پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران
سال سوم، شماره ۱۱، تابستان ۱۳۹۳، صفحات ۱۵۸- ۱۳۱

اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل در ایران با تأکید بر بخش حمل و نقل: رویکرد مدل تعادل عمومی قابل محاسبه[۱]

موسی خوشکلام خسروشاهی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۱۳

چکیده

بنزین و گازوئیل دارای مصرف بالایی در اقتصاد ایران به ویژه بخش حمل و نقل هستند از این رو ضروری است تا تمهیدات جدی برای ارتقای بخط کارایی مصرف این دو فرآورده نفتی در رشته فعالیت‌های مختلف (به‌خصوص حمل و نقل و زیربخش‌های آن) به قصد کنترل مصرف آنها اندیشیده شود. بحث مربوط به بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل با دغدغه‌ای به نام اثرات بازگشتی همراه است که طی آن، کاهش اولیه مصرف بنزین و گازوئیل در نتیجه بهبود کارایی تا اندازه‌ای خنثی می‌شود. طبیعی است بی‌توجهی به اثرات بازگشتی باعث ناکارآمدی سیاست‌های بهینه‌سازی مصرف بنزین و گازوئیل خواهد شد. وجود اثرات بازگشتی و اندازه‌گیری این اثرات همچنین میزان تغییرات در سطح فعالیت زیربخش‌های حمل و نقل در اثر بهبود ۱۰ درصدی کارایی مصرف بنزین و گازوئیل موضوعات مورد بررسی پیش رو است. با توجه به اثرگذاری بهبود کارایی بر کل اقتصاد، برای نیل به اهداف مدنظر از مدل CGE استفاده شده که با استفاده از ماتریس حسابداری اجتماعی ۱۳۸۵ شبیه‌سازی شده است. نتایج اجرای

۱- مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری با عنوان «بررسی اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل در ایران با تأکید بر بخش حمل‌ونقل: رویکرد مدل تعادل عمومی قابل محاسبه» است که در دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی با راهنمایی آقایان دکتر مسعود درخشان و اسفندیار جهانگرد و مشاوره آقای دکتر منوچهر عسگری انجام شده است.

۲- دانشجوی دکتری اقتصاد نفت و گاز دانشگاه علامه طباطبائی
E-mail: musa_khosroshahi@yahoo.com

مدل نشان می‌دهد به دنبال بهبود ۱۰ درصدی کارایی مصرف بنزین و گازوئیل، اثرات بازگشتی در رشته فعالیت‌های مختلف وجود دارد به طوری که در مورد بنزین و گازوئیل در رشته فعالیت «حمل و نقل جاده‌ای» به ترتیب با ۲۷/۴۵ درصد و ۲۵/۲۱ درصد بیشترین اثرات بازگشتی حاصل می‌آید. همچنین متوسط کل اثرات بازگشتی در مورد بنزین برابر با ۱۲/۹۵ درصد و در مورد گازوئیل برابر با ۱۳/۷۹ درصد بوده است. ۱۲/۹۵ درصد بدین معنی است که ۱۲/۹۵ درصد از کاهش اولیه تقاضای بنزین –در نتیجه بهبود کارایی– با توجه به اثرات بازگشتی خنثی شده است. نکته قابل توجه آن است که در نتیجه بهبود ۱۰ درصدی کارایی مصرف بنزین و گازوئیل، حمل و نقل ریلی (به‌عنوان یکی از زیربخش‌های حمل و نقل) دارای بیشترین افزایش در سطح فعالیت (۱۳/۴ درصد) بوده است.

طبقه‌بندی *JEL*: *C68*، *Q41*، *Q43* و *D61*

واژه‌های کلیدی: مدل تعادل عمومی قابل محاسبه، اثرات بازگشتی، کارایی، بخش حمل و نقل

۱- مقدمه

امروزه در اقتصاد جهان، فرآورده‌های نفتی به‌خصوص بنزین و گازوئیل دارای نقش بسیار حائز اهمیتی هستند چرا که عمده کاربرد این فرآورده‌ها در بخش حمل و نقل بوده و روشن است که این بخش، واسطه بین طرفین عرضه و تقاضای اقتصاد است و همین موضوع بیانگر نقش مهم فرآورده‌های نفتی به‌خصوص بنزین و گازوئیل در رشد اقتصادی کشورهای دنیا است. طبق گزارش سالیانه سال ۲۰۱۲آژانس بین‌المللی انرژی[1]، سهم مصرف جهانی فرآورده‌های نفتی در بخش حمل و نقل در سال ۲۰۱۰ رقمی حدود ۹۳ درصد بوده[2] که نشان‌دهنده نقش مهم این فرآورده‌ها در بخش حمل و نقل و در کل اقتصاد است.

1- World Energy Outlook (WEO, 2012)

۲- آمار مشابهی در ترازنامه‌های مختلف انرژی کشور نیز موجود است.

بخش حمل و نقل به‌عنوان واسطه طرفین عرضه و تقاضا دارای نقش مهمی در اقتصاد ایران است به طوری که توجه دقیق و جامع به ویژگی‌های این بخش، جزو الزامات رشد و توسعه کشور به‌شمار می‌رود. خدمات حمل و نقل در هر چهار حوزه حمل و نقل هوایی، دریایی، جاده‌ای و ریلی متأثر از منبع تأمین انرژی آنها به‌خصوص فرآورده‌های نفتی و به ویژه بنزین و گازوئیل است. با تأمل در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران (و حتی اقتصاد جهانی) به‌وضوح مشاهده می‌شود که بخش حمل و نقل عمده‌ترین مصرف‌کننده فرآورده‌های نفتی به ویژه بنزین و گازوئیل است. با وجود تلاش‌های صورت گرفته در راستای جایگزینی بنزین با سایر فرآورده‌های نفتی مثل *CNG*، همچنان سهم بنزین و حتی گازوئیل در مصارف سوخت بخش حمل و نقل ایران بالاست و انتظار بر این است که سهم این دو فرآورده مهم نفتی در آینده نیز بالا باقی بماند[۱]. مصرف بالای فرآورده‌های نفتی به ویژه بنزین و گازوئیل در ایران (به خصوص در بخش حمل و نقل)، تمهیدات جدی در بخش مصرف‌کننده این فرآورده‌ها را ضروری می‌سازد و چنین تمهیداتی هم توسط دولت و هم توسط گروه‌های طرفدار محیط‌زیست مورد حمایت خواهند بود. این تمهیدات باید در جهت بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل در بخش حمل و نقل ایران باشد[۲]. تمرکز بر مسئله بهبود کارایی مصرف فرآورده‌های نفتی، نگرانی‌های جدیدی از جمله «اثرات بازگشتی»[۳] و «اثرات معکوس»[۴] را در پی دارد.

تفکر رایج حاکم بر اقتصاد این است که بهبود کارایی باعث کاهش مصرف انرژی می‌شود، اما هم در ادبیات اقتصاد انرژی و هم در زمینه سیاست‌های انرژی بحث گسترده‌ای در

۱- طبق آمار منتشره در سال ۱۳۹۱ (ترازنامه انرژی ۱۳۹۱)، بالغ بر ۹۹ درصد بنزین و ۵۶ درصد گازوئیل مصرفی ایران در بخش حمل و نقل بوده است. این ارقام در سال ۱۳۸۳ به ترتیب برابر با ۹۹/۱۲ و ۵۷/۷۸ درصد بوده است که بیانگر آن است که روند مصرف بنزین و گازوئیل در بخش حمل و نقل طی دوره ۱۳۹۱-۱۳۸۳ تغیر چندانی نداشته است.

۲- وجود ناکارائی مختص بخش‌های مصرف‌کننده فرآورده‌های نفتی نبوده بلکه در بخش تولید نیز ناکارائی وجود دارد که باید تمهیدات لازم اندیشیده شود.

3- Rebound Effects

4- Backfire Effects

مورد تأثیر واقعی چنین بهبودهایی در کارایی مصرف انرژی وجود دارد که متمرکز بر مفهوم اثرات بازگشتی است که در آن، اثرات بازده انتظاری ناشی از بهبود کارایی مصرف انرژی روی شدت انرژی، در نتیجه عکس‌العمل سیستم‌های اقتصادی به کاهش در قیمت موثر[1] (قیمت ضمنی[2])[3] خدمات انرژی (همزمان با بهبود کارایی مصرف انرژی) متأثر می‌شود. اثرات بازگشتی زمانی رخ می‌دهد که بهبود کارایی مصرف انرژی، تقاضا را برای انرژی (مستقیم یا غیرمستقیم) در بخش‌های مختلف تولیدی و مصرفی افزایش دهد. اثرات بازگشتی از آن جهت اهمیت دارد که باعث کاهش منافع حاصل از بهبود کارایی مصرف انرژی شده و حتی این امکان وجود دارد که اثربخشی سیاست‌های بهبود کارایی انرژی از بین برود.

