Archive of SID

فصل‌نامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی/ سال هشتم / شماره‌ی ۳۰/ پائیز ۱۳۹۰/ صفحات ۶۱-۳۳

برآورد اثر بازگشت افزایش کارایی انرژی در ارتباط با مصرف خانوارها و انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران*

غلامعلی شرزه‌ای
دانشیار دانشکده‌ی اقتصاد دانشگاه تهران sharzeie@ut.ac.ir

هه‌ژار ابراهیم زادگان**
دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد محیط زیست دانشکده‌ی اقتصاد دانشگاه تهران hazhar1364@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۱۸ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۱۰

چکیده

افزایش کارایی انرژی به عنوان یکی از جنبه‌های پیشرفت تکنولوژی، از ابزارهای اصلی برای کاهش مصرف انرژی و کاهش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن به شمار می‌رود. افزایش کارایی انرژی سبب کاهش قیمت انرژی و خدمات انرژی می‌شود و در نتیجه درآمد واقعی مصرف‌کنندگان افزایش خواهد یافت. تقاضای انرژی و خدمات انرژی با کاهش قیمت آن‌ها افزایش می‌یابد و بنابراین مصرف انرژی افزایش بالا می‌رود. هم‌چنین افزایش درآمد واقعی موجب افزایش مصرف سایر کالاها می‌شود و این نیز به نوبه‌ی خود مصرف انرژی را افزایش می‌دهد. به طور خلاصه، کاهش قیمت انرژی، کاهش قیمت خدمات انرژی و افزایش درآمد واقعی سبب می‌شوند که انرژی اندوزی واقعی کم‌تر از انرژی اندوزی بالقوه باشد. این امر در متون اقتصادی با عنوان «اثربازگشت» شناخته شده است. هدف اصلی این مقاله برآورد «اثر بازگشت» با بررسی اثر افزایش کارایی انرژی بر مصرف خانوارهای ایرانی و انتشار دی‌اکسیدکربن می‌باشد. فرض می‌شود پیشرفت تکنولوژی برون‌زا است. در سه سناریوی مختلف با استفاده از شبیه‌سازی افزایش کارایی انرژی و تابع تقاضای تقریباً ایده‌آل، اثر افزایش کارایی انرژی بر مصرف خانوارها و انتشار دی‌اکسیدکربن بررسی می‌شود. نتایج نشان می‌دهند در همه‌ی سناریوها افزایش کارایی انرژی سبب افزایش مصرف برخی از کالاها و کاهش مصرف بقیه‌ی کالاها شده است. اثر بازگشت برآورد شده تقریباً ۹۸ درصد می‌باشد و بیانگر آن است که افزایش کارایی انرژی، به مقدار بسیار جزئی مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسیدکربن را کاهش می‌دهد. هم‌چنین در نرخ‌های بالاتر افزایش کارایی انرژی، اثر بازگشت کوچک‌تر است و نشان می‌دهد در نرخ‌های بالاتر، افزایش کارایی انرژی به منظور کاهش مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسیدکربن کاراتر است.

طبقه‌بندی JEL: N7, Q55, Q51, R21

کلید واژه: اثر بازگشت، افزایش کارایی انرژی، تابع تقاضای تقریباً ایده‌آل، پیشرفت تکنولوژی، انتشار دی‌اکسیدکربن

---

*- از شرکت بهینه سازی مصرف سوخت به دلیل حمایت از پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد با عنوان «برآورد اثر بازگشت افزایش کارایی انرژی با تأکید بر مصرف خانوارها و انتشار دی‌اکسیدکربن» که در دانشکده‌ی اقتصاد دانشگاه تهران با راهنمایی جناب آقای دکتر غلامعلی شرزه‌ای و مشاوره‌ی آقای دکتر محسن مهرآرا به انجام رسیده و مقاله‌ی زیر از آن پایان نامه استخراج شده است، تشکر و قدردانی می‌شود.

** - نویسنده‌ی مسئول

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

تکانه‌ی نفتی در دهه‌ی ۱۹۷۰ و افزایش سریع قیمت نفت تأثیرات گسترده‌ای بر اقتصاد کشورهای توسعه یافته گذاشته است. در پی این تکانه، تلاش‌های گسترده‌ای به منظور دسترسی به تکنولوژی پیشرفته[1] انجام گرفته است تا با استفاده از آن بتوان مصرف انرژی را کاهش داد. از سوی دیگر طی چند سال اخیر جهان شاهد تغییرات زیست‌محیطی نامطلوبی همانند افزایش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای از جمله CO_2 بوده است و کشورهای توسعه یافته در جستجوی راه حلی برای این مشکل هستند. پس از یک سو افزایش قیمت نفت و از سوی دیگر افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای سبب شده است تا کشورها به دنبال راه کارهایی باشند تا از طریق آن مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها را کاهش دهند. بهبود تکنولوژی اقدام مهمی است که از طریق آن می‌توان مصرف انرژی را کاهش داد و هم‌چنین با توجه به ارتباط مستقیمی که بین مصرف انرژی و انتشارآلاینده‌ها وجود دارد، انتظار می‌رود انتشارآلاینده‌ها نیز کاهش یابد.

پیشرفت تکنولوژی موجب می‌شود برای تولید یک واحد محصول، انرژی کم‌تری نسبت به زمان قبل از پیشرفت تکنولوژی مصرف شود. در نتیجه می‌توان گفت با پیشرفت تکنولوژی کارایی انرژی افزایش می‌یابد و افزایش کارایی انرژی یک راه‌کار بسیار مهم جهت کاهش مصرف انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای محسوب می‌شود. انتظار می‌رود با افزایش کارایی انرژی مصرف انرژی کاهش پیدا کند و بدین ترتیب مقداری از انرژی که قبل از افزایش کارایی انرژی مصرف می‌شد، ذخیره می‌شود. به مقدار انرژی ای که انتظار می‌رود با افزایش کارایی انرژی ذخیره شود، انرژی اندوزی بالقوه[2] گفته می‌شود. به عبارت دیگر انرژی اندوزی بالقوه بیانگر تفاوت بین مصرف واقعی انرژی قبل از افزایش کارایی انرژی و مصرف بالقوه (مورد انتظار) انرژی بعد از افزایش کارایی انرژی می‌باشد. ولی آن‌چه مسلم است، این است که در بیش‌تر موارد مقدار انرژی که در عمل مصرف می‌شود (مصرف واقعی) بیش‌تر از آن مقداری است که انتظار می‌رود با افزایش کارایی مصرف شود. در نتیجه ، انرژی اندوزی واقعی[3] کم‌تر از

1- Technological Progress.
2- Potential Energy Savings.
3- Actual Energy Saving .

www.SID.ir

Archive of SID

انرژی اندوزی بالقوه خواهد بود. منظور از انرژی انـدوزی واقعـی آن مقـدار از انـرژی ای است که با افزایش کارایی انرژی ذخیره می‌شود.

دلیل این‌که مصرف واقعی انرژی (انتشار آلاینده‌ها) بیش‌تر از مصرف بـالقوه‌ی انـرژی (یـا انتشـارآلاینده) اسـت، وجـود «اثـر بازگشـت»[1] اسـت. اثربازگشـت بـه رفتارهـا و واکنش هایی گفته می‌شود که نسبت به پیشـرفت تکنولـوژی و افـزایش کـارایی انـرژی به‌وجود می‌آی‌د و سبب می‌شود تا نتوان به طور کامل به هدف مورد نظر دسترسی پیـدا کرد. به بیان دیگر وجود اثر بازگشت موجب می‌شود آن مقدار از مصـرف انـرژی کـه بـا افزایش کارایی انرژی کاهش می‌یابد، کم‌تر از آن مقداری باشد که انتظار می‌رود کـاهش یابد. با پیشرفت تکنولوژی و افزایش کارایی انـرژی هزینـه‌ی خـدمات حاصـل از انـرژی کاهش می‌یابد، زیرا وسایل و تجهیزاتـی کـه بـا اسـتفاده از انـرژی (بـه عنـوان نهـاده‌ی تولیدی) خدماتی را برای مصرف‌کنندگان آماده مـی‌کننـد (مـثلاً خـودرو)، هـر واحـد از خدمات انرژی را با مصرف انرژی کم‌تری آماده می‌کنند و در نتیجـه هزینـه‌ی پرداختـی مصرف‌کنندگان به ازای هر واحد از خدمات حاصـل از انـرژی (قیمـت خـدمات انـرژی) کاهش می‌یابد. با کاهش قیمت خدمات انرژی، تقاضا برای خدمات انرژی زیاد می‌شـود و در نتیجه مصرف انرژی زیاد می‌شود. از سوی دیگر با کاهش قیمت خدمات انرژی درآمد واقعی مصرف کنندگان افزایش می‌یابد و تقاضا برای سایر کالاها و خدمات بـالا مـی‌رود. از آن جایی که ممکن است مصرف سایر کالاها با مصرف انرژی همراه باشـد، مقـداری از انرژی اندوزی بالقوه بدین ترتیب بـه چرخـه‌ی مصـرف بـاز مـی‌گـردد. اثـر بازگشـت را می توان به عنوان درصدی از انرژی انـدوزی بـالقوه‌ی ناشـی از افـزایش کـارایی انـرژی تعریف کرد که این مقدار از انرژی بـه دلیـل اثـرات قیمتـی و درآمـدی کـاهش قیمـت خدمات انرژی بر مصرف کالاها و خدمات به چرخه‌ی مصرف برمی‌گردد. بـدیـن ترتیـب می توان گفت اثر بازگشت در واکنش به کاهش قیمت خدمات انرژی به وجود می‌آید.

به منظور بیان بهتر موضوع از مثالی کمک گرفته می‌شود. مـثلا یـک خـودرو وجـود دارد که قبل از افزایش کارایی انرژی با مصرف ۱۰ لیتر بنزین یک مسافت ۵۰کیلـومتری را طی می‌کند. حال اگر تکنولوژی خودرو پیشرفت کند و کـارایی انـرژی افـزایش یابـد، انتظار می‌رود مصرف انرژی (مصرف بالقوه) به ازای همین مسافت هشت لیتر باشد. پـس

1- Rebound Effect.

www.SID.ir

Archive of SID

انتظار می‌رود دو لیتر بنزین کم‌تر از قبل مصرف شود. به عبارتی انرژی اندوزی بالقوه دو لیتر باشد. اما همان‌طور که مشخص است برای طی کردن ۵۰ کیلومتر، بنزین کم‌تری نسبت به قبل خریداری می‌شود در نتیجه پول پرداختی برای طی کردن این مسافت کاهش می‌یابد و این امر موجب می‌شود مصرف‌کنندگان تمایل داشته باشند مسافت بیش‌تری را طی کنند و یا بخشی از پس‌انداز خود را به مصرف سایر کالاها اختصاص دهند. در نتیجه، مصرف واقعی بنزین مقداری بیش‌تر از هشت لیتر، مثلاً نه لیتر خواهد بود و انرژی اندوزی واقعی یک لیتر می‌باشد. اثر بازگشت در این حالت ۵۰٪ است و به این معناست که ۵۰ ٪ از انرژی اندوزی بالقوه، دوباره مصرف شده است و تنها ۵۰٪ انرژی را که انتظار می‌رفت با بهبود تکنولوژی ذخیره شود، ذخیره شده است.

