

رابطه بین مصرف حامل‌های انرژی و رشد بخش‌های اقتصادی در ایران

دکتر رضا نجارزاده^۱

اعظم عباس محسن^۲

چکیده

این مقاله رابطه علیت بین مصرف حامل‌های انرژی (نفت، گاز و برق) و رشد بخش‌های اقتصادی (کشاورزی، صنعت، خدمات و حمل و نقل) در ایران را با استفاده از روش علیت هیسانو طی دوره زمانی ۸۱-۱۳۵۰ بررسی می‌کند. نتایج حاصله یک رابطه علیت دو طرفه بین مصرف حامل‌های انرژی و رشد بخش‌ها را در ایران بیان می‌کنند. به عبارت دیگر، افزایش مصرف حامل‌های انرژی می‌تواند موجبات رشد بخش‌های اقتصادی را فراهم نماید. از طرف دیگر رشد بخش‌های مختلف اقتصادی کشور نیز موجب رشد مصرف حامل‌های انرژی می‌شود. از این رو ضرورت آینده نگری تامین نیازهای بخش‌های اقتصادی به حامل‌های انرژی آشکار می‌گردد.



۱. عضو هیات علمی دانشگاه تربیت مدرس Reza_Najarzadeh@yahoo.com

۲. کارشناس ارشد اقتصاد انرژی azamam901931@yahoo.com

۱. مقدمه

از آنجا که انرژی به عنوان یکی از نهاده‌های مهم تولید کالاها و خدمات محسوب می‌شود، همواره در اقتصاد کشورها از جایگاه ویژه‌ای برخوردار بوده است. در این راستا، تأمین انرژی مورد نیاز فعالیت‌ها و بخش‌های اقتصادی کشور حائز اهمیت بوده و بررسی ارتباط بین نهاده انرژی و اثرات آن بر تولید و رشد بخش‌های اقتصادی در خور توجه است. یعنی ارتباط بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی به‌ویژه در دهه هشتاد و پس از وقوع بحران‌های نفتی در دهه هفتاد میلادی که منجر به رکود اقتصادی در دنیای غرب شد، در کانون توجه تحلیل‌گران اقتصادی قرار گرفت. اما مسأله‌ای که هنوز باقی‌مانده، جهت‌علیت این رابطه است. به عبارت دیگر، سؤال مهم و اساسی این است که آیا رشد اقتصادی منجر به افزایش مصرف انرژی می‌گردد و یا این که مصرف انرژی موجب رشد اقتصادی است. جهت‌علیت از نظر سیاست‌گذاری اقتصادی دارای اهمیت بوده و دلالت‌های سیاسی مهمی را در سیاست‌گذاری در بر دارد. مطالعات متعددی در این زمینه صورت گرفته و نتایج متفاوتی به‌دست آمده است. اولین تلاش انجام یافته در این زمینه، مطالعات مربوط به کرافت و کرافت^۱ است که در سال ۱۹۷۸ رابطه‌علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی را با استفاده از داده‌های سری زمانی دوره ۷۴-۱۹۴۷ برای اقتصاد آمریکا مورد بررسی قرار داده‌اند. یافته این مطالعه حاکی از وجود رابطه یک‌طرفه از GNP به مصرف انرژی می‌باشد. به عبارت دیگر، GNP سطح مصرف انرژی را تعیین کرده و در اقتصاد آمریکا مصرف انرژی تابع تولید ناخالص ملی است. بدین جهت محققان پیشنهاد داده‌اند که در اقتصاد آمریکا، می‌توان سیاست‌های صرفه‌جویی انرژی را بدون این که اثرات نامطلوبی بر اقتصاد داشته باشد، اتخاذ کرد و با استفاده از ماشین‌آلات انرژی اندوز، می‌توان بهره‌وری و کارایی انرژی را افزایش داد. در این مطالعه تکنیک سیمز^۲ جهت آزمون علیت به کار گرفته شده است. با وجود این، مطالعه مذکور مورد انتقاد برخی از اقتصاددانان معاصر قرار

1. Kraft, J. Kraft A.

2. Sims Technique.

گرفت. در سال ۱۹۸۰ دو اقتصاددان به نام‌های آکارکا و لانگ^۱ نتایج مطالعه کرافت و کرافت را شدیداً مورد اعتراض قرار دادند و عنوان کردند که یافته‌های آنها چندان اعتبار نداشته و با تغییر دادن دو سال از داده‌های دوره مورد بررسی نتایج کلاً تغییر خواهد کرد. آکارکا و لانگ، در مطالعه‌ای که برای اقتصاد آمریکا، با استفاده از داده‌های سری زمانی دوره‌های ۷۰-۱۹۵۰ و ۶۸-۱۹۵۰ انجام دادند، هیچ‌گونه رابطه علی بین مصرف انرژی و GNP نیافتند. به عبارت دیگر، یافته‌های کرافت و کرافت را رد کردند. سایر مطالعات تجربی با استفاده از دوره‌های زمانی و روش‌ها و تکنیک‌های مختلف، به نتایج متفاوتی در مورد آمریکا دست یافته‌اند. در این راستا، یو و هوانگ^۲ در سال ۱۹۸۴ با استفاده از داده‌های دوره ۷۰-۱۹۵۰ اقتصاد آمریکا را مورد مطالعه قرار داده و در آن هیچ‌گونه رابطه علی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی مشاهده نکردند. همچنین یو و چوی^۳ نیز طی مطالعه‌ای در سال ۱۹۸۵، با استفاده از داده‌های سری زمانی دوره ۷۰-۱۹۵۰ نشان داده‌اند که هیچ‌گونه رابطه علی بین مصرف انرژی و GNP در اقتصاد آمریکا وجود ندارد، لیکن یو و چوی در همین مطالعه به یک رابطه علی یک‌طرفه از GNP به مصرف انرژی در اقتصاد کشور کره جنوبی و برعکس آن در اقتصاد فیلیپین دست یافتند (رابطه علی یک طرفه از مصرف انرژی به GNP).

جان آسافا^۴ در سال ۲۰۰۰، رابطه بین مصرف انرژی و درآمد را برای هند، اندونزی، فیلیپین و تایلند، با استفاده از روش هم‌انباشتگی و مدل تصحیح خطا^۵، تخمین زده است. نتیجه این که در کوتاه‌مدت، رابطه یک طرفه‌ای از انرژی به درآمد برای هند و اندونزی وجود دارد در حالی که این رابطه برای تایلند و فیلیپین دو طرفه است. در یک بررسی مجدد، یانگ^۵ در سال ۲۰۰۰، رابطه بین مصرف انرژی و GDP را برای کشور تایوان

1. Akarca and Long (1980)
2. Yu and Hawang (1984)
- 3 . Yu and Choi (1985)
4. Asafu, John (2000)
5. Error Correction Model

در دوره ۹۷-۱۹۵۴ با روش گرنجر بررسی می‌کند. او یک رابطه دوطرفه بین مصرف کل انرژی و GDP می‌یابد. بدین معنا که کمبود انرژی ممکن است مانع از رشد اقتصادی در تایوان گردد.