با تکیه بر این موضوع که آثار ناشی از بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل باید با بررسی آثار وابستگی متقابل اقتصاد صورت گیرد، مقاله حاضر در چارچوب مدل تعادل عمومی قابل محاسبه (CGE)[4] به بررسی وجود یا عدم وجود اثرات بازگشتی، میزان اثرات بازگشتی و همچنین آثار بهبود (۱۰ درصدی) کارایی مصرف بنزین و گازوئیل بر متغیر مهم اقتصاد کلان (تولید ناخالص داخلی) می‌پردازد. همچنین اثرات چنین سیاستی بر متغیر اقتصادی مربوط به بخش حمل و نقل (سطح فعالیت زیربخش‌های این بخش شامل حمل و نقل ریلی، جاده‌ای، هوایی و آبی) مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

روش کار اینگونه است که بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل به صورت یک ضریب برون‌زا در مدل وارد شده و نیازی به مدل‌سازی روابط مربوط به تأمین مالی (برای بهبود کارایی این فرآورده‌ها نفتی) نیست.

برای نیل به اهداف مقاله ابتدا مروری بر ادبیات موضوع اثرات بازگشتی شده و به برخی مطالعات خارجی و داخلی مرتبط با موضوع مقاله پرداخته شده و در بخش دوم چارچوب الگوی CGE تبیین شده است. در ادامه ضمن بیان نحوه محاسبه اثرات

1- Effective Price
2- Implicit Price
3- Grepperuda,S. and Rasmussen, I. (2004)
4- Computable General Equilibrium (CGE)

بازگشتی نتایج مربوط به اجرای مدل تشریح شده‌اند و در پایان جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ارائه شده است.

۲- ادبیات موضوع و مطالعات قبلی

بررسی و تحلیل اثرات بازگشتی (و همچنین اثرات معکوس) چه در سطح کلان و چه در سطح بخشی[۱] توجه اقتصاددانان انرژی و حتی محیط‌زیست را به خود جلب کرده است به‌گونه‌ای که مباحث نظری در این حوزه به‌سرعت در حال گسترش است[۲]. تفکر رایج حاکم بر اقتصاد این است که بهبود کارایی باعث کاهش مصرف انرژی می‌شود، اما در ادبیات اقتصاد انرژی بحث گسترده‌ای در مورد تأثیر واقعی چنین بهبودهایی وجود دارد که مربوط به اثرات بازگشتی است. منشأ ایجاد اثرات بازگشتی مربوط به کاهش قیمت‌های موثر انرژی در نتیجه بهبود کارایی آن از یکسو و ایجاد اثرات جانشینی و تبدیلی و ... از سوی دیگر است. خازوم-بروکس[۳] (ساندرس[۴]، ۱۹۹۲) مدعی شدند که وضعیتی به‌مراتب شدیدتر از اثرات بازگشتی امکان‌پذیر است و بهبود کارایی مصرف انرژی می‌تواند بطور واقعی تقاضا برای انرژی را افزایش دهد که این پدیده نخستین بار توسط جوونز[۵] (۱۸۶۵) شناسایی شده و معروف به «پارادوکس جوونز»[۶] و یا «اثرات معکوس»[۷] است[۸].

اثرات بازگشتی را می‌توان به دو دسته کلی طبقه‌بندی کرد؛ اثرات بازگشتی مستقیم[۹] و اثرات بازگشتی غیرمستقیم[۱۰]. این نوع تقسیم‌بندی برای نخستین بار توسط گرینینق و

۱- کاملاً بدیهی است که اثرگذاری اثرات بازگشتی و اثرات معکوس در سطح بخشی، تسری‌بخش این آثار در سطح اقتصاد کلان نیز خواهد بود.

2- Allan, G. *et.al*.
3- Khazzoom-Brookes
4- Saunders
5- Jevons
6- Jevons Paradox
7- Backfire Effects

۸- نخستین مطالعات در زمینه اثرات بازگشتی و اثرات معکوس مربوط به دهه ۱۹۷۰ میلادی هستند اما در دهه‌های بعدی بحث اثرات بازگشتی (و اثرات معکوس) با دامنه گسترده‌تری مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

9- Direct Rebound Effects
10- Indirect Rebound Effects

همکاران (۲۰۰۰) ارائه شده است. گرینینق به کمبود مطالعات کاربردی در زمینه اثرات بازگشتی غیرمستقیم اشاره کرده است[1].

اثرات بازگشتی مستقیم، ابتدا توسط خازوم در سال ۱۹۸۰ مطرح شده و از آن زمان مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است حتی اگر فرض شود که بعد از بهبود کارایی مصرف در مورد نوع خاصی از انرژی، اثر بازگشتی مستقیم وجود نداشته باشد با این حال دلایلی وجود دارد که باعث می‌شود کاهش مصرف آن نوع انرژی در سطح کل اقتصاد کمتر از میزانی باشد که در ابتدا پیش‌بینی شده است که به آن اثرات بازگشتی غیرمستقیم گفته می‌شود.

مجموع اثرات بازگشتی مستقیم و غیرمستقیم ناشی از بهبود کارایی مصرف انرژی را اثرات بازگشتی کل می‌نامند که مقدار آن وابسته به اندازه، ماهیت و نوع بهبود کارایی است (منظور، داود و همکاران، ۱۳۸۹). اثرات بازگشتی از عناصری تشکیل شده است که عبارتند از:

اثر جانشینی[2]: عبارت است از افزایش در تقاضای نوع خاصی از انرژی که در نتیجه افزایش کارایی مصرف انرژی بخاطر بازتوزیع درآمد برای خدمات این نوع انرژی، ارزان‌تر شده است.

اثر درآمدی[3]: عبارت است از افزایش درآمد در دسترس در نتیجه کاهش قیمت انرژی که باعث تأثیرگذاری بر مصرف همه کالاها می‌شود.

اثرات ثانویه (داده– ستانده، محصول و یا رقابت‌پذیری)[4]: در این نوع اثر، بهبود کارایی مصرف انرژی باعث کاهش هزینه تولید کالاهای انرژی‌بر می‌شود. در نتیجه این امر، تقاضا برای این کالاها و به تبع آن تقاضا برای انرژی افزایش می‌یابد.

اثرات گسترده اقتصاد (اثرات تعدیل‌کننده قیمتی و مقداری برای تسویه بازار – به‌خصوص در بازارهای سوخت)[1]: اگر بهبود کارایی مصرف انرژی باعث

1- Allan, G. *etal*
2- Substitution Effects
3- Income Effects
4- Secondary Effects (Input – Output Effects)

کاهش تقاضای آن شود، قیمت انرژی کاهش یافته و در نتیجه کاهش قیمت انرژی، انرژی بیشتری تقاضا خواهد شد.

اثرات تبدیلی[۲]: بهبود کارایی و در نتیجه تغییرات در تکنولوژی، پتانسیلی برای تغییر ترجیحات مصرف‌کنندگان و جایگزینی نهادهای اجتماعی و بازآرایی ساختار تولیدی است. در مورد مقدار عددی اثرات بازگشتی و مفهوم آن سه حالت ممکن وجود دارد که عبارتند از:

اثرات بازگشتی بیش از صددرصد: در این حالت، کاهش نهایی در تقاضای انرژی (بدنبال بهبود کارایی مصرف انرژی) منفی است. به عبارت دیگر بهبود کارایی انرژی باعث افزایش مصرف انرژی که معروف به پارادوکس جونز بوده، شده است و اصطلاحاً این حالت را اثر معکوس نیز می‌نامند.

اثرات بازگشتی بین صفر و صددرصد: در این حالت، کاهش نهایی در تقاضای انرژی (به دنبال بهبود کارایی مصرف انرژی) کمتر از میزان کاهش انتظاری اولیه بوده و حالت رایج در نتایج مطالعات است.

