نشریه علمی (فصلنامه) پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی شماره ۹۳

سال بیست و هشتم، بهار ۱۳۹۹، صفحه ۳۲-۷

اثر بازگشتی فرآورده‌های نفتی در ایران به تفکیک اثرات جانشینی و تولیدی: رویکرد دو مرحله‌ای در قالب مدل تعادل عمومی قابل محاسبه

موسی خوشکلام خسروشاهی

استادیار دانشکده علوم اقتصادی و اجتماعی، دانشگاه الزهرا

m.khosroshahi@alzahra.ac.ir

در ادبیات اقتصاد انرژی، یکی از رویکردهای مهم برای مدیریت تقاضای انرژی عبارت از بهبود کارایی انرژی است که با مفهومی بنام اثر بازگشتی در ارتباط است. اثر بازگشتی باعث می‌شود تا ذخیره انرژی (نشأت گرفته از بهبود کارایی) کمتر از حد مورد انتظار باشد. با توجه به اهمیت به‌کارگیری فرآورده‌های نفتی در اقتصاد ایران، مقاله حاضر تلاش می‌کند تا به‌واسطه به‌کارگیری شوک ۵ درصد بهبود کارایی آنها، عوامل مؤثر بر اثر بازگشتی فرآورده‌های نفتی (بنزین، گازوئیل و سایر فرآورده‌ها) را ردیابی و به‌صورت کمّی تبیین کند که برای این منظور، تجزیه اثر بازگشتی در دو سطح کلان و بخشی به‌صورت دو مرحله‌ای در قالب مدل تعادل عمومی قابل محاسبه انجام می‌گیرد. نتایج مقاله حاکی از آن است که بهبود کارایی «سایر فرآورده‌های نفتی» دارای کمترین اثر بازگشتی گستره اقتصاد بوده و بهبود کارایی «گازوئیل» دارای بیشترین اثر بازگشتی گستره اقتصاد است. همچنین نتایج تجزیه اثر بازگشتی در سطح کلان حاکی‌است، آن دسته از بخش‌های تولیدی که مصرف‌کنندگان بزرگ فرآورده‌های نفتی هستند (یعنی سهم بیشتری از کل مصرف انرژی بخش تولید را دارند)، عوامل اصلی در شکل‌گیری اثر بازگشتی هستند، به‌طوری‌که در مورد بهبود کارایی ۵ درصد بنزین، بخش «حمل‌ونقل جاده‌ای» از سهم ۳۵/۲ درصد در اثر بازگشتی گستره اقتصاد برخوردار است. در سمت تقاضای نهایی نیز «خانوارهای شهری» از سهم ۲۰ درصد در اثر بازگشتی گستره اقتصاد برخوردار هستند. تجزیه اثر بازگشتی در سطح بخشی نیز حاکی از تسلط مکانیزم اثر جانشینی بر اثر تولیدی در شکل‌گیری اثر بازگشتی بخشی است.

طبقه‌بندی JEL: C68،Q43، D61

واژگان کلیدی: تجزیه اثر بازگشتی، مدل تعادل عمومی، اثر جانشینی، اثر تولیدی.

تاریخ دریافت: ۰۷ / ۰۸ / ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: ۱۵ / ۰۳ / ۱۳۹۹

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.93.7]

۱. مقدمه

فرآورده‌های نفتی از جمله بنزین و گازوئیل دارای کاربردهای متعددی هستند که مهمترین آنها به‌کارگیری در بخش حمل‌ونقل است. آمارهای جهانی نیز مؤید همین نکته است به‌طوری‌که طبق گزارش IEA [1] در سال ۲۰۱۶[2]، حدود ۹۰ درصد مصرف جهانی فرآورده‌های نفتی در بخش حمل‌ونقل بوده است. بهبود کارایی انرژی یکی از روش‌های مهم و کارآمد (به لحاظ هزینه‌ای) برای نیل به رشد اقتصادی همراه با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای است. برآوردهای آژانس بین‌المللی‌انرژی نشان می‌دهد که تا سال ۲۰۵۰، حدود ۴۰ درصد کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از کانال بهبود کارایی انرژی رخ خواهد داد[3]. با این حال تأمل در ادبیات اقتصاد انرژی نشان می‌دهد که ذخیره واقعی انرژی ناشی از بهبود کارایی، در اغلب موارد کمتر از حد مورد انتظار است، زیرا عواید ناشی از بهبود کارایی انرژی، تا حدودی به‌واسطه افزایش مصرف انرژی خنثی می‌شود که اصطلاحاً اثر بازگشتی[4] نامیده می‌شود.

منشأ ایجاد اثر بازگشتی را می‌توان در کاهش قیمت مؤثر انرژی در نتیجه بهبود کارایی جستجو کرد. در ادبیات اقتصاد انرژی، اثر بازگشتی به سه جزء تفکیک می‌شود که عبارتند از اثر بازگشتی مستقیم، اثر بازگشتی غیرمستقیم و اثر بازگشتی کلان یا گستره اقتصاد (اوره و همکاران[5]، ۲۰۱۵، ویوانکو و همکاران[6]، ۲۰۱۶ و وی و لیو[7]، ۲۰۱۷). وی و لیو، اثرات بازگشتی مستقیم و غیرمستقیم را به تغییرات در مصرف انرژی بخشی بدون تأثیرگذاری بر سایر بخش‌ها و قیمت‌های بازاری مرتبط دانسته و اثر بازگشتی گستره اقتصاد را نیز مربوط به واکنش همه بخش‌های اقتصاد به

1. International Energy Agency
2. World Energy Outlook (2016) published by IEA
3. IEA (2015)
4. Rebound Effect
5. Orea et al.
6. Vivanco et al.
7. Wei & Liu

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.93.7]

بهبود کارایی دانستند. تأمل در مطالعات مختلف حاکی از اهمیت اثر بازگشتی در سطح کلان است زیرا کل اقتصاد و همه کانال‌های ارتباطی بخش‌های مختلف اقتصاد مورد بررسی قرارمی‌گیرند (سورل، ۲۰۰۹).[1]

مطالعات زیادی در سطح جهانی به بررسی اثر بازگشتی در سطح کلان پرداخته‌اند، به‌طوری‌که بررسی ذخیره انرژی ناشی از بهبود کارایی انرژی یکی از اصلی‌ترین اهداف آنها بوده است. اما مطالعات اندکی به تجزیه اثر بازگشتی توجه داشته‌اند. ردیابی و کمّی کردن عوامل مؤثر بر شکل‌گیری اثر بازگشتی در تبیین ضرورت سیاست‌های بهبود کارایی انرژی بسیار حائز اهمیت است. ترنر[2] (۲۰۱۳) اشاره می‌کند که فهم و درک مکانیزم‌های اثر بازگشتی به مراتب مهم‌تر از اندازه‌گیری اثر بازگشتی است از اینرو مقاله حاضر تلاشی جهت گسترش ادبیات اقتصاد انرژی ایران در این حوزه محسوب شده و از بین حامل‌های مختلف انرژی بر فرآورده‌های نفتی بنزین و گازوئیل متمرکز می‌شود.

بررسی اثر بازگشتی و مکانیزم‌های آن در ایران بسیار مهم است، زیرا اولاً مطالعات متعدد داخلی از قبیل منظور و همکاران (۱۳۸۹)، خوشکلام خسروشاهی و همکاران (۱۳۹۴)، دل‌انگیزان و همکاران (۱۳۹۶)، سلیمیان و همکاران (۱۳۹۵) اعداد متفاوت و بعضاً بزرگی برای اثر بازگشتی حامل‌های انرژی برآورد کرده‌اند که نشان‌دهنده اهمیت فهم و درک عواملی است که بر شکل‌گیری چنین نتایجی اثرگذار بوده‌اند. ثانیاً ایران یکی از کشورهای با بیشترین میزان مصرف انرژی در سطح جهان محسوب می‌شود. طبق آمارنامه فرآورده‌های نفتی، متوسط مصرف بنزین و گازوئیل کشور در سال ۱۳۹۵ به ترتیب برابر با ۷۵ و ۸۰ میلیون لیتر در روز بوده در حالی‌که بولتن آماری سالیانه اوپک نشان می‌دهد که میانگین مصرف بنزین و گازوئیل در شش کشور خلیج‌فارس در سال ۲۰۱۶ به ترتیب برابر با ۳۴ و ۵۷ میلیون لیتر در روز می‌باشد همچنین بر طبق آمار سازمان ملل، متوسط مصرف بنزین و گازوئیل در سطح جهانی برای سال ۲۰۱۶ به ترتیب برابر

1. Sorrell
2. Turner

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.93.7]

با ۱۶ و ۱۸ میلیون لیتر در روز بوده است. با توجه به این آمار قابل استنباط است که مصرف بنزین و گازوئیل ایران در قیاس با فضای بین‌المللی به‌مراتب بالاتر است.

اهداف اصلی این مقاله عبارتند از: ۱) بررسی تأثیر بهبود کارایی انرژی بر برخی از متغیرهای اقتصاد کلان. ۲) اندازه‌گیری و تجزیه اثر بازگشتی گستره اقتصاد در سطح کلان. ۳) تعیین سهم هر کدام از بخش‌ها در اثر بازگشتی گستره اقتصاد. ۴) اندازه‌گیری و تجزیه اثر بازگشتی بخشی به اثرات جانشینی و تولیدی. برای این منظور از رویکرد تجزیه دو مرحله‌ای بر مبنای مدل تعادل عمومی قابل محاسبه (CGE) [1] بهره گرفته می‌شود.

