

مصرف انرژی در بخش‌های مختلف و ارتباط آن با رشد اقتصادی در ایران: تحلیل علیت بر اساس روش تودا و یاماموتو

سید عزیز آرمن

استادیار دانشکده‌ی اقتصاد دانشگاه شهید چمران اهواز saarman2@yahoo.com

روح الله زارع

عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیضا rz2380@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۲/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۸/۲

چکیده

انرژی به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تولید و هم‌چنین به عنوان یکی از ضروری‌ترین محصولات نهایی، جایگاه ویژه‌ای در رشد و توسعه‌ی اقتصادی کشور داراست. از سوی دیگر با توجه به گستردگی منابع انرژی در ایران و هم‌چنین تأثیرات سوء مصرف انرژی بر آلودگی هوا و تغییرات آب و هوایی، برنامه‌ریزی برای مصرف انرژی اهمیت فراوان داشته و باید با دقت بسیار انجام گیرد. با توجه به ارتباط نزدیک بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران، تعیین کم و کیف رابطه‌ی بین این دو متغیر می‌تواند در تبیین سیاست‌های بخش انرژی کمک مؤثری کند. به منظور بررسی چگونگی رابطه‌ی بین این دو متغیر، از مفهوم علیت گرنجری استفاده شده است. در این تحقیق، با استفاده از روش تودا و یاماموتو، رابطه‌ی علیت گرنجری بین مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی (خانگی و تجاری، صنعت، حمل و نقل و کشاورزی) و رشد اقتصادی در ایران طی سال‌های ۸۵-۱۳۴۶ مورد بررسی قرار گرفته است.

نتایج حاصل از روش تودا و یاماموتو نشان می‌دهد که تنها یک رابطه‌ی علیت گرنجری یک طرفه از مصرف انرژی در بخش خانگی و تجاری و مصرف انرژی در بخش حمل و نقل به رشد اقتصادی وجود دارد، بنابراین افزایش مصرف انرژی در این بخش‌ها محرک رشد اقتصادی است در این صورت لازم است به جای اجرای هرگونه سیاست کاهش انرژی، از سیاست‌های بهینه‌سازی و صرفه‌جویی در مصرف حامل‌های انرژی استفاده شود، به گونه‌ای که اعمال چنین سیاست‌هایی منجر به ایجاد آثار انقباضی بر رشد اقتصادی نشود. با توجه به عدم وجود رابطه‌ی علیت گرنجری از مصرف انرژی در بخش‌های صنعت و کشاورزی به رشد اقتصادی، می‌توان نتیجه گرفت که مصرف انرژی در این بخش‌ها محرک رشد اقتصادی نبوده و بنابراین سیاست صرفه‌جویی در مصرف انرژی در این بخش‌ها را می‌توان بدون کند کردن رشد اقتصادی به کار گرفت.

طبقه‌بندی JEL: Q41, C52, O40

کلید واژه: مصرف انرژی، رشد اقتصادی، ایران، بخش‌های مختلف اقتصادی، رابطه‌ی علیت گرنجری، روش تودا و یاماموتو

۱- مقدمه

کشور ایران به عنوان یک کشور رو به رشد و برخوردار از منابع انرژی غنی و گسترده و وجود مخازن بزرگ نفتی، معادن عظیم زیر زمینی و پتانسیل بالقوه‌ی انرژی، یکی از مصادیق الگوی رشد با فشار بر منابع طبیعی محسوب می‌شود. بنابراین برنامه‌ریزی برای تولید و مصرف انرژی در این کشور اهمیت فراوان داشته و باید با دقت بسیار انجام گیرد. با توجه به ارتباط نزدیک بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران (نمودار (۲) را ببینید)، تعیین کم و کیف رابطه‌ی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی می‌تواند در تبیین سیاست‌های بخش انرژی کمک مؤثری کند. در این مقاله به منظور بررسی چگونگی رابطه‌ی بین این دو متغیر، از روش علیت گرنجری استفاده خواهیم کرد.

با توجه به این که در بیش‌تر مطالعات قبلی که شرح آن در قسمت‌های بعد خواهد آمد و هم‌چنین، مطالعه‌ای که توسط نویسندگان مقاله‌ی حاضر در سال ۱۳۸۴ انجام شد (آرمن و زارع، ۱۳۸۴، صص ۱۴۳-۱۱۴)، به بررسی رابطه‌ی علیت بین مصرف انرژی (کل و مصرف حامل‌های مختلف انرژی) و رشد اقتصادی پرداخته شده است و مقالات محدودی این رابطه را از بُعد بخش‌های مختلف اقتصادی مورد بررسی قرار داده‌اند، لذا در این مقاله تلاش شده است تا ارتباط بین مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی (خانگی و تجاری، صنعت، حمل و نقل و کشاورزی) و رشد اقتصادی در ایران بررسی شود تا مشخص شود که مصرف انرژی در کدام‌یک از بخش‌های اقتصادی محرک رشد اقتصادی است و سیاست صرفه‌جویی در مصرف انرژی را در کدام بخش می‌توان بدون کند کردن رشد اقتصادی به کار گرفت؟ بر این اساس سئوالات مورد بررسی عبارتند از: آیا بین مصرف انرژی در هر کدام از بخش‌های اقتصادی (خانگی و تجاری، صنعت، حمل و نقل و کشاورزی) و رشد اقتصادی، رابطه‌ی علیت گرنجری وجود دارد؟ در صورت وجود، این رابطه یک طرفه است یا دو طرفه؟

در این تحقیق بر اساس روش تودا و یاماموتو^۱ (۱۹۹۵) و با استفاده از داده‌های سالانه ۸۵-۱۳۴۶، رابطه‌ی علیت گرنجری بین متغیرهای مورد اشاره بررسی خواهد شد.^۲

1-Toda and Yamamoto .

۲- در برآورد و تحلیل مدل‌ها از نرم افزار Microfit4 استفاده شده است.

در ادامه در بخش ۲، مبانی نظری رابطه‌ی رشد اقتصادی و مصرف انرژی، بخش ۳، بررسی ساختار مصرف انرژی در ایران، بخش ۴، ادبیات موضوع و مروری بر مطالعات انجام شده، بخش ۵، روش تحقیق، بخش ۶، ارائه‌ی مدل و تجزیه و تحلیل نتایج تجربی و در بخش ۷، نتیجه‌گیری مقاله ارائه می‌گردد.

۲- مبانی نظری رابطه‌ی رشد اقتصادی و مصرف انرژی

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^۱ (۱۹۹۳)، به نقل از آیرس و نایر^۲ (۱۹۸۴)، 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. هم‌چنین استرن (۱۹۹۳) به نقل از اقتصاددانان نئوکلاسیک مانند برنت^۳ (۱۹۷۸) و دنیسون^۴ (۱۹۷۹، ۱۹۸۵) 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.

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 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، ۱۳۷۸).

اگر چنین فرض شود که در تعیین عرضه‌ی کل در اقتصاد کلان، نیروی کار، متغیر و بقیه‌ی عوامل تولید ثابت هستند، در این صورت، افزایش در قیمت انرژی و در نتیجه کاهش در تقاضا برای آن سبب می‌شود که بهره‌وری نیروی کار کاهش یابد و به دنبال آن منحنی تقاضا برای نیروی کار به سمت چپ منتقل می‌شود و در نتیجه میزان

1- Stern.

2- Ayres and Nair .

3- Berndt.

4- Denison.

اشتغال کاهش می‌یابد. با کاهش سطح اشتغال، محصول ملی کاهش و قیمت‌ها افزایش می‌یابد، در این حالت منحنی عرضه‌ی کل به سمت چپ منتقل می‌شود. هم‌چنین شوک قیمت انرژی می‌تواند سطح عمومی قیمت‌ها را از طریق افزایش در هزینه تولید افزایش دهد، که در این صورت موجب کاهش در اجزای تشکیل دهنده‌ی تقاضای کل می‌شود و منحنی تقاضای کل در اقتصاد کلان را به سمت چپ منتقل و محصول ملی واقعی را کاهش می‌دهد (احمدیان، ۱۳۷۸).

