Decomposition of rebound effect of improving gasoline consumption efficiency into substitution and output effects with emphasis on transportation sector: CGE model

Mousa Khoshkalam Khosroshahi[1]

Received: 2018/04/09
Accepted: 2018/06/09

Abstract
The consumption of gasoline, as an important oil product, is very high in Iran in comparison with the regional and global average. Hence, serious provisions should be made for improving gasoline consumption efficiency along with other economic policies including price policies. Since the improvement of energy efficiency is associated with the formation of a rebound effect, the ignorance of the rebound effect may lead to ineffectiveness or low effectiveness of efficiency improvement policies. The main objective of this paper is to explain quantitatively the factors affecting the rebound effect of "gasoline" and "other petroleum products" and to decompose the rebound effect into substitution and output effects. The results of simulation a computable general equilibrium (CGE) model shows that, first, the rebound effect of "gasoline" and "other petroleum products" is positive in all sectors of the economy including transport sub-sectors. Second, the manufacturing sectors accounting for the largest share of total gasoline consumption have large shares of the rebound effect in the country. Third, the decomposition of the rebound effect in the level of production activities indicates the dominance of substitution effect on the output effect in the short run.

Keywords: Rebound Effect, Gasoline, CGE
JEL Classification: C13, C68, L95

1 . Assistant Professor of Economics, Faculty of Social Sciences and Economics, Alzahra University, E-mail: m.khosroshahi@alzahra.ac.ir

دوفصلنامهٔ سیاست‌گذاری پیشرفت اقتصادی دانشگاه الزهرا(س)
سال ششم، شمارهٔ اول، بهار و تابستان ۱۳۹۷ (پیاپی ۱۷)

تجزیه اثر بازگشتی ناشی از بهبود کارآیی مصرف بنزین به اثرات جانشینی و تولیدی با تأکید بر بخش حمل‌ونقل: مدل CGE[1]

موسی خوشکلام خسروشاهی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۱۹

چکیده

بنزین یکی از مهم‌ترین فرآورده‌های نفتی کشور محسوب می‌شود که در قیاس با متوسط منطقه‌ای و جهانی، دارای مصرف بسیار بالایی بوده و تمهیدات جدی جهت بهبود کارآیی مصرف آن در کنار سایر سیاست‌های اقتصادی از جمله سیاست‌های قیمتی، امری ضروری محسوب می‌شود. با توجه به اینکه بهبود کارآیی انرژی توأم با شکل‌گیری اثر بازگشتی است، لذا بی‌توجهی یا کم‌توجهی به اثر بازگشتی، به ناکارآمدی یا کم‌کارآمدی سیاست‌های بهبود کارآیی منجر خواهد شد. هدف اصلی مقاله حاضر، این است که عوامل مؤثر بر اثر بازگشتی «بنزین» و «سایر فرآورده‌های نفتی» را به‌صورت کمّی تبیین کرده و اثر بازگشتی بخشی را به اثرات جانشینی و تولیدی تفکیک کند. نتایج، با به‌کارگیری مدل CGE نشان می‌دهد که اولاً، اثر بازگشتی مربوط به "بنزین" و "سایر فرآورده‌های نفتی" در همه بخش‌های اقتصاد از جمله

---

۱. شناسه دیجیتال (DOI): 10.22051/edp.2018.20989.11

۲. استادیار گروه اقتصاد، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی، دانشگاه الزهرا (نویسنده مسئول)؛
m.khosroshahi@alzahra.ac.ir

زیربخش‌های حمل‌ونقل، مثبت است؛ ثانیاً، بخش‌های تولیدی که بیشترین سهم از کل مصرف بنزین کشور را دارند، عوامل اصلی در شکل‌گیری اثر بازگشتی بوده و سهم بیشتری از اثر بازگشتی گستره اقتصاد را به خود اختصاص داده‌اند؛ ثالثاً، تجزیه اثر بازگشتی در سطح فعالیت‌های تولیدی، حاکی از تسلط مکانیزم اثر جانشینی بر مکانیزم اثر تولیدی در شکل‌گیری اثر بازگشتی بخشی در کوتاه‌مدت است.

واژگان کلیدی: تجزیه اثر بازگشتی، بنزین، مدل تعادل عمومی قابل محاسبه
طبقه‌بندی JEL: C68، C13، L95

۱. مقدمه

بخش حمل‌ونقل، یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی محسوب می‌شود که با توجه به ماهیت واسطه‌ای‌اش در انتقال و جابه‌جایی مواد اولیه، کالاهای واسطه‌ای و کالاهای نهایی به مقاصد هدف و همچنین جابه‌جایی مسافر، نقش حائز اهمیتی در اقتصاد هر کشوری دارد. بخش حمل-ونقل، متشکل از زیربخش‌های حمل‌ونقل جاده‌ای، حمل‌ونقل ریلی، حمل‌ونقل آبی و حمل‌ونقل هوایی است که با توجه به شرایط خاص هر کشوری، در حال توسعه هستند. با توجه به گسترش روزافزون اهمیت بخش حمل‌ونقل، ضروری است تا توجه خاصی به منابع انرژی مورد تقاضا در این بخش و وضعیت بهره‌برداری از این منابع صورت گیرد. بخش حمل‌ونقل بر حسب نوع حمل‌ونقل (جاده‌ای، ریلی، آبی و هوایی)، از منابع مختلف انرژی استفاده می‌کند که در بین آنها بنزین یکی از مهم‌ترین‌ها محسوب می‌شود که مشتق از نفت بوده و موضوع مورد مطالعه مقاله حاضر در کنار سایر فرآورده‌های نفتی است.

بعد از شوک اول نفتی سال ۱۹۷۳، توجه اقتصاد جهانی به طرف تقاضای انرژی به‌طور جدی‌تر معطوف گردید، به‌طوری‌که با تشکیل آژانس بین‌المللی انرژی (IEA)[1]، تلاش‌های گسترده‌ای جهت مدیریت طرف تقاضای انرژی از جمله مدیریت تقاضای فرآورده‌های نفتی صورت گرفت. یکی از جنبه‌های مهم تلاش کشورها برای مدیریت تقاضای انرژی، بهبود کارآیی مصرف انرژی جهت کاهش مصرف انرژی بود. به‌رغم دیدگاه برخی افراد مبنی بر تأثیر یک‌به‌یک بهبود کارآیی بر کاهش مصرف انرژی، تامل در ادبیات اقتصاد انرژی، حاکی از برقرار نبودن این رابطه یک‌به‌یک است. بسیاری از اقتصاددانان معتقدند که بهبود کارآیی انرژی باعث کاهش قیمت مؤثر[2] انرژی شده و انگیزه برای مصرف‌کنندگان ایجاد می‌شود تا انرژی بیشتری مصرف

1. International Energy Agency
2. Effective Price

کنند که نتیجه نهایی این رویداد، می‌تواند به افزایش مصرف انرژی منجر شود. وقوع چنین وضعیتی در ادبیات اقتصاد انرژی، «اثر بازگشتی»[1] نامیده شده است.

