

نقش رونق و رکود اقتصادی در مصرف انرژی بخش‌ها با تأکید بر انرژی برق و غیربرق^۱

شهریار زروکی^{*}، اکرم مقدسی سدهی^{**}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۱۳

چکیده

هدف این مقاله بررسی اثر رونق و رکود اقتصادی به همراه قیمت انرژی بر مصرف انرژی (برق، غیربرق و کل) در ایران با روش نامتقارن است. برای تحلیل نامتقارنی در الگوی مقاله از سه قالب و پنج سطح از رهیافت خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی استفاده شد. نتایج بلندمدت نشان داد در بیش‌تر موارد، کشش مصرف انرژی نسبت به رونق اقتصادی بزرگ‌تر از واحد است؛ در حالی که اندازه اثرگذاری رکود اقتصادی کم‌تر از رونق اقتصادی است. در قالب اول، در سطح کل اقتصاد و در سطح بخش‌های تجاری، عمومی و صنعت تولید اثری نامتقارن و در سطح خانگی تولید اثری متقارن بر مصرف کل انرژی دارد. در قالب دوم، در سطح کل اقتصاد و در سطح بخش‌های خانگی، تجاری و عمومی تولید اثری نامتقارن و در سطح صنعت، تولید اثری متقارن بر مصرف انرژی غیربرق دارد. در قالب سوم، در هر پنج سطح، تولید با اثری نامتقارن بر مصرف انرژی برق همراه است. قیمت حقیقی انرژی اگرچه در اکثر موارد اثری معکوس بر مصرف انرژی دارد؛ ولی نخست، از حیث اندازه، چندان اثرگذار نبوده و کشش قیمتی مصرف انرژی عمدتاً یا صفر و یا کم‌تر از یک است؛ دوم، در هیچ‌یک از سه قالب برای بخش خانگی، قیمت انرژی اثر معناداری بر مصرف انرژی ندارد.

طبقه‌بندی JEL: C15, Q33, Q43

واژگان کلیدی: رونق و رکود، انرژی برق و غیربرق، غیرخطی، ایران.

^۱ این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد اکرم مقدسی سدهی به راهنمایی دکتر شهریار زروکی در دانشکده اقتصاد دانشگاه مازندران است.

^{*} دانشیار گروه اقتصاد، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران (نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی: Sh.zaroki@umz.ac.ir

^{**} دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد انرژی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران، پست الکترونیکی: amoghadasi779@gmail.com

۱. مقدمه

تلاش برای تولید بیش‌تر ضمن اصلاحاتی که در سازماندهی عوامل تولید به وجود می‌آورد؛ با بهره‌گیری گسترده‌تر از منابع انسانی، سرمایه فیزیکی و منابع طبیعی همراه است؛ به عبارت دیگر، هنگامی که رشد اقتصادی (رونق) به طرز محسوسی بالا می‌رود؛ فشار فزاینده‌ای بر منابع وارد می‌شود. در این راستا، ضمن افزایش تقاضا برای نیروی انسانی متخصص، نیاز به سرمایه و تجهیزات سرمایه‌ای نیز افزایش یافته و مواد خام و انرژی بیش‌تری به مصرف می‌رسد. چنان‌چه امکان بهره‌برداری بیش‌تر هریک از منابع یاد شده به موازات رشد تولید مهیا نباشد؛ تولید با تنگنا روبه‌رو خواهد شد (شکیبایی و احمدلو، ۱۳۹۰).

تغییرات سطح تولید با توجه به تأثیری که بر مصرف انرژی دارد؛ از جایگاه ویژه‌ای در رشد اقتصادی برخوردار است. با توجه به ارتباط نزدیک میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران، تعیین کم و کیف رابطه بین این دو متغیر می‌تواند در تبیین سیاست‌های بخش انرژی مؤثر باشد (آرمن و زارع، ۱۳۸۸).

با توجه به اهمیت تولید در کشور، در این مقاله سعی می‌شود نوع اثرگذاری افزایش‌ها در تولید (رونق) و کاهش‌ها در تولید (رکود) را همراه با اثر قیمت انرژی بر مصرف انرژی در ایران تبیین کند؛ به طوری که ضمن واکاوی این مسئله در قالب کل اقتصاد، موضوع به تفکیک نیز در چهار بخش خانگی، تجاری، عمومی و صنعت تحلیل شود. بر مبنای اهداف یاده شده پرسش اصلی آن است که آیا در اقتصاد ایران در قالب کلی و در بخش‌های یاد شده، تفاوت معناداری در اندازه اثرگذاری رونق و رکود اقتصادی بر مصرف انرژی وجود دارد؛ به عبارت دیگر، آیا اثر تولید بر مصرف انرژی در ایران، اثری نامتقارن است.

برای بررسی این موضوع از روش غیرخطی در پردازش داده‌ها استفاده شده است. اکثر الگوهای موجود در اقتصادسنجی، الگوی خطی است که در آن، اندازه مطلق اثرگذاری متغیر توضیحی در روند افزایشی با روند کاهشی آن متفاوت نیست. به عبارت دیگر، در یک برآورد خطی از تحلیل اثر تولید بر مصرف انرژی چنین تفسیری مرسوم است که اگر با افزایش تولید، مصرف انرژی به اندازه ω واحد افزایش یابد؛ آن‌گاه به صورت هم‌زمان با کاهش تولید نیز مصرف انرژی به میزان ω واحد کاهش خواهد یافت؛ ولی آنچه در واقعیت رخ می‌دهد ممکن است چنین نباشد و اثر افزایش تولید بر مصرف انرژی، با اثر کاهش آن متفاوت باشد.

بر این اساس، در این مقاله سعی می‌شود با توجه به مطالعات صورت گرفته، ضمن بررسی اثر نامتقارن تولید بر مصرف انرژی در ایران به بررسی و آزمون نامتقارنی اثر تولید بر مصرف انرژی در بخش‌های خانگی، تجاری، عمومی و صنعت نیز پرداخته شود. برای دستیابی به چنین پردازشی لازم است از الگوهای نامتقارن استفاده شود. بر این اساس، با استفاده از مطالعه شین، یو و گرینوود-نیمو^۱ (۲۰۱۴) از رهیافت خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی^۲ در تبیین و تشریح نامتقارنی استفاده می‌شود.

در ادامه مقاله به این صورت سازماندهی شده است که در بخش دوم، ادبیات پژوهش ارائه می‌شود. بخش سوم به تشریح الگوی پژوهش در قالب الگوی خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی و توصیف داده‌های استفاده شده اختصاص یافته است. نتایج حاصل از برآورد نامتقارن از الگوی پژوهش در دو قالب الگوی پایه و الگوهای بخشی، در بخش چهارم ارائه و تفسیر شده است. یافته‌های پژوهش و ارائه پیشنهاد نیز در بخش پنجم آورده شده است.

۲. مروری بر ادبیات پژوهش

زمانی که از «مصرف انرژی» صحبت می‌شود؛ چنین نیست که انرژی، به خودی خود، مصرف شود؛ به عبارت روشن‌تر، مصرف انرژی تحت قوانین خاصی صورت می‌گیرد. براساس قانون اول ترمودینامیک، انرژی نمی‌تواند مصرف شود. قانون دوم ترمودینامیک بیان می‌کند که انرژی همواره از سطحی بالاتر به سطحی پایین‌تر قابل تبدیل است (به عنوان مثال، تبدیل انرژی مکانیکی به گرمایی)؛ اما، حامل‌های انرژی را می‌توان مصرف کرد؛ زیرا آنها بعد از مصرف، دیگر، به شکل اولیه خود وجود نخواهند داشت. در نتیجه، استفاده از کالاها و خدمات، مصرف انرژی را در پی دارد.

در خصوص ارتباط میان متغیرهای مصرف انرژی، تولید و رشد اقتصادی چهار فرضیه مطرح شده است. فرضیه اول، که به «فرضیه رشد» معروف است، بیان می‌کند که انرژی یکی از عوامل مهم تولید به همراه نیروی کار و موجودی سرمایه در فرایند تولید است و افزایش

¹ Shin, Yu & Greenwood-nimmo

² Nonlinear Autoregressive Distributed Lag

در مصرف انرژی می‌تواند به افزایش سطح تولید و رشد اقتصادی منجر شود. بنابراین، در این سناریو، سیاست‌های تهدید و صرفه‌جویی انرژی می‌تواند تأثیر معکوسی بر تولید و رشد اقتصادی داشته باشد؛ فرضیه دوم، یا فرضیه مربوط به «صرفه‌جویی انرژی» بیانگر آن است که سیاست‌های صرفه‌جویی انرژی برای کاهش مصرف انرژی و جلوگیری از اتلاف آن، بر تولید و رشد اقتصادی تأثیر معکوسی نداشته و به افزایش آن نیز کمک می‌کند؛ به عبارت دیگر، این فرضیه در صورتی پذیرفته می‌شود که افزایش تولید ناخالص داخلی واقعی به افزایش مصرف انرژی منجر شود؛ فرضیه سوم، «فرضیه ختثایی» است. این فرضیه نشان می‌دهد، مصرف انرژی تأثیر اندکی بر تولید دارد؛ پس، این فرضیه زمانی پذیرفته می‌شود که هیچ رابطه علی میان متغیرهای مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی وجود نداشته باشد؛ فرضیه چهارم، فرضیه «ارتباط متقابل» یا «فرضیه بازخورد» است که به ارتباط میان متغیرهای مصرف انرژی و تولید و رشد اقتصادی می‌پردازد. براساس این فرضیه، مصرف انرژی و تولید دارای ارتباط متقابل بوده و مکمل یکدیگر هستند. بنابراین، در صورتی که ارتباط علی دوسویه بین این دو متغیر وجود داشته باشد؛ در آن صورت، این فرضیه قبول‌شدنی است و بهبود و ارتقای سیاست‌های مصرف انرژی می‌تواند زمینه افزایش سطح تولید و در نتیجه، رشد اقتصادی را فراهم کند (آپرگیس و پاین،^۱ ۲۰۰۹).