هدف اصلی این مقاله بررسی اثر افزایش کارایی انرژی بر مصرف خانوارهای ایرانی و انتشار CO_2 می‌باشد. بدین منظور سه سناریو در نظر گرفته شده است. در هر کدام از سناریوها فرض می‌شود کارایی انرژی تنها در بخش حمل‌ونقل افزایش یابد. سپس با استفاده از شبیه‌سازی افزایش کارایی انرژی و تابع تقاضای تقریباً ایده‌آل، اثر بازگشت برآورد می‌شود و بر اساس آن در مورد اثرات افزایش کارایی بحث می‌شود. در قسمت دوم این مقاله پیشینه‌ی تحقیق، در قسمت سوم ارائه‌ی مبانی نظری، در قسمت چهارم تشریح مدل، تحلیل داده‌ها و برآورد الگو و در نهایت نتیجه گیری و پیشنهادات ارائه خواهد شد.

۲- پیشینه‌ی تحقیق

کاهش مصرف انرژی و کاهش انتشار آلاینده‌ها از اهداف مهم هر کشور، به‌ویژه کشورهای توسعه یافته هستند. بدین منظور راه کارهایی پیشنهاد شده و به‌کار گرفته شده‌اند. یکی از مهم ترین آن‌ها افزایش کارایی انرژی می‌باشد. افزایش کارایی انرژی تغییراتی را در قیمت انرژی و قیمت خدمات انرژی به‌وجود می‌آورد و در نتیجه سبب تغییر در تقاضای انرژی و سایر کالاها خواهد شد. به همین دلیل بررسی اثر تغییر کارایی انرژی بر بخش‌های مختلف در اقتصاد جوامع، امری ضروری است.

برای بررسی اثر افزایش کارایی انرژی بر مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها، مطالعات متعددی انجام گرفته است. در همه‌ی این مطالعات از «اثر بازگشت» برای توضیح اثر افزایش کارایی استفاده شده است. نقطه‌ی شروع مقالات در مورد «اثر بازگشت» به مقاله

www.SID.ir

Archive of SID

خازوم[1] در سال ۱۹۸۰ بر می‌گردد. او در مورد اثر افزایش کارایی انرژی بر مصرف انـرژی تحقیق کرد و نتایج مطالعات خود را در قالب یک نظریه مطرح کرد. نظریه‌ی خازوم بیان می‌کند اثر بازگشت با کشش قیمتی تقاضای انرژی برابـر اسـت. در سـال ۱۹۸۶ خـازوم مقاله‌ای در مورد نتایج برنامه‌های ذخیره‌ی انرژی در مناطق مسکونی آمریکا نوشـت کـه در آن برآورد «اثر بازگشت» در فاصله‌ی ۶۰-۷۰درصد قرار داشت.

مطالعه‌ی بعدی حاکی از آن است که در بخش حمل‌ونقـل آمریکـا اثـر بازگشـت در فاصله‌ی ۵ تا ۱۵درصد قرار دارد (گرین[2]،۱۹۹۲). با استفاده از همین داده‌ها و بـا الگـوی متفاوت این اثر تا مرز ۳۰ درصد نیز افزایش نشان می‌دهد (جونس[3]، ۱۹۹۳). هم‌چنـین در سال ۱۹۹۶ مقاله‌ای توسط هاوگلند[4] نوشته شده اسـت کـه هـدف او ارزیـابی نتـایج حاصل از انجام برنامه‌های کاهش مصرف انرژی در کشور نروژ بوده است. نتایج بـه‌دسـت آمده حاکی از اثر بازگشت ۴۰ درصد بـرای خانوارهـا و ۱۰درصـد بـرای بخـش تجـارت می‌باشد. «اثربازگشت» در کشور هلند با فرض نرخ رشـد سـالیانه‌ی کـارایی انـرژی یـک درصد، بین صفر تا ۳۰ درصد برآورد شده است (برک‌هاوت و دیگران[5]، ۲۰۰۰). نتیجه‌ی حاصل از این تحقیق مؤید این امر است که علاوه بر کشش قیمتی تقاضا، شدت انـرژی[6] در بخش خدمات نیز اندازه‌ی «اثر بازگشت» را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

روی[7](۲۰۰۰)، در مورد شواهد تجربی وجود اثر بازگشت در کشور هند تحقیق کـرده است. او اثرات بهبود تکنولوژی را بر مصرف انرژی در سه بخش خانوارها، حمـل‌و نقـل و صنایع کارخانـه‌ای بررسـی کـرده اسـت. او اثـر بازگشـت را در بخـش خـانوار و صـنایع کارخانه ای به ترتیب در حـدود ۵۰٪ و ۲۴٪ تخمـین زده اسـت. در بخـش حمـل‌ونقـل کشش‌های قیمتی برآورد شده برای انواع سوخت‌های حمل‌ونقل با اسـتفاده از داده‌هـای سری زمانی ۱۹۷۳-۱۹۹۰ نسبتاً پایین و از نظر آماری بی‌معنی بوده است. بر این اساس نتیجه گرفته است که اثر بازگشت در بخش حمل‌ونقل کوچک اسـت. بنتـزن[8] (۲۰۰۴)،

1- Khazzoom.
2- Greene.
3- Jones.
4- Haugland.
5- Berkhout et al.
6- Energy Intensity.
7- Roy.
8- Bentzen.

www.SID.ir

Archive of SID

تابع هزینه‌ی ترانسلوگ را با استفاده از داده‌های سری زمانی مصرف بخش‌های کارخانه ای آمریکا برای دوره‌ی ۱۹۴۹-۱۹۹۹ به روش حداقل مربعات پویا به‌دست آورد و براساس آن اثر بازگشت را ۲۴٪ برآورد کرد.

برین‌لوند و دیگران[1](۲۰۰۷)، اثر بازگشت افزایش کارایی انرژی را در بخش خانوار سوئد برآورد کرده‌اند. آن‌ها اثر پیشرفت تکنولوژی برون‌زا بر مصرف خانوارها و انتشار آلاینده‌های دی‌اکسیدکربن، دی‌اکسیدسولفور و اکسیدهای نیتروژن را بررسی کردند و از طریق شبیه‌سازی افزایش کارایی انرژی و تابع تقاضای تقریباً ایده‌آل، اثر بازگشت را در سه سناریوی متفاوت به‌دست آوردند. در سناریوی اول فرض شده کارایی انرژی تنها در بخش حمل‌ونقل افزایش می‌یابد و اثر بازگشت برآورد شده برای دی‌اکسیدکربن، دی‌اکسیدسولفور و اکسیدهای نیتروژن به ترتیب ۷/۵٪، ۴/۱٪ و ۷/۹٪ می‌باشد. در سناریوی دوم کارایی در بخش مسکن افزایش یافته و سه اثر بازگشت مذکور به ترتیب ۷/۴٪، ۴/۱٪ و ۴/۷٪ برآورد شده است. در سناریوی سوم کارایی در هر دو بخش افزایش می‌یابد. در این سناریو اثر بازگشت دی‌اکسیدکربن، دی‌اکسیدسولفور و اکسیدهای نیتروژن به ترتیب ۱۵٪، ۱۶٪ و ۱۳٪ می‌باشد.

میزوباچی[2](۲۰۰۸)، اثر بازگشت افزایش کارایی در بخش خانوار ژاپن با پیروی از الگوی اثر بازگشت هنلی[3] (۱۹۸۸) و در نظر گرفتن هزینه‌های سرمایه را برآورد کرده است. نتایج برآورد نشان می‌دهد با در نظر گرفتن هزینه‌های سرمایه، اثر بازگشت ۲۷٪ و بدون در نظر گرفتن هزینه‌های سرمایه[4] اثر بازگشت ۱۱۵٪ و به طور معناداری مخالف صفر است. بارلا و دیگران[5] (۲۰۰۹)، با استفاده از مدل معادلات هم‌زمان اثر بازگشت افزایش کارایی انرژی را در بخش حمل‌ونقل کانادا برای دوره‌ی کوتاه‌مدت و بلندمدت به ترتیب ۸٪ و ۲۰٪ برآورد کرده‌اند.

1- Brannlud et al.
2- Mizobuchi.
3- Henly's Rebound Formulation.
4- Capital Costs.
5- Barla et al.

www.SID.ir

Archive of SID

۳- مبانی نظری «اثر بازگشت»

معمولاً «اثر بازگشت» در رابطه با پیشرفت تکنولوژی و افزایش کارایی انـرژی اسـت. اثر بازگشت ناشی از عکس‌العمل و رفتاری است که نسبت به بهبود کارایی انـرژی انجـام می‌گیرد. بهبود کارایی انرژی نه تنها سبب کاهش مصرف انرژی می‌شود، بلکـه هزینـه‌ی واقعی هر واحد از خدمات انرژی را نیز کاهش می‌دهد. بر این اساس بهبود کارایی انرژی منجر به افزایش تقاضا برای خدمات انرژی می‌شـود. بنـابراین، انـرژی انـدوزی بـالقوه‌ی ناشی از بهبود تکنولوژی، تا حدودی کاهش مـی‌یابـد. افـزایش مصـرف انـرژی از طریـق افزایش استفاده از خدمات انرژی (به علت کاهش هزینـه‌هـای خـدمات انـرژی ناشـی از بهبود کارایی انرژی)، اثر بازگشت مستقیم[1] نامیده می‌شود[2]. از سویی کاهش در هزینه‌ی خدمات انرژی دلالت بر این دارد کـه مصـرف‌کننـده پـول بـیش‌تـری در اختیـار دارد و می‌تواند آن‌را به مصرف کالاها و خـدمات انـرژی و یـا سـایر کالاهـا اختصـاص دهـد. از آن جایی که در فرآیند تولیدی سایر کالاها از انرژی استفاده می‌شود، کل مصرف انـرژی افزایش خواهد یافت. این حالت مصرف انرژی اثر بازگشت غیرمستقیم[3] نامیده می‌شـود[4]. در نتیجه، انرژی اندوزی بالقوه‌ی ناشی از افزایش کـارایی انـرژی توسـط افـزایش تقاضـا برای خدمات انرژی و سایر کالاها، کاهش می‌یابد.

