

## مطالعه رابطه علیت بین مصرف انرژی و ارزش افزوده در زیر

### بخش‌های صنعت ایران: رهیافت بوت استرپ پنلی<sup>۱</sup>

لیلا اقبالی

کارشناسی ارشد توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، [la.eghbali@gmail.com](mailto:la.eghbali@gmail.com)

رضا رنج پور\*

دانشیار اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، [reza.ranjpour@gmail.com](mailto:reza.ranjpour@gmail.com)

سید کمال صادقی

دانشیار اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، [sk.sadeghi@gmail.com](mailto:sk.sadeghi@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۴/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۸/۱۳

### چکیده

ایران به عنوان یک کشور در حال توسعه، دارای منابع انرژی گسترده و یکی از نمونه‌های الگوی رشد اقتصادی بر اساس منابع طبیعی است. بنابراین، با وجود وفور منابع انرژی برنامه‌ریزی و سیاستگذاری در مصرف انرژی امری ضروری است. با توجه به اینکه صنعت یکی از بخش‌های عمده مصرف کننده انرژی است، بنابراین، در راستای اعمال سیاست مدیریت مصرف انرژی مطالعه و تعیین ارتباط بین مصرف انرژی و ایجاد ارزش افزوده در این بخش از موضوعات مهم این حوزه می‌باشد. در این تحقیق، رابطه علیت بین مصرف کل انرژی و ارزش افزوده زیربخش‌های صنعت ایران در دوره ۱۳۷۴-۱۳۹۵ با استفاده از آزمون علیت گرنجر پانلی و با رویکرد بوت استرپ مطالعه شده است. نتایج بدست آمده بیانگر عدم وجود رابطه علیت گرنجر از مصرف کل انرژی به رشد ارزش افزوده در زیربخش‌های مورد مطالعه صنعت به جز یک زیربخش است. بنابراین مصرف کل انرژی محرک رشد ارزش افزوده نبوده و سیاست صرفه‌جویی را می‌توان بدون کاهش معنی‌دار در رشد ارزش افزوده زیر بخش‌های صنعت بکار گرفت. در دو زیربخش صنعت تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی و تولید وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم تریلر ارزش افزوده علت مصرف انرژی بوده است. بنابراین، افزایش ارزش افزوده در این زیر بخش‌ها باعث رشد مصرف کل انرژی می‌گردد و ضروری است در سیاست‌های مربوط به بخش صنعت به این زیربخش‌ها توجه ویژه‌ای شود.

**واژه‌های کلیدی:** رابطه علیت گرنجر، رویکرد بوت استرپ، مصرف انرژی، ارزش افزوده، زیربخش‌های صنعت

**طبقه‌بندی JEL:** C33، C53، Q41، Q43، O25، O53.

<sup>۱</sup> مقاله مستخرج از پایان‌نامه نویسنده اول در دانشگاه تبریز است.

\*نویسنده مسئول مکاتبات

## ۱- مقدمه

صنعت از بخش‌های مهم و حیاتی در اقتصاد هر کشوری محسوب می‌شود و ارتباط گسترده‌ای با دیگر بخش‌های اقتصادی دارد. در طول سال‌های مختلف بخش صنعت سهم عظیمی از ارزش افزوده و اشتغال کشور را بر عهده داشته است. به‌طوریکه سهم بخش صنعت از اشتغال در سال ۱۳۸۶ برابر ۳۰٪ و سهم آن از تولید ناخالص داخلی برابر ۱۶٪ بوده است. در سال ۱۳۹۵، سهم ارزش افزوده بخش صنعت به صورت مجزا از تولید ناخالص داخلی (GDP) معادل ۱۹/۵٪ بوده که بر اساس اهداف کمی برنامه‌ریزی شده این سهم در سال ۱۴۰۰ به ۲۱٪ می‌رسد (وزارت صمت). همچنین در افق چشم انداز، برای این بخش سهم ۲۵٪ از تولید ناخالص داخلی پیش بینی شده است (سند چشم انداز).

این در حالی است که انرژی دارای نقش ویژه‌ای در اقتصاد ایران بوده و به عنوان یکی از عوامل اصلی و مهم رشد اقتصادی و تولیدات صنعتی محسوب می‌شود. بین سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۸۵ مصرف نهایی انرژی در بخش صنعت حدوداً ۱/۷ برابر شده و از ۱۹۴/۳ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۸۵ به ۳۲۴/۱ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۹۵ افزایش یافته و به عنوان یکی از پرمصرف‌ترین بخش‌های مصرف کننده و در حدود ۲۵٪ از کل انرژی مصرفی را به خود اختصاص داده است (تراز نامه انرژی، ۱۳۹۵). این موضوع بیانگر سهم چشمگیر بخش صنعت در مصرف انرژی کشور است و در نتیجه لزوم برنامه‌ریزی‌های جامع و ایجاد اتخاذ سیاست‌های مختلف در زمینه مصرف انرژی برای بهبود و ارتقای سیاست‌گذاری‌ها، اجتناب‌ناپذیر و ضروری است. اما جایگاه انرژی و سیاست‌های مرتبط با مدیریت آن در زیر بخش‌های مختلف بخش صنعت، با توجه به نیاز این بخش‌ها به عامل انرژی، متفاوت است و بایستی در سیاست‌گذاری برای کنترل مصرف انرژی در بخش صنعت این مهم در نظر گرفته شود. برای این منظور ارزیابی ارتباط بین مصرف انرژی و مقدار ارزش افزوده زیر بخش‌های صنعت و تبیین کمی و کیفی این رابطه در تدوین و ابلاغ سیاست‌های مرتبط با انرژی در بخش صنعت بسیار موثر خواهد بود. بنابراین، بررسی ارتباط بین مصرف انرژی و محصولات تولید شده در کشور ضروری به نظر می‌رسد چرا که عدم تناسب بین تولید و مصرف انرژی خود می‌تواند بیانگر اتلاف انرژی و عدم کارایی مصرف انرژی به عنوان عامل تولید باشد.

از لحاظ تئوریک مصرف انرژی و رشد اقتصادی ارتباط تنگاتنگ دارند، به طوری که انرژی به عنوان نیروی محرکه هر فعالیت تولیدی جایگاه ویژه‌ای در رشد و توسعه اقتصادی به عنوان برآیند کلیه فعالیت‌های اقتصادی یک جامعه دارا می‌باشد (استرن<sup>۱</sup>، ۱۹۹۳؛ استرن، ۲۰۰۰؛ سویتاش و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۱؛ بودن و پاین<sup>۳</sup>، ۲۰۰۹). مطالعه اثرات متقابل مصرف انرژی و رشد اقتصادی بر یکدیگر منجر به شکل‌گیری بحث جدیدی تحت عنوان رابطه و جهت‌علیت بین این دو متغیر شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به علیت از نوع گرنجری اشاره کرد.

علیرغم انجام مطالعات متعدد در این حوزه، هنوز بعد از گذشت نزدیک به نیم قرن از شوک نفتی دهه ۱۹۷۰ و انجام اولین مطالعات در این حوزه، هیچ اتفاق نظری در میان اقتصاددانان در خصوص رابطه بین این دو متغیر وجود ندارد. در برخی از مطالعات، رابطه علی یک طرفه بین این دو متغیر کشف شده، در برخی رابطه دو طرفه وجود داشته و در تعدادی از مطالعات نیز، هیچ رابطه‌ای بین این دو متغیر یافت نشده است. چنین نتایج متناقضی، بیشتر به این دلیل به وجود آمده است که در این مطالعات از روش‌های متفاوت اقتصادسنجی استفاده شده است (اوزتورک<sup>۴</sup>، ۲۰۱۰).

این مطالعه از دو جنبه با مطالعات پیشین متفاوت بوده و دارای نوآوری است: اول اینکه در این مطالعه، به جای بررسی رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی در سطح کلان، رابطه آن‌ها در زیربخش‌های صنعت مورد بررسی قرار گرفته است. چنین رویکردی به این دلیل اتخاذ شده که ممکن است در سطح کلان بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی هیچ رابطه‌ای کشف نشود اما زمانی که موضوع را به صورت جزئی‌تر و در سطح صنعت بررسی می‌کنیم این امکان وجود دارد که بین مصرف انرژی و ارزش افزوده، در برخی از صنایع رابطه وجود داشته باشد و در برخی دیگر رابطه وجود نداشته باشد. اما در مجموع، تصویر کلی به نحوی باشد که زمانی که به صورت کلان به موضوع نگاه می‌کنیم رابطه‌ای بین این دو متغیر کشف نشود. این موضوع یکی از شکاف‌های تجربی است که در این مطالعه تلاش شده تا پوشش داده شود.

---

<sup>1</sup> Stern

<sup>2</sup> Soyatas et al.

<sup>3</sup> Bowden & Payne

<sup>4</sup> Ozturk

دومین تفاوت این مطالعه با مطالعات پیشین که در داخل کشور انجام شده به روش مورد استفاده در این مطالعه برمی‌گردد. در واقع، یکی دیگر از شکاف‌های تجربی که در مطالعات انجام شده در داخل کشور وجود دارد، این است که در این مطالعات، اغلب از روش‌های سری زمانی استفاده کرده‌اند. در این مطالعه، هم از مزایای روش‌های سری زمانی استفاده شده و هم از اطلاعات موجود در داده‌های پانلی بهره گرفته شده است. به بیان دقیق‌تر، برای هر زیربخش صنعت رابطه علیت به صورت جداگانه بررسی شده (که این کار در چارچوب داده‌های سری زمانی امکان‌پذیر است) و در عین حال از همبستگی موجود بین صنایع هم (که در چارچوب داده‌های تابلویی امکان‌پذیر است) به عنوان اطلاعات اضافی استفاده شده و تخمین‌های کاراتری (نسبت به روش‌های سری زمانی) حاصل شده است.