مصرف انرژی، یکی از نهاده‌های اصلی تولید به شمار می‌آید؛ سرعت رشد تولید تا حد زیادی به سطح مصرف کارای انرژی وابسته است. از طرف دیگر، بهبود سطح زندگی افراد و مکانیزه شدن تولید برای ارتقای سطح بهره‌وری نیروی کار نیز با افزایشی بیش‌تر در مصرف انرژی همراه است. رونق اقتصادی می‌تواند به افزایش رفاه و تقاضا برای کالاهای جدید و به تبع آن، افزایش مصرف انرژی‌های مولد و غیرمولد منجر شود؛ به طوری که طی دهه‌های اخیر، رشد اقتصادی جهان و روند صنعتی شدن، موجب افزایش تقاضا برای مصرف انرژی شده است. در فرایند صنعتی شدن، دو عامل انرژی و سرمایه، به تدریج، جایگزین نیروی کار شده و نقش آنها نیز در هزینه تولید افزایش می‌یابد؛ در نتیجه، در ابتدای راه مشاهده می‌شود که رونق اقتصادی به رشد فزاینده مصرف انرژی در کشورهای توسعه‌یافته منجر می‌شود؛ ولی، به تدریج و پس از رسیدن به حد مشخصی از توسعه‌یافتگی، با استفاده از

^۱Apergis & Pyne

راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی و تغییر رویکرد صنعت از صنایع پرمصرف به صنایع تکنولوژیکی، رشد مصرف انرژی در این کشورها تا حدودی کنترل شده و رونق اقتصادی با نرخ بیشتری نسبت به افزایش مصرف انرژی، رشد می‌یابد.

در مقابل، کشورهای در حال توسعه سعی می‌کنند، رشد تولید را به حد مطلوبی افزایش دهند و این امر نیز مستلزم افزایش مصرف انرژی است. اما، نکته قابل توجه این است که در کشورهای در حال توسعه، مصرف انرژی بیش از کشورهای توسعه‌یافته است و از این‌رو، کاهش رشد مصرف در کشورهای در حال توسعه پیش‌بینی نمی‌شود. این واقعیت به این موضوع مهم بستگی دارد که کاهش انرژی‌بری موضوعی وابسته به توسعه است که گذر از آستانه‌های معینی را می‌طلبد و طی آن، به دلیل افزایش سرمایه کافی، افزایش سطح فناوری و سرمایه‌های انسانی، درآمد سرانه افزایش و وابستگی تولید به مصرف انرژی کم‌تر و انرژی‌بری کاهش می‌یابد. عدم تقارن، معمولاً به فرایند علیت برگشت‌ناپذیر اشاره دارد که در آن، نتیجه‌ای که توسط یک علت معین حاصل می‌شود نمی‌تواند با حذف ساده علت، به وضعیت اولیه خود بازگردد.

رابطه رونق و رکود اقتصادی و عوامل مؤثر بر آنها تنها یک رابطه معکوس نیست؛ بلکه این رابطه می‌تواند با ناتقارنی نیز همراه باشد. در یک رابطه نامتقارن، نتایج تنها براساس شرایط فعلی پیش‌بینی نمی‌شود؛ بلکه با توجه به تغییراتی تعیین می‌گردد که در گذشته به این وضعیت منجر شده است (یورک و لایت^۱، ۲۰۱۷). بنابراین، در این راستا، ممکن است که اثر متقارن تولید بر مصرف انرژی توجیه‌پذیر نباشد.

از آنجا که تقاضا برای انرژی به شدت وابسته به کالاهای سرمایه‌ای و تجهیزات انرژی‌بر است؛ تصمیم‌گیری در مورد مصرف انرژی نسبت به سایر تصمیمات اقتصادی اندکی متفاوت است. در دوران رونق اقتصادی انتظار بر آن است که با افزایش تولید، مصرف انرژی افزایش یابد؛ اما در کنار آن، توسعه تجهیزات کارا تر در مصرف انرژی و یا افزایش سرمایه‌های موجود می‌تواند تا حدودی این رشد مصرف را کنترل کند. از سوی دیگر، در زمان رکود اقتصادی و کاهش تولید به این علت که سرمایه‌های جدید از بین نمی‌روند؛ حرکتی مشابه در جهت عکس اتفاق نمی‌افتد. در بسیاری از صنایع در زمان رونق، پیشرفت‌های چشم‌گیری در زمینه ایجاد

¹ York & Light

تکنولوژی‌های نوین و کارا تر برای بهره‌بردن از انرژی صورت می‌گیرد که در وضعیت کاهش تولید نیز بهره‌گیری از تکنولوژی‌ها و تجهیزات جدید ادامه می‌یابد. در واقع، در زمان رشد تولید، تکنولوژی نیز هم‌زمان رشد می‌یابد؛ اما، هنگام کاهش تولید، بنگاه‌ها به استفاده از تکنولوژی موجود محدود می‌شوند. در نتیجه، پاسخ تقاضا به تغییر در متغیرها به هنگام رونق و رکود اقتصادی می‌تواند با ناتقارنی همراه باشد (گاتلی و هانتینگتون، ۲۰۰۲^۱).

هم‌چنین، در زمان رونق، برخی از بخش‌های اقتصادی می‌توانند بیش‌تر از دیگر بخش‌ها توسعه یابند؛ در حالی که برخی دیگر، در زمان رکود اقتصادی بیش‌تر از سایر بخش‌ها کاهش را تجربه می‌کنند. این بخش‌ها ممکن است شدت مصرف انرژی متفاوتی داشته باشند. افزون بر این، حتی زمانی که درآمد در بسیاری از کشورهای در حال توسعه کاهش می‌یابد؛ روند توسعه شهرنشینی هم‌چنان ادامه پیدا می‌کند و این امر نیازمند تغییر الگوی مصرف انرژی از روش‌های سنتی به مدرن است (دارگی و گاتلی، ۲۰۱۰^۲).

رشد صنعتی و توسعه اقتصادی تا حد زیادی به مقدار و سطح استفاده کارآمد از حامل‌های انرژی وابسته است. ارتباط میان رشد اقتصادی و مصرف انرژی متأثر از عوامل متعددی است؛ برخی از مهم‌ترین عوامل عبارتند از: قیمت حامل‌های انرژی، وقایع اجتماعی مختلف مانند انقلاب، جنگ، تحریم‌های اقتصادی و شوک‌های نفتی. یکی از پارامترهای مؤثر در میزان تقاضا و مصرف انرژی، قیمت آن است. بنابراین، بررسی روند قیمت انواع حامل‌های انرژی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. قیمت‌گذاری صحیح انرژی علاوه بر تأثیر مستقیم بر مصرف بهینه آن، موجب صرفه‌جویی انرژی و به تبع آن پایین آمدن هزینه‌های زیست‌محیطی می‌شود. در ایران، پرداخت‌هایی که توسط مشترکان مصرف‌کننده انرژی صورت می‌گیرد، مبتنی بر هزینه تمام‌شده نیست؛ بلکه براساس تعرفه‌های تکلیفی است که در تدوین آن مسائل متعدد اقتصادی، اجتماعی و سیاسی مؤثر بوده است. تعرفه می‌تواند ابزاری کارآمد برای بهینه‌سازی مصرف انرژی باشد، اما اصلاح نشدن قیمت‌ها متناسب با افزایش هزینه تمام‌شده حامل‌های انرژی، موجب مصرف بی‌رویه می‌شود (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۵).

¹ Gately & Huntington

² Dargay & Gately

نقش رونق و رکود اقتصادی در مصرف انرژی بخش‌ها با تأکید بر انرژی برق و غیربرق ——— ۱۰۳

سینگ و واشیشثا^۱ (۲۰۲۰) اثرگذاری افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه بر مصرف انرژی سرانه در هندوستان طی بازه زمانی ۲۰۱۵-۱۹۷۰ را ارزیابی کردند. نتایج، اثر افزایش تولید بر مصرف انرژی در هند را تأیید کرده است.

کهولی^۲ (۲۰۱۹) رابطه میان افزایش تولید و مصرف انرژی را در ۳۴ کشور عضو سازمان همکاری اقتصادی و توسعه طی دوره زمانی ۲۰۱۵-۱۹۸۰ بررسی کرده است. نتایج نشان داد میان افزایش تولید و مصرف انرژی اثر متقابل وجود دارد و افزون بر این، نتایج تجربی، اثر افزایش تولید بر مصرف انرژی را نیز تأیید کردند.

دینسر، یوکسل، آدالی^۳ (۲۰۱۷) رابطه میان مصرف انرژی و رشد تولید ناخالص داخلی در ۲۲ کشور توسعه‌یافته را با استفاده از داده‌های تابلویی طی دوره زمانی ۲۰۱۴-۱۹۷۱ بررسی کردند. نتایج نشان می‌دهد رشد تولید بر مصرف انرژی در این کشورها مؤثر است و افزایش تولید یا به عبارتی دیگر رشد اقتصادی دلیل اصلی مصرف انرژی برای کشورهای توسعه‌یافته است؛ به طوری که کشورهای توسعه‌یافته گرایش بیش‌تری به مصرف انرژی در هنگام رشد اقتصادی خود دارند.

ایکگامی و وانگ^۴ (۲۰۱۶) اثر بلندمدت تولید ناخالص داخلی بر مصرف انرژی برق را در دو کشور آلمان و ژاپن با استفاده از داده‌های فصلی ۲۰۱۵-۱۹۹۶ و رهیافت خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی بررسی کردند. نتایج نشان داد در هر دو کشور، تولید ناخالص داخلی بر مصرف انرژی برق (تولید شده از سوخت‌های فسیلی) اثر مثبتی دارد.

اومای، حسنف و اوکار^۵ (۲۰۱۴) اثر نامتقارن رونق و رکود اقتصادی بر مصرف انرژی در کشورهای گروه G7 را با استفاده از الگوی تصحیح خطای برداری بررسی کردند. نتایج نشان داد رابطه میان تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی در طول دوره‌های رونق و رکود اقتصادی با هم متفاوت است؛ به طوری که در کوتاه‌مدت و در طول دوره رکود اقتصادی، تولید بر مصرف انرژی اثری ندارد؛ اما، در طول دوره رونق اقتصادی در هر دو بازه کوتاه و بلندمدت رشد تولید به افزایش مصرف انرژی منجر می‌شود.

