تحقیقات اقتصادی / دوره ۵۳، شمارهٔ ۴، زمستان ۹۷/ ص ۸۲۸-۸۰۵

محاسبه اثرات بازگشتی مستقیم CO_2 ناشی از بهبود کارایی مصرف سوخت در بخش حمل‌ونقل استان‌های ایران[۱]

سهراب دل‌انگیزان[۱]، آزاد خانزادی[۲]، مریم حیدریان[۳*]

۱. دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه رازی، sohrabdelangizan@gmail.com

۲. استادیار گروه اقتصاد دانشگاه رازی، azadkhanzadi@gmail.com

۳. دانشجوی دکتری اقتصاد بخش عمومی دانشگاه رازی، maryamheidarian.1368@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۱۸

چکیده

"اثرات بازگشتی"، اصطلاحی است که بیان می‌کند با بهبود کارایی انرژی، هزینه‌ی واقعی خدمات انرژی در هر واحد کاهش یافته و در نتیجه تقاضا برای خدمات انرژی افزایش می‌یابد. از این‌رو، ذخیره بالقوه انرژی و کاهش انتشار CO_2 ناشی از بهبود کارایی خنثی می‌شود. هدف اصلی در پژوهش حاضر، محاسبه اثرات بازگشتی مستقیم CO_2 ناشی از بهبود کارایی مصرف سوخت در بخش حمل‌ونقل می‌باشد که برای استان‌های ایران در دوره زمانی ۱۳۹۴-۱۳۸۵ در سه مرحله انجام شده است. در ابتدا با استفاده از معادله اسلاتسکی، فرمول محاسباتی اثرات بازگشتی مستقیم CO_2 استخراج و سپس با برآورد کشش‌های قیمتی و درآمدی تقاضا در بخش حمل‌ونقل، اثرات بازگشتی مستقیم CO_2 برای ۳۰ استان کشور در یک دوره ده ساله محاسبه شده است. نتایج محاسبات نشان می‌دهد که اثرات بازگشتی به سبب اجرای سیاست حذف یارانه انرژی و افزایش قیمت سوخت، دارای روند همگرا و نزولی (به‌طور متوسط ۲/۵۱ تا ۱/۰۹ درصد) بوده است.

طبقه‌بندی JEL: R41, Q41, C23, C51

واژه‌های کلیدی: اثرات بازگشتی مستقیم CO_2، کارایی مصرف سوخت، حمل‌ونقل، استان‌های ایران

---

۱. این مقاله از پایان نامه کارشناسی ارشد نویسنده سوم حاصل شده است.

*. نویسنده‌ی مسئول، شماره تماس ۰۹۱۸۸۵۸۶۹۵۱

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

مطابق مطالعات آژانس بین‌المللی انرژی، بخش حمل‌ونقل به‌عنوان حلقه اتصال بخش‌های مختلف اقتصادی، تا سال ۲۰۲۰ میلادی بیشترین مصرف انرژی را نسبت به سایر بخش‌ها خواهد داشت و مسبب اصلی آلودگی هوا و آلودگی صوتی خواهد بود (فلاحی و حکمتی‌فرید، ۱۳۹۲، ۱۳۱).

از همین‌رو بایستی کشورها به دنبال راهکارهایی باشند تا از طریق آن، مصرف انرژی را کاهش دهند و باتوجه به ارتباط مستقیمی که بین مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها وجود دارد، انتظار می‌رود انتشار آلاینده‌ها نیز کاهش یابد. می‌توان گفت با پیشرفت تکنولوژی کارایی انرژی افزایش یافته و افزایش کارایی انرژی یک راهکار بسیار مهم جهت کاهش مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها محسوب می‌شود (شرزه‌ای و ابراهیم‌زادگان، ۱۳۹۰، ۳۴).

بهبود کارایی انرژی، هزینه‌ی واقعی خدمات انرژی در هر واحد را کاهش می‌دهد. برمبنای تئوری رفتار مصرف‌کننده، کاهش هزینه‌ی خدمات انرژی باعث افزایش تقاضای آن شده و در نتیجه ذخایر واقعی انرژی کمتر از ذخایر بالقوه انرژی خواهد بود. دلیل این امر را می‌توان، وجود اثرات بازگشتی[1] دانست، که در آن، اثرات بازده انتظاری ناشی از بهبود کارایی مصرف انرژی روی شدت انرژی، در نتیجه عکس‌العمل سیستم‌های اقتصادی به کاهش در قیمت مؤثر[2] (قیمت ضمنی[3]) خدمات انرژی (همزمان با بهبود کارایی مصرف انرژی) متأثر می‌شود (گرپراد و راسموسن[4]، ۲۰۰۴، ۲۶۴).

طبیعی است بی‌توجهی به اثرات بازگشتی باعث ناکارآمدی سیاست‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی و افزایش آلودگی خواهد شد. لذا در این مطالعه تلاش شده است، با تمرکز بر ادبیات نظری اثرات بازگشتی و با توجه به اهمیت بخش حمل‌ونقل در مصرف انرژی و انتشار آلاینده، سه مسئله عمده شفاف‌سازی شود: در ابتدا، اثرات بازگشتی کل CO_2 ناشی از بهبود کارایی مصرف انرژی اندازه‌گیری و از طریق معادله اسلاتسکی این اثرات به اثرات مستقیم[5] و غیرمستقیم[6] تجزیه می‌شود؛ از آنجایی که هدف اصلی این مطالعه محاسبه اثرات بازگشتی مستقیم CO_2 در بخش حمل‌ونقل ۳۰ استان کشور در بازه‌ی

1. Rebound Effect
2. Effective Price
3. Implicit Price
4. Grepperud & Rasmussen
5. Direct rebound effect
6. Indirect rebound effect

Archive of SID

www.SID.ir

زمانی ۱۳۹۴-۱۳۸۵ است، لذا تنها به این مقوله در قالب برآورد کشش‌های خود قیمتی و درآمدی تقاضای حمل‌ونقل پرداخته می‌شود. دوم، به واسطه‌ی محاسبه اثرات بازگشتی مستقیم CO_2 برای استان‌ها، تفاوت‌های منطقه‌ای از این اثرات با توجه به اصلاحات قیمت انرژی در سال ۱۳۸۹ که در راستای بهبود کارایی انرژی، کاهش مصرف و آلودگی انجام شده، مشخص می‌شود و در نهایت با استفاده از روش داده‌های تابلویی، عوامل مؤثر بر اثرات بازگشتی مستقیم CO_2 تجزیه و تحلیل خواهند شد.

ساختار این مقاله به این صورت سازماندهی شده است؛ پس از مقدمه، به ادبیات نظری اثرات بازگشتی پرداخته شده، در قسمت سوم، مطالعات تجربی انجام شده در داخل و خارج از کشور ارائه خواهد شد. بخش چهارم مباحث مربوط به روش‌شناسی اندازه‌گیری اثرات بازگشتی CO_2 و معرفی متغیرها را در بردارد. بخش پنجم به یافته‌های تجربی این پژوهش اختصاص دارد و سرانجام در بخش نهایی، نتیجه‌گیری و پیشنهاداتی مطرح می‌شود.

۲- مبانی نظری

۲-۱- *مفهوم اثرات بازگشتی*

اثرات بازگشتی را می‌توان به‌عنوان درصدی از ذخیره‌ی بالقوه‌ی انرژی ناشی از بهبود کارایی انرژی تعریف کرد، که منعکس‌کننده‌ی اختلاف میان صرفه‌جویی بالقوه و بالفعل در مصرف انرژی است و این مقدار از ذخیره به دلیل اثرات قیمتی و درآمدی کاهش قیمت خدمات انرژی به چرخه‌ی مصرف برمی‌گردد (خوشکلام خسروشاهی، ۱۳۹۳، ۱۳۵). هرچند نظریه‌ی اقتصاد و مطالعات بلندمدت تاریخی مؤید وجود اثرات بازگشتی است، ولی میزان این اثر همچون سایر مشاهدات تجربی در اقتصاد، مناقشه‌برانگیز بوده است. مطالعات تجربی در زمینه‌ی اثرات بازگشتی جهت استفاده در سیاست‌گذاری انرژی در دهه‌ی ۱۹۷۰ (بروکس[1]، ۱۹۷۸؛ خازوم[2]، ۱۹۸۰؛ هانون[3]، ۱۹۷۵) و در پس آن در دهه‌ی ۱۹۸۰ با تأکید بر ملاحظات زیست‌محیطی (کیپین و کتس[4]، ۱۹۸۸؛ بروکس، ۱۹۹۰)، مورد توجه اقتصاددانان قرار گرفت.