در مرحله اول و در سطح کلان، اثر بازگشتی گستره اقتصاد در قالب بخش‌های اقتصادی شامل (بخش‌های تولیدی و اجزای تقاضای نهایی) تجزیه شده و سهم هر بخش در اثر بازگشتی کل محاسبه شده و در مرحله دوم، اثر بازگشتی بخش‌های تولیدی به دو جزء اثرجانشینی و اثر تولیدی تجزیه می‌شود. با رویکرد مذکور، مقاله حاضر به‌دنبال پر کردن شکاف تحقیقاتی مطالعات داخلی در این حوزه در قالب اِعمال نوآوری‌های زیر است.

الف) اندازه‌گیری و تجزیه اثر بازگشتی گستره اقتصاد به تفکیک بخش‌های تولیدی و تقاضای نهایی. با این کار، نه تنها مشارکت‌کنندگان اصلی در اثر بازگشتی گستره اقتصاد بلکه مکانیزم‌های آن نیز شناسایی می‌شوند. با این شناسایی، سیاست بهبود کارایی انرژی زمانی مؤثرتر خواهد بود که قبل از به‌کارگیری آن، کانال‌های شکل‌گیری اثر بازگشتی مسدود شده یا تنگ‌تر شوند.

ب) تعیین مشارکت هر بخش در کل اثر بازگشتی و تجزیه اثر بازگشتی اندازه‌گیری شده در بخش‌های تولیدی به دو جزء اثرات جانشینی و تولیدی. نکته مهم و متمایز در این بند این است که مشارکت هر بخش در کل اثر بازگشتی، علاوه بر تبعیت از اثر بازگشتی خاص آن بخش، از سهم مصرف انرژی هر بخش نسبت به کل مصرف انرژی صنعت نیز تبعیت می‌کند. ذکر این نکته نیز ضروری است که اثر تولیدی منعکس‌کننده افزایش در مصرف انرژی ناشی از گسترش

1. Computable General Equilibrium

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.93.7]

سطح تولید بوده و اثر جانشینی منعکس‌کننده افزایش مصرف انرژی توسط تولیدکنندگان از کانال جانشینی انرژی ارزان‌تر شده با سایر نهاده‌ها به‌واسطه کاهش قیمت مؤثر انرژی است.

ج) به‌کارگیری روش‌شناسی مبتنی بر فرایند دو مرحله‌ای برای ردیابی و کمّی کردن اثر بازگشتی در چارچوب مدل CGE.

د) شوک بهبود کارایی انرژی به تفکیک بنزین و گازوئیل در مدل اِعمال شده است. به عبارت بهتر، شوک بهبود کارایی انرژی به‌طور همزمان برای بنزین و گازوئیل و در قالب انرژی ترکیبی در نظر گرفته نشده است.

ساختار ادامه مقاله به این ترتیب است که در ابتدا ادبیات موضوع تبیین شده و سپس روش‌شناسی تحقیق آورده می‌شود. نتایج اجرای مدل در بخش بعدی تحلیل شده و سپس جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ارائه شده است. در انتها نیز ضمن توصیه‌های سیاستی، منابع و مأخذ آورده شده‌اند.

۲. ادبیات موضوع

بررسی و تحلیل اثر بازگشتی در سطح کلان و در سطح بخشی توجه اقتصاددانان انرژی و حتی محیط‌زیست را به خود جلب کرده است، به‌گونه‌ای که مباحث نظری در این حوزه به‌سرعت در حال گسترش است (آلان و همکاران[1]، ۲۰۰۷). مطالعات متعدد مرتبط با اثر بازگشتی، در قالب روش‌های گوناگون و دوره‌های زمانی مختلف انجام گرفته است که تأمل در آنها، نکات باارزشی را نشان می‌دهد. از اهم مطالعات خارجی می‌توان به گرینینگ و همکاران[2] (۲۰۰۰)، آلان و همکاران، هنلی و همکاران[3] (۲۰۰۶،۲۰۰۹)، سورل (۲۰۰۹)، لیانگ و همکاران[4] (۲۰۰۹)، ونـدن برگ[5] (۲۰۱۱)، ساندرز[6] (۲۰۱۳)، ترنر (۲۰۱۳)، بروبرگ[7] (۲۰۱۵)، یو و همکاران[8] (۲۰۱۵)، کسلر

1. Allan et al.
2. Greening et. al
3. Hanley et al.
4. Liang et al.
5. Van den bergh
6. Saunders
7 . Broberg
8. Yu et al.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.93.7]

و همکـاران[1] (۲۰۱۶)، لـی و لـین[2] (۲۰۱۷)، وی و لیـو (۲۰۱۷)، لـو و همکـاران[3] (۲۰۱۷)، لـی و همکاران[4] (۲۰۱۷)، ژو و همکاران[5] (۲۰۱۸) و ... و از مطالعات داخلی می‌توان به منظور و همکاران (۱۳۸۹)، اسماعیل‌نیا و همکاران (۱۳۹۱)، خوشکلام خسروشاهی (۱۳۹۳)، خوشکلام خسروشـاهی و همکاران (۱۳۹۴)، سلیمیان و همکاران (۱۳۹۵) و دل‌انگیزان و همکاران (۱۳۹۶) اشاره کرد.

در مطالعات خارجی، دو مقاله کسلر و همکاران (۲۰۱۶) و ژو و همکـاران (۲۰۱۸) بـه تجزیـه اثر بازگشتی کل اقتصاد در قالب دو بخش تولیدی و تقاضای نهایی پرداخته‌اند. کسلر و همکـاران (۲۰۱۶) با به‌کارگیری مدل CGE، اثر بازگشتی در کشور آلمان را به دو قسمت شامل اثر بازگشتی بخش تولید و اثر بازگشتی بخش مصرف تجزیه کرده‌اند. نتایج حاکی از سهم مثبت تقاضای نهایی در کل اثر بازگشتی است. تمرکز اصلی کسلر و همکاران، بررسی اثر سرریز بهبود کـارایی انـرژی در بخش صنعت بر مصرف انرژی خانوار بوده و تجزیـه اثـر بازگشـتی بخـش‌هـای تولیـدی انجـام نگرفته است.

ژو و همکاران (۲۰۱۸) اثر بازگشتی ناشی از بهبود کارایی انرژی بخش صنعت را برای کشور چین محاسبه کرده و تجزیه اثر بازگشتی گستره اقتصاد را بـه دو بخـش تولیـدی و تقاضـای نهـایی انجام داده‌اند. در مطالعه حاضر نیز اثر بازگشتی کل اقتصـاد در قالـب دو بخـش تولیـدی و اجـزای تقاضای نهایی تجزیه شده است. در مطالعات فارسی، مقاله منظور و همکاران (۱۳۸۹) و خوشکلام خسروشاهی و همکاران (۱۳۹۴) تفکیک اثر بازگشتی در قالب اجزای تولیدی و تقاضای نهـایی را انجام داده‌اند که البته مقاله نخست در مورد برق و مقاله دوم در مورد بنزین است در حالی‌که مقاله حاضر، دو فرآورده مهم «بنزین» و «گازوئیل» را در کنار «سایر فرآورده‌های نفتی» بـه‌طور همزمـان مورد مطالعه قرار می‌دهد. مطالعه سلیمیان و همکاران (۱۳۹۵) اثر بازگشتی ناشی از بهبـود کـارایی سوخت‌های فسیلی (انرژی ترکیبی و نه به تفکیک فرآورده‌های نفتی) را بررسی کرده و تأکیـد بـر

1. Koesler et al.
2. Li and Lin
3. Lu et al.
4. Li et al.
5. Zhou et al.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.93.7]

صنایع انرژی‌بر بوده و اجزای تقاضای نهایی را مورد مطالعه قرار نداده است. مطالعه دل‌انگیزان و همکاران (۱۳۹۶) اثر بازگشتی مستقیم ناشی از بهبود کارایی بنزین و گازوئیل را در قالب مدل تعادل جزئی و برای بخش حمل‌ونقل با رویکرد اقتصادسنجی انجام داده است، در حالی‌که مقاله حاضر از رویکرد تعادل عمومی و نه تعادل جزئی بهره گرفته که علاوه بر اثر بازگشتی مستقیم، اثر بازگشتی غیرمستقیم و اثر بازگشتی گستره اقتصاد را نیز اندازه‌گیری می‌کند. مطالعه اسماعیل‌نیا و همکاران (۱۳۹۱) به لحاظ روش‌شناسی و توجه به مدل تعادل جزئی همانند مطالعه دل‌انگیزان و همکاران (۱۳۹۶) است.

تجزیه اثر بازگشتی بخش‌های تولیدی به اثرات جانشینی و تولیدی نیز برای اولین بار در مطالعه ساندرز (۲۰۱۳) مطرح شد. وی نتیجه گرفت که اثر تولیدی در کوتاه‌مدت بسیار اندک بوده اما ادعا کرد که اثر تولیدی در بلندمدت بسیار تعیین‌کننده است. لی و لین (۲۰۱۷) تفکیک اثر بازگشتی برای صنایع سبک و سنگین را در کشور چین برای دوره ۲۰۱۲-۱۹۹۴ به اقتباس از مقاله ساندرز انجام دادند. ژو و همکاران (۲۰۱۸) نیز در مطالعه خود برای اقتصاد چین، اثر بازگشتی در بخش‌های تولیدی را به دو اثر جانشینی و تولیدی تفکیک کردند. در مطالعه حاضر نیز اثر بازگشتی در بخش‌های تولیدی به دو جزء اثرات جانشینی و تولیدی تجزیه می‌شود در حالی‌که هیچ کدام از مطالعات داخلی چنین تجزیه‌ای را انجام نداده‌اند.

