۷	۲۴/۲۵۲۰۲	۰/۰۱۷۰
	حداکثر ۱ بردار	۶/۳۰۶۴۵۱	۰/۱۳۰۷۶۶	۱۷/۱۴۷۶۹	۰/۷۸۶۳
	حداکثر ۲ بردار	۱/۹۹۹۳۶۵	۰/۰۴۳۴۵۸	۳/۸۴۱۴۶۶	۰/۱۵۷۴
	–	آماره آزمون اثر	–	–	–
	هیچ بردار	۴۰/۸۷۷۲۷	۰/۴۳۹۵۵۲	۴۲/۹۱۵۲۵	۰/۰۷۸۸
	حداکثر ۱ بردار	۱۴/۸۲۱۳۹	۰/۱۷۴۶۸۴	۲۵/۸۷۲۱۱	۰/۵۸۹۴
	حداکثر ۲ بردار	۶/۱۸۱۸۸۰	۰/۱۲۸۳۵۷	۱۲/۵۱۷۹۸	۰/۴۳۷۵
صنعت	–	آماره آزمون حداکثر مقدار ویژه	–	–	–
	هیچ بردار	۲۶/۰۵۵۸۸	۰/۴۳۹۵۵۲	۲۵/۸۲۳۲۱	۰/۰۴۶۶
	حداکثر ۱ بردار	۸/۶۳۹۵۱۰	۰/۱۷۴۶۸۴	۱۹/۳۸۷۰۴	۰/۷۶۰۹
	حداکثر ۲ بردار	۶/۱۸۱۸۸۰	۰/۱۲۸۳۵۷	۱۲/۵۱۷۹۸	۰/۴۳۷۵
	–	آماره آزمون اثر	–	–	–
	هیچ بردار	۱۳/۹۸۵۰۹	۰/۱۹۹۸۳۷	۳۵/۰۱۰۹۰	۰/۸۴۱۵
	حداکثر ۱ بردار	۳/۹۵۲۷۸۶	۰/۰۵۷۱۲۷	۱۸/۳۹۷۷۱	۰/۹۰۷۳
	حداکثر ۲ بردار	۱/۳۰۵۷۲۹	۰/۰۲۸۵۹۹	۳/۸۴۱۴۶۶	۰/۲۵۳۲
خدمات	–	آماره آزمون حداکثر مقدار ویژه	–	–	–
	هیچ بردار	۱۰/۰۳۲۳۰	۰/۱۹۹۸۳۷	۲۴/۲۵۲۰۲	۰/۷۴۱۶
	حداکثر ۱ بردار	۲/۶۴۷۰۵۷	۰/۰۵۷۱۲۷	۱۷/۱۴۷۶۹	۰/۹۶۷۴
	حداکثر ۲ بردار	۱/۳۰۵۷۲۹	۰/۰۲۸۵۹۹	۳/۸۴۱۴۶۶	۰/۲۵۳۲

جدول ۵– ضرایب هم‌جمعی نرمال‌شده

کشاورزی	*نسبت درستنمایی*	–	*DLN2GDPAGRI*	*DLNGDPAGRI*	*DLNAGRICO₂*
	۲۳۶/۲۵۳۰	–	-۷/۵۵۳۶۴۷	۱۶/۱۵۵۳۵	۱/۰۰۰۰۰۰
			(۱/۵۱۰۵۲)	(۴/۲۴۲۱۱)	
صنعت	*نسبت درستنمایی*	*@TREND*	*DLN2GDPInd*	*DLNGDPInd*	*DLNIndCO₂*
	۱۲۱/۸۳	-۰/۰۲۶۷۷۸	-۴/۳۷۴۷۷۳	۳۵/۹۲۸۶۱	۱/۰۰۰۰۰۰
		(۰/۰۰۹۴۱)	(۰/۶۹۱۷۸)	(۵/۶۹۳۰۲)	

مأخذ: محاسبات تحقیق

اعداد داخل پرانتز عبارت از انحراف معیار (خطای استاندارد) است.

