

رابطه علی انتشار دی اکسید کربن، ارزش افزوده بخش صنعت و مصرف انرژی در ایران

دکتر داود بهبودی*، سیمین کیانی** و سعید ابراهیمی***

تاریخ دریافت: ۲۳ شهریور ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: ۳۰ آذر ۱۳۹۰

با توجه به سیاست‌های توسعه‌ای کشور مبتنی بر رشد سریع اقتصادی در قالب سند چشم‌انداز ۲۰ ساله، بررسی مقولاتی همانند کاهش آلودگی هوا و افزایش ارزش افزوده بخش صنایع در کشور، جایگاه ویژه‌ای یافته است. در این راستا، مقاله حاضر با استفاده از روش علیت گرنجر، به بررسی وجود یا فقدان رابطه علی بین دی اکسید کربن، ارزش افزوده بخش صنعت و مصرف انرژی، پرداخته است. نتایج حاصل نشان داد که مصرف انرژی با انتشار دی اکسید کربن و ارزش افزوده بخش صنعت رابطه علی دارد. به طوری که افزایش مصرف انرژی در ایران، در سال‌های مورد بررسی سبب افزایش انتشار دی اکسید کربن شده است که این نتیجه با انتظارات قبلی همخوانی می‌کند. از سوی دیگر، همان‌گونه که انتظار می‌رفت افزایش مصرف انرژی، سبب افزایش ارزش افزوده بخش صنعت و اشتغال نیز شده است. نتایج بررسی تجزیه واریانس متغیرهای مدل نیز حاکی از این است که در بلندمدت اثر خود متغیرها بر نوسانات خود، به تدریج کاهش یافته و سهم متغیرهای دیگر افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: انتشار دی اکسید کربن، ارزش افزوده بخش صنعت، مصرف انرژی، علیت گرنجر، تجزیه واریانس.

طبقه‌بندی JEL: E23, Q51, Q53, Q56.

۱. مقدمه

وابستگی روز افزون جوامع به انرژی، به دلیل جایگزینی نیروی ماشین به جای نیروی انسانی به ویژه در بخش صنعت و استفاده از فناوری‌های انرژی‌بر، سبب شده است که انرژی به عنوان یک عامل مؤثر در رشد و توسعه اقتصادی تلقی شود و در کارکرد بخش‌های مختلف اقتصادی از جمله بخش صنعت، نقش چشم‌گیری ایفا کند.^۱ با بروز تکانه‌های نفتی در دهه ۱۹۷۰ کاهش فعالیت‌های اقتصادی در سطح دنیا، بررسی رابطه میان مصرف انرژی و فعالیت‌های اقتصادی مورد توجه اقتصاددانان قرار گرفت.^۲ کانون توجه بیشتر مطالعات این بود که آیا مصرف انرژی عامل رشد اقتصادی است و یا رشد اقتصادی سبب افزایش مصرف انرژی می‌گردد؟ نتایج به دست آمده از مطالعات رابطه بین مصرف انرژی و فعالیت‌های اقتصادی، متفاوت و حتی متضاد است که می‌تواند ناشی از تفاوت در داده‌ها، ویژگی‌های خاص هر کشور و مدل‌های اقتصادسنجی متفاوت به کار رفته در هر مطالعه باشد.^۳ مصرف انرژی و رشد اقتصادی به ویژه رشد صنعت، ارتباط تنگاتنگی با هم دارند، به طوری که انرژی به عنوان نیروی محرکه در بیشتر فعالیت‌های اقتصادی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. سطوح بالاتری از فعالیت‌های اقتصادی نیازمند انرژی و مواد اولیه بیشتری است و در نتیجه مقادیر بیشتری از مواد زاید (گازها، مواد فرعی) ایجاد می‌شود. استخراج رو به افزایش منابع طبیعی و افزایش مصرف انرژی، انتشار آلاینده‌ها را سبب شده و به تخریب محیط زیست می‌انجامد. اما آن چه در این میان از اهمیت بسیاری برخوردار است، توجه به رشد اقتصادی در عین توجه به محیط زیست و تلاش در آلودگی هر چه کمتر آنست.^۴ تمامی این مسائل اقتصادی و مسائلی نظیر محدودیت ذخایر انرژی، نگرانی‌های زیست‌محیطی و رشد اقتصادی همگی مباحثی هستند که با گستردگی تمام، فکر اندیشمندان را در یافتن راهکارهای مناسب در حل مناسب معضلات انرژی در جهان، به ویژه بحران‌های زیست‌محیطی، به خود مشغول داشته است.

آلاینده‌های ناشی از مصرف انرژی و افزایش غلظت دی‌اکسید کربن در اتمسفر و پیامدهای آن، جهان را با تغییرات برگشت‌ناپذیر و تهدید آمیزی روبرو ساخته است. افزایش دمای کره زمین، تغییرات آب و هوایی، بالا آمدن سطح دریاها و نیز تشدید منازعات بین‌المللی زیست‌محیطی، از

۱. بهبودی و همکاران (۱۳۸۸)

2. Ouedraogo (2010)

3. Ozturk and Acaravci (2010)

4. Panayotou (2000)

رابطه علی انتشار دی اکسید کربن، ارزش افزوده ... ۳۵

جمله این پیامدها محسوب می‌شوند. از سوی دیگر، پایان‌پذیری منابع فسیلی و تقاضای روزافزون آن، پیش‌بینی افزایش قیمت، سیاست‌گذاران را به پیشنهاد موازین و سیاست‌هایی برای کاهش آلاینده‌های محیط زیست و پژوهشگران را به توسعه نقش منابع با آلاینده‌گی کمتر و تجدیدپذیری که توان بالقوه‌ای برای جانشینی با منابع انرژی کنونی دارند، ترغیب می‌کند.^۱ در دهه‌های اخیر میزان انتشار دی اکسید کربن در اثر تولید و مصرف انرژی، با آهنگی سریع‌تر از رشد مصرف انرژی، افزایش می‌یابد که بیشتر افزایش دی اکسید کربن ناشی از مصرف در کشورهای در حال توسعه بوده و مکان جغرافیایی رشد انتشار دی اکسید کربن از کشورهای صنعتی به کشورهای در حال توسعه منتقل شده است.^۲ انرژی به عنوان یک عامل مؤثر در رشد ارزش افزوده بخش صنایع و توسعه اقتصادی تلقی می‌گردد و در کارکرد بخش‌های مختلف اقتصادی نقش چشم‌گیری ایفا می‌کند. مصرف انرژی و ارزش افزوده بخش صنایع ارتباط تنگاتنگ با هم دارند، به طوری که هم انرژی به عنوان نیروی محرکه در بیشتر فعالیت‌های تولیدی و خدماتی مطرح است و هم برای رشد و توسعه اقتصادی کشور، افزایش مصرف انرژی به عنوان نهاده اساسی تولید ضروری است. با توجه به این که ایران دارای منابع غنی و گسترده انرژی، مخازن بزرگ نفت و گاز طبیعی، معادن عظیم زیرزمینی و پتانسیل بالقوه انرژی است، تعیین رابطه بین مصرف انرژی، رشد اقتصادی و ارزش افزوده صنایع در تبیین سیاست‌های بخش انرژی، کمک مؤثری می‌کند. از سوی دیگر، رابطه میان ارزش افزوده بخش صنایع و مصرف انرژی می‌تواند این سؤال را مطرح کند که اصولاً چه رابطه‌ای میان آن‌ها وجود دارد؟ و در صورت وجود رابطه علی، آیا این رابطه یک‌طرفه است^۳ یا دوطرفه^۴؟