¹ Singh & Vashishtha

² Kahouli

³ Dincer, Yüksel, & Adali

⁴ Ikegami & Wang

⁵ Omay, Hasanov & Ucar

عزیزی (۱۳۹۷) پویایی‌های نامتقارن تقاضای انرژی در ایران را با توجه به دوران رونق و رکود اقتصادی و با استفاده از یک الگوی آستانه‌ای تصحیح خطا طی بازه زمانی ۱۳۹۳-۱۳۵۷ بررسی کرده است. نتایج نشان داد تقاضای انرژی در ایران هم در زمان رونق و هم در زمان رکود اقتصادی کشش‌ناپذیر است؛ ولی در زمان رکود اقتصادی کشش‌های قیمتی و درآمدی و سرعت تعدیل پایین‌تر است. این درحالی است که در زمان رونق، انعطاف تقاضاکنندگان برای عکس‌العمل بیش‌تر است.

ورهرامی، مشرفی و لایق (۱۳۹۴) آثار نامتقارن قیمت گاز طبیعی بر میزان مصرف آن در بخش صنعت را با استفاده از مدل کویک برای سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۷۰ بررسی کردند. نتایج نشان داد آثار نامتقارن افزایش و کاهش قیمت واقعی گاز طبیعی بر میزان مصرف گاز طبیعی در دوره مورد بررسی وجود ندارد. هم‌چنین نتایج نشان می‌دهد اثر تغییرات درآمدی بر میزان مصرف انرژی در بخش صنعت در این بازه نامتقارن است.

به طور کلی، تحلیل مطالعات نشان می‌دهد، در عموم مطالعات انجام شده برای بررسی اثرگذاری تولید بر مصرف انرژی از الگوهای خطی استفاده شده است؛ در حالی که در این پژوهش برای تبیین نامتقارنی الگوی غیرخطی به کار گرفته می‌شود. هم‌چنین، برای بررسی اثرگذاری رونق و رکود اقتصادی بر مصرف انرژی، افزون بر آزمون این اثر در قالب کل انرژی، این اثر به تفکیک و در قالب انرژی برق و غیربرق نیز آزمون شده است. هم‌چنین برای تحلیل اثر قیمت انرژی بر مصرف انرژی، در این مقاله شاخص قیمت انرژی با استفاده از داده‌های موجود محاسبه شده است. در مطالعات پیشین به دلیل در دسترس نبودن قیمت انرژی، از شاخص قیمت مصرف‌کننده استفاده شده و از این دیدگاه، این مقاله نسبت به پژوهش‌های انجام شده از تمایز برخوردار است.

۳. روش پژوهش

هدف اصلی این مقاله تحلیل و بررسی اثر رونق و رکود اقتصادی بر مصرف انرژی در سطح کشور و در سطح بخش‌های خانگی، تجاری، عمومی و صنعت است. از این رو، در تصریح الگو سعی می‌شود اثر رونق (یعنی، افزایش‌ها در تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت) از اثر رکود (یعنی، کاهش‌ها در تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت) تفکیک شود.

در تصریح الگو از مطالعه شین، یو و گرینوود-نیمو^۱ (۲۰۱۴) استفاده می‌شود. در این پژوهش بحث عدم تقارن ضریب یک عامل اثرگذار بر متغیر وابسته در شرایط رونق و رکود مطرح شده است. آنها بر اساس مطالعه پسران، شین و اسمیت^۲ (۲۰۰۱) الگوی جدیدی را معرفی می‌کنند که الگوی خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی (NARDL) نام‌گذاری شده است. در ادامه این الگو در ۳ قالب (بر مبنای مصرف انرژی کل، غیربرق و برق) و ۵ سطح (کل اقتصاد و چهار بخش خانگی، تجاری، عمومی و صنعت) ارائه می‌شود.

- تصریح الگو

- قالب اول

هدف این قالب، سنجش اثر نامتقارن تولید بر مصرف انرژی کل در سطح کل اقتصاد و بخش‌هاست. مبنای الگوی خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی، رگرسیون نامتقارن در معادله (۱) است که در آن لگاریتم مصرف کل حامل‌های انرژی (TEC^j)، لگاریتم قیمت حقیقی کل حامل‌های انرژی ($RPTEC^j$)^۳ و لگاریتم تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۲۰۱۰ ($RGDP$)^۴ متغیرهای الگو هستند. متغیر $RGDP$ به شکل $RGDP = RGDP_0 +$ صورت رابطه (۲) است.

$$TEC_t^j = \theta^+ RGDP_t^+ + \theta^- RGDP_t^- + \sigma RPTEC_t^j + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\begin{cases} RGDP_t^+ = \sum_{j=1}^t (RGDP_j - RGDP_j^{Trend})^+ = \sum_{j=1}^t \text{Max}((RGDP_j - RGDP_j^{Trend}), 0) \\ RGDP_t^- = \sum_{j=1}^t (RGDP_j - RGDP_j^{Trend})^- = \sum_{j=1}^t \text{Min}((RGDP_j - RGDP_j^{Trend}), 0) \end{cases} \quad (2)$$

که در آن، $RGDP^{Trend}$ روند بلندمدت لگاریتم تولید ناخالص داخلی حقیقی است که با استفاده از فیلتر هودریک-پرسکات استخراج می‌شود. همچنین، Z بیانگر سطح کل اقتصاد و چهار بخش خانگی، تجاری، عمومی و صنعت است. بر اساس روابط (۱ و ۲)، الگوی نامتقارن

¹ Shin, Yu & Greenwood-Nimmo

² Pesaran, Shin & Smith

³ Total Energy Consumption

⁴ Real Price of Total Energy Consumption

⁵ Real Gross Domestic Product

$ARDL(p, q, r, s)$ به شکل رابطه (۳) طراحی می‌شود. در این رابطه ρ ضریب خودهم‌بستگی، θ ضریب نامتقارن وقفه‌های تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت و σ ضریب وقفه‌های قیمت حقیقی کل حامل‌های انرژی است.

$$TEC_t^j = \sum_{j=1}^p \rho_j TEC_{t-j}^j + \sum_{j=0}^q \theta_j^+ RGDP_{t-j}^+ + \sum_{j=0}^r \theta_j^- RGDP_{t-j}^- + \sum_{j=0}^s \sigma_j RPTEC_{t-j}^j + \varepsilon_t \quad (3)$$

در ادامه طبق مطالعه شین و دیگران (۲۰۱۴) رابطه (۳) به رابطه (۴) (که مبتنی بر الگوی تصحیح خطا و ضرایب بلندمدت است) تعمیم داده شده و در رابطه (۴) یک الگوی تصحیح خطا در وضعیت نامتقارن اثر $RGDP$ بر TEC^j تصریح شده است.

$$\Delta TEC_t^j = \rho TEC_{t-1}^j + \theta^+ RGDP_{t-1}^+ + \theta^- RGDP_{t-1}^- + \sigma RPTEC_{t-1}^j + \sum_{i=1}^{p-1} \rho_i \Delta TEC_{t-i}^j + \sum_{i=0}^{q-1} \theta_i^+ \Delta RGDP_{t-i}^+ + \sum_{i=0}^{r-1} \theta_i^- \Delta RGDP_{t-i}^- + \sum_{i=0}^{s-1} \sigma_i \Delta RPTEC_{t-i}^j + e_t \quad (4)$$

که در آن، عدم تقارن بلندمدت به معنای $\theta^+ \neq \theta^-$ و عدم تقارن کوتاه‌مدت به معنای $\theta_i^+ \neq \theta_i^-$ است. براساس الگوی (۴) می‌توان اثر نامتقارن تولید ناخالص داخلی را به قیمت ثابت بر مصرف کل انرژی در اقتصاد ایران در وضعیت کوتاه‌مدت و بلندمدت آزمون کرد. توضیح دیگر آنکه به دلیل در دسترس نبودن آمار مربوط به شاخص قیمت حقیقی انرژی کل در سطح زام ($RPTEC^j$)، ابتدا شاخص قیمت کل انرژی در زامین سطح به قیمت اسمی ($NPTEC^j$)^۱، با استفاده از داده‌های مربوط به قیمت اسمی و مصرف حامل‌های انرژی (نفت، گاز، نفت سفید، نفت کوره، بنزین، گاز طبیعی و برق) با فرمول (میانگین وزنی) زیر محاسبه شده است.

$$NPTEC^j = \sum_{i=1}^6 \left(\frac{EC_i^j}{TEC^j} * NPEC_i^j \right) \quad i = \text{گاز طبیعی، برق، بنزین، نفت کوره، نفت سفید، نفت گاز}$$

که در آن، $NPEC_i^j$ قیمت مصرف زامین حامل انرژی در زامین سطح به قیمت اسمی، TEC^j مصرف کل حامل‌های انرژی (مجموع مصرف نفت گاز، نفت سفید، نفت کوره، بنزین، برق و گاز طبیعی) در زامین سطح و EC_i^j مصرف زامین حامل انرژی در زامین سطح است. در رابطه مذکور وزن برابر با نسبت مصرف زامین حامل انرژی در زامین سطح به مجموع مصرف کل حامل‌های انرژی در زامین سطح $\left(\frac{EC_i^j}{TEC^j} \right)$ تعریف شده است. پس از محاسبه شاخص قیمت کل

^۱ Nominal Price of Total Energy Consumption

انرژی در λ امین سطح به قیمت اسمی براساس فرمول مذکور؛ با تقسیم آن بر شاخص قیمت مصرف‌کننده، شاخص قیمت حقیقی کل انرژی در λ امین سطح ($RPTEC^j$) با فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$RPTEC^j = \frac{NPTEC^j}{CPI} * 100 \quad j = \text{صنعت, عمومی, تجاری, خانگی, کل اقتصاد}$$

- قالب دوم

هدف قالب دوم، سنجش اثر نامتقارن تولید بر مصرف انرژی غیربرق در سطح کل اقتصاد و بخش‌هاست. طبق فرایند حصول به رابطه (۴) در قسمت قبل، با هدف بررسی اثر نامتقارن تولید ناخالص داخلی بر مصرف انرژی غیربرق در سطح کل اقتصاد و بخش‌ها در کوتاه‌مدت و بلندمدت رابطه (۵) به صورت زیر تصریح شده است.