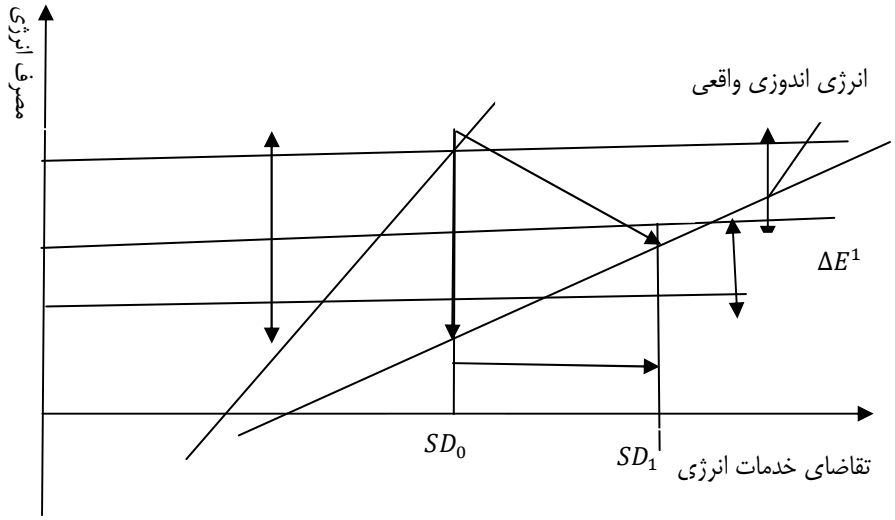
با استفاده از شکل می‌توان اثر بازگشت را بهتر توضیح داد. اگـر در شـکل (۱) محـور عمودی، مصرف انرژی و محور افقی تقاضای خـدمات انـرژی را نشـان دهنـد. منظـور از خدمات انرژی خدماتی است که مصرف‌کنندگان هنگام اسـتفاده از وسـایل و تجهیزاتـی که با انرژی کار می‌کنند، آن‌ها را به‌دست می‌آورند. حمل‌ونقل یکـی از خـدمات انـرژی است که به‌وسیله‌ی استفاده از وسایل نقلیه در اختیار مصـرف‌کننـدگان قـرار مـی‌گیـرد. تقاضای حمل‌ونقل مستلزم به کارگیری وسایل نقلیـه و آن‌هـم مسـتلزم مصـرف انـرژی است. پس می‌توان گفت ارتباط مستقیمی بین مصرف انـرژی و مصـرف خـدمات انـرژی وجود دارد و هرچه تقاضای خدمات انرژی افزایش یابد، مصرف انرژی هم افزایش خواهد یافت. خط μ بیانگر سطح کارایی انرژی می‌باشد و هر چه این خط در سطح پـایین‌تـری باشد کارایی بیش‌تری را نشان می‌دهد. اگر مقدار تقاضای خدمات انرژی در سطح SD_0

1- Direct Rebound Effect.
2- Greening et al.
3- Indirect Rebound Effect.
4- Greening et al.

www.SID.ir

Archive of SID

ثابت باقی بماند، هنگامی که کارایی انرژی از سطح μ_0 تا μ_1 بهبود می‌یابد، مصرف انرژی از E_0 تا E_1 کاهش می‌یابد. همان‌طور که قبلاً اشاره شد، افزایش کارایی منجر به کاهش هزینه‌های خدمات و در نتیجه افزایش تقاضا برای خدمات انرژی خواهد شد. اگر مصرف خدمات انرژی از SD_0 به SD_1 افزایش یابد، از آن‌جایی که مصرف خدمات مستلزم مصرف انرژی می‌باشد، مصرف انرژی از E_1 به E_2 افزایش می‌یابد. این موضوع نشان می‌دهد که مصرف خانوارها از انرژی و خدمات انرژی در نقطه‌ی $A(SD_1, E_2)$ انجام می‌گیرد.



شکل ۱- اثربازگشت

اگر $\Delta E^0(E_0 - E_1)$ بیانگر انرژی اندوزی بالقوه باشد و هم‌چنین $\Delta E^1(E_2 - E_1)$ افزایش مصرف انرژی ناشی از کاهش هزینه‌ی خدمات انرژی را نشان دهد، اثر بازگشت را می‌توان به صورت زیر تعریف کرد (میزوباچی، ۲۰۰۸):

$$RE = \left|\frac{\Delta E^1}{\Delta E^0}\right| \times 100(\%)$$

۴- نتایج تحقیق

در این قسمت مدلی ارائه می‌شود که بتوان براساس آن اثر بازگشت افزایش کارایی انرژی را برآورد کرد. روند کار به این صورت است که ابتدا رابطه‌ی برآورد اثر بازگشت

www.SID.ir

Archive of SID

ارائه می‌شود. سپس مواد مورد نیاز برای برآورد RE و چگونگی دسترسی به آن‌ها در مراحل بعدی تشریح می‌شود.

رابطه‌ی برآورد اثر بازگشت

براساس مباحث مطرح شده در قسمت سوم رابطه‌ی برآورد «اثربازگشت»، افزایش کارایی انرژی در مورد انتشار دی‌اکسیدکربن را می‌توان به صورت زیر نوشت(میزوباچی، ۲۰۰۸):

$$RE = \frac{\Delta E_1}{\Delta E_0} \times 100\% \qquad (۱)$$

در رابطه‌ی (۱)، $\Delta E_1 = E_2 - E_1$ و $\Delta E_0 = E_0 - E_1$ است. E_0 انتشار CO_2 قبل از افزایش کارایی انرژی، E_1 سطح انتشار بالقوه (مورد انتظار) با افزایش کارایی بدون در نظر گرفتن اثرات قیمتی و درآمدی و E_2 سطح واقعی انتشار با در نظر گرفتن تمامی اثرات بعد از افزایش کارایی انرژی می‌باشد. در بخش بعدی تلاش خواهد شد تا مقادیر واقعی و بالقوه‌ی انتشار CO_2 محاسبه شود. بدین منظور ابتدا ارتباط بین مصرف کالاها و انتشار CO_2 به شکل یک رابطه‌ی ریاضی توضیح داده خواهد شد و سپس بر اساس آن تغییرات مورد نیاز محاسبه می‌شود، زیرا همان‌طور که مشخص است مصرف کالاها به‌ویژه مصرف انرژی موجب انتشار آلاینده‌ها می‌شود. پس لازم است چگونگی ارتباط مصرف کالاها و انتشار آلاینده‌ها توضیح داده شود. این کار در قسمت بعدی توضیح داده می‌شود.

ارتباط بین کالاهای مصرفی خانوار و انتشار CO_2

بین مصرف کالاهای موجود در سبد مصرفی خانوارها و مصرف انرژی ارتباط مستقیم وجود دارد. مصرف بعضی از کالاها به طور مستقیم (مانند حمل و نقل) و مصرف بعضی دیگر به طور غیرمستقیم (پوشاک) سبب مصرف انرژی می‌شود. از آن‌جایی که مصرف انرژی منجر به انتشار آلاینده‌ها از جمله CO_2 می‌شود، در نتیجه بین مصرف هر کالا و انتشار CO_2 ارتباط مستقیمی وجود دارد. ارتباط بین مصرف کالاها و انتشار CO_2 به صورت رابطه‌ی زیر می‌باشد:

$$E_i = \theta_i x_i \quad , i = 1, \ldots, n \qquad (۲)$$

www.SID.ir

Archive of SID

در رابطه‌ی (۲) E_i بیانگر CO_2 منتشر شده از مصرف کالایiام است. θ_i ضریب انتشار CO_2 می‌باشد و نشان می‌دهد از ارزش‌مصرف یک واحد کالای iام چه مقدار CO_2 منتشر می‌شود. x_i بیانگر مخارج مصرفی خانوار است که صرف کالایiام می‌شود. اگر هر خانوار n کالا را مصرف کند، کل CO_2 منتشر شده در یک سال مشخص (E) از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$$E = \sum_{i=1}^{n} E_i = \sum_{i=1}^{n} \theta_i x_i \quad , i = 1, \ldots, n \qquad (۳)$$

با استفاده از رابطه‌ی (۳) تغییر در انتشار CO_2 را می‌توان به ازای تغییر در قیمت کالای jام به صورت زیر نوشت:

$$\frac{\partial E}{\partial p_j} = \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial x_i}{\partial p_j} \frac{\partial E_i}{\partial x_i} = \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial x_i}{\partial p_j} \times \theta_i \qquad (۴)$$

با انجام چند عملیات ساده‌ی ریاضی می‌توان تغییر انتشار را بر اساس مفهوم کشش محاسبه کرد. اگر طرفین رابطه‌ی (۴) در $\frac{P_j}{E}$ ضرب شوند و به جای θ_i با توجه به رابطه‌ی (۲)، $\frac{E_i}{x_i}$ جای‌گذاری شود، رابطه‌ی زیر حاصل می‌شود:

$$\frac{\partial E}{\partial p_j} \times \frac{P_j}{E} = \sum_{i=1}^{n} s_i \times \varepsilon_{ij} \qquad (۵)$$

در رابطه‌ی بالا ε_{ij} کشش قیمتی متقاطع کالایiام نسبت به قیمت کالای jام را نشان می‌دهد. هم‌چنین s_i سهم نسبی انتشار CO_2 از مصرف کالایiام به کل انتشار می‌باشد ($\frac{E_i}{E}$). در رابطه‌ی (۵) طرف راست کشش انتشار CO_2 را نسبت به تغییرات قیمت کالای jام نشان می‌دهد. به عبارت دیگر این رابطه نشان می‌دهد در صورتی که قیمت کالای jام یک درصد تغییر کند، کل CO_2 منتشر شده چند درصد تغییر خواهد کرد. همان‌طور که اشاره شد، اگر تغییرات در انتشار CO_2 موجود باشد، می‌توان RE را برآورد کرد. بر اساس رابطه‌ی (۵) اگر درصد تغییر قیمت کالای j ام، سهم نسبی هر کالا از کل CO_2 منتشر شده و کشش‌های قیمتی مشخص باشد، می‌توان درصد تغییر در انتشار CO_2 را محاسبه کرد. از آن‌جایی که افزایش کارایی انرژی منجر به کاهش قیمت

www.SID.ir

Archive of SID

انرژی می‌شود، در قسمت بعدی تابع تقاضای تقریباً ایده‌آل[1] به منظور محاسبه‌ی کشش‌های قیمتی ارائه خواهد شد و در نهایت با استفاده از شبیه‌سازی افزایش کارایی انرژی، تغییر در قیمت کالای j ام محاسبه خواهد شد.

