اثر بازگشتی مستقیم انرژی در حمل‌ونقل عمومی جاده‌ای مسافر در ایران

مقاله علمی – پژوهشی

حمیده شیخ شعاعی، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم اقتصادی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
مجتبی بهمنی*، دانشیار، گروه علوم اقتصادی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
علیرضا شکیبایی، دانشیار، گروه علوم اقتصادی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mbahmani@uk.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۲۹- پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۳۰
صفحه ۴۲۲-۴۰۹

چکیده

افزایش کارایی یکی از جنبه‌های پیشرفت تکنولوژی و از ابزارهای اصلی برای کاهش مصرف انرژی و کاهش انتشار گاز کربن‌دی‌اکسیدی است. افزایش کارایی انرژی سبب کاهش قیمت انرژی وکاهش قیمت خدمات انرژی می‌شود و درنتیجه موجب افزایش تقاضای انرژی و خدمات انرژی شده و بنابراین ممکن است، مصرف انرژی افزایش یابد. در ادبیات اقتصاد انرژی این افزایش مصرف انرژی را اثر بازگشتی می‌نامند. وجود این اثر باعث می‌شود اثربخشی سیاست کارایی تحت تأثیر قرار گیرد. در این پژوهش اثر بازگشتی مستقیم انرژی در حمل‌ونقل عمومی جاده‌ای مسافر در ایران در دوره زمانی ۹۳- ۷۹ با استفاده از کشش قیمتی تقاضا برای کار مفید و تخمین به روش داده‌های تابلویی موردبررسی قرارگرفته است. نتایج نشان داده که اثر بازگشتی کوتاه‌مدت ۷/۵۸-درصد و در بلندمدت ۱۹/۸۹-درصد بوده است. اثر بازگشتی منفی بیانگر آن است که در این دوره اثر صرفه‌جویی وجود داشته، اما این نتایج می‌تواند تحت تأثیر افزایش قیمت گازوئیل در سال ۱۳۹۰ قرار گرفته باشد. بنابراین در این پژوهش اثر بازگشتی در دو دوره ۸۹-۷۹ و ۹۳-۹۰ به طور جداگانه محاسبه‌شده است. در سال ۸۹-۷۹ اثر بازگشتی کوتاه‌مدت ۲۸/۳۵ درصد و بلندمدت ۳۲/۵۴ درصد بوده است و در دوره ۹۳-۹۰ با افزایش قیمت گازوئیل اثر بازگشتی کوتاه‌مدت ۴۸/۲۷- درصد و در بلندمدت ۸۷/۱۷- درصد بوده و بنابراین اثر صرفه‌جویی وجود داشته است.

واژه‌های کلیدی: اثر بازگشتی مستقیم، حمل‌ونقل عمومی مسافر، کارایی انرژی

۱-مقدمه

انرژی یکی از عوامل اصلی و ضروری رشد و توسعه اقتصادی است. بر اساس آمار بانک جهانی سرانه مصرف انرژی جهان در سال ۲۰۱٤ برابر ۱۹۲۰۷۲٤ کیلوگرم معادل نفت خام بوده که نسبت به سال ۲۰۱۳ معادل ۱,٤ درصد رشد داشته است. همچنین سرانه مصرف انرژی ایران در سال ۱۳۹٤ برابر با ۳۰۲۳۵ کیلوگرم معادل نفت خام بوده که نسبت به سال ۱۳۹۳ معادل ۵,۹۵ درصد رشد داشته است. با توجه به نیاز روزافزون به منابع انرژی و تجدید ناپذیری انرژی، از اهداف مهم هر کشور به‌ویژه کشورهای توسعه‌یافته، کاهش مصرف انرژی در جهت بهبود امنیت انرژی و افزایش دسترسی به انرژی، توسعه پایدار اقتصادی، حفظ محیط زیست، مقابله با تغییرات آب‌وهوایی و کاهش انتشار آلاینده‌ها است. طبق گزارش سال ۲۰۱۷ آژانس بین‌المللی انرژی، در سال ۲۰۱۵ معادل ۳۱,۷ درصد از کل منابع تأمین انرژی جهان را مصرف نفت و فرآورده‌های آن شامل شده و انتشار گاز CO_2 ناشی از مصرف نفت در سال ۲۰۱۵ برابر با ۳٤,٦ درصد از آلودگی هوا را در سطح جهان شامل شده است. از سوی دیگر، بخش حمل‌ونقل یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی است و نقش مهمی در توسعه اقتصادی ایفا می‌کند. بر اساس گزارش سال ۲۰۱۷ آژانس بین‌المللی انرژی، بخش حمل‌ونقل در سال ۲۰۱۵ معادل