برخی مطالعات تلاش کرده‌اند تا بین ناهمگنی بخش‌های تولیدی و اندازه اثر بازگشتی گستره اقتصاد ارتباطی پیدا کنند. لیانگ و همکاران (۲۰۰۹) با مقایسه اثرات بهبود ۵ درصد کارایی انرژی که در ۱۱ بخش تولیدی و به‌طور جداگانه رخ داده است، نتیجه گرفته‌اند که با بهبود کارایی در بخش حمل‌ونقل، اثر بازگشتی گستره اقتصاد عدد بسیار بزرگی است. هن‌لی و همکاران در مطالعه خود با به‌کارگیری شوک ۵ درصد در زیربخش‌های مختلف نتیجه گرفتند که اثر بازگشتی ناشی از شوک کارایی در بخش‌های انرژی به مراتب بزرگ‌تر از اثر بازگشتی ناشی از شوک کارایی در سایر بخش‌های تولیدی است. یو و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه خود اقدام به شبیه‌سازی بهبود کارایی انرژی در ۶۹ بخش انرژی در ایالت جورجیا آمریکا کردند و نتیجه گرفتند که اثر بازگشتی

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.93.7]

زمانی رقم بزرگی است که بهبود کارایی در بخش‌های انرژی، حمل‌ونقل یا بخش‌های با بیشترین کشش تولیدی رخ دهد.

برخی دیگر از مطالعات اقدام به بررسی ناهمگنی اثر بازگشتی در بخش‌های مختلف با استفاده از اثر بازگشتی خود آن بخش و نه اثر بازگشتی گستره اقتصاد کرده‌اند. آلان و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی تأثیر افزایش کارایی انرژی بر تولید بخش صنعت کشور انگلیس نتیجه‌گیری کردند که با بهبود ۵ درصدی کارایی، اثر بازگشتی ۳۰ الی ۴۰ درصدی وجود دارد. هن‌لی و همکاران (۲۰۰۹) اثر افزایش کارایی انرژی بر بهبود کیفیت محیط‌زیست در کشور اسکاتلند را بررسی کرده و نتیجه گرفتند که بهبود کارایی انرژی باعث می‌شود تا اثر بازگشتی ایجاد گردد. بروبرگ (۲۰۱۵) اثرات بازگشتی مربوط به ۲۷ بخش را در قالب بهبود کارایی یکسان اندازه‌گیری کرده و نتیجه گرفت که هدف‌گذاری بخش‌های انرژی در سیاست‌های بهبود کارایی با توجه به اثر بازگشتی نسبتاً بالای آنها عاقلانه نیست. وی و لیو (۲۰۱۷) در قالب مدل تعادل عمومی جهانی نتیجه گرفتند که در بلندمدت، بزرگ‌ترین اثر بازگشتی در بخش کشاورزی با ۹۱ درصد و کمترین اثر بازگشتی در بخش خانوار با ۶۱ درصد بوده است.

برخی مطالعات نیز اثر بازگشتی ناشی از بهبود کارایی انرژی ترکیبی را ارزیابی کرده‌اند که لزوماً با اثر بازگشتی ناشی از بهبود کارایی منابع مختلف انرژی یکسان نیست. خوشکلام (۱۳۹۳) و سلیمیان و همکاران (۱۳۹۵) مطالعه‌هایی از این نوع هستند. لو و همکاران (۲۰۱۷) اثر بازگشتی گستره اقتصاد را در چین برای انواع انرژی بررسی کردند. آنها نتیجه گرفتند که انرژی‌های اولیه از اثر بازگشتی بزرگ‌تری نسبت به انرژی‌های ثانویه برخوردار بوده و برق در قیاس با ۵ نوع انرژی مورد بررسی دارای اثر بازگشتی منفی است. لی و همکاران (۲۰۱۷) اثر بازگشتی بزرگ‌تری برای برق را در قیاس با انرژی‌های اولیه محاسبه کردند. یو و همکاران (۲۰۱۵) اثر بازگشتی ذغال‌سنگ، برق، گاز و نفت را به ترتیب برابر با ۹/۸-، ۱۱/۶، ۱۳/۹ و ۳۰/۹ درصد برآورد کردند. در مطالعه حاضر نیز اندازه‌گیری و تجزیه اثر بازگشتی بر حسب انرژی ثانویه انجام می‌پذیرد.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.93.7]

در انتهای این بخش از مقاله باید اشاره کرد که مطالعات خارجی انجام گرفته در زمینه اثر بازگشتی ناشی از بهبود کارایی انرژی، با توجه به روش‌شناسی و دوره زمانی و هدفی که به‌دنبال آن بوده‌اند از تنوع زیادی برخوردانـد. در مورد مطالعات داخلی نیز وضعیت، مشابه مطالعات خارجی است، اما مواردی وجود دارد که مقاله حاضر را نسبت به آنها متمایز می‌کند که مهم‌ترین آنها عبارت از به‌کارگیری روش‌شناسی متفاوت؛ تفاوت در خروجی‌های مدل؛ تفاوت در نوع شوک کارایی (شوک بهبود کارایی مقاله حاضر به تفکیک حامل‌های انرژی است درحالی‌که در مطالعات داخلی، شوک همزمان به همه حامل‌های انرژی داده شده است)؛ در نظر گرفتن «سایر فرآورده‌های نفتی» در کنار بنزین و گازوئیل؛ تجزیه اثر بازگشتی در بخش‌های تولیدی به تفکیک اثرات جانشینی و تولیدی هستند.

۳. روش‌شناسی

با توجه به استفاده غیربهینه فرآورده‌های نفتی در اقتصاد ایران که یکی از دلایل آن مربوط به کارایی پایین تجهیزات و وسایل مصرف‌کننده آنها است، مقاله حاضر به‌دنبال آن است که نتایج حاصل از بهبود کارایی فرآورده‌های نفتی در اقتصاد ایران را مورد بررسی قرار دهد. برای این منظور اهداف متعددی در قالب تجزیه اثر بازگشتی در دو سطح کلان و بخشی دنبال شده و بهبود کارایی ۵ درصد در فرآورده‌های نفتی مد نظر قرار گرفته است. برای دستیابی به اهداف فوق‌الذکر از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه استفاده می‌شود زیرا این مدل از توانایی اندازه‌گیری اثر بازگشتی گستره اقتصاد برخوردار است که مدل‌های تعادل جزئی فاقد این توانایی هستند.

۳-۱. ساختار مدل تعادل عمومی

در مدل CGE مورد استفاده، اقتصاد ایران اقتصادی باز و کوچک فرض شده[۱] و از توابع (CES) [۱] و لئون‌تیف برای مدلسازی استفاده شده است. داده‌های مورد نیاز از SAM1385[۲] (تهیه

۱. دلیل اینکه اقتصاد ایران باز و کوچک فرض شده این است که اولاً بسیاری از فعالیت‌های اقتصادی کشور دارای ارتباطات تجاری (در زمینه کالاها و خدمات) با سایر اقتصادهای دنیا هستند که این ارتباط از طریق ماتریس

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.93.7]

شده در پژوهشکده حمل‌ونقل سابق) اخذ شده‌اند. SAM1385 به‌صورت ساخت‌وجذب بوده و از بخش‌ها و کالاها و خدمات مختلفی تشکیل شده است. در این مقاله از ماتریس تجمیع‌شده SAM1385 که مشتمل بر ۹ بخش و ۱۲ کالا و خدمت است، استفاده می‌شود. بخش‌های ۹گانه عبارتند از: «کشاورزی و ...»، «معادن»، «صنایع غذایی و ...»، «سایر صنایع»، «حمل‌ونقل ریلی»، «حمل‌ونقل جاده‌ای»، «حمل‌ونقل آبی»، «حمل‌ونقل هوایی»، «خدمات».

کالاها و خدمات نیز عبارتند از: «محصولات کشاورزی و ...»، «معادن»، «کالاهای صنایع غذایی و ...»، «محصولات سایر صنایع»، «خدمات حمل‌ونقل ریلی»، «خدمات حمل‌ونقل جاده‌ای»، «خدمات حمل‌ونقل آبی»، «خدمات حمل‌ونقل هوایی»، «خدمات»، «بنزین»، «گازوئیل»، «سایر فرآورده‌های نفتی». مهم‌ترین نکته در مدل‌های CGE نحوه کالیبره کردن پارامترهای مدل است که برای این منظور نیاز به در اختیار داشتن مقادیر کشش جانشینی بین نیروی‌کار و سرمایه؛ کشش جانشینی بین فرآورده‌های نفتی؛ کشش تابع آرمینگتون؛ کشش تابع تبدیل؛ کشش جانشینی بین ارزش افزوده و انرژی؛ کشش جانشینی بین ارزش افزوده –انرژی با نهاده‌های واسطه‌ای وجود دارد که مقادیر این کشش‌ها با توجه به مطالعات منظور و همکاران (۱۳۸۹)، خوشکلام خسروشاهی (۱۳۹۴) و خیابانی (۱۳۸۷) انتخاب شده‌اند. با توجه به اهمیت بخش حمل‌ونقل به لحاظ مصرف بنزین و گازوئیل، اجزای این بخش به تفکیک جاده‌ای، ریلی، آبی و هوایی مد نظر هستند.