بر مبنای نتایج جدول ۵، معادلات محیط‌زیستی برآورد شده برای هر یک از بخش‌های کشاورزی و صنعت را می‌توان به صورت معادلات ۲ و ۳ مشخص نمود؛

معادله (۲)

$$dlnAgriCO_2 = -16.15\ dlnGDPAgri + 7.55\ d(lnGDPAgri)^2$$

بنابراین با استناد به نتایج جدول ۴ در تعیین تعداد بردارهای شناسایی شده بلندمدت برای تبیین روابط میان متغیرهای هر بخش اقتصادی و بردارهای هم‌جمعی نرمال‌شده از این ضرایب در جدول ۵، می‌توان طبق معادلات (۲) و (۳)، بیان داشت که رابطه میان متغیرهای انتشار سرانه CO_2 و مجذور تولید سرانه در بخش‌های کشاورزی و صنعت با کشش‌های درآمد سرانه انتشار دی‌اکسیدکربن به ترتیب ۷/۵۵ درصدی و ۴/۳۷ درصدی وجود دارد. بدین ترتیب با استحصال ضرایب و تصریح روابط به شرح معادلات (۲) و (۳)، می‌توان نتیجه گرفت که فرم تبعی منحنی کوزنتس محیط‌زیستی در اقتصاد ایران در بخش‌های کشاورزی و صنعت مورد تأیید واقع نمی‌گردد، بدین مفهوم که رابطه میان افزایش تولید و انتشار آلاینده CO_2 کماکان مثبت است.

تا بدین‌جا با رد فرضیه عدم انباشتگی بین متغیرهای مورد مطالعه می‌توان مدل تصحیح خطا (ECM) را برای معادلات برآوردی را که نمایان‌گر پویایی‌های کوتاه‌مدت مدل و نحوه تعدیل به سمت تعادل بلندمدت است را تدوین نمود. نتایج برآورد بردارهای تصحیح خطا برای هر یک از معادلات بخش‌های کشاورزی و صنعت در جدول ۶ ارائه شده است.

مدل تصحیح خطا چگونگی تعدیل متغیرهای دستگاه معادلات را در کوتاه‌مدت (عدم تعادل) جهت نیل به رابطه بلندمدت تعادلی تصریح شده در هر یک از بخش‌های مورد بررسی بیان می‌کند. ضرایب مثبت و منفی به ترتیب باعث دور شدن سیستم از تعادل و بازگشت به تعادل می شود، بدین معناکه اگر شوکی ایجاد شود و روند متغیر را از تعادل دورسازد، الگو مجدد به تعادل باز خواهد گشت یا از آن دور خواهد شد. نتایج بررسی همبستگی برای معادله مدل تحقیق در جدول ۷ بیان می‌دارد که در وقفه‌های ۱ و ۲، مقادیر F و R^2 (n-r) با احتمال‌های مربوطه در ناحیه بحرانی قرار نداشته و لذا فرضیهH_0 رد نشده و مدل خودهمبستگی ندارد.

جدول ۶- بردار تصحیح خطای کوتاه‌مدت معادلات محیط‌زیستی بخش‌های اقتصادی

بخش	تصحیح خطا	$DLNAGRICO_2$	DLNGDPAGRI	DLN2GDPAGRI
کشاورزی	CointEq1	-۰/۰۶۱۳۷۳	۰/۱۳۱۶۲۷	۰/۴۱۳۶۳۹
		(۰/۰۶۶۲۴)	(۰/۰۳۲۵۶)	(۰/۰۹۷۱۲)
		[-۰/۹۲۶۵۷]	[۴/۰۴۲۹۸]	[۴/۲۵۹۱۰]
بخش	**تصحیح خطا**	$DLNIndCO_2$	**DLNGDPInd**	**DLN2GDPInd**
صنعت	CointEq1	-۰/۰۱۱۷۰۶	-۰/۱۴۴۰۸۸	-۰/۹۹۶۹۴۵
		(۰/۰۲۵۳۲)	(۰/۰۴۳۵۲)	(۰/۳۵۰۴۰)
		[-۰/۴۶۲۲۸]	[-۳/۳۱۰۹۸]	[-۲/۸۴۵۱۸]

مأخذ: محاسبات تحقیق

* اعداد داخل پرانتز بیان‌کننده انحراف معیار(خطای استاندارد) و اعداد داخل کروشه بیان‌کننده آماره t است.