۳۵ درصد از مصرف انرژی جهان را داشته است. بخش بزرگی از تقاضای انرژی در این بخش را فرآورده‌های نفتی شامل می‌شوند. افزایش کارایی، یکی از جنبه‌های بهبود تکنولوژی و مدیریت طرف تقاضا است و می‌تواند مصرف انرژی را کاهش دهد. تمرکز بر بهبود کارایی انرژی نگرانی جدیدی به نام "اثرات بازگشتی "در پی دارد. در بخش حمل‌ونقل نیز با ورود تکنولوژی جدید به بازار و بهبود کارایی خودروها، در ابتدا تقاضای سوخت کاهش می‌یابد و صرفه‌جویی سوخت اتفاق می‌افتد، اما همین بهبود کارایی می‌تواند عکس العمل های اقتصادی ایجاد کند و باعث افزایش تقاضای سوخت شود و بخشی از صرفه‌جویی‌ها از بین رود که در اصطلاح اثر بازگشتی می‌گویند. وجود این اثرات تا حدودی منافع حاصل از ارتقاء کارایی مصرف انرژی را کاهش می‌دهد. اثر بازگشتی در ابتدا توسط جونز (۱۸٦٦) ارائه شده است و بیان نموده که پیشرفت‌های فناوری باعث توسعه جامعه و کاهش استفاده از منابع طبیعی به ویژه انرژی است و هنگامی‌که پیشرفت‌های فناوری باعث افزایش کارایی ۱ درصد می‌شود، انتظار کاهش در مصرف انرژی ۱ درصد در به دست آوردن محصولات مشابه می‌رود، درحالی‌که کاهش واقعی بسیار پایین‌تر از ۱ درصد است؛ زیرا از یک سو، به لطف فناوری پیشرفته به‌طور گسترده، بهبود کارایی انرژی به دست می‌آید که باعث اصلاحات کل جامعه و سریع اقتصاد و سپس افزایش فراوان تقاضای انرژی است. از سوی دیگر، یک بهبود کارایی انرژی معمولاً منجر به کاهش هزینه‌های واقعی انرژی مفید می‌شود که ممکن است باعث واکنش‌های رفتاری مصرف‌کنندگان و درنهایت باعث افزایش مصرف انرژی شود. در حمل‌ونقل مسافر نیز بهبود کارایی انرژی می‌تواند هزینه‌های سفر مصرف‌کنندگان را کاهش دهد و ممکن است افراد مسافت بیشتری را سفر کنند و یا مسافرت‌های مکرر داشته باشند بنابراین صرفه‌جویی از انرژی که باید به دست می‌آمده در این راه جبران می‌شود. (جانگ و همکاران ۲۰۱۵). اهمیت بررسی اثرات بازگشتی ناشی از آن است که وجود این اثرات باعث می‌شود تا حدودی منافع حاصل از ارتقاء کارایی مصرف انرژی کاسته شده و چه‌بسا اثربخشی چنین سیاست هایی تحت تأثیر قرار گیرد. (خوشکلام‌خسروشاهی ۱۳۹٤) بررسی اثر بازگشتی توسط سیاست‌گذاران در بررسی سیاست‌های کارایی انرژی بسیار حائز اهمیت است و بررسی آن، می‌تواند صرفه‌جویی انرژی ناشی از پیشرفت‌های فناوری و همچنین میزان اثربخشی سیاست‌های کارایی انرژی را مشخص نماید. ازنظر مکانیسم، اثر بازگشتی در انرژی به‌عنوان اثر بازگشتی مستقیم، اثر بازگشتی غیرمستقیم و اثر بازگشتی در کل اقتصاد طبقه‌بندی می‌شود. اثر بازگشتی مستقیم: هنگامی‌که هزینه خدمات انرژی با توجه به بهبود کارایی کاهش می‌یابد، تقاضا برای این خدمات افزایش می‌یابد. اثر بازگشتی غیرمستقیم: هنگامی‌که صرفه‌جویی در هزینه از بهبود کارایی انرژی ناشی می‌شود مصرف انرژی برای خرید دیگر محصولات و یا خدمات انرژی است. اثر بازگشتی در کل اقتصاد: هنگامی‌که تقاضای انرژی با توجه به بهبود کارایی کاهش می یابد، قیمت انرژی کاهش می یابد و تقاضا در سایر بخش‌های اقتصادی افزایش می‌یابد. (وینبرگ و همکاران، ۲۰۱۲) مقدار اثر بازگشتی می‌تواند منفی، مثبت، صفر و یا یک باشد. اثر بازگشتی منفی اثر صرفه‌جویی نامیده می‌شود بدان معنی است که مصرف انرژی واقعی کمتر از قبل افزایش کارایی است. اگر اندازه اثر بازگشتی برابر با صفر باشد، پتانسیل صرفه‌جویی انرژی ناشی از بهبود کارایی به‌طور کامل به دست می‌آید. اثر بازگشتی مثبت، اثر بازگشتی جزئی نامیده می‌شود یعنی مصرف انرژی واقعی بیشتر از انتظار است. اگر اندازه اثر بازگشتی برابر یک باشد، بهبود کارایی انرژی به هیچ کاهشی در مصرف انرژی به دلیل اثر بازگشتی منجر نمی‌شود و اثر بازگشتی بزرگ‌تر از یک، یعنی اثر معکوس، بدان معنی است که بهبود کارایی انرژی به هیچ صرفه‌جویی در انرژی منجر نمی‌شود اما مصرف انرژی افزایش می‌یابد. (جانگ و همکاران، ۲۰۱۵). دراین پژوهش به بررسی این اثرات در حوزه حمل‌ونقل عمومی جاده‌ای مسافر در کل کشور پرداخته می‌شود و اینکه آیا بهبود تکنولوژی منجر به کاهش مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل شده است؟

۲- پیشینه تحقیق

در بحث اثر بازگشتی به مطالعات انجام شده داخلی زیر می‌توان اشاره کرد. منظور و همکاران (۱۳۸۹)، به تحلیل اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی در مصارف برق با استفاده از الگوی تعادل عمومی محاسبه‌پذیری برای اقتصاد ایران پرداختند. بر اساس نتایج این مطالعه، بهبود کارایی در مصارف برق به‌طور متوسط ۱٤/۲ درصد اثرات بازگشتی به همراه دارد و میزان اثر بازگشتی در بخش‌های مختلف نیز تفاوت زیادی با یکدیگر دارد. در این

زمان بخش نفت و گاز با بالاترین اثرات بازگشتی مواجه شده است. تحلیل حساسیت برای سنجش میزان تأثیر کشش جانشینی بین نهاده‌های برق انرژی‌های فسیلی برشدت اثرات بازگشتی نیز حاکی از آن است که چنان چه کشش جانشینی موردنظر در دامنه ۰/۱ تا ۰/۹ تغییر کند، اثرات بازگشتی در دامنه ٦/ ۱۱ تا ١٤/٤ درصد نوسان خواهد داشت. شرزه‌ای و ابراهیم‌زادگان (۱۳۸۹)، اثر بازگشتی را با استفاده از افزایش در کارایی انرژی بر مصرف خانوارهای ایرانی و انتشار دی‌اکسید کربن برآورد کرده‌اند. در سه سناریوی مختلف با استفاده از شبیه‌سازی افزایش کارایی انرژی و تابع تقاضای تقریباً ایده آل اثر افزایش کارایی بر مصرف خانوارها و انتشار دی‌اکسید کربن بررسی کرده‌اند. نتایج نشان داده است که در همه‌ی سناریوها افزایش کارایی انرژی سبب افزایش مصرف برخی از کالاها و کاهش مصرف بقیه کالاها شده است. اثر بازگشتی برآورد شده تقریباً ۹۸ درصد بوده و بیانگر آن است که افزایش کارایی انرژی، به مقدار بسیار جزئی مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن را کاهش می‌دهد. همچنین در نرخ های بالاتر افزایش کارایی انرژی به‌منظور کاهش مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن کاراتر است. اسماعیل و اختیاری نیکجه (۱۳۹۰)، به بررسی میزان اثرات بازگشتی بهبود راندمان خودرو بر مصرف سوخت در طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۵۵ با استفاده از کشش قیمتی تقاضای انرژی و تعریف تابع لگاریتمی مضاعف پرداختند و به این نتیجه رسیدند که اثرات بازگشتی بلندمدت بهبود راندمان خودروها در ایران حدود ۹ درصد است. خوشکلام‌خسروشاهی (۱۳۹۳)، به بررسی اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل در ایران با تأکید بر بخش حمل‌ونقل با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل‌محاسبه پرداخته است و نتایج نشان داده است که به دنبال بهبود ۱۰ درصدی کارایی مصرف بنزین و گازوئیل، اثر بازگشتی در رشته فعالیت‌های مختلف وجود دارد به‌طوری‌که در مورد بنزین و گازوئیل در رشته فعالیت حمل‌ونقل جاده‌ای به ترتیب ۲۷/٤٥ درصد و ۲۵/۲۱ درصد بیشترین اثرات بازگشتی حاصل می‌آید. همچنین متوسط کل اثرات بازگشتی در مورد بنزین برابر با ۱۲/۹۵ درصد و در مورد گازوئیل برابر با ۱۳/۷۹ درصد بوده است. خوشکلام‌خسروشاهی (۱۳۹٤)، به بررسی اثرات بازگشتی مربوط به بخش‌های اقتصادی و خانوارها درنتیجه ارتقاء کارایی مصرف گازوئیل تحت سه سناریوی ارتقای کارایی ۵ درصدی، ۸ درصدی و ۱۰ درصدی در بخش‌های مختلف اقتصاد و خانوارهای مختلف پرداخته است و نتایج نشان داده‌اند که تحت هر سه سناریوی ارتقاء کارایی مصرف گازوئیل، باعث ایجاد اثرات بازگشتی در بخش‌های مختلف و خانوارها شده است. به‌طوری‌که بخش حمل‌ونقل ریلی تحت هر سه سناریو با مقادیر اثرات بازگشتی، به ترتیب برابر با ٤٨/٣، ۳۳/۸ و ۲۵/٦ درصد، دارای بیشترین اثرات بازگشتی بوده است. در خانوارها نیز نتایج نشان می‌دهد که اثرات بازگشتی خانوارهای شهری تحت هر سه سناریو به ترتیب برابر با ۳/۱، ۲/۵۰ و ۱/۷۰ درصد و در مورد خانوارهای روستایی به ترتیب برابر با ۵/٤۰، ۳/۱۳ و ۱/۹۰ درصد بوده است. اسفندیاری (۱۳۹٤)، در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود اثر بازگشتی مصرف انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران را طی دوره ۱۳۹۰-۱۳۷٦ با استفاده از شاخص مالم‌کوئیست و نرم‌افزار ***DEAP*** محاسبه نموده و سهم بهبود تکنولوژیکی رشد اقتصادی در این صنایع را مشخص نموده است. همچنین اثر پیشرفت تکنولوژیکی شدت انرژی به‌واسطه‌ی شاخص میانگین لگاریتمی دیویژیا (***LMDI***) اندازه‌گیری شده و با استفاده از مدل اتخاذشده اثر بازگشتی را محاسبه نموده است. نتایج نشان داده است که میانگین اثر بازگشتی در صنایع کارخانه‌ای ایران در طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۷٦، حدوداً ۱۰۷/۵۲ درصد بوده است. اسمال و وندندر (۲۰۰۵) یکی از برآوردهای روش‌شناختی دقیق از اثر بازگشتی مستقیم برای حمل‌ونقل شخصی خودرو را در ۵۰ ایالت آمریکا و ناحیه کلمبیا در دوره ۱۹٦۱-۲۰۰۱ و مدل اقتصادسنجی ارائه کردند. آن‌ها توضیح دادند که میزان مسافرت اتومبیل‌های مسافری وابسته به عملکرد هزینه در هر مایل و سایر متغیرهاست. با استفاده از معادلات هم‌زمان برای تعداد وسیله نقلیه، متوسط کارایی سوخت و مایل‌های وسیله نقلیه، این واقعیت را که کارایی سوخت داخلی است در نظر گرفته‌اند: یعنی خودروهای کارآمدتر در سوخت ممکن است رانندگی بیشتر را تشویق کند و رانندگی بیشتر می‌تواند خرید سوخت کارآمدتر را تشویق کند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که عدم دسترسی به این امر می‌تواند منجر به اثر بازگشتی مستقیم شود. آن‌ها تخمین زدند که اثر بازگشتی مستقیم کوتاه‌مدت ایالات‌متحده ٥/٤ درصد و بلندمدت ۲۲ درصد است. وینبرگ و همکاران (۲۰۱۲)، به برآورد اثر بازگشتی مستقیم حمل‌ونقل کالای جاده با ادبیات مربوط به اثر مصرف سوخت وسایل نقلیه

