فصلنامه علمی- پژوهشی مطالعات اقتصادیِ کاربردی ایران
سال ششم، شماره‌ی ۲۱، بهار ۱۳۹۶
صفحات: ۱۴۹-۱۷۲
DOI: 10.22084/aes.2017.1801

برآورد و تحلیل اثرات بازگشتی مستقیم ناشی از بهبود کارایی مصرف سوخت در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای ایران*

سهراب دل‌انگیزان[1*]
آزاد خانزادی[2]
مریم حیدریان[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۱۴

چکیده

بهبود کارایی مصرف سوخت یکی از مهم‌ترین سیاست‌های مؤثر بر کنترل مصرف سوخت است و در کنار خود مسئله‌ای به نام اثرات بازگشتی را به همراه دارد. اثرات بازگشتی حالتی است که طی آن کاهش انتظاری در مصرف سوخت (به دنبال بهبود کارایی و کاهش قیمت مؤثر آن) به علت قانون تقاضا خنثی می‌شود. این مطالعه به صورت تجربی و کمی برآورد اثرات بازگشتی مستقیم در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای ایران با استفاده از اطلاعات استان‌های کشور از ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۳ را هدف قرار داده است. ابزار برآورد استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته و مدل مورد استفاده بهره‌گیری از محاسبه کشش قیمتی تقاضای سوخت در نظر گرفته شده است. نتایج نشان می‌دهد که اثرات بازگشتی مستقیم ناشی از بهبود کارایی مصرف بنزین و نفت‌گاز به ترتیب، ۶ و ۲ درصد بوده است. به عبارتی ۶ و ۲ درصد از صرفه‌جویی‌های بالقوه، دوباره مصرف شده و ۹۴ و ۹۸ درصد مابقی ذخیره شده است. این نتیجه بر کم کشش بودن تقاضای سوخت نسبت به قیمت و لزوم توجه به سیاست‌های غیرقیمتی در کنار سیاست‌های قیمتی دلالت دارد.

کلیدواژه‌ها: اثرات بازگشتی مستقیم، بهبود کارایی مصرف سوخت، حمل‌ونقل جاده‌ای، استان‌های ایران.

طبقه‌بندی JEL: C51, C23, Q41, R41.

۱. دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه رازی (*نویسنده مسئول) **Email:** sohrabdelangizan@gmail.com
۲. استادیار گروه اقتصاد دانشگاه رازی **Email:** azadkhanzadi@gmail.com
۳. کارشناس‌ارشد اقتصاد انرژی دانشگاه رازی **Email:** maryamheidarian.1368@yahoo.com

* مقاله حاضر براساس پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده سوم تهیه شده‌است.

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

بخش حمل‌ونقل با ارائه‌ی خدمات متعدد از جمله جابجایی مواد اولیه و انرژی، انتقال کالای نیمه‌ساخته و نهایی به بازارهای مصرف و جابه‌جایی مسافر و بار، نقش مهمی در اقتصاد ایفا می‌کند. روش‌های مختلف حمل‌ونقل در هر کشوری با توجه به شرایط جغرافیایی و برنامه‌ریزی اقتصادی به گونه متفاوتی، توسعه یافته است؛ اما بدون تردید، بخش حمل‌ونقل جاده‌ای در همه‌ی کشورها روند روبه رشد بالایی داشته و سهم آن در اقتصاد افزایش یافته است (فطرس و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۴).

نکته مهم بخش حمل‌ونقل تقاضای انرژی است. تقاضای انرژی در این بخش، اصطلاحاً تقاضای مشتقه[1] نامیده می‌شود که به دلیل تقاضا برای حمل‌ونقل می‌باشد. بخش بزرگی از این تقاضای انرژی را فرآورده‌های نفتی برآورده می‌کنند و از این‌رو این بخش وابستگی بسیار زیادی به نفت دارد (مزرعتی، ۱۳۸۷: ۴۸). با تأمل در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران (و جهان) به‌وضوح مشاهده می‌شود که بخش حمل‌ونقل جاده‌ای عمده‌ترین مصرف‌کننده فرآورده‌های نفتی به ویژه بنزین و نفت‌گاز است. با وجود تلاش‌های صورت‌گرفته در راستای جایگزینی بنزین با سایر فرآورده‌های مهم نفتی مثل CNG، همچنان سهم بنزین و نفت‌گاز در مصارف سوخت بخش حمل‌ونقل بالاست و انتظار بر این است که سهم این دو فرآورده مهم نفتی در آینده نیز بالا باقی بماند[2]. از این‌رو ضروری است تا راهکارهایی جدی برای ارتقای کارایی مصـرف این دو فرآورده نفتی در رشته فعالیت‌های مختلف (به‌خصوص حمل‌ونقل جاده‌ای) به قصد کنترل مصرف آن‌ها اندیشیده شود. هم‌چنین با توجه به ارتباط مستقیمی که بین مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها وجود دارد، انتظار می‌رود با بهبود تکنولوژی، انتشار آلاینده‌ها کاهش یابد (خوشکلام، ۱۳۹۳: ۱۳۳؛ اسماعیل‌نیا و اختیاری‌نیکجه، ۱۳۹۱: ۱۸۶).

از آنجایی که افزایش کارایی سوخت، یکی از جنبه‌های بهبود تکنولوژی می‌باشد، لذا همواره اعتقاد بر این بوده است که بهبود کارایی سوخت، تأثیر یک‌به‌یک بر کاهش مصرف دارد، اما مطالعات نشان می‌دهد که این اعتقاد درست نیست، بلکه بهبود کارایی سوخت سبب می‌شود که متوسط هزینه‌ی پرداختی برای سوخت به ازای پیمایش مشخص، کاهش یابد. این در جای خود ممکن است مصرف‌کنندگان را به مصرف بیش‌تر سوخت از طریق پیمایش بیش‌تر خودرو تشویق کند؛ به عبارت دیگر، می‌تواند منجر به افزایش میزان مصرف سوخت شود (اسماعیل‌نیا و اختیاری‌نیکجه، ۱۳۹۱: ۱۸۷).

بحث مربوط به بهبود کارایی مصرف بنزین و نفت‌گاز با دغدغه‌ای به نام اثرات بازگشتی[3] یا اثرات معکوس[4] همراه است، این اثرات زمانی رخ می‌دهد که بهبود کارایی مصرف انرژی، تقاضا را برای انرژی

---

1. Derived Demand

۲. طبق آمار منتشره در سال ۱۳۹۱ (ترازنامه انرژی ۱۳۹۱)، بالغ بر ۹۹ درصد بنزین و ۵۶ درصد نفت‌گاز مصرفی ایران در بخش حمل‌ونقل بوده‌است. این ارقام در سال ۱۳۸۳ به‌ترتیب برابر با ۹۹/۱۲ و ۵۷/۷۸ درصد بوده‌است که بیانگر آن است که روند مصرف بنزین و نفت‌گاز در بخش حمل‌ونقل طی دوره ۱۳۹۱-۱۳۸۳ تغییر چندانی نداشته‌است.

3. Rebound Effect
4. Backfire Effect

Archive of SID

www.SID.ir

(مستقیم و غیرمستقیم) در بخش‌های مختلف تولیدی و مصرفی افزایش دهد. اثر بازگشتی، معمولاً در رابطه با برخی اشکال مصرف انرژی، همچون استفاده از سوخت یا برق تعریف‌شده و ناشی از عکس‌العمل و رفتاری است که نسبت به بهبود کارایی انرژی انجام می‌گیرد. این اثر هنگامی رخ می‌دهد که بهبود تکنولوژی، منجر به افزایش کارایی انرژی برخی تجهیزات شود. این افزایش کارایی یک اثر جانبی دارد و آن ارزان‌تر شدن خدمات انرژی است، یعنی قیمت واقعی خدمات انرژی کاهش می‌یابد و همان خدمت حاصل از مصرف انرژی را اکنون می‌توان با صرف پول کم‌تری به دست آورد. با فرض نزولی بودن منحنی تقاضا برای خدمت (با توجه به رابطه‌ی معکوس بین تقاضا و قیمت)، مقدار تقاضای خدمت افزایش می‌یابد و بخشی از انرژی که انتظار می‌رفت ذخیره شود، به مصرف می‌رسد؛ بنابراین، ذخیره‌ی انرژی پیش‌بینی‌شده‌ی ناشی از بهبود تکنولوژی (توانایی بالقوه‌ی ذخیره‌ی انرژی که توسط مهندس فنی پیش‌بینی می‌شود)، از طریق افزایش تقاضای خدمات انرژی تا حدودی کاهش می‌یابد (گرینینگ و همکاران[1]، ۲۰۰۰: ۳۹۲). اهمیت بالقوه‌ی بررسی اثرات بازگشتی در سطح کلان از آنجا نشأت می‌گیرد که وجود این اثر تا حدودی منافع حاصل از بهبود کارایی را کاهش داده و چه‌بسا اثربخشی چنین سیاست‌هایی را تحت شعاع قرار دهد.

در این مطالعه اثرات بازگشتی مستقیم ناشی از بهبود کارایی مصرف سوخت در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای ایران، با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته و با بهره‌گیری از داده‌های استانی محاسبه می‌شود. ساختار مقاله جهت نیل به اهداف آن به این ترتیب است که در بخش دوم به تبیین ادبیات مربوط به اثرات بازگشتی و مروری کوتاه به برخی مطالعات پیشین مرتبط با موضوع پژوهش پرداخته، در بخش سوم مبانی نظری مدل ارائه و در بخش چهارم چارچوب روش گشتاورهای تعمیم‌یافته و متغیرها و مدل‌های مورد بررسی در این مطالعه معرفی خواهد شد. در بخش پنجم نتایج و یافته‌های اجرای مدل آورده و در پایان نیز نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی تبیین خواهد شد.