جهت تحلیل بیش‌تر رابطه‌ی مصرف انرژی و رشد اقتصادی دیدگاه چند تن از نظریه پردازان را مورد بررسی قرار می‌دهیم. پیندیک^۱ (۱۹۷۹)، معتقد است که اثر قیمت انرژی بر رشد اقتصادی، به نقش انرژی در ساختار تولید بستگی دارد. به نظر وی در صنایعی که انرژی به عنوان نهاده‌ی واسطه‌ای در تولید به کار می‌رود، افزایش قیمت آن (کاهش مصرف انرژی) بر امکانات و میزان تولید اثر خواهد گذاشت و تولید ملی را کاهش می‌دهد. او از تابع هزینه‌ی کل برای نشان دادن آن استفاده می‌کند و تحلیل خود را بر اساس کشش هزینه‌ی تولید نسبت به قیمت انرژی انجام می‌دهد. اگر سرمایه و کار را جانشین انرژی در نظر بگیریم، افزایش در قیمت انرژی موجب افزایش در استفاده از دو عامل سرمایه و کار می‌شود و افزایش هزینه‌های تولید بر اثر افزایش قیمت انرژی، تخصیص عوامل تولید را تغییر می‌دهد و سهم نسبی تولید ناشی از دو عامل کار و سرمایه افزایش خواهد یافت. داگلاس^۲ (۱۹۹۱)، به نقل از برنندت و وود^۳ (۱۹۷۵)، بیان می‌کند که در تابع تولید کل انرژی یک عامل تولید است که ارتباط تفکیک‌پذیر ضعیفی با کار دارد. در تابع تولید پیشنهادی آن‌ها انرژی ابتدا با سرمایه ترکیب می‌شود و حاصل ترکیب آن‌ها بعد از ترکیب با عامل کار، محصول را ایجاد می‌کند. بنابراین، مصرف انرژی بدون اثر گذاشتن بر تولید نهایی کار، تولید نهایی سرمایه را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

با توجه به مطالب مورد اشاره در بالا و دیگر شواهد نظری موجود در زمینه‌ی توجیه وجود ارتباط بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی، (که به دلیل صرفه‌جویی در فضای بحث از ذکر آن‌ها صرف‌نظر شده است)، می‌توان وجود چنین رابطه‌ای را از دیدگاه نظری تا حدود زیادی منطقی و قابل توجیه تلقی کرد.

1- Pindyck.

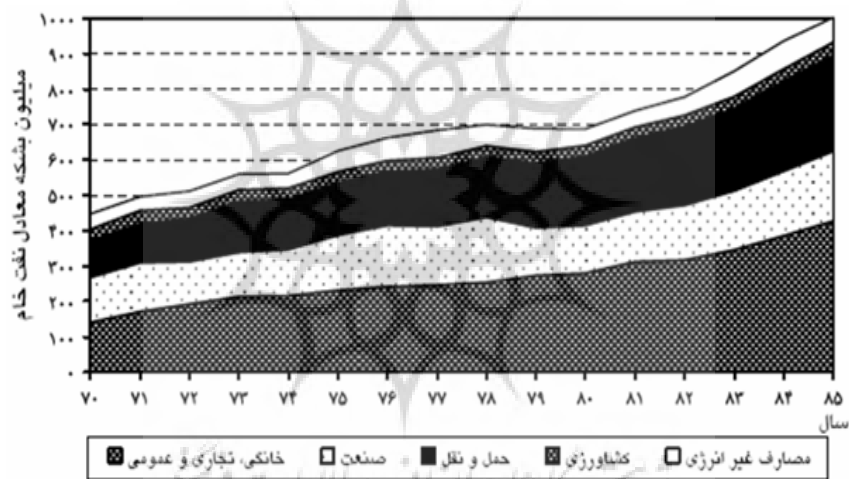
2- Douglas.

3- Berndt & Wood.

۳- بررسی ساختار مصرف انرژی در ایران

۳-۱- روند مصرف نهایی انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی

همان‌گونه که در نمودار (۱) مشاهده می‌شود، بخش خانگی و تجاری مهم‌ترین بخش مصرف‌کننده انرژی در کشور است. این بخش همواره بیش‌ترین سهم از مصرف نهایی انرژی را به خود اختصاص داده است، به‌طوری‌که در سال ۸۵ حدود ۴۵/۸ درصد از انرژی مصرفی در بخش خانگی و تجاری مصرف شده است. مصارف انرژی در این بخش، به ویژه خانگی، عمدتاً جنبه رفاهی دارد و برای ایجاد ارزش افزوده مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. بنابراین محاسبه‌ی شدت انرژی (میزان انرژی مصرفی برای تولید میزان معینی از کالاها و خدمات) برای این بخش چندان منطقی نیست.



نمودار ۱- مصرف نهایی انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی

ماخذ: ترازنامه‌ی انرژی، ۱۳۸۵، ص ۹۵.

مصرف انرژی در بخش خانگی در سال ۱۳۴۶ برابر با ۲۱/۳ میلیون بشکه معادل نفت خام بوده که در سال ۵۷ به ۶۱/۶ میلیون بشکه رسید و در این مدت سالانه به طور متوسط رشدی معادل ۱۱/۲۱ درصد داشته است. این رشد در دوره‌ی ۶۷-۱۳۵۷ به دلیل شرایط انقلاب و جنگ محدود شده و سالانه به طور متوسط ۶/۳۳ درصد رسیده است. در دوره‌ی پس از آزادسازی مصرف انرژی از سال ۶۷ تا سال ۷۵، مصرف انرژی در این بخش سالانه به‌طور متوسط ۱۰/۰۴ درصد رشد داشته است. در سال

۱۳۷۵ مصرف انرژی در بخش خانگی ۲۳۱/۴ میلیون بشکه بوده که در سال ۸۵ به ۴۲۶/۸ میلیون بشکه رسیده که رشد آن سالانه به‌طور متوسط معادل ۶/۳۸ بوده است. مصرف بخش صنعت از ۱۲/۹ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۴۶، به ۴۳/۵ میلیون بشکه در سال ۵۷ رسیده، که در این مدت از رشدی معادل ۱۱/۹۶ درصد برخوردار بوده است. در دوره‌ی پس از انقلاب تا سال ۶۷ این رشد به ۷/۳۵ درصد کاهش یافته است. این رشد در دوره‌ی ۷۵-۱۳۶۷ سالانه به‌طور متوسط ۸/۰۴ درصد بوده است. مصرف انرژی در این بخش در سال ۱۳۷۵ برابر با ۱۵۵/۸ میلیون بشکه بوده، که در سال ۸۵ به ۱۹۷/۵ میلیون بشکه رسیده و طی این مدت رشدی معادل ۳/۰۹ درصد داشته است.

بخش کشاورزی همواره کم‌ترین سهم از مصرف انرژی را در بین بخش‌های مختلف اقتصادی به خود اختصاص داده است. مصرف انرژی در این بخش در سال ۴۶ برابر با ۲/۸ میلیون بشکه بوده، که در سال ۵۷ به ۱۲/۲ میلیون بشکه می‌رسد که سالانه به‌طور متوسط از رشدی معادل ۱۴/۵۱ درصد در این دوره‌ی برخوردار بوده است. در دوره‌های ۶۸-۱۳۵۷ و ۷۵-۱۳۶۸ این رشد به‌ترتیب ۸/۲ و ۱/۷ درصد بوده است. مصرف انرژی در این بخش در سال ۷۵ برابر با ۳۰/۸ میلیون بشکه بوده، که در سال ۸۵ به ۲۶/۸ میلیون بشکه رسیده، که در این دوره از رشد متوسط سالانه ۱/۹۸ درصد برخوردار بوده است. این کاهش رشد احتمالاً به علت صرفه‌جویی در مصرف انرژی، با توجه به برق‌دار کردن چاه‌های آب کشاورزی است.

مصرف بخش حمل و نقل در سال ۴۶ برابر با ۱۲/۴ میلیون بشکه معادل نفت خام بوده که این رقم در سال ۵۷ به ۵۸/۳ میلیون بشکه رسیده و در این مدت سالانه به‌طور متوسط رشدی معادل ۱۵/۱۶ درصد داشته است. در دوره‌های ۶۷-۱۳۵۷ و ۷۵-۱۳۶۸ این رشد به‌ترتیب ۴/۳۳ و ۷/۲۳ درصد است. مصرف انرژی در این بخش در سال ۷۵ برابر با ۱۴۷/۹ میلیون بشکه بوده، که در سال ۸۵ به ۲۷۰/۴ میلیون بشکه رسیده و در این مدت رشد متوسط سالانه‌ای معادل ۶/۲۳ درصد داشته است. این بخش بعد از بخش خانگی و تجاری بالاترین سهم از مصرف نهایی انرژی را در کشور داراست. (ترازنامه‌ی انرژی، ۱۳۸۵).

