

دوفصلنامه سیاست‌گذاری پیشرفت اقتصادی دانشگاه الزهرا(س)  
سال ششم، شماره 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<sup>۱</sup>

موسی خوشکلام خسروشاهی<sup>۲</sup>

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 به صورت کمی 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 حمل‌ونقل، 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 اژانس بین‌المللی انرژی (IEA)<sup>۱</sup>، 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<sup>۲</sup> 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»<sup>۱</sup> نامیده شده است.

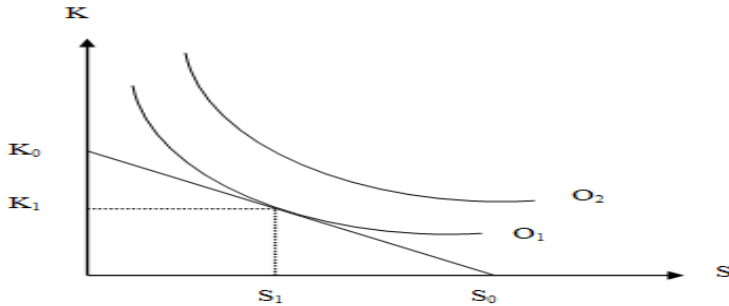
رویکرد بهبود کارایی انرژی، در بسیاری از کشورها به قصد مدیریت تقاضای انرژی پیگیری می‌شود؛ به طوری که مطالعات متعددی در کشورهای مختلف انجام شده است تا اثرات ناشی از بهبود کارایی انرژی را ارزیابی کرده و اثر بازگشتی ناشی از بهبود کارایی انرژی را اندازه‌گیری کنند. در ایران نیز مطالعات مختلفی در این زمینه انجام گرفته، اما مقاله حاضر، متفاوت از مطالعات قبلی است؛ زیرا علاوه بر اندازه‌گیری اثر بازگشتی ناشی از بهبود کارایی 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<sup>۲</sup> 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<sup>۳</sup> و غیرمستقیم<sup>۴</sup> تقسیم‌بندی می‌شود که مجموع اثرات جانشینی و تولیدی را اثر بازگشتی مستقیم گویند (سورل<sup>۵</sup>، 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 به دنبال 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 کارایی و A ذخیره واقعی انرژی ناشی از بهبود کارایی اند. فرض کنیم که یک تولیدکننده با به‌کارگیری دو نهاد 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

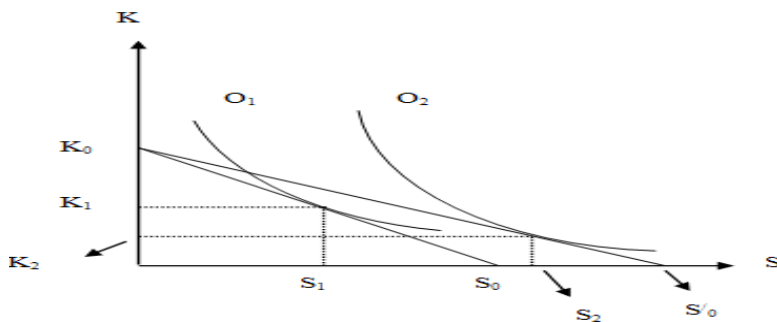
اگر  $E(s)$  را مقدار مصرف انرژی ناشی از مقدار  $s$  کار مفید فرض کنیم، آنگاه مصرف انرژی در تعادل اولیه برابر با  $E(s_1)$  خواهد بود. در صورت بهبود کارآیی انرژی، مصرف انرژی برابر با  $E^*(s_1)$  فرض شده و خواهیم داشت:  $(E^*(s_1) < E(s_1))$ . بدیهی است که در این وضعیت، رابطه  $E = \frac{E(s_1) - E^*(s_1)}{E(s_1)} * 100$  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

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



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<sup>۱</sup> (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  $0/09$  - درصد بوده که به معنی اثر بازگشتی ۹ درصد است.