رویکرد بهبود کارآیی انرژی، در بسیاری از کشورها به قصد مدیریت تقاضای انرژی پیگیری می‌شود؛ به‌طوری‌که مطالعات متعددی در کشورهای مختلف انجام شده است تا اثرات ناشی از بهبود کارآیی انرژی را ارزیابی کرده و اثر بازگشتی ناشی از بهبود کارآیی انرژی را اندازه‌گیری کنند. در ایران نیز مطالعات مختلفی در این زمینه انجام گرفته، اما مقاله حاضر، متفاوت از مطالعات قبلی است؛ زیرا علاوه بر اندازه‌گیری اثر بازگشتی ناشی از بهبود کارآیی ۵ درصد در مصرف بنزین بخش‌های اقتصادی (از جمله بخش حمل‌ونقل و زیربخش‌های آن) و اجزای تقاضای نهایی، تلاش می‌شود تا اثر بازگشتی مربوط به هر کدام از بخش‌های تولیدی به اثرات جانشینی و تولیدی[2] تفکیک شود؛ زیرا بدین ترتیب، می‌توان ارزیابی کرد که چه بخشی از افزایش مصرف بنزین ناشی از جانشین کردن بنزین با سایر فرآورده‌های نفتی بوده، و چه بخشی نیز ناشی از گسترش سطح تولید فعالیت‌های اقتصادی از جمله حمل‌ونقل است. قابل ذکر است که در ادبیات اقتصاد انرژی، اثر بازگشتی به دو دسته اثر بازگشتی مستقیم[3] و غیرمستقیم[4] تقسیم‌بندی می‌شود که مجموع اثرات جانشینی و تولیدی را اثر بازگشتی مستقیم گویند (سورل[5]، ۲۰۰۹).

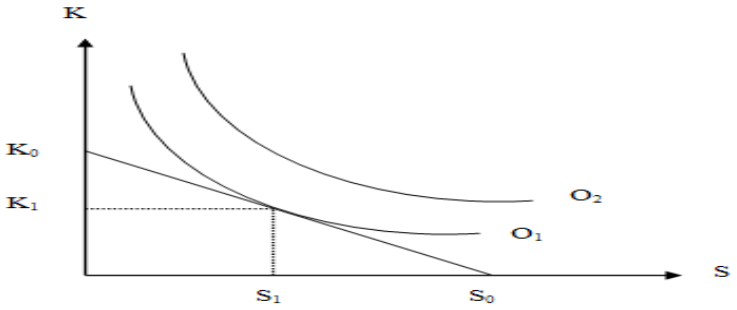
برای دستیابی به اهداف مد نظر، ساختار مقاله به این ترتیب است که بعد از مقدمه، مبانی نظری و پیشینه تحقیق و سپس روش تحقیق آورده شده‌اند. در بخش بعد، خروجی‌های مربوط به اجرای مدل، تبیین شده و به‌دنبال آن، جمع‌بندی و نتیجه‌گیری، و در انتها نیز منابع و مأخذ مقاله ارائه شده است.

۲. مبانی نظری

در ادبیات اقتصاد انرژی، اثر بازگشتی با کمک رابطه $R=(E-A)/E*100$ قابل اندازه‌گیری است که در آن، R اثر بازگشتی، E ذخیره قابل انتظار انرژی ناشی از بهبود کارآیی و A ذخیره واقعی انرژی ناشی از بهبود کارآیی اند. فرض کنیم که یک تولیدکننده با به‌کارگیری دو نهاده سرمایه و کار مفید حاصل از به‌کارگیری انرژی (S)، اقدام به تولید کرده است. نمودار زیر نشان‌دهنده ترکیب نهاده‌ها برای تولید محصول می‌باشد.

---

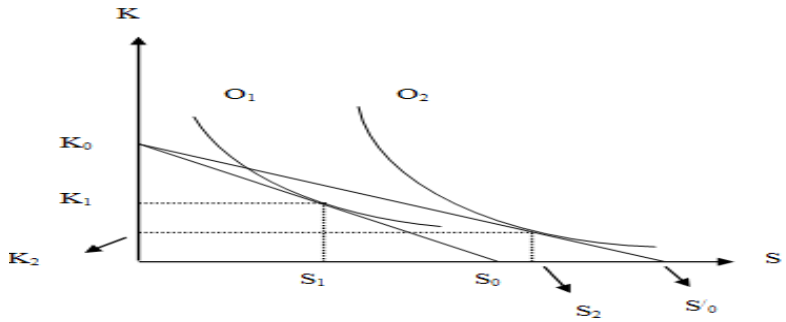
1. Rebound Effect
2. Substitution and Output Effects
3. Direct Rebound Effect
4. Indirect Rebound Effect
5. Sorrell



نمودار ۱. تبادل بین نهاده‌ها در تولید یک کالا یا خدمت

اگر E(s) را مقدار مصرف انرژی ناشی از مقدار s کار مفید فرض کنیم، آنگاه مصرف انرژی در تعادل اولیه برابر با $E(s_1)$ خواهد بود. در صورت بهبود کارآیی انرژی، مصرف انرژی برابر با $E^*(s_1)$ فرض شده و خواهیم داشت: ($E^*(s_1)<E(s_1)$). بدیهی است که در این وضعیت، رابطه $E=\frac{E(S_1)-E^*(S_1)}{E(S_1)}*100$ برقرار بوده و ذخیره انرژی، بیشتر از ذخیره واقعی آن برآورد می‌شود؛ زیرا فرض بر این است که به‌دنبال بهبود کارآیی، مصرف کار مفید (S) بدون تغییر بوده، درحالی‌که واقعیت غیر از این است. برای تبیین نکته اخیر، می‌دانیم که با ثابت در نظر گرفتن قیمت اسمی انرژی، بهبود کارآیی انرژی باعث کاهش قیمت کار مفید شده و مطابق نمودار (۲) خط هزینه به بیرون چرخش پیدا کرده و تعادل جدید شکل می‌گیرد. با این تغییرات، مشخص می‌شود که ذخیره واقعی انرژی طبق رابطه $A=\frac{E(S_1)-E^*(S_2)}{E(S_1)}*100$ به‌دست می‌آید. بنابراین، با جایگذاری روابط مربوط به E و A در رابطه مربوط به R خواهیم داشت:

$$R=\left\{\frac{E-A}{E}\right\}*100=\left\{\frac{E^*(s_2)-E^*(s_1)}{E(s_1)-E^*(s_1)}\right\}*100$$



نمودار ۲. تغییر اولیه در ترکیب نهاده‌ها و مقدار ستانده بدنبال بهبود کارآیی انرژی

۳. پیشینه تحقیق

مطالعات متعددی در داخل و خارج از کشور در مورد اثر بازگشتی انجام گرفته است که حاکی از نکات مهمی است.

گیتلی[1] (۱۹۹۰) در مطالعه خود، با استفاده از داده‌های کشور آمریکا برای دوره زمانی ۱۹۸۸-۱۹۶۶ به تخمین معادله مسافت پیموده شده توسط خودروها و کامیون‌های سبک پرداخته و برآورد کرد که کشش کوتاه‌مدت و بلندمدت برابر با ۰/۰۹- درصد بوده که به معنی اثر بازگشتی ۹ درصد است.

آلان و همکاران[2] (۲۰۰۷) تأثیر افزایش کارآیی مصرف انرژی بر بخش صنعت کشور انگلستان را با به‌کارگیری مدل تعادل عمومی قابل محاسبه بررسی کرده و نتیجه گرفتند که بهبود کارآیی ۵ درصد مصرف انرژی، به اثر بازگشتی ۳۰ الی ۴۰ درصد منجر می‌شود.