در این پژوهش تلاش شده است تا ارتباط بین مصرف انرژی در زیر بخش‌های صنعت و رشد ارزش افزوده آن‌ها بررسی شود تا مشخص گردد که مصرف انرژی در کدام یک از زیر بخش‌های اقتصادی محرک رشد ارزش افزوده است و سیاست صرفه‌جویی در مصرف انرژی را در کدام زیربخش‌های صنعت می‌توان بدون کاهش رشد ارزش افزوده به کار گرفت؟ بنابراین، سئوالات مورد بررسی در این تحقیق عبارتند از؛ آیا بین مصرف انرژی و رشد ارزش افزوده زیر بخش‌های صنعت رابطه علیت گرنجری<sup>۱</sup> وجود دارد؟ در صورت وجود، جهت این رابطه به چه صورتی است؟

بر این اساس، با استفاده از آزمون علیت گرنجر پانلی در قالب رویکرد بوت استرپ<sup>۲</sup> رابطه علت و معلولی از نوع گرنجری بین مصرف انرژی و ارزش افزوده در زیر بخش‌های صنعت طی دوره زمانی ۱۳۷۴-۱۳۹۵ بررسی شده است. علیت گرنجری پانلی بوت‌استرپ توسط کونیا<sup>۳</sup> (۲۰۰۶) مطرح گردیده و نسبت به روش‌های سنتی دارای برتری است. وجوه تمایز روش مورد استفاده در این مطالعه شامل کاربرد روش بوت‌استرپ و همچنین استفاده از اطلاعاتی است که در همبستگی بین مقاطع وجود دارد. در واقع، زمانی که علیت گرنجری برای هر زیر بخش صنعت به صورت جداگانه مورد بررسی قرار می‌گیرد، می‌توان از داده‌های سری زمانی هر مقطع استفاده و به صورت کاملاً مجزا، رابطه هر زیر بخش صنعت را برآورد نمود. همچنین علیت گرنجری بین

<sup>1</sup> Granger causality

<sup>2</sup> Bootstrap

<sup>3</sup> Konya

مصرف انرژی و ارزش افزوده هر زیر بخش صنعت تحت آن رابطه مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. باید توجه شود زمانی که همبستگی بین مقاطع (زیر بخش‌های صنعت) وجود دارد، یک سری اطلاعات وجود دارد که می‌توان از آنها استفاده نمود و به تخمین‌های کاراتری از ضرایب دست یافت. برای این منظور می‌توان از روش معادلات به ظاهر نامرتبط<sup>۱</sup> (SUR) استفاده نمود. در الگویی که برای این مطالعه به کار رفته، فرض شده که همبستگی بین مقطعی<sup>۲</sup> (CSD) وجود دارد (این موضوع توسط آزمون همبستگی بین مقطعی نشان داده شده است) و در نتیجه جملات خطای هر مقطع، با هم همبسته بوده‌اند. استفاده از روش SUR باعث گردیده که از این اطلاعات جهت بهبود کارایی تخمین‌زنده‌ها استفاده گردد.

در واقع، زمانی روش مورد استفاده در این تحقیق به روش علیت گرنجری معمولی - که به صورت مجزا برای هر زیر بخش صنعت قابل بررسی است - برتری دارد که بین مقاطع، همبستگی وجود داشته باشد. آزمون همبستگی بین مقطعی که در بخش نتایج ارائه شده است، نشان می‌دهد که بین مقاطع مورد بررسی در این مطالعه، همبستگی وجود دارد. بنابراین، روش SUR از این اطلاعات اضافی استفاده می‌نماید و روش‌های رایج نمی‌توانند از این اطلاعات استفاده کنند. در نتیجه، روش مورد استفاده از برتری - های این پژوهش می‌باشد.

چهارچوب این مطالعه به این صورت تنظیم شده است: در ادامه و بخش دوم این مقاله، مبانی نظری رابطه رشد اقتصادی و مصرف انرژی بیان شده است. پیشینه تحقیقات با تکیه بر پژوهش‌های جدید و معتبر در مورد مصرف انرژی و رشد اقتصادی در بخش سوم ارائه گردیده است. در بخش چهارم، ساختار مصرف انرژی در صنعت ایران بررسی شده و بخش پنجم، به معرفی روش تحقیق و برآورد مدل اختصاص یافته است. در بخش ششم، تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس نتایج و در بخش پایانی نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی ارائه شده است.

<sup>1</sup> Seemingly Unrelated Regressions (SUR)

<sup>2</sup> Cross- Sectional Dependence (CSD)

## ۲- مبانی نظری

به صورت سنتی، در تئوری‌های اقتصادی، سرمایه و نیروی کار مهم‌ترین عوامل موثر بر تولید و رشد اقتصادی بوده است. تا پیش از وقوع بحران نفتی ۱۹۷۳، معمولاً توابع تولید نئوکلاسیک برای توضیح سطح تولید کل اقتصاد در نظر گرفته می‌شدند، که تابعی از سه مولفه اصلی نیروی کار، سرمایه و بهره‌وری کل عوامل تولید بودند. اما وقوع بحران سال ۱۹۷۳ نشان داد که انرژی نیز می‌تواند سطح تولید را تحت تاثیر قرار دهد. این موضوع باعث شد تا انرژی در مرکز توجه اقتصاددانان قرار گرفته و در مدل‌های جدید از آن دوران - مانند مطالعه تینتner و همکاران<sup>۱</sup> (۱۹۷۴) و برنت و وود<sup>۲</sup> (۱۹۷۹) - انرژی نیز به عنوان یکی از عوامل تولید وارد تابع تولید شود.

اقتصاددانان جریان اصلی قبول کرده بودند که انرژی می‌تواند سطح تولید را تحت تاثیر قرار دهد، اما در نحوه وارد کردن آن در تابع تولید همچنان اختلاف نظر داشتند (استرن، ۱۹۹۹). برخی آن را به عنوان عامل تولید اولیه در مدل لحاظ می‌نمودند (رابطه ۱) و برخی دیگر آن را عامل واسطه‌ای تولید می‌دانستند. در واقع، عوامل تولید اولیه، عواملی هستند که پیش از تولید وجود دارند و به صورت مستقیم در تولید به کار نمی‌روند. اما عوامل تولید واسطه‌ای، عواملی هستند که در حین تولید ایجاد شده و به صورت مستقیم وارد فرآیند تولید می‌شوند. مطابق این تعریف، نیروی کار، سرمایه و زمین عوامل تولید اولیه و مواد اولیه و انرژی عوامل تولید واسطه‌ای محسوب می‌گردند (استرن، ۱۹۹۹). در نتیجه، گروهی از توابع تولید شکل گرفت که در آن به نقش انرژی توجه خاص شده بود.

رابطه (۱) ساده‌ترین تصریح تابع تولید به همراه عامل تولید انرژی بود که در آن، انرژی نقش عامل تولید اولیه را دارد:

$$Q = f(K, L, E, ) \quad (1)$$

در این رابطه؛  $Q$  محصول ناخالص داخلی،  $K$ ،  $L$  و  $E$  به ترتیب سرمایه، نیروی کار و انرژی هستند که بین میزان استفاده از این نهاده‌ها و سطح تولید رابطه مستقیم وجود دارد. استرن تصریح دیگری از تابع تولید را با لحاظ نمودن انرژی به صورت رابطه زیر ارائه نموده است (استرن، ۲۰۰۰):

$$Q = f(G(K, E), L) \quad (2)$$

<sup>1</sup> Tintner et al.

<sup>2</sup> Berndt & Wood

در این رابطه؛ انرژی (E) و سرمایه (K) باهم ترکیب شده و عامل تولید مرکب (G) را ایجاد می‌نمایند و پس از ترکیب با نیروی کار (L)، محصول بدست می‌آید. بنابراین با توجه به این تابع، مصرف انرژی بدون اثر گذاشتن بر تولید نهایی سرمایه را، تولید نهایی سرمایه را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

استرن و کولند<sup>۱</sup> نیز با در نظر گرفتن حامل‌های مختلف انرژی که در تولیدات بخش‌های مختلف استفاده می‌شوند، تصریح دیگری از تابع تولید را به صورت رابطه (۳) ارائه نموده‌اند (استرن و کولند، ۲۰۰۴):

$$(Q_1, \dots, Q_m) = f(A, X_1, \dots, X_n, E_1, \dots, E_p) \quad (3)$$

که در آن  $Q_i$  تولیدات مختلف اقتصادی از قبیل کالاهای تولیدی و خدمات،  $X_i$  های نهاده‌های مختلف تولیدی از قبیل سرمایه، نیروی کار و غیره، E نهاده‌های مختلف انرژی مانند نفت، زغال سنگ و غیره می‌باشد و A شاخص تکنولوژی است که به عنوان شاخص بهره‌وری کل عوامل تعریف شده است. در این تابع، رابطه بین انرژی و تولید کل، می‌تواند به وسیله عواملی از قبیل جانشینی بین انواع انرژی و دیگر نهاده‌ها، تغییرات تکنولوژیکی، تغییر در ترکیب نهاده‌ها (برای مثال انتقال از اقتصاد کاربر به اقتصاد سرمایه‌بر) تحت تاثیر قرار گیرد (استرن و کولند، ۲۰۰۴). به بیان بهتر، نوع رابطه علی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی، موضوعی است که به سه عامل نوع جانشینی بین انواع انرژی و دیگر نهاده‌ها، تغییرات تکنولوژیکی و تغییر در ترکیب نهاده‌ها بستگی دارد. به عبارت دیگر، بر این سه عامل مذکور باعث خواهد گردید که انرژی بتواند تولید کل اقتصاد را تحت تاثیر قرار دهد. به این دلیل، همواره موضوع رابطه علی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی، یکی از مهم‌ترین موضوعات مورد بحث اقتصاددانان بوده و درباره آن اجماع نظر صورت نگرفته است.

مطالعات تجربی نشان داده است که بر اساس داده‌های سری زمانی، انرژی دارای رابطه جانشینی با دیگر عوامل تولید است اما بر اساس داده‌های مقطعی، رابطه بین عوامل تولید یک رابطه مکملی است. به عبارت دیگر، به نظر می‌رسد که انرژی در کوتاه‌مدت دارای رابطه مکملی با سایر عوامل تولید بوده و در بلندمدت رابطه جانشینی با آنها دارد (گیبونز<sup>۲</sup>، ۱۹۸۴؛ آپوستولاکیس<sup>۳</sup>، ۱۹۹۰؛ ابوهون<sup>۴</sup>، ۱۹۹۶).

<sup>1</sup> Stern & Cleveland

<sup>2</sup> Gibbons

<sup>3</sup> Apostolakis

<sup>4</sup> Ebohon

در واقع، در بلندمدت، این امکان وجود دارد که از تکنولوژی‌هایی در فرایند تولید استفاده شود که از انرژی کمتری استفاده می‌کنند. به عبارت دیگر، در بلندمدت می‌توان سرمایه را جانشین انرژی و نیروی کار نمود اما در کوتاه‌مدت این امکان وجود ندارد و انرژی یک مکمل برای سایر عوامل تولید است. بر این اساس، تغییرات در بازار انرژی می‌تواند در بلندمدت بر سطح تولید بی‌اثر باشد؛ چرا که امکان جانشین نمودن سرمایه با بخشی از سطح مصرف انرژی در بلندمدت وجود دارد.

تکنولوژی یا بهره‌وری انرژی عامل دیگری است که می‌تواند رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی را تحت تاثیر قرار دهد. در واقع، ایجاد تکنولوژی‌های جدید با صرفه‌جویی انرژی بیشتر این امکان را فراهم می‌نماید که سطح تولید مورد نظر با مصرف انرژی کمتری صورت گیرد. این موضوع نیز می‌تواند نوع رابطه علی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی یا سطح تولید را تحت تاثیر قرار دهد (استرن و کلوند، ۲۰۰۴؛ استرن، ۲۰۱۰).

مطالعه رشد اقتصادی کشورها نشان می‌دهد که معمولاً در اوایل توسعه اقتصادی، رشد اقتصادی بیشتر در بخش کشاورزی رخ می‌دهد و سپس در مراحل بعدی، بخش صنعت بار اصلی رشد اقتصادی را بر عهده داشته است. اما در این مسیر و حین انتقال از رشد مبتنی بر کشاورزی به رشد مبتنی بر صنعت، بخش خدمات پیشرفت کرده است. از آنجا که بخش خدمات نیاز به انرژی کمتری و نیروی کار بیشتری دارد، رابطه بین مصرف انرژی و سطح تولید، در این مرحله از توسعه اقتصادی تحت تاثیر قرار می‌گیرد. بنابراین رابطه علی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی، به مرحله توسعه اقتصادی نیز مرتبط بوده است (استرن و کلوند، ۲۰۰۴؛ کاوراکاوغلو<sup>۱</sup>، ۱۹۸۱).