در این رابطه در ایران نیز مطالعاتی صورت گرفته که برخی از آنها را بررسی خواهیم کرد. مطالعه عباس رحیمی سال ۱۳۷۲ که در این مطالعه جهت تبیین رابطه بین رشد اقتصادی و تقاضای انرژی ۳ مدل در نظر گرفته شده است. مدل‌ها برای ۲۱ کشور با استفاده از داده‌های آماری در دوره ۹۰-۱۹۷۰ تخمین زده شده‌اند. این مطالعه دو هدف را دنبال می‌کند:

۱. محاسبه کشش GDP نسبت به مصرف انرژی در کشورهای مورد مطالعه؛

۲. محاسبه کشش GDP نسبت به انواع مصارف انرژی در کشورهای مورد مطالعه.

نتیجه کلی از مدل بالا این است که نفت و در درجه دوم، گاز، مهم‌ترین منبع انرژی در رشد اقتصادی کشورهای صنعتی مورد نظر است. زغال‌سنگ به‌عنوان کم‌اهمیت‌ترین انرژی در رشد اقتصادی کشورهای صنعتی مورد مطالعه می‌باشد ولی در کشورهای صنعتی انگلیس، ژاپن و کره جنوبی از اهمیت بالایی برخوردار است.

نسرین قبادی (۱۳۷۶)، رابطه کوتاه‌مدت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران را با استفاده از روش علیت گرنجر مورد بررسی قرار داده و سپس رابطه هم‌انباشتگی بین دو متغیر بررسی شده را با کاربرد مدل تصحیح خطا، سرعت تبدیل انحراف از تعادل بلندمدت را برای هر کدام از متغیرها محاسبه کرده است. پس از تخمین معادلات، نتایج نشان می‌دهند که علیت در هر دو جهت رد می‌شود.

در مطالعه‌ای، احسان طاهری فرد و علی رحمانی (۱۳۷۶) با استفاده از روش هم‌انباشتگی و تشکیل مدل تصحیح خطا و نیز آزمون علیت گرنجر به بررسی روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت متغیرهای تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی و موجودی سرمایه برای کشور ایران در دوره ۷۳-۱۳۴۶ پرداخته‌اند. نتایج حاصل از تخمین مدل تصحیح خطا نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت رابطه معنی‌داری بین تولید ناخالص به‌عنوان متغیر وابسته و

متغیرهای مستقل مصرف انرژی و موجودی سرمایه وجود ندارد. ولی رابطه بلندمدت بین مصرف انرژی، موجودی سرمایه و تولید ناخالص داخلی وجود دارد. در این مطالعه، برای تعیین رابطه علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی، یک مدل اتورگرسیو برداری (VAR) با چهار معادله در نظر گرفته شده است. پس از تخمین معادلات، مشخص شد که رابطه علیت از سوی تولید به سمت مصرف انرژی وجود دارد ولی با افزایش تولید، تقاضا برای سرمایه و نیروی کار افزایش نمی‌یابد. سرمایه و نیروی کار تأثیر معناداری بر مصرف انرژی ندارد، ولی مصرف انرژی در تغییرات سرمایه و نیروی کار مؤثر است. تغییرات مصرف انرژی تأثیر معناداری بر GDP ندارد، بدین معنی که در ایران نهاده انرژی، نهاده مسلط در تولید نیست. نتایج برآورد همچنین نشان می‌دهد که سرمایه و نیروی کار نیز تأثیر معناداری بر GDP ندارند. بدین ترتیب در این مطالعه، مصرف انرژی به‌طور قوی علت GDP نیست.

رضا ملکی (۱۳۷۸) در مطالعه‌ای با استفاده از یک مدل تصحیح خطای برداری پویا رابطه علیت بین متغیرهای تولید ناخالص داخلی، سطح عمومی قیمت‌های، مصرف انرژی و واردات بررسی کرده است. برآورد مدل تصحیح خطا، نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت و بلندمدت یک رابطه علیت یک‌طرفه از مصرف انرژی به تولید ناخالص داخلی وجود دارد. علاوه بر این، یک رابطه ضعیف نیز از تولید به مصرف انرژی تنها در بلندمدت وجود دارد. به عبارت دیگر تغییرات تولید داخلی در کوتاه‌مدت نمی‌تواند تغییرات مصرف انرژی را توجیه کند. اما در بلندمدت به شکل ضعیف بر آن اثر دارد. بنابراین در بلندمدت رابطه علیت از هر سه متغیر انرژی، سطح قیمت و واردات به تولید وجود دارد.

در مطالعه‌ای دیگر، توسط غلامعلی شرزهای و محمدرضا وحیدی (۱۳۸۰) رابطه علیت بین متغیرهای مصرف انرژی، سطح قیمت‌ها و تولید ناخالص داخلی برخی از کشورهای عضو اوپک (اندونزی، ایران، کویت، عربستان و ونزوئلا) طی دوره زمانی ۱۹۶۵-۹۵ مورد بررسی قرار گرفته است. به‌طور کلی در کشورهای مورد مطالعه در

کوتاه‌مدت و بلندمدت، افزایش در مصرف انرژی نقش حائز اهمیت در افزایش تولید ناخالص داخلی این کشورها ندارد. همچنین افزایش در تولید ناخالص داخلی در پنج کشور مورد مطالعه موجب افزایش در میزان مصرف انرژی نمی‌شود، اما تغییر در مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی در کلیه کشورها باعث تغییر در سطح عمومی قیمت‌ها می‌گردد.

مصطفایی (۱۳۸۰) طی بررسی‌هایی که انجام داده است رابطه بین تولید ناخالص داخلی و مصرف فرآورده‌های عمده نفتی (نفت کوره، بنزین، نفت سفید، گازوئیل) براساس یک الگوی تصحیح خطا برداری برای دوره ۱۳۳۸ تا ۱۳۷۸ را مورد بررسی قرار داده است. نتایج حاصله نشان می‌دهد در ایران یک رابطه علیت دو طرفه بین تولید ناخالص داخلی و مصرف فرآورده‌های عمده نفتی در بلندمدت وجود دارد. در کوتاه‌مدت نیز یک رابطه ضعیف علیت از تولید به مصرف فرآورده‌ها وجود دارد. رشد تولید در بلندمدت از مصرف فرآورده‌های عمده نفتی متأثر می‌شود و هرگونه تغییر در مصرف این فرآورده‌ها تغییرات تولید را سبب می‌شود. از طرف دیگر مصرف فرآورده‌ها نیز در بلندمدت از تولید متأثر می‌شود. بدین ترتیب که با تغییر تولید در بلندمدت مصرف فرآورده‌ها نیز تغییر می‌کند.

