نشریه علمی (فصلنامه) «انرژی ایران»
دوره ۲۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۹، صفحه ۶۰ – ۳۵

بررسی اثرات بازگشتی انرژی بر ارزش افزوده بخش صنعت در ایران

[۱] لیلا امیریان، [۲] محمدشریف کریمی*، [۳] آزاد خانزادی

تاریخ دریافت:
۱۳۹۹ / ۸ / ۲۸

تاریخ پذیرش:
۱۳۹۹ / ۹ / ۲۶

کلمات کلیدی:
اثر بازگشتی انرژی، ارزش افزوده صنعت، شاخص دیویژیا.

چکیده

اثر بازگشتی به واکنش هایی اطلاق می‌شود که نسبت به پیشرفت تکنولوژی و افزایش کارایی انرژی وجود دارد و این واکنش‌ها مانع رسیدن به هدف مورد نظر به طور کامل می‌شود. در این پژوهش به منظور بررسی تأثیر اثر بازگشتی انرژی بر ارزش افزوده بخش صنعت ایران، ابتدا با تخمین تابع تولید با روش حداقل مربعات معمولی (OLS) و با استفاده از شاخص میانگین لگاریتمی دیویژیا (LMDI) اثر بازگشتی در صنعت و برای سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۶ محاسبه گردیده است. که نتایج حاکی از آن است که اثر بازگشتی انرژی صنعت در دوره مورد مطالعه، روند نزولی داشته است. جهت دستیابی به هدف اصلی پژوهش و با بهره‌گیری از روش خودرگرسیون با وقفه توزیعی (ARDL)، تأثیر اثر بازگشتی انرژی بر ارزش افزوده صنعت مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج تخمین حاکی از آن است که در کوتاه مدت و بلند مدت رابطه منفی و معناداری بین اثر بازگشتی و ارزش افزوده صنعت وجود دارد. اما رابطه موجوی سرمایه بخش صنعت با ارزش افزوده مثبت و معنادار می‌باشد. از طرفی اثر بازگشتی نسبت به سرمایه تاثیر بیشتری بر روی ارزش افزوده دارد که این تاثیرگذاری در بلندمدت بیشتر از کوتاه مدت می باشد. ضریب تصحیح خطا (ECM) نیز ۰.۴۷– است که نشان می‌دهد در صورت بروز شوک اقتصادی در دوره فعلی ۰.۴۷ از عدم تعادل‌های دوره گذشته تعدیل می‌شود.

۱ .دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد و کار آفرینی، دانشگاه رازی– کرمانشاه laila.amirian97@gmail.com
۲ .استادیار گروه اقتصاد– دانشکده اقتصاد و کار آفرینی، دانشگاه رازی– کرمانشاه s.karimi@razi.ac.ir
۳. استادیار گروه اقتصاد– دانشکده اقتصاد و کار آفرینی، دانشگاه رازی– کرمانشاه azadkhanzadi@gmail.com

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

۱. مقدمه

انرژی که از نهاده های اصلی فرآیند تولید است در مرحله تولید و توزیع محصولات استفاده می‌شود بنابراین نقش مهمی در رشد کلیه بخش‌های اقتصاد، به خصوص بخش صنعت ایفا می‌نماید. وابستگی نیاز بخش صنعت به منابع انرژی نیز واقعیتی است که نمی‌توان نسبت به آن بی‌تفاوت بود، و عدم تامین انرژی این بخش، لطمه های جبران ناپذیری به رشد بخش صنعت و به موفقیت و پیشرفت و توسعه اقتصادی کشورها وارد می‌کند. از آنجا که صنعت یکی از بخش‌های مهم اقتصاد می‌باشد و سهم زیادی از تقاضای انرژی را به خود اختصاص داده، توسعه آن به عنوان مهم ترین عامل در تحول ساختار اقتصاد ایران محسوب می‌شود.

شوک نفتی در دهه ۱۹۷۰ و افزایش قیمت نفت تأثیرات بسیاری بر اقتصاد کشورهای توسعه یافته و صنعتی داشته و سبب پدیده ی رکورد تورمی در اقتصاد شده است. در پی این شوک، تلاش های فراوانی برای دسترسی به تکنولوژی جدید و پیشرفته انجام گرفته، که مصرف انرژی در بخش‌های تولیدی و مصرفی کاهش یابد. به عبارتی توانایی مقابله با افزایش قیمت انرژی حاصل می‌شود، بنابراین بهبود تکنولوژی اقدامی مهم جهت کاهش مصرف انرژی تلقی می‌شود. لذا با توجه به ارتباط مستقیمی که بین مصرف انرژی و انتشار آلاینده ها وجود دارد انتظار می‌رود با بهبود تکنولوژی، انتشار آلاینده ها از جمله دی اکسید کربن کاهش یابد. به طورکلی افزایش اتلاف انرژی و روند فزاینده‌ی مصرف آن، آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از مصارف انرژی، عدم رقابت‌پذیری صنایع انرژی‌بر، درکنار توصیه های جهانی برای توجه به مکانیزم توسعه پاک باعث توجه سیاست مداران کشور به سمت بهبود کارایی انرژی بیش از پیش شده است. تمرکز بر مسئله بهبود کارایی انرژی، دغدغه و نگرانی های جدیدی در این حوزه به وجود آورده است که در رأس آنها مسأله اثرات بازگشتی[1] و اثرات معکوس[2] قرار دارد (ترنر[3]، ۲۰۰۹).

1. Rebound Effects
2. Backfire Effects
3. Turner

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

با بهبود کارایی انرژی، هزینه واقعی خدمات انرژی در هر واحد کاهش می‌یابد. بر مبنای تئوری رفتار مصرف کننده، کاهش هزینه ی خدمات انرژی باعث افزایش تقاضای آن شده و در نتیجه ذخایر واقعی انرژی[1] کمتر از ذخایر بالقوه انرژی[2] خواهد بود دلیل این امر را می‌توان وجود اثرات بازگشتی دانست که در آن اثرات بازده انتظاری ناشی از بهبود کارایی مصرف انرژی روی شدت انرژی، در نتیجه عکس العمل سیستم‌های اقتصادی به کاهش در قیمت مؤثر[3] (قیمت ضمنی[4]) خدمات انرژی متأثر می‌شود (گرپراد و راسموسن[5]، ۲۰۰۴، ۲۶۴). اثرات بازگشتی ناشی از عکس العمل و رفتاری است که نسبت به بهبود کارایی انرژی صورت می‌گیرد. این اثر زمانی اتفاق می‌افتد که بهبود تکنولوژی، افزایش کارایی انرژی برخی تجهیزات را سبب شود. این افزایش کارایی یک اثر جانبی دارد و آن ارزان‌تر شدن خدمات انرژی است، به عبارتی دیگر قیمت واقعی خدمات انرژی کاهش می‌یابد و با صرف پول کمتری همان خدمت حاصل از مصرف انرژی را می‌توان به دست آورد. با فرض نزولی بودن منحنی تقاضا برای خدمت (با توجه به رابطه معکوس تقاضا و قیمت)، مقدار تقاضای خدمت افزایش می‌یابد و بخشی از انرژی که انتظار می‌رفت ذخیره شود، به مصرف می‌رسد؛ بنابراین، ذخیره انرژی پیش بینی شده‌ی ناشی از بهبود تکنولوژی از طریق افزایش تقاضای خدمات انرژی تا حدودی کاهش می‌یابد (گرینینگ و همکاران[6]، ۲۰۰۰:۳۹۲).

تمرکز این مقاله بر، بررسی تأثیر اثر بازگشتی انرژی بر ارزش افزوده بخش صنعت بوده است بنابراین، در ابتدا و با تخمین تابع تولید و با استفاده از شاخص میانگین لگاریتمی دیویژیا[7] (LMDI) و با بهره‌گیری از داده‌های سری زمانی در بازه زمانی ۱۳۹۶-۱۳۶۶ اثر بازگشتی در بخش صنعت برای تمام سال‌های مورد مطالعه محاسبه می‌شود و در پایان تاثیر اثر بازگشتی بر ارزش افزوده صنعت با روش خودرگسیون با وقفه توزیعی (ARDL) و با استفاده از نرم افزار Microfit مورد بررسی قرار می‌گیرد.