مطابق توضیحات ارائه شده، رابطه علی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی که در ظاهر امر چندان پیچیده به نظر نمی‌رسید، در عمل تحت تاثیر چند عامل مختلف است و به همین دلیل است که مطالعات مربوط به رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی، همچنان در سطح جهان ادامه داشته و نتایج کاملاً متفاوتی از این مطالعات بدست می‌آید. در مجموع، امکان حصول چهار نتیجه از بررسی رابطه علی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی وجود دارد که هر یک دلالت‌های سیاستی منحصر به خود را خواهد داشت (اوزتورک، ۲۰۱۰):

<sup>۱</sup> Kavrakoglu



۱- عدم وجود هیچ رابطه علی (فرضیه خنثی بودن<sup>۱</sup>): در این حالت، هیچ رابطه‌ای بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی وجود نخواهد داشت. در این حالت، نه مصرف انرژی علت تولید ناخالص داخلی حقیقی است و نه رابطه علی از سمت تولید به مصرف انرژی وجود دارد. در چنین حالتی، نه سیاست‌های صرفه‌جویانه و نه سیاست‌های افزایش مصرف انرژی هیچ تاثیری در سطح تولید نخواهد داشت.

۲- وجود رابطه علی یک طرفه از سمت رشد اقتصادی به مصرف انرژی (فرضیه صرفه‌جویی<sup>۲</sup>): این حالت زمانی اتفاق می‌افتد که رابطه علی صرفاً از سمت رشد اقتصادی به مصرف انرژی وجود داشته باشد. در صورتیکه این حالت برقرار باشد، سیاست‌های صرفه‌جویانه مصرف انرژی اثر منفی بر رشد اقتصادی نخواهد داشت.

۳- وجود رابطه علی یک طرفه از سمت مصرف انرژی به رشد اقتصادی (فرضیه رشد<sup>۳</sup>): این حالت زمانی به وقوع می‌پیوندد که رابطه علی از سمت مصرف انرژی به رشد اقتصادی وجود داشته ولی عکس آن برقرار نباشد. در صورتیکه چنین نتیجه‌ای از بررسی رابطه علی بین دو متغیر حاصل شود، آنگاه سیاست‌های محدودکننده مصرف انرژی می‌تواند منجر به کاهش تولید و رشد اقتصادی شود. در چنین حالتی، شوک‌های عرضه انرژی که گاهی در بازار رخ می‌دهد، اثر منفی بر رشد اقتصادی خواهد داشت.

۴- وجود رابطه علی دو طرفه (فرضیه بازخورد<sup>۴</sup>): زمانی است که هم مصرف انرژی علت رشد اقتصادی است و هم رشد اقتصادی علت مصرف انرژی به شمار می‌آید.

در اولین مطالعه کرافت و کرافت<sup>۵</sup> (۱۹۷۸) به بررسی رابطه علی بین متغیر مصرف انرژی و رشد اقتصادی پرداخته‌اند. این پژوهش برای اقتصاد آمریکا در بازه زمانی ۱۹۴۷-۱۹۷۴ و با استفاده از روش علیت گرنجری انجام شده است. نتایج نشان می‌دهد که یک رابطه علی یک طرفه از سمت متغیر رشد اقتصادی به متغیر مصرف انرژی وجود دارد.

<sup>1</sup> Neutrality Hypothesis

<sup>2</sup> Saving Hypothesis

<sup>3</sup> Growth Hypothesis

<sup>4</sup> Feedback Hypothesis

<sup>5</sup> Kraft & Kraft

استرن (۱۹۹۳) با استفاده از روش خود توضیح برداری<sup>۱</sup> (VAR) و برای بازه زمانی ۱۹۴۷ تا ۱۹۹۰ رابطه علی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی را مورد بررسی قرار داد. نتایج یک رابطه علیت یک طرفه از سمت مصرف انرژی به رشد اقتصادی را نشان داده است.

آلتین‌آی و کاراگول<sup>۲</sup> (۲۰۰۴) رابطه علی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی را برای اقتصاد ترکیه بر اساس داده‌های سالانه در بازه ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۰ و با استفاده از روش علیت گرنجری همسائو مورد بررسی قرار دادند. نتایج این مطالعه حاکی از عدم وجود رابطه علیت بین این دو متغیر بوده است.

آگو<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۱) رابطه بین رشد و مصرف انرژی در ۲۱ کشور آفریقایی در دوره زمانی ۱۹۷۰-۲۰۰۶ بررسی نموده‌اند. نتایج بیانگر وجود رابطه علی قوی میان مصرف انرژی و رشد (صرفنظر از جهت علیت) در کشورهای صادر کننده و وارد کننده است.

داگر و یاکوبین<sup>۴</sup> (۲۰۱۲) ارتباط بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی را در کشور لبنان را در دوره زمانی ۱۹۸۰-۲۰۰۹ مطالعه نموده‌اند. نتایج بیانگر یک رابطه علیت دو طرفه میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کوتاه مدت و بلند مدت بوده است.

آراش و حسنف<sup>۵</sup> (۲۰۱۴) ارتباط میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشور ترکیه در دوره زمانی ۲۰۱۰-۱۹۶۰ بررسی نموده‌اند. نتایج نشان می‌دهد در شوک‌های منفی یا بزرگ انرژی نسبت به شوک‌های مثبت یا کوچک به مراتب اثر معناداری بر رشد اقتصادی داشته‌اند. بنابراین عدم تقارن در ارتباط میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی وجود داشته است.

موتاسکو<sup>۶</sup> (۲۰۱۶) اثر متقابل بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشورهای گروه G-7 را با استفاده از آزمون علیت گرنجر با رویکرد بوت استرپ مطالعه نموده است. نتایج، نشان دهنده یک رابطه علیت دو طرفه بین مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی در کانادا، ژاپن و ایالات متحده بوده است. در کشورهای فرانسه و آلمان تولید ناخالص داخلی علت مصرف انرژی است و برای بقیه کشورها هیچ رابطه علی بدست نیامده است.

<sup>1</sup> Vector Auto Regression

<sup>2</sup> Altinay & Karagol

<sup>3</sup> Eggoh

<sup>4</sup> Dagher & Yacoubian

<sup>5</sup> Araç & Hasanov

<sup>6</sup> Mutascu

آرمن و زارع<sup>۱</sup> (۱۳۸۴) رابطه علی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی ایران برای دوره ۱۳۴۶-۱۳۸۱ را با استفاده از روش تودا و یاماموتو<sup>۲</sup> و مدل تصحیح خطای برداری<sup>۳</sup> (VEC) مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج حاصل از روش تودا ویاماموتو نشان می‌دهد که یک رابطه علیت یک طرفه از کل مصرف نهایی انرژی، مصرف برق و مصرف فرآورده‌های نفتی به رشد اقتصادی و یک رابطه علیت یک طرفه از رشد اقتصادی به مصرف گاز طبیعی و مصرف سوخت‌های جامد وجود دارد.

بهبودی و همکاران<sup>۴</sup> (۱۳۸۸) رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی را با تاکید بر شکست ساختاری و با استفاده از داده‌های سری زمانی سالانه اقتصاد ایران طی دوره ۱۳۴۶-۱۳۸۴ بررسی نموده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن شکست ساختاری رابطه بلند مدت مثبت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی ایران وجود دارد.

مزینی و همکاران<sup>۵</sup> (۱۳۹۴) رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی کشور را به صورت بخشی و بر حسب داده‌های استانی و از طریق رویکرد راه‌گزینی مارکف در دوره زمانی ۱۳۷۹-۱۳۸۹ مطالعه نموده‌اند. نتایج نشان می‌دهد رشد مصرف انرژی بر رشد ارزش افزوده در بخش صنعت و حمل و نقل در استان‌های توسعه یافته و در حال توسعه تأثیر مثبت دارد. اما میزان اثرگذاری مثبت مصرف انرژی با حرکت از فاز رکود اقتصادی به فاز رونق اقتصادی افزایش می‌یابد. این موضوع در بخش صنعت در دوره رونق شدیدتر و معنادارتر می‌باشد. این نتایج حاکی از نوعی عدم تقارن در ارتباط میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران (بسته به نوع: رژیم اقتصادی، بخش اقتصادی و میزان توسعه یافتگی استانی) دارد.

لطفعلی‌پور و همکاران<sup>۶</sup> (۱۳۹۵) رابطه بین مصرف انرژی، صادرات و رشد اقتصادی در بخش صنعت ایران را با استفاده از آمارهای ترکیبی مصرف انرژی، صادرات و ارزش افزوده را بر اساس علیت تودا-یاماموتو و تصحیح خطای برداری (VEC) در دوره زمانی ۱۳۸۰-۱۳۹۰ بررسی نموده‌اند. نتایج نشان می‌دهد از صادرات به مصرف انرژی و رشد

<sup>1</sup> Armen & Zare (2005)

<sup>2</sup> Toda and Yamamoto

<sup>3</sup> Vector Error Correction (VEC)

<sup>4</sup> Behbudi et al. (2009)

<sup>5</sup> Mozayani et al. (2015)

<sup>6</sup> Lotfalipour et al. (2016)

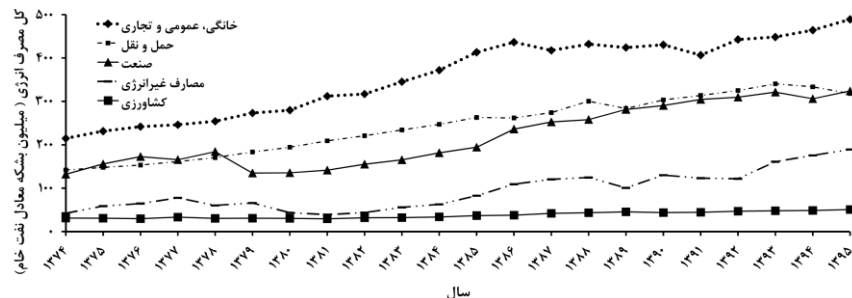
اقتصادی در کوتاه مدت رابطه علیت وجود ندارد اما در سایر موارد بین مصرف انرژی، صادرات و رشد اقتصادی رابطه علیت کوتاه مدت، بلند مدت و قوی دو طرفه مثبت وجود دارد.