رشد اقتصادی یکی از عوامل مهم در خصوص منبع و منشأ اثرات زیست‌محیطی است؛ زیرا که افزایش رشد اقتصادی، سبب استفاده بیشتر از منابع طبیعی و انرژی و نیز ایجاد و انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی می‌شود. در این زمینه، مطالعات زیادی انجام گرفته است که از آن جمله می‌توان به نظریه منحنی‌های زیست‌محیطی کوزنتس اشاره کرد. مفهوم منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، برگرفته از ایده کوزنتس (۱۹۵۵) در زمینه وجود رابطه‌ای به شکل U وارون بین درآمد سرانه و نابرابری توزیع درآمد است که اولین بار در دهه ۱۹۹۰ و هم‌زمان با مطالعه اثرات بالقوه انعقاد

۱. برنامه محیط زیست سازمان ملل (United Nations Environment Program (UNEP))

2. Puliafito, *et al* (2008)

3. Unidirectional

4. Bilateral

موافقت‌نامه تجارت آزاد آمریکای شمالی^۱ بر محیط‌زیست توسط گروسمن و کروگر^۲ و همچنین مطالعه شفیک و باندیوپادهیای^۳ که در گزارش توسعه جهانی سال ۱۹۹۲ منتشر شد، مطرح شد (IRBD^۴). در این راستا بکرم^۵ نیز با ارائه این استدلال که شواهد روشنی وجود دارد که رشد اقتصادی در مراحل اولیه خود به تخریب محیط‌زیست می‌انجامد، ولی در نهایت بهترین و شاید تنها راه برای حفظ و ارتقای سطح کیفی محیط زیست در کشورهای جهان، ثروتمند شدن آنها یعنی همان رشد اقتصادی است، سبب شهرت و گسترش هرچه بیشتر فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس شد.^۶

در این تحقیق رابطه علی بین مصرف انرژی و ارزش افزوده صنایع و انتشار دی‌اکسید کربن در دوره ۲۰۰۴-۱۹۸۰، با استفاده از آزمون‌های علیت گرنجری و روش تجزیه واریانس مورد بررسی قرار خواهد گرفت. مباحث این مقاله در ۵ بخش سازماندهی شده‌اند. پس از مقدمه در قسمت بعدی به بررسی ادبیات و پیشینه تجربی موضوع پرداخته می‌شود. بخش سوم تبیین و معرفی مدل و روش تحقیق به کار رفته در مطالعه است. در بخش چهارم نتایج به دست آمده گزارش و تحلیل خواهد شد و در خاتمه جمع‌بندی مقاله ارائه می‌شود.

۲. ادبیات موضوع و مبانی آن

در زمینه بررسی رابطه علی بین انتشار CO_2 و مصرف انرژی و متغیرهای مربوط، مطالعات فراوانی در خارج و داخل از کشور انجام گرفته است که در این قسمت به بعضی از مهم‌ترین آنها که در سال‌های اخیر انجام شده اشاره می‌شود.

فلوروس و ولاچاو^۷، به بررسی تقاضای انرژی و رابطه مصرف انرژی با انتشار دی‌اکسید کربن در چند کارخانه یونان پرداخته‌اند. نتایج بیانگر وجود رابطه مثبت میان مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن است. همچنین وضع مالیات بر انتشار دی‌اکسید کربن کارخانجات یونان، تأثیر مثبت بر شرایط زیست‌محیطی دارد.

1. North American Free Trade Agreement (NAFTA)
2. Grossman and Krueger (1991)
3. Shafik and Bandyopadhyay (1992)
4. International Review of Bipolar Disorders (1992), pp. 38-39
5. Bekerman
6. Bekerman(1992), p 482
7. Floros and Vlachou (2005)

رابطه علی انتشار دی اکسید کربن، ارزش افزوده ... ۳۷

سویتاش، ساری و اوینگ^۱، به بررسی مصرف انرژی، درآمد و انتشار دی اکسید کربن در آمریکا پرداختند. آنها همچنین وجود و یا وجود نداشتن منحنی کوزنتس زیست محیطی را بررسی کرده‌اند. ایشان علیت گرنجر بین این متغیرها را با اضافه کردن دو متغیر سرمایه ثابت و نیروی کار بررسی کرده و نشان می‌دهند که در بلندمدت درآمد علیت گرنجر انتشار دی اکسید کربن نیست، اما مصرف انرژی دارای رابطه علیت گرنجر بلندمدت با انتشار دی اکسید کربن است.

سویتاش و ساری (۲۰۰۷)، به بررسی رابطه علیت گرنجر بلندمدت میان رشد اقتصادی، انتشار دی اکسید کربن و مصرف انرژی در ترکیه پرداختند. آنها برای این مطالعه از دو متغیر سرمایه ثابت و نیروی کار نیز استفاده کردند. یافته‌های آنها نشان می‌دهد که سرمایه ثابت و نیروی کار، مصرف انرژی و رشد اقتصادی، با سه رابطه هم‌جمعی با هم مرتبط هستند. نتایج VEC رابطه علی یک‌طرفه‌ای از مصرف انرژی به رشد اقتصادی را نشان می‌دهد.

اینولدسن، ریلوند و آندرسون^۲، تأثیر قیمت انرژی و مالیات را بر مصرف انرژی و انتشار دی اکسید کربن در سه کشور اسکاندیناوی بررسی کرده‌اند. با مشاهده تفاوت در شدت مصرف انرژی بین بخش‌ها و کشورهای اسکاندیناوی، نتایج نشان می‌دهد که می‌توان به جداسازی^۳ روند مصرف انرژی و افزایش ارزش افزوده از روند انتشار دی اکسید کربن، خوشبین بود.

از تورک و آکاراچی^۴، رابطه میان مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی را برای کشورهای آلبانی، بلغارستان، مجارستان و رومانی با استفاده از مدل ARDL و VEC در دوره ۱۹۸۰-۲۰۰۶ بررسی کرده‌اند. نتایج حاصل از مدل ARDL نشان می‌دهد که رابطه بلندمدت میان مصرف انرژی و تولید سرانه داخلی فقط در مجارستان وجود دارد. همچنین نتایج به دست آمده از مدل VEC حاکی از وجود نداشتن رابطه علی میان متغیرها در همه کشورهای مورد بررسی است.

هامیت هاگار^۵، به بررسی رابطه بلندمدت و همچنین رابطه علی میان انتشار گازهای گلخانه‌ای و مصرف انرژی و رشد اقتصادی برای بخش صنعت کانادا، در دوره ۱۹۹۰-۲۰۰۷ پرداخته است. نتایج مطالعه وی نشان می‌دهد که مصرف انرژی اثر مثبت و معنی‌داری روی انتشار گازهای گلخانه‌ای دارد، همچنین وی فرضیه منحنی کوزنتس را برای بخش صنعت کانادا، مورد تأیید قرار

-
1. Soytaş, Sari and Ewing (2007)
 2. Enevoldsen, Ryelund and Andersen (2007)
 3. Decoupling
 4. Ozturk, I and A. Acaravci (2010)
 5. Hamit-Hagggar (2011)

می‌دهد. نتایج آزمون علیت حاکی از رابطه علی یک‌طرفه از مصرف انرژی به انتشار گازهای گلخانه‌ای و نیز از رشد اقتصادی به مصرف انرژی است.