1. Actual Energy Savings
2. Potential Energy Savings
3. Effective Price
4. Implicit Price
5. Gerpperud & Rasmussen
6. Greening et al
7. Auto Regressive Distributed Lag

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

ساختار مقاله به این ترتیب است که پس از مقدمه‌ای که بیان شد، در بخش دوم تعریف اثر بازگشتی و تبیین ادبیات مربوط به آن و مروری بر برخی مطالعات پیشین مرتبط با موضوع پژوهش آورده شده است. در بخش سوم مبانی نظری مدل ارائه و در بخش چهارم آزمون‌ها و نتایج تخمین مدل‌ها ذکر شده اند. بخش پایانی نیز مربوط به نتیجه گیری و توصیه سیاستی است.

۲. مبانی نظری و پیشینه ها

تعریف و ماهیت اثر بازگشتی

اثر بازگشتی از موضوعات مهم اقتصاد انرژی است و به طور کلی به حالتی گفته می‌شود که با یک تغییر در سیستم، اثر آن تغییرات به دلایل گوناگون از بین رفته است و دوباره وضعیت قبلی برقرار گردد. اثر بازگشتی انرژی حاکی از آن است که صرفه‌جویی مورد انتظار از بهبود کارایی انرژی، با توجه به تغییر رفتار و یا پاسخ عوامل اقتصادی حاصل نگردد (لین و دو[1]، ۲۰۱۵).

اثرات بازگشتی به عنوان درصدی از ذخیره‌ی بالقوه‌ی انرژی ناشی از بهبود کارایی انرژی تعریف می‌شود که منعکس کننده‌ی اختلاف بین صرفه‌جویی بالقوه و بالفعل در مصرف انرژی است. از طرفی به دلیل اثرات قیمتی و درآمدی کاهش قیمت خدمات انرژی، این مقدار از ذخیره به چرخه‌ی مصرف برمی‌گردد (خوشکلام خسروشاهی، ۱۳۹۳، ۱۳۵).

گرینینگ در سال ۲۰۰۰ اثرات بازگشتی را تحت عنوان اثرات بازگشتی مستقیم[2]، اثرات بازگشتی غیر مستقیم[3] و اثرات بازگشتی کل اقتصاد[4] معرفی کرد. اثرات بازگشتی مستقیم بیانگر آن است که افزایش کارایی انرژی باعث افزایش تقاضای خدمات انرژی خواهد شد و لذا صرفه جویی مورد انتظار در مصرف انرژی را کاهش می‌دهد. اثرات بازگشتی غیر مستقیم نیز، تغییر در تقاضای سایر خدمات انرژی پس از بهبود کارایی انرژی در یک بخش خاص از انرژی، اشاره دارد. مجموع اثرات بازگشتی مستقیم و غیر مستقیم نیز اثرات بازگشتی کل نامیده می‌شود (وانگ و ژو[5]، ۲۰۱۲).

1. Lin & Du
2. Direct Rebound Effects
3. Indirect Rebound Effects
4. The Economy-Wide Rebound Effects
5. Wang & Zhou

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

اندازه اثرات بازگشتی به صورت زیر می باشد :

$$R = 1 - \frac{AES}{PES} \qquad (۱)$$

به طوری که AES ، ذخایر واقعی انرژی و PES ، ذخایر بالقوه ی انرژی را نشان می‌دهد.

معمولاً اندازه ی اثرات بازگشتی به صورت درصد بیان می‌شود و بر طبق رابطه بالا در مورد اندازه این اثر چهار احتمال وجود دارد:

۱. اگر $R = 0$ باشد، آن گاه $AES = PES$ می باشد. در این صورت تمامی ذخایر بالقوه انرژی حفظ می شود.

۲. اگر $R < 0$ آنگاه $AES > PES$ می باشد. اندازه اثرات بازگشتی منفی خواهد بود که به مفهوم وجود تأثیر مثبت و فزاینده‌ی سیاست‌های بهبود کارایی انرژی می‌باشد، مقدار ذخایر واقعی انرژی مثبت و بیشتر از مقدار ذخایر بالقوه انرژی است. و این حالت زمانی اتفاق می‌افتد که نتیجه به دست آمده از افزایش کارایی فراتر از آن چیزی باشد که انتظار می‌رود. مثلاً انتظار بر این است که با افزایش کارایی، انتشار آلاینده‌ها ۲۰ درصد کاهش یابد، ولی در عمل ۲۲ درصد انتشار کاهش می‌یابد. این مورد در دنیای واقعی به ندرت اتفاق می‌افتد یا ممکن است اتفاق نیفتد.

۳. اگر $0 < R < 1$ باشد آنگاه $AES < PES$ است. این امر دلالت بر این دارد که اندازه اثرات بازگشتی، مثبت و مقدار ذخایر واقعی انرژی، کمتر ازمقدار ذخایر بالقوه انرژی می‌باشد. اندازه اثر بازگشتی بین ۰ تا ۱۰۰ درصد است که بخشی از هدف مورد انتظار محقق شده است. به عنوان مثال، اثر بازگشتی ۴۰ درصد به این معناست که ۴۰ درصد از ذخایر بالقوه انرژی دوباره مصرف شده است و ۶۰ درصد انرژی که با بهبود کارایی انتظار می‌رفت ذخیره شود، ذخیره شده است. احتمال رخ دادن این مورد در دنیای واقعی زیاد است.

۴. اگر $R > 1$ آنگاه $AES < 0$ است. در این حالت ذخایر بالقوه انرژی کاملا از بین می‌رود ذخایر واقعی انرژی منفی می‌باشد. اثر بازگشتی بالاتر از ۱۰۰ درصد است و افزایش کارایی نه تنها سبب کاهش مصرف انرژی و انتشار آلاینده ها نمی‌شود، بلکه آن ها را افزایش می‌دهد و سیاست افزایش کارایی

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

نتیجه‌ی عکس داشته و سبب دور شدن از هدف می‌شود. این حالت از اثر بازگشتی عموماً اثر معکوس یا پارادوکس جونز[1] نامیده می‌شود. (هرناندز و پیفار[2]، ۱۱۷:۲۰۰۹).

اثرات بازگشتی در چارچوب نظریه ی تعادل عمومی

اثرات بازگشتی را می‌توان در چارچوب نظریه تعادل عمومی به خوبی مورد ارزیابی قرار داد. اثرات بازگشتی عموماً از مؤلفه های زیر تشکیل می‌شود (هرینگ و سورل[3]، ۲۰۰۹؛ ترنر، ۲۰۰۹).

اثرات جانشینی : در اثر بهبود کارایی انرژی قیمت انرژی نسبت به قیمت سایر نهاده‌ها کاهش یافته و این مسأله موجب جانشینی نهاده‌ی انرژی به جای سایر نهاده ها می‌شود.

اثرات درآمدی : با کاهش قیمت انرژی، درآمد افزایش می‌یابد و مصرف همه کالاها را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

اثرات رقابت پذیری (محصول)[4] **:** با کاهش قیمت انرژی، هزینه‌های تولید کالاهای انرژی‌بر کاهش می‌یابد. این امر به نوبه‌ی خود باعث افزایش تقاضای این کالاها و افزایش تقاضای انرژی خواهد شد.

اثرات ترکیب[5] **:** تغییر در انتخاب نهاده در سطح تجمیع شده به دلیل منفعت محصولات انرژی‌بر از کاهش قیمت مؤثر / واقعی انرژی، افزایش مصرف را به دنبال خواهد داشت.

دو اثر نخست، که غالباً اثرات بازگشتی مستقیم نامیده می‌شود، از نوع اثرات خرد بوده که در سطح بنگاه ها و خانوارها رخ می‌دهد. این در حالی است که دو اثر اخیر اثرات کلان بوده و از تعامل میان گروه های مختلف تولید کننده و مصرف کننده در اقتصاد ناشی می‌شود (هرت ویچ[6]، ۲۰۰۵).

1. Jevons Paradox
2. Hernandez & Pifarre
3. Herring & Sorrell

۴. این اثر به عنوان اثر ثانویه و یا اثر داده – ستانده نیز شناخته می شود.

۵. این اثر به عنوان اثر تعدیل مقداری و قیمتی برای تسویه بازار نیز شناخته می شود.