$$\begin{aligned} \Delta NEEC_t^j &= \rho NEEC_{t-1}^j + \theta^+ RGDP_{t-1}^+ + \theta^- RGDP_{t-1}^- + \sigma RPNEEC_{t-1}^j + \\ &\sum_{i=1}^{p-1} \rho_i \Delta NEEC_{t-i}^j + \sum_{i=0}^{q-1} \theta_i^+ \Delta RGDP_{t-i}^+ + \sum_{i=0}^{r-1} \theta_i^- \Delta RGDP_{t-i}^- + \\ &\sum_{i=0}^{s-1} \sigma_i \Delta RPNEEC_{t-i}^j + e_t \end{aligned} \quad (5)$$

که در آن، $NEEC^j$ و $RPNEEC^j$ به ترتیب، لگاریتم مصرف و قیمت حقیقی انرژی غیربرق در سطح λ امین (کل اقتصاد و یا هریک از چهار بخش یاد شده) است. مشابه قالب اول و به دلیل در دسترس نبودن آمار مربوط به شاخص قیمت حقیقی انرژی غیربرق در سطح λ امین ($RPNEEC^j$)، ابتدا شاخص قیمت کل انرژی در λ امین سطح به قیمت اسمی ($NPNEEC^j$)^۳، با استفاده از داده‌های مربوط به قیمت اسمی و مصرف حامل‌های انرژی غیربرق (نفت گاز، نفت سفید، نفت کوره، بنزین، گاز طبیعی) با فرمول (میانگین وزنی) زیر محاسبه شده است.

$$NPNEEC^j = \sum_{i=1}^5 \left(\frac{NEEC_i^j}{\sum_{k=1}^5 NEEC_k^j} * NPNEEC_i^j \right) \quad i \text{ و } k = \text{گاز, نفت سفید, نفت کوره, بنزین, نفت طبیعی}$$

که در آن، $NPNEEC_i^j$ قیمت مصرف λ امین حامل انرژی غیربرق در λ امین سطح به قیمت اسمی، $\sum_{k=1}^5 NEEC_k^j$ مجموع مصرف حامل‌های انرژی غیربرق (مجموع مصرف نفت گاز، نفت سفید، نفت کوره، بنزین و گاز طبیعی) در λ امین سطح و $NEEC_i^j$ مصرف λ امین حامل انرژی غیربرق در λ امین سطح است. در رابطه یاد شده وزن برابر با نسبت مصرف λ امین حامل

¹ Non-electricity Energy Consumption

² Real Price of Non-electricity Energy Consumption

³ Nominal Price of Non-electricity Energy Consumption

انرژی غیربرق در ژامین سطح به مجموع مصرف حامل‌های انرژی غیربرق در ژامین سطح $(\frac{NEEC_i^j}{\sum_{k=1}^5 NEEC_k^j})$ تعریف شده است. پس از محاسبه شاخص قیمت انرژی غیربرق در ژامین سطح به قیمت اسمی براساس فرمول مذکور؛ با تقسیم آن بر شاخص قیمت مصرف‌کننده، شاخص قیمت حقیقی انرژی غیربرق در ژامین سطح $(RPNEEC^j)$ با فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$RPNEEC^j = \frac{NPNEEC^j}{CPI} * 100 \quad j = \text{صنعت، عمومی، تجاری، خانگی، کل اقتصاد}$$

- قالب سوم

هدف قالب سوم، سنجش اثر نامتقارن تولید بر مصرف انرژی برق در سطح کل اقتصاد و بخش‌هاست. به طور مشابه با قبل، با هدف بررسی اثر نامتقارن تولید ناخالص داخلی بر مصرف انرژی برق در سطح کل اقتصاد و بخش‌ها در کوتاه‌مدت و بلندمدت رابطه (۶) به صورت زیر تصریح شده است.

$$\Delta EEC_t^j = \rho EEC_{t-1}^j + \theta^+ RGDP_{t-1}^+ + \theta^- RGDP_{t-1}^- + \sigma RPEEC_{t-1}^j + \sum_{i=1}^{p-1} \rho_i \Delta EEC_{t-i}^j + \sum_{i=0}^{q-1} \theta_i^+ \Delta RGDP_{t-i}^+ + \sum_{i=0}^{r-1} \theta_i^- \Delta RGDP_{t-i}^- + \sum_{i=0}^{s-1} \sigma_i \Delta RPEEC_{t-i}^j + e_t \quad (6)$$

که در آن، EEC^j و $RPEEC^j$ به ترتیب، لگاریتم مصرف و قیمت حقیقی انرژی برق در سطح ژام هستند. شاخص قیمت حقیقی انرژی برق در سطح ژام $(RPEEC^j)$ نیز با تقسیم قیمت انرژی برق در ژامین سطح به قیمت اسمی $(NPEEC^j)$ بر شاخص قیمت مصرف‌کننده، با فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$RPEEC^j = \frac{NPEEC^j}{CPI} * 100 \quad j = \text{صنعت، عمومی، تجاری، خانگی، کل اقتصاد}$$

شایان توضیح است که در الگوها تمامی متغیرها در مقیاس لگاریتمی لحاظ شده‌اند. همچنین، داده اولیه متغیرهای مقاله در قالب کل اقتصاد طی دوره زمانی ۱۳۵۰-۱۳۹۶ و در قالب بخشی طی بازه زمانی ۱۳۶۷-۱۳۹۶ از درگاه اینترنتی بانک جهانی، ترازنامه انرژی، شرکت مادر تخصصی توانیر و همچنین، شرکت ملی پالایش و پخش فراورده‌های نفتی ایران استخراج و پردازش شده است. همچنین، در دسترس نبودن آمار مربوط به مصرف فراورده‌های

¹ Electricity Energy Consumption

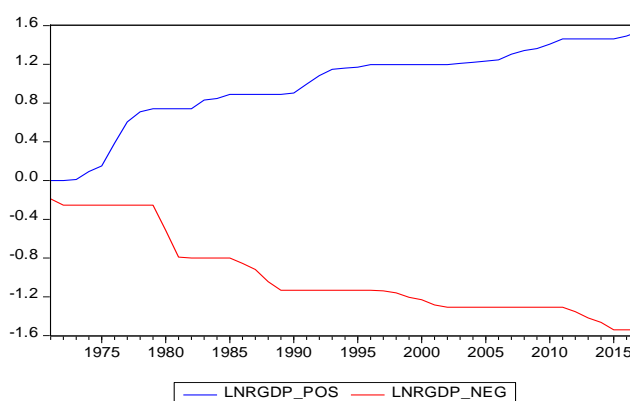
² Real Price of Electricity Energy Consumption

³ Nominal Price of Electricity Energy Consumption

نفتی در بخش‌های اقتصادی کشور طی بازه مورد بررسی مقاله (۱۳۵۰-۱۳۹۶) به کاهش سال‌های مورد بررسی مصرف و قیمت انرژی در قالب بخشی طی دوره زمانی ۱۳۶۷-۱۳۹۶ منجر شد.

۴. برآورد الگوی

در این بخش پس از بررسی وضعیت ایستایی متغیرها، الگوی پژوهش برآورد می‌شود. نتایج بررسی ایستایی متغیرها از آزمون ریشه واحد دیکی- فولر تعمیم یافته نشان می‌دهد که برخی متغیرها پایا و برخی ناپایا (با درجه انباشت یک) هستند. بدین نحو که متغیرها دارای درجه انباشت یکسانی نیستند. همچنین، برای تحلیل اثر نامتقارن از تولید بر مصرف انرژی، لگاریتم تولید ناخالص داخلی پس از حذف روند (براساس فیلتر هودریک- پرسکات) به دو سری $RGDP^+$ (رونق اقتصادی) و $RGDP^-$ (رکود اقتصادی) تجزیه شده است. این دو همانند معادله (۲) حاصل انباشت تغییرات مثبت و منفی تولید ناخالص داخلی هستند که طی یک فرایند شرطی محاسبه می‌شود. با توجه به اینکه تولید ناخالص داخلی به مقیاس لگاریتمی تبدیل شده بود؛ مقادیر تجزیه شده نیز لگاریتمی است. حاصل این تجزیه در نمودار (۱) نمایش داده شده است.



نمودار ۱. تجزیه سری زمانی تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت

منبع: یافته‌های پژوهش

- نتایج برآورد الگوها در کل اقتصاد و بخش‌ها بر مبنای مصرف کل انرژی

در برآورد رابطه (۴) برای ۵ سطح (کل اقتصاد و چهار بخش خانگی، تجاری، عمومی و صنعت) وقفه بهینه با توجه به کمینه آماره شوارتز-بیزین تعیین شده است؛ به نحوی که وقفه بهینه در ۵ سطح یاد شده به ترتیب برابر با ۱، ۱، ۱، ۲ و ۲ است. پس از تعیین وقفه بهینه، الگوی NARDL برآورد و نتایج در جدول (۱) ارائه شده است. طبق جدول (۱) ضرایب برآوردی در کوتاه‌مدت برای کل اقتصاد نشان می‌دهد که رونق و رکود اثری مستقیم بر مصرف انرژی کل دارد. با توجه به معناداری اثر رونق و رکود بر مصرف کل انرژی، استفاده از آزمون والد در تعیین برآیند اثر نشان می‌دهد که اندازه اثرگذاری رونق بر مصرف کل انرژی به میزان ۰/۵۶ بیش از اندازه اثرگذاری رکود است. بنابراین، در کوتاه‌مدت نامتقارنی در اثرگذاری تولید بر مصرف کل انرژی تأیید می‌شود. قیمت حقیقی انرژی کل اثری معکوس بر مصرف کل انرژی دارد. در نتایج بلندمدت مشابه کوتاه‌مدت است و رونق و رکود اثری مستقیم بر مصرف کل انرژی دارد؛ به طوری که یک درصد افزایش در تولید، میزان مصرف کل انرژی را به میزان ۲/۲۴ درصد افزایش و یک درصد کاهش در تولید، میزان مصرف کل انرژی را به میزان ۱/۲۹ درصد کاهش می‌دهد. آزمون والد در تعیین برآیند آثار تولید نشان می‌دهد که اندازه اثرگذاری رونق بر مصرف کل انرژی به میزان ۰/۹۵ بیش از اندازه اثرگذاری رکود است. بنابراین، در بلندمدت نیز نامتقارنی در اثرگذاری تولید بر مصرف کل انرژی تأیید می‌شود. همچنین، قیمت انرژی اثری معکوس (۰/۲۳-) بر میزان مصرف انرژی دارد.

