

بررسی رابطه مصرف انرژی، درآمد و انتشار گاز دی اکسید کربن در ایران

عبدالکریم اسماعیلی^{۱*} و فاطمه فتحی^۲

۱، ۲، دانشیار و دانشجوی دکتری گروه اقتصاد کشاورزی،

دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

(تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۲۹ - تاریخ تصویب: ۹۰/۱۲/۲۱)

چکیده

بر خلاف مطالعاتی که به بررسی وجود و شکل منحنی زیست محیطی کوزنتس پرداخته‌اند، در مطالعه حاضر ارتباط علی مصرف انرژی (معادل نفت)، تولید گاز دی اکسید کربن، تولید ناخالص ملی، نیروی کار فعال اقتصادی و تشکیل سرمایه ثابت برای سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۷ در اقتصاد ایران مورد بررسی قرار گرفت. پس از بررسی ایستایی داده‌های مورد بررسی، از مدل اقتصاد سنجی خود توضیح برداری (VAR) برای ارزیابی ارتباطات بین متغیرها استفاده شد. نتایج علیت گرانجری نشان داد که مصرف انرژی و تولید ناخالص ملی علت انتشار گاز دی اکسید کربن می‌باشند و از سوی دیگر دوره واکنش آلودگی به مصرف انرژی در ایران نسبت به سایر کشورها کوتاهتر می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد سهم انرژی در توضیح واریانس خطای پیش بینی دی اکسید کربن نسبت به تولید ناخالص بیشتر می‌باشد. با کاهش مصرف انرژی (بر اثر اتخاذ سیاست‌هایی مثل قیمت‌گذاری یا سهمیه بندی سوخت) امکان کنترل آلودگی در ایران در مدت کوتاهتری امکان پذیر می‌باشد.

واژه های کلیدی: مصرف انرژی، انتشار دی اکسید کربن، تولید ناخالص داخلی، مدل

VAR

مقدمه

سرمایه و انرژی تلقی می‌شود. همچنین، فرض بر این است که بین میزان استفاده از این نهاده‌ها و سطح تولید رابطه‌ای مستقیم وجود دارد (Arman & Zare, 2002). توسعه پایدار بخش انرژی در بهبود شرایط اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی نقش بسزایی دارد به گونه ای که توجه به این امر، موجب کاهش آسیب‌های زیست محیطی ناشی از انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای خواهد شد. اهمیت این مسئله به اندازه‌ای است که بسیاری از قوانین و مقررات ملی و بین المللی نیز به انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای از بخش انرژی و اثرات آنها توجه داشته‌اند (Energy Balance, 2000). همچنین در کنوانسیون تغییر آب و هوا و پروتکل کیوتو و

زندگی روزمره مردم وابسته به تولید و مصرف انرژی است لذا عرضه و تقاضای آن در جوامع بشری به طور مستمر رو به افزایش است. در حال حاضر ۷۷ درصد کل انرژی مصرفی جهان را سوخت‌های فسیلی تأمین می‌کنند که با تولید گازهای آلاینده و گلخانه‌ای در فرآیند تبدیل و در نتیجه تخریب لایه اوزن، محیط زیست را به شدت مورد تهدید قرار داده و موجب گرم شدن بیشتر کره زمین می‌شوند (Khoshakhlagh et al., 2002) علاوه بر نهاده‌های کار و سرمایه، انرژی نیز به عنوان یکی از نهاده‌های مهم تولید در بحث‌های کلان مطرح است و تولید تابعی از نهاده‌های نیروی کار،

