

## بررسی رابطه علیت میان مصرف حامل‌های انرژی، رشد اقتصادی و دی اکسید کربن در بخش‌های اقتصاد ایران

\* روح‌اله شهنازی<sup>۱</sup>، ابراهیم هادیان<sup>۲</sup>، لطف‌الله جرگانی<sup>۳</sup>

۱. استادیار اقتصاد، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

۲. دانشیار اقتصاد، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

۳. کارشناسی ارشد علوم اقتصادی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

(دریافت: ۱۳۹۵/۰۱/۱۹ پذیرش: ۱۳۹۵/۳/۲۳)

## An Investigation of Energy Consumption, Economic Growth and CO2 Emission in the Iranian Economic Sectors

\*Rouhollah Shahnazi<sup>1</sup>, Ebrahim Hadian<sup>2</sup>, Lotfollah Jargani<sup>3</sup>

1. Assistant Professor of Economics, Shiraz University, Shiraz, Iran

2. Associate Professor of Economics, Shiraz University, Shiraz, Iran

3. M.A. in Economics, Shiraz University, Shiraz, Iran

(Received: 7/April/2016 Accepted: 12/June/2016)

### چکیده:

Abstract: Although the trend of increase in energy consumption has made possible fast economic growth of industrial modern society, but because of combustion pollutants emission and increase in density of carbon dioxide in atmosphere has made irreversible changes in the world. Not only this trend is destroying finite and nonrenewable energies, but also it is releasing numerous of pollutants into the receptive environment (air, water, and soil).

In this article, existence of causality relation between energy carriers' consumption with economic growth and carbon dioxide gas emission in sectors of Iran's economy (residential, general and commercial, industry, agriculture, and transportation) in period of 1997 to 2012 using causality Toda and Yamamoto method has been studied.

In the agriculture sector, results show a unidirectional causality relation of energy carrier consumption to economic growth. In transportation, residential, general and economic sectors existence of bidirectional causality relation of economic growth variable and carbon dioxide gas emission with energy carriers has been verified. In industry sector, a unidirectional causality relation of economic growth to gas, electricity to economic growth and bidirectional causality relation of coal exist. Also, there is a unidirectional causality relation of carbon dioxide emission to oil and bidirectional causality relation carbon dioxide gas emission to other variables except oil exist.

**Keywords:** Energy Carriers, Economic Growth, CO2, Toda and Yamamoto Causality.

**JEL:** O13, O44, C22.

روند رو به افزایش مصرف انرژی، گرچه رشد سریع اقتصادی جوامع مدرن صنعتی را میسر کرده، اما به واسطه نشر آلاینده‌های حاصل از احتراق و افزایش غلظت دی اکسید کربن در اتمسفر، جهان را با تغییرات برگشت‌ناپذیر مواجه ساخته است. با توجه به تفاوت ارتباط میان مصرف انرژی، رشد اقتصادی و انتشار گاز دی اکسید کربن در هر بخش، تصمیم‌گیری در مورد اجرای سیاست صرفه‌جویی در مصرف حامل‌های انرژی جهت کاهش انتشار گاز دی اکسید کربن بدون کند شدن رشد اقتصادی، نیازمند بررسی دقیق‌تر این رابطه برای هر بخش است. در این مطالعه وجود رابطه علیت بین مصرف حامل‌های مختلف انرژی با رشد اقتصادی و انتشار گاز دی اکسید کربن در بخش‌های مختلف اقتصادی (خانگی، عمومی و تجاری، صنعت، کشاورزی و حمل و نقل)، در دوره ۱۳۹۱-۱۳۷۶ با استفاده از روش علیت تودا و یاماموتو در ایران مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد، در بخش کشاورزی نتایج حکایت از وجود رابطه علیت یک‌طرفه از مصرف حامل‌های انرژی به رشد اقتصادی دارد. اما در مورد انتشار گاز دی اکسید کربن وجود رابطه علیت تأیید نشده است. در بخش‌های حمل و نقل و خانگی، عمومی و تجاری وجود رابطه علیت دوطرفه از متغیر رشد اقتصادی و انتشار گاز دی اکسید کربن با حامل‌های انرژی تأیید شده است. در بخش صنعت رابطه علیت یک‌طرفه از رشد اقتصادی به گاز، برق به رشد اقتصادی و رابطه علیت دوطرفه از رشد اقتصادی به زغال‌سنگ وجود دارد. همچنین رابطه علیت یک‌طرفه از انتشار گاز دی اکسید کربن به نفت و رابطه علیت دوطرفه از انتشار گاز دی اکسید کربن به سایر متغیرها غیر از نفت وجود دارد.

**واژه‌های کلیدی:** حامل‌های انرژی، رشد اقتصادی، گازهای گلخانه‌ای، علیت تودا و یاماموتو.

**طبقه‌بندی JEL:** O13, O44, C22.

\* نویسنده مسئول: روح‌اله شهنازی

E-mail: rshahnazi@shirazu.ac.ir

\*Corresponding Author: Rouhollah Shahnazi

## ۱- مقدمه

آغاز موج توجه عمومی به مسائل زیست محیطی طی دهه ۱۹۶۰ به وقوع پیوست و تمرکز عمده این توجهات روی آلودگی‌های صنعتی به واسطه رشد روز افزون اقتصادهای صنعتی بود. با توجه به اینکه هدف اصلی بسیاری از سیاست‌های اقتصادی، دستیابی به سطح رشد اقتصادی بالاتر می‌باشد، مخاطرات زیست محیطی ناشی از رشد اقتصادی به یک مسئله مهم تبدیل شده است. با توجه به این موضوع، برخی از طرفداران محیط زیست از دیدگاه شکست بازار با تجارت آزاد و رشد اقتصادی مخالفت کرده‌اند. بر اساس این دیدگاه به دلیل اینکه بازار در حمایت مطلوب از ارزش‌های زیست محیطی با شکست مواجه می‌شود، دخالت دولت ضرورت می‌یابد. اما برخی دیگر معتقدند برای دستیابی به محیط زیست سالم‌تر و ریشه کن کردن فقر، رشد اقتصادی لازم است. آنها در جهت اثبات این مسئله بیان می‌کنند که با غنی‌تر شدن کشورها یا مناطق، شهروندان توجه بیشتر به جنبه‌های غیر اقتصادی شرایط زندگی خود را تقاضا می‌کنند (استادی، ۱۳۹۵: ۱۳۱).

کشورهای ثروتمند می‌خواهند که هوای شهری تمیزتر و کناره رودهای تمیزتری داشته باشند و همچنین استانداردهای زیست محیطی سخت‌گیرانه‌تر و قوانین زیست محیطی شدیدتری را نسبت به کشورهای با درآمد متوسط و پایین می‌طلبند.

مروری بر ادبیات اقتصادی نشان می‌دهد که آثار سیاست‌های صرفه‌جویی در مصرف انرژی بر رشد اقتصادی، باید در طراحی سیاست‌های زیست محیطی مورد توجه قرار گیرد. موضوع آثار کاهش آلودگی بر رشد اقتصادی از این حیث حائز اهمیت است که رابطه احتمالی بین آلودگی و مصرف انرژی از یک سو و مصرف انرژی و رشد اقتصادی از سوی دیگر وجود دارد (نعمت الهی و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۵). بنابراین، با توجه به رابطه بین رشد اقتصادی و تخریب کیفیت محیط زیست در دهه‌های اخیر، مجادله‌ای در میان طرفداران محیط زیست و رشد اقتصادی ایجاد شد، زیرا طرفداران محیط زیست معتقدند رشد اقتصادی موجب تخریب کیفیت محیط زیست شده است ولی دیدگاه‌های مخالف نیز در این زمینه وجود دارد. از جمله برخی شواهد نشان دهنده وجود رابطه U معکوس میان کیفیت محیط زیست و رشد اقتصادی بوده که این نظریه «منحنی کوزنتس زیست محیطی»<sup>۱</sup> نام گرفته است. بر اساس این دیدگاه در مراحل اولیه رشد اقتصادی، کیفیت محیط زیست

کاهش یافته، ولی با گذر درآمد سرانه از یک آستانه معین، کیفیت محیط زیست نیز بهبود می‌یابد (مهدوی، ۱۳۹۵: ۲۵). هدف این مقاله تعیین علیت میان استفاده از حامل‌های انرژی، رشد اقتصادی و تولید دی اکسید کربن در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران است. در این راستا ابتدا مبانی نظری این ارتباط مشخص شده است. سپس مطالعات قبلی مرتبط مشخص شده و در ادامه پس از بررسی مبانی تئوریک روش‌های مورد استفاده و نتایج برآوردها ارائه شده است.

## ۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

### ۲-۱- مصرف انرژی و رشد اقتصادی

دیدگاه اغلب اقتصاددانان نئوکلاسیک مانند برنند و دنیسون<sup>۲</sup>، مخالف اقتصاددانان اکولوژیک می‌باشد. آنها معتقدند که انرژی از طریق تأثیری که بر نیروی کار و سرمایه می‌گذارد، به طور غیرمستقیم بر رشد اقتصادی مؤثر است و مستقیماً اثری بر رشد اقتصادی ندارد. اغلب اقتصاددانان نئوکلاسیک بر یک اصل معتقدند و آن این است که انرژی نقش کوچکی در تولید اقتصادی داشته و یک نهاده واسطه‌ای است و عوامل اساسی تولید تنها نیروی کار، سرمایه و زمین هستند (بهبودی و برقی گلعذانی، ۱۳۸۷: ۳۸).

سرمایه و نیروی کار اعم از متخصص و غیرمتخصص، از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی‌اند که در توابع رشد در نظر گرفته می‌شوند. در تئوری‌های جدید رشد، عامل انرژی نیز وارد مدل شده است، ولی اهمیت آن در مدل‌های مختلف، یکسان نیست. استرن<sup>۳</sup> بیان می‌کند که در مدل بیوفیزیکی رشد، انرژی مهم‌ترین عامل رشد است. نیروی کار و سرمایه، عوامل واسطه‌ای هستند که برای به کارگیری به انرژی وابسته‌اند (استرن، ۱۹۹۳ به نقل از آیرس و نایر). همچنین استرن به نقل از اقتصاددانان نئوکلاسیک بیان می‌کند که انرژی از طریق تأثیری که بر نیروی کار و سرمایه دارد، به طور غیرمستقیم بر رشد اقتصادی نیز مؤثر است ولی مستقیماً اثری بر رشد اقتصادی ندارد (استرن، ۱۹۹۳: ۱۳۸).

امروزه، در نظریه‌های جدید رشد، علاوه بر نهاده‌های کار و سرمایه، انرژی نیز به عنوان یکی از نهاده‌های مهم تولید در بحث‌های اقتصاد کلان مطرح است و تولید تابعی از نهاده‌های کار، سرمایه و انرژی تلقی می‌شود. همچنین فرض بر این است که بین میزان استفاده از این نهاده‌ها و سطح تولید رابطه‌ای

2. Berndt & Denison

3. Stern (1993)

1. Environmental Kuznets Curve

هم سبب افزایش خروجی‌های نامطلوب و آلاینده‌ها می‌گردد که در تخریب محیط زیست مؤثر هستند. در این زمینه، مطالعات زیادی صورت گرفته است که از آن جمله می‌توان به منحنی‌های زیست‌محیطی کوزنتس اشاره کرد (بهبودی و برقی گل‌دانی، ۱۳۸۷: ۳۹). در دهه ۱۹۹۰ با مشاهده شواهدی مبنی بر وجود رابطه بین شاخص‌های مختلف تخریب محیط زیست و درآمد سرانه به شکل U معکوس، شبیه رابطه موجود بین درآمد سرانه و نابرابری درآمد در منحنی کوزنتس اولیه، منحنی کوزنتس در مطالعات مربوط به محیط زیست نیز وارد و رابطه مذکور بین رشد اقتصادی و شاخص‌های مربوط به آلودگی (کیفیت محیط زیست) به صورت U معکوس، به منحنی زیست‌محیطی کوزنتس معروف شد و امروزه در ادبیات اقتصادی، رابطه رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست در فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس یا فرضیه انتقال زیست‌محیطی خود را نمایان می‌سازد.

داسگوپتا و مالر<sup>۳</sup> اولین بار اصطلاح منحنی زیست‌محیطی کوزنتس را به دلیل شباهت این منحنی با منحنی پایه‌ای کوزنتس بکار بردند. بعضی از داده‌های اقتصادی نشان داده‌اند که مصرف انرژی، محصولات کشاورزی و امکانات بهداشتی با رشد درآمد سرانه تغییر می‌کنند، و این مسئله تأثیر زیادی بر کیفیت زیست‌محیطی خواهد داشت (داسگوپتا و مالر، ۱۹۹۴: ۳).

با افزایش درآمد سرانه، تقاضا برای افزایش سطح کیفی محیط زیست و سرمایه‌گذاری در محیط زیست افزایش می‌یابد. بنابراین، نمی‌توان گفت که رشد اقتصادی به طور حتم منجر به نابودی محیط زیست می‌شود. بکرمن<sup>۴</sup> با ارائه استدلالی باعث شهرت و گسترش هر چه بیشتر فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس شد. از نظر وی شواهد روشنی وجود دارد که رشد اقتصادی در مراحل اولیه خود منجر به تخریب محیط زیست می‌شود. ولی در نهایت بهترین و شاید تنها راه برای حفظ و ارتقای سطح کیفی محیط زیست در کشورهای جهان، ثروتمند شدن است (بکرمن، ۱۹۹۲: ۴۹۲).