جدول ۱- مصرف نهایی انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی (میلیون بشکه معادل نفت خام)

سال	۸۵	۸۴	۸۳	۸۲	۸۱	۸۰	۷۵	۶۷	۵۷	۴۶
بخش‌های اقتصادی										
خانگی و تجاری	۴۲۶/۸	۳۸۵	۳۴۵/۵	۳۱۶/۹	۳۱۲/۱	۲۷۹/۶	۲۳۱/۴	۱۰۹/۲	۶۱/۶	۲۱/۳
صنعت	۱۹۷/۵	۱۸۳/۱	۱۶۷	۱۵۵/۳	۱۴۱/۳	۱۳۵/۳	۱۵۵/۸	۸۷	۴۳/۵	۱۲/۹
کشاورزی	۳۶/۸	۳۳/۴	۳۲/۲	۳۱/۶	۲۹/۳	۳۰/۴	۳۰/۸	۲۶/۴	۱۲/۲	۲/۸
حمل و نقل	۲۷۰/۴	۲۵۴/۳	۲۳۴	۲۲۰/۸	۲۰۹	۱۹۴/۴	۱۴۷/۹	۸۵/۵	۵۷/۵	۱۲/۴
کل	۹۳۱/۶	۸۵۵/۷	۷۷۸/۷	۷۲۴/۶	۶۹۱/۶	۶۳۹/۷	۵۶۶	۳۰۸	۱۷۴/۸	۴۹/۵

ماخذ: ترازنامه‌ی انرژی، سال ۱۳۸۵

جدول ۲- سهم هر یک از بخش‌های اقتصادی از مصرف انرژی نهایی (درصد)

سال	۸۵	۸۴	۸۳	۸۲	۸۱	۸۰	۷۵	۶۷	۵۷	۴۶
بخش‌های اقتصادی										
خانگی و تجاری	۴۶	۴۵	۴۴	۴۴	۴۵	۴۴	۴۱	۳۵	۳۵	۴۳
صنعت	۲۱	۲۱	۲۲	۲۱	۲۱	۲۱	۲۸	۲۸	۲۵	۲۶
کشاورزی	۴	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۹	۷	۶
حمل و نقل	۲۹	۳۰	۳۰	۳۱	۳۰	۳۰	۲۶	۲۸	۳۳	۲۵

ماخذ: ترازنامه‌ی انرژی، سال ۱۳۸۵

۳-۲- مصرف سرانه‌ی انرژی و شدت انرژی

در ایران فراوانی نسبی منابع انرژی سبب شده که مصرف سرانه و شدت انرژی (میزان انرژی مصرفی برای تولید مقدار معینی از کالاها و خدمات) در مقایسه با کشورهای با ساختارهای مشابه و منابع انرژی کم‌تر، بالاتر باشد. به عبارتی دیگر کالاهای انرژی بر تا حدودی بالا بودن مصرف سرانه و شدت انرژی در ایران را توجیه می‌کنند. البته با توجه به فراوانی و غنای منابع انرژی ایران، این کشور می‌تواند در صنایع و فعالیت‌های اقتصادی انرژی‌بر دارای مزیت باشد و حتی ممکن است تا حدودی شدت بالای انرژی منطقی را توجیه کند، ولی آمار و اطلاعات نشان می‌دهد که شدت انرژی در کشور در مقایسه با بیش‌تر کشورهای عضو اوپک بالاتر است. هرچند تا حدود

زیادی بالا بودن شدت انرژی در ایران به دلیل ناکارآمدی مصرف آن در جامعه‌ی ایران است، ولی توسعه‌ی بخش انرژی در دهه‌های اخیر می‌تواند بخشی از این پدیده را توضیح دهد. اگرچه در سال‌های اخیر سهم گاز طبیعی (با آلاینده‌گی کم‌تر) از کل انرژی مصرفی کشور افزایش یافته است، اما باید توجه کرد که به طور کلی سطح بالای شدت انرژی می‌تواند دارای اثرات منفی بر محیط زیست باشد. می‌توان با اتخاذ سیاست‌های مناسب سمت عرضه و تقاضای انرژی، از دور خارج کردن ماشین‌ها، موتورها و تجهیزات قدیمی و جایگزینی آن‌ها با ماشین‌های نو به ویژه در بخش‌های انرژی بر؛ یعنی خانگی و تجاری، حمل و نقل، صنعت و تولید برق، ضمن افزایش بهره‌وری انرژی، از شدت انرژی کاست (ترازنامه‌ی انرژی، ۱۳۸۱).

با استفاده از شاخص شدت انرژی بخش‌های مختلف، می‌توان مصرف انرژی را با دقت بیشتری مورد بررسی قرار داد. جدول (۳)، شدت انرژی کل کشور و نیز شدت انرژی مربوط به دو بخش کشاورزی و حمل و نقل را براساس اطلاعات داخلی مندرج در ترازنامه‌ی انرژی نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که شدت انرژی در بخش‌های دیگر، به دلیل منظور کردن زیربخش‌های متفاوت در محاسبه‌ی مصرف انرژی با آنچه که در محاسبه ارزش افزوده آن بخش به کار می‌رود، ارائه نشده است. اگرچه بررسی شدت انرژی کل کشور در دوره‌ی ۸۵-۱۳۷۶ نشان می‌دهد که این شاخص به طور متوسط با نرخ رشدی معادل ۰/۲ درصد در سال افزایش یافته است، لیکن رشد این شاخص در سال ۱۳۸۴ به ۴ درصد و در سال ۱۳۸۵ به حدود ۲/۵ درصد رسیده، که بسیار بیش‌تر از متوسط دوره مورد بحث است. رشد شدت انرژی در دوره‌ی ۸۵-۱۳۷۶ در بخش‌های کشاورزی و حمل و نقل، به ترتیب ۱/۷۲- و ۰/۱۴- و در سال ۱۳۸۵ به ترتیب ۵/۴ و ۶/۸- درصد بوده است. بدین ترتیب شدت انرژی در بخش‌های مورد بررسی در دوره‌ی ۸۵-۱۳۷۶ کاهش یافته و لذا تأثیر منفی بر شدت انرژی کل داشته است، بنابراین رشد مثبت شدت انرژی کل در این دوره و به‌ویژه در سال‌های ۸۴ و ۸۵، می‌تواند ناشی از افزایش مصرف انرژی در دیگر بخش‌ها نظیر بخش خانگی باشد. هم‌چنین با توجه به اعداد شدت انرژی در این بخش‌ها، مشخص می‌شود که ایجاد ارزش افزوده در بخش حمل و نقل مستلزم مصرف انرژی فراوان است، در حالی که در بخش کشاورزی انرژی بسیار کم‌تری برای تولید هر واحد ارزش افزوده مورد استفاده قرار می‌گیرد (ترازنامه‌ی انرژی، ۱۳۸۵).

جدول ۳- شدت انرژی به تفکیک بخش‌های کشاورزی و حملونقل (بشکه معادل نفت خام به میلیون ریال)

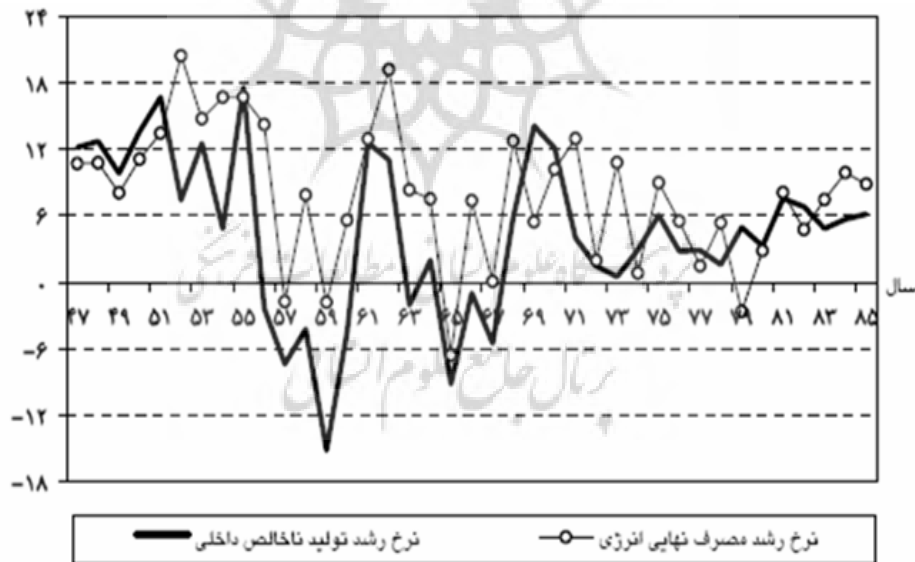
سال	کشاورزی	حمل و نقل	کل کشور	سال	کشاورزی	حمل و نقل	کل کشور
۱۳۷۶	۰/۶۹	۷/۰۹	۲/۰۵	۱۳۸۱	۰/۵۹	۷/۴۸	۱/۹۵
۱۳۷۷	۰/۶۹	۷/۳۰	۲/۰۲	۱۳۸۲	۰/۵۹	۷/۴۱	۱/۹۱
۱۳۷۸	۰/۶۸	۶/۸۰	۲/۰۹	۱۳۸۳	۰/۵۹	۷/۴۶	۱/۹۶
۱۳۷۹	۰/۶۷	۷/۰۰	۱/۹۴	۱۳۸۴	۰/۵۶ ^(۱)	۷/۵۱	۲/۰۳
۱۳۸۰	۰/۶۸	۷/۰۹	۱/۹۴	۱۳۸۵	۰/۵۹	۷/۰۰	۲/۰۸

(۱) این رقم نسبت به ترازنامه‌ی سال گذشته تعدیل شده‌است.

