نشریه پژوهش های کاربردی در مدیریت و حسابداری

۲۸
سال هفتم
زمستان ۱۴۰۱
مقاله پژوهشی
تاریخ دریافت:
۱۴۰۱/۰۹/۱۳
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۱/۱۱/۱۸
صص: ۷۸-۵۰

# بهبود کارایی انرژی و تأثیر آن بر کاهش مصرف فرآورده‌های پتروشیمی در زمینه حمل و نقل عمومی

شهلا سجادی نژاد*[۱]

## چکیده

امروزه بخش نفت، گاز و پتروشیمی، یکی از مهم‌ترین منابع اقتصادی کشور می باشد. در مقیاس جهانی نیز، فرآورده‌های نفتی به‌خصوص بنزین و گازوئیل دارای نقش بسیار مهمی هستند چرا که عمده کاربرد این فرآورده‌ها در حمل‌ونقل بوده و حمل و نقل نیز از ارکان مهم یک کشور می باشد و حفظ تعادل عمومی دوبخشی اقتصاد - انرژی در راستای اندازه‌گیری تأثیر افزایش مشخصی در کارایی مصرف فرآورده های نفت و گاز، بر مصرف این فرآورده‌ها در خود این بخش و سایر بخش‌های اقتصادی نقش به سزایی خواهد داشت. در این تحقیق برای ارزیابی اثرات ناشی از بهبود کارایی مصرف فرآورده های نفتی از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه و برای مدل تعادل عمومی از ماتریس حسابداری – اجتماعی به‌عنوان پایه آماری استفاده شده است. بر این اساس اقدام به طراحی الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه (CGE) برای ایران در حوزه اقتصاد – انرژی شد. نتایج تحقیق حاکی است در تمامی بخش‌های اقتصادی، متوسط اثرات بازگشتی بنزین برابر با ۲۴/۳ درصد و متوسط اثرات بازگشتی گازوئیل برابر با ۲۱/۴ درصد است. نتایج تحلیل حساسیت که در مورد تغییر کشش جانشینی بین بنزین و گازوئیل با سایر فرآورده‌های نفتی از ۰/۷۵ به ۰/۸۰ (کشش مدل پایه) و ۰/۸۵ بوده است، نشان داد با این تغییرات، مقدار عددی اثرات بازگشتی بنزین و گازوئیل دچار تغییر محسوسی نشده است.

**واژه‌های کلیدی:** اثرات بازگشتی، ماتریس حسابداری، سوخت، حمل و نقل.

[۱] نویسنده مسئول: کارشناس ارشد، گروه اقتصاد، دانشکده علوم انسانی، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران / sh.sajadinezhad@gmail.com

## مقدمه

امروزه بخش نفت، گاز و پتروشیمی، اولین و بارزترین مزیت نسبی کشور و نقطه اتکای اقتصاد ایران محسوب می شود. در اقتصاد جهان، فرآورده‌های نفتی به‌خصوص بنزین و گازوئیل دارای نقش بسیار حائز اهمیتی هستند چرا که عمده کاربرد این فرآورده‌ها در حمل‌ونقل بوده و به‌وضوح روشن است که این بخش، به‌نوعی حلقه واسطه بین تولید – تولید و تولید - مصرف بوده و لذا از این‌روست که فرآورده‌های نفتی به‌خصوص بنزین و گازوئیل در رشد اقتصادی کشورهای دنیا دارای نقش بسیار مهمی می‌باشند. بر طبق گزارش سالیانه آژانس بین‌المللی انرژی (خوش کلام، ۱۳۹۸)، میزان مصرف جهانی فرآورده‌های نفتی در بخش حمل‌ونقل در سال ۲۰۱۱ رقمی بالغ بر ۲۱۳۸ میلیون تن معادل نفت خام بوده که معادل با رقمی در حدود ۹۳ درصد بوده است که نشان‌دهنده سهم بالای این فرآورده‌ها در بخش حمل‌ونقل است(عسگری، ۱۳۹۶).

یکی از مهم ترین تمهیدات برای کنترل مصرف سوخت می تواند تلاش برای بهبود کارایی مصرف سوخت باشد. بهبود کارایی مصرف سوخت توأم با دغدغه ای موسوم به اثرات بازگشتی است که در آن کاهش اولیه در مصرف سوخت در نتیجه بهبود کارایی تا اندازه ای خنثی می شود. در نتیجه بهبود ۵ درصدی کارایی مصرف بنزین، اثرات بازگشتی در بخش های مختلف اقتصاد وجود دارد. بطوریکه بخش حمل‌ونقل دارای بیشترین اثرات بازگشتی و بخش نفت و گاز دارای کمترین اثرات بازگشتی هستند(موسوی، ۱۳۹۴). علیرغم تلاش‌های صورت گرفته در ایران جهت جایگزینی بنزین با CNG، همچنان قسمت عمده‌ای از مصرف بنزین کشور در بخش حمل‌ونقل است. در مورد فرآورده گازوئیل نیز سهم این فرآورده نیز در مصارف سوخت بخش حمل‌ونقل بالاست(الشهابی، ۲۰۱۸).

مصرف بالای فرآورده‌های نفتی به‌خصوص بنزین و گازوئیل در ایران، نیاز به تمهیدات جدی در بخش مصرفی این فرآورده‌ها را ضروری می‌سازد. این تمهیدات بایستی در جهتی صورت گیرد که منجر به بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل در بخش حمل‌ونقل ایران شود.

تفکر رایج حاکم بر اقتصاد این است که بهبود کارایی انرژی باعث کاهش مصرف انرژی می‌شود، اما هم در ادبیات اقتصاد انرژی و هم در زمینه سیاست‌های انرژی بحث گسترده‌ای در مورد تأثیر واقعی چنین بهبودهایی در کارایی انرژی وجود دارد. این بحث متمرکز بر مفهوم اثرات بازگشتی است که در آن، اثرات بازده انتظاری ناشی از بهبود کارایی انرژی روی شدت انرژی، در نتیجه عکس‌العمل سیستم‌های اقتصادی به کاهش در قیمت مؤثر (قیمت ضمنی) خدمات انرژی (همزمان با بهبود کارایی انرژی) کاهش می‌یابد.

مطالعات بسیار اندکی وجود دارند که اثرات غیرمستقیم و اثرات مربوط به کل گستره اقتصاد را مورد بررسی قرار داده باشند. برخلاف انتظار مبنی بر اینکه بهبود کارایی مصرف فرآورده‌های نفتی بنزین و گازوئیل، باعث کاهش میزان مصرف آن‌ها می‌شود، اثرات بازگشتی می‌تواند باعث جبران بخشی از کاهش اولیه ناشی از بهبود کارایی در مصرف فرآورده‌های نفتی شود. اثر بازگشتی زمانی اتفاق می‌افتد که بهبود کارایی به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم تقاضا را برای فرآورده‌های نفتی بالا ببرد. سازوکار ایجاد اثرات بازگشتی نیز به این شکل است که بهبود کارایی در مصرف بنزین و گازوئیل، باعث تغییر در قیمت مؤثر یا ضمنی آن‌ها شده، لذا تغییر در قیمت مؤثر نیز انگیزه تغییرات در روند مصرف این فرآورده‌ها را فراهم می‌کند. به دنبال افزایش القایی در تقاضای بنزین و گازوئیل، بخشی از

کاهش مورد انتظار در مصرف این فرآورده‌ها خنثی شده و حتی در حالتی که شاهد وقوع اثرات معکوس هستیم، افزایش القایی در تقاضا بیش از کاهش مورد انتظار اولیه خواهد بود.

نکته‌ای که حائز اهمیت است و تقریباً همه اقتصاددانان و سیاست‌گذاران کشور بر آن اذعان دارند این است که کارایی مصرف فرآورده‌های نفتی به‌خصوص بنزین و گازوئیل در اقتصاد ایران پایین است و لذا این پایین بودن کارایی منجر به استفاده غیر بهینه از این سوخت‌های با ارزش در همه بخش‌های مصرف‌کننده به‌خصوص حمل‌ونقل شده است؛ بنابراین در این تحقیق برانیم تا بهبود کارایی انرژی و تأثیر آن بر کاهش مصرف فرآورده‌های پتروشیمی در زمینه حمل و نقل عمومی را مورد بررسی قرار دهیم.

## پیشینه پژوهش

موسوی در سال ۱۳۹۹ در مقاله خود با عنوان «مدل تعادل عمومی قابل محاسبه مربوط به تعاملات انرژی–اقتصاد و برابری برای پاکستان» به معرفی مدل تعادل عمومی قابل محاسبه برای اقتصاد پاکستان (GE-PAK) پرداخته است. وی در مقاله خود مدل استاندارد نئوکلاسیکی را اندکی گسترش داده است تا ارتباط بین اقتصاد – انرژی و برابری[2] را برقرار کند. مدل طراحی‌شده عمدتاً برای انجام مطالعات کوتاه‌مدت به‌ویژه مربوط به بخش انرژی قابل کاربرد است. مدل چندبخشی موجود در این مقاله، کاملاً نئوکلاسیکی بوده و مبتنی بر مدل ORANI مربوط به اقتصاد استرالیا است که توسط دیکسون و همکاران طراحی شده بود.

خیابانی در سال ۱۳۹۹ در مطالعه خود با عنوان «یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه برای ارزیابی افزایش قیمت تمامی‌حامل‌های انرژی در اقتصاد ایران» به ارزیابی آثار ناشی از افزایش قیمت تمامی حامل‌های انرژی در اقتصاد ایران پرداخته است. ایشان در مطالعه خود از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه استاندارد استفاده کرده و پایه آماری مدل وی نیز ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۸۰ بوده است که از جمع‌آوری، پردازش اطلاعات و تلفیق جدول داده – ستانده سال ۱۳۸۰ مرکز آمار ایران و بودجه خانوار در سال ۱۳۸۳ و ترازنامه خارجی بانک مرکزی ۱۳۸۵–۱۳۸۰ و کتاب قانون صادرات و واردات ۱۳۸۵–۱۳۸۰ و حساب‌های ملی بانک مرکزی ۱۳۸۵–۱۳۸۰ حاصل شده است.

امینی فرد در (۱۳۹۷) پژوهشی تحت عنوان «برآورد اثر بازگشتی مستقیم بهبود کارایی مصرف گاز در بخش خانگی ایران» پرداخت. در این مطالعه با استفاده از مدل خود رگرسیون با وقفه های توزیعی (ARDL) به بررسی اثر بازگشتی مستقیم تقاضای گاز بخش خانگی در ایران پرداخته شد. برای این منظور از داده‌های دوره ده ساله ۹۴-۱۳۸۴ به‌صورت فصلی استفاده شد. نتایج برآورد مدل‌های بلندمدت و کوتاه‌مدت ARDL نشان داد که در بلندمدت و کوتاه‌مدت، متغیرهای میانگین دما، درآمد سرانه واقعی و جمعیت، از اثر مستقیم و قوی بر مصرف گاز خانگی کشور برخوردار می‌باشند. همچنین، قیمت گاز خانگی، از اثر معکوس و قوی بر مصرف گاز خانگی برخوردار بوده و اثر بازگشتی مستقیم بلندمدت و کوتاه‌مدت ناشی از بهبود کارایی گاز خانگی در کشور به ترتیب معادل ۳۴٪ و ۳۱٪ می‌باشد. بدین مفهوم که در بلندمدت و کوتاه‌مدت با ۱۰۰٪ کاهش قیمت گاز خانگی در اثر بهبود کارایی آن، مصرف گاز خانگی نه تنها کاهش نمی‌یابد، بلکه به ترتیب ۳۴٪ و ۳۱٪ افزایش می‌یابد.

---

[2] Equity

منظور داود و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعه خود به تحلیل اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی در مصارف برق در ایران پرداختند. ایشان در مطالعه خود از الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه استفاده کرده‌اند. در این مطالعه اقدام به ارائه الگوی نظری جهت تعیین عوامل مؤثر بر میزان اثرات بازگشتی در تقاضای برق و اندازه‌گیری شدت این اثرات برای اقتصاد ایران با این فرض شده است که بهبود کارایی در مصارف برق در بخش‌های خانگی و تولیدی به‌صورت برون‌زا و بدون هزینه باشد.

آلان و همکاران در سال ۲۰۲۰ در مطالعه خود با عنوان «تأثیر افزایش کارایی در مصرف صنعتی انرژی: تحلیل تعادل عمومی قابل محاسبه برای انگلستان» به بررسی تأثیر افزایش در کارایی مصرف انرژی بر بخش صنعت کشور انگلستان پرداخته‌اند. در این مطالعه از تحلیل تعادل عمومی قابل محاسبه استفاده شده است.