کشور ایران دارای منابع انرژی غنی و گسترده است. وجود مخازن بزرگ نفتی، معادن عظیم زیرزمینی و وجود پتانسیل‌های بالقوه انرژی موجب گردیده است که ایران در این زمینه از موقعیت مناسب و ممتازی نسبت به بسیاری از کشورهای دیگر برخوردار باشد. این منابع عظیم در صورتی می‌توانند به‌عنوان یک عامل مهم توسعه اقتصادی به شمار روند که استفاده بهینه و مناسب از منابع فوق به عمل آید. در صورت عدم استفاده بهینه و کارا این امکان وجود دارد که بخش انرژی به عنوان یک بخش نامتعادل و ناسازگار با سایر بخش‌های اقتصادی درآمده و باعث عدم تعادل اقتصادی گردد.

امروزه تأثیر و اهمیت انرژی و نقش آن در اقتصاد هر کشور بر کسی پوشیده نیست. قبول حاکمیت انرژی در اقتصاد فعلی و آینده کشور و نیاز ضروری به درآمدهای ارزی حاصله و استفاده از آن برای مصرف داخلی، ضرورت صیانت و بهره‌برداری دقیق و

اقتصادی از انرژی را امری اجتناب‌ناپذیر می‌کند. تحقق توسعه اقتصادی پایدار در گرو آن است که تولید و بهره‌برداری از انرژی همراه با سایر نهاده‌ها نظیر منابع انسانی، مواد اولیه، منابع مالی و... به‌طور هماهنگ و همساز برنامه‌ریزی شود. مطابق ادبیات موضوع، انتظار بر این است که استفاده بهینه از حامل‌های انرژی، تأثیری مثبت بر رشد اقتصادی داشته باشد. به‌همین منظور، در مقاله حاضر رابطه علی بین مصرف انرژی (نفت، گاز، برق) و رشد بخش‌های مختلف اقتصادی (صنعت، کشاورزی، خدمات و حمل و نقل) در ایران با استفاده از روش هیسائو طی دوره زمانی ۸۱-۱۳۵۰ به‌بوته آزمون گذارده شده است. در این راستا، سازماندهی مقاله به شکل زیر می‌باشد. در بخش دوم به بررسی روش‌شناسی تحقیق پرداخته می‌شود. در بخش سوم مدل تحقیق معرفی می‌گردد. یافته‌های تجربی تحقیق در بخش چهارم آورده شده و در بخش پایانی، خلاصه و نتیجه‌گیری ارائه خواهد شد.

۲. متدولوژی تحقیق

۲-۱. آزمون علیت هیسائو^۱

آزمون علیتی هیسائو^۲ در واقع تعدیل و یا اصلاح شده آزمون علیت گرنجر است. آزمون علیت گرنجر زمانی معتبر است که متغیرهای سری زمانی هم‌انباشته نباشند. لازم به ذکر است که آزمون علیت گرنجر نسبت به انتخاب طول وقفه بهینه بسیار حساس است. چنانچه در انجام این آزمون، طول وقفه انتخابی کمتر از طول وقفه بهینه (واقعی) باشد، نتایج تورش‌دار خواهد بود و چنانچه طول وقفه انتخابی، بیشتر از طول وقفه مناسب (واقعی) باشد، در این صورت پارامترهای تخمین زده شده معادلات (۱) و (۲) ناکارا خواهند بود. به هر حال در این آزمون، عدم انتخاب طول وقفه مناسب و صحیح، موجب بروز مشکلات غیر قابل اغماض در مدل خواهد شد. به‌همین دلیل استفاده از این آزمون برای تعیین جهت روابط علی از اعتماد چندانی برخوردار نیست. جهت برطرف شدن این مشکل، در سال

1. Hsiao, Cheng, "Auto regressive modeling and Money-income causality Detection", Journal of Monetary Economics 7 (1981) 85-106

2. Hisao Causality

۱۹۸۱ هیسائو^۱ یک روش خودرگرسیون سیستماتیک جهت انتخاب طول وقفه بهینه برای هر کدام از متغیرهای معادله رگرسیونی (۱) و (۲) ارائه داد. این روش در واقع ترکیب دو روش علیت گرنجر و خطای پیش‌بینی^۲ نهایی آکائیک (AFPE) است که به عنوان میانگین مربعات خطای پیش‌بینی^۳ نامیده می‌شود. با این حساب، اشکالات آزمون علیت گرنجر برطرف شده و جهت آزمون‌های علیتی معتبر قابل استناد خواهد شد. در سال‌های دهه ۸۰ میلادی، بسیاری از مطالعات همانند تورنتون و باتن^۴، هوانگ^۵ و همکاران و چانگ و لی^۶ با استفاده از تکنیک علیت گرنجر تصحیح شده (هیسائو) به نتایج قوی و معتبری در خصوص انتخاب طول وقفه بهینه دست یافتند.

روش و یا تکنیک آزمون علیت گرنجر تصحیح شده (هیسائو) دو مرحله‌ای است. در مرحله اول مدل‌های خودرگرسیونی متغیر وابسته تخمین زده می‌شوند، به طوری که ابتدا متغیر وابسته روی همان متغیر با یک وقفه رگرس می‌شود. سپس رگرسیون با استفاده از دو وقفه متغیر وابسته برازش شده و این روند به همین طریق ادامه پیدا می‌کند. سپس M رگرسیون به شرح زیر تخمین زده می‌شود:

$$(1-L)y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i (1-L)y_{t-i} + U_{1t} \quad (3)$$

که در آن i از ۱ تا m بوده و نمایانگر طول وقفه است. انتخاب طول وقفه به اندازه نمونه و همچنین ساختار اقتصادی متغیر بستگی دارد. جهت تعیین m بهینه، ابتدا طول وقفه را بزرگ انتخاب کنیم و سپس بعد از هر تخمین متناسب با m ($m=1,2,\dots,m$) مقدار FPE را برای هر کدام از رگرسیون‌ها به صورت زیر محاسبه می‌کنیم:

$$FPE(m) = \frac{T+m+1}{T-m-1} \frac{SSE(m)}{T} \quad (4)$$

1. Hisao (1981)
2. Akaike's Final Prediction Error (AFPE)
3. Mean Square Prediction Error (MSPE)
4. Thornton and Baten (1985)
5. Hwang et. al (1991)
6. Chang and Lai (1997)

به طوری که در آن، T بیانگر تعداد نمونه بوده و FPE و SSE به ترتیب خطای پیش‌بینی نهایی و مجموع مربعات خطا هستند.