1. Brookes
2. Khazzoom
3. Hannon
4. Keepin and Kats

Archive of SID

www.SID.ir

خازوم استدلال می‌کند، به‌دلیل نادیده گرفتن اثرات بازگشتی میزان ذخایر واقعی انرژی ناشی از بهبود کارایی کمتر از حد پیش‌بینی شده است و معادله (۱) را برای اندازه‌گیری اثرات بازگشتی معرفی کرد:

$$\eta_{\varepsilon}(E) = \eta_{P_E}(E) - 1 \qquad (۱)$$

در اینجا، ε نشان‌دهنده بهبود کارایی انرژی است، E و P_E به ترتیب تقاضا و قیمت انرژی را نشان می‌دهند. $\eta_{\varepsilon}(E)$ کشش تقاضای انرژی نسبت به کارایی انرژی و $\eta_{PE}(E)$ کشش خودقیمتی تقاضای انرژی (معیار اندازه‌گیری اثرات بازگشتی) می‌باشد. معادله (۱) هم‌چنین نشان‌دهنده ذخایر انرژی پیش‌بینی شده ناشی از بهبود کارایی انرژی است. به دنبال معرفی خازوم از این معادله، تعدادی از محققان جنبه‌های تئوریکی و تجربی اثرات بازگشتی را مورد بحث قرار دادند، از آن جمله، برخوت و همکاران[1] (۲۰۰۰)، روی[2] (۲۰۰۰) و بنتزن[3] (۲۰۰۴)، کشش خودقیمتی تقاضای انرژی را برای برآورد اثرات بازگشتی محاسبه نمودند. از این‌رو تقاضای انرژی در اکثر موارد به مفهوم تقاضای مشتق شده از کالا یعنی تقاضای مشتق شده از خدماتی همچون حمل‌ونقل، گرمایش و روشنایی باز می‌گردد. میزوباچی[4] (۲۰۰۸) معادله خازوم را به‌صورت دیگری تعمیم داد و معیار دقیق‌تری برای اثرات بازگشتی معرفی نمود:

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

در اینجا S و P به ترتیب نشان‌دهنده تقاضای خدمات انرژی و قیمت هستند. $\eta_{P_S}(S)$ کشش خودقیمتی تقاضای خدمات انرژی (به‌عنوان معیاری از اثرات بازگشتی) را نشان می‌دهد. جدول (۱) انواع اثرات بازگشتی را به تفکیک اندازه، به پنج گروه تقسیم‌بندی کرده است.

با توجه به جدول (۱)، اثر کاهشی فوق‌العاده هدف نهایی کاهش انرژی و انتشار آلاینده‌ها است، اما مورد رایج آن در واقعیت، اثرات بازگشتی جزئی است (سو[5]، ۲۰۱۲). هم‌چنین اثرات بازگشتی دارای مفاهیم زیست‌محیطی است، زمانی که اثرات بازگشتی مقدار مثبتی دارد، با افزایش تقاضا برای خدمات انرژی، به‌طور جزئی کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از بهبود کارایی انرژی، خنثی می‌شود. شکل (۱)، چارچوب

1. Berkhout et al.
2. Roy
3. Bentzen
4. Mizobuchi
5. Su

Archive of SID

www.SID.ir

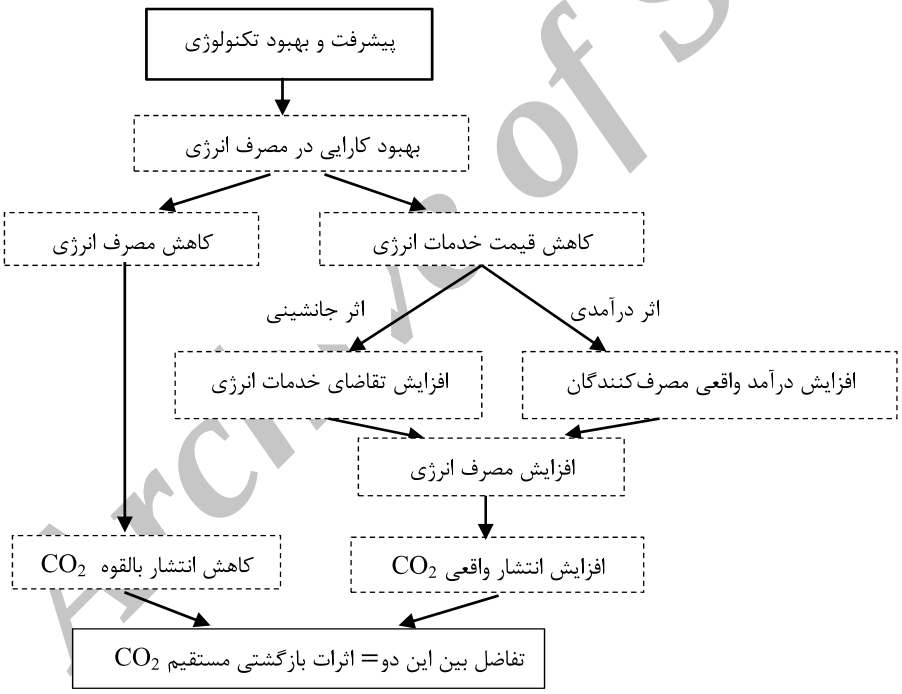
مفهومی از اثرات بازگشتی گازهای گلخانه‌ای ناشی از بهبود کارایی مصرف انرژی را ارائه می‌دهد.

جدول ۱. انواع اثرات بازگشتی براساس اندازه

اندازه‌ی اثرات بازگشتی	نوع اثرات بازگشتی	مفهوم
$RE < 0$	اثر کاهشی فوق‌العاده	به‌دلیل بهبود کارایی انرژی، ذخایر واقعی بیشتر از ذخایر بالقوه است.
$RE = 0$	اثرات بازگشتی صفر	ذخایر بالقوه انرژی کامل به‌دست آمده است.
$0 < RE < 1$	اثرات بازگشتی جزئی	ذخایر بالقوه انرژی به‌صورت جزئی جبران شده است.
$RE = 1$	اثرات بازگشتی کامل	ذخایر بالقوه انرژی به‌طور کامل جبران شده است.
$RE > 1$	اثرات معکوس	بهبود کارایی انرژی موجب افزایش مصرف انرژی می‌شود.

توضیحات: RE نشان‌دهنده اثرات بازگشتی است.

منبع: یافته‌های پژوهش



شکل ۱. چارچوب مفهومی از روند اثرات بازگشتی مستقیم CO_2

منبع: یافته‌های پژوهش

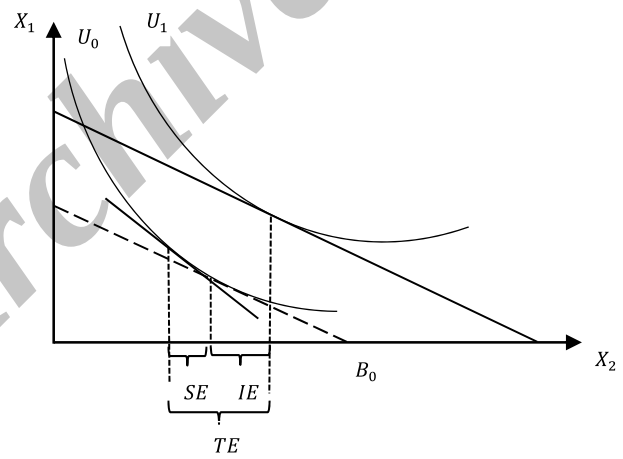
Archive of SID

www.SID.ir

۲-۲- مبانی تئوریک اثرات بازگشتی مستقیم و غیرمستقیم

اثرات بازگشتی شامل اثرات مستقیم و غیرمستقیم می‌شود که ماهیت نظری آن را می‌توان توسط معادله اسلاتسکی به خوبی نشان داد. به‌عبارتی این معادله بیان می‌کند، اثرات کل تغییرات قیمت بر روی تقاضا، برابر با جمع اثرات جانشینی و درآمدی است. در اینجا اثرات بازگشتی در یک مدل دوکالایی نشان داده می‌شود.

فرض می‌شود تابع مطلوبیت مصرف‌کنندگان خانوار به‌صورت $U(X_1, X_2)$ است. مصرف دو کالای انرژی که هردو نرمال هستند به ترتیب X_1 و X_2 و محدودیت بودجه مصرف‌کنندگان نیز به‌صورت $B = P_1X_1 + P_2X_2$ می‌باشد. در اینجا P_1 و P_2 نشان‌دهنده قیمت هردوکالا است. فرض می‌شود که B محدودیت بودجه لوازم خانگی مربوط به ماکروویو (X_1) و اجاق‌گاز (X_2) است. وقتی که کارایی انرژی ماکروویو افزایش یابد (هزینه‌ی برق در هر ساعت کاهش یابد)، از یک‌سو مصرف‌کنندگان ترجیح می‌دهند که از ماکروویو به جای اجاق‌گاز استفاده کنند چون هزینه‌ی انرژی کمتری پرداخت می‌کنند (اثرجانشینی). از سوی دیگر، کاهش در هزینه‌ی انرژی سبب افزایش قدرت خرید مصرف‌کننده خواهد شد (اثر درآمدی). افزایش کل در تقاضای انرژی به وسیله هر دو اثر تعیین می‌شود؛ اثرات مستقیم (جانشینی) و اثرات غیرمستقیم (درآمدی) (لین و همکاران، ۲۰۱۳، ۳۳۲). در شکل (۲) این اثرات نشان داده شده است.



شکل ۲. اثرات بازگشتی مستقیم (اثرجانشینی) و غیرمستقیم (اثردرآمدی)

Archive of SID

www.SID.ir

۳- مروری بر مطالعات تجربی

۳-۱- مطالعات خارجی

برای بررسی اثر افزایش کارایی انرژی بر مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها، مطالعات متعددی انجام گرفته است. اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارآیی انرژی نخستین بار در سال ۱۹۸۰ توسط دانیل خازوم شناخته شده است. وی ادعا کرده است که بهبود تکنولوژی و افزایش کارآیی انرژی، منجر به کاهش هزینه و در نتیجه افزایش مصرف کالا و خدمتی می‌شود که از آن انرژی استفاده می‌کند. نظریه‌ی خازوم بیان می‌کند اثر بازگشت با کشش قیمتی تقاضای انرژی برابر است.