الشهابی در سال ۲۰۱۸ در مطالعه خود با عنوان «مدل سازی انرژی و ارتباط آن با بازار کار: مدل تعادل عمومی قابل محاسبه برای ایران» به بررسی روابط سیاستی بین انرژی و بازار کار ایران پرداخته است. تمرکز اصلی تحقیق بر مدل‌سازی انرژی، نفت خام و عوامل تولید در اقتصاد ایران است. هدف تحقیق عبارت است از شبیه‌سازی اثرات ناشی از حذف یارانه‌های سوخت و نفت خام در اقتصاد صادرکننده نفت بر بازار نیروی کار است. در این تحقیق فرض شده است که درآمد حاصل از حذف یارانه‌ها به‌صورت باز توزیع بین خانوارها و یا افزایش سرمایه‌گذاری هزینه شده است. مدل مورد استفاده در این تحقیق، مدل تعادل عمومی قابل محاسبه است. ساختار تولیدی در این مدل برای صنایع غیر نفتی و غیر انرژی به این صورت است که از ترکیب کالاهای انرژی داخلی و وارداتی، کالای مرکب انرژی به دست آمده و از ترکیب کالاهای مرکب انرژی، کالای انرژی کل به دست می‌آید.

برخوت در سال ۲۰۱۷ در مطالعه خود با عنوان «سیاست کارایی انرژی و اقتصاد کارایی انرژی» به بررسی کارایی انرژی پرداخته‌اند. کارایی و صرفه‌جویی انرژی ابزارهای کلیدی و مهم برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و دستیابی به سایر اهداف سیاستی انرژی هستند اما رفتار بازاری و واکنش‌های سیاستی بحث‌های جدیدی را در ادبیات اقتصادی ایجاد کرده‌اند. این سه محقق در مطالعه خود مروری بر مفاهیم اقتصادی مرتبط با تصمیم‌های مصرف‌کنندگان در مورد کارایی و صرفه‌جویی انرژی داشته و ادبیات کاربردی مرتبط را مورد تحلیل قرار داده‌اند.

کاردنت در سال ۲۰۱۶ در مقاله خود با عنوان «یارانه‌های انرژی و بیکاری: مدل CGE کاربردی برای ایران» به بررسی اثرات ناشی از حذف یارانه‌های سوخت بر بازار کار ایران پرداخته است. وی در مطالعه خود دو گزینه جایگزین را مورد تحلیل و بررسی قرار داده است. گزینه اول عبارت است از باز توزیع درآمد اضافی حاصل از حذف یارانه‌های سوخت بین خانوارها (به‌عنوان درآمد اضافی برای آن‌ها) و گزینه دوم عبارت است از هدایت این درآمد اضافی برای مقاصد سرمایه‌گذاری. در این مقاله از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه بر مبنای ماتریس حسابداری اجتماعی استفاده شده است. در این مقاله نشان داده شده است که ساختار فعلی اقتصاد ایران به‌شدت دارای تورش به سمت صنایعی است که در فرآیند تولیدی خود نیاز شدیدی به سوخت و نفت خام دارند. باز توزیع درآمد اضافی ناشی از حذف یارانه‌های سوخت بین خانوارها کوچک‌تر از آن است که بتواند مانع این انحرافات شود.

## فرضیه های پژوهش

با توجه به مبانی نظری مطرح شده فرضیه های پژوهش به صورت زیر بیان می شوند؛

فرضیه اول: بهبود کارایی مصرف فرآورده های نفت و گاز، باعث به وجود آمدن اثرات بازگشتی در همه بخش‌های مورد بررسی به‌خصوص بخش حمل‌ونقل می‌شود.

فرضیه دوم: بهبود کارایی مصرف فرآورده های نفت و گاز، باعث کاهش تقاضای آن‌ها می‌شود اما وجود اثرات بازگشتی از شدت کاهش تقاضای انرژی می کاهد.

فرضیه سوم: تغییر کشش جانشینی بین فرآورده های نفت و گاز با سایر بخش های اقتصادی باعث تغییرات محسوسی در اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی مصرف این فرآورده ها نمی‌شود.

## روش پژوهش

از جمله روش‌هایی که می‌توان برای ارزیابی تأثیر «بهبود کارایی انرژی و تأثیر آن بر کاهش مصرف فرآورده‌های پتروشیمی در زمینه حمل و نقل عمومی» بر چگونگی تغییر روند مصرف این فرآورده‌ها و همچنین تأثیر اِعمال چنین سیاستی بر متغیرهای کلان اقتصادی بکار برد استفاده از روش‌های تعادل جزئی و تعادل عمومی است که با عنایت به ایرادات وارد بر روش تعادل جزئی، در این تحقیق از روش تعادل عمومی استفاده می‌شود.

در این تحقیق با توجه به اینکه از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه برای ارزیابی اثرات ناشی از بهبود کارایی مصرف فرآورده های نفتی استفاده می شود لذا از ماتریس حسابداری –اجتماعی به‌عنوان پایه آماری برای مدل تعادل عمومی استفاده می‌شود. جامعه آماری مورد نظر در این تحقیق اقتصاد ایران است که دربرگیرنده بخش‌های مختلف اقتصادی شامل خانوارها، دولت، بنگاه‌ها و دنیای خارج است ضمن اینکه تمرکز اصلی بر بخش حمل‌ونقل قرار خواهد داشت. لازم به اشاره است که چون در تحقیق حاضر از اطلاعات رسمی منتشر شده استفاده خواهد شد لذا هیچ‌گونه نمونه‌گیری انجام نخواهد گرفت.

به منظور گردآوری اطلاعات نظری و پیشینه پژوهش از مطالعات کتابخانه‌ای، مجلات و سایت های اینترنتی استفاده خواهد شد، بنابراین از این نظر کتابخانه ای است علاوه به این اطلاعات لازم از آزمودنی‌ها نیز از طریق مصاحبه گردآوری خواهد شد.

در این تحقیق با توجه به اینکه از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه برای «ارزیابی اثرات ناشی از بهبود کارایی مصرف فرآورده‌های پتروشیمی در بخش حمل و نقل» استفاده می شود لذا ابزارهایی چون ماتریس حسابداری – اجتماعی به عنوان پایه آماری برای مدل تعادل عمومی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### بررسی روابط ریاضی حاکم بر مدل تعادل عمومی قابل محاسبه

در این بخش از تحقیق درصدد آن هستیم تا معادلات مربوط به مدل تعادل عمومی بکار گرفته شده در تحقیق را تبیین کنیم. مدل CGE مورد استفاده در این تحقیق 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. قابل ذکر است که بلوک انرژی که در تحقیق حاضر با توجه به نیاز تحقیق به‌طور مبسوط‌تری مورد توجه قرار گرفته است، به‌عنوان زیر بلوکی از بلوک تولید می‌باشد. از آن جایی که معادلات قیمتی در همه بلوک‌ها وجود دارند لذا از آوردن این معادلات به‌صورت

جداگانه امتناع شده و این معادلات (معادلات قیمتی) در مجموعه معادلات مربوط به هر کدام از بلوک‌ها آورده شده‌اند.

در تمام معادلات، نماد مربوط به متغیرهای مقداری با حرف Q آغاز شده‌اند. نماد مربوط به تمام متغیرهای قیمتی به‌استثنای قیمت نیروی کار نیز با حرف P آغاز شده‌اند. در مدل‌سازی تحقیق، متغیرهای درون‌زا را با حروف بزرگ انگلیسی و متغیرهای برون‌زا با حروف بزرگ انگلیسی اما توأم با علامت بار نشان داده‌ایم. مجموعه‌ها به صورت اندیس متغیرها و پارامترها نشان داده شده‌اند که در آن a برای فعالیت‌ها، c برای تمامی کالاها و خدمات، CM برای کالاهای وارداتی، CNM برای کالاهای غیر وارداتی، CE برای کالاهای صادراتی، CNE برای کالاهای غیر صادراتی، i برای نهادها (شامل خانوارها[۳]، بنگاه‌ها[۴]، دولت[۵] و دنیای خارج[۶])، INSD برای نهادهای داخلی (شامل خانوارها، دولت و بنگاه‌ها)، INSDNG برای نهادهای داخلی غیردولتی (شامل خانوارها و بنگاه‌ها)، f برای عوامل اولیه تولید[۷]، h برای خانوارها و e برای حامل‌های انرژی است.

نمادهای مربوط به پارامترهای تحقیق را همراه با توضیحات مربوطه در جداول زیر ارائه شده است.

**جدول ۱. نمادهای مربوط به پارامترهای مدل CGE**

| ردیف | نماد | توضیحات |
|---|---|---|
| ۱ | $\alpha_a$ | پارامتر کارایی در تابع تولید $AD_a$ |
| ۲ | $\delta_a$ | پارامتر سهم در تابع تولید $AD_a$ |
| ۳ | $\rho_a$ | پارامتر کشش در تابع تولید $AD_a$ |
| ۴ | $\theta_{ac}$ | سهم تولید کالای c ام به ازای یک واحد تولید فعالیت a ام |
| ۵ | $\alpha_{c,a}^{\text{int}}$ | سهم نهاده واسطه‌ای c ام مورد استفاده توسط فعالیت a به ازای یک واحد نهاده واسطه‌ای کل مورد استفاده توسط فعالیت a ام |
| ۶ | $\alpha_a^{vae}$ | پارامتر کارایی در تابع تولید $QVAE_a$ |
| ۷ | $\delta_a^{vae}$ | پارامتر سهم در تابع تولید $QVAE_a$ |
| ۸ | $\rho_a^{vae}$ | پارامتر کشش در تابع تولید $QVAE_a$ |
| ۹ | $\alpha_a^{va}$ | پارامتر کارایی در تابع تولید $QVA_a$ |
| ۱۰ | $\delta_{f,a}^{va}$ | پارامتر سهم در تابع تولید $QVA_a$ |

۳. خانوارهای خود به دو دسته خانوارهای شهری U-HHD و خانوارهای روستایی R-HHD تقسیم می‌شوند.

۴. بنگاه‌ها با نماد enter نشان داده شده‌اند.

۵. دولت با نماد GOV نشان داده شده است.

۶. دنیای خارج با نماد ROW نشان داده شده است.

۷. عوامل اولیه تولید به سه دسته نیروی کار شهری (U-Lab)، نیروی کار روستایی (R-Lab) و سرمایه (Cap) تقسیم شده‌اند.

| ردیف | نماد | توضیحات |
|---|---|---|
| ۱۱ | $\rho_a^{va}$ | پارامتر کشش در تابع تولید $QVA_a$ |
| ۱۲ | $\alpha_a^{ve}$ | پارامتر کارایی در تابع تولید $QVE_a$ |
| ۱۳ | $\delta_{e,a}^{ve}$ | پارامتر سهم در تابع تولید $QVE_a$ |
| ۱۴ | $\rho_a^{ve}$ | پارامتر کشش در تابع تولید $QVE_a$ |
| ۱۵ | $\eta_e$ | پارامتر کارایی حامل انرژی e ام |
| ۱۶ | $B_c$ | پارامتر انتقال در تابع تبدیل CET |
| ۱۷ | $\gamma_c$ | پارامتر سهم در تابع تبدیل CET |
| ۱۸ | $\rho_c^T$ | پارامتر کشش در تابع تبدیل CET |
| ۱۹ | $te_c$ | نرخ مالیات بر صادرات کالای c ام |
| ۲۰ | $tq_c$ | نرخ مالیات بر فروش کالای c ام |
| ۲۱ | $sq_c$ | نرخ یارانه بر فروش کالای c ام |
| ۲۲ | $D_c$ | پارامتر انتقال در تابع آرمینگتون |
| ۲۳ | $\psi_c$ | پارامتر سهم در تابع آرمینگتون |
| ۲۴ | $\rho_c^C$ | پارامتر کشش در تابع آرمینگتون |
| ۲۵ | $tm_c$ | نرخ تعرفه وارداتی بر کالای c ام |
| ۲۶ | $sm_c$ | نرخ یارانه وارداتی بر کالای c ام |
| ۲۷ | $mm_{INSD,f}$ | سهم نهاد INSD ام از درآمد عامل تولید f ام |
| ۲۸ | $trnsfr_{i,i'}$ | پرداخت انتقالی از نهاد $i'$ ام به نهاد $i$ ام |
| ۲۹ | $S_{INSDNG,INSDNG'}$ | سهم نهاد $INSDNG$ ام از خالص درآمد نهاد $INSDNG'$ ام |
| ۳۰ | $tins_{INSDNG'}$ | نرخ مالیات مستقیم بر نهاد $INSDNG$ ام |
| ۳۱ | $\beta_{c,h}$ | میل نهایی به مصرف کالای c ام توسط خانوار h ام |
| ۳۲ | $w_c$ | وزن کالای c ام در سبد مصرفی خانوار |