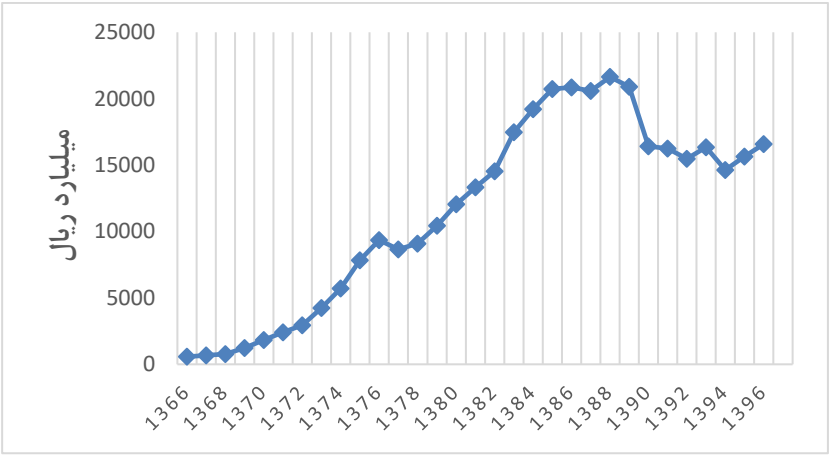
6. Hertwich

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

ارزش افزوده صنعت

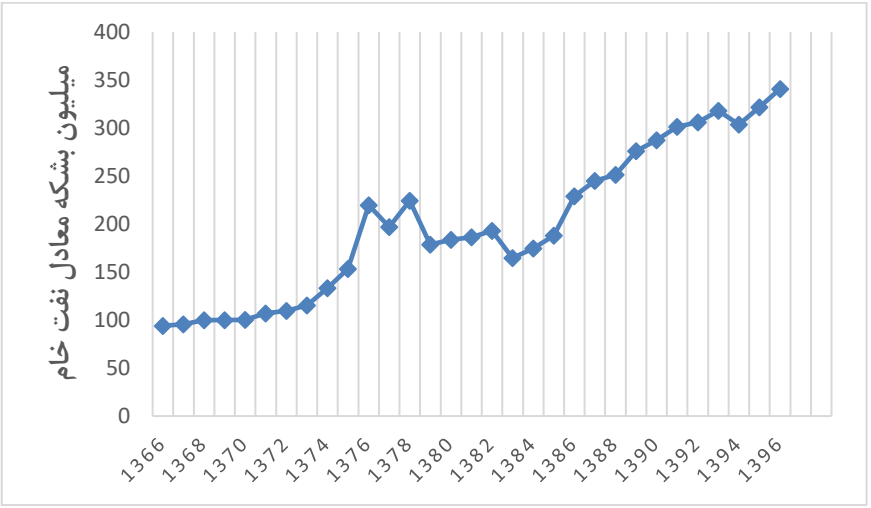
ارزش افزوده بخش صنعت که برابر تفاوت ارزش ستانده از ارزش داده‌های بخش صنعتی می‌باشد نمادی از درآمد بخش صنعت است. این متغیر از متغیرهای مؤثر و انتقال دهنده سطح تقاضا می‌باشد چرا که افزایش درآمد، افزایش تقاضای انرژی را به همراه خواهد داشت. همان طور که از نمودار (۱) مشخص است، ارزش افزوده بخش صنعت در بازه زمانی ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۶ روند صعودی داشته است، به طوری که در سال ۱۳۸۸ بیشترین مقدار ارزش افزوده را شاهد هستیم اما در سال ۱۳۸۹ با شروع طرح هدفمندسازی یارانه‌ها روند کاهشی ارزش افزوده را به همراه داشته است.

بررسی رفتار مصرف انرژی و تقاضای انرژی در بخش‌های مختلف از جمله صنعت گامی اساسی و مهم برای برنامه‌ریزی انرژی است. نمودار (۲) روند مصرف حامل‌های انرژی در بخش صنعت را نشان می‌دهد که شامل فرآورده های نفتی (بنزین، نفت سفید، نفت گاز، نفت کوره)؛ گاز طبیعی و برق می‌باشد که همگی بعد از یکسان سازی واحدها بر حسب میلیون بشکه نفت خام هستند. همان‌طور که از نمودار مشخص است مصرف حامل‌های انرژی در بخش صنعت نیز سیر صعودی و رو به رشدی داشته است.



نمودار ۱. روند ارزش افزوده بخش صنعت

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]



نمودار ۲. روند مصرف حامل های انرژی بخش صنعت

۳. مروری بر مطالعات تجربی

مطالعات خارجی

آلن و همکاران[1] (۲۰۰۷) ارزیابی اثرات بازگشتی در بخش‌های تولیدی انگلیس بر مبنای مدل تعادل عمومی پویا را مورد بررسی قرار دادند. بر مبنای نتایج این پژوهش بهبود پنج درصدی کارایی انرژی در بخش‌های تولیدی به اثرات بازگشتی بین ۳۰ تا ۵۰ درصدی منجر خواهد شد.

لین و لیو[2](۲۰۱۲) سهم پیشرفت تکنولوژی در رشد اقتصادی را با شاخص مالم کوئیست محاسبه کرده‌اند. همچنین اثر بهبود تکنولوژی بر شدت انرژی با استفاده از شاخص لگاریتمی میانگین وزنی دیویژیا (LMDI)، اندازه‌گیری شده است. از طرفی برای ارزیابی اثر بازگشتی انرژی بر اساس تکنولوژی در چین یک مدل فراهم آمده است. نتایج نشان دهنده این است که در طول ۱۹۸۱–۲۰۰۹اثر بازگشتی به صورت میانگین تا ۵۳.۲ درصد می‌باشد.

1. Allan et al
2. Lin & Liu

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

لین و لی[1] (۲۰۱۴) مطالعه تحت عنوان برآورد اثر بازگشت انرژی در صنایع سنگین کشور چین انجام داده‌اند. در این مطالعه چارچوب توابع هزینه ی ترانسلوگ[2]، برای اولین بار اثرات بازگشتی مستقیم صنایع سنگین کشور چین، با لحاظ ارتباط بین اثرات بازگشتی مستقیم و چگونگی جانشینی خدمات انرژی با سایر نهاده ها، تخمین زده شده است. همچنین برای تخمین اثرات بازگشتی واکنش‌های نامتقارن قیمت در مدل تعیین شده است. نتایج تجربی در این مطالعه نشان می‌دهد که اثرات بازگشتی برای صنایع سنگین کشور چین تقریباً ۷۴.۳ درصد است.

لین و تیان[3] (۲۰۱۵) در مطالعه تحت عنوان برآورد اثرات بازگشتی انرژی در صنایع سبک چین بر اساس تابع هزینه ترانسلوگ، اندازه اثرات بازگشتی صنایع سبک را تخمین زده‌اند. آنها از روش حداقل مربعات معمولی پویا و روش رگرسیون به ظاهر نامرتبط[4] (SUR) استفاده کردند. با لحاظ اثرات نامتقارن قیمت های انرژی در مصرف انرژی، اثرات بازگشتی تقریبا ۳۷.۷ درصد تخمین زده شده است و به جز نیروی کار و انرژی تمام نهاده‌ها جانشین هم هستند.

لین و ژاو[5] (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای با عنوان پیشرفت تکنولوژی و اثرات بازگشتی انرژی در صنعت نساجی چین، شواهد و پیامدهای سیاستی و با استفاده از مدل کشش های جانشینی موریشیما[6] (MES) و قیمتهای نامتقارن انرژی و هم چنین با استفاده از لگاریتم توابع هزینه و سایر روش‌های اقتصادسنجی، به اندازه گیری اثرات بازگشتی در صنعت نساجی چین پرداخته‌اند. نتایج تجربی نشان می‌دهد که اندازه اثرات بازگشتی برای صنعت نساجی چین، ۲۰/۹۹۱ درصد است.

1. Lin & Li
2.Translog
3. Lin & Tian
4. Seemingly Unrelated Regressions Method
5. Lin & Zhao
6. Morishima elasticities Substitution

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

وی و لیو[1] (۲۰۱۷) اثر بازگشتی و کاهش آلودگی ناشی از بهبود کارایی انرژی در سطح جهانی را در چارچوب مدل تعادل عمومی[2] (CGE) بررسی کرده و نتیجه گرفتند که اثر بازگشتی ناشی از بهبود کارایی حدود ۷۰ درصد و انتشار آلودگی نیز حدود ۹۰ درصد خواهد بود.