### ۳- مطالعات پیشین

در این قسمت مطالعات انجام شده در زمینه رابطه بین مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی و محیط زیست در جدول (۱) ارائه شده است.

مستقیم وجود دارد. از سوی دیگر، مصرف انرژی تابعی معکوس از قیمت آن است و تغییر قیمت انرژی، اثری مهم در مصرف انرژی و در نتیجه در تولید ناخالص ملی دارد (ملکی، ۱۳۸۳: ۱۰۷).

### ۲-۲- مصرف انرژی و محیط زیست

به طور کلی بین اقتصاد و محیط زیست واکنشی دوطرفه وجود دارد. بنگاه‌ها با استفاده از منابع اقتصادی از جمله مواد اولیه و انرژی، کالاها و خدمات را تولید می‌کنند و در این فرایند قسمتی از نهاده‌های مورد استفاده در تولید را به عنوان ضایعات و پسماند به محیط زیست باز می‌گردانند. این ضایعات که عمدتاً به شکل گازهای مونواکسید کربن، دی‌اکسید یا مواد زائد جامد و فاضلاب می‌باشد، موجب بروز آلودگی‌ها یا تحمیل هزینه‌های خارجی به جامعه می‌گردد. بدین ترتیب ملاحظه می‌شود که اتخاذ هر تصمیم در اقتصاد با هزینه فرصت یا فرصت‌های ازدست‌رفته روبه‌رو است.

البته مصرف بی‌رویه انرژی، به ویژه سوخت‌های فسیلی برای تحقق اهداف رشد اقتصادی و علاوه بر آن، ضعف کارایی در مصرف آن باعث افزایش آلودگی محیط زیست می‌شود؛ به طوری که از عوامل مهم آلودگی هوا، انتشار گاز دی‌اکسید که یکی از مهم‌ترین انواع گازهای گلخانه‌ای و نتیجه مصرف سوخت‌های فسیلی در بخش‌های تولیدی، تجاری، خدماتی و خانگی است، می‌باشد (علم و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۷ به نقل از بهبودی و برقی گل‌دانی، ۱۳۸۷: ۳۸).

تول و همکاران<sup>۲</sup> در مطالعه خود به بررسی رابطه بلندمدت بین مصرف انرژی و انتشار گاز دی‌اکسید کربن در آمریکا در سال‌های ۲۰۰۲-۱۹۵۰ پرداختند. نتایج اصلی این مطالعه نشان می‌دهد که در دوره مورد مطالعه، شدت انتشار گاز دی‌اکسید کربن با افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی افزایش یافته و همچنین در کنار این عامل، رشد جمعیت، رشد اقتصادی و رشد مصرف برق نیز عامل‌هایی تأثیرگذار بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن هستند (تول و همکاران، ۲۰۰۹: ۴۳۸).

### ۲-۳- رشد اقتصادی و اثرات زیست محیطی

رشد اقتصادی یکی از عوامل مهم در خصوص منبع و منشا اثرات زیست‌محیطی می‌باشد. زیرا افزایش رشد اقتصادی، هم باعث استفاده بیشتر از منابع طبیعی و زیست‌محیطی می‌شود و

3. Dasgupta & Maler (1994)

4. Beckerman (1992)

1. Alam et al. (2007)

2. Tol et al. (2009)

## جدول ۱. خلاصه‌ای از مطالعات پیشین

| نویسنده                               | موضوع   | دوره      | تکنیک و روش                                 | نتیجه  |
|---------------------------------------|---|-----------|---|--|
| چنگ و لای <sup>۱</sup><br>(۱۹۹۷)      | بررسی هم‌انباشتگی و علّیت بین مصرف انرژی و فعالیت‌های اقتصادی                         | ۱۹۵۵-۱۹۹۳ | هم‌انباشتگی و تفسیر هشیانو از علّیت گرنجر   | رابطه علّیت یک طرفه‌ای از رشد اقتصادی به مصرف انرژی و از مصرف انرژی به اشتغال وجود دارد.   |
| یانگ <sup>۲</sup><br>(۲۰۰۰)           | ارتباط علّیت بین انرژی و تولید ناخالص ملی   | ۱۹۵۴-۱۹۹۷ | آزمون استاندارد علّیت گرنجر                 | رابطه علّیت گرنجر دوطرفه بین مصرف نهایی انرژی و تولید ناخالص داخلی و یک رابطه علّیت گرنجر دوطرفه بین تولید ناخالص داخلی، مصرف الکترونیسته و زغال سنگ وجود دارد.  |
| لانتز و فنگ <sup>۳</sup><br>(۲۰۰۶)    | تأثیرات درآمد، جمعیت و فناوری بر گاز CO <sub>2</sub> در کانادا                        | ۱۹۷۰-۲۰۰۰ | پانل  | تولید ناخالص داخلی سرانه با دی اکسید کربن رابطه‌ای ندارد، بلکه دی اکسید کربن یک رابطه کوهانی شکل با جمعیت و تکنولوژی دارد.   |
| آنگ <sup>۴</sup><br>(۲۰۰۷)            | رابطه علی بین انتشار گاز دی اکسید کربن، مصرف انرژی و تولید در کشور فرانسه             | ۱۹۶۰-۲۰۰۰ | علّیت گرنجر و هم‌انباشتگی                   | رشد اقتصادی علّت بلندمدت مصرف انرژی و آلودگی محیط زیست بوده و یک رابطه علی یک طرفه از سوی مصرف انرژی به سوی رشد تولید در کوتاه‌مدت برقرار است  |
| سویتاس و ساری <sup>۵</sup><br>(۲۰۰۷)  | رابطه بین انرژی و تولید: شواهدی از صنعت ساخت ترکیه                                    | ۱۹۶۸-۲۰۰۲ | مدل تصحیح خطای برداری و تجزیه‌ی واریانس     | یک رابطه یک طرفه از مصرف برق به ارزش افزوده وجود دارد  |
| یوان <sup>۶</sup> و همکاران<br>(۲۰۰۷) | رابطه‌ای علی بین مصرف برق و رشد اقتصادی در چین  | ۱۹۷۸-۲۰۰۴ | هم‌انباشتگی یوهانسن                         | رابطه‌ای یک طرفه از مصرف برق به تولید ناخالص داخلی حقیقی وجود دارد   |
| تول <sup>۷</sup> و همکاران<br>(۲۰۰۹)  | رابطه بلندمدت بین مصرف انرژی و انتشار گاز دی اکسید کربن در آمریکا                     | ۱۹۵۰-۲۰۰۲ | روش هم‌انباشتگی یوهانسن                     | شدت انتشار گاز دی اکسید کربن با افزایش سوخت‌های فسیلی افزایش یافته و رشد جمعیت، رشد اقتصادی و رشد مصرف برق نیز عامل‌های تأثیر گذار بر انتشار گاز دی اکسید کربن هستند.  |
| پائو و تسای <sup>۸</sup><br>(۲۰۱۱)    | رابطه بلندمدت و علّیت پویا بین انتشار دی اکسید کربن، مصرف انرژی، و تولید ناخالص داخلی | ۱۹۸۲-۲۰۰۷ | آزمون هم‌انباشتگی پانلی و آزمون علّیت گرنجر | علّیت دوسویه بلندمدت بین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و مصرف انرژی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و انتشار دی اکسید کربن و علّیت دوسویه کوتاه‌مدت بین تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی و انتشار دی اکسید کربن وجود دارد. |
| مسعود زمان <sup>۹</sup><br>(۲۰۱۲)     | رابطه بین رشد اقتصادی، مصرف برق و سرمایه‌گذاری در بنگلادش                             | ۱۹۸۱-۲۰۱۱ | تجزیه و تحلیل هم‌جمعی یوهانسن و علّیت       | علّیت از مصرف برق به رشد اقتصادی، از مصرف برق به سرمایه‌گذاری و از سرمایه‌گذاری به رشد اقتصادی در کوتاه مدت. علّیت در بلندمدت از مصرف برق و رشد اقتصادی به سرمایه‌گذاری است.   |
| احمد <sup>۱۰</sup><br>(۲۰۱۳)          | انتشار CO <sub>2</sub> ، جمعیت و رشد صنعتی در کشورهای منتخب جنوب آسیا                 | ۱۹۸۰-۲۰۰۸ | روش پانل و هم‌جمعی یوهانسن                  | در کشورهای منتخب SAARC، صنعتی شدن و جمعیت هر دو عامل آلودگی هوای این کشورها بوده‌اند   |

1. Cheng & Lai (1997)
2. Yang (2000)
3. Lantz & Feng (2006)
4. Ang (2007)
5. Soyatas & Sari (2007)
6. Yuan et al. (2007)
7. Tol et al. (2009)
8. Pao & Tsai (2011)
9. Masuduzzaman (2012)
10. Ahmad (2013)

| نویسنده                               | موضوع   | دوره      | تکنیک و روش  | نتیجه   |
|---------------------------------------|---|-----------|--|---|
| موداکار <sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۳) | رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی؛ صنعتی شدن؛ تخریب محیط زیست و تقلیل منابع                      | ۱۹۷۵-۲۰۱۱ | علیت گرنجر با کاربرد دامنه فراوانی در چارچوب پیرس            | وجود یک رابطه علیت یک‌طرفه از انرژی هسته‌ای به سهم بخش صنعت در رشد تولید ناخالص داخلی؛ انرژی هسته‌ای به انتشار گاز دی اکسید کربن؛ مصرف انرژی برق با سهم کشاورزی در رشد تولید ناخالص داخلی؛ و رابطه علیت دوطرفه‌ای بین مصرف برق با تراکم جمعیت   |
| ابریشمی و مصطفایی (۱۳۸۰)              | رشد اقتصادی و مصرف فرآورده‌های عمده نفتی  | ۱۳۳۸-۷۸   | مدل‌های تصحیح خطای برداری                                    | در کوتاه‌مدت رابطه علی ضعیفی از تولید به مصرف فرآورده‌ها و در بلندمدت نیز رابطه علیت از تولید ناخالص داخلی به مصرف فرآورده‌هاست.  |
| نجاززاده و عباس محسن (۱۳۸۳)           | علیت بین مصرف حامل‌های انرژی و رشد بخش‌ها در ایران  | ۱۳۵۰-۸۱   | علیت هشیائو  | رابطه علیت دوطرفه بین مصرف حامل‌های انرژی و رشد بخش‌ها در ایران را بیان می‌کند.   |
| آرمن و زارع (۱۳۸۴)                    | رابطه علیت گرنجری بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران   | ۱۳۴۶-۸۱   | روش‌های تودا و یاماموتو و تصحیح خطا                          | یک رابطه علی یک‌طرفه از کل مصرف نهایی انرژی، به رشد اقتصادی و یک رابطه علیت گرنجری یک‌طرفه از رشد اقتصادی به مصرف گاز طبیعی و مصرف سوخت‌های جامد است  |
| حسنی صدرآبادی و همکاران (۱۳۸۶)        | رابطه علی میان مصرف انرژی، اشتغال و تولید ناخالص داخلی  | ۱۳۵۰-۸۴   | تجزیه و تحلیل هم‌گرایی و آزمون علیت هشیائو                   | علیت یک طرفه از مصرف انرژی به تولید ناخالص داخلی و از اشتغال به تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی است.  |
| فطرس و همکاران (۱۳۸۷)                 | رابطه علی بین تولید ناخالص داخلی و مصرف الکتریسیته  | ۱۹۶۷-۲۰۰۶ | روش تودا و یاماموتو  | در ایران رشد اقتصادی مقدم بر مصرف انرژی الکتریسیته است.   |
| شرزه‌ای و حقانی (۱۳۸۸)                | رابطه مصرف انرژی، درآمد ملی و انتشار کربن   | ۱۳۵۳-۸۴   | علیت گرنجری  | وجود یک رابطه علی یک‌طرفه از درآمد ملی به مصرف انرژی است. ولی رابطه علی میان درآمد و انتشار کربن مورد تایید قرار نگرفته است   |
| فطرس و براتی (۱۳۹۰)                   | تجزیه انتشار دی اکسید کربن ناشی از مصرف انرژی به بخش‌های اقتصادی ایران                            | ۱۳۷۶-۸۹   | تحلیل تجزیه شاخص   | اثر غالب تغییرات ساختاری در دو بخش صنعت و حمل و نقل و رشد اقتصادی در دیگر بخش‌ها و اثر نسبتاً بزرگ شدت انرژی در بخش خانگی، عمومی تجاری بر افزایش انتشار دی اکسید کربن.  |
| جعفری صمیمی و محمدی خیاره (۱۳۹۱)      | رابطه کوتاه‌مدت و بلندمدت بین انتشار دی اکسید کربن، مصرف انرژی و رشد اقتصادی؛ شواهد جدید در ایران | ۱۳۵۷-۸۹   | آزمون کرانه‌ای هم‌انباشتی                                    | وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها و کشش انتشار گاز دی اکسید کربن سرانه نسبت به درآمد در کوتاه‌مدت و بلندمدت به ترتیب ۰/۰۳ و ۰/۰۷ و وجود یک رابطه علیت یک‌طرفه از سمت تولید ناخالص سرانه به مصرف انرژی سرانه و انتشار گاز دی اکسید کربن سرانه و رابطه علیت یک‌طرفه از سمت نرخ اشتغال به رشد اقتصادی را نشان می‌دهد. |
| فطرس و براتی (۱۳۹۲)                   | تجزیه دی اکسید منتشره بخش حمل و نقل به زیربخش‌ها و انواع سوخت‌های مصرفی                           | ۱۳۷۶-۸۹   | تجزیه شاخص دیویزیبای لگاریتمی و شاخص دیویزیبای میانگین حسابی | فعالیت اقتصادی، تغییرات ساختاری و رشد جمعیت به ترتیب بیشترین اثر را بر انتشار دی اکسید کربن داشته‌اند و شدت انرژی نقشی کاهشی دارد.  |

مأخذ: گردآوری تحقیق

چرخه‌ای، در واقع مربوط به حرکت چرخه‌های تجاری و تکراری اقتصادی در طول سال‌های طولانی مختلف است، در حالی که مؤلفه تغییرات فصلی مربوط به نوسان تکراری سری در طول سال می‌باشد. علاوه بر این، رفتار یک سری زمانی اقتصادی ممکن است تحت تأثیر شوک‌های نامنظم تصادفی ناشی از رویدادهای غیرعادی مانند جنگ، بحران‌های مالی و قحطی قرار گیرد. حرکت‌های چرخشی سری‌های زمانی به طور معمول در سری‌های کوتاه‌مدت رخ نمی‌دهند و لذا یک سری زمانی ( $X_t$ ) می‌تواند تابعی از سه مؤلفه روند زمانی ( $T_t$ )، تغییرات فصلی ( $S_t$ ) و جزء نامنظم تصادفی ( $I_t$ ) باشد که به صورت جمع‌پذیر  $X_t = T_t + S_t + I_t$  یا حاصل‌ضربی  $X_t = T_t \times S_t \times I_t$  (لیم و مکالر، ۲۰۰۰: ۵۰۲).