مأخذ: ترازنامه‌ی انرژی، ۱۳۸۵

۳-۳- مقایسه‌ی روند مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران

آمار و اطلاعات موجود در مورد مصرف انرژی و رشد اقتصادی برای کشورهای مختلف و ایران حاکی از آن است که، اولاً، ارتباط معنی‌داری بین مصرف انرژی و رشد تولید وجود دارد (نمودار ۲)، به نحوی که اگر انرژی را مانند سایر عوامل تولید (نیروی



نمودار ۲- تغییرات نرخ رشد مصرف نهایی انرژی و نرخ رشد تولید ناخالص داخلی (درصد)

مأخذ ترازنامه‌ی انرژی، ۱۳۸۵.

کار، سرمایه، تکنولوژی و غیره) در نظر بگیریم، افزایش در مصرف انرژی می‌تواند سطح تولید را افزایش دهد. این موضوع در قالب تابع تولید که ارتباط فنی میان سطح تولید با هریک از نهاده‌ها را مشخص می‌کند، قابل بررسی است. ثانیاً، مصرف انرژی در مراحل مختلف رشد اقتصادی از الگوی خاصی پیروی می‌کند. براساس این الگو، در مراحل اولیه‌ی رشد اقتصادی، نرخ رشد مصرف انرژی بیش از نرخ رشد تولید ناخالص ملی است، ولی به تدریج روند فوق معکوس می‌شود، به نحوی که ممکن است نرخ رشد تولید ناخالص ملی از نرخ رشد مصرف انرژی پیشی بگیرد (ترازنامه‌ی انرژی، ۱۳۸۱).

۴- ادبیات موضوع و مروری بر مطالعات انجام شده

تاکنون مطالعات زیادی در مورد رابطه‌ی علیت گرنجری بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی انجام شده است. این مطالعات نتایج متناقض و ناسازگاری را ارائه می‌دهند که جدای از تفاوت‌های سیاسی، ساختاری و نهادی مربوط به کشورهای مورد مطالعه، ناشی از تفاوت در روش شناسی، نوع تکنیک علیت و ساختار وقفه‌ای به کار گرفته شده در مدل‌های مورد استفاده‌اند.

مسیح و مسیح^۱ (۱۹۹۷)، با استفاده از مدل‌های تصحیح خطای برداری به بررسی رابطه‌ی علیت گرنجری بین مصرف انرژی، قیمت‌ها و درآمد واقعی در دو کشور کره و تایوان پرداختند. قیمت به این دلیل وارد مدل شده است که تأثیر مهمی بر درآمد و مصرف انرژی در این دو کشور دارد. نتایج حاصل از تحقیق نشان می‌دهد که نرخ تغییر قیمت‌ها سبب تغییر در مصرف انرژی می‌شود، که خود سبب تغییر در رشد اقتصادی را موجب می‌شود.

چنگ و لای^۲ (۱۹۹۷)، با استفاده از آزمون علیت گرنجری هشیائو، به یک رابطه‌ی علیت یک طرفه از GDP به مصرف انرژی در دوره‌ی زمانی ۱۹۹۳-۱۹۵۵ برای کشور تایوان دست یافتند. یانگ^۳ (۲۰۰۰)، علیت گرنجری بین مصرف انرژی و GDP را با استفاده از آزمون استاندارد علیت گرنجر و داده‌های مربوط به دوره‌ی ۱۹۹۷-۱۹۵۴ مورد آزمون دوباره قرار داد. او هم‌چنین رابطه‌ی علیت گرنجری بین GDP و مصرف

1- Masih& Masih.

2 -Cheng and Lai.

3 -Yang..

حامل‌های انرژی شامل زغال سنگ، نفت، گاز طبیعی و الکتریسته را نیز آزمون کرد. بر این اساس، او نتیجه گرفت که یک رابطه‌ی علیت گرنجری دو طرفه بین مصرف انرژی کل و GDP یک رابطه‌ی علیت گرنجری دو طرفه بین GDP و مصرف الکتریسته و زغال سنگ وجود دارد. اما رابطه‌ی علیت گرنجری از GDP به مصرف نفت و همچنین از مصرف گاز به GDP یک طرفه است.

عقیل و بوت^۱ (۲۰۰۱)، با استفاده از آزمون علیت گرنجری هشیائو، به بررسی رابطه‌ی علیت گرنجری بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشور پاکستان طی دوره‌ی ۱۹۹۶-۱۹۵۵ پرداختند. هم‌چنین آن‌ها انرژی را به اجزای مختلف آن شامل فرآورده‌های نفت، گاز و الکتریسته تقسیم بندی کرده و رابطه‌ی علیت گرنجری بین مصرف این اجزای انرژی با رشد اقتصادی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آزمون نشان می‌دهد که رشد اقتصادی، علت مصرف انرژی کل است. بررسی‌های بیش‌تر حاکی از آن است که رشد اقتصادی، منجر به رشد مصرف فرآورده‌های نفتی خواهد شد. در بخش گاز، رابطه‌ی علیت گرنجری بین مصرف گاز و رشد اقتصادی وجود ندارد. در بخش نیرو، مصرف الکتریسته منجر به رشد اقتصادی خواهد شد، اما اثر بازگشتی از رشد اقتصادی به مصرف الکتریسته وجود ندارد.

فاتای و دیگران^۲ (۲۰۰۴)، به بررسی رابطه‌ی علیت گرنجری بین مصرف انرژی و رشد تولید واقعی در کشورهای نیوزلند و استرالیا در دوره‌ی زمانی ۱۹۶۰-۱۹۹۹ پرداختند، تا تأثیرات ممکن سیاست صرفه‌جویی در مصرف انرژی بر رشد واقعی را بررسی کنند. نتایج آزمون استاندارد علیت گرنجر در مورد کشور نیوزلند نشان می‌دهد که بین مصرف نفت، گاز و زغال سنگ با GDP واقعی رابطه‌ی علیت گرنجری وجود ندارد و این متغیرها نسبت به هم خنثی هستند. از سویی دیگر، یک رابطه‌ی علیت گرنجری یک طرفه از GDP واقعی به کل مصرف نهایی انرژی و مصرف انرژی در بخش صنعت وجود دارد. به منظور قوت بخشیدن به نتایج، از روش تودا و یاماموتو نیز برای بررسی رابطه‌ی علیت گرنجری بین متغیرها استفاده شده است. در مورد کشور نیوزلند، نتایج روش تودا و یاماموتو، مشابه با نتایج آزمون استاندارد علیت گرنجر است.

1- Aqeel & Butt.

2- Fatai et al.

نتایج آزمون استاندارد علیت گرنجر و مدل‌های تصحیح خطا در مورد کشور استرالیا بیانگر این است که فقط در کوتاه مدت روابط علیت گرنجری یک طرفه از GDP واقعی به مصرف برق و کل مصرف نهایی انرژی وجود دارد. به منظور قوت بخشیدن به نتایج، از روش تودا و یاماموتو، نیز استفاده شده که نتایج این روش تأیید کننده نتایج روش‌های گذشته در مورد کشور استرالیا است.

یمانی^۱ (۲۰۰۵)، رابطه‌ی بلند مدت بین مصرف سرانه‌ی انرژی و GDP سرانه را برای ۱۹ کشور آفریقایی در دوره‌ی ۲۰۰۱-۱۹۷۱ با استفاده از آزمون هم‌انباشتگی مورد بررسی قرار داده است. وی هم‌چنین با استفاده از روش تودا و یاماموتو، رابطه‌ی علیت بین متغیرها را بررسی کرده است. نتایج نشان می‌دهد که رابطه‌ی بلندمدت فقط در ۸ کشور و رابطه‌ی علیت فقط در ۱۰ کشور وجود دارد.

مهرآرا^۲ (۲۰۰۶)، رابطه‌ی علیت بین مصرف انرژی سرانه و GDP سرانه را در ۱۱ کشور صادرکننده‌ی نفت با استفاده از داده‌های پانل و به‌کارگیری آزمون‌های ریشه‌ی واحد پانل^۳ و هم‌انباشتگی پانل^۴ مورد بررسی قرار داده است. نتایج حاکی از وجود یک رابطه‌ی علیت قوی از رشد اقتصادی به مصرف انرژی در کشورهای صادرکننده‌ی نفت است. با توجه به این که در بیش‌تر کشورهای صادرکننده‌ی نفت، دولت، قیمت انرژی در بازار داخلی را پایین‌تر از قیمت بازار آزاد قرار می‌دهد، بنابراین مصرف انرژی در این کشورها در سطوح بالایی است، در نتیجه سیاست صرفه‌جویی در مصرف انرژی از طریق اصلاح قیمت‌های انرژی، آثار زیانباری بر رشد اقتصادی در این کشورها نخواهد داشت.

آکینلو^۵ (۲۰۰۸)، رابطه‌ی علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی را در ۱۱ کشور جنوب صحرای آفریقا مورد بررسی قرار داده است. وی با استفاده از نتایج آزمون ARDL، بیان می‌کند که یک رابطه‌ی هم‌انباشتگی بین متغیرهای مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشورهای کامرون، ساحل عاج، گامبیا، غنا، سنگال، سودان و زیمبابوه وجود دارد. از سوی دیگر نتایج این آزمون بیانگر این است که مصرف انرژی در بلندمدت، تأثیر مثبت و معنی‌داری بر رشد اقتصادی در کشورهای غنا، کنیا، سنگال و سودان دارد.