بلاید و همکاران[3] (۲۰۱۸) با بکارگیری مدل اقتصاد سنجی طی دوره‌ی زمانی ۲۰۱۵- ۱۹۸۳به بررسی اثر بازگشتی مستقیم مربوط به تقاضای گاز خانگی در فرانسه پرداخته و نتیجه گرفتند که اثر بازگشتی مستقیم در تقاضای خانگی حدود ۵۳ درصد در کوتاه مدت و حدود ۶۰ درصد در بلندمدت است ضمن اینکه اثر معکوس وجود ندارد.

مطالعات داخلی

منظور و همکاران (۱۳۹۰) مطالعه‌ای با عنوان تحلیل اثر بازگشتی ناشی از بهبود کارایی در مصرف برق در ایران را با استفاده از الگوی تعادل عمومی محاسبه پذیر انجام دادند. در این مطالعه از یک مدل تعادل عمومی ۱۲ بخشی استفاده کرده‌اند. نتایج مطالعه نشان داد بخش های تولیدی انرژی بر با شدت بازگشتی بیشتری مواجه هستند و میزان اثرات بازگشتی کل معادل ۱۴.۲درصد برآورد شده است.

اسماعیل نیا و اختیاری نیکجه (۱۳۹۱) نیز به بررسی میزان اثرات بازگشتی بهبود راندمان خودروها بر مصرف سوخت از طریق برآورد کشش قیمتی پرداخته اند که برای این منظوراز تابعی به فرم تبعی لگاریتمی مضاعف برای سالهای ۱۳۸۸- ۱۳۵۵ استفاده کرده‌اند. نتایج برآورد نشان می‌دهد که اثرات بازگشتی بلندمدت بهبود راندمان خودروها در ایران حدود ۹ درصد می‌باشد.

خوشکلام خسروشاهی، جهانگرد و عابدیان (۱۳۹۴) در مطالعه‌ای به ارزیابی اثر بازگشتی بهبود کارایی مصرف بنزین در بخش‌های مختلف اقتصادی پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بهبود ۵ درصدی کارایی حدود ۱۲ درصد اثرات بازگشتی را به همراه خواهد داشت.

دل انگیزان و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای تحت عنوان بررسی اثرات بازگشتی مستقیم ناشی از بهبود کارایی مصرف سوخت در بخش حمل و نقل جاده ای استان های ایران، به برآورد اثر بازگشتی

1. Wei & Liu
2. Computable General Equilibrium
3. Belaid et al

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

مستقیم در دوره زمانی ۱۳۸۳–۱۳۹۳با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته پرداخته‌اند. نتایج مطالعه آنها نشان داده است که اثرات بازگشتی مستقیم ناشی از بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل به ترتیب ۶ و ۲ درصد بوده است.

سالم و همکاران (۱۳۹۶) با بکارگیری AIDS[1] (سیستم تقاضای تقریباً ایده آل) طی دوره زمانی سال ۱۳۹۴–۱۳۸۵ به برآورد اثر بازگشتی در بخش خانگی مناطق شهری ایران پرداخته‌اند و نتیجه گرفتند که اثر بازگشتی مستقیم بهبود کارایی مصرف برق در بخش خانگی مناطق شهری ایران برابر با ۸۱ درصد است.

با توجه به مطالعات پیرامون اثر بازگشتی در ایران و مقایسه آن با پژوهش صورت گرفته می توان به این موضوع اشاره کرد که تاکنون مطالعه ای در زمینه بررسی اثر بازگشتی انرژی بر ارزش افزوده بخش صنعت در ایران و با استفاده از شاخص میانگین لگاریتمی دیویژیا صورت نگرفته است.

٤. روش شناسی پژوهش و معرفی متغیرها

تابع تولید و روش شاخص دیویژیا یا میانگین لگاریتمی (محاسبه اثر بازگشتی انرژی)

مطالعات انجام شده در حوزه اثر بازگشتی نشان می‌دهد که با توجه به زمان و مکان و اثر متغیرهای متفاوت، این اثر می‌تواند بزرگ یا کوچک باشد، اما به هر حال وجود این اثر شناسایی شده و به اثبات رسیده است. نظریات اقتصادی متعددی نیز وجود اثر بازگشتی را تأیید کرده‌اند ولی در مورد میزان عددی این اثر همچون سایر مشاهدات تجربی در اقتصاد، اختلاف نظرهای بسیاری وجود دارد. در خصوص مطالعات پیرامون اثرات بازگشتی در ایران تاکنون مطالعه‌ای در زمینه اثر بازگشتی انرژی بر ارزش افزوده بخش صنعت با استفاده از شاخص میانگین لگاریتمی دیویژیا (LMDI) انجام نشده است. شاخص لگاریتم میانگین دیویژیا در میان روش های دیگر به عنوان بهترین روش محاسبه شناخته شده است. این تکنیک شاخص سازی (LMDI) به دلیل ویژگی هایی نظیر؛ انعطاف پذیری محاسباتی، استقلال زمانی و امکان محاسبه مقادیر منفی و صفر در مقایسه با سایر روش های تجزیه از اولویت محاسباتی و بکارگیری برخوردار است.

1. Almost Ideal Demand System

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

با شاخص دیویژیا انرژی مصرفی بخش صنعت با هدف اثر رشد ارزش افزوده این بخش بر اثر مصرف انرژی محاسبه می‌شود. با استفاده از فرم تعمیم یافته شاخص دیویژیا (LMDI) تغییرات انرژی مصرفی کل در بخش صنعت بین بازه های زمانی به صورت روابطه زیر تجزیه می‌شود.

$$D_{tot}^{0}|_{t.\tau} = \frac{E_\tau}{E_t} = exp\left(\sum_{j=1}^{n} \frac{L(E_{j,\tau}^{1}, E_{j,t}^{1})}{L(E_\tau^0, E_t^0)} \ln\left(\frac{I_{j,\tau}^{1}}{I_{j,t}^{1}}\right)\right) \quad (۲)$$

$$\times exp\left(\sum_{j=1}^{n} \frac{L(E_{j,\tau}^{1}, E_{j,t}^{1})}{L(E_\tau^0, E_t^0)} \ln\left(\frac{S_{j,\tau}^{1}}{S_{j,t}^{1}}\right)\right)$$

$$\times exp\left(\sum_{j=1}^{n} \frac{L(E_{j,\tau}^{1}, E_{j,t}^{1})}{L(E_\tau^0, E_t^0)} \ln\left(\frac{Y_\tau^0}{Y_t^0}\right)\right)$$

$$D_{tot}^{0}|_{t.\tau} = D_{int}^{1}|_{t.\tau} \times D_{str}^{1}|_{t.\tau} \times D_Y^0|_{t.\tau} \quad (۳)$$

در معادله (۳)

D_{tot}: تغییرات انرژی مصرفی کل در بخش صنعت

D_{int}: اثر شدت انرژی، یعنی اثر تغییر شدت انرژی بر تغییرات مصرف انرژی

D_{str}: اثر ساختار اقتصادی، یعنی اثر جابجایی ساختار محصول اقتصادی بر تغییرات مصرف انرژی کل

D_Y: رشد ارزش افزوده است که تأثیر رشد تولید بر تغییر مصرف انرژی است.

که

$$L(x.y) = \begin{cases} (x-y)/(lnx - lny) & , x \neq y \\ x. & x = y \end{cases} \quad (۴)$$

میانگین لگاریتمی وزنی نامیده می‌شود.

به منظور محاسبه اثر بازگشتی انرژی با استفاده از این شاخص در ابتدا بایستی به تخمین تابع تولید پرداخت تا با استفاده از آن کشش نهاده انرژی را به دست آوریم و با جایگذاری در رابطه (۱۳) که بیانگر اثربخشی انرژی و یکی از متغیرهای معادله اثر بازگشتی می باشد بتوانیم اثر بازگشتی را محاسبه کنیم. بر همین اساس مدل تابع تولید به صورت لگاریتمی در این پژوهش استفاده می‌شود که به صورت رابطه (۵) می باشد که در ادامه به معرفی تابع تولید و عوامل مؤثر بر آن می‌پردازیم.

$$\mathrm{LY} = \beta_0 + \beta_1 LK + \beta_2 LL + \beta_3 LE + \varepsilon_t \quad (۵)$$

LY، LK، LL و LE *به ترتیب* تولید، سرمایه، نیروی کار و انرژی می‌باشند. همچنین β_0 متغیر عرض از مبدا و ε_t متغیر جمله اخلال می‌باشد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

امروزه علاوه بر نهاده سرمایه و نیروی کار ، انرژی نیز به عنوان یکی از نهاده های مهم تولید در مباحث اقتصادی کلان مطرح می‌باشد. بنابراین تولید تابعی از نهاده نیروی کار، سرمایه و انرژی خواهد بود.

$$Y_t = f(K_t, L_t, U_t) + \varepsilon_t \qquad (۶)$$

در این رابطه Y نهاده تولید یا ارزش افزوده (بر اساس قیمت ثابت ۱۳۹۵ واقعی شده و بر حسب میلیارد ریال می‌باشد)، K نهاده سرمایه (بر اساس قیمت ثابت ۱۳۹۵ واقعی شده و بر حسب میلیارد ریال می باشد)، L نهاده نیروی کار (تعداد شاغلین کارگاه های بزرگ صنعتی ۱۰ نفر و بیشتر) و U انرژی (تقاضای انرژی در صنعت از جمع مصرف حامل های انرژی فرآورده های نفتی (بنزین، نفت سفید، نفت گاز، نفت کوره)، گاز طبیعی و برق و بر حسب میلیون بشکه معادل نفت خام) است.