مروری بر مطالعات تجربی نشان می‌دهد که در مطالعات داخلی و خارجی مختلف، نتایج متفاوتی بدست آمده است. در برخی از مطالعات رابطه علی از سمت مصرف انرژی به سمت رشد اقتصادی و در برخی دیگر عکس این رابطه نتیجه شده است. در بخشی از مطالعات نیز هیچ رابطه علی بین این دو متغیر برقرار نبوده است. عمده دلیل تفاوت در نتایج بدست آمده مربوط به استفاده از روش‌ها، کشورها و بازه‌های زمانی متفاوت در هر یک از این مطالعات بوده است. با توجه به اینکه، روش‌های اقتصادسنجی در طول زمان در حال بهبود و گسترش هستند، بنابراین در این مطالعه تلاش شده است تا از یکی از جدیدترین رویکردهای موجود برای بررسی علیت گرنجری بین این دو متغیر مهم اقتصادی استفاده شود تا نتایج دقیق‌تری در خصوص رابطه علی بدست آید. در روش علیت گرنجری بوت‌استرپ<sup>۱</sup> مورد استفاده در این پژوهش، تلاش گردیده تا از اطلاعات همبستگی بین مقطعی - که در ماتریس واریانس کواریانس جملات خطای بین مقاطع وجود دارد - استفاده گردد و به تخمین‌زنده‌های کاراتری دسترسی ایجاد گردد. همچنین، مانا بودن متغیرها که یک فرض محدودکننده در سایر روش‌های بررسی علیت گرنجری است در این روش وجود نداشته و متغیرهای به کار رفته در این مطالعه می‌توانند مانا یا نامانا باشند و محدودیتی در این خصوص وجود ندارد. بر این اساس، انتظار می‌رود که نتایج این مطالعه، نسبت به تحقیقات پیشین از اعتبار بیشتری برخوردار بوده باشد.

### ۳- نگاهی به آمارهای مصرف انرژی در بخش صنعت ایران

مصرف نهایی انرژی در بخش‌های مختلف اقتصاد از سال ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۵ در نمودار (۱) ارائه شده است.

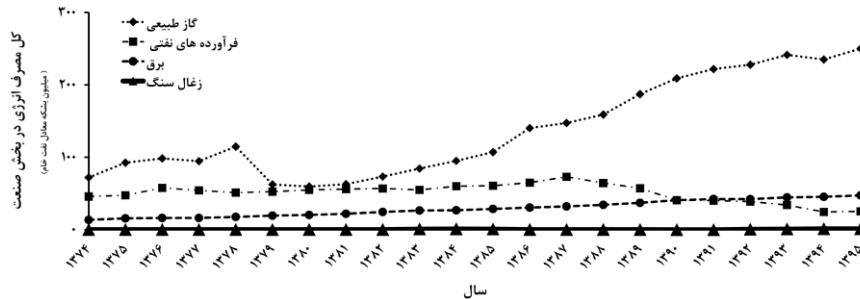
<sup>۱</sup> Bootstrap Granger Causality



منبع: ترازنامه انرژی، سال‌های مختلف (۱۳۷۴ تا ۱۳۹۵)

**نمودار (۱): مصرف نهایی انرژی در بخش‌های مختلف اقتصاد از سال ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۵**

مصرف انرژی در بخش صنعت طی این دوره روند صعودی داشته است. مصرف انرژی در این بخش در سال ۱۳۴۶ برابر با ۱۲/۹ میلیون بشکه معادل نفت خام بوده که در سال ۱۳۵۷ به ۴۳/۵ میلیون بشکه معادل نفت خام افزایش یافته و طی این مدت از رشدی معادل ۱۱/۹۶٪ برخوردار بوده است. پس از انقلاب اسلامی تا سال ۱۳۶۷ مصرف انرژی در این بخش از روند کاهشی برخوردار بوده و از رشدی معادل ۷/۳۵٪ برخوردار بوده است. اما این رشد طی سال‌های ۱۳۶۷-۱۳۷۵ کمی افزایش یافته و به ۸/۰۴٪ رسیده است. مصرف انرژی در این بخش در سال ۱۳۷۵ برابر با ۱۵۵/۸ میلیون بشکه معادل نفت خام بوده، که در سال ۱۳۸۵ به ۱۹۴/۳ میلیون بشکه معادل نفت خام افزایش یافته و به طور متوسط، سالانه از رشدی در حدود ۳٪ برخوردار بوده است (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۵). این روند افزایشی ادامه داشته به طوری که در سال ۱۳۹۵ این بخش با مصرف ۳۲۴/۱ میلیون بشکه معادل نفت خام، یکی از پر مصرف‌ترین بخش‌های مصرف‌کننده انرژی بوده است. در این سال مصرف گاز طبیعی ۲۵۰/۱ میلیون بشکه معادل نفت خام، بیشترین سهم یعنی ۷۷/۱۴٪ از کل مصرف انرژی بخش صنعت را به خود اختصاص داده بود. مصرف فرآورده‌های نفتی و برق به ترتیب برابر با ۲۵/۴ و ۴۷/۴ میلیون بشکه معادل نفت خام بوده است و سهم ۷/۸۳٪ و ۱۴/۶۲٪ از مصرف انرژی در این بخش را داشته‌اند و بقیه مربوط به زغال‌سنگ و منابع تجدیدپذیر بوده است (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۵). با هدف کاهش چالش‌های زیست محیطی ناشی از فرآورده‌های نفتی در دوره زمانی ۱۳۸۵-۱۳۹۵ سیاست استفاده از گاز طبیعی انجام شده است. مطابق نمودار (۲) برای بخش صنعت در این دوره میزان مصرف فرآورده‌های نفتی کاهش یافته و مصرف برق و زغال‌سنگ تقریباً نرخ رشد ثابتی داشته است.



منبع: ترازنامه انرژی، سال‌های مختلف (۱۳۷۴ تا ۱۳۹۵)

نمودار (۲): نمودار کل مصرف گاز طبیعی، فرآورده‌های نفتی، برق و زغال سنگ در بخش صنعت از سال ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۵

#### ۴- روش تحقیق و برآورد مدل

##### ۴-۱- روش شناسی تحقیق و برآورد الگو

در این تحقیق جهت بررسی ارتباط بین ارزش افزوده و مصرف انرژی در هر زیربخش از رویکرد موتاسکو (۲۰۱۶) مطابق پژوهش کونیا (۲۰۰۶) استفاده شده است. مدل‌های مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل یافته بر اساس برآورد رگرسیون‌های به ظاهر نامرتب (SUR) به صورت زیر است:

$$y_{N,t} = \alpha_{1,N} + \sum_{i=1}^{ly_1} \beta_{1,N,i} y_{N,t-i} + \sum_{i=1}^{lx_1} \delta_{1,N,i} x_{N,t-i} + \varepsilon_{1,N,t} \quad (۴)$$

$$x_{N,t} = \alpha_{2,N} + \sum_{i=1}^{ly_2} \beta_{2,N,i} y_{N,t-i} + \sum_{i=1}^{lx_2} \delta_{2,N,i} x_{N,t-i} + \varepsilon_{2,N,t} \quad (۵)$$

که در آنها  $y$  مصرف انرژی،  $x$  ارزش افزوده،  $N$  تعداد زیربخش‌های صنعت مورد مطالعه،  $t$  دوره زمانی،  $i$  طول وقفه در نظر گرفته شده است.

با انجام آزمون‌های والد<sup>۱</sup> با مقادیر بحرانی بوت استرپ خاص هر زیر بخش به بررسی علیت گرنجر از  $x$  به  $y$  در (۴) و از  $y$  به  $x$  در (۵) پرداخته می‌شود. بوت استرپ اساساً یک روش باز نمونه‌گیری است. به خاطر سادگی بر روی آزمون علیت از  $x$  به  $y$  در سیستم (۴) تمرکز می‌نماید. یک فرایند مشابه نیز در (۵) برای بررسی جهت علیت از  $y$  به  $x$  به کار برده می‌شود.

<sup>۱</sup> Wald tests

در این تحقیق از رویکرد بوت استرپ که توسط موتاسکو (۲۰۱۶) برای بررسی وجود رابطه علیت ارائه گردیده، استفاده شده است. در سیستم معادلات به کار رفته در روش موتاسکو (۲۰۱۶)، متغیرهای از پیش تعیین شده مختلفی وجود دارد و جملات خطا ممکن است همزمان همبستگی مقطعی داشته باشند، بنابراین، جهت استفاده از اطلاعات موجود در ماتریس واریانس کواریانس جملات خطای سیستم، که نهایتاً می‌تواند منجر به تخمین‌های کاراتری از ضرایب شود، این مجموعه، در قالب یک سیستم روابط SUR بررسی می‌شود (کونیا، ۲۰۰۶).

به دلیل اینکه، در روش پیشنهادی کونیا (۲۰۰۶) همه مقاطع به طور همزمان باهم در نظر گرفته شده اند، امکان همبستگی مقطعی در میان مقاطع پانل وجود دارد. اگر همبستگی مقطعی بین زیر بخش‌ها وجود نداشته باشد معادلات می‌توانند به طور مستقل بوسیله تخمین زن حداقل مربعات معمولی<sup>۱</sup> (OLS) تخمین زده شوند، اما، با وجود همبستگی همزمان در میان اعضای پانل، تخمین زن رگرسیون‌های به ظاهر نامرتب (SUR) کاراتر از OLS است. برای بررسی همبستگی مقطعی در بین اعضای پانل فرضیه صفر مبنی بر عدم همبستگی مقطعی می‌باشد. آزمون همبستگی مقطعی معادل با آزمون همبستگی همزمان جملات خطا در سیستم معادلات مذکور می‌باشد. در صورتی که فرضیه صفر رد شود به کارگیری معادلات به ظاهر نامرتب (SUR) باعث افزایش کارایی نسبت به OLS خواهد گردید.

موضوع مهمی که باید به آن توجه نمود این است که آماره آزمون علیت گرنجری در حالت عادی، از توزیع استاندارد کای-دو پیروی می‌نماید، اما زمانی که همبستگی بین مقطعی در مدل وجود دارد، توزیع آماره آزمون از توزیع کای-دو فاصله گرفته و تبدیل به یک توزیع غیراستاندارد خواهد گردید. در این شرایط، پیدا نمودن توزیع آماره آزمون با رویکرد تحلیلی دشوار خواهد گردید و نمی‌توان توزیع دقیق آماره آزمون را برآورد نمود. با استفاده از بوت‌استرپ به عنوان یک روش جایگزین می‌توان با استفاده از نمونه‌گیری‌های تکراری توزیع آماره آزمون را در چنین شرایطی پیدا نمود. به عبارت دیگر، در روش بوت‌استرپ به دلیل پیدا نمودن توزیع آماره آزمون مبتنی بر داده‌های

<sup>1</sup> Ordinary Least Squares (OLS)

<sup>2</sup> Chi-Squared Distribution

موجود و با استفاده از فرایند نمونه‌گیری تکراری، توزیعی بدست خواهد آمد که به صورت ضمنی همبستگی بین مقطعی در آن وجود خواهد داشت (کونیا، ۲۰۰۶). همچنین در استفاده از روش بوت‌استرپ، به دلیل اینکه توزیع آماره آزمون در آن، با استفاده از نمونه‌گیری تکراری از خود داده‌ها به دست می‌آید، بنابراین نامانا بودن داده‌ها در توزیع مقدار آماره آزمون والد لحاظ خواهد شد، در نتیجه با وجود متغیرهای مدل نامانا، نتایج آزمون علیت گرنجری مبتنی بر بوت‌استرپ همچنان دارای اعتبار خواهند بود و این هم از مزیت‌های روش بوست‌استرپ محسوب می‌گردد. (کونیا، ۲۰۰۶)

افرون<sup>۱</sup> در سال ۱۹۷۹ روش بوت‌استرپ را بر اساس ایده بازنمونه‌گیری از داده‌ها برای برآورد اندازه‌های دقت برآوردگرها مانند اریبی، واریانس، توزیع برآوردگرها و همچنین فاصله اطمینان و آزمون فرض برای پارامترها ارائه نمود. همچنین، با استفاده از این روش می‌توان مشکل نبود نمونه بزرگ را از بین برد و برآوردهای نسبتاً دقیقی از پارامترهای جامعه و همینطور ضرایب رگرسیونی به دست آورد.