ضرایب برآوردی برای بخش خانگی در بلندمدت (کوتاه‌مدت) نشان می‌دهد که رونق با ضریب ۶/۳۰ (۰/۶۲) و رکود با ضریب ۵/۲۳ (۰/۵۲) اثری مستقیم بر مصرف کل انرژی دارد. نتایج آزمون والد برای برآیند این اثر نشان می‌دهد که در بلندمدت (کوتاه‌مدت) در مجموع، تفاوت معناداری در اندازه اثرگذاری رونق و رکود وجود ندارد. در نتیجه، اثر تولید بر مصرف کل انرژی در بخش خانگی در بلندمدت و کوتاه‌مدت متقارن است. قیمت حقیقی کل انرژی تنها کوتاه‌مدت با اثری معکوس بر مصرف کل انرژی بخش خانگی همراه است و در بلندمدت، رفتار مصرفی خانوارها متأثر از قیمت حقیقی کل انرژی نیست. ضرایب برآوردی برای بخش تجاری در بلندمدت (کوتاه‌مدت) نشان می‌دهد که رونق با ضریب ۱/۰۸ (۰/۰۸)

اثری مستقیم بر مصرف کل انرژی دارد. این درحالی است که رکود اقتصادی اثری معنادار بر مصرف کل انرژی ندارد. بر این اساس، در بخش تجاری در بلندمدت (کوتاه‌مدت) اثر تولید بر مصرف کل انرژی نامتفاران است. اثر قیمت حقیقی کل انرژی در بخش تجاری در بلندمدت (کوتاه‌مدت) با اثری معکوس بر مصرف کل انرژی همراه است.

جدول ۱. نتایج برآورد اثر رونق و رکود بر مصرف کل انرژی^۱

		سطح کل اقتصاد	بخش			
			خانگی	تجاری	عمومی	صنعت
ARDL	$TEC_{(-1)}$	۰/۷۶***	۰/۴۴***	۰/۹۲***	۰/۴۴***	۰/۷۰***
	$TEC_{(-2)}$	-	۰/۴۵***	-	-	-
	$RGDP^+$	۰/۳۳	-۰/۸۱***	۰/۰۸*	-۱/۰۳	۲/۵۰**
	$RGDP^+_{(-1)}$	۰/۸۶***	۱/۴۸***	-	۳/۵۵*	-۴/۴۶***
	$RGDP^+_{(-2)}$	-	-	-	-	۳/۵۷***
	$RGDP^-$	۰/۳۰**	۰/۵۲***	۰/۹۲***	۴/۱۴*	۲/۱۳**
	$RGDP^-_{(-1)}$	-	-	-۰/۸۸***	-۸/۳۴**	-۲/۳۵**
	$RGDP^-_{(-2)}$	-	-	-	۴/۹۵**	-
	$RPTEC$	۰/۰۴	-۰/۰۳*	-۰/۰۴***	۰/۰۱	-۰/۰۹***
$RPTEC_{(-1)}$	-۰/۰۹**	-	-	-	-	
	λ	-۰/۲۳***	-۰/۱۰***	-۰/۰۷***	-۰/۵۶***	-۰/۳۰***
Long-run	L_{RGDP^+}	۲/۲۴***	۶/۳۰*	۱/۰۸*	۴/۵۱***	۵/۳۴***
	L_{RGDP^-}	۱/۲۹**	۵/۲۳**	۰/۵۶	۱/۳۳	-۰/۷۳
	L_{RPTEC}	-۰/۲۳*	-۰/۲۸	-۰/۵۲***	-۰/۰۲	-۰/۳۱**
ضریب تعیین		۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۲	۰/۹۹
ضریب تعیین تعدیل شده		۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۸۹	۰/۹۸
معیار اطلاعات شوارتز-بیزین		-۱/۴۳	-۲/۳۵	-۲/۹۲	۰/۲۸	-۱/۰۴

^۱ در جداول (۱) تا (۴) نخست آنکه، تمامی متغیرها در مقیاس لگاریتمی است. دوم، λ ضریب تصحیح خطا در الگوی هم‌انباشتگی بوده و Lx نماینده اثر بلندمدت متغیر x بر مصرف انرژی است. همچنین در تمام جداول *، ** و *** معناداری را به ترتیب، در سطح اطمینان ۹۰، ۹۵ و ۹۹ درصد نشان می‌دهد.

معیار اطلاعات آکایک	-۱/۷۵	-۲/۶۸	-۳/۲۰	-۰/۱۰	-۱/۴۲
مقدار آماره در آزمون کرانه‌ها	۷/۷۲***	۱۲/۸***	۲۱/۴***	۴/۱۲**	۵/۹۹***
آزمون والد					
برای کل اقتصاد	$wald_{RGDP^+,RGDP^-} = 3.07(0.088)[0.56]$				
برای بخش خانگی	$wald_{RGDP^+} = 10.9(0.003)[0.62]$ $wald_{RGDP^+,RGDP^-} = 0.49(0.492)[0.11]$				
برای بخش تجاری	$wald_{RGDP^-} = 0.46(0.505)[0.04]$				
برای بخش عمومی	$wald_{RGDP^-} = 1.86(0.188)[0.74]$				
برای بخش صنعت	$wald_{RGDP^+} = 22.1(0.000)[1.60]$ $wald_{RGDP^-} = 0.36(0.556)[-0.22]$				

منبع: یافته‌های پژوهش

ضرایب برآوردی برای بخش عمومی در بلندمدت (کوتاه‌مدت) نشان می‌دهد که رونق با ضریب ۴/۵۱ (۳/۵۵) اثری مستقیم بر مصرف کل انرژی دارد. این درحالی است که رکود در هر دو دوره با اثری معنادار همراه نیست. بر این اساس، در بلندمدت (کوتاه‌مدت) اثر تولید بر مصرف کل انرژی در بخش عمومی نامتقارن است. هم‌چنین، در بلندمدت و کوتاه‌مدت قیمت حقیقی کل انرژی بر مصرف کل انرژی اثر معناداری ندارد. ضرایب برآوردی برای بخش صنعت در بلندمدت (کوتاه‌مدت) نشان می‌دهد که رونق با ضریب ۵/۳۴ (۱/۶۰) مصرف کل انرژی را به طور مستقیم تحت تأثیر قرار می‌دهد. این درحالی است که رکود با اثری معنادار همراه نیست. بنابراین، در بلندمدت (کوتاه‌مدت) ناتقارنی در اثرگذاری تولید بر مصرف کل انرژی در بخش صنعت مشاهده می‌شود. هم‌چنین، در بلندمدت (کوتاه‌مدت) قیمت حقیقی کل انرژی با ضریب منفی ۰/۳۱ (۰/۰۹) اثری معکوس بر مصرف کل انرژی دارد.

در نهایت این که برای هر ۵ برآورد مانند سایر برآوردها در قسمت‌های بعدی، جهت حصول اطمینان از وجود رابطه بلندمدت، از آزمون کرانه‌ها استفاده شده است. مقدار آماره آزمون در برآوردها از مقدار آماره جدول در همه کرانه‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد بزرگ‌تر است؛ از این رو، امکان برقراری رابطه بلندمدت بین متغیرهای توضیحی با متغیر وابسته وجود دارد و نتایج گزارش شده در بلندمدت تأیید شده است.

نتایج برآورد الگوها در کل اقتصاد و بخش‌ها بر مبنای مصرف انرژی غیربرق

در برآورد رابطه (۵) برای ۵ سطح (کل اقتصاد و چهار بخش خانگی، تجاری، عمومی و صنعت) کمینه آماره شوارتز-بیزین نشان می‌دهد وقفه بهینه در پنج سطح یاد شده به ترتیب برابر با ۱، ۱، ۲، ۲ و ۲ است. پس از تعیین وقفه بهینه، الگوی NARDL برآورد و نتایج در جدول (۲) گزارش می‌شود.

طبق جدول (۲) ضرایب برآوردی برای کل اقتصاد نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت و بلندمدت، رونق و رکود اقتصادی اثری مستقیم بر مصرف انرژی غیربرق دارند. آزمون والد در تعیین برابری اثر نشان می‌دهد که در بلندمدت (کوتاه‌مدت) اندازه اثرگذاری رونق بر مصرف انرژی غیربرق به میزان $0/96$ ($0/22$) بیش از اندازه اثرگذاری رکود است. بنابراین، در بلندمدت (کوتاه‌مدت) نامتقارنی در اثرگذاری تولید بر مصرف انرژی غیربرق تأیید می‌شود؛ به طوری که در بلندمدت یک درصد افزایش در تولید، میزان مصرف انرژی غیربرق را به میزان $2/26$ درصد افزایش و یک درصد کاهش در تولید، میزان مصرف انرژی غیربرق را به میزان $1/30$ درصد کاهش می‌دهد. قیمت حقیقی انرژی غیربرق در بلندمدت (کوتاه‌مدت) اثری معکوس بر مصرف انرژی غیربرق دارد؛ به نحوی که در بلندمدت یک درصد افزایش (کاهش) در قیمت حقیقی انرژی غیربرق، میزان مصرف انرژی غیربرق را به میزان $0/23$ درصد کاهش (افزایش) می‌دهد.