نمودار (۱) نشان‌دهنده ساختار بخش تولید است. ملاحظه می‌گردد که در لایه اول از ترکیب عوامل اولیه تولید، ارزش افزوده شکل گرفته و از ترکیب فرآورده‌های نفتی نیز، انرژی شکل گرفته است. در لایه دوم، از ترکیب ارزش افزوده با انرژی، شاهد شکل‌گیری –انرژی هستیم. نهایتاً در لایه سوم نیز از ترکیب –انرژی با نهاده واسطه‌ای، ستانده هر بخش شکل گرفته است. قابل ذکر

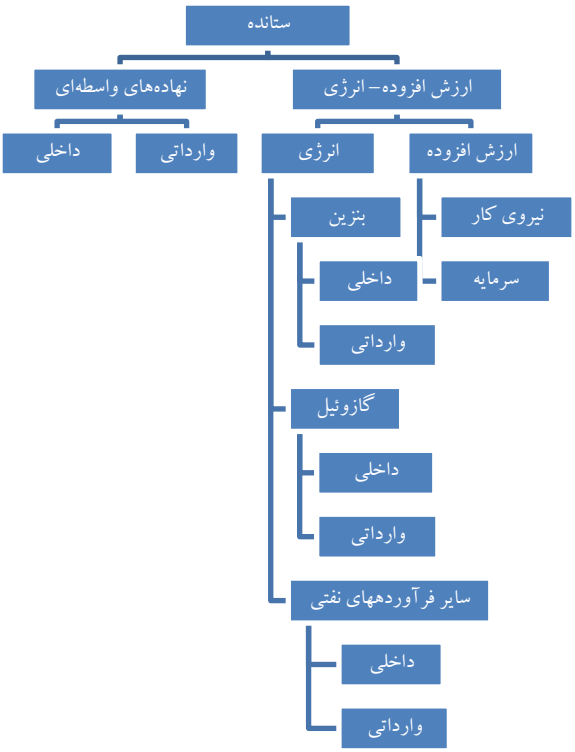
حسابداری اجتماعی قابل ردیابی است، ثانیاً سهم GDP ایران از کل GDP جهان در سال‌های مختلف بسیار ناچیز است که نشان‌دهنده کوچک بودن اقتصاد ایران است. به عنوان نمونه و طبق آمارهای بانک جهانی، سهم GDP ایران از GDP جهانی در سال ۲۰۱۷ برابر با ۰/۷ درصد است که موید کوچک بودن اقتصاد ایران می‌باشد.

1. Constant Elasticity of Substitution (CES)
2. Social Accounting Matrix (SAM)

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.93.7]

است که نهاده‌های واسطه‌ای و فرآورده‌های نفتی می‌توانند از محل واردات یا تولید داخل تأمین شوند. در سمت تقاضای اقتصاد نیز که شامل خانوارها، دولت، شرکت‌ها و دنیای خارج است فرض شده است که مصارف خانوار از سیستم تقاضای خطی تبعیت می‌کند[۱].



نمودار ۱. ساختار تولید مدل تعادل عمومی قابل محاسبه

با توجه به اینکه شوک بهبود کارایی در مدل CGE لحاظ می‌گردد باید به چند نکته اشاره شود. بهبود کارایی انرژی از نوع برون‌زا و بدون هزینه در نظر گرفته می‌شود که رویکرد مشترک بسیاری از مطالعات این حوزه محسوب شده و هدف آن نیز اندازه‌گیری اثر بازگشتی صرفاً نشأت گرفته از بهبود کارایی است. البته برخی مطالعات معدود وجود دارند که همه هزینه‌ها و عواید

۱. معادلات مربوط به مدل CGE که در اختیار نویسنده مقاله هستند برای جلوگیری از ازدیاد صفحات آورده نشده‌اند.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.93.7]

ناشی از بهبود کارایی انرژی را مد نظر قرار داده‌اند. به عنوان مثال، آلان و همکاران (۲۰۰۷) در برآورد اثر بازگشتی بخش صنعت انگلستان، بهبود کارایی انرژی را همراه با کاهش بهره‌وری نیروی‌کار در نظر گرفته‌اند به‌طوری‌که هزینه‌های تولیدی هر بخش بدون تغییر بماند. یافته‌ها حاکی از آن است که همراه با معرفی هزینه، اثر بازگشتی تا حدود زیادی کاهش می‌یابد.

۳-۲. اندازه‌گیری اثر بازگشتی در سطح کلان و بخشی

روش اندازه‌گیری و تجزیه اثر بازگشتی به پیروی از ژو و همکاران (۲۰۱۸) بوده و در قالب رویکرد دو مرحله‌ای به‌صورت زیر تبیین می‌گردد. با فرض اینکه بهبود کارایی با نماد γ و اثر بازگشتی گستره اقتصاد با نماد R نشان داده شوند، داریم:

$$R=\left[1+\frac{\dot{E}}{\gamma}\right]\times 100 \qquad (۱)$$

$\dot{E}$ نشان‌دهنده درصد تغییرات مصرف انرژی در واکنش به بهبود کارایی انرژی (γ) است. $R=0$ به معنی عدم وجود اثر بازگشتی و $R>1$ به معنی اثر معکوس است. $0<R$ به این معنی است که بخشی از ذخیره انتظاری انرژی بخاطر مکانیزم‌های اثر بازگشتی خنثی شده است. اگر γ منحصر به بخش خاصی از اقتصاد همانند بخش‌های تولیدی باشد به معنی وقوع بهبود کارایی در بخش تولید اقتصاد بوده و لذا اثر بازگشتی گستره اقتصاد به‌صورت زیر اندازه‌گیری می‌شود:

$$R=\left[1+\frac{\dot{E}}{\alpha\gamma}\right]\times 100 \qquad (۲)$$

در این رابطه، α سهمی از مصرف انرژی است که توسط بهبود کارایی انرژی متأثر می‌شود. α با نسبت مصرف انرژی بخش تولید به کل مصرف انرژی اقتصاد اندازه‌گیری شده و یا همان $\frac{E_P}{E}$ است که p نماد بخش‌های تولیدی بوده و از ۱ تا ۱۰ شماره‌گذاری می‌شود. اثر بازگشتی مربوط به هر بخش (اثر بازگشتی بخشی) نیز با رابطه زیر اندازه‌گیری می‌شود.

$$R_j=\left[1+\frac{\dot{E}_j}{\gamma}\right]\times 100 \qquad (۳)$$

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.93.7]

$\dot{E}_j$ تغییر مصرف انرژی بخش زام بوده و این تغییر ناشی از واکنش اقتصاد به بهبود کارایی انرژی است.

۳-۳. تجزیه اثر بازگشتی

در قالب دو زیربخش جداگانه، تجزیه اثر بازگشتی به تفکیک بخش‌های اقتصادی شامل بخش‌های تولیدی و تقاضای نهایی (تجزیه در سطح کلان) و به تفکیک اثرات جانشینی و تولیدی (تجزیه در سطح بخش‌های تولیدی) تبیین می‌گردد.

۳-۳-۱. تجزیه در سطح کلان

با بازنویسی رابطه (۲) داریم:

$$R=\left[1+\frac{\dot{E}}{\alpha\gamma}\right]\times 100=\left[1+\frac{\Delta E/E}{(E_p/E)\times\gamma}\right]\times 100=\left[1+\frac{\Delta E}{\gamma E_p}\right]\times 100=\frac{\gamma E_p+\Delta E}{\gamma E_p}\times 100 \qquad (۴)$$

تغییرات انتظاری و واقعی مصرف انرژی در کل اقتصاد به ترتیب به‌صورت روابط زیر قابل بین هستند.

$$\Delta E^{*}=\sum_{j\in p}\Delta E_j^{*}=\sum_{j\in p}(-\gamma)E_j=(-\gamma)E_p \qquad (۵)$$

$$\Delta E=\sum_{j\in p}\Delta E_j+\Delta E_c=\sum_{j\in p}z_jE_j+(\Delta E_H+\Delta E_G+\Delta E_I+\Delta E_{EX}+\Delta E_S) \qquad (۶)$$

در این روابط، Z_j درصد تغییر در مصرف واقعی انرژی بخش زام، C مصرف نهایی شامل مصارف خانوار (H)، مخارج دولت (G)، سرمایه‌گذاری (I)، صادرات (EX) و موجودی انبار (S) است. با جاگذاری معادلات (۵) و (۶) در (۴) داریم.

$$R=\frac{\sum_{j\in p}\gamma E_j+\sum_{j\in p}z_jE_j+\Delta E_c}{\gamma E_p}\times 100=\left[\sum_{j\in p}\frac{(\gamma+z_j)}{\gamma}\times\frac{E_j}{E_p}\times 100\right]+\left[\frac{\Delta E_c}{\gamma E_p}\times 100\right] \qquad (۷)$$

با جاگذاری $R_j=\left[1+\frac{z_j}{\gamma}\right]\times 100$ در رابطه (۷) و با فرض $R'_j=R_j\times\frac{E_j}{E_p}$ (اثر بازگشتی وزنی بخش زام) داریم.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.93.7]

$$R=\left(\left[\sum_{j\in p}R'_j\right]+\left[\frac{\Delta E_c}{\gamma E_p}\right]\right)\times 100 \qquad (۸)$$

با توجه به معادله اخیر، اثر بازگشتی در سطح کلان، حاصل‌جمع اثر بازگشتی وزنی بخش‌های تولیدی و تغییرات در تقاضای نهایی است. مشارکت هر بخش (تولیدی یا تقاضای نهایی) در کل اثر بازگشتی به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\delta_x=\frac{R'_x}{R}\times 100 \text{ اگر } x\in p \text{ و } \delta_x=\frac{\Delta E_x/\gamma E_p}{R}\times 100 \text{ اگر } x\in C \qquad (۹)$$

با توجه به معادلات (۸) و (۹) علاوه بر امکان اندازه‌گیری اثر بازگشتی گستره اقتصاد (نشأت گرفته شده از هر نوع منبع انرژی)، می‌توان خواستگاه اثر بازگشتی و عوامل مؤثر بر آن را ردیابی کرد.