در مطالعات داخلی نیز، آرمن و زارع (۱۳۸۳)، رابطه علیت گرنجری بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران در طول سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۱ را بررسی کرده‌اند. در این مقاله رابطه علیت گرنجری بین کل مصرف نهایی انرژی و رشد اقتصادی در ایران مورد بررسی قرار گرفته است. ضمناً در هر حالتی که وجود یک رابطه بلندمدت بین متغیرها با استفاده از روش خودبازگشتی با وقفه‌های توزیعی اثبات می‌شود، یک مدل تصحیح خطا نیز برآورد می‌گردد تا نتایج این دو روش را مقایسه کنند. در مواردی که رابطه علیت گرنجری یک‌طرفه از مصرف انرژی به رشد اقتصادی مشاهده می‌شود، افزایش مصرف انرژی محرک رشد اقتصادی است. در حالت‌هایی که رابطه علیت گرنجری یک‌طرفه از رشد اقتصادی به مصرف انرژی مشاهده می‌شود، می‌توان نتیجه گرفت که رشد اقتصادی مقدم بر مصرف انرژی بوده و بنابراین، سیاست صرفه‌جویی در مصرف انرژی را می‌توان بدون کمک کردن رشد اقتصادی به کار گرفت.

بهبودی، متفکر آزاد و خلیل‌پور (۱۳۸۵)، به بررسی رابطه تقاضای نهایی و واسطه‌ای انرژی با رشد اقتصادی در ایران در دوره ۱۳۸۳-۱۳۴۶ پرداختند. نتایج حاصل از علیت گرنجر استاندارد، نشان‌دهنده این است که یک رابطه علیت گرنجری یک‌طرفه از تقاضای نهایی انرژی به رشد اقتصادی و یک رابطه علی دو طرفه بین رشد اقتصادی و تقاضای واسطه‌ای انرژی وجود دارد. نتایج حاصل از برآورد مدل‌های تصحیح خطا نیز نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت و بلندمدت، رابطه علیت گرنجری دو طرفه بین تقاضای نهایی انرژی و رشد اقتصادی و همچنین بین تقاضای واسطه‌ای انرژی و رشد اقتصادی وجود دارد.

آماده، قاضی و عباسی‌فر (۱۳۸۶)، رابطه مصرف انرژی، رشد اقتصادی و اشتغال در بخش‌های مختلف اقتصادی در ایران را در طول سال‌های ۱۳۵۰ تا ۱۳۸۲ بررسی کرده‌اند. آن‌ها از الگوی خودبازگشتی با وقفه‌های توزیعی (ARDL) و همچنین الگوی تصحیح خطا (ECM)، برای بررسی وجود رابطه بلندمدت و کوتاه‌مدت بین متغیرها استفاده کرده‌اند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که رابطه علی یک‌طرفه از مصرف انرژی به رشد اقتصادی وجود دارد. افزون بر این، یک رابطه علیت یک‌طرفه از مصرف انرژی در بخش صنعت به رشد ارزش افزوده در این بخش نیز

رابطه علی انتشار دی اکسید کربن، ارزش افزوده ... ۳۹

وجود دارد. آن‌ها همچنین وجود یک رابطه علیت یک طرفه از مصرف انرژی در بخش کشاورزی به رشد ارزش افزوده در این بخش را نتیجه گرفته‌اند.

شرزه‌ای و حقانی (۱۳۸۶)، به بررسی رابطه علی میان انتشار دی اکسید کربن و درآمد ملی، با تأکید بر نقش مصرف انرژی پرداخته‌اند. در این مقاله، رابطه علیت گرنجر بین مصرف انرژی، درآمد ملی و انتشار دی اکسید کربن به همراه عوامل دیگر مثل نیروی کار و سرمایه، مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج نشان می‌دهد که یک رابطه علیت یک طرفه از درآمد ملی به مصرف انرژی وجود دارد، اما رابطه علیت میان درآمد ملی و انتشار دی اکسید کربن مورد تأیید نیست. ایشان به این نتیجه رسیده‌اند که افزایش درآمد ملی در دوره ۱۳۸۴-۱۳۵۳، تأثیری بر میزان انتشار دی اکسید کربن در ایران ندارد. مصرف انرژی نیز علیت افزایش انتشار دی اکسید کربن شناخته شده است در حالی که انتشار دی اکسید کربن علت افزایش درآمد ملی تشخیص داده نشده است. همچنین یافته‌های وی با توجه به وجود نداشتن رابطه علیت میان درآمد ملی و انتشار دی اکسید کربن فرضیه منحنی کوزنتس در ایران را تأیید نمی‌کند.

صدرآبادی، عمادالاسلام و کاشمری (۱۳۸۶)، به بررسی رابطه علی مصرف کل انرژی، اشتغال و تولید ناخالص داخلی در ایران در طول سال‌های ۱۳۵۰ تا ۱۳۸۴ پرداخته‌اند. در این مطالعه برای آزمون ارتباط علی بین متغیرها از تجزیه و تحلیل همجمعی و آزمون علیت هیسائو استفاده شده است. نتیجه آزمون همجمعی جوهانسون نشان می‌دهد که سه بردار همجمعی برای متغیرهای مورد نظر وجود دارد. نتایج همچنین بیان‌کننده علیت یک طرفه از مصرف انرژی به تولید ناخالص داخلی و از اشتغال به تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی است. هم‌چنین برای بررسی رفتار پویای مدل، واکنش تکانه‌ای و تجزیه واریانس نیز وارد تحلیل شده که نتایج به دست آمده از این دو نیز تأیید کننده نتایج آزمون علیت است.

بهبودی و برقی (۱۳۸۷)، به بررسی اثرات زیست محیطی مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران (۱۳۸۳-۱۳۴۶) به روش آزمون هم‌انباشتگی یوهانسون- یوسیلیوس پرداخته‌اند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که یک درصد افزایش در شدت استفاده از انرژی، باعث افزایش ۰/۹۲ درصدی انتشار سرانه گاز دی اکسید کربن و آلودگی محیط زیست می‌گردد. همچنین با افزایش یک درصدی تولید ناخالص داخلی سرانه انتشار سرانه گاز دی اکسید کربن به مقدار ۱/۳۱ درصد افزایش می‌یابد.

بهبودی، اصغرپور و قزوینیان (۱۳۸۷ الف)، با استفاده از داده‌های سری‌زمانی سالانه اقتصاد ایران در دوره ۱۳۸۵-۱۳۴۶ رابطه بین مصرف برق و رشد اقتصادی مورد بررسی قرار دادند. آنها با استفاده از آزمون همجمعی جوهانسن-جوسیلیوس و انگل-گرنجر نشان دادند که بین مصرف برق و رشد اقتصادی ایران، رابطه بلندمدت مثبت وجود دارد. آنها همچنین در مطالعات متعدد دیگر^۱ رابطه مصرف انرژی کل و رشد اقتصادی، مصرف برق و رشد اقتصادی و نیز مصرف گاز و رشد اقتصادی را با لحاظ کردن شکست ساختاری در دوره ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۴ مورد بررسی قرار داده‌اند. در این مطالعات از آزمون‌های ریشه واحد زیوت-اندریوز برای تعیین تغییرات ساختاری و همچنین از آزمون همجمعی گریگوری-هانسن برای بررسی رابطه بلندمدت بین متغیرها استفاده شده است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن شکست ساختاری، رابطه بلندمدت مثبت بین هر سه حالت مصرف انرژی کل، مصرف برق و مصرف گاز با رشد اقتصادی ایران وجود دارد.