سنگین پرداخته‌اند. نتایج نشان داده‌اند که مطالعات متمرکز در این زمینه همراه با تنوع و ناهمگونی بخش حمل ونقل درک کلی از اثر بازگشتی وسایل نقلیه سنگین است و تحقیقات پس از یک رویکرد شفاف‌تر و منسجم‌تر می‌تواند اثر بازگشتی حاصل از اقدامات سیاسی بهبود کارایی انرژی وسایل نقلیه سنگین را بهبود بخشد. لین و لیر (۲۰۱۳) ، به بررسی اصلاحات مکانیسم قیمت‌گذاری فرآورده‌های نفتی و اثر بازگشتی برای حمل‌ونقل مسافر چین با استفاده از الگوی تقریب خطی سیستم تقاضای تقریباً ایده‌آل (*LA-AIDS*) به برآورد اثر بازگشتی حمل‌ونقل مسافر در چین پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که اثر بازگشتی حدود ۱۰۷/۳ درصد است و نتایج حاصل از تجزیه‌وتحلیل شبیه‌سازی نشان می‌دهد که اگر مکانیسم قیمت‌گذاری فرآورده‌های نفتی اصلاح شود می‌توان بازگشت را به حدود ۹۰/۷ درصد کاهش داد. جانگ و همکاران (۲۰۱۵)، به بررسی اثر بازگشتی مستقیم انرژی برای حمل‌ونقل مسافر جاده در شرق، مرکز، غرب و کل چین با استفاده از رگرسیون چندک پانل پویا بر اساس داده‌های ۳۰ منطقه در چین از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۲ پرداخته‌اند. نتایج نشان داده است که اثر بازگشتی مستقیم برای حمل‌ونقل جاده‌ای مسافر در چین وجود داشته است و اثرات بازگشتی مستقیم کوتاه‌مدت و بلندمدت برای کل چین به ترتیب ۲۵/۵۳ درصد و ۲۶/۵۶ درصد است. همچنین نتایج نشان داده است اثر بازگشتی مستقیم برای حمل‌ونقل مسافر جاده با افزایش کیلومتر طی شده در مرکز و شرق چین تمایل به کاهش، افزایش و مجدداً کاهش دارد، درحالی‌که در غرب چین کاهش و پس‌ازآن افزایش می یابد. همچنین نتایج نشان داده هنگامی‌که سیاست کارایی انرژی در بخش حمل‌ونقل اجراشده، اثر صرفه‌جویی انرژی در غرب چین بسیار بهتر از مرکز چین اجراشده و در مرکز چین بهتر از شرق چین بوده است. استاپلین و همکاران (۲۰۱۶)، به برآورد اثر بازگشتی سفر خودروی شخصی در بریتانیا با استفاده از داده‌های سری زمانی در طول دوره ۱۹۷۰-۲۰۱۱ پرداخته‌اند و اثر بازگشتی مستقیم را حدود ۹ درصد تا ۳۶ درصد و به‌طور متوسط حدود ۱۹ درصد برآورد کرده‌اند. نتایج برآورد نشان داده است که حدود ۰،۲ از صرفه‌جویی در کارایی سوخت خودرو ممکن است از طریق افزایش رانندگی از بین برود. همچنین نتایج نشان داده‌اند که مسافت طی شده سرانه هر فرد بر نتایج به‌دست‌آمده تأثیر می‌گذارد. قدوسی و روی (۲۰۱۷)، به بررسی کشش برای اثر بازگشتی و تأثیر آن بر سیاست اثر بازگشتی بر روی هر دو طرف تقاضا و عرضه پرداخته‌اند. بخش حمل‌ونقل را در ابتدا با استفاده از یک سوخت فسیلی، کارایی نسبی سیاست‌های جایگزین: بهبود کارایی در بخش فناوری سوخت فسیلی به‌عنوان‌مثال استانداردهای (*CAFE*) و تغییر تکنولوژی با استفاده از تکنولوژی پاک جدید پرداخته‌اند. مقدار بازدهی سوخت‌ها را به‌صورت تابع تقاضا و عرضه بیان کرده و از مقادیر تعادلی برای مقایسه گزینه‌های سیاست استفاده کرده‌اند. نتایج نشان داده که معرفی فناوری جدید می‌تواند بهتر از کارایی سوخت کثیف باشد سیاست بهبود در بخش سوخت کثیف تنها زمانی که عرضه سوخت کثیف به‌اندازه کافی کشش داشته باشد، شدت انتشار تکنولوژی جدید بسیار کم است و تغییر تکنولوژی بیشتر از مقدار آستانه‌ای است.