دنباله  $y_t$  که دارای تفاضل فصلی ماناست، به صورت زیر است:

(۱)

$$y_t = y_{t-4} + \varepsilon_t$$

با استفاده از نماد وقفه ( $L$ )، و اتحاد مزدوج می‌توان رابطه بالا را به صورت زیر نوشت:

(۲)

$$y_t = y_{t-4} + \varepsilon_t \Rightarrow (1-L^4)y_t = \varepsilon_t \Rightarrow (1-L)(1+L)(1-iL)(1+iL)y_t = \varepsilon_t$$

حال فرض کنیم که دنباله  $y_t$  بر اساس معادله زیر تشکیل شده باشد:

(۳)

$$A_{(L)}y_t = \varepsilon_t$$

به‌گونه‌ای که  $A_{(L)}$  یک چند جمله‌ای از درجه چهارم به شکل زیر می‌باشد:

(۴)

$$(1-\alpha_1L)(1+\alpha_2L)(1-\alpha_3iL)(1+\alpha_4iL)y_t = \varepsilon_t$$

با مقایسه این دو رابطه با یکدیگر می‌توان گفت در صورتی که قید  $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = 1$  تأیید شود، ریشه واحد فصلی وجود خواهد داشت، اما برخی حالت‌های دیگر نیز به شرح زیر ممکن است.

### حالت اول

با جمع‌بندی نتایج مطالعات گذشته، در حیطه اهداف این پژوهش، می‌توان گفت که: یک رابطه علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی و همچنین بین مصرف انرژی و انتشار گاز دی اکسید وجود دارد، که این رابطه در برخی کشورها یک‌طرفه و برخی دیگر دوطرفه می‌باشد. اما در برخی مطالعات وجود رابطه علیت بین رشد اقتصادی و انتشار گاز دی اکسید کربن به سبب اعتبار منحنی محیط زیست کوزنتس تأیید نمی‌شود.

مطالعات گذشته عمدتاً رابطه علیت میان کل مصرف انرژی با رشد اقتصادی بخش‌های مختلف یا مصرف حامل‌های مختلف انرژی با رشد کل اقتصاد را مورد بررسی قرار داده‌اند. اما در این پژوهش رابطه علیت میان مصرف حامل‌های مختلف انرژی، رشد اقتصادی و انتشار گاز دی اکسید کربن برای هر یک از بخش‌های اقتصاد ایران به طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفته است.

### ۴- روش‌شناسی تحقیق

در تحلیل‌های اقتصادسنجی کاربردی جهت برآورد روابط بلندمدت بین متغیرها، میانگین و واریانس آنها باید در طی زمان ثابت در نظر گرفته شده و فرض می‌شود کوواریانس متغیر در طول زمان فقط به میزان وقفه یا فاصله آنها بستگی داشته و ارتباطی به زمان نداشته باشد. در واقع به‌طور ضمنی فرض بر ثبات رفتاری متغیرها است. اما در تحقیقات کاربردی معلوم شده است که در بیشتر موارد ثبات رفتاری متغیرهای سری زمانی تحقق پیدا نمی‌کند بنابراین استفاده از آزمون‌های  $t$  و  $F$  جهت استنباط آماری در مدل‌هایی که در آنها ثبات رفتاری یا ایستایی متغیرها تحقق نیافته است دارای اعتبار نبوده و نتایج گمراه‌کننده‌ای خواهد داشت (محمدی و عیدی‌زاده، ۱۳۹۳: ۱۰۴).

### ۴-۱- مانایی فصلی

در موارد بسیاری وجود ریشه واحد یا نالیستایی در متغیرهای سری زمانی اقتصاد کلان ممکن است ناشی از عدم توجه به شکست ساختاری در روند این متغیرها باشد. از این رو لازم است تا وجود شکست ساختاری در متغیرها مورد بررسی قرار گیرد. اغلب سری‌های زمانی اقتصادی متشکل از چهار مؤلفه روند، تغییرات فصلی، حرکت‌های چرخه‌ای و یک جزء نامنظم تصادفی هستند. مؤلفه روند که نشان دهنده حرکت افزایشی یا کاهش متغیر در طول زمان است و می‌تواند ناشی از تغییر درآمد، فناوری و سلیقه مصرف‌کننده باشد. حرکت‌های

(۶) اگر  $\alpha_1 = 1$  باشد؛ در این صورت  $y_t = y_{t-1}$  یک جواب همگن معادله بوده و الگوی تغییرات دنباله  $\{y_t\}$  مشابه یک فرایند گام تصادفی خواهد بود. زیرا تحت فرض فوق، مقدار دنباله مذکور در هر دوره تکرار مقدار آن در دوره قبل خواهد بود. بنابراین در این حالت یک ریشه واحد غیر فصلی وجود داشته و مناسب‌ترین شکل تفاضل، تفاضل مرتبه اول خواهد بود.

### حالت دوم

اگر  $\alpha_2 = 1$  باشد؛ یکی از جواب‌های همگن معادله به صورت  $y_t + y_{t-1} = 0$  خواهد بود. در این حالت مقادیر دنباله هر شش ماه یک‌بار تکرار خواهد شد و لذا یک ریشه واحد شش‌ماهه در مدل وجود خواهد داشت. به عنوان نمونه اگر  $y_t = 1$  باشد؛ خواهیم داشت:

$$y_{t+4} = 1, y_{t+3} = -1, y_{t+2} = 1, y_{t+1} = -1$$

و ...

### حالت سوم

اگر یکی از پارامترهای  $\alpha_3$  یا  $\alpha_4$  مساوی یک باشد؛ مقادیر دنباله  $\{y_t\}$  هر سال یک‌بار تکرار خواهد شد. به عنوان مثال اگر  $\alpha_3 = 1$  باشد؛ در این صورت یکی از جواب‌های همگن معادله به صورت  $y_t = iy_{t-1}$  خواهد بود. لذا اگر  $y_t = 1$  باشد؛ در این صورت

$$y_{t+4} = -i^2 = 1, y_{t+3} = -i, y_{t+2} = i^2 = -1, y_{t+1} = i$$

خواهد بود. به عبارت دیگر مقادیر دنباله هر چهار فصل یک‌بار تکرار خواهد شد. مرتبه مناسب تفاضل‌گیری در این حالت به صورت  $\Delta_4 y_t = (1-L^4)y_t$  می‌باشد.

برای ایجاد درک روشنی از مکانیزم اجرای این آزمون، مراحل انجام آن ارائه شده است:

مرحله اول: تشکیل متغیرهای  $y_{1,t-1}, y_{2,t-1}, y_{3,t-1}$  و  $y_{3,t-2}$  در مورد داده‌های فصلی  
مرحله دوم: تخمین معادله رگرسیون زیر

$$(1-L^4)y_t = \pi_1 y_{1,t-1} - \pi_2 y_{2,t-1} + \pi_3 y_{3,t-1} - \pi_4 y_{3,t-2} + \varepsilon_t \quad (5)$$

$$\begin{aligned} y_{1,t-1} &= (1+L+L^2+L^3)y_{t-1} = \\ & y_{t-1} + y_{t-2} + y_{t-3} + y_{t-4} \\ y_{2,t-1} &= (1-L+L^2-L^3)y_{t-1} = \\ & y_{t-1} - y_{t-2} + y_{t-3} - y_{t-4} \\ y_{3,t-1} &= (1-L^2)y_{t-1} = y_{t-1} - y_{t-3} \\ y_{3,t-2} &= (1-L^2)Ly_{t-1} = y_{t-2} - y_{t-4} \\ \pi_1 &= \lambda_1, \pi_2 = \lambda_2, \pi_3 = (\lambda_3 - \lambda_4)i, \pi_4 = \\ & (\lambda_3 + \lambda_4) \end{aligned}$$

البته می‌توان مدل فوق را با در نظر گرفتن جزء ثابت، متغیرهای مجازی فصلی، روند زمانی خطی یا وقفه تخمین زد. پس از تخمین مدل فوق هر الگوی دلخواه، با استفاده از آزمون‌های تشخیص، رفتار پسماندهای حاصل از تخمین مدل رگرسیون مورد بررسی قرار گرفته و وجود رفتار نوفه سفید در پسماندها آزمون می‌گردد.

مرحله سوم: آماره  $t$  مربوط به فرض صفر  $\pi_1 = 0$  را تشکیل می‌دهیم. اگر فرض صفر  $\pi_1 = 0$  رد نشود؛ نتیجه خواهیم گرفت که  $\alpha_1 = 1$  بوده و ریشه واحد غیر فصلی وجود دارد. سپس آماره  $t$  مربوط به فرض  $\pi_2 = 0$  را تشکیل می‌دهیم. اگر این فرض صفر نیز رد نشود؛ نتیجه خواهیم گرفت که  $\alpha_2 = 1$  بوده و لذا یک ریشه واحد با دوره شش‌ماهه در مدل وجود دارد. نهایتاً آماره  $F$  مربوط به فرض صفر  $\pi_3 = \pi_4 = 0$  را تشکیل می‌دهیم. اگر مقدار محاسبه شده آماره  $F$  کمتر از مقادیر بحرانی گزارش شده توسط هیلبرگ<sup>۱</sup> و همکاران (۱۹۹۰) باشد؛ نتیجه خواهد شد که  $\pi_3$  یا  $\pi_4$  یا هر دوی آنها برابر صفر است و لذا پی به وجود یک ریشه واحد فصلی خواهیم برد. لازم است که توجه کنیم سه فرض صفر فوق جایگزین یکدیگر نیستند؛ به عبارت دیگر یک سری می‌تواند در آن واحد، دارای ریشه واحد غیر فصلی، شش‌ماهه و فصلی باشد (هریس<sup>۲</sup> و سولیس<sup>۳</sup>، ۲۰۰۳: ۶۵).

1. Hilberg et al. (1990)  
2. Harris & Sollis (2003)  
3. Sollis (2003)

## ۴-۲- علیت تودا و یاماموتو

با توجه به این که آزمون‌های ریشه واحد دارای قدرت پایینی هستند و آزمون‌های هم‌جمعی مانند آزمون یوهانسن<sup>۱</sup> (۱۹۹۱)، در نمونه‌های کوچک قابل اعتماد نیستند، بنابراین، این مسئله در انجام آزمون علیت گرنجر ایجاد اریب خواهد کرد. تودا و یاماموتو<sup>۲</sup>، روشی را برای انجام آزمون علیت گرنجر پیشنهاد کردند که با انجام این آزمون می‌توان از مشکلات یاد شده در امان ماند. آنها یک روش به صورت تخمین یک مدل خود توضیح برداری تعدیل یافته، برای بررسی رابطه علیت گرنجر پیشنهاد دادند. آنها استدلال کردند که این روش حتی در شرایط وجود یک رابطه هم‌جمعی بین متغیرها نیز معتبر می‌باشد. در این روش ابتدا باید تعداد وقفه‌های (k) بهینه مدل خود توضیح برداری و سپس درجه همگرایی ماکزیم (d<sub>max</sub>) را تعیین کرد و یک مدل خود توضیح برداری را با تعداد وقفه‌های (k+d<sub>max</sub>) تشکیل داد. البته فرایند انتخاب وقفه زمانی معتبر خواهد بود که (k ≥ d<sub>max</sub>) باشد. پس اگر مدل دو متغیره زیر را در نظر بگیریم و k+d<sub>max</sub>=2 باشد، خواهیم داشت:

(۷)

$$\begin{bmatrix} x_{1t} \\ x_{2t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{10} \\ \alpha_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_{11}^{(1)} & \alpha_{12}^{(1)} \\ \alpha_{21}^{(1)} & \alpha_{22}^{(1)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{1,t-1} \\ x_{2,t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_{11}^{(2)} & \alpha_{12}^{(2)} \\ \alpha_{21}^{(2)} & \alpha_{22}^{(2)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{1,t-2} \\ x_{2,t-2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{bmatrix}$$

که در آن  $\begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{bmatrix}$  بردار جملات اخلال و از نوع اغتشاش سفید<sup>۳</sup> است.