هن‌لی، مک گرگور، اسویلز و ترنر (۲۰۰۹) به بررسی تأثیر افزایش کارآیی انرژی بر کیفیت محیط‌زیست و پایداری این وضعیت در کشور اسکاتلند با به‌کارگیری روش CGE پرداختند. نتایج حاکی است که بهبود کارآیی انرژی مصرفی در بخش‌های تولیدی، به اثر بازگشتی منجر شده، ضمن اینکه به‌دنبال بهبود کارآیی انرژی، مصرف انرژی افزایش یافته و نسبت GDP به انتشار CO_2 نیز کاهش می‌یابد.

فریر[3] (۲۰۱۱) اثرات بازگشتی مستقیم و غیرمستقیم ناشی از بهبود کارآیی برق در ایالت کاتالونیای اسپانیا را به کمک ترکیبی از برآورد تابع تقاضای انرژی و مدل‌سازی داده - ستانده برآورد کرد و نشان داد که بهبود کارآیی ۱۰ درصدی انرژی، به اثر بازگشتی ۵۶ درصدی منجر می‌شود.

توماس و آزودو[4] (۲۰۱۳) به برآورد اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارآیی مصرف انرژی مسکونی در آمریکا پرداخته و با استفاده از جدول داده – ستانده سال ۲۰۰۴ نتیجه گرفتند که اثر بازگشتی در حدود ۳۵ درصد است.

کسلر و همکاران[5] (۲۰۱۶) اثر بازگشتی در آلمان را با استفاده از مدل CGE به دو اثر بازگشتی تولیدی و اثر بازگشتی مصرف تجزیه کرده‌اند. نتایج مطالعه ایشان حاکی از سهم مثبت تقاضای نهایی در کل اثر بازگشتی است.

ژو و همکاران[6] (۲۰۱۸) ، اثر بازگشتی ناشی از بهبود کارآیی انرژی صنعتی را برای کشور چین محاسبه کرده و تجزیه اثر بازگشتی گستره اقتصاد را به دو بخش تولیدی و تقاضای نهایی

---

1. Gately
2. Allan *et al.*
3. Freire
4. Thomas & Azevedo
5. Koesler *et al.*
6. Zhou *et al.*

انجام داده‌اند. همچنین اثر بازگشتی بخش‌های تولیدی نیز به اثرات جانشینی و درآمدی تجزیه شده است. نتایج حاکی از آن است که اولاً، اثر بازگشتی ناشی از شوک ۵ درصدی کارآیی، بسته به نوع حامل انرژی متفاوت است؛ ثانیاً، بخش‌های تولیدی برخوردار از بیشترین مصرف انرژی، بیشترین سهم را در اثر بازگشتی دارند.

در مطالعات داخلی، اسماعیل‌نیا و اختیاری (۱۳۹۱)، اثر بازگشتی بهبود راندمان خودروها بر مصرف سوخت را طی دوره زمانی ۱۳۸۸-۱۳۵۵ بررسی کرده و نتیجه گرفته‌اند که اثر بازگشتی بلندمدت بهبود راندمان خودروها در ایران حدود ۹ درصد است.

خوشکلام خسروشاهی (۱۳۹۴)، اثر بازگشتی ناشی از بهبود کارآیی گازوئیل را در بخش‌های مختلف اقتصادی با به‌کارگیری مدل CGE بررسی کرده و نتیجه گرفت که تحت سه سناریوی بهبود کارآیی ۵، ۸ و ۱۰ درصدی مصرف گازوئیل، اثر بازگشتی اقتصاد ایران به ترتیب، برابر با ۴۸، ۳۳ و ۲۶ درصد است.

سلیمیان و همکاران (۱۳۹۵)، اثر بازگشتی ناشی از بهبود کارآیی سوخت‌های فسیلی را با تأکید بر صنایع انرژی‌بر بررسی کرده و نتیجه گرفته‌اند که بهبود کارآیی سوخت‌های فسیلی در صنایع انرژی‌بر، به ایجاد اثر بازگشتی و کاهش تقاضای سوخت‌های فسیلی منجر می‌شود.

دل‌انگیزان و همکاران (۱۳۹۵)، اثر بازگشتی مستقیم ناشی از بهبود کارآیی بنزین و گازوئیل را در قالب مدل تعادل جزئی طی دوره ۱۳۹۳-۱۳۸۳ برای بخش حمل‌ونقل با رویکرد اقتصادسنجی بررسی کرده و نتیجه گرفته‌اند که اثر بازگشتی مستقیم ناشی از بهبود کارآیی بنزین و گازوئیل، به ترتیب ۶ و ۲ درصد است.

۴. روش تحقیق

برای دستیابی به هدف مقاله حاضر و با فرض اعمال شوک ۵ درصد بهبود کارآیی، از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه استفاده می‌شود. دلیل استفاده از مدل CGE[1]، توانایی این نوع مدل‌ها در لحاظ کردن تغییرات همه بخش‌های اقتصادی ناشی از هر شوک برونزایی است. با توجه به اینکه پایه آماری مورد نیاز برای مدل‌سازی تعادل عمومی قابل محاسبه، ماتریس حسابداری اجتماعی (SAM)[2] است، لذا در این مقاله مدل‌سازی بر مبنای SAM1385 (پژوهشکده حمل‌ونقل سابق) صورت گرفته، به‌طوری‌که مشتمل بر ۱۰ فعالیت، ۱۱ کالا و خدمت، خانوارها، دولت، شرکت‌ها و دنیای خارج است. ماتریس حسابداری اجتماعی مذکور در قالب ساخت و جذب بوده و یکی از بارزترین ویژگی‌های آن، تفکیک بخش حمل‌ونقل به تفکیک جاده‌ای، ریلی، آبی و هوایی است.

1. Computable General Equilibrium (CGE)
2. Social Accounting Matrix (SAM)

همچنین دیگر ویژگی این ماتریس، تفکیک فرآورده‌های نفتی به تفکیک بنزین، گازوئیل و نفت کوره و سایر فرآورده‌ها است. ۱۰ فعالیت تولیدی ماتریس حسابداری اجتماعی عبارتند از: کشاورزی، ماهیگیری، شکار و جنگلداری؛ معادن؛ صنایع غذایی، آشامیدنی و دخانیات؛ پالایشگاه‌ها؛ سایر صنایع؛ حمل‌ونقل ریلی؛ حمل‌ونقل جاده‌ای؛ حمل‌ونقل آبی؛ حمل‌ونقل هوایی و سایر خدمات. ۱۱ کالا و خدمت نیز عبارتند از: محصولات کشاورزی، ماهیگیری، شکار و جنگلداری؛ محصولات معادن؛ محصولات صنایع غذایی، آشامیدنی و دخانیات؛ بنزین؛ سایر فرآورده‌های نفتی؛ محصولات سایر صنایع؛ خدمات حمل‌ونقل ریلی؛ خدمات حمل‌ونقل جاده‌ای؛ خدمات حمل‌ونقل آبی؛ خدمات حمل‌ونقل هوایی و سایر خدمات.

برای کالیبره کردن پارامترهای مدل CGE نیز از کشش‌های استفاده شده در مطالعات مختلف داخلی بهره گرفته شده است. معادلات مربوط به مدل CGE در چهار بلوک تولید، تجارت خارجی، نهادها، سرمایه‌گذاری و قیود به‌شرح زیر می‌باشند.