جدول ۷- نتایج آزمون همبستگی سریالی

وقفه‌ها	آماره آزمون (LM-Stat)	احتمال	آماره آزمون (LM-Stat)	احتمال
	بخش کشاورزی		بخش صنعت	
۱	۹/۹۵۸۰۵۴	۰/۳۵۳۹	۱۱/۸۸۶۵۷	۰/۲۱۹۸
۲	۱۴/۲۲۷۱۳	۰/۱۱۴۵	۱۰/۹۰۹۴۲	۰/۲۸۲۰
۳	۱۱/۳۰۷۰۷	۰/۲۵۵۲	۱۹/۵۵۵۵۱	۰/۰۲۰۹
۴	۹/۴۶۲۹۶۸	۰/۳۹۵۷	۲۱/۰۴۰۳۷	۰/۰۱۲۵

مأخذ: محاسبات تحقیق

بحث

همان‌گونه که تا بدین‌جا شرح آن رفت، شکل‌گیری مطالعه حاضر در راستای بررسی رابطه بین رشد اقتصادی و انتشار CO_2 و آزمون شکل کاربردی EKC برای ۳ بخش اصلی کشاورزی، صنعت و خدمات در اقتصاد ایران بوده است.

طبق نتایج تجربی اکتسابی از برازش معادلات بخش‌های اقتصادی، هم انباشتگی بلندمدت بین تولید ناخالص داخلی و انتشار دی‌اکسید کربن برای بخش‌های کشاورزی و صنعت وجود داشته، لکن مطابق با معادلات تصریح شده (۲) و (۳)، رابطه U معکوس میان متغیرهای انتشار سرانه CO_2 و مجذور تولید سرانه در بخش‌های کشاورزی و صنعت وجود ندارد و فرم تبعی منحنی کوزنتس محیط‌زیستی در بخش‌های مزبور در اقتصاد ایران قابل رد است، بدین معنا که همبستگی مثبت میان رشد اقتصادی و انتشار آلاینده محیط‌زیستی مورد مطالعه کماان مثبت است و نکته مهم دیگر اینکه با توجه به معادلات (۲) و (۳)، قدرمطلق کشش درآمد سرانه انتشار دی‌اکسید کربن برای بخش های مزبور بزرگ‌تر از ۱ است، بدین مفهوم که؛ نرخ رشد انتشار CO_2 بالاتر از نرخ رشد GDP است. نتیجه استحصالی با آمار و داده‌های متغیرهای تحقیق و شرایط حاکم هم‌خوانی نیز دارد. این در حالیست که با توجه به نتایج بخش خدمات در این بخش، رابطه بلندمدت بین تولید ناخالص داخلی و انتشار دی‌اکسید کربن شناسایی نشده است.

از سوی دیگر، با عطف بر نتایج جدول ۶، ضریب تصحیح خطا برای هر دو بخش کشاورزی و صنعت اولا همگرا به

رابطه تعادلی بلندمدت بوده و در هر دوره به ترتیب ۶ و ۱ درصد از خطای هر دوره در گرایش به تعادل بلندمدت برای بخش‌های مزبور تصحیح می‌گردد.