همچنین فرض بر این است که بین میزان استفاده از این نهاده ها و سطح تولید رابطه مستقیم وجود دارد. به بیان ریاضی داریم:

$$\frac{\partial Y}{\partial K} > 0 \ , \ \frac{\partial Y}{\partial L} > 0 \ , \ \frac{\partial Y}{\partial U} > 0 \qquad (۷)$$

نهاده U می تواند توسط حامل های انرژی که شامل نفت، گاز، برق و .... است تأمین شود. از سوی دیگر مصرف انرژی تابعی معکوس از قیمت آن بوده و تغییر قیمت انرژی، تأثیر مهمی در مصرف انرژی و تولید دارد.

با مشتق هر دو طرف از معادله (۶) خواهیم داشت:

$$\dot{Y}_t = \frac{\partial Y_t}{\partial K_t}\dot{K}_t + \frac{\partial Y_t}{\partial L_t}\dot{L}_t + \frac{\partial Y_t}{\partial U_t}\dot{U}_t + \frac{\partial Y_t}{\partial \varepsilon_t}\dot{\varepsilon}_t \qquad (۸)$$

$$\frac{\dot{Y}_t}{Y_t} = \frac{K_t}{Y_t}\frac{\partial Y_t}{\partial K_t}\frac{\dot{K}_t}{K_t} + \frac{L_t}{Y_t}\frac{\partial Y_t}{\partial L_t}\frac{\dot{L}_t}{L_t} + \frac{U_t}{Y_t}\frac{\partial Y_t}{\partial U_t}\frac{\dot{U}_t}{U_t} + \frac{\partial Y_t}{\partial \varepsilon_t} \times \frac{\dot{\varepsilon}_t}{Y_t}$$

$$= \eta_K(t)\frac{\dot{K}_t}{K_t} + \eta_L(t)\frac{\dot{L}_t}{L_t} + \eta_U(t)\frac{\dot{U}_t}{U_t} + \xi_t$$

$$\frac{\dot{Y}_t}{Y_t} = \eta_K(t)\frac{\dot{K}_t}{K_t} + \eta_L(t)\frac{\dot{L}_t}{L_t} + \eta_U(t)\left(\frac{\dot{\theta}_t}{\theta_t} + \frac{\dot{E}_t}{E_t}\right) + \xi_t \qquad (۹)$$

که η_K، η_L، η_U به ترتیب کشش نهاده سرمایه، نیروی کار و کشش نهاده انرژی است. حال با استفاده از معادله (۹) می توانیم سهم سرمایه، نیروی کار و انرژی خام و راندمان انرژی به رشد ارزش افزوده را از طریق معادلات زیر بدست آوریم.

$$\alpha_K(t) = \frac{\eta_K(t)\dot{K}_t/K_t}{\dot{Y}_t/Y_t} \qquad (۱۰)$$

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

$$\alpha_L(t) = \frac{\eta_L(t)\dot{L}_t/L_t}{\dot{Y}_t/Y_t} \quad (۱۱)$$

$$\alpha_E(t) = \frac{\eta_U(t)\dot{E}_t/E_t}{\dot{Y}_t/Y_t} \quad (۱۲)$$

$$\alpha_\theta(t) = \frac{\eta_U(t)\dot{\theta}_t/\theta_t}{\dot{Y}_t/Y_t} \quad (۱۳)$$

که در این معادله$\eta_U(t)$ کشش نهاده انرژی می باشد که از تخمین تابع تولید صنعت بر اساس معادله ۹ بدست آمده و همچنین Θ_t بیانگر اثر بخشی انرژی است و اثر بخشی انرژی از پروکسی EEI که نشان دهنده تغییر بهره وری انرژی با گذشت زمان است از معادله زیر بدست می آید:

$$EEI_0 = 1 \quad (۱۴)$$

$$EEI_t = EEI_{t-1} \times (1/D^k_{int}|_{t-1.t})$$

در این صورت اثر بازگشتی انرژی در صنعت بر اساس رابطه زیر در بازه زمانی مورد مطالعه محاسبه می‌شود.

$$RE_t = \frac{\alpha_\theta(t)(D^0_Y|_{t-1,t-1})}{(1-D^K_{int}|_{t-1,t})} \times 100\% \quad (۱۵)$$

که در معادله (۱۵)

RE: اثر بازگشتی انرژی که به صورت درصد بیان می‌شود.

$(D^0_Y|_{t-1,t} - 1)$: عبارت است از رشد ارزش افزوده بخش صنعت بر رشد مصرف انرژی در بخش صنعت

$(1 - D^K_{int}|_{t-1,t})$:عبارت است از شدت انرژی در بخش صنعت

α_θ :بیانگر اثر بخشی انرژی است

معرفی مدل نهایی جهت بررسی تاثیر اثر بازگشتی انرژی بر ارزش افزوده بخش صنعت

در این قسمت به منظور بررسی تأثیر اثر بازگشتی انرژی بر ارزش افزوده بخش صنعت طی سال‌های ۱۳۶۶-۱۳۹۶ به معرفی بهترین مدل پیشنهادی به صورت زیر می‌پردازیم.

$$VS = \beta_0 + \beta_1 K + \beta_2 RE + \varepsilon_t \quad (۱۶)$$

به طوری که

VS: ارزش افزوده واقعی بخش صنعت (میلیارد ریال)

K: موجودی سرمایه واقعی بخش صنعت (میلیارد ریال)

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

RE: اثر بازگشتی انرژی در بخش صنعت (درصد)

همچنین β_0 متغیر عرض از مبدا و ε_t متغیر جمله اخلال می‌باشد.

جهت برآورد مدل ها داده های مورد استفاده در این پژوهش از اطلاعات سری زمانی بانک مرکزی، حساب های ملی سالانه و سری زمانی مرکز آمار ایران و بانک مرکزی و ترازنامه انرژی موجود در پایگاه های اطلاعاتی وزارت نیرو (دفتر برنامه ریزی کلان و انرژی) (ترازنامه سال های مختلف) گرد آوری شده است. و بر اساس قیمت ثابت ۱۳۹۵ مقادیر واقعی آن به دست آمده است.

۵. یافته های پژوهش

همانگونه که در بخش قبل عنوان گردید به منظور محاسبه اثر بازگشتی بر اساس معادله ۱۵ بایستی ابتدا کشش نهاده انرژی ($\boldsymbol{\eta_U(t)}$) محاسبه گردد که بدین منظور تابع تولید صنعت را بر اساس معادله ۹ به صورت ذیل تحمین زده و کشش انرژی را محاسبه می نماییم:

$$lY = \eta_K(t)LK + \eta_L(t)lL + \eta_U(t)lE + \xi_t \qquad (۱۷)$$

نتایج حاصل از آزمون ریشه واحد دیکی فولر تخمین تابع تولید در صنعت

در این مطالعه از آزمون دیکی فولر تعمیم یافته (ADF) برای بررسی مانایی و نامانایی متغیرها استفاده شده است. در این آزمون فرضیه صفر ($H_0: \delta = 0$) که نشان دهنده وجود ریشه واحد (نامانایی) در متغیرهاست را در مقابل فرضیه یک ($H_1: \delta < 0$) که نشان دهنده مانایی متغیرهاست را آزمون می کنیم. بررسی مقادیر آماره ی محاسبه شده و احتمال پذیرش آن ها نشان می‌دهد که همه متغیرهای تولید، سرمایه، نیروی کار و انرژی در سطح مانا شده‌اند و دارای میانگین، واریانس و ساختار کوواریانس ثابت هستند. لذا فرضیه صفر مبنی بر نامانا بودن متغیرها رد خواهد شد و همه متغیرها در سطح مانا خواهند بود.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