رویکرد رایج برای برآورد اثرات بازگشتی مستقیم از طریق تجزیه‌وتحلیل اقتصادی از منابع داده‌های ثانویه است که شامل اطلاعات در مورد تقاضای انرژی، کار مفید و یا کارایی انرژی است. این داده‌ها می‌توانند تعدادی از مقاطع (مانند مقطع عرضی، سری زمانی، پانل) و شامل سطوح مختلف اجتماع (به‌عنوان مثال خانواده، منطقه یا کشور) باشد. در چنین مطالعاتی به‌طورمعمول کشش تقاضا را ارزیابی می‌کنند که به معنی درصد تغییر در یک متغیر بعد از یک درصد تغییر در متغیر دیگر و ثابت نگه‌داشتن دیگر متغیرهاست. اگر داده‌های سری زمانی در دسترس باشند، در برآورد می‌توان از کشش تقاضای کوتاه‌مدت استفاده نمود که در آن فرض بر این است که سهم شیوه تبدیل تکنولوژی ثابت و کشش تقاضای بلندمدت متغیر است. داده‌های مقطعی معمولاً برای ارزیابی کشش تقاضای بلندمدت است.

۳- کشش قیمتی

در برآورد کشش قیمتی تقاضا، پاسخ‌های رفتاری وابسته به عوامل فنی، نهادی و سیاسی و عوامل جمعیت شناختی بین گروه‌های مختلف و در طول زمان متفاوت است. واکنش‌های تقاضا با توجه به سطح متفاوت قیمت‌ها، منشأ تغییرات قیمت (مثلاً بی‌نظمی در مقابل سیاست ایجادشده)، انتظارات از قیمت‌های آینده، سیاست مالی دولت (به‌عنوان مثال درآمد مالیاتی کربن) و سایر عوامل گذشته، لزوماً راهنمای خوبی برای آینده این حوزه نیست و ممکن است که پاسخ بلندمدت به

تغییرات قیمت‌ها (آنچه در مطالعات تجربی داده‌ها بر آن متکی است)، از دوره‌های نسبتاً کوتاه‌مدت فراتر رود (سورل ، ۲۰۰۷). تقاضا در بخش حمل‌ونقل ارتباط مستقیم با کشش قیمت انرژی دارد. بنابراین اثر بازگشتی در بخش حمل‌ونقل نیز ارتباط بسیار نزدیکی با کشش‌های قیمتی انرژی داشته و در مطالعات از کشش قیمتی تقاضا برای بررسی آن استفاده شده است. کشش قیمتی تقاضا به سه گروه تقسیم می‌شود. ۱-کشش قیمتی تقاضا برای کارایی انرژی، ۲-کشش قیمتی تقاضا برای کار مفید و ۳- کشش قیمتی تقاضا برای خود انرژی

۳-۱- کشش قیمتی تقاضا برای کارایی انرژی

کارایی سوخت یک وسیله نقلیه موتوری، ε، به‌عنوان نسبت خدمات مصرفی، S، به نهاده انرژی، E، تعریف‌شده است. S نشان‌دهنده خدمات انرژی مانند کیلومتر پیموده شده مسافر و یا کیلومتر مسافت طی شده وسیله نقلیه و E نشان دهنده تقاضای انرژی یا نهاده انرژی است، مانند کیلومتر طی شده مسافر یا کیلومتر مسافت پیموده شده وسیله نقلیه در هر واحد از مصرف سوخت.

$$\varepsilon = \frac{S}{E}$$

PE قیمت نهاده انرژی و PS هزینه خدمات انرژی می‌باشند، همچنین هزینه خدمات انرژی را به‌صورت زیر می‌توان تعریف نمود.

$$PS = \frac{PE}{\varepsilon}$$

تغییر در تقاضای کیلومتر پیموده شده توسط کشش تقاضای انرژی با توجه به کارایی انرژی $\eta\varepsilon(S)$ و تغییر در تقاضای سوخت توسط کشش تقاضای خدمات انرژی با توجه به کارایی انرژی $\eta\varepsilon(S)$ اندازه‌گیری می‌شود. با جایگذاری $\varepsilon = \frac{S}{E}$ برای $\eta\varepsilon(E)$ و با مشتق‌گیری جزئی، رابطه بین دو کشش را در معادله ۱ خواهیم داشت وکشش تقاضای خدمات انرژی با توجه به کارایی $\eta\varepsilon(S)$ عموماً به‌عنوان اندازه اثر بازگشتی مستقیم در نظر گرفته می‌شود.

(۱)

$$\eta\varepsilon(S) = \frac{\partial S}{\partial \varepsilon}\frac{\varepsilon}{S}$$

$$\eta\varepsilon(E) = \frac{\partial E}{\partial \varepsilon}\frac{\varepsilon}{E} = \frac{\partial\left(\frac{S}{\varepsilon}\right)}{\partial \varepsilon}\frac{\varepsilon}{\frac{S}{\varepsilon}} = \left(-\frac{S}{\varepsilon^2} + \frac{1}{\varepsilon}\frac{\partial S}{\partial \varepsilon}\right)\left(\frac{\varepsilon^2}{S}\right) = \frac{\partial S}{\partial \varepsilon}\frac{\varepsilon}{S} - 1$$

$$= \eta\varepsilon(S) - 1 \Rightarrow \eta\varepsilon(E) = \eta\varepsilon(S) - 1$$

$$\eta\varepsilon(E) = \eta\varepsilon(S) \qquad (1)$$

۳-۲-کشش قیمتی تقاضا برای کار مفید

با توجه به اینکه درگرفتن داده‌های کارایی مشکل وجود دارد می‌توان از کشش قیمتی تقاضا برای کار مفید استفاده نمود. کار مفید به‌وسیله کیلومترهای پیموده شده اندازه‌گیری می‌شود. معمولاً در تعریف اثر بازگشتی مسافر، کشش قیمتی تقاضا برای خدمات انرژی (کیلومترهای پیموده شده) با توجه به کارایی انرژی به‌عنوان یک روش برای اندازه‌گیری اندازه اثر بازگشتی مستقیم تلقی می‌شود و هزینه هر کیلومتر پیموده شده (PS)، نسبت قیمت انرژی به کارایی است.

$$PS = \frac{PE}{\varepsilon}$$

تقاضا برای کیلومتر پیموده شده تابعی از قیمت انرژی و کارایی انرژی است.

$$S = S(\frac{PE}{\varepsilon})$$

بنابراین تقاضا برای انرژی نیز به‌صورت زیر است.

$$E = \frac{S(PS)}{\varepsilon} = \frac{S(\frac{PE}{\varepsilon})}{\varepsilon}$$

کشش منفی تقاضای خدمات انرژی با توجه به هزینه انرژی $\eta PE(S)$- می‌تواند به‌عنوان یک تقریب به $\eta\varepsilon(S)$ گرفته شود اما به شرط برون‌زایی و تناسب این فرضیات: اول کارایی انرژی نمی‌تواند باقیمت‌های انرژی تحت تأثیر قرار گیرد (PE وابسته به ε نیست) و دوم خدمات انرژی تنها با هزینه خدمات انرژی و رفتار مصرف‌کنندگان در همان مسیر کاهش قیمت انرژی و بهبود کارایی انرژی تحت تأثیر قرار می‌گیرند. (۲)

$$\eta\varepsilon(E) = -\eta PE(S) - 1$$

بطوری که:

$$\eta\varepsilon(E) = \frac{\partial E}{\partial \varepsilon}\frac{\varepsilon}{E} = \frac{\varepsilon}{E}\left[-\frac{S}{\varepsilon^2} + \frac{\partial S}{\partial PS}\right] = -\frac{S}{\varepsilon E} - \frac{PE}{\varepsilon^2 E}\frac{\partial S}{\partial PS}$$
$$-1 - \frac{PS}{S}\frac{\partial S}{\partial PS} \Rightarrow \eta\varepsilon(E) = -\eta PE(S) - 1$$

بر اساس در دسترس بودن داده‌ها، معادله ۳ (کشش تقاضا برای خدمات با توجه به هزینه) به منظور تخمین اندازه اثر بازگشتی مستقیم در حمل‌ونقل مسافر جاده انتخاب شده است.