مطالعات زیادی در مورد رابطه علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی انجام شده است اما مصرف انرژی و دی‌اکسیدکربن در تحلیل‌ها کمتر در نظر گرفته شده است. Masih & Masih (1997) با استفاده از مدل‌های تصحیح خطای برداری به بررسی رابطه علیت گرانجری بین مصرف انرژی، قیمت‌ها و درآمد واقعی در دو کشور کره و تایوان پرداختند. نتایج حاصل از تحقیق آنها نشان می‌دهد که نرخ تغییر قیمت‌ها باعث تغییر در مصرف انرژی می‌شود که این خود باعث تغییر در رشد اقتصادی می‌گردد. Cheng & Lai (1997) به یک رابطه یک طرفه از تولید ناخالص ملی به مصرف انرژی در دوره زمانی ۱۹۹۳-۱۹۵۵ برای کشور تایوان دست یافتند. Yang (2000) علیت گرانجری بین مصرف انرژی و تولید ناخالص ملی در دوره زمانی ۱۹۹۷-۱۹۵۴ مورد آزمون قرار داد. وی یک رابطه علیت دو طرفه بین مصرف انرژی کل و تولید ناخالص داخلی را نتیجه گرفت. Fatai et al. (2004) به بررسی رابطه علیت گرانجری بین مصرف انرژی و رشد تولید واقعی در کشورهای نیوزلند و استرالیا در طی ۱۹۹۹-۱۹۶۰ پرداختند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که بین مصرف نفت، گاز و ذغال سنگ با تولید ناخالص داخلی واقعی رابطه علیت گرانجری وجود ندارد و این متغیرها نسبت به هم خنثی هستند اما از سوی دیگر یک رابطه علیت گرانجری یک طرفه از تولید ناخالص داخلی واقعی به کل مصرف نهایی انرژی و مصرف انرژی در بخش صنعت وجود دارد. Soytaş et al. (2007) به بررسی رابطه علیت بین مصرف انرژی، درآمد و میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن برای کشورهای G-7 پرداخته‌اند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که افزایش درآمد علت انتشار گاز دی‌اکسید کربن در آمریکا نیست و مصرف انرژی علت انتشار گاز دی‌اکسید کربن می‌باشد پیشنهاد آنها حاکی از این بود که کنترل درآمد به تنهایی نمی‌تواند راه حلی برای حل مشکل حفظ محیط زیست باشد.

نتایج مطالعات در کشورهای مختلف بسته به ساختار کشورها متفاوت می‌باشد. Melki (1996) با استفاده از مدل‌های تصحیح خطا به بررسی رابطه علیت گرانجری بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران ۱۳۷۶-۱۳۶۰ پرداخت. نتایج یافته‌های وی نشان داد که علیت

بسیاری از نشست‌های کمیسیون توسعه پایدار¹ (CSD) در سطح بین‌الملل بر لزوم افزایش کارایی انرژی و استفاده از منابع تجدیدپذیر جهت کاهش تبعات و صدمات زیست محیطی بخش انرژی در هر کشور و در جامعه جهانی تأکید ویژه صورت گرفته است. در شرایط فعلی توجه به تعامل انرژی و محیط زیست امری ضروری محسوب می‌شود. گازهای آلاینده و گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های بخش انرژی، اثرات زیست محیطی غیرقابل انکاری در سطح منطقه ای و جهانی دارند که ازمهمترین آنها می‌توان به آلودگی هوا و اثرات بهداشتی در سطح منطقه ای و اثر بر تغییر اقلیم در سطح جهانی اشاره نمود (Energy Balance, 2000).

یکی از مهمترین آلودگی‌های بخش انرژی آلودگی هوا در اثر انتشار و نشت گازهای آلاینده ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی است، اگر چه این آلودگی‌ها براساس اقلیم، نوع فعالیت و منابع طبیعی در هر کشور متفاوت می‌باشد. اکسیدهای گوگرد (SO_x)، اکسیدهای نیتروژن (NO_x)، مونوکسید کربن (CO)، ذرات معلق (SPM)، هیدروکربنها (CH) و دی‌اکسید کربن (CO₂) از جمله گازهای آلاینده و گلخانه‌ای هستند که در اثر فعالیت‌های بخش انرژی به ویژه احتراق سوخت‌های هیدروکربنی به جو راه می‌یابند. گازهای گلخانه‌ای مانند (CO₂) سبب بروز پدیده تغییر آب و هوا و گرمایش جهانی شده و از دیدگاه بین‌المللی حایز اهمیت فراوانی هستند. در صورتی که گازهای آلاینده ای مانند CO و SO_x و NO_x سبب بارش بارانهای اسیدی، بروز مخاطرات بهداشتی و سلامتی برای انسان و سایر موجودات گردیده و عمده‌تاً از دیدگاه منطقه‌ای و ملی مورد توجه قرار می‌گیرند (Energy Balance, 2000). اهمیت موضوع به حدی است که مطالعه در خصوص انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در هر کشور از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است.