فطرس و نسرین دوست (۱۳۸۸)، به بررسی رابطه آلودگی هوا، آلودگی آب، مصرف انرژی و رشد اقتصادی ایران در سال‌های ۱۳۵۹ تا ۱۳۸۳ پرداخته‌اند. آنها فرضیه کوزنتس را در چهار حالت بررسی می‌کنند:

۱. هنگامی که معیار رشد اقتصادی، درآمد سرانه است.
۲. هنگامی که معیار رشد، سرانه مصرف انرژی است.
۳. زمانی که معیار آلودگی، آلودگی آب است.
۴. زمانی که معیار آلودگی، آلودگی هوا است.

نتایج بیان‌گر وجود سه رابطه علی یک‌طرفه شامل از نشر دی‌اکسید کربن به درآمد سرانه، از نشر دی‌اکسید کربن به سرانه مصرف انرژی و از سرانه مصرف انرژی به آلودگی آب است. بنابراین فرضیه کوزنتس برای نشر دی‌اکسید کربن، درآمد سرانه، آلودگی آب و سرانه مصرف انرژی رد می‌شود و برای رابطه نشر دی‌اکسید کربن و سرانه مصرف انرژی رد نمی‌شود.

بهبودی، محمدزاده و جبرائیلی (۱۳۸۸)، به منظور بررسی رابطه بین مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی در میان کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته در دوره زمانی ۲۰۰۶-۱۹۷۰ از آزمون‌های ریشه واحد پانلی، هم‌انباشتگی پانلی و حداقل مربعات ادغام شده استفاده کرده‌اند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که رابطه هم‌انباشتگی بین متغیرها در بلندمدت در بین کشورهای

۱. از جمله (۱۳۸۷ ب، ۱۳۸۸ الف و ۱۳۸۸ ب)

رابطه علی انتشار دی اکسید کربن، ارزش افزوده ... ۴۱

منتخب در حال توسعه و توسعه یافته وجود دارد هر چند که این دو بردار با هم متفاوت هستند. همچنین، در دوره مورد بررسی کشورهای توسعه یافته از لحاظ مصرف انرژی در سطح بالاتری نسبت به کشورهای در حال توسعه قرار داشته و میزان اثرگذاری بلندمدت مصرف انرژی بر تولید ناخالص داخلی در کشورهای توسعه یافته کمتر از کشورهای در حال توسعه است.

صالح و همکاران (۱۳۸۸)، با استفاده از آزمون علیت گرنجر و گرنجر هسیانو به بررسی رابطه علیت بین تولید ناخالص داخلی و حجم گازهای گلخانه‌ای در ایران در دوره ۱۳۷۸-۱۳۳۹ پرداختند. نتایج تحقیق ایشان حاکی از وجود رابطه علی یک طرفه از انتشار دی اکسید کربن به تولید ناخالص داخلی است، همچنین با محاسبه تابع درجه دوم دی اکسید کربن بر روی تولید ناخالص داخلی، ایشان فرضیه منحنی کوزنتس برای ایران را تأیید نمی‌کنند.

بهبودی، فلاحتی و برقی (۱۳۸۹) به بررسی رابطه مصرف انرژی (شدت استفاده از انرژی)، رشد اقتصادی و انتشار سرانه دی اکسید کربن، در ایران پرداخته‌اند. در این مطالعه از روش هم‌انباشتگی جوهانسون-جوسیلیوس و مدل تصحیح خطای برداری (VECM) استفاده شده است. نتایج به دست آمده از این مطالعه نشان‌دهنده وجود رابطه‌ای مثبت بین متغیرهای مستقل همانند مصرف انرژی، رشد اقتصادی، آزادسازی تجاری، جمعیت شهرنشین و متغیر انتشار سرانه دی اکسید کربن در ایران است.

در بیشتر مطالعات انجام شده در داخل کشور تنها رابطه میان دو متغیر رشد اقتصادی (یا درآمد سرانه) و مصرف انرژی با انتشار دی اکسید کربن و یا رابطه آن دو با متغیر آلاینده دیگری به جز انتشار دی اکسید کربن بررسی شده است. براساس بررسی‌های نویسندگان، تاکنون متغیر ارزش افزوده بخش صنعت در مطالعات مشابه داخل کشور مورد استفاده قرار نگرفته است. از این رو در مطالعه حاضر سعی می‌شود با توجه به اهمیت بخش در صنعت در تولید ملی و نقش قابل توجه آن در مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها، رابطه علی بین سه متغیر ارزش افزوده بخش صنعت، مصرف انرژی و همچنین انتشار گاز دی اکسید کربن با لحاظ کردن دو عامل اصلی تولید (نیروی کار و سرمایه) در مدل بررسی شود. بنابراین مطالعه حاضر افزون بر دوره مورد مطالعه، از این دیدگاه نیز مطالعه شرزهای و حقانی (۱۳۸۶) متفاوت است.

۳. مدل و روش تحقیق

مدل این مقاله الهام گرفته از مطالعه سویتاش و ساری و اوینگک (۲۰۰۷) تحت عنوان «مصرف انرژی در آمد و انتشار کربن در امریکا» سویتاش و ساری (۲۰۰۷)، با عنوان «رابطه بین انرژی و تولید: شواهدی از صنعت ترکیه» است. در این مطالعه برای بررسی همگرایی از آزمون یوهانسون-یوسلیوس استفاده می‌شود. در این روش تعیین و برآورد بردارهای همجمعی میان متغیرها با استفاده از ضرایب الگوی خود توضیح برداری (VAR)^۱ میان آن متغیرها صورت می‌گیرد. ارتباط موجود بین الگوهای VAR و هم‌انباشتگی این امکان را فراهم می‌آورد تا بردارهای یادشده را از روی ضرایب الگوی خود توضیح برداری به دست آورد. مدل VAR به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$V_t = \alpha_V + \beta_1 V_{t-1} + \beta_2 V_{t-2} + \varepsilon_{Vt}$$

در این معادله $\alpha_V V_t = (V_t, E_t, C_t, K_t, L_t)$ بردار (5×1) از مقادیر ثابت β_1 و β_2 ماتریس (5×5) ضرایب و ε_{Vt} نشانگر جز اختلال با نوفه سفید است. در مدل مورد اشاره رابطه علی بین متغیرهای ارزش افزوده بخش صنعت (V)، مصرف انرژی (E) و انتشار دی‌اکسید کربن (C) در ایران با لحاظ دو متغیر نیروی کار (L) و سرمایه (K) بررسی می‌شود. داده‌های مربوط به متغیرهای ارزش افزوده بخش صنعت و سرمایه ثابت ناخالص (هر دو به قیمت‌های ثابت ۲۰۰۰)، انتشار دی‌اکسید کربن (برحسب تن)، مصرف انرژی (بشکله معادل نفت خام) و نیروی کار (نفر)، از ناگرهای منتشر شده بانک جهانی (WDI)^۲، داده‌های مؤسسه اطلاعات انرژی (EIA)^۳ و نیز مرکز آمار ایران و بانک مرکزی ایران استخراج شده‌اند. دوره مورد نظر برای این مطالعه از سال ۲۰۰۴-۱۹۸۰ است.^۴ خاطر نشان می‌نماید به منظور استفاده بهتر و جلوگیری از مشکلات آماری، داده‌ها به صورت لگاریتمی مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

