فصل‌نامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی/ سال دهم / شماره‌ی ۳۹/ زمستان ۱۳۹۲/ صفحات ۴۹-۲۱

اثرات اقتصاد کلان تکانه‌ی قیمت انرژی: در قالب یک الگوی DSGE

اسمعیل ابونوری
استاد دانشکده‌ی اقتصاد دانشگاه سمنان esmaiel.abounoori@gmail.com

اصغر شاهمرادی
استادیار دانشکده‌ی اقتصاد دانشگاه تهران shahmoradi@ut.ac.ir

وحید تقی‌نژاد عمران
استادیار دانشکده‌ی اقتصاد دانشگاه مازندران omran@umz.ac.ir

محمد هادی رجایی*
استادیار دانشگاه شمال hadi.rajaii@gmail.com
تاریخ دریافت: ۹۱/۰۲/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۷/۰۱

چکیده

هدف این مقاله استفاده از یک الگوی DSGE (تعادل عمومی پویای تصادفی) به منظور ارزیابی اثرات تکانه‌ی ناشی از یک درصد انحراف در حالت یکنواخت قیمت انرژی بر روند رشد بلندمدت متغیرهای کلان اقتصادی در ایران می‌باشد. نتایج حاصل از برآورد مدل نشان‌دهنده‌ی انحراف متغیرهای تولید، عرضه‌ی نیروی کار و تورم از روند رشد بلندمدت خود می‌باشد، اما قابل توجه‌ترین اثر مربوط به انحراف ۰.۱۱٪- سرمایه‌گذاری از مسیر رشد بلندمدت خود می‌باشد. از دیگر نتایج تحقیق می‌توان به این اشاره کرد که هرچه سهم انرژی در تابع تولید کم‌تر بوده و سهم نیروی کار در تابع تولید بیش‌تر باشد، دوره‌ی بازگشت سرمایه‌گذاری به حالت یکنواخت خود سریع‌تر بوده و درصد انحراف تولید ناخالص داخلی از حالت یکنواخت خود کم‌تر می‌باشد. هم‌چنین هرچه ضریب خنثی سازی درآمد انرژی در قید بودجه بیش‌تر شود، درصد انحراف مخارج دولتی و تولید ناخالص داخلی از حالت یکنواخت هر یک در نتیجه‌ی تکانه‌ی قیمت انرژی کم‌تر می‌شود.

طبقه‌بندی JEL: C61, E20, E42, Q40

کلید واژه‌ها: تکانه‌ی قیمت انرژی، الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی، متغیرهای اقتصاد کلان، ضریب خنثی‌سازی درآمد انرژی

---

*- نویسنده‌ی مسئول

۱- مقدمه

نقش انرژی و نفت در اقتصاد جهان و به‌ویژه اقتصاد کشورهای عضو اوپک بسیار پراهمیت است. مطالعه‌ی این نقش به دلیل تأثیر نوسانات قیمت و درآمدهای حاصل از انرژی بر متغیرهای کلان اقتصادی ضروری است. طبق مبانی نظری اقتصاد افزایش قیمت انرژی از یک سو به دلیل وجود روابط جانشینی و مکلمی بین انرژی و سایر اقلام مصرفی خانوار منجر به تغییر ترکیب سبد مصرفی خانوار و در نتیجه تغییر سطح مطلوبیت خانوار شده و از سوی دیگر به دلیل این‌که انرژی یک نهاده‌ی تولید بوده است، افزایش قیمت آن منجر به افزایش هزینه‌ی تولید و در نتیجه کاهش سطح تولید می‌شود. اما سه چیز براهمیت نقش انرژی در اقتصاد ایران به عنوان یک کشور صادرکننده‌ی نفت می‌افزاید: ۱) عدم استقلال بانک مرکزی از دولت ۲) تبدیل دلارهای حاصل از فروش نفت به پول داخلی سبب شکل‌گیری ارتباطی اجتناب ناپذیر میان نوسانات درآمد نفت و نوسانات حجم پول شده و ۳) دولت مالک کامل درآمدهای حاصل از فروش نفت و انرژی می‌باشد. در چنین شرایطی به دلیل این‌که حجم بسیار زیادی از درآمدهای دولت را درآمدهای حاصل از فروش نفت و انرژی تشکیل می‌دهد و این درآمدها عموما تحت تأثیر ذخایر نفتی و نوسانات بین‌المللی قرار دارند و مستقل از نوسانات عوامل تولید سرمایه و کار در اقتصاد ایران تعیین می‌شوند، لذا استقلال عمل دولت به عنوان مسئول اعمال سیاست‌های پولی و مالی بسیار افزایش می‌یابد، لذا با توجه به شبکه‌ای از ارتباطات میان انرژی با خانوار، بنگاه و دولت، مطالعه‌ی اثرات حاصل از تکانه‌ی قیمت انرژی بر اقتصاد کلان نیازمند روشی است که بتواند تبیینی دقیق از این روابط نشان دهد. مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE)[1] با توجه به شرایط تازه‌ای که برای مطالعه و فهم اقتصاد کلان به‌وجود آورده‌اند می‌توانند ابزاری مناسب بدین منظور فراهم آورند. درنتیجه، هدف اساسی در مقاله‌ی حاضر ارائه‌ی یک الگوی مناسب به منظور روشن‌تر کردن اثر تکانه‌ی قیمت انرژی بر متغیرهای اساسی اقتصاد کلان ایران در چارچوب الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی است. نوآوری این مقاله معرفی و اضافه کردن یک بنگاه تولیدکننده‌ی انرژی با مکانیسم قیمت‌گذاری دولتی به الگوی آیرلند[2] (۲۰۰۲) می‌باشد.