برای مثال، برای آزمون این فرضیه که  $x_2$  علت گرنجر  $x_1$  نیست، محدودیت  $\alpha_{12}^{(1)} = \alpha_{12}^{(2)} = 0$  را آزمون می‌کنیم. آماره آزمون مورد استفاده، آماره والد<sup>۴</sup> است، که توزیع  $\chi^2$  مجانبی<sup>۵</sup> با درجه آزادی برابر با تعداد محدودیت‌های صفر دارد. آماره آزمون مورد استفاده جدای از اینکه متغیرهای  $x_{1t}$  و  $x_{2t}$  همگرا<sup>۶</sup> از هر درجه‌ای، غیر هم جمع یا هم جمع از هر درجه‌ای

باشند، معتبر خواهد بود (تودا و یاماموتو<sup>۷</sup>، ۱۹۹۵: ۲۴۰).

## ۵- برآورد مدل

## ۵-۱- داده‌ها و آمار

متغیرهای مورد استفاده در این مقاله میزان استفاده از حامل‌های مختلف انرژی (شامل زغال سنگ، برق، گاز و نفت)، انتشار گاز دی اکسید کربن و ارزش افزوده در چهار بخش کشاورزی، صنعت، حمل و نقل و خانگی، عمومی و تجاری می‌باشد. لازم به ذکر است که مقدار مربوط به نفت در مقاله شامل استفاده از کلیه فرآورده‌های نفتی اعم از نفت گاز، بنزین و نفت کوره می‌شود. اطلاعات میزان استفاده از حامل‌های انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی و میزان انتشار دی اکسید کربن بخش‌های اقتصادی از ترازنامه انرژی منتشر شده توسط وزارت نیرو اخذ شده است. همچنین اطلاعات ارزش افزوده چهار بخش اقتصادی مورد بررسی از اطلاعات ارزش افزوده رشته فعالیت‌های اقتصادی منتشر شده توسط سایت مرکز آمار ایران استخراج شده است.

## ۵-۲- بررسی مانایی فصلی

ویژگی مانایی متغیرها مورد بررسی قرار می‌گیرد. با توجه به فصلی بودن داده‌ها، از آزمون ایستایی فصلی در نرم‌افزار STATA (دستور HEGY4) استفاده شده که نتایج در جدول (۲) ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که هیچ یک از متغیرها دارای ریشه واحد فصلی نمی‌باشند. البته وجود ریشه واحد غیر فصلی برای برخی از متغیرها در همه بخش‌ها تأیید شده است که در ادامه این موضوع دقیق‌تر بررسی خواهد شد.

## ۵-۳- آزمون ریشه واحد دیکی فولر

جهت بررسی وجود ریشه واحد غیر فصلی ابتدا از آزمون دیکی فولر تعمیم یافته استفاده شده است که نتایج مربوط به آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته در مدل با عرض از مبدأ و بدون روند و مدل با عرض از مبدأ و روند برای بخش‌های مختلف در جدول (۳) گزارش شده است. علامت \*\* سطح معناداری در ۵ درصد و علامت \*\*\* سطح معناداری در ۱۰ درصد را نشان می‌دهد.

1. Johansen Test (1991)
2. Toda & Yamamoto
3. White Noise
4. Wald
5. Asymptotic
6. Integrated



**جدول ۲. نتایج ایستایی فصلی**

| مقدار بحرانی             | ارزش افزوده | دی اکسید کربن | نفت   | گاز   | برق   | زغال سنگ |                    |
|--------------------------|-------------|---------------|-------|-------|-------|----------|--------------------|
| بخش کشاورزی              |             |               |       |       |       |          |                    |
| -۳/۵۳                    | -۳/۲۲       | -۲/۳۹         | -۰/۳۶ | -     | -۰/۹۸ | -        | ریشه واحد غیر فصلی |
| -۲/۹۴                    | -۳/۵۶       | -۳/۲۰         | -۳/۳۵ | -     | -۳/۱۴ | -        | ریشه واحد شش ماهه  |
| ۶/۶                      | ۱۸/۱۷       | ۱۳/۱۳         | ۱۵/۲۵ | -     | ۱۵/۰۴ | -        | ریشه واحد فصلی     |
| بخش خانگی، عمومی و تجاری |             |               |       |       |       |          |                    |
| -۳/۵۳                    | -۳/۴۰       | -۰/۰۷         | -۱/۹۰ | ۱/۱۲  | -۱/۸۱ | -۱/۶۲    | ریشه واحد غیر فصلی |
| -۲/۹۴                    | -۳/۶۲       | -۲/۵۸         | -۳/۵۷ | -۳/۴۹ | -۳/۰۲ | -۳/۰۹    | ریشه واحد شش ماهه  |
| ۶/۶                      | ۱۶/۲۲       | ۱۹/۴۷         | ۱۸/۶۹ | ۱۸/۰۹ | ۱۲/۳۶ | ۱۳/۰۸    | ریشه واحد فصلی     |
| بخش صنعت                 |             |               |       |       |       |          |                    |
| -۳/۵۳                    | ۱/۶۷        | -۱/۳۴         | -۳/۳۷ | -۱/۵۰ | -۱/۲۵ | -۲/۳۱    | ریشه واحد غیر فصلی |
| -۲/۹۴                    | -۳/۲۳       | -۲/۹۶         | -۳/۷۷ | -۲/۸۵ | -۲/۵۸ | -۳/۴۷    | ریشه واحد شش ماهه  |
| ۶/۶                      | ۱۰/۲۵       | ۱۳/۴۷         | ۱۷/۹۸ | ۱۳/۷۷ | ۹/۷۱  | ۱۶/۱۶    | ریشه واحد فصلی     |
| بخش حمل و نقل            |             |               |       |       |       |          |                    |
| -۳/۵۳                    | -۲/۳۷       | -۱/۹۴         | -۰/۷۵ | -۱/۶۷ | -۲/۷۱ | -        | ریشه واحد غیر فصلی |
| -۲/۹۴                    | -۳/۴۱       | -۳/۴۹         | -۳/۳۵ | -۲/۶۷ | -۳/۰۹ | -        | ریشه واحد شش ماهه  |
| ۶/۶                      | ۱۲/۷۹       | ۱۸/۸۷         | ۱۷/۶۴ | ۹/۷۶  | ۱۵/۱۱ | -        | ریشه واحد فصلی     |

مأخذ: محاسبات تحقیق

**جدول ۳. نتایج ریشه واحد دیکی-فولر در بخش کشاورزی**

| مرتبه انباشتی            | سطح متغیرها                |                       | تفاضل مرتبه اول            |                       | متغیر         |
|--------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------|
|                          | با عرض از مبدأ و بدون روند | با عرض از مبدأ و روند | با عرض از مبدأ و بدون روند | با عرض از مبدأ و روند |               |
| بخش کشاورزی              |                            |                       |                            |                       |               |
| I(1)                     | -۲/۱۵                      | -۲/۵۷                 | ** -۳/۷۴                   | ** -۳/۷۲              | نفت           |
| I(1)                     | ۱/۴۵                       | -۲/۶۰                 | ** -۳/۷۱                   | ** -۶/۶۴              | گاز           |
| I(1)                     | ۱/۳۴                       | -۲/۴۹                 | ** -۴/۶۲                   | ** -۴/۸۹              | برق           |
| I(0)                     | -۰/۲۳                      | *** -۳/۴۰             | -                          | -                     | رشد اقتصادی   |
| I(1)                     | -۰/۷۴                      | -۲/۵۸                 | ** -۴/۱۵                   | ** -۳/۷۲              | دی اکسید کربن |
| بخش خانگی، عمومی و تجاری |                            |                       |                            |                       |               |
| I(2)                     | -۰/۳۰                      | -۱/۷۷                 | -۲/۴۱                      | -۲/۳۲                 | نفت           |
| I(1)                     | -۱/۹۳                      | -۰/۹۳                 | ** -۲/۹۲                   | -۱/۷۸                 | گاز           |
| I(2)                     | -۱/۴۴                      | -۲/۳۷                 | -۱/۰۵                      | -۰/۸۲                 | برق           |
| I(2)                     | -۱/۳۱                      | -۱/۶۷                 | -۲/۵۵                      | -۲/۶۲                 | رشد اقتصادی   |
| I(2)                     | -۱/۷۷                      | -۰/۰۷                 | -۱/۵۱                      | -۱/۹۸                 | دی اکسید کربن |
| I(1)                     | -۱/۸۶                      | -۱/۷۲                 | ** -۳/۱۷                   | ** -۳/۳۱              | زغال سنگ      |
| بخش صنعت                 |                            |                       |                            |                       |               |
| I(0)                     | ** -۲/۹۸                   | -۳/۰۰                 | -                          | -                     | نفت           |
| I(1)                     | -۰/۱۸                      | -۱/۹۷                 | ** -۳/۵۹                   | ** -۳/۵۷              | گاز           |
| I(1)                     | -۰/۰۵                      | -۲/۵۳                 | ** -۳/۱۹                   | -۲/۹۲                 | برق           |
| I(1)                     | -۲/۱۷                      | ۰/۶۷                  | ۰/۸۴                       | ۰/۲۳                  | رشد اقتصادی   |
| I(1)                     | -۰/۸۰                      | -۲/۳۴                 | ** -۴/۲۵                   | ** -۴/۱۲              | دی اکسید کربن |
| I(1)                     | -۰/۸۸                      | -۲/۴۴                 | ** -۳/۰۷                   | -۳/۱۴                 | زغال سنگ      |

| مرتبه انباشتگی | سطح متغیرها                |                       | تفاضل مرتبه اول            |                       | متغیر         |
|----------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------|
|                | با عرض از مبدأ و بدون روند | با عرض از مبدأ و روند | با عرض از مبدأ و بدون روند | با عرض از مبدأ و روند |               |
| بخش حمل و نقل  |                            |                       |                            |                       |               |
| I(2)           | -۱/۹۱                      | -۰/۴۷                 | -۱/۶۱                      | -۲/۴۸                 | نفت           |
| I(2)           | ۰/۱۸                       | -۱/۷۶                 | -۲/۰۵                      | -۲/۴۷                 | گاز           |
| I(2)           | -۰/۰۰۳                     | -۲/۶۲                 | -۲/۳۵                      | -۲/۲۵                 | برق           |
| I(1)           | -۰/۸۲                      | -۱/۹۷                 | **۲/۵۴                     | ***۳/۴۵               | رشد اقتصادی   |
| I(0)           | **۵/۲۶                     | -۱/۶۷                 | -                          | -                     | دی اکسید کربن |

#### مأخذ: محاسبات تحقیق

بودن قدر مطلق آماره آزمون نسبت به مقدار بحرانی نشان‌دهنده مانایی متغیر مذکور است و بالعکس اگر مقدار قدر مطلق آماره آزمون از مقدار بحرانی کوچک‌تر باشد متغیر نامانای بوده و دارای ریشه واحد است. حال اگر برای متغیری تنها یکی از نقاط شکست داده شده معنادار باشد، بایستی آزمون با یک نقطه شکست نیز برای آن متغیر انجام شود و معنی‌دار نبودن هیچ یک از نقاط شکست بیانگر آن است که متغیر در دوره زمانی مورد نظر هیچ شکست ساختاری نداشته و مانایی و نامانایی آن بایستی با آزمون‌های ریشه واحد معمولی (بدون شکست) انجام گیرد. که نتایج مربوط به آن در بخش‌های مختلف در جدول (۴) ارائه شده است.

با توجه به نتایج آزمون ضریب لاگرانژ، بروز شکست ساختاری در کلیه متغیرها در بخش کشاورزی ملاحظه می‌گردد. در متغیر گاز طبیعی آزمون با دو شکست ساختاری بیانگر یک شکست معنادار است. از این رو آزمون ضریب لاگرانژ با یک شکست ساختاری استفاده می‌شود و لذا برای این متغیر تنها یک شکست تعیین شده است. در بخش خانگی نیز بروز شکست در تمامی متغیرها وجود داشته و آزمون دو شکست برای تمامی متغیرها معنادار می‌باشد. در بخش صنعت آزمون شکست ساختاری برای متغیر نفت معنادار نبوده اما وجود شکست ساختاری برای بقیه متغیرها ملاحظه شده است. برای تمامی متغیرهای بخش حمل و نقل نیز شکست ساختاری مشاهده شده و نتیجه آزمون ضریب لاگرانژ با دو شکست ساختاری برای همه متغیرها معنادار می‌باشند. حال با توجه به نتایج به دست آمده برای سال‌های شکست ساختاری از آزمون ریشه واحد فیلیپس پرون تعمیم‌یافته برای یافتن ماکزیمم درجه مانایی متغیرها استفاده می‌شود.

نتایج نشان می‌دهند تمام متغیرها در سطح مانا نبوده و دارای ریشه واحد می‌باشند که پس از یکبار تفاضل‌گیری برخی از متغیرها مانا شده‌اند و بعضی از آنها نیز متغیرهای انباشته از درجه  $I(2)$  هستند. حال از آنجایی که وجود ریشه واحد در سری زمانی مورد مطالعه ممکن است به سبب عدم توجه به وجود شکست ساختاری در روند آنها بوده باشد، در ادامه روش ارائه شده توسط لی و استرازیسیچ<sup>۱</sup> جهت تعیین نقاط شکست در این متغیرها به کار رفته است.