جدول ۱. نتایج آزمون دیکی فولر تعمیم یافته (ADF) تخمین تابع تولید در صنعت

متغیرها	آماره ADF	مقادیر بحرانی			بررسی مانایی
		۱٪	۵٪	۱۰٪	
LY	-۳.۸۹ (۰.۰۰۵)	-۳.۶۷	-۲.۹۶	-۲.۶۲	مانا
LK	-۵.۵۷ (۰.۰۰۰۱)	-۳.۶۸	-۲.۹۷	-۲.۶۲	مانا
LL	-۷.۱۱ (۰.۰۰۰۰)	-۳.۶۷	-۲.۹۶	-۲.۶۲	مانا
LE	-۵.۷۷ (۰.۰۰۰۰)	-۳.۶۷	-۲.۹۶	-۲.۶۲	مانا

منبع: یافته های پژوهش

نتایج حاصل از برآورد تابع تولید و اثر بازگشتی انرژی در صنعت

با توجه به نتایج حاصل از تخمین، تولید در بخش صنعت با موجودی سرمایه، نیروی کار و انرژی رابطه مثبت و معنی‌داری دارد و کشش نهاده های سرمایه و نیروی کار و انرژی به ترتیب برابر ۰.۹۵ و ۰.۵۸ و ۰.۰۹ می باشد و هر سه معنی دار بوده وافزون بر این با توجه به نتایج به دست آمده مقادیر ضریب تعیین نشان از قدرت توضیح دهندگی متغیرهای مستقل دارد. مقدار ۱.۸ آماره دوربین واتسون نیز نشان از عدم وجود خودهمبستگی بین جملات اخلال می‌باشد.

بر اساس معادله ۱۵ و مقادیر کشش نهاده انرژی که در تابع تولید محاسبه گردید اثر بازگشتی برای سالهای مورد نظر به صورت ذیل محاسبه می گردد:

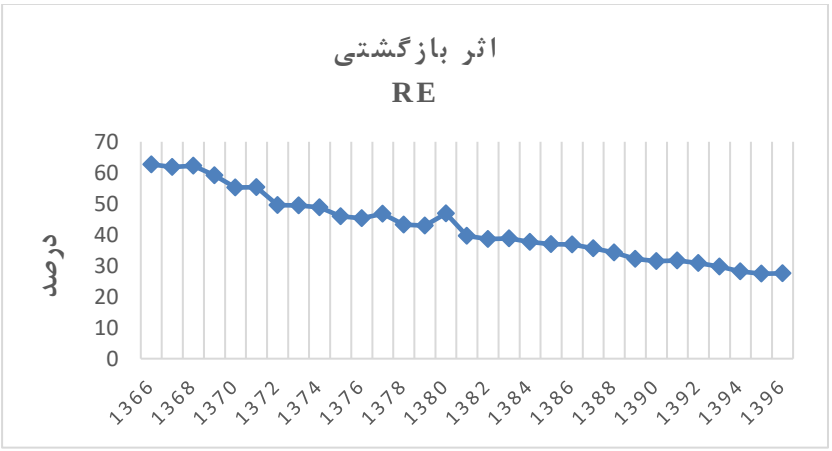
[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

جدول ۲. نتایج حاصل از تخمین تابع تولید به روش OLS

متغیر	ضرایب	انحراف معیار	آماره t	(prob)
LK	۰.۹۵	۰.۰۶	۱۵.۹۲	۰.۰۰۰۰
LL	۰.۵۸	۰.۴۵	۲.۵۷	۰.۰۱
LE	۰.۰۹	۰.۲۲	۳.۳۵	۰.۰۰۲
C	۷.۳۸	۵.۵	۱.۳۳	۰.۱۹

منبع: یافته های پژوهش

$$R^2 = 0.79 \qquad \overline{R}^2 = 0.77 \qquad D - W = 1.8$$



نمودار ۳. روند اثر بازگشتی انرژی در بخش صنعت

با توجه به نتایج جدول (۳)، مشاهده می‌شود در بازه زمانی مورد مطالعه، اثرات بازگشتی روند نزولی و کاهشی داشته است به طوری که در بازه زمانی مورد بررسی بیشترین میزان اثر بازگشتی مربوط به سال ۱۳۶۶ با ۶۲.۷ درصد و کمترین مقدار مربوط به سال ۱۳۹۵ با ۲۷.۴ درصد می‌باشد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

جدول ۳. نتایج حاصل از محاسبه اثر بازگشتی انرژی در صنعت

اثر بازگشتی انرژی (RE) - درصد	سال	اثر بازگشتی انرژی (RE) - درصد	سال
۳۸.۶	۱۳۸۲	۶۲.۷	۱۳۶۶
۳۸.۸	۱۳۸۳	۶۱.۹	۱۳۶۷
۳۷.۷	۱۳۸۴	۶۲.۳	۱۳۶۸
۳۶.۹	۱۳۸۵	۵۹.۲	۱۳۶۹
۳۶.۸	۱۳۸۶	۵۵.۲	۱۳۷۰
۳۵.۶	۱۳۸۷	۵۵.۳	۱۳۷۱
۳۴.۳	۱۳۸۸	۴۹.۶	۱۳۷۲
۳۲.۲	۱۳۸۹	۴۹.۴	۱۳۷۳
۳۱.۵	۱۳۹۰	۴۸.۸	۱۳۷۴
۳۱.۷	۱۳۹۱	۴۵.۹	۱۳۷۵
۳۰.۹	۱۳۹۲	۴۵.۳	۱۳۷۶
۲۹.۷	۱۳۹۳	۴۶.۸	۱۳۷۷
۲۸.۲	۱۳۹۴	۴۳.۳	۱۳۷۸
۲۷.۴	۱۳۹۵	۴۲.۹	۱۳۷۹
۲۷.۵	۱۳۹۶	۴۶.۹	۱۳۸۰
		۳۹.۶	۱۳۸۱

منبع: یافته های پژوهش

نتایج حاصل از آزمون ریشه واحد دیکی فولر مدل نهایی تاثیر اثر بازگشتی بر ارزش افزوده صنعت

با توجه به جدول (۴) آزمون ADF در سطح متغیرها و در سطح تفاضل مرتبه اول و در حالت عرض از مبدا و روند برای تک تک متغیرها صورت گرفته که نتایج حاکی از آن است که همه متغیرها در سطح نامانا هستند و با یک بار تفاضل گیری مانا شده‌اند و فرضیه صفر مبنی بر نامانا بودن متغیرها رد می‌شود.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

جدول ۴. نتایج آزمون دیکی فولر تعمیم یافته (ADF) مدل نهایی تاثیر اثر بازگشتی بر ارزش افزوده صنعت

متغیرها	آماره ADF		مقادیر بحرانی			بررسی مانایی
			۱٪	۵٪	۱۰٪	
VS	-۰.۳۹	(۰.۹۸)	-۴.۲۹	-۳.۵۶	-۳.۲۱	نامانا
DVS	-۳.۸۳	(۰.۰۲)	-۴.۳۰	-۳.۵۷	-۳.۲۲	مانا
K	-۱.۲۷	(۰.۸۷)	-۴.۲۹	-۳.۵۶	-۳.۲۱	نامانا
DK	-۴.۰۸	(۰.۰۱)	-۴.۳۰	-۳.۵۷	-۳.۲۲	مانا
RE	-۲.۲۶	(۰.۴۳)	-۴.۳۰	-۳.۵۷	-۳.۲۲	نامانا
DRE	-۷.۴۴	(۰.۰۰۰۰)	-۴.۳۲	-۳.۵۸	-۳.۲۲	مانا

منبع: یافته های پژوهش

برآورد رابطه پویای کوتاه مدت

در روش ARDL برای از بین بردن تورش احتمالی موجود در ضرایب برآورد شده در روش OLS، اولین گام برآورد الگوی پویای کوتاه مدت است. با انتخاب وقفه یک (m=1)، ARDL (1,0,1) به عنوان بهترین معادله داده می‌شود که نتایج اولیه آن در جدول (۷) آمده است:

جدول ۵. نتایج حاصل از برآورد ضرایب الگوی پویای کوتاه مدت ARDL (1,0,1)