رشد بیشتر هر کشور منوط به مصرف انرژی بیشتر و مصرف انرژی بیشتر منجر به تولید آلودگی در سطح منطقه و جهان می‌گردد. مطالعه در خصوص ارتباط بین مصرف انرژی، رشد اقتصادی و تولید آلودگی به سیاست‌گذاران در انتخاب سیاست لازم کمک می‌نماید. تاکنون

1. Commission on Sustainable Development

مقدار یک متغیر بصورت تابع خطی از مقادیر گذشته و تمامی متغیرهای موجود بیان می‌شود (Gujarati, 2004) برای استفاده از تکنیک VAR ابتدا باید ایستایی داده‌ها مورد بررسی قرار گرفته و در صورت ایستا بودن داده‌ها، امکان استفاده از روش اقتصادسنجی خود توضیح برداری (VAR) میسر می‌گردد. شکل کلی روش VAR(n) در رابطه (۱) نشان داده شده است.

$$V_t = \alpha_v + \beta_1 V_{t-1} + \beta_2 V_{t-2} + \dots + \beta_n V_{t-n} + \varepsilon_{vt} \quad (1)$$

در این رابطه V_t برداری از متغیرهای (E, L, K), ε_{vt} جمله پسماند می‌باشد. برای بررسی علیت از متغیرهای تولید ناخالص ملی (GDP)، تشکیل سرمایه ثابت (k)، کل نیروی کار فعال اقتصادی (L)، کل مصرف انرژی کشور (معادل هزار مترمکعب نفت) (E) و میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن (CO_2) از کل بخش انرژی (تن) استفاده شد. داده تولید ناخالص ملی، تشکیل سرمایه ثابت و کل نیروی کار فعال اقتصادی از بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، داده‌های مربوط به گاز دی‌اکسید کربن و میزان مصرف انرژی از ترازنامه انرژی سال‌های مختلف بدست آمد. داده‌های مذکور به صورت سری زمانی برای سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۷ جمع‌آوری گردید.

برای بررسی ایستایی از روش گام به گام، استفاده می‌شود. پس از اطمینان از ایستایی متغیرها، وقفه بهینه تعیین می‌گردد. در این مطالعه، تعداد وقفه بهینه با استفاده از معیار آکائیک (AIC) تعیین شد. بر اساس معیار فوق تعداد ۲ وقفه، به عنوان وقفه بهینه انتخاب گردید (AIC=۱۶۰/۵۷). شکل باز شده مدل VAR(2) به شکل سیستم معادلات روابط (۲) تا (۶) می‌باشد.

$$GDP_t = \sum_{i=1}^2 \alpha_{1i} CO2_{t-i} + \sum_{i=1}^2 \alpha_{2i} E_{t-i} + \sum_{i=1}^2 \alpha_{3i} L_{t-i} + \sum_{i=1}^2 \alpha_{4i} K_{t-i} + \sum_{i=1}^2 \alpha_{5i} GDP_{t-i} + \varepsilon_{1t} \quad (2)$$

(۳)

$$CO2_t = \sum_{i=1}^2 \alpha_{6i} E_{t-i} + \sum_{i=1}^2 \alpha_{7i} L_{t-i} + \sum_{i=1}^2 \alpha_{8i} K_{t-i} + \sum_{i=1}^2 \alpha_{9i} GDP_{t-i} + \sum_{i=1}^2 \alpha_{10i} CO2_{t-i} + \varepsilon_{2t} \quad (4)$$