#### ۴-۵- آزمون ضریب لاگرانژ

به منظور تعیین نقاط شکست در این متغیرها، آزمون ریشه واحد با وجود دو شکست ساختاری درون‌زای ضریب لاگرانژ ارائه شده توسط لی و استرازیسیچ (۲۰۰۳)، مورد استفاده قرار گرفته است. این آزمون توسط برنامه طراحی شده در نرم‌افزار گاوس<sup>۲</sup> قابل اجرا می‌باشد و نتایج را در دو مدل به شرح زیر ارائه می‌دهد:

مدل A: شکست، در عرض از مبدأ یا در روند متغیر اتفاق می‌افتد.

مدل C: شکست هم در عرض از مبدأ و هم در روند اتفاق افتاده است.

این آزمون در دو حالت زیر قابل اجرا می‌باشد:

۱. آزمون ریشه واحد با دو شکست ساختاری
۲. آزمون ریشه واحد با یک شکست ساختاری

در اینجا ابتدا برای هر یک از متغیرها آزمون ریشه واحد با دو شکست انجام می‌شود و در صورت معنادار بودن دو شکست، آماره آزمون به دست آمده با مقادیر بحرانی مربوط به جدول لی و استرازیسیچ (۲۰۰۳) مقایسه می‌شود. از آنجایی که فرضیه صفر این آزمون وجود ریشه واحد در متغیر می‌باشد، بزرگ‌تر

1. Lee & Strazicich

2. Gauss

جدول ۴. نتایج ریشه واحد لی و استرازیسیج

| نتیجه         | مقدار بحرانی % | آماره ایستایی | نقاط شکست                 | وقفه بهینه | مدل | متغیر         |
|---------------|----------------|---------------|---------------------------|------------|-----|---------------|
| بخش کشاورزی   |                |               |                           |            |     |               |
| وجود ۲ شکست   | -۵/۶۷          | -۵/۴۹         | $۲۵ = {}_2T_{۳۱} = {}_1T$ | ۸          | C   | نفت           |
| وجود ۱ شکست   | -۴/۵۱          | -۶/۷۰         | $۱۳ = {}_1T$              | ۸          | C   | گاز           |
| وجود ۲ شکست   | -۵/۶۵          | -۸/۱۱         | $۴۴ = {}_2T_{۳۱} = {}_1T$ | ۸          | C   | برق           |
| وجود ۲ شکست   | -۵/۶۵          | -۶/۹۹         | $۴۲ = {}_2T_{۳۱} = {}_1T$ | ۵          | C   | رشد اقتصادی   |
| وجود ۲ شکست   | -۵/۶۷          | -۵/۵۸         | $۳۷ = {}_2T_{۲۹} = {}_1T$ | ۷          | C   | دی اکسید کربن |
| بخش خانگی     |                |               |                           |            |     |               |
| وجود ۲ شکست   | -۵/۶۵          | -۵/۹۵         | $۴۴ = {}_2T_{۳۳} = {}_1T$ | ۷          | C   | نفت           |
| وجود ۲ شکست   | -۵/۶۵          | -۵/۸۷         | $۴۱ = {}_2T_{۳۱} = {}_1T$ | ۸          | C   | گاز           |
| وجود ۲ شکست   | -۵/۶۵          | -۸/۶۳         | $۴۸ = {}_2T_{۳۱} = {}_1T$ | ۷          | C   | زغال سنگ      |
| وجود ۲ شکست   | -۵/۶۵          | -۷/۳۴         | $۴۱ = {}_2T_{۳۱} = {}_1T$ | ۸          | C   | برق           |
| وجود ۲ شکست   | -۵/۶۵          | -۱۰/۴۷        | $۳۹ = {}_2T_{۳۱} = {}_1T$ | ۶          | C   | رشد اقتصادی   |
| وجود ۲ شکست   | -۵/۶۵          | -۶/۶۷         | $۵۰ = {}_2T_{۳۱} = {}_1T$ | ۸          | C   | دی اکسید کربن |
| بخش صنعت      |                |               |                           |            |     |               |
| عدم وجود شکست | -۲/۹۱          | -۲/۹۸         | شکست ندارد                | -          | -   | نفت           |
| وجود ۲ شکست   | -۵/۶۵          | -۵/۶۳         | $۳۵ = {}_2T_{۳۲} = {}_1T$ | ۳          | C   | گاز           |
| وجود ۲ شکست   | -۵/۷۴          | -۶/۱۹         | $۳۳ = {}_2T_{۱۹} = {}_1T$ | ۴          | C   | زغال سنگ      |
| وجود ۲ شکست   | -۵/۶۵          | -۱۳/۱۵        | $۴۵ = {}_2T_{۲۷} = {}_1T$ | ۸          | C   | برق           |
| وجود ۲ شکست   | -۵/۶۵          | -۵/۱۷         | $۴۰ = {}_2T_{۳۱} = {}_1T$ | ۷          | C   | رشد اقتصادی   |
| وجود ۲ شکست   | -۵/۷۴          | -۴/۳۹         | $۴۱ = {}_2T_{۳۱} = {}_1T$ | ۱          | C   | دی اکسید کربن |
| بخش حمل و نقل |                |               |                           |            |     |               |
| وجود ۲ شکست   | -۵/۶۷          | -۶/۴۷         | $۲۵ = {}_2T_{۳۲} = {}_1T$ | ۸          | C   | نفت           |
| وجود ۲ شکست   | -۵/۷۱          | -۷/۹۰         | $۳۳ = {}_2T_{۱۹} = {}_1T$ | ۷          | C   | گاز           |
| وجود ۲ شکست   | -۵/۶۵          | -۶/۱۵         | $۴۵ = {}_2T_{۲۷} = {}_1T$ | ۸          | C   | برق           |
| وجود ۲ شکست   | -۵/۶۵          | -۸/۵۱         | $۴۰ = {}_2T_{۳۱} = {}_1T$ | ۸          | C   | رشد اقتصادی   |
| وجود ۲ شکست   | -۵/۶۵          | -۹/۹۶         | $۴۱ = {}_2T_{۳۱} = {}_1T$ | ۸          | C   | دی اکسید کربن |

مأخذ: محاسبات تحقیق

## ۵-۵- آزمون ریشه واحد فیلیپس پرون

نتایج آزمون ریشه واحد فیلیپس پرون تعمیم یافته برای متغیرهای بخش‌های مختلف در جدول (۵) ارائه شده است. در این جدول علامت \*\* سطح معناداری در ۵ درصد و علامت \*\*\* سطح معناداری در ۱۰ درصد را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج به دست آمده در بخش کشاورزی، فرض صفر که مبتنی بر غیر ایستا بودن متغیرهاست برای متغیرهای نفت و برق و انتشار گاز دی اکسید کربن در سطح رد نشده، اما برای متغیرهای گاز

و رشد اقتصادی رد می‌شود. بنابراین متغیرهای گاز و رشد اقتصادی در مدل با عرض از مبدأ و روند در سطح مانا هستند و متغیرهای نفت، برق و انتشار گاز دی اکسید کربن در تفاضل مرتبه اول در هر دو مدل با عرض از مبدأ و بدون روند و با عرض از مبدأ و با روند مانا هستند و حداکثر درجه مانایی در اینجا یک می‌باشد.

در بخش خانگی فرض صفر غیرایستا بودن در سطح برای تمامی متغیرها پذیرفته شده، در نتیجه تمامی متغیرها چه در مدل با عرض از مبدأ و نیز در مدل با عرض از مبدأ و روند در

فرض می‌شود.

در بخش حمل و نقل نیز ملاحظه می‌شود که فرض صفر آزمون مبتنی بر غیرایستا بودن برای تمامی متغیرها به جز گاز طبیعی پذیرفته می‌شود. متغیر گاز در مدل با عرض از مبدأ و روند در سطح مانا می‌باشد. اما آزمون وجود ریشه واحد برای بقیه متغیرها در تقاضا مرتبه اول انجام شده و همه در دو مدل با عرض از مبدأ و بدون روند و مدل با عرض از مبدأ و روند مانا شده‌اند و با توجه به نتایج به دست آمده حداکثر درجه مانایی برای متغیرهای این بخش نیز یک در نظر گرفته می‌شود.

سطح مانا نیستند. آزمون مانایی تقاضا مرتبه اول متغیرها نیز انجام گرفته و نتایج حاکی از مانا شدن متغیرها در هر دو مدل با عرض از مبدأ و مدل با عرض از مبدأ و روند در تقاضا مرتبه اول هستند و در نتیجه حداکثر درجه مانایی بین متغیرها در این بخش یک در نظر گرفته می‌شود.

در بخش صنعت هیچ کدام از متغیرها در سطح مانا نیستند. با انجام آزمون مانایی در تقاضا مرتبه اول متغیرهای نفت و گاز طبیعی و رشد اقتصادی و انتشار گاز دی اکسید کربن در هر دو مدل با عرض از مبدأ و مدل با عرض از مبدأ و روند مانا شده و متغیر برق فقط در مدل با عرض از مبدأ مانا شده است. بنابراین حداکثر درجه مانایی بین متغیرهای بخش صنعت یک

جدول ۵. نتایج ریشه واحد فیلیپس پرون

| مرتبه انباشتگی | سطح متغیرها                |                       | تفاضل مرتبه اول            |                       | متغیر         |
|----------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------|
|                | با عرض از مبدأ و بدون روند | با عرض از مبدأ و روند | با عرض از مبدأ و بدون روند | با عرض از مبدأ و روند |               |
| بخش کشاورزی    |                            |                       |                            |                       |               |
| I(1)           | -۲/۱۳                      | -۲/۰۹                 | ** -۴/۳۸                   | ** -۴/۲۳              | نفت           |
| I(0)           | ۰/۴۳                       | ** -۴/۵۶              | -                          | -                     | گاز           |
| I(1)           | ۰/۹۱                       | -۱/۶۴                 | ** -۳/۸۷                   | ** -۳/۸۵              | برق           |
| I(0)           | -۱/۶۲                      | *** -۳/۲۸             | -                          | -                     | رشد اقتصادی   |
| I(1)           | -۱/۷۱                      | -۱/۹۴                 | ** -۴/۱۸                   | ** -۴/۰۴              | دی اکسید کربن |
| بخش خانگی      |                            |                       |                            |                       |               |
| I(1)           | ۰/۸۸                       | -۱/۲۳                 | -۳/۸۰**                    | -۳/۷۵**               | نفت           |
| I(1)           | -۱/۲۵                      | -۰/۰۲                 | -۳/۲۰**                    | -۳/۳۶**               | گاز           |
| I(1)           | -۰/۶۲                      | -۱/۸۶                 | -۳/۲۴**                    | -۳/۱۶                 | برق           |
| I(1)           | -۰/۸۱                      | -۱/۵۵                 | -۲/۷۰**                    | -۲/۷۲                 | رشد اقتصادی   |
| I(1)           | -۱/۲۹                      | -۰/۰۸                 | -۳/۴۷**                    | -۳/۶۸**               | دی اکسید کربن |
| I(1)           | -۱/۵۸                      | -۱/۱۷                 | -۳/۲۲**                    | -۳/۳۶**               | زغال سنگ      |
| بخش صنعت       |                            |                       |                            |                       |               |
| I(1)           | -۱/۲۳                      | -۱/۲۶                 | -۳/۳۰**                    | -۳/۲۵**               | نفت           |
| I(1)           | ۱/۶۰                       | -۲/۱۳                 | -۳/۶۶**                    | -۳/۷۳**               | گاز           |
| I(1)           | ۱/۹۷                       | -۲/۴۳                 | -۳/۳۲**                    | -۳/۰۱                 | برق           |
| I(1)           | -۱/۲۸                      | ۱/۴۷                  | ۴/۹۵                       | ** -۶/۳۸              | رشد اقتصادی   |
| I(1)           | ۰/۱۰                       | -۲/۹۲                 | -۴/۲۵**                    | -۴/۱۳**               | دی اکسید کربن |
| I(1)           | ۰/۲۳                       | -۱/۲۹                 | -۳/۱۸**                    | -۳/۲۹**               | زغال سنگ      |
| بخش حمل و نقل  |                            |                       |                            |                       |               |
| I(1)           | -۱/۷۰                      | -۰/۹۹                 | -۴/۴۰**                    | -۴/۵۴**               | نفت           |
| I(0)           | -۴/۳۴                      | ** -۷/۰۹              | -                          | -                     | گاز           |
| I(1)           | ۰/۸۲                       | -۲/۴۱                 | -۳/۸۹**                    | -۳/۹۶**               | برق           |
| I(1)           | -۰/۰۲                      | -۲/۳۰                 | ** -۳/۵۰                   | *** -۳/۳۹             | رشد اقتصادی   |
| I(1)           | -۱/۱۷                      | -۱/۵۳                 | ** -۴/۴۹                   | -۴/۵۳**               | دی اکسید کربن |

مأخذ: محاسبات تحقیق

تعداد وقفه را لحاظ می‌نماید. بنابراین در بخش کشاورزی وقفه ۵ و بقیه بخش‌ها وقفه ۷ به عنوان وقفه بهینه انتخاب می‌گردند.