1- Dynamic Stochastic General Equilibrium Model
2- Ireland

در ادامه مروری بر مطالعات انجام شده با مدل‌های DSGE در بخش نفت و انرژی ارایه می‌شود. سپس محیط اقتصادی بر اساس سه بخش خانوار، بنگاه و دولت – مقام پولی تعریف می‌شود. در این بخش بعد از ارائه‌ی شرط تعادل، لگاریتم خطی معادلات حاصل شده برای شرط تعادل عمومی به‌دست می‌آید. در بخش بعدی با استفاده از برنامه‌ی MATLAB، مدل تعادل عمومی پویای تصادفی در ایران برآورد شده و در انتها نتایج حاصل از این مقاله تقدیم می‌شود.

۲- مرور ادبیات مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی

مطالعات انجام شده با مدل‌های DSGE در بخش انرژی را می‌توان به دو گروه تقسیم کرد. گروه اول، شامل آن دسته از مطالعاتی است که انرژی را به صورت غیرمستقیم و از طریق سرمایه وارد مدل کرده‌اند؛ این دسته از مطالعات مبتنی بر کار فین[1] (۲۰۰۰) بوده که در آن مقدار انرژی متناسب با موجودی سرمایه است و به میزان و شدت استفاده از سرمایه بستگی دارد. در این حالت مقدار انرژی مورد استفاده تحت تأثیر میزان سرمایه‌ی مورد استفاده در فرایند تولید تعیین می‌شود که نشان دهنده‌ی درجه‌ی بالای مکمل بودن انرژی و سرمایه است. در نتیجه، قیمت بالای انرژی سبب افزایش هزینه‌ی نهایی خدمات سرمایه شده و موجب کاهش عرضه‌ی خدمات سرمایه و افزایش نرخ بهره می‌شود. در مطالعاتی مانند بوگارین و دیگران[2] (۲۰۰۵) ، کورمیلیتسینا[3] (۲۰۰۸) ، سانچز[4] (۲۰۰۸) ، لیدویس و سیل[5] (۲۰۰۴) ، از این الگو استفاده شده است.

گروه دوم، شامل آن دسته از مطالعاتی است که نهاده‌ی انرژی را به‌طور مستقیم در تابع تولید، تابع مطلوبیت، قید بودجه‌ی دولت و یا قاعده‌ی رفتاری بانک مرکزی وارد کرده‌اند. به‌طور نمونه‌ی مطالعاتی مانند مدینا و سوتو[6] (۲۰۰۵)، بلانچارد و گالی[7] (۲۰۰۷) ، بودنستین و دیگران[8] (۲۰۰۷)، جاوان و ژسک[9] (۲۰۰۶) و میلانی[1] (۲۰۰۹)

1- Finn
2- Bugarian et. al
3- Kormilitsina
4- Sanchez
5- Leduce & Sill
6- Medina & Soto
7- Blanchard & Gali
8- Bodenstein et. al
9- Dhawan & Jeske

(۲۰۰۹) در این گروه قرار می‌گیرند. ابراهیمی (۱۳۸۹) نیز بـه منظـور مطالعـه‌ی اثـرات تکانه‌ی نفت بر تولید و تورم در اقتصاد ایران از این الگو پیروی کرده است، به‌طـوری‌کـه تابع مطلوبیت انتظاری و تابع تولید به صورت مستقل از نفت ارائه می‌شـود. در ادامـه بـا توجه به درجه‌ی پایین استقلال بانک مرکزی در ایران، از فرض وجود کـارگزاری واحـد در اقتصاد ایران به نام دولت- مقام پولی استفاده شده است. در این حالت دولت مسـئول اعمال سیاست‌های پولی و مالی بوده و مخارج دولت از محل خلـق پـول، اخـذ مالیـات و نیز درآمد حاصل از فروش نفت و صادرات آن به خارج از کشور تـأمین مـالی مـی‌شـود. هم‌چنین به دلیل این‌که جریان تولید نفت به طور عمده وابسته به ذخـایر نفتـی کشـور بوده و چندان با افزایش سرمایه و کـار نمـی‌تـوان تولیـد آن را تغییـر داد و در بـیش‌تـر کشورهای نفت‌خیز تولید نفت بر اساس حداکثرسازی سود انجام نمی‌گیـرد، لـذا تولیـد نفت از طریق بنگاه‌های تولیدی مدل‌سازی نشده و درآمدهای حاصل از صادرات نفت بـه صورت یک فرآیند AR(1) مدل‌بندی شده است. از سوی دیگر، با توجـه بـه ایـن‌کـه در کشورهای نفتی تبدیل دلارهای حاصـل از درآمـدهای نفتـی بـه پـول داخلـی ارتبـاطی اجتناب‌ناپذیر بین نوسانات حجم پول و نوسانات درآمدهای نفتی ایجاد می‌کنـد، فرآینـد اثرگذاری تکانه‌های درآمد نفت بر نرخ رشد پول به صورت زیر ارائه شده است:

$$\eta_t = \rho_\eta \eta_{t-1} + (1-\rho_\eta)\eta^- + \omega_{or}\varepsilon_{or} + \varepsilon_\eta$$

در صورتی کـه ω_{or} صـفر باشـد، سیاسـت پـولی کـاملاً بـرون‌زا و تنهـا بـر اسـاس تصمیمات بانک مرکزی و مستقل از نوسانات درآمدهای نفتی اعمال می‌شود.