ضرایب برآوردی در بلندمدت (کوتاه‌مدت) برای بخش خانگی نشان می‌دهد که رونق با ضریب $4/09$ ($0/47$) اثری مستقیم بر مصرف انرژی غیربرق دارد؛ ولی رکود با اثری معنادار همراه نیست. بر این اساس، اثر تولید بر مصرف انرژی غیربرق در بخش خانگی در بلندمدت (کوتاه‌مدت) نامتقارن است. قیمت حقیقی انرژی غیربرق در کوتاه‌مدت و بلندمدت اثر معناداری بر مصرف انرژی غیربرق در بخش خانگی ندارد. به عبارت دیگر، در بخش خانگی در هر دو دوره زمانی، رفتار مصرفی خانوارها متأثر از قیمت حقیقی انرژی غیربرق نیست.

ضرایب برآوردی در بلندمدت (کوتاه‌مدت) برای بخش تجاری نشان می‌دهد که رونق اثری با ضریب $2/36$ ($0/20$) اثر مستقیم بر مصرف انرژی غیربرق دارد. این درحالی است که رکود اثری معنادار بر مصرف انرژی غیربرق ندارد؛ از این رو نامتقارنی در اثرگذاری تولید بر مصرف انرژی غیربرق در بخش تجاری در بلندمدت (کوتاه‌مدت) نیز تأیید می‌شود.

هم‌چنین، در این بخش در کوتاه‌مدت و بلندمدت، اثر قیمت انرژی بر مصرف انرژی در بخش تجاری معکوس است و در بلندمدت مصرف انرژی غیربرق ربا ضریب منفی ۰/۵۴ تحت تأثیر قرار می‌دهد. ضرایب برآوردی در بلندمدت (کوتاه‌مدت) برای بخش عمومی نشان می‌دهد که رونق با ضریب ۲/۹۴ (۱/۷۸) اثری مستقیم بر مصرف انرژی غیربرق دارد. این درحالی است که رکود با اثری معناداری همراه نیست. بر این اساس، در بلندمدت و کوتاه‌مدت اثر تولید بر مصرف انرژی غیربرق نامتقارن است.

هم‌چنین، در هر دو دوره در این بخش، اثر قیمت حقیقی انرژی غیربرق معنادار نیست. ضرایب برآوردی در بلندمدت (کوتاه‌مدت) برای بخش صنعت نشان می‌دهد که رونق و رکود به‌ترتیب با ضرایب ۱/۳۶ (۱/۲۴) و ۱/۱۶ (۱/۰۶) به‌طور مستقیم مصرف انرژی غیربرق را تحت تأثیر قرار می‌دهد. انجام آزمون والد در برابری اثر نشان می‌دهد که اندازه اثرگذاری رونق تفاوت معناداری از رکود ندارد. بر این اساس در بلندمدت (کوتاه‌مدت)، ناتقارنی در اثرگذاری تولید بر مصرف انرژی غیربرق در بخش صنعت تأیید نمی‌شود. هم‌چنین، در بلندمدت و کوتاه‌مدت اثر قیمت حقیقی انرژی غیربرق در بخش صنعت، با اثری معکوس بر مصرف انرژی غیربرق همراه است؛ به طوری که با یک درصد افزایش (کاهش) در قیمت حقیقی انرژی غیربرق در بخش صنعت، میزان مصرف انرژی غیربرق به میزان ۰/۱۱ درصد کاهش (افزایش) می‌یابد.

جدول ۲. نتایج برآورد اثر رونق و رکود بر مصرف انرژی غیربرق

		سطح کل اقتصاد	بخش			
			خانگی	تجاری	عمومی	صنعت
ARDL	$NEEC_{(-1)}$	۰/۷۷***	۰/۸۸***	۰/۹۱***	۰/۴۰*	۰/۰۹**
	$RGDP^+$	-۰/۳۲*	۰/۴۷***	۱/۴۱***	۳/۱۸*	۱/۲۴***
	$RGDP^+_{(-1)}$	۰/۸۵***	-	-۲/۰۶***	-۶/۲۷*	-
	$RGDP^+_{(-2)}$	-	-	۰/۸۴**	۴/۸۷**	-
	$RGDP^-$	۰/۳۰***	۰/۱۸	۰/۰۴	۰/۷۵	۲/۹۴***
	$RGDP^-_{(-1)}$	-	-	-	-	-۴/۸۰***
	$RGDP^-_{(-2)}$	-	-	-	-	۲/۹۲***
	$RPNEEC$	۰/۰۴*	۰/۰۴*	-۰/۰۴***	۰/۱۴	-۰/۱۰***

	سطح کل اقتصاد	بخش				
		خانگی	تجاری	عمومی	صنعت	
	$RPNEEC_{(-1)}$	-۰/۰۹***	-۰/۰۷**	-	-	-
	λ	-۰/۲۳***	-۰/۱۲***	-۰/۰۸***	-۰/۶۰***	-۰/۴۱***
Long-run	L_{RGDP+}	۲/۲۶***	۴/۰۹**	۲/۳۶**	۲/۹۴*	۱/۳۶***
	L_{RGDP-}	۱/۳۰***	۱/۵۸	۰/۴۶	۱/۲۴	۱/۱۶***
	L_{RPNEEC}	-۰/۲۳*	-۰/۲۳	-۰/۵۴**	۰/۲۳	-۰/۱۱***
	ضریب تعیین	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۲	۰/۹۹
	ضریب تعیین تعدیل شده	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۸۹	۰/۹۹
	معیار اطلاعات شوارتز-بیزین	-۱/۴۴	-۱/۹۸	-۲/۹۱	۰/۳۴	-۱/۵۶
	معیار اطلاعات آکایک	-۱/۷۶	-۲/۲۶	-۳/۲۵	-۰/۰۴	-۱/۸۲
	مقدار آماره در آزمون کرانه‌ها	۷/۶۹***	۱۹/۲***	۱۸/۹***	۴/۳۱**	۷/۳۱***
آزمون والد						
	برای کل اقتصاد	$wald_{RGDP+} = 43.2(0.000)[0.53]$ $wald_{RGDP+,RGDP-} = 6.08(0.018)[0.22]$ $wald_{RPNEEC} = 2.16(0.149)[-0.05]$				
	برای بخش خانگی	$wald_{RPNEEC} = 1.47(0.237)[-0.03]$				
	برای بخش تجاری	$wald_{RGDP+} = 6.87(0.016)[0.20]$				
	برای بخش عمومی	$wald_{RGDP+} = 3.33(0.083)[1.78]$				
	برای بخش صنعت	$wald_{RGDP-} = 9.76(0.005)[1.06]$ $wald_{RGDP+,RGDP-} = 0.11(0.738)[0.18]$				

منبع: یافته‌های پژوهش

- نتایج برآورد الگوها در کل اقتصاد و بخش‌ها بر مبنای مصرف انرژی برق

در برآورد رابطه (۶) برای ۵ سطح (کل اقتصاد و چهار بخش خانگی، تجاری، عمومی و صنعت) کمینه آماره شوارتز-بیزین نشان می‌دهد وقفه بهینه در پنج سطح یاد شده به ترتیب برابر با ۲، ۱، ۱، ۱ و ۱ است.

پس از تعیین وقفه بهینه، الگوی NARDL برآورد و نتایج جدول (۳) گزارش شده است. طبق جدول (۳) ضرایب برآوردی در بلندمدت (کوتاه‌مدت) برای کل اقتصاد نشان می‌دهد که رونق با ضریب ۰/۷۴ (۰/۱۹) اثری مستقیم بر مصرف انرژی برق دارد. این درحالی است که رکود اثر معناداری ندارد. بر این اساس، در کوتاه‌مدت و بلندمدت ناتقارنی در اثرگذاری تولید

بر مصرف انرژی برق تأیید می‌شود. همچنین، قیمت حقیقی انرژی برق در دو دوره بر مصرف انرژی برق اثری معکوس دارد و در بلندمدت با ضریب $-0/14$ مصرف انرژی برق را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ضرایب برآوردی در بلندمدت (کوتاه‌مدت) برای بخش خانگی نشان می‌دهد که رونق با ضریب $1/86$ ($0/15$) اثری مستقیم بر مصرف انرژی برق خانگی دارد. این در حالی است که رکود اثری معنادار بر مصرف انرژی برق خانگی ندارد. بنابراین، در هر دو دوره ناتقارنی در اثرگذاری تولید بر مصرف انرژی برق در بخش خانگی تأیید می‌شود. همچنین، اگرچه قیمت حقیقی انرژی برق در کوتاه‌مدت در وقفه اول بر مصرف انرژی برق خانگی اثری معکوس دارد؛ ولی در بلندمدت با اثری معناداری همراه نیست.

ضرایب برآوردی در بلندمدت (کوتاه‌مدت) برای بخش تجاری نشان می‌دهد که با ورود اقتصاد به دوران رونق این افزایش در تولید با ضریب $2/09$ ($0/14$) بر مصرف انرژی برق، اثری مستقیم دارد. این درحالی است که رکود اثری معنادار ندارد. در نتیجه، ناتقارنی در میزان اثرگذاری تولید بر مصرف انرژی برق در بخش تجاری در بلندمدت و کوتاه‌مدت تأیید می‌شود.

همچنین، در کوتاه‌مدت و بلندمدت، قیمت حقیقی انرژی برق در بخش تجاری، بر میزان مصرف انرژی برق با اثری معکوس همراه است؛ به طوری که در بلندمدت با ضریب منفی $0/69$ بر مصرف انرژی برق مؤثر است. ضرایب برآوردی در بلندمدت (کوتاه‌مدت) برای بخش عمومی نشان می‌دهد که رونق با ضریب $1/23$ ($0/33$) اثری مستقیم بر مصرف انرژی برق دارد. این درحالی است رکود با اثری معنادار بر مصرف انرژی برق همراه نیست. بر این اساس، در هر دو دوره زمانی اثر تولید بر مصرف انرژی برق در بخش عمومی نامتقارن است.