#### ۵-۷- نتایج آزمون تودا-یاماموتو

با توجه به نتایج به دست آمده از آزمون ریشه واحد لی و استرازیسیچ، درجه مانایی ماکزیمم و وقفه بهینه برای تمامی مدل‌های خود توزیع برداری به کار برده شده، درجه مانایی ( $d_{max}$ ) برابر یک و وقفه بهینه ( $k$ ) برای بخش کشاورزی برابر پنج و مابقی بخش‌ها هفت به دست آمده است. برای بررسی رابطه علیت گرنجری بین رشد اقتصادی، تولید گاز دی اکسید کربن و حامل‌های مختلف انرژی در هر بخش ابتدا باید مدل VAR آن بخش با تعداد وقفه  $k+d_{max}$  تخمین زده شود و سپس فرضیه  $H_0$  (صفر بودن ضرایب گذشته یک متغیر در متغیر دیگر) با استفاده از کد برنامه R و آزمون والد مورد آزمون قرار می‌گیرد. که رد  $H_0$  یعنی علیت وجود دارد. نتایج به دست آمده از آزمون والد را با توجه به مقدار P-Value و آماره آزمون ( $\chi^2$ ) در ادامه ارائه شده است.

#### ۵-۷-۱- بخش کشاورزی

نتایج آزمون در جدول (۶) برای بخش کشاورزی آورده شده است.

جدول ۶. نتایج آزمون علیت بخش کشاورزی

| نتیجه‌گیری | $\chi^2$ آماره والد | P-Value | متغیر وابسته | متغیر تأثیرگذار | نتیجه‌گیری | $\chi^2$ آماره والد | P-Value | متغیر وابسته  | متغیر تأثیرگذار |
|------------|---------------------|---------|--------------|-----------------|------------|---------------------|---------|---------------|-----------------|
| علیت دارد  | ۱۸/۶۲               | ۰/۰۰    | رشد اقتصادی  | دی اکسید کربن   | علیت ندارد | ۴/۷۲                | ۰/۵۷    | رشد اقتصادی   | رشد اقتصادی     |
| علیت دارد  | ۱۹/۰۳               | ۰/۰۰    | رشد اقتصادی  | نفت             | علیت ندارد | ۲/۸۳                | ۰/۸۳    | نفت           | نفت             |
| علیت دارد  | ۲۰/۶۲               | ۰/۰۰    | رشد اقتصادی  | برق             | علیت ندارد | ۶/۲۸                | ۰/۳۹    | برق           | برق             |
| علیت ندارد | ۵/۶۵                | ۰/۴۶    | رشد اقتصادی  | نفت             | علیت ندارد | ۲/۲۳                | ۰/۸۹    | دی اکسید کربن | دی اکسید کربن   |
| علیت ندارد | ۱۰/۶۰               | ۰/۱۰    | رشد اقتصادی  | برق             | علیت ندارد | ۱۰/۷۰               | ۰/۰۹    | دی اکسید کربن | دی اکسید کربن   |

مأخذ: محاسبات تحقیق

علیت تودا و یاماموتو به هیچ رابطه علی بین مصرف حامل‌های انرژی و رشد اقتصادی در بخش کشاورزی دست نیافتند، آماده و همکاران (۱۳۸۸) نیز با استفاده از علیت گرنجری یک رابطه علیت یک‌طرفه از مصرف برق و ارزش افزوده بخش کشاورزی را بیان می‌کنند. اما در مورد انتشار گاز دی اکسید کربن وجود علیت تأیید نمی‌شود. در این باره نیز نتیجه با نتایج کارهای

#### ۵-۶- تعیین وقفه بهینه برای مدل خود توزیع

#### برداری

قبل از برآورد مدل، ابتدا بایستی طول وقفه بهینه مدل VAR شامل همه متغیرهای هر بخش را به دست آوریم. این مرحله بسیار مهم است زیرا نتایج آزمون علیت به تعداد وقفه‌ها بستگی دارد. به طور کلی، تعداد بیش از حد کم یا زیاد ممکن است مشکلاتی ایجاد کند. تعداد وقفه‌های بیش از حد، سبب کاهش درجه آزادی و تعداد وقفه‌های کمتر، سبب حذف برخی از متغیرهای مهم از مدل می‌شود؛ بنابراین، نتایج نادرست به دست خواهد آمد. با توجه به تعداد مشاهدات، ما تعداد ۱ تا ۷ وقفه را برای بدست آوردن تعداد وقفه‌های بهینه مدل VAR در نظر می‌گیریم. با توجه به اینکه در تحقیق حاضر ارتباط بین حامل‌های انرژی و رشد اقتصادی و انتشار گاز دی اکسید کربن بررسی می‌شود، ابتدا مدل VAR را تشکیل داده و سپس وقفه بهینه مدل با مقایسه معیارهای موجود در جدول نتایج مربوط به بخش‌های مختلف مناسب‌ترین وقفه زمانی انتخاب می‌شود.

در برخی از پژوهش‌ها معیار انتخاب وقفه بهینه، وقفه‌ای است که نسبت به بقیه وقفه‌ها بیشتر انتخاب شده باشد (تعداد علامت \* بیشتری داشته باشد). اما از آنجایی که معیار آکائیک تعداد وقفه بیشتری می‌دهد و معیار شوارتز در دادن وقفه صرفه‌جویی می‌کند، بنابراین در این تحقیق معیار مورد نظر در تشخیص وقفه بهینه مدل VAR، آن معیاری است که حداکثر

با توجه به نتایج به دست آمده در بخش کشاورزی، در این بخش تنها یک علیت یک‌طرفه از متغیرهای نفت، برق و انتشار گاز دی اکسید کربن به رشد اقتصادی وجود دارد در حالی که نجارزاده و عباس محسن (۱۳۸۳) با استفاده از علیت هشیائو به یک علیت یک‌طرفه از رشد اقتصادی به متغیرهای مصرف حامل‌های انرژی رسیدند و آرمن و زارع (۱۳۸۴) با استفاده از

تأیید می‌شود در حالی که آرمن و زارع (۱۳۸۴) فقط یک رابطه یک‌طرفه را از مصرف انرژی و رشد اقتصادی بیان می‌دارد و در مورد رابطه بین مصرف انرژی و انتشار گاز دی اکسید کربن فطرس و براتی (۱۳۹۰) رابطه‌ای مثبت بین مصرف انرژی و تولید گاز دی اکسید کربن را بیان می‌کنند. به نظر می‌رسد به دلیل مصرف انرژی بالا در بخش خانگی، تجاری و عمومی در مقایسه با سایر بخش‌ها که به میزان زیادی از سایر بخش‌ها بیشتر است، لذا رابطه علیت قوی بین مصرف انرژی در این بخش و انتشار دی اکسید کربن برقرار است. ارتقای کیفیت وسایل گازسوز، استفاده از لوازم برقی کم‌مصرف از جمله راه‌هایی است که می‌توانند باعث کاهش مصرف انرژی خانوار شهری و به تبع آن، کاهش انتشار مستقیم گازهای گلخانه‌ای ناشی از آن شوند.

#### ۵-۷-۳- بخش صنعت

نتایج آزمون در جدول (۸) برای بخش صنعت آورده شده است.

انجام شده توسط لطفعلی پور و آشنا (۱۳۸۹) و فطرس و براتی (۱۳۹۰) مطابقت دارد که یکی از عوامل را می‌توان شیوه‌های مکانیزه جدید و کاهش کاربرد سوخت‌های فسیلی و استفاده بیش‌تر از برق در سال‌های اخیر دانست.

در بخش کشاورزی، دام‌پروری و کودهای حیوانی نیز در کنار مصرف حامل‌های انرژی، منشأ تولید گاز دی اکسید کربن می‌باشند و همچنین در این بخش استفاده از ماشین‌آلات و تجهیزات استفاده‌کننده از انرژی فسیلی در مقایسه با سایر بخش‌ها کم است در نتیجه دی اکسید کربن منتشر شده ناشی از مصرف انرژی‌های فسیلی در این بخش کم است و بین مصرف این حامل‌ها و انتشار گاز دی اکسید کربن در این بخش رابطه علیت برقرار نیست.

#### ۵-۷-۲- بخش خانگی، عمومی و تجاری

نتایج آزمون در جدول (۷) برای بخش خانگی، عمومی و تجاری آورده شده است. با توجه به نتایج به دست آمده در بخش خانگی، عمومی و تجاری در مورد متغیر رشد اقتصادی و انتشار گاز دی اکسید کربن وجود علیت دوطرفه با سایر متغیرها

جدول ۷. نتایج آزمون علیت بخش خانگی، عمومی و تجاری

| متغیر وابسته  | متغیر تأثیرگذار | P-Value | $\chi^2$ آماره والد | نتیجه گیری | متغیر وابسته | متغیر تأثیرگذار | P-Value | $\chi^2$ آماره والد | نتیجه گیری |
|---------------|-----------------|---------|---------------------|------------|--------------|-----------------|---------|---------------------|------------|
| دی اکسید کربن | رشد اقتصادی     | ۰/۰۰    | ۲۶۵/۲۹              | علیت دارد  | رشد اقتصادی  | دی اکسید کربن   | ۰/۰۰    | ۲۷/۷۸               | علیت دارد  |
| دی اکسید کربن | نفت             | ۰/۰۰    | ۳۳۰/۲۲              | علیت دارد  | رشد اقتصادی  | نفت             | ۰/۰۰    | ۲۸/۵۰               | علیت دارد  |
| دی اکسید کربن | گاز             | ۰/۰۰    | ۳۲۱/۸۹              | علیت دارد  | رشد اقتصادی  | گاز             | ۰/۰۰    | ۲۹/۱۲               | علیت دارد  |
| دی اکسید کربن | برق             | ۰/۰۰    | ۲۸۹/۳۱              | علیت دارد  | رشد اقتصادی  | برق             | ۰/۰۰    | ۵۷/۸۸               | علیت دارد  |
| دی اکسید کربن | زغال سنگ        | ۰/۰۰    | ۲۶۳/۱۳              | علیت دارد  | رشد اقتصادی  | زغال سنگ        | ۰/۰۰    | ۲۵/۰۱               | علیت دارد  |
| نفت           | دی اکسید کربن   | ۰/۰۰    | ۶۰۶/۹۸              | علیت دارد  | نفت          | رشد اقتصادی     | ۰/۰۰    | ۹۲۵/۶۲              | علیت دارد  |
| گاز           | دی اکسید کربن   | ۰/۰۰    | ۸۱/۴۶               | علیت دارد  | گاز          | رشد اقتصادی     | ۰/۰۰    | ۷۶/۷۹               | علیت دارد  |
| برق           | دی اکسید کربن   | ۰/۰۰    | ۵۳/۶۲               | علیت دارد  | برق          | رشد اقتصادی     | ۰/۰۰    | ۲۱۶/۶۵              | علیت دارد  |
| زغال سنگ      | دی اکسید کربن   | ۰/۰۰    | ۴۱/۱۰               | علیت دارد  | زغال سنگ     | رشد اقتصادی     | ۰/۰۰    | ۲۹/۸۱               | علیت دارد  |

مأخذ: محاسبات تحقیق

جدول ۸. نتایج آزمون علیت بخش صنعت

| متغیر وابسته  | متغیر تأثیرگذار | P-Value | $\chi^2$ آماره والد | نتیجه گیری | متغیر وابسته | متغیر تأثیرگذار | P-Value | $\chi^2$ آماره والد | نتیجه گیری |
|---------------|-----------------|---------|---------------------|------------|--------------|-----------------|---------|---------------------|------------|
| دی اکسید کربن | رشد اقتصادی     | ۰/۰۰    | ۶۲/۵۸               | علیت دارد  | رشد اقتصادی  | دی اکسید کربن   | ۰/۲۶    | ۱۰/۰۸               | علیت ندارد |
| دی اکسید کربن | نفت             | ۰/۰۰    | ۲۱/۵۹               | علیت دارد  | رشد اقتصادی  | نفت             | ۰/۹۸    | ۱/۹۵                | علیت ندارد |
| دی اکسید کربن | گاز             | ۰/۰۰    | ۲۱/۷۷               | علیت دارد  | رشد اقتصادی  | گاز             | ۰/۲۳    | ۱۰/۵۴               | علیت ندارد |
| دی اکسید کربن | برق             | ۰/۰۰    | ۵۱/۲۲               | علیت دارد  | رشد اقتصادی  | برق             | ۰/۰۰    | ۲۹/۲۰               | علیت دارد  |

| متغیر وابسته  | متغیر تأثیرگذار | P-Value | $\chi^2$ آماره والد | نتیجه‌گیری   | متغیر وابسته | متغیر تأثیرگذار | P-Value | $\chi^2$ آماره والد | نتیجه‌گیری   |
|---------------|-----------------|---------|---------------------|--------------|--------------|-----------------|---------|---------------------|--------------|
| دی اکسید کربن | زغال سنگ        | ۰/۰۰    | ۳۴/۶۲               | عَلیّت دارد  | رشد اقتصادی  | زغال سنگ        | ۰/۰۰    | ۲۲/۳۸               | عَلیّت دارد  |
| نفت           | دی اکسید کربن   | ۰/۸۹    | ۳/۶۷                | عَلیّت ندارد | نفت          | رشد اقتصادی     | ۰/۴۲    | ۸/۱۳                | عَلیّت ندارد |
| گاز           | دی اکسید کربن   | ۰/۰۰    | ۳۶/۷۱               | عَلیّت دارد  | گاز          | رشد اقتصادی     | ۰/۰۰    | ۳۷/۱۰               | عَلیّت دارد  |
| برق           | دی اکسید کربن   | ۰/۳۱    | ۹/۳۷                | عَلیّت ندارد | برق          | رشد اقتصادی     | ۰/۰۰    | ۲۸/۴۶               | عَلیّت دارد  |
| زغال سنگ      | دی اکسید کربن   | ۰/۰۰    | ۱۱۴/۲۴              | عَلیّت دارد  | زغال سنگ     | رشد اقتصادی     | ۰/۰۰    | ۱۲۰/۴۱              | عَلیّت دارد  |

#### مأخذ: محاسبات تحقیق

پی دارد.