۴. توصیف آماری داده‌ها

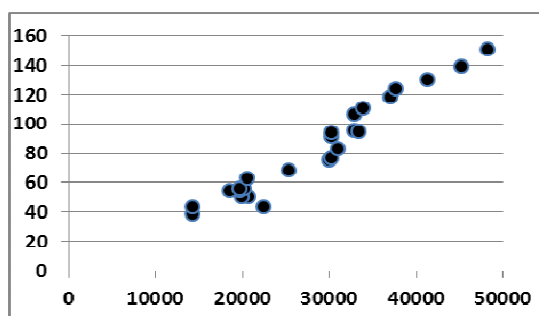
در این بخش، برای ملاحظه بهتر روند متغیرهای اصلی مقاله، یعنی انتشار دی‌اکسید کربن، ارزش افزوده بخش صنعت و مصرف انرژی در دوره زمانی مطالعه مورد بررسی قرار می‌گیرد. در دوره

1. Vector Auto Regression
2. World Development Indicators
3. Energy Information Administration

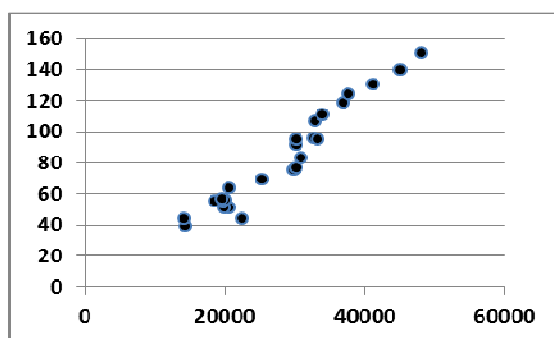
۴. دلیل انتخاب دوره زمانی مورد نظر، دسترسی به آمار و اطلاعات معتبر در این دوره زمانی است.

رابطه علی انتشار دی اکسید کربن، ارزش افزوده ... ۴۳

مورد نظر، سطح هر سه متغیر دارای روند افزایشی است. نمودار پراکنش بین متغیرهای ارزش افزوده بخش صنعت و مصرف انرژی نشان می‌دهد که به فرض ثبات عوامل دیگر در دوره مورد بررسی، رابطه مثبت بین این متغیر وجود دارد (نمودار ۱). همچنین رابطه مشابهی بین مصرف انرژی و انتشار دی اکسید کربن وجود دارد (نمودار ۲).



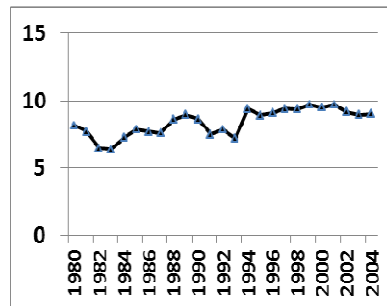
نمودار ۱. پراکنش ارزش افزوده بخش صنعت و مصرف انرژی



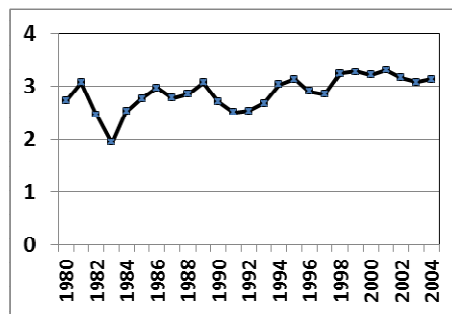
نمودار ۲. پراکنش مصرف انرژی و انتشار دی اکسید کربن

برای بررسی شدت انرژی و نیز شدت آلاینده‌گی در بخش صنعت نسبت به محاسبه میزان مصرف انرژی و انتشار دی اکسید کربن در ازای هر واحد ارزش افزوده بخش صنعت اقدام شده است. نتایج در نمودارهای ۳ و ۴ آورده شده است. همان‌گونه که دیده می‌شود روند کلی تغییرات شدت مصرف انرژی و نیز شدت انتشار دی اکسید کربن در دوره مورد بررسی نیز مثبت است. از این رو سطح مطلق متغیرها روندی افزایشی دارد که تا حدی مورد انتظار است. اما رابطه مثبت در نمودارهای پراکنش و نیز روند مثبت کلی در شدت مصرف انرژی و نیز شدت انتشار

دی‌اکسید کربن حاکی از ساختار نامناسب اقتصادی در مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها در ازای ایجاد ارزش افزوده صنعتی است.



نمودار ۳. شدت انرژی در ازای ارزش افزوده بخش صنعت



نمودار ۴. شدت آلاینده‌گی در ازای ارزش افزوده بخش صنعت

مأخذ: محاسبات محقق

۵. تخمین مدل و تحلیل نتایج

۵-۱. بررسی رابطه علی

برای بررسی رابطه علیت گرنجر، باید پایایی متغیرها را بررسی کرد. جدول ۱ پایایی متغیرها را با سه آزمون دیکی-فولر^۱، فولر-دیکی-فولر^۲ و آزمون فیلیپس-پرون^۳ نشان می‌دهد. دیده می‌شود که بیشتر متغیرها در سطح نامانا هستند که با یک بار تفاضل‌گیری، مانا می‌شوند.

1. Dickey-Fuller
2. Augmented Dickey-Fuller
3. Phillips-Perron

رابطه علی انتشار دی اکسید کربن، ارزش افزوده ... ۴۵

برای بررسی و تعیین رابطه بلندمدت بین متغیرهای اقتصادی سری زمانی مورد نظر و استخراج بردارهای همجمعی، از روش یوهانسون- یوسلیوس استفاده شده است. در این روش تعیین و برآورد بردارهای همجمعی بین متغیرها با استفاده از ضرایب الگوی خودتوضیح برداری (VAR)^۱ میان آن متغیرها صورت می‌گیرد. برای تعیین وقفه بهینه VAR نخست باید VAR نامقید را تخمین زد. برای این منظور، بایستی حداکثر تعداد وقفه‌هایی که لازم است تا از روی آنها وقفه بهینه VAR تعیین شود را براساس حجم نمونه $(n^{\frac{1}{3}})$ انتخاب نمود. چون حجم نمونه کمتر از ۱۰۰ است، براساس معیار شوارتز بیزین (SBC)^۲، وقفه دوم به عنوان وقفه بهینه VAR انتخاب شد.