برانلوند و همکاران[1] (۲۰۰۷) در مقاله‌ای تحت عنوان "افزایش کارایی انرژی و اثرات بازگشتی با تأثیر آن بر مصرف و انتشار گازهای گلخانه‌ای" به بررسی پیشرفت تکنولوژیکی و افزایش کارایی انرژی در بخش خانگی سوئد پرداخته‌اند. در این مطالعه از مدل تقاضای تقریباً ایده‌آل (AIDS) دیتون و مولبور[2] برای داده‌های مصرف ۳ ماهه ۱۹۹۷:۴-۱۹۸۰:۱ استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که افزایش در کارایی انرژی تا ۲۰ درصد موجب افزایش در انتشار گازهای CO_2 تا ۵٪ می‌شود. لذا برای کاهش انتشار CO_2 تا سطح اولیه، بایستی مالیات CO_2 تا ۱۳۰ درصد افزایش یابد.

لین و همکاران (۲۰۱۳)، در مطالعه‌ای به بررسی اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی انرژی و کاهش انتشار CO_2 در چین و در دوره زمانی ۲۰۰۸-۱۹۸۷ با استفاده از تابع تقاضای تقریباً ایده‌آل (AIDS) پرداختند. در این مطالعه، اثرات بازگشتی از طریق معادله اسلاتسکی به اثرات مستقیم و غیرمستقیم تجزیه شده و مقدار عددی آن‌ها بر قوی‌تر بودن اثرات بازگشتی غیرمستقیم نسبت به مستقیم دلالت دارد.

لین و زاو[3] (۲۰۱۶)، در مطالعه‌ای با عنوان "پیشرفت تکنولوژی و اثرات بازگشتی انرژی در صنعت نساجی چین؛ شواهد و پیامدهای سیاستی" و با استفاده از مدل کشش‌های جانشینی موریشیما[4] (MES) و قیمت‌های نامتقارن انرژی و هم‌چنین با استفاده از لگاریتم توابع هزینه و سایر روش‌های اقتصادسنجی، به‌اندازه‌گیری اثرات

1. Brannlund etal.
2. Deaton and Muellbauer
3. Lin and Zhao
4. Morishima elasticity's substitution

Archive of SID

www.SID.ir

بازگشتی در صنعت نساجی چین پرداخته‌اند. نتایج تجربی نشان می‌دهد که اندازه‌ی اثرات بازگشتی برای صنعت نساجی چین، ۲۰/۹۹۱ درصد می‌باشد.

زانگ و همکاران[1] (۲۰۱۷)، در مطالعه‌ای به محاسبه اثرات بازگشتی مستقیم و غیرمستقیم CO_2 برای خودروهای شخصی استان‌های چین در دوره زمانی ۲۰۱۲-۲۰۰۱ و با استفاده از سیستم تقاضای تقریباً ایده‌آل دو مرحله‌ای پرداخته‌اند. سپس با استفاده از روش داده‌های تابلویی، عوامل مؤثر بر این اثرات را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند. نتایج حاکی از آن بود که اثرات بازگشتی مستقیم CO_2 نقش مسلط و بزرگ‌تری در کل اثرات بازگشتی CO_2 ایفا می‌کند.

۳-۲- مطالعات داخلی

منظور و همکاران (۱۳۸۹)، در مطالعه‌ای به بررسی اثرات بازگشتی مربوط به انرژی الکتریسیته با استفاده از الگوی تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پرداخته‌اند. براساس نتایج این مطالعه در سناریوی پایه، بهبود کارآیی در مصارف برق به‌طور متوسط ۱۴/۲ درصد اثرات بازگشتی به همراه دارد.

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 پرداخته‌اند. اثر بازگشتی نیز تقریباً ۹۸ درصد برآورد شده است.

اسماعیل‌نیا و اختیاری نیکجه (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 حمل و نقل با رویکرد مدل تعادل عمومی قابل محاسبه پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد، به دنبال بهبود ۱۰ درصدی در کارآیی مصرف بنزین و گازوئیل، اثرات بازگشتی در رشته فعالیت‌های مختلف وجود

1. Zhang et al.

Archive of SID

www.SID.ir

خواهد داشت، به‌طوری که در مورد بنزین و گازوئیل در رشته فعالیت حمل‌ونقل جاده‌ای به‌ترتیب ۲۷/۴۵ و ۲۵/۲۱ درصد بیشترین اثرات بازگشتی حاصل می‌شود.

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، سبب ایجاد اثرات بازگشتی در بخش‌های مختلف و خانوارها می‌شود.

دل‌انگیزان و همکاران (۱۳۹۵)، در مطالعه‌ای به بررسی اثرات بازگشتی مستقیم ناشی از بهبود کارایی مصرف سوخت در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای استان‌های ایران در دوره زمانی ۱۳۹۳-۱۳۸۳، با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته پرداخته‌اند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داده که اثرات بازگشتی مستقیم ناشی از بهبود کارایی مصرف بنزین و نفت‌گاز به ترتیب، ۶ و ۲ درصد بوده است.

با توجه به اجرایی شدن سیاست‌های بهبود کارایی انرژی در ایران، لزوم پرداختن به مطالعاتی که جوانب مختلف کاهش مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها را در بخش‌های مختلف اقتصادی در نظر بگیرد، بیش از پیش مورد نیاز است. تاکنون در مطالعاتی که صورت گرفته، اثرات بازگشتی CO_2 یا به‌صورت کشوری محاسبه شده (مطالعه شرزه‌ای و ابراهیم‌زادگان، ۱۳۹۰) و یا به عوامل مؤثر بر میزان انتشار CO_2 (فلاحی و همکاران، ۱۳۹۲) پرداخته شده است، ولی نوآوری این مطالعه در محاسبه اثرات بازگشتی مستقیم CO_2 (که به مفهوم تفاضل افزایش انتشار واقعی و کاهش انتشار بالقوه CO_2 است) برای ۳۰ استان کشور به تفکیک و طی یک دوره ده ساله برای بخش حمل‌ونقل می‌باشد. افزون بر این، در راستای تکمیل مطالعه دل‌انگیزان و همکاران (۱۳۹۵)، که در آن به بررسی اثرات بازگشتی در مصرف سوخت پرداخته شده است، این مطالعه گامی فراتر نهاده و به بررسی جوانب زیست‌محیطی اثرات بازگشتی در بخش حمل‌ونقل پرداخته است. تلاش شده است عوامل مؤثر بر این اثرات، شناسایی و میزان اثرگذاری هر یک بررسی شود.

Archive of SID

www.SID.ir

۴- روش‌شناسی پژوهش و معرفی متغیرها

۴-۱- اثرات بازگشتی مستقیم و غیرمستقیم CO_2 برای بخش حمل‌ونقل

در این مطالعه فرض می‌شود، نسبت و جهت تغییرات اثرات بازگشتی مصرف انرژی همسو با انتشار دی‌اکسیدکربن است. همچنین اثرات بازگشتی CO_2 بر طبق معادله اسلاتسکی به دو اثر مستقیم و غیرمستقیم قابل تجزیه می‌باشد. براساس مطالعه لین و همکاران (۲۰۱۳)، معادله نهایی برآورد اثرات بازگشتی مستقیم و غیرمستقیم ناشی از انتشار CO_2 به‌صورت معادلات (۳) و (۴) است[۱].

$$\text{The indirect effect} = -\sum_i x_{jt}\frac{\partial x_{it}}{\partial y}\theta_{it} = -\sum_i \frac{P_{jt}x_{jt}}{y}\left(\frac{\partial x_{it}}{\partial y}\frac{y}{x_{it}}\right)\frac{x_{it}}{P_{jt}}\theta_{it} = -\sum_i S_{jt}\eta_{yi}\theta_{it}\frac{x_{it}}{P_{jt}} \quad (۳)$$

در اینجا $S_{jt} = \frac{P_{jt}x_{jt}}{y}$ و P_{jt} به ترتیب نشان‌دهنده سهم مخارج و قیمت کالای j، x_{it} نشان‌دهنده مصرف واقعی کالای i و $\eta_{yi} = \frac{\partial x_{it}}{\partial y}\frac{y}{x_{it}}$ کشش مخارج کالای i است. θ_{it} نشان‌دهنده ضریب CO2 برای اندازه‌گیری میزان انتشار CO2 در طول فرایندهای تولید، توزیع و مصرف کالای i در هر واحد می‌باشد.

$$\text{The direct effect} = \sum_i \frac{\partial x_{it}(p,u^*)}{\partial P_{jt}}\theta_{it} = \frac{\partial E_t}{\partial P_{jt}} + \sum_i x_{jt}\frac{\partial x_{it}}{\partial y}\theta_{it} = \sum_i\left(\frac{\partial x_{it}}{\partial P_{jt}}\frac{P_{jt}}{x_{it}}\right)\theta_{it}\frac{x_{it}}{P_{jt}} + \sum_i \frac{P_{jt}x_{jt}}{y}\left(\frac{\partial x_{it}}{\partial y}\frac{y}{x_{it}}\right)\theta_{it}\frac{x_{it}}{P_{jt}} = \theta_{it}\frac{x_{it}}{P_{jt}}\sum_i(\eta_{ij} + S_{jt}\eta_{yi}) \quad (۴)$$

در اینجا $\eta_{ij} = \frac{\partial x_{it}}{\partial P_{jt}}\frac{P_{jt}}{x_{it}}$ نشان‌دهنده کشش متقاطع کالای i با توجه به قیمت کالای j است.