نتایج این مطالعات در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱- نتایج مطالعات انجام شده با استفاده از الگوی DSGE

مؤلف (مؤلفان)	هدف (سئوال) تحقیق	نتیجه (نتایج) تحقیق
میلانی (۲۰۰۹)	بررسی رابطه‌ی میان قیمت نفـت و متغیرهـای کـلان اقتصادی در اقتصاد آمریکا	تکانه‌های قیمت نفت بیست درصد نوسانات تولید و کم‌تر از پنج درصد نوسانات تورم را توضیح می‌دهند.
سانچز (۲۰۰۸)	بـرآورد اثـرات حاصـل از تکانـه‌ی قیمـت نفـت بـر اقتصاد اتحادیه‌ی اروپا	هرچه دستمزد انعطاف پذیرتر باشد، اثر تکانه‌ی قیمت نفت بر روی تولید کم‌تر می‌شود.
کورمیلیتسینا (۲۰۰۸)	بررسی اثرات تکانه‌ی قیمت نفت بر اقتصاد آمریکا	تولید ناخالص داخلی در واکنش به یک انحراف معیار تکانه‌ی قیمت نفت، بعد از ۶ یا ۷ فصل به میـزان ۰/۵

1- Milani

مؤلف (مؤلفان)	هدف (سئوال) تحقیق	نتیجه (نتایج) تحقیق
		درصد کاهش می‌یابد. تورم نیز یک سال بعد از تکانه‌ی قیمت نفت به میزان ۰/۳ درصد از سطح حالت یکنواخت خویش افزایش می‌یابد.
بودنستین و همکاران (۲۰۰۷)	اثر تکانه‌های نفتی بر تراز تجاری و رابطه‌ی مبادله کالاهای غیر نفتی آمریکا	تحت فرض بازارهای ناقص، یک افزایش قیمت نفت از یک سو منجر به کاهش در رابطه‌ی مبادله‌ی کالاهای غیر نفتی و از سوی دیگر منجر به بهبود تراز تجاری کالاهای غیر نفتی می‌شود
جاوان و ژسک (۲۰۰۶)	مقایسه سهم بنگاه و خانوار در کاهش سطح تولید در اقتصاد آمریکا، بعد شوک قیمت انرژی	اثر قیمت انرژی روی تولید به‌طور عمده ناشی از سهم انرژی بنگاه است، به‌گونه‌ای که هرچه مقدار حالت یکنواخت سهم انرژی کوچک‌تر باشد، افزایش قیمت انرژی اثر کم‌تری بر تولید می‌گذارد.
مدینا و سوتو (۲۰۰۵)	بررسی اثرات تکانه‌های حاصل از قیمت نفت بر اقتصاد شیلی	۱۳درصد افزایش قیمت نفت منجر به ۰/۵ درصد کاهش در تولید و ۰/۴ درصد افزایش در تورم می‌شود.
بوگارین و همکاران (۲۰۰۵)	بررسی اثر تکانه‌های قیمت نفت بر سیاست‌های پولی و تولید در اقتصاد برزیل	کاهش تولید بالقوه در نتیجه‌ی تکانه‌ی قیمت نفت مستقل از نوع سیاست پولی
لیدویس و سیل (۲۰۰۴)	آیا در اقتصاد آمریکا پیامدهای رکودی که بعد از تکانه‌های قیمت نفت مشاهده شده، تنها ناشی از تکانه‌های قیمت نفت بوده و یا این‌که واکنش سیاست‌های پولی به تکانه‌های قیمت نفت نیز در ایجاد رکود نقش داشته است؟	از سال ۱۹۷۹ به بعد سیاست‌های پولی که بعد از تکانه‌ی افزایش قیمت نفت انجام گرفته، به میزان چهل درصد در کاهش سطح تولید سهیم بوده است.
ابراهیمی (۱۳۸۹)	اثرات تکانه‌ی نفت از کانال سیاست پولی بر تولید و تورم در اقتصاد ایران	هرچه اثر شوک نفتی بر حجم پول بیش‌تر شود، سهم شوک نفتی در نوسانات تولید غیر نفتی، سرمایه‌گذاری خصوصی و تورم بیش‌تر می‌شود.