جدول ۱. نتایج آزمون ریشه واحد

	سطح متغیرها			تفاضل مرتبه اول		
	ADF	DIGLS	PP	ADF	DF – GLS	PP
LC	-۰/۹۲	۰/۲۴*	-۰/۲۲	-۸/۱۹***	-۶/۴۷***	-۸/۱۹***
LL	۱/۴۲	۰/۲۸	۱/۱۲	-۲/۰۴	-۲/۰۶**	-۱/۳
LE	-۰/۴۲	۰/۶۸	-۰/۱۹	-۳/۹۷***	-۶/۳۱***	-۱۵/۸۵***
LK	-۱/۳۰	-۱/۴۸*	-۰/۴۶	-۳/۵۴**	-۳/۵۱***	-۳/۵۹**
LV	-۰/۹۳	-۰/۵۶	-۰/۹۲	-۴/۲۵***	-۴/۲۵***	-۴/۲۲***

***، ** و * به ترتیب نشانگر سطح معنی‌داری ۱۰، ۵ و ۱ درصد است.

مأخذ: محاسبات محقق

برای به دست آوردن رابطه بلندمدت متغیرها، ابتدا با استفاده از دو آماره حداکثر مقدار ویژه^۳ و آزمون اثر^۴ وجود همجمعی و تعداد روابط همجمعی مورد بررسی قرار گرفت. در آزمون حداکثر مقدار ویژه، ابتدا فرضیه وجود نداشتن رابطه همجمعی در مقابل وجود یک رابطه هم جمعی، سپس فرضیه وجود کمتر از یک رابطه همجمعی در مقابل وجود یک یا بیشتر از یک رابطه آزمون می‌شود. اگر آماره به دست آمده از مقادیر بحرانی بیشتر باشد، فرضیه مقابل پذیرفته شده و تعداد بردارهای همجمعی به دست می‌آید. طبق جدول ۲ که براساس آزمون حداکثر مقدار ویژه است،

1. Vector Auto Regression
2. Schwarz Bayesian Criterion
3. Maximal Eigen Value
4. Trace

وجود نداشتن رابطه بلندمدت بین متغیرها را نمی توان رد کرد، ولی براساس جدول ۳ که براساس آزمون اثر است، حداقل وجود یک رابطه همجمعی در سطح معنی داری ۵٪ به نتیجه می رسد. از آن جا که نتایج آزمون اثر معتبرتر از آزمون حداکثر مقدار ویژه است^۱، فقط به نتایج آزمون اثر بسنده و اعتماد کرده و وجود حداقل یک رابطه همجمعی بین متغیرهای مدل پذیرفته می شود. از آن جا که آزمون بالا جهت علیت را مشخص نمی کند، در ادامه این قسمت به بررسی رابطه علیت گرنجر بین متغیرهای مدل پرداخته می شود.

جدول ۲. آزمون همجمعی براساس آزمون حداکثر مقدار ویژه

H_0	H_1	%	$\max \lambda$
$r = 0$	$r = 1$	۲۱/۱۳۱	۱۷/۰۲۵
$r < 1$	$r = 2$	۱۴/۷۶۴	۱۴/۰۱۶
$r < 2$	$r = 3$	۳/۸۴۱	۰/۵۸۴

مأخذ: محاسبات محقق

جدول ۳. آزمون همجمعی براساس آزمون اثر

H_0	H_1	%	$trace \lambda$
$r = 0$	$r = 1$	۲۹/۷۹۷	*۳۱/۶۲۵
$r < 1$	$r = 2$	۱۵/۴۹۴	۱۴/۶۰۰
$r < 2$	$r = 3$	۳/۸۴	۰/۵۸۴

مأخذ: محاسبات محقق

نتایج حاصل از آزمون علیت گرنجر نشان می دهد که مصرف انرژی با انتشار دی اکسید کربن، ارزش افزوده بخش صنعت و نیروی کار رابطه علی دارد. یعنی افزایش مصرف انرژی در ایران، در سال های مورد بررسی سبب افزایش انتشار دی اکسید کربن شده است که این نتیجه با انتظارات نظری مطابقت می کند. همچنین همان گونه که انتظار می رود سبب افزایش ارزش افزوده بخش صنعت و افزایش نیروی کار شاغل شده است. این نتیجه نشان گر این است که مصرف انرژی هر چند سبب افزایش آلودگی محیط زیست در سال های مورد بررسی شده است، اما از سوی دیگر، سبب افزایش ارزش افزوده بخش صنعت و افزایش اشتغال شده است.

1. Liang and Teng (2006)

رابطه علی انتشار دی اکسید کربن، ارزش افزوده ... ۴۷

خاطرنشان می‌سازد نتایج مطالعات پژوهشگران دیگر، بیشتر افزایش شدت انرژی در دوره مورد بررسی را گزارش نموده‌اند.^۱ به طوری که با وجود پایین بودن رشد اقتصادی کشور و نیز رشد ارزش افزوده بخش صنعت در دوره مورد بررسی، میزان مصرف انرژی رشد سریع تری یافته است. یافته‌های این مطالعه نیز مؤید آن است که بجای اینکه ارزش افزوده صنعت علت رشد مصرف انرژی باشد جهت رابطه علی از انرژی به ارزش افزوده صنعت است که می‌تواند حاکی از سرعت پایین تحولات تکنولوژی به سمت انرژی‌بری پایین تر باشد. افزایش انتشار دی اکسید کربن و افزایش آلودگی محیط زیست را نیز می‌توان در همین راستا تحلیل نمود؛ به طوری که از یک سو افزایش مصرف انرژی، در قالب روابط فنی بر آلودگی بیشتر دلالت دارد و از سوی دیگر افزایش شدت انرژی مقارن و همراه با افزایش شدت آلودگی (انتشار آلاینده در ازای یک واحد تولید) نیز است.

نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که هیچ رابطه علی از ارزش افزوده بخش صنعت به انتشار دی اکسید کربن وجود ندارد. همچنین در سطح اطمینان یک درصد نیز رابطه علی از انتشار دی اکسید کربن به ارزش افزوده بخش صنعت مشاهده نمی‌شود، پس با توجه به نتایج به دست آمده فرضیه زیست محیطی کوزنتس - که بیانگر رابطه به شکل Lای معکوس میان درآمد (در اینجا ارزش افزوده بخش صنعت) و آلودگی زیست محیطی است - برای ایران مورد تأیید قرار نمی‌گیرد که این یافته با نتایج مطالعات شرزهای و حقانی (۱۳۸۶)، فطرس و نسرین دوست (۱۳۸۸) و صالح و همکاران (۱۳۸۸) همسو است.

۲-۵. نتایج حاصل از تجزیه واریانس^۲

بررسی آثار پویا از شوک‌های ایجاد شده در الگو، با استفاده از روش تجزیه واریانس (VDC)، انجام می‌گیرد. روش تجزیه واریانس، قدرت نسبی زنجیره علیت گرنجر یا درجه برون‌زایی متغیرها را خارج از دوره نمونه، اندازه‌گیری می‌کند. از این رو VDC را آزمون علیت گرنجر خارج از دوره نیز می‌نامند. در این روش سهم تکنانه‌های وارد شده به متغیرهای مختلف الگو در واریانس خطای پیش‌بینی یک متغیر در کوتاه‌مدت و بلندمدت مشخص می‌شود. با تجزیه واریانس خطای

۱. از جمله می‌توان به مطالعه بهبودی و همکاران (۱۳۸۵ و ۱۳۸۹) درباره افزایش شدت مصرف انرژی در کشورهای در حال توسعه، مطالعه صدرآبادی و همکاران (۱۳۸۶) مبنی بر افزایش شدت انرژی به عنوان محرک تولید اشاره نمود.