(۳)

$$RE = -\eta PE(S) = -\frac{\partial lnS}{\partial lnPE}$$

۳-۳-کشش قیمتی تقاضا برای خود انرژی

همچنین می‌توان از داده‌های تقاضای انرژی (E) و از کشش قیمتی تقاضای انرژی ($\eta PE(E)$ برای اندازه‌گیری اثر بازگشتی استفاده کرد. با توجه به $E = \frac{S(PS)}{\varepsilon}$ و $PS = \frac{PE}{\varepsilon}$ می‌توان $\eta PS(S)$ را به دست آورد.

(٤)

$$\eta PS(S) = \frac{\partial S}{\partial PS}\frac{PS}{S} = \frac{\partial(\varepsilon E)}{\partial\left(\frac{PE}{\varepsilon}\right)}\frac{P\frac{E}{\varepsilon}}{\varepsilon E} \Rightarrow \eta PS(S) = \frac{\partial E}{\partial PE}\frac{PE}{E}\eta PE(E)$$
$$\eta\varepsilon(E) = -\eta PE(E) - 1$$

٤- معرفی مدل نهایی

برای مطالعه اثر بازگشتی مسافر از کشش قیمتی تقاضا برای کار مفید و تخمین به روش داده‌های پانل و معادله به شکل لگاریتمی مضاعف استفاده شده است. ازآنجاکه در لگاریتم مضاعف تمامی متغیرها به‌صورت لگاریتمی در مدل ظاهرشده‌اند، تمامی ضرایب کشش می‌باشند و ضرایب برآورد شده می‌تواند به‌عنوان کشش متغیرهای وابسته با توجه به متغیرهای مستقل تلقی شود. داده‌ها از ۳۱ استان و در ۵ منطقه که توسط وزارت کشور در سال ۱۳۹۳ براساس عوامل همجواری، محل جغرافیایی و اشتراکات انجام شده، در دوره زمانی ۱۵ سال می‌باشند. منطقه ۱ شامل استان‌های (تهران، البرز، قزوین، مازندران، سمنان، گلستان، و قم) منطقه ۲ شامل استان‌های (اصفهان، فارس، بوشهر، چهارمحال و بختیاری، هرمزگان، کهکیلویه و بویراحمد)، منطقه ۳ شامل استان‌های (آذربایجان شرقی، آذزبایجان غربی، اردبیل، زنجان، گیلان)، منطقه ٤ شامل استان‌های (کرمانشاه، ایلام، لرستان، همدان، مرکزی، خوزسنان)، منطقه ۵ شامل استان‌های (خراسان رضوی، خراسان جنوبی، خراسان شمالی، کرمان، یزد، سیستان و بلوچستان) می‌باشند. در حمل‌ونقل مسافر تقاضا برای خدمات انرژی معمولاً با کیلومتر طی شده وسیله نقلیه و یا کیلومتر پیموده شده مسافر ارائه داده می‌شود، کیلومتر پیموده شده مسافر (PK) ممکن است توسط جنبه‌های گوناگون مانند عوامل اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی تحت تأثیر قرار گیرد اما عوامل اصلی تأثیرگذار شامل سطح قیمت‌ها، سطح درآمد و جمعیت است؛ بنابراین متغیرهای مدل شامل قیمت سوخت گازوئیل PE، تولید ناخالص داخلی سرانه $PGDP$، جمعیت شهری POP وکیلومتر مسافت پیموده شده مسافردر سال قبل $PK-1$ است و متغیر وابسته کیلومتر مسافت پیموده شده مسافر PK است. عمل لگاریتم برای تمام متغیرهای قبل از رگرسیون گرفته می‌شود و سپس برای حمل‌ونقل جاده‌ای مسافر در معادله (۵) برآورد می‌شود که در آن β_0 دوره ثابت است، ۱

β، β۲، β۳، β٤ ضرایب برآورد و μ_i خطای تصادفی است. در این روش $-\beta_1$ اندازه کوتاه‌مدت اثر بازگشتی مستقیم برای حمل‌ونقل جاده‌ای مسافر است (در کوتاه‌مدت اثر بازگشتی، کشش کیلومترهای پیموده شده نسبت به هزینه هر کیلومتر است) و $\frac{-\beta_1}{1-\beta 4}$ اندازه بلندمدت اثر بازگشتی مستقیم برای حمل‌ونقل جاده‌ای مسافر است. اگر $-\beta_1$ برآورد شده صفر شود یعنی اثر بازگشتی مستقیم وجود ندارد. اگر مقداری مثبت شود یعنی اثر بازگشتی مستقیم در کوتاه‌مدت وجود دارد و مصرف انرژی در کوتاه‌مدت بیشتر از انتظار است. همچنین اندازه اثر صرفه‌جویی با توجه به اثر بازگشتی سنجیده می‌شود. اگر $-\beta_1$ برآورد شده منفی باشد اثر صرفه‌جویی وجود دارد و مصرف انرژی از قبل از افزایش کارایی کمتر است و اگر صفر باشد پتانسیل صرفه‌جویی به طور کامل به دست می‌آید.

(۵)

$$lnPK_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 lnPE_{i,t} + \beta_2 lnGDPP_{i,t} + \beta_3 lnPOP_{i,t} + \beta_4 lnPK(-1)_{i,t} + \mu_{i,t}$$
$$i = 1,2,\dots,5$$
$$t = 1,2,\dots,15$$

آزمون‌های تشخیص مدل

به‌منظور تعیین چگونگی تأثیر عوامل بر مدل مورداستفاده در داده‌های پانل از آزمون‌های مختلفی استفاده می‌شود. رایج‌ترین این آزمون‌ها، چاو برای استفاده از مدل اثرات ثابت در مقابل مدل برآوردی داده‌های ترکیب‌شده (***Pool***)، آزمون هاسمن برای استفاده از مدل اثر ثابت در مقابل اثر تصادفی و آزمون ***LM*** برای استفاده از مدل اثر تصادفی در مقابل مدل ***Pool*** است. آزمون چاو برای به‌کارگیری مدل ***Pool*** در برابر مدل اثرات ثابت انجام می‌شود.

جدول ۱. نتایج آزمون F لیمربرای کل کشور ۹۳-۷۹

Test cross-section fixed effects

Effects Test	Statistic	d.f.	Prob
Cross-section F	۹/۹۷۲۸۵۸	(٤ ,٦٦)	۰/۰۰۰

جدول ۲. نتایج آزمون F لیمربرای کل کشور ۸۹-۷۹

Test cross-section fixed effects

Effects Test	Statistic	d.f.	Prob
Cross-section F	۱۹/۵۱۸۵۳٤	(٤,٤٦)	۰/۰۰۰۰

جدول ۳. نتایج آزمون F لیمربرای کل کشور ۹۳-۹۰

Test cross-section fixed effects

Effects Test	Statistic	d.f.	Prob
Cross-section F	۱/۹۹۳۱۱۲	(٤ ,۱۱)	۰/۱٦۵۲

چنانچه واریانس اثرات مقطعی در مدل اثر تصادفی ناچیز باشد، می‌توان از روش داده‌های ترکیبی (***Pool***) و استفاده از تخمین حداقل مربعات معمولی برای برآورد روابط بین متغیرها استفاده کرد. بر این اساس برای تعیین مدل اثر تصادفی در مقابل مدل ***Pool***، از آزمون ***LM*** براش – پیگن استفاده می‌شود.