**جدول ۲. نمادهای مربوط به متغیرهای مدل CGE**

| ردیف | نماد | توضیحات |
|---|---|---|
| ۱ | $AD_a$ | مقدار (سطح) تولید فعالیت a ام |
| ۲ | $PAD_a$ | قیمت (سطح) تولید فعالیت a ام |
| ۳ | $QINTA_a$ | مقدار نهاده واسطه‌ای کل فعالیت a ام |

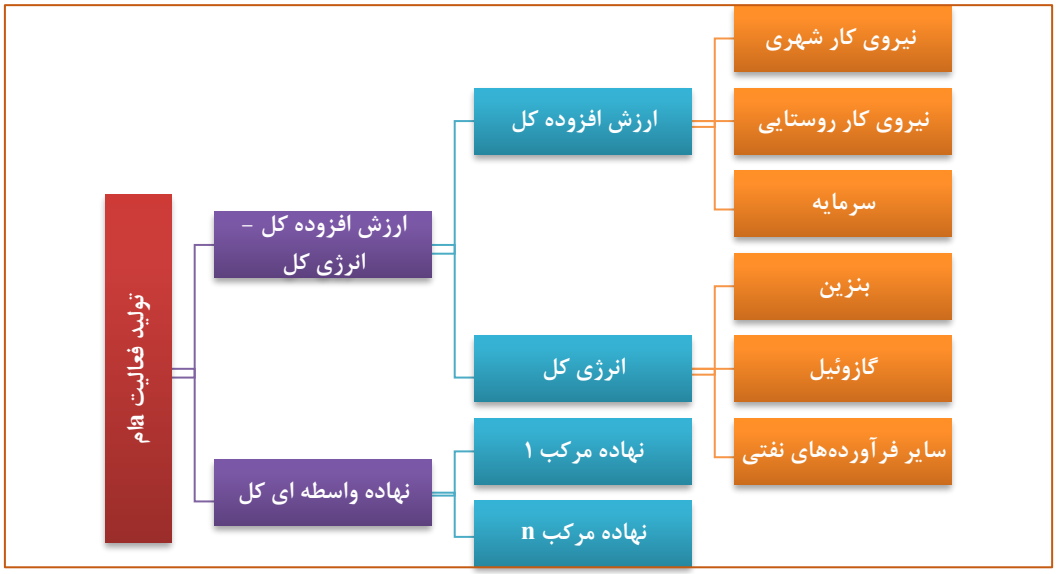
| ردیف | نماد | توضیحات |
|---|---|---|
| ۴ | $PINTA_a$ | قیمت نهاده واسطه‌ای کل فعالیت a ام |
| ۵ | $QVAE_a$ | مقدار ارزش افزوده کل – انرژی کل فعالیت a ام |
| ۶ | $PVAE_a$ | قیمت ارزش افزوده کل – انرژی کل فعالیت a ام |
| ۷ | $QINT_{c,a}$ | نهاده واسطه‌ای c ام مورد استفاده توسط فعالیت a ام |
| ۸ | $QFE_{e,a}$ | تقاضای حامل انرژی e ام توسط فعالیت a ام |
| ۹ | $PDE_{e,a}$ | قیمت حامل انرژی e ام بکار رفته در فعالیت a ام |
| ۱۰ | $X_c$ | مقدار کالای مرکب c ام |
| ۱۱ | $P_c$ | قیمت کالای مرکب c ام |
| ۱۲ | $QVA_a$ | ارزش افزوده بکار رفته در فعالیت a ام |
| ۱۳ | $PVA_a$ | قیمت ارزش افزوده بکار رفته در فعالیت a ام |
| ۱۴ | $QVE_a$ | انرژی کل بکار رفته در فعالیت a ام |
| ۱۵ | $PEE_a$ | قیمت کل انرژی بکار رفته در فعالیت a ام |
| ۱۶ | $QF_{f,a}$ | تقاضای عامل تولید f ام توسط فعالیت a ام |
| ۱۷ | $WF_f$ | متوسط دستمزد عامل تولید f ام |
| ۱۸ | $\overline{WFDIST}_{f,a}$ | شاخص انحراف دستمزد عامل f ام در فعالیت a ام |
| ۱۹ | $XD_c$ | مقدار کالای c ام تولید شده در داخل |
| ۲۰ | $PX_c$ | قیمت کالای c ام تولید شده در داخل |
| ۲۱ | $QE_c$ | مقدار صادرات کالای c ام |
| ۲۲ | $PE_c$ | قیمت صادراتی کالای c ام (بر حسب پول داخلی) |
| ۲۳ | $QD_c$ | مقدار کالای c ام عرضه شده به داخل |
| ۲۴ | $PD_c$ | قیمت کالای c ام عرضه شده در داخل |
| ۲۵ | $QM_c$ | مقدار واردات کالای c ام |
| ۲۶ | $PM_c$ | قیمت وارداتی کالای c ام (بر حسب پول داخلی) |
| ۲۷ | $PWE_c$ | قیمت صادرات کالای c ام (بر حسب پول خارجی) |
| ۲۸ | $PWM_c$ | قیمت واردات کالای c ام (بر حسب پول خارجی) |
| ۲۹ | $EXR$ | نرخ ارز |
| ۳۰ | $YF_f$ | درآمد عامل تولید f ام |
| ۳۱ | $YIF_{INSD,f}$ | درآمد نهاد $INSD$ ام از عامل تولید f ام |
| ۳۲ | $TRANS_{INSDNG,INSDNG'}$ | پرداخت انتقالی نهاد $INSDNG'$ ام به نهاد $INSDNG$ ام |

| ردیف | نماد | توضیحات |
|---|---|---|
| ۳۳ | $MPS_{INSDNG'}$ | میل نهایی به پس‌انداز نهاد $INSDNG'$ ام |
| ۳۴ | $YI_{INSDNG'}$ | درآمد نهاد $INSDNG'$ ام |
| ۳۵ | $QH_{c,h}$ | مقدار مصرف کالای c ام توسط خانوار h ام |
| ۳۶ | $EH_h$ | مخارج مصرفی خانوار h ام |
| ۳۷ | $YG$ | درآمد دولت |
| ۳۸ | $EG$ | مخارج دولت |
| ۳۹ | $QG_c$ | مقدار مصرف دولت از کالای c ام |
| ۴۰ | $QINV_c$ | مقدار تقاضای سرمایه‌گذاری ثابت از کالای c ام |
| ۴۱ | $qinv_c$ | مقدار سال پایه مربوط به تقاضای سرمایه‌گذاری ثابت از کالای c ام |
| ۴۲ | $\overline{IADJ}$ | شاخص تعدیل سرمایه‌گذاری |
| ۴۳ | $CPI$ | شاخص قیمت مصرف‌کننده |
| ۴۴ | $FSAV$ | پس‌انداز خارجی (بر حسب پول خارجی) |
| ۴۵ | $GSAV$ | پس‌انداز دولت |
| ۴۶ | $QFS_f$ | مقدار عرضه عامل تولید f ام |

## معادلات مربوط به بلوک تولید

شکل (۱) نشان‌دهنده ساختار تولید مورد استفاده در مدل تعادل عمومی قابل محاسبه تحقیق حاضر است که بیان‌کننده طرف عرضه اقتصاد می‌باشد. تولید از طریق حداکثر سازی سود توسط تمامی فعالیت‌ها با توجه به فنّاوری تولید و قیمت‌های پرداختی به عوامل تولید و نهاده‌های واسطه‌ای صورت می‌گیرد. همان‌طور که مشاهده می‌شود ساختار تولید سه‌لایه ای[8] می‌باشد که در آن از توابع تولید CES و لئون‌تیف برای برقراری ارتباط بین بخش‌های مختلف استفاده شده است.

[8] Three Nested Structure




**شکل ۱. ساختار مربوط به بلوک تولید**

لایه اول: در لایه اول مربوط به ساختار تولید، ترکیب ارزش افزوده کل - انرژی کل با نهاده واسطه‌ای کل باعث شکل‌گیری سطح تولید فعالیت a ام می‌شود.

لایه دوم: در لایه دوم مربوط به ساختار تولید، شاهد دو وضعیت هستیم:

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

(ب) شکل‌گیری ارزش‌افزوده کل – انرژی کل که ترکیبی از انرژی کل و ارزش افزوده کل می‌باشد.

لایه سوم: در لایه سوم مربوط به ساختار تولید مجدداً شاهد دو وضعیت هستیم:

(الف) شکل‌گیری ارزش افزوده کل که ترکیبی از عوامل اولیه تولید (نیروی کار شهری، نیروی کار روستایی و سرمایه) می‌باشد.

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

## معادلات مربوط به لایه اول تولید

تابع تولید مربوط به فعالیت a ام در لایه اول ساختار تولید به صورت معادله (۱) نوشته شده است. در این معادله، QVAE انرژی کل - ارزش افزوده کل و QINTA نیز نهاده واسطه‌ای کل است. تابع تولید فعالیت a ام تابعی از انرژی کل - ارزش افزوده کل و نهاده واسطه‌ای کل بوده و به‌صورت تابعی با فرم تبعی CES نوشته شده است.

$$AD_a = \alpha_a \left[\delta_a QVAE_a^{-\rho_a} + (1-\delta_a) QINTA_a^{-\rho_a}\right]^{\frac{-1}{\rho_a}} \quad (۱)$$

با حداکثر سازی تابع سود مربوط به فعالیت a ام مقید به رابطه (۱)، شرط لازم مرتبه اول (۲) به دست می‌آید که در آن PINTAa قیمت نهاده واسطه‌ای کل و PVAEa قیمت نهاده انرژی کل – ارزش افزوده کل مورد استفاده در فعالیت a ام می‌باشد.

$$\frac{QVAE_a}{QINTA_a} = \left[\frac{\delta_a}{1-\delta_a} \cdot \frac{PINTA_a}{PVAE_a}\right]^{\frac{1}{1+\rho_a}} \quad (۲)$$

رابطه (۳) نشان‌دهنده قیمت فعالیت a ام می‌باشد. طبق این رابطه، قیمت فعالیت a ام تابعی از حاصل‌ضرب قیمت کالای c ام تولید شده در داخل کشور و سهم کالای c ام تولیدشده به‌ازای یک واحد تولید فعالیت a ام می‌باشد. مفهوم این رابطه ناشی از این است که هر فعالیت می‌تواند بیش از یک کالا تولید کرده و یا هر کالایی در اقتصاد می‌تواند توسط بیش از یک فعالیت تولید شود.

$$PAD_a = \sum_c \theta_{ac}.PX_c \quad (۳)$$

رابطه (۴) مبین تئوری اویلر[۹] می‌باشد که نشان‌دهنده برابری ارزش کل تولید فعالیت a ام با حاصل جمع ارزش نهاده‌های مورد استفاده توسط فعالیت a ام می‌باشد. در این رابطه PADa قیمت کل تولید فعالیت a ام می‌باشد.

$$PAD_a \cdot AD_a = PVAE_a \cdot QVAE_a + PINTA_a \cdot QINTA_a \quad (۴)$$

## 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 (۳-۵) استفاده شده که در آن $\alpha_{c,a}^{\text{int}}$ ضرایب فنی مربوط به ماتریس مبادلات واسطه‌ای بین بخشی بوده و QINTc,a نیز مقدار نهاده واسطه‌ای مورد استفاده در فعالیت a ام می‌باشد.

$$QINT_{c,a} = \alpha_{c,a}^{\text{int}} \cdot QINTA_a \quad (۵)$$

قیمت نهاده واسطه‌ای کل مورد استفاده در فعالیت a ام در رابطه (۶) نشان داده شده است.

$$PINTA_a = \sum_c \alpha_{c,a}^{\text{int}}.P_c \quad (۶)$$

رابطه (۷) تابع تولید نهاده انرژی کل-ارزش افزوده کل را نشان می‌دهد که QVAa ارزش افزوده کل و QVEa انرژی کل می‌باشد.

$$QVAE_a = \alpha_a^{vae}\left[\delta_a^{vae} QVA_a^{-\rho_a^{vae}} + (1-\delta_a^{vae}) QVE_a^{-\rho_a^{vae}}\right]^{\frac{-1}{\rho_a^{vae}}} \quad (۷)$$

از حداکثر سازی تابع سود مقید به رابطه (۷)، شرط لازم مرتبه اول به صورت رابطه (۸) به دست آمده و تئوری اویلر نیز به‌صورت رابطه (۹) آورده شده است. در رابطه (۹)، PVAa و PEEa به ترتیب قیمت ارزش افزوده کل و قیمت انرژی کل می‌باشند.