بوت‌استرپ اساساً یک روش بازنمونه‌گیری است (کونیا، ۲۰۰۶). روش‌های بازنمونه‌گیری<sup>۲</sup> روش‌هایی هستند که با حداقل هزینه، خطای نمونه‌گیری را نسبت به روش‌های مرسوم کاهش می‌دهند. سه روش سنتی و یک روش مدرن در بازنمونه‌گیری وجود دارد. روش اعتبار تقاطعی<sup>۳</sup>، روش جک‌نایف<sup>۴</sup>، روش دلتا<sup>۵</sup> روش‌های سنتی و روش مدرن بازنمونه‌گیری بوت‌استرپ نام دارد که به صورت پارامتری برای داده‌های وابسته (مانند سری زمانی) و ناپارامتری برای داده‌های مستقل بکار برده می‌شود (صادقی و همکاران<sup>۶</sup>، ۱۳۹۲).

در این تحقیق داده‌ها به صورت پانلی و از آزمون علیت گرنجری برای تحلیل داده‌ها استفاده شده است. بنابراین در مدل آزمون علیت گرنجری در بین داده‌های پانلی باید دو موضوع لحاظ گردد. در موضوع اول وجود امکان همبستگی مقطعی در میان اعضای پانل و برای موضوع دوم کنترل ناهمگنی پارامترهای برآورد شده برای هر یک از اعضای پانل به منظور اعمال یک محدودیت بر رابطه علی باید در نظر گرفته شود. برای آزمون

<sup>1</sup> Efron

<sup>2</sup> Resampling methods

<sup>3</sup> Cross Validation

<sup>4</sup> Jackknife

<sup>5</sup> Delta-Method

<sup>6</sup> Sadeghi et al. (2013)



جهت علیت در داده‌های پانلی از رویکرد موتاسکو (۲۰۱۶) مبتنی بر لحاظ نمودن دو ویژگی همبستگی مقطعی و ناهمگنی مبتنی بر تخمین معادلات به ظاهر نامرتب (SUR) استفاده شده است. در این روش جهت علیت بر مبنای آزمون‌های والد و با مقادیر بحرانی بوت استرپ خاص هر زیربخش صنعت مورد آزمون قرار گرفته است. آزمون همبستگی مقطعی در میان اعضای پانل و آزمون همگنی ضرایب<sup>۱</sup> دو فرضیه اصلی در رویکرد پیشنهاد شده توسط (موتاسکو، ۲۰۱۶) می‌باشند. در این رویکرد نیازی به در نظر گرفتن فرضیه مشترک (فرض ناهمگنی پارامترها) برای همه اعضای پانل (زیربخش‌های صنعت) وجود ندارد و هیچ پیش آزمونی برای تشخیص هم انباشتگی و ریشه واحد پانل در طی فرآیند آزمون نیاز نیست. همچنین این رویکرد علاوه بر مشخص کردن ساختار وقفه حداقل این امکان را فراهم می‌نماید تا علیت گرنجری برای هر زیربخش شناسایی گردد (موتاسکو، ۲۰۱۶).

#### ۴-۲- معادلات به ظاهر نامرتب (SUR)

روش علیت پانلی که توسط موتاسکو (۲۰۱۶) و بر اساس تحقیقات کونیا (۲۰۰۶) مورد استفاده قرار گرفته، یک سیستم شامل دو مجموعه از معادلات به صورت سیستم معادلات (۶) و (۷) است:

$$\begin{aligned}
 y_{1,t} &= \alpha_{1,1} + \sum_{i=1}^{ly_1} \beta_{1,1,i} y_{1,t-i} + \sum_{i=1}^{lx_1} \delta_{1,1,i} x_{1,t-i} + \varepsilon_{1,1,t} \\
 y_{2,t} &= \alpha_{1,2} + \sum_{i=1}^{ly_1} \beta_{1,2,i} y_{2,t-i} + \sum_{i=1}^{lx_1} \delta_{1,2,i} x_{2,t-i} + \varepsilon_{1,2,t} \\
 &\dots \\
 y_{j,t} &= \alpha_{1,j} + \sum_{i=1}^{ly_1} \beta_{1,j,i} y_{j,t-i} + \sum_{i=1}^{lx_1} \delta_{1,j,i} x_{j,t-i} + \varepsilon_{1,j,t} \\
 &\dots \\
 y_{N,t} &= \alpha_{1,N} + \sum_{i=1}^{ly_1} \beta_{1,N,i} y_{N,t-i} + \sum_{i=1}^{lx_1} \delta_{1,N,i} x_{N,t-i} + \varepsilon_{1,N,t}
 \end{aligned}
 \tag{۶}$$

<sup>۱</sup> Slop Homogeneity Test

$$\begin{aligned}
 x_{1,t} &= \alpha_{2,1} + \sum_{i=1}^{ly_2} \beta_{2,1,i} y_{1,t-i} + \sum_{i=1}^{lx_2} \delta_{2,1,i} x_{1,t-i} + \varepsilon_{2,1,t} \\
 x_{2,t} &= \alpha_{2,2} + \sum_{i=1}^{ly_2} \beta_{2,2,i} y_{2,t-i} + \sum_{i=1}^{lx_2} \delta_{2,2,i} x_{2,t-i} + \varepsilon_{2,2,t} \\
 &\dots \\
 x_{j,t} &= \alpha_{2,j} + \sum_{i=1}^{ly_2} \beta_{2,j,i} y_{j,t-i} + \sum_{i=1}^{lx_2} \delta_{2,j,i} x_{j,t-i} + \varepsilon_{2,j,t} \\
 &\dots \\
 x_{N,t} &= \alpha_{2,N} + \sum_{i=1}^{ly_2} \beta_{2,N,i} y_{N,t-i} + \sum_{i=1}^{lx_2} \delta_{2,N,i} x_{N,t-i} + \varepsilon_{2,N,t}
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

در این روابط  $x$  مصرف انرژی (EC) و  $y$  ارزش افزوده (EVA) در زیر بخش‌های صنعت ایران،  $i$  طول وقفه،  $N$  تعداد اعضای پانل و بیانگر تعداد کل زیر بخش‌های صنعت مورد مطالعه،  $t$  دوره زمانی شامل تعداد سال‌های مورد مطالعه ( $t=1 \dots T$ )،  $\beta$  و  $\delta$  ضرایب پارامترها و  $\varepsilon$  جمله اخلاص می‌باشند. در جدول (۱) نتایج کلی مربوط به آزمون علیت گرنجر بر اساس سیستم معادلات (۶) و (۷) و به منظور تعیین وجود علیت و جهت آن ارائه شده است.

#### جدول (۱): نتایج آزمون علیت گرنجر برای تعیین وجود علیت و جهت آن

نتیجه آزمون علیت	کلیه مقادیر آماری		حالات
	$\beta_{2,j,i}$	$\delta_{1,j,i}$	
وجود علیت یک‌طرفه از $x$ به $y$	صفر	غیر صفر	۱
وجود علیت یک‌طرفه از $y$ به $x$	غیر صفر	صفر	۲
وجود علیت دو طرفه بین $x$ و $y$ (وجود جریان بازخورد)	غیر صفر و معنی‌دار	غیر صفر و معنی‌دار	۳
بدون رابطه علی بین $x$ و $y$ (دو متغیر مستقل)	صفر و بدون معنی	صفر و بدون معنی	۴

منبع: موتاسکو، ۲۰۱۶

قبل از برآورد مدل باید تعداد وقفه‌های بهینه مدل مشخص شود. برای این کار از معیار آکائیک<sup>۱</sup> (AIC) و شوارز بی‌زین<sup>۲</sup> (SBC) استفاده شده است.

<sup>۱</sup> Akaike Information Criterion (AIC)

<sup>۲</sup> Schwartz Bayesian Criterion (SBC)

#### ۴-۳- مبانی آزمون‌های همبستگی مقطعی

طبق رابطه (۸) از آماره‌های ضریب لاگرانژ مربوط به بروش و پاگان<sup>۱</sup> (۱۹۸۰) برای تشخیص همبستگی مقطعی استفاده شده است (بروش و پاگان، ۱۹۸۰):

$$CD_{BP} = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}^2 \quad (۸)$$

در این رابطه  $T$  اندازه کل نمونه و  $N$  تعداد مقاطع می‌باشند.

ضریب همبستگی برآورد شده میان باقیمانده‌های بدست آمده بر اساس تخمین‌زن‌های حداقل مربعات معمولی (OLS) است. تحت فرضیه صفر مبنی بر عدم همبستگی مقطعی، با یک مقدار ثابت  $N$  و  $T \rightarrow \infty$  و دارای توزیع مجانبی  $\chi^2$  با درجه آزادی  $N(N-1)/2$  است. پسران (۲۰۰۴) نشان داد که آزمون  $CD_{BP}$  وقتی  $N$  بزرگ است اشکال دارد و وقتی  $N \rightarrow \infty$  قابل اجرا و اعمال نیست. برای غلبه بر این مشکل می‌توان از آماره ضریب لاگرانژ (۹) برای آزمون همبستگی مقطعی پسران<sup>۳</sup> (۲۰۰۴) استفاده نمود:

$$CD_{lm} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T \hat{\rho}_{ij}^2 - 1) \quad (۹)$$

تحت فرضیه صفر عدم همبستگی مقطعی و  $T \rightarrow \infty$  سپس  $N \rightarrow \infty$ ، این آماره آزمون به طور مجانبی دارای توزیع نرمال استاندارد است. اما این آزمون به احتمال زیاد وقتی  $N$  بزرگتر از  $T$  باشد دارای انحراف است. روش پسران (۲۰۰۴) برای آزمون همبستگی مقطعی وقتی که  $N$  بزرگ و  $T$  کوچک است به صورت رابطه (۱۰) تصحیح می‌شود:

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \quad (۱۰)$$

تحت فرضیه صفر عدم همبستگی با  $T \rightarrow \infty$  و  $N \rightarrow \infty$  در هر صورت آزمون  $CD$  به طور مجانبی دارای توزیع نرمال استاندارد است. با انجام آزمون‌های همبستگی مقطعی بیان شده، اگر آماره محاسباتی از مقدار بحرانی بزرگتر باشد فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود همبستگی همزمان، رد می‌شود. در عمل برای بدست آوردن آماره آزمون باید هر یک از

<sup>۱</sup> Breusch & Pagan

<sup>۲</sup> Cross-Section Dependence Breusch Pagan test (CDBP)

<sup>۳</sup> Pesaran scaled Lagrange Multiplier

<sup>۴</sup> Cross-sectional Dependence (CD) test

معادلات را به روش حداقل مربعات معمولی (OLS) تخمین زد و پس از محاسبه ضرایب همبستگی از رابطه (۱۰) استفاده کرد. (موتاسکو، ۲۰۱۶)  
 بالتاجی و همکاران<sup>۱</sup> آزمون دیگری بر اساس آماره ضریب لاگرانژ پیشنهاد کرده است که به صورت معادله (۱۱) است (بالتاجی و همکاران، ۲۰۱۲):

$$LM = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T_{ij}\hat{\rho}_{ij}^2 - 1) - \frac{N}{2(T-1)} \rightarrow N(0,1) \quad (11)$$

در این رابطه تحت فرضیه صفر عدم همبستگی و با فرض  $T \rightarrow \infty$  و  $N \rightarrow \infty$  آماره  $LM^2$  به طور مجانبی دارای توزیع نرمال استاندارد است.