جدول ٤. نتایج آزمون براش – پیگن

دوره مورد بررسی	Chi-Sq. Statistic	Prob
۱۳۷۹-۱۳۹۳	۰/۳۷	۰/۵٤۳۷
۱۳۷۹-۱۳۸۹	۷٤/٤٦	۰/۰۰۰۰
۱۳۹۰-۱۳۹۳	۰/۷٦	۰/۳۸۳۷

با توجه به نتایج آزمون براش – پیگن ارائه‌شده و با در نظر گرفتن احتمال‌ها، در دوره ۷۹-۹۳ و ۹۳-۹۰ فرضیه صفر یعنی وجود نداشتن هیچ اثری، در رگرسیون در سطح ۹۵ درصد پذیرفته می‌شود یا به عبارت دقیق‌تر فرضیه ***Pool*** بودن رگرسیون‌ها در مقابل تصادفی بودن آن‌ها پذیرفته می‌شود. در دوره ۷۹-۸۹ فرضیه صفر رد می‌گردد یا به عبارتی فرضیه مقابل مبنی بر وجود اثر تصادفی پذیرفته می‌شود. اکنون با توجه به نتایج آزمون‌های چاو و براش- پیگن به‌منظور تصمیم‌گیری در مورد انتخاب مدل به آزمون هاسمن نیاز است.آزمونی که برای کمک به انتخاب میان دو مدل تأثیرات ثابت و مدل تأثیرات تصادفی طراحی‌شده، آزمون هاسمن (۱۹۸۰) است.

جدول ۵. نتایج آزمون هاسمن کل کشور ۹۳-۷۹

Test period random effects

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob
Period random	٥٤/٧٢	٤	٠/٠٠٠٠

جدول٦. نتایج آزمون هاسمن کل کشور ۸۹-۷۹

Test period random effects

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob
Period random	٣/٣٩	٤	٠/٤٩٥٢

همان‌طور که مشاهده می‌شود، مقدار آماره آزمون در ۷۹-۹۳ کمتر از ۰/۵ است، بنابراین فرضیه صفر (مبنی بر کارا بودن روش اثرات تصادفی) رد می‌شود و روش اثرات ثابت به‌عنوان روش مناسب‌تر و کاراتر برای این دوره انتخاب می‌شود. همچنین مقدار آماره آزمون در ۷۹-۸۹ بیشتر از ۰/۵ است، بنابراین فرضیه صفر (مبنی بر کارا بودن روش اثرات تصادفی) رد نمی‌شود و روش اثرات تصادفی به‌عنوان روش مناسب‌تر و کاراتر برای این دوره انتخاب می‌شود.

برآورد مدل و تحلیل نتایج

نتایج برآورد نهایی مدل مناطق و کل کشور در ۹۳-۷۹ به روش اثرات ثابت، کل کشور در ۸۹-۷۹ به روش اثرات تصادفی و کل کشور در ۹۳-۹۰ به روش ***pool*** در جداول ۷، ۸، ۹ و ۱۰ آورده شده است.

جدول ۷. نتایج برآورد نهایی مناطق کشور ۹۳-۷۹

Variable	Coef	Std. Err.	t-Statistic	Prob
(LPGDP)	-٠/٠٦٨٧	٠/٠٢٣٥	-٢/٩٢٣٦	٠/٠٠٤٩
(LPOP)	٠/١٣٨٦	٠/٢٤٠٥	٠/٥٧٦٣	٠/٥٦٦٦
LPE_١	٠/٠١٠٢	٠/٠٣٨٧	٠/٢٦٣٥	٠/٧٩٣١
LPE_٢	٠/١٢٦٨	٠/٠٢٧٣	٤/٦٣١٠	٠/٠٠٠٠
٣LPE_	٠/١٤٠٣	٠/٠٣٩٦	٣/٥٣٨٦	٠/٠٠٠٨
LPE_٤	٠/٠٧٩٤	٠/٠٤٨٢	١/٦٤٦٥	٠/١٠٥٠
LPE_٥	-٠/٠٢٦٥	٠/٠٦١٧	–٠/٤٢٩٢	٠/٦٦٩٤
LM_١	٠/١٤٨٦	٠/١٤٤٥	١/٠٢٧٨	٠/٣٠٨٣
LM_٢	-٠/١٠٦٤	٠/١٧١٧	-/٦١٩٦	٠/٥٣٧٩
LM_٣	٠/٧٨٨٩	٠/٢٩٦٤	٢/٦٦١٠	٠/٠١٠١
LM_٤	٠/٢٩٦٣	٠/٣١٤٤	٠/٩٤٢١	٠/٣٥٠٠
LM_٥	-٠/١٧٤٠	٠/٢١٦٨	-٠/٨٠٢٨	/٤٢٥٣

جدول ۸. نتایج برآورد نهایی کل کشور ۹۳-۷۹

Variable	Coef	Std. Err.	z	P>|z|
lpe	۰/۰۷۵۸۲	۰/۰۲۸۵۱	۲/٦٦	۰/۰۰۸
lpop	۰/۲۱۵۳۵	۰/۰۹۷۱۱	۲/۲۲	۰/۰۲۷
lpgdp	۰/۰٤٦۱۲-	۰/۰۲۰۱۱	۲۹/۲-	۰/۰۲۲
lm	۰/٦۲۳۱٤	۰/۱۱۳۱۳	۵/۵۱	۰/۰۰۰

جدول ۹. نتایج برآورد نهایی کل کشور ۸۹-۷۹

Variable	Coef	Std. Err.	z	P>|z|
lpe	۰/۲۹۳۰-	۰/۱٦۳۹	۱/۷۹-	۰/۰۷٤
lpop	۰/٦۱۱۵	۰/۱۷۷۷	۳/٤٤	۰/۰۰۱
lpgdp	۰/۰۱۳۰	۰/۰۱۹۵	۰/٦۷	۰/۵۰۵
lm	۰/۰۰۷٤	۰/۱۰۸۱	۰/۰۷	۰/۹٤۵

جدول ۱۰. نتایج برآورد نهایی کل کشور ۹۳-۹۰

Variable	Coef	Std. Err.	z	P>|z|
lpe	۰/۵۱۳۸	۰/۱۲۰۵	٤/۲٦	۰/۰۰۰
lpop	۰/۱۹۲۷	۰/۱۲٦۷	۱ /۵۲	۰/۱۲۸
lpgdp	۰/۰٤۵۲-	۰/۰٤۰۹	۱/۱۰-	۰/۲٦۹
lm	۰/٤٦٦۹	۰/۱۸۹۵	۲/٤۵	۰/۰۱٤