(۴)

$$E_t = \sum_{i=1}^2 \alpha_{11i} CO2 + \sum_{i=1}^2 \alpha_{12i} L_{t-i} + \sum_{i=1}^2 \alpha_{13i} K_{t-i} + \sum_{i=1}^2 \alpha_{14i} GDP_{t-i} + \sum_{i=1}^2 \alpha_{15i} E_{t-i} + \varepsilon_{3t} \quad (5)$$

(۵)

$$K_t = \sum_{i=1}^2 \alpha_{16i} E_{t-i} + \sum_{i=1}^2 \alpha_{17i} L_{t-i} + \sum_{i=1}^2 \alpha_{18i} CO2_{t-i} + \sum_{i=1}^2 \alpha_{19i} GDP_{t-i} + \sum_{i=1}^2 \alpha_{20i} K_{t-i} + \varepsilon_{4t}$$

$$L_t = \sum_{i=1}^2 \alpha_{21i} E_{t-i} + \sum_{i=1}^2 \alpha_{22i} CO2_{t-i} + \sum_{i=1}^2 \alpha_{23i} K_{t-i} + \sum_{i=1}^2 \alpha_{24i} GDP_{t-i} + \sum_{i=1}^2 \alpha_{25i} L_{t-i} + \varepsilon_{5t} \quad (6)$$

(۶)

کوتاه مدت و بلندمدت یک طرفه از سوی مصرف انرژی به تولید ناخالص ملی وجود دارد. در مطالعه‌ای مشابه Arman & Zare (2002) ارتباط بین مصرف نهایی انرژی و حامل‌های مختلف انرژی و رشد اقتصادی را طی سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۴۶ مورد بررسی قرار دادند. Zamani (2007) به رابطه دو طرفه از مصرف انرژی الکتریسته و تولید ناخالص ملی در ایران پی برده است. در مطالعه Sharzehi & Haghani (2010) در ایران طی سال‌های ۱۳۵۳ تا ۱۳۸۴ به وجود رابطه یک طرفه از سوی درآمد ملی به سوی مصرف انرژی اشاره شد و رابطه علیت بین درآمد و انتشار کربن پیدا نشد.

برخلاف مطالعات دیگر که بیشتر بر روی دو متغیر انرژی و رشد اقتصادی تمرکز داشته‌اند در مطالعه حاضر به دلیل وجود رابطه بین سرمایه و نیروی کار با درآمد ملی، این دو متغیر (سرمایه و نیروی کار) به رابطه انرژی-رشد و دی‌اکسیدکربن اضافه گردید. نظر به اهمیت موضوع جهانی انتشار گاز دی‌اکسیدکربن و تغییر نظام یارانه‌های انرژی در ایران، هدف اصلی مطالعه حاضر ارزیابی عوامل موثر بر ایجاد آلودگی در ایران می‌باشد.

مواد و روش‌ها

برای بررسی رابطه علیت، تکنیک‌های مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی از این روش‌ها، روش خودتوضیح برداری^۱ (VAR) است که در آن تمامی متغیرها درونزا در نظر گرفته می‌شوند. در این روش

1. VAR

برای بررسی چگونگی ارتباط بین متغیرها از علیت گرانجری^۱ استفاده شد. مراحل تحقیق، با استفاده از نرم افزار Eviews 5 انجام شد.

