

## مدیریت انرژی در صنایع ایران: مطالعه‌ی موردی: رابطه‌ی علی بین مقدار برق مصرفی و ارزش افزوده‌ی صنایع کوچک (SSI) (۴۹ - ۱۰ نفر کارکن)

علیرضا فضل زاده

استادیار دانشگاه تبریز [Fazlzadeh@tabrizu.ac.ir](mailto:Fazlzadeh@tabrizu.ac.ir)

مینا تجویدی

دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت MBA دانشگاه تبریز و عضو باشگاه پژوهشگران جوان واحد

تبریز [mina.tajvidi@gmail.com](mailto:mina.tajvidi@gmail.com)

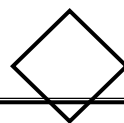
تاریخ دریافت: ۸۸/۳/۱۶ تاریخ پذیرش: ۸۸/۶/۲۴

### چکیده

ایران از جمله کشورهای غنی از لحاظ انرژی است. این منابع عظیم در صورتی می‌توانند به عنوان یک عامل مهم در تولید و توسعه‌ی اقتصادی به شمار روند که استفاده‌ی بهینه و مناسب از آن‌ها به‌عمل آید. کارگاه‌های صنعتی بخش قابل توجهی از مصرف انرژی را در ایران به خود اختصاص داده‌اند. در طول چند دهه‌ی اخیر، با پیشرفت فن آوری تولید و کارایی مصرف انرژی، انرژی‌های با کیفیت بالا مانند الکتروسیته، جایگزین سوخت‌هایی با کیفیت پایین مانند زغال سنگ و چوب شده‌اند. این تغییر در ترکیب استفاده از حامل‌های انرژی در صنایع، ضرورت بررسی ارتباط بین مقدار انرژی مصرفی و رشد ارزش افزوده را مورد تأکید قرار می‌دهد. در این مقاله، تلاش شده است تا رابطه‌ی بین مقدار برق مصرفی و ارزش افزوده‌ی محصولات تولید شده در صنایع کوچک (SSI)، براساس الگوی داده‌های تابلویی در بازه‌ی زمانی ۱۳۷۳-۱۳۸۵ مورد بررسی قرار گیرد. این تحقیق از نظر هدف، کاربردی و از نظر جمع آوری آمار و اطلاعات، تحلیلی است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که بین مقدار برق مصرفی و ارزش افزوده‌ی صنایع کوچک (۴۹-۱۰ نفر کارکن) یک رابطه‌ی مثبت و دوطرفه وجود دارد. با توجه به این رابطه، افزایش مقدار حامل انرژی (برق مصرفی) می‌تواند محرک برای فعالیت‌های اقتصادی باشد و همچنین به عنوان نهاده‌ی مهم در کنار سایر نهاده‌های تولید، موجب افزایش ارزش افزوده‌ی فعالیت‌های اقتصادی در صنایع شود.

طبقه‌بندی JEL : O13, L94, C23

کلید واژه: انرژی، برق مصرفی، ارزش افزوده، صنایع کوچک، پانل دیتا



## ۱- مقدمه

وابستگی روز افزون جوامع به انرژی، به دلیل جایگزینی نیروی ماشین به جای نیروی انسانی، سبب شده است که انرژی در کنار سایر عوامل تولید (سرمایه و نیروی کار) یک عامل مؤثر در رشد و توسعه اقتصادی تلقی شود و در عملکرد بخش‌های مختلف اقتصادی نقش چشم‌گیری ایفا کند. افزایش روز افزون نقش انرژی در فرایند تولید، سبب ایجاد پرسش‌های اساسی زیر شده است، که یافتن پاسخ مناسب به این پرسش‌ها راه کارهای سیاستی معقولی را به دنبال خواهد داشت.

۱- آیا مصرف انرژی می‌تواند عامل محرکی در تولید باشد؟

۲- آیا رشد تولید مصرف انرژی افزایش را می‌دهد؟

همان‌طور که جامب<sup>۱</sup> (۲۰۰۴) عنوان می‌کند، وجود علیت از مصرف انرژی به رشد تولید در یک اقتصاد به این مفهوم است که اقتصاد وابسته به انرژی بوده و کمبود یا عدم دسترسی به این عامل سبب عملکرد ضعیف بخش تولید خواهد شد و کاهش اشتغال و درآمد را در پی خواهد داشت. به عبارت دیگر، در چنین اقتصادی انرژی عامل تعیین کننده در تولید است. استرن<sup>۲</sup> (۲۰۰۰)، معتقد است که اگر در یک اقتصاد، علیت تنها از تولید به مصرف انرژی باشد و مسیر معکوسی متصور نباشد، در این حالت تولید، مستقل از انرژی خواهد بود. مسیح و مسیح<sup>۳</sup> (۱۹۹۷)، در این باره بیان می‌کند سیاست‌هایی که به منظور حفظ منابع انرژی و صرفه‌جویی در مصرف آن اجرا می‌شوند، تأثیر منفی بر رشد و اشتغال نخواهند داشت.