1- Yemane.

2- Mehrara.

3- Panel unit-root tests.

4- Panel cointegration tests.

5 - Akinlo.

نتایج آزمون علیت گرنجری بر اساس مدل‌های تصحیح خطا (VECM) حاکی از آن است که یک رابطه‌ی علیت دو طرفه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی کشورهای گامبیا، غنا و سنگال وجود دارد. هم‌چنین در کشورهای سودان و زیمباوه، رشد اقتصادی، علت گرنجری مصرف انرژی می‌باشد. در کشورهای کامرون، ساحل عاج، نیجریه، کنیا و توگو، هیچ‌گونه رابطه‌ی علیت مشاهده نشده است. نتایج حاکی از آن است که هر کشور باید متناسب با شرایط خاص خود سیاست مناسب صرفه‌جویی در مصرف انرژی را اعمال کند.

چانگ و لی^۱ (۲۰۰۷)، با استفاده از داده‌های پانل، وجود رابطه‌ی علیت بین مصرف انرژی و GDP واقعی را در ۱۶ کشور آسیایی بین سال‌های ۲۰۰۲-۱۹۷۱ مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج حاصل از مطالعات آن‌ها وجود رابطه‌ی هم‌انباشتگی بین متغیرهای مصرف انرژی و GDP واقعی را نشان می‌دهد. آن‌ها هم‌چنین دریافته‌اند که در کوتاه‌مدت رابطه‌ی علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی وجود ندارد، ولی در بلندمدت یک رابطه‌ی علیت یک طرفه از مصرف انرژی به رشد اقتصادی در این کشورها مشاهده می‌شود. بنابراین در کوتاه‌مدت کاهش در مصرف انرژی رشد اقتصادی را کاهش نخواهد داد، ولی در بلندمدت سبب کاهش رشد اقتصادی خواهد شد.

جوبرت و کارانفیل^۲ (۲۰۰۷)، رابطه‌ی علیت بین مصرف انرژی (کل و مصرف انرژی در بخش صنعتی) و درآمد را در کشور ترکیه مورد بررسی قرار داده‌اند، مطالعات قبلی نشان داده که در کشور ترکیه یک رابطه‌ی علیت یک طرفه از مصرف انرژی به رشد اقتصادی وجود دارد، در صورتی که مطالعات جوبرت و کارانفیل، نشان می‌دهد که در بلندمدت هیچ‌گونه رابطه‌ی علیتی بین مصرف انرژی (کل و مصرف انرژی در بخش صنعتی) و درآمد وجود ندارد؛ اگرچه آن‌ها به شواهدی قوی دال بر وجود رابطه‌ی همبستگی بین مصرف انرژی و درآمد دست یافته‌اند. بر این اساس آن‌ها نتیجه گرفته‌اند که سیاست‌های صرفه‌جویی در مصرف انرژی برای ملاحظات زیست محیطی ضروری می‌باشند و چنین سیاست‌هایی در بلندمدت رشد اقتصادی را کند نخواهد کرد.

ملکی (۱۳۷۸)، با استفاده از مدل‌های تصحیح خطا، به بررسی رابطه‌ی علیت گرنجری بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشور ایران طی دوره‌ی

1- Chang & Lai.

2- Jobert & Karanfil.

زمانی ۷۶-۱۳۶۰ پرداخته است. متغیرهای مورد استفاده در این تحقیق مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی، واردات و قیمت هستند. واردات به این دلیل وارد مدل شده است که درجه‌ی وابستگی اقتصاد ایران به‌ویژه در این دوره به ارز یا واردات، نسبتاً بالا بوده است. قیمت هم می‌تواند تحت تأثیر سه متغیر یاد شده قرار گیرد و بر آن‌ها نیز تأثیر بگذارد. داده‌ها همگی به صورت فصلی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. یافته‌های حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که در کوتاه مدت و بلند مدت یک رابطه‌ی علیت گرنجری یک طرفه از مصرف انرژی به تولید داخلی وجود دارد. علاوه بر این، یک ارتباط ضعیف نیز از رشد اقتصادی به مصرف انرژی تنها در بلند مدت وجود دارد.

ابریشمی و مصطفایی (۱۳۸۰)، به بررسی رابطه‌ی بین رشد اقتصادی و مصرف فرآورده‌های عمده‌ی نفتی طی دوره‌ی ۷۸-۱۳۳۸، پرداخته‌اند. آن‌ها به منظور بررسی تأثیر متقابل بین تولید ناخالص داخلی و مصرف فرآورده‌های عمده‌ی نفتی، از مدل‌های تصحیح خطای برداری استفاده کرده‌اند. نتایج حاکی از آن است که در کوتاه مدت رابطه‌ی علیت گرنجری از مصرف فرآورده‌های نفتی به تولید ناخالص داخلی وجود ندارد، ولی در بلندمدت رابطه‌ی علیت گرنجری از مصرف فرآورده‌ها به تولید ناخالص داخلی است. هم‌چنین در کوتاه مدت رابطه‌ی علیت ضعیفی از تولید به مصرف فرآورده‌ها وجود دارد و در بلندمدت نیز رابطه‌ی علیت از تولید ناخالص داخلی به مصرف فرآورده‌هاست. بنابراین، آن‌ها به عنوان یک نتیجه‌گیری سیاستی، پیشنهاد می‌کنند که اگر هدف سیاست کلان کشور سرعت بخشیدن به روند توسعه‌ی اقتصادی و اجتماعی باشد، باید از سیاست‌های شدید محدود مصرف فرآورده‌های عمده‌ی نفتی که منجر به کاهش تقاضا و کارایی عوامل تولید می‌شود، جلوگیری کرد. آن‌ها توصیه می‌کنند که کاهش در مصرف فرآورده‌های نفتی، از طریق افزایش کارایی مصرف انجام پذیرد.

آرمن و زارع (۱۳۸۴)، رابطه‌ی علیت گرنجری بین مصرف انرژی (کل مصرف نهایی انرژی و مصرف حامل‌های مختلف انرژی) و رشد اقتصادی در ایران را طی دوره‌ی ۸۱-۱۳۴۶، با استفاده از روش‌های تودا و یاماموتو و تصحیح خطا مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج حاصل از روش تودا و یاماموتو، نشان دهنده‌ی یک رابطه‌ی علیت گرنجری یک طرفه از کل مصرف نهایی انرژی، مصرف فرآورده‌های نفتی و مصرف برق، به رشد اقتصادی و یک رابطه‌ی علیت گرنجری یک طرفه از رشد اقتصادی به مصرف گاز طبیعی و مصرف سوخت‌های جامد است. نتایج حاصل از برآورد مدل‌های تصحیح خطا

نشان می‌دهد که در کوتاه مدت و بلندمدت یک رابطه‌ی علیت گرنجری دو طرفه بین مصرف برق و رشد اقتصادی و یک رابطه‌ی علیت گرنجری یک طرفه از رشد اقتصادی به مصرف گاز طبیعی، فقط در بلندمدت وجود دارد. بر این اساس آن‌ها نتیجه گرفته‌اند که مصرف فراورده‌های نفتی و برق محرک رشد اقتصادی بوده و بنابراین در اجرای هرگونه سیاست صرفه‌جویی در مصرف حامل‌های فوق باید با احتیاط کامل عمل کرد، به گونه‌ای که اعمال چنین سیاست‌هایی آثار انقباضی بر رشد اقتصادی نداشته باشد. با توجه به رابطه‌ی علیت گرنجری یک طرفه از رشد اقتصادی به مصرف گاز طبیعی و مصرف سوخت‌های جامد، نتیجه گرفته شده است که رشد اقتصادی مقدم بر مصرف گاز طبیعی و سوخت‌های جامد است و بنابراین سیاست صرفه‌جویی در مصرف این حامل‌ها را می‌توان بدون کند کردن رشد اقتصادی به کار گرفت.

۵- روش تحقیق

در این قسمت به تشریح و بررسی آزمون‌های؛ استاندارد علیت گرنجر، سیمز، علیت گرنجر- هشیانو و تودا و یاماموتو می‌پردازیم.

۵-۱- آزمون استاندارد علیت گرنجر

گرنجر^۱ (۱۹۶۹)، با استفاده از این واقعیت که آینده نمی‌تواند علت حال یا گذشته باشد، بیان می‌کند که چنانچه مقادیر جاری Y_t با استفاده از مقادیر گذشته‌ی X_t با دقت بیشتری نسبت به حالتی که از آن مقادیر استفاده نمی‌شود، پیش بینی شود، در این صورت X_t را علت گرنجری Y_t می‌گویند. در آزمون علیت گرنجری برای این که فرضیه، " X_t علت گرنجری Y_t نیست"، آزموده شود، یک مدل VAR^۲ به شکل زیر تشکیل داده می‌شود:

$$Y_t = \sum_{i=1}^k \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_i X_{t-i} + u_t \quad (1)$$

1 - Granger.