2. Variance Decomposition (VDC)

۴۸ فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی سال اول شماره ۱

پیش‌بینی، سهم نوسانات هر متغیر در واکنش به تکان‌های وارد شده به الگو تبیین می‌شود. به این ترتیب می‌توان سهم هر متغیر را در تغییرات متغیرها در طول زمان اندازه‌گیری نمود.^۱

جدول ۴. نتایج آزمون علیت گرنجر

متغیرهای مستقل	C	E	V	K	L
E	*۳/۵۴	-	**۶/۰۵	۲/۹۲	**۱۰/۲۶
V	۱/۲۲	۲/۲۵	-	*۳/۹۴	۱/۲۳
C	-	۲/۸۸	*۳/۶۶	۲/۲۸	۲/۸۵
K	۱/۶۷	۱/۰۲	۰/۶۷	-	۰/۳۲
L	۱/۲۴	۲/۶۰	*۴/۱۲	۱/۹۰	-

** و * به ترتیب معنی‌داری را در سطح ۱٪ و ۵٪ بیان می‌کنند.

مأخذ: محاسبات محقق

جدول‌های ۵، ۶ و ۷ نتایج تجزیه واریانس چولسکی^۲ را به ترتیب برای متغیرهای دی‌اکسید کربن، انرژی و ارزش افزوده بخش صنعت برای دوره ۲۰ ساله نشان می‌دهد. درباره تجزیه واریانس برای متغیر CO₂ دیده می‌شود که در دوره اول ۱۰۰ درصد توضیحات CO₂ توسط خودش صورت می‌گیرد و سهم متغیرهای دیگر ناچیز است. اما با افزایش دوره بررسی، تأثیر این متغیرهای مستقل در توضیح CO₂ افزایش یافته به طوری که در دوره ۲۳ حدود ۷۶ درصد توضیحات CO₂ توسط خودش و بقیه توسط متغیرهای دیگر صورت می‌گیرد (جدول ۵). همچنین در جدول ۶ که تجزیه واریانس را برای متغیر مصرف انرژی نشان می‌دهد، در دوره اول همانند متغیرهای دیگر معمولاً نوسانات هر متغیر توسط تکان‌های مربوط به خود آن توضیح داده می‌شود، اما در افق زمانی بلندمدت سهم متغیرهای دیگر افزایش می‌یابد. در این میان سهم متغیر CO₂ بیشتر از متغیرهای دیگر است. همانند متغیرهای دیگر، با افزایش دوره بررسی، سهم ارزش افزوده بخش صنعت، در نوسانات خود کاهش یافته و سهم متغیرهای دیگر افزایش می‌یابد. در این میان سهم انرژی در نوسانات ارزش افزوده بخش صنعت از متغیرهای دیگر بیشتر است (جدول ۷).

۱. شرزه‌ای و حقانی (۱۳۸۶)

رابطه علی انتشار دی اکسید کربن، ارزش افزوده ... ۴۹

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس چولسکی برای متغیر انتشار دی اکسید کربن

	C	E	V	K	L
۱	۱۰۰	۰	۰	۰	۰
۵	۷۰/۱۷	۸/۵۸	۱۰/۴۶	۹/۲۲	۱/۵۴
۱۰	۶۹/۴۸	۸/۹۶	۹/۷۲	۹/۳۲	۲/۵۱
۱۵	۷۰/۳۴	۶/۸۴	۷/۳۹	۶/۶۱	۸/۷۹
۲۰	۷۶/۴۷	۴/۹۸	۵/۴۸	۴/۵۲	۸/۵۳

مأخذ: محاسبات محقق

جدول ۶. نتایج تجزیه واریانس چولسکی برای متغیر انرژی

	E	C	V	L	K
۱	۱۰۰	۰	۰	۰	۰
۵	۸۵/۶۵	۶/۹۶	۴/۸۲	۱/۶۵	۰/۹۱
۱۰	۷۳/۵۳	۱۰	۶/۶۸	۷/۱۳	۲/۶۳
۱۵	۶۸/۱۸	۱۶/۴۸	۴/۵۰	۹/۱۰	۱/۷۱
۲۰	۶۹/۴۲	۱۵/۷۹	۴/۲۵	۸/۷۲	۱/۷۹

مأخذ: محاسبات محقق

جدول ۷. نتایج تجزیه واریانس چولسکی برای متغیر ارزش افزوده بخش صنعت

	V	E	C	L	K
۱	۱۰۰	۰	۰	۰	۰
۵	۶۹/۹۱	۶/۹۵	۴/۴۸	۵/۲۳	۱۳/۴۱
۱۰	۶۶/۱۵	۷/۰۱	۴/۳۸	۶/۷۵	۱۵/۶۹
۱۵	۵۷/۲۷	۱۰/۷۲	۱۰/۷۹	۷/۹۳	۱۳/۲۷
۲۰	۵۳/۳۸	۱۶/۲۹	۱۰/۸۱	۷/۶۸	۱۱/۸۱

مأخذ: محاسبات محقق

۶. نتیجه گیری

در این مقاله، رابطه علی بین انتشار دی اکسید کربن، ارزش افزوده بخش صنعت و مصرف انرژی، با در نظر گرفتن متغیرهای کنترلی همانند نیروی کار و سرمایه با استفاده از روش علیت گرنجر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده از آزمون علیت گرنجر نشان می دهد که مصرف انرژی با

انتشار دی‌اکسید کربن و ارزش افزوده بخش صنعت رابطه علی دارد. یعنی افزایش مصرف انرژی در ایران، در سال‌های مورد بررسی سبب افزایش انتشار دی‌اکسید کربن شده است که این نتیجه با انتظارات قبلی مطابقت دارد. از سوی دیگر همان‌گونه که انتظار می‌رود افزایش مصرف انرژی، سبب افزایش ارزش افزوده بخش صنعت و از این طریق سبب افزایش تقاضای نیروی کار شده است که این نتیجه نشانگر این است که مصرف انرژی هر چند سبب افزایش آلودگی ایران در سال‌های مورد بررسی شده، اما از سوی دیگر سبب افزایش ارزش افزوده بخش صنعت و افزایش اشتغال شده است. همچنین بررسی تجزیه واریانس متغیرهای اصلی مدل حاکی از این است که در بلندمدت اثر خود همه متغیرها بر نوسانات خود، به تدریج کاهش یافته و سهم متغیرهای دیگر افزایش می‌یابد.

منابع

الف - فارسی

ابریشمی، حمید (۱۳۸۱)، *اقتصادسنجی کاربردی (رویکردهای نوین)*، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

آرمن، سیدعزیز و روح‌اله زارع (۱۳۸۳)، «بررسی رابطه علیت گرنجری بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران طی سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۴۶»، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، سال هفتم، شماره ۲۴، صص. ۱۴۳-۱۱۷.

اصغرپور، حسین، بهبودی، داود و محمدحسن قزوینیان (۱۳۸۷)، «شکست ساختاری: مورد مصرف گاز طبیعی و رشد اقتصادی در ایران»، *فصلنامه مطالعات انرژی*، سال پنجم، شماره ۱۷، صص. ۷۲-۵۷.

اصغرپور، حسین، بهبودی، داود و محمدحسن قزوینیان (۱۳۸۸)، «شکست ساختاری، مصرف برق و رشد اقتصادی ایران (۱۳۸۴-۱۳۴۶)»، *نامه مفید-اقتصادی*، سال ۵، شماره ۷۲، صص. ۱۸۵-۱۶۱.

آماده، حمید، قاضی، مرتضی و زهره عباسی‌فر (۱۳۸۸)، «بررسی رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی و اشتغال در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران»، *مجله تحقیقات اقتصادی*، شماره ۸۶، بهار، صص. ۳۶-۱.

رابطه علی انتشار دی اکسید کربن، ارزش افزوده ... ۵۱

اندرس، والتر (۱۳۸۶)، *اقتصادسنجی سری های زمانی با رویکرد کاربردی*، ترجمه مهدی صادقی و سعید شوال پور، دانشگاه امام صادق (ع).