بنابراین با توجه به مطالعات انجام گرفته، بررسی علیت بین این دو متغیر دارای اهمیت فراوان بوده و می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های صحیح برای تولید و اتخاذ سیاست‌های کلان اقتصادی در جهت تعیین قیمت و مصرف انرژی راه‌گشا باشد. همچنین اهمیت حذف یارانه‌های غیرضروری انرژی در بخش صنعت از یک سو و از محدود بودن ظرفیت تولید انرژی برق سوی دیگر ضرورت و اهمیت موضوع را دو چندان می‌کند.

1- Jumbe.

2- Stern .

3- Masih and Masih.

با توجه به سهم بالای بخش صنعت از مصرف انرژی برق در کشور<sup>۱</sup> و با در نظر گرفتن اهمیت بررسی میزان وابستگی تولیدات صنعتی به این انرژی، هدف اصلی این مطالعه، بررسی رابطه‌ی علی بین مصرف انرژی<sup>۲</sup> برق و ارزش افزوده‌ی<sup>۳</sup> بخش صنعت ایران در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۵-۱۳۷۳ است. با توجه به اهمیت توسعه‌ی کارگاه‌های کوچک و متوسط در صنعت کشور، در این مطالعه از اطلاعات آماری کارگاه‌های صنعتی کوچک (۴۹-۱۰ نفر کارکن)، به‌عنوان یک نمونه از صنعت کشور استفاده شده است. چارچوب مطالعه انجام گرفته عبارت است از: بخش ۲ و ۳، مرور اجمالی بر مبانی نظری و مطالعات تجربی، بخش ۴، روش‌شناسی تحقیق، بخش ۵، یافته‌های تحقیق و در نهایت نتیجه‌گیری و پیشنهادات در بخش ۶، پایان بخش مقاله است.

## ۲- مبانی نظری

در ادبیات اقتصادی عموماً از سه عامل نیروی کار، سرمایه و زمین، به‌عنوان عامل تولید و از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی یاد شده است. در نظریه‌های جدید رشد، عامل انرژی نیز به‌عنوان یک نهاده‌ی مهم وارد مدل شده است، با این حال اهمیت آن در تمام مدل‌ها یکسان دیده نشده است. کلیوند<sup>۴</sup> و استرن<sup>۵</sup> (۲۰۰۴)، اهمیت بیشتری برای انرژی در تولیدات اقتصادی قائل است و انرژی را به‌عنوان عامل اصلی و مقدم بر سایر عوامل تولید می‌داند. مهم‌ترین دستاورد مطالعات بیو فیزیکی کلیوند، وجود رابطه‌ی مثبت و معنی‌دار بین مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی در آمریکا است. طرفداران نظریه‌ی فوق، سهم انرژی را مهم‌تر از سایر عوامل می‌دانند و سهم اندکی برای سایر عوامل تولید قائل‌اند.

۱- براساس آمار ارائه شده از سوی بانک مرکزی، بخش صنعت ایران در سال ۱۳۸۵ با ۳۳ درصد، پس از بخش خانگی با ۳۶ درصد بیش‌ترین سهم را از کل برق مصرفی داشته است.

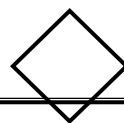
<http://tsd.cbi.ir/IntTSD/Display/PrepareToShow.aspx> .

۲- توانایی انجام کار و یا توانایی مواد برای انجام کار است. در این تحقیق منظور از انرژی؛ برق مصرفی در صنایع کوچک می‌باشد.

۳- ارزش کمی مقدار کاری که روی ماده‌ی اولیه انجام داده می‌شود تا به ستانده تبدیل شود. (بهشتی، ۱۳۸۲). در این پژوهش اختلاف ستانده از داده، ارزش افزوده‌ی محصولات تولیدی در صنایع کوچک را تشکیل می‌دهد.

4 - Cleveland.

5 - stern.



استرن<sup>۱</sup> (۱۹۹۳)، به نقل از آیرس<sup>۲</sup> و نایر<sup>۳</sup> (۱۹۸۴) بیان می‌کند که در مدل بیو فیزیکی رشد<sup>۴</sup>، انرژی تنها عامل و مهم‌ترین عامل رشد است. نیروی کار و سرمایه، عوامل واسطه‌ای هستند که برای به‌کارگیری انرژی ضروری‌اند. تحقیقات وی مبنی بر تعیین رابطه‌ی بین انرژی و رشد اقتصادی بوده و نتیجه‌ی حاصل از آن، مبین رابطه‌ی معنادار بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی است.

اقتصاددانان نئو کلاسیک مانند برنت<sup>۵</sup> (۱۹۷۸) و دنیسون<sup>۶</sup> (۱۹۷۹، ۱۹۸۵)، به تأثیر تأثیر غیرمستقیم انرژی بر رشد اقتصادی اعتقاد دارند. آنان بیان می‌کنند که انرژی از طریق تأثیری که بر نیروی کار و سرمایه می‌گذارد، به‌طور غیرمستقیم بر رشد اقتصادی مؤثر است، ولی مستقیماً اثری بر رشد اقتصادی ندارد. پیندیک<sup>۷</sup> (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 به‌کار می‌رود، افزایش قیمت انرژی بر رشد اقتصادی، بر امکانات و میزان تولید اثر خواهد گذاشت و تولید ملی را کاهش خواهد داد. وی از تابع هزینه‌ی کل برای نشان دادن این مفهوم استفاده و تحلیل خود را براساس کشش هزینه‌ی تولید نسبت به قیمت انرژی پایه‌گذاری می‌کند. نتیجه‌ی تحقیق فوق بیان می‌کند که اگر سرمایه و کار را جانشین انرژی در نظر بگیریم، افزایش در قیمت انرژی موجب افزایش دو عامل سرمایه و کار می‌شود و افزایش هزینه‌های تولید بر اثر افزایش قیمت انرژی، تخصیص عوامل تولید را تغییر داده و سهم نسبی تولید ناشی از دو عامل کار و سرمایه را افزایش خواهد داد.