۲. مبانی نظری و پیشینه‌ها

۲-۱. تعریف و ماهیت اثرات بازگشتی

اثرات بازگشتی را می‌توان به عنوان درصدی از ذخیره‌ی بالقوه‌ی انرژی ناشی از بهبود کارایی انرژی تعریف کرد که منعکس‌کننده‌ی اختلاف میان صرفه‌جویی بالقوه و بالفعل در مصرف انرژی است. نظریات اقتصادی متعددی وجود اثرات بازگشتی را تأیید کرده‌اند ولی در مورد میزان عددی این اثر همچون سایر مشاهدات تجربی در اقتصاد، اختلاف نظرهای بسیاری وجود دارد. طبق مطالعات انجام شده، می‌توان اندازه‌ی اثرات بازگشتی را به صورت زیر بیان کرد:

1. Greening and *et al.*

Archive of SID

www.SID.ir

$$R = 1 - \frac{AES}{PES} \quad (۱)$$

به‌طوری‌که AES[1]، مقدار ذخایر واقعی انرژی و PES[2]، مقدار ذخایر بالقوه‌ی انرژی را نشان می‌دهد. معمولاً اندازه‌ی اثرات بازگشتی به صورت درصد بیان می‌گردد. بر طبق رابطه‌ی (۱) چهار احتمال در مورد اندازه‌ی اثرات بازگشتی وجود دارد:

۱. اگر R=0 باشد، آن‌گاه AES=PES می‌باشد. در این صورت تمامی ذخایر بالقوه‌ی انرژی حفظ می‌شود.
۲. اگر R<0 آن‌گاه AES>PES می‌باشد. این حالت به مفهوم وجود تأثیر مثبت و فزاینده‌ی سیاست‌های اتخاذ شده بر بهبود کارایی انرژی و کاهش مصرف می‌باشد. مقدار ذخیره شده واقعی انرژی، مثبت و بیش‌تر از مقدار ذخیره شده مورد انتظار و بالقوه‌ی انرژی ناشی از اعمال سیاست و یا تغییر تکنولوژی است که در دنیای واقعی این حالت به‌ندرت اتفاق می‌افتد یا ممکن است اتفاق نیفتد.
۳. اگر 1>R>0 باشد آن‌گاه AES<PES است. اندازه‌ی اثرات بازگشتی، مثبت و مقدار ذخایر واقعی انرژی، کم‌تر از مقدار ذخایر بالقوه‌ی انرژی می‌باشد؛ یعنی تنها بخشی از هدف مورد انتظار، محقق شده است. به‌عبارت دیگر در این حالت، کاهش نهایی در تقاضای انرژی (به دنبال بهبود کارایی مصرف انرژی) کمتر از میزان کاهش انتظاری اولیه بوده و حالت رایج در نتایج مطالعات است و احتمال این‌که این مورد در دنیای واقعی رخ دهد، زیاد است.
۴. اگر R>1 آن‌گاه AES<0 است. این امر دلالت بر این دارد که ذخایر واقعی انرژی منفی می‌باشد. در این حالت تمام ذخایر بالقوه‌ی انرژی از دست می‌رود و افزایش کارایی نه‌تنها سبب کاهش مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها نمی‌شود، بلکه آن‌ها را نیز افزایش می‌دهد. در این حالت سیاست افزایش کارایی نتیجه‌ی عکس می‌دهد و سبب دور شدن از هدف می‌شود. این حالت از اثر بازگشتی عموماً به اثر معکوس یا پارادوکس جونز[3] یاد می‌شود (هرناندز و پیفار[4]، ۲۰۰۹: ۱۱۷).

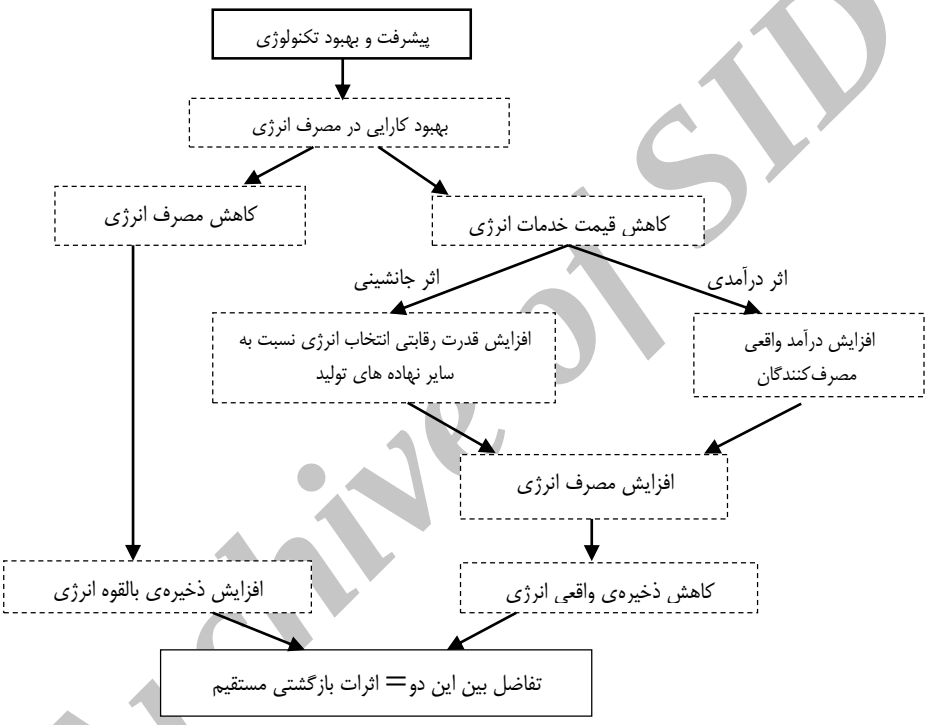
تحلیل اثرات بازگشتی بسیار پیچیده و چالش‌انگیز است، چراکه این اثرات به‌گونه‌ای اغلب روابط حاکم بر اقتصاد، شامل عکس‌العمل‌های ساده تقاضا نسبت به تغییرات قیمت و درآمد و جنبه‌های پویای فرایند تعدیل را تحت تأثیر قرار می‌دهد. وجود اثرات بازگشتی باعث کاهش یافتن عواید حاصل از بهبود کارایی انرژی می‌شود. این ادعا که بهبود کارایی انرژی منجر به کاهش مصرف ملی انرژی

1. Actual Energy Savings
2. Potential Energy Saving
3. Jevons paradox
4. Hernandez and Pifarre

Archive of SID

www.SID.ir

می‌شود، برای اولین بار توسط بروکس[1] (۱۹۷۸) و خازوم[2] (۱۹۸۰) مطرح شده است. بهبود کارایی انرژی، هزینه‌ی نهایی انرژی را کاهش داده و منجر به افزایش تقاضا می‌شود. ازاین‌رو کاهش در تقاضای انرژی، کم‌تر از میزان مورد انتظار خواهد بود. بروکس، معتقد است بهبود کارایی انرژی منجر به رشد اقتصادی می‌شود که به‌نوبه‌ی خود افزایش در تقاضای انرژی را نتیجه می‌دهد. نمودار (۱) روابط بین عناصر ایجاد کننده اثرات بازگشتی را به صورت مبانی نظری سطح‌بندی شده شفاف‌سازی و ارائه نموده است.



نمودار ۱: چارچوب مفهومی از روند اثرات بازگشتی مستقیم

منبع: یافته‌های پژوهش

۲-۲. مروری بر مطالعات تجربی انجام‌شده

اولین مطالعه تجربی در حوزه اثرات بازگشتی در سال ۱۹۸۰ توسط خازوم انجام شد. مطالعه‌ی خازوم در مورد نتایج برنامه‌های ذخیـره انرژی در مناطق مسکونی آمریکا بود که در آن اثر بازگشت به میزان ۶۰-۷۰ درصد برآورد شد. سپس این ایده به‌طور گسترده توسط محققان انرژی مورد بررسی قرار گرفت.

1. Brookes
2. Khazzoom

Archive of SID

www.SID.ir

برخی معتقد بودند که بزرگی اثرات بازگشتی به قدری ناچیز است که می‌توان با اطمینان از آن صرف‌نظر کرد. برخی دیگر عقیده داشتند که بهبود تکنولوژی نه تنها نمی‌تواند منجر به کاهش مصرف انرژی شود، بلکه آن را افزایش می‌دهد (بروکس، ۱۹۹۰: ۲۰۱).

ویتون[1] (۱۹۸۲)، از داده‌های مقطعی ۲۵ کشور OECD[2] برای سال ۱۹۷۲ (پیش از اولین بحران نفتی) استفاده و سه معادله را با استفاده از روش OLS[3] برآورد کرد. فرم تبعی به کار گرفته‌شده در معادلات، لگاریتمی مضاعف می‌باشد. در برآورد وی کشش مسافت پیموده شده نسبت به کارآیی سوخت، برابر با ۰/۰۶- است، یعنی میزان اثرات بازگشتی ۶ درصد می‌باشد.

بلیر[4] و همکاران (۱۹۸۴) از داده‌های سری زمانی ماهانه فلوریدا در طول دوره‌ی ۱۹۷۶-۱۹۴۸ استفاده کرده‌اند. به دلیل شوک نفتی ۱۹۷۳، همانند بسیاری از مطالعاتی که در دهه‌های ۱۹۷۰ و اوایل ۱۹۸۰ انجام گرفته، داده‌های واقعی موجود در این تحقیق از جمله داده‌های موجود در زمینه‌ی قیمت‌های واقعی سوخت، با نوساناتی روبه‌رو بوده است. آنها به‌دلیل کمبود داده موفق به برآورد میزان اثرات بازگشتی نشده‌اند، اما فقط برای سال ۱۹۷۰ میزان اثرات بازگشتی را ۴۰-۲۵ درصد تخمین زده‌اند.

سورل[5] و همکارانش (۲۰۰۹)، در مطالعه‌ای برای برآورد اثر بازگشتی مستقیم، به ارائه یک نمای کلی از مسائل نظری و روش‌شناختی مربوط به اثرات بازگشتی پرداختند. مدل مورد بررسی در این مطالعه بر اساس داده‌های ترکیبی و روش‌های اقتصادسنجی در بخش خدمات انرژی خانگی و در کشورهای OECD می‌باشد. اثر بازگشتی در این مطالعه به صورت کشش قیمتی و کمتر از ۳۰ درصد برآورد شده است.

وانگ[6] و همکاران (۲۰۱۲)، در مطالعه‌ای به برآورد اثر بازگشتی مستقیم برای حمل‌ونقل مسافربری هنگ‌کنگ با استفاده از سیستم معادلات همزمان و معادلات به‌ظاهر نامرتبط پرداختند. نتایج حاصل از تخمین نشان داد که اندازه اثر بازگشتی در طی سال‌های ۱۹۹۳-۲۰۰۲ و ۲۰۰۲-۲۰۰۹ به ترتیب ۴۵ و ۳۵ درصد برآورد بوده و این نشان‌دهنده یک روند کاهشی در اثرات بازگشتی مستقیم برای حمل‌ونقل مسافربری هنگ‌کنگ است.

جاشوا لین[7] (۲۰۱۳)، در مطالعه‌ای تحت عنوان "اثرات بازگشتی برای وسایل نقلیه‌ی مسافربری" به بررسی اثرات بازگشتی در آمریکا پرداخته و برای این منظور از ۳ فرض اساسی استفاده کردند: ۱. سوخت خودروها با ویژگی‌های وسایل نقلیه همبستگی ندارد. ۲. سوخت خودروها با ویژگی‌های مخصوص هر خانوار همبستگی ندارد. ۳. اثر قیمت بنزین در میزان مسافت طی شده هر خودرو با اثر

1. Wheaton
2. Organization for Economic Co-operation and Development
3. Ordinary Least Squares
4. Blair
5. Sorrell
6. Wang
7. Joshua Linn

Archive of SID

www.SID.ir

سوخت رابطه‌ی معکوسی دارد. با اعمال این فرضیات اثر بازگشتی به اندازه‌ی ۰/۲–۰/۴ درصد برآورد شد.

زانگ و همکاران[1] (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای به بررسی و برآورد اثرات بازگشتی مستقیم انرژی برای حمل‌ونقل جاده‌ای با استفاده از رگرسیون چندک پانل دیتا و برای ۳۰ استان چین در دوره‌ی زمانی ۲۰۱۲–۲۰۰۳ پرداخته‌اند. نتایج تجربی این مطالعه نشان می‌دهد که اثرات بازگشتی مستقیم در کوتاه و بلندمدت به ترتیب ۲۵/۵۳ و ۲۶/۵۶ درصد می‌باشد. به‌علاوه این اثرات برای حمل‌ونقل جاده‌ای در چین شرقی و مرکزی با افزایش پیمایش خودروها تمایل به کاهش، افزایش و سپس کاهش دارد، در عوض در چین غربی کاهش و سپس افزایش داشته است.