الگوی توابع تقاضای تقریباً ایده‌آل

مدل *AIDS* که توسط دیتون و مولبایر[2] (۱۹۸۰)، معرفی شده، به صورت زیر است:

$$w_{it} = \alpha_i + \sum_{j=1}^{n} \gamma_{ij} \ln p_{jt} + \beta_i (\ln x_t - \ln P_t), \quad i, j = 1, \dots, n \qquad (۶)$$

در رابطه‌ی (۶)، w_{it} سهم مخارج اختصاص داده شده به کالای iام در سال tام می‌باشد. p_{jt}، $\ln x_t$ و $\ln p_t$، به ترتیب بیانگر شاخص قیمتی کالای j ام، لگاریتم طبیعی مخارج خانوار در سال tام و لگاریتم شاخص قیمت هستند. لگاریتم شاخص قیمت را می‌توان از طریق رابطه‌ی زیر حساب کرد:

$$\log p = a_0 + \sum_k a_k p_k + \frac{1}{2} \sum_j \sum_k \gamma_{kj} \log p_j \log p_k \qquad (۷)$$

شاخص قیمت مطرح شده در رابطه‌ی (۷) بر حسب ضرایب غیر خطی بوده و سیستم تقاضای تقریباً ایده‌آل غیرخطی[3] را تشکیل می‌دهد که برآورد ضرایب آن مستلزم استفاده از روش‌های غیرخطی است که خود نیازمند آمار و اطلاعات کافی می‌باشد. اگر از شاخص قیمت استون استفاده شود، تخمین‌های خطی وجود خواهند داشت و مدل AIDS غیرخطی به مدل AIDS خطی تبدیل می‌شود و می‌توان با استفاده از روش‌های خطی آن را برآورد کرد. شاخص قیمت استون در یک سال مشخص از رابطه‌ی (۸) به‌دست می‌آید:

$$\log p = \sum_i w_i \log p_i \qquad (۸)$$

رابطه‌ی (۸)، بیان می‌کند شاخص قیمتی استون از میانگین وزنی شاخص قیمتی کالاها و خدمات به‌دست می‌آید. وزن هر کدام از کالاها برابر سهم نسبی هر کدام از کالاها از کل مخارج مصرف‌کنندگان می‌باشد. β_i، γ_{ij} و α_i ، پارامترهای مدل می‌باشند. n نشان دهنده‌ی تعداد کالاهای موجود در سبد مصرفی خانوار هستند. مدل AIDS

1- Almost Ideal Demand System (AIDS).
2- Deaton & Muellbauer.
3- Nonlinear Almost Ideal Demand System.

www.SID.ir

Archive of SID

دارای سه محدودیت جمع‌پذیری[1]، هم‌گنی و تقارن می‌باشد. این محدودیت‌ها بر پارامترهای مدل AIDS اعمال شده و به ترتیب به صورت زیر بیان می‌شوند:

$$\sum \alpha_i = 1 \quad ، \sum_{i=1}^{n} \gamma_{ij} = 0 \qquad و \qquad \sum \beta_i = 0$$

$$\sum_{j=1}^{n} \gamma_{ij} = 0$$

$$\gamma_{ij} = \gamma_{ji}$$

در نهایت کشش‌های قیمتی به صورت زیر قابل محاسبه هستند:

کشش قیمتی خودی $\varepsilon_{ii} = \frac{\gamma_{ii}}{w_i} - \beta_i - 1$

کشش قیمتی متقاطع $\varepsilon_{ij} = \frac{\gamma_{ij}}{w_i} - \beta_i \left(\frac{w_j}{w_i}\right)$ (۹)

بعد از ارائه‌ی مدل AIDS و چگونگی محاسبه‌ی کشش‌های قیمتی در قسمت بعدی با استفاده از شبیه‌سازی، تغییر در قیمت کالاها در نتیجه‌ی افزایش کارایی انرژی محاسبه خواهد شد.

شبیه سازی افزایش کارایی انرژی

برای نشان دادن چگونگی تأثیر پیشرفت تکنولوژی (افزایش کارایی انرژی)، که به صورت برون‌زا در نظر گرفته شده است، بر مصرف خانوارها و انتشار CO_2، از شبیه‌سازی استفاده می‌شود. همان‌طور که توضیح داده شد، بهبود تکنولوژی سبب می‌شود هزینه‌ای که صرف انرژی می‌شود کاهش یابد و در نتیجه، افزایش کارایی منجر به کاهش قیمت انرژی شود. درصد افزایش کارایی انرژی برای کالای iام با γ_i نشان داده می‌شود. با استفاده از شبیه‌سازی، قیمت کالای iام بعد از افزایش کارایی به صورت زیر می‌باشد:

$$p_i^1 = p_i^0(1 - \gamma_i) \qquad (۱۰)$$

p_i^1 نشان دهنده‌ی قیمت کالای i ام بعد از افزایش کارایی و p_i^0 بیانگر قیمت کالای i ام قبل از افزایش کارایی می‌باشد. رابطه‌ی بالا را می‌توان به صورت رابطه‌ی (۱۱)

1- Adding-up Restriction.

www.SID.ir

Archive of SID

بازنویسی کرد. رابطه‌ی (۱۱) نشان می‌دهد که کاهش قیمت کالای iام بر حسب درصد با منفی کارایی افزایش یافته‌ی کالای مورد نظر برابر است.

$$\frac{\Delta p_i^1}{p_i^0} = -\gamma_i \qquad (۱۱)$$

همان‌طور که مشاهده می‌شود، همه‌ی مواد مورد نیاز برای محاسبه‌ی رابطه‌ی (۱) و برآورد اثر بازگشت قابل دسترسی می‌باشد. در ادامه با استفاده از روابط مذکور اثر بازگشت برآورد می‌شود، اما قبل از آن داده‌ها تحلیل می‌شوند.

آمار و اطلاعات مورد نیاز برای برآورد اثر بازگشت

به منظور برآورد اثر بازگشت ابتدا باید مدل AIDS برآورد شود، سپس کشش‌ها محاسبه شوند. داده‌های مورد نیاز برای برآورد مدل AIDS شامل مخارج مصرفی خانوار شهری ایران، شاخص قیمتی کالاها و خدمات مصرفی می‌باشند. به منظور برآورد AIDS، از مخارج مصرفی خانوار شهری ایران و قیمت‌های کالاها و خدمات مصرفی خانوار شهری طی دوره‌ی ۱۳۸۷-۱۳۵۰ استفاده شده است. داده‌های مربوط به مخارج خانوار شهری توسط بانک مرکزی منتشر می‌شود. تا سال ۱۳۸۲ هشت گروه کالا و خدمات[۱] در نظر گرفته می‌شده است. مخارج سالیانه‌ی اختصاص یافته به این هشت گروه و سهم نسبی آن‌ها از کل مخارج، در آمارهای منتشر شده توسط بانک مرکزی موجود می باشد. از سال ۱۳۸۳ به بعد، این هشت گروه به۱۲گروه تقسیم شده‌اند. به منظور افزایش تعداد مشاهدات، ۱۲ گروه به هشت گروه تبدیل می‌شوند. شاخص قیمتی مربوط به گروه‌ها به قیمت‌های ثابت ۱۳۷۶ از آمارهای منتشر شده توسط بانک مرکزی استخراج شده است. داده‌ی دیگری که برای برآورد اثر بازگشت مورد نیاز است، ضریب انتشار CO_2 می باشد. مصرف هر کالا دارای ضریب انتشاری (θ_i) می‌باشد که نشان می‌دهد به ازای هر واحد پولی (در این‌جا ۱۰۰هزار ریال)، چند کیلوگرم CO_2 منتشر می‌شود. این ضریب توسط هیچ کدام از مراکز آماری تهیه نشده است. به دلیل نیاز به

۱- شامل: (۱) خوراکی‌ها، آشامیدنی‌ها و دخانیات، (۲) پوشاک و کفش، (۳) مسکن، آب، برق و سوخت، (۴) لوازم، اثاث و خدمات مورد استفاده در خانه (۵) درمان و بهداشت، (۶) حمل‌ونقل و ارتباطات، (۷) تفریح، سرگرمی، تحصیل و خدمات فرهنگی، (۸) کالاها و خدمات متفرقه می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

آن، به طریقی این ضریب محاسبه شده است[۱]. در جدول (۱) ضرایب انتشار به همراه CO_2 منتشر شده از هر گروه در سال ۱۳۸۷ نشان داده شده است. هم‌چنین سهم نسبی هر گروه از کل مخارج و کل انتشار در سال ۱۳۸۷ آورده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، گروه حمل‌ونقل و ارتباطات با ۱۳۲۶ کیلوگرم CO_2 منتشر شده، ۴۳/۲۱٪ از کل حجم انتشار و در بین هشت گروه کالایی رتبه‌ی اول را به خود اختصاص داده است. بعد از گروه حمل‌ونقل و ارتباطات، رتبه‌ی دوم به گروه مسکن با ۴۰/۳٪ سهم نسبی از کل حجم انتشار اختصاص دارد. گروه خوراکی‌ها با ۱۰/۲۳٪، سومین گروهی است که نقش زیادی در انتشار CO_2 دارد.

جدول ۱- انتشار گاز CO_2 از مصرف کالاها و سهم نسبی هر کالا از کل CO_2 منتشر شده و مخارج کل

	سهم نسبی مخارج	ضریب انتشار(کیلوگرم /صد هزار ریال)	انتشار دی اکسید کربن هرگروه (کیلوگرم)	رتبه هر گروه از نظر انتشار	سهم نسبی از کل انتشار
خوراکی‌ها و آشامیدنی‌ها و دخانیات	۲۴/۲	۱/۱۲۴۳	۳۱۴	۳	۱۰/۲۳
پوشاک	۴/۶	۰/۲۸۵	۱۵/۲۷	۷	۰/۵
مسکن	۳۳/۱	۳/۲۳۶۴	۱۲۳۶/۶۶	۲	۴۰/۳
اثاث و خدمات استفاده در خانه	۵	۰/۰۴۵۶۶	۲/۶۵	۸	۰/۰۹
حمل و نقل و ارتباطات	۱۴/۲	۸/۱۱۲	۱۳۲۶/۱۶	۱	۴۳/۲۱
درمان و بهداشت	۴/۵	۰/۴۳۵۹	۲۲/۷	۶	۰/۷۴
تفریح، تحصیل	۴/۷	۱/۵۸۷۵	۸۶/۹	۴	۲/۸۳
کالا و خدمات متفرقه	۹/۷	۰/۵۸	۶۴/۴	۵	۲/۱
جمع	۱۰۰		۳۰۶۸/۷۴		۱۰۰

منبع: محاسبات تحقیق و بانک مرکزی

۱ - چگونگی محاسبه‌ی ضریب انتشار در پیوست توضیح داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

برآورد الگو

در این قسمت با استفاده از داده‌های ذکر شده در قسمت قبل، اثر بازگشت افزایش کارایی انرژی برآورد می‌شود. بدین منظور ابتدا تابع تقاضای تقریباً ایده‌آل برای هشت گروه کالای در نظر گرفته شده به دست می‌آید. سپس کشش‌های قیمتی محاسبه شده و در نهایت با استفاده از کشش‌ها «اثر بازگشت» برآورد می‌شود. با توجه به این‌که هشت کالا در نظر گرفته شده است، تابع AIDS به صورت زیر می‌باشد:

$$w_{it} = \alpha_i + \sum_{j=1}^{8} \gamma_{ij} \ln p_{jt} + \beta_i (\ln x_t - \ln P_t), \quad i, j = 1, \ldots, 8 \qquad (۱۲)$$

اندیس‌های یک تا هشت به ترتیب مربوط به هشت گروه کالایی خوراکی‌ها، پوشاک، مسکن، اثاث مورد استفاده در خانه، حمل و نقل، درمان و بهداشت، تفریح و کالاها و خدمات متفرقه می‌باشند.