همان‌طور که در قسمت مقدمه مورد اشاره قرار گرفت، استدلال منحنی کوزنتس بر منطق همبستگی مثبت میان متغیرهای رشد اقتصادی (درآمد) و انتشار آلاینده (مصرف انرژی) در سطوح پایین درآمدی و تعدیل این همبستگی به سمت رابطه‌ای منفی در سطوح بالای درآمدی است. نگاهی بر داده‌های اقتصادی ایران در دو دهه اخیر و روند انقباضی رشد و بعضا منفی بخش‌های اقتصادی کشاورزی، صنعت و خدمات، حاکی از سطح درآمد نسبی پایین است، بنابراین برای اقتصاد ایران با نگاهی بر ظرفیت و قوه تولید بخش‌های اقتصادی می‌توان ادعا کرد که با توجه بر وضعیت تولید و درآمد ناخالص داخلی، نتایج استحصالی کاملاً دارای توجیه است. به عبارتی هم‌اکنون و با استناد به وضعیت اقتصادی جاری کشور، در هر یک از بخش‌های مزبور افزایش توان تولید متجلی در رشد اقتصادی همراه با تولید آلاینده‌های بیشتر و تخریب بیشتر محیط زیست است و حتی با استناد به رقم کشش تخمین زده شده در خلال تحقیق حاضر این روند در بخش کشاورزی دارای شتاب بیشتری نیز هست. نتایج اکتسابی در مطالعه حاضر همسو با نتایج مطالعات(Lotfalipour *et al.*, 2010; Jafari & Mohammadi, 2014; Shahnazi *et al.*, 2015) در راستای وجود علیّت یکطرفه از سمت تولید ناخالص سرانه به مصرف انرژی سرانه و انتشار کربن سرانه و عدم صدق منحنی کوزنتس محیط‌زیستی برای ایران است. این در حالی است که (Nikvaqbal *et al.*, 2011) به بررسی رابطه علّی پویا بین متغیرهای رشد اقتصادی و دی‌اکسید کربن برای هر ۳ گروه درآمدی؛ متوسط (ML)، بالاتر از متوسط (MH) و درآمد بالا (H)، روند کاهشی شدت CO_2 نسبت به افزایش درآمد و برقراری منحنی محیط‌زیستی کوزنتس را تأیید می‌نماید.

از سوی دیگر در خصوص نتیجه اکتسابی برای بخش خدمات، جریان تجربه موفق کشورهای توسعه‌یافته و روند تغییر از بخش صنعتی به بخش خدمات وجود دارد که مزایای عمده‌ای برای این کشورها از منظر محیط‌زیست داشته است، به گونه‌ای که با افزایش ظرفیت چندین برابری ارزش‌افزوده خدمات در این کشورها، اولاً روند تخریب محیط‌زیست (در صورت وجود) توجیه یافته و ثانیاً با رشد حجم خدمات در مقابل صنایع و کشاورزی از حجم تولیدات مخرب محیط‌زیستی کاسته است، لکن در قیاس میان جایگاه خدمات در اقتصاد ایران با کشورهای مزبور، چنین مشابهتی یافت نمی‌گردد و سودای جایگزینی صنعت با خدمات اگر هم دست‌نایافتنی نباشد حداقل بسیار دور است، بنابراین با تجویز چنین نسخه‌ای نمی‌توان اثرات تولیدات مخرب برای محیط زیست را توجیه نمود و ای بسا هزینه‌های انجام شده جهت جلوگیری از گستره وسیع این اثرات نامطلوب به تدریج توان اقتصاد را ضعیف‌تر نیز خواهد ساخت، بنابراین تمرکز بر ابعاد حرکت در مسیر توسعه با التزام بر شاخصه‌های توسعه پایدار و سازگار با طبیعت، قطعا و حتما باید در برنامه دولت‌های ایرانی گنجانده شود و از این حیث، حرکت به سمت استفاده و بهره‌برداری از فن‌آوری‌های پاک و تکنولوژی‌های نوین تولید نظیر بازیافت، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، حمل و نقل سبز، شیمی سبز، آب خاکستری و سایر صورت‌بندی‌های سازگار با محیط‌زیست کاملا توجیه‌پذیر است، علی‌الخصوص که در بخش کشاورزی کشور هنوز سهم بالایی از تجهیزات و شیوه تولیدی و آب‌بری مبتنی بر حفظ شیوه‌های سنتی است. البته رویکرد جایگزینی شیوه‌های نوین با توجه به این مسأله که بخش عمده‌ای از کشاورزی کشور بر پایه معیشت خرده بهره‌برداران استوار است، نیازمند سیاست‌های حمایتی و نظارت صحیح از سوی دولت است که می‌تواند در صوری نظیر اعطای یارانه یا اعتبارات قابل مبادله کربن عینیت یابد. شاید بهترین و کم‌هزینه‌ترین رویکرد نیز پیاده‌سازی مسیرهای موفق پیموده شده در کشورهای مشابه با اقتصاد ایران البته با تقیر بر سازگازی با شرایط بومی اقتصادی است.