در اینجا عَلیّت یک‌طرفه از انتشار گاز دی اکسید کربن به نفت و عَلیّت دوطرفه از انتشار گاز دی اکسید کربن به سایر متغیرها غیر از نفت وجود دارد در حالی که لطفعلی‌پور و آشنا (۱۳۸۹) و فطرس و براتی (۱۳۹۰) بیان می‌کنند که به علت تغییر ساختار صنعتی و سیاست‌های صرفه‌جویی انرژی تأثیر مصرف انرژی بر تولید گاز در اکسید کربن کاهش یافته است.

#### ۵-۷-۴- بخش حمل و نقل

نتایج آزمون در جدول (۹) برای بخش حمل و نقل آورده شده است.

با توجه به نتایج به دست آمده در بخش حمل و نقل، عَلیّت دوطرفه از رشد اقتصادی به سایر متغیرها وجود دارد در حالی که آرمن و زارع (۱۳۸۴) بیان می‌کنند در بخش حمل و نقل یک رابطه یک‌طرفه از مصرف انرژی به رشد اقتصادی وجود دارد و در مطالعه نجارزاده و عباس محسن (۱۳۸۳) نیز بین مصرف فرآورده‌های نفتی و رشد اقتصادی در بخش حمل و نقل رابطه علیّی دوطرفه وجود دارد و نیز عَلیّت دوطرفه از انتشار گاز دی اکسید کربن به سایر متغیرها وجود دارد.

با توجه به نتایج بدست آمده در بخش صنعت، عَلیّت یک‌طرفه از رشد اقتصادی به گاز، برق به رشد اقتصادی و عَلیّت دوطرفه از رشد اقتصادی به زغال سنگ وجود دارد. در این مورد نجارزاده بیان می‌کند که رشد ارزش افزوده باعث رشد مصرف نفت شده و عکس آن برقرار نیست، فطرس (۱۳۸۸) تأکید می‌نماید که وجود یک رابطه علیّی دوطرفه بین مصرف برق و ارزش افزوده بخش صنعتی و یک رابطه علیّی یک‌طرفه از طرف ارزش افزوده بخش صنعتی به مصرف گاز طبیعی، فرآورده‌های نفتی و کل انرژی مصرفی وجود دارد و عکس آن صادق نیست. مطالعه آرمن و زارع (۱۳۸۴) در بخش صنعت رابطه عَلیّتی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی را نشان نمی‌دهد، نجارزاده و عباس محسن (۱۳۸۳) بیان می‌کنند رشد ارزش افزوده باعث رشد مصرف نفت شده و عکس آن برقرار نیست و آماده و همکاران (۱۳۸۸) با یک عَلیّت گرنجری یک رابطه عَلیّت یک‌طرفه از مصرف نهایی انرژی و به ارزش افزوده بخش صنعت را بیان می‌کنند که این رابطه عَلیّت کاملاً طبیعی به نظر می‌رسد. به هر حال یکی از نیازهای اساسی صنعت این است و این موضوع نشان می‌دهد که در نظر گرفتن انرژی به عنوان یک عامل تولید در صنعت از پشتوانه علمی برخوردار است و بر همین اساس محدود کردن انرژی در این بخش اثرات منفی بر افزایش ارزش افزوده بخش صنعتی را در

#### جدول ۹. نتایج آزمون عَلیّت بخش حمل و نقل

| متغیر وابسته  | متغیر تأثیرگذار | P-Value | $\chi^2$ آماره والد | نتیجه‌گیری  | متغیر وابسته  | متغیر تأثیرگذار | P-Value | $\chi^2$ آماره والد | نتیجه‌گیری  |
|---------------|-----------------|---------|---------------------|-------------|---------------|-----------------|---------|---------------------|-------------|
| دی اکسید کربن | رشد اقتصادی     | ۰/۰۰    | ۲۲۸/۳۷              | عَلیّت دارد | دی اکسید کربن | رشد اقتصادی     | ۰/۰۰    | ۱۷۵/۲۱              | عَلیّت دارد |
| دی اکسید کربن | نفت             | ۰/۰۰    | ۳۱۳/۶۲              | عَلیّت دارد | رشد اقتصادی   | نفت             | ۰/۰۰    | ۸۳/۹۱               | عَلیّت دارد |
| دی اکسید کربن | گاز             | ۰/۰۰    | ۴۶۴/۲۹              | عَلیّت دارد | رشد اقتصادی   | گاز             | ۰/۰۰    | ۹۲/۸۱               | عَلیّت دارد |
| نفت           | دی اکسید کربن   | ۰/۰۰    | ۳۵۵/۳۹              | عَلیّت دارد | نفت           | رشد اقتصادی     | ۰/۰۰    | ۱۱۶/۸۱              | عَلیّت دارد |
| گاز           | دی اکسید کربن   | ۰/۰۰    | ۸۸/۳۹               | عَلیّت دارد | گاز           | رشد اقتصادی     | ۰/۰۰    | ۴۰/۱۷               | عَلیّت دارد |

#### مأخذ: محاسبات تحقیق

## ۶- بحث و نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده از مقاله نشان می‌دهد:

در بخش کشاورزی با توجه به نتایج بدست آمده، تنها یک علیت یک‌طرفه از متغیرهای نفت، برق و انتشار گاز دی‌اکسید کربن به رشد اقتصادی وجود دارد که منطبق بر نتیجه موداکار و همکاران (۲۰۱۳) می‌باشد. در مورد انتشار گاز دی‌اکسید کربن هیچ رابطه علیتی بین متغیرها وجود ندارد که می‌تواند به علت پذیرفتن شیوه‌های مکانیزه جدید، کاهش کاربرد سوخت‌های فسیلی و استفاده بیشتر از برق به دلیل کاهش تعرفه‌های برق کشاورزی در سال‌های اخیر باشد.

در بخش خانگی، عمومی و تجاری در مورد متغیر رشد اقتصادی وجود علیت دوطرفه با سایر متغیرها تأیید می‌شود و در مورد انتشار گاز دی‌اکسید کربن و سایر متغیرها نیز یک رابطه علیت دوطرفه وجود دارد. در خصوص تأثیر ارزش افزوده این بخش بر افزایش انتشار دی‌اکسید کربن نتیجه منطبق با فطرس و براتی (۱۳۹۰) است. برقراری و نظارت دقیق‌تر بر استانداردها در این بخش می‌تواند از انتشار میزان گازهای گلخانه‌ای (از جمله انتشار گاز دی‌اکسید کربن) به مقدار قابل توجهی بکاهد. اجرای کامل طرح هدفمندی یارانه‌ها با توجه به تأثیری که بر الگوی مصرف خانوارها دارد، می‌تواند نقش مهمی در کاهش مستقیم مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای منتشره از آن، داشته باشد.

در بخش صنعت رابطه علیت یک‌طرفه از رشد اقتصادی به گاز، برق به رشد اقتصادی (مشابه نتیجه سویتاس و ساری، ۲۰۰۷) و علیت دوطرفه از رشد اقتصادی به زغال‌سنگ وجود دارد و علیت یک‌طرفه از نفت به انتشار گاز دی‌اکسید کربن و علیت دوطرفه از انتشار گاز دی‌اکسید کربن به سایر متغیرها غیر از نفت وجود دارد. اگر به این نتیجه استناد شود، می‌توان سیاست صرفه‌جویی را در مورد انرژی کل به کار برد بدون اینکه بر ارزش افزوده بخش صنعت اثری داشته باشد. اما این مسئله با توجه به نتایج به دست آمده از بررسی مجزای حامل‌های انرژی، فقط در مورد مصرف گاز طبیعی و فرآورده‌های نفتی بخش صنعت صادق است. بنابراین، در بررسی‌هایی که روی یک متغیر کل صورت می‌گیرد، باید اثرات اجزای تشکیل‌دهنده آن را نیز مورد کنکاش قرار داد تا نتایج به دست آمده از اطمینان کافی برخوردار باشد. در مجموع از این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که در بخش صنعت کشور می‌توان از مصرف حامل‌های انرژی گاز طبیعی و فرآورده‌های نفتی بخش صنعت کاست بدون اینکه بر ارزش افزوده این بخش اثری

داشته باشد، ولی در مورد حامل انرژی برق نمی‌توان بدون در نظر گرفتن اثر انقباضی، سیاست صرفه‌جویی را اجرا کرد. در مورد انتشار گاز دی‌اکسید کربن نیز می‌توان با کاهش مصرف نفت و گاز در کنار افزایش کارایی، اصلاح قیمت و حذف یارانه‌های حامل‌های انرژی از اثر منفی آنها کاست.

در بخش حمل و نقل علیت دوطرفه از رشد اقتصادی به سایر متغیرها و نیز علیت دوطرفه از انتشار گاز دی‌اکسید کربن به سایر متغیرها وجود دارد که بخشی از نتیجه منطبق با فطرس و براتی (۱۳۹۲) می‌باشد. با توجه به نتایج حاصله می‌توان گفت که نیاز به وسایل حمل و نقل در کشور به طور پیوسته در حال افزایش است و این به معنی نیاز بیشتر به سوخت و ازدیاد آلاینده‌های خروجی می‌باشد. از این رو سیاست‌گذاران می‌توانند سیاست‌هایی مانند سیاست تدوین استانداردها و بهبود کارایی مصرف سوخت، کنترل استفاده از وسایل سواری شخصی (دریافت مالیات، افزایش هزینه تردد، تعیین محدوده طرح ترافیک، افزایش هزینه پارکینگ و سایر عوامل کنترل ترافیک)، سیاست ارتقا و گسترش سامانه‌های حمل و نقل جایگزین، سیاست گسترش شبکه، ظرفیت و زیرساخت‌های سامانه همگانی را، در جهت کاهش آلاینده‌های بخش حمل و نقل به کار گیرند.

رابطه تولید بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن و آلودگی محیط زیست را نیز این‌گونه می‌توان تفسیر کرد که افزایش تولید مستلزم استفاده بیشتر از نهاده‌ها و انرژی است و این سبب افزایش انتشار گاز دی‌اکسید کربن می‌شود. دلیل دیگر آن پایین بودن تکنولوژی تولید و عدم کارایی فنی در بخش‌های تولیدی به ویژه صنعت است، همچنین بخش حمل و نقل نیز به عنوان یکی از بزرگترین مصرف‌کنندگان انرژی هم در مصرف کارایی فنی ندارد و هم از نظر قیمت پایین و نیز یارانه‌های قابل توجه به حامل‌های انرژی از کارایی اقتصادی برخوردار نیست. استدلال مشابهی نیز در مورد مصارف بخش خانگی و تجاری صادق است. علاوه بر این تولید، انتقال و توزیع انرژی به ویژه برق نیز کارایی پایینی در تولید و اتلاف در شبکه‌های انتقال و توزیع دارد که عملاً به افزایش بیش از حد انتشار آلاینده دی‌اکسید کربن در ازای یک واحد تولید محصول اقتصادی می‌انجامد.

## ۷- پیشنهادات

سیاست‌گذاران به دنبال این هستند که با تدوین الگوهای مناسب مصرف انرژی و کاربردی کردن آن، در جهت کاهش و



مصرف گاز طبیعی و فرآورده‌های نفتی را در دستور کار قرار داد. در مجموع از این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که برای کاهش میزان انتشار گاز دی اکسید کربن در بخش صنعت کشور می‌توان از مصرف حامل‌های انرژی گاز طبیعی و فرآورده‌های نفتی بخش صنعت کاست بدون اینکه بر ارزش افزوده‌ی این بخش اثری داشته باشد، ولی در مورد حامل انرژی برق نمی‌توان بدون در نظر گرفتن اثر انقباضی، سیاست صرفه‌جویی را اجرا کرد. در بخش کشاورزی، میزان انتشار گاز دی اکسید کربن پایین بوده و به دلیل عدم وجود رابطه علیت بین مصرف حامل‌های انرژی و انتشار گاز دی اکسید کربن، استفاده از سیاست صرفه‌جویی راهکار مناسبی نیست زیرا تنها منجر به کاهش ارزش افزوده این بخش خواهد شد. در این خصوص مطالعه دقیق‌تر جهت تعیین سیاست‌های جایگزین اهمیت دارد.

کنترل آلاینده‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف حامل‌های انرژی حرکت نمایند اما با توجه به ارتباط میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی دستیابی به این هدف نباید عجولانه و فقط از طریق کاهش مصرف انرژی حاصل شود زیرا این امر ممکن است کاهش رشد اقتصادی را به همراه داشته باشد.