همچنین، در بلندمدت و کوتاه‌مدت قیمت حقیقی انرژی برق با اثری معکوس بر میزان مصرف انرژی برق در بخش عمومی همراه است و اندازه اثر در بلندمدت برابر با ضریب $-1/08$ است. ضرایب برآوردی در بلندمدت (کوتاه‌مدت) برای بخش صنعت نشان می‌دهد که رونق با ضریب $4/84$ ($0/52$) اثری مستقیم بر مصرف انرژی برق در بخش صنعت دارد. این درحالی است که رکود تنها در کوتاه‌مدت با ضریب $0/19$ به‌طور مستقیم اثرگذار است. بدین ترتیب، در کوتاه‌مدت و بلندمدت ناتقارنی در میزان اثرگذاری تولید بر مصرف انرژی برق در بخش صنعت تأیید می‌شود. قیمت برق در کوتاه‌مدت و بلندمدت مصرف انرژی برق را در

نقش رونق و رکود اقتصادی در مصرف انرژی بخش‌ها با تأکید بر انرژی برق و غیربرق ————— ۱۱۷

بخش صنعت به‌طور معکوس تحت تأثیر قرار می‌دهد و اندازه اثر در بلندمدت برابر با ضریب ۱/۱۹- است.

جدول ۳. نتایج برآورد اثر رونق و رکود بر مصرف انرژی برق

		سطح کل اقتصاد	بخش			
			خانگی	تجاری	عمومی	صنعت
ARDL	$EEC_{(-1)}$	۰/۷۵***	۰/۹۱***	۰/۹۳***	۰/۷۳***	۰/۹۴***
	$RGDP^+$	-۰/۱۳***	۰/۱۵*	۰/۱۴***	۰/۳۳***	-۰/۲۵
	$RGDP^+_{(-1)}$	۰/۳۶***	-	-	-	۰/۵۲***
	$RGDP^-$	۰/۰۲	۰/۱۹***	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۱۹*
	$RGDP^-_{(-1)}$	-	-۰/۲۴***	-	-	-
	$RPEEC$	-۰/۰۰۳	-۰/۰۵	-۰/۰۴***	-۰/۲۹*	۰/۰۲
	$RPEEC_{(-1)}$	-۰/۰۱	-۰/۱۰**	-	-	-۰/۰۹**
	$RPEEC_{(-2)}$	-۰/۰۵***	-	-	-	-
	λ	-۰/۲۵***	-۰/۰۸***	-۰/۰۷***	-۰/۲۷***	-۰/۱۷***
Long-run	L_{RGDP^+}	۰/۷۴***	۱/۸۶***	۲/۰۹***	۱/۲۳***	۴/۸۴*
	L_{RGDP^-}	۰/۰۸	-۰/۶۱	۰/۵۳	۰/۲۵	۳/۳۵
	L_{RPEEC}	-۰/۱۴**	-۰/۵۵	-۰/۶۹***	-۱/۰۸**	-۱/۱۹*
ضریب تعیین		۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۹۹
ضریب تعیین تعدیل شده		۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۹۹
معیار اطلاعات شوارتز-بیزین		-۴/۰۱	-۳/۰۶	-۱/۷۱	-۰/۷۴	-۲/۰۸
معیار اطلاعات آکایک		-۴/۳۷	-۳/۳۴	-۱/۸۷	-۰/۹۴	-۲/۳۶
مقدار آماره در آزمون کرانه‌ها		۲۰/۹***	۴۴/۱***	۹/۷۲***	۶/۶۴***	۱۸/۶***
آزمون والد						
برای کل اقتصاد		$wald_{RGDP^+} = 66.7(0.002)[0.19]$				
برای بخش خانگی		$wald_{RGDP^-} = 0.59(0.446)[-0.05]$				
برای بخش صنعت		$wald_{RGDP^+,RGDP^-} = 3.58(0.066)[0.33]$				

منبع: یافته‌های پژوهش

- آزمون‌های تشخیصی

با توجه به جدول (۴) نتایج آزمون‌های خودهم‌بستگی، ناهم‌سانی واریانس و نرمالیتی جملات پسماند حاکی از پذیرش فرضیه صفر مبنی بر نبودن خودهم‌بستگی، همسانی واریانس و نرمالیتی جملات در تمامی برآوردهاست.

جدول ۴. نتایج آزمون‌های تشخیصی در برآوردها

نوع مصرف انرژی (متغیر وابسته)	سطح برآورد (j)	ناهم‌سانی واریانس		خودهم‌بستگی سریالی		نرمالیتی	
		آماره آزمون	سطح احتمال	آماره آزمون	سطح احتمال	آماره آزمون	سطح احتمال
مصرف کل انرژی	کل اقتصاد	۱/۰۸	۰/۲۹۸	۰/۹۰	۰/۶۳۸	۰/۶۴	۰/۷۲۵
	خانگی	۰/۱۲	۰/۷۲۸	۲/۱۵	۰/۳۴۱	۱/۱۸	۰/۵۵۵
	تجاری	۰/۰۰	۰/۹۸۸	۱/۴۸	۰/۲۲۴	۱/۹۲	۰/۳۸۳
	عمومی	۲/۲۹	۰/۱۳۰	۱/۴۰	۰/۲۳۶	۱/۱۹	۰/۵۵۱
	صنعت	۳/۹۵	۰/۷۸۵	۲/۷۹	۰/۲۴۸	۰/۲۸۳	۰/۸۶۸
مصرف انرژی غیربرق	کل اقتصاد	۱/۲۶	۰/۲۶۲	۰/۹۵	۰/۶۲۱	۰/۶۴	۰/۷۲۶
	خانگی	۳/۴۲	۰/۶۳۵	۲/۱۵	۰/۳۴۲	۱/۴۴	۰/۴۸۷
	تجاری	۰/۲۳	۰/۶۲۹	۰/۱۹	۰/۶۶۷	۰/۶۶	۰/۷۱۸
	عمومی	۰/۵۶	۰/۴۵۶	۱/۶۲	۰/۲۰۳	۱/۲۸	۰/۵۲۷
	صنعت	۰/۴۲	۰/۵۱۷	۱/۳۹	۰/۷۰۷	۰/۳۵	۰/۸۳۹
مصرف انرژی برق	کل اقتصاد	۰/۹۲	۰/۳۳۸	۰/۱۷	۰/۹۱۹	۱/۲۵	۰/۵۳۶
	خانگی	۱/۹۷	۰/۱۶۰	۰/۸۸	۰/۶۴۵	۱/۱۲	۰/۵۷۲
	تجاری	۰/۱۱	۰/۷۳۹	۰/۰۱	۰/۹۹۶	۰/۶۳	۰/۷۲۹
	عمومی	۰/۰۱	۰/۹۱۸	۰/۸۲	۰/۳۶۴	۰/۵۲	۰/۷۷۱
	صنعت	۰/۶۶	۰/۴۱۸	۴/۱۸	۰/۱۲۳	۱/۷۹	۰/۴۰۸

منبع: یافته‌های پژوهش

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مقاله اثر رونق و رکود اقتصادی و قیمت انرژی بر مصرف انرژی در ایران با تأکید بر مصرف انرژی برق و غیربرق و رهیافت نامتقارن بررسی شد. پس از رهیافت خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی و از داده‌های سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۵۰ در قالب کل اقتصاد و در قالب بخشی طی بازه زمانی ۱۳۹۶-۱۳۶۷ برای تبیین و تشریح نامتقارنی استفاده و بر مبنای آن الگوی مقاله در سه قالب (مصرف کل انرژی، مصرف انرژی غیربرق و مصرف انرژی برق) تصریح و هر قالب در پنج سطح (سطح کل اقتصاد و چهار بخش خانگی، تجاری، عمومی و صنعت) برآورد شد. نتایج در بلندمدت بر مبنای سه قالب یاد شده به شرح جدول (۵) است.

جدول ۵. خلاصه نتایج برآوردها در بلندمدت (کشش مصرف انرژی به متغیرها)

نوع مصرف انرژی	سطح برآورد (j)	رونق (افزایش‌ها در تولید)	رکود (کاهش‌ها در تولید)	شاخص قیمت حقیقی انرژی
مصرف کل انرژی (قالب اول)	کل اقتصاد	۲/۲۴***	۱/۲۹**	-۰/۲۳*
	بخش خانگی	۶/۳۰*	۵/۲۳**	-۰/۲۸
	بخش تجاری	۱/۰۸*	۰/۵۶	-۰/۵۲***
	بخش عمومی	۴/۵۱***	۱/۳۳	-۰/۰۲
مصرف انرژی غیربرق (قالب دوم)	بخش صنعت	۵/۳۴***	-۰/۷۳	-۰/۳۱**
	کل اقتصاد	۲/۲۶***	۱/۳۰***	-۰/۲۲*
	بخش خانگی	۴/۰۹**	۱/۵۸	-۰/۲۳
	بخش تجاری	۲/۳۶**	۰/۴۶	-۰/۵۴**
مصرف انرژی برق (قالب دوم)	بخش عمومی	۲/۹۴*	۱/۲۴	۰/۲۳
	بخش صنعت	۱/۳۶***	۱/۱۶***	-۰/۱۱***
	کل اقتصاد	۰/۷۴***	۰/۰۸	-۰/۱۴**
	بخش خانگی	۱/۸۶***	-۰/۶۱	-۰/۵۵
مصرف انرژی برق (قالب دوم)	بخش تجاری	۲/۰۹***	۰/۵۳	-۰/۶۹***
	بخش عمومی	۱/۲۳***	۰/۲۵	-۱/۰۸**
	بخش صنعت	۴/۸۴*	۳/۳۵	-۱/۱۹*
	بخش خانگی	۱/۸۶***	-۰/۶۱	-۰/۵۵

منبع: یافته‌های پژوهش

- قالب اول (بر مبنای مصرف کل انرژی)

در سطح کل اقتصاد و در سطح بخش‌های تجاری، عمومی و صنعت تولید اثری نامتقارن و در سطح خانگی تولید اثری متقارن بر مصرف کل انرژی دارد؛ به نحوی که در سطح کل اقتصاد و بخش خانگی، رونق و رکود اقتصادی اثری معنادار و البته مستقیم بر مصرف کل انرژی دارد و در سطح کل اقتصاد، اندازه اثرگذاری رونق اقتصادی بر مصرف کل انرژی از منظر آماری تقریباً دو برابر میزان اثرگذاری رکود اقتصادی است. این درحالی است که مصرف کل انرژی در سه بخش تجاری، عمومی و صنعت تنها تحت تأثیر افزایش‌ها در تولید است. از این رو، در این بخش‌ها تنها رونق اقتصادی (به‌طور مستقیم) بر مصرف کل انرژی مؤثر بوده و رکود اقتصادی با اثری معنادار همراه نیست.