داگلاس<sup>۸</sup> (۱۹۹۱)، به نقل از برنندت و وود<sup>۹</sup> (۱۹۷۵)، بیان می‌کند که در تابع تولید، کل انرژی یک عامل تولید بوده و ارتباط تفکیک‌پذیری ضعیفی با عامل کار دارد. در تابع تولید پیشنهادی آن‌ها  $Q=F\{G(K,E)L\}$ ، ابتدا انرژی با سرمایه ترکیب

1- Stern..

2- Ayres.

3- Nair.

۴ - طبق اصل دوم ترمودینامیک، برای انجام هر حرکتی به حداقل انرژی نیاز بوده و چون فرآیند نیز مشتمل بر مجموعه‌ای از حرکت‌ها و انتقال‌هاست، لذا انرژی به عنوان یکی از نهاده‌های اصلی این فرآیند مطرح می‌شود.

5 - Berndt.

6 - Denison.

7 - Pindycks.

8 - Douglas.

9 - Berndt & Wood.

شده و حاصل آن‌ها بعد از ترکیب با عامل کار، محصول را ایجاد می‌کند. بنابر این، در تابع پیشنهادی آن‌ها، مصرف انرژی بدون اثر گذاشتن بر تولید نهایی، سرمایه را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

### ۳- مطالعات تجربی

تاکنون مطالعات فراوانی در خصوص رابطه‌ی علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی انجام گرفته، که نتایج متناقضی از آن‌ها حاصل شده است، که می‌توان این تناقض‌ها را در تفاوت در روش شناسی، نوع تکنیک علیت و... جستجو کرد.

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

یانگ<sup>۲</sup> (۲۰۰۰)، علیت بین مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی را با استفاده از آزمون استاندارد علیت گرنجری آزمون کرده است. در این مطالعه مصرف حامل‌های انرژی شامل زغال سنگ، نفت، گاز طبیعی و الکتریسیته به عنوان مصرف انرژی در نظر گرفته شده است. بر این اساس او نتیجه گرفته است که یک رابطه‌ی علیت دو طرفه بین مصرف کل انرژی و تولید ناخالص داخلی وجود دارد.

چنگ و لای<sup>۳</sup> (۱۹۹۷)، با استفاده از آزمون علیت هیسائو<sup>۴</sup> (۱۹۸۱)، به یک رابطه‌ی علیت یک طرفه از تولید ناخالص ملی به مصرف انرژی در بازه‌ی زمانی ۱۹۹۵-۱۹۹۳ برای کشور تایوان دست یافته‌اند.

عقیل و بوت<sup>۵</sup> (۲۰۰۱)، با استفاده از آزمون علیت هیسائو، به بررسی رابطه‌ی علیت گرنجری بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشور پاکستان طی دوره‌ی ۱۹۹۵-۱۹۹۶ پرداخته‌اند. آن‌ها رابطه‌ی علیت بین مصرف اجزای مختلف انرژی با رشد

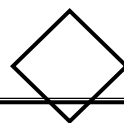
1 - Masih and Masih.

2 -Yang.

3 -Cheng and lai.

4 -Hisa.

5- Anjum Ageel and Mohammad Sabihuddin Butt.



اقتصادی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آزمون نشان می‌دهد که رشد اقتصادی، علت مصرف انرژی کل است.

کی هون لی و وانکتوان آه<sup>۱</sup> (۲۰۰۴)، در مقاله‌ای، با استفاده از مدل‌های سری زمانی چند متغیره و با به‌کارگیری داده‌های فصلی از دوره‌ی ۱۹۸۲:۱ تا ۲۰۰۴:۴، به بررسی رابطه‌ی علیت بین مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی در کره‌ی جنوبی پرداخته‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که در کوتاه مدت هیچ رابطه‌ی علیتی بین مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی در کره‌ی جنوبی وجود ندارد، اما یک رابطه‌ی علیی یک طرفه از تولید ناخالص داخلی به انرژی در بلندمدت موجود است.

فاتای و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۴)، به بررسی رابطه‌ی علیت گرنجری بین مصرف انرژی و رشد واقعی در کشورهای نیوزلند و استرالیا در بازه‌ی زمانی ۱۹۶۰-۱۹۹۹، پرداخته‌اند. متغیرهای مورد استفاده‌ی آن‌ها عبارتند از: کل مصرف نهایی انرژی، مصرف انرژی در بخش صنعت، تولید ناخالص داخلی واقعی و هم‌چنین مصرف حامل‌های مختلف انرژی شامل مصرف زغال سنگ، گاز طبیعی، برق و فرآورده‌های نفتی، نتایج آزمون علیت گرنجر استاندارد در مورد کشور نیوزلند نشان می‌دهد که بین مصرف نفت، گاز و زغال سنگ با تولید ناخالص داخلی واقعی علیت وجود ندارد. از سوی دیگر، یک علیت یک طرفه از تولید ناخالص داخلی به کل مصرف نهایی انرژی و مصرف انرژی در بخش صنعت وجود دارد. نتایج آزمون استاندارد علیت گرنجر و مدل‌های تصحیح خطا در مورد کشور استرالیا بیانگر این است که فقط در کوتاه مدت علیت یک طرفه از تولید ناخالص داخلی واقعی و کل مصرف نهایی انرژی وجود دارد.