متغیر	ضرایب	انحراف معیار	آماره t	(prob)
VS(-1)	۰.۵۲	۰.۰۷	۶.۸۶	۰.۰۰۰
K	۰.۲۸	۰.۰۴	۶.۷۷	۰.۰۰۰
RE	-۱۷۰.۸۲	۸۲.۹۵	-۲.۰۵	۰.۰۵
RE(-1)	-۲۴۶.۰۶	۸۳.۸۵	-۲.۹۳	۰.۰۰۷
C	۲۸۲۴۸.۷	۵۳۳۹.۸	۵.۲۹	۰.۰۰۰
TREND	-۷۵۴.۱۲	۱۱۶.۵۹	-۶.۴۶	۰.۰۰۰

منبع: یافته های پژوهش

$$R^2 = 0.98 \quad \overline{R}^2 = 0.98 \quad D - W = 2.13 \quad \text{h(DW)} = -0.39$$

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

همان طور که از جدول (۵) مشخص است تمام متغیرها معنادار هستند. به عبارتی افزایش یک واحدی در موجودی سرمایه صنعت باعث افزایش ۰.۲۸ واحدی ارزش افزوده صنعت خواهد شد به عبارت دیگر می توان گفت با افزایش سرمایه، تولید و درآمد صنعتی افزایش خواهد یافت اما با افزایش اثر بازگشتی انرژی، ارزش افزوده بخش صنعت به میزان ۱۷۰.۸۲ واحد کاهش می‌یابد. از طرفی مقدار ضریب تعیین نشان دهنده‌ی قدرت توضیح دهندگی بالای مدل است و اینکه مدل به وسیله متغیرهای توضیحی به خوبی توضیح داده می‌شود. همچنین مقدار h دوربین واتسون هم که مقدار آن ۰.۳۹- است نشان از عدم وجود خودهمبستگی است. در صورتی که متغیر وابسته با وقفه به عنوان متغیر توضیحی در مدل باشد از آماره DW استفاده نمی شود زیرا در این حالت آماره DW گمراه کننده است پس باید از h دوربین واتسون استفاده کرد. مقدار این آماره اگر بین ۱.۹۶- و ۱.۹۶+ باشد فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود خودهمبستگی را نمی توان رد کرد و فرضیه صفر مورد قبول واقع می‌شود.

حال برای انجام آزمون هم انباشتگی[1] (هم جمعی) باید عدد یک را از مجموع ضرایب با وقفه متغیر وابسته کم کرده و بر مجموع انحراف معیار ضرایب با وقفه متغیر وابسته تقسیم کرد:

$$t = \frac{\sum_{i=1}^{p} \hat{\alpha} - 1}{\sum_{i=1}^{p} s\hat{\alpha}}$$

اگر قدرمطلق t محاسبه شده از قدرمطلق مقادیر بحرانی بزرگ تر باشد، فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود هم انباشتگی رد شده و وجود رابطه بلندمدت پذیرفته می‌شود.

$$t = \frac{(0.52054 - 1)}{0.075814} = -6.32$$

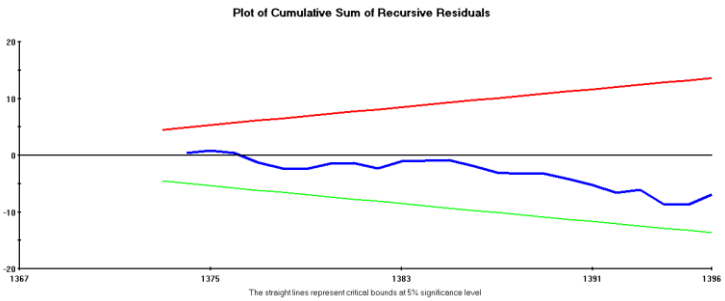
از آنجا که قدرمطلق کمیت مزبور از مقدار بحرانی بیشتر است ، بنابراین فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود هم انباشتگی را نمی‌توان پذیرفت و وجود رابطه بلندمدت پذیرفته می‌شود.

1. Cintegration

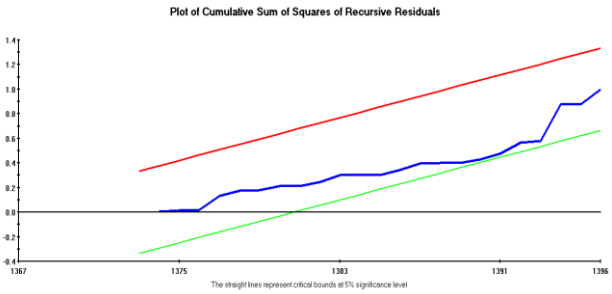
[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

آزمون های ثبات ساختاری

جهت اطمینان از پایداری رگرسیون برآورد شده و درستی نتایج به دست آمده، آزمون های پایداری پسماند تجمعی[1] (CUSUM) و مجذور پسماند تجمعی[2] (CUSUMQ) برای مدل ARDL برآورد شده انجام گرفته است. فرضیه صفر این آزمون مبنی بر عدم وجود شکست ساختاری است که مورد آزمون قرار می‌گیرد. همان طور که ملاحظه می‌گردد نمودار های (۲) و (۳) در محدوده کرانه های بحرانی در سطح احتمال ۵ درصد بوده که به دلیل قرار گرفتن منحنی مورد نظر بین دو فواصل اطمینان الگوی مورد نظر از پایداری مناسبی برخوردار می‌باشد و فرضیه صفر را نمی توان رد کرد.



نمودار ۲ نتایج پایداری الگو با استفاده از آزمون CUSUM



نمودار ۳. نتایج پایداری الگو با استفاده از آزمون CUSUMQ

1. Cumulative Sum
2. Cumulative Sum of Square

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

برآورد رابطه بلند مدت

نتایج حاصل از تخمین رابطه بلند مدت در جدول (۶) آمده است:

جدول ۶. نتایج حاصل از برآورد ضرایب بلندمدت الگو ARDL (1,0,1)

متغیر	ضرایب	انحراف معیار	آماره t	(prob)
K	۰.۵۸	۰.۰۵	۱۰.۱۳	۰.۰۰۰
RE	-۸۶۹.۵	۱۷۳.۲۳	-۵.۰۱	۰.۰۰۰
C	۵۸۹۱۷.۵	۱۰۸۶۷.۵	۵.۴۲	۰.۰۰۰
TREND	-۱۵۷۲.۹	۲۵۳.۲۱	-۶.۲۱	۰.۰۰۰

منبع: یافته های پژوهش

نتایج جدول (۶) نشان می‌دهد که ضرایب متغیرهای سرمایه و اثر بازگشتی انرژی در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی دار شده‌اند. همچنین نتایج حاکی از آن است که تغییر یک واحدی در سرمایه بخش صنعت منجر به افزایش ۰.۵۸ واحدی ارزش افزوده بخش صنعت خواهد شد به عبارت دیگر افزایش سرمایه باعث افزایش ارزش افزوده در بخش صنعت می‌شود و افزایش یک واحدی اثر بازگشتی انرژی باعث کاهش ۸۶۹.۵ ارزش افزوده بخش صنعت می‌شود به طور کلی رابطه مثبت و معنی داری بین سرمایه و ارزش افزوده و رابطه منفی و معنی داری میان اثر بازگشتی انرژی و ارزش افزوده بخش صنعت وجود دارد. همچنین با توجه به ضرایب اثر بازگشتی نسبت به سرمایه تاثیر بیشتری بر ارزش افزوده دارد که این تاثیر در بلند مدت بیشتر از کوتاه مدت می باشد و معادل ۸۶۹.۵- می باشد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

برآورد الگوی تصحیح خطا[1]

نتایج حاصل از تخمین الگوی تصحیح خطا در جدول (۷) آمده است:

جدول ۷. نتایج حاصل از برآورد ضرایب الگوی تصحیح خطا ARDL (1,0,1)

متغیر	ضرایب	انحراف معیار	آماره t	prob
dK	۰.۲۸	۰.۰۴	۶.۷۷	۰.۰۰۰
dRE	-۱۷۰.۸۲	۸۲.۹۵	-۲.۰۵	۰.۰۵
dTREND	-۷۵۴.۱۲	۱۱۶.۵۹	-۶.۴۶	۰.۰۰۰
Ecm(-1)	-۰.۴۷	۰.۰۷	-۶.۳۲	۰.۰۰۰

منبع: یافته های پژوهش

همان طور که انتظار داریم ضرایب Ecm(-1) در مدل برآوردی بین صفر و منفی یک قرار گرفته و از لحاظ آماری معنی دار نیز می‌باشد و مقدار آن ۰.۴۷- به دست آمده که بیانگر این است که در دوره فعلی ۴۷٪ از خطای عدم تعادل دوره قبلی تعدیل می‌شود.