اثرات بازگشتی منفی: در این حالت، کاهش نهایی در تقاضای انرژی (بدنبال بهبود کارایی مصرف انرژی) بیش از میزان کاهش انتظاری اولیه است که متداول نبوده و در شرایط خاصی رخ می‌دهد.[۳]

وجود اثرات بازگشتی، از یکسو توأم با مشکلاتی است چراکه به دنبال بهبود کارایی انرژی، روابط حاکم بر اقتصاد تحت تأثیر قرار می‌گیرند. از سوی دیگر، وجود اثرات بازگشتی همراه با ملاحظاتی است که مربوط به مفید بودن سیاست‌های بهبود کارایی انرژی است. وجود اثرات بازگشتی باعث تحت تأثیر قرار گرفتن (کاهش یافتن) عواید حاصل از بهبود کارایی مصرف انرژی می‌شود به طوری که حتی می‌تواند اثربخشی سیاست بهبود کارایی مصرف انرژی را تحت تأثیر قرار دهد. بهبود کارایی مصرف انرژی، باعث می‌شود تا هزینه نهایی مربوط به نهاده انرژی کاهش پیدا کرده و در نتیجه عاملی برای افزایش

1- Market Clearing Price and Quantity Adjustments or Economy Wide Effects
2- Transformational Effects
3- Hertwich

تقاضای آن شود از این رو بدیهی است کاهش تقاضای انرژی، به‌مراتب کمتر از میزان مورد انتظار باشد (منظور و همکاران، ۱۳۸۹).

مطالعات متعددی وجود دارند که به اندازه‌گیری اثرات بازگشتی پرداخته‌اند. افرادی همچون دوفورناد و همکاران[۱] (۱۹۹۴)، گرینینق و همکاران[۲] (۲۰۰۰)، اسمال و وندندر[۳] (۲۰۰۵) و زین‌العابدین[۴] (۱۹۹۷) از جمله افرادی هستند که در مورد اثرات بازگشتی مطالعه کرده‌اند. برخی مطالعات خارجی وجود دارند که به بررسی تأثیر بهبود کارایی بر اقتصاد در چارچوب مدل‌های *CGE* پرداخته‌اند. آلان، هن‌لی، مک گرگور، اسویلز و ترنر[۵] (۲۰۰۷) در مطالعه خود به بررسی تأثیر افزایش کارایی مصرف انرژی بر بخش صنعت کشور انگلستان پرداختند. نتیجه این مطالعه نشان داد که در نتیجه بهبود کارایی ۵ درصدی، شاهد اثرات بازگشتی ۳۰ الی ۴۰ درصدی بوده اما اثرات معکوس رخ نداده است. هن‌لی، مک گرگور، اسویلز و ترنر (۲۰۰۹) در مطالعه خود بررسی کردند «آیا افزایش کارایی مصرف انرژی باعث بهبود در کیفیت محیط‌زیست و پایداری این وضعیت می‌شود؟»[۶] نتیجه تحقیق این گروه نشان داد که بهبود کارایی مصرف انرژی در بخش‌های تولیدی، باعث پیدایش اثرات بازگشتی می‌شود. در نتیجه بهبود کارایی، مصرف انرژی افزایش یافته و نسبت *GDP* به انتشار CO_2 کاهش می‌یابد.

در داخل کشور مطالعه‌ای وجود ندارد که به بحث بهبود کارایی مصرف فرآورده‌های نفتی بنزین و گازوئیل و اثرات بازگشتی ناشی از آن پرداخته باشد و تنها یک مطالعه داخلی به بررسی اثرات بازگشتی مربوط به انرژی الکتریسیته (برق) پرداخته است. منظور، داود و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه یادشده به این نتیجه رسیدند که بهبود ۱۰ درصدی کارایی مصارف برق به طور متوسط باعث پیدایش ۱۴/۲ درصد اثرات بازگشتی می‌شود.

1- Dufournaud *et al*.
2- Greening *et al*.
3- Small and Van Dender
4 Zein-Elabdin
5- Allan, G., Hanley, N., McGregor, P., Swales, K. and Turner, K
۶- ایشان این مطالعه را برای اقتصاد اسکاتلند و با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه انجام شد.

۳- روش‌شناسی تحقیق

با تعمق بر دیدگاه‌های اقتصاددانان و سیاست‌گذاران کشور مشخص است که همگان بر پایین بودن کارایی مصرف فرآورده‌های نفتی به‌خصوص بنزین و گازوئیل در اقتصاد کشور اذعان دارند. بدیهی است کارایی پایین مصرف فرآورده‌های نفتی بنزین و گازوئیل باعث شده تا استفاده غیربهینه از این سوخت‌های باارزش صورت پذیرد بنابراین هدف «بررسی وجود اثرات بازگشتی و اندازه‌گیری آن در نتیجه بهبود (۱۰ درصدی) کارایی مصرف بنزین و گازوئیل در رشته فعالیت‌های مختلف اقتصاد ایران» است.

همانطور که گفته شداثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی مصرف انرژی به دو دسته اثرات بازگشتی مستقیم و غیرمستقیم تقسیم می‌شود از این رو بکارگیری مدل‌های تعادل جزئی (که متمرکز بر بخش‌های خاصی از اقتصاد هستند) برای اندازه‌گیری اثرات بازگشتی گمراه‌کننده خواهند بود چراکه استفاده از این مدل‌ها تنها توأم با اندازه‌گیری اثرات بازگشتی مستقیم است. بنابراین باید از مدل‌های تعادل عمومی استفاده کرد تا علاوه بر اثرات بازگشتی مستقیم، اثرات بازگشتی غیرمستقیم نیز محاسبه شوند. با توجه به اینکه اندازه‌گیری اثرات بازگشتی تابعی از ساختار هر اقتصاد است؛ این نکته با استفاده از کالیبراسیون مدل‌های *CGE* مد نظر قرار می‌گیرد و می‌توان این مدل‌ها را ابزار بسیار مفیدی برای اندازه‌گیری اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی مصرف انرژی دانست.

در مدل *CGE* مورد استفاده در این مقاله، فرض شده است اقتصاد ایران، اقتصادی باز و کوچک بوده و توابع بکار رفته برای مدلسازی از نوع توابع کشش جانشینی ثابت (*CES*)[1] و لئون‌تیف هستند. پایگاه داده مربوط به مدل *CGE*، ماتریس حسابداری اجتماعی (*SAM*)[2] سال ۱۳۸۵ (تهیه شده در پژوهشکده حمل و نقل سابق) است. ماتریس حسابداری اجتماعی تجمیع‌شده مورد استفاده در این مقاله شامل ۱۰ رشته فعالیت و ۱۲ کالا است که در جدول (۱) آورده شده‌اند. در مقاله حاضر عوامل تولید به سه دسته نیروی‌کار شهری، نیروی‌کار روستایی و سرمایه تقسیم‌بندی شده و نهاد خانوار به خانوار شهری و خانوار روستایی طبقه‌بندی شده است.

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

جدول (۱)- فهرست رشته فعالیت‌ها و کالاها و خدمات

ردیف	رشته فعالیت‌ها (a)	کالاها و خدمات (c)
۱	کشاورزی و ...	محصولات کشاورزی و ...
۲	معادن	معادن
۳	صنایع غذایی و ...	کالاهای صنایع غذایی و ...
٤	سایر صنایع	محصولات سایر صنایع*
٥	ساختمان و خدمات ساختمانی	ساختمان و خدمات ساختمانی
٦	حمل و نقل ریلی	خدمات حمل و نقل ریلی
۷	حمل و نقل جاده‌ای	خدمات حمل و نقل جاده‌ای
۸	حمل و نقل آبی	خدمات حمل و نقل آبی
۹	حمل و نقل هوایی	خدمات حمل و نقل هوایی
۱۰	خدمات	خدمات
۱۱	-	بنزین
۱۲	-	گازوئیل

* سایر فرآورده‌های نفتی در قالب محصولات سایر صنایع قرار دارند.

مدل *CGE* مورد استفاده در این مقاله از بلوک‌های مختلف تشکیل شده است که در ادامه به تشریح هر کدام از این بلوک‌ها و معادلات مربوط به هر کدام از آنها پرداخته می‌شود. بلوک‌های مختلف عبارتند از تولید، تجارت خارجی، نهادها (خانوار، شرکت‌ها، دولت و دنیای خارج)، سرمایه‌گذاری و قیود. بلوک انرژی که در مقاله حاضر به طور مبسوط‌تری مورد توجه قرار گرفته به‌عنوان زیربلوکی از بلوک تولید است.

۳-۱- معادلات مربوط به بلوک تولید

نمودار (۱) نشان‌دهنده ساختار سه لایه تولید است که در آن از توابع تولید *CES* و لئون‌تیف برای برقراری ارتباط بین بخش‌های مختلف استفاده شده است.

لایه اول: ترکیب دو نهاده ارزش افزوده کل – انرژی کل و نهاده‌های واسطه‌ای کل باعث شکل‌گیری سطح تولید فعالیت aام در لایه اول می‌شوند.