۳- تصریح مدل تعادل عمومی پویای تصادفی

محیط اقتصادی در یک فضای سه بخشی بر اساس رفتار خانوار نمونه، مجموعه‌ای از بنگاه‌های تولیدکننده‌ی کالای نهایی، کالای واسطه‌ای انرژی و غیر انرژی و دولت –

مقام پولی تعریف می‌شود. رفتار خانوار نمونه طبق دونکان[1] (۲۰۰۲)، مدینا و سوتو[2] (۲۰۰۵) و آیرلند (۲۰۰۲) پی‌ریزی شده است. بر این اساس، تابع مطلوبیت خانوار نمونه از کالاهای نهایی، فراغت و مانده‌ی واقعی پول تشکیل شده است. این خانوار نمونه محصولات بنگاه تولیدکننده‌ی کالای نهایی را می‌خرد و خدمات حاصل از نیروی‌کار و سرمایه‌ی خویش را به بنگاه‌های تولید کننده‌ی کالاهای واسطه‌ای انرژی و غیرانرژی در یک بازار رقابتی می‌فروشد.

با توجه به این‌که بنگاه‌ها در یک فضای رقابت انحصاری فعالیت می‌کنند از روش آیرلند (۲۰۰۲)، به منظور توضیح رفتار بنگاه نمونه تولیدکننده‌ی کالای نهایی و یک مجموعه‌ی پیوسته از بنگاه‌های تولید کالای واسطه‌ای غیر انرژی استفاده شده است. طبق آیرلند، یک بنگاه نمونه‌ی تولیدکننده‌ی کالای نهایی در اقتصاد وجود دارد که کالاهای واسطه‌ای را به عنوان نهاده‌ی تولید از بنگاه‌های تولیدکننده‌ی کالاهای واسطه‌ای می‌خرد و با استفاده از آن‌ها کالای نهایی تولید می‌کند. هم‌چنین یک مجموعه‌ی پیوسته از بنگاه‌های تولید کننده‌ی کالاهای واسطه‌ای غیر انرژی که با $i \in [0,1]$ مشخص می‌شوند در اقتصاد وجود دارند، به گونه‌ای که هر یک از این بنگاه‌ها کالای واسطه‌ای i (مخصوص به خود) را با استفاده از سرمایه و نیروی کار عرضه شده توسط خانوار و انرژی تولید شده توسط بنگاه‌های تولیدکننده‌ی کالای واسطه‌ای انرژی تولید می‌کنند. از آن‌جایی که هر یک از کالاهای واسطه‌ای به طور ناقص می‌توانند جانشین یکدیگر در تابع تولید بنگاه تولیدکننده‌ی کالای نهایی شوند، لذا بنگاه نمونه‌ی تولیدکننده‌ی کالای واسطه‌ای محصولات خود را در یک بازار رقابت انحصاری به فروش می‌رساند. از این‌رو بنگاه i به عنوان یک تعیین کننده‌ی قیمت در بازار کالای i عمل می‌کند. هم‌چنین در این مقاله با توجه به ساختار دولتی عرضه‌ی انرژی در ایران به معرفی گروهی از بنگاه‌های تولید کننده‌ی انرژی در اقتصاد ایران پرداخته شده است به‌گونه‌ای که این بنگاه‌های تولیدکننده‌ی کالای واسطه‌ای انرژی نیز نیروی کار و سرمایه را از خانوار اجاره و محصول انرژی را تولید کرده و در اختیار بنگاه‌های تولیدکننده‌ی کالای واسطه‌ای غیرانرژی قرار می‌دهند.

1- Duncan
2- Medina and Soto

خانوار

طبق آیرلند (۲۰۰۲)، در طول دوره‌ی t، خانوار $L_t(i)$، واحد از نیروی کار را در نرخ دستمزد اسمی W_t و مقدار $K_t(i)$ واحد از سرمایه را در نرخ بهره‌ی اسمی R_t به هر یک از بنگاه‌های تولید کننده‌ی کالای واسطه‌ای می‌فروشد. طبق دونکان (۲۰۰۲)، فرض می‌شود که خانوار نمونه به دنبال حداکثر کردن تابع مطلوبیت انتظاری زیر است:

$$E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(c_t, m_t, l_t) \qquad (۱)$$

به‌گونه‌ای که c_t مصرف خصوصی واقعی، m_t مانده‌ی واقعی پول، l_t فراغت و β عامل تنزیل می‌باشد $(0 < \beta < 1)$. تابع مطلوبیت نیز به صورت زیر است:

$$U(c_t, m_t, l_t) = \ln(c_t) + \emptyset \ln(m_t) + \vartheta \ln(1 - L_t)$$

که L_t سطح اشتغال می‌باشد. مصرف خانوار را می‌توان به دو بخش تقسیم کرد، مصرف انرژی و مصرف سایر کالاها.