مقدار بهینه m^* طول وقفه‌ای است که حداقل FPE را ایجاد نماید. لذا در این قسمت از تحقیق m^* را تعیین می‌کنیم. سپس با استفاده از m^* انتخاب شده، رگرسیون متناسب با آن تخمین زده می‌شود. منتها این بار متغیر دیگر اضافه شده و فرآیند تکرار تخمین با در نظر گرفتن m^* ثابت و تکرار وقفه (n) برای متغیر جدید انجام خواهد گرفت. به عبارت دیگر فرآیند انتخاب طول وقفه بهینه برای متغیر جدید، همانند فرآیند بار اول تکرار خواهد شد. لذا رگرسیون‌های تکراری به شکل زیر خواهند بود:

$$(1-L)y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{m^*} \alpha_i (1-L) y_{t-i} + \sum_{j=1}^n (1-L) X_{t-j} + U_{2t} \quad (5)$$

به طوری که از 1 تا n تغییر کرده و نمایانگر طول وقفه برای متغیر Y_t می‌باشد. بنابراین طول وقفه بهینه n^* جایی است که FPE زیر حداقل شود:

$$FPE(m^*, n) = \frac{T + m^* + n + 1}{T - m^* - n - 1} \frac{SSE(m^*, n)}{T} \quad (6)$$

به طوری که در رابطه فوق، m^* طول وقفه بهینه برای متغیر X_t و n طول وقفه متغیر Y_t می‌باشد. T نیز تعداد نمونه است. همان‌طور که توضیح داده شد، به طوری که مقدار عددی رابطه (6) به حداقل برسد، طول وقفه بهینه n^* تعیین خواهد شد.

حال چنانچه

$$FPE(m^*) > FPE(m^*, n^*) \Rightarrow X_t \text{ علت } Y_t \text{ می‌باشد}$$

$$FPE(m^*) < FPE(m^*, n^*) \Rightarrow X_t \text{ علت } Y_t \text{ نمی‌باشد}$$

۳. معرفی مدل تحقیق

در این تحقیق، برای بررسی روابط بین مصرف حامل‌های انرژی (نفت، گاز و برق) و رشد بخش‌های مختلف اقتصادی ایران (کشاورزی، صنعت، خدمات و حمل و نقل) از مدل زیر استفاده شده است.

$$\text{Log} y_t = f(\log x_t)$$

که در آن y همان ارزش افزوده بخش‌ها به قیمت ثابت سال ۷۶ بوده و x نیز معرف مصرف حامل‌های انرژی است. تمامی متغیرهای مدل به صورت لگاریتمی است. داده‌های مربوط از ترازنامه انرژی و نیز از سالنامه آماری سال‌های مختلف کشور گرفته شده است. دوره مورد بررسی تحقیق سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۵۰ بوده و کلیه داده‌های آمار و اطلاعات مربوط به مصرف حامل‌های انرژی از ترازنامه انرژی وزارت نیرو گرفته شده است. آمارهای مربوط به ارزش افزوده بخش‌های مختلف اقتصادی نیز از سالنامه‌های آماری کشور استخراج شده است.

۴. یافته‌های تجربی تحقیق

در این قسمت به بررسی نتایج تجربی تحقیق پرداخته می‌شود. برای این منظور، ابتدا نتایج آزمون ریشه واحد و سپس آزمون هم‌انباشتگی را بررسی کرده و بعد از آن به بررسی رابطه علیت به روش هیسائو می‌پردازیم. یافته‌های تجربی تحقیق به شرح زیر می‌باشد:

۴-۱. نتایج آزمون ریشه واحد

آزمون ریشه واحد دیکی - فولر به صورت‌های مختلف و ممکن بر اساس معنی‌دار بودن هر یک از عوامل جبری (مقادیر ثابت و روند) و معنی‌دار بودن متغیرهای وابسته با وقفه برای کلیه متغیرهای مدل مورد آزمون قرار گرفت. نتایج این آزمون‌ها در جداول (۴-۱) و (۴-۲) به ترتیب برای سطح و تفاضل اول متغیرها، آورده شده است. با توجه به نتایج جداول، تمامی متغیرها در سطح نامانا بوده و همگی با یک‌بار تفاضل‌گیری مانا شده‌اند. بنابراین می‌توان اظهار داشت که همه متغیرها انباشته از درجه یک یا $I(1)$ می‌باشند و تفاضل مرتبه اول تمامی آنها (نرخ رشد) انباشته از درجه صفر یا $I(0)$ می‌باشند.

همان‌طور که از جداول (۴-۱) و (۴-۲) مشخص است، لگاریتم متغیرها، در سطح، نامانا هستند و همه آنها با یک‌بار تفاضل‌گیری مانا می‌گردند. بنابراین می‌توان اظهار داشت که لگاریتم همه متغیرها انباشته از درجه یک یا $I(1)$ می‌باشند و تفاضل لگاریتمی همه آنها

(نرخ رشد) انباشته از درجه صفر یا $I(0)$ می‌باشند. توضیح متغیرها به صورت زیر است:
 Lagri: لگاریتم ارزش افزوده بخش کشاورزی به قیمت ثابت سال ۱۳۶۹ (میلیارد ریال)
 Lind: لگاریتم ارزش افزوده بخش صنعت به قیمت ثابت سال ۱۳۶۹ (میلیارد ریال)
 Ltran: لگاریتم ارزش افزوده بخش حمل و نقل به قیمت ثابت سال ۱۳۶۹ (میلیارد ریال)
 Lserv: لگاریتم ارزش افزوده بخش خدمات به قیمت ثابت سال ۱۳۶۹ (میلیارد ریال)
 Lcso: لگاریتم مصرف فرآورده‌های نفتی در بخش خدمات (میلیون بشکه معادل نفت خام)
 Lcio: لگاریتم مصرف فرآورده‌های نفتی در بخش صنعت (میلیون بشکه معادل نفت خام)
 Lcao: لگاریتم مصرف فرآورده‌های نفتی در بخش کشاورزی (میلیون بشکه معادل نفت خام)