نتایج و بحث

همانطور که قبلاً اشاره شد، پیش از استفاده از داده‌های سری زمانی برای ممانعت از تخمین رگرسیون‌های کاذب، لازم است ایستایی همه متغیرها مورد بررسی قرار گیرد. جدول (۱) نتایج حاصل از آزمون

1. Granger causality

ایستایی گام به گام را نشان می‌دهد. ستون اول متغیرهای مدل، ستون دوم آماره آزمون ایستایی، ستون سوم سطح احتمال وستون چهارم وضعیت ایستایی را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از تست ایستایی نشان می‌دهد که فرضیه وجود ریشه واحد رد شده و همه متغیرهای مورد مطالعه ایستا هستند. متغیر دی اکسید کربن (CO_2) در سطح یک دهم درصد، تعداد نیروی کار فعال اقتصادی (L) در سطح یک درصد، متغیرهای تولید ناخالص داخلی (GDP)، میزان مصرف انرژی (E) در سطح پنج درصد و تشکیل سرمایه ناخالص داخلی (K) در سطح ده درصد ایستا می‌باشند.

جدول ۱- نتایج تست ایستایی با استفاده از روش چند مرحله ای

نام متغیر	آماره t	سطح احتمال	وضعیت ایستایی	درجه ایستایی
CO_2 دی اکسید کربن	-۶/۱۲	۰/۰۰۰۱	بدون روند و عرض از مبدأ	I(0)
(GDP) تولید ناخالص داخلی	-۲/۲۵	۰/۰۲۵۴	بدون روند و عرض از مبدأ	I(0)
(E) مصرف انرژی	-۲/۶۹	۰/۰۵۰۰	با روند	I(0)
(k) تشکیل سرمایه ناخالص داخلی	-۲/۸۴	۰/۰۶۴۵	با عرض از مبدأ	I(0)
(L) نیروی کار	-۵/۱۹	۰/۰۰۱۳	با روند و عرض از مبدأ	I(0)

جدول (۲) بیان شده است. ستون اول متغیرهای وابسته، سطر اول متغیرهای مستقل و اعداد جدول سطح معنی داری متغیرهای مستقل را نشان می‌دهد.

برای بررسی رابطه بین متغیرهای مختلف و سطح انتشار گاز دی اکسید کربن از آزمون غیرعلی گرانجر در قالب مدل VAR استفاده شد. نتایج احتمال رد یا پذیرش معنی دار بودن متغیرها در

جدول ۲- نتایج آزمون غیر علی انگل گرانجر

متغیر متغیر وابسته	CO_2	GDP	E	k	L	All	نتایج علیت
CO_2	-	۰/۰۸۲۳	۰/۰۵۳۱	۰/۸۵۷۵	۰/۸۶۵۲	۰/۲۵۸۶	$E \rightarrow CO_2$
GDP	۰/۸۴۶۷	-	۰/۷۲۴۲	۰/۰۴۶۷۹	۰/۸۶۹۲	۰/۹۶۵۹	$K \rightarrow GDP$
E	۰/۰۹۳۲	۰/۰۵۶۴	-	۰/۰۱۷۲	۰/۴۱۲۱	۰/۰۰۶۸	$GDP \rightarrow E$
k	۰/۷۴۵۹	۰/۸۱۱۲	۰/۷۹۳۴	-	۰/۹۴۰۵	۰/۹۹۹	$K \rightarrow E$
L	۰/۷۸۲۵	۰/۸۲۷۲	۰/۰۲۴۱	۰/۵۰۵۵	-	۰/۰۶۰۴	-