---

۹. تئوری اویلر بیان می‌کند که اگر تابع تولیدی همگن از درجه یک باشد (t برابر کردن مقدار نهاده‌ها باعث t برابر شدن مقدار تولید شود) آنگاه ارزش تولید برابر است با حاصل جمع ارزش هر کدام از نهاده‌های مورد استفاده در تولید.

$$\frac{QVA_a}{QVE_a} = \left[ \frac{\delta_a^{vae}}{1-\delta_a^{vae}} \cdot \frac{PEE_a}{PVA_a} \right]^{\frac{1}{1+\rho_a^{vae}}} \quad (۸)$$

$$PVAE_a \cdot QVAE_a = PVA_a \cdot QVA_a + PEE_a \cdot QVE_a \quad (۹)$$

## معادلات مربوط به لایه سوم تولید

لایه سوم تولید مربوط به تبیین معادلات نهاده انرژی کل و نهاده ارزش افزوده کل می‌باشد. معادلات مربوط به این لایه را می توان در قالب دو زیر لایه بیان کرد. در زیر لایه اول تابع تولید ارزش افزوده کل و در زیر لایه دوم تابع تولید انرژی کل آورده شده است. معادله (۱۰) نشان‌دهنده رابطه بین ارزش افزوده و هر کدام از عوامل تولید است. در این رابطه، QFf,a عبارت از عامل تولید f ام بکار گرفته شده در فعالیت a ام است.

$$QVA_a = \alpha_a^{va} \left[ \sum_f \delta_{f,a}^{va} QF_{f,a}^{-\rho_a^{va}} \right]^{\frac{-1}{\rho_a^{va}}} \quad (۱۰)$$

رابطه (۱۱) که از حداکثر سازی تابع سود مقید به رابطه (۱۰) به دست آمده، نشان‌دهنده نسبت بهینه نهاده‌های اولیه است که عبارت از برابری هزینه نهایی عوامل تولید و درآمد نهایی تولید می باشد. در این رابطه WFf متوسط پرداختی به عامل تولید f ام در کل اقتصاد و WFDIST نیز شاخص انحراف دستمزد می‌باشد.

$$WF_f \cdot \overline{WFDIST}_{f,a} = PVA_a \cdot QVA_a \left[ \sum_f \delta_{f,a}^{va} QF_{f,a}^{-\rho_a^{va}} \right]^{-1} \cdot \delta_{f,a}^{va} \cdot QF_{f,a}^{-\rho_a^{va}-1} \quad (۱۱)$$

در زیر لایه دوم از تابع CES برای تبیین تابع تولید مربوط به نهاده انرژی کل استفاده شده است. تابع تولید انرژی کل (۱۲) از نهاده‌های بنزین، گازوئیل و سایر حامل های انرژی تشکیل شده است. در رابطه (۳-۱۲)، QFEe,a حامل انرژی e ام مورد استفاده در فعالیت a ام بوده و $\eta_e$ نیز پارامتری است که معرف بهبود کارایی مصرف هر کدام از حامل‌های انرژی می‌باشد.

$$QVE_a = \alpha_a^{ve} \left[ \sum_e \delta_{e,a}^{ve} \cdot \left( \frac{1}{\eta_e} \cdot QFE_{e,a} \right)^{-\rho_a^{ve}} \right]^{\frac{-1}{\rho_a^{ve}}} \quad (۱۲)$$

با حداکثر سازی تابع سود مقید به رابطه (۱۲)، تابع تقاضای هر کدام از حامل‌های انرژی به‌صورت رابطه (۱۳) به دست می‌آید. در این رابطه، PDEe,a قیمت حامل انرژی e ام بکار رفته در فعالیت a ام بوده و PEEa نیز قیمت نهاده انرژی کل است. ارزش نهاده انرژی کل (تئوری اویلر) نیز در رابطه (۱۴) آورده شده است.

$$QFE_{e,a} = QVE_a \cdot \left[ \frac{PDE_{e,a}}{PEE_a} \cdot \frac{(\alpha_a^{ve})^{\rho_a^{ve}}}{\delta_{e,a}^{ve}} \cdot \left( \frac{1}{\eta_e} \right)^{\rho_a^{ve}} \right]^{\frac{-1}{1+\rho_a^{ve}}} \quad (۱۳)$$

$$PEE_a \cdot QVE_a = \sum_e PDE_{e,a} \cdot QFE_{e,a} \quad (۱۴)$$

## معادلات مربوط به بلوک تجارت خارجی

معادلات مربوط به بلوک تجارت خارجی شامل معادلات مربوط به صادرات و واردات هستند. رابطه (۱۵) نشان‌دهنده تابع تبدیل CET[10] است که نحوه تخصیص کالاهای تولید شده در داخل (XD) را به بازار داخلی (QD) و صادرات (QE) نشان می‌دهد. تفاوت تابع CET با تابع CES در کشش جانشینی است به طوری که در تابع CET کشش تبدیل و در تابع CES کشش جایگزینی وجود دارد. تابع CET برخلاف تابع CES به سمت بیرون مرکز مختصات انحنا داشته و به لحاظ اقتصادی برای محصولات بکار می‌رود در حالی که تابع CES برای نهاده‌ها به کار می‌رود. انتخاب تابع CET بهتر از حالتی است که دوگانگی کامل بین کالاهای قابل تجارت (که در آن تولید داخلی و کالاهای خارجی جانشین کامل هستند) وجود داشته باشد. رابطه (۳-۱۶) نشان‌دهنده مقدار کالای c ام تولید شده در داخل است که تابعی است از حاصل‌ضرب سطح تولید فعالیت a ام و سهم تولید کالای c ام به ازای یک واحد تولید فعالیت a ام.

$$XD_c = B_c \left[ \gamma_c \cdot QE_c^{\rho_c^T} + (1-\gamma_c) \cdot QD_c^{\rho_c^T} \right]^{\frac{1}{\rho_c^T}} \quad (۱۵)$$

$$XD_c = \sum_a \theta_{a,c} . AD_a \quad (۱۶)$$

رابطه (۱۷) بیانگر تئوری اویلر بوده و در آن ارزش کالای تولید داخل برابر است با حاصل‌جمع ارزش کالای صادراتی و کالای عرضه شده در بازار داخل. قابل ذکر است که فروش داخلی و صادرات بر حسب قیمت دریافتی توسط عرضه‌کنندگان ارزش‌گذاری شده‌اند.

$$PX_c \cdot XD_c = PE_c \cdot QE_c + PD_c \cdot QD_c \quad (۱۷)$$

رابطه (۱۸) نشان‌دهنده ترکیب بهینه دو کالای صادراتی و مصرف داخلی است. این رابطه بیانگر تابع عرضه کالای صادراتی بوده و تابعی مستقیم از سطح قیمت صادراتی است. برای به دست آوردن رابطه (۱۸) بایستی از بهینه‌سازی زیر استفاده کرد:

$$\begin{aligned} Max \quad & PE_c . QE_c + PD_c . QD_c \\ ST \quad & XD_c = B_c \left[ \gamma_c \cdot QE_c^{\rho_c^T} + (1-\gamma_c) \cdot QD_c^{\rho_c^T} \right]^{\frac{1}{\rho_c^T}} \\ & \frac{QE_c}{QD_c} = \left[ \frac{1-\gamma_c}{\gamma_c} \cdot \frac{PE_c}{PD_c} \right]^{\frac{1}{\rho_c^T - 1}} \end{aligned} \quad (۱۸)$$

[10] Constant Elasticity of Transformation (CET)

رابطه (۱۹) معادله مربوط به قیمت کالای صادراتی است که در آن PWE و EXR عبارت از قیمت جهانی کالا و نرخ ارز بوده و te نیز نرخ مالیات بر صادرات است. با فرض اینکه اقتصاد ایران در مقابل اقتصاد جهانی کشوری کوچک است لذا قیمت صادرات و نرخ ارز انعطاف‌پذیر بوده اما قیمت جهانی صادراتی کالا ثابت است.

$$PE_c = PWE_c \cdot EXR \cdot (1 - te_c) \quad (۱۹)$$

رابطه (۲۰) معروف به معادله جذب[11] بوده و ارزش کالای مرکب[12] را نشان می‌دهد. در این رابطه Pc قیمت کالای مرکب، Xc مقدار کالای مرکب، PM قیمت کالای وارداتی و QM مقدار کالای وارداتی است. tq نرخ مالیات بر فروش کالای c ام و sq نرخ یارانه بر فروش کالای c ام می‌باشند.

$$(1 - tq_c - sq_c).P_c X_c = PM_c \cdot QM_c + (PD_c \cdot QD_c) \quad (۲۰)$$

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 (۲۱). کرگمن (۱۹۷۹، ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰) و هلپمن (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 از این‌رو برای تصریح تابع کالاهای مرکب از تابع CES استفاده می‌شود که به تابع آرمینگتون معروف است. پارامترهای کشش این تابع طوری تعیین می‌شوند که منحنی‌های هم‌مقداری تولید نسبت به مبدأ مختصات محدب باشند که نشان از نرخ نهایی جانشینی فنی نزولی بین متغیرها دارد.

$$X_c = D_c \left[ \psi_c \cdot QM_c^{-\rho_c^c} + (1 - \psi_c) \cdot QD_c^{-\rho_c^c} \right]^{\frac{-1}{\rho_c^c}} \quad (۲۱)$$

تابع تقاضای واردات در رابطه (۲۲) نشان داده شده است که در آن تقاضا برای واردات تابعی معکوس از قیمت کالای وارداتی است. برای به دست آوردن رابطه (۲۲) بایستی بهینه‌سازی زیر را انجام داد.

$$\begin{aligned} &Min \qquad PM_c.QM_c + PD_c.QD_c \\ &ST \qquad X_c = D_c \left[ \psi_c \cdot QM_c^{-\rho_c^c} + (1 - \psi_c) \cdot QD_c^{-\rho_c^c} \right]^{\frac{-1}{\rho_c^c}} \\ &\frac{QM_c}{QD_c} = \left[ \frac{\psi_c}{1 - \psi_c} \cdot \frac{PD_c}{PM_c} \right]^{\frac{1}{\rho_c^C + 1}} \end{aligned} \quad (۲۲)$$

قیمت وارداتی کالای c ام در قالب رابطه (۲۳) آورده شده است که در آن tm و sm به ترتیب نرخ تعرفه وارداتی و نرخ یارانه وارداتی بوده و PWM نیز قیمت جهانی وارداتی کالای c ام می‌باشد.

[11] Absorption Equation
[12] Composite Commodity

$$PM_c = PWM_c \cdot EXR \cdot (1 + tm_c + sm_c) \quad (۲۳)$$

## 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)، دولت، دنیای خارج و شرکت‌ها تبیین می‌شود. این معادلات از تعامل حساب نهادها با همدیگر و با سایر حساب‌ها در ماتریس حسابداری اجتماعی به دست می‌آیند.

رابطه (۲۴) درآمد عوامل تولید را نشان می‌دهد که این درآمد از محل دستمزد پرداختی به عوامل تولید نیروی کار و سرمایه به دست می‌آید. درآمد هر کدام از نهادهای داخلی از عوامل تولید در رابطه (۲۵) نشان داده شده است. در این رابطه، $YIFINSD,f$ بیانگر درآمد نهاد INSD ام (خانوار، شرکت‌ها و دولت) از عامل تولید f ام، t سهم هر نهاد از درآمد عامل تولید f ام و trnsfr پرداخت انتقالی است. می‌دانیم که 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 لذا یکی از منابع درآمدی خانوارها درآمدهای عوامل تولید است (۲۵).

$$YF_f = \sum_a WF_f . WFDIST_{f,a} . QF_{f,a} \quad (۲۴)$$

$$YIF_{INSD,f} = mm_{INSD,f} \cdot ((\sum_a WF_f \cdot \overline{WFDIST_{f,a}} \cdot QF_{f,a}) - trnsfr_{ROW,f} \cdot EXR) \quad (۲۵)$$

پرداخت‌های انتقالی بین نهادی در رابطه (۲۶) آورده شده و رابطه (۲۷) نشان‌دهنده درآمد کل هر کدام از نهادهای داخلی غیردولتی است که شامل درآمد حاصل از عوامل تولید و پرداخت‌های انتقالی می‌باشد. در روابط (۲۶) و (۲۷)، TRANS بیانگر پرداخت انتقالی بین نهادی، MPS میل نهایی به پس‌انداز نهادی، tins نرخ مالیات و YI درآمد نهادهای داخلی غیردولتی می‌باشند.