با توجه به نتایج حاصله در بخش حمل و نقل می‌توان گفت که سیاست کاهش مصرف حامل‌های انرژی راهگشا نبوده و باید از سیاست تغییر شیوه حمل و نقل و تغییر ترکیب سوختی، استفاده از سوخت‌هایی با آلاینده‌گی کمتر و توجه بیشتر به مکان‌یابی صنایع استفاده نمود. در بخش خانگی، عمومی و تجاری نیز کاهش مصرف حامل‌های انرژی، راهکار مناسبی جهت دستیابی به هدف مورد نظر نمی‌باشد. در این خصوص مطالعه دقیق‌تر جهت تعیین سیاست‌های جایگزین اهمیت دارد. در بخش صنعت برای کاهش میزان انتشار گاز دی اکسید کربن بدون کاهش ارزش افزوده این بخش، می‌توان کاهش

## منابع

- استادی، حسین (۱۳۹۵). "عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی ایران و اثر افزایش قیمت حامل‌های انرژی". *فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، دوره ۶، شماره ۲۴، ۱۴۰-۱۲۹.
- آرمن، عزیز و زارع، روح‌الله (۱۳۸۴). "بررسی رابطه علیت گرنجری بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی ایران طی سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۴۶". *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، شماره ۲۴، ۱۴۳-۱۱۷.
- آماده، حمید؛ قاضی، مرتضی و عباسی‌فر، زهره (۱۳۸۸). "بررسی رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی و اشتغال در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران". *تحقیقات اقتصادی*، دوره ۴۴، شماره ۱، ۳۸-۱.
- ابریشمی، حمید و مصطفایی، آذر (۱۳۸۰). "بررسی رابطه بین رشد اقتصادی و مصرف فرآورده‌های عمده نفتی در ایران". *مجله دانش و توسعه*، شماره ۱۴، ۴۵-۱۱.
- بهبودی، داود و برقی گل‌عزانی، اسماعیل (۱۳۸۷). "اثرات زیست‌محیطی مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران". *فصلنامه اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق)*، دوره ۵، شماره ۴، ۵۳-۳۵.
- جعفری‌صمیمی، احمد و محمدی‌خیا، محسن (۱۳۹۱). "رابطه کوتاه‌مدت و بلندمدت بین انتشار دی اکسید کربن، مصرف انرژی و رشد اقتصادی: شواهد جدید در ایران".
- فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)، سال چهاردهم، شماره ۲، ۲۰-۱.
- حسینی صدرآبادی، محمدحسین؛ عماد الاسلام، هدیه و کاشمیری، علی (۱۳۸۶). "بررسی رابطه علی مصرف انرژی، اشتغال و تولید ناخالص داخلی ایران طی سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۵۰". *پژوهش‌نامه علوم انسانی و اجتماعی*، شماره ۲۴، ۵۸-۳۱.
- شرزهای، غلامعلی و حقانی، مجید (۱۳۸۸). "بررسی رابطه علی میان انتشار کربن و درآمد داخلی با تأکید بر نقش مصرف انرژی". *تحقیقات اقتصادی*، شماره ۶۸، ۱۶-۱.
- صادقی، حسین و اسلامی اندارگلی، مجید (۱۳۹۰). "رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست در کشورهای عضو پیمان کیوتو". *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، سال هشتم، شماره ۳۰، ۳۲-۱.
- صادقی، حسین و سعادت، رحمان (۱۳۸۳). "رشد جمعیت اقتصادی و اثرات زیست‌محیطی در ایران (یک تحلیل علی)". *تحقیقات اقتصادی*، شماره ۶۴، ۱۸۰-۱۶۳.
- فطرس، محمد حسن و معبودی، رضا (۱۳۸۹). "رابطه علی مصرف انرژی، جمعیت شهرنشین و آلودگی محیط زیست در ایران، ۱۳۸۵-۱۳۵۰". *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، سال هفتم، شماره ۲۷، ۱۷-۱.
- فطرس، محمد حسن؛ منصوری، حامد و شعبانی، مجید (۱۳۸۷).

- مطالعات اقتصاد انرژی، دوره ۶، شماره ۲۴، ۱۴۵-۱۲۱.
- محمدی، حسین و عیدی زاده، شهرام (۱۳۹۳). "اقتصادسنجی سری‌های زمانی با نرم‌افزار Eviews". تئوری و کاربرد. تهران، نشر علم.
- ملکی، رضا (۱۳۸۳). "بررسی رابطه علیت بین مصرف انرژی و تولید ناخالص در ایران". مجله برنامه و بودجه. شماره ۸۹، ۱۲۱-۸۱.
- مهدوی، روح‌الله (۱۳۹۵). "اثرات توزیع مجدد درآمد حاصل از اصلاح قیمت حامل‌های انرژی بر تقاضا و رفاه خانوارها با استفاده از الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه". فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، دوره ۶، شماره ۲۲، ۳۶-۲۱.
- نجزارزاده، رضا و عباس محسن، اعظم (۱۳۸۳). "رابطه بین مصرف حامل‌های انرژی و رشد بخش‌های اقتصادی در ایران". فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۲، ۸۰-۶۱. وزارت نیرو، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی، ترازنامه سال ۱۳۹۱.
- نعمت‌الهی، زهرا؛ شاهنوشی‌فروشان، ناصر؛ جوان‌بخت، عذری و دانش‌ورکاخی، محمود (۱۳۹۴). "ارزیابی آثار هدفمندسازی یارانه حامل‌های انرژی بر فعالیت‌های تولیدی". فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، دوره ۵، شماره ۱۹، ۲۴-۱۱.
- Ahmad, N. (2013). "CO2 Emission, Population and Industrial Growth Linkages in Selected South Asian Countries: A Co-Integration Analysis". *World Applied Sciences Journal*, 21(4), 615-622.
- Alam, S., Ambreen, F. & Muhammad, B. (2007). "Sustainable Development in Pakistan in the Context of Energy Consumption Demand and Environmental Degradation". *Journal of Asian Economics*, 8, 825-837.
- Ang, J. B. (2007). "CO2 Emissions, Energy Consumption, and Output in France". *Energy Policy*, 35(10), 4772-4778.
- Beckerman, W. (1992). "Economic Growth and the Environment: Whose Growth? Whose Environment?". *World Development*, 20(4), 481-496.
- "بررسی رابطه علی بین تولید ناخالص داخلی و مصرف الکتریسیته با استفاده از روش تودا و یاماموتو در ایران (۲۰۰۶-۱۹۶۷)". مجله دانش و توسعه، سال پانزدهم، شماره ۲۵، ۱۸۹-۱۶۹.
- فطرس، محمدحسن و براتی، جواد (۱۳۹۰). "تجزیه انتشار دی‌اکسید کربن ناشی از مصرف انرژی به بخش‌های اقتصادی ایران: یک تحلیل تجزیه شاخص". فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال هشتم، شماره ۲۸، ۷۳-۴۹.
- فطرس، محمدحسن و براتی، جواد (۱۳۹۲). "تجزیه دی‌اکسید منتشره بخش حمل و نقل به زیربخش‌ها و انواع سوخت‌های مصرفی". فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی در ایران، سال دوم، شماره ۶، ۸۳-۶۴.
- فطرس، محمدحسن و منصور گری، حامد (۱۳۸۸). "بررسی رابطه علی بین مصرف حامل‌های انرژی و ارزش افزوده در بخش صنعت ایران طی سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۴۶". فصلنامه اقتصاد مقداری (فصلنامه بررسی‌های اقتصادی). دوره ۶، شماره ۳ (پیاپی ۲۲)، ۵۳-۲۷.
- لطفعلی‌پور محمدرضا؛ آذرین‌فر، یداله و محمدزاده، رویا (۱۳۹۱). "بررسی تأثیر مخارج دولت بر رشد بخش کشاورزی و کل اقتصاد ایران". نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی، دوره ۲۶، شماره ۲، ۹۶-۸۶.
- لطفعلی‌پور، محمدرضا و آشنا، ملیحه (۱۳۸۹). "بررسی عوامل مؤثر بر تغییر انتشار دی‌اکسیدکربن در اقتصاد ایران".
- Belke, A., Dobnik, F. & Dreger, C. (2011). "Energy Consumption and Economic Growth: New Insights into the Cointegration Relationship". *Energy Economics*, 33(5), 782-789.
- 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(4), 435-444.
- Chousa, J., Tamazian, A. & Chaitanya, V. (2008). "Rapid Economic Growth at the Cost of Environment Degradation?". *Panel data evidence from BRIC Economies*.
- Chu, H. P. & Chang, T. (2012). "Nuclear Energy Consumption, Oil Consumption and Economic Growth in G-6 Countries: Bootstrap Panel Causality Test". *Energy Policy*, 48, 762-769.

- Dasgupta, P. & Mäler, K. G. (1994). "Poverty, Institutions, and the Environmental-Resource Base". Washington, DC: World Bank.
- Erdal, G., Erdal, H. & Esengün, K. (2008). "The Causality between Energy Consumption and Economic Growth in Turkey". *Energy Policy*, 36(10), 3838-3842.
- Glasure, Y. U. (2002). "Energy and National Income in Korea: Further Evidence on the Role of Omitted Variables". *Energy Economics*, 24(4), 355-365.
- Halicioglu, F. (2009). "An Econometric Study of CO2 Emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade in Turkey". *Energy Policy*, 37(3), 1156-1164.
- Hannesson, R. (2009). "Energy and GDP Growth". *International Journal of Energy Sector Management*, 3(2), 157-170.
- Harris, R. & Sollis, R. (2003). "Applied Time Series Modelling and Forecasting". Wiley.
- Jobert, T. & Karanfil, F. (2007). "Sectoral Energy Consumption by Source and Economic Growth in Turkey". *Energy Policy*, 35(11), 5447-5456.
- Kaygusuz, K. (2009). "Energy and Environmental Issues Relating to Greenhouse Gas Emissions for Sustainable Development in Turkey". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(1), 253-270.
- Kinlo, A. E. (2008). "Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from 11 Sub-Saharan African Countries". *Energy Economics*, 30(5), 2391-2400.
- Lantz, V. & Feng, Q. (2006). "Assessing Income, Population, and Technology Impacts on CO2 Emissions in Canada: Where's the EKC?". *Ecological Economics*, 57(2), 229-238.
- Lim, C. & McAleer, M. (2000). "A Seasonal Analysis of Asian Tourist Arrivals to Australia". *Applied Economics*, 32, 499-509.
- Martinez-Zarzoso, I. & Maruotti, A. (2011). "The Impact of Urbanization on CO2 Emissions: Evidence from Developing Countries". *Ecological Economics*, 70(7), 1344-1353.
- Masduzzaman, M. (2012). "Electricity Consumption and Economic Growth in Bangladesh: Co-Integration and Causality Analysis". *Global Journal of Management and Business Research*, 12(11), 46-56.
- Mudakkar, S. R., Zaman, K., Khan, M. M. & Ahmad, M. (2013). "Energy for Economic Growth, Industrialization, Environment and Natural Resources: Living with Just Enough". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 580-595.
- Pao, H. T. & Tsai, C. M. (2011). "Multivariate Granger Causality between CO2 Emissions, Energy Consumption, FDI (Foreign Direct Investment) and GDP (Gross Domestic Product): Evidence from a Panel of BRIC (Brazil, Russian Federation, India, and China) Countries". *Energy*, 36(1), 685-693.
- Shim, J. H. (2007). "The Reform of Energy Subsidies for the Enhancement of Marine Sustainability: An Empirical Analysis of Energy Subsidies Worldwide and an in-depth Case Study of South Korea's Energy Subsidy Policies". *University of Delaware*.
- Soytas, U. & Sari, R. (2007). "The Relationship between Energy and Production: Evidence from Turkish Manufacturing Industry". *Energy Economics*, 29(6), 1151-1165.
- Soytas, U. & Sari, R. (2009). "Energy Consumption, Economic Growth, and Carbon Emissions: Challenges Faced by an EU Candidate Member". *Ecological Economics*, 68(6), 1667-1675.
- Soytas, U., Sari, R. & Ewing, B. T. (2007). "Energy Consumption, Income, and Carbon Emissions in the United States". *Ecological Economics*, 62(3), 482-489.
- Stern, D. I. & Cleveland, C. J. (2004). "Energy and Economic Growth". *Encyclopedia of Energy*, 2, 35-51.
- Stern, D. I. (1993). "Energy and Economic

- Growth in the USA: A Multivariate Approach". *Energy Economics*, 15(2), 137-150.
- Toda, H. Y. & Yamamoto, T. (1995). "Statistical Inference in Vector Auto Regressions with Possibly Integrated Processes". *Journal of Econometrics*, 66(1), 225-250.
- Tol, R. S., Pacala, S. W. & Socolow, R. H. (2009). "Understanding Long-Term Energy Use and Carbon Dioxide Emissions in the USA". *Journal of Policy Modeling*, 31(3), 425-445.
- Yan, W. & Minjun, S. (2009). "CO2 Emission Induced by Urban Household Consumption in China". *Chinese Journal of Population Resources and Environment*, 7(3), 11-19.
- Yang, H. Y. (2000). "A Note on the Causal Relationship between Energy and GDP in Taiwan". *Energy Economics*, 22(3), 309-317.
- Yuan, J., Zhao, C., Yu, S. & Hu, Z. (2007). "Electricity Consumption and Economic Growth in China: Cointegration and co-Feature Analysis". *Energy Economics*, 29(6), 1179-1191.