در مطالعه‌ی حاضر، به دلیل کمبود و ناقص بودن داده‌های انتشار CO_2 در گروه‌های مصرفی خانوارها، تنها بخش حمل‌ونقل به‌دلیل جایگاه این بخش در اقتصاد کشور، در نظر گرفته خواهد شد و از آنجایی که تمرکز اصلی بر یک بخش با توجه به تغییرات قیمت همان بخش است، لذا نمی‌توان اثرات بازگشتی غیرمستقیم و کل را محاسبه کرد و تنها به محاسبه اثرات بازگشتی مستقیم CO_2 ناشی از بهبود کارایی مصرف سوخت پرداخته می‌شود.

---

۱. به‌منظور مطالعه بیشتر در مورد اثبات اثرات بازگشتی مستقیم و غیرمستقیم، می‌توان به مقاله لین و همکاران (۲۰۱۳) مراجعه کرد.

Archive of SID

www.SID.ir

اگر در معادله (۴)، i=j باشد، از کشش خود قیمتی تقاضا استفاده می‌شود، لذا می‌توان معادله (۴) را تنها برای بخش حمل‌ونقل با توجه به تغییرات شاخص قیمتی آن (در اینجا فرض می‌شود تغییرات شاخص قیمت حمل‌ونقل به واسطه‌ی بهبود کارایی انرژی حاصل شده است) بازنویسی کرد:

$$\text{اثرات بازگشتی مستقیم } CO_2 \text{ در بخش حمل‌ونقل} = \frac{\partial x_{it}(p,u^*)}{\partial P_{it}}\theta_{it} = \frac{\partial E_t}{\partial P_{it}} + x_{it}\frac{\partial x_{it}}{\partial y}\theta_{it} = \left(\frac{\partial x_{it}}{\partial P_{it}}\frac{P_{it}}{x_{it}}\right)\theta_{it}\frac{x_{it}}{P_{it}} + \frac{P_{it}x_{it}}{y}\left(\frac{\partial x_{it}}{\partial y}\frac{y}{x_{it}}\right)\theta_{it}\frac{x_{it}}{P_{it}} = \theta_{it}\frac{x_{it}}{P_{it}}(\eta_i + S_{it}\eta_{yi}) \quad (۵)$$

بنابراین؛ θ_{it} : ضریب انتشار CO_2 در بخش حمل‌ونقل که به‌صورت نسبت میزان انتشار CO_2 به مصرف سوخت (بنزین، نفت‌گاز و گاز طبیعی فشرده شده می‌باشد، به‌عنوان سوخت‌های رایج در بخش حمل‌ونقل) محاسبه می‌شود. از آنجایی که هیچ آمار رسمی از انتشار CO_2 برای استان‌های کشور وجود ندارد، لذا از مدل انتشار کربن بر مبنای سوخت استفاده شده است (چانگ و همکاران[1]، ۲۰۱۳؛ فلاحی و حکمتی فرید، ۱۳۹۲).

$$\text{میزان انتشار } CO_2 = \sum A_{it} . CCF_{it} . HE_{it} . COF_{it} . \left(\frac{44}{12}\right) \quad (۶)$$

در رابطه (۶)، A مصرف هر سوخت، CCF مقدار کربن، HE ارزش حرارتی، COF کربن اکسیداسیون و $\frac{44}{12}$ نسبت وزنی مولکول‌های CO_2 به کربن می‌باشد[2].

$\frac{x_{it}}{P_{it}}$: مخارج واقعی بخش حمل‌ونقل که از داده‌های متوسط هزینه‌ی ناخالص سالانه یک خانوار در بخش حمل‌ونقل به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ به‌دست آمده است.

S_{it} : سهم مخارج حمل‌ونقل به کل مخارج مصرفی در گروه خانوار.

η_i و η_{yi} به ترتیب کشش خودقیمتی و کشش درآمدی تقاضای حمل‌ونقل می‌باشد که در قسمت (۴-۲) به بررسی محاسبه آن پرداخته می‌شود. لازم به ذکر است در معادله (۵)، i تنها نشان‌دهنده بخش حمل‌ونقل است.

---

1. Chang et al.

۲. لازم به ذکر است این فرمول دارای انحرافاتی از جمله نبود تعداد خودروها، ضرایب تعدیل فصلی و انتشار سایر آلاینده‌ها می‌باشد که محاسبه آن از حوزه این مقاله خارج است. در این مطالعه تنها با فرض رابطه مثبت بین مصرف سوخت و انتشار CO_2 به عنوان یک آلاینده مهم در بخش حمل‌ونقل، به محاسبه انتشار این گاز در استان‌ها پرداخته شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

۴-۲- معرفی مدل اقتصادسنجی به‌منظور برآورد کشش‌های خود قیمتی و درآمدی تقاضای حمل‌ونقل

در این بخش به‌منظور محاسبه کشش‌های خودقیمتی و درآمدی تقاضای حمل-ونقل، از روش داده‌های تابلویی برای ۳۰ استان کشور (به‌غیراز استان البرز به دلیل نبود اطلاعات آماری) و در دوره زمانی ۱۳۹۴-۱۳۸۵ استفاده می‌شود. عوامل بسیاری بر تقاضای حمل‌ونقل اثرگذار هستند که از جمله آن‌ها می‌توان به شاخص قیمت کالای موردنظر، شاخص قیمت سایر کالاها، درآمد سرانه و غیره اشاره کرد. معادله (۷) به بررسی برخی از این عوامل با توجه به دسترسی داده‌ها و به‌دست آوردن یک نتیجه رگرسیونی معنادار می‌پردازد.

$$LTE_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 LTP_{it} + \alpha_2 LPI_{it} + \alpha_3 Lincome_{it} + \alpha_4 Lpop_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۷)$$

به‌طوری که؛ LTE_{it}: لگاریتم مخارج واقعی بخش حمل‌ونقل به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ و برحسب هزار ریال

LTP_{it}: لگاریتم شاخص قیمت حمل‌ونقل به قیمت سال پایه ۱۳۹۰ و برحسب درصد

LPI_{it}: لگاریتم شاخص قیمت سایر کالاها به غیر از حمل‌ونقل به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ و برحسب درصد که به‌صورت میانگین وزنی شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی به‌دست می‌آید. وزن هرکدام از کالاها برابر سهم نسبی آن‌ها از کل مخارج مصرف‌کنندگان است. می‌توان گفت محاسبه این شاخص همانند شاخص قیمت استون، ولی بدون درنظر گرفتن گروه حمل‌ونقل می‌باشد.

$Lincome_{it}$: لگاریتم درآمد واقعی سرانه خانوار به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ و برحسب هزار ریال به نفر

$Lpop_{it}$: لگاریتم سهم نسبی جمعیت هراستان به کل جمعیت کشور و برحسب درصد

α_0 متغیر عرض از مبدأ برای در نظر گرفتن اثرات انفرادی و ε_{it}، جمله اخلال می‌باشد. از آنجایی که تمامی متغیرها به‌صورت لگاریتمی در مدل ظاهر شده‌اند، ضرایب برآوردی بیانگر کشش می‌باشد، به‌طوری که α_1 کشش خود قیمتی تقاضای حمل‌ونقل، α_2 کشش متقاطع تقاضای حمل‌ونقل نسبت به تغییرات سایر کالاها و α_3 کشش درآمدی را نشان می‌دهند.

Archive of SID

www.SID.ir

۴-۳- معرفی مدل اقتصادسنجی به‌منظور تعیین عوامل مؤثر بر اثرات بازگشتی مستقیم CO_2 در بخش حمل‌ونقل

تعیین عوامل مؤثر بر اثرات بازگشتی CO_2 برای تصمیم‌گیری‌های کاهش مصرف انرژی و آلودگی هوا مهم است، زیرا اگر عاملی سبب افزایش اثرات بازگشتی CO_2 شود، می‌تواند در افزایش مصرف انرژی و انتشار آلودگی نیز مؤثر باشد. از جمله این عوامل می‌توان به مخارج مصرفی خانوارها، نرخ شهرنشینی، تعداد خودروها، تراکم نسبی جمعیت و غیره اشاره کرد (زانگ و همکاران، ۲۰۱۷، ۱۵۳). در این مطالعه نیز، تلاش شده است از عوامل فوق برای بررسی تأثیر آن‌ها بر اثرات بازگشتی CO_2 در بخش حمل‌ونقل استان‌های ایران، برای دوره‌ی زمانی ۱۳۹۴-۱۳۸۵ و بهره‌گیری از روش داده‌های تابلویی استفاده شود (معادله ۸).

$$DRE_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln(Exp)_{it} + \beta_2 \ln(urban)_{it} + \beta_3 \ln(Pop)_{it} + \beta_4 VN_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۸)$$

به‌طوری‌که:

DRE_{it}: اثرات بازگشتی مستقیم CO_2 برای استان‌های ایران برحسب درصد

$\ln(Exp)_{it}$: لگاریتم مخارج واقعی سرانه بخش حمل‌ونقل برحسب هزار ریال به نفر

$\ln(urban)_{it}$: لگاریتم نرخ شهرنشینی به‌صورت جمعیت شهری هر استان به کل جمعیت استان و برحسب درصد