لی و چانگ<sup>۳</sup> (۲۰۰۵)، در مقاله‌ای، به بررسی رابطه‌ی مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی برای تایوان طی دوره‌ی ۲۰۰۳-۱۹۵۴ پرداخته‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که در بلندمدت انرژی به عنوان محرک رشد اقتصادی عمل کرده و در نتیجه سیاست‌های تحدید انرژی می‌توانند به رشد اقتصادی آسیب برسانند و هم‌چنین دریافتند که هم‌جمعی بین مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی پایدار نبوده و بسیاری از وقایع اقتصادی، پایداری دو سری زمانی را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

1 - Kihoon Lee & Wankeun Oh.

2 - Fatai et. al.

3 - Chien-Chiang Lee & Chun-Ping Chang.

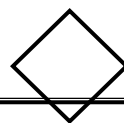
پاردو کلیمنت<sup>۱</sup> (۲۰۰۶)، در مطالعه‌ای به بررسی رابطه‌ی بین تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی با استفاده از روش چند متغیره و با فرض جانشینی بین مصرف انرژی و دیگر نهاده‌ها و همچنین با در نظر گرفتن تغییرات تکنولوژیکی، پرداخته‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که با استفاده از تحلیل هم انباشتگی چند متغیره، می‌توان یک رابطه‌ی علی بلندمدت بین مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی متصور شد. هم‌چنین به یک رابطه‌ی علی یک طرفه از مصرف انرژی به رشد اقتصادی دست یافته‌اند.

قبادی (۱۳۷۶)، به بررسی رابطه‌ی کوتاه مدت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران با استفاده از روش علیت گرنجر و مدل تصحیح خطا طی دوره‌ی ۱۳۷۳-۱۳۴۶، پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد که علیت در هر دو جهت رد می‌شود.

ملکی (۱۳۷۸)، با استفاده از مدل‌های تصحیح خطا، به بررسی رابطه‌ی علیت گرنجری بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشور ایران طی دوره‌ی زمانی ۱۳۶۰-۱۳۷۶ پرداخته است. متغیرهای مورد استفاده در این تحقیق، مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی، واردات و قیمت است. واردات به این دلیل وارد مدل شده است که درجه‌ی وابستگی اقتصاد ایران به ویژه در این دوره، به ارز یا واردات، نسبتاً بالا بوده است. یافته‌های حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که در کوتاه مدت و بلندمدت یک رابطه‌ی علیت گرنجری یک طرفه از مصرف انرژی به تولید داخلی وجود دارد. هم‌چنین یک ارتباط ضعیف از رشد اقتصادی به مصرف انرژی تنها در بلندمدت وجود دارد.

ابریشمی و مصطفایی (۱۳۸۰)، به بررسی رابطه‌ی بین رشد اقتصادی و مصرف فرآورده‌های عمده‌ی نفتی طی دوره‌ی ۱۳۳۸-۱۳۷۸ پرداخته‌اند. نتایج حاکی از آن است که در کوتاه مدت علیت از مصرف فرآورده‌ها به تولید ناخالص داخلی وجود ندارد، ولی در بلندمدت وجود دارد.

آرمن و زارع (۱۳۸۳)، به بررسی رابطه‌ی علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران طی دوره‌ی ۱۳۸۱-۱۳۴۶ پرداخته‌اند. آن‌ها به منظور بررسی رابطه‌ی علیت گرنجری بین متغیرها از روش تصحیح خطا استفاده کرده‌اند. 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 وجود دارد.



نجرزاده و عباس محسنی (۱۳۸۳)، به بررسی رابطه‌ی علیت بین مصرف حامل‌های انرژی (نفت، گاز و برق) و رشد بخش‌های اقتصادی (کشاورزی، صنعت، حمل و نقل و خدمات) در ایران، با استفاده از آزمون علیت هیسائو، طی دوره‌ی زمانی ۱۳۸۱-۱۳۵۰ پرداخته و به این نتیجه رسیده‌اند که یک رابطه‌ی علیت دو طرفه بین مصرف حامل‌های انرژی و رشد بخش‌های اقتصادی در ایران وجود دارد.

قادری و همکاران (۱۳۸۵)، با بررسی رابطه‌ی علیت بین برق مصرفی و ارزش افزوده در صنایع ایران با استفاده از آزمون علیت گرنجری در دوره‌ی زمانی ۱۳۸۰-۱۳۵۹، به این نتیجه رسیده‌اند که در بیش‌تر صنایع ایران، مصرف برق سبب ایجاد ارزش افزوده نمی‌شود و رابطه‌ی علیتی وجود ندارد.