2 - Vector Autoregression.

اگر $(i=1,2,\dots,k)$ $\beta_i = 0$ باشد، در آن صورت X_t علت گرنجری Y_t نیست. البته در این آزمون طول وقفه‌ی k تا حدودی انتخابی است. جیوئیک^۱ (۱۹۸۴)، بیان می‌کند که اعتبار این آزمون به رتبه‌ی مدل VAR و پایایی و ناپایایی متغیرها بستگی دارد. اگر متغیرها ناپایا باشند، اعتبار این آزمون کاهش می‌یابد. گرنجر (۱۹۸۶)، بیان می‌کند که این آزمون زمانی معتبر است که متغیرها هم‌جمع نباشند. پس در ابتدا باید پایایی و ناپایایی متغیرها و سپس رابطه‌ی هم‌جمعی بین آن‌ها را بررسی کرد. اگر متغیرها پایایی از درجه‌ی یک بوده، ولی هم‌جمع نباشند، می‌توان یک مدل VAR روی تفاضل اول متغیرها تشکیل داد و سپس آزمون را انجام داد.

از سویی دیگر، نتایج آزمون علیت گرنجر نسبت به انتخاب طول وقفه بسیار حساس است. اگر طول وقفه‌ی انتخابی، کم‌تر از طول وقفه‌ی واقعی باشد، حذف وقفه‌های مناسب ایجاد اربیب^۲ خواهد کرد و اگر طول وقفه‌ی انتخابی بیش‌تر از طول وقفه واقعی باشد، وقفه‌های اضافی در مدل VAR سبب می‌شوند که تخمین‌ها ناکارا باشند (چنگ و لای^۳، ۱۹۹۷).

۵-۲- آزمون سیمز

آزمون سیمز^۴ (۱۹۷۲)، یکی دیگر از آزمون‌های معروف برای بررسی رابطه‌ی علیت گرنجری است. سیمز، از این واقعیت که آینده نمی‌تواند علت حال باشد، استفاده می‌کند و برای آزمون این مساله که آیا X_t علت گرنجری Y_t است یا نه، X_t را به شکل زیر روی مقادیر گذشته‌ی X_t و هم‌چنین مقادیر گذشته و آینده‌ی Y_t رگرس می‌کند:

$$X_t = \delta_0 + \delta_1 X_{t-1} + \delta_2 X_{t-2} + \delta_3 X_{t-3} + \theta_1 Y_{t+3} + \theta_2 Y_{t+2} + \theta_3 Y_{t+1} + \theta_4 Y_{t-1} + \theta_5 Y_{t-2} + \theta_6 Y_{t-3} + \varepsilon_t \quad (2)$$

اگر فرضیه‌ی $H_0 = \theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = 0$ توسط آزمون F رد شود، نتیجه می‌گیریم که X_t علت گرنجری Y_t است. این آزمون نیز مانند آزمون استاندارد علیت گرنجر نسبت به انتخاب طول وقفه بسیار حساس است و طول وقفه‌های مختلف بیش‌تر نتایج متفاوتی

1 - Geweke.

2 - Bias.

3 - Cheng & Lai.

4 - Sims Test.

را به دنبال خواهد داشت. به عنوان یک قاعده‌ی عملی، بهتر است تا آن جایی وقفه وارد مدل کنیم که جملات پسماند دارای مشکل خود همبستگی نباشند. در این آزمون هم‌چنین به دلیل ورود مقادیر آینده‌ی متغیرها در مدل، درجات آزادی نیز کاهش می‌یابد.

با توجه به این که آزمون استاندارد علیت گرنجر و آزمون سیمز نسبت به انتخاب طول وقفه بسیار حساس‌اند و طول وقفه‌های مختلف بیش‌تر نتایج متفاوتی را به دنبال خواهند داشت، از این رو برای حل این مشکل هشیائو (۱۹۸۱)، می‌توان یک روش خودرگرسیون سیستماتیک^۱ برای انتخاب طول وقفه‌ی بهینه برای هر کدام از متغیرها ارائه داد.

۵-۳- آزمون علیت گرنجر هشیائو^۲

روش هشیائو در دو مرحله انجام می‌شود. در مرحله‌ی اول مجموعه‌ای از رگرسیون‌های خود رگرسیو روی متغیر وابسته تخمین زده می‌شود. در معادله‌ی رگرسیون اول، متغیر وابسته یک وقفه خواهد داشت و در رگرسیون‌های بعدی به ترتیب یک وقفه اضافه خواهد شد. m رگرسیونی که تخمین زده می‌شود، به شکل زیر خواهد بود:

$$Y_t = \alpha + \sum_{i=1}^m \beta_i Y_{t-i} + \varepsilon_{1t} \quad (3)$$

انتخاب طول وقفه بر اساس حجم نمونه و فرایند اقتصادی است. بنابراین بهتر است m را به اندازه‌ی ممکن بزرگ انتخاب کنیم. سپس برای هر معادله‌ی رگرسیون، معیار خطای نهایی پیش بینی^۳ (FPE) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

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

که در آن T حجم نمونه و ESS مجموع مربعات پسماند^۴ است. طول وقفه بهینه‌ی (m^*) طول وقفه‌ای خواهد بود که حداقل معیار FPE را ایجاد کند. در مرحله‌ی دوم

1- Systematic Autoregressive Method.

2- Hsiao's Granger Causality.

3- Final Prediction Error .

4 - Sum of Squared Error.

هنگامی که m^* تعیین شد، معادلات رگرسیونی به فرم زیر با وقفه‌هایی که بر متغیر دیگر اعمال می‌شوند، تخمین زده می‌شود:

$$Y_t = \alpha + \sum_{i=1}^{m^*} \beta_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^n \gamma_j X_{t-j} + \varepsilon_{2t} \quad (5)$$

سپس معیار FPE برای هر معادله‌ی رگرسیون به روش زیر محاسبه می‌شود:

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

طول وقفه‌ی بهینه متغیر X ، طول وقفه‌ای است که حداقل معیار FPE را ایجاد کند. حال به منظور انجام آزمون علیت گرنجری، $FPE(m^*)$ را با $FPE(m^*, n^*)$ مقایسه می‌کنیم. اگر $FPE(m^*) < FPE(m^*, n^*)$ باشد، X_t علت گرنجری Y_t نیست. ولی اگر $FPE(m^*) > FPE(m^*, n^*)$ باشد X_t علت گرنجری Y_t است. در آزمون علیت گرنجر هشیاثو لازم است تمام متغیرها پایا باشند و در صورت ناپایایی متغیرها باید ابتدا از آن‌ها تفاضل‌گیری کرد تا پایا شوند و سپس از تفاضل پایای آن‌ها برای انجام آزمون استفاده کرد (هشیاثو، ۱۹۸۱).

بدیهی است که قبل از انجام آزمون علیت گرنجری، لازم آزمون‌های ریشه‌ی واحد و هم‌جمعی را انجام داد. ولی با توجه به این که آزمون‌های ریشه‌ی واحد دارای قدرت پایینی هستند و آزمون‌های هم‌جمعی مانند آزمون یوهانسن^۱ (۱۹۹۱)، در نمونه‌های کوچک قابل اعتماد نیستند، بنابراین، این مساله در انجام آزمون علیت گرنجر سبب ایجاد اریب خواهد کرد. تودا و یاماموتو (۱۹۹۵)، روشی را برای انجام آزمون علیت گرنجر پیشنهاد کردند که با انجام این آزمون می‌توان از مشکلات یاد شده در امان ماند.

۵-۴- آزمون علیت تودا و یاماموتو (TY)

تودا و یاماموتو در سال ۱۹۹۵، یک روش ساده به صورت تخمین یک مدل VAR تعدیل یافته، برای بررسی رابطه‌ی علیت گرنجری پیشنهاد دادند. آن‌ها استدلال کردند

که این روش حتی در شرایط وجود یک رابطه‌ی هم‌جمعی بین متغیرها نیز معتبر می‌باشد. در این روش ابتدا باید تعداد وقفه‌ها (k) ی بهینه‌ی مدل VAR و سپس درجه‌ی هم‌گرایی ماکزیمم (d_{\max}) را تعیین کرد و یک مدل VAR را با تعداد وقفه‌های ($k + d_{\max}$) تشکیل داد. البته فرایند انتخاب وقفه‌ی زمانی معتبر خواهد بود که $k \geq d_{\max}$ باشد. پس اگر مدل دو متغیره‌ی زیر را در نظر بگیریم و $k + d_{\max} = 2$ باشد، خواهیم داشت:

$$(7) \quad \begin{bmatrix} X_{1t} \\ X_{2t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{10} \\ \alpha_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_{1,t-1} \\ X_{2,t-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_{11}^{(1)} & \alpha_{12}^{(1)} \\ \alpha_{21}^{(1)} & \alpha_{22}^{(1)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_{1,t-2} \\ X_{2,t-2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_{11}^{(2)} & \alpha_{12}^{(2)} \\ \alpha_{21}^{(2)} & \alpha_{22}^{(2)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{bmatrix}$$

که در آن $\begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{bmatrix}$ بردار جملات اخلال و از نوع اغتشاش سفید^۱ است.