برخی از مطالعات به بررسی تأثیرات بهبود کارآیی بر اقتصاد در چارچوب مدل‌های تعادل عمومی محاسبه‌پذیر[2] (CGE) پرداخته‌اند. سمبوجا[3] (۱۹۹۴) و هانلی[4] (۲۰۰۶) اثرات بازگشتی را با استفاده از یک مدل CGE به صورت سیستمی برآورد کرده‌اند. آنها در مقالات خود در هر دو سناریو اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارآیی در استفاده از انرژی در بخش‌های تولیدی و بهبود کارآیی در استفاده از انرژی در بخش مصارف نهایی، بیش از ۱۰۰ درصد تخمین زده‌اند. همچنین در سال‌های اخیر نیز، مطالعاتی همچون؛ لی و لین[5] (۲۰۱۵)، وانگ[6] و همکاران (۲۰۱۶) صورت گرفته که به بررسی و محاسبه اثرات بازگشتی از طریق مدل‌های تعادل عمومی پرداخته‌اند.

در داخل کشور تعداد اندکی مطالعه وجود دارد که به بحث بهبود کارآیی انرژی و اثرات بازگشتی ناشی از آن پرداخته‌اند.

منظور و همکاران (۱۳۸۹)، در مطالعه‌ای به بررسی اثرات بازگشتی مربوط به انرژی الکتریسیته با استفاده از الگوی تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پرداختند. بر اساس نتایج این مطالعه بهبود کارآیی در مصارف برق به‌طور متوسط ۱۴/۲ درصد اثرات بازگشتی به همراه دارد. میزان این اثر در بخش‌های مختلف نیز تفاوت زیادی با یکدیگر دارد. در این میان بخش نفت‌وگاز با بالاترین میزان اثرات بازگشتی مواجه شده است.

شرزه‌ای و ابراهیم‌زادگان (۱۳۹۰)، به برآورد اثر بازگشت افزایش کارآیی انرژی در ارتباط با مصرف خانوارها و انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران و با استفاده از شبیه‌سازی افزایش کارآیی انرژی و تابع تقاضای تقریباً ایده‌آل پرداختند. اثر بازگشتی نیز تقریباً ۹۸ درصد برآورد شده است که بیانگر کاهش بسیار جزئی مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسیدکربن به دنبال افزایش کارآیی انرژی است.

1. Zhang and *et al.*
2. Computable General Equilibrium
3. Semboja
4. Hanley
5. Li & Lin
6. Wang

Archive of SID

www.SID.ir

اسماعیل‌نیا و اختیاری‌نیکجه (۱۳۹۱) نیز به بررسی میزان اثرات بازگشتی بهبود راندمان خودروها بر مصرف سوخت از طریق برآورد کشش قیمتی پرداخته‌اند که برای این منظور از تابعی به فرم تبعی لگاریتمی مضاعف برای سال‌های ۱۳۵۵–۱۳۸۸ استفاده کرده‌اند. نتایج برآورد نشان می‌دهد که اثرات بازگشتی بلندمدت بهبود راندمان خودروها در ایران حدود ۹ درصد ارزیابی شده است.

خوشکلام خسروشاهی (۱۳۹۳)، به بررسی اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارآیی مصرف بنزین و گازوئیل در ایران با تأکید بر بخش حمل‌ونقل با رویکرد مدل تعادل عمومی قابل‌محاسبه پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد، به دنبال بهبود ۱۰ درصدی در کارآیی مصرف بنزین و گازوئیل، اثرات بازگشتی در رشته فعالیت‌های مختلف وجود خواهد داشت. به طوری که در مورد بنزین و گازوئیل در رشته فعالیت حمل‌ونقل جاده‌ای به ترتیب ۲۷/۴۵ و ۲۵/۲۱ درصد بیشترین اثرات بازگشتی حاصل می‌آید.

خوشکلام خسروشاهی در مطالعه‌ی دیگری در سال ۱۳۹۴ به بررسی اثرات بازگشتی مربوط به بخش‌های اقتصادی و خانوارها در نتیجه ارتقاء کارایی مصرف گازوئیل با همان مدل تعادل عمومی پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد که تحت سه سناریو، ارتقاء کارایی مصرف گازوئیل، باعث ایجاد اثرات بازگشتی در بخش‌های مختلف و خانوارها می‌شود.

مرور مطالعات تجربی انجام شده در حوزه اثرات بازگشتی نشان می‌دهد که این اثر با توجه به زمان و مکان و اثر متغیرهای متفاوت محیطی می‌تواند بزرگ یا کوچک باشد، اما به هر حال وجود این اثر شناسایی شده و به اثبات رسیده است. همچنین مطالعات نشان می‌دهند اثرات بازگشتی مقادیر قابل‌توجهی را شامل می‌گردند که گاه می‌توانند حتی کل اثر سیاست بهبود تکنولوژی را در خصوص کاهش مصرف سوخت جبران نمایند.

علاوه بر این، تنوع محاسبه و استخراج اعداد متفاوت در این حوزه قابلیت اعتماد به این طیف را کاهش می‌دهد. یکی از راه‌های علمی برای ایجاد ظرفیت کالیبره کردن این اثر توسط سیاست‌گذاران این است که دامنه انتشار مطالعات تجربی در این حوزه گسترش یافته و روش‌های مختلفی برای محاسبه این اثر بکار گرفته و نتایج منتشر شوند. لذا در مطالعه حاضر تلاش شده است میزان اثرات بازگشتی با توجه به کشش قیمتی تقاضا و سایر متغیرهای اثرگذار بر تقاضای سوخت در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای استان‌های ایران محاسبه شود. از سوی دیگر، برتری این مطالعه نسبت به سایر مطالعات، استفاده از تخمین‌زننده‌ی گشتاورهای تعمیم‌یافته به دلیل کارایی بالای این تخمین‌زن در بررسی پویایی تغییرات، رفع اریبی و خودهمبستگی سریالی بین متغیرها نسبت به سایر تخمین‌زن‌ها می‌باشد.

۳. مبانی نظری مدل

به‌طور کلی اثر بازگشتی مستقیم، به وسیله‌ی کشش تقاضا برای انرژی یا کار مفید تخمین زده می‌شود. با این حال، به دلیل محدودیت داده‌ها یا به دلیل نوسان محدود در متغیر مستقل (کارایی انرژی) که منجر به واریانس بالای پارامترهای تخمین می‌شود، تعداد نسبتاً کمی از مطالعات انجام شده، روش

Archive of SID

www.SID.ir

محاسبه اثر بازگشتی از کانال کشش‌ها را دنبال کرده‌اند. در این قسمت به بیان اثرات بازگشتی مستقیم از طریق کشش‌های نام برده شده پرداخته می‌شود:

۳-۱. اثرات بازگشتی به عنوان کشش قیمتی تقاضا برای کارایی انرژی

کارایی انرژی (ε) در یک سیستم به‌صورت $\varepsilon = \frac{S}{E}$ تعریف می‌شود به طوری که E نهاده انرژی موردنیاز برای یک واحد محصول از کار مفید (S) است. هزینه انرژی کار مفید $(\mathrm{P_S})$ به صورت $P_S = \frac{P_E}{\varepsilon}$ تعریف می‌شود که $\mathrm{P_E}$ قیمت انرژی است. وضعیتی را در نظر بگیرید که کارایی انرژی در یک سیستم بهبود یابد $(\Delta\varepsilon > 0)$، دراین‌صورت هزینه انرژی در هر واحد کار مفید کاهش می‌یابد $(\Delta \mathrm{P_S} < 0)$ و ازاین‌رو کل هزینه‌ها نیز کاهش خواهد یافت. در این حال مصرف‌کنندگان کار مفید بیشتری را تقاضا می‌کنند $(\Delta \mathrm{S} > 0)$. کار مفید بیشتر، تقاضای انرژی بیشتری را نیز می‌طلبد. لذا در ابتدا می‌توان گفت که تغییر در کارایی انرژی منجر به تغییر در تقاضای کارمفید خواهد شد که توسط کشش کارایی تقاضا برای کار مفید اندازه‌گیری می‌شود $(\eta_\varepsilon(\mathrm{S}) = \frac{\partial \mathrm{S}}{\partial \varepsilon}\frac{\varepsilon}{\mathrm{S}})$؛ و تغییر در کارایی انرژی، منجر به تغییر در میزان تقاضای انرژی نیز خواهد شد؛ که توسط کشش کارایی تقاضا برای انرژی اندازه‌گیری می‌شود $(\eta_\varepsilon(\mathrm{E}) = \frac{\partial \mathrm{E}}{\partial \varepsilon}\frac{\varepsilon}{\mathrm{E}})$.

با جایگزینی $\mathrm{E} = \frac{\mathrm{S}}{\varepsilon}$ در رابطه‌ی فوق بجای $\eta_\varepsilon(\mathrm{E})$ و با مشتق‌گیری جزئی می‌توان تعریف (۱) را ارائه کرد:

تعریف (۱): $\eta_\varepsilon(\mathrm{E}) = \eta_\varepsilon(\mathrm{S}) - 1$

کشش کارایی تقاضا برای کار مفید $\eta_\varepsilon(\mathrm{S})$ معمولاً به‌صورت یک اندازه‌ی مستقیم از اثرات بازگشتی به‌دست می‌آید (برخوت[1] و همکاران، ۲۰۰۰: ۴۲۷). صرفه‌جویی واقعی در مصرف انرژی تنها زمانی با صرفه‌جویی پیش‌بینی‌شده از محاسبات برابر است که این کشش مساوی صفر باشد$(\eta_\varepsilon(\mathrm{S}) = 0)$. تحت این شرایط، کشش کارایی تقاضا برای انرژی $\eta_\varepsilon(\mathrm{E})$ مساوی با (۱-) است. اثر بازگشتی مثبت دلالت بر این دارد که $\eta_\varepsilon(\mathrm{S}) > 0$ و $|\eta_\varepsilon(\mathrm{E})| < 1$. برای مثال اثر بازگشتی مثبت برای مسافرت با خودرو به این معناست که بهبود در کارایی سوخت وسایل نقلیه، تقاضا برای میزان پیمایش وسایل نقلیه را افزایش خواهد داد. درنتیجه صرفه‌جویی در مصرف انرژی کمتر از مقدار پیش‌بینی‌شده‌ی محاسبات است، در این صورت، اگر تقاضا برای خدمات انرژی نسبتاً کم‌کشش باشد $(0 < \eta_\varepsilon(\mathrm{S}) < 1)$ بهبود در کارایی انرژی، تقاضای انرژی را کاهش می‌دهد $(-1 < \eta_\varepsilon(\mathrm{S}) < 0)$. اما اگر تقاضا برای خدمات انرژی باکشش باشد $\eta_\varepsilon(\mathrm{S}) > 1$، آن‌گاه بهبود در کارایی انرژی، مصرف

1. Berkhout

Archive of SID

www.SID.ir

انرژی را افزایش خواهد داد. این دو نتیجه‌گیری تا حدی خلاف نتیجه‌ی به‌اصطلاح "اثرات معکوس" در ادبیات نظری می‌باشد (ساندرز[1]، ۱۹۹۲: ۱۳۳).