۳-۳-۲. تجزیه در سطح بخشی

در این زیربخش چگونگی تجزیه اثر بازگشتی هر کدام از بخش‌های تولیدی به اثرات جانشینی و تولیدی بیان می‌گردد. بر مبنای مطالعه ژو و همکاران (۲۰۱۸) و در چارچوب مدل تعادل عمومی قابل محاسبه، معادله تقاضای خطی‌شده نهاده انرژی iام در بخش jام به‌صورت زیر نوشته می‌شود.

$$z_{ij}+\gamma_{ij}=x_j-\sigma_j\left[(p_{ij}-\gamma_{ij})-\sum_i S_{ij}(p_{ij}-\gamma_{ij})\right] \qquad (۱۰)$$

در معادله (۱۰)، z_{ij} درصد تغییرات مصرف انرژی iام در بخش تولیدی jام، γ_{ij} نرخ بهبود کارایی انرژی iام در بخش تولیدی jام، x_j ستانده حقیقی بخش jام، σ_j کشش جانشینی بین منابع مختلف انرژی در بخش jام، p_{ij} قیمت انرژی iام در بخش تولیدی jام و S_{ij} سهم هزینه‌ای انرژی iام از کل هزینه‌های انرژی بخش jام است. با توجه به معادله اخیر، اثر بازگشتی بخش تولیدی jام ناشی از بهبود کارایی انرژی iام عبارت است از:

$$R_{ij}=\left[\frac{z_{ij}+\gamma_{ij}}{\gamma_{ij}}\right]\times 100=\left\{\frac{x_j}{\gamma_{ij}}\times 100\right\}+\left\{\frac{-\sigma_j\left[(p_{ij}-\gamma_{ij})-\sum_i S_{ij}(p_{ij}-\gamma_{ij})\right]}{\gamma_{ij}}\times 100\right\} \qquad (۱۱)$$

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.93.7]

عبارت اول سمت راست معادله (۱۱)، نشان‌دهنده اثر تولیدی بوده و با درصد تغییرات در ستانده حقیقی بخش jام محاسبه می‌شود. عبارت دوم سمت راست معادله اخیر نیز نشان‌دهنده اثر جانشینی بوده و بر اساس کشش جانشینی، سهم هزینه‌ها و قیمت‌های نسبی انواع مختلف نهاده‌های انرژی محاسبه می‌شود.

٤. نتایج اجرای مدل

با توجه به اینکه اندازه‌گیری اثر بازگشتی ناشی از بهبود ۵ درصد کارایی فرآورده‌های نفتی به تفکیک بنزین، گازوئیل و سایر فرآورده‌های نفتی مد نظر است، لذا در جدول (۱) و در ستون اول، بهبود کارایی ۵ درصد آورده شده است. ستون دوم نشان‌دهنده سهم انرژی مصرفی بخش‌های تولیدی از کل مصرف اقتصاد از همان انرژی است. ستون دوم مثلاً در مورد بنزین نشان می‌دهد که سهم بنزین مصرفی بخش‌های تولیدی از کل بنزین مصرفی اقتصاد در حدود ۴۰ درصد بوده و لذا انتظار می‌رود که ۵ درصد بهبود کارایی بنزین مصرفی در بخش‌های تولیدی منجر به کاهش مصرف بنزین معادل ۲ درصد شود (ستون سوم). در مورد گازوئیل و سایر فرآورده‌های نفتی نیز تحلیل مشابهی وجود دارد.

جدول۱. حالت‌های مختلف بهبود کارایی انرژی در بخش‌های تولیدی

شرح	γ	α	$\alpha\gamma$
بنزین	۰/۰۵	٪۴۰	٪۲
گازوئیل	۰/۰۵	٪۷۹	۳/٪۹۵
سایر فرآورده‌های نفتی	۰/۰۵	٪۱۲	۰/٪۶

مأخذ: ماتریس SAM و محاسبات

٤-۱. تأثیر بهبود کارایی بر متغیرهای اقتصاد کلان

جدول (۲) تأثیرات بهبود کارایی ۵ درصد به تفکیک فرآورده‌های نفتی بر برخی از مهم‌ترین متغیرهای اقتصاد کلان ایران را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌گردد که تأثیر بهبود کارایی هر کدام از فرآورده‌های نفتی بر چهار متغیر نخست مثبت بوده و فقط بر واردات تأثیر منفی دارد.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.93.7]

بهبود کارایی باعث کاهش قیمت مؤثر انرژی و به تبع آن هزینه‌های تولید شده بنابراین امکان گسترش سطح فعالیت بخش‌های مختلف تولیدی فرآهم می‌شود. با گسترش سطح فعالیت بخش‌های تولیدی، تولید ناخالص داخلی نیز رشد می‌کند. مصرف خانوارها و صادارت نیز که اجزای تولید ناخالص داخلی در سمت هزینه محسوب می‌شوند، افزایش می‌یابند. اما در مورد متغیر واردات که با کاهش همراه است باید اشاره کرد که از یکسو بهبود کارایی از کانال افزایش سطح تولید باعث افزایش واردات می‌شود اما از سوی دیگر بهبود کارایی از کانال کاهش تقاضای انرژی باعث کاهش واردات می‌شود که برآیند این دو تعیین‌کننده افزایش یا کاهش واردات بوده و نتایج این مطالعه موید غلبه اثر دوم بر اثر اول است.

در بین گزینه‌های بهبود کارایی، بهبود کارایی بنزین بیشترین افزایش در تولید ناخالص داخلی و بهبود کارایی سایر فرآورده‌های نفتی کمترین افزایش در تولید ناخالص داخلی را به همراه داشته است.

جدول۲. درصد تغییرات متغیرهای کلان در اثر بهبود ۵ درصد کارایی انرژی بخش‌های تولیدی

شرح	بنزین	گازوئیل	سایر فرآورده‌های نفتی
تولید ناخالص داخلی	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۲
مصرف خانوار شهری	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱
مصرف خانوار روستایی	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۲
صادرات	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۳
واردات	-۰/۰۱	-۰/۰۲	-۰/۰۰۱

مأخذ: خروجی نرم‌افزار GAMS

٤-۲. اثر بازگشتی گستره اقتصاد

جدول (۳) نشان‌دهنده ذخیره انتظاری انرژی، ذخیره واقعی انرژی و کل اثر بازگشتی مربوط به هر کدام از فرآورده‌های نفتی در نتیجه بهبود ۵ درصد در کارایی فرآورده‌های نفتی است. اثر بازگشتی مثبت در مورد هر سه فرآورده‌های نفتی حاکی از وقوع ذخیره واقعی انرژی کمتر از حد مورد انتظار است. به عنوان نمونه، با بهبود ۵ درصد کارایی بنزین در بخش‌های تولیدی، انتظار بر این بود که مصرف بنزین در همه بخش‌های اقتصاد معادل ۲ درصد کاهش یابد اما در واقع ۰/۶

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.93.7]

درصد کاهش یافته که به معنی اثر بازگشتی ۲۰ درصد است. در بین سه فرآورده نفتی، بیشترین اثر بازگشتی مربوط به گازوئیل است.

جدول۳. اثر بازگشتی گستره اقتصاد ناشی از بهبود ۵ درصد کارایی فرآورده‌های نفتی (درصد)

شرح	بنزین	گازوئیل	سایر فرآورده‌های نفتی
ذخیره انتظاری انرژی	۲/۰	۳/۹۵	۰/۶۰
ذخیره واقعی انرژی	۰/۶	۳/۰	۰/۵
اثر بازگشتی	۲۰	۲۴	۱۶/۷