به عنوان مثال، برای آزمون این فرضیه که x_2 علت گرنجر x_1 نیست، محدودیت $\alpha_{12}^{(1)} = \alpha_{12}^{(2)} = 0$ را آزمون می‌کنیم. آماره‌ی آزمون مورد استفاده، آماره‌ی والد (Wald) است، که توزیع χ^2 مجانبی^۲ با درجه‌ی آزادی برابر با تعداد محدودیت‌های صفر دارد. آماره‌ی آزمون مورد استفاده جدای از این که متغیرهای x_{1t} و x_{2t} هم‌گرا^۳ از هر درجه‌ای، غیرهم‌جمع یا هم‌جمع از هر درجه‌ای باشند، معتبر خواهد بود. زاپاتا و رامبالدی^۴ (۱۹۹۷)، بیان می‌کنند که مزیت این روش این است که ما را از لزوم اطلاع داشتن از ویژگی‌های هم‌جمعی سیستم بی‌نیاز می‌کند و فقط اطلاع از رتبه‌ی مدل VAR و درجه‌ی هم‌گرایی ماکزیمم متغیرها برای انجام این آزمون کفایت می‌کند.

1- White noise.
2- Asymptotic.
3 -Integrated.
4 -Zapata & Rambaldi.

۶- ارائه‌ی مدل و تجزیه و تحلیل نتایج تجربی

با توجه به این‌که در آزمون علیت تودا و یاماموتو (۱۹۹۵)، اطلاع در مورد ویژگی‌های هم‌جمعی سیستم ضروری نیست و در عین حال این آزمون به سادگی انجام می‌شود، بنابراین در این تحقیق برای بررسی رابطه‌ی علیت گرنجری بین متغیرها از روش TY استفاده می‌شود.

همان‌طور که اشاره شد، هدف در این تحقیق، بررسی رابطه‌ی علیت گرنجری بین مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی (خانگی و تجاری، صنعت، حمل و نقل و کشاورزی) و رشد اقتصادی طی سال‌های ۸۵-۱۳۴۶ است. متغیرهای مورد استفاده در الگوها عبارتند از:

نرخ رشد تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ (RGDP)، مصرف انرژی در بخش خانگی و تجاری (LENH)، مصرف انرژی در بخش صنعت (LENI)، مصرف انرژی در بخش حمل و نقل (LENT) و مصرف انرژی در بخش کشاورزی (LENA) بر حسب میلیون بشکه معادل نفت خام که تماماً به صورت لگاریتمی وارد مدل شده‌اند.

نتایج روش تودا و یاماموتو

با توجه به این‌که در روش TY به اطلاعاتی در مورد درجه‌ی پایایی متغیرها نیاز است، از این رو ابتدا با استفاده از روش دیکی-فولر تعمیم یافته، پایایی متغیرها آزمون شده است. نتایج این آزمون در جدول (۴) خلاصه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، تمامی متغیرها به‌جز نرخ رشد تولید ناخالص داخلی ناپایا هستند و همگی با یک بار تفاضل‌گیری پایا می‌شوند.

برای بررسی رابطه‌ی علیت گرنجری بین مصرف انرژی در بخش خانگی و تجاری (LENH) و رشد اقتصادی، از یک مدل VAR شامل متغیرهای RGDP و LENH با معادلاتی به فرم (۸) و (۹) و با تعداد دو وقفه استفاده می‌کنیم. تعداد دو وقفه از جمع رتبه‌ی مدل VAR و درجه‌ی پایایی ماکزیمم (در این حالت یک) به دست آمده است.

جدول ۴- نتایج آزمون ریشه‌ی واحد متغیرها

متغیر	عرض از مبدا	روند	تعداد وقفه	آماره‌ی آزمون	مقادیر بحرانی مکینون	سطح معنی‌داری
*RGDP	×	-	۰	-۳/۶۰۸	-۲/۹۴۰	%۵
LENH	×	×	۲	-۲/۱۴۸	-۳/۵۳۵	%۵
LENI	×	×	۰	-۱/۶۸۶	-۳/۵۲۸	%۵
LENT	×	×	۱	-۲/۵۷۷	-۳/۵۳۱	%۵
LENA	×	×	۰	-۱/۴۶۶	-۳/۵۲۸	%۵
*DLENH	×	-	۲	-۵/۷۱۸	-۲/۹۴۵	%۵
*DLENI	×	-	۰	-۵/۲۶۳	-۲/۹۴۰	%۵
*DLENT	×	-	۰	-۳/۴۴۱	-۲/۹۴۰	%۵
*DLENA	×	-	۱	-۴/۶۵۲	-۲/۹۴۲	%۵

* نشان دهنده‌ی پایایی متغیرهاست.

ماخذ: نتایج تحقیق

رتبه‌ی مدل VAR با توجه به معیار AIC برابر با یک است.

$$RGDP_t = C_1 + \sum_{i=1}^2 \alpha_{1i} RGDP_{t-i} + \sum_{i=1}^2 \beta_{1i} LENH_{t-i} + \varepsilon_{1t} \quad (۸)$$

$$LENH_t = C_2 + \sum_{i=1}^2 \alpha_{2i} RGDP_{t-i} + \sum_{i=1}^2 \beta_{2i} LENH_{t-i} + \varepsilon_{2t} \quad (۹)$$

جدول (۵)، نتایج آزمون والد در مورد معنی‌داری ضرایب با وقفه‌ی متغیرهای به کار رفته در معادلاتی نظیر معادلات (۸) و (۹) را نشان می‌دهد. همان گونه که در جدول (۵) مشاهده می‌شود، یک رابطه‌ی علیت گرنجری یک طرفه از مصرف انرژی در بخش خانگی و تجاری به رشد اقتصادی وجود دارد.

جدول ۵- نتایج آزمون والد

نتیجه‌گیری	آماره‌ی والد (χ^2)	H_0	متغیر وابسته	متغیر تأثیرگذار
$LENH \rightarrow RGDP$	۱۶/۲۶۸ (۰/۰۰۰)	$\beta_{1i} = 0$ ($i=1,2$)	RGDP	LENH
$RGDP \rightarrow LENH$	۱/۲۹۹ (۰/۵۲۲)	$\alpha_{2i} = 0$	LENH	RGDP

* اعداد داخل پرانتز نشان دهنده‌ی p-value مربوط به آماره‌ی مورد نظر است.

ماخذ: نتایج تحقیق

برای بررسی رابطه‌ی علیت گرنجری بین مصرف انرژی در بخش صنعت و رشد اقتصادی، از یک مدل VAR شامل متغیرهای لگاریتم مصرف انرژی در بخش صنعت (LENI) و نرخ رشد تولید ناخالص داخلی (RGDP) با تعداد وقفه دو استفاده شده است. همان‌گونه که در جدول (۶) مشاهده می‌شود، مصرف انرژی در بخش صنعت علت گرنجری رشد اقتصادی نیست. از سوی دیگر رشد اقتصادی نیز علت گرنجری مصرف انرژی در بخش صنعت نبوده است.

جدول ۶- نتایج آزمون والد

نتیجه‌گیری	آماره‌ی والد (χ^2)	H_0	متغیر تأثیرگذار	متغیر وابسته
LENI \rightarrow RGDP	۴/۳۴ (۰/۱۱۴)	$\beta_{ij} = 0$ ($i=1,2$)	LENI	RGDP
RGDP \rightarrow LENI	۲/۰۷۴ (۰/۳۵۵)	$\alpha_{ij} = 0$	RGDP	LENI

*اعداد داخل پرانتز نشان دهنده‌ی p-value مربوط به آماره‌ی مورد نظر است.
ماخذ: نتایج تحقیق

جدول (۷)، نتایج آزمون والد در مورد معنی‌داری ضرایب با وقفه متغیرهای به کار رفته در معادلاتی نظیر معادلات (۸) و (۹) شامل متغیرهای RGDP و لگاریتم مصرف انرژی در بخش حمل و نقل (LENT) با تعداد دو وقفه را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در جدول (۷) مشاهده می‌شود، یک رابطه‌ی علیت گرنجری یک طرفه از مصرف انرژی در بخش حمل و نقل به رشد اقتصادی وجود دارد.