الف) بلوک تولید

جدول (۱) شامل معادلات بلوک تولید است که مربوط به مدل استاندارد لافگرن و همکاران[1] (۲۰۰۲) بوده و در آن a نماد فعالیت و c نماد کالا است. سایر علائم عبارتند از: QVAE نهاده کل انرژی- ارزش افزوده، QINTA کل نهاده واسطه‌ای، $PINTA_a$ قیمت نهاده واسطه‌ای، $PVAE_a$ قیمت ارزش‌افزوده- انرژی، PAD_a قیمت کل تولید فعالیت aام، $\alpha_{c,a}^{int}$ ضرایب فنی مربوط به ماتریس مبادلات بین بخشی، QINTc,a مقدار نهاده واسطه‌ای cام مورد استفاده در فعالیت aام، QVA_a ارزش افزوده، QVE_a کل انرژی، PVA_a قیمت ارزش افزوده، PEE_a قیمت کل انرژی، $QF_{f,a}$ عامل تولید fام به‌کار رفته در فعالیت aام، WF_f متوسط پرداختی به عامل تولید fام در کل اقتصاد، WFDIST شاخص انحراف دستمزد، $QFE_{e,a}$ فرآورده نفتی eام به‌کار رفته در فعالیت aام، η_e پارامتر معرف بهبود کارآیی و $PDE_{e,a}$ قیمت حامل انرژی eام بکار رفته در فعالیت aام.

جدول ۱. معادلات بلوک تولید

$AD_a = \alpha_a \left[\delta_a QVAE_a^{-\rho_a} + (1-\delta_a) QINTA_a^{-\rho_a} \right]^{\frac{-1}{\rho_a}}$
$\frac{QVAE_a}{QINTA_a} = \left[\frac{\delta_a}{1-\delta_a} \cdot \frac{PINTA_a}{PVAE_a} \right]^{\frac{1}{1+\rho_a}}$
$PAD_a \cdot AD_a = PVAE_a \cdot QVAE_a + PINTA_a \cdot QINTA_a$

1. Lofgren *et al.*

$QINT_{c,a} = \alpha_{c,a}^{\text{int}} \cdot QINTA_a$
$QVAE_a = \alpha_a^{vae}\left[\delta_a^{vae} QVA_a^{-\rho_a^{vae}} + (1-\delta_a^{vae}) QVE_a^{-\rho_a^{vae}}\right]^{\frac{-1}{\rho_a^{vae}}}$
$\frac{QVA_a}{QVE_a} = \left[\frac{\delta_a^{vae}}{1-\delta_a^{vae}} \cdot \frac{PEE_a}{PVA_a}\right]^{\frac{1}{1+\rho_a^{vae}}}$
$PVAE_a \cdot QVAE_a = PVA_a \cdot QVA_a + PEE_a \cdot QVE_a$
$QVA_a = \alpha_a^{va}\left[\sum_f \delta_{f,a}^{va} QF_{f,a}^{-\rho_a^{va}}\right]^{\frac{-1}{\rho_a^{va}}}$
$WF_f \cdot \overline{WFDIST_{f,a}} = PVA_a \cdot QVA_a\left[\sum_f \delta_{f,a}^{va} QF_{f,a}^{-\rho_a^{va}}\right]^{-1} \cdot \delta_{f,a}^{va} \cdot QF_{f,a}^{-\rho_a^{va}-1}$
$QVE_a = \alpha_a^{ve}\left[\sum_e \delta_{e,a}^{ve} \cdot (\frac{1}{\eta_e} \cdot QFE_{e,a})^{-\rho_a^{ve}}\right]^{\frac{-1}{\rho_a^{ve}}}$
$QFE_{e,a} = QVE_a \cdot \left[\frac{PDE_{e,a}}{PEE_a} \cdot \frac{(\alpha_a^{ve})^{\rho_a^{ve}}}{\delta_{e,a}^{ve}} \cdot (\frac{1}{\eta_e})^{\rho_a^{ve}}\right]^{\frac{-1}{1+\rho_a^{ve}}}$
$PEE_a \cdot QVE_a = \sum_e PDE_{e,a} \cdot QFE_{e,a}$

ب) بلوک تجارت خارجی

جدول (۲) شامل معادلات بلوک تجارت خارجی بوده و علائم عبارتند از: XD تولید داخلی، QD محصول در بازار داخلی، QE صادرات، PD قیمت کالای عرضه شده در داخل، PX قیمت کالای تولیدشده، PE قیمت کالای صادراتی، PWE قیمت جهانی کالا، EXR نرخ ارز، te نرخ مالیات بر صادرات، P_c قیمت کالای مرکب، X_c مقدار کالای مرکب، PM قیمت کالای وارداتی، QM مقدار کالای وارداتی، tq نرخ مالیات بر فروش کالای cام، sq نرخ سوبسید بر فروش کالای cام، tm نرخ تعرفه وارداتی، sm نرخ سوبسید وارداتی و PWM قیمت جهانی واردات کالای cام.

جدول ۲. معادلات بلوک تجارت خارجی

$XD_c = B_c\left[\gamma_c \cdot QE_c^{\rho_c^T} + (1-\gamma_c) \cdot QD_c^{\rho_c^T}\right]^{\frac{1}{\rho_c^T}}$
$PX_c \cdot XD_c = PE_c \cdot QE_c + PD_c \cdot QD_c$
$\frac{QE_c}{QD_c} = \left[\frac{1-\gamma_c}{\gamma_c} \cdot \frac{PE_c}{PD_c}\right]^{\frac{1}{\rho_c^T-1}}$

$PE_c = PWE_c \cdot EXR \cdot (1 - te_c)$
$P_c \cdot X_c = PM_c \cdot QM_c + (PD_c \cdot QD_c) \cdot (1 + tq_c + sq_c)$
$X_c = D_c \left[\psi_c \cdot QM_c^{-\rho_c^c} + (1 - \psi_c) \cdot QD_c^{-\rho_c^c} \right]^{\frac{-1}{\rho_c^c}}$
$\frac{QM_c}{QD_c} = \left[\frac{\psi_c}{1 - \psi_c} \cdot \frac{PD_c}{PM_c} \right]^{\frac{1}{\rho_c^c + 1}}$
$PM_c = PWM_c \cdot EXR \cdot (1 + tm_c + sm_c)$

ج) بلوک نهادها

جدول (۳) شامل معادلات بلوک نهادها (خانوارها، شرکت‌ها، دولت و دنیای خارج) بوده و علائم عبارتند از: $YIF_{INSD,f}$ درآمد نهاد INSDام (خانوار، شرکت‌ها و دولت) از عامل تولید fام، mm سهم هر نهاد از درآمد عامل تولید fام، trnsfr پرداخت انتقالی، TRANS پرداخت انتقالی بین نهادی، MPS میل نهایی به پس‌انداز نهادی، tins نرخ مالیات، YI درآمد نهادهای داخلی غیردولتی، $QH_{c,h}$ مقدار مصرف خانوار hام از کالای cام، YG درآمد دولت، EG مخارج دولت و QG_c مصرف دولت از کالای cام.