$\ln(Pop)_{it}$: لگاریتم تراکم نسبی جمعیت به‌صورت جمعیت شهری هر استان به مساحت استان و برحسب نفر به کیلومترمربع

VN_{it}: سرانه تعداد خودروها به‌صورت مجموع خودروهای بنزین‌سوز و نفت‌گازسوز و برحسب دستگاه به نفر

شایان ذکر است که داده‌های مورد استفاده جهت برآورد مدل‌ها از اطلاعات موجود در بودجه خانوار (آمارهای اقتصادی بانک مرکزی)، حساب‌های منطقه‌ای مرکز آمار ایران، سالنامه‌های استانی و ترازنامه انرژی گردآوری شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

۵- یافته‌های پژوهش

۵-۱- یافته‌های حاصل از محاسبه کشش‌های خودقیمتی و درآمدی تقاضای حمل‌ونقل

از آنجایی که هدف اصلی این پژوهش محاسبه اثرات بازگشتی مستقیم CO_2 و تعیین عوامل مؤثر برآن است، لذا در این بخش تنها به نتایج حاصل از برآورد معادله (۷) پرداخته می‌شود. لازم به ذکر است، نتایج آزمون‌های ریشه واحد و هم‌انباشتگی متغیرهای مورد بررسی در این مدل، دال بر مانا بودن متغیرها[1] و وجود هم‌انباشتگی بین آن‌ها می‌باشد. نتایج آزمون F لیمر بر روش داده‌های تابلویی در مقابل تلفیقی و نتایج آزمون هاسمن بر وجود اثرات تصادفی دلالت دارد. جدول (۲)، نتایج حاصل از برآورد مدل را به روش حداقل مربعات کاملاً تعمیم‌یافته پانلی ارائه می‌کند.

جدول ۲. نتایج حاصل از برآورد مدل تقاضای حمل‌ونقل به روش Panel EGLS

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره‌ی t	سطح احتمال
لگاریتم شاخص قیمت حمل‌ونقل	۰/۵۷۴۰	۰/۲۱۲۳	۲/۷۰۳۶	۰/۰۰۷۳
لگاریتم شاخص قیمت سایر کالاها	-۰/۸۵۱۲	۰/۲۰۱۸	-۴/۲۱۸۱	۰/۰۰۰۰
لگاریتم درآمد سرانه	۰/۵۴۰۳	۰/۱۰۰۴	۵/۳۷۷۹	۰/۰۰۰۰
لگاریتم نرخ جمعیت	-۰/۰۸۹۷	۰/۰۳۴۵	-۲/۵۹۹۵	۰/۰۰۹۸
عرض از مبدأ	۳/۲۳۳۷	۰/۶۱۸۹	۵/۲۲۴۸	۰/۰۰۰۰
آزمون‌های تشخیص و درستی مدل				
ضریب تعیین (R^2)			۰/۴۷۲۵	-
ضریب تعیین تعدیل شده ($\overline{R}^2$)			۰/۴۶۵۴	-
آماره‌ی F			۶۶/۰۸۶۱	۰/۰۰۰۰
آماره‌ی دوربین- واتسون			۱/۷۴۲۲	-
آماره‌ی جارک - برا			۰/۸۹۵۵	۰/۶۳۹۰

منبع: یافته‌های پژوهش

۱. متغیرهای مخارج حمل‌ونقل، درآمد سرانه و نرخ جمعیت در سطح و سایر متغیرها با یک دوره تفاضل مانا شده‌اند.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج آزمون‌های تشخیص درستی مدل از جمله آماره‌ی F دال بر معنادار بودن کل رگرسیون و اعتبار ضرایب برآوردی جهت تفسیر و تحلیل روابط است. مقادیر ضریب تعیین نشان از قدرت توضیح یافتگی متغیرهای مستقل دارد. مقدار ۱/۷۴ آماره‌ی دوربین واتسون نیز نشان دهنده عدم وجود خودهمبستگی بین جملات اخلال است. علاوه بر این مقدار آماره‌ی جارک - برا و سطح احتمال آن دال بر توزیع نرمال جملات اخلال در مدل برآوردی می‌باشد.

با توجه به نتایج جدول (۲)، کشش خود قیمتی و درآمدی تقاضای حمل‌ونقل به‌ترتیب ۰/۵۷۴۰ و ۰/۵۴۰۳ درصد است، به عبارتی با افزایش یک درصدی در شاخص قیمت حمل‌ونقل و درآمد خانوار، مخارج مصرف خانوار در بخش حمل‌ونقل به ترتیب به‌میزان ۰/۵۷ و ۰/۵۴ درصد افزایش می‌یابد. با افزایش قیمت سایرکالاها، تقاضا برای حمل‌ونقل به میزان ۰/۸۵ درصد کاهش پیدا می‌کند، به‌عبارتی کشش متقاطع حمل‌ونقل ۰/۸۵۱۲- درصد می‌باشد. با افزایش جمعیت به‌دلیل استفاده بیشتر از خدمات عمومی حمل‌ونقل، مخارج مصرفی خانوار در بخش حمل‌ونقل کاهش ۰/۰۸ درصدی می‌یابد.

نتایج مطالعه حاضر در مقایسه با مطالعه شرزه‌ای و ابراهیم‌زادگان (۱۳۹۰)، حاکی از تفاوت بسیار زیادی در مقادیر کشش‌ها می‌باشد، به‌طوری‌که در این مطالعه کشش خودقیمتی بخش حمل‌ونقل ۰/۹۳- محاسبه شده است. البته این مطالعه تنها برای سال ۱۳۸۷ و با استفاده از سیستم تقاضای تقریباً ایده‌آل به‌دست آمده است.

حال با تعیین کشش‌های خودقیمتی و درآمدی تقاضای حمل‌ونقل، می‌توان اثرات بازگشتی مستقیم CO_2 برای این بخش را محاسبه کرد.

۵-۲- یافته‌های حاصل از محاسبه اثرات بازگشتی مستقیم CO_2 در بخش حمل‌ونقل

با توجه به معادله (۵)، نتایج حاصل از محاسبه اثرات بازگشتی مستقیم CO_2 برای بخش حمل‌ونقل استان‌های ایران در یک دوره ۱۰ ساله (۱۳۹۴-۱۳۸۵) در جدول (۳) ارائه شده است. با توجه به نتایج جدول (۳)، مشاهده می‌شود در بازه زمانی مورد مطالعه، اثرات بازگشتی مستقیم CO_2 روند نزولی و همگرا (به‌طور متوسط ۲/۵۱- ۱/۰۹) داشته است، به‌طوری که در سال ۱۳۸۵ متوسط اثرات بازگشتی بین ۴/۹۱-۱/۰۳ در نوسان بوده ولی در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ (سال‌های شروع حذف یارانه انرژی و افزایش قیمت آن) به پایین‌تر از یک درصد هم رسیده است. هم‌چنین تا سال ۱۳۹۴ این روند کاهشی ادامه یافته است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳. نتایج حاصل از محاسبه اثرات بازگشتی مستقیم CO_2 برای بخش حمل‌ونقل استان‌های ایران (۱۳۹۴-۱۳۸۵)