با توجه به جدول ۱۰، همان‌طور که نتایج نشان داده است اندازه اثر بازگشتی کوتاه‌مدت و بلندمدت، کل کشور در ۹۳-۷۹ منفی است، اثر بازگشتی منفی یعنی در این دوره اثر صرفه‌جویی وجود داشته، اما این نتایج تحت تأثیر افزایش خیلی زیاد قیمت گازوئیل در سال ۹۰ ¬ قرارگرفته‌اند، بنابراین در این پژوهش اثر بازگشتی در کل کشور در دو دوره ۷۹-۸۹ و ۹۰-۹۳ قبل و بعد افزایش قیمت به‌طور جداگانه محاسبه‌شده است. نتایج نشان داده که در دوره قبل افزایش قیمت گازوئیل، اثر بازگشتی مثبت است و بعد از افزایش قیمت گازوئیل اثر بازگشتی منفی است. با توجه به β۱- در دوره ۸۹-۷۹، اثر بازگشتی مستقیم کوتاه‌مدت ۲۹،۳ درصداست که اثر بازگشتی جزئی نامیده می‌شود و نشان‌دهنده آن است که مقدار ذخایر واقعی انرژی، کم‌تر از مقدار ذخایر بالقوه‌ی انرژی است یعنی مصرف انرژی بیشتر از انتظار است و بخشی جبران مصرف انرژی است یعنی به ازای ۱ درصد افزایش کارایی ۲۹،۳ درصد از ذخایر بالقوه صرفه‌جویی شده انرژی، دوباره مصرف‌شده است و ۷۰،۷ درصد از ذخایر انرژی درنتیجه افزایش کارایی ذخیره‌شده است؛ که نشان از موفق بودن سیاست کارایی انرژی است.

جدول ۱۱. نتایج برآورد اثر بازگشتی

اثر بازگشتی بلند مدت درصد $\frac{-B۱}{۱-B٤}$	اثر بازگشتی کوتاه مدت درصد -$\beta_۱$	دوره مورد برررسی
۱/۱۹-درصد	۱/۰۲-درصد	منطقه۱ ۹۳-۷۹
۱۱/٤٦-درصد	۱۲/٦۸-درصد	منطقه ۲ ۹۳-۷۹
٦٦/٤٦-درصد	۱٤/۰۳-درصد	منطقه ۳ ۹۳-۷۹
۱۱/۲۸-درصد	۷/۹٤-درصد	منطقه ٤ ۹۳-۷۹
۲/۵۱درصد	۲/۰۲درصد	منطقه ۵ ۹۳-۷۹
۱۹/۸۹-درصد	۷/۵۸-درصد	کل کشور ۹۳-۷۹
۲۹/۵۱درصد	۲۹/۳۰درصد	کل کشور ۸۹-۷۹
۹٦/۳۷-درصد	۵۱/۳۸-درصد	کل کشور ۹۳-۹۰

۵- نتیجه‌گیری

همانطور که بیان شده است، در این مطالعه اثر بازگشتی مستقیم انرژی مسافر جاده‌ای در ۵ منطقه کشور و کل کشور با استفاده از کشش قیمتی تقاضا برای کار مفید و تخمین به روش داده‌های تابلویی مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به اینکه قیمت سوخت یکی از متغیرهای اصلی برای بررسی اثر بازگشتی است و با توجه به افزایش قیمت گازوئیل در سال ۱۳۹۰ (از ۱۶۵ ریال در هر لیتر به ۱۵۰۰ ریال)، این اثر قبل و بعد از افزایش قیمت گازوئیل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که افزایش قیمت سوخت در سال ۱۳۹۰ موجب کاهش مصرف سوخت شده و بر اثر بازگشتی تاثیر مثبت داشته و موجب صرفه‌جویی در مصرف سوخت شده است. از اینرو بر کاهش آلودگی هوا اثر مثبت داشته است.

٦- مراجع

-اسفندیاری، افروز (۱۳۹٤). محاسبه اثر بازگشتی مصرف انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

-اسماعیل نیا، علی‌اصغر و اختیاری نیکجه، سارا (۱۳۹۰). بررسی میزان اثرات بازگشتی بهبود راندمان خودروها بر مصرف سوخت. *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، شماره ۳٤، ۲۱۳-۱۸۵.

-اشرف زاده، سید حمیدرضا و مهرگان، نادر (۱۳۸۷). اقتصادسنجی پانل دیتا. *مؤسسه تحقیقاتی تعاون دانشگاه تهران*.

-امامی میبدی، علی و افقه، مرتضی و رحمانی صفتی، محمدحسین (۱۳۸۸). اندازه‌گیری کارایی فنی و بهره‌وری در نیروگاه‌های بخاری، گازی و سیکل ترکیبی. *فصلنامه اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق)*، شماره‌ی ۳، ۱۰۳-۷۹.

-امینی، علیرضا و یزدی پور، فرزانه (۱۳۸٤). تحلیل عوامل مؤثر بر کارایی انرژی در کارگاه‌های بزرگ صنعتی ایران، *پژوهشنامه اقتصادی*، شماره ۳، ۱۰٤-۷۱.

-باتاچاریا، سوبس (۱۳۹۵). اقتصاد انرژی، مفاهیم، دیدگاه‌ها، بازارها و حاکمیت. (مترجم: مجتبی بهمنی)، *انتشارات نور علم*، چاپ اول.

-بهروز، عارف و امامی میبدی، علی (۱۳۹۳). اندازه گیری کارایی فنی، تخصیصی، اقتصادی و بهره‌وری زیر بخش زراعت ایران با روش ناپارامتری (با تأکید بر محصول هندوانه آبی). تحقیقات اقتصاد کشاورزی، شماره ۳، ٦٦-٤۳.

-پایتختی اسکویی، سید علی و طبقچی اکبری، لاله (۱۳۹۱). کاربرد داده‌های پانل در قالب یک مدل اقتصادسنجی در بخش انرژی. *اولین همایش بین‌المللی اقتصادسنجی روش‌ها و کاربردها*، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج.

-خوشکلام‌خسروشاهی، موسی (۱۳۹۳). اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل در ایران با تأکید بر بخش حمل‌ونقل: رویکرد مدل تعادل عمومی قابل‌محاسبه. پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، شماره ۱۱، ۱۵۸-۱۳۱.

-خوشکلام‌خسروشاهی، موسی (۱۳۹٤)، اثرات بازگشتی مربوط به بخش‌های اقتصادی و خانوارها درنتیجه ارتقاء کارایی مصرف گازوئیل. فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، شماره ۷٤، ٥٤-۳۱.

-زراءنژاد، منصور و انواری، ابراهیم (۱۳۸٤). کاربرد داده‌های ترکیبی در اقتصادسنجی. *فصلنامه بررسی‌های اقتصادی*، شماره ٤، ٥۲-۲۲.

-سحابی، بهرام و صادقی، حسین و شوره کندی، علی‌اکبر (۱۳۹۰). تأثیر نرخ ارز بر صادرات غیرنفتی ایران به کشورهای منتخب خاورمیانه (ترکیه، امارات، عربستان، کویت، پاکستان). *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی*، شماره ۱، ۱۰۰-۸۱.

-شرزه‌ای، غلامعلی و ابراهیم‌زادگان، هه‌ژار (۱۳۹۰). برآورد اثر بازگشتی افزایش کارایی انرژی در ارتباط با مصرف خانوارها و انتشار دی‌اکسید کربن در ایران. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۳۰، ٦۱-۳۳.

-شریفی رنانی، حسین، سجادیه خواجویی، فرزام و ترابی، افسانه (۱۳۹۲). نقش حکمرانی خوب در جذب گردشگر (مطالعه موردی: کشورهای منتخب ***OPEC***). *اولین همایش الکترونیکی ملی چشم‌انداز اقتصاد ایران با رویکرد حمایت از تولید ملی*.