۳-۲. اثرات بازگشتی به عنوان کشش قیمتی تقاضا برای کار مفید

ازآنجایی‌که $P_S = \frac{P_E}{\varepsilon}$، کارایی انرژی ($\varepsilon$) زمانی افزایش (کاهش) می‌یابد که قیمت انرژی P_E ثابت باشد. همین اثر برای هزینه انرژی کار مفید P_S صدق می‌کند، یعنی زمانی‌که کارایی انرژی ثابت است، قیمت‌های انرژی کاهش (افزایش) می‌یابند. با فرض ثابت بودن سایر شرایط فوق، هزینه‌ی کل تحت تأثیر قرارگرفته و ازاین‌رو تقاضا برای کار مفید (S) متقارن می‌شود. اگر سایر نهاده‌ها ثابت بمانند، می‌توان بیان کرد، تقاضا برای کار مفید منحصراً به‌عنوان تابعی از قیمت‌های انرژی و کارایی انرژی برقرار است: $S = s(\frac{P_E}{\varepsilon})$ تقاضا برای انرژی هم به‌صورت $E = s(\frac{P_E}{\varepsilon})/\varepsilon$ می‌باشد. با فرض اینکه قیمت‌های انرژی برون‌زا هستند (یعنی P_E به ε بستگی ندارد)، تعریف (۲) به‌دست می‌آید:

تعریف (۲): $\eta_\varepsilon(E) = -\eta_{P_S}(S) - 1$

ازاین‌رو، منفی کشش هزینه‌ی انرژی برای کار مفید $\eta_{P_S}(S)$ به‌عنوان یک پروکسی برای کشش کارایی کار مفید $\eta_\varepsilon(S)$ استفاده می‌شود که به‌نوبه‌ی خود یک تعریف اولیه از اثرات بازگشتی است. در اکثر تخمین‌های تجربی از اثرات بازگشتی این تعریف نسبت به تعریف (۱) در اولویت قرار دارد. برای بسیاری از خدمات انرژی، داده‌های موجود تنها باعث تغییرات کوچکی در متغیر مستقل در تعریف (۱) می‌شود، درحالی‌که در همان زمان به قیمت‌های انرژی برای کنترل نیاز است. در مقابل، این داده‌ها موجب تغییرات بزرگ‌تری در متغیرهای مستقل برای تعریف (۲) می‌شوند.

۳-۳. اثرات بازگشتی به عنوان کشش قیمتی تقاضا برای انرژی

تعریف (۲) میانگینی از تخمین اندازه‌ی بالقوه اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی در مصرف انرژی است که حتی در شرایطی به دست می‌آید که داده‌های موجود، تغییرات ناچیز یا هیچ تغییراتی در کارایی انرژی ایجاد نمی‌کنند. مطالعات تجربی بر اساس تعریف (۲) به اندازه‌گیری‌های دقیق از هردو تقاضا برای کار مفید (S) و هزینه‌ی انرژی در هر واحد کار مفید (P_S) بستگی دارند. البته این به‌نوبه‌ی خود به قیمت کالای انرژی و کارایی انرژی در هر سیستم بستگی دارد؛ اما با توجه به نوع تعریف آن، اندازه‌گیری کار مفید برای بسیاری از خدمات انرژی می‌تواند مشکل‌ساز باشد.

فرض کنید $E = S(P_S)/\varepsilon$ و $P_S = P_E/\varepsilon$ باشد، آنگاه داریم:

$$\eta_{P_S}(S) = \frac{\partial S}{\partial P_S}\frac{P_S}{S} = -\frac{\partial(\varepsilon E)}{\partial(P_E/\varepsilon)}\frac{P_E/\varepsilon}{\varepsilon E} \qquad (۲)$$

1. Saunders

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به اینکه کارایی انرژی برون‌زا است، رابطه‌ی بالا به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$\eta_{P_S}(S) = \frac{\partial E}{\partial P_E}\frac{P_E}{E} = \eta_{P_E}(E) \qquad (۳)$$

لذا می‌توان تعریف دیگری از اثرات بازگشتی را بر اساس کشش خود قیمتی تقاضای انرژی مطرح کرد:

تعریف (۳):

$$\eta_{\varepsilon}(E) = -\eta_{P_E}(E) - 1$$

تعریف (۳) نشان می‌دهد که با توجه به فرضیات مشخص، اثر بازگشتی می‌تواند توسط کشش خود قیمتی تقاضای انرژی برای خدمات انرژی برآورد شود. هم‌چنین این تعریف تکیه بر این فرض دارد که مصرف‌کنندگان به روش یکسانی به افزایش (کاهش) قیمت‌های انـرژی واکنش نشان می‌دهـند، همان‌گونه که به کاهش (افزایش) کارایی انرژی عکس‌العمل مشابهی نشان می‌دهند و این‌که کارایی انرژی به تغییرات قیمت‌های انرژی حساس نمی‌باشد. یکی از ویژگی‌های تعریف سوم این است که نیازی به داده‌های تقاضا برای کار مفید و نیز کارایی انرژی ندارد؛ بنابراین در کشورهایی که جمع‌آوری این داده‌ها میسر نیست، امکان برآورد اثرات بازگشتی مستقیم گستره‌ی وسیعی از خدمات انرژی، از این روش فراهم می‌شود (سورل و دیمیتروپولوس[1]، ۲۰۰۷: ۶۳۹).

۴. روش‌شناسی تحقیق

۴-۱. معرفی روش گشتاورهای تعمیم‌یافته

وجود وقفه درون یک معادله رگرسیونی از سه طریق جزء خطا، مقادیر وقفه‌دار متغیر وابسته و مقادیر وقفه‌دار متغیرهای توضیحی نمود می‌یابد. رگرسیون با اجزای خطای پویا هنگامی مطرح می‌شود که متغیر وابسته وقفه‌داری در میان رگرس‌کننده‌ها حضور داشته باشد؛ یعنی:

$$Y_{it} = \theta Y_{it-1} + \beta X_{it} + \mu_{it} + v_{it} \qquad (۴)$$
$$i = 1,2,\dots,N \qquad t = 1,2,\dots,T$$

اندرسون و هسیائو[2] (۱۹۸۲) این الگو را به‌طور گسترده بررسی کرده‌اند. از آنجایی که Y_{it} تابعی از μ_{it} است، از این‌رو Y_{it-1} با اجزای خطا همبسته است. این موضوع نشان می‌دهد که تخمین‌زن OLS دارای تورش و ناسازگار است، حتی اگر v_{it} ها به طور سریالی همبسته نباشند، برای تخمین‌زن اثرات ثابت، تبدیل درون گروهی موجب حذف μ_{it} ها می‌شود، اما $\widehat{Y}_{it-1}$ هنوز با $\hat{v}_{it}$ همبسته است؛ حتی اگر v_{it} ها به‌طور سریالی همبسته نباشند. آندرسون و هسیائو وقفه‌های بیشتری را برای سطح و یا تفاوت

1. Sorrel and Dimitropoulos
2. Anderson and Hsiao

Archive of SID

www.SID.ir

متغیرهای وابسته به صورت ابزاری برای متغیرهای وابسته باوقفه در مدل‌های داده‌های ترکیبی پویا به منظور حذف اثر مقاطع پیشنهاد دادند. در واقع محققان مذکور پیشنهاد کردند برای خلاص شدن از μ_{it} ها، ابتدا از الگو، تفاضل اول گرفته و سپس از $\Delta Y_{it-2} = (Y_{it-2} - Y_{it-3})$ یا صرفاً Y_{it-2} به عنوان متغیر ابزاری برای $\Delta Y_{it-1} = (Y_{it-1} - Y_{it-2})$ استفاده می‌شود. متغیرهای ابزاری ΔY_{it} در محل متغیر وابسته و ΔY_{it-1} در محل متغیر باوقفه درونزا موجب حذف اثر واحد می‌شود. تخمین‌زن OLS و درون‌گروهی، درونزایی (همبستگی) متغیر وابسته وقفه‌دار را به حساب نمی‌آورد. برای رفع این نقص در رابطه (۱۱) جزء اخلال به صورت الگوی خطای دوطرفه تصریح شده است:

$$u_{it} = \mu_i + \lambda_i + v_i \qquad i = 1,2,\dots,30 \qquad t = 1383,\dots,1393 \qquad (۵)$$

μ_i نشان‌دهنده اثرات خاص هر استان و λ_i نشان‌دهنده اثرات خاص سال است؛ آرلانو و باند[1] (۱۹۹۱) روش کلی سازگار تخمین لحظه‌ای را برای پارامترهای این نوع از مدل‌ها ارائه داده‌اند. این روش تخمین در مجموعه داده‌هایی با مقاطع زیاد و سری زمانی محدود قابل کاربرد است و نباید در جملات خطا خودهمبستگی وجود داشته باشد. ویژگی خاص روش GMM برای داده‌های پانل پویا این است که تعداد شرایط گشتاوری با T افزایش می‌یابد. دو عیب‌یابی با استفاده از روش GMM آرلانو و باند برای آزمون همبستگی سریالی مرتبه اول و دوم در اخلال‌ها محاسبه می‌شود. بنابراین آزمون سارگان[2] با فرض صفر مبنی بر اعتبار محدودیت بیش از حد شناسایی شده اجرا می‌شود. شواهد مجاب‌کننده‌ای وجود دارد که شرایط گشتاوری بسیار زیاد با وجود اینکه کارایی را افزایش می‌دهد، باعث اریب می‌شود.

بالتاجی[3] (۲۰۰۵) پیشنهاد می‌کند برای استفاده از مزیت کاهش اریب و از دست دادن کارایی، زیرمجموعه‌ای از این شرایط بکار گرفته شود. آرلانو و باند (۱۹۹۱) این ایده را با استفاده از ابزارهای در دسترس بیشتری، ارتقا داده‌اند. با گسترش روش GMM توسط هانسن[4] (۱۹۸۲)، بسیاری از وقفه‌های متغیر وابسته، متغیرهای از پیش تعیین شده و متغیرهای درونزا به عنوان متغیرهای ابزاری مجاز شناسایی شدند. این تخمین‌زن GMM مستلزم هیچ‌گونه دانشی در مورد شرایط اولیه یا اخلال‌های v_{it} و μ_{it} نیست و برای عملیاتی کردن این تخمین‌زن به جای Δv_{it} مقدار باقیمانده‌های تفاضل‌گیری شده قرار داده می‌شود که از تخمین‌زن سازگار مقدماتی $\hat{\theta}$ به‌دست آمده است. تخمین‌زن به‌دست آمده را تخمین‌زن GMM آرلانو و باند یک مرحله‌ای می‌نامند.

آرلانو و باند با استفاده از ماتریس متغیرهای ابزاری، تخمین‌زننده‌های GMM تک‌مرحله‌ای و دومرحله‌ای را ارائه کردند. برای جمله خطاهای دارای واریانس همسان، آزمون سارگان به طور مجانبی دارای توزیع کای دو است. با این فرض آرلانو و باند خودهمبستگی مرتبه اول و دوم را برای تفاضل

1. Arellano and Bond
2. Sargan Test
3. Baltagi
4. Hansen

Archive of SID

www.SID.ir

مرتبه اول جمله خطا آزمون کردند. البته اگر این روش برای دوره زمانی بسیار کوتاه پانل در نظر گرفته شود، نتایج ضعیف خواهد بود. آرلانو و باور (۱۹۹۵) توضیح دادند که اگر معادلات اصلی در سطح به یک معادلات تفاضل مرتبه اول اضافه شوند، شرط گشتاورهای اضافه می‌تواند باعث افزایش کارایی مدل شود (تخمین‌زننده GMM سیستمی). این تخمین‌زننده توسط بلوندل و باند[1] (۱۹۹۸) احیا و بازنگری شد. تخمین‌زننده GMM سیستمی نسبت به تخمین‌زننده آرلانو و باند دارای این مزیت است که تفاضل‌گیری از مدل باعث حذف اثرات ثابت شده و کارایی مدل را افزایش داده است.