(۲۶)

$$TRANS_{INSDNG,INSDNG'} = S_{INSDNG,INSDNG'} \cdot (1 - MPS_{INSDNG'}) \cdot (1 - tins_{INSDNG'}) \cdot YI_{INSDNG'} \quad (۲۷)$$

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

معادلات مربوط به درآمد و مخارج خانوارها و همچنین درآمد و مخارج دولت در قالب روابط (۲۸)، (۲۹)، (۳۰) و (۳۱) آورده شده‌اند. در رابطه (۲۸) که تابع تقاضای خانوار h ام از کالای c ام است، مصرف خانوار از حاصل‌ضرب درآمد قابل تصرف واقعی خانوار $\frac{(1 - tins_h) \cdot YI_h}{P_c}$ در میل نهایی به مصرف خانوار $(1 - MPS_h)$ به دست می‌آید و بین کالاهای مختلف با نسبت $\beta_{c,h}$ توزیع می‌شود. این تابع از بعد اقتصاد کلان و در قالب تابع مصرف کینزی تعریف می‌شود.

رابطه (۲۹) که درآمد دولت (YG) است شامل مالیات بر درآمد، درآمد دولت از عوامل تولید، مالیات بر فروش کالاهای مرکب (ترکیب کالاهای مصرف‌شده در داخل و وارداتی)، تعرفه بر کالاهای وارداتی، مالیات بر کالاهای صادراتی، پرداخت انتقالی از دنیای خارج و شرکت‌ها به دولت منهای یارانه بر کالاهای مرکب و یارانه بر کالاهای وارداتی است. در رابطه (۳۱) EG مخارج دولت و QGc مصرف دولت از کالای c ام می‌باشد.

$$QH_{c,h} = \frac{\beta_{c,h} \cdot (1 - MPS_h) \cdot (1 - tins_h) \cdot YI_h}{P_c} \quad (۲۸)$$

$$EH_h = (1 - MPS_h).(1 - tins_h).YI_h \quad (۲۹)$$

$$YG = \sum_{INSDNG} tins_{INSDNG} \cdot YI_{INSDNG} + \sum_f YIF_{gov,f} + \sum_c tq_c (PM_c \cdot QM_c + PD_c \cdot QD_c)$$
$$- \sum_c sq_c (PM_c \cdot QM_c + PD_c \cdot QD_c) + \sum_c tm_c \cdot EXR \cdot PWM_c \cdot QM_c$$
$$+ \sum_c te_c \cdot EXR \cdot PWE_c \cdot QE_c - \sum_c sm_c \cdot EXR \cdot PWM_c \cdot QM_c + EXR \cdot trnsfr_{gov,ROW}$$
$$+ trnsfr_{gov,enter} \quad (۳۰)$$

$$EG = \sum_{INSDNG} trnsfr_{INSDNG,gov} + \sum_c P_c \cdot QG_c \quad (۳۱)$$

رابطه (۳۲) نشان‌دهنده تابع نرخ پس‌انداز نهادهای داخلی غیردولتی است که در آن MPSINSDNG نرخ پس‌انداز نهاد INSDNG ام، mpsbarINSDNG نرخ پس‌انداز پایه نهاد INSDNG ام، MPSADJINSDNG عامل مقیاس نرخ پس‌انداز برای نهاد INSDNG ام، mps01INSDNG پارامتر ۰ یا ۱ که برای نهادهای با نرخ‌های مالیات مستقیم انعطاف‌پذیر برابر با ۱ است و DMPS تغییر در نرخ‌های پس‌انداز نهادهای داخلی را نشان می‌دهند.

(۳۲)

$$MPS_{INSDNG} = \overline{mps}_{INSDNG} \cdot (1 + \overline{MPSADJ}_{INSDNG} \cdot mps01_{INSDNG}) + DMPS.mps01_{INSDNG}$$

## معادله مربوط به بلوک سرمایه‌گذاری و شاخص قیمت

رابطه (۳۳) تقاضا برای کالاهای سرمایه‌ای را نشان می‌دهد که در آن QINV مقدار تقاضای سرمایه‌گذاری و پارامتر qinv مقدار اولیه سرمایه‌گذاری را نشان می‌دهد.

$$QINV_c = \overline{IADJ} \cdot qinv_c \quad (۳۳)$$

شاخص قیمت CPI به‌صورت ترکیبی از قیمت کالاهای مرکب تعریف می‌شود (۳۴) که در آن wc به‌عنوان وزن کالای C ام در سبد مصرفی خانوار می‌باشد.

$$CPI = \sum_c w_c \cdot P_c \quad (۳۴)$$

## معادلات مربوط به قیود

معادلات مربوط به ساختار قیود تعادلی، مستقل از تصمیم‌گیری کارگزاران اقتصادی بوده و برای حفظ تعادل اقتصادی مورد استفاده می‌باشند. در یک اقتصادی که مبتنی بر عملکرد بازار می‌باشد، بدیهی است که قیمت‌ها تا جایی تغییر می‌کنند تا تعادل در کلیه بازارها (اعم از بازار کالاها و خدمات، بازار عوامل تولید و دنیای خارج) برقرار شود.

در بلوک قیود تعادلی، تعادل بازار خارجی از معادله تراز حساب جاری (۳۵)، تعادل بخش دولتی از برابری درآمد و خارج دولت (۳۶)، تعادل در بازار کالاها و خدمات از برابری کل پس‌انداز با کل سرمایه‌گذاری (۳۷)، تعادل در بازار کالاهای مرکب از برابری عرضه و تقاضای کالاهای مرکب (۳۸) و نهایتاً تعادل بازار عوامل تولید از برابری عرضه و تقاضای عوامل تولید (۳۹) به دست می‌آید.

$$\sum_{c\in CM} PWM_c.QM_c = \sum_{c\in CE} PWE_c.QE_c + FSAV + \sum_i trnsfr_{i,ROW} \quad (۳۵)$$

$$GSAV = YG - EG \quad (۳۶)$$

$$\sum_{i\in INSDNG} (MPS_i.(1-tins_i).YI_i) + GSAV + FSAV = \sum_c P_c.QINV_c \quad (۳۷)$$

$$X_c = \sum_h QH_{c,h} + QINV_c + QG_c + \sum_a QINT_{c,a} \quad (۳۸)$$

$$\sum_a QF_{f,a} = QFS_f \quad (۳۹)$$

## نحوه اندازه‌گیری اثرات بازگشتی

در بخش قبلی، معادله مربوط به تقاضای هر کدام از حامل‌های انرژی توسط هر کدام از فعالیت‌های اقتصادی در قالب رابطه زیر تبیین شد.

$$QFE_{e,a} = QVE_a \cdot \left[ \frac{PDE_{e,a}}{PEE_a} \cdot \frac{(\alpha_a^{ve})^{\rho_a^{ve}}}{\delta_{e,a}^{ve}} \cdot \left(\frac{1}{\eta_e}\right)^{\rho_a^{ve}} \right]^{\frac{1}{1+\rho_a^{ve}}} \quad (۴۰)$$

با توجه به این رابطه مشخص است که تقاضای حامل انرژی e ام در فعالیت a ام تابعی از نهاده انرژی کل مورد استفاده در فعالیت a ام، قیمت حامل انرژی e ام مورد استفاده در فعالیت a ام، قیمت انرژی کل در فعالیت a ام و شاخص کارایی مربوط به هر کدام از حامل‌های انرژی است. با استفاده از تابع تقاضای حامل‌های انرژی می‌توان اثر تغییرات کارایی هر کدام از حامل‌های انرژی (بنزین و گازوئیل) را بر تقاضای این حامل‌های انرژی اندازه‌گیری کرد.

در نتیجه 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 به ترتیب $\dot{Dbnz}$ و $\dot{Dgaz}$ خواهد بود. با توجه به تعریف اثرات بازگشتی، مقدار اثرات بازگشتی به صورت روابط (۴۱) (اثرات بازگشتی مربوط به بنزین) و (۴۲) (اثرات بازگشتی مربوط به گازوئیل)

اندازه‌گیری می‌شود. قابل ذکر است که $RE_{bnz}$ عبارت از اثرات بازگشتی بنزین و $RE_{gaz}$ عبارت از اثرات بازگشتی گازوئیل می‌باشد.

$$RE_{bnz}=\left(1+\frac{\dot{Dbnz}}{\dot{\eta}_{bnz}}\right)\times 100=\left(1+\frac{(D^{2}{}_{bnz}-D^{1}{}_{bnz})/D^{1}{}_{bnz}}{\dot{\eta}_{bnz}}\right)\times 100 \quad (۴۱)$$

$$RE_{gaz}=\left(1+\frac{\dot{Dgaz}}{\dot{\eta}_{gaz}}\right)\times 100=\left(1+\frac{(D^{2}{}_{gaz}-D^{1}{}_{gaz})/D^{1}{}_{gaz}}{\dot{\eta}_{gaz}}\right)\times 100 \quad (۴۲)$$

می‌توان نسبت $\frac{\dot{Dbnz}}{\dot{\eta}_{bnz}}$ و $\frac{\dot{Dgaz}}{\dot{\eta}_{gaz}}$ را به ترتیب 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 لذا داریم.

$$RE_{bnz}=(1+\varepsilon_{\eta_{bnz}})\times 100 \quad (۴۳)$$

$$RE_{gaz}=(1+\varepsilon_{\eta_{gaz}})\times 100 \quad (۴۴)$$

با توجه به مقدار عددی دو متغیر $\varepsilon_{\eta_{bnz}}$ و $\varepsilon_{\eta_{gaz}}$ می‌توان در مورد اندازه اثرات بازگشتی صحبت کرد. چنانچه بهبود کارایی مصرف بنزین (گازوئیل)، باعث کاهش مصرف آن به همان میزان افزایش در کارایی مصرف انرژی شود، آنگاه $\varepsilon_{\eta_{bnz}}=-1$ ( $\varepsilon_{\eta_{gaz}}=-1$ ) شده و میزان اثرات بازگشتی صفر خواهد بود. چنانچه بهبود کارایی مصرف بنزین (گازوئیل)، باعث کاهش مصرف آن به میزانی کمتر از افزایش در کارایی مصرف بنزین (گازوئیل) شود، آنگاه $-1\prec\varepsilon_{\eta_{bnz}}\prec 0$ ( $-1\prec\varepsilon_{\eta_{gaz}}\prec 0$ ) شده و میزان اثرات بازگشتی بین صفر تا ۱۰۰ درصد خواهد بود. 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 ۱۰۰ درصد خواهد بود که نشان‌دهنده وجود اثرات معکوس می‌باشد.

## یافته های پژوهش

### نحوه انتخاب کشش‌های در پژوهش

پارامترهای مورد نیاز در مدل تعادل عمومی قابل محاسبه تحقیق عبارت از پارامترهای سهم و پارامترهای کشش است. برای تعیین پارامترهای سهم از ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۶ استفاده شده است. به عبارت دیگر، پارامترهای سهم مورد نیاز با استفاده از داده‌های موجود در ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۶ کالیبره شده‌اند.

اصل کلی که در مدل‌سازی تعادل عمومی قابل محاسبه وجود دارد این است که مقادیر مربوط به کشش‌ها توسط محقق و با توجه به استنباط وی مورد استفاده قرار گیرد. استنباط محقق می‌تواند (۱) بر اساس مطالعات دیگران باشد (۲) به کمک برآورد اقتصادسنجی توسط خود محقق حاصل شود (۳) توسط محقق و با توجه به شناخت وی از ساختار اقتصاد مورد نظر (در صورت موجود نبودن مطالعه قبلی) برگزیده شود. در تحقیق حاضر از روش نخست استفاده شده است چراکه اولاً امکان برآورد کشش‌های مورد نیاز به تفکیک ۱۲ کالا و خدمات و ۱۰ فعالیت مورد استفاده در ماتریس حسابداری اجتماعی (بکار رفته در تحقیق) وجود نداشته است درثانی به این شکل نیست که پیش از این مطالعه‌ای درباره اقتصاد ایران انجام نشده باشد که نتوان از کشش‌های مورد استفاده در آن برای تحقیق حاضر استفاده کرد. کشش‌های مورد نیاز تحقیق حاضر در ادامه بیان گردیده و مقدار اختیار شده برای آن‌ها نیز مشخص شده است.

جدول (۴) مقادیر مورد استفاده در برخی از مطالعات داخلی و خارجی را بیان می‌کند و همچنین مقادیر کشش بکار رفته در این پژوهش نیز در ستون آخر بیان شده‌است. قابل ذکر است که علت انتخاب کشش‌های زیر مربوط به بهترین بازتولید مدل توسط این کشش‌ها می‌باشد.