جدول ۴-۱. آزمون ریشه واحد برای سطح داده‌ها

متغیر	مدل	Lag	مقادیر ADF	مقادیر بحرانی مکینون			نتیجه
				٪۱	٪۵	٪۱۰	
Lserv	C	۱	-۲/۰۰۹۲۴۱	-۳/۶۶۶۱	-۲/۹۶۲۷	-۲/۶۲۰۰	نامانا
Lcso	C	۱	-۲/۹۸۹۲۸۰	-۳/۶۶۶۱	-۲/۹۶۲۷	-۲/۶۲۰۰	نامانا
Lcsg	C	۱	-۲/۹۱۲۰۷۹	-۳/۶۷۵۲	-۲/۹۶۶۵	-۲/۶۲۲۰	نامانا
Lcse	C	۲	-۳/۴۶۵۰۶۱	-۳/۶۷۵۲	-۲/۹۶۶۵	-۲/۶۲۲۰	نامانا
Lcto	T	۱	-۴/۱۸۶۶۴۵	-۴/۲۹۴۹	-۳/۵۶۷۰	-۳/۲۱۶۹	نامانا
Ltran	C	۱	-۳/۱۰۱۰۵۰	-۳/۶۶۶۱	-۲/۹۶۲۷	-۲/۶۲۰۰	نامانا
Lcie	T	۱	-۱/۹۱۳۹۳۵	-۴/۲۹۴۹	-۳/۵۶۷۰	-۳/۲۱۶۹	نامانا
Lcig	T	۱	-۳/۵۷۶۶۵۷	-۴/۲۹۴۹	-۳/۵۶۷۰	-۳/۲۱۶۹	نامانا
Lcio	C	۱	-۳/۱۰۱۰۵۰	-۳/۶۶۶۱	-۲/۹۶۲۷	-۲/۶۲۰۰	نامانا
Lind	T	۱	-۳/۴۲۰۷۴۰	-۴/۲۹۴۹	-۳/۵۶۷۰	-۳/۲۱۶۹	نامانا
Lcae	C	۲	-۲/۷۳۱۱۸۵	-۳/۶۷۵۲	-۲/۹۶۶۵	-۲/۶۲۲۰	نامانا
Lcao	T	۱	-/۵۳۰۳۸۵	-۴/۲۹۴۹	-۳/۵۶۷۰	-۳/۲۱۶۹	نامانا
Lagri	C	۱	-۱/۸۸۴۸۰۴	-۳/۶۶۶۱	-۲/۹۶۲۷	-۲/۶۲۰۰	نامانا

جدول ۴-۲. آزمون ریشه واحد برای تفاضل مرتبه اول داده‌ها

متغیر	مدل	Lag	مقادیر ADF	مقادیر بحرانی مکینون			نتیجه
				۱٪	۵٪	۱۰٪	
Lserv	N	۲	-۴/۳۳۴۰۱۳	-۲/۶۴۸۶	-۱/۹۵۳۵	-۱/۶۲۲۱	مانا
Lcso	T	۲	-۴/۵۵۴۸۱۸	-۴/۳۲۲۶	-۳/۵۷۹۶	-۳/۲۲۳۹	مانا
Lcsg	T	۱	-۳/۴۳۳۳۰	-۴/۳۲۲۶	-۳/۵۷۹۶	-۳/۲۲۳۹	مانا
Lcse	T	۰	-۵/۹۰۸۳۱۵	-۴/۲۹۴۹	-۳/۵۶۷۰	-۳/۲۱۶۹	مانا
Lcto	C	۲	-۳/۸۰۸۲۷۲	-۳/۶۸۵۲	-۲/۹۷۰۵	-۲/۶۲۴۲	مانا
Ltran	N	۱	-۲/۸۷۶۱۶۲	-۲/۶۴۵۳	-۱/۹۵۳۰	-۱/۶۲۱۸	مانا
Lcie	C	۰	-۴/۱۳۳۳۹۱	-۳/۶۶۶۱	-۲/۹۶۲۷	-۲/۶۲۰۰	مانا
Lcig	C	۲	-۳/۹۹۴۱۲۹	-۳/۶۸۵۲	-۲/۹۷۰۵	-۲/۶۲۴۲	مانا
Lcio	N	۰	-۳/۵۸۸۳۳۳	-۲/۶۴۲۳	-۱/۹۵۲۶	-۱/۶۲۱۶	مانا
Lind	C	۱	-۴/۷۸۲۹۶۸	-۳/۶۷۵۲	-۲/۹۶۶۵	-۲/۶۲۲۰	مانا
Lcae	C	۱	-۳/۶۷۵۲	-۳/۶۷۵۲	-۲/۹۶۶۵	-۲/۶۲۲۰	مانا
Lcao	T	۰	-۴/۲۹۴۹	-۴/۲۹۴۹	-۳/۵۶۷۰	-۳/۲۱۶۹	مانا
Lagri	T	۱	-۴/۳۰۸۲	-۴/۳۰۸۲	-۳/۵۷۳۱	-۳/۲۲۰۳	مانا

در جداول بالا تمامی متغیرها بر حسب لگاریتم طبیعی بوده و L علامت لگاریتم است.

Lcto: لگاریتم مصرف فرآورده‌های نفتی در بخش حمل و نقل (میلیون بشکه معادل نفت خام)

Lcsg: لگاریتم مصرف گاز طبیعی در بخش خدمات (میلیون بشکه معادل نفت خام)

Lcig: لگاریتم مصرف گاز طبیعی در بخش صنعت (میلیون بشکه معادل نفت خام)

Lcse: لگاریتم مصرف برق در بخش خدمات (میلیون بشکه معادل نفت خام)

Lcie: لگاریتم مصرف برق در بخش صنعت (میلیون بشکه معادل نفت خام)

Lcae: لگاریتم مصرف برق در بخش کشاورزی (میلیون بشکه معادل نفت خام)

۴-۲. نتایج آزمون هم‌انباشتی

همان‌طور که ملاحظه شد، تمامی متغیرهای تحقیق انباشته از مرتبه اول بوده و لذا می‌توان از

آزمون هم‌انباشتگی استفاده کرد. یکی از این روش‌ها، آزمون هم‌انباشتگی انگل - گرنجر است که در بخش دوم تشریح شده است. برای این منظور ابتدا معادلات اقتصادسنجی به روش OLS مورد آزمون قرار گرفته و سپس آزمون ریشه واحد برای پسماندهای آنها انجام گرفت. طبق معادلات زیر در هیچ‌یک از معادلات فوق فرض صفر مبنی بر عدم هم‌انباشتگی بین متغیرها رد نشده است. بنابراین، در هیچ مورد میان متغیرها رابطه بلندمدت بین حامل‌های انرژی و رشد بخش‌ها وجود ندارد. در نتیجه، نتایج آزمون‌های علیتی هیسانو می‌توانند برای تبیین روابط بین مصرف انرژی و رشد بخش‌ها معتبر تلقی گردند. معادلات اقتصادسنجی به صورت زیر معرفی می‌شوند:

$$\begin{array}{ll}
 ۱) \text{Lagri} = \alpha_0 + \beta_0 \text{Lcao} + U_0 & ۱۰) \text{Lcao} = \alpha_9 + \beta_9 \text{Lagri} + U_9 \\
 ۲) \text{Lagri} = \alpha_1 + \beta_1 \text{Lcae} + U_1 & ۱۱) \text{Lcae} = \alpha_{10} + \beta_{10} \text{Lagri} + U_{10} \\
 ۳) \text{Lind} = \alpha_2 + \beta_2 \text{Lcio} + U_2 & ۱۲) \text{Lcio} = \alpha_{11} + \beta_{11} \text{Lind} + U_{11} \\
 ۴) \text{Lind} = \alpha_3 + \beta_3 \text{Lcig} + U_3 & ۱۳) \text{Lcig} = \alpha_{12} + \beta_{12} \text{Lind} + U_{12} \\
 ۵) \text{Lind} = \alpha_4 + \beta_4 \text{Lcie} + U_4 & ۱۴) \text{Lcie} = \alpha_{13} + \beta_{13} \text{Lind} + U_{13} \\
 ۶) \text{Ltran} = \alpha_5 + \beta_5 \text{Lcto} + U_5 & ۱۵) \text{Lcto} = \alpha_{14} + \beta_{14} \text{Ltran} + U_{14} \\
 ۷) \text{Lserv} = \alpha_6 + \beta_6 \text{Lcso} + U_6 & ۱۶) \text{Lcso} = \alpha_{15} + \beta_{15} \text{Lserv} + U_{15} \\
 ۸) \text{Lserv} = \alpha_7 + \beta_7 \text{Lcsg} + U_7 & ۱۷) \text{Lcsg} = \alpha_{16} + \beta_{16} \text{Lserv} + U_{16} \\
 ۹) \text{Lserv} = \alpha_8 + \beta_8 \text{Lcse} + U_8 & ۱۸) \text{Lcse} = \alpha_{17} + \beta_{17} \text{Lserv} + U_{17}
 \end{array}$$

در معادلات فوق، تک تک روابط بین مصرف حامل‌های انرژی و رشد بخش‌های اقتصادی مد نظر قرار گرفته است. نتایج آزمون هم‌انباشتگی معادلات فوق در جدول (۳-۴) آورده شده است. نتایج به دست آمده گویای نبود هم‌انباشتگی بین متغیرهای تمامی مدل‌های فوق می‌باشد.

جدول ۴-۳. نتایج آزمون هم‌انباشتی معادلات معرفی شده

Residuals	مدل	Lag	مقدار ADF	مقادیر بحرانی مکینون			نتیجه
				٪۱	٪۵	٪۱۰	
U_1	T	۱	-۰/۹۵۴۵۸۳	-۴/۲۹۴۹	-۳/۵۶۷۰	-۳/۲۱۶۹	نامانا
U_2	T	۱	-۲/۵۸۴۹۶۸	-۴/۲۹۴۹	-۳/۵۶۷۰	-۳/۲۱۶۹	نامانا
U_3	T	۱	-۷/۱۶۴۶	-۴/۲۹۴۹	-۳/۵۶۷۰	-۳/۲۱۶۹	نامانا
U_4	T	۱	-۲/۵۹۹۲۴۵	-۴/۲۹۴۹	-۳/۵۶۷۰	-۳/۲۱۶۹	نامانا
U_5	T	۱	-۳/۰۵۷۳۴۶	-۴/۲۹۴۹	-۳/۵۶۷۰	-۳/۲۱۶۹	نامانا
U_6	N	۱	-۱/۷۳۰۴۴۷	-۲/۶۴۲۳	-۱/۹۵۲۶	-۱/۶۲۱۶	نامانا
U_7	T	۲	-۲/۰۰۴۸۰۲	-۴/۳۲۲۶	-۳/۵۷۹۶	-۳/۲۲۳۹	نامانا
U_8	C	۱	-۲/۰۰۴۹۴۱	-۳/۶۶۶۱	-۲/۹۶۲۷	-۲/۶۲۰۰	نامانا
U_9	N	۱	-۱/۷۲۶۸۱۳	-۲/۶۴۲۳	-۱/۹۵۲۶	-۱/۶۲۱۶	نامانا
U_{10}	T	۱	-۱/۸۵۹۶۵۴	-۴/۲۹۴۹	-۳/۵۶۷۰	-۳/۲۱۶۹	نامانا
U_{11}	C	۱	-۲/۶۱۸۶۹۲	-۳/۶۶۶۱	-۲/۹۶۲۷	-۲/۶۲۰۰	نامانا
U_{12}	T	۱	-۱/۱۷۰۸۳۶	-۴/۲۹۴۹	-۳/۵۶۷۰	-۳/۲۱۶۹	نامانا
U_{13}	C	۱	-۲/۷۴۵۲۸۹	-۳/۶۶۶۱	-۲/۹۶۲۷	-۲/۶۲۰۰	نامانا
U_{14}	C	۱	-۲/۹۲۲۲۲۸	-۳/۶۶۶۱	-۲/۹۶۲۷	-۲/۶۲۰۰	نامانا
U_{15}	N	۱	-۱/۴۴۴۶۹۱	-۲/۶۴۲۳	-۱/۹۵۲۶	-۱/۶۲۱۶	نامانا
U_{16}	N	۱	-۱/۸۶۲۳۵۸	-۲/۶۴۵۳	-۱/۹۵۳۰	-۱/۶۲۱۸	نامانا
U_{17}	N	۱	-۱/۴۲۷۸۲۸	-۲/۶۴۲۳	-۱/۹۵۲۶	-۱/۶۲۱۶	نامانا
U_{18}	N	۱	-۱/۵۶۴۰۷۴	-۲/۶۴۲۳	-۱/۹۵۲۶	-۱/۶۲۱۶	نامانا

در جدول بالا C، T و N به ترتیب بیانگر مدل با عرض از مبدا و روند، عرض از مبدا و بدون روند و بدون عرض از مبدا و روند می‌باشد.

۳-۴. نتایج آزمون هیسائو

در این تحقیق با توجه به توجیه تئوریک آزمون علی هیسائو، جهت بررسی روابط علی بین مصرف حامل‌های انرژی و رشد بخش‌های اقتصادی در ایران از چنین آزمونی استفاده شده است. نتایج این آزمون‌ها در جدول ۴-۴ آمده است.