۴-۲. مدل‌ها، داده‌ها و اطلاعات آماری

هدف اصلی در این بخش، ارائه‌ی مدل‌هایی است که براساس آن بتوان اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی مصرف بنزین و نفت‌گاز را در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای استان‌های ایران برآورد کرد. در بخش (۳)، سه تعریف برای برآورد اثرات بازگشتی مستقیم بیان شده‌است. از آنجا که در ایران با محدودیت شدید داده‌های نظیر کارایی خودرو و نیز تقاضا برای کار مفید (کل کیلومترهای پیمایش شده توسط خودروها در هرسال) مواجه هستیم، لذا در این تحقیق برای به دست آوردن میزان اثرات بازگشتی مستقیم، از روش کشش قیمتی خودی تقاضا برای انرژی استفاده می‌شود. برای محاسبه‌ی این کشش، نیاز به فرم تبعی از مدل است. ساختار مدل، تک‌معادله‌ای و فرم تبعی آن لگاریتمی مضاعف، روش تخمین به صورت دو مرحله‌ای گشتاورهای تعمیم‌یافته برای داده‌های ترکیبی ۳۰ استان کشور (به غیر از استان البرز) و در سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۸۳ می‌باشد. از این‌رو، براساس مطالعات بنتزن[2] (۲۰۰۴)، وانگ و همکارانش (۲۰۱۲)، جاشوا لین (۲۰۱۳)، زانگ و همکارانش (۲۰۱۵)، معادلات تقاضای دو نوع سوخت بنزین و نفت‌گاز به صورت روابط (۶) و (۷) تصریح شده است:

$$LnGC_{it} = \alpha_i + \beta_1 LnGC_{it-3} + \beta_2 LnRGP_{it} + \beta_3 LnRGDPP_{it} + \beta_4 LnPOP_{it} + \beta_5 LnRCNGP_{it} + \beta_6 LnNGFV_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۶)$$

$$LnDFC_{it} = \alpha_i + \beta_1 LnDFC_{it-1} + \beta_2 LnRDFP_{it} + \beta_3 LnRGDPP_{it} + \beta_4 LnPOP_{it} + \beta_5 LnNDFV_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۷)$$

به‌طوری که $LnGC_{it}$: لگاریتم مصرف بنزین موتور در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای و برحسب میلیون لیتر، $LnGC_{it-3}$: لگاریتم مصرف بنزین با سه دوره وقفه[3]، $LnDFC_{it}$: لگاریتم مصرف نفت‌گاز در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای و برحسب میلیون لیتر، $LnDFC_{it-1}$: لگاریتم مصرف نفت‌گاز با یک دوره وقفه، $LnRGP_{it}$: لگاریتم قیمت واقعی بنزین براساس شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی استانی

1. Arellano and Bover
2. Bentzen
۳. براساس معیارهای وقفه بهینه برای هر دو مدل، وقفه بهینه ۵ تعیین شد، ولی از آنجایی که اعمال بیشتر وقفه‌ها منجر به از دست دادن داده‌ها و عدم اعتبار متغیرهای ابزاری می‌شود. لذا با توجه به آزمون سارگان، وقفه بهینه برای مدل بنزین (۳) و برای مدل نفت‌گاز (۱) بهترین حالت ممکن بود.

Archive of SID

www.SID.ir

سال ۱۳۹۰ و برحسب لیتر بر ریال، $LnRDFP_{it}$: لگاریتم قیمت واقعی نفت‌گاز براساس شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی استانی سال ۱۳۹۰ و برحسب لیتر بر ریال، $LnRGDPP_{it}$: لگاریتم تولید ناخالص داخلی واقعی سرانه براساس شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی استانی سال ۱۳۹۰ و برحسب لیتر بر ریال، $LnPOP_{it}$: لگاریتم میزان جمعیت برحسب هزار نفر، $LnRCNGP_{it}$: لگاریتم قیمت واقعی CNG برحسب شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی استانی سال ۱۳۹۰ و برحسب لیتر بر ریال، $LnNGFV_{it}$: لگاریتم تعداد خودروهای بنزین‌سوز شامل؛ خودروهای سواری، وانت و موتورسیکلت (براساس مطالعات بین‌المللی[1] هر شش موتورسیکلت معادل یک خودرو فرض شده است). $LnNDFV_{it}$: لگاریتم تعداد خودروهای نفت‌گازسوز شامل بارگیرهای ثابت و غیرثابت، اتوبوس و مینی‌بوس. α_i: متغیر عرض از مبدأ برای در نظر گرفتن اثرات انفرادی[2] و ε_{it}: متغیر جمله اخلال می‌باشد.

داده‌های مربوط به قیمت و مصرف سوخت براساس آمار و اطلاعات منتشره از ترازنامه انرژی، داده‌های مربوط به جمعیت و تولید ناخالص براساس آمار موجود در حساب‌های ملی و منطقه‌ای مرکز آمار ایران و داده‌های مربوط به تعداد خودروها از معاونت طرح و برنامه و بودجه نیروی انتظامی جمهوری اسلامی ایران و کتاب حمل و نقل سازمان راهداری کشور استخراج شده‌اند.

از آنجایی که تمامی متغیرها به صورت لگاریتمی در مدل‌ها ظاهر شده‌اند، ضرایب برآوردی بیانگر کشش می‌باشند و $-\beta_2$ میزان اثرات بازگشتی را نشان می‌دهد ($\eta_{P_E}(E) = -\beta_2$).

۵. یافته‌های پژوهش

۵-۱. بررسی مانایی متغیرها

یکی از مشکلات عمده در رگرسیون سری‌های زمانی پدیده رگرسیون ساختگی است. مسأله رگرسیون ساختگی می‌تواند برای مدل تلفیقی و پانلی نیز همانند مدل‌های سری‌زمانی مطرح گردد. لذا قبل از برآورد مدل، لازم است مانایی متغیرهای مورداستفاده در مدل و همچنین وجود هم‌انباشتگی بین متغیرها بررسی شود. به‌منظور بررسی مانایی متغیرها از آزمون‌های ریشه واحد پانلی لوین، لین و چو[3] (۲۰۰۲)، ایم، پسران و شین[4] (۲۰۰۳)، فیلیپس و پرون[5] (۱۹۸۸) و آزمون دیکی‌فولر[6] (۲۰۰۱) استفاده شده است.

1. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Reference Materials and Measurements, Publications Office of the European Union, 2012
2. Individual Effect
3. Levin, Lin and Chu (LLC)
4. Im, Pesaran and Shin (IPS)
5. Phillips & Perron (PP)
6. Dicky Fuller (ADF)

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج این آزمون‌ها در جدول (۱) ارائه شده است. فرضیه صفر این آزمون‌ها، بیانگر نامانایی متغیرها است.

جدول ۱: نتایج حاصل از آزمون‌های ریشه واحد پانلی (با در نظر گرفتن عرض از مبدأ)

متغیرها	طول وقفه	آماره آزمون LLC	آماره آزمون IPS	آماره آزمون ADF	آماره آزمون PPF
LRGP	۰	-۲/۴۲۶۸* (۰/۰۰۷۶)	۰/۸۱۶۱ (۰/۷۹۲۸)	۳۴/۵۹۰۲ (۰/۹۹۶۵)	۳۹/۹۰۴۱ (۰/۹۷۸۸)
D(LRGP)	۱	-۱۱/۴۷۷۱ (۰/۰۰۰۰)	-۴/۲۹۰۷ (۰/۰۰۰۰)	۱۱۰/۴۵۰ (۰/۰۰۰۱)	۱۱۵/۲۶۳ (۰/۰۰۰۰)
LRDFP	۰	-۳/۴۳۹۳ (۰/۰۰۰۳)	۰/۰۶۵۶ (۰/۵۲۶۲)	۴۲/۳۴۰۵ (۰/۹۵۹۲)	۱۶/۹۰۹۸ (۱/۰۰۰۰)
D(LRDFP)	۱	-۱۲/۱۴۱۵ (۰/۰۰۰۰)	-۳/۴۸۵۴ (۰/۰۰۰۲)	۱۰۴/۵۲۵ (۰/۰۰۰۳)	۵۰/۱۰۲۰ (۰/۰۱۵۱)
LGC	۰	-۳/۰۷۵۸ (۰/۰۰۱۰)	-۲/۰۷۱۴ (۰/۰۱۹۲)	۷۸/۸۵۰۲ (۰/۰۴۱۸)	۸۰/۸۳۲۶ (۰/۰۳۷۸)
LDFC	۰	-۶/۳۲۷۴ (۰/۰۰۰۰)	-۲/۰۴۹۳ (۰/۰۲۰۲)	۸۵/۰۵۹۶ (۰/۰۱۸۴)	۱۰۱/۹۱۷ (۰/۰۰۰۶)
LRGDPP	۰	-۶/۱۶۴۷ (۰/۰۰۰۰)	-۱/۳۱۴۸ (۰/۰۹۴۳)	۷۴/۵۵۸۱ (۰/۰۹۷۸)	۷۵/۸۴۹۹ (۰/۰۸۱۴)
D(LRGDPP)	۱	-۱۷/۷۵۲۸ (۰/۰۰۰۰)	-۹/۰۱۷۱ (۰/۰۰۰۰)	۱۹۸/۳۷۶ (۰/۰۰۰۰)	۱۲۵/۲۹۶ (۰/۰۰۰۰)
LPOP	۰	-۶/۹۶۹۷ (۰/۰۰۰۰)	۲/۱۳۸۴ ۰/۹۸۳۸	۷۲/۸۲۲۰ (۰/۱۲۳۸)	۱۰۵/۰۲۶ (۰/۰۰۰۳)
D(LPOP)	۱	-۱۵/۷۷۱۵ (۰/۰۰۰۰)	-۴/۶۶۴۲ (۰/۰۰۰۰)	۱۱۴/۶۰۸ (۰/۰۰۰۰)	۸۱/۳۹۴۷ (۰/۰۳۴۵)
LNGFV	۰	-۱۵/۴۸۲۸ (۰/۰۰۰۰)	-۹/۳۹۹۲ (۰/۰۰۰۰)	۲۰۸/۲۹۱ (۰/۰۰۰۰)	۲۵۸/۸۱۷ (۰/۰۰۰۰)
LNDFV	۰	-۷/۵۵۰۶ (۰/۰۰۰۰)	۰/۰۰۸۷ (۰/۵۰۳۵)	۷۶/۲۹۳۶ (۰/۰۷۶۳)	۶۱/۳۲۰۴ (۰/۴۲۸۴)
D(LNDFV)	۱	-۲۸/۰۳۴۱ (۰/۰۰۰۰)	-۱۶/۶۸۷۰ (۰/۰۰۰۰)	۳۱۹/۲۳۸ (۰/۰۰۰۰)	۵۰۷/۵۹۲ (۰/۰۰۰۰)
LRCNGP	۰	-۵/۸۹۶۲ (۰/۰۰۰۰)	-۰/۴۴۷۲ (۰/۳۲۷۳)	۴۷/۶۹۰۷ (۰/۸۷۴۸)	۴۷/۰۵۴۰ (۰/۸۸۸۳)
D(LRCNGP)	۱	-۱۳/۸۶۹۲ (۰/۰۰۰۰)	-۵/۸۳۳۱ (۰/۰۰۰۰)	۱۳۷/۸۹۷ (۰/۰۰۰۰)	۱۷۵/۶۵۸ (۰/۰۰۰۰)

* اعداد بالا ضرایب آماره آزمون‌های مربوط به متغیرها و اعداد داخل پرانتز احتمال آن‌ها می‌باشد.