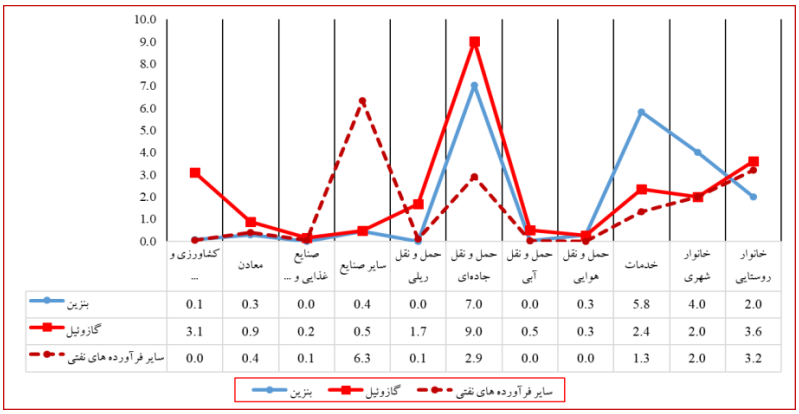
مأخذ: محاسبات و خروجی نرم‌افزار GAMS

٤-۳. تجزیه اثر بازگشتی گستره اقتصاد به تفکیک بخش‌های تولیدی و تقاضای نهایی

با توجه به اینکه فرآورده‌های نفتی توسط طیف وسیعی از جمله تولیدکنندگان کالاها و خدمات و خانوارها مصرف می‌شوند، لذا اندازه اثر بازگشتی گستره اقتصاد نیز با افزایش تعداد مصرف‌کنندگان افزایش می‌یابد از اینرو در این بخش و در نمودار (۲) اثر بازگشتی گستره اقتصاد به تفکیک بخش‌های تولیدی و خانوارها (با استفاده از رابطه ۸) آورده شده است. به عنوان نمونه و بر مبنای نمودار آبی رنگ که نشان‌دهنده تجزیه اثر بازگشتی بنزین به تفکیک مصرف‌کنندگان است، ملاحظه می‌گردد که اثر بازگشتی وزنی مربوط به بخش «حمل‌ونقل جاده‌ای» برابر با ۷درصد می‌باشد. این عدد به معنی مشارکت ۳۵/۲ درصد (حاصل تقسیم ۷ به ۲۰) بخش «حمل‌ونقل جاده‌ای» در کل اثر بازگشتی بنزین است. بدیهی است که مجموع وزنی اثر بازگشتی ۹بخش تولیدی و ۲ بخش تقاضای نهایی باید برابر با اثر بازگشتی گستره اقتصاد باشد.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.93.7]



	کشاورزی و ...	معادن	صنایع غذایی و ...	سایر صنایع	حمل و نقل ریلی	حمل و نقل جاده‌ای	حمل و نقل آبی	حمل و نقل هوایی	خدمات	خانوار شهری	خانوار روستایی
بنزین	0.1	0.3	0.0	0.4	0.0	7.0	0.0	0.3	5.8	4.0	2.0
گازوئیل	3.1	0.9	0.2	0.5	1.7	9.0	0.5	0.3	2.4	2.0	3.6
سایر فرآورده های نفتی	0.0	0.4	0.1	6.3	0.1	2.9	0.0	0.0	1.3	2.0	3.2

نمودار۲. تجزیه اثر بازگشتی گستره اقتصاد به تفکیک بخش‌های تولیدی و تقاضای نهایی (درصد)

مأخذ: محاسبات و خروجی نرم‌افزار GAMS

جدول (۴) نشان‌دهنده میزان مشارکت هر کدام از بخش‌های مختلف در کل اثر بازگشتی به تفکیک فرآورده‌های نفتی است. نکته مهم جدول مذکور این است که با توجه به نتایج، به نظر می‌رسد که بخش‌های انرژی‌بر مشارکت اصلی را در کل اثر بازگشتی دارند. به عنوان نمونه، بخش «حمل‌ونقل جاده‌ای» که به لحاظ مصرف بنزین، بخش انرژی‌بر محسوب می‌شود دارای بیشترین مشارکت (۳۵/۲ درصد) در کل اثر بازگشتی ناشی از بهبود کارایی بنزین است. بدیهی است که بخش‌های انرژی‌بر، برندگان اصلی فرآیند بهبود کارایی انرژی هستند. این بخش‌ها وابستگی بیشتری به منبع انرژی در قیاس با سایر بخش‌ها داشته و لذا بهبود کارایی انرژی باعث ذخیره زیادی در هزینه‌های این بخش‌ها شده و از طریق افزایش تقاضای انرژی، تلاش در گسترش تولید خود می‌کنند. وقوع این حالت، عاملی برای ایفای نقش چنین بخش‌هایی در کل اثر بازگشتی است.

در سوی دیگر، بخش‌های انرژی‌بر به دلیل مقیاس بالا به لحاظ مصرف انرژی در بین تمامی بخش‌های تولیدی، سهم بیشتری از کل مصرف انرژی را به خود اختصاص داده (E_j/E_p) و لذا طبق روابط (۸) و (۹) مشارکت بیشتری نیز در کل اثر بازگشتی دارند. این عامل نیز در کنار عامل قبلی منجر به مشارکت بیشتر این بخش‌ها در کل اثر بازگشتی شده و یکی از یافته‌های این تحقیق در قیاس با سایر مطالعات داخلی مربوط به همین نکته است زیرا در سایر مطالعات داخلی، اثر بازگشتی هر بخش به تنهایی تعیین‌کننده نقش آن بخش در کل اثر بازگشتی است.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.93.7]

جدول۴. سهم هر بخش از کل اثر بازگشتی به تفکیک فرآوردهای نفتی (درصد)

شرح	بنزین	گازوئیل	سایر فرآورده‌های نفتی
کشاورزی و ...	۰/۴	۱۲/۹	۰/۳
معادن	۱/۴	۳/۷	۲/۴
صنایع غذایی و ...	۰/۰۳	۰/۶	۰/۳
سایر صنایع	۲/۲	۱/۹	۳۸/۱
حمل‌ونقل ریلی	۰/۰	۷	۰/۷
حمل‌ونقل جاده‌ای	۳۵/۲	۳۷/۵	۱۷/۵
حمل‌ونقل آبی	۰/۱	۲/۱	۰/۱
حمل‌ونقل هوایی	۱/۵	۱/۱	۰/۰۴
خدمات	۲/۲۹	۹/۸	۸
خانوار شهری	۲۰	۸/۳	۱۲
خانوار روستایی	۱۰	۱۵	۱۹/۲
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

مأخذ: محاسبات و خروجی نرم‌افزار GAMS

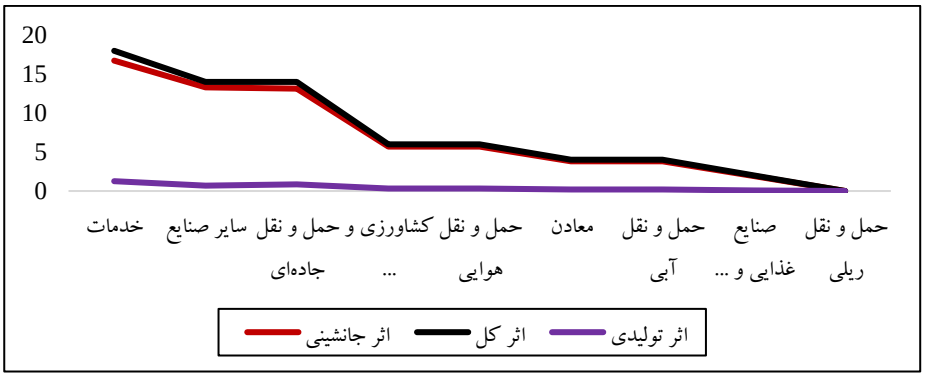
با توجه به جدول (۴)، مشارکت‌کنندگان اصلی در کل اثر بازگشتی بسته به نوع فرآورده‌های نفتی متفاوت هستند. در مورد بنزین و گازوئیل با توجه به انرژی‌بر (منظور از انرژی بنزین و گازوئیل است) بودن بخش «حمل‌ونقل جاده‌ای»، بیشترین مشارکت در کل اثر بازگشتی مربوط به این بخش است، اما در مورد سایر فرآورده‌های نفتی، بیشترین مشارکت مربوط به بخش «سایر صنایع» با ۳۸/۱ درصد می‌باشد. کمترین مشارکت‌کنندگان در کل اثر بازگشتی نیز بر حسب نوع فرآورده‌های نفتی متفاوت هستند. مثلاً در مورد بنزین، کمترین مشارکت در کل اثر بازگشتی مربوط به بخش «حمل‌ونقل ریلی» است که کمترین انرژی‌بری (منظور از انرژی، بنزین است) را در بین بقیه بخش‌ها دارد. در مورد گازوئیل و سایر فرآورده‌های نفتی نیز، کمترین مشارکت مربوط به بخش‌های «سایر صنایع» و «حمل‌ونقل آبی» است.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.93.7]

٤-٤. تجزیه اثر بازگشتی بخشی به اثرات جانشینی و تولیدی

در این بخش که یکی دیگر از نوآوری مقاله حاضر نیز محسوب می‌شود، اثر بازگشتی بخش‌های مختلف تولیدی به اثرات جانشینی و تولیدی تفکیک شده و نتایج در قالب نمودار(۳) برای بنزین و نمودارهای پیوست برای سایر فرآورده‌های نفتی آورده شده‌اند. تفکیک ذکر شده براساس معادله (۱۱) صورت گرفته است. اگر اثرات جانشینی و تولیدی مقاله حاضر را با طبقه‌بندی سورل (۲۰۰۷) از اثر بازگشتی مقایسه کنیم ملاحظه می‌گردد که اثر تولیدی نام برده شده در این تحقیق ترکیبی از اثر تولیدی ذیل اثر بازگشتی مستقیم به علاوه اثر ثانویه ذکر شده در مقاله سورل (۲۰۰۷) است. اثر جانشینی مقاله حاضر همان اثر جانشینی ذیل اثر بازگشتی مستقیم ذکر شده در مقاله سورل (۲۰۰۷) است.