در یک جمع‌بندی می‌توان گفت که در مطالعات انجام شده، بیش‌تر به بررسی رابطه‌ی علیت بین مصرف انرژی در کل بخش‌ها و رشد اقتصادی کل کشور پرداخته شده است و مطالعه‌ی حاضر از این جهت اهمیت می‌یابد که به بررسی مقدار مصرف انرژی (برق مصرفی) در کارگاه‌های صنعتی ایران (ده تا چهل و نه نفر کارکن) و رابطه‌ی آن با رشد ارزش افزوده‌ی کارگاه‌های مذکور می‌پردازد.

#### ۴- روش تحقیق

این پژوهش یک مطالعه‌ی تحلیلی-کاربردی است، که نتایج آن می‌تواند به منظور بهبود تصمیم‌گیری‌ها در بخش انرژی و برنامه‌ریزی در صنایع مورد استفاده قرار گیرد. آمار و اطلاعات مورد نیاز تحقیق به روش اسنادی جمع‌آوری شده است. تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از رهیافت داده‌های تابلویی<sup>۱</sup> و به‌کارگیری سری‌های زمانی مربوط به مصرف انرژی و رشد ارزش افزوده‌ی زیر بخش‌های ۲۳ گانه‌ی صنایع کوچک ایران (۴۹-۱۰ نفر کارکن) بر اساس کدهای ISIC3 در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۵-۱۳۷۳، انجام گرفته است.

فرضیه تحقیق عبارت است از: یک رابطه‌ی علی دو سویه بین مصرف انرژی (برق مصرفی) و رشد ارزش افزوده‌ی صنایع کوچک SSI<sup>۲</sup> (۴۹-۱۰ نفر کارکن)، وجود دارد.

1 - Panel Data

2 - Small Scale Industries.



## ۵- یافته‌های تحقیق

در این مطالعه به منظور بررسی رابطه‌ی علی بین مصرف انرژی و ارزش افزوده‌ی صنایع کوچک، از الگوی<sup>۱</sup> PVAR استفاده شده است:

$$VA_{it} = \sum_{k=1}^p \alpha_k VA_{i(t-k)} + \sum_{k=1}^p \delta_k EN_{i(t-k)} + \omega_{it} \quad (1)$$

$$EN_{it} = \sum_{k=1}^q \beta_k EN_{i(t-k)} + \sum_{k=1}^q \theta_k VA_{i(t-k)} + \eta_{it} \quad (2)$$

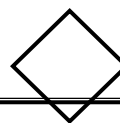
که در آن VA، دیفرانسیل لگاریتم ارزش افزوده‌ی صنایع کوچک بوده و EN دیفرانسیل لگاریتم انرژی مصرفی است. هم‌چنین i و t، به ترتیب نشان دهنده زیربخش‌های صنعت و دوره‌ی زمانی است.

$$i=1 \dots 23$$

$$t=1373 \dots 1385$$

منظور از انرژی مصرفی در این تحقیق، برق مصرفی که واحد آن واحد برق مصرفی (هزار کیلو وات) و واحد ارزش افزوده میلیون ریال است بنابراین برای پرهیز از تفاوت مقیاس‌ها، از حالت لگاریتمی متغیرهای فوق استفاده کرده‌ایم. هم‌چنین به منظور پرهیز از مشکل ریشه‌ی واحد بودن متغیرها از لگاریتم آن‌ها دیفرانسیل گرفته شده است و درحقیقت VA و EN به نرخ رشد این دو متغیر اشاره دارند. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا صنایع به کدهای ۲۳ گانه IS01-IS23 تبدیل و سپس با نرم‌افزار Eviews6، به روش پانل دیتا داده‌ها تخمین زده شده‌اند.

اولین گام در بررسی علیت بین دو متغیر، تعیین تعداد وقفه‌ی بهینه در الگوی VAR می‌باشد. در این مطالعه از معیار آکاییک برای تعیین تعداد وقفه‌ها استفاده شده است. نتایج به دست آمده در جدول ۱ نشان می‌دهد که  $p=1$  و  $q=1$  است، بنابراین با استفاده از این مقادیر در جدول ۲ و ۳، نتایج حاصل از آزمون اثرات گروه (آزمون اثرات ثابت در مقابل پانل انباشته) و آزمون هاسمن (آزمون اثرات ثابت در مقابل اثرات تصادفی) انجام گرفته، که نشان دهنده‌ی مزیت روش اثرات ثابت در تخمین الگو است.



جدول ۱- نتایج انتخاب وقفه‌ی بهینه

معادله	۱	۲
وقفه‌ی صفر	۴.۰	۴.۰
وقفه‌ی اول	۰.۰	۱.۰
وقفه‌ی دوم	۱.۰	۲.۰
وقفه‌ی سوم	۲.۰	۳.۰

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۲ - نتایج آزمون اثرات گروه

رابطه‌ی ۱	رابطه‌ی ۲	
۱۲/۷۵	۱۹/۴۲	ی آماره F

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۳- نتایج آزمون هاسمن

رابطه‌ی ۱	رابطه‌ی ۲	
۱۰۳/۲۷	۱۹۶/۱۸	آماره $(\chi^2)$
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	Prob.