-گجراتی، دامورر (۱۳۸۵). مبانی اقتصادسنجی. (مترجم: حمید ابریشمی). *انتشارات دانشگاه تهران*، چاپ سوم.

-منظور، داوود واقابابایی، محمدابراهیم وحقیقی، ایمان (۱۳۸۹). تحلیل اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی در مصارف برق در ایران: الگوی تعادل عمومی محاسبه پذیر. *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، شماره ۲۸، ۲۳-۱.

-Atlason. R.S & Unnthorsson. R. (2017). Calculations of environmental benefits from using geothermal energymust include the rebound effect. *Geothermics*, 66: 151–155.

-Aviv.S & Ofir.D.R & Stav. R. (2016). Assessing the rebound effect using a natural experiment setting: Evidence from the private transportation sector in Israel. *Energy Policy*, 93: 41-49.

-Berkhout. P. H. G & Muskens. J. C & Velthuijsen. J. W. (2000). Defining the rebound effect. *Energy Policy*, 28: 425-432.

- Bjelle. E.L. Olsen. K. S & Wood. R. (2017). Climate change mitigation potential of Norwegian households and the rebound effect. *Cleaner Production*, 172: 208-217.

-Buhl.J; Geibler. J. V; Echternacht.L & Linder.M (2017). Rebound effects in Living Labs: Opportunities for monitoring and mitigating re-spending and time use effects in user integrated innovation design. *Cleaner Production 151*, 529-602.

-Chai. J, Yang. Y. & Wang. S & Lai. K.K. (2016). Fuel efficiency and emission in China's road transport sector: Induced effect and rebound effect.*Technological Forecasting & Social Change*, 112: 188-197.

-Freire-Gonzalez. J. (2017). A new way to estimate the direct and indirect rebound effect and other rebound indicators. *Energy*, 128: 394-402.

- Freire-Gonzalez. J. (2017). Evidence of direct and indirect rebound effect in households in EU-27 countries. *Energy Policy 102*, 270–276.

-Galvin. R. (2015). The rebound effect, gender and social justice: A case study in Germany. *Energy Policy 86*, 759-769.

-Herring.H & Steve. S. (2009). Energy Efficiency and Sustainable Consumption. *The Rebound Effect*.

Khazzoom, J. D. (1980). Economic implications of mandated efficiency in standards for household appliances. *Energy Journal*, 14: 21–40.

-Ghoddusi. H & Roy. M. (2017). Supply elasticity matters for the rebound effect and its impact on policy comparisons. *Energy Economics 67:*111–120

-Green, W. H. (2012). Econometric Analysis (7th ed). New Jersey: Pearson education, Inc.

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

- Li. H. Bao. Q. Ren. X. Xie. Y e; Ren. J & Yang. Y. (2017). Reducing rebound effect through fossil subsidies reform: A comprehensive evaluation in China. *Cleaner Production*, 141: 305-314.

- Li. J & Lin. B. (2017). Rebound effect by incorporating endogenous energy efficiency: A comparison between heavy industry and light industry. *Applied Energy. 200*: 347–357.

-Lin. B & Liu. X. (2013). Reform of refined oil product pricing mechanism and energy rebound effect for passenger transportation in China, *Energy Policy 57*, 329-337

-Lin. B. & Tan. R. (2017). Estimating energy conservation potential in China's energy intensive industries with rebound effect. *Cleaner Production 156:* 899-910

-Liu. C & Lin. B. (2016). Incorporating energy rebound effect in technological advance mentand green building construction: A case study of China. *Energy and Buildings 129*, 150–161.

- Lu.Y; Liu.Y & Zhou. M. (2017). Rebound effect of improved energy efficiency for different energy types: A general equilibrium analysis for China. *Energy Economics 62*, 248–256.

-Moshiri. S & Aliyev. K. (2017). Rebound effect of efficiency improvement in passenger cars on gasolineconsumption in Canada. *Ecological Economics 131*, 330-341.

-Ruzzenenti. F & Basosi. R (2017). Modelling the rebound effect with network theory: An insight into the European freight transport sector. *Energy 118*: 272-283.

-Small, K. A. and K. Van Dender (2005). A study to evaluate the effect of reduced greenhouse gas emissions on vehicle miles travelled. *University of California*, Irvine.

-Sorrell, S. (2007). The Rebound Effect: An Assessment of the Evidence for Economywide Energy Savings from Improved Energy Efficiency. London: *UK Energy Research Centre*.

-Sorrell, S. and J. Dimitropoulos (2008). The rebound effect: microeconomic definitions, limitations, and extensions. *Ecological Economics, 3*, 636–649.

-Stapleton. L & Sorrell. S. & Schwanen T. (2016). Estimating direct rebound effects for personal automotive travel in Great Britain. *Energy Economics 54*, 313-325.
-Wang. H & Zhou.D.Q & Zhou.p & Zha.D.L. (2012). Direct rebound effect for passenger treansport: Empirical evidence from Hong Kong. *Applied Energy 92:* 162-167.
-Wei. T& Liu. Y. (2017). Estimation of global rebound effect caused by energy efficiency improvement. *Energy Economics 66,* 27–34.
-Winebrake. J. J & Green. E. H & Comer. B & Corbett. J. J. Froman. S. (2012). Estimating the direct rebound effect for on-road freight transportation. *Energy Policy 48,* 252-259.
-Yang. Z. Li. S. (2017). Technology advance and the carbon dioxide emission in China – Empirical research based on the rebound effect. *Energy Policy 101*, 150-161.
-Zhang. Y.J & Peng. H.R & Liu.Z & Tan.W. (2015). Direct energy rebound effect for road passenger transport in china: dynamic panel quantile regression approach. *Energy Policy 87*, 303-313.
-Zhang. S. & Lin.B (2017). Investigating the rebound effect in road transport system: Empirical evidence from China. *Energy Policy 112*,129-140.

Investigation of Direct Energy Rebound Effect for Road Passenger Transport in Iran

Hamideh Sheikhshoaei, M.Sc., Grad., Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
Mojtaba Bahmani, Associate Professor in Economics, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
Alireza Shakibaei, Associate Professor in Economics, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

E-mail: mbahmani@uk.ac.ir

Received: June 2024- Accepted: September 2024

ABSTRACT

Increasing efficiency is one of the aspects of technological progress and the main tools for reducing energy consumption and carbon dioxide emissions. An increase in energy efficiency causes a decrease in the price of energy and a decrease in the price of energy services, and as a result, it causes an increase in the demand for energy and energy services, and therefore, energy consumption may increase. In the literature of energy economics, this increase in energy consumption is called the rebound effect. The existence of this effect affects the effectiveness of efficiency policy. In this research, the direct rebound effect of energy in public road passenger transportation in Iran in the period of 2019-2020 has been investigated by using the price elasticity of demand for useful work and estimation by panel data method. The results showed that the rebound effect was 7.58% in the short term and 19.89% in the long term. The negative rebound effect indicates that there was a saving effect in this period, but these results can be affected by the increase in diesel prices in 2011. Therefore, in this research, the rebound effect has been calculated separately in the two periods of 2000-2010 and 2011-2014. In 2000-2010, the short-term rebound effect was 28.35% and the long-term return was 32.54%, and in the period of 2000-2010, with the increase in the price of diesel, the short-term rebound effect was -48.7% and in the long term -87.17%, so the effect there have been savings.

Keywords: Direct Rebound Effect, Public Passenger Transport, Energy Efficiency