نمودار۳. تجزیه اثر بازگشتی بخشی به اثرات جانشینی و تولیدی به ترتیب نزولی

(درصد) - بهبود کارایی بنزین

مأخذ: محاسبات و خروجی نرم‌افزار GAMS

با توجه به نمودار (۳) ملاحظه می‌گردد که اثر بازگشتی بخش‌های مختلف تولیدی عمدتاً توسط اثر جانشینی توضیح داده شده و اثر تولیدی بسیار ناچیز است که دلیل این وضعیت را می‌توان مطابق مقاله ساندرز (۲۰۰۹) در محدودیت بخش‌های تولیدی برای تغییر موجودی سرمایه در کوتاه‌مدت جستجو کرد، زیرا بنگاه‌ها در کوتاه‌مدت از دستیابی به مزایای کامل بهبود کارایی به‌خاطر موجودی سرمایه ثابت ناتوان بوده و لذا گسترش تولید به سختی میسر می‌شود. بدیهی است که در بلندمدت اثر تولیدی می‌تواند اثر غالب باشد زیرا بنگاه‌ها می‌توانند سطح تولید بهینه خود را

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.93.7]

به‌واسطه تعدیل موجودی سرمایه به‌دست آورند.از نمودار (۳) ملاحظه می‌گردد که مثلاً در مورد بخش خدمات، از اثر بازگشتی ۱۸ درصد این بخش، ۱۶/۷ درصد مربوط به اثر جانشینی بوده و تنها ۱/۳درصد مربوط به اثر تولیدی است. قابل ذکر است که تحلیلی مشابه با آنچه در مورد نمودار (۳) که مربوط به بنزین است گفته شد، در مورد گازوئیل و سایر فرآورده‌های نفتی نیز که نمودارهای آنها در پیوست آورده شده‌اند، قابل بیان است.

٤-٥. تحلیل حساسیت

با توجه به اینکه ساختار اقتصاد هر کشور ارتباط تنگاتنگی با مقادیر مربوط به کشش‌های مختلف دارد، بدیهی است که نتایج تحقیق نسبت به تغییر مقادیر کشش‌ها حساسیت داشته باشند. در بین مقادیر مربوط به کشش‌های مختلف، یکی از مهم‌ترین کشش‌هایی که نتایج می‌توانند نسبت به تغییرات آن حساسیت داشته باشند، کشش جانشینی بین فرآورده‌های نفتی است. در مدل پایه، مقدار کشش جانشینی بین فرآورده‌های نفتی برابر با ۰/۸ بوده و برای تحلیل حساسیت، کشش‌های ۰/۷ و ۰/۹ نیز مد نظر قرار گرفته و اجرای مجدد مدل انجام گرفت. جدول (۵) نتایج تحلیل حساسیت مدل برای دو متغیر تولید ناخالص داخلی و اثر بازگشتی را نشان می‌دهد.

جدول۵. تحلیل حساسیت مربوط به اثر بازگشتی و تولید ناخالص داخلی (درصد)

شرح		فرآورده نفتی	GDP	اثر بازگشتی
کشش جانشینی بین فرآورده‌های نفتی	۰/۷	بنزین	۰/۰۳۸	۱۹
		گازوئیل	۰/۰۲۹	۲۳
		سایر فرآورده‌های نفتی	۰/۰۱۷	۱۵
	۰/۸	بنزین	۰/۰۴	۲۰
		گازوئیل	۰/۰۳	۲۴
		سایر فرآورده‌های نفتی	۰/۰۲	۱۷
	۰/۹	بنزین	۰/۰۴۱	۲۱
		گازوئیل	۰/۰۳۲	۲۶
		سایر فرآورده‌های نفتی	۰/۰۲۳	۱۸

مأخذ: خروجی نرم‌افزار GAMS

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.93.7]

ملاحظه می‌گردد که به‌کارگیری مقادیر مختلف برای کشش جانشینی بین فرآورده‌های نفتی، تفاوت چندانی در مقادیر تولید ناخالص داخلی و اثر بازگشتی ناشی از بهبود کارایی بنزین، گازوئیل و سایر فرآورده‌های نفتی ندارد. البته اندک تفاوت‌هایی توام با تغییر مقادیر کشش قابل مشاهده است که با توجه به منعطف‌شدن فضای اقتصادی که نشأت گرفته از افزایش در مقادیر کشش است، طبیعی به نظر می‌رسد.

۵. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

اثر بازگشتی یکی از مفاهیم پرکاربرد اقتصاد انرژی محسوب می‌شود که مورد توجه مطالعات زیادی بوده، اما تأمل در مجموعه مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد که اندک مطالعه خارجی وجود دارد که عوامل شکل‌دهنده اثر بازگشتی را ردیابی کرده و به‌صورت کمّی تبیین کنند. تأمل در مطالعات داخلی نیز حاکی از وجود نداشتن مطالعه‌ای با این جزئیات است. مطالعه حاضر می‌تواند پوششی برای شکاف فوق‌الذکر در داخل کشور باشد. در این راستا، عوامل شکل‌دهنده اثر بازگشتی با به‌کارگیری مدل تعادل عمومی قابل محاسبه و در دو سطح کلان و بخشی بررسی شدند به‌طوری‌که در سطح کلان، اثر بازگشتی گستره اقتصاد به تفکیک بخش‌های تولیدی و تقاضای نهایی بررسی شده و در سطح بخشی نیز اثر بازگشتی بخشی به تفکیک اثرات جانشینی و تولیدی بررسی شدند. منابع انرژی هدفگذاری شده برای بهبود کارایی عبارت از بنزین، گازوئیل و سایر فرآورده‌های نفتی بودند.

نتایج حاکی از آن است که بهبود ۵ درصد کارایی منابع مختلف انرژی (بنزین، گازوئیل و سایر فرآورده‌های نفتی) منجر به بهبود وضعیت متغیرهای کلان از قبیل تولید ناخالص داخلی، صادرات، مصرف خانوارهای شهری و مصرف خانوارهای روستایی می‌شود اما واردات با کاهش همراه است. نتایج سطح کلان حاکیست اولاً اثر بازگشتی ناشی از بهبود کارایی همه فرآورده‌های نفتی مثبت بوده ثانیاً بهبود کارایی گازوئیل دارای بیشترین اثر بازگشتی (۲۴ درصد) و بهبود کارایی سایر فرآورده‌های نفتی دارای کمترین اثر بازگشتی (۱۷ درصد) است. در بین اجزای شکل‌دهنده اثر بازگشتی نیز میزان مشارکت بخش‌های مختلف تولیدی و تقاضای نهایی متفاوت است اما انتظار می‌رود که مصرف-

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.93.7]

کنندگان بزرگ فرآورده‌های نفتی، مشارکت‌کنندگان اصلی در اثر بازگشتی باشند. دلیل این انتظار مبتنی بر دو دلیل بنام‌های اثر بازگشتی بخشی و Ej/Ep بالا است. مثلاً در مورد بهبود کارایی بنزین، بخش «حمل‌ونقل جاده‌ای» با سهمی برابر با ۳۵/۲ درصد بیشترین مشارکت را در اثر بازگشتی بنزین داشته و بخش‌های «خدمات»، «خانوارهای شهری» و «خانوارهای روستایی» با سهم‌های به ترتیب ۲۹/۲، ۲۰ و ۱۰ درصد در رده‌های دوم تا چهارم هستند. در مورد بهبود کارایی گازوئیل، بخش «حمل‌ونقل جاده‌ای» با سهمی برابر با ۳۷/۵ درصد بیشترین مشارکت را در اثر بازگشتی گازوئیل داشته و بخش‌های «خانوارهای روستایی»، «کشاورزی و ...» و «خدمات» با سهم‌های به ترتیب ۱۵، ۱۲/۹ و ۹/۸ درصد در رده‌های دوم تا چهارم هستند.

نتایج سطح بخشی در مورد بنزین، گازوئیل و سایر فرآورده‌های نفتی حاکی از آن است که اولاً اثر جانشینی، در اثر بازگشتی همه بخش‌های تولیدی در کوتاه‌مدت عنصر مسلط است ثانیاً اثر تولیدی در کوتاه‌مدت به دلیل عدم امکان مدیریت موجودی سرمایه توسط بنگاه‌ها، نقش چندانی در اثر بازگشتی بخش‌های مختلف ندارد. به عنوان نمونه و در مورد بنزین نتایج نشان می‌دهند که از کل اثر بازگشتی ۱۸ درصد بخش خدمات، ۱۶/۷ درصد مربوط به اثر جانشینی و ۱/۳درصد مربوط به اثر تولیدی است. با توجه به نتایج مقاله باید توصیه کرد که هدف‌گذاری بهبود کارایی در مصارف بنزین و گازوئیل در اقتصاد ایران با توجه به اثر بازگشتی که شکل خواهد گرفت، سیاست مناسبی نیست اما اگر سیاست‌گذاران اصرار بر آن داشته باشند، توصیه می‌شود که توأم با بهبود کارایی انرژی از سیاست‌های تکمیلی نیز برای مدیریت کردن اثر بازگشتی بهره ببرند. با توجه به تسلط اثر جانشینی در اثر بازگشتی بخشی، بهبود کارایی فرآورده‌های نفتی زمانی مؤثرتر خواهند بود که کشش جانشینی بین انواع فرآورده‌های نفتی عدد کوچکی باشد.

فهرست منابع

اسماعیل‌نیا، علی‌اصغر و سارا اختیاری (۱۳۹۱)، "بررسی میزان اثرات بازگشتی بهبود راندمان خودروها بر مصرف سوخت"، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، سال نهم، شماره ۳۴، صص ۲۱۳-۱۸۵.

آمارنامه مصرف فرآورده‌های نفتی انرژی‌زا، شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.93.7]

خوشکلام خسروشاهی (۱۳۹۳)، "اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل در ایران با تأکید بر بخش حمل‌ونقل: رویکرد مدل تعادل عمومی قابل محاسبه"، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، سال سوم، شماره ۱۱، صص ۱۵۸-۱۳۱.