لذا طبق مدینا و سوتو (۲۰۰۵) تابع مصرف را به صورت یک تابع CES در نظر می‌گیریم:

$$C_t = \left[\sigma^{\frac{1}{\theta}} C_{e,t}^{\frac{\theta-1}{\theta}} + (1-\sigma)^{\frac{1}{\theta}} C_{z,t}^{\frac{\theta-1}{\theta}}\right]^{\frac{\theta}{\theta-1}} \qquad (۲)$$

به‌طوری‌که $C_{e,t}$ به مصرف انرژی، $C_{z,t}$ مصرف سایر کالاها، θ کشش جانشینی بین انرژی و سایر کالاها و σ به سهم انرژی در سبد مصرفی خانوار اشاره دارد. هم‌چنین برای شاخص قیمت انرژی داریم:

$$\log(P_{e,t}) = \rho_{P_e} \log(P_{e,t-1}) + \varepsilon_{P_e t} \qquad (۳)$$

قید بودجه‌ی خانوار:

خانوار نمونه، از یک سو در ابتدای دوره‌ی t دارای M_{t-1} واحد از پول است که از دوره‌ی قبل انتقال می‌یابد و از سوی دیگر دارای درآمدهایی است که از محل نیروی کار، سرمایه و سود تقسیم شده‌ی بنگاه‌ها به‌دست می‌آید. هم‌چنین M_t واحد از پول را به دوره‌ی t+1 منتقل می‌کند. اکنون خانوار نمونه درآمدهای خویش را صرف خرید محصولات بنگاه‌های تولیدکننده‌ی کالای نهایی در قیمت اسمی P_t می‌کند. محصولات این بنگاه‌ها به دو گروه مخارج مصرفی و سرمایه‌گذاری تقسیم می‌شود. لذا با پیروی از

آیرلند (۲۰۰۲)، مبنی بر این فرض که $\pi_t = \frac{P_t}{P_{t-1}}$ است، قید بودجه‌ی واقعی خانوار به‌صورت زیر می‌باشد:

$$c_t + i_t + m_t \leq w_t L_t + r_t K_t + \frac{m_{t-1}}{\pi_t} + \frac{D_t}{P_t} \qquad (۴)$$

که i_t سرمایه‌گذاری واقعی، w_t دستمزد واقعی، r_t نرخ بهره‌ی واقعی و $\frac{D_t}{P_t}$ سود توزیع شده‌ی واقعی بنگاه برای خانوار است. سرمایه‌گذاری واقعی i_t، سبب افزایش موجودی سرمایه‌ی K_t طبق رابطه‌ی زیر می‌شود:

$$K_{t+1} = (1-\delta)K_t + i_t \qquad (۵)$$

رابطه‌ی فوق همان معادله‌ی انباشت سرمایه است. اکنون تابع لاگرانژ را تشکیل داده و شرط مرتبه‌ی اول حداکثر سازی تابع مطلوبیت را برای L_t ، m_t ، $c_{e,t}$ و K_{t+1} به‌دست می‌آوریم:

$$L=E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[U(c_t,m_t,l_t)-\lambda_t \left(c_t+K_{t+1}-(1-\delta)K_t+m_t-w_t L_t-r_t K_t-\frac{m_{t-1}}{\pi_t}-\frac{D_t}{P_t}\right)\right]$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial c_{e,t}} = 0 \Longrightarrow \frac{1}{c_t} = \lambda_t \qquad (۶)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial m_t} = 0 \Longrightarrow \frac{\emptyset}{m_t} - \lambda_t + \beta E_t\left[\frac{\lambda_{t+1}}{\pi_{t+1}}\right] = 0 \qquad (۷)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial L_t} = 0 \implies \frac{-\vartheta}{1-L_t} + \lambda_t w_t = 0 \qquad (۸)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial K_{t+1}} = -\lambda_t + \beta(1-\delta)E_t[\lambda_{t+1}] = 0 \qquad (۹)$$

بنگاه تولیدکننده‌ی کالای نهایی

بنگاه تولید کننده‌ی کالای نهایی از $Y_t(i)$ واحد از هر کالای واسطه‌ای برای تولید Y_t واحد از کالای نهایی طبق یک تابع تولید دارای بازدهی ثابت نسبت به مقیاس استفاده می‌کند که به صورت زیر است:

$$\left[\int_0^1 Y_t(i)^{(\mu-1)/\mu}\, di\right]^{\frac{\mu}{\mu-1}} \geq Y_t$$

کالای واسطه‌ای i در سطح قیمت اسمی $P_t(i)$ به فروش می‌رسد، در حالی‌که کالای نهایی در سطح قیمت اسمی P_t در این سطح قیمت بنگاه تولید کننده‌ی کالای نهایی دست به انتخاب Y_t و $Y_t(i)$ برای تمام $i \in [0,1]$ می‌زند تا سود خویش را با توجه به قیود اعمال شده بر تابع تولید حداکثر کند:

$$\max \pi_t = P_t Y_t - \int_0^1 P_t(i)\, Y_t(i) di$$

در نتیجه از شرط مرتبه‌ی اول حداکثرسازی تابع سود نسبت به $Y_t(i)$، رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$$Y_t(i) = [P_t(i)/P_t]^{-\mu} Y_t$$

بنگاه تولید کننده‌ی کالای واسطه‌ای غیر انرژی

بنگاه‌های تولیدکننده‌ی کالای واسطه‌ای غیر انرژی در طول دوره‌ی t، به منظور تولید $Y_t(i)$ واحد کالای واسطه‌ای i، $L_t(i)$ واحد از نیروی کار و مقدار $K_t(i)$ واحد از سرمایه را از خانوار اجاره کرده و $E_t(i)$ واحد انرژی را از بنگاه‌های تولیدکننده‌ی کالای واسطه‌ای انرژی خریداری می‌کنند، لذا تابع تولید این گروه به شکل زیر است:

$$Y_t(i) \le F\big(L_t(i), K_t(i), E_t(i)\big) = A L_t(i)^{\alpha_L} K_t(i)^{\alpha_K} E_t(i)^{\alpha_e} \qquad (۱۰)$$