در معادلات از روش تجزیه واریانس چالسکی^۱ استفاده شده است. نتایج برای هر سه مورد دی‌اکسیدکربن، تولید ناخالص ملی و انرژی نشان می‌دهد که نوسان این متغیرها سهم بیشتری را در توضیح واریانس خطای پیش بینی خود دارند. قسمت الف جدول (۳) درصد واریانس خطای پیش بینی انتشار گاز دی‌اکسیدکربن را نسبت به متغیرهای انرژی، نیروی کار، تولید ناخالص ملی، سرمایه و دی‌اکسیدکربن نشان می‌دهد. بیشترین اثر مربوط به تولید ناخالص ملی است با سهم ۹/۳۳ درصد و پس از آن بیشترین سهم مربوط به مصرف انرژی با سهم ۵/۶۲ درصد می‌باشد. اما بعد از ۲۰ سال این روند به سمت مصرف انرژی تغییر می‌کند به بیان دیگر در دوره‌های ابتدایی سهم تولید ناخالص ملی در توضیح واریانس خطای پیش بینی دی‌اکسیدکربن بیشتر است و از دوره ۱۸ به بعد این روند تغییر می‌کند و سهم مصرف انرژی در توضیح خطا افزایش می‌یابد به گونه‌ای که این سهم به ۱۱/۱۲ درصد در سال بیستم خواهد رسید. این یافته با نتیجه تست علیت سازگاری دارد که مصرف انرژی و تولید ناخالص ملی علت انتشار گاز دی‌اکسیدکربن می‌باشد. قسمت ب جدول تجزیه واریانس تولید ناخالص ملی را نشان می‌دهد که تشکیل سرمایه ناخالص نسبت به دیگر متغیرها سهم بیشتری را در توضیح واریانس جمله خطا ایفا می‌نماید که این نتیجه دور از انتظار نیست و با مطالعات دیگر نیز سازگاری دارد. در قسمت انتهایی جدول (ج)، مربوط به تجزیه واریانس انرژی می‌باشد. پس از یک سال تولید ناخالص ملی ۲۷/۷۱، سرمایه ۱۵/۹۹ و دی‌اکسیدکربن ۵/۷۳ درصد از واریانس خطای پیش بینی انرژی را توضیح می‌دهند. بعد از ۵ سال سهم سرمایه کاهش یافته به ۱۳/۴۱ می‌رسد و بعد از ۱۵ سال مجدداً به همراه سهم نیروی کار افزایش می‌یابد.

نتایج ردیف اول جدول (۲) نشان می‌دهد که تولید ناخالص ملی (GDP) و مصرف انرژی (E) از عوامل موثر بر انتشار دی‌اکسید کربن (CO₂) می‌باشند. در سطح ۱۰ درصد این دو متغیر عامل انتشار گاز دی‌اکسیدکربن می‌باشند. نتیجه مذکور خلاف مطالعه Sharzehi & Hagani (2010) بوده و با مطالعه Soytaş et al (2007) در امریکا تطابق داشته ولی با مطالعه Latz & (2006) در فنلاند (که نشان دادند رشد GDP بر انتشار CO₂ موثر نیست) مطابقت ندارد. همچنین دی‌اکسید کربن (CO₂)، تولید ناخالص داخلی (GDP) و میزان تشکیل سرمایه (K) از عوامل موثر بر مصرف انرژی (E) می‌باشند رشد GDP عامل رشد مصرف انرژی است اما مصرف انرژی بر GDP موثر نیست و تنها تولید ناخالص علت مصرف انرژی می‌باشد که نتیجه حاضر با مطالعه Sharzehi & Hagani (2010) برای دوره ۱۳۵۳ تا ۱۳۸۴ می‌باشد. شاید یکی از دلایل حصول این نتیجه آن باشد که مصرف انرژی در کشور بصورت کارا و بهینه صورت نمی‌گیرد، به عبارت دیگر مصرف انرژی بیشتر، معادل با افزایش تولید و رشد اقتصادی نیست و این در حالی است که مصرف بیشتر انرژی، منجر به مقادیر بالاتر آلودگی و انتشار گازهای آلاینده بویژه دی‌اکسید کربن در کشور می‌گردد. یکی از دلایل مصرف ناکارای انرژی می‌تواند روش قیمت گذاری انواع انرژی (بویژه سوخت‌های فسیلی) در کشور باشد. در واقع وقتی قیمت منابع طبیعی منعکس کننده کمیابی آنها نیست، منابع مذکور بطور کارا اختصاص داده نمی‌شوند (Esmaeili, 2001). با رشد GDP امکان تولید انرژی و استخراج نفت بوجود می‌آید بنابراین مصرف انرژی نیز بیشتر می‌شود و رشد GDP، علت گرانبجاری مصرف انرژی می‌باشد که با نتایج بدست آمده در این مطالعه سازگاری دارد.