منابع

1. **Adom, P.K., Bekoe, W., Amuakwa-Mensah, F., Mensah. J.T. and Botchway, E., 2012.** "Carbon dioxide emissions, economic growth, industrial structure, and technical efficiency: empirical evidence from Ghana, Senegal, and Morocco on the causal dynamics". Energy, 47, 314–325.
2. **Alam, M.M., Murad, M.W., Noman, A.H.M. and Ozturk, I., 2016.** "Relationships among carbon emissions, economic growth, energy consumption and population growth: Testing Environmental Kuznets Curve hypothesis for Brazil, China, India and Indonesia". Ecological Indicators, 70, 466-479.
3. **Bekhet, H.A., Matar, A. and Yasmin, T., 2017.** "CO2 emissions, energy consumption, economic growth, and financial development in GCC countries: Dynamic simultaneous equation models". Renewable and Sustainable Energy Reviews, 70, 117-132
4. **Chen, J., Xu, C. and Song, M., 2020.** "Determinants for decoupling economic growth from carbon dioxide emissions in China". Regional Environmental Change, 20(1), 11.
5. **Fallahi, F. and Shibai, A., 2012.** Economic "growth, energy consumption and carbon dioxide emissions in Iran and OPEC member countries". Iran's National Environmental Research Conference (In Persian).
6. **Fernández-Amador, O., Francois, J.F., Oberdabernig, D.A. and Tomberger, P., 2017.** "Carbon dioxide emissions and economic growth: An assessment based on production and consumption emission inventories". Ecological economics, 135, 269-279.
7. **Glasure, Y.U. and Lee, A.R., 1998.** "Cointegration, error-correction, and the relationship between GDP and energy: The case of South Korea and Singapore". Resource and Energy Economics, 20(1), 17-25.
8. **Grossman, G.M. and Krueger, A.B., 1991.** "Environmental impacts of a North American free trade agreement", (NBER Working Paper No. 3914).
9. **Han, J., Du, T., Zhang, C. and Qian, X., 2018.** "Correlation analysis of CO2 emissions, material stocks and economic growth nexus: evidence from Chinese provinces". Journal of Cleaner Production, 180, 395-406.
10. **Jafari Samimi, A. and Mohammadi-Khiareh, M., 2014.** "Short-term and long-term relationship between carbon dioxide emissions, energy consumption and economic growth: new evidence in Iran". Economic research, No.14, 1-20 (In Persian).
11. **Jian, J., Fan, X., He, P., Xiong, H. and Shen, H., 2019.** "The Effects of Energy Consumption, Economic Growth and Financial Development on CO2 Emissions in China: A VECM Approach". Sustainability, 11(18), 4850.
12. **Jardón, A., Kuik, O. and Tol, R.S., 2017.** "Economic growth and carbon dioxide emissions: An analysis of Latin America and the Caribbean". Atmósfera, 30(2), 87-100.
13. **Jayanthakumaran, K., Verma, R. and Liu, Y., 2012.** "CO2 emissions, energy consumption, trade and income: a comparative analysis of China and India. Energy Policy, 42, 450-460.
14. **Jafari, Y., Othman, J. and Nor, A.H.S.M., 2012.** "Energy consumption, economic growth and environmental pollutants in Indonesia". Journal of Policy Modeling, 34(6), 879-889.
15. **Kais, S. and Sami, H., 2016.** "An econometric study of the impact of economic growth and energy use on carbon emissions: panel data evidence from fifty eight countries". Renewable and Sustainable Energy Reviews, 59, 1101-1110.
16. **Kraft, J. and Kraft, A., 1978.** "On the relationship between energy and GNP". The Journal of Energy and Development, April, 401–403.
17. **Kuznets Simon, P., 1955.** "Economic growth and Income Inequality". AmEconRev;45: 1–28.
18. **Li, A., Zhang, A., Zhou, Y. and Yao, X., 2017.** "Decomposition analysis of factors affecting carbon dioxide emissions across provinces in China". Journal of Cleaner Production, 141, 1428-1444.
19. **Lotfalipour, M.R., Falahi, M.A. and Ashena, M., 2010**. "Economic growth, CO2 emissions, and fossil fuels consumption in Iran". Energy 35, 5115–5120.
20. **Lotfalipour, M.R., Fallahi, M.A. and Bestam, M., 2011.** "Investigating environmental issues and predicting carbon dioxide emissions in Iran's economy". Iranian Applied Economic Studies, 1(3), 109-81 (In Persian).
21. **Luo, Y., Long, X., Wu, C. and Zhang, J., 2017.** "Decoupling CO2 emissions from economic growth in agricultural sector across 30 Chinese provinces from 1997 to 2014". Journal of Cleaner Production, 159, 220-228.
22. **Luukkanen, J., Panula-Ontto, J., Vehmas, J., Liyong, L., Kaivo-oja, J., Häyhä, L. and Auffermann, B., 2015.** "Structural change in Chinese economy: Impacts on energy use and