هم‌چنین از آن‌جایی که هر یک از کالاهای واسطه‌ای به طور ناقص می‌توانند جانشین یکدیگر در تابع تولید بنگاه تولید کننده‌ی کالای نهایی شوند، لذا بنگاه نمونه تولیدکننده‌ی کالای واسطه‌ای محصولات خود را در یک بازار رقابت انحصاری به فروش می‌رساند. از این‌رو بنگاه i به عنوان یک تعیین کننده‌ی قیمت در بازار کالای i عمل می‌کند. در نتیجه این بنگاه مواجه با هزینه‌ی تعدیل قیمت شده براساس کالای نهایی تعریف می‌شود:

$$AC_t^p = \frac{\phi^p}{2}\left(\frac{P_t(i)}{\pi P_{t-1}(i)} - 1\right)^2 Y_t$$

رابطه‌ی فوق را چسبندگی قیمت می‌نامند و π نرخ رشد یکنواخت تورم نشان می‌دهد. طبق روتمبرگ[1] (۱۹۸۲)، رابطه‌ی فوق اثرات منفی تغییرات قیمت را بر روابط میان مصرف کننده و تولیدکننده اندازه می‌گیرد، به‌گونه‌ای که این اثرات منفی تحت تأثیر اندازه تغییرات قیمت و مقیاس کلی فعالیت اقتصادی می‌باشد، که این مقیاس به صورت مجموع تولید کالای نهایی نشان داده شده است.

در کل، هزینه‌ی تعدیل قیمت، مسئله‌ی بنگاه یعنی انتخاب مقادیر $L_t(i), K_t(i), E_t(i), Y_t(i)$ و $P_t(i)$ به منظور حداکثر کردن ارزش کل بازار خویش را که به شکل زیر ارائه شده است، تبدیل به یک مسئله‌ی پویا می‌کند:

1- Rotemberg

$$E\sum_{t=0}^{\infty}\beta^t\lambda_t\left[D_t(i)/P_t\right]$$

به‌گونه‌ای که λ_t همان ضریب لاگرانژ غیر منفی در قید بودجه‌ی خانوار است و $\left[\beta^t\lambda_t/P_t\right]$ عبارتست از مطلوبیت نهایی خانوار ناشی از یک دلار سود اضافی دریافتی در دوره‌ی t. هم‌چنین داریم:

$$\frac{D_t(i)}{P_t}=\left[\frac{P_t(i)}{P_t}\right]^{1-\mu}Y_t-\frac{W_tL_t(i)+R_tK_t(i)+P_{e,t}E_t(i)}{P_t}-\frac{\phi^p}{2}\left(\frac{P_t(i)}{\pi P_{t-1}(i)}-1\right)^2Y_t \quad (۱۱)$$

قید بنگاه نیز به صورت زیر است:

$$AL_t(i)^{\alpha_L}K_t(i)^{\alpha_K}E_t(i)^{\alpha_e}\geq\left[P_t(i)/P_t\right]^{-\mu}Y_t$$

لذا داریم:

$$L=E\sum_{t=0}^{\infty}\beta^t\left(\lambda_t\left[D_t(i)/P_t\right]+\Lambda_t\left[AL_t(i)^{\alpha_L}K_t(i)^{\alpha_K}E_t(i)^{\alpha_e}-\left[P_t(i)/P_t\right]^{-\mu}Y_t\right]\right)$$

شرایط مرتبه‌ی اول برای رابطه‌ی بالا به صورت زیر است:

$$\frac{\partial\mathcal{L}}{\partial L_t(i)}=0\Longrightarrow\lambda_t w_t=\Lambda_t\alpha_L\frac{Y_t(i)}{L_t(i)} \quad (۱۲)$$

$$\frac{\partial\mathcal{L}}{\partial K_t(i)}=0\Longrightarrow\lambda_t r_t=\Lambda_t\alpha_k\frac{Y_t(i)}{K_t(i)} \quad (۱۳)$$

$$\frac{\partial\mathcal{L}}{\partial E_t(i)}=0\Longrightarrow\lambda_t\frac{P_{e,t}}{P_t}=\Lambda_t\alpha_e\frac{Y_t(i)}{E_t(i)} \quad (۱۴)$$

$$\frac{\partial L}{\partial P_t(i)}=0\Longrightarrow\phi^p\lambda_t\left(\frac{P_t}{\pi P_{t-1}(i)}\right)\left(\frac{P_t(i)}{\pi P_{t-1}(i)}-1\right)=(1-\mu)\lambda_t\left(\frac{P_t(i)}{P_t}\right)^{-\mu}+$$

$$\Lambda_t\mu\left(\frac{P_t(i)}{P_t}\right)^{-\mu-1}+\beta\phi^pE_t\left[\lambda_{t+1}\left(\left(\frac{P_{t+1}(i)P_t}{\pi(P_t(i))^2}\right)\left(\frac{P_{t+1}(i)}{\pi P_t(i)}-1\right)\frac{Y_{t+1}}{Y_t}\right)\right] \quad (۱۵)$$