جدول ۳. معادلات بلوک نهادها

$YIF_{INSD,f} = mm_{INSD,f} \cdot ((\sum_a WF_f \cdot \overline{WFDIST_{f,a}} \cdot QF_{f,a}) - trnsfr_{ROW,f} \cdot EXR)$
$TRANS_{INSDNG,INSDNG'} = S_{NSDNG,INSDNG'} \cdot (1 - MPS_{INSDNG'}) \cdot (1 - tins_{INSDNG'}) \cdot YI_{INSDNG'}$
$YI_{INSDNG} = \sum_f YIF_{INSDNG,f} + \sum_{INSDNG'} TRANS_{INSDNG,INSDNG'} + trnsfr_{INSDNG,gov} + trnsfr_{INSDNG,ROW} \cdot EXR$
$YI_h = \sum_f YIF_{h,f} + trnsfr_{h,gov} + trnsfr_{h,enter} + trnsfr_{h,ROW} \cdot EXR$
$QH_{c,h} = \frac{\beta_{c,h} \cdot (1 - MPS_h) \cdot (1 - tins_h) \cdot YI_h}{P_c}$
$YG = \sum_{INSDNG} tins_{INSDNG} \cdot YI_{INSDNG} + \sum_f YIF_{gov,f} + \sum_c tq_c (PM_c \cdot QM_c + PD_c \cdot QD_c)$ $- \sum_c sq_c (PM_c \cdot QM_c + PD_c \cdot QD_c) + \sum_c tm_c \cdot EXR \cdot PWM_c \cdot QM_c$ $+ \sum_c te_c \cdot EXR \cdot PWE_c \cdot QE_c - \sum_c sm_c \cdot EXR \cdot PWM_c \cdot QM_c + EXR \cdot trnsfr_{gov,ROW}$ $+ trnsfr_{gov,enter}$
$EG = \sum_{INSDNG} trnsfr_{INSDNG,gov} + \sum_c P_c \cdot QG_c$

د) بلوک سرمایه‌گذاری

جدول (۴) شامل معادلات بلوک سرمایه‌گذاری بوده و علائم عبارتند از: QINV مقدار تقاضای سرمایه‌گذاری، qinv مقدار اولیه سرمایه‌گذاری، CPI شاخص قیمت مصرف‌کننده و w_c وزن کالاها.

جدول ۴. معادلات بلوک سرمایه‌گذاری

$QINV_c = \overline{IADJ} \cdot qinv_c$
$CPI = \sum_c w_c \cdot P_c$

ه) بلوک قیود

قیدهای مدل CGE مجموعه معادلاتی هستند که در کنترل کارگزاران اقتصادی نبوده و برای حفظ تعادل در اقتصاد به‌کار گرفته می‌شوند. در بلوک قیود، تعادل بخش دولت از برابری درآمد و خارج، تعادل بخش خارجی بر اساس معادله تراز حساب جاری، تعادل در بازار کالاها و خدمات از برابری کل پس‌انداز با کل سرمایه‌گذاری، تعادل در بازار کالاهای مرکب از برابری عرضه و تقاضای کالاهای مرکب و نهایتاً، تعادل بازار عوامل تولید از برابری عرضه و تقاضای عوامل تولید حاصل می‌شوند.

با توجه به متکی بودن کالیبراسیون مدل به مقادیر کشش‌های مختلف، جدول (۵) نشان‌دهنده مهم‌ترین مقادیر کشش‌های به‌کار گرفته شده در مدل است.

جدول ۵. مقادیر مختلف کشش

کشش جانشینی بین نیروی کار و سرمایه	۰/۷
کشش جانشینی بین نهاده‌های واسطه‌ای	۰
کشش جانشینی بین بنزین و سایر فرآورده‌های نفتی	۰/۸
کشش تابع آرمینگتون	۲
کشش تابع تبدیل	۰/۵

مأخذ: یافته‌های تحقیق از مطالعات مختلف

۴-۱. فرمول اندازه‌گیری و تجزیه اثر بازگشتی

روش محاسبه و تجزیه اثر بازگشتی، مبتنی بر مطالعه ژو و همکاران (۲۰۱۸) است. اگر بهبود کارآیی با نماد γ و اثر بازگشتی گستره اقتصاد با نماد R نشان داده شوند، آنگاه اثر بازگشتی گستره اقتصاد از رابطه $R = \left[1 + \frac{\dot{E}}{\gamma}\right] \times 100$ قابل اندازه‌گیری است؛ به‌طوری‌که $\dot{E}$ درصد

تغییرات مصرف انرژی است. درصورتی‌که γ منحصر به یک بخش مشخص همانند بخش‌های تولیدی باشد، به معنی بهبود کارآیی در بخش تولید بوده و اندازه‌گیری اثر بازگشتی گستره اقتصاد به‌صورت $R=\left[1+\frac{\dot{E}}{\alpha\gamma}\right]\times 100$ خواهد بود که در آن، α سهمی از مصرف انرژی است که توسط بهبود کارآیی انرژی متاثر می‌شود. α با نسبت مصرف انرژی بخش تولید به کل مصرف انرژی اقتصاد اندازه‌گیری می‌شود ($\frac{E_P}{E}$)؛ که p نماد بخش‌های ۱۰ گانه تولیدی است.

برای اندازه‌گیری اثر بازگشتی مربوط به بخش jام نیز از رابطه $R_j=\left[1+\frac{\dot{E}_j}{\gamma}\right]\times 100$ استفاده می‌شود که در آن، $\dot{E}_j$ تغییر مصرف انرژی بخش jام است. بعد از اندازه‌گیری اثر بازگشتی گستره اقتصاد (R) و اثر بازگشتی بخش jام (R_j)، در مرحله دوم، به‌دنبال تجزیه اثر بازگشتی گستره اقتصاد به تفکیک بخش‌های تولیدی و تقاضای نهایی (تجزیه در سطح کلان) و به تفکیک اثرات جانشینی و تولیدی (تجزیه در سطح بخش‌های تولیدی)، هستیم. برای تجزیه در سطح کلان و با بازنویسی رابطه $R=\left[1+\frac{\dot{E}}{\alpha\gamma}\right]\times 100$، داریم:

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

تغییرات انتظاری و تغییرات واقعی مصرف انرژی در کل اقتصاد، به‌صورت روابط زیر هستند که در آنها، Z_j درصد تغییر در مصرف واقعی انرژی بخش jام و C مصرف نهایی (خانوار (H)، دولت (G)، سرمایه‌گذاری (I)، صادرات (EX) و موجودی انبار (S)) است.

$$\Delta E^{*}=\sum_{j\in p}\Delta E_j^{*}=\sum_{j\in p}(-\gamma)E_j=(-\gamma)E_p \qquad (۲)$$

$$\Delta E=\sum_{j\in p}\Delta E_j+\Delta E_c=\sum_{j\in p}z_jE_j+(\Delta E_H+\Delta E_G+\Delta E_I+\Delta E_{EX}+\Delta E_S) \qquad (۳)$$

با جایگذاری دو رابطه اخیر در (۱) داریم:

$$R=\frac{\sum_{j\in p}\gamma E_j+\sum_{j\in p}z_jE_j+\Delta E_c}{\gamma E_p}\times 100=\left[\sum_{j\in p}\frac{(\gamma+z_j)}{\gamma}\times\frac{E_j}{E_p}\times 100\right]+\left[\frac{\Delta E_c}{\gamma E_p}\times 100\right] \qquad (۴)$$

با جاگذاری $R_j=\left[1+\frac{z_j}{\gamma}\right]\times 100$ در رابطه (۴) و با فرض $R'_j=R_j\times\frac{E_j}{E_p}$ (اثر بازگشتی وزنی بخش jام)، تجزیه اثر بازگشتی گستره اقتصاد (تجزیه در سطح کلان)، عبارت است از:

$$R=\left(\left[\sum_{j\in p}R'_j\right]+\left[\frac{\Delta E_c}{\gamma E_p}\right]\right)\times 100 \qquad (۵)$$