### ۵- تجزیه و تحلیل داده‌ها

همانطور که قبلاً اشاره شد، در این مطالعه با استفاده از آزمون علیت گرنجری و بر پایه روش بوت استرپ رابطه علی بین مصرف انرژی و ارزش افزوده در شانزده زیر بخش صنعت بررسی شده است. داده‌های مورد استفاده بر اساس کدهای دو رقمی طبقه بندی ISIC برای دوره زمانی ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۵<sup>۳</sup> از مرکز آمار ایران استخراج شده است. برای تحلیل داده‌ها هم از نرم‌افزار EViews ver.10 و GAUSS ver.17 استفاده شده است.

### ۵-۱- امکان‌سنجی استفاده از روش بوت استرپ

به منظور بررسی امکان استفاده از روش بوت استرپ از دو آزمون همبستگی بین مقاطع و آزمون همگنی ضرایب متغیرها (آزمون دلتا) استفاده شده است. نتایج آزمون‌های همبستگی بین مقاطع (زیر بخش‌های صنعت)<sup>۴</sup> و نیز آزمون همگنی ضرایب متغیرها (آزمون دلتا)<sup>۵</sup> در جدول (۲) ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهند که بین جملات خطای مقاطع همبستگی وجود داشته است و ضرایب متغیرها همگن نیستند و بایستی برای هر مقطع (زیر بخش) ضریب متفاوتی برآورد شوند.

### جدول (۲): نتایج آزمون همبستگی بین مقاطع و آزمون همگنی ضرایب

روش	نتایج آزمون	ارزش احتمال (p-value)
آزمون همبستگی بین مقاطع:		
آزمون Breusch-Pagan LM	۸۳۶/۴۳	۰/۰۰۰۰

<sup>۱</sup> Baltagi et al.

<sup>۲</sup> Lagrange Multiplier (LM)

<sup>۳</sup> آخرین داده‌های مصرف انرژی کارگاه‌های صنعتی مربوط به سال ۱۳۹۵ است.

<sup>۴</sup> محاسبات در نرم افزار EViews ver. 10 ارائه شده است.

<sup>۵</sup> (آزمون دلتا) مربوط به پسران و یاماگاتا از طریق نرم‌افزار GAUSS ver. 17 انجام شده است.

۱۱۹	فصلنامه نظریه‌های کاربردی اقتصاد/ سال هفتم/ شماره ۳/ پاییز ۱۳۹۹	
./۰۰۰۰	۴۶/۳۵	آزمون Pesaran scaled LM
./۰۰۰۰	۴۵/۸۶	آزمون Bias-corrected scaled LM
./۰۰۰۰	۲۳/۹۲	آزمون Pesaran CD
آزمون آزمون همگنی ضرایب :		
./۰۰۰۰	۱۴/۵۰۷	$\tilde{\Delta}$ آزمون
./۰۰۰۰	۱۵/۶۶۹	$\tilde{\Delta}_{adj}$ آزمون

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به نتایج جدول (۲)، مقدار ارزش احتمال بدست آمده برای هر دو آزمون با در نظر گرفتن فرضیه صفر آزمون مبنی بر عدم همبستگی مقطعی و همگنی ضرایب متغیرها در سطح اطمینان ۹۹٪ رد شده است. بنابراین، با توجه به برقراری شروط لازم، می‌توان از روش بوت استرپ برای بررسی علیت استفاده نمود.

## ۲-۵- آزمون علیت گرنجر بین مصرف انرژی و ارزش افزوده در زیر

### بخش‌های صنعت

قبل از بررسی رابطه علیت ابتدا به تعیین وقفه بهینه پرداخته شده است. موتاسکو (۲۰۱۶) پیشنهاد می‌نماید که وقفه بهینه به صورت جداگانه تعیین شود و متغیرهای  $x$  و  $y$  وقفه متفاوتی داشته باشند. بنابراین برای این منظور باید کلیه حالت‌های ممکن وقفه‌ای بررسی گردد. مطابق نتایج ارائه شده، ترکیب وقفه (۱و۱) دارای کمترین مقدار آکاییک و شوارتز بیزین است و به عنوان ترکیب وقفه بهینه برای این دو متغیر لحاظ شده است.

مقادیر آماره و ارزش احتمال زیربخش‌های منتخب صنعت با استفاده از روش سنتی و بوت استرپ و همچنین به منظور ارزیابی علیت دو طرفه بین مصرف انرژی و رشد ارزش افزوده در زیربخش‌های صنعت، دو فرضیه آزمون علیت شامل؛ «مصرف انرژی علت گرنجری ارزش افزوده نیست» و «ارزش افزوده علت گرنجری مصرف انرژی نیست» در کلیه زیر بخش‌های صنعت مورد آزمون قرار گرفته و در جدول (۳) و (۴) ارائه شده است. در روش موتاسکو (۲۰۱۶) نیازی به بررسی ایستایی و هم‌انباشتگی متغیرها وجود ندارد. بنابراین به دلیل وجود همبستگی بین مقاطع و همچنین ناپیدا بودن متغیرهای مورد مطالعه باعث می‌شود که توزیع آماره آزمون والد که برای بررسی علیت گرنجری از آن استفاده می‌شود از توزیع معمول آن فاصله گرفته و نتوان به نتایج حاصل از آن اتکا

نمود. در چنین شرایطی از روش بوت استرپ برای بدست آوردن مقادیر بحرانی توزیع آماره آزمون استفاده می‌گردد (موتاسکو، ۲۰۱۶).

نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که در زیر بخش‌های صنایع مواد غذایی و آشامیدنی، تولید منسوجات، تولید کاغذ و محصولات کاغذی، صنایع تولید کک، پالایشگاه‌های نفت و سوخت‌های هسته‌ای، صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی، تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی، تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی، تولید فلزات اساسی، تولید محصولات فلزی فابریک بجز ماشین آلات و تجهیزات، تولید ماشین آلات و تجهیزات طبقه بندی نشده در جای دیگر، تولید ماشین آلات اداری و حسابگر محاسباتی، تولید رادیو و تلویزیون و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی، تولید وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر، تولید سایر وسایل حمل و نقل، تولید مبلمان و مصنوعات طبقه بندی نشده در جای دیگر، مقدار آماره آزمون بدست آمده برای این زیر بخش‌ها از مقادیر بحرانی آنها در سطح معنی‌داری ۵٪ کمتر است. به عبارت دیگر، فرضیه صفر «مصرف انرژی علت گرنجری ارزش افزوده نیست» را نمی‌توان رد کرد؛ تنها در زیربخش تولید ماشین آلات مولد و انتقال برق و دستگاه‌های برقی طبقه‌بندی نشده در جای دیگر است که فرضیه صفر آزمون رد شده و انرژی به عنوان علیت گرنجری ارزش افزوده به شمار می‌آید. با توجه به عدم وجود رابطه علیت گرنجری از مصرف انرژی به رشد ارزش افزوده در اکثر زیر بخش‌های صنعت، می‌توان نتیجه گرفت که مصرف انرژی در این بخش‌ها عامل ایجاد ارزش افزوده نبوده و بنابراین سیاست صرفه‌جویی در مصرف انرژی در این زیر بخش‌های صنعت را می‌توان بدون کاهش در رشد ارزش افزوده به کار گرفت

### تضاد منافع

نویسندگان نبود تضاد منافع را اعلام می‌دارند.

جدول (۳): نتایج آزمون علیت گرنجر برای فرضیه آزمون علیت ( $H_0$ )؛ «مصرف انرژی علت گرنجری ارزش افزوده نیست» در زیر بخش‌های صنعتی با استفاده از روش سنتی و بوت استرپ

کد دو رقمی ISIC	زیربخش صنعتی	آماره آزمون (آزمون والد)	ارزش احتمال (p-value) در روش سنتی	مقادیر بحرانی روش بوت استرپ برای سطح معنی داری		
				۱٪	۵٪	۱۰٪
۱۵	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	۶/۵۳	۰/۰۱۱	۱۰/۹۸۲	۵۱/۵۷	۳۴/۷۴
				رد فرضیه $H_0$ در روش سنتی	عدم رد فرضیه $H_0$ در روش بوت استرپ	
۱۷	تولید منسوجات	۰/۱۵	۰/۰۶۹۷	۱۵۲/۹۴	۶۲/۶۷	۳۸/۵۵
				رد فرضیه $H_0$ در روش سنتی	عدم رد فرضیه $H_0$ در روش بوت استرپ	
۲۱	تولید کاغذ و محصولات کاغذی	۳۵/۴۴	۰/۰۰۰	۱۲۱/۶۲	۵۶/۴۷	۳۷/۷۹
				رد فرضیه $H_0$ در روش سنتی	عدم رد فرضیه $H_0$ در روش بوت استرپ	
۲۳	صنایع تولید زغال، کک، پالایشگاه‌های نفت و سوخت‌های هسته‌ای	۵/۳۹	۰/۰۲۰	۸۹/۰۳	۴۲/۵۲	۲۸/۳۶
				رد فرضیه $H_0$ در روش سنتی	عدم رد فرضیه $H_0$ در روش بوت استرپ	
۲۴	صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی	۳۶/۳۳	۰/۰۰۰	۹۴/۶۴	۴۷/۳۲	۳۱/۳۱
				رد فرضیه $H_0$ در روش سنتی	عدم رد فرضیه $H_0$ در روش بوت استرپ	
۲۵	تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۸۲/۱۷	۰/۰۰۰	۲۲۶/۱۲	۹۲/۳۲	۵۴/۳۶
				رد فرضیه $H_0$ در روش سنتی	عدم رد فرضیه $H_0$ در روش بوت استرپ	
۲۶	تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی	۱/۰۸	۰/۳۹۸	۱۰۵/۰۵	۴۸/۶۴	۳۲/۰۴
				رد فرضیه $H_0$ در روش سنتی	عدم رد فرضیه $H_0$ در روش بوت استرپ	
۲۷	تولید فلزات اساسی	-	۰	-	-	-