جدول ۴-۴. نتایج آزمون علیت هیسائو

متغیرها	FPE(m*)		نتیجه	
	FPE(m*, n*)			
Lcao, Lagri	۰/۰۰۱۳۲۳ (۱۴)	>	۰/۰۰۰۲۵۷۸۳ (۱)	رشد ارزش افزوده بخش کشاورزی موجب رشد مصرف فرآورده‌های نفتی در این بخش می‌شود.
Lcae, Lagri	۰/۰۰۱۶۱۷ (۱۴)	>	۰/۰۰۱۲۰۵ (۱)	رشد ارزش افزوده بخش کشاورزی موجب رشد مصرف برق در این بخش می‌شود.
Lcio, Lind	۰/۰۰۷۹۵۵ (۱۴)	>	۰/۰۰۱۴۹۹ (۱)	رشد ارزش افزوده بخش صنعت موجب رشد مصرف فرآورده‌های نفتی در این بخش می‌شود.
Lcig, Lind	۰/۰۰۳۹۳۶ (۱۴)	>	۰/۰۰۲۷۹۶ (۱)	رشد ارزش افزوده بخش صنعت موجب رشد مصرف گاز طبیعی در این بخش می‌شود.
Lcie, Lind	۰/۰۰۰۵۷۵ (۱۴)	>	۰/۰۰۰۵۵۳ (۱)	رشد ارزش افزوده بخش صنعت موجب رشد مصرف برق در این بخش می‌شود.
Lcso, Lserv	۰/۰۰۳۸۶۷ (۱۴)	>	۰/۰۰۳۲۶۶ (۱)	رشد ارزش افزوده بخش خدمات موجب رشد مصرف فرآورده‌های نفتی در این بخش می‌شود.
Lcsg, Lserv	۰/۰۰۰۵۳۲ (۱۴)	>	۰/۰۰۰۵۰۱۴ (۱)	رشد ارزش افزوده بخش خدمات موجب رشد مصرف گاز طبیعی در این بخش می‌شود.
Lcse, Lserv	۰/۰۰۰۱۴۶ (۱۴)	>	۹/۴۴e (۱)	رشد ارزش افزوده بخش خدمات موجب رشد مصرف برق در این بخش می‌شود.
Lcto, Ltrans	۰/۰۰۰۱۳۷ (۱۴)	>	۱/۲۸e (۱)	رشد ارزش افزوده بخش حمل و نقل موجب رشد مصرف فرآورده‌های نفتی در این بخش می‌شود.

ادامه جدول ۴-۴.

متغیرها	FPE(m*) FPE(m*, n*)		نتیجه
Lagri, Lcao	۰/۰۰۰۸۹۷۴ (۱۴)	<	۰/۰۰۰۹۵۸۲ (۱)
Lagri, Lcae	۰/۰۰۰۸۹۷۴ (۱۴)	<	۰/۰۰۰۶۲۹۷ (۱)
Lind, Lcio	۰/۰۰۰۱۱۴۶۸ (۱۴)	<	۰/۰۰۰۱۲۴۱ (۱)
Lind, Lcig	۰/۰۰۰۱۱۴۶۸ (۱۴)	>	۰/۰۰۰۳۹۰۴ (۱)
Lind, Lcie	۰/۰۰۰۱۱۴۶۸ (۱۴)	<	۰/۰۰۰۱۲۴۲ (۱)
Lserv, Lcso	۰/۰۰۰۱۶۲۳ (۱۴)	>	۹/۵۹۹e (۱)
Lserv, Lcsg	۰/۰۰۰۱۶۲۳ (۱۴)	>	۰/۰۰۰۱۱۶۳ (۱)
Lserv, Lcse	۰/۰۰۰۱۶۲۳ (۱۴)	>	۴/۹۰۷۷e (۱)
Ltrans, Lcto	۰/۰۰۰۱۰۲۶ (۱۴)	>	۰/۰۰۰۰۶۲۲ (۱)

رابطه علیت بین مصرف فرآورده‌های نفتی و رشد ارزش افزوده بخش کشاورزی یک‌طرفه است. بدین معنا که رشد ارزش افزوده بخش کشاورزی سبب رشد مصرف فرآورده‌های نفتی در این بخش می‌شود. اما عکس آن صادق نیست.

این رابطه بین مصرف برق و رشد ارزش افزوده بخش کشاورزی نیز یک‌طرفه است. بدین معنا که رشد ارزش افزوده بخش کشاورزی سبب رشد مصرف برق در این بخش می‌شود. اما عکس آن صادق نیست.

رابطه علیت بین مصرف فرآورده‌های نفتی و رشد ارزش‌افزوده بخش صنعت یک‌طرفه است. بدین معنا که رشد ارزش‌افزوده بخش صنعت سبب رشد مصرف فرآورده‌های نفتی در این بخش می‌شود. اما عکس آن صادق نیست.

این رابطه بین مصرف گاز طبیعی رشد ارزش‌افزوده بخش صنعت دو طرفه است. بدین معنا که افزایش مصرف گاز طبیعی سبب رشد ارزش‌افزوده در این بخش شده و رشد ارزش‌افزوده بخش صنعت نیز سبب رشد مصرف گاز طبیعی می‌شود.

رابطه علیت بین مصرف برق و رشد ارزش‌افزوده بخش صنعت یک‌طرفه است. بدین معنا که رشد ارزش‌افزوده بخش صنعت سبب رشد مصرف برق در این بخش می‌شود. اما عکس آن صادق نیست.

این رابطه بین مصرف فرآورده‌های نفتی و رشد ارزش‌افزوده بخش خدمات دو طرفه است. بدین معنا که افزایش مصرف فرآورده‌های نفتی سبب رشد ارزش‌افزوده در این بخش شده و رشد ارزش‌افزوده بخش خدمات نیز سبب رشد مصرف فرآورده‌های نفتی می‌شود.

رابطه علیت بین مصرف گاز طبیعی و رشد ارزش‌افزوده بخش خدمات دو طرفه است. بدین معنا که افزایش مصرف گاز طبیعی سبب رشد ارزش‌افزوده در این بخش شده، همچنین رشد ارزش‌افزوده بخش خدمات سبب رشد مصرف گاز طبیعی می‌شود.

این رابطه بین مصرف برق و رشد ارزش‌افزوده بخش خدمات دو طرفه است. بدین معنا که افزایش مصرف برق سبب رشد ارزش‌افزوده در این بخش شده و رشد ارزش‌افزوده بخش خدمات نیز سبب رشد مصرف برق می‌شود.

رابطه علیت بین مصرف فرآورده‌های نفتی و رشد ارزش‌افزوده بخش حمل و نقل دو طرفه است. بدین معنا که افزایش مصرف فرآورده‌های نفتی سبب رشد ارزش‌افزوده در این بخش شده، همچنین رشد ارزش‌افزوده بخش حمل و نقل سبب رشد مصرف فرآورده‌های نفتی می‌شود.

در نتیجه افزایش ارزش‌افزوده در بخش‌های مختلف اقتصادی نیازمند افزایش

مصرف حامل های انرژی در آن بخش می باشد و بالعکس. بنابراین تحدید در مصرف حامل های انرژی، می تواند مانع رشد اقتصادی در ایران شود.