بعد از تجزیه در سطح کلان، تجزیه در سطح بخش‌های تولیدی (اثرات جانشینی و تولیدی) تبیین می‌گردد. بر مبنای مطالعه ژو و همکاران (۲۰۱۸)، معادله تقاضای خطی‌شده نهاده انرژی iام در بخش jام به‌صورت رابطه (۶) نوشته می‌شود که در آن، z_{ij} درصد تغییرات مصرف انرژی iام در بخش jام، γ_{ij} بهبود کارآیی انرژی iام در بخش jام، x_j درصد تغییرات ستانده بخش jام، σ_j کشش جانشینی بین بنزین و سایر فرآورده‌های نفتی در بخش jام، p_{ij} درصد تغییرات قیمت انرژی iام در بخش jام و S_{ij} سهم هزینه‌ای انرژی iام از کل هزینه‌های انرژی بخش jام است.

$$z_{ij}+\gamma_{ij}=x_j-\sigma_j\left[(p_{ij}-\gamma_{ij})-\sum_i S_{ij}(p_{ij}-\gamma_{ij})\right] \qquad (۶)$$

با توجه به معادله (۶)، اثر بازگشتی بخش تولیدی jام ناشی از بهبود کارآیی انرژی iام، عبارت از رابطه (۷) است که در آن، نخستین عبارت سمت راست، نشان‌دهنده اثر تولیدی می‌باشد. دومین عبارت سمت راست، حاکی از اثر جانشینی بوده و بر اساس کشش جانشینی، سهم هزینه‌ها و قیمت‌های نسبی انواع انرژی محاسبه می‌شود.

$$R_{ij}=\left[\frac{z_{ij}+\gamma_{ij}}{\gamma_{ij}}\right]\times 100=\left\{\frac{x_j}{\gamma_{ij}}\times 100\right\}+\left\{\frac{-\sigma_j\left[(p_{ij}-\gamma_{ij})-\sum_i S_{ij}(p_{ij}-\gamma_{ij})\right]}{\gamma_{ij}}\times 100\right\} \qquad (۷)$$

۵. خروجی‌های اجرای مدل

در این مقاله، فرض کردیم که شوک ۵ درصدی بهبود کارآیی در مصرف "بنزین" و "سایر فرآورده‌های نفتی" مد نظر باشد؛ بنابراین، جدول (۶) نشان‌دهنده میزان بهبود کارآیی در کل اقتصاد (γ)، سهم مصرف انرژی همه بخش‌های تولیدی از مصرف آن انرژی در کل اقتصاد (α) و نهایتاً، ذخیره انتظاری انرژی در بخش تولید ($\gamma\alpha$) است.

جدول ۶. حالت‌های مختلف بهبود کارآیی انرژی در بخش‌های تولیدی

شرح	γ	α	$\alpha\gamma$
بنزین	٪۵	٪۴۰	٪ ۲
سایر فرآورده‌های نفتی	٪۵	٪۸۴	٪ ۴/۲

مأخذ: ماتریس حسابداری اجتماعی و محاسبات تحقیق

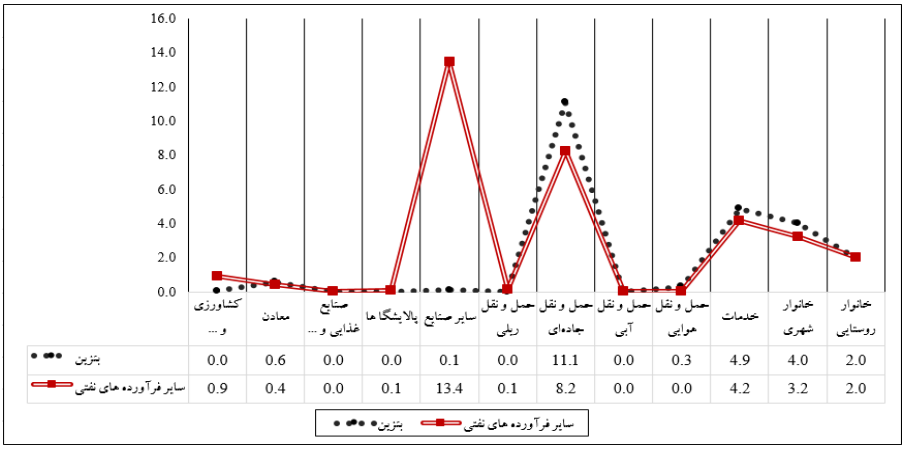
جدول (۷)، نشان‌دهنده اثر بازگشتی گستره اقتصاد مربوط به «بنزین» و «سایر فرآورده‌های نفتی» در نتیجه بهبود ۵ درصدی کارآیی مصرف آنها است. اثر بازگشتی ۲۳ درصدی «بنـزین» به این معنی است که با بهبود ۵ درصدی کارآیی مصرف «بنزین» در بخش‌های تولیدی، انتظـار بر این بود که مصرف بنزین در کل اقتصاد معادل ۲ درصد کاهش یابد، اما در واقعیـت کمتـر از ۲ درصد کاهش یافته، به‌طوری‌که به اثر بازگشتی ۲۳ درصدی منجر شده اسـت. اثـر بازگشـتی ۳۳ درصدی «سایر فرآورده‌های نفتی» نیز به این معنی است که بـا بهبـود ۵ درصـدی کـارآیی مصرف «سایر فرآورده‌های نفتی» در بخش‌های تولیدی، انتظار بر این بود که مصرف آنها در کل اقتصاد، معـادل ۴/۲ درصـد کـاهش یابـد، امـا در واقعیـت کمتـر از ۴/۲ درصـد کـاهش یافتـه، به‌طوری‌که منجر به اثر بازگشتی ۳۳ درصدی شده است.

جدول۷. اثر بازگشتی گستره اقتصاد (درصد)

شرح	بنزین	سایر فرآورده‌های نفتی
اثر بازگشتی	۲۳	۳۳

مأخذ: محاسبات تحقیق

با توجه به آنچه که در بخش روش تحقیق گفتـه شـد، شـکل‌گیـری اثـر بازگشـتی گسـتره اقتصاد را می‌توان در سطح کلان تجزیه کرد؛ به‌طوری‌که اثر بازگشـتی بـه تفکیـک بخـش‌هـای تولیدی و اجزای تقاضای نهایی، تبیین گردد. نمودار (۳) نشان‌دهنده تجزیه اثر بازگشتی گستره اقتصاد در سطح کلان می‌باشد.



نمودار ۳. تجزیه اثر بازگشتی گستره اقتصاد در سطح کلان (درصد)

مأخذ: محاسبات تحقیق

مطابق نمودار، ملاحظه می‌گردد که در مورد «بنـزین»، از اثـر بازگشـتی ۲۳ درصـدی ایـن فرآورده نفتی، حدود ۱۱/۱ درصد مربـوط بـه بخـش "حمـل‌ونقـل جـاده‌ای" بـوده (سـهم ۴۸ درصدی) و حدود ۴/۹ درصد مربوط به بخش "خدمات" است (سهم ۲۱ درصدی). بعـد از ایـن دو بخش نیز، بخش‌های "خانوارهای شـهری" و "خانوارهـای روسـتایی" بـه ترتیـب، بـا ۴ و ۲ درصد دارای بیشترین سهم (به ترتیب برابـر بـا ۱۷ و ۹ درصـد) از اثـر بازگشـتی ۲۳ درصـدی هستند. در تحلیل سهم‌های مذکور، باید اشاره کرد که مطابق انتظار، بخش‌هـایی کـه وابسـتگی بیشتری به «بنزین» و «سایر فرآورده‌های نفتی» دارند، سهم بیشتری از اثر بازگشتی را نیـز بـه خود اختصاص داده‌اند؛ به‌طوری‌که "حمل‌ونقل جاده‌ای" که در بین بخش‌های مختلف تولیـدی بیشترین وابستگی را به بنزین دارد، از بیشترین سهم (۴۸ درصد) در اثر بازگشتی ۲۳ درصـدی نیز برخوردار است. این استدلال، به این معنی است که بخش‌های تولیدی بـا بیشـترین مصـرف بنزین، بیشترین نفع را از بهبود کارآیی خواهند برد؛ زیرا این بخـش‌هـا وابسـتگی بیشـتری بـه بنزین در قیاس با سایر بخش‌ها داشـته و لـذا، بهبـود کـارآیی بنـزین باعـث ذخیـره زیـادی در هزینه‌های این بخش‌ها شده و از طریق افزایش تقاضای بنزین، تلاش در گسـترش تولیـد خـود می‌کنند.