لایه دوم: دو وضعیت در این لایه حاکم است:

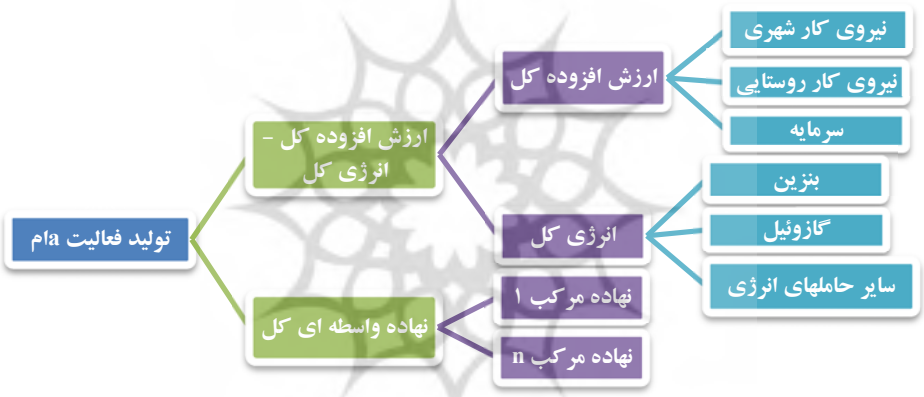
(الف) شکل‌گیری نهاده واسطه‌ای تجمیع‌شده که ترکیبی از نهاده‌های مرکب ۱ تا n است.

(ب) شکل‌گیری نهاده انرژی کل-ارزش‌افزوده کل که ترکیبی از نهاده‌های انرژی کل و ارزش افزوده کل می‌باشد.

لایه سوم: در این لایه هم دو وضعیت وجود دارد:

(الف) شکل‌گیری ارزش افزوده کل که ترکیبی از عوامل تولید (نیروی‌کار شهری، نیروی‌کار روستایی و سرمایه) است.

(ب) شکل‌گیری نهاده انرژی کل که ترکیبی از حامل‌های انرژی (بنزین، گازوئیل و سایر حامل‌های انرژی) است.



نمودار (۱)- ساختار بلوک تولید

۳-۱-۱- معادلات مربوط به لایه اول تولید

تابع تولید مربوط به فعالیت aام در لایه اول ساختار تولید به صورت رابطه (۱) است. در رابطه (۱)، $QVAE$ عبارت است از نهاده انرژی کل - ارزش افزوده کل و $QINTA$ نهاده واسطه‌ای کل است.

(۱)

$$AD_a = \alpha[\delta_a QVAE_a^{-\rho_a} + (1-\delta_a)QINTA_a^{-\rho_a}]^{\frac{1}{\rho_a}}$$

با حداکثرسازی تابع سود فعالیت aام مقید به رابطه (۱)، شرط لازم مرتبه اول (رابطه(۲)) به دست می‌آید که در آن $PINTA_a$ قیمت نهاده واسطه‌ای کل و $PVAE_a$ قیمت نهاده انرژی کل – ارزش افزوده کل مورد استفاده در فعالیت aام است.

(۲)

$$\frac{QVAE_a}{QINTA_a}=\left[\frac{\delta_a}{1-\delta_a}.\frac{PINTA_a}{PVAE_a}\right]^{\frac{1}{1+\rho_a}}$$

رابطه (۳) مبین تئوری اویلر بوده که نشان‌دهنده برابری ارزش کل تولید فعالیت aام با حاصل جمع ارزش نهاده‌های مورد استفاده توسط فعالیت aام است. در این رابطه PAD_a قیمت کل تولید فعالیت aام است.

(۳)

$$D_a.AD_a=PVAE_a.QVAE_a+PINTA_a.QINTA_a$$

۳-۱-۲- معادلات مربوط به لایه دوم تولید

لایه دوم تولید مربوط به تبیین معادلات نهاده واسطه‌ای کل و نهاده انرژی کل–ارزش افزوده کل است. برای مدلسازی رابطه بین نهاده واسطه‌ای کل و هر کدام از نهاده‌های واسطه‌ای از تابع لئون‌تیف (رابطه (۴)) استفاده شده که در آن $\alpha_{c,a}^{int}$ ضرایب فنی مربوط به ماتریس مبادلات بین بخشی بوده و $QINT_{c,a}$ نیز مقدار نهاده واسطه‌ای cام مورد استفاده در فعالیت aام است.

(۴)

$$QINT_{c,a}=\alpha_{c,a}^{int}.QINTA_a$$

رابطه (۵) تابع تولید نهاده انرژی کل–ارزش افزوده کل را نشان می‌دهد که QVA_a ارزش افزوده کل و QVE_a انرژی کل است.

(۵)

$$QVAE_a=\alpha_a^{vae}[\delta_a^{vae}QVA_a^{-\rho_a^{vae}}+(1-\delta_a^{vae})QVE_a^{-\rho_a^{vae}}]^{\frac{-1}{1+\rho_a^{vae}}}$$

از حداکثرسازی سود مقید به رابطه (۵)، شرط لازم مرتبه اول بصورت رابطه (۶) به دست آمده و تئوری اویلر نیز بصورت رابطه (۷) آورده شده است. در رابطه (۷)، PVA_a و PEE_a به ترتیب قیمت ارزش افزوده کل و قیمت کل انرژی می‌باشند.

(۶)

$$\frac{QVA_a}{QVE_a}=\left[\frac{\delta_a^{vae}}{1-\delta_a^{vae}}\cdot\frac{PEE_a}{PVA_a}\right]^{\frac{1}{1+\rho_a^{vae}}}$$

(۷)

$$PVAE_a.QVAE_a=PVA_a.QVA_a+PEE_a.QVE_a$$

۳-۱-۳- معادلات مربوط به لایه سوم تولید

لایه سوم تولید مربوط به تبیین معادلات نهاده انرژی کل و نهاده ارزش افزوده کل است. معادلات مربوط به این لایه را می‌توان در قالب دو زیرلایه بیان کرد؛ در زیر لایه اول تابع تولید ارزش افزوده کل و در زیر لایه دوم تابع تولید انرژی کل آورده شده است. رابطه (۸) نشان‌دهنده رابطه بین ارزش افزوده کل و هر کدام از عوامل تولید است. در این رابطه، $QF_{f,a}$ عبارت از عامل تولید fام بکار گرفته شده در فعالیت aام است.

(۸)

$$QVA_a=\alpha_a^{va}\left[\sum_f \delta_{f,a}^{va} QF_{f,a}^{-\rho_a^{va}}\right]^{\frac{-1}{\rho_a^{va}}}$$

رابطه (۹) نشان‌دهنده نسبت بهینه نهاده‌ها بوده که از برابری هزینه نهایی عوامل تولید و درآمد نهایی تولید به دست می‌آید. در این رابطه WF_f متوسط پرداختی به عامل تولید fام در کل اقتصاد و $WFDIST$ شاخص انحراف دستمزد[۱] است.

۱- برای محاسبه شاخص انحراف دستمزد، سرانه پرداختی فعالیت a ام به عامل تولید f ام بر متوسط پرداختی به عامل تولید fام در کل اقتصاد تقسیم می‌شود. دلیل استفاده از این شاخص آن است که هر کدام از عوامل تولید دارای دریافتی‌های متفاوتی از هر کدام از رشته فعالیت‌ها هستند. مثلاً دستمزد نیروی کار در دو رشته فعالیت صنعت و کشاورزی برابر نیست و این نابرابری در قالب شاخص انحراف دستمزد نمایش داده می‌شود. (عسگری، ۱۳۸۳)

(۹)

$$WF_f \cdot \overline{WFDIST_{f,a}} = PVA_a \cdot QVA_a \left[\sum_f \delta_{f,a}^{va} QF_{f,a}^{-\rho_a^{va}} \right]^{-1} \cdot \delta_{f,a}^{va} \cdot QF_{f,a}^{-\rho_a^{va}-1}$$

در زیر لایه دوم، از تابع CES برای تبیین تابع تولید مربوط به نهاده انرژی کل استفاده شده است. تابع تولید انرژی کل (رابطه ۱۰) از نهاده‌های بنزین، گازوئیل و سایر حامل‌های انرژی تشکیل شده است. در رابطه (۱۰)، $QFE_{e,a}$ حامل انرژی eام مورد استفاده در فعالیت aام بوده و η_e نیز پارامتری است که معرف بهبود کارایی مصرف هر کدام از حامل‌های انرژی است.