استان	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴
آذربایجان شرقی	۱/۰۳۶	۱/۰۳۳	۱/۳۰۰	۰/۹۴۴	۱/۱۸۶	۱/۰۸۹	۰/۷۵۱	۰/۷۳۱	۰/۶۵۴	۰/۵۷۷
آذربایجان غربی	۲/۳۸۶	۱/۶۶۲	۱/۳۰۸	۱/۲۵۶	۱/۲۷۳	۱/۲۱۵	۱/۰۰۸	۰/۸۲۴	۱/۱۱۶	۰/۹۳۰
اردبیل	۴/۹۱۹	۱/۷۷۹	۱/۹۶۷	۱/۲۷۱	۱/۵۰۶	۱/۴۷۸	۰/۹۶۰	۱/۴۸۱	۰/۷۷۰	۰/۹۲۴
اصفهان	۱/۵۱۸	۱/۳۹۳	۱/۳۵۸	۱/۶۴۳	۱/۴۵۱	۱/۶۲۳	۱/۲۳۷	۰/۹۸۱	۱/۳۰۸	۱/۲۱۵
ایلام	۳/۳۴۵	۲/۸۴۱	۲/۸۹۰	۲/۱۰۰	۱/۶۱۹	۱/۸۸۶	۱/۴۵۱	۱/۲۹۹	۱/۱۹۲	۱/۲۳۲
بوشهر	۴/۸۹۰	۸/۱۵۷	۴/۷۰۳	۲/۲۵۸	۱/۹۷۳	۱/۹۹۶	۱/۵۴۷	۱/۰۵۱	۱/۲۹۸	۱/۵۱۴
تهران	۲/۰۴۸	۱/۶۸۲	۱/۶۸۵	۱/۶۸۸	۱/۵۷۷	۱/۵۸۵	۱/۱۶۸	۱/۱۰۴	۱/۳۲۲	۱/۱۸۴
چهارمحال و بختیاری	۲/۷۲۵	۱/۸۳۴	۲/۰۱۵	۲/۱۸۰	۱/۳۶۶	۱/۰۵۳	۱/۲۱۱	۰/۶۱۵	۰/۶۷۰	۰/۷۲۵
خراسان جنوبی	۴/۴۰۷	۶/۲۸۵	۲/۳۱۶	۲/۲۷۰	۲/۰۹۰	۲/۰۹۴	۱/۰۶۳	۱/۳۶۹	۱/۲۷۵	۱/۲۶۸
خراسان رضوی	۱/۳۰۴	۲/۱۷۵	۱/۸۱۹	۱/۴۲۹	۱/۴۴۸	۱/۴۲۱	۰/۹۷۳	۰/۷۷۹	۱/۰۲۵	۰/۸۱۷
خراسان شمالی	۲/۴۶۲	۱/۸۵۷	۰/۷۵۷	۰/۸۷۳	۱/۳۰۶	۱/۱۵۰	۰/۹۹۷	۰/۶۶۲	۱/۱۴۰	۰/۷۱۵
خوزستان	۳/۴۶۲	۲/۱۳۱	۱/۴۲۱	۱/۷۷۶	۱/۸۶۵	۱/۵۵۷	۰/۹۸۶	۰/۸۵۱	۰/۹۹۰	۱/۲۶۲
زنجان	۲/۲۴۱	۱/۳۹۹	۲/۰۶۶	۱/۶۵۸	۱/۲۲۶	۱/۶۶۷	۱/۶۱۰	۰/۹۴۳	۱/۰۹۴	۱/۲۶۹
سمنان	۱/۶۸۰	۱/۸۳۲	۱/۳۰۷	۱/۵۶۵	۱/۱۱۱	۱/۳۰۷	۱/۱۷۲	۰/۷۴۰	۱/۸۱۱	۰/۹۸۶
سیستان و بلوچستان	۲/۳۹۳	۴/۴۳۹	۲/۳۷۶	۳/۱۷۴	۳/۲۷۸	۲/۷۸۷	۱/۴۳۴	۱/۴۳۱	۱/۳۱۳	۱/۲۷۴
فارس	۱/۸۳۳	۱/۷۰۲	۱/۵۱۳	۱/۴۰۳	۱/۳۸۰	۱/۵۶۳	۱/۲۴۸	۱/۰۲۶	۱/۱۶۴	۱/۰۴۹
قزوین	۱/۴۳۲	۱/۶۳۱	۱/۰۲۷	۱/۵۴۷	۱/۷۸۷	۱/۴۲۴	۱/۰۰۴	۰/۸۹۴	۱/۳۹۰	۱/۱۸۵
قم	۱/۲۴۴	۱/۳۲۵	۰/۶۳۸	۱/۶۸۶	۱/۷۶۴	۱/۱۹۸	۰/۹۹۶	۱/۱۰۸	۱/۰۱۶	۱/۱۵۵
کردستان	۲/۲۱۲	۱/۵۱۴	۰/۹۹۵	۱/۹۱۶	۰/۷۹۷	۰/۹۰۶	۰/۵۴۷	۰/۶۰۵	۰/۷۰۴	۰/۶۸۰
کرمان	۲/۷۳۰	۲/۱۰۶	۲/۱۴۷	۱/۹۸۱	۱/۹۲۵	۲/۲۴۲	۱/۵۰۸	۱/۷۷۲	۱/۴۰۸	۱/۲۴۶
کرمانشاه	۲/۲۴۸	۱/۵۹۱	۰/۸۹۹	۱/۰۰۲	۱/۳۴۷	۱/۰۴۲	۰/۸۰۴	۰/۷۸۸	۰/۶۸۱	۰/۷۹۴
کهگیلویه و بویراحمد	۳/۸۶۷	۵/۷۸۶	۱/۳۹۴	۲/۵۰۸	۱/۲۱۷	۱/۰۸۰	۲/۱۱۳	۲/۲۰۱	۲/۰۳۰	۱/۴۹۳
گلستان	۱/۳۳۰	۱/۹۳۰	۱/۷۶۷	۲/۰۳۵	۱/۲۴۷	۱/۵۳۲	۱/۰۰۵	۱/۰۲۲	۰/۹۲۶	۱/۱۵۱
گیلان	۲/۴۵۸	۱/۲۵۶	۰/۷۹۴	۱/۴۶۹	۱/۲۸۴	۱/۲۲۷	۱/۲۲۳	۱/۱۴۴	۱/۲۶۰	۱/۲۶۷
لرستان	۲/۲۵۱	۱/۱۵۶	۰/۸۲۷	۰/۹۱۵	۰/۷۱۸	۰/۶۷۹	۰/۶۲۳	۰/۵۹۱	۰/۴۵۳	۰/۵۲۴
مازندران	۲/۵۹۰	۱/۸۴۵	۱/۹۴۵	۱/۴۳۲	۱/۹۰۱	۱/۴۷۰	۱/۱۲۰	۰/۸۲۸	۱/۲۴۰	۱/۲۱۵
مرکزی	۲/۳۳۷	۱/۲۵۶	۱/۶۶۵	۱/۹۳۱	۱/۳۵۸	۰/۹۸۹	۱/۰۵۴	۱/۳۳۸	۰/۸۹۵	۰/۸۷۶
هرمزگان	۳/۸۱۴	۲/۶۰۹	۳/۸۰۵	۱/۲۲۷	۱/۰۲۹	۰/۹۳۸	۰/۹۳۶	۰/۴۹۱	۰/۶۶۳	۰/۷۸۳
همدان	۲/۲۶۵	۰/۸۴۷	۱/۵۳۶	۱/۱۹۵	۰/۹۷۸	۱/۲۴۷	۱/۳۳۱	۰/۷۶۳	۰/۸۸۴	۰/۸۷۴
یزد	۱/۸۶۹	۱/۷۵۸	۲/۰۲۲	۱/۳۸۳	۱/۶۴۲	۱/۵۵۵	۱/۰۶۷	۰/۸۵۰	۱/۸۶۲	۱/۷۳۰

منبع: یافته‌های پژوهش

Archive of SID

www.SID.ir

با بررسی دقیق نتایج به‌دست آمده، مشخص شده است که بالاترین اثرات بازگشتی مربوط به استان بوشهر در سال ۱۳۸۶ با ۸/۱۵۷ درصد و پایین‌ترین آن مربوط به استان لرستان در سال ۱۳۹۳ با ۰/۴۵۳ درصد می‌باشد. هم‌چنین به‌طور متوسط استان‌های بوشهر، خراسان جنوبی، سیستان‌وبلوچستان و کهگیلویه‌وبویراحمد دارای بیشترین پراکندگی (انحراف معیار) اثرات بازگشتی در حدود دو درصد بوده‌اند. استان‌های لرستان و آذربایجان‌شرقی کمترین میزان پراکندگی اثرات بازگشتی را دارا می‌باشند (کمتر از یک درصد).

لازم به ذکر است با بررسی ضریب تغییرات اثرات بازگشتی در استان‌های کشور و در طول دوره زمانی انتخابی، استان‌های خراسان جنوبی، آذربایجان‌شرقی و تهران دارای بیشترین تغییرات بوده‌اند. هم‌چنین استان‌های قزوین، فارس و زنجان کم‌ترین ضریب تغییرات را دارا می‌باشند (دامنه ضریب تغییرات بین ۰/۷۸- ۰/۱۴ است).

نکته حائز اهمیت در محاسبات استانی، اختلاف اندازه‌ی اثرات بازگشتی مستقیم در طول سال‌های ابتدایی مورد بررسی است، به‌طوری‌که در سال ۱۳۸۵، استان‌های اردبیل، بوشهر و خراسان جنوبی دارای اثرات بازگشتی بالاتر از ۴ درصد، استان‌های آذربایجان‌شرقی، اصفهان، خراسان رضوی، سمنان، فارس، قزوین، قم و گلستان دارای اثرات بازگشتی کمتر از دو درصد و سایر استان‌ها دارای اثرات بازگشتی بین ۴-۲ درصد بوده‌اند. متفاوت بودن اندازه‌ی اثرات بازگشتی مستقیم CO_2 در استان‌ها را می‌توان ناشی از ضریب انتشار CO_2 دانست، چرا که تنها متغیری است که در معادله (۵) دارای تأثیرگذاری بیشتری نسبت به سایر متغیرها است، تفاوت در ضریب انتشار نیز به مصرف سوخت و انتشار CO_2 در بخش حمل‌ونقل بستگی دارد، ولی با اجرایی شدن سیاست حذف یارانه‌های انرژی و افزایش قیمت سوخت در سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۹، نوسان اثرات بازگشتی در استان‌های کشور به پایین‌تر از دو درصد رسیده است.

از سوی دیگر می‌توان گفت اثرات بازگشتی، به این بستگی دارد که در تولید یک کالا، چه مقدار انرژی به‌عنوان نهاده‌ی تولیدی به کار می‌رود. درصورتی‌که 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 فرض شود، حتی با وجود کشش قیمتی بالا، می‌توان انتظار داشت اثرات بازگشتی کوچک باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

۵-۳- یافته‌های حاصل از تعیین عوامل مؤثر بر اثرات بازگشتی CO_2 در بخش حمل‌ونقل

۵-۳-۱- نتایج آزمون‌های ریشه‌واحد و هم‌انباشتگی پانلی

یکی از مشکلات بزرگ در رگرسیون سری‌های زمانی، پدیده رگرسیون ساختگی است. یعنی با وجود ضریب تعیین بالا، رابطه معناداری بین متغیرها وجود ندارد. مسئله رگرسیون ساختگی می‌تواند برای مدل تلفیقی و پانلی نیز همانند مدل‌های سری‌زمانی مطرح شود، لذا قبل از برآورد مدل، لازم است مانایی متغیرهای مورد استفاده در مدل و هم‌چنین وجود هم‌انباشتگی بین متغیرها بررسی شود. به‌منظور بررسی مانایی متغیرها از آزمون‌های ریشه واحد پانلی لوین، لین و چو[1] (۲۰۰۲)، ایم، پسران و شین[2] (۲۰۰۳)، فیلیپس و پرون[3] (۱۹۸۸) و آزمون دیکی‌فولر[4] (۲۰۰۱) استفاده شده است. نتایج این آزمون‌ها در جدول (۴) ارائه شده است. فرضیه صفر این آزمون‌ها، بیانگر نامانایی متغیرها است.