تجربه‌ی مطالعاتی که تابع AIDS را برآورد کرده‌اند، نشان می‌دهد که بهترین روش تخمین برای برآورد آن استفاده از روش رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبط[1] (SUR) است. در این مقاله نیز از روش SUR برای برآورد تابع AIDS استفاده می‌شود. مدل هم در حالت ایستا و هم در حالت پویا برآورد شده است. مقایسه‌ی نتایج نشان می‌دهد که در حالت ایستا نسبت به حالت پویا برازش بهتری از مدل انجام می‌گیرد، زیرا در مدل ایستا پارامترهای بیش‌تری معنی‌دار هستند. هم‌چنین آماره‌های دوربین- واتسون نشان‌دهنده‌ی عدم خودهبستگی بین جملات خطا می‌باشند. به عنوان یک مقایسه‌ی دیگر می‌توان گفت در حالت ایستا، ضرایب تعیین، قدرت توضیح‌دهندگی بالای مدل را نشان می‌دهند، بنابراین نتایج حاصل از برآورد مدل ایستا در این‌جا آورده می‌شود. لازم به ذکر است که در ابتدا معادله‌ی سهم هزینه‌ی مربوط به کالاها و خدمات متفرقه حذف و سیستم AIDS برای هفت معادله‌ی دیگر برآورد شده است. سپس با استفاده از محدودیت جمع‌پذیری، پارامترهای مربوط به معادله‌ی هشتم حساب شده است.

1- Seemingly Unrelated Regression(SUR).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- برآورد پارامترهای سیستم تقاضای AIDS برای هشت گروه بزرگ کالایی مخارج مصرف‌کننده

	α_i	γ_{i1}	γ_{i2}	γ_{i3}	γ_{i4}	γ_{i5}	γ_{i6}	γ_{i7}	γ_{i8}	β_i	$D.W$	R^2
w_1	۲/۵۴۸ (۹/۳۲)	۰/۱۳۷ (۴/۱۱)	-۰/۰۹۴ (۳/۴۵)	-۰/۰۵۹ (۴/۶۴)	۰/۰۴۲ (۱/۲۳)	-۰/۰۳۲ (۱/۳۲)	-۰/۰۴۶ (۲/۴۲)	-۰/۰۸۴ (۴/۳۷)	۰/۱۰۴ (۳/۵۲)	-۰/۱۷۴ (۷/۷۲)	۱/۹۶	۰/۹۷
w_2	-۰/۵۴۶ (۴/۰۹)	-۰/۰۳ (۱/۸۳)	۰/۰۶۸ (۵/۱)	-۰/۰۳۲ (۵/۰۸)	-۰/۰۱۴ (۰/۸۳)	۰/۰۱۲ (۱/۰۱)	۰/۰۰۱ (۰/۱)	۰/۰۴۶ (۴/۹۲)	-۰/۰۵۶ (۳/۹)	۰/۰۵۵ (۴/۹۹)	۲/۲۸	۰/۹۳
w_3	۰/۱۶۴ (۰/۸۳)	۰/۰۵۹ (۲/۴۷)	۰/۰۰۶ (۰/۳)	۰/۰۴ (۴/۳)	۰/۰۳۹ (۱/۵۸)	-۰/۰۱۶ (۰/۹)	-۰/۰۰۹ (۰/۶۸)	-۰/۰۳۳ (۲/۳۸)	-۰/۰۷۳ (۳/۴۳)	۰/۰۰۳ (۰/۲۱)	۲/۱۵	۰/۹۰
w_4	-۰/۰۹۶ (۱/۰۱)	-۰/۰۵ (۴/۳۷)	۰/۰۱۷ (۱/۷۹)	-۰/۰۰۴ (۱/۰۲)	۰/۰۰۷ (۰/۶۱)	۰/۰۱۶ (۱/۹۶)	۰/۰۲۶ (۳/۹۸)	۰/۰۰۴ (۰/۶۷)	-۰/۰۲ (۱/۹۷)	۰/۰۱۵ (۱/۹۲)	۱/۷۱	۰/۹۴
w_5	-۰/۸۰۵ (۴/۲۷)	-۰/۰۷۷ (۳/۳۴)	-۰/۰۰۵ (۰/۲۷)	۰/۰۲۵ (۲/۸۳)	-۰/۰۲۷ (۱/۱۵)	۰/۰۱۵ (۰/۹۱)	۰/۰۱ (۰/۸۱)	۰/۰۲۷ (۲/۰۷)	۰/۰۴۵ (۲/۲۳)	۰/۰۷ (۴/۵۵)	۱/۶۳	۰/۹۵
w_6	۰/۰۷۵ (۰/۷۱)	-۰/۰۱۳ (۱/۰۵)	-۰/۰۰۴ (۰/۳۸)	-۰/۰۰۵ (۱/۰۸)	-۰/۰۰۸ (۰/۶۱)	۰/۰۱۸ (۲)	۰/۰۱۴ (۱/۹)	۰/۰۰۲ (۰/۲۹)	-۰/۰۰۴ (۰/۴)	-۰/۰۰۲ (۰/۲۵)	۱/۸۴	۰/۶۴
w_7	-۰/۰۹۲ (۱/۳۶)	-۰/۰۱۹ (۲/۳)	۰/۰۰۵ (۰/۷۱)	۰/۰۱۵ (۴/۸۹)	-۰/۰۱۴ (۱/۷۳)	۰/۰۰۲ (۰/۳۸)	۰/۰۱ (۲/۰۹)	۰/۰۱۷ (۳/۶۳)	-۰/۰۱ (۱/۴۲)	۰/۰۰۸ (۱/۴۸)	۱/۸۹	۰/۹۵
w_8	-۰/۲۴۸	-۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۲	-۰/۰۲۵	-۰/۰۱۵	-۰/۰۰۶	۰/۰۲۱	۰/۰۱۴	۰/۰۲۵		

منبع: محاسبات تحقیق

هر کدام از سطرهای جدول (۲) (به جز معادله‌ی هشتم) شامل دو عدد می‌باشند. عدد اول پارامتر برآوردشده را نشان می‌دهد و عدد داخل پرانتز مربوط به آماره‌ی t متناظر با پارامتر برآورد شده می‌باشد. همان‌طورکه ملاحظه می‌شود، اعداد مربوط به آماره‌های t در مورد بیش‌تر پارامترها بیش‌تر از ۱/۹۶ است و این بیانگر معنی‌داری ضرایب در سطح ۹۵٪ می‌باشد. با مشاهده‌ی جدول مشخص می‌شود که برخی از

www.SID.ir

Archive of SID

ضرایب در سطح ۹۵٪ معنی‌دار نیستند، ولی در سطح ۹۰٪ معنی‌دارند. ضرایب مدل AIDS دارای تفسیر اقتصادی خاصی نیستند و بیش‌تر در محاسبه‌ی کشش‌ها به کار می‌روند. قبل از محاسبه‌ی کشش‌ها، لازم است قیدهای همگنی و تقارن آزمون شوند. برای آزمون این قیود از آزمون والد استفاده شده است.

جدول ۳- آزمون قید همگنی معادلات تقاضای سیستم AIDS

معادله‌ی مربوط به گروه	آماره‌ی کای‌دو (**Chi-square**)	احتمال (**Probability**)
خوراکی‌ها و اشامیدنی و دخانیات	۳۰۶/۶۲	۰/۰
پوشاک	۳۶/۴۱	۰/۰
مسکن	۱۰۲/۵۱	۰/۰
اثاث و خدمات استفاده در خانه	۳۸/۲	۰/۰
حمل و نقل و ارتباطات	۱۲۸/۸۳	۰/۰
درمان و بهداشت	۱/۵۷	۰/۲۱
تفریح، تحصیل	۱۴۷	۰/۰

منبع: محاسبات تحقیق

نتایج مربوط به آزمون قید همگنی در جدول (۳) آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، آماره‌ی کای‌دو در همه‌ی معادلات به جز معادله‌ی شش (تابع تقاضای درمان و بهداشت) اعدد بزرگی هستند. در نتیجه در همه‌ی آن‌ها (به جز معادله‌ی شش) فرضیه‌ی همگنی رد می‌شود، ولی در معادله‌ی تقاضای درمان و بهداشت آماره‌ی کای‌دو برابر ۱/۵۷ می‌باشد، در نتیجه فرض همگنی رد نمی‌شود. رد شدن فرض همگنی به این معناست که در صورت تغییر قیمت‌ها و درآمد به یک نسبت مساوی، مقدار تقاضا تغییر خواهد کرد ولی در صورت رد نشدن قید همگنی، مقدار تقاضا ثابت خواهد ماند. آماره‌ی کای‌دو مربوط به آزمون قید تقارن ۲۲۶/۵۲ و بزرگ‌تر از آماره‌ی جدول می‌باشد، در نتیجه فرضیه‌ی تقارن در سیستم AIDS رد می‌شود. رد شدن این قید نشان می‌دهد تغییرات تقاضای کالای j ام نسبت به تغییرات قیمت کالای i ام، با تغییرات تقاضای کالای iام نسبت به تغییرات قیمت کالای j ام یکسان نیست.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- کشش های قیمتی خودی ε_{ii} و متقاطع ε_{ij} سیستم تقاضای AIDS

گروه کالا	ε_{i1}	ε_{i2}	ε_{i3}	ε_{i4}	ε_{i5}	ε_{i6}	ε_{i7}	ε_{i8}
خوراکی‌هاو اشامیدنی	-۰/۴۰۴۵	-۰/۲۴۵۹	-۰/۰۴۱۳	۰/۱۶۵۶	-۰/۰۴۰۱	-۰/۱۱۷۴	-۰/۲۴۱۳	۰/۳۶۱۸
پوشاک	-۰/۵۹۱	-۰/۲۱۵۵	-۰/۵۷۳	-۰/۲۱۹	۰/۰۷۴۱	-۰/۰۱۸۲	۰/۵۴۶۲	-۰/۷۴۴۳
مسکن	۰/۲۲۱۵	۰/۰۲۲	-۰/۸۵۰۳	۰/۱۴۸۱	-۰/۰۶۲۳	-۰/۰۳۴۹	-۰/۱۲۶۳	-۰/۲۷۹۵
اثاثو خدمات	-۰/۸۰۷	۰/۲۳۲۱	-۰/۱۱۶۶	-۰/۹۱۲۱	۰/۲۱۱۳	۰/۳۷۲۴	۰/۰۵۱۸	-۰/۳۱۱۳
حمل‌ونقل و ارتباطات	-۰/۹۱۵۱	-۰/۰۹۷۹	۰/۰۶۱۱	-۰/۲۹۱۴	-۰/۹۳۲۴	۰/۰۶۲۸	۰/۲۲۷۲	۰/۳۶۲۸
درمان و بهداشت	-۰/۲۷۴۴	-۰/۰۸۵۳	-۰/۰۹۹۵	-۰/۱۷۴۸	۰/۴۰۴۸	-۰/۶۸۶۹	۰/۰۴۵۹	-۰/۰۸۵۴
تفریح، تحصیل	-۰/۶۷۵	۰/۱۳۶	۰/۴۰۳۲	-۰/۴۵۴۵	۰/۰۳۵۳	۰/۳۰۱۳	-۰/۴۷۶۷	-۰/۳۳۲
کالا و خدمات متفرقه	-۰/۱۹۳۹	۰/۰۶۳۸	۰/۱۷۲۴	-۰/۳۴۲۳	-۰/۲۲۷۲	-۰/۰۹۱۳	۰/۲۹۵	-۰/۸۴۵۵