خوشکلام خسروشاهی، موسی و اسفندیار جهانگرد (۱۳۹۴)، "بهبود کارایی مصرف بنزین و اثرات بازگشتی ناشی از آن در فعالیت‌های مختلف اقتصادی"، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، سال دهم، شماره ۴۴، صص ۶۳-۳۷.

خیابانی، ناصر (۱۳۸۷)، "یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه برای ارزیابی افزایش قیمت تمامی حامل‌های انرژی در ایران"، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، سال پنجم، شماره ۱۶، صص ۳۴-۱.

دل‌انگیزان، سهراب، خانزادی، آزاد و مریم حیدریان (۱۳۹۵)، "برآورد و تحلیل اثرات بازگشتی مستقیم ناشی از بهبود کارایی مصرف سوخت در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای ایران"، *فصلنامه مطالعات اقتصاد کاربردی ایران*، سال ششم، شماره ۲۱، صص ۱۷۲-۱۴۹.

سلیمیان، زهره؛ بزازان، فاطمه و میرحسین موسوی (۱۳۹۶)، "اثرات بهبود کارایی سوخت‌های فسیلی در صنایع انرژی‌بر: رویکرد تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پویای بین زمانی"، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، سال ششم، شماره ۲۱، صص ۲۰۰-۱۶۳.

منظور، داود، آقابابائی، محمد ابراهیم و حقیقی، ایمان (۱۳۸۹)، "تحلیل اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی در مصارف برق در ایران: الگوی تعادل عمومی محاسبه‌پذیر"، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، سال هشتم، شماره ۲۸، صص ۲۳-۱.

Allan G., Hanley N., McGregor P., Swales K. and K. Turner (2007), "The Impact of Increased Efficiency in the Industrial Use of Energy: A Computable General Equilibrium Analysis for the United Kingdom", *Energy Economics*, 29, 779-798.

Annual Statistical Bulletin (2017), OPEC.

Broberg T., Berg C. and E. Samakovlis (2015) "The Economy-wide Rebound Effect from Improved Energy Efficiency in Swedish Industries – a General Equilibrium Analysis". *Energy Policy*; No. 83, pp. 26–37.

Greening L., Greene DL. And C. Difiglio (2000) "Energy Efficiency and Consumption - the Rebound Effect – a Survey". *Energy Policy*, No. 28, pp. 389–401.

Hanley N., McGregor P., Swales K. and K. Turner (2006), "The Impact of a Stimulus to Energy Efficiency on the Economy and the Environment: A Regional Computable General Equilibrium Analysis", *Renewable Energy*, No. 31, pp. 161-171.

Hanley N., McGregor P., Swales K. and K. Turner (2009), "Do Increases in Energy Efficiency Improve Environmental Quality and Sustainability", *Ecological Economics*, No. 68, pp. 692-709. Avalaible at:
http://data.un.org/Data.aspx?d=EDATA&f=cmID%3AMO

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.93.7]

IEA. (2015) Energy Efficiency Market Report (2015). Paris: International Energy Agency.

Koesler S., Swales K. and K. Turner (2016) "International Spillover and Rebound Effects from Increased Energy Efficiency in Germany". *Energy Econ*; No. 54, pp.444–52.

Li JL. and Lin BQ (2017). "Rebound Effect by Incorporating Endogenous Energy Efficiency: a Comparison between heavy Industry and light Industry". *Appl Energy*, No. 200, pp. 347–57.

Liang QM., Fan Y. and YM. Wei (2009). "The Effect of Energy end-use Efficiency Improvement on China's Energy use and CO2 Emissions: a CGE Model-based Analysis". *Energy Effic*; No. 2, pp. 243–62.

Lu YY., Liu Y. and MF. Zhou (2017) "Rebound Effect of Improved Energy Efficiency for Different Energy Types: a General Equilibrium Analysis for China". *Energy Econ*, No. 62, pp. 248–56.

Orea L., Llorca M. and M. Filippini (2015). "A New Approach to Measuring the Rebound Effect Associated to Energy Efficiency Improvements: an Application to the US Residential Energy Demand". *Energy Econ*; No. 49, pp. 599–609.

Saunders HD. (2013) "Historical Evidence for Energy Efficiency Rebound in 30 US Sectors and a Toolkit for Rebound Analysts". *Technol Forecast Soc Change*, No.80, pp.1317–20.

Saunders HD. (1992). "The Khazzoom-Brookes Postulate and Neoclassical Growth". *Energy J*, No. 13, pp. 131–48.

Sorrell S. (2009). "Jevon's Paradox Revisited: the Evidence for Backfire from Improved Energy Efficiency". *Energy Policy*, No. 3, pp.1456–69.

Turner K. (2013). "Rebound Effects from Increased Energy Efficiency: a time to Pause and Reflect?", *Energy J*, No. 34, pp. 25–42.

Van den Bergh J. (2011). "Energy Conservation more Effective with Rebound Policy". *Environ Resour Econ*, No. 48, pp. 43–58.

Vivanco DF., McDowall W., Freire-González J., Kemp R. and E. Van der Voet (2016). "The Foundations of the Environmental Rebound Effect and its Contribution towards a general Framework", *Ecol Econ*, No. 125, pp. 60–9.

Wei TY. And Y. Liu (2017). "Estimation of Global Rebound effect caused by Energy Efficiency Improvement". *Energy Econ*, No. 66, pp. 27–34.

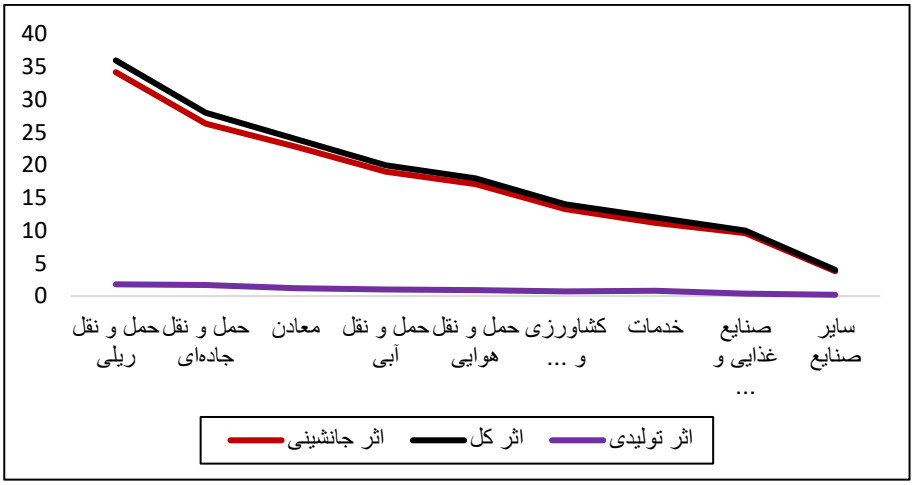
Yu X., Moreno-cruz J. and JC. Crittenden (2015). "Regional Energy Rebound Effect: the Impact of Economy-wide and Sector level Energy Efficiency Improvement in Georgia, USA". *Energy Policy*, No. 87, pp. 9-250.

Zhou M., Liu Y.. Feng S., Liu Y. and Y. Lu (2018), "Decomposition of Rebound Effect: An Energy-specific, General Equilibrium Analysis in the Context of China", *Applied Energy*, No. 221, pp. 280–298.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.93.7]

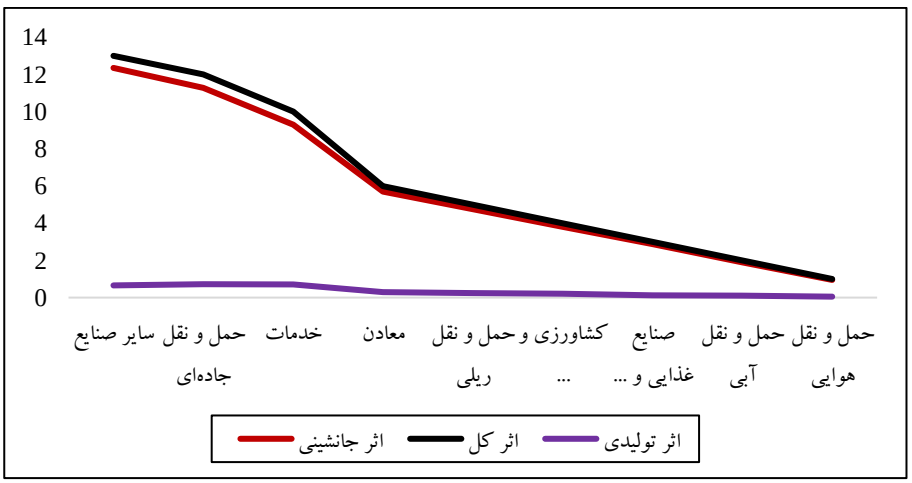
پیوست



نمودار ۴. تجزیه اثر بازگشتی بخشی به اثرات جانشینی و تولیدی به ترتیب نزولی

(درصد) - بهبود کارایی گازوئیل

مأخذ: محاسبات و خروجی نرم‌افزار GAMS



نمودار ۵. تجزیه اثر بازگشتی بخشی به اثرات جانشینی و تولیدی به ترتیب نزولی

(درصد) - بهبود کارایی سایر فرآورده‌های نفتی

مأخذ: محاسبات و خروجی نرم‌افزار GAMS

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-18]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.93.7]