بهبودی، داود و اسماعیل برقی (۱۳۸۷)، «اثرات زیست محیطی مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران (۱۳۸۳-۱۳۴۶)»، *فصلنامه بررسی های مقدماتی*، دوره پنجم، شماره چهارم.

بهبودی، داود، اصغرپور، حسین و محمدحسن قزوینیان (۱۳۸۷)، «بررسی رابطه مصرف کل برق در رشد اقتصادی ایران (۸۵-۱۳۴۶)»، *فصلنامه مطالعات انرژی*، سال پنجم، شماره ۱۷، صص. ۵۷-۷۲.

بهبودی، داود، اصغرپور، حسین و محمدحسن قزوینیان (۱۳۸۸)، *شکست ساختاری و مصرف انرژی و رشد اقتصادی ایران، فصلنامه پژوهش های اقتصادی*، سال نهم، شماره سوم، پاییز، صص. ۵۳-۸۴.

بهبودی، داود، فلاحی، فیروز و اسماعیل برقی گلعدانی (۱۳۸۹)، «عوامل اقتصادی و اجتماعی مؤثر بر انتشار سرانه دی اکسید کربن در ایران (۱۳۸۳-۱۳۴۶)»، *تحقیقات اقتصادی*، دوره ۹۰، شماره ۴۵، صص. ۱-۱۷.

بهبودی، داود، متفکر آزاد، محمدعلی و افشین خلیل پور (۱۳۸۵)، «بررسی رابطه تقاضای نهایی و واسطه ای انرژی با رشد اقتصادی ایران»، *پژوهشنامه علوم انسانی و اجتماعی*، سال ششم، شماره ۲۲، صص. ۱۳-۳۶.

بهبودی، داود، محمدزاده، پرویز و سودا جبرائیلی (۱۳۸۸) «بررسی رابطه مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته»، *مطالعات اقتصاد انرژی*، سال ششم، شماره ۲۳، صص. ۱-۲۱.

شرزه ای، غلامعلی و مجید حقانی (۱۳۸۶)، «بررسی رابطه علی میان انتشار دی اکسید کربن و درآمد ملی، با تأکید بر نقش مصرف انرژی»، *نشریه تحقیقات اقتصادی*، دوره ۸۷، صص. ۷۵-۹۰.

صالح، ایرج و دیگران (۱۳۸۸)، «بررسی رابطه علیت بین تولید ناخالص داخلی و حجم گازهای گلخانه ای در ایران (مطالعه موردی: گاز دی اکسید کربن)»، *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، سال هفدهم، شماره ۶۶، صص. ۱۹-۴۱.

- صدرآبادی، محمدحسین، عمادالاسلام، هدیه و علی کاشمیری (۱۳۸۶)، «بررسی رابطه علی مصرف انرژی، اشتغال و تولید ناخالص داخلی ایران طی سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۵۰»، *پژوهشنامه علوم انسانی و اجتماعی*، سال هفتم، شماره ۲۴، صص. ۵۸-۳۱.
- صدیقی، ا.چ.آر. و کی.ا. لاولر (۱۳۸۶)، *اقتصادسنجی رهیافت کاربردی*، ترجمه شمس‌الله شیرین‌بخش، انتشارات آوای نور، تهران.
- فطرس، محمدحسن و میثم نسرین‌دوست (۱۳۸۸)، «بررسی رابطه آلودگی هوا، آلودگی آب، مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران ۱۳۸۳-۱۳۵۹»، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، سال ششم، شماره ۲۱، تابستان، صص. ۱۱۳-۱۳۵.
- مرکز آمار ایران، سری‌های زمانی انرژی.
- نوفرستی، محمد (۱۳۷۸)، *ریشه واحد و هم‌جمعی در اقتصادسنجی*، چاپ دوم، رسا، تهران.

ب- انگلیسی

- Anders, V. Ryelund, Andersen Skou, Mikael and Martin Enevoldsen (2007), "Decoupling of Industrial Energy Consumption and CO₂-emissions in Energy-intensive Industries in Scandinavia", *Energy Economics*, Vol. 24, I. 4, pp. 665-692.
- Energy Information Administration (EIA).
- Enevoldsen, K. Mrtin, Anders, V. Ryelund and Mikael Andersen Skou (2007), "Decoupling of Industrial Energy Consumption and Co₂ Emission in Energy-intensive Industries in Scandinavia", *Energy Economics*, Vol. 29, I. 4, pp. 665-692.
- Floros, Nikolaos and Andriana Vlachout (2005), "Energy Demand and Energy-related CO₂ Emissions in Greek Manufacturing: Assessing the Impact of a Carbon Tax", *Energy Economics*, Vol. 27, I. 3, pp. 387-413.
- Hamit-Haggar, M. (2011), "Greenhouse Gas Emissions, Energy Consumption and Economic Growth: A Panel, Cointegration Analysis from Canadian Industrial Sector Perspective", *Energy Economics*, Vol. 33, pp. 342-361.
- Liang, Qi and Teng Jian-Zhou (2006), "Financial Development and Economic Growth: Evidence from China", *China Economic Review*, Vol. 17, I. 4, pp. 395-411.
- Liu, Xuemei (2005), "Explaining the Relationship between CO₂ Emission and National Income: The Role of Energy Consumption", *Economics Letters*, Vol. 87, I. 3, pp. 325-328.

رابطه علی انتشار دی اکسید کربن، ارزش افزوده ... ۵۳

- Menyah, Kojo and Wolde-Rufael Yemane (2010), "Energy Consumption, Pollutant Emissions and Economic Growth in South Africa", *Energy Economics*, Vol. 32, I. 6, pp. 1374-1382.
- Ouedraogo, M. (2010), "Electricity Consumption and Economic Growth in Burkina Faso: A Co-integration Analysis", *Energy Economics*, Vol. 32, pp. 524-531.
- Ozturk, I. and A. Acaravci (2010), "The Causal Relationship between Energy Consumption and GDP in Albania: Evidence from ARDL Approach", *Applied Energy*, Vol. 87, pp. 1937-1943.
- Panayotou, T. (2000), "Economic Growth and Environment", CID, Working Paper, No. 56.
- Puliafito, Enrique Salvador, Puliafito, Jose Luis and Grand Mariana (2008), "Modeling Population Dynamics and Economic Growth as Competing Species: An Application to CO₂ Global Emissions", *Ecological Economics*, Vol. 65, I. 3, pp. 602-615.
- Sari, Ramazan and Ugur Soytas (2007), "The Relationship between Energy and Production: Evidence from Turkish Manufacturing Industry", *Energy Economics*, Vol. 29, I. 6, pp. 1151-1165.
- Sheinbaum, Claudia, Ozawa, Leticia and Daniel Castillo (2010), "Using Logarithmic Mean Divisia Index to Analyze Changes in Energy Use and Carbon dioxide Emissions in Mexico's Iron and Steel Industry", *Energy Economics*, Vol. 32, I. 6, pp. 1337-1344.
- Soytas, Ugur, Sari, Ramazan and Bradley Ewing (2007), "Energy Consumption, Income and Carbon Emissions in the United States", *Ecological Economics*, Vol. 62, I. 3-4, pp. 482-489.
- United Nations Environment Program (unep.org) Reports.
- World Bank Database.
- World Development Indicator.