منبع: یافته‌های تحقیق

در جدول ۴، نتایج تخمین رابطه‌ی ۱ گزارش شده است. همان گونه که مشاهده می‌شود مقدار وقفه‌ی ارزش افزوده تأثیر مثبت بر ارزش افزوده‌ی دوره‌ی جاری دارد، که کاملاً قابل قبول است، زیرا ارزش افزوده هر دوره در تعیین سرمایه‌گذاری و تولید دوره‌ی بعد تأثیر مثبت خواهد داشت. همچنین با وجود این که مقدار جاری مصرف انرژی تأثیر مثبت بر رشد ارزش افزوده‌ی همان دوره دارد، اما مقدار وقفه‌ی این متغیر تأثیر معنی‌داری بر ارزش افزوده دوره جاری ندارد و تنها در دوره‌ای که مصرف می‌شود

محرک تولید به حساب می‌آید. در جدول ۵، با استفاده از آزمون والد، به بررسی وجود علیت از مصرف انرژی به ارزش افزوده، پرداخته شده است. نتایج این آزمون وجود علیت را تأیید می‌کند.

جدول ۴- تخمین رابطه‌ی ۱

متغیر	ضریب	t-Statistic	.Prob
عرض از مبدا	-۲/۲۳	-۲/۲۹۷	۰/۰۲۲
VA?(-1)	۰/۶۷۹	۶/۵۷۷	۰/۰۰۰
EN?(-1)	۰/۱۱۸	۱/۲۵۸	۰/۲۰۹
EN?	۰/۵۰۶	۳/۵۱۴	۰/۰۰۰
ضریب تعیین شده	آماره‌ی F (Prob)	آماره‌ی دوربین واتسون	ضریب تعیین
۰/۹۳	۱۴۴ (۰/۰۰۰)	۲/۵۷	۰/۹۴

منبع: یافته‌های تحقیق

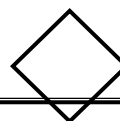
جدول ۵- آزمون علیت در رابطه‌ی ۱ (آزمون والد)

آماره	مقدار	درجه آزادی	Prob.
F-statistic	۶/۷۷	(۲و۲۵۳)	۰/۰۰۱
Chi-square	۱۳/۵۴	۲	۰/۰۰۱

منبع: یافته‌های تحقیق

در جدول ۶، نتایج تخمین رابطه‌ی ۲ گزارش شده است. براساس نتایج به دست آمده، افزایش ارزش افزوده به طور معنی داری مصرف انرژی را در کوتاه مدت افزایش می‌دهد. نتایج آزمون علیت در جدول ۷، نشان دهنده‌ی وجود علیت از ارزش افزوده به مصرف انرژی برق در صنایع کوچک ایران است.

با توجه به ضریب تعیین تعدیل شده، مشخص می‌شود که این ضریب بالا بوده و مفهوم آن توانایی تبیین مناسب مدل است. هم‌چنین آزمون‌های همسانی واریانس در



جدول ۶- تخمین رابطه‌ی ۲

متغیر	ضریب	t-Statistic	.Prob
عرض از مبدا	۵/۶۴۶	۱۱/۲۴	۰/۰۰۰
EN?(-1)	۰/۱۲۲	۱/۷۶	۰/۰۷۹
VA?(-1)	۰/۰۹۴	۱/۷۷	۰/۰۷۸
VA?	۰/۱۶۸	۳/۶۳	۰/۰۰۰
ضریب تعیین تعدیل شده	آماره‌ی F(Prob)	آماره‌ی دوربین واتسون	تعدادمشاهدات
۰/۹۸	(۰/۰۰۰)۵۱۹	۱/۹۴	۲۵۷

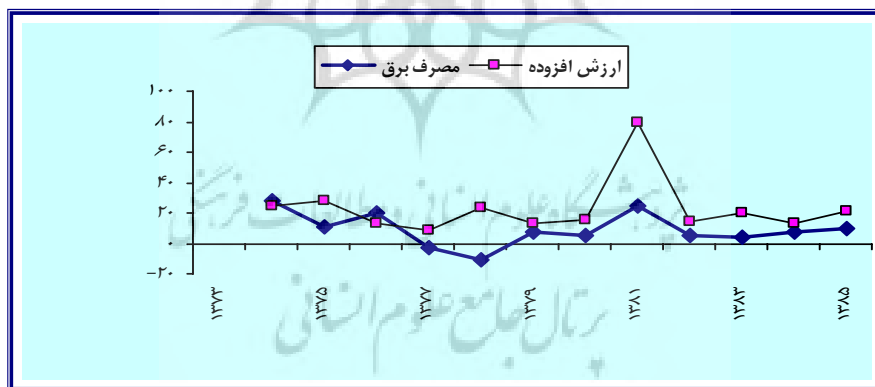
منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۷- آزمون علّیت در رابطه‌ی ۲

Prob.	درجه‌ی آزادی	مقدار	آماره
۰/۰۴۴	(۲و۲۴۷)	۳/۱۶۴	F-statistic
۰/۰۴۲	۲	۶/۳۳	Chi-square

منبع: یافته‌های تحقیق

هر دو الگو، پذیرفته شده و عدم وجود خود هم‌بستگی سریالی در روابط فوق قابل قبول است. در نمودار ۱، مقادیر برق مصرف شده توسط صنایع کوچک و ارزش افزوده‌ی ایجاد شده در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۵-۱۳۷۳، نمایش داده شده است:



نمودار ۱- نرخ رشد مصرف برق و ارزش افزوده‌ی صنایع کوچک (۴۹-۱۰ نفر کارکن) در بازه‌ی زمانی ۱۳۷۳-۱۳۸۵

منبع: مرکز آمار ایران، طرح آمارگیری از کارگاه‌های ۴۹-۱۰ نفر کارکن<sup>۱</sup>

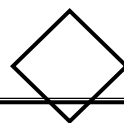
همان‌گونه که در نمودار بالا مشاهده می‌شود، در بیش‌تر سال‌ها، به‌ویژه سال‌های اخیر، رابطه‌ی نزدیکی بین برق مصرفی و ارزش افزوده صنایع کوچک (۴۹-۱۰ نفر کارکن) وجود داشته، که این به نوبه‌ی خود بیانگر تأیید نتایج تخمین رگرسیونی است.

## ۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با توجه به نظریات جدید رشد، عامل انرژی به عنوان یکی از عوامل تولید، نقش اساسی در ایجاد ارزش افزوده‌ی محصولات تولید شده دارد. بیش‌تر مطالعاتی که با به‌کارگیری آزمون‌های مختلف از جمله علیت گرنجر، هیسائو و... به تعیین رابطه‌ی مصرف انرژی و ارزش افزوده (یا تولید) پرداخته‌اند، به وجود رابطه‌ی مثبت و معنی داری از مصرف انرژی به تولید و ارزش افزوده پی برده‌اند.

بر اساس نتایج این مطالعه نیز یک رابطه‌ی دو سویه بین مصرف انرژی و ارزش افزوده در زیر بخش‌های صنعت ایران وجود دارد، به طوری که از یک سو انرژی برق به عنوان یک نهاده‌ی ارزش‌مند در افزایش تولید دارای نقش به‌سزایی بوده است و از سوی دیگر افزایش تقاضا برای این نهاده در بخش صنعت از افزایش تولید در این بخش نشأت می‌گیرد. اگرچه این نتایج بر اهمیت انرژی برق در صنایع ایران و لزوم حمایت یارانه‌ای از قیمت انرژی مورد نیاز برای صنایع فوق اشاره دارد، ولی نباید چنین نتیجه‌گیری کرد که برای توسعه‌ی صنعت کشور بایستی به پرداخت یارانه‌های نامحدود و بدون برنامه و غیرمنطقی مبادرت کرد. در حال حاضر سهم قابل توجهی از تولید کشور صرف یارانه‌های انرژی می‌شود و هر سال با رشد فزاینده‌ای روبرو است. به تفسیر دیگر، سرمایه‌ای که می‌بایست در خدمت رشد و توسعه‌ی کشور در بخش‌های دیگر اقتصادی قرار گیرد، علاوه بر اتلاف منابع با ارزش، آلودگی محیط زیست را به دنبال خواهد داشت.

بر اساس آمار، شدت انرژی برق مصرفی (میزان انرژی مصرفی به ازای تولید هر واحد محصول) در ایران در مقایسه با میانگین جهانی بسیار بالاست و در سال ۲۰۰۶، ایران به ازای تولید هر واحد محصول، ۱۴ برابر کشور ژاپن، ۶/۸ برابر آمریکای شمالی و دو برابر کشورهای عضو خاورمیانه و چین و هنگ کنگ انرژی مصرف کرده است. (ارقام با



قیمت‌های ثابت سال ۲۰۰۰ میلادی است).<sup>۱</sup> مهم‌ترین علت بالا بودن شدت انرژی برق، یا به عبارتی پایین بودن کارایی در صنعت، وجود حمایت‌های یارانه‌ای غیر هدفمند دولتی است. ارزان بودن انرژی برق سبب می‌شود که قیمت آن نسبت به سایر عوامل تولید (سرمایه و کار) کاهش یابد، این امر همان‌طور که نتایج این مطالعه نشان داد، منجر به جایگزینی این انرژی به جای سایر نهاده‌ها شده و نقش این نهاده در تولید را افزایش داده است. به عبارت دیگر، شرایط برای استفاده‌ی بیش‌تر از تجهیزات نسبتاً ارزان با بازدهی و بهره‌وری کم و مصرف بالای انرژی، فراهم می‌شود (جایگزینی انرژی به جای سرمایه) و انگیزه برای استفاده از تکنولوژی‌های بهره‌ورتر و البته گران‌تر از بین می‌رود.

با وجود این، با توجه به نقش غیر قابل انکار انرژی برق در ایجاد ارزش افزوده در بخش صنعت، حذف یک‌باره و ناگهانی یارانه‌ها از طریق افزایش هزینه‌ی تولید، منجر به مخاطره افتادن حیات صنعت کشور به‌ویژه صنایع کوچک خواهد شد. بنابراین تدوین یک برنامه‌ی بلندمدت برای کاهش یارانه‌های مستقیم و هدف‌مند کردن پرداخت یارانه‌های انرژی در بخش صنعت، ضروری به نظر می‌رسد. در مجموع می‌توان چنین عنوان کرد که وجود منابع ارزان انرژی سبب استفاده‌ی بی‌رویه و وابستگی شدید صنایع کشور به این عامل شده است. بنابراین بایستی با کاهش تدریجی و هدفمندسازی یارانه‌ها، از میزان وابستگی صنایع به این عامل کاسته شود، تا شاهد شکوفایی و افزایش ارزش افزوده‌ی این صنایع در کشورمان باشیم.