(۱۰)

$$QVE_a = \alpha_a^{ve} \left[\sum_e \delta_{e,a}^{ve} \cdot \left(\frac{1}{\eta_e} \cdot QFE_{e,a}\right)^{-\rho_a^{ve}} \right]^{\frac{-1}{\rho_a^{ve}}}$$

با حداکثرسازی تابع سود مقید به رابطه (۱۰)، تابع تقاضای هر کدام از حامل‌های انرژی به صورت رابطه (۱۱) به دست می‌آید. در این رابطه، $PDE_{e,a}$ قیمت حامل انرژی eام بکار رفته در فعالیت aام بوده و PEE_a نیز قیمت کل نهاده انرژی است. ارزش نهاده انرژی کل (تئوری اویلر) در رابطه (۱۲) آورده شده است.

(۱۱)

$$QFE_{e,a} = QVE_a \cdot \left[\frac{PDE_{e,a}}{PEE_a} \cdot \frac{(\alpha_a^{ve})^{\rho_a^{va}}}{\delta_{e,a}^{ve}} \cdot \left(\frac{1}{\eta_e}\right)^{\rho_a^{ve}} \right]^{\frac{-1}{1+\rho_a^{ve}}}$$

(۱۲)

$$PEE_a \cdot QVE_a = \sum_e PDE_{e,a} \cdot QFE_{e,a}$$

۳-۲- معادلات مربوط به بلوک تجارت خارجی

معادلات مربوط به بلوک تجارت خارجی شامل معادلات مربوط به صادرات و واردات هستند. در قسمت صادرات، برای الگو کردن تخصیص تولید داخلی (XD) به بازار داخلی

(QD) و صادرات (QE) از تابع CET [1] استفاده شده که این تابع دارای فرض تبدیلی تولید هر بخش برای بازار داخلی و خارجی است. در رابطه (۱۴) PD، PX و PE به ترتیب بیانگر قیمت کالای عرضه شده در داخل، قیمت کالای صادراتی و قیمت کل کالای تولیدشده هستند.

(۱۳)

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

(۱۴)

$$PX_c \cdot XD_c = PE_c \cdot QE_c + PD_c \cdot QD_c$$

با حداکثرسازی رابطه (۱۴) مقید به رابطه (۱۳)، معادله عرضه صادرات به دست می‌آید که به صورت رابطه (۱۵) است:

(۱۵)

$$\frac{QE_c}{QD_c} = \left[\frac{1-\gamma_c}{\gamma_c} \cdot \frac{PE_c}{PD_c} \right]^{\frac{1}{\rho_c^T - 1}}$$

رابطه (۱۶) معادله مربوط به قیمت کالای صادراتی است که در آن PWE و EXR عبارتند از: قیمت جهانی کالا و نرخ ارز بوده و te نیز نرخ مالیات بر صادرات. با توجه به اینکه اقتصاد ایران در مقابل اقتصاد جهانی کوچک است بنابراین قیمت صادرات و نرخ ارز انعطاف‌پذیر بوده اما قیمت جهانی کالای صادراتی ثابت است.

(۱۶)

$$PE_c = PWE_c \cdot EXR_c \cdot (1-te_c)$$

رابطه (۱۷) معروف به معادله جذب [2] بوده و ارزش کالای مرکب [3] را نشان می‌دهد. در این رابطه P_c قیمت کالای مرکب، X_c مقدار کالای مرکب، PM قیمت کالای وارداتی و

1- Constant Elasticity of Transformation (CET)
2- Absorption Equation
3- Composite Commodity

QM مقدار کالای وارداتی است. tq نرخ مالیات بر فروش کالای cام و sq نرخ سوبسید بر فروش کالای cام است.

(۱۷)

$$P_c \,.\, X_c = PM_c \,.QM_c + (PD_c \,.\, QD_c) \,.\, (۱ - tq_c + sq_c)$$

یکی از موارد مهمی که در بسیاری از تئوری‌های جدید مورد توجه قرار گرفته است مربوط به جانشینی ناقص بین کالاهای تولید داخل و کالاهای وارداتی است. کِرگمن[1] (۱۹۷۹، ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰) و هلپمن[2] (۱۹۹۰) در چارچوب تئوری «علاقه به تنوع کالا» مطالعاتی داشته‌اند که نتایج آنها دلالت بر این دارد که یک بخش تولیدی خاص می‌تواند از یک کالا تولید و صادر و از همان کالا واردات داشته باشد. این مطلب مبین این است که استفاده از یک کالا توسط مصرف‌کننده، در حقیقت مصرف یک کالای مرکب و به عبارت دیگر تلفیقی از تولید داخلی آن کالا و واردات آن کالا است. نکته مهم این است که دو کالای مشابه تولید شده در داخل و وارداتی به دلیل قانون قیمت واحد نمی‌توانند جایگزین کامل باشند (خیابانی، ۱۳۸۷) از این رو برای تصریح تابع کالاهای مرکب از تابع CES استفاده می‌شود که به تابع آرمینگتون معروف است.

(۱۸)

$$X_c = D_c \left[\psi_c \,.\, QM_c^{-\rho_c^c} + (۱ - \psi_c) \,.QD_c^{-\rho_c^c} \right]^{\frac{-۱}{\rho_c^c}}$$

با حداقل‌سازی رابطه (۱۷) که نوعی تابع هزینه است، مقید به (۱۸) تابع تقاضای واردات (رابطه (۱۹)) به دست می‌آید.

(۱۹)

$$\frac{QM_c}{QD_c} = \left[\frac{\psi_c}{۱ - \psi_c} \cdot \frac{PD_c}{PM_c} \right]^{\frac{-۱}{\rho_c^c + ۱}}$$

1- Kurgman
2- Helpman

قیمت وارداتی کالای cام در قالب رابطه (۲۰) آورده شده است که در آن tm و sm به ترتیب نرخ تعرفه وارداتی و نرخ سوبسید وارداتی بوده و PWM نیز قیمت جهانی کالای وارداتی cام است.

(۲۰)

$$PM_c = PWM_c \cdot EXR \cdot (1 + tm_c + sm_c)$$

۳-۳- معادلات مربوط به نهادها (خانوار، شرکت‌ها، دولت و دنیای خارج)

معادلات مربوط به بلوک نهادها در قالب چهار نهاد «خانوار» (خانوارهای شهری و خانوارهای روستایی)، «شرکت‌ها»، «دولت» و «دنیای خارج» تبیین می‌شود. خانوارها مالک نیروی کار شهری، نیروی کار روستایی و سرمایه بوده و این عوامل را در مقابل دستمزد و یا اجاره و سود در اختیار رشته فعالیت‌ها قرار می‌دهند بنابراین یکی از منابع درآمدی خانوارها، درآمدهای عوامل تولید است (رابطه (۲۱)). در این رابطه، $YIF_{INSD,f}$ بیانگر درآمد نهاد $INSD$ام (خانوار، شرکت‌ها و دولت) از عامل تولید fام، mm سهم هر نهاد از درآمد عامل تولید fام و $trnsfr$ پرداخت انتقالی است.

(۲۱)

$$YIF_{INSD,f} = mm_{INSD,f} \cdot ((\sum_a WF_f \cdot \overline{WFDIST_{f,a}} \cdot QF_{f,a}) - trnsfr_{ROW,f} \cdot EXR)$$

پرداخت‌های انتقالی بین نهادی در رابطه (۲۲) آورده شده رابطه (۲۳) نشان‌دهنده درآمد کل هر کدام از نهادها است که شامل درآمد حاصل از عوامل تولید و پرداخت‌های انتقالی است. در روابط (۲۲) و (۲۳)، $TRANS$ بیانگر پرداخت انتقالی بین نهادی، MPS میل نهایی به پس‌انداز نهادی، $tins$ نرخ مالیات و YI درآمد نهادهای داخلی غیردولتی است.

(۲۲)

$$TRANS_{INSDNG,INSDNG'} = S_{INSDNG,INSDNG'} \cdot (1 - MPS_{INSDNG'}) \cdot (1 - tins_{INSDNG'}) \cdot YI_{INSDNG'})$$

(۲۳)

$$YI_{INSDNG} = \sum_{f} YIF_{INSDNG,f} + \sum_{INSDNG'} TRANS_{INSDNG,INSDNG'} + trnsfr_{INSDNG,gov} + trnsfr_{INSDNG,ROW} \cdot EXR$$

معادلات مربوط به درآمد و مخارج خانوارها و همچنین درآمد و مخارج دولت در قالب روابط (۲۴)، (۲۵)، (۲۶) و (۲۷) آورده شده‌اند. در این روابط، $QH_{c,h}$ بیانگر مقدار مصرف خانوار hام از کالای cام، YG درآمد دولت، EG مخارج دولت و QG_c مصرف دولت از کالای cام است.