جدول ۴. نتایج حاصل از آزمون‌های ریشه واحد پانلی (با در نظر گرفتن عرض از مبدأ)

متغیرها	طول وقفه	آماره‌ی آزمون LLC	آماره‌ی آزمون IPS	آماره‌ی آزمون ADF	آماره‌ی آزمون PPF
RE	۰	-۱۷/۷۱۹۶* (۰/۰۰۰۰)	-۷/۵۶۴۰ (۰/۰۰۰۰)	۱۶۵/۲۱۰ (۰/۰۰۰۰)	۱۸۹/۱۲۲ (۰/۰۰۰۰)
LEX	۰	-۷/۱۸۰۷ (۰/۰۰۰۰)	-۳/۶۷۶۲ (۰/۰۰۰۱)	۱۱۰/۹۰۲ (۰/۰۰۰۱)	۱۳۶/۴۳۴ (۰/۰۰۰۰)
LUR	۰	-۱۶/۶۰۷۳ (۰/۰۰۰۰)	-۱۲/۶۲۸۳ (۰/۰۰۰۰)	۲۶۵/۵۷۲ (۰/۰۰۰۰)	۳۱۰/۹۶۰ (۰/۰۰۰۰)
LPOP	۰	-۱۰/۸۴۹۱ (۰/۰۰۰۰)	-۵/۱۵۹۹ (۰/۰۰۰۰)	۱۸۳/۵۸۷ (۰/۰۰۰۰)	۲۳۴/۱۴۶ (۰/۰۰۰۰)
VN	۰	-۱/۳۱۲۸ (۰/۰۹۴۶)	۴/۰۶۰۲ (۱/۰۰۰۰)	۶۱/۹۸۶۵ (۰/۴۰۵۱)	۳۸/۹۲۳۴ (۰/۹۸۴۱)
D(VN)	۱	-۷/۰۸۴۵ (۰/۰۰۰۰)	-۲/۰۳۳۶ (۰/۰۲۱۰)	۹۳/۲۶۱۰ (۰/۰۰۳۸)	۱۱۲/۲۲۵ (۰/۰۰۰۱)

*اعداد بالا ضرایب آماره‌ی آزمون‌های مربوط به متغیرها و اعداد داخل پرانتز احتمال آن‌ها می‌باشد.
منبع: نتایج تحقیق

1. Levin, Lin and Chu (LLC)
2. Im, Pesaran and Shin (IPS)
3. Phillips & Perron (PP)
4. Dicky Fuller (ADF)

Archive of SID

www.SID.ir

بررسی مقادیر آماره‌های محاسبه شده و احتمال پذیرش آن‌ها نشان می‌دهد که تمامی متغیرها به غیر از سرانه تعداد خودروها در سطح مانا بوده و دارای میانگین، واریانس و ساختار خودکوواریانس ثابت هستند، لذا فرضیه صفر مبنی بر نامانایی متغیرها در سطح اطمینان ۹۵ درصد رد می‌شود. سرانه تعداد خودروها در سطح مانا نبوده، اما با یکبار تفاضل‌گیری مانا شده است.

از آنجایی که 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. بر این اساس به‌منظور بررسی و وجود رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرهای الگو از آزمون هم‌انباشتگی کائو[1] (۱۹۹۹)، که بر پایه‌ی انگل-گرنجر و با فرض همگن بودن بردارهای هم‌جمعی در هر مقطع است، استفاده می‌شود. فرضیه صفر این آزمون، عدم وجود هم‌انباشتگی می‌باشد.

نتایج این آزمون، وجود هم‌انباشتگی بین متغیرهای الگو را تأیید کرده است[2]. بنابراین وجود رابطه‌ی تعادلی بلندمدت و عدم وجود رگرسیون کاذب نیز بین متغیرهای الگو تأیید می‌شود.

۵-۳-۲- نتایج حاصل از برآورد مدل

با توجه به نتایج آزمون‌های F لیمر و هاسمن، به‌ترتیب وجود داده‌های تابلویی در مقابل تلفیقی و اثرات ثابت در داده‌ها مشخص شده است[3]. به این ترتیب در جدول (۵)، نتایج حاصل از برآورد معادله‌ی (۸) به روش حداقل مربعات کاملاً تعمیم‌یافته پانلی آمده است.

نتایج آزمون‌های تشخیص درستی مدل از جمله آماره‌ی F دال بر معنادار بودن کل رگرسیون و اعتبار ضرایب برآوردی برای تفسیر و تحلیل روابط است. مقادیر ضریب تعیین، نشان‌دهنده قدرت توضیح یافتگی متغیرهای مستقل دارد. مقدار ۱/۷۶ آماره‌ی دوربین واتسون نیز نشان از عدم وجود خودهمبستگی بین جملات اخلال می‌باشد.

---

1. Kao

۲. آماره‌ی مربوط به این آزمون ۷/۴۸- با سطح احتمال صفر می‌باشد.

۳. آماره‌ی F لیمر ۹/۸۲ با سطح احتمال صفر و آماره‌ی هاسمن ۹۰/۳۸ با سطح احتمال صفر به‌دست آمد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵. نتایج حاصل از برآورد مدل تقاضای حمل‌ونقل به روش Panel EGLS

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره‌ی t	سطح احتمال
لگاریتم مخارج واقعی سرانه	۱/۸۸۲۸	۰/۲۳۰۷	۸/۱۶۰۷	۰/۰۰۰۰
لگاریتم شهرنشینی	۳/۹۵۶۰	۱/۰۸۵۴	۳/۶۴۴۷	۰/۰۰۰۳
لگاریتم تراکم نسبی جمعیت	-۷/۷۳۶۹	۱/۰۵۱۲	-۷/۳۵۹۸	۰/۰۰۰۰
سرانه تعداد خودروها	۰/۱۰۳۴	۰/۶۸۴۲	۳/۱۵۱۱	۰/۰۰۰۸
عرض از مبدأ	۰/۳۶۶۲	۴/۴۲۹۵	۰/۰۸۲۶	۰/۹۳۴۲
آزمون‌های تشخیص و درستی مدل				
ضریب تعیین (R^2)			۰/۶۹۶۶	-
ضریب تعیین تعدیل شده ($\bar{R}^2$)			۰/۶۵۹۰	-
آماره‌ی F			۱۸/۵۱۱۴	۰/۰۰۰۰
آماره‌ی دوربین- واتسون			۱/۷۶۸۸	-

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج جدول (۵) نشان می‌دهد از بین عوامل مؤثر بر اثرات بازگشتی مستقیم CO_2، تراکم نسبی جمعیت بیشترین تأثیر را دارد، به‌طوری که با افزایش یک درصد در تراکم جمعیت، اثرات بازگشتی مستقیم CO_2، ۷/۷۳ درصد کاهش می‌یابد. دلیل این رابطه منفی را می‌توان در ارائه خدمات عمومی حمل‌ونقل و افزایش استفاده مردم از آن دانست. نرخ شهرنشینی دارای رابطه مثبت و معنادار با اثرات بازگشتی مستقیم CO_2 است. به عبارتی با افزایش نرخ شهرنشینی، مصرف انرژی در سطوح مختلف اقتصادی از جمله حمل‌ونقل افزایش یافته و در نتیجه اثرات بازگشتی CO_2 نیز افزایش می‌یابد. با افزایش مخارج واقعی سرانه هر خانوار در بخش حمل‌ونقل، اثرات بازگشتی ۱/۴۶ درصد افزایش می‌یابد، لذا اثرات بازگشتی CO_2 نیز به‌دنبال آن کاهش می‌یابد. با افزایش تعداد خودروها، ۰/۱۰ درصد به اثرات بازگشتی افزوده می‌شود، چرا که افزایش تعداد خودروها، به منزله‌ی افزایش تقاضای سوخت و انتشار CO_2 است. انتظار می‌رفت با اجرایی شدن قانون هدفمندسازی یارانه‌ها و افزایش قیمت سوخت (بهبود کارایی تخصیصی)، میزان مصرف انرژی و در نتیجه استفاده از خودروها و درپی آن میزان اثرات بازگشتی کاهش یابد، ولی با توجه به افزایش نرخ ارز و نرخ تورم در کشور، قیمت واقعی سوخت، کاهش و استفاده از خودروها افزایش یافته است، لذا مسئله اثرات بازگشتی در اینجا نمود بارزی می‌یابد.