**جدول ۴. کشش‌های مختلف مورد استفاده در تحقیق حاضر**

| نوع کشش | مقدار کشش مطالعات مختلف | | مقدار کشش تحقیق حاضر |
|---|---|---|---|
| کشش جانشینی نیروی کار و سرمایه | EMPAX (2008) | ۱ | ۰/۷ |
| | منطور و همکاران (۲۰۰۹) | ۱ | |
| | عمر هشام (۲۰۱۳) | ۰/۵ | |
| کشش جانشینی بین نهاده‌های واسطه‌ای | جنسن و تار (۲۰۰۲) | ۰ | ۰ |
| | EMPAX (2008) | ۰ | |
| | عمر هشام (۲۰۱۳) | ۰ | |
| کشش جانشینی بین فرآورده‌های نفتی | جنسن و تار (۲۰۰۲) | ۰/۵ | ۰/۸ |
| | EMPAX (2008) | ۰/۴ | |
| | عمر هشام (۲۰۱۳) | ۰/۴ | |
| کشش تابع آرمینگتون | جنسن و تار (۲۰۰۲) | ۶ و ۳ | ۲ |
| | عمر هشام | ۶ و ۳ | |
| | EMPAX (2008) | ۳ | |
| کشش تابع تبدیل | جنسن و تار (۲۰۰۲) | ۳ | ۰/۵ |
| | EMPAX (2008) | ۲ | |
| | عمر هشام | ۳ | |
| کشش جانشینی ارزش افزوده کل و انرژی کل | جنسن و تار (۲۰۰۲) | ۰/۵ | ۰/۵ |
| | EMPAX (2008) | ۰/۵ | |
| | عمر هشام | ۰/۴ | |
| | جنسن و تار (۲۰۰۲) | ۰ | ۰/۴ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| کشش جانشینی ارزش افزوده کل – انرژی کل و نهاده واسطه‌ای کل | EMPAX (2008) | ۰ | |
| | عمر هشام | ۰ | |

## شبیه‌سازی اثر بهبود کارایی بر اقتصاد و بررسی نتایج

در یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه (CGE)، وجود شوک‌های برون‌زا از کانال مکانیزم بازار بر بخش‌های مختلف اقتصادی (فعالیت‌های مختلف) تأثیر می‌گذارد. با توجه به اینکه شوک برون‌زای بکار رفته در تحقیق حاضر مربوط به بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل است بنابراین تأثیر این شوک سیاستی بر رفتار عاملان اقتصادی از طریق کاهش در قیمت مؤثر (قیمت ضمنی) انرژی (فراورده های نفتی بنزین و گازوئیل) به دنبال بهبود کارایی این دو فرآورده نفتی می‌باشد. با بهبود یافتن ۱۰ درصدی کارایی مصرف فرآورده‌های نفتی (بنزین و گازوئیل)، قیمت مؤثر آن ها دچار تغییر می‌شود و به دنبال آن، به‌واسطه مکانیزم بازار تغییرات در بدنه اقتصاد ایجاد می‌شود.

اثرات معکوس نیز که خود حالتی از اثرات بازگشتی به شمار می‌رود، زمانی اتفاق می‌افتد که بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل باعث افزایش مصرف این دو فرآورده نفتی شود. به دنبال بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل و تغییرات در قیمت مؤثر و هزینه واحد تولید، تقاضای فعالیت‌های اقتصادی برای سایر نهاده‌های تولیدی (عوامل اولیه تولید و نهاده‌های واسطه‌ای) نیز تغییر می‌کند. با توجه به تغییراتی که در ترکیب نهاده‌های تولیدی مورد نیاز بخش‌های اقتصادی رخ می‌دهد طبیعی است که میزان تولید و سطح فعالیت بخش‌ها و همچنین سطح قیمت‌های مربوط به تولیدات بخش‌های مختلف اقتصادی تغییر کرده و نهایتاً طرف عرضه اقتصاد و تولید ناخالص داخلی تحت تأثیر قرار گیرد.

با توجه به اینکه به دنبال بهبود و ارتقاء کارایی مصرف بنزین و گازوئیل، ترکیب نهاده‌های مورد استفاده توسط فعالیت‌ها تغییر می‌کند بنابراین قیمت نهاده‌های تولیدی نیز (از جمله قیمت نیروی کار و سرمایه) دچار تغییر شده و در نهایت تغییرات در میزان درآمد صاحبان عوامل تولید ایجاد می‌شود.

## شبیه‌سازی تأثیر شوک بهبود کارایی بر تقاضا

جدول (۵) تغییرات در تقاضای بنزین و گازوئیل را در نتیجه بهبود ۱۰ درصدی کارایی مصرف این دو فرآورده نفتی نشان می‌دهد. در نتیجه بهبود ۱۰ درصدی کارایی بنزین، در همه رشته فعالیت‌های اقتصادی کاهش تقاضای بنزین روی داده است به طوری که کمترین کاهش تقاضا در فعالیت «حمل‌ونقل جاده‌ای» با ۷/۳ درصد و بیشترین کاهش تقاضا در فعالیت «پالایشگاهی» با ۹/۵ درصد بوده است. بهبود ۱۰ درصدی کارایی بنزین باعث می‌شود تا به‌طور متوسط ۷/۶ درصد از تقاضای بنزین در کل فعالیت‌های اقتصادی کاسته شود.

جدول (۵) نشان‌دهنده تغییرات در تقاضای گازوئیل بخش‌های مختلف در نتیجه بهبود ۱۰ درصدی کارایی مصرف آن نیز می‌باشد. مشاهده می‌شود که به دنبال شوک کارایی، در همه فعالیت‌ها کاهش تقاضای گازوئیل حادث شده‌است به‌طوری که کمترین کاهش تقاضا در فعالیت «حمل‌ونقل جاده‌ای» با ۷/۵ درصد و بیشترین کاهش تقاضا در فعالیت «پالایشگاهی» با ۹/۴ درصد بوده است. متوسط کاهش تقاضای گازوئیل در کل فعالیت‌های اقتصادی نیز برابر با ۷/۹ درصد می‌باشد.

نکته مهمی که قابل ذکر است اینکه، در هیچ‌کدام از فعالیت‌های اقتصادی اثرات بازگشتی ۱۰۰ درصدی وجود ندارد علاوه بر این در هیچ کدام از رشته فعالیت‌های اقتصادی اثرات معکوس نیز مشاهده نمی‌شود این حالات بدان معنی است که در نتیجه بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل در هیچ‌کدام از فعالیت‌های اقتصادی اولاً خنثی شدن کامل ذخیره انتظاری بنزین و گازوئیل (به دنبال بهبود کارایی مصرف این دو فرآورده نفتی) و ثانیاً افزایش تقاضا برای بنزین و گازوئیل رخ نمی‌دهد.

**جدول ۵. تغییرات تقاضای بنزین و گازوئیل ناشی از بهبود کارایی مصرف آن‌ها**

| ۱۰ درصد بهبود کارایی مصرف | | |
|---|---|---|
| رشته فعالیت | کاهش در تقاضای بنزین (درصد) | کاهش در تقاضای گازوئیل (درصد) |
| کشاورزی و ... | ۸/۹ | ۷/۶ |
| معادن | ۸ | ۸/۹ |
| صنایع غذایی و ... | ۹/۳ | ۹/۲ |
| پالایشگاه‌ها | ۹/۵ | ۹/۴ |
| سایر صنایع | ۸/۸ | ۸/۲ |
| حمل‌ونقل ریلی | ۹/۴ | ۸/۹ |
| حمل‌ونقل جاده‌ای | ۷/۳ | ۷/۵ |
| حمل‌ونقل آبی | ۹/۲ | ۹/۱ |
| حمل‌ونقل هوایی | ۸/۶ | ۹/۳ |
| سایر خدمات | ۷/۵ | ۷/۷ |
| متوسط وزنی | ۷/۶ | ۷/۹ |

با توجه به نتایج آورده شده در جدول (۵)، باید بیان کرد که به دنبال بهبود ۱۰ درصدی کارایی مصرف بنزین و گازوئیل در ایران مصرف این فرآورده‌ها در تمامی رشته فعالیت‌های اقتصادی به‌خصوص در فعالیت حمل‌ونقل (زیر بخش‌های حمل‌ونقل) کاسته شده در نتیجه اثرات بازگشتی وجود دارد اما در نتیجه بهبود ۱۰ درصدی کارایی مصرف بنزین و گازوئیل، اثرات معکوس در هیچ کدام از رشته فعالیت‌ها وجود ندارد.

## اثرات بازگشتی ناشی از شوک بهبود کارایی

جدول (۶) اثرات بازگشتی ناشی از بهبود ۱۰ درصدی کارایی مصرف بنزین و گازوئیل را در رشته فعالیت‌های مختلف مصرف‌کننده این دو فرآورده نفتی به عنوان نهاده تولیدی نشان می‌دهد.

**جدول۶. اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل**

| ۱۰ درصد بهبود کارایی مصرف | | |
|---|---|---|
| رشته فعالیت | اثرات بازگشتی بنزین (درصد) | اثرات بازگشتی گازوئیل (درصد) |
| کشاورزی و ... | ۱۰/۹ | ۲۴ |
| معادن | ۲۰ | ۱۱/۲ |

| | | |
|---|---|---|
| صنایع غذایی و ... | ۷/۰۱ | ۷/۹ |
| پالایشگاه‌ها | ۴/۵ | ۵/۹ |
| سایر صنایع | ۱۲ | ۱۸ |
| حمل‌ونقل ریلی | ۶/۰۰۴ | ۱۱/۵ |
| حمل‌ونقل جاده‌ای | ۲۷/۰۱ | ۲۵ |
| حمل‌ونقل آبی | ۸/۰۱ | ۹/۵ |
| حمل‌ونقل هوایی | ۱۴ | ۷/۰۰۱ |
| سایر خدمات | ۲۵/۰۲ | ۲۳ |
| متوسط وزنی | ۲۴/۳ | ۲۱/۴ |

با توجه به جدول (۶)، اثرات بازگشتی ناشی از بهبود ۱۰ درصدی کارایی بنزین در فعالیت‌های مختلف اقتصادی متفاوت است به طوری که بیشترین اثرات بازگشتی مربوط به فعالیت «حمل‌ونقل جاده‌ای» با ۲۷/۰۱ درصد و کمترین اثرات بازگشتی مربوط به فعالیت «پالایشگاهی «با ۴/۵ درصد می‌باشد. در رشته فعالیت» حمل‌ونقل جاده‌ای «که نسبت به سایر رشته فعالیت‌های اقتصادی مصرف بنزین بیشتری داشته و وابستگی بیشتری به بنزین دارد، اثرات بازگشتی نیز عدد بزرگ‌تری می‌باشد. طبیعی است در فعالیت‌هایی که توأم با اثرات بازگشتی هستند، بخشی از اثرات بهبود کارایی بر کاهش تقاضای بنزین در نتیجه وجود اثرات بازگشتی خنثی می‌شود. اثرات بازگشتی ناشی از بهبود ۱۰ درصدی کارایی مصرف گازوئیل در رشته فعالیت‌های مختلف اقتصادی را نیز نشان می‌دهد. طبق این جدول، بیشترین اثرات بازگشتی مربوط به رشته فعالیت» حمل‌ونقل جاده‌ای «با ۲۵ درصد و کمترین اثرات بازگشتی مربوط به رشته فعالیت» پالایشگاهی«با ۵/۹ درصد می‌باشد. در مورد گازوئیل نیز همانند بنزین، آن دسته از فعالیت‌های اقتصادی مصرف‌کننده گازوئیل که توأم با اثرات بازگشتی هستند، بخشی از اثرات بهبود کارایی بر کاهش تقاضای گازوئیل در نتیجه وجود اثرات بازگشتی خنثی می‌شود.

به دنبال بهبود ۱۰ درصدی کارایی مصرف بنزین و گازوئیل، به‌طور متوسط در تمامی فعالیت‌های اقتصادی اثرات بازگشتی ۲۴/۳ درصدی در مورد بنزین و اثرات بازگشتی ۲۱/۴ درصدی در مورد گازوئیل وجود دارد. با عنایت به جدول (۶)، در نتیجه اعمال شوک بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل، اثرات بازگشتی صفر و یا ۱۰۰ درصدی که حالت‌های حدی در محاسبه اثرات بازگشتی هستند و همچنین اثرات معکوس وجود ندارد.

برای اینکه بتوان تحلیل دقیق‌تری از اثرات بازگشتی فعالیت‌های مختلف تبیین کرد، در جدول (۷) سهم هزینه بنزین، گازوئیل و سایر فرآورده‌های نفتی در هر کدام از رشته فعالیت‌ها از کل هزینه‌های واسطه‌ای فعالیت‌ها آورده شده است. مشاهده می‌شود بیشترین سهم هزینه بنزین در بین تمامی رشته فعالیت‌های اقتصادی مربوط به رشته فعالیت «حمل‌ونقل جاده‌ای» با رقمی برابر با ۸/۸۷ درصد بوده است بنابراین با توجه به این رقم (۸/۸۷ درصد)، وقوع بیشترین اثرات بازگشتی و کمترین کاهش تقاضای بنزین در فعالیت «حمل‌ونقل جاده‌ای» دور از انتظار نیست. کمترین سهم هزینه بنزین در بین تمامی رشته فعالیت‌های اقتصادی نیز مربوط به رشته فعالیت «پالایشگاهی» با رقمی برابر با ۰/۰۱ درصد می‌باشد.