در سطح کل اقتصاد و بخش‌های تجاری و صنعت جهت اثرگذاری قیمت حقیقی کل انرژی بر مصرف کل انرژی معکوس است؛ ولی این عامل مهم در بخش‌های خانگی و عمومی از منظر آماری با اثر معناداری همراه نیست. این نتیجه حاکی از آن است که در بلندمدت رفتار مصرفی عواملان اقتصادی در بخش‌های خانگی و عمومی متأثر از قیمت حقیقی کل انرژی نیست.

- قالب دوم (بر مبنای مصرف انرژی غیربرق)

در سطح کل اقتصاد و در سطح بخش‌های خانگی، تجاری و عمومی تولید اثری نامتقارن و در سطح صنعت تولید اثری متقارن بر مصرف انرژی غیربرق دارد؛ به نحوی که در سطح کل اقتصاد و بخش صنعت، رونق و رکود اقتصادی اثری معنادار و البته مستقیم بر مصرف انرژی غیربرق دارد و در سطح کل اقتصاد، اندازه اثرگذاری رونق اقتصادی بر مصرف انرژی غیربرق از منظر آماری تقریباً بیش از یک و نیم برابر میزان اثرگذاری رکود اقتصادی است. این درحالی است که مصرف کل انرژی در سه بخش خانگی، تجاری و عمومی فقط تحت تأثیر افزایش در تولید است. از این رو، در این بخش‌ها تنها رونق اقتصادی (به‌طور مستقیم) بر مصرف کل انرژی مؤثر بوده و رکود اقتصادی با اثری معنادار همراه نیست.

در سطح کل اقتصاد و بخش‌های تجاری و صنعت جهت اثرگذاری قیمت حقیقی انرژی غیربرق بر مصرف انرژی غیربرق معکوس است؛ ولی این عامل مهم در بخش‌های خانگی و

عمومی از منظر آماری با اثر معناداری همراه نیست. این نتیجه حاکی از آن است که در بلندمدت رفتار مصرفی عاملان اقتصادی در بخش‌های خانگی و عمومی متأثر از قیمت حقیقی انرژی غیربرق نیست.

– قالب سوم (برمبنای مصرف انرژی برق)

در سطح کل اقتصاد و در هر چهار بخش خانگی، تجاری، عمومی و صنعت تولید اثری نامتقارن بر مصرف انرژی برق دارد. به نحوی که در هر ۵ سطح مصرف انرژی برق تنها تحت تأثیر افزایش در تولید است. از این رو، تنها رونق اقتصادی (به طور مستقیم) بر مصرف انرژی برق مؤثر بوده و رکود اقتصادی با اثری معنادار همراه نیست.

در سطح کل اقتصاد و بخش‌های تجاری، عمومی و صنعت جهت اثرگذاری قیمت حقیقی انرژی برق بر مصرف انرژی برق معکوس است؛ ولی این عامل مهم در بخش خانگی از منظر آماری با اثر معناداری همراه نیست. این نتیجه حاکی از آن است که در بلندمدت رفتار مصرفی خانوارها در بخش‌های خانگی متأثر از قیمت حقیقی انرژی برق نیست.

نتایج کلی در سه قالب

رونق اقتصادی در هر ۱۵ برآورد با اثری مستقیم بر مصرف انرژی همراه است؛ به نحوی که از منظر اندازه در اغلب موارد کشش مصرف انرژی نسبت به رونق اقتصادی بزرگ‌تر از واحد است و با یک درصد افزایش در تولید، مصرف انرژی به میزانی بیش از یک درصد افزایش می‌یابد. بر این اساس، می‌توان اظهار داشت که هنگام افزایش در تولید ناخالص داخلی تلاش برای تولید بیش‌تر منجر به بهره‌گیری گسترده‌تر و فشرده‌تر از منابع انرژی در کشور می‌شود و مواد خام و انرژی بیش‌تری به مصرف می‌رسد. با این حال، رکود اقتصادی تنها در ۴ برآورد از ۱۵ برآورد با اثری معنادار (و البته مستقیم) همراه است که البته از حیث اندازه اثر، کم‌تر از اندازه اثر رونق اقتصادی بر مصرف انرژی است. در پاسخ به این امر می‌توان این‌گونه بیان کرد که وابستگی شدید ساختار اقتصادی ایران به مصرف انرژی به دلیل ارزان بودن و در دسترس بودن آن به عنوان جایگزینی برای عامل کمیاب سرمایه، منجر شده که با بروز رکود اقتصادی کاهش محسوسی در میزان مصرف انرژی مشاهده نشود.

قیمت حقیقی انرژی در ۱۰ برآورد از ۱۵ برآورد با اثری معنادار (و البته معکوس) بر مصرف انرژی همراه است. در عمده موارد در سطح کل اقتصاد و سه بخش عمومی، تجاری و صنعت قیمت انرژی بر مصرف انرژی اثرگذار است. این درحالی است که در هیچ‌یک از سه قالب برای بخش خانگی، قیمت انرژی اثر معناداری بر مصرف انرژی ندارد. دوم، در غالب موارد (۱۰ از برآورد) که قیمت حقیقی انرژی با اثری معکوس همراه است؛ از حیث اندازه، چندان اثرگذار نیست؛ به نحوی که کاهش قیمتی مصرف انرژی یا صفر بوده و یا کم‌تر از یک است. دلیل این امر را شاید بتوان در ارزان بودن (پایین بودن سطح قیمت) و به نوعی واقعی نبودن قیمت حامل‌های انرژی در کشور دانست که در نتیجه آن، تغییرات قیمت تأثیر چشم‌گیری بر مصرف انرژی ندارد.

با توجه به نتایج و به دنبال افزایش میزان مصرف انرژی در کشور، پیشنهاد می‌شود به افزایش بهره‌وری انرژی به عنوان ابزاری کلیدی برای کاهش مصرف انرژی در کشور توجه شود. هم‌چنین، استفاده از تکنولوژی‌های نو و پیشرفته می‌تواند به کاهش میزان مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی منجر شود. اگرچه به نظر می‌رسد نادیده گرفتن افزایش بهره‌وری انرژی و عدم استفاده از تکنولوژی‌های نو در کشور به دلیل هزینه‌بر بودن آن باشد؛ ولی در بیش‌تر موارد هزینه صرف شده در این امر با کاهش در میزان هزینه‌های مصرف انرژی در مدت زمان کوتاهی قابل جبران است. از آنجا که در ایران حساسیت مصرف انرژی نسبت به تغییرات قیمتی پایین است؛ در نتیجه، به کارگیری سیاست افزایش قیمت حامل‌های انرژی برای کاهش مصرف انرژی، به تنهایی کارآمد نیست و در این راستا، باید از سیاست‌هایی مانند افزایش فرهنگ مصرف و افزایش آگاهی عمومی و تشویق به استفاده از لوازم کم‌مصرف انرژی نیز استفاده کرد.

منابع

- آرمن، سید عزیز، زارع، روح الله (۱۳۸۸). مصرف انرژی در بخش‌های مختلف و ارتباط آن با رشد اقتصادی در ایران: تحلیل علیت براساس روش تودا و یاماموتو، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۶(۲۱): ۶۷-۹۲.
- شکیبایی، علیرضا، احمدلو، مجید (۱۳۹۰). بررسی رابطه بین حامل‌های انرژی و رشد زیربخش‌های اقتصادی در ایران (۱۳۸۶-۱۳۴۶): رهیافت تصحیح خطای برداری، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۸(۳۰): ۱۸۱-۲۰۳.
- عزیزی، زهرا (۱۳۹۷). پویایی‌های نامتقارن تقاضای انرژی در ایران با توجه به دوران رونق و رکود اقتصادی، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۷(۲۸): ۱۰۵-۱۳۲.
- ورهرامی، ویدا، مشرفی، رسام و لایق، جابر (۱۳۹۴). ارزیابی تقارن یا عدم تقارن واکنش مصرف گاز طبیعی به تغییرات قیمت و درآمد در بخش صنعت ایران، فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، ۴(۱۶): ۱۳۵-۱۵۵.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2009). Energy consumption and economic growth in Central America: Evidence from a panel cointegration and error correction model. *Energy Economics*, 31(2): 211-216.
- 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.
- Dargay, J. M., & Gately, D. (2010). World oil demand's shift toward faster growing and less price-responsive products and regions. *Energy Policy*, 38(10): 6261-6277.
- Dincer, H., Yüksel, S., & Adali, Z. (2017). Identifying causality relationship between energy consumption and economic growth in developed countries. *International Business and Accounting Research Journal*, 1(2): 71-81.
- Gately, D., & Huntington, H. G. (2002). The asymmetric effects of changes in price and income on energy and oil demand. *The Energy Journal*, 23(1): 19-55.
- Ikegami, M., & Wang, Z. (2016). The long-run causal relationship between electricity consumption and real GDP: Evidence from Japan and Germany. *Journal of Policy Modeling*, 38(5): 767-784.
- Kahouli, B. (2019). Does static and dynamic relationship between economic growth and energy consumption exist in OECD countries?. *Energy Reports*, 5: 104-116.
- Omay, T., Hasanov, M., & Ucar, N. (2014). Energy consumption and economic growth: Evidence from nonlinear panel cointegration and causality tests. Publishing House "SINERGIA PRESS", 34(2): 36-55.

- Pesaran M. H., Shin Y., & Smith R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3): 289-326.
- Shin Y., Yu B. & Greenwood-Nimmo M. (2014). Modelling asymmetric cointegration and dynamic multipliers in a nonlinear ARDL framework, in: Sickles R., Horrace W. (eds) *Festschrift in Honor of Peter Schmidt*, Springer New York, Chapter 9: 281-314.
- Singh, K., & Vashishtha, S. (2020). Does any relationship between energy consumption and economic growth exist in India? A var model analysis. *OPEC Energy Review*, 44(3): 334-347.
- York, R., & Light, R. (2017). Directional asymmetry in sociological analyses. *Socius: Sociological Research for a Dynamic World*, 3: 1-13.