Archive of SID

www.SID.ir

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

هدف اصلی این مقاله، بررسی و محاسبه اثرات بازگشتی مستقیم CO_2 ناشی از بهبود کارایی مصرف سوخت در بخش حمل‌ونقل است که برای استان‌های ایران در دوره زمانی ۱۳۹۴-۱۳۸۵ انجام شده است. انتظار می‌رود با افزایش کارایی انرژی، مصرف انرژی و در نتیجه انتشار CO_2 کاهش یابد. از سویی افزایش کارایی انرژی به کاهش قیمت انرژی و خدمات آن منجر می‌شود. هم‌چنین درآمد واقعی مصرف‌کنندگان به‌دلیل کاهش هزینه‌های انرژی افزایش می‌یابد، بنابراین ممکن است ذخیره انرژی واقعی از ذخیره بالقوه انرژی کمتر و در نتیجه انتشار CO_2 واقعی از انتشار موردانتظار بیشتر باشد. در ادبیات اقتصادی به اثراتی که منجر به ایجاد اختلاف بین مصرف انرژی واقعی و مصرف انرژی موردانتظار می‌شوند، اثرات بازگشتی گفته می‌شود.

در این مطالعه، بررسی و محاسبه اثرات بازگشتی مستقیم CO_2 در سه مرحله انجام شده است، در ابتدا با استفاده از معادلات اسلاتسکی، فرمول محاسباتی اثرات بازگشتی مستقیم CO_2 استخراج می‌شود. از آنجایی که تمرکز این مطالعه بر بخش حمل‌ونقل می‌باشد، لذا به برآورد کشش‌های قیمتی و درآمدی این بخش با استفاده از روش حداقل مربعات کاملاً تعمیم‌یافته پرداخته شده و سپس اثرات بازگشتی مستقیم CO_2 برای ۳۰ استان کشور در یک دوره ده ساله محاسبه می‌شود. نتایج محاسبات نشان می‌دهد که روند اثرات بازگشتی در طول این ده ساله، به سبب اجرای سیاست حذف یارانه انرژی و افزایش شاخص‌قیمت‌های مصرفی، همگرا و نزولی (به‌طور متوسط ۲/۵۱ تا ۱/۰۹ درصد) بوده است. به عبارتی تا حدودی کارایی تخصیصی توانسته است در کنترل انتشار CO_2 مؤثر باشد. مطابق با شواهد تجربی از مطالعات زانگ و همکاران (۲۰۱۷)، سورل و همکاران (۲۰۰۹)، زمانی که اندازه‌ی اثرات بازگشتی بزرگ است، تأثیر اقدامات فنی که به‌منظور کاهش مصرف سوخت انجام می‌گیرد، کاهش خواهد یافت. مگر اینکه این اقدامات با عملکردهای دیگری از جمله حذف یارانه انرژی به‌منظور افزایش قیمت مسافت پیموده شده توسط خودروها همراه باشد. لذا زمانی که اندازه‌ی اثرات بازگشتی بزرگ است، پیشنهاد می‌شود اقداماتی در جهت بهبود کارایی تخصیصی صورت گیرد. ولی زمانی که اثرات بازگشتی کوچک است، معیارهای فنی کارایی سوخت می‌تواند نقش مؤثری در کاهش مصرف سوخت ایفا کند.

از آنجایی‌که اندازه‌ی اثرات بازگشتی مستقیم CO_2 برای استان‌های ایران روند کاهشی داشته است، لذا پیشنهاد می‌شود بیش‌تر از آنکه به معیارهای تخصیصی جهت

Archive of SID

www.SID.ir

کاهش مصرف سوخت در کشور توجه شود، به بررسی معیارهای کارایی فنی و زیست‌محیطی از منظر استفاده از سوخت جایگزین پاک و افزایش سرمایه‌گذاری در جهت نوسازی ناوگان و حمل‌ونقل عمومی در استان‌ها نیز پرداخته شود. چرا که سیاست‌های قیمتی در صورتی سبب کاهش مصرف و انتشار آلاینده‌ها می‌شوند که در کنار آن سیاست‌های غیرقیمتی نیز اعمال شود. در این صورت کارایی به‌دست آمده، کارایی پایداری خواهد بود.

علاوه بر آن با توجه به نتایج به‌دست آمده از اثرات مثبت متغیرهای اثرگذار بر اثرات بازگشتی مستقیم CO_2 همانند؛ مخارج واقعی سرانه، نرخ شهرنشینی و سرانه تعداد خودروها، پیشنهاد می‌شود به مقوله‌ی استفاده از حمل‌ونقل عمومی 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.

برای تحقیقات آتی نیز پیشنهاد می‌شود، در صورت در دسترس بودن داده‌های میزان انتشار CO_2 به‌تفکیک گروه‌های مختلف خانوار، اثرات بازگشتی CO_2 به‌صورت مستقیم، غیرمستقیم و کل برای همه گروه‌های خانوار محاسبه شود. به‌طور حتم در این حالت ارائه سیاست‌های بهبود کارایی انرژی مؤثرتر خواهد بود.

منابع

۱. 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

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

۳. 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.

Archive of SID

www.SID.ir

۴. دل‌انگیزان، سهراب، خانزادی، آزاد و حیدریان، مریم (۱۳۹۵). بررسی و برآورد اثرات بازگشتی مستقیم ناشی از بهبود کارایی مصرف سوخت در بخش‌حمل‌ونقل جاده‌ای (مطالعه‌ی موردی استان‌های ایران)، *پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه رازی*.

۵. 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.

۶. فلاحی، فیروز و حکمتی‌فرید، صمد (۱۳۹۲). بررسی عوامل مؤثر بر میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در استان‌های کشور (رهیافت داده‌های تابلویی). *فصلنامه اقتصاد محیط‌زیست و انرژی*. ۲(۶)، ۱۵۰-۱۲۹.

۷. منظور، داود، آقابابایی، محمدابراهیم و حقیقی، ایمان (۱۳۹۰). تحلیل اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارآیی در مصارف برق در ایران: الگوی تعادل عمومی محاسبه پذیر، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، ۸ (۲۸)، ۲۳-۱.

8. Bentzen, J. (2004). Estimating the rebound effect in US manufacturing. *Energy Economics,* 26, 123-134.
9. Berkhout, P. H. G., Muskens, J. C. & Velthuijsen, J. W. (2000). Defining the rebound effect. *Energy Policy,* 28(6-7), 425-32.
10. Binswanger, M. (2001). Technological progress and sustainable development: what about the rebound effect? *Ecological Economics,* 36 (1), 119–132.
11. 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.
12. Brookes, L. G. (1990). The greenhouse effect: the fallacies in the energy efficiency solution. *Energy Policy*, 18 (2), 199–201.
13. Chang, Y.T., Zhang, N., Danao, D., & Zhang, N. (2013). Environmental efficiency analysis of transportation system in Chain: A non- radial DEA approach. *Energy Policy*, 58, 277-283.
14. Grepperud, S., & Rasmussen, I. (2004). A general equilibrium assessment of rebound effects. *Energy Economics*, 26 (2), 261–282.
15. Hanley, N. D. , McGregor, P. G., Swales J. K., & Turner K. (2006). The impact of a stimulus to energy efficiency on the economy and the environment: A regional computable general equilibrium analysis. *Renewable Energy*, 31, 161-171.

Archive of SID

www.SID.ir

16. Hannon, B. (1975). Energy conservation and the consumer. *Science*, 189, 95-102.
17. Keepin, B., & Kats, G. (1988). Greenhouse warming, competitive analysis of nuclear and efficiency abatement strategies. *Energy Policy*, 16(6), 538-561.
18. Khazzoom, J. D. (1980). Economic implications of mandated efficiency in standards for household appliances. *Energy Journal*, 1(4), 21-40.
19. Khazzoom, J. D. (1987). Energy savings resulting from the adoption of more efficient appliances. *Energy Journal*, 4, 85-89.
20. Li, K., & Lin, B. (2015). Heterogeneity in rebound effects: Estimated results and impact of China's fossil-fuel subsidies. *Applied Energy*. 149, 148-160.
21. Lin, B., & Zhao, H. (2016). Technological progress and energy rebound effect in China's textile industry: Evidence and policy implications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* 60, 173-181.
22. Boqiang, L., Fang, Y., & Xia, L. (2013). A study of the rebound effect on China's current energy conservation and emissions reduction: Measures and policy choices. *Energy*, 58, 330-339.
23. Mizobuchi, K. (2008). An empirical study on the rebound effect: considering capital costs. *Energy Economics,* 30, 2486-2516.
24. Roy, J. (2000). The rebound effect: some empirical evidence from India. *Energy Policy*, 28, 433-438.
25. Semboja, H., & Hatibu, H. (1994). The effects of energy taxes on the Kenyan economy: A CGE analysis. *Energy Economics*, 16(3), 205-215.
26. Sorrell, S., Dimitropoulos, J., & Sommerville, M. (2009). Empirical estimates of the direct rebound effect: A review. *Energy Policy*, 37, 1356–1371.
27. Sorrell, S., (2007). The rebound effect: An assessment of the evidence for economy-wide energy savings from improved energy efficiency. *UK Energy Research Center*.
28. Su, Q. (2012). A quantile regression analysis of the rebound effect: evident from the 2009 National Household Transport Survey in the United States. *Energy Policy*, 45, 368-377.
29. Wang, Z. Han, B., & 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.
30. Zhang, Y.J., Liu, Z., Qin, C.X., & Tan, T.D. (2017). The direct and indirect CO2 rebound effect for private cars in China. *Energy Policy*, 100, 149-161.

Archive of SID

www.SID.ir