منبع: محاسبات تحقیق

حال کشش‌های قیمتی با استفاده از نتایج جدول (۲) و رابطه‌ی (۹) محاسبه می شوند. کشش‌های قیمتی محاسبه شده در جدول (۴) نشان داده شده‌اند. همان‌طور که مشخص است، همه‌ی کشش‌های قیمتی خودی منفی به‌دست آمده اند. در نتیجه قانون تقاضا در مورد همه‌ی کالاها صدق می‌کند. هم‌چنین همه‌ی گروه‌ها دارای کشش قیمتی کوچک‌تر از واحد هستند و این بیانگر کم‌کشش بودن کالاهاست. در بین هشت گروه کالایی، گروه حمل‌و نقل و ارتباطات با کشش قیمتی خودی ۰/۹۳۲۴-، بیش‌ترین کشش قیمتی را دارد و در نتیجه بیش‌تر از سایر کالاها نسبت به تغییرات قیمت خود حساسیت نشان می‌دهد. گروه حمل‌و نقل با گروه‌های خوراک، مسکن و کالا و خدمات متفرقه مکمل ناخالص و با گروه‌های پوشاک، اثاث، درمان و بهداشت و تفریح و تحصیل جانشین ناخالص می‌باشد.

بعد از محاسبه‌ی کشش‌های قیمتی، در سه سناریوی مختلف اثر افزایش کارایی انرژی بر مصرف کالاها و انتشار CO_2 بررسی خواهد شد. برین‌لوند (۲۰۰۷)، فرض کرده است که کارایی انرژی در گروه حمل‌و نقل و مسکن خانوارهای سوئدی ۲۰ درصد افزایش یابد. در این مقاله به تبعیت از مقاله‌ی برین‌لوند، در سناریوی اول فرض می‌شود

www.SID.ir

Archive of SID

کارایی انرژی در بخش حمل و نقل ۲۰درصد افزایش یابد. با نگاهی به جداول مخارج خانوار در سال ۱۳۸۷ مشخص می‌شود که تقریباً ۱۳/۲۴٪ از کل هزینه‌ی حمل‌ونقل به انرژی اختصاص دارد. در نتیجه، ۲۰٪ افزایش کارایی انرژی، ۲/۶۴۸٪ کارایی حمل‌ونقل را افزایش می‌دهد. با استفاده از رابطه‌ی (۱۱)، افزایش ۲۰٪ کارایی انرژی در نهایت منجر به کاهش ۲/۶۴۸٪ قیمت گروه حمل‌ونقل خواهد شد. تأثیر این کاهش قیمت را می‌توان بر اساس کشش‌های قیمتی، بر مصرف کالاها بررسی کرد. سپس با استفاده از رابطه‌ی (۵) می‌توان تغییرات در انتشار CO_2 هر کالا و در نتیجه کل تغییرات را محاسبه کرد. این نتایج در جدول (۵) آورده شده است. همان‌طور که قبلاً ذکر شد، گروه‌های خوراک، مسکن و کالا و خدمات متفرقه با گروه حمل‌ونقل مکمل هستند، در نتیجه کاهش قیمت حمل‌ونقل منجر به افزایش تقاضای آن‌ها شده است. هم‌چنین گروه‌های پوشاک، اثاث، درمان و بهداشت و تفریح و تحصیل جانشین گروه حمل‌ونقل هستند، در نتیجه تقاضا برای آن‌ها کاهش یافته است. افزایش تقاضا برای یک کالا بیانگر افزایش مصرف انرژی و در نتیجه افزایش انتشار CO_2 می‌باشد.

همان‌طور که در بخش‌های قبلی توضیح داده شد، سه سطح متفاوت از انتشار دی-اکسیدکربن وجود دارد. این سه سطح عبارتند از: انتشار اولیه (E_0)، انتشار بالقوه (E_1) و انتشار واقعی (E_2). انتشار اولیه در جدول (۱) محاسبه شده است. برای محاسبه‌ی انتشار واقعی از رابطه‌ی (۵) و نتایج جدول (۴) استفاده می‌شود. نتایج حاکی از آن است که با افزایش ۲۰درصدی کارایی انرژی در بخش حمل‌ونقل، انتشار واقعی دی-اکسیدکربن ۱/۱۴۴۹٪ بیش‌تر از انتشار بالقوه‌ی دی‌اکسیدکربن می‌باشد. برای محاسبه‌ی کاهش بالقوه‌ی دی‌اکسیدکربن به ترتیب زیر عمل می‌شود. فرض می‌شود ۲۰٪ افزایش کارایی انرژی سبب شود مصرف انرژی ۲۰٪ کاهش یابد و در نتیجه انتشار دی‌اکسیدکربن ۲۰٪ پایین بیاید. طبق توضیحات قبلی، این مقدار افزایش در کارایی انرژی، کارایی حمل‌ونقل را به‌اندازه‌ی ۲/۶۴۸٪ افزایش می‌دهد. در نتیجه، انتشار دی-اکسیدکربن این بخش ۲/۶۴۸٪ از مقدار قبلی کم‌تر خواهد بود. هم‌چنین با توجه به این‌که حمل‌ونقل، ۴۳/۲۱٪ از کل انتشار را به خود اختصاص می‌دهد، انتشار کل CO_2 به اندازه‌ی حاصل‌ضرب این دو عدد یعنی ۱/۱۴۴۲٪ کاهش می‌یابد. به عبارتی انتظار می‌رود افزایش ۲۰درصدی کارایی انرژی در بخش حمل‌ونقل، سبب شود حجم CO_2 به اندازه‌ی ۱/۱۴۴۲٪ کم‌تر از زمانی باشد که کارایی انرژی زیاد نشده است.

www.SID.ir

Archive of SID

طبق جدول (۱) انتشار اولیه (E_0) ۳۰۶۸/۷۴ کیلوگرم می‌باشد. با کاهش ۱/۱۴۴۲درصدی E_0، انتشار بالقوه (E_1) ۳۰۳۳/۶۳ کیلوگرم به‌دست می‌آید. افزایش۱/۱۴۴۹درصدی E_1، انتشار واقعی (E_2) را به میزان ۳۰۶۸/۳۶ کیلوگرم ارتقاء می‌دهد. در نهایت با استفاده از رابطه‌ی (۱)، اثر بازگشت ۲۰٪ افزایش کارایی انرژی در بخش حمل‌ونقل ۹۸/۹۱درصد محاسبه می‌شود.

جدول ۵- تغییر در مصرف هر کالا و انتشار دی‌اکسیدکربن به ازای ۲۰درصد افزایش کارایی انرژی در بخش حمل ونقل و کاهش مورد انتظار در انتشار دی‌اکسیدکربن

گروه کالا	تغییر در مصرف کالا(٪)	تغییر در کل انتشار CO_2 ناشی از مصرف هر کالا (٪)	کاهش مورد انتظار در انتشار CO_2 (٪)
خوراکی‌ها و آشامیدنی و دخانیات	۰/۱۰۶۲	۰/۰۱۰۹	۰
پوشاک	-۰/۱۹۶۲	-۰/۰۰۱	۰
مسکن	۰/۱۶۵	۰/۰۶۶۵	۰
اثاث و خدمات استفاده در خانه	-۰/۵۵۹۵	-۰/۰۰۰۵	۰
حمل و نقل و ارتباطات	۲/۴۶۹	۱/۰۶۶۹	-۱/۱۴۴۲
درمان و بهداشت	-۱/۰۷۱۹	-۰/۰۰۷۹	۰
تفریح، تحصیل	-۰/۰۹۳۵	-۰/۰۰۲۶	۰
کالا و خدمات متفرقه	۰/۶۰۱۶	۰/۰۱۲۶	۰
جمع		۱/۱۴۴۹	-۱/۱۴۴۲

منبع: محاسبات تحقیق

در سناریوی دوم و سوم به ترتیب فرض می‌شود کارایی انرژی در بخش حمل‌ونقل ۳۰ درصد و ۴۰ درصد افزایش یابد. نتایج حاصل از این سناریوها در جدول (۶) آورده شده است. در سناریوی دوم و سوم نیز همانند سناریوی اول مصرف کالاهای جانشین حمل‌ونقل، کاهش و مصرف کالاهای مکمل حمل‌ونقل افزایش یافته است. از جداول (۶) و (۷) مشاهده می‌شود افزایش مصرف کالاهای مکمل در سناریوی سوم بیش‌تر از سناریوی دوم و در سناریوی دوم بیش‌تر از سناریوی اول است. هم‌چنین کاهش مصرف

www.SID.ir

Archive of SID

کالاهای جانشین در سناریوی سوم بیش‌تر از سناریوی دوم و آن هم بیش‌تر از سناریوی اول است.