همچنین با توجه به جدول (۷)، بیشترین سهم هزینه گازوئیل در بین تمامی فعالیت‌های اقتصادی مربوط به «حمل‌ونقل ریلی» با رقمی برابر با ۱۰/۸ درصد بوده و بعد از آن فعالیت «حمل‌ونقل جاده‌ای» با رقم ۳/۸۰ درصد قرار دارد. با توجه به اینکه آمار جدول (۴-۷) از ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۸۵ اقتباس شده‌اند، بنابراین پایین بودن سهم‌ها ناشی از پایین بودن قیمت فرآورده‌های بنزین و گازوئیل در کشور می‌باشد.

**جدول ۷ سهم هزینه بنزین و گازوئیل در هر بخش از کل هزینه‌های واسطه‌ای آن بخش**

| رشته فعالیت | سهم هزینه بنزین (درصد) | سهم هزینه گازوئیل (درصد) | سهم هزینه سایر فرآورده‌های نفتی (درصد) |
|---|---|---|---|
| کشاورزی و ... | ۰/۲۴ | ۲/۶۲ | ۰/۲۳ |
| معادن | ۱/۳۱ | ۰/۴۶ | ۱/۲۹ |
| صنایع غذایی و ... | ۰/۰۴ | ۰/۱۵ | ۰/۲۹ |
| پالایشگاه‌ها | ۰/۰۱ | ۰/۱۷ | ۲/۵۹ |
| سایر صنایع | ۰/۰۶ | ۰/۱۵ | ۰/۸۹ |
| حمل‌ونقل ریلی | ۰/۲۸ | ۸/۱۰ | ۵/۹۲ |
| حمل‌ونقل جاده‌ای | ۸/۸۷ | ۳/۸۰ | ۴/۴۹ |
| حمل‌ونقل آبی | ۰/۲۵ | ۱/۲۴ | ۰/۹۴ |
| حمل‌ونقل هوایی | ۴/۴۲ | ۰/۸۸ | ۰/۵۹ |
| سایر خدمات | ۱/۵۴ | ۰/۶۳ | ۰/۶۶ |
| جمع | ۱ | ۱ | ۱ |

با توجه به جداول (۶) و (۷) باید بیان کرد که اگر بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل به میزان مشخصی (۱۰ درصد) اتفاق افتد، اثرات بازگشتی ناشی از این بهبود کارایی در فعالیت‌های مختلف اقتصادی به‌خصوص زیر بخش‌های حمل‌ونقل وجود دارد. همچنین باید بیان کرد که اگر بهبود کارایی ۱۰ درصدی در مصرف بنزین و گازوئیل اتفاق افتد، اثرات بازگشتی ناشی از این بهبود کارایی در زیر بخش‌های فعالیت حمل‌ونقل وجود دارد به طوری که مقدار آن در مورد بنزین برای فعالیت‌های حمل‌ونقل ریلی، حمل‌ونقل جاده‌ای، حمل‌ونقل آبی و حمل‌ونقل هوایی به ترتیب برابر با ۶/۰۰۴ درصد، ۲۷/۰۱ درصد، ۸/۰۱ درصد و ۱۴ درصد می‌باشد. مقدار اثرات بازگشتی در مورد گازوئیل نیز برای فعالیت‌های حمل‌ونقل ریلی، حمل‌ونقل جاده‌ای، حمل‌ونقل آبی و حمل‌ونقل هوایی به ترتیب برابر با ۱۱/۵ درصد، ۲۵ درصد، ۹/۵ درصد و ۷/۰۰۱ درصد می‌باشد.

## شبیه‌سازی تأثیر شوک بهبود کارایی بر تولید و فعالیت بخش‌های اقتصادی

جدول (۸) نشان‌دهنده درصد تغییرات در میزان تولید و سطح فعالیت بخش‌های مختلف از جمله زیر بخش‌های حمل‌ونقل، در نتیجه بهبود ۱۰ درصدی در کارایی مصرف بنزین و گازوئیل است. با توجه به جدول، به دنبال بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل، فعالیت «حمل‌ونقل ریلی» با ۶/۳۴۷ درصد دارای بیشترین تغییر (افزایش) در میزان

تولید و فعالیت «معادن» با ۰/۰۲۷ درصد دارای کمترین تغییر (افزایش) در میزان تولید است. همچنین فعالیت «حمل‌ونقل هوایی» با ۳/۸۰۳- درصد دارای بیشترین کاهش در سطح فعالیت می‌باشد.

در زیر بخش‌های حمل‌ونقل، فعالیت «حمل‌ونقل ریلی» دارای بیشترین افزایش در میزان تولید بوده (۶/۳۴۷ درصد) و فعالیت «حمل‌ونقل هوایی» دارای بیشترین کاهش در میزان تولید بوده است (۳/۸۰۳- درصد). دو زیر بخش دیگر رشته فعالیت حمل‌ونقل نیز با کاهش در میزان تولید مواجه بوده‌اند.

نتایج جدول (۸) نشان می‌دهد که به دنبال بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل، برای بخش‌های «کشاورزی و ...»، «معادن»، «صنایع غذایی و ...»، «پالایشگاه‌ها»، «سایر صنایع» و «حمل و نقل ریلی» افزایش در سطح تولید رخ داده اما در مورد بخش‌های «حمل‌ونقل جاده‌ای»، «حمل‌ونقل آبی»، «حمل‌ونقل هوایی» و «سایر خدمات» کاهش در میزان تولید حادث شده است.

در مورد بخش «حمل و نقل ریلی» نتایج نشان از رشد سطح فعالیت این بخش به اندازه ۶/۳۴۷ درصد دارد که در این‌باره باید اشاره کرد که:

۱- علت بزرگ بودن این رقم مربوط به این است که مقیاس تولید بخش حمل و نقل ریلی کوچک بوده و همین امر باعث بزرگ بودن نرخ رشد تولید این بخش شده است.

۲- با توجه به ماتریس مبادلات واسطه‌ای، بخش حمل و نقل ریلی وابستگی بالایی به محصولات بخش «سایر صنایع» دارد و چون سطح تولید بخش «سایر صنایع» افزایش یافته بنابراین سطح تولید این بخش نیز افزایش یافته است.

در مورد بخش «حمل و نقل هوایی» نتایج نشان از رشد سطح فعالیت این بخش به اندازه ۳/۸۰۳- درصد دارد که علت بزرگ بودن نسبی این رقم نیز مربوط به کوچک بودن مقیاس تولید این بخش می‌باشد به عبارت دیگر این بخش نیز همانند بخش حمل و نقل ریلی سهم پایینی از کل بخش حمل و نقل را دارد. در ارتباط با نتایج گزارش شده در جدول (۸) باید دقت بیشتری به خرج داد. قبلاً نیز به این موضوع اشاره شد که به دنبال اعمال شوک کارایی، قیمت مؤثر انرژی کاهش می‌یابد و همین کاهش قیمت مؤثر انرژی بر رفتار تولیدکنندگان تأثیر می‌گذارد اما نکته‌ای که بسیار حائز اهمیت بوده و نباید از آن غافل شد این است که در اقتصاد ایران و در مورد حامل‌های انرژی (به‌ویژه در سال ۱۳۹۶ که داده‌های این پژوهش مبتنی بر ماتریس حسابداری اجتماعی ۱۳۹۶ است) انحراف قیمتی وجود دارد به این معنی که قیمت حامل‌های انرژی در بازار غیررقابتی نسبت به قیمت‌های حامل‌های انرژی در بازار رقابتی انحراف داشته و به اصطلاح Price Distortion وجود دارد و همین امر باعث می‌شود که به دنبال اعمال شوک‌های برون‌زا بر مدل مثل شوک بهبود کارایی مصرف حامل‌های انرژی، سیگنال‌دهی یا علامت‌دهی قیمت حامل‌های انرژی (در فضای غیررقابتی) در قیاس با سیگنال‌دهی یا علامت‌دهی قیمت حامل‌های انرژی در فضای رقابتی ضعیف‌تر باشد.

**جدول ۸. درصد تغییرات در میزان تولید و سطح فعالیت بخش‌ها**

| رشته فعالیت | درصد تغییرات سطح فعالیت |
|---|---|
| کشاورزی و ... | ۰/۰۸۵ |
| معادن | ۰/۰۲۷ |
| صنایع غذایی و ... | ۰/۹۸۷ |

| | |
|---|---|
| پالایشگاه‌ها | ۰/۳۵۷ |
| سایر صنایع | ۰/۴۴۱ |
| حمل‌ونقل ریلی | ۶/۳۴۷ |
| حمل‌ونقل جاده‌ای | -۰/۴۶۰ |
| حمل‌ونقل آبی | -۰/۴۱۷ |
| حمل‌ونقل هوایی | -۳/۸۰۳ |
| سایر خدمات | -۰/۱۳۵ |

با توجه به جدول (۸)، بایستی اشاره کرد که به دنبال بهبود ۱۰ درصدی کارایی مصرف بنزین و گازوئیل، میزان تولید و سطح فعالیت زیر بخش‌های حمل‌ونقل دچار تغییر می‌شوند به طوری که میزان تولید و سطح فعالیت حمل‌ونقل ریلی افزایش پیدا کرده اما میزان تولید و سطح فعالیت حمل‌ونقل جاده‌ای، آبی و هوایی کاهش پیدا کرده‌اند.

## تحلیل حساسیت

یکی از شاخص‌های نمایانگر ساختار اقتصاد هر کشوری مقادیر مربوط به کشش‌های مختلف است از این رو این احتمال وجود دارد که نتایج مطالعه نسبت به تغییر مقادیر کشش‌های مختلف حساسیت داشته باشد. یکی از مهم‌ترین کشش‌هایی که نتایج مطالعه حاضر می‌تواند نسبت به آن حساسیت داشته باشد، کشش جانشینی بین بنزین و گازوئیل با سایر فرآورده‌های نفتی است. در سناریوی پایه، مقدار این کشش برابر ۰/۸ در نظر گرفته شده بود که مدل با استفاده از این مقدار کشش جانشینی معتبر بوده و کالیبره شده است. می‌توان در جدول (۹) نتایج تحلیل حساسیت اثرات بازگشتی مربوط به بنزین و گازوئیل را مشاهده کرد، این جدول در سه مقدار مختلف کشش جانشینی بین بنزین و گازوئیل با سایر فرآورده‌های نفتی (کشش جانشینی ۰/۸۰ که مربوط به مدل پایه بوده و کشش‌های ۰/۷۵ و ۰/۸۵ که انحراف از کشش مدل پایه هستند) نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که با تغییر مقدار عددی کشش جانشینی بین بنزین و گازوئیل با سایر فرآورده‌های نفتی، مقدار اثرات بازگشتی در رشته فعالیت‌های مختلف تغییر محسوسی نکرده است.

**جدول ۹. تحلیل حساسیت اثرات بازگشتی (درصد)**

| رشته فعالیت / کشش جانشینی | بنزین | | | گازوئیل | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۰/۷۵ | ۰/۸۰ | ۰/۸۵ | ۰/۷۵ | ۰/۸۰ | ۰/۸۵ |
| کشاورزی و ... | ۱۰/۶ | ۱۰/۹ | ۱۰/۸ | ۲۳/۷ | ۲۴ | ۲۴/۱ |
| معادن | ۱۹/۹ | ۲۰ | ۲۰/۳ | ۱۱/۵ | ۱۱/۲ | ۱۱/۱ |
| صنایع غذایی و ... | ۷/۳ | ۷/۰۱ | ۷/۲ | ۷/۶ | ۷/۹ | ۸/۱ |
| پالایشگاه‌ها | ۴/۸ | ۴/۵ | ۴/۲ | ۶/۴ | ۵/۹ | ۶/۲ |
| سایر صنایع | ۱۲/۲ | ۱۲ | ۱۲/۵ | ۱۷/۶ | ۱۸ | ۱۸/۳ |
| حمل‌ونقل ریلی | ۶/۳ | ۶/۰۰۴ | ۵/۷ | ۱۱/۹ | ۱۱/۵ | ۱۱/۲ |
| حمل‌ونقل جاده‌ای | ۲۶/۸ | ۲۷/۰۱ | ۲۷/۳ | ۲۴/۵ | ۲۵ | ۲۵/۴ |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| حمل‌ونقل آبی | ۸/۴ | ۸/۰۱ | ۸/۲ | ۹/۹ | ۹/۵ | ۹/۶ |
| حمل‌ونقل هوایی | ۱۴/۴ | ۱۴ | ۱۴/۱ | ۷/۲ | ۷/۰۰۱ | ۷/۵ |
| خدمات | ۲۵/۶ | ۲۵/۰۲ | ۲۵/۸ | ۲۲/۸ | ۲۳ | ۲۳/۴ |
| متوسط | ۲۴/۵ | ۲۴/۳ | ۲۴/۸ | ۲۱/۱ | ۲۱/۴ | ۲۱/۷ |

به‌عنوان نمونه مشاهده می شود که اثرات بازگشتی مربوط به بنزین و گازوئیل برای فعالیت «حمل‌ونقل ریلی» در حالتی که کشش جانشینی بین بنزین و گازوئیل با سایر فرآورده‌های نفتی برابر با ۰/۸۰ بوده است به ترتیب برابر با ۶/۰۰۴ درصد و ۱۱/۵ درصد می‌باشد در حالی که با تغییر مقدار عددی کشش جانشینی بین بنزین و گازوئیل با سایر فرآورده‌های نفتی از ۰/۸۰ به ۰/۷۵ و ۰/۸۵ مقادیر اثرات بازگشتی بنزین و گازوئیل برای فعالیت «حمل‌ونقل ریلی» تغییر محسوسی نکرده و به ترتیب برابر با ۶/۳، ۵/۷، ۱۱/۹ و ۱۱/۲ درصد می‌باشد. با توجه به جدول (۹) می‌توان به این نکته رسید که تغییر پارامتر کشش جانشینی بین بنزین و گازوئیل با سایر فرآورده‌های نفتی بر مقدار اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل تأثیر محسوسی ندارد.