(۲۴)

$$YI_h = \sum_{f} YIF_{h,f} + trnsfr_{h,gov} + trnsfr_{h,enter} + trnsfr_{h,ROW} \cdot EXR$$

(۲۵)

$$QH_{c,h} = \frac{\beta_{c,h} \cdot (1 - MPS_h) \cdot (1 - tins_h) \cdot YI_h}{P_c}$$

(۲۶)

$$YG = \sum_{INSDNG} tins_{INSDNG} \cdot YI_{INSDNG} + \sum_{f} YIF_{gov,f} + \sum_{c} tq_c (PM_c \cdot QM_c + PD_c \cdot QD_c)$$
$$- \sum_{c} sq_c (PM_c \cdot QM_c + PD_c \cdot QD_c) + \sum_{c} tm_c \cdot EXR \cdot PWM_c \cdot QM_c$$
$$+ \sum_{c} te_c \cdot EXR \cdot PWE_c \cdot QE_c - \sum_{c} sm_c \cdot EXR \cdot PWM_c \cdot QM_c + EXR \cdot trnsfr_{gov,ROW}$$
$$+ trnsfr_{gov,enter}$$

(۲۷)

$$EG = \sum_{INSDNG} trnsfr_{INSDNG,gov} + \sum_{c} P_c \cdot QG_c$$

۳-٤- معادله مربوط به بلوک سرمایه‌گذاری و شاخص قیمت

رابطه (۲۸) تقاضا برای کالاهای سرمایه‌ای است که در آن $QINV$ مقدار تقاضای سرمایه‌گذاری و پارامتر $qinv$ مقدار اولیه سرمایه‌گذاری را نشان می‌دهد.

(۲۸)

$$QINV_c = \overline{IADJ} \cdot qinv_c$$

شاخص قیمت CPI به صورت ترکیبی از قیمت کالاهای مرکب تعریف می‌شود (رابطه (۲۹)) که در آن w_c به‌عنوان وزن کالای Cام در سبد مصرفی خانوار است.

(۲۹)

$$CPI = \sum_c w_c \cdot P_c$$

۳-۵- بلوک مربوط به قیود

معادلات مربوط به ساختار قیود، مستقل از تصمیم‌گیری کارگزاران اقتصادی بوده و برای حفظ تعادل اقتصادی مورد استفاده هستند. در این بلوک، تعادل بخش دولتی از برابری درآمد و مخارج، تعادل بازار خارجی از 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[1] به دست می‌آید.

٤- نحوه اندازه‌گیری اثرات بازگشتی

معادله مربوط به تقاضای حامل‌های انرژی در قالب رابطه (۱۱) تبیین شد. با توجه به این رابطه، مشخص است که تقاضای حامل انرژی e ام در فعالیت aام تابعی از نهاده ترکیبی انرژی کل، قیمت حامل انرژی eام مورد استفاده در فعالیت aام، قیمت نهاده ترکیبی انرژی کل و کارایی حامل انرژی η است. با استفاده از تابع تقاضای حامل‌های انرژی می‌توان اثر تغییرات کارایی هر کدام از حامل‌های انرژی (بنزین و گازوئیل) را بر تقاضای این حامل‌ها

۱- کارگزاران اقتصادی صرفاً بر اساس نیاز خود و بر اساس قیمت‌ها و دستمزدها در مورد بکارگیری نیروی کار تصمیم‌گیری کرده و توجهی به عرضه عوامل تولید ندارند از این رو ضروری است تا برابری عرضه و تقاضای عوامل تولید وجود داشته باشد.

اندازه‌گیری کرد. بدنبال افزایش کارایی مصرف هر کدام از حامل‌های انرژی (بنزین و گازوئیل) به میزان $\dot{\eta}_{bnz}$ و $\dot{\eta}_{gaz}$، درصد تغییر تقاضای این حامل‌ها به‌ترتیب $\dot{QFE}_{bnz,a}$ و $\dot{QFE}_{gaz,a}$ خواهد بود. با توجه به تعریف اثرات بازگشتی، مقدار آن به صورت رابطه (۳۰) اندازه‌گیری می‌شود:

(۳۰)

$$RE_{bnz,a}=\left(1+\frac{\dot{QFE}_{bnz,a}}{\dot{\eta}_{bnz}}\right)\times\left(1+\frac{(QFE^{2}_{bnz,a}-QFE^{1}_{bnz,a})/QFE^{1}_{bnz,a}}{\dot{\eta}_{bnz}}\right)\times 100$$

$$RE_{gaz,a}=\left(1+\frac{\dot{QFE}_{gaz,a}}{\dot{\eta}_{gaz}}\right)\times 100=\left(1+\frac{(QFE^{2}_{gaz,a}-QFE^{1}_{gaz,a})/QFE^{1}_{gaz,a}}{\dot{\eta}_{gaz}}\right)\times 100$$

می‌توان نسبت $\frac{\dot{QFE}_{bnz,a}}{\dot{\eta}_{bnz}}$ و $\frac{\dot{QFE}_{gaz,a}}{\dot{\eta}_{gaz}}$ را به‌ترتیب کشش تقاضای بنزین نسبت به کارایی (کشش کارایی تقاضای بنزین) و کشش تقاضای گازوئیل نسبت به کارایی (کشش کارایی تقاضای گازوئیل) نامیده و با $\varepsilon_{\eta_{bnz}}$ و $\varepsilon_{\eta_{gaz}}$ نشان داد، بنابراین خواهیم داشت (رابطه (۳۱)):

(۳۱)

$$RE_{bnz,a}=(1+\varepsilon_{\eta_{bnz}})\times 100$$
$$RE_{gaz,a}=(1+\varepsilon_{\eta_{gaz}})\times 100$$

با توجه به مقدار عددی دو متغیر $\varepsilon_{\eta_{bnz}}$ و $\varepsilon_{\eta_{gaz}}$ می‌توان در مورد اندازه اثرات بازگشتی بحث کرد. چنانچه بهبود کارایی مصرف بنزین (گازوئیل) باعث افزایش مصرف آن شود، آنگاه $\varepsilon_{\eta_{bnz}} \succ 0$ $(\varepsilon_{\eta_{gaz}} \succ 0)$ شده و میزان اثرات بازگشتی بیش از صددرصد خواهد بود که نشان‌دهنده وجود اثرات معکوس می‌باشد. چنانچه بهبود کارایی مصرف بنزین (گازوئیل) باعث کاهش مصرف آن به میزانی کمتر از افزایش در کارایی مصرف بنزین

(گازوئیل) شود، آنگاه $-۱ \prec \varepsilon_{\eta_{bnz}} \prec ۰$ ($-۱ \prec \varepsilon_{\eta_{gaz}} \prec ۰$) شده و میزان اثرات بازگشتی بین صفر تا صددرصد خواهد بود. چنانچه بهبود کارایی مصرف بنزین (گازوئیل) باعث کاهش مصرف آن به همان میزان افزایش در کارایی مصرف بنزین (گازوئیل) شود، آنگاه $\varepsilon_{\eta_{bnz}} = -۱$ ($\varepsilon_{\eta_{gaz}} = -۱$) شده و میزان اثرات بازگشتی صفر خواهد بود.

۵- اجرای الگوی CGE و تحلیل نتایج

مکانیزم انتقال و اثرگذاری شوک‌های برون‌زا در چارچوب مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه از طریق بازار است به طوری که شوک‌های مختلف از طریق مکانیزم بازار بر فعالیت‌های مختلف تأثیر می‌گذارند. یکی از مهم‌ترین پارامترهایی که در مدل‌های تعادل عمومی مورد استفاده قرار می‌گیرد، عبارت است از کشش‌های جانشینی[۱]. یکی از مهم‌ترین کشش‌هایی که در مطالعه حاضر مورد استفاده قرار گرفته مربوط به کشش جانشینی بین حامل‌های انرژی است که در سناریوی پایه و با اقتباس از مطالعه خیابانی (۱۳۸۷) برای فعالیت‌های مختلف متفاوت بوده اما به طور متوسط برابر با ۰/۵ است. در مدل‌های CGE یکی از مهم‌ترین گام‌ها عبارت است از کالیبراسیون برخی پارامترهای مدل است که برای این منظور از ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۸۵ استفاده شده است. جدول (۲) مقدار اثرات بازگشتی ناشی از بهبود ۱۰ درصدی کارایی بنزین و گازوئیل را در رشته فعالیت‌های مختلف به‌خصوص زیربخش‌های حمل و نقل نشان می‌دهد. براساس این جدول، اثرات بازگشتی ناشی از بهبود ۱۰ درصدی کارایی بنزین و گازوئیل در رشته فعالیت‌های مختلف متفاوت است به طوری که بیشترین اثرات بازگشتی در مورد بنزین مربوط به رشته فعالیت «حمل و نقل جاده‌ای» با ۲۷/۴۵ درصد و کمترین اثرات بازگشتی در مورد بنزین مربوط به رشته فعالیت «حمل و نقل ریلی» با ۶/۰۷ درصد است. رشته فعالیت‌های «خدمات» و «سایر صنایع» نیز با اثرات بازگشتی به ترتیب برابر با ۲۵/۱۷ و ۱۹/۹ درصد در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند.