آلان و همکاران<sup>۲</sup> (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، مک‌گرگور، 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<sup>۳</sup> (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 آزدو<sup>۴</sup> (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<sup>۵</sup> (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<sup>۶</sup> (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 کارایی، 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 کارایی گازوئیل را در بخش‌های مختلف اقتصادی با به‌کارگیری مدل CGE بررسی کرده و نتیجه گرفت که تحت سه سناریوی بهبود کارایی 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 کارایی سوخت‌های فسیلی را با تأکید بر صنایع انرژی‌بر بررسی کرده و نتیجه گرفته‌اند که بهبود کارایی 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 کارایی 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 کارایی 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 کارایی، از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه استفاده می‌شود. دلیل استفاده از مدل<sup>۱</sup> CGE، 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)<sup>۲</sup> 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 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 جاده-ای؛ 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 به شرح زیر می‌باشند.

#### الف) بلوک تولید

جدول (۱) شامل معادلات بلوک تولید است که مربوط به مدل استاندارد لافگرن و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۲) بوده و در آن  $a$  نماد فعالیت و  $c$  نماد کالا است. سایر علائم عبارتند از: QVAE<sub>a</sub> نهاد کل انرژی- ارزش افزوده، QINTA<sub>a</sub> کل نهاد واسطه‌ای، PINTA<sub>a</sub> قیمت نهاد واسطه‌ای، PVAE<sub>a</sub> قیمت ارزش افزوده- انرژی، PAD<sub>a</sub> قیمت کل تولید فعالیت  $a$ ،  $\alpha_{c,a}^{int}$  ضرایب فنی مربوط به ماتریس مبادلات بین بخشی، QINT<sub>c,a</sub> مقدار نهاد واسطه‌ای  $c$  مورد استفاده در فعالیت  $a$ ، QVA<sub>a</sub> ارزش افزوده، QVE<sub>a</sub> کل انرژی، PVA<sub>a</sub> قیمت ارزش افزوده، PEE<sub>a</sub> قیمت کل انرژی، QF<sub>f,a</sub> عامل تولید  $f$  به کار رفته در فعالیت  $a$ ، WF<sub>f</sub> متوسط پرداختی به عامل تولید  $f$  در کل اقتصاد، WFDIST شاخص انحراف دستمزد، QFE<sub>e,a</sub> فرآورده نفتی  $e$  به کار رفته در فعالیت  $a$ ،  $\eta_e$  پارامتر معرف بهبود کارآیی و PDE<sub>e,a</sub> قیمت حامل انرژی  $e$  به کار رفته در فعالیت  $a$ .

جدول ۱. معادلات بلوک تولید

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

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

### 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<sub>c</sub> قیمت کالای مرکب، X<sub>c</sub> مقدار کالای مرکب، PM قیمت کالای وارداتی، QM مقدار کالای وارداتی، tq نرخ مالیات بر فروش کالای کام، sq نرخ سوبسید بر فروش کالای کام، tm نرخ تعرفه وارداتی، sm نرخ سوبسید وارداتی و PWM قیمت جهانی واردات کالای کام.

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:  $YIF_{INDS,f}$  درآمد نهاد INSD (خانوار، شرکت‌ها و دولت) از عامل تولید f،  $mm$  سهم هر نهاد از درآمد عامل تولید f،  $trnsfr$  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 h از کالای c، YG درآمد دولت، EG مخارج دولت و  $QG_c$  مصرف دولت از کالای c.

### جدول ۳. معادلات بلوک نهادها

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

#### 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 به کار 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 به کار گرفته شده در مدل است.

جدول ۵. مقادیر مختلف کشش

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

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  $\gamma$  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؛ به طوری که  $\dot{E}$  درصد

تغییرات مصرف انرژی است. در صورتی که  $\gamma$  منحصر به یک بخش مشخص همانند بخش‌های تولیدی باشد، به معنی بهبود کارایی در بخش تولید بوده و اندازه‌گیری اثر بازگشتی گستره اقتصاد به صورت  $R = \left[ 1 + \frac{\dot{E}}{\alpha\gamma} \right] \times 100$  خواهد بود که در آن،  $\alpha$  سهمی از مصرف انرژی است

که توسط بهبود کارایی انرژی متاثر می‌شود.  $\alpha$  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  $j$ ام 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  $j$ ام است. بعد از اندازه‌گیری اثر بازگشتی گستره اقتصاد ( $R$ ) و اثر بازگشتی بخش  $j$ ام ( $R_j$ )، در مرحله دوم، به دنبال تجزیه اثر بازگشتی گستره اقتصاد به تفکیک بخش‌های تولیدی و تقاضای نهایی (تجزیه در سطح کلان) و به تفکیک اثرات جانمایی 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:

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

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

$$\Delta E^* = \sum_{j \in p} \Delta E_j^* = \sum_{j \in p} (-\gamma) E_j = (-\gamma) E_p \quad (2)$$

$$\Delta E = \sum_{j \in p} \Delta E_j + \Delta E_c = \sum_{j \in p} z_j E_j + (\Delta E_H + \Delta E_G + \Delta E_I + \Delta E_{EX} + \Delta E_S) \quad (3)$$

با جایگذاری دو رابطه اخیر در (۱) داریم:

$$R = \frac{\sum_{j \in p} \gamma E_j + \sum_{j \in p} z_j E_j + \Delta E_c}{\gamma E_p} \times 100 = \left[ \sum_{j \in p} \frac{(\gamma + z_j)}{\gamma} \times \frac{E_j}{E_p} \times 100 \right] + \left[ \frac{\Delta E_c}{\gamma E_p} \times 100 \right] \quad (4)$$

با جایگذاری  $R_j = \left[ 1 + \frac{z_j}{\gamma} \right] \times 100$  در رابطه (۴) و با فرض  $R'_j = R_j \times \frac{E_j}{E_p}$  (اثر بازگشتی

وزنی بخش  $j$ ام)، تجزیه اثر بازگشتی گستره اقتصاد (تجزیه در سطح کلان)، عبارت است از:

$$R = \left( \left[ \sum_{j=p} R'_j \right] + \left[ \frac{\Delta E_c}{\gamma E_p} \right] \right) \times 100 \quad (5)$$

بعد از تجزیه در سطح کلان، تجزیه در سطح بخش‌های تولیدی (اثرات جاننشینی و تولیدی) تبیین می‌گردد. بر مبنای مطالعه ژو و همکاران (۲۰۱۸)، معادله تقاضای خطی شده نهاده انرژی نام در بخش زام به صورت رابطه (۶) نوشته می‌شود که در آن،  $z_{ij}$  درصد تغییرات مصرف انرژی نام در بخش زام،  $\gamma_{ij}$  بهبود کارایی انرژی نام در بخش زام،  $x_j$  درصد تغییرات ستانده بخش زام،  $\sigma_j$  کشش جاننشینی بین بنزین و سایر فرآورده‌های نفتی در بخش زام،  $p_{ij}$  درصد تغییرات قیمت انرژی نام در بخش زام و  $S_{ij}$  سهم هزینه‌های انرژی نام از کل هزینه‌های انرژی بخش زام است.

$$z_{ij} + \gamma_{ij} = x_j - \sigma_j \left[ (p_{ij} - \gamma_{ij}) - \sum_i S_{ij} (p_{ij} - \gamma_{ij}) \right] \quad (6)$$

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

$$R_{ij} = \left[ \frac{z_{ij} + \gamma_{ij}}{\gamma_{ij}} \right] \times 100 = \left\{ \frac{x_j}{\gamma_{ij}} \times 100 \right\} + \left\{ \frac{-\sigma_j \left[ (p_{ij} - \gamma_{ij}) - \sum_i S_{ij} (p_{ij} - \gamma_{ij}) \right]}{\gamma_{ij}} \times 100 \right\} \quad (7)$$