عدم رد فرضیه $H_0$ در روش بوت‌استرپ						
رد فرضیه $H_0$ در روش سنتی						تولید محصولات فلزی فابریک بجز ماشین‌آلات و تجهیزات
عدم رد فرضیه $H_0$ در روش بوت‌استرپ	۳۸۴۵	۶۰/۳۸	۱۳۷/۵۵	۰/۰۴۶	۴/۱۱	۲۸
عدم رد فرضیه $H_0$ در روش سنتی						تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه بندی نشده در جای دیگر
عدم رد فرضیه $H_0$ در روش بوت‌استرپ	۵۴۵۸	۸۴/۸۸	۱۸۸/۵۲	۰/۳۶۰	۱/۱۱	۲۹
عدم رد فرضیه $H_0$ در روش سنتی						تولید ماشین‌آلات اداری و حسابداری و محاسباتی
عدم رد فرضیه $H_0$ در روش بوت‌استرپ	۵۹/۵۷	۹۵/۵۳	۲۱۱/۱۹	۰/۷۶۵	۰/۰۹	۳۰
رد فرضیه $H_0$ در روش سنتی						تولید ماشین‌آلات مولد و انتقال برق و دستگاه‌های برقی طبقه بندی نشده در جای دیگر
رد فرضیه $H_0$ در روش بوت‌استرپ	۶۴/۱۲	۹۳/۳۱	۱۷۶/۱۸	۰/۰۰۰	۱۳۷/۴۳	۳۱
رد فرضیه $H_0$ در روش سنتی						تولید رادیو و تلویزیون و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی
عدم رد فرضیه $H_0$ در روش بوت‌استرپ	۳۰/۳۱	۴۷/۴۳	۱۰۲/۹۳	۰/۰۴۸	۳/۹۱	۳۲
رد فرضیه $H_0$ در روش سنتی						تولید وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم تریلر
عدم رد فرضیه $H_0$ در روش بوت‌استرپ	۴۷/۴۱	۶۹/۱۵	۱۴۲/۹۲	۰/۰۰۰	۴/۱۱۹	۳۴
عدم رد فرضیه $H_0$ در روش سنتی						تولید سایر وسایل حمل و نقل
عدم رد فرضیه $H_0$ در روش بوت‌استرپ	۳۹/۳۰	۶۱/۱۴	۱۳۹/۱۵	۰/۰۹۵	۰/۰۰	۳۵
رد فرضیه $H_0$ در روش سنتی						تولید مبلمان و مصنوعات طبقه بندی نشده در جای دیگر
عدم رد فرضیه $H_0$ در روش بوت‌استرپ	۴۸/۷۲	۷۴/۳۵	۱۵۲/۳۶	۰/۰۰۰	۱۶/۳۵	۳۶

منبع: یافته‌های تحقیق



جدول (۴): نتایج آزمون علیت گرنجر برای فرضیه آزمون علیت ( $H_0$ )؛ «ارزش افزوده علت گرنجری مصرف انرژی نیست» در زیر بخش‌های صنعتی با استفاده از روش

سننتی و بوت استرپ

کد دو رقمی ISIC	زیربخش صنعتی	آماره آزمون (آزمون والد)	ارزش احتمال در روش سننتی (p-value)	مقادیر بحرانی روش بوت استرپ برای سطح معنی داری		
				۱۰٪	۵٪	۱٪
۱۵	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	۳/۰۶	۰/۰۸۰	۱۶/۶۵	۲۵/۵۵	۵۱/۳۶
				رد فرضیه $H_0$ در روش سننتی (در سطح اطمینان ۹۰ درصد)		
				عدم رد فرضیه $H_0$ در روش بوت استرپ		
۱۷	تولید منسوجات	۰/۶۴	۰/۴۳۴	۲۶/۶۶	۴۱/۱۲	۸۷/۷۰
				عدم رد فرضیه $H_0$ در روش سننتی		
				عدم رد فرضیه $H_0$ در روش بوت استرپ		
۲۱	تولید کاغذ و محصولات کاغذی	۰/۰۷	۰/۷۹۴	۳۰/۴۱	۴۷/۶۵	۹۸/۱۸
				عدم رد فرضیه $H_0$ در روش سننتی		
				عدم رد فرضیه $H_0$ در روش بوت استرپ		
۲۳	صنایع تولید زغال کک، پالایشگاه‌های نفت و سوخت‌های هسته‌ای	۹/۴۳	۰/۰۰۲	۲۸/۷۲	۴۳/۷۵	۹۱/۳۳
				رد فرضیه $H_0$ در روش سننتی		
				عدم رد فرضیه $H_0$ در روش بوت استرپ		
۲۴	صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی	۷/۰۶	۰/۰۰۸	۵۱/۵۱	۷۶/۶۳	۱۵۷/۱۸
				رد فرضیه $H_0$ در روش سننتی		
				عدم رد فرضیه $H_0$ در روش بوت استرپ		
۲۵	تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۸۸/۱۳	۰/۰۰۰	۲۰/۴۲	۳۱/۰۵	۵۹/۴۸
				رد فرضیه $H_0$ در روش سننتی		
				رد فرضیه $H_0$ در روش بوت استرپ		
۲۶	تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی	۲۴/۵۴	۰/۰۰۰	۳۲/۷۷	۴۸/۵۲	۹۹/۷۰
				رد فرضیه $H_0$ در روش سننتی		
				عدم رد فرضیه $H_0$ در روش بوت استرپ		

۲۷	تولید فلزات اساسی	۹/۸۰	۰/۰۰۲	۵۵/۴۶	۲۶/۲۲	۱۷/۴۳	رد فرضیه H0 در روش سنتی عدم رد فرضیه H0 در روش بوت استرپ
۲۸	تولید محصولات فلزی فابریک بجز ماشین آلات و تجهیزات	۸/۱۲	۰/۰۰۴	۸۱/۸۴	۴۲/۶۰	۲۷/۹۷	رد فرضیه H0 در روش سنتی عدم رد فرضیه H0 در روش بوت استرپ
۲۹	تولید ماشین آلات و تجهیزات طبقه بندی نشده در جای دیگر	۹/۵۳	۰/۰۰۲	۴۹/۵۲	۳۴/۰۷	۱۵/۷۱	رد فرضیه H0 در روش سنتی عدم رد فرضیه H0 در روش بوت استرپ
۳۰	تولید ماشین آلات اداری و حسابگر محاسباتی	۴/۴۹	۰/۰۰۳	۱۰۰/۶۳	۵۰/۶۵	۳۳/۵۱	رد فرضیه H0 در روش سنتی عدم رد فرضیه H0 در روش بوت استرپ
۳۱	تولید ماشین آلات مولد و انتقال برق و دستگاه‌های برقی طبقه بندی نشده در جای دیگر	۶/۵۳	۰/۰۰۱	۶۸/۳۴	۳۲/۳۳	۲۱/۲۲	رد فرضیه H0 در روش سنتی عدم رد فرضیه H0 در روش بوت استرپ
۳۲	تولید رادیو و تلویزیون و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی	۱۳/۷۲	۰/۰۰۰	۷۸/۴۸	۳۲/۰۴	۱۴/۹۲	رد فرضیه H0 در روش سنتی عدم رد فرضیه H0 در روش بوت استرپ
۳۴	تولید وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم تریلر	۸۶/۴۲	۰/۰۰۰	۱۰۴/۳۱	۵۰/۸۳	۳۳/۵۱	رد فرضیه H0 در روش سنتی عدم رد فرضیه H0 در روش بوت استرپ
۳۵	تولید سایر وسایل حمل و نقل	۰/۵۲	۰/۰۰۶	۶۱/۸۰	۳۱/۳۶	۲۰/۳۵	رد فرضیه H0 در روش سنتی عدم رد فرضیه H0 در روش بوت استرپ
۳۶	تولید میلان و مصنوعات طبقه بندی نشده در جای دیگر	۱۸/۴۱	۰/۰۰۰	۱۰۸/۵۷	۵۵/۸۹	۳۵/۸۴	رد فرضیه H0 در روش سنتی عدم رد فرضیه H0 در روش بوت استرپ

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به نتایج آزمون می‌توان اظهار داشت که در زیر بخش‌های صنایع تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی و تولید وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم تریلر فرضیه صفر «ارزش افزوده علت گرنجری مصرف انرژی نیست» رد می‌شود. همانطور که ملاحظه

می‌شود در دو زیر بخش صنعت ارزش افزوده علت تغییر مصرف انرژی است به بیان دیگر رشد ارزش افزوده نقش معناداری در توضیح مصرف انرژی در این بخش‌ها ایفا می‌نماید.

بر اساس نتایج بدست آمده در صنایع تولید ماشین آلات مولد و انتقال برق و دستگاه‌های برقی طبقه بندی نشده در جای دیگر فرضیه رشد مورد تایید قرار گرفته و در صنایع تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی و تولید وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر نیز فرضیه صرفه‌جویی مورد تایید قرار می‌گیرد. در مابقی صنایع نیز، نتیجه حاکی از تایید فرضیه خنثی بودن است به عبارت دیگر، در بسیاری از صنایع کشور، نه سیاست‌های صرفه‌جویانه و نه سیاست‌های افزایش مصرف انرژی هیچ تاثیری در سطح تولید نخواهد داشت.

عدم وجود رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در بسیاری از صنایع مورد بررسی، بیانگر این نکته است که در این صنایع، انرژی نقش مکمل برای دیگر نهاده‌های تولید ندارد و در بلند مدت می‌توان نهاده انرژی را با سایر نهاده‌های تولید جایگزین نمود. به عنوان مثال می‌توان در این صنایع، با استفاده از تکنولوژی‌های جدیدتر، سرمایه را جایگزین مصرف انرژی نمود. استفاده از تکنولوژی جدید، همزمان باعث افزایش تولید در این صنایع شده و در عین حال از مصرف انرژی می‌کاهد و در نهایت باعث می‌شود که ارتباط بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی از بین برود. البته، در صنایع تولید ماشین آلات مولد و انتقال برق و دستگاه‌های برقی طبقه‌بندی نشده در جای دیگر، انرژی نقش مکمل برای سایر نهاده‌های تولید دارد و نمی‌توان حتی در بلندمدت آن را با سایر نهاده‌های تولید جایگزین نمود.

## ۶- نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی

تحقیقات مختلفی در زمینه ارتباط انرژی و ارزش افزوده انجام شده است که نشان از این موضوع است که در اقتصادها و جوامع مختلف هر کدام از تحقیقات از رهیافت‌های متفاوتی برای کشف حقایق استفاده کرده‌اند که هر کدام دارای نقاط قوت و ضعف‌هایی هستند. در این تحقیق، با استفاده از آزمون علیت گرنجر بر مبنای روش بوت‌استرپ رابطه علی از نوع گرنجری بین مصرف انرژی و ارزش افزوده در زیر بخش‌های صنعت ایران طی سال‌های ۱۳۷-۱۳۹۵ بررسی شده است. این رویکرد، مبتنی بر برآورد

رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبط (SUR) و آزمون‌های والد با مقادیر بحرانی بوت استرپ خاص هر مقطع (زیربخش) می‌باشد. بنابراین می‌توان نتایج بدست آمده را با تحلیل بر روی هر عضو پانل (زیربخش) به طور هم‌زمان بررسی نمود. علاوه بر این، این رویکرد بر خلاف سایر آزمون‌های علیت گرنجری، هم همبستگی مقطعی و هم ناهمگنی بین اعضای پانل را در نظر می‌گیرد و از احتمال بروز نتایج کاذب جلوگیری می‌نماید. نکته مهم دیگر آن است که در این رویکرد نیازی به انجام آزمون‌های هم انباشتگی و ریشه واحد پانل نیست.

نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که از میان شانزده زیربخش بررسی شده، رابطه علی از سمت مصرف انرژی به سمت ارزش افزوده، صرفاً در زیربخش تولید ماشین آلات مولد و انتقال برق و دستگاه‌های برقی وجود دارد. رابطه علی از سمت ارزش افزوده به سمت مصرف انرژی نیز در دو زیر بخش تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی و تولید وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر برقرار است. لذا در این خصوص نتایج نشان دهنده این حقیقت است که در این دو بخش رشد ارزش افزوده به طور معناداری بر مصرف انرژی اثری مثبت دارد، به این صورت که با افزایش ارزش افزوده، مصرف انرژی افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر، رشد ارزش افزوده مقدم بر مصرف انرژی بوده است. همچنین، مطابق با نتایج بدست آمده در این دو زیربخش، عکس این رابطه صادق نیست. بنابراین با توجه به عدم وجود رابطه‌ی علیت گرنجری از مصرف کل انرژی به ارزش افزوده در اکثر زیر بخش‌های مورد مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که افزایش مصرف انرژی منجر به افزایش ارزش افزوده نمی‌شود. لذا در این خصوص در زیر بخش‌های مذکور می‌توان سیاست صرفه‌جویی را بدون نگرانی از اثرگذاری بر ارزش افزوده بخش صنعت اجرا نمود و در نتیجه میزان شدت انرژی مصرفی و هزینه‌های تولید را کاهش داد و سیاست حذف یارانه‌های انرژی در این زیر بخش‌ها بدون تأثیرگذاری بر ارزش افزوده را بکار گرفت. حمایت‌های مالی از صنایع، نظیر یارانه انرژی بر اساس نتایج اقدامات انجام گرفته در سال‌های اخیر و همچنین پژوهش‌های انجام گرفته در این حوزه تأثیری در رشد ارزش افزوده بخش صنعت نداشته است. بنابراین، لزوم استفاده از راهکارهای جدید برای حمایت از صنایع در رشد ارزش افزوده این بخش موثر خواهد بود. لذا توصیه می‌شود که ارائه حمایت‌های مالی دولت از زیربخش‌های مورد مطالعه صنعت در قالب انتقال فناوری، نوسازی تجهیزات و استفاده از تکنولوژی‌های جدید انجام گیرد. این حمایت‌ها

بایستی دارای منابع پایدار باشند. استفاده از اعتبارات جاری و عمرانی از راهکارهای موثر در این زمینه است ولی با توجه به نیاز ضروری اقتصاد کشور به صنایع و حمایت از تولید داخلی، برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری در استفاده از منابع پایدار به صورت اختصاص بودجه از محل اعتبارات صندوق توسعه ملی و پرداختن به این موضوع در برنامه‌های پنج ساله توسعه، اختصاص بخشی از درآمدهای مربوط به واردات کالا به کشور برای انتقال تکنولوژی، نوسازی و تجهیز صنایع کشور از جمله روش‌هایی خواهند بود که باعث افزایش ارزش افزوده صنایع و بهینه‌سازی مصرف انرژی خواهد شد.

## فهرست منابع

۱. آرمن، سیدعزیز، و زارع، روح اله (۱۳۸۴). بررسی رابطه علیت گرنجری بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران طی سال‌های ۱۳۴۶-۱۳۸۱. *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۲۴(۷)، ۱۱۷-۱۴۳.
۲. بهبودی، داود؛ اصغرپور، حسین و قزوینیان، محمدحسن (۱۳۸۸). شکست ساختاری، مصرف انرژی و رشد اقتصادی ایران (۱۳۴۶-۱۳۸۴). *پژوهش‌های اقتصادی*، ۹(۳)، ۸۴-۵۳.
۳. معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی، دفتر مطالعات انرژی، صنعت و معدن مجلس شورای اسلامی (۱۳۹۴). *دورنمای رشد صنعتی در اقتصاد ایران*. تهران: مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی.
۴. مجمع تشخیص مصلحت نظام (۱۳۸۲). *سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ شمسی*. تهران.
۵. صادقی، سیدکمال، رنج‌پور، رضا، و مختارزاده خانقاهی، نصرت (۱۳۹۳). مدل سازی رابطه بین مصرف برق و توسعه مالی در اقتصاد ایران. *اقتصاد انرژی ایران (اقتصاد محیط زیست و انرژی)*، ۱۰(۳)، ۱۴۹-۱۳۱.
۶. لطفعلی‌پور، محمد رضا، مهدوی عادل، محمد حسین، و رضایی، حسن (۱۳۹۵). بررسی رابطه میان مصرف انرژی، رشد اقتصادی و صادرات در بخش صنعت ایران (تحلیل مبتنی بر داده‌های پانل). *فصلنامه پژوهش‌های رشد توسعه اقتصادی*، ۲۴(۶)، ۳۵-۱۳.
۷. مزینی، امیرحسین، عساری آرانی، عباس، افشاریان، بهناز و رسولی، احمد (۱۳۹۴). بازتعریف رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران (رویکرد بخشی - استانی)، *فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی*، ۳۰(۹)، ۶۷-۸۹.
۸. لیست، فردریک (۱۳۷۸). *اقتصاد ملی و اقتصاد جهانی: تجانس‌ها و تعارض‌ها*. کیانود عزیز، نشر دیدار، تهران.
۹. درگاه آمار ایران، <http://www.amar.org.ir>
۱۰. وزارت نیرو، تراز نامه انرژی سال‌های مختلف (۱۳۷۰ تا ۱۳۹۵)
۱۱. وزارت صنعت، معدن و تجارت، <http://www.mimt.gov.ir>
1. Altinay, G., & Karagol, E. (2004). Structural break, unit root, and the causality between energy consumption and GDP in Turkey. *Energy Economics*, 26(6), 985-994.
2. Apostolakis, B. E. (1990). Energy—capital substitutability/complementarity: The dichotomy. *Energy Economics*, 12(1), 48-58.
3. Araç, A., & Hasanov, M. (2014). Asymmetries in the dynamic interrelationship between energy consumption and economic growth: evidence from Turkey. *Energy Economics*, 44, 259-269.

4. Armen, S. A., & Zare, R. (2005). An Investigation of Granger – Causal Relationship between Energy Consumption & Economic Growth in Iran (1967-2002). *Iranian Journal of Economic Research*, 24 (7), 117-143. (In Persian)
5. Baltagi, B. H., Feng, Q., & Kao, C. (2012). A Lagrange Multiplier test for cross-sectional dependence in a fixed effects panel data model. *Journal of Econometrics*, 170(1), 164-177.
6. Behbudi, D., & Asgharpour, H. (2009). Structural Breaks, Energy Consumption and Economic Growth in Iran (1967-2005). *The Economic Research*, 9(3), 53-84. (In Persian)
7. Berndt, E. R., & Wood, D. O. (1979). Engineering and econometric interpretations of energy-capital complementarity. *The American Economic Review*, 69(3), 342-354.
8. Bowden, N., & Payne, J. E. (2009). The causal relationship between US energy consumption and real output: a disaggregated analysis. *Journal of Policy Modeling*, 31(2), 180-188.
9. Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1980). The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *The Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253.
10. Dagher, L., & Yacoubian, T. (2012). The causal relationship between energy consumption and economic growth in Lebanon. *Energy policy*, 50, 795-801.
11. Deputy of Infrastructure Research and Production Affairs, Office of Energy, Industry and Mining Studies of the Islamic Parliament of Iran (2015). *Prospects for industrial growth in the Iranian economy*. Tehran, Iran: Islamic Parliament Research Center. (In Persian)
12. Ebohon, O. J. (1996). Energy, economic growth and causality in developing countries: a case study of Tanzania and Nigeria. *Energy policy*, 24(5), 447-453.
13. Efron, B. (1979). Computers and the theory of statistics: thinking the unthinkable. *SIAM review*, 21(4), 460-480.
14. Eggoh, J. C., Bangaké, C., & Rault, C. (2011). Energy consumption and economic growth revisited in African countries. *Energy Policy*, 39(11), 7408-7421.
15. Expediency Discernment Council (2003). *Vision document of the Islamic Republic of Iran until 2025*, Tehran, Iran. (In Persian)
16. Gibbons, J. (1984). Capital-Energy Substitution in the Long Run. *The Energy Journal*, 5(2), 109-118.
17. Granger, C. W. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 37(3), 424-438.
18. <http://www.amar.org.ir> (In Persian)
19. <http://www.pep.moe.gov.ir> (In Persian)
20. <http://www.mimt.gov.ir> (In Persian)
21. Kavrakoğlu, İ. (1981). *Ülke ekonomisinde enerji sorunu ve çözüm yolları*. (energy problem in the economy of the country and its solution). Istanbul: Istanbul Sanayi Odası Arştırma Diyesi.

22. Kónya, L. (2006). Exports and growth: Granger causality analysis on OECD countries with a panel data approach. *Economic Modelling*, 23(6), 978-992.
23. Kraft, J., & Kraft, A. (1978). On the relationship between energy and GNP. *The Journal of Energy and Development*, 3, 401-403.
24. List, F. (1856). *National system of political economy*. JB Lippincott & Company. (In Persian)
25. Lotfalipour, M. R., & Mahdavi Adeli, M. H. (2016). Study on the Relationship between Energy Consumption, Economic Growth and Export Industry in Iran (Analysis Based on Panel Data). *Economic Growth and Development Research*, 24(6), 17-38. (In Persian)
26. Mozayani, A. M., Esari Arani, A., Afsharian, B., & Rasouli, A. (2015). Redefinition of the Relation between Energy Consumption and Economic Growth in Iran: Markov Switching Approach. *Economic Growth and Development Research*, 30(9), 67-89. (In Persian)
27. Mutascu, M. (2016). A bootstrap panel Granger causality analysis of energy consumption and economic growth in the G7 countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 63, 166-171.
28. Ozturk, I. (2010). A literature survey on energy-growth nexus. *Energy policy*, 38(1), 340-349.
29. Pesaran, M. H., & Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of econometrics*, 142(1), 50-93.
30. Pesaran, H. M. (2004). General diagnostic tests for cross-sectional dependence in panels. *University of Cambridge, Cambridge Working Papers in Economics*, 435.
31. Sadeghi, S. K., Ranjpour, R. & Mokhtarzadeh Khaneghahi, N. (2014). Modeling the relationship between electricity consumption and financial development in Iran. *Iranian Energy Economics*, 10(3), 131-149. (In Persian)
32. Soytas, U., Sari, R., & Ozdemir, O. (2001). Energy consumption and GDP relation in Turkey: a cointegration and vector error correction analysis. *Economies and business in transition: facilitating competitiveness and change in the global environment proceedings*, 1, 838-844.
33. Stern, D. I. (1993). Energy and economic growth in the USA: a multivariate approach. *Energy economics*, 15(2), 137-150.
34. Stern, D. I. (1999). Is energy cost an accurate indicator of natural resource quality. *Ecological Economics*, 31(3), 381-394.
35. Stern, D. I. (2000). A multivariate cointegration analysis of the role of energy in the US macroeconomy. *Energy economics*, 22(2), 267-283.
36. Stern, D. I. (2010). The role of energy in economic growth. *USAEE-IAEE Working Paper*, (10-055).
37. Stern, D. I., & Cleveland, C. J. (2004). *Energy and economic growth*. Rensselaer Polytechnic Institute (No. 0410). Rensselaer Working Papers in Economics.
38. Tintner, G., Deutsch, E., Rieder, R., & Rosner, P. (1977). A production function for Austria emphasizing energy. *De Economist*, 125(1), 75-94.