منبع: نتایج تحقیق

بررسی مقادیر آماره‌های محاسبه شده و احتمال پذیرش آن‌ها نشان می‌دهد که متغیرهای مصرف بنزین و نفت‌گاز و تعداد خودروهای بنزین‌سوز در سطح مانا بوده و دارای میانگین، واریانس و ساختار

Archive of SID

www.SID.ir

خودکوواریانس ثابت هستند. لذا فرضیه صفر مبنی بر نامانایی متغیرها در سطح اطمینان ۹۵ درصد رد می‌شود. سایر متغیرها در سطح مانا نبوده ولی با یکبار تفاضل‌گیری مانا شدند.

۵-۲. نتایج آزمون‌های هم‌انباشتگی

ازآنجاکه متغیرهای الگو طبق آزمون‌های ریشه واحد جواب یکسانی در مورد مانایی متغیرها گزارش نمی‌دهند، برای پرهیز از وجود رگرسیون کاذب در تخمین‌ها، باید هم‌انباشتگی بین متغیر وابسته و متغیرهای مستقل موردبررسی قرار گیرد. برای این منظور جهت بررسی و وجود رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرهای الگو از آزمون هم‌انباشتگی کائو[1] (۱۹۹۹)، که بر پایه‌ی انگل-گرنجر است، استفاده می‌شود. فرضیه صفر این آزمون، عدم وجود هم‌انباشتگی است. نتایج در جدول (۲) ارائه شده‌است.

جدول ۲: نتایج حاصل از آزمون هم‌انباشتگی کائو

آماره ADF	آماره t	سطح احتمال
معادله تقاضای بنزین	-۵/۰۱۰۸	۰/۰۰۰۰
معادله تقاضای نفت‌گاز	-۳/۲۴۶۶	۰/۰۰۰۰

منبع: نتایج تحقیق

با توجه به نتایج جدول (۲)، وجود هم‌انباشتگی بین متغیرهای الگو رد نخواهد شد و فرضیه صفر مبنی بر وجود هم‌انباشتگی تأیید می‌شود. بنابراین وجود رابطه‌ی تعادلی بلندمدت و عدم وجود رگرسیون کاذب نیز بین متغیرهای الگو تأیید خواهد شد.

۵-۳. انتخاب میان اثرات ثابت و اثرات تجمیعی (آزمون چاو)

آزمون چاو برای آزمون انتخاب بین حداقل مربعات معمولی و مدل اثرات ثابت به کار می‌رود. در صورت تأیید اثرات ثابت، مدل از طریق داده‌های تابلویی برآورد می‌شود، در غیر این صورت به روش OLS تخمین زده می‌شود، زیرا فقط داده‌ها روی هم انباشته شده‌اند و تفاوت میان آن‌ها نادیده گرفته می‌شود. فرضیات این آزمون براساس μ_i ها، که معرف اثرات ثابت هستند، به صورت زیر است:

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 = \mu_2 = \cdots = \mu_N = 0 \\ H_1: \text{حداقل یکی از } \mu_i \text{ها مخالف صفر است} \end{cases} \quad (۸)$$

نتایج در جدول (۳) نشان داده شده است. با توجه به مقادیر آماره‌های محاسبه شده و سطح احتمال آن در هردو مدل، فرضیه صفر را نمی‌توان پذیرفت و بنابراین مدل‌ها به روش داده‌های تابلویی برآورد خواهد شد.

1. Kao

Archive of SID

www.SID.ir

۵-۴. انتخاب میان اثرات تصادفی و اثرات تجمیعی (آزمون LM)

برای این منظور از آزمون ضریب لاگرانژ (LM) بریش پاگان[1] استفاده می‌شود. ابتدا مدل با اثرات تصادفی را برآورد کرده و سپس آزمون ضریب لاگرانژ انجام می‌شود. نتایج در جدول (۳) حاکی از آن است که فرضیه صفر مبنی بر وجود اثرات تجمیعی در هر دو مدل رد شده و بنابراین اثرات تصادفی پذیرفته شده است.

۵-۵. انتخاب میان اثرات ثابت و تصادفی (آزمون هاسمن)

برای تخمین مدل با داده‌های به طور کلی دو روش عمومی وجود دارد که عبارتند از؛ روش اثرات ثابت و اثرات تصادفی. جهت تعیین بکارگیری روش مناسب، آزمون هاسمن بکار گرفته می‌شود. در تخمین اثرات ثابت، فرض می‌شود عرض از مبدأ برای هریک از استان‌ها وجود دارد که متفـاوت از سایر استان‌هاست و این عرض از مبدأ می‌تواند با متغیرهای توضیحی مدل همبستگی داشته یا نداشته باشد که این روش به روش حداقل مربعات مجازی (LSDV) معروف است. ضمن اینکه در این مدل اثر زمان دیده نمی‌شود و تنها اثرات بخشی در نظر گرفته می‌شود. در حالی که در مدل اثرات تصادفی، اثرات انفرادی در طول زمان ثابت هستند، ولی در میان استان‌ها تغییر می‌کنند. فرضیه صفر در آزمون هاسمن به صورت زیر بیان می‌گردد:

$$\begin{cases} H_0: \beta_{FE} = \beta_{RE} \\ H_1: \beta_{FE} \neq \beta_{RE} \end{cases} \qquad (۹)$$

در صورت رد فرضیه صفر، روش اثرات ثابت سازگار و اثرات تصادفی ناسازگار است و باید از روش اثرات ثابت استفاده کرد. با توجه به نتایج ارائه شده در جدول (۳)، در هر دو مدل روش اثرات ثابت پذیرفته شده است.

جدول ۳: نتایج آزمون‌ها

آزمون‌ها	آماره	معادله تقاضای بنزین			معادله تقاضای نفت‌گاز		
		مقدار	درجه آزادی	سطح احتمال	مقدار	درجه آزادی	سطح احتمال
آزمون چاو	F	۶۴/۰۳	(۲۹،۲۹۵)	۰/۰۰۰۰	۸۰/۲۹	(۲۹،۲۹۵)	۰/۰۰۰۰
آزمون بریش-پاگان	x^2	۱۰۴۰/۶۶	۱	۰/۰۰۰۰	۱۰۷۰/۰۲	۱	۰/۰۰۰۰
آزمون هاسمن	x^2	۱۷/۹۵	۴	۰/۰۰۳۰	۲۰/۱۵	۴	۰/۰۰۰۵

منبع: نتایج تحقیق

۵-۶. برآورد مدل‌ها و تعیین ضرایب

در این مرحله با توجه به اینکه در مدل تقاضای نفت‌گاز، یک وقفه از متغیر وابسته در محل متغیرهای توضیحی وجود دارد، لذا با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته تک‌مرحله‌ای آرلانو و باند (۱۹۹۱)

1. Brush- Pagane

Archive of SID

www.SID.ir

تحت نرم‌افزار استتا تخمین زده شده است. در معادله‌ی تقاضای بنزین به‌دلیل وجود سه وقفه از متغیر وابسته در مدل، از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته دو مرحله‌ای آرلانو و باور/ بلوندل و باند (۱۹۹۵) استفاده شده است. کلیه متغیرهای توضیحی به غیر از متغیرهای وقفه‌دار وابسته، برون‌زا می‌باشند. متغیرهای برون‌زا متفاوت از متغیرهای ابزاری در نظر گرفته شده‌اند. لازم به ذکر است تخمین‌ها براساس فرض همسانی واریانس‌ها ارائه شده‌اند. نتایج آزمون سارگان، وجود ناهمسانی در جملات خطا و هم‌چنین اعتبار محدودیت بیش از حد شناسایی شده را رد می‌کند. لذا اعتبار متغیرهای ابزاری در مدل‌های برآوردی تأیید می‌شود. نتایج آزمون آرلانو و باند نشان‌دهنده وجود خودهمبستگی مرتبه اول و رد خودهمبستگی مرتبه دوم در جملات خطای تفاضلی مرتبه اول است و بدین ترتیب باید مدل و یا ابزارهای مورد استفاده مورد بررسی مجدد قرار گیرد. نتایج آزمون والد نیز حاکی از اعتبار و معنادار بودن کلیه‌ی ضرایب برآوردی است و لذا فرضیه صفر مبنی بر صفر بودن تمام ضرایب در استان‌های کشور در سطح معناداری یک درصد رد می‌شود. نتایج حاصل از تخمین مدل‌ها در جداول (۴) و (۵) ارائه شده است.

جدول ۴: نتایج حاصل از برآورد معادله تقاضای بنزین به روش گشتاورهای تعمیم‌یافته

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره z	سطح احتمال z
لگاریتم مصرف بنزین با یک دوره وقفه	۰/۱۴۹۷	۰/۰۴۱۵	۳/۶۱	۰/۰۰۰
لگاریتم مصرف بنزین با دو دوره وقفه	۰/۳۱۴۶	۰/۰۲۲۲	۱۴/۱۶	۰/۰۰۰
لگاریتم مصرف بنزین با سه دوره وقفه	−۰/۳۴۶۲	۰/۰۲۱۰	−۱۶/۴۹	۰/۰۰۰
لگاریتم قیمت حقیقی بنزین	−۰/۰۶۵۱	۰/۰۱۲۹	−۵/۰۱	۰/۰۰۰
لگاریتم تولید ناخالص داخلی حقیقی سرانه	−۰/۰۰۵۶	۰/۰۲۲۷	−۰/۲۵	۰/۸۰۳
لگاریتم میزان جمعیت	۰/۷۳۱۰	۰/۰۵۹۴	۱۲/۲۹	۰/۰۰۰
لگاریتم تعداد خودروهای بنزین‌سوز	۰/۲۰۸۷	۰/۰۱۹۸	۱۰/۴۹	۰/۰۰۰
لگاریتم قیمت حقیقی CNG	−۰/۰۳۵۶۴	۰/۰۰۸۷	−۴/۰۷	۰/۰۰۰
عرض از مبدأ	−۰/۷۷۸۳	۰/۲۴۵۸	−۳/۱۷	۰/۰۰۲
آزمون‌های تشخیص و درستی مدل				
آزمون سارگان- Sargan test			۲۸/۲۰۱۳	۰/۹۸۶۵
آزمون خودهمبستگی سریالی آرلانو و باند Arellano-Bond test		AR(1)	−۳/۰۶۳۲	۰/۰۰۲۲
		AR(2)	−۰/۴۸۴۰	۰/۶۲۸۳
آزمون والد- Wald test			۷۸۳۵/۵۰	۰/۰۰۰۰

منبع: نتایج تحقیق

با توجه به نتایج حاصل از برآورد مدل تقاضای بنزین، می‌توان گفت با فرض ثابت بودن سایر متغیرها، با افزایش یک درصد در تولید ناخالص داخلی سرانه، مصرف بنزین به میزان ناچیز ۰/۰۰۵۶کاهش یافته است. از لحاظ تئوری و مبانی نظری انتظار می‌رفت با افزایش درآمد سرانه، به‌دلیل افزایش تعداد خودروها، مصرف بنزین نیز افزایش یابد ولی در دوره زمانی مورد بررسی در این پژوهش به‌دلیل آنکه

Archive of SID

www.SID.ir

تولید ناخالص داخلی سرانه دارای روند کاهشی بوده است، لذا رابطه‌ی درآمد سرانه و مصرف بنزین، خلاف مبانی تئوریک شده است. پس می‌توان استدلال کرد که با وجود رکود در تولید، تقاضای مردم برای خودرو (از یک‌سو به‌دلیل کاهش درآمد سرانه و از سوی دیگر به‌دلیل افزایش قیمت سوخت به عنوان کالای مکمل) کاهش یافته و لذا مصرف بنزین نیز کاهش می‌یابد. البته این متغیر از سطح معناداری کافی برخوردار نیست. با افزایش یک درصدی جمعیت و تعداد خودروهای بنزین‌سوز، تقاضا برای بنزین به ترتیب به میزان ۰/۷۳ و ۰/۲۰ درصد افزایش یافته است. لذا نتایج به‌دست آمده با انتظارات هماهنگ بود.