## نتیجه‌گیری

در این پژوهش به بررسی بهبود کارایی انرژی و تأثیر آن بر کاهش مصرف فرآورده‌های پتروشیمی در زمینه حمل و نقل عمومی در قالب سه فرضیه مورد بررسی قرار گرفتند.

نتایج اجرای مدل تعادل عمومی قابل محاسبه، نشان می‌دهند که به دنبال بهبود ۱۰ درصدی در کارایی مصرف بنزین و گازوئیل، اثرات بازگشتی در تمامی رشته فعالیت‌ها اتفاق می‌افتد. در نتیجه اعمال شوک بهبود کارایی، رشته فعالیت «حمل‌ونقل جاده‌ای» با ۲۷/۰۱ درصد دارای بیشترین اثرات بازگشتی بنزین بوده و بعد از آن رشته فعالیت‌های «خدمات» و «حمل‌ونقل هوایی» به ترتیب با ۲۵/۰۲ درصد و ۱۴ درصد در رده‌های دوم و سوم به لحاظ اندازه اثرات بازگشتی بنزین قرار دارند. کمترین اثرات بازگشتی بنزین نیز مربوط به رشته فعالیت «پالایشگاهی» است که اندازه اثرات بازگشتی بنزین مربوط به این رشته فعالیت برابر با ۴/۵ درصد بوده است. وجود این اثرات بازگشتی که مقدار آن‌ها بزرگ‌تر از صفر است نشان می‌دهد که انتظار قبل از شوک کارایی مبنی بر کاهش ۱۰ درصدی در تقاضای بنزین محقق نشده و کمتر از ۱۰ درصد از تقاضای بنزین کاسته شده است.

در مورد فرآورده نفتی گازوئیل نیز نتایج نشان می‌دهند که رشته فعالیت «حمل‌ونقل جاده‌ای» با ۲۵ درصد دارای بیشترین اثرات بازگشتی بوده و بعد از آن رشته فعالیت‌های «کشاورزی و ...» و «خدمات» به ترتیب با ۲۴ درصد و ۲۳ درصد در رده‌های دوم و سوم قرار دارند. در مورد کمترین اثرات بازگشتی نیز رشته فعالیت «پالایشگاهی» با ۵/۹ درصد در رده آخر قرار دارد. نتایج نشان می‌دهند که در تمامی بخش‌های اقتصادی، متوسط اثرات بازگشتی بنزین برابر با ۲۴/۳ درصد و متوسط اثرات بازگشتی گازوئیل برابر با ۲۱/۴ درصد است. نکته قابل ذکر این است که در مورد هیچ کدام از فرآورده‌های بنزین و گازوئیل حالت‌های حدی مربوط به اثرات بازگشتی (مقادیر صفر و بیش از ۱۰۰ درصد) اتفاق نیفتاده است. این امر نشان از این دارد که به دنبال بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل نه کاهش

معادل (با درصد بهبود کارایی) در تقاضای این فرآورده‌ها اتفاق افتاده و نه افزایش در تقاضای آن‌ها حادث شده است.

در مورد اثرات بازگشتی بنزین و گازوئیل در زیر بخش‌های حمل‌ونقل نیز نتایج نشان می‌دهند که اندازه اثرات بازگشتی بنزین (ناشی از بهبود ۱۰ درصدی کارایی مصرف بنزین و گازوئیل) برای زیر بخش‌های حمل‌ونقل شامل حمل‌ونقل جاده‌ای، هوایی، آبی و ریلی به ترتیب برابر با ۲۷/۰۱ درصد، ۱۴ درصد، ۸/۰۱ درصد و ۶/۰۰۴ درصد بوده است. اندازه اثرات بازگشتی گازوئیل (ناشی از بهبود ۱۰ درصدی کارایی مصرف بنزین و گازوئیل) نیز برای زیر بخش‌های حمل‌ونقل شامل حمل‌ونقل جاده‌ای، ریلی، آبی و هوایی به ترتیب برابر با ۲۵ درصد، ۱۱/۵ درصد، ۹/۵ درصد و ۷/۰۰۱ درصد بوده است.

نتایج حاکی از آن هستند که بیشترین کاهش تقاضای بنزین مربوط به فعالیت «پالایشگاهی» با ۹/۵ درصد بوده و بعد از آن فعالیت‌های «حمل‌ونقل ریلی» و «صنایع غذایی و ...» به ترتیب با ۹/۴ و ۹/۳ درصد در رده‌های دوم و سوم قرار دارند. به‌طور متوسط در کل بخش‌های اقتصادی تقاضای بنزین ۷/۶ درصد کاسته شده است. در مورد تأثیر بهبود ۱۰ درصدی کارایی مصرف بنزین و گازوئیل بر تقاضای گازوئیل نیز باید اشاره کرد که بیشترین کاهش تقاضای گازوئیل مربوط به فعالیت «پالایشگاهی» با ۹/۴ درصد بوده و بعد از آن فعالیت‌های «حمل‌ونقل هوایی» و «صنایع غذایی و ...» به ترتیب با ۹/۳ و ۹/۲ درصد در رده‌های دوم و سوم قرار دارند. به‌طور متوسط در کل بخش‌های اقتصادی تقاضای گازوئیل ۷/۹ درصد کاسته شده است.

نتیجه دیگری که از اجرای مدل به دست می‌آید مربوط به تغییراتی است که در میزان تولید و سطح فعالیت بخش‌های مختلف اقتصادی در نتیجه بهبود کارایی اتفاق می‌افتد. نتایج نشان می‌دهند که میزان تولید و سطح فعالیت بخش‌های مختلف (به دنبال اعمال شوک کارایی) دچار تغییر شده‌اند به طوری که بیشترین تغییر مثبت مربوط به فعالیت «حمل‌ونقل ریلی» با ۶/۳۴۷ درصد و بیشترین تغییر منفی مربوط به فعالیت «حمل‌ونقل هوایی» با ۳/۸۰۳- درصد بوده است. علت این تغییرات را می‌توان به تغییرات در تقاضای فعالیت‌ها برای بنزین و گازوئیل از یکسو و تغییرات در تقاضای رشته فعالیت‌های مختلف برای نهاده‌های واسطه‌ای و عوامل اولیه تولید از سوی دیگر نسبت داد. در مورد تولید ناخالص داخلی نیز نتایج نشان از افزایش ۰/۰۲ درصدی این متغیر مهم اقتصادی به دنبال اعمال شوک ۱۰ درصدی بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل دارد. نتایج تحلیل حساسیت یکی دیگر از نتایج تحقیق حاضر است. نتایج تحلیل حساسیت که در مورد تغییر کشش جانشینی بین بنزین و گازوئیل با سایر فرآورده‌های نفتی از ۰/۷۵ به ۰/۸۰ (کشش مدل پایه) و ۰/۸۵ بوده است نشان می‌دهد که با این تغییرات، مقدار عددی اثرات بازگشتی بنزین و گازوئیل دچار تغییر محسوسی نمی‌شوند.

## پیشنهادهای تحقیق

با توجه به نتایج تحقیق، به جهت بهبود کارائی مصرف بنزین و گازوئیل در ایران پیشنهاد می شود بررسی و برنامه‌ریزی توسط دولت جهت ذخیره انرژی انجام گیرد. همچنین سیاست گذاران اقتصادی کشور قبل از هر نوع برنامه ریزی در راستای ارتقای سطح کارایی فرآورده های نفت و گاز توجه ویژه به اثرات بازگشتی ناشی از اجرای این سیاست ها داشته باشند.

## منابع

امینی فرد، عباس، (۱۳۹۷)، برآورد اثر بازگشتی مستقیم بهبود کارایی مصرف گاز در بخش خانگی ایران، دانشگاه آزاد الامی واحد مرودشت.

حیدریان، مریم، (۱۳۹۶)، محاسبه اثرات بازگشتی مستقیم CO2 ناشی از بهبود کارایی مصرف سوخت در بخش حمل‌ونقل استان های ایران، دانشگاه رازی.

خوشکلام خسروشاهی، موسی (۱۳۹۸)، روش‌های بستن مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه (CGE) و بررسی روش مناسب برای اقتصاد ایران، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، شماره مسلسل ۱۳۷۱۴.

منظور، داود، آقابابائی، محمد ابراهیم و حقیقی، ایمان (۱۳۹۷)، تحلیل اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی در مصارف برق در ایران: الگوی تعادل عمومی محاسبه پذیر، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال هشتم، شماره ۲۸.

عسگری، منوچهر (۱۳۹۶)، مدل تعادل عمومی کاربردی ایران مبتنی بر ماتریس حسابداری اجتماعی، مرکز تحقیقات اقتصاد ایران، دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی.

موسوی، حسین (۱۳۹۵)، برآورد قیمت سایه یی آلاینده های زیست محیطی ناشی از مصرف سوخت های فسیلی در بخش حمل‌ونقل، پژوهشکده حمل و نقل واحد شهرداری.

Allan, G. Hanley, N. McGregor, P. Swales, K. and Turner, K. (2020), 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.

Alshehabi, O. (2019), Energy and Labour Reform: Evidence From Iran, Journal of Policy Modeling, 34, PP. 441-459.

Anson, S. and Turner, K. (2018), Rebound and Disinvestment Effects in Refined Oil Consumption and Supply Resulting from an Increase in Energy Efficiency in the Scottish Commercial Transport Sector, Energy Policy, 37, 3608-3620.

Berkhout, P. Muskens, J. and Velthuijsen, J. (2017), Defining the Rebound Effect, Energy Policy, 28, 425-432.

Cardenete, M. Naghave, A. and Sanch, F. (2016), Apllied General Equilibrium: An Introduction, University Pablo de Olavide.

Applied Researches in Management and Accounting

28

Vol 7
Autumn 2023

Research Paper

# Improving energy efficiency and its effect on reducing the consumption of petrochemical products in the field of public transportation

**Shahla Sajjadi Nezhad**[1]

## Abstract

Today, the oil, gas and petrochemical sector is one of the most important economic resources of the country. On a global scale, petroleum products, especially gasoline and diesel have a very important role because the main application of these products is in transportation and transportation is one of the important pillars of a country and maintaining public balance Economics-Energy bipartisanship In order to measure the impact of a certain increase in the consumption efficiency of oil and gas products, on the consumption of these products in this sector and other economic sectors will play an important role. In this research, a computable general equilibrium model is used to evaluate the effects of improving the consumption efficiency of petroleum products. Therefore, the social-accounting matrix is used as a statistical basis for the general equilibrium model. In order to evaluate the mentioned cases, a computable general equilibrium model (CGE) is designed for Iran in the field of economy - energy. The results show that in all economic sectors, the average return effects of gasoline is equal to 24.3 Percentage and average return effects of diesel is equal to 21.4%. The results of sensitivity analysis on the change of substitution elasticity between gasoline and diesel with other petroleum products from 0.75 to 0.80 (basic model elasticity) and 0.85 show that with these changes, the numerical value of the effects The return of gasoline and diesel does not change significantly.

**Keywords**: recursive effects, accounting matrix, fuel, transportation

[1] Department of Economics, Bandar Abbas Branch, Islamic Azad University, Bandar Abbas, Iran / *sh.sajadinezhad@gmail.com*