جدول ۶- تغییر در مصرف هر کالا و انتشار دی‌اکسیدکربن به ازای ۳۰و ۴۰درصد افزایش کارایی انرژی در بخش حمل ونقل

	سناریوی دوم (۳۰درصد)	افزایش کارایی	سناریوی سوم (۴۰درصد)	افزایش کارایی
گروه کالا	تغییر در مصرف کالا (٪)	تغییر در کل انتشار دی اکسیدکربن ناشی از مصرف هر کالا (٪)	تغییر در مصرف کالا(٪)	تغییر در کل انتشار دی اکسید کربن ناشی از مصرف هر کالا (٪)
خوراکی‌هاو اشامیدنی و دخانیات	۰/۱۵۹۳	۰/۰۱۶۳۵	۰/۲۱۲۴	۰/۰۲۱۸
پوشاک	-۰/۲۹۴۳	-۰/۰۰۱۵	-۰/۳۹۲۴	-۰/۰۰۲
مسکن	۰/۲۴۷۵	۰/۰۹۹۷۵	۰/۳۳	۰/۱۳۳
اثاث و خدمات استفاده در خانه	-۰/۸۳۹۲	-۰/۰۰۰۷۵	-۱/۱۱۹	-/۰۰۱
حمل و نقل و ارتباطات	۳/۷۰۳۵	۱/۶۰۰۳۵	۴/۹۳۸	۲/۱۳۳۸
درمان و بهداشت	-۱/۶۰۷۸	-۰/۰۱۱۸۵	-۲/۱۴۳۸	-۰/۰۱۵۸
تفریح، تحصیل	-۰/۱۴۰۲	-۰/۰۰۳۹	-۰/۱۸۷	-۰/۰۰۵۲
کالا و خدمات متفرقه	۰/۹۰۲۴	۰/۰۱۸۹	۱/۲۰۳۲	۰/۰۲۵۲
جمع		۱/۷۱۷۳۵		۲/۲۸۹۸

منبع: محاسبات تحقیق

در سناریوی دوم انتظار می‌رود انتشار بالقوه‌ی گاز دی‌اکسیدکربن ۱/۷۱۶۳ درصد کم‌تر از انتشار اولیه باشد. نتایج جدول (۶) نشان می‌دهد که با افزایش کارایی، انتشار دی‌اکسیدکربن ۱/۷۱۷۳۵درصد از سطح انتشار بالقوه بیش‌تر است. با استفاده از رابطه‌ی (۱)، «اثر بازگشت» در این سناریو ۹۸/۳۴درصد برآورد می‌شود. در سناریوی

www.SID.ir

Archive of SID

سوم انتظار می‌رود انتشار بالقوه ۲/۲۸۸۲ درصد کم‌تر از انتشار اولیه باشد. هم‌چنین افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن نسبت به سطح انتشار بالقوه ۲/۲۸۹۸ درصد می‌باشد. اثر بازگشت برآورد شده در این سناریو ۹۷/۷۷ درصد است.

نتایج حاصل از سناریوها را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

به عنوان اولین نتیجه می‌توان گفت هر چه افزایش کارایی انرژی بیش‌تر باشد، انتظار می‌رود مصرف انرژی و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن کاهش بیش‌تری داشته باشد. نتیجه‌ی دوم بیان می‌کند هر چه افزایش کارایی انرژی بیش‌تر باشد، افزایش مصرف کالاهای مکمل بیش‌تر و کاهش مصرف کالاهای جانشین بالاتر است. نتیجه‌ی سوم از تفاوت در اندازه‌های اثر بازگشت حاصل می‌شود و بیان می‌کند هر چه نرخ افزایش کارایی انرژی بیش‌تر باشد، «اثر بازگشت» کوچک‌تر و در نتیجه در نرخ‌های بالاتر، افزایش کارایی انرژی در کاهش دادن مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسیدکربن مؤفق‌تر خواهد بود.

در هر سه سناریو اثر بازگشت برآورد شده در حدود ۹۸ درصد می‌باشد و آن‌را به این صورت می‌توان تفسیر کرد که افزایش کارایی انرژی در بخش حمل‌ونقل تأثیر کمی در کاهش انتشار CO_2 دارد. به عبارت دیگر اگر هدف کاهش مصرف انرژی و در نتیجه کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن باشد، افزایش کارایی انرژی در بخش حمل‌و نقل استراتژی مؤفقی نخواهد بود. پس لازم است همراه با افزایش کارایی، اقدامات دیگری مانند برقراری مالیات بر مصرف انرژی و مالیات بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن انجام گیرد تا بتوان مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها را کاهش داد. به عبارتی اگر بتوان به طریقی از کاهش قیمت خدمات انرژی هنگام افزایش کارایی انرژی جلوگیری کرد، افزایش کارایی انرژی در جهت کاهش مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها مؤفق‌تر خواهد بود. زیرا همان‌طور که ذکر شد اثر بازگشت ناشی از کاهش قیمت خدمات انرژی می‌باشد.

۵- نتیجه گیری و پیشنهادات

هدف اصلی این مقاله بررسی اثر افزایش کارایی انرژی بر مصرف خانوارهای ایرانی و انتشار CO_2 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 انرژی منجر می‌شود. هم‌چنین درآمد واقعی مصرف‌کنندگان به دلیل کاهش هزینه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

انرژی، افزایش می‌یابد، بنابراین ممکن است ذخیره‌ی انرژی واقعی از ذخیره‌ی انرژی بالقوه کم‌تر و در نتیجه انتشار CO_2 واقعی از انتشار مورد انتظار بیش‌تر باشد. در ادبیات اقتصادی به اثراتی که منجر به ایجاد اختلاف بین مصرف انرژی واقعی و مصرف انرژی مورد انتظار می‌شوند، اثر بازگشت گفته می‌شود.

برای برآورد اثر بازگشت، سه سناریو در نظر گرفته شده و فرض می‌شود کارایی انرژی در بخش حمل‌ونقل در سناریوهای اول، دوم و سوم به ترتیب ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد افزایش یابد. سپس با استفاده از شبیه‌سازی، افزایش کارایی انرژی به صورت کاهش قیمت انرژی وارد مدل می‌شود. در نهایت با استفاده از روش رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبط تابع تقاضای تقریباً ایده‌آل برای دوره‌ی ۱۳۵۰-۱۳۸۷برآورد و سپس کشش‌های قیمتی محاسبه شده‌اند. و با استفاده از کشش‌های قیمتی اثر افزایش کارایی انرژی بر مصرف خانوار و انتشار دی‌اکسیدکربن بررسی شده است.

نتایج نشان می‌دهند با افزایش کارایی انرژی در بخش حمل‌ونقل، قیمت خدمات حمل‌ونقل کاهش می‌یابد. این کاهش قیمت موجب می‌شود تقاضا برای حمل‌ونقل افزایش یابد. در نتیجه مصرف انرژی و به تبع آن انتشار دی‌اکسیدکربن افزایش می‌یابد. از سوی دیگر مصرف کالاهای خوراکی، مسکن و کالا و خدمات متفرقه به دلیل مکمل بودن با حمل‌ونقل افزایش می‌یابد. افزایش مصرف کالاهای مکمل به طور غیرمستقیم مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسیدکربن را افزایش می‌دهد. مصرف سایر کالا به دلیل این‌که جانشین‌های حمل‌ونقل محسوب می‌شوند، کاهش پیدا خواهند کرد. از آن‌جایی که حمل‌ونقل، مسکن و خوراک حجم زیادی از CO_2 منتشرشده را به خود اختصاص می‌دهند، افزایش مصرف آن‌ها سبب جبران کاهش اولیه‌ی انتشار CO_2 می‌شود.

در سناریوهای اول، دوم و سوم اثر بازگشت برآورد شده به ترتیب ۹۸/۹۱٪، ۹۸/۳۴٪ و ۹۷/۷۷٪ می‌باشد. بزرگ بودن اندازه‌ی اثر بازگشت نشان می‌دهد افزایش کارای انرژی در بخش حمل‌ونقل به مقدار بسیار ناچیزی انتشار CO_2 را کاهش می‌دهد. بالا بودن این اثر می‌تواند ناشی از این باشد که تقاضای کالا و خدمات در ایران اشباع نشده است و یک کاهش در قیمت خدمات انرژی، تقاضا برای خدمات انرژی و سایر کالاها را افزایش خواهد داد. در نتیجه درصد زیادی از ذخیره‌ی بالقوه انرژی دوباره به چرخه‌ی مصرف برمی‌گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج نشان می‌دهند در نرخ‌های بالاتر افزایش کارایی انرژی، اثر بازگشت کوچک‌تر است و این بر مؤفق‌تر بودن سیاست افزایش کارایی انرژی در جهت کاهش مصرف انرژی و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن دلالت می‌کند. هم‌چنین لازم است همراه با افزایش کارایی، اقدامات دیگری مانند برقراری مالیات بر مصرف انرژی و مالیات بر انتشار گاز دی-اکسیدکربن انجام گیرد تا بتوان مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها را کاهش داد. به عبارتی از کاهش قیمت خدمات انرژی به عنوان عامل اصلی وجود اثر بازگشت، جلوگیری کرد.

نکته‌ای که لازم است به آن اشاره شود این است که با افزایش کارایی انرژی، رفاه مصرف‌کنندگان افزایش می‌یابد، زیرا با افزایش کارایی انرژی قیمت خدمات انرژی کاهش یافته و در نتیجه درآمد واقعی مصرف‌کنندگان افزایش می‌یابد. با افزایش درآمد مصرف‌کنندگان، مطلوبیت و رفاه آنان افزایش خواهد یافت. پس می‌توان گفت با این‌که افزایش کارایی انرژی در کاهش دادن مصرف انرژی و کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن مؤفقیت چندانی کسب نمی‌کند، به دلیل افزایش درآمد واقعی مصرف‌کنندگان، رفاه مصرف‌کنندگان را افزایش می‌دهد، در نتیجه افزایش کارایی انرژی در کل راه‌کار مفیدی است.

فهرست منابع

باریکانی، الهام، شجری، شاهرخ، امجدی، افشین (۱۳۸۶)، "محاسبه‌ی کشش‌های قیمتی و درآمدی تقاضای مواد غذایی در ایران با استفاده از سیستم تقاضای تقریباً ایده آل پویا"، مجله‌ی اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره‌ی ۶۰، صص ۱۲۵-۱۴۵.

بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، "گزارش شاخص بهای کالاهای خدمات شهری"، بانک مرکزی، گزارش سال‌های مختلف.

بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، "دایره‌ی بررسی بودجه‌ی خانوار"، نتایج بررسی بودجه‌ی خانوار در مناطق شهری، سال‌های مختلف.

بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، جدول داده- ستانده ۱۳۷۸.

www.SID.ir

Archive of SID

شکیبایی، علیرضا، حرّی، حمید رضا (۱۳۸۵)، "برآورد کشش‌های تقاضای خدمات درمانی با استفاده از مدل سیستم تقاضای تقریباً ایده‌آل"، فصل‌نامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره‌ی ۲۷، صص۱۹۹-۲۳۰.

قرشی ابهری، سید جواد، صدر الاشرافی، سید مهریار (۱۳۸۴)، "برآورد تقاضای انواع گوشت در ایران با استفاده از سیستم تقاضای تقریباً ایده‌آل"، مجله‌ی علوم کشاورزی، شماره‌ی ۳، صص۱۳۳-۱۴۳.

نجفی، بهاءالدین، شجری، شاهرخ (۱۳۸۷)، "سیستم تقاضای پویا برای مواد غذایی در مناطق شهری ایران"، مجله‌ی علوم و صنایع کشاورزی، شماره‌ی ۱، صص ۱۵-۲۵.

وزارت نیرو، ترازنامه‌ی انرژی، سال‌های مختلف.

Barla, P., B. Lamonde, L.F.M. Moreno, N. Boucher (2009), "Traveled Distance, Stock and Fuel Efficiency of Private Vehicles in Canada: Elassticites and Rebound Effect". Transportation 36, 389-402.