جدول ۷- نتایج آزمون والد

نتیجه‌گیری	آماره‌ی والد (χ^2)	H_0	متغیر تأثیرگذار	متغیر وابسته
LENT \rightarrow RGDP	۱۶/۹۴۹ (۰/۰۰۰)	$\beta_{ij} = 0$ ($i=1,2$)	LENT	RGDP
GDP \rightarrow LENT	۴/۲۶۱ (۰/۱۱۹)	$\alpha_{ij} = 0$	RGDP	LENT

*اعداد داخل پرانتز نشان دهنده‌ی p-value مربوط به آماره‌ی مورد نظر است.
ماخذ: نتایج تحقیق

برای بررسی رابطه‌ی علیت گرنجری بین متغیرهای مصرف انرژی در بخش کشاورزی (LENA) و رشد اقتصادی، از یک مدل VAR شامل متغیرهای RGDP و LENA با معادلاتی به فرم (۸) و (۹) و با تعداد دو وقفه استفاده می‌کنیم. همان‌گونه که در جدول (۸) مشاهده می‌شود، رابطه‌ی علیت گرنجری بین متغیرهای رشد اقتصادی و مصرف انرژی در بخش کشاورزی وجود ندارد.

جدول ۸- نتایج آزمون والد

نتیجه‌گیری	آماره‌ی والد (χ^2)	H_0	متغیر تأثیرگذار	متغیر وابسته
LENA \rightarrow RGDP	۳/۶۷۴ (۰/۱۵۹)	$\beta_{ij} = 0$ ($i=1,2$)	LENA	RGDP
RGDP \rightarrow LENA	۳/۳۶۸ (۰/۱۸۶)	$\alpha_{ji} = 0$	RGDP	LENA

*اعداد داخل پرانتز نشان دهنده p-value مربوط به آماره‌ی مورد نظر است.

ماخذ: نتایج تحقیق

۷- نتیجه‌گیری

انرژی به عنوان نیروی محرکه، بیش‌تر فعالیت‌های تولیدی و خدماتی، جایگاه ویژه‌ای در رشد و توسعه‌ی اقتصادی داراست. در این مقاله با توجه به ارتباط نزدیک بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران، به بررسی رابطه‌ی علیت گرنجری بین مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی و رشد اقتصادی طی سال‌های ۸۱-۱۳۴۶ با استفاده از روش‌های تودا و یاماموتو پرداخته شده است. نتایج حاصل از روش تودا و یاماموتو نشان می‌دهد که تنها یک رابطه‌ی علیت گرنجری یک طرفه از مصرف انرژی در بخش خانگی و تجاری و مصرف انرژی در بخش حمل و نقل به رشد اقتصادی وجود دارد. از سوی دیگر، رشد اقتصادی، علت گرنجری مصرف انرژی در هیچ یک از بخش‌های اقتصادی نیست.

با توجه به وجود رابطه‌ی علیت گرنجری یک طرفه از مصرف انرژی در بخش خانگی و تجاری و مصرف انرژی در بخش حمل و نقل به رشد اقتصادی، می‌توان نتیجه گرفت که افزایش مصرف انرژی در هر کدام از بخش‌های ذکر شده محرک رشد اقتصادی خواهد بود. بنابراین در اجرای هر گونه سیاست صرفه‌جویی در مصرف انرژی در هر کدام

از بخش‌های لازم است با احتیاط کامل عمل کرد، به گونه‌ای که اعمال چنین سیاست‌هایی آثار انقباضی بر رشد اقتصادی نداشته باشد. در این رابطه اتخاذ سیاست‌های مناسب در جهت افزایش بهره‌وری در مصرف و استفاده بهینه از این حامل‌های انرژی، نسبت به سیاست‌های مبتنی بر کاهش‌های کمی در مصرف این حامل‌ها از اولویت بیش‌تری برخوردار خواهد بود. در این زمینه اتخاذ سیاست‌های مناسب سمت عرضه و تقاضای انرژی، از دور خارج کردن ماشین‌ها، موتورها و تجهیزات قدیمی و جایگزینی آن‌ها با ماشین‌های نو به ویژه در بخش‌های انرژی بر، یعنی خانگی و تجاری، حمل و نقل، صنعت و تولید برق، سیاست‌های مناسبی به نظر می‌رسند.

با توجه به عدم وجود رابطه‌ی علیت گرنجری از مصرف انرژی در بخش‌های صنعت و کشاورزی به رشد اقتصادی، می‌توان نتیجه گرفت که مصرف انرژی در این بخش‌ها محرک رشد اقتصادی نبوده و بنابراین سیاست صرفه‌جویی در مصرف انرژی در این بخش‌ها را می‌توان بدون کند کردن رشد اقتصادی به کار گرفت.

فهرست منابع

- ابریشمی، ح و مصطفایی، آ. (۱۳۸۰). بررسی رابطه‌ی بین رشد اقتصادی و مصرف فرآورده‌های عمده‌ی نفتی در ایران. مجله‌ی دانش و توسعه، شماره‌ی ۱۴، صص ۴۵-۱۱.
- احمدیان، م. (۱۳۷۸). اقتصاد نظری و کاربردی نفت. چاپ اول، تهران، دانشکده‌ی تربیت مدرس، پژوهشکده‌ی اقتصاد.
- آرمن، ع و زارع، ر. (۱۳۸۴). بررسی رابطه‌ی علیت گرنجری بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران طی سال‌های ۸۱-۱۳۴۶. فصل‌نامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره‌ی ۲۴، صص ۱۴۳-۱۱۷.
- ملکی، ر. (۱۳۷۸). بررسی رابطه‌ی علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی.
- وزارت نیرو، معاونت انرژی، ترازنامه‌ی انرژی، سال ۱۳۸۵.

kinlo, A.E. (2008). Energy consumption and economic growth, evidence from 11 Sub-Saharan Africa countries, Energy economics, vol 30, issue 5, 2391-2400.

- Aqeel, A., and Butt, M. S. (2001). The relationship between energy consumption and economic growth in Pakistan, *Asia-Pacific Development Journal* 8, 101-110.
- Berndt, E. R., and Wood, D. O. (1975). Technology, Prices and the derived demand for energy, *Review of Economics and Statistics* 57, 259-268.
- Cheng, B.S., and Lai, T.W. (1997). An investigation of cointegration and causality between energy consumption and economic activity in Taiwan, *Energy Economics* 19, 435- 444.
- Douglas, R.B. (1991). On the macroeconomic effects of energy, *Resource and energy*, P. 148.
- Engle, R.F., Granger, C.W.J. (1987). Cointegration and error correction: Representation, estimation and testing, *Econometrica*, 55, 251-276.
- Fatai, K. et al. (2004). Modeling the causal relationship between energy consumption and GDP in New Zealand, Australia, India, Indonesia, The Philippines and Thailand, *Mathematics and Computer in Simulation* 64, 431-445.
- Geweke, J. (1984). Inference and causality in economic time series models, *Handbook of econometrics*, vol. 2, Amsterdam: North Holland.
- Granger, C.W.J. (1986). Development in the study of cointegrated economic variables, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 48, 213- 228.
- Granger, C.W.J. (1988). Some recent development in a concept of causality , *Journal of Econometrics* 39, 199-211.
- Hsiao, c. (1981). Autoregressive modeling and money- income causality detection, *Journal of Monetary Economics* , 85-106.
- Jobert, T. Karanfil, F.(2007). Sectoral energy consumption by source and economic growth in Turkey, *Energy policy*, vol 35, issue 11, 5447-5456.
- Kraft, I., Kraft, A. (1978). On the relationship between energy and GNP, *J. Energy Development* 3, 401-403.
- Lee, C.C, Chang, C.P. (2008). Energy consumption and economic growth in Asian economies, a more comprehensive analysis using panel data, *Resource and energy economics*, vol 30, issue 1, 50-65.
- Masih, A. M. M., and Masih, R. (1997). On the temporal causal relationship between Energy consumption, real income and prices: some new evidence from Asian energy dependent NICs based on a multivariate cointegration / vector error correction approach, *Journal of Policy Modeling* 19(4), 417-440.

- Mehrara, M. (2007). Energy consumption and economic growth: the case of oil exporting countries, *Energy policy*, vol 35, issue 5, 2939-2945.
- Pesaran, M. H., and Shin, Y. (1995). An autoregressive distributed lag modeling approach to cointegration analysis, DAE Working Paper, No. 9514, Department of Applied Economics, University of Cambridge.
- Pesaran, M. H. (1996). Testing for the existence of a long run relationship, DAE Working Paper no.9622, Department of applied economics, University of Cambridge.
- Pindyck, R. S.(1979). *The structure of world energy demand*, MIT Press.
- Sims, C. (1972). Money, Income and causality, *American Economic Review* 62, 540- 552.
- Stern, D.I. (1993). Energy and economic growth in the U.S.A., A multivariate approach, *Energy Economics* 15, 37- 150.
- Toda, H.Y., Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector auto regressions with possibly integrated processes, *Journal of econometrics* 66, 225- 250.
- Yang, H.Y. (2000). A note on the causal relationship between energy and GDP in Taiwan, *Energy Economics* 22, 309- 317.
- Yemane, W.R. (2005). Energy demand and economic growth: the African experience, vol 27, issue 8, 891-903.
- Zapata, H.O., Rambaldi, A.N. (1997). Monte - Carlo evidence on cointegration and Causation, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 59, 285- 298.