۱- در مقاله حاضر کشش‌های جانشینی مورد استفاده از سایر مطالعات اقتباس شده‌اند.

در مورد گازوئیل مشاهده می‌شود که بیشترین اثرات بازگشتی مربوط به رشته فعالیت «حمل و نقل جاده‌ای» با ۲۵/۲۱ درصد و کمترین اثرات بازگشتی مربوط به رشته فعالیت «حمل و نقل هوایی» با ۶/۹۸ درصد است. رشته فعالیت‌های «کشاورزی ...» و «خدمات» نیز با اثرات بازگشتی به‌ترتیب با ۲۳/۸۴ و ۲۳ درصد در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند. نکته حائز اهمیت این است که در رشته فعالیت حمل و نقل جاده‌ای که نسبت به سایر فعالیت‌ها بیشترین مصرف بنزین و گازوئیل را دارد (وابستگی بیشتری به این دو فرآورده نفتی دارد)، اثرات بازگشتی بیشتر است. طبیعی است وجود اثرات بازگشتی باعث می‌شود تا بخشی از اثرات بهبود کارایی بر کاهش تقاضای بنزین و گازوئیل خنثی شود. در کل مشاهده می‌شود در نتیجه بهبود ۱۰ درصدی کارایی مصرف بنزین و گازوئیل بطور متوسط اثرات بازگشتی مربوط به بنزین برابر با ۱۲/۹۵ درصد و اثرات بازگشتی مربوط به گازوئیل برابر با ۱۳/۷۹ درصد است.

جدول (۲)- اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی مصرف نهاده‌های بنزین و گازوئیل

۱۰ درصد بهبود کارائی				
رشته فعالیت	اثرات بازگشتی بنزین (درصد)	کاهش در تقاضای بنزین (درصد)	اثرات بازگشتی گازوئیل (درصد)	کاهش در تقاضای گازوئیل (درصد)
کشاورزی و ...	۱۱,۱۸	۸,۹	۲۳,۸٤	۷,٦
معادن	۱۰,۰۵	۹	۱۰,۷٦	۸,۹
صنایع غذایی و ...	۷,۵۸	۹,۲	۸,٤۷	۹,۲
سایر صنایع	۱۹,۹	۸	۱۸,۰۸	۸,۲
حمل و نقل ریلی	٦,۰۷	۹,٤	۱۲,۰۱	۸,۸
حمل و نقل جاده‌ای	۲۷,٤۵	۷,۳	۲۵,۲۱	۷,۵
حمل و نقل آبی	۷,۹۵	۹,۲	۹,۵	۹,۱
حمل و نقل هوایی	۱۳,۹۹	۸,٦	٦,۹۸	۹,۳
خدمات	۲۵,۱۷	۷,۵	۲۳	۷,۷
متوسط	۱۲,۹۵	۸,۷	۱۳,۷۹	۸,٦

مأخذ: محاسبات تحقیق

با توجه به اطلاعات جدول (۲) مشاهده می‌شود که در نتیجه بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل در همه بخش‌ها کاهش تقاضای این دو فرآورده صورت گرفته به طوری که کمترین کاهش تقاضای بنزین در «حمل و نقل جاده‌ای» با ۷/۳ درصد و بیشترین کاهش تقاضا در «حمل و نقل ریلی» با ۹/۴ درصد بوده است. در مورد گازوئیل نیز کمترین کاهش تقاضا در «حمل و نقل جاده‌ای» با ۷/۵ درصد و بیشترین کاهش تقاضا در «حمل و نقل هوایی» با ۹/۳ درصد بوده است. در کل بهبود ۱۰ درصدی کارایی بنزین و گازوئیل به‌ترتیب باعث می‌شود تا به طور متوسط ۸/۷ درصد از تقاضای بنزین و ۸/۶ درصد از تقاضای گازوئیل در کل اقتصاد کاسته شود.

نکته مهم دیگر این است که در هیچ کدام از رشته فعالیت‌های اقتصادی اثرات معکوس مشاهده نمی‌شود این به معنای آن است که در نتیجه بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل در هیچ کدام از بخش‌های اقتصادی افزایش تقاضا برای بنزین و گازوئیل رخ نمی‌دهد. همچنین در نتیجه اعمال شوک بهبود کارایی، اثرات بازگشتی صفر و یا صددرصدی که حالت‌های حدی در محاسبه اثرات بازگشتی هستند، رخ نخواهد داد. حصول اثر بازگشتی صفر در هر بخش به آن معنی است که در نتیجه بهبود ۱۰ درصدی کارایی، تقاضای بنزین و گازوئیل در آن بخش ۱۰ درصد کاهش یافته است. حصول اثر بازگشتی صددرصد نیز در هر بخش به معنی این است که در نتیجه بهبود ۱۰ درصدی کارایی، تقاضای بنزین و گازوئیل در بخش مربوطه هیچ تغییری نکرده است.

یکی از شاخص‌های مهم اقتصادی که در مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه بسیار حائز اهمیت بوده و نمایانگر ساختار اقتصاد هر کشوری اس، مقادیر مرتبوط به کشش‌های مختلف است. همواره این امکان وجود دارد که نتایج تحقیق نسبت به تغییر مقادیر کشش‌ها حساسیت داشته باشد. یکی از مهم‌ترین کشش‌هایی که نتایج مقاله می‌تواند نسبت به آن حساسیت داشته باشد، کشش جانشینی بین حامل‌های انرژی است. بدنبال اجرای مدل با در

نظر گرفتن مقادیر مختلف برای کشش جانشینی بین حامل‌های انرژی، تفاوت قابل اعتنایی در اندازه اثرات بازگشتی مشاهده نشده است[۱].

یکی دیگر از نتایج تحقیق مربوط به درصد تغییرات در سطح فعالیت بخش‌های مختلف است اما با توجه به اهمیت کاربرد بنزین و گازوئیل در بخش حمل و نقل، فقط زیربخش‌های حمل و نقل آورده شده‌اند. جدول (۳) نشان‌دهنده درصد تغییرات در سطح فعالیت زیربخش‌های حمل و نقل در نتیجه بهبود ۱۰ درصدی در کارایی مصرف بنزین و گازوئیل است. مشاهده می‌شود در نتیجه بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل، حمل و نقل ریلی دارای بیشترین افزایش(۱۳/۴ درصد) در سطح فعالیت بوده و حمل و نقل آبی با کاهش بسیار ناچیزی(۰/۰۱- درصد) در سطح فعالیت مواجه می‌شود. دو زیر بخش دیگر نیز از افزایش در سطح فعالیت برخوردار هستند.

جدول(۳)- درصد تغییرات سطح فعالیت زیر بخش‌های حمل و نقل

رشته فعالیت	درصد تغییرات سطح فعالیت
حمل و نقل ریلی	۱۳,٤
حمل و نقل جاده‌ای	۰,۰٦
حمل و نقل آبی	-۰,۰۱
حمل و نقل هوایی	۰,۰۰٦

مأخذ: محاسبات تحقیق

یکی دیگر از نتایج تحقیق مربوط به درصد تغییرات در تولید ناخالص داخلی در اثر بهبود ۱۰ درصدی کارایی بنزین و گازوئیل است. نتایج نشان می‌دهد به دنبال بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل و تغییرات در سطح فعالیت بخش‌ها و در تقاضا برای حامل‌های انرژی در مجموع رشد ۰/۰۳ درصدی در تولید ناخالص داخلی صورت خواهد گرفت.

یکی از روش‌های کنترل مصرف حامل‌های انرژی (در کنار بهبود کارائی) افزایش قیمت آنها است. بررسی نحوه اثرگذاری افزایش قیمت انرژی بر مصرف آن نشان می‌دهد

۱- نتایج مربوط به تحلیل حساسیت برای جلوگیری از تعدد صفحات آورده نشده است.