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

Berkhout, P.H.D., J.C. Muskens, J.W. Velthuisen (2000), "Defining the Rebound Effect". Energy Policy 28, 425- 43

Birol, F., J.H. Keppler (2000), "Prices, Technology Development and the Rebound Effect". Energy Policy 28, 437-469.

Brannlund, R., T. Ghalwash, J. Nordstrom (2007), "Increased Energy Efficiency and the Rebound Effect: Effects on Consumption and Emission". Energy Economics 29, 1-17.

Deaton, A., J. Muellbauer (1980), "An Almost Ideal Demand System". The American Economic Review 70, 312-326.

Greene, D.L. (1992), "Vehicle Use and Fuel Economy: How Big Is The Rebound Effect?" The Energy Journal 13, 117-143.

Greening. L.A., D.L. Greene, C. Difiglio (2000), "Energy Efficiency and Consumption: The Rebound Effect: a Survey". Energy Policy 28, 389-401.

Grepperrud, S., I. Rasmussen (2004), "A General Equilibrium Assessment of Rebound Effects". Energy Economics 26, 261-282.

Haugland, T. (1996), "Social Benefits of Financial Investment Support in Energy Conservation Policy". Energy J. 17 (2), 79–102.

www.SID.ir

Archive of SID

Henly, J., H. Ruderman, M.D. Levine (1988), "Energy Saving Resulting From The Adoption of More Efficient Appliances: Afollow-up". The Energy Journal 9, 163–170.

Jones, T.C. (1993), "another Look at US Passenger Vehicle Use and the Rebound Effect from Improved Fuel Efficiency". Energy J. 4 (14), 99–110.

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

Mei Liang, Q., Y. Fan, Y.M. Wei (2009), "the Effect of Energy End-Use Efficiency Improvement on Chinas Energy Use and Emissions: A CGE Model-Based Analysis". Energy Efficiency 2, 162-243.

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

Roy, J. (2000), "the Rebound Effect: Some Empirical Evidence from India". Energy Policy 28, 433-438.

www.SID.ir

Archive of SID

پیوست- چگونگی محاسبه‌ی ضریب انتشار θ_i

ضریب انتشار هر کالا نشان می‌دهد به ازای مصرف هر کالا به ارزش ۱۰۰هزار ریال چند کیلوگرم دی‌اکسیدکربن منتشر می‌شود. اگر ضریب انتشار کالایی ۰/۵ باشد، یعنی با مصرف آن کالا به ارزش ۱۰۰ هزار ریال، نیم کیلوگرم دی‌اکسیدکربن منتشر می‌شود. ضریب انتشار CO_2 برای هشت گروه کالای در نظر گرفته شده در این مقاله، توسط هیچ کدام از مراکز آماری ایران تهیه و منتشر نشده است. به دلیل نیاز به این ضریب، روشی برای به‌دست آوردن آن مطرح شده است. مقالاتی که مرتبط با موضوع این مقاله می‌باشند چگونگی محاسبه‌ی ضریب انتشار را توضیح نداده‌اند و در آن مقالات از ضریب انتشار محاسبه شده توسط مراکز آماری کشورهای مربوطه استفاده شده است. با توجه به این‌که این ضریب در ایران محاسبه نشده و هم‌چنین با توجه به عدم دسترسی به منبع علمی معتبر برای به‌دست آوردن روش محاسبه‌ی ضریب انتشار، یک روش برای محاسبه‌ی این ضریب مطرح شده است. در ادامه شیوه‌ی محاسبه‌ی θ_i به طور مختصر توضیح داده خواهد شد. داده‌های مورد نیاز برای محاسبه‌ی ضرایب انتشار از جداول داده- ستانده ۱۳۷۸ و ترازنامه‌ی انرژی استخراج شده‌اند. جدول داده - ستانده و ترازنامه‌ی انرژی به ترتیب توسط بانک مرکزی و وزارت نیرو تهیه و منتشر می‌شوند.

مصرف بسیاری از کالاها از جمله خوراک، پوشاک، درمان و بهداشت و ...، به‌طور مستقیم سبب انتشار دی‌اکسیدکربن نمی‌شود، ولی در فرآیند تولید آن کالاها از انرژی به عنوان نهاده‌ی تولیدی استفاده می‌شود. در نتیجه تولید آن کالاها با انتشار دی-اکسیدکربن همراه است. از آن‌جایی که مصرف و تولید، دو فرآیند مرتبط با هم هستند، وقتی تولید کالایی منجر به انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شود، مثل این است که مصرف آن با انتشار دی‌اکسیدکربن همراه است. پس به منظور محاسبه‌ی ضریب انتشار هر کالا، مقدار دی‌اکسِیدکربن منتشرشده از تولید هر کدام از کالاها به ارزش ۱۰۰هزار ریال، محاسبه خواهد شد. به عبارت دیگر مقدار دی‌اکسیدکربن منتشرشده از مصرف یک کالا به ارزش ۱۰۰ هزار ریال با مقدار دی‌اکسیدکربن منتشرشده از تولید یک کالا به ارزش ۱۰۰ هزار ریال، یکسان در نظر گرفته می‌شود و انتشار CO_2 از فرآیند تولید یک کالا به عنوان شاخصی (proxy) برای انتشار CO_2 از مصرف آن کالا در نظر گرفته می‌شود. برای محاسبه‌ی ضریب انتشار، دی‌اکسِیدکربن منتشر شده از تولید هر کالا بر تولید آن کالا تقسیم می‌شود و به این طریق محاسبه خواهد شد که با مصرف هر کالا به ارزش

www.SID.ir

Archive of SID

۱۰۰ هزار ریال، چند کیلوگرم دی‌اکسِدکربن منتشر می‌شود. تولید هر کالا در جدول داده - ستانده موجود می‌باشد. به منظور محاسبه‌ی CO_2 منتشر شده از تولید هر کالا، بخش‌های تولیدی مرتبط با آن کالا از روی جدول داده- ستانده مشخص و انتشار هر کدام از بخش‌ها محاسبه و با هم جمع می‌شوند تا انتشار کل ناشی از تولید هر کالا محاسبه شود. در ابتدا با رجوع به جدول داده- ستانده‌ی ۱۳۷۸، بخش‌های مرتبط با هر کدام از کالاها مطابق جدول زیر مشخص می‌شوند. سپس CO_2 منتشر شده از هر بخش محاسبه می شود.

جدول ۱ - بخش‌های مرتبط با هر گروه روه کالا

	زیر بخش‌های مرتبط با گروه
خوراکی‌ها و اشامیدنی و دخانیات	۱- تولید محصولات غذایی و آشامیدنی ۲- تولید محصولات توتون و تنباکو
پوشاک و کفش	۱- تولید پوشاک ۲- تولید منسوجات ۳- تولید چرم و محصولات چرمی
مسکن، آب، برق و سوخت	۱- ساختمان ۲- تولید، توزیع و انتقال برق ۳- تصفیه و توزیع گاز ۴- جمع‌آوری، تصفیه و توزیع آب
اثاث و خدمات استفاده در خانه	۱- تولید مبلمان و سایر مصنوعات ۲- تولید رادیو، تلویزیون و وسایل ارتباطی ۳- تولید دستگاه‌های برقی
حمل و نقل و ارتباطات	۱- تولید وسایل نقلیه‌ی موتوری۲- تولید سایر تجهیزات حمل و نقل ۳- حمل و نقل ریلی ۴- حمل و نقل جاده‌ای۵- حمل و نقل آبی ۶- حمل و نقل هوایی ۷- سایر فعالیت‌های پشتیبانی حمل و نقل ۸- مخابرات ۹- فعالیت‌های پستی
درمان و بهداشت	۱- بهداشت و مددکاری اجتماعی
تفریح، تحصیل	۱- آموزش۲- فعالیت‌های تفریحی، فرهنگی و ورزشی
کالا و خدمات متفرقه	۱- سایر فعالیت‌های خدماتی ۲- هتل و رستوران

منبع: جدول داده- ستانده ۱۳۷۸

به منظور محاسبه‌ی CO_2 منتشر شده از هر بخش از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود:

$$E_{ij} = \sum_{r=1}^{n} F_{(ij)r} \times \varphi_r \qquad (۱)$$

www.SID.ir

Archive of SID

در رابطه‌ی (۱) E_{ij} دی‌اکسیدکربن منتشر شده از بخشjام مربوط به کالایiام را نشان می‌دهد (مثلاً دی‌اکسیدکربن منتشر شده از تولید محصولات غذایی و آشامیدنی که مرتبط با خوراکی‌ها است). در رابطه‌ی بالا $F_{(ij)r}$ مقدار انرژی نوعr ام می‌باشد که توسط بخشjام برای تولید کالایi ام مصرف می‌شود (مثلا مصرف نفت توسط بخش تولید محصولات غذایی و آشامیدنی به منظور تولید خوراک). r نوع انرژی مصرف شده را نشان می‌دهد. انواع انرژی در نظر گرفته شده عبارتند از ۱- نفت خام ۲- گاز طبیعی ۳- بنزین ۴- نفت سفید ۵- گازوئیل ۶- نفت کوره ۷- گازهای مایع. در رابطه‌ی (۱) φ_r نشان می‌دهد به ازای مصرف ۱۰۰هزار ریال انرژی نوع r ام، چند کیلوگرم CO_2 منتشر شده است (مثلاً به ازای صدهزار ریال مصرف بنزین چند کیلوگرم CO_2 منتشر می‌شود). $F_{(ij)r}$، در جدول داده- ستانده‌ی ۱۳۷۸وجود دارد. φ_r با استفاده از داده‌های موجود در ترازنامه‌ی انرژی و بر اساس رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$\varphi_r = \frac{TCO_2}{TF} \qquad (۲)$$

در رابطه‌ی (۲)، TCO_2 نشان دهنده‌ی کل CO_2 منتشر شده از مصرف انرژی نوعrام می‌باشد و TF کل انرژی مصرف شده‌ی نوع rام را نشان می‌دهد. بعد از محاسبه‌ی انتشار هر بخش طبق رابطه‌ی (۱)، کل دی‌اکسیدکربن منتشر شده از تولید هر کالا با جمع کردن CO_2 منتشر شده‌ی بخش‌های تولید کننده‌ی آن کالا، محاسبه می شود ($\sum_{j=1}^{n} E_{ij}$). اگر Y_{ij} بیانگر تولید کالایiام توسط بخش jام باشد $\sum_{j=1}^{n} Y_{ij}$ ارزش پولی کالای تولید شده را نشان می‌دهد و به راحتی از جدول داده- ستانده‌ی ۱۳۷۸ قابل استخراج است. همان‌طور که توضیح داده شد، با تقسیم کل دی‌اکسیدکربن منتشر شده از تولید یک کالا بر تولید آن کالا، ضریب انتشار محاسبه خواهد شد. در نتیجه ضریب انتشار (θ_i) برای کالایiام به صورت رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$\theta_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} E_{ij}}{\sum_{j=1}^{n} Y_{ij}} \qquad (۳)$$

www.SID.ir