٦. نتیجه گیری و پیشنهادات

هدف اصلی این پژوهش، تأثیر اثر بازگشتی انرژی بر ارزش افزوده بخش صنعت ایران است که در بازه زمانی ۱۳۶۶-۱۳۹۶ انجام شده است. در این مطالعه، برای رسیدن به هدف پژوهش محاسبات در دو مرحله انجام شده است. در ابتدا با تخمین تابع تولید با روش حداقل مربعات معمولی و با استفاده از شاخص میانگین لگاریتمی دیویژیا به محاسبه اثر بازگشتی انرژی در طی سال های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۶ پرداختیم که نتایج نشان می‌دهد که اثر بازگشتی انرژی در طی دوره مورد مطالعه روندی نزولی را در پیش گرفته است به طوری‌که مقدار آن در سال ۱۳۶۶ از ۶۲.۷ درصد به ۲۷.۵ درصد در سال ۱۳۹۶ رسیده است و بر همین اساس یکی از فرضیات این پژوهش که اثر بازگشتی انرژی در طول سال های مورد مطالعه روند نزولی و کاهشی داشته است مورد تأیید قرار می گیرد.

1. Error Cointegration

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

در برآورد مدل اصلی پژوهش، با استفاده از داده های سری زمانی و روش های اقتصاد سنجی، مدل های خودرگرسیونی با وقفه توزیعی و ساز و کار تصحیح خطا، روابط بلند مدت و کوتاه مدت میان ارزش افزوده بخش صنعت (متغیر وابسته) و اثر بازگشتی انرژی در صنعت ایران برآورد شده است. نتایج حاصل از برآورد مدل بلندمدت و کوتاه مدت حاکی از آن است که ضریب متغیر اثر بازگشتی انرژی در کوتاه مدت و در بلند مدت منفی و معنی دار بوده است. به عبارتی، افزایش یک واحدی در اثر بازگشتی انرژی در صنعت، منجر به کاهش ۱۷۰.۸۲- واحدی در ارزش افزوده این بخش در کوتاه مدت و کاهش ۸۶۹.۵۰- واحدی در بلند مدت می شود. به این ترتیب فرضیه اصلی این پژوهش مبنی بر اینکه بین اثر بازگشتی انرژی و ارزش افزوده رابطه منفی و معناداری وجود دارد تأیید می‌شود. از طرفی فرضیه دیگر این پژوهش مبنی بر اینکه اثر بازگشتی انرژی در طول دوره مورد مطالعه روندی نزولی داشته است بر اساس یافته های پژوهش نیز تأیید می‌شود. همچنین افزایش یک واحدی در سرمایه نیز، باعث افزایش ۰.۲۸ واحدی ارزش افزوده صنعت در کوتاه مدت و افزایش ۰.۵۸ واحدی آن در بلند مدت می شود که هم در کوتاه مدت و هم در بلند مدت ضریب متغیر سرمایه معنی دار شده است، پس با افزایش سرمایه صنعت، ارزش افزوده این بخش افزایش می یابد. به عبارتی با افزایش ورود سرمایه، تقاضا، سود آوری و در نتیجه انگیزه تولید بیشتر می‌شود.

از آنجا که اندازه اثر بازگشتی در بخش صنعت روندی کاهشی داشته است، لذا پیشنهاد می‌شود بیش‌تر به بررسی معیارهای کارایی فنی و زیست محیطی از منظر استفاده از سوخت جایگزین پاک و افزایش سرمایه گذاری پرداخته شود چرا که سیاست های قیمتی در صورتی سبب کاهش مصرف و انتشار آلاینده ها می‌شوند که در کنار آن سیاست های غیرقیمتی نیز اعمال شود. و همچنین پیشرفت های تکنولوژیکی و عوامل زیربنایی و بکارگیری بیشتر تجهیزات سرمایه ای تاثیر مثبتی بر تولید صنعتی دارد، بنابراین توصیه می‌شود سیاست گذاران در جهت بهبود ساختار صنعت و بکارگیری تکنولوژی بهتر در این بخش تلاش کنند.

برای تحقیقات آتی نیز پیشنهاد می‌شود تأثیر اثر بازگشتی انرژی بر ارزش افزوده بخش خدمات نیز مورد بررسی قرار گیرد. همچنین از سایر متغیرهایی که امکان بکارگیری آن در این پژوهش نبوده است استفاده شود.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

منابع

[۱] اسماعیل‌نیا، علی اصغر و اختیاری‌نیکجه، سارا (۱۳۹۱)، بررسی میزان اثرات بازگشتی بهبود راندمان خودروها بر مصرف سوخت ، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۹(۳۴)، ۱۸۵-۲۱۳.

[۲] خوشکلام خسروشاهی، موسی (۱۳۹۳)، اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل در ایران با تأکید بر بخش حمل و نقل: رویکرد مدل تعادل عمومی قابل محاسبه، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۳(۱۱)، ۱۳۱-۱۵۸.

[۳] خوشکلام خسروشاهی، موسی، جهانگرد، اسفندیار، و عابدیان، مریم (۱۳۹۴)، بهبود کارایی مصرف بنزین و اثرات بازگشتی ناشی از آن در فعالیت های مختلف اقتصادی، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۱۲(۴۴)، ۶۳-۳۷.

[۴] سالم، علی اصغر، و اکابری، مهدی (۱۳۹۶)، برآورد اثر بازگشتی مستقیم بهبود کارایی مصرف برق در بخش خانگی مناطق شهری ایران ، اقتصاد انرژی ایران، ۶(۲۲)، ۴۵-۷۴.

[۵] منظور، داود، آقابابایی، محمد ابراهیم و حقیقی، ایمان (۱۳۹۰)، تحلیل اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی در مصرف برق در ایران: الگوی تعادل عمومی محاسبه پذیر، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۲۸، ۱-۲۳.

[6] Allan, G , Hanley , N . , & McGregor , P . (2007). The impact of increased efficiency in the industrial use of energy : A computable general equilibrium analysis for the united Kingdom . Journal of energy Economics , 29 (4), 77g-798.

[7] Belaid, F., Bakaloglou, S., and Rebound, D. (2018), Direct rebound effect of residential gaz demand: Empirical evidence from France. *Energy Policy*, 115, 23-31.

[8] Greening, L. A., Green, D.L. and Difiglio, C. (2000). Energy Efficiency and Consumption: The Rebound Effect: a Survey. Energy Policy, Vol. 66, P. 845-857.

[9] Grepperud, S., &Rasmussen, I. (2004), A general equilibrium assessment of Rebound Effects. Energy Economics, 2(6) (2), 261-282.

[10] Hernandez, A.D. and Pifarre, F. (2009), Short Run Scenarios Whereby Economy-Wide Rebound Effect Might be Mitigated, Working paper. Preliminary Version.

[11] Herring, H, Sorrell, S. (2009), Energy Efficiency and Sustainable Consumption (Rebound Effect), Palgrave Macmillan, U.K.

[12] Hertwich, G. (2005), Consumption and The Rebound Effect, Massachusetts Institute of Technology and Yale University, Volume 9, No. 1-2.

[13] Lin. B, du. K, (2015), Measuring Energy Rebound Effect in the Chinese Economy: An Economic Accounting Approach, Energy Economics, Vol. 50, PP. 96-104.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

[14] Lin B., Liu X. (2012), Dilemma between economic development and energy conservation: Energy rebound effect in Chinna Energy, 45, 867-873.
[15] Lin, B. and Tian, P. (2015), The Energy Rebound Effect in Chinna's Light Industry: A Translog Cost Function Approach. Jurnal of cleaner Production, P. 1-9.
[16] Lin, B. and Zhao, H. (2016) "Technological progress and energy rebound effect in China's textile industry: Evidence and Policy implication". Renewable and Sustainable Energy Reviews, 60, 173-181.
[17] Wei, T., and Liu, Y. (2017), Estimation of global rebound effect caused by energy efficiency improvement. *Energy Economics*, 66, 27-34.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]