Two Emerging Markets of India and China". Vision, 24(1), 9-22.
30. **Shahnazi, R., Hadian, I. and Jergani, L., 2015.** "Investigating the causal relationship between the consumption of energy carriers, economic growth and carbon dioxide in Iran's economic sectors", Economic Growth and Development Research. No. 28, 51-70 (In Persian).
31. **Suri, A., 2012**. "Econometrics with the use of Eviews8 and Stata12", 2d edition (Vol. 1 and 2), Kulturozhozi publication (In Persian).
32. **Wang, K.M., 2012.** "Modelling the nonlinear relationship between CO2 emissions from oil and economic growth". Economic Modelling, 29(5), 1537-1547.
33. **Wang, Z.X. and Li, Q., 2019.** "Modelling the nonlinear relationship between CO2 emissions and economic growth using a PSO algorithm-based grey Verhulst model". Journal of cleaner production, 207, 214-224.
34. **Wolde-Rufael, Y., 2010.** "Bounds test approach to cointegration and causality between nuclear energy consumption and economic growth in India". Energy Policy, 38(1), 52-58.
35. **Yoo, S.H. and Kwak, S.Y., 2010.** "Electricity consumption and economic growth in seven South American countries". Energy Policy, 38(1), 181-188.
36. https://www.iea.org/.
37. http://www.moe.gov.ir