برای تعیین سهم هرکدام از متغیرهای حاضر از تجزیه واریانس استفاده شد. نتایج جدول (۳) نتایج حاصل از تجزیه واریانس خطای پیش بینی را برای دوره ۲۰ ساله نشان می‌دهد. برای قطری کردن جمله خطا

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس دی اکسیدکربن، تولید ناخالص ملی و مصرف انرژی

الف- تجزیه واریانس دی اکسیدکربن					
دوره	انرژی	نیروی کار	تولید ناخالص ملی	سرمایه	دی اکسید کربن
بعد از یک سال	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۱۰۰/۰۰
بعد از ۵ سال	۵/۶۲	۰/۵۸	۹/۳۳	۵/۲۲	۷۹/۲۶
بعد از ۱۰ سال	۶/۸۳	۱/۷۰	۹/۱۶	۷/۰۶	۷۵/۲۵
بعد از ۱۵ سال	۸/۴۹	۲/۶۶	۹/۱۵	۷/۴۲	۷۲/۲۸
بعد از ۲۰ سال	۱۱/۱۲	۳/۸۴	۹/۱۱	۷/۶۷	۶۸/۲۷
ب- تجزیه واریانس تولید ناخالص ملی					
دوره	انرژی	نیروی کار	تولید ناخالص ملی	سرمایه	دی اکسید کربن
بعد از یک سال	۰/۰۰	۰/۰۰	۹۶/۳۲	۰/۱۵	۳/۵۳
بعد از ۵ سال	۰/۶۵	۱/۴۸	۷۷/۹۷	۱۲/۶۰	۷/۳۰
بعد از ۱۰ سال	۰/۶۹	۱/۷۱	۷۵/۳۷	۱۴/۶۷	۷/۵۵
بعد از ۱۵ سال	۰/۷۳	۱/۷۳	۷۵/۲۹	۱۴/۷۰	۷/۵۶
بعد از ۲۰ سال	۰/۷۹	۱/۷۵	۷۵/۲۱	۱۴/۶۹	۷/۵۵
ج- تجزیه واریانس مصرف انرژی					
دوره	انرژی	نیروی کار	تولید ناخالص ملی	سرمایه	دی اکسید کربن
بعد از یک سال	۴۵/۵۶	۴/۹۲	۲۱/۷۱	۱۵/۹۹	۵/۷۳
بعد از ۵ سال	۴۷/۶۷	۲۱/۳۰	۷/۶۱	۱۳/۴۱	۱۰/۰۲
بعد از ۱۰ سال	۴۸/۸۴	۲۰/۷۷	۸/۴۵	۱۴/۳۸	۷/۵۶
بعد از ۱۵ سال	۵۰/۱۵	۲۱/۲۴	۸/۴۸	۱۲/۸۷	۷/۲۶
بعد از ۲۰ سال	۵۰/۶۹	۲۱/۴۱	۸/۵۴	۱۲/۲۹	۷/۰۸

نتیجه گیری و پیشنهادها

از نتایج مدل VAR و تجزیه واریانس، برای بررسی اثرات متغیرهای اقتصادی بر میزان انتشار گاز دی اکسید کربن، می توان دریافت که تنها GDP علت انتشار گاز دی اکسید کربن نیست بلکه میزان مصرف انرژی نیز بر انتشار این گاز اثر گذار است. لذا برای اتخاذ سیاست کنترل آلودگی توجه به نقش انرژی مهم می باشد. رشد اقتصادی، میزان انتشار گاز CO₂ و مصرف انرژی را افزایش می دهد. از این رو جایگزین کردن انرژی های دیگر به جای انرژی های فسیلی که مانعی بر سر رشد اقتصادی نمی باشند، می تواند راه حل مناسبی برای کنترل آلودگی دی اکسید کربن باشد. همچنین به علت آن که این جایگزینی در کوتاه مدت امکان پذیر نمی باشد، اتخاذ سیاست های دیگر از قبیل قیمت گذاری