همچنین، با افزایش یک درصد در قیمت بنزین، ۰/۰۶ درصد از مصرف بنزین کاسته می‌شود. از آن‌جایی‌که در تعریف (۳)، کشش قیمتی مصرف انرژی، $\eta_{P_E}(E)$، به عنوان یک نماینده برای کشش کارایی تقاضای مسافت پیموده شده، $\eta_{\varepsilon}(S)$، ارائه شد، لذا این به نوبه‌ی خود تعریف اولیه‌ای از اثرات بازگشتی مستقیم می‌باشد. اثرات بازگشتی ۶ درصد به این معنا است که به ازای یک درصد بهبود کارایی بنزین، ۰/۰۶ درصد افزایش پیمایش خودرو داشته‌ایم. به عبارت دیگر ۶ درصد از ذخایر بالقوه‌ی بنزین، دوباره مصرف شده است. با جایگذاری عدد ۰/۰۶ در تعریف (۴)، مشاهده می‌شود که $\eta_{\varepsilon}(E)$ برابر ۰/۹۴ خواهد بود، یعنی ۹۴ درصد بنزینی که انتظار می‌رفت با بهبود کارایی صرفه‌جویی شود، ذخیره شده است. می‌توان گفت هرچه تقاضا نسبت به قیمت بنزین، باکشش‌تر باشد، اثرات بازگشتی بیشتر خواهد بود. زیرا هنگامی که با افزایش کارایی بنزین، قیمت خدمات حاصل از آن کاهش یابد، به‌دلیل باکشش بودن تقاضای بنزین نسبت به قیمت آن، تقاضای بنزین با شدت بیشتری نسبت به این کاهش قیمت، واکنش نشان می‌دهد. در نتیجه مصرف بنزین تا اندازه‌ی نسبتاً زیادی، افزایش می‌یابد و مقدار زیادی از ذخیره‌ی بالقوه آن دوباره مصرف می‌شود. از این‌رو، اثرات بازگشتی بزرگ خواهد بود. در صورت کم کشش بودن تقاضای بنزین، با افزایش کارایی بنزین، مقدار کمتری از ذخیره‌ی بالقوه دوباره مصرف می‌شود و در نتیجه اثرات بازگشتی کوچک خواهد بود. و اما در ایران از یک‌سو، با وجود افزایش قیمت انرژی در سال‌های اخیر، ولی همچنان قیمت انرژی نسبت به قیمت‌های فوب خلیج‌فارس پایین است، از سوی دیگر به‌دلیل نبود جانشین کاملی برای بنزین، تقاضای این نوع سوخت در کشور نسبت به قیمت آن بی‌کشش است و میزان اثرات بازگشتی نیز کوچک می‌باشد.

افزون بر این، با توجه به نتایج به‌دست آمده، مصرف بنزین علاوه‌بر متغیرهای اثرگذار فوق، تابعی از مصارف دوره‌های گذشته خود نیز است. به‌طوری‌که مصرف بنزین با یک و دو دوره وقفه اثر مثبت و با سه دوره وقفه اثر منفی بر خود متغیر داشته است و این بیانگر تأثیر مثبت و منفی اثرات پویای مصرف بنزین بر مصرف سال جاری است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵: نتایج حاصل از برآورد معادله تقاضای نفت‌گاز به روش گشتاورهای تعمیم‌یافته

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره z	سطح احتمال z
لگاریتم مصرف نفت‌گاز با یک دوره وقفه	۰/۵۸۰۰	۰/۰۲۷۶	۲۰/۹۸	۰/۰۰۰
لگاریتم قیمت حقیقی نفت‌گاز	−۰/۰۲۹۳	۰/۰۰۳۳	−۸/۷۵	۰/۰۰۰
لگاریتم تولید ناخالص داخلی حقیقی سرانه	۰/۰۴۲۸	۰/۰۱۱۳	۳/۷۸	۰/۰۰۰
لگاریتم میزان جمعیت	۰/۲۸۶۴	۰/۰۵۱۳	۵/۵۸	۰/۰۰۰
لگاریتم تعداد خودروهای نفت‌گازسوز	۰/۱۴۸۰	۰/۰۱۸۹	۷/۸۲	۰/۰۰۰
عرض از مبدأ	−۰/۰۶۸۴	۰/۳۵۹۶	−۰/۱۹	۰/۸۴۹
آزمون‌های تشخیص و درستی مدل				
آزمون سارگان- Sargan test			۲۴/۳۹۰۱	۰/۹۹۹۷
آزمون خودهمبستگی سریالی آرلانو و باند Arellano-Bond test		AR(1)	−۳/۰۵۲	۰/۰۰۲۳
		AR(2)	۱/۲۱۴۱	۰/۲۲۴۷
آزمون والد- Wald test			۵۴۴۷/۸۴	۰/۰۰۰۰

منبع: نتایج تحقیق

نتایج به‌دست آمده در جدول (۵) نشان می‌دهد که مصرف نفت‌گاز نیز تابعی از مصرف دوره‌ی گذشته خود است، به طوری که با یک درصد افزایش در مصرف دوره‌ی گذشته، مصرف نفت‌گاز در دوره جاری ۰/۵۸ درصد افزایش می‌یابد. با افزایش تولیدناخالص داخلی سرانه، میزان مصرف نفت‌گاز افزایش یافته است. از آنجایی که سهم مصرف نفت‌گاز ناوگان اتوبوس و مینی‌بوس درون‌شهری و برون‌شهری از ناوگان باری کشور بیشتر است (سالنامه آماری حمل و نقل جاده‌ای، ۱۳۹۳). لذا به‌دلیل رکود اقتصادی و کاهش درآمد سرانه، عمده افزایش مصرف نفت‌گاز به‌دلیل استفاده مردم از حمل‌ونقل عمومی بوده است. با افزایش جمعیت و تعداد خودروهای نفت‌گازسوز نیز میزان مصرف نفت‌گاز به ترتیب ۰/۲۸ و ۰/۱۴ درصد افزایش یافته و همانند حالت قبل، نتایج مورد انتظار می‌باشد.

علاوه‌بر این نتایج نشان می‌دهد، با افزایش یک درصد در قیمت نفت‌گاز، ۰/۰۲ درصد مصرف این نوع سوخت کاهش یافته است. این به معنای آن است که به ازای یک درصد بهبود کارایی نفت‌گاز، ۰/۰۲ درصد پیمایش خودرو افزایش یافته است. به عبارت دیگر ۲ درصد از ذخایر بالقوه‌ی انرژی، دوباره مصرف شده است و ۹۸ درصد نفت‌گازی که انتظار می‌رفت با بهبود کارایی صرفه‌جویی شود، ذخیره شده است. تفسیر اثرات بازگشتی نفت‌گاز، همانند نتایج بنزین می‌باشد، با این تفاوت که در اینجا میزان اثرات بازگشتی بسیار کوچک‌تر است، دلیل آن هم به کم‌کشش بودن تقاضای نفت‌گاز نسبت به قیمت آن، نبود جانشین برای این نوع سوخت و هزینه‌های بالای نوسازی در ناوگان سنگین جاده‌ای برمی‌گردد.

به‌طورکلی می‌توان گفت اثرات بازگشتی، به این بستگی دارد که در تولید یک کالا، چه مقدار انرژی به عنوان نهاده‌ی تولیدی به کار می‌رود. در صورتی که سهم انرژی در تولید یک کالا زیاد و کشش قیمتی تقاضا برای انرژی بزرگ باشد، انتظار می‌رود اثرات بازگشتی مقدار عددی بزرگی را به خود اختصاص دهد، از سوی دیگر اگر سهم انرژی در فرایند تولیدی یک کالا ناچیز باشد، حتی با وجود

Archive of SID

www.SID.ir

کشش قیمتی بالا، می‌توان انتظار داشت اثرات بازگشتی کوچک باشد (لوینز[1]، ۱۹۹۸: ۴۹، اسچیپر و گراب[2]، ۲۰۰۰: ۳۷۱).

کشش قیمتی یک کالا، به کل هزینه‌ای که در فراهم کردن آن کالا به کار می‌رود، بستگی دارد. این هزینه‌ها شامل هزینه‌های سرمایه، نیروی‌کار، موادخام و انرژی است. در عمل خودروهای کاراتر، هزینه‌های سرمایه‌ی بیشتری نسبت به خودروهای ناکاراتر دارند. به عبارتی، اگر مدل‌های کارآمد با مدل‌های ناکارآمدتری جایگزین شوند، باید هزینه‌های بیشتری را پرداخت کرد که به این هزینه‌ها، هزینه‌ی سرمایه گفته می‌شود. بنابراین افزایش هزینه‌های سرمایه که ناشی از بالا بردن کارایی انرژی است، منجر به کاهش تقاضا برای خدمات انرژی می‌شود و در نتیجه اثرات بازگشتی را کم می‌کند. از این‌رو می‌توان گفت اگر انرژی سهم کوچکی از کل هزینه‌ها داشته باشد، کشش تقاضا نسبت به قیمت انرژی، کوچک‌تر از کشش قیمتی تقاضا نسبت به کل هزینه‌ها است (اسماعیل‌نیا و اختیاری‌نیکجه، ۱۳۹۱: ۱۲۰).

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

از آن‌جایی‌که فرآورده‌های نفتی بنزین و نفت‌گاز دارای نقش مهم و میزان مصرف بالایی در اقتصاد ایران و به‌ویژه بخش حمل‌ونقل جاده‌ای هستند، از این‌رو ضروری است تا تمهیدات جدی برای ارتقای کارایی در این بخش به قصد کنترل مصرف این دو نوع سوخت اندیشیده شود. بحث مربوط به بهبود کارایی مصرف بنزین و نفت‌گاز توأم با دغدغه‌ای به نام اثرات بازگشتی است که طی آن، کاهش اولیه در مصرف بنزین و نفت‌گاز در نتیجه بهبود کارایی تا اندازه‌ای خنثی می‌شود.