## ۵. خروجی‌های اجرای مدل

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

جدول ۶. حالت‌های مختلف بهبود کارایی انرژی در بخش‌های تولیدی

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

مأخذ: ماتریس حسابداری اجتماعی و محاسبات تحقیق

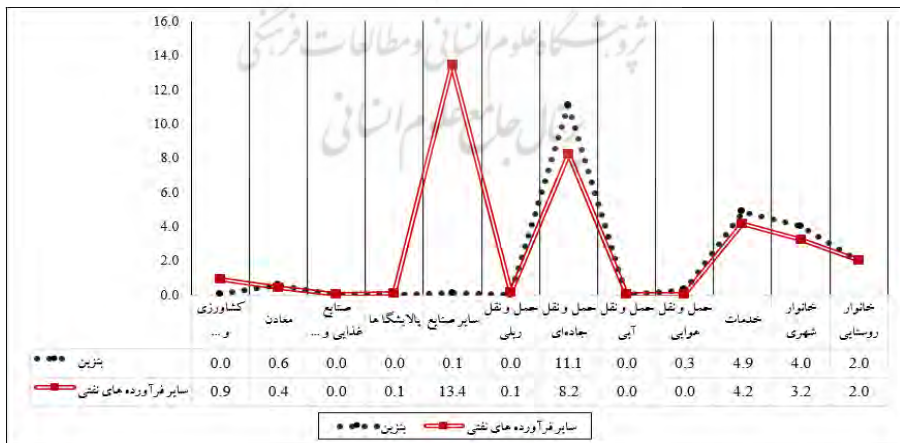
جدول (۷)، نشان‌دهنده اثر بازگشتی گستره اقتصاد مربوط به «بنزین» و «سایر فرآورده‌های نفتی» در نتیجه بهبود ۵ درصدی کارآیی مصرف آنها است. اثر بازگشتی ۲۳ درصدی «بنزین» به این معنی است که با بهبود ۵ درصدی کارآیی مصرف «بنزین» در بخش‌های تولیدی، انتظار بر این بود که مصرف بنزین در کل اقتصاد معادل ۲ درصد کاهش یابد، اما در واقعیت کمتر از ۲ درصد کاهش یافته، به طوری که به اثر بازگشتی ۲۳ درصدی منجر شده است. اثر بازگشتی ۳۳ درصدی «سایر فرآورده‌های نفتی» نیز به این معنی است که با بهبود ۵ درصدی کارآیی مصرف «سایر فرآورده‌های نفتی» در بخش‌های تولیدی، انتظار بر این بود که مصرف آنها در کل اقتصاد، معادل ۴/۲ درصد کاهش یابد، اما در واقعیت کمتر از ۴/۲ درصد کاهش یافته، به طوری که منجر به اثر بازگشتی ۳۳ درصدی شده است.

جدول ۷. 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 گفته شد، شکل‌گیری اثر بازگشتی گستره اقتصاد را می‌توان در سطح کلان تجزیه کرد؛ به طوری که اثر بازگشتی به تفکیک بخش‌های 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 «بنزین»، از اثر بازگشتی ۲۳ درصدی این فرآورده نفتی، حدود ۱۱/۱ درصد مربوط به بخش "حمل‌ونقل جاده‌ای" بوده (سهم ۴۸ درصدی) و حدود ۴/۹ درصد مربوط به بخش "خدمات" است (سهم ۲۱ درصدی). بعد از این دو بخش نیز، بخش‌های "خانوارهای شهری" و "خانوارهای روستایی" به ترتیب، با ۴ و ۲ درصد دارای بیشترین سهم (به ترتیب برابر با ۱۷ و ۹ درصد) از اثر بازگشتی ۲۳ درصدی هستند. در تحلیل سهم‌های مذکور، باید اشاره کرد که مطابق انتظار، بخش‌هایی که وابستگی بیشتری به «بنزین» و «سایر فرآورده‌های نفتی» دارند، سهم بیشتری از اثر بازگشتی را نیز به خود اختصاص داده‌اند؛ به طوری که "حمل‌ونقل جاده‌ای" که در بین بخش‌های مختلف تولیدی بیشترین وابستگی را به بنزین دارد، از بیشترین سهم (۴۸ درصد) در اثر بازگشتی ۲۳ درصدی نیز برخوردار است. این استدلال، به این معنی است که بخش‌های تولیدی با بیشترین مصرف بنزین، بیشترین نفع را از بهبود کارایی خواهند برد؛ زیرا این بخش‌ها وابستگی بیشتری به بنزین در قیاس با سایر بخش‌ها داشته و لذا، بهبود کارایی بنزین باعث ذخیره زیادی در هزینه‌های این بخش‌ها شده و از طریق افزایش تقاضای بنزین، تلاش در گسترش تولید خود می‌کنند.

مشابه آنچه که در مورد «بنزین» ذکر گردید، در مورد «سایر فرآورده‌های نفتی» نیز با توجه به نمودار (۳) قابل بیان است؛ به طوری که در مورد «سایر فرآورده‌های نفتی»، بیشترین سهم از اثر بازگشتی ۳۳ درصدی متعلق به بخش "سایر صنایع" با ۴۱ درصد بوده و بعد از آن، بخش "حمل‌ونقل جاده‌ای" با ۲۵ درصد قرار دارد.