مشابه آنچه که در مورد «بنزین» ذکر گردید، در مورد «سایر فـرآورده‌هـای نفتـی» نیـز بـا توجه به نمودار (۳) قابل بیان است؛ به‌طوری‌که در مورد «سایر فرآورده‌هـای نفتـی»، بیشـترین سهم از اثر بازگشتی ۳۳ درصدی متعلق به بخش "سایر صنایع" با ۴۱ درصد بوده و بعـد از آن، بخش "حمل‌ونقل جاده‌ای" با ۲۵ درصد قرار دارد.

نتیجه‌گیـری دیگـر مقالـه مربـوط بـه تجزیـه اثـر بازگشـتی (محاسـبه شـده طبـق رابطـه $R_j = \left[1+\frac{z_j}{\gamma}\right]\times 100$) بخش‌های تولیدی به تفکیک اثر جانشینی و اثر تولیدی می‌باشد کـه در قالب نمودار (۴) و در مورد بنزین، نشان داده شده است.

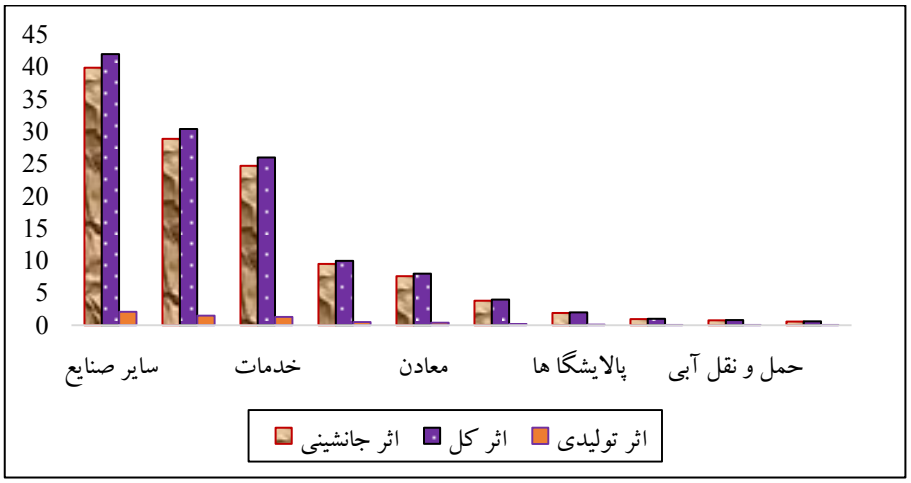
با توجه به نمودار (۴) که اثر کل را همراه بـا اثـرات جانشـینی و تولیـدی نشـان مـی‌دهـد، ملاحظه می‌گردد که اثر بازگشتی مربوط به بنزین در بخش‌های مختلف تولیدی عمـدتاً توسـط اثر جانشینی توضیح داده شده و اثر تولیدی بسـیار نـاچیز اسـت کـه دلیـل آن را مـی‌تـوان در محدود بودن توانایی بخش‌های تولیدی برای تغییر موجـودی سـرمایه در کوتـاه‌مـدت جسـتجو کرد؛ زیرا فعالیت‌های تولیدی در دوره زمانی کوتاه‌مدت دارای موجـودی سـرمایه ثابـت بـوده و نمی‌توانند از مزایای بهبود کارآیی انرژی به‌طور کامل جهت افزایش تولید بهره‌مند شوند؛ اما این وضعیت در بلندمدت متفاوت خواهد بود[1].

1. Saunders, 2013

مطابق نمودار (۴) و به عنوان نمونه در مورد بخش "حمل‌ونقل جاده‌ای"، ملاحظه می‌گردد که از اثر بازگشتی ۲۲ درصدی این بخش، ۲۰/۹ درصد اثر جانشینی بوده و تنها ۱/۱ درصد، اثر تولیدی است.

نمودار ۴. تجزیه اثر بازگشتی بنزین در سطح بخش‌های تولیدی (درصد)

مأخذ: محاسبات تحقیق



نمودار۵ . تجزیه اثر بازگشتی سایر فرآورده‌های نفتی در سطح بخش‌های تولیدی (درصد)

مأخذ: محاسبات تحقیق

نمودار (۵)، نشان‌دهنده تجزیه اثر بازگشتی مربوط به «سایر فرآورده‌های نفتی» در بخش‌های تولیدی به تفکیک اثرات جانشینی و تولیدی بوده و به عنوان نمونه در مورد بخش

"سایر صنایع"، ملاحظه می‌گردد که از اثر بازگشتی ۴۲ درصدی این بخش، ۳۹/۹ درصد اثر جانشینی بوده و تنها ۱/۱ درصد، اثر تولیدی است.

در انتهای این بخش، قابل ذکر است که تحلیل حساسیت جهت اعتبارسنجی مدل CGE با به‌کارگیری مقادیر مختلف کشش انجام شده و نتایج حاصل از تحلیل حساسیت مدل تعادل عمومی، حاکی از معتبر بودن مدل است.

۶. جمع‌بندی و توصیه سیاستی

بنزین در کنار سایر فرآورده‌های نفتی از مهم‌ترین حامل‌های انرژی محسوب می‌شوند که اهمیت آنها در بخش حمل‌ونقل و به تبع آن در اقتصاد ایران، بر کسی پوشیده نیست. با توجه به اینکه متوسط مصرف فرآورده‌های نفتی بویژه بنزین در کشور در قیاس با متوسط جهانی به مراتب بالاتر است، لذا به‌کارگیری سیاست‌هایی برای کاهش مصرف آنها از جمله بهبود کارآیی، ضرورتی انکارناپذیر است که در مطالعه حاضر، اثرات ناشی از سیاست بهبود ۵ درصدی در کارآیی مصرف «بنزین» و «سایر فرآورده‌های نفتی» در قالب مدل CGE و به‌صورت دو مرحله‌ای بررسی گردید؛ به‌طوری‌که ضمن اندازه‌گیری اثر بازگشتی ناشی از بهبود کارآیی، تجزیه اثر بازگشتی در سطح کلان و بخشی انجام گرفت. نتایج، حاکی از آن است که به‌دنبال اعمال شوک ۵ درصد مربوط به بهبود کارآیی "بنزین" و "سایر فرآورده‌های نفتی" در قالب مدل CGE، کل اثر بازگشتی "بنزین" برابر با ۲۳ درصد و کل اثر بازگشتی "سایر فرآورده‌های نفتی" برابر با ۳۳ درصد است. نتایج مربوط به تفکیک اثر بازگشتی گستره اقتصاد در مورد "بنزین" در سطح کلان، حاکی از آن است که بخش‌های مختلف شامل بخش‌های تولیدی و اجزای تقاضای نهایی، سهم‌های مختلفی از کل اثر بازگشتی محاسبه شده را دارند؛ به‌طوری‌که بخش "حمل‌ونقل جاده‌ای" به تنهایی با سهم ۴۸ درصدی، بیشترین نقش را در شکل‌گیری اثر بازگشتی ۲۳ درصدی داشته است. بعد از این بخش، بیشترین سهم مربوط به بخش "خدمات" است. دلیل شکل‌گیری چنین سهم‌هایی برای فعالیت‌های "حمل‌ونقل جاده‌ای" و "خدمات"، مربوط به سهم بالای این دو فعالیت از کل مصرف بنزین بخش تولید اقتصاد است.