نتایج بررسی وجود اثرات بازگشتی در این مطالعه نشان می‌دهد که میزان اثرات بازگشتی ناشی از بهبود مصرف بنزین و نفت‌گاز به ترتیب، ۶ و ۲ درصد می‌باشند. به عبارت دیگر به ازای یک درصد بهبود کارایی در مصرف بنزین و نفت‌گاز (طبق تعاریف ارائه شده در بخش سه، افزایش قیمت سوخت به عنوان شاخصی از بهبود کارایی مصرف سوخت در نظر گرفته شده است)، به ترتیب ۰/۰۶ و ۰/۰۲ درصد افزایش پیمایش خودروها را داشته‌ایم. یعنی با افزایش ۱۰۰ درصدی در بهبود مصرف سوخت، ۶ و ۲ درصد از ذخایر بالقوه بنزین و نفت‌گاز، دوباره مصرف شده است و به ترتیب ۹۴ و ۹۸ درصد بنزین و نفت‌گازی که انتظار می‌رفت با بهبود کارایی صرفه‌جویی شود، ذخیره شده است.

نتایج مطالعه حاضر با مطالعه‌ی اسماعیل‌نیا و اختیاری‌نیکجه (۱۳۹۱) که برای داده‌های سری‌زمانی ۱۳۸۸-۱۳۵۵ انجام شده است، هم‌راستا می‌باشد، به گونه‌ای که در مطالعه‌ی آن‌ها اثرات بازگشتی برای مصرف بنزین ۹ درصد برآورد شده است. لازم به ذکر است که در مطالعه‌ی مذکور، دلیل کوچک بودن

1. Lovins
2. Schipper and Grubb

Archive of SID

www.SID.ir

اثرات بازگشتی را پایین بودن قیمت بنزین دانسته و بیان می‌کنند که این میزان از اثرات بازگشتی دلالت بر موفق بودن سیاست افزایش کارایی انرژی در جهت کاهش مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای دارد و نیازی به افزایش کارایی از طریق حذف یارانه‌های انرژی نیست.

در حالی که در مطالعه‌ی حاضر با توجه به قلمرو مکانی و زمانی خاصی که انتخاب شده‌است و دوره‌ی زمانی اجرای سیاست‌های افزایش قیمت سوخت و حذف یارانه‌های انرژی را نیز در برمی‌گیرد، ولی نتایج مشابهی به‌دست آمده است. لذا می‌توان استدلال کرد که سیاست‌های قیمتی اعمال شده به خوبی نتوانسته‌اند باعث تغییر در تقاضای سوخت شود. چرا که اگر مسافت پیموده شده توسط وسیله‌ی نقلیه‌ی موتوری به شدت به هزینه‌ی سوخت مصرف شده در هر کیلومتر پیمایش حساس باشد، در این صورت حذف یارانه‌های سوخت، در کاهش تقاضای بنزین نسبت به معیارهای اقتصادی- فنی مصرف سوخت خودرو روش مؤثرتری است، اما اکنون که مسافت پیموده شده توسط خودرو، به هزینه‌ی سوخت مصرف شده در هر کیلومتر پیمایش حساس نمی‌باشد، لذا معیارهای اقتصادی-فنی سوخت، روش مؤثرتری در کاهش مصرف سوخت به‌شمار نمی‌رود. بنابراین به طور کل می‌توان گفت اگر میزان اثرات بازگشتی بزرگ باشد، تأثیر اقدامات فنی که به‌منظور بهبود کارایی سوخت انجام می‌گیرد، کاهش خواهد یافت. مگر اینکه این اقدامات توأم با عملکردهای دیگری از جمله حذف یارانه انرژی به منظور افزایش قیمت مسافت پیموده شده خودرو باشد. بالعکس اگر اثرات بازگشتی کوچک باشد، معیارهای کارایی سوخت در کاهش مصرف انرژی نسبتاً مؤثر خواهد بود.

از آنجایی که تقاضای سوخت نسبت به قیمت آن بی‌کشش است، لذا پیشنهاد می‌شود، بیش‌تر از آنکه به معیارهای اقتصادی-فنی جهت کاهش مصرف سوخت در کشور توجه می‌شود، به بررسی معیارهای کارایی زیست‌محیطی از منظر استفاده از سوخت جایگزین پاک و افزایش سرمایه‌گذاری در جهت نوسازی ناوگان نیز پرداخته شود. چرا که در این صورت کارایی به‌دست آمده، کارایی پایداری خواهد بود. همان‌طور که در مطالعه‌ی دل‌انگیزان و همکاران (۱۳۹۳) نشان داده‌شد که سیاست‌های قیمتی در صورتی باعث کاهش مصرف و انتشار آلاینده‌ها می‌شوند که در کنار آن سیاست‌های غیرقیمتی نیز اعمال شود.

علاوه‌بر آن با توجه به نتایج به‌دست آمده از اثرات مثبت سایر متغیرهای اثرگذار بر تقاضای سوخت، همانند؛ درآمدسرانه، میزان جمعیت و تعداد خودروها، پیشنهاد می‌شود به مقوله‌ی فرهنگ‌سازی استفاده بهینه از سوخت در جامعه بیش از پیش توجه شود. چرا که اگر افراد جامعه نسبت به استفاده بهینه و مناسب از منابع نفتی و خودروها اهتمام نداشته باشند؛ اجرای سیاست‌های قیمتی و غیرقیمتی، نتایج مطلوب و اثربخشی به همراه نخواهد داشت (دل‌انگیزان و همکاران، ۱۳۹۳: ۷۴).

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

اسماعیل‌نیا، علی‌اصغر و اختیاری نیکجه، سارا (۱۳۹۱). «بررسی میزان اثرات بازگشتی بهبود راندمان خودروها بر مصرف سوخت»، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، ۹(۳۴)، ۲۱۳-۱۸۵.

ترازنامه انرژی، وزارت نیرو، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی، http://pep.moe.gov.ir/

خوشکلام خسروشاهی، موسی (۱۳۹۳). «اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارآیی 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)، ۱۵۸-۱۳۱.

خوشکلام خسروشاهی، موسی (۱۳۹۴). «اثرات بازگشتی مربوط به بخش‌های اقتصادی و خانوارها در نتیجه ارتقاء کارایی مصرف گازوئیل»، *فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، ۲۳(۷۴)، ۵۴-۳۱.

دل‌انگیزان، سهراب؛ خانزادی، آزاد و حیدریان، مریم (۱۳۹۳). «بررسی اثرات تغییر قیمت سوخت بر تولید گازهای گلخانه‌ای در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای ایران؛ رویکرد حداقل مربعات پایدار (RLS)»، *فصلنامه اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق)*، ۱۱(۴)، ۷۷-۴۷.

سالنامه‌های آماری حمل‌ونقل جاده‌ای کشور، وزارت راه و شهرسازی، سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای، http://www.rmto.ir/Pages/homepage.aspx

شرزه‌ای، غلامعلی و ابراهیم‌زادگان، هه‌ژار (۱۳۹۰). «برآورد اثر بازگشت افزایش کارآیی انرژی در ارتباط با مصرف خانوارها و انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران»، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، ۸(۳۰)، ۶۱-۳۳.

فطرس، محمدحسن؛ صحرایی، راضیه و یاوری، معصومه (۱۳۹۳). «برآورد تابع تقاضای انرژی بخش حمل‌ونقل جاده‌ای ایران، ۱۳۹۲-۱۳۵۷». *فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان*، ۲(۷)، ۴۲-۲۳.

مزرعتی، محمد (۱۳۸۷). *مدلسازی تقاضای انرژی در بخش حمل‌ونقل*، تهران: انتشارات پارس پیدورا.

منظور، داود؛ آقابابایی، محمدابراهیم و حقیقی، ایمان (۱۳۹۰). «تحلیل اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارآیی در مصارف برق در ایران: الگوی تعادل عمومی محاسبه‌پذیر»، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، ۲۸، ۲۳-۱.

Baltagi, B. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data*, Third ed., John Wiley & Sons Ltd, London.

Bentzen, J. (2004). "Estimating the Rebound Effect in US Manufacturing". *Energy Economics*, 26, 123-134.

Berkhout, P. H. G.; Muskens, J. C. and Velthuijsen, J. W. (2000). "Defining the rebound effect", *Energy Policy*, 28(6-7), 425-432.

Blair, R. D.; Kaserman, D. L. and Tepel, R. C. (1984). "The Impact of Improved Mileage on Gasoline Consumption". *Economy Inquiry*, 22 (April), 209-217.

Brookes, L. G. (1978). "Energy Policy, the Energy Price Fallacy and the Role of Nuclear Energy in the UK", *Energy Policy*, 6 (2), 94-106.

Brookes, L. G. (1990). "The Greenhouse Effect: the Fallacies in the Energy Efficiency Solution", Energy Policy, 18 (2), 199-201.

Greening, L. A.; Greene, D. L. and Difiglio, C. (2000). "Energy Efficiency and Consumption – the Rebound Effect - a Survey", Energy Policy, 28(6-7), 389-401.

Hanley, N. D.; McGregor, P. G.; Swales, J. K. and Turner, K. (2006). "The Impact of a Stimulus to Energy Efficiency on the Economy and the Environment: A

Archive of SID

www.SID.ir

Regional Computable General Equilibrium Analysis", *Renewable Energy*, 31, 161-171.

Hernandez, A. D. and Pifarre, F. (2009). "Short Run Scenarios and Policies Whereby Economy-Wide Rebound Effects Might be Mitigated", Working Paper. Preliminary Version.

Khazzoom, J. D. (1980). "Economic Implications of Mandated Efficiency in Standards for Household Appliances", *Energy Journal*, 1(4), 21-40**.**

Li, K. and Lin, B. (2015). "Heterogeneity in rebound effects: Estimated results and impact of China's fossil-fuel subsidies", *Applied Energy*, 149, 148-160.

Linn, J. (2013). "The Rebound Effect for Passenger Vehicles", *Resources for the Future*, Washington, DC 20036.

Lovins, A. B. (1998). "Further comments on Red Herrings", *Letter to the New Scientist*, No. 2152,

Mizobuchi, K. (2008). "An Empirical Study on the Rebound Effect: Considering Capital Costs". *Energy Economics*, 30, 2486-2516.

Saunders, H. D. (1992). "The Khazzoom-Brookes postulate and neoclassical growth". *The Energy Journal*, 13 (4), 131.

Semboja, H., (1994). "The Effects of Energy Taxes on the Kenyan Economy: A CGE Analysis", *Energy Economics*, Volume16, (3), 205-215**.**

Schipper, L. and Grubb, M. (2000). "On the rebound? Feedback between Energy Intensities and Energy Uses in IEA Countries", *Energy Policy*, 28(67), 367-88.

Sorrell, S. and Dimitropoulos, J. (2007). "The rebound effect: Microeconomic definitions, limitations and extensions", *Ecological economics*, 65, 636-649.

Sorrell, S.; Dimitropoulos, J. and Sommerville, M. (2009). "Empirical estimates of the direct rebound effect: A review", *Energy Policy*, 37, 1356-1371.

Wang, H.; Zhou, D. Q. and Zha, D. L. (2012). "Direct rebound effect for passenger transport: Empirical evidence from Hong Kong", *Applied Energy*, 92, 162-167.

Wang, Z.; Han, B. and Lu, M. (2016). "Measurement of energy rebound effect in households: Evidence from residential electricity consumption in Beijing, China". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 58, 821-861.

Wheaton, W. C. (1982). "The Long-Run Structure of Transportation and Gasoline Demand", *Bell Journal of Economics*, 13(2), 439-54.

Zhang, Y. J.; Peng, H. R.; Liu, Z. and Tan, W. (2015). "Direct energy rebound effect for road passenger transport in China: A dynamic panel quantile regression approach". *Energy Policy*, 87, 303-313.

Archive of SID

www.SID.ir