مناسب، می تواند مفید واقع شود. در واقع قیمت یک منبع طبیعی مثل سوخت های فسیلی علاوه بر آن که نشان دهنده کمیابی آن عامل است، باید به گونه ای باشد که موجب بهبود در مصرف و کارایی آن نیز گردد. مصرف انرژی آلودگی محیط زیست را افزایش داده است که مربوط به نامناسب بودن الگوی مصرف انرژی در کشور می باشد. نتایج تجزیه واریانس نیز نشان دهنده کوتاهتر بودن دوره واکنش آلودگی به مصرف انرژی در ایران نسبت به سایر کشورها می باشد. کوتاه بودن طول مدت شوک مصرف انرژی بر آلودگی در کشور، سیاستگزاری های زیست محیطی را آسانتر می نماید. به عبارت دیگر چون مصرف انرژی در کشور عامل اصلی ایجاد آلودگی است، با کاهش مصرف انرژی بر اثر اتخاذ سیاست هایی مثل قیمت گذاری یا سهمیه بندی سوخت،

تغییر نوع سوخت مصرفی و یا استفاده از دستگاه‌ها و تجهیزات آن که از سوخت مناسب‌تر استفاده می‌نمایند
 امکان کنترل آلودگی در ایران در مدت کوتاه‌تری امکان پذیر می‌باشد.

REFERENCES

1. Arman, S. & Zare, R. (2002). Causality relationship between energy consumption and economic growth in 1964-1998. *Journal of Economics Research of Iran*, (24): 117-143.
2. Cheng, B.S & Lai, T.W. (1997). An investigation of Co-integration and Causality between energy consumption and economic activity in Taiwan. *Energy Economics*, 19: 435-444.
3. Esmaili, A. (2001). *Environmental economics*. Hormozgan University Press (In Farsi).
4. Energy planning. Energy balance sheet, (1973-2005). Published by Iran's Energy Ministry. (In Farsi).
5. Fatai, K., Oxley, L. & Scrimgeour, F.G. (2004). *Modeling the causal relationship between energy consumption and GDP in New Zealand, Australia, India, Indonesia, the Philippines and Thailand*, Mathematics and Computer in Simulation, 64: 43-445.
6. Gujarati, D. (2004). *Basic econometrics*, Fourth Edition. The McGraw-Hill Companies.
7. Khoshakhlagh, R., Sharifi, A. & Kochakzade, M. (2002). Economics evaluation of sunny energy comparison of diesel making power. *Journal of Economics Research of Iran*, (24): 171-192. (In Farsi).
8. Latz, V. & Feng, Q. (2006). Assessing income, population, and technology impacts on CO2 emissions in Canada: where's the EKC. *Ecological Economics*, 57: 229-38.
9. Melki, R. (1996). *Energy consumption and economic growth in Iran*. Ms. Thesis. Shahid Beheshti thesis University. (In Farsi).
10. Masih, A. M. & Masih, R. (1997). On the temporal causal relationship between energy consumption, real income and price: some new evidence from Asian Energy dependent NICs base on a multivariate cointegration Vector Error Correction Approach, *Journal of Policy Modeling*, 19(4): 417-440.
11. Soytas, U., Sari, R. & Ewing, B. (2007). Energy consumption, income, and carbon emissions in the United State, *Ecological Economics*, 482 - 489.
12. Sharzehi, Gh. & Hagani, M. (2010). Causality relationship between energy consumption and national income, *Journal of Economics Research* (87): 75-90. (In Farsi).
13. Yang, H.Y. (2000). A note on the causal relationship between energy and GDP in Taiwan, *Energy Economics*, 22: 309-317.
14. Zamani, M. (2007). Energy consumption and economic activities in Iran. *Energy Economics*, 29: 1135-1140. (In Farsi).