تعادل متقارن

در مدل‌های DSGE، بعد از طی فرایند بهینه‌سازی تصمیم بنگاه، چنان‌چه این کارگزار اقتصادی در فضای غیر رقابتی قرار گرفته باشد برای حل مدل، فضای غیررقابتی

را به فضای رقابتی تبدیل می‌کنند، که در اصطلاح به تعادل حاصل از این فرایند، تعادل متقارن می‌گویند. توضیح این‌که بنگاه‌های تولید کننده‌ی کالای واسطه‌ای با توجه به ابعاد خود سطوح متفاوتی از نهاده‌های کار، سرمایه و انرژی را تقاضا می‌کنند، اما قیمت‌های پرداختی برای هرکدام از نهاده‌ها یکسان است. به‌طوری‌که هرکدام از بنگاه‌ها قیمت یکسانی برای نیروی کار می‌پردازند. هم‌چنین قیمت یکسانی برای سرمایه و انرژی پرداخت می‌کنند، لذا با توجه به این‌که در نظام تعادل عمومی نسبت قیمت‌ها مهم است نه سطح قیمت‌ها و چون نسبت قیمت‌ها برای تمام بنگاه‌ها یکسان است، بنابراین طبق سانچز[1] (۲۰۰۸)، در عمل هر یک از بنگاه‌ها با مسائل یکسانی (نسبت قیمت‌ها) مواجه هستند و تصمیمات یکسانی می‌گیرند، لذا در یک تعادل متقارن داریم:

$$P_t(i) = P_t, Y_t(i) = Y_t, L_t(i) = L_t, K_t(i) = K_t, E_t(i) = E_t, D_t(i) = D_t,$$

حال برای روابط ۱۲-۱۵ داریم:

$$\lambda_t w_t = \Lambda_t \alpha_L \frac{Y_t}{L_t} \quad (۱۶)$$

$$\lambda_t r_t = \Lambda_t \alpha_k \frac{Y_t}{K_t} \quad (۱۷)$$

$$\lambda_t p_{e,t} = \Lambda_t \alpha_e \frac{Y_t}{E_t} \quad (۱۸)$$

$$\Phi^p \lambda_t \left(\frac{P_t}{\pi P_{t-1}}\right)\left(\frac{P_t}{\pi P_{t-1}} - 1\right) = (1-\mu)\lambda_t + \Lambda_t \mu + \beta \phi^p E_t \left[\lambda_{t+1}\left(\left(\frac{P_{t+1}}{\pi P_t}\right)\left(\frac{P_{t+1}}{\pi P_t} - 1\right)\frac{Y_{t+1}}{Y_t}\right)\right] \quad (۱۹)$$

بنگاه‌های تولیدکننده‌ی کالای واسطه‌ای انرژی

در ادبیات اقتصاد کلان، خانوارها به عنوان صاحبان عوامل تولید شناخته می‌شوند، بنابراین نیروی کار، سرمایه و انرژی در مالکیت خانوار قرار دارند، اما در اقتصاد ایران بیش‌تر بنگاه‌های تولید کننده‌ی انرژی در اختیار دولت بوده و در عمل دولت عرضه کننده‌ی انرژی در اقتصاد است. به همین دلیل در این مقاله به مدل‌سازی رفتار این گروه از بنگاه‌ها به عنوان تولید کننده و عرضه کننده‌ی انرژی در اقتصاد ایران پرداخته شده و در این راستا از چند فرض استفاده شده است:

1- Sanchez

۱- عرضه‌ی انرژی از طریق مجموعه‌ی بنگاه‌های تولید کننده‌ی انرژی انجام می‌گیرد که این بنگاه‌ها نیز به دنبال حداکثر سازی سطح سود خویش هستند.

۲- هم‌چنین فرض می‌شود که بنگاه‌های عرضه کننده‌ی انرژی محصول خود را به‌عنوان نهاده‌ی انرژی در اختیار بنگاه‌های تولیدکننده‌ی کالای واسطه‌ای غیر انرژی قرار می‌دهند.

۳- با توجه به این‌که مدل در فضای غیر رقابتی ارائه شده است، فرض می‌شود که محصول همه‌ی بنگاه‌های تولیدکننده‌ی انرژی غیرهمگن باشد.

۴- به منظور یکسان سازی ساختار بنگاه‌های تولیدی در بخش تولید انرژی و تولیدکالاهای واسطه‌ای غیر انرژی، می‌توان یک بنگاه نمونه را در نظر گرفت که بر اساس تابع تولید کاب-داگلاس به عرضه‌ی انرژی می‌پردازد:

$$Y_{e,t}(i) \le AL_t(i)^{\alpha_L} K_t(i)^{\alpha_K} \mathcal{E}_t(i)^{\alpha_\varepsilon} \qquad (۲۰)$$

۵- با توجه به این‌که قیمت انرژی را دولت تعیین می‌کند نه بازار، لذا بنگاه‌های واسطه‌ی تولیدکننده‌ی انرژی با قیمت‌های از پیش تعیین شده مواجه هستند و بنابراین هزینه‌ای بابت تعدیل قیمت نمی‌پردازند.