نتایج مربوط به تجزیه اثر بازگشتی «بنزین» و «سایر فرآورده‌های نفتی» در سطح بخشی که طی آن، اثر بازگشتی هر کدام از فعالیت‌های تولیدی به دو اثر جانشینی و تولیدی تجزیه شده، حاکی از آن است که اثر بازگشتی «بنزین» و «سایر فرآورده‌های نفتی» در بخش‌های مختلف تولیدی، عمدتاً توسط اثر جانشینی توضیح داده شده و اثر تولیدی بسیار ناچیز است که دلیل آن، مربوط به محدود بودن توانایی بخش‌های تولیدی برای تغییر موجودی سرمایه در کوتاه‌مدت می‌باشد؛ زیرا فعالیت‌های تولیدی در دوره زمانی کوتاه‌مدت دارای موجودی سرمایه ثابت بوده و نمی‌توانند از مزایای بهبود کارآیی انرژی به‌طور کامل جهت افزایش تولید بهره‌مند شوند؛ اما این وضعیت در بلندمدت، متفاوت خواهد بود.

با توجه به نتایج حاصل از مقاله، ملاحظه گردید که بخش‌های با بیشترین مصرف بنزین (بخش‌های انرژی‌بر) دارای بیشترین اثر بازگشتی نیز هستند؛ بنابراین، توصیه می‌شود که سیاستگذاران کشور در کنار به‌کارگیری سیاست‌های بهبود کارآیی به قصد مدیریت تقاضای بنزین، از سیاست‌های مکمل نیز استفاده کنند؛ به‌طوری‌که تا حد امکان بتوانند اثر بازگشتی ناشی از بهبود کارآیی مصرف انرژی را کنترل کنند.

منابع

- اسماعیل‌نیا، علی‌اصغر و اختیاری، سارا. (۱۳۹۱). بررسی میزان اثرات بازگشتی بهبود راندمان خودروها بر مصرف سوخت. *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، سال نهم، شماره ۳۴: ۲۱۳-۱۸۵.
- خوشکلام خسروشاهی، موسی. (۱۳۹۴). اثرات بازگشتی مربوط به بخش‌های اقتصادی و خانوارها در نتیجه ارتقاء کارآیی مصرف گازوئیل. *فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، ۲۳(۷۴): ۵۴-۳۱.
- دل‌انگیزان، سهراب؛ خانزادی، آزاد و حیدریان، مریم. (۱۳۹۵). برآورد و تحلیل اثرات بازگشتی مستقیم ناشی از بهبود کارآیی مصرف سوخت در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای ایران. *فصلنامه مطالعات اقتصاد کاربردی ایران*، سال ششم، شماره ۲۱: ۱۷۲-۱۴۹.
- سلیمیان، زهره؛ بزازان، فاطمه و موسوی، میرحسین. (۱۳۹۶). اثرات بهبود کارآیی سوخت‌های فسیلی در صنایع انرژی‌بر: رویکرد تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پویای بین زمانی. *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، سال ششم، شماره ۲۱: ۲۰۰-۱۶۳.

- Allan, G., Hanley, N., McGregor, P., Swales, K., & Turner, K. (2007). The impact of increased efficiency in the industrial use of energy: A computable general equilibrium analysis for the United Kingdom. *Energy Economics*, *29*(4), 779-798.
- Delangizan, S., Khanzadi, A., & Heidarian, M. (2015). Estimation and analysis of direct rebound effects caused by improving fuel consumption efficiency in Iran's transportation and transportation sector. *Journal of Applied Economics Studies*, 6(21), 149-172 (In Persian).
- Esmailnia, A. & Ekhtiari, S. (2012). Investigating the Rebound Effects of Improving Vehicle Efficiency on Fuel Consumption. *Quarterly Journal of Energy Economics*, 9(34), 185-213 (In Persian).
- Freire, J. (2011). Methods to empirically estimate direct and indirect rebound effect of energy-saving technological changes in households. *Ecological Modelling*, *223*(1), 32-40.
- Gately, D. (1990). The US Demand for highway traveled and motor fuel. *Energy Journal*, 11(3), 59-73.
- Khoshkalam Khosroshahi, M. (2015). The rebound effects of economic sectors and households as a result of improving the efficiency of diesel consumption. *Quarterly Journal of Economic Research and Policy*, 23(74), 31-54 (In Persian).

- Koesler, S., Swales, K., & Turner, K. (2016). International spillover and rebound effects from increased energy efficiency in Germany. *Energy Econ*, 54, 444-52.
- Lofgren, H., Harris, R. L., & Robinson, S. (2002). *A standard computable general equilibrium (CGE) model in GAMS* (Vol. 5). Intl Food Policy Res Inst.
- Salimian, Z., Bazzazan, F., & Mousavi, M. (2016). The Effects of Improving the Efficiency of Fossil Fuels in the Energy Industry: A Total Time-Effective Dynamic Calculating Balance Approach. *Iranian Energy Economics Researches*, Vol. 6, No. 21: 163-200 (In Persian).
- Saunders, H. D. (2013). Historical evidence for energy efficiency rebound in 30 US sectors and a toolkit for rebound analysts. *Technological Forecasting and Social Change*, *80*(7), 1317-1330.
- Sorrell, S. (2009). Jevon's paradox revisited: the evidence for backfire from improved energy efficiency. *Energy Policy*, 3, 1456-69.
- Thomas, B. & Azevedo, I. (2013). Estimating direct and indirect rebound effects for U.S. households with input-output analysis. Part 2: Simulation. *Ecological Economics*, 86, 188-198.
- Zhou, M., Liu, Y., Feng, S., Liu, Y., & Lu, Y. (2018). Decomposition of rebound effect: An energy-specific, general equilibrium analysis in the context of China. *Applied Energy*, *221*, 280-298.

پیوست

برای تبیین اعتبارسنجی مدل با توجه کثرت متغیرها، صرفاً "ستانده بخشی" آورده شده و با توجه به ارقام ستون دوم، مدل طراحی شده از اعتبار برخوردار است.

اعتبارسنجی مدل CGE

نام بخش تولیدی	تفاوت بین ستانده بخشی قبل از اجرای مدل و بعد از اجرای اولیه آن (میلیارد ریال)
کشاورزی، ماهیگیری، شکار و جنگلداری	۰/۹۸۰
معادن	۰/۸۵۱
صنایع غذایی، آشامیدنی و دخانیات	۱/۱۰۱
پالایشگاه‌ها	۰/۷۹۲
سایر صنایع	۱/۱۲۸
حمل‌ونقل ریلی	۱/۰۱۴
حمل‌ونقل جاده‌ای	۰/۹۵۲
حمل‌ونقل آبی	۱/۲۱۲
حمل‌ونقل هوایی	۰/۹۷۳
سایر خدمات	۱/۳۱۰

مأخذ: خروجی نرم‌افزار GAMS 23.6