افزایش قیمت انرژی (به‌عنوان یکی از نهاده‌های تولیدی) باعث افزایش هزینه‌های تولید کالاها و خدمات شده و منحنی عرضه اقتصاد را به سمت چپ منتقل می‌کند و در نتیجه سطح تولید کاهش می‌یابد. بدیهی است افزایش هزینه‌های تولیدی در طرف عرضه (در نتیجه افزایش قیمت نهاده انرژی) بسته به میزان انرژی‌بر بودن فعالیت‌ها، متفاوت بوده و از این نظر کاهش سطح تولید بین بخش‌های مختلف تولیدی به یک اندازه نخواهد بود. افزایش قیمت انرژی در سوی دیگر باعث انتقال منحنی تقاضای اقتصاد به سمت پایین شده و از این طریق باعث کاهش سطح تولید می‌شود. تاثیرپذیری تقاضا از شوک قیمت انرژی از طریق اثرات جانشینی و درآمدی است به طوری که افزایش قیمت انرژی از طریق تغییر دادن قیمت‌های نسبی منجر به افزایش قیمت کالاها وخدمات انرژی‌بر شده و قدرت خرید مصرف‌کنندگان را کاهش می‌دهد و در نتیجه تقاضا برای کل کالاها و خدمات کاهش می‌یابد (اثر درآمدی). از طرف دیگر با افزایش قیمت انرژی، تقاضا برای کالاها و خدمات انرژی‌بر کم شده و تقاضا برای کالاها و خدمات کمتر انرژی‌بر (که به طور نسبی قیمت آنها کاهش یافته یا کمتر افزایش یافته است) افزایش می‌یابد (اثر جانشینی). بدیهی است در مورد کالای انرژی این دو اثر همدیگر را تقویت می‌کنند. با توجه به این نکات، مشخص است که به دنبال افزایش قیمت انرژی، میزان مصرف انرژی کاهش پیدا کرده و سطح تولید فعالیت‌ها نیز کاهش می‌یابد. با مقایسه نتایج برخی مطالعات همانند خیابانی (۱۳۸۷) و شاهمرادی و همکاران (۱۳۹۰) که شوک افزایش قیمت انرژی را بررسی کرده‌اند با نتایج مقاله حاضر، مشاهده می‌شود که نتایج مطالعات همراستا هستند.

٦- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

فرآورده‌های نفتی بنزین و گازوئیل دارای نقش مهم و میزان مصرف بالایی در اقتصاد ایران هستند از این رو ضروری است تا تمهیدات جدی برای ارتقای کارایی در رشته فعالیت‌های اقتصادی مصرف‌کننده این دو حامل انرژی به‌قصد کنترل مصرف آنها اندیشیده شود.

سهم بزرگی از مصرف بنزین و گازوئیل مربوط به بخش حمل و نقل است از این رو باید تمهیدات در جهتی صورت گیرد که منجر به بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل در همه بخش‌ها به‌خصوص حمل و نقل شود. بحث مربوط به بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل توأم با دغدغه‌ای به نام اثرات بازگشتی است که طی آن، کاهش اولیه در مصرف بنزین و گازوئیل در نتیجه بهبود کارایی تا اندازه‌ای خنثی می‌شود.

نتایج بررسی وجود اثرات بازگشتی در نتیجه بهبود ۱۰ درصدی کارایی مصرف بنزین و گازوئیل و اندازه‌گیری این اثرات و درصد تغییرات در سطح فعالیت هر کدام از زیربخش‌های حمل و نقل از طریق مدل *CGE* نشان می‌دهد که پس از بهبود کارایی، قیمت موثر این حامل‌ها کاهش یافته و این کاهش باعث افزایش القایی در مصرف آنها شده است. در مورد مقدار اثرات بازگشتی مشاهده شد که در مورد بنزین، بیشترین مقدار اثرات بازگشتی مربوط به رشته فعالیت «حمل و نقل جاده‌ای» با ۲۷/۴۵ درصد است. رشته فعالیت‌های «خدمات» و «سایر صنایع» با اثرات بازگشتی به ترتیب با ۲۵/۱۷ و ۱۹/۹ درصد در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند. در مورد گازوئیل بیشترین اثرات بازگشتی مربوط به رشته فعالیت «حمل و نقل جاده‌ای» با ۲۵/۲۱ درصد بوده و رشته فعالیت‌های «کشاورزی ...» و «خدمات» با اثرات بازگشتی به‌ترتیب با ۲۳/۸۴ و ۲۳ درصد در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند.

به دنبال اجرای مدل با در نظر گرفتن مقادیر مختلف برای کشش جانشینی بین حامل‌های انرژی، تفاوت قابل اعتنایی در اندازه اثرات بازگشتی مشاهده نشده است. همچنین در نتیجه بهبود ۱۰ درصدی کارایی مصرف بنزین و گازوئیل، حمل و نقل ریلی (به‌عنوان یکی از زیر بخش‌های حمل و نقل) دارای بیشترین افزایش(۱۳/۴ درصد) در سطح فعالیت بوده وحمل و نقل آبی با کاهش بسیار ناچیزی(۰/۰۱- درصد) در سطح فعالیت مواجه می‌شود. در اثر بهبود ۱۰ درصدی کارایی مصرف بنزین و گازوئیل شاهد رشد ۰/۰۳ درصدی در تولید ناخالص داخلی رخ خواهد داد.

با توجه به نتایج مطالعه حاضر، پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاران اقتصادی کشور قبل از هر نوع برنامه‌ریزی در راستای ارتقای سطح کارایی مصرف فرآورده‌های نفتی بنزین و گازوئیل،

توجه ویژه‌ای به اثرات بازگشتی ناشی از اجرای این سیاست‌ها داشته باشند زیرا جای شکی نیست که اجرای چنین سیاست‌هایی با عکس‌العمل‌هایی در سمت تقاضا همراه بوده و این امکان وجود دارد که از درجه اثرگذاری این سیاست‌ها کاسته شود. بدیهی است در بخش‌هایی که اثرات بازگشتی بیشتری دارند، باید اجرای سیاست‌های بهبود کارایی به‌نحوی انجام گیرد تا این اثرات و ناکارآمدی در اجرای این سیاست‌ها به کمترین حد ممکن برسد.

۷- منابع

الف) فارسی

۱- ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۱، وزارت نیرو.

۲- 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.

۳- شاهمرادی، اصغر و همکاران (۱۳۹۰)، «بررسی اثرات افزایش قیمت حامل‌های انرژی و پرداخت یارانه نقدی در ایران: رویکرد *CGE*»، *فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، سال نوزدهم، شماره ۵۷.

۴- عسگری، منوچهر (۱۳۸۳)، «مدل تعادل عمومی کاربردی ایران»، *فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی*.

۵- منظور، داود و همکاران (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.

ب) انگلیسی

1-Allan, G., Hanley, N., McGregor, P., Swales, K. and 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, 779-798.

2-Alshehabi, O. (2013), "Modelling Energy and Labour Linkages: A CGE Approach with an Application to Iran", *Economic Modelling*, 35, PP. 88-98.

3-Berkhout, P., Muskens, J. and Velthuijsen, J. (2000), "Definition the Rebound Effect", *Energy Policy*, 28, PP. 425-432.

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

5-Hanley, N., McGregor, P., Swales, K. and Turner, K. (2006), "The Impact of a Stimulus to Energy Efficiency on The Economy and The Environment: A Regional Computable General Equilibrium Analysis", *Renewable Energy*, 31, 161-171.

6-Hanley, N., McGregor, P., Swales, K. and Turner, K. (2009), "Do Increases in Energy Efficiency Improve Environmental Quality and Sustainability", *Ecological Economics*, 68, 692-709.

7-Hertwich, G. (2005), "Consumption and the Rebound Effect", Massachusetts Institute of Technology and Yale University, Volume 9, No. 1–2.

8-Hosoe, N., Gasawa, K. and Hashimoto, H. (2010), "Textbook of Computable General Equilibrium Modeling: Programming and Simulations*", PALGRAVE MACMILLAN*.

9-Lofgren, H., R. Harris, and Sh. Robinson (2001), "A Standard Computable General Equilibrium (CGE) Model in GAMS", *International Food Policy Research Institute*, Washington, D.C.

10-McCarl, B. (2009), "McCarl GAMS A Users Guide", *GAMS*

13-Sorrell, S. (2007), "UKERC Review of Evidence for the Rebound Effect", Supplementary Note: Graphical Illustrations of Rebound Effect, Working Paper, Sussex Energy Group (SEG), University of Sussex.

14-Small, K. and Van Dender, K. (2005), "The Effect of Improved Fuel Economy on Vehicle Miles Traveled: Estimating the Rebound Effect Using U.S. State Data, 1966-2001, Department of Economics", University of California, Irvine.

15-World Energy Outlook (WEO)- (2012), International Energy Agenc

پرتال جامع علوم انسانی