CO2 emissions in the period 2013–2030". Technological Forecasting and Social Change, 94, 303-317.
23. **Mardani, A., Streimikiene, D., Cavallaro, F., Loganathan, N. and Khoshnoudi, M., 2019.** "Carbon dioxide (CO2) emissions and economic growth: A systematic review of two decades of research from 1995 to 2017". Science of the total environment, 649, 31-49.
24. **Nikvaqbal, A.A., Akhtari, F., Amini-Asfidavajani, M. and Attarkashani, M., 2011.** "Economic growth, energy consumption growth and carbon dioxide emission growth, investigating the causality relationship with the dynamic integrated data (DPD) approach", Journal of Energy Economics Studies, 9th, number 33, 169-197 (In Persian).
25. **Panayoyou, T., 2003.** "Economic growth and the environment (Economic Survey of Europe, No. 2)". Retrieved from www.unece.org.
26. **Pesaran, M.H., 2005.** "A Pair-Wise Approach for Testing Output and Growth Convergence", Journal of Econometrics, no. 138, pp. 312–355.
27. **Phillips, P.C. and Ploberger, W., 1994.** "Posterior odds testing for a unit root with data-based model selection". Econometric Theory, 10(3-4), 774-808.
28. **Rüstemoğlu, H. and Andrés, A.R. 2016.** "Determinants of CO2 emissions in Brazil and Russia between 1992 and 2011: A decomposition analysis". Environmental Science and Policy, 58, 95-106.
29. **Shahani, R. and Raghuvansi, K., 2019.** "Carbon Dioxide Emissions and Economic Growth: A Bivariate Co-integration Analysis for

2023, The Author(s). Research Center for Environment and Sustainable Development (RCESD). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

Environment & Interdisciplinary Development
Journal homepage: https://www.envjournal.ir

Evaluating the Mutual Effects of Economic Growth and Environmental Degradation (Analysis of the Main Economic Sectors in IRAN)

Fahimeh Mohebbinia[1*], Morteza Tahamipour[1]

1*- Department of Economics, Faculty of Economics and Political Science, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Original Article

Received: 2022.12.06

Accepted: 2023.07.24

Keywords: Johansen Co-Integration, Error Correction Model, Sectoral Kuznets Curve, Environmental Degradation, Iran's Economy.

Abstract

Introduction: The declining trend of non-renewable resources and the damage caused to the climate in this century has caused many concerns in terms of economic growth and progress. Strengthening economic growth is achieved in parallel with the increasing consumption of energy, and high energy consumption causes the release and increase in the concentration of all kinds of pollutants that are harmful to the environment, for this reason, the topics of economic growth and how to create a balance between growth and environmental quality are very important. One of the important tools to investigate this question is to pay attention to the environmental curve of Kuznets. This review is also important in the micro sector and the same macroeconomic results cannot be used for other sub-sectors. For this reason, in this study, this curve has been investigated and extracted for each of the economic sub-sectors.

Materials and Methods: The present study aims to measure the effects of economic growth on the environment. The research variables include the country's GDP per capita as an indicator of economic growth and CO2 emission per capita as an indicator to show the level of environmental degradation. The data of the study has been collected at the level of three main sectors for the economy of Iran in the period of 2010-2016. This research will first create an econometric relationship (Co-Integration) between the mentioned variables in each of the three sections and then present the applied form of EKC.

Results: The results of the study confirm the long-run Co-integration relationship between the research variables in the agricultural and industrial sectors, but the dependent form of the Kuznets curve is not confirmed in these sectors. The results show that there is no long-run Co-integration association in the service sector. Also, the error correction coefficients in each of the agricultural and industrial sectors state that 6 and 1 percent of

* Corresponding Author's email: fa.mohebb.eco@gmail.com

each period's error is corrected in moving to the long-run Steady equilibrium, respectively.

Discussion: Based on the findings of the research and relying on the logic of the Kuznets curve based on the positive correlation between economic growth variables (income) and pollutant emissions (energy consumption) at low income levels and negative correlation at high income levels, in each of the agricultural and industrial sectors, Economic growth is accompanied by the production of more pollutants and more destruction of the environment, and according to the results of the estimated elasticity's, this trend in the agricultural sector has more acceleration than in the industrial sector. Therefore, surely, the plan of the Iranian governments should be in line with moving in the direction of development by observing the indicators of sustainable development and compatible with nature. In this regard, the results of the present study on the use and exploitation of clean technologies and new production technologies. It emphasizes recycling, renewable energy consumption, green transportation, green chemistry, gray water, etc.