۵. خلاصه و نتیجه گیری

در مقاله حاضر، با استفاده از داده های سری زمانی برای سال های ۱۳۸۱-۱۳۵۰ به بررسی روابط بین مصرف حامل های انرژی (فرآورده های نفتی، برق و گاز طبیعی) و رشد بخش های اقتصادی (حمل و نقل، خدمات، کشاورزی و صنعت) در ایران پرداخته شد. در این راستا، انرژی به عنوان یکی از نهاده های مهم تولید تلقی شده و برای تبیین چگونگی روابط بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی، ابتدا آزمون هم انباشتگی صورت گرفت که نتایج تجربی به دست آمده دال بر عدم وجود روابط بلندمدت بین مصرف حامل های انرژی و رشد بخش های اقتصادی می باشد. از این رو استفاده از تکنیک رابطه علی برای بررسی و تبیین این روابط توجیه پذیر است. در این میان، استفاده از رابطه علی هیسائو، به دلیل برتری آن نسبت به رابطه علی گرانجر، مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج نشان می دهد که رشد مصرف حامل های انرژی می تواند موجب افزایش فعالیت های اقتصادی شده و به عنوان نهاده ای مهم در کنار سایر نهاده های تولید، موجب رشد ارزش افزوده بخش های اقتصادی می شود. از طرف دیگر، رشد بخش های اقتصادی نیازمند رشد مصرف حامل های انرژی می باشد. لذا، برای افزایش سطح رفاه جامعه و رشد اقتصادی بیشتر، بایستی انرژی مورد نیاز بخش های مختلف تأمین شده و در این میان، تأمین عرضه مطمئن انرژی حائز اهمیت است. بر این اساس بی توجهی در این امر می تواند موجب خسارات عمده اقتصادی در کشور گردد. بدین لحاظ توصیه می شود که ضمن افزایش کارایی در مصرف حامل های انرژی، از اعمال سیاست های تحدید مصرف در بخش های مختلف اقتصادی پرهیز نموده و با تأمین انرژی لازم در تداوم رشد اقتصادی کشور کوشا باشیم.

منابع و مآخذ

1. Akarca, A.T., Long T.V (1980). "on The relationship between energy and GNP: a re-examination". Journal of Energy Development 5, PP 326-331.
2. Abosedra, S., Baghestani H.(1989). "New evidence on the Causal relationship between U.S. energy consumption and gross national Product. "Journal of Energy Development, 4. PP 285-292.
3. Aqeel. A. Sabiihuddin, M. (2001), "The Relationship between Energy Consumption and Economic growth in Pakistan:, Asia Pacific Development Journal. Vol 8, No 2, December. PP 101-110.
4. Cheng, B. S.(1995), "An Investigation of conitegration and Causality Between energy Consumption And Economic growth", Journal of Enegy Development. 5, PP 326-331.
5. Cheng, S. Bengumin, and Tin Weilai, (1997), "An investigation of co-integration and Causality between energy consumption and economic activity in Taiwan Province of China", Energy Economics, 19,pp. 435 – 444.
6. Enders, W. (1995). Applied Econometric Time series. Wiley, New York.
7. Engle. R.F. Granger, C.W.Y(1987). "Con-integration and Error Correction: representation, estimation and testing", Econometrica, 55 PP. 251 – 276.
8. Erol, U. , Yu,E.S.H. (1987), "on The Causal relationship between Energy and income of industrializing countries," 7. Energy Dev. B. PP 3-22.
9. (1987), "Time series analysis of The Causal relationship between U.S. energy and employment", Resources and Energy 16.PP. 75-89.
10. Geroge, H. Sarantis, L. Evangelia, P. (2002), "Energy Consumption and economic growth: Assessing The evidence from Greece" Energy Economic (24), PP. 319-336.
11. Hwang, D. Gum, B., (1991), "The Causal relationship between energy and GNP: The case of Taiwan". J. Energy Development 16. PP. 219-226.
12. Johansen, S. Juselius, K. (1990) "Maximum Likelihood estimation and inference on Cointegration with applications to The demand of money.oxf. Bull Economics statistics, 52. PP, 169-210.
13. Kraft, J. Kraft A., (1978), "on the relationship between energy and GNP". J. Energy Development 3, PP 401-403.
14. Masih, A.M.M. Masih, R., (1996). Energy Consumption, real in come and temporal Causality: Results From a Multi – country study on cointegration and error – correction modeling techniques". Energy Economics, 18. 165-183.
15. ... (1997), "on The temporal causal relationship between energy consumption, real income and prices: some New Multivariate conitegration / Vector error – correction approach". 7. Policy Modeling 19.PP. 417-440.

16. Nelson, C.R. Plosser, C.I (1982). "Trends and random Walks in macroeconomic time series". J. Monetary Economics 10, PP 139-162.
17. Ugur, S. and Ramazan, S. (2003), "Energy consumption and GDP: Causality relationship in G-7 Countries and emerging Markets". Energy Economics 25.
18. Yu, S. H. Jin, J.C. (1992) "Cointegration Tests of Energy Consumption, income and employment" Resource Energy 14, PP 259-266.
19. Yu, S. H. Choi, J. Y. (1985). "The Causal relationship between energy and GNP: an international Comparison", J. Energy Development 10, PP 249-272.
20. Yu, E. S. H. Hwang, B.K. (1984), "The relationship between energy and GNP: further results". Energy Economics 6, PP 168-190.
۲۱. بستان جوادى، محمدمهدى؛ ۱۳۷۷، تبیین کاربرد اصول ترمودینامیک در اقتصاد با تکیه بر مفهوم عدم تعادل، مباحث رشد و نقش انرژی به عنوان مهم‌ترین نهاده در تولید، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
۲۲. رحیمی، عباس؛ ۱۳۷۲، رابطه کمی بین رشد اقتصادی و تقاضای انرژی، کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
۲۳. شرزهای، غلامعلی و وحیدی، محمدرضا؛ ۱۳۸۰، بررسی رابطه بین مصرف انرژی و درآمد واقعی و سطح عمومی قیمت‌ها در کشورهای عضو اوپک، سومین همایش ملی انرژی.
۲۴. طاهری‌فرد، احسان و رحمانی، علی؛ ۱۳۷۶، رابطه بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی در ایران، دومین همایش ملی انرژی ایران.
۲۵. قبادی، نسرين؛ ۱۳۷۶، بررسی رابطه علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی، دومین همایش ملی انرژی ایران.
۲۶. ملکی، رضا؛ ۱۳۷۸، بررسی رابطه علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی ایران، پایان‌نامه کارشناسی دانشگاه شهید بهشتی.
۲۷. مصطفایی، آذر؛ ۱۳۸۰، بررسی رابطه علیت بین مصرف فرآورده‌های نفتی و رشد اقتصادی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.
۲۷. گجراتی، دامودار؛ ۱۳۷۸، مبانی اقتصادسنجی، ترجمه حمید ابریشمی، انتشارات دانشگاه تهران.
۲۸. مرکز آمار ایران، سالنامه آماری کشور، سال‌های مختلف.
۲۹. وزارت نیرو، ترازنامه انرژی کشور، ۱۳۸۱.