## فهرست منابع

آرمن، سید عزیز و زارع، روح ا. . . (۱۳۸۴)، "بررسی رابطه‌ی علیت گرنجری بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران طی سال‌های ۱۳۴۱-۱۳۸۱"، فصل‌نامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره‌ی ۲۴، صص ۱۱۷-۱۴۳.

1- Energy Information Administration (EIA) (2006), Official Energy Statistics from the US. Government, Online Database: <http://www.eia.doe.gov/emeu/international/governmentconsumption.html>

ابریشمی، حمید و مصطفایی (۱۳۸۰)، "بررسی رابطه‌ی بین رشد اقتصادی و مصرف فرآورده‌های عمده‌ی نفتی در ایران، مجله دانش و توسعه"، شماره‌ی ۱۴، صص ۱۱-۴۵.

بهشتی، محمدباقر، (۱۳۸۲)، توسعه‌ی اقتصادی ایران، دانشگاه تبریز، صص ۲۰۱-۲۰۲.  
قبادی، نسرين، (۱۳۷۶)، "بررسی رابطه‌ی علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی"، دومین همایش ملی انرژی.

ملکی، رضا (۱۳۷۸)، "بررسی رابطه‌ی علیت بین مصرف انرژی و تولید داخلی در ایران"، پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی.

نजारزاده، رضا و عباس محسن، اعظم (۱۳۸۳)، "رابطه بین مصرف حامل‌های انرژی و رشد بخش‌های اقتصادی در ایران"، فصل‌نامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی، سال اول، شماره‌ی ۲، صص ۶۱-۸۱.

Aqeel, A. and butt, M. S. (2001). The Relationship between Energy Consumption and Economic Growth in Pakistan. *Asia-Pacific Development Journal*, No. 8, PP. 101-110.

Ayres, R. U. and I. Nair (1984). "Thermodynamics and Economics". *Physics Today*, 37:62-71. Reprinted in: *A survey of ecological economics* (1995), edited by R. Krishnari, J. M. Harris and N. R. Goodwin. Covelo NY: *Island Press*.

Berndt, E. R. 1978. Aggregate energy, efficiency, and productivity measurement. *Annual Review of Energy*, 3: 225-273.

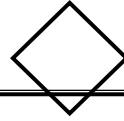
Berndt, E. R. And Wood, D. O. (1975). Technology, Prices and the Derived Demand for Energy. *Review of Economics and Statistics*, No. 57, PP. 259-268.

Climent, Francisco and Pardo A. (2006), Decoupling Factors on the Energy-Output Linkage: The Spanish Case, *Energy Policy*.

Denison, E. F. (1979). "Explanation of Declining Productivity Growth." *Survey of Current Business*, 59 (8), Part II: 1-24.

Denison, E. F. (1984). "Accounting for Slower Economic Growth: An Update", in: *International Comparisons of Productivity and Causes of Slowdown*, ed. by J. W. Kendrick. *Cambridge (MA)*: Ballinger, pp. 1-45.

Douglas, R. B. (1991). On the Macroeconomic Effects of Energy. *Resources and Energy*. Vol. 13, No2, P. 148.



- 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*. No 64, pp. 431-445.
- Jumbe, C. B. L. (2004) Cointegration and Causality between Electricity Consumption and GDP: Empirical Evidence from Malawi. *Energy Economics* 26: 61-68.
- Gaderi, S. F. et al. (2006), Relationship Between Value Added And Electricity Consumption in the Iranian Industries, *Applied Sciences Journal*, No 6(2), PP. 387-390.
- Lee, Ch, And Chang Ch. (2005), Structural Breaks, Energy Consumption and Economic Growth Revisited: Evidence from Taiwan, *Energy Economics*, No 27, PP. 857-872.
- Masih, A. M. M. and Masih, R. (1996). Energy Consumption, Real income and temporal causality: results from a multi-country study based on cointegration and error-correction Modelling techniques. *Energy Economics*, No, 18, PP. 165-183.
- Masih, A. M. M. , 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.
- Oh, W and Lee, K. (2004). Causal relationship between energy consumption and GDP: the case of Korea 1970-1999. *Energy Economics*, No, 26. PP, 51-59.
- Pindyck, R. S. (1979). *The Structure of World Energy Demand*. MIT Press.
- Stern, D. I. 1993. Energy use and economic growth: a multivariate approach. *Energy Economics*, 15: 137-150.
- Stern, D. I. (1993). Energy and Economic growth in the USA. A multivariate approach. *Energy Economics*, No. 15, PP. 137-150.
- Stern, D. (2000) A Multivariate Cointegration Analysis of the Role of Energy in the US economy. *Energy Economics* 22: 267-283.
- Stern, D. I and Cleveland C. J. (2004). *Energy and Economics Growth*, Rensselaer Working paper, No 0410.
- Yang, H. Y. (2000), A Note on Causal Relationship between Energy and GDP in Taiwan. *Energy Economics*, No 22, PP. 309-317.