نتیجه‌گیری دیگر مقاله مربوط به تجزیه اثر بازگشتی (محاسبه شده طبق رابطه  $R_j = \left[1 + \frac{z_j}{\gamma}\right] \times 100$ ) بخش‌های تولیدی به تفکیک اثر جانمایی و اثر تولیدی می‌باشد که در قالب نمودار (۴) و در مورد بنزین، نشان داده شده است.

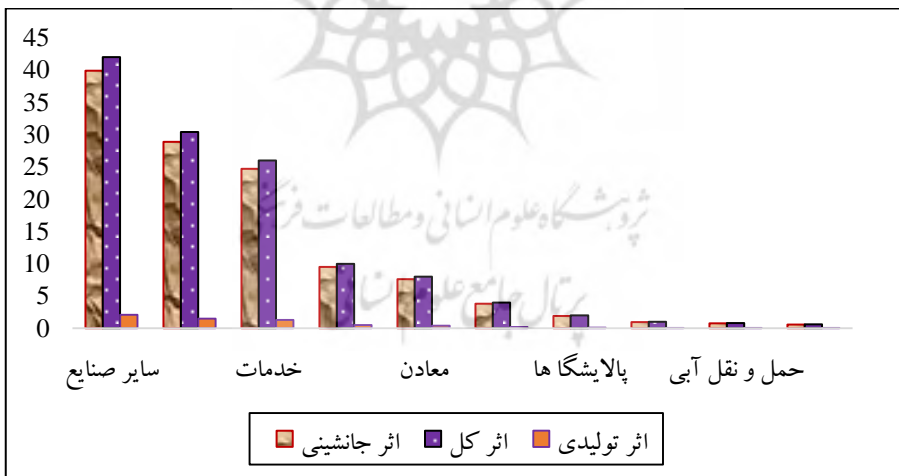
با توجه به نمودار (۴) که اثر کل را همراه با اثرات جانمایی و تولیدی نشان می‌دهد، ملاحظه می‌گردد که اثر بازگشتی مربوط به بنزین در بخش‌های مختلف تولیدی عمدتاً توسط اثر جانمایی توضیح داده شده و اثر تولیدی بسیار ناچیز است که دلیل آن را می‌توان در محدود بودن توانایی بخش‌های تولیدی برای تغییر موجودی سرمایه در کوتاه‌مدت جستجو کرد؛ زیرا فعالیت‌های تولیدی در دوره زمانی کوتاه‌مدت دارای موجودی سرمایه ثابت بوده و نمی‌توانند از مزایای بهبود کارایی انرژی به‌طور کامل جهت افزایش تولید بهره‌مند شوند؛ اما این وضعیت در بلندمدت متفاوت خواهد بود<sup>۱</sup>.

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



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

مأخذ: محاسبات تحقیق



نمودار ۵. 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 جاننشینی 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 جانیشینی 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 کارایی، ضرورتی انکارناپذیر است که در مطالعه حاضر، اثرات ناشی از سیاست بهبود ۵ درصدی در کارایی مصرف «بنزین» و «سایر فرآورده‌های نفتی» در قالب مدل CGE و به‌صورت دو مرحله-ای بررسی گردید؛ به‌طوری‌که ضمن اندازه‌گیری اثر بازگشتی ناشی از بهبود کارایی، تجزیه اثر بازگشتی در سطح کلان و بخشی انجام گرفت. نتایج، حاکی از آن است که به‌دنبال اعمال شوک ۵ درصد مربوط به بهبود کارایی «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 «حمل-ونقل 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 جانیشینی و تولیدی تجزیه شده، حاکی از آن است که اثر بازگشتی «بنزین» و «سایر فرآورده‌های نفتی» در بخش‌های مختلف تولیدی، عمدتاً توسط اثر جانیشینی 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 کارایی 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 کارایی به قصد مدیریت تقاضای بنزین، از سیاست‌های مکمل نیز استفاده کنند؛ به طوری که تا حد امکان بتوانند اثر بازگشتی ناشی از بهبود کارایی 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 کارایی 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 کارایی 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 کارایی سوخت‌های فسیلی در صنایع انرژی‌بر: رویکرد تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پویای بین‌زمانی. *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).

- Koessler, 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