این بنگاه نیز مانند سایر بنگاه‌ها به دنبال حداکثر کردن ارزش بازاری خویش است:

$$E\sum_{t=0}^{\infty}\beta^t\left[\Pi_{e,t}(i)\Big/P_t\right]$$

$$\frac{\Pi_{e,t}(i)}{P_t}=\left[\frac{P_{e,t}(i)}{P_t}\right]Y_{e,t}(i)-\frac{W_tL_t(i)+R_tK_t(i)+P_{\varepsilon,t}\mathcal{E}_t(i)}{P_t}$$

با توجه به این‌که محصول این بنگاه همان نهاده‌ی انرژی مورد استفاده توسط بنگاه‌های گروه اول است لذا داریم:

$$Y_{e,t}(i)=E_t(i)$$

سپس برای تابع سود داریم:

$$\frac{\Pi_{e,t}(i)}{P_t}=\left[\frac{P_{e,t}(i)}{P_t}\right]\left(\frac{\Lambda_t\alpha_e P_t}{\lambda_t P_{e,t}}\right)\left[P_t(i)\Big/P_t\right]^{-\mu}Y_t - \frac{W_tL_t(i)+R_tK_t(i)+P_{\varepsilon,t}\mathcal{E}_t(i)}{P_t}$$

حال داریم:

$$L=E\sum_{t=0}^{\infty}\beta^{t}\left(\left[\Pi_{e,t}(i)/P_{t}\right]+\gamma_{t}\left[AL_{t}(i)^{\alpha_L}K_{t}(i)^{\alpha_K}E_{t}(i)^{\alpha_\varepsilon}-\left(\frac{\Lambda_{t}\alpha_{e}P_{t}}{\lambda_{t}P_{e,t}}\right)\left[P_{t}(i)/P_{t}\right]^{-\mu}Y_{t}\right]\right)$$

شرایط مرتبه‌ی اول برای رابطه‌ی فوق به صورت زیر است:

$$\frac{\partial\mathcal{L}}{\partial L_{t}(i)}=0\Longrightarrow w_{t}=\gamma_{t}\alpha_{L}\frac{Y_{e,t}(i)}{L_{t}(i)} \quad (۲۱)$$

$$\frac{\partial\mathcal{L}}{\partial K_{t}(i)}=0\Longrightarrow r_{t}=\gamma_{t}\alpha_{K}\frac{Y_{e,t}(i)}{K_{t}(i)} \quad (۲۲)$$

$$\frac{\partial\mathcal{L}}{\partial\mathcal{E}_{t}(i)}=0\Longrightarrow p_{\varepsilon,t}=\gamma_{t}\alpha_{\varepsilon}\frac{Y_{e,t}(i)}{\mathcal{E}_{t}(i)} \quad (۲۳)$$

تعادل متقارن

$$Y_{e,t}(i)=Y_{e,t},\mathcal{E}_{t}(i)=\mathcal{E}_{t},\Pi_{e,t}(i)=\Pi_{e,t}$$

لذا داریم:

$$w_{t}=\gamma_{t}\alpha_{L}\frac{Y_{e,t}}{L_{t}} \quad (۲۴)$$

$$r_{t}=\gamma_{t}\alpha_{K}\frac{Y_{e,t}}{K_{t}} \quad (۲۵)$$

$$p_{\varepsilon,t}=\gamma_{t}\alpha_{\varepsilon}\frac{Y_{e,t}}{\mathcal{E}_{t}} \quad (۲۶)$$

دولت- مقام پولی

طبق ابراهیمی (۱۳۸۹) در این مدل فرض بر این است که دولت- مقام پولی کارگزاری واحد در اقتصاد است که با توجه به درجه‌ی پایین استقلال بانک مرکزی در بسیاری از کشورهای نفت‌خیز چندان فرض دور از ذهنی نیست. دولت مسئول اعمال سیاست‌های پولی و مالی بوده و مخارج دولتی از محل خلق پول، درآمد حاصل از فروش انرژی و درآمدهای نفتی تأمین مالی می‌شود. لذا قید بودجه‌ی دولت به صورت زیر است:

$$G_{t}=M_{t}-M_{t-1}+(ER)_{t}+(OR)_{t}$$

به‌طوری‌که $(ER)_t$ عبارتست از درآمدهای دولت از محل فروش انرژی و $(OR)_t$ عبارتست از درآمدهای دولت از محل فروش نفت خام. در این مقاله به منظور کاهش

نوسانات تکانه‌های درآمد نفت و قیمت انرژی بر مخارج دولت از ضرایب خنثی‌سازی استفاده شده است، به‌گونه‌ای که قید بودجه‌ی دولت به صورت زیر تبدیل می‌شود:

$$G_t = M_t - M_{t-1} + \xi(ER)_t + \zeta(OR)_t$$
$$\zeta = (1 - \Psi)\,, [\Psi \in (0,1)]$$
$$\xi = (1 - \varpi)\,, [\varpi \in (0,1)]$$

Ψ عبارت است از ضریب خنثی سازی درآمد نفت در بودجه‌ی دولت و ϖ عبارت است از ضریب خنثی سازی قیمت انرژی در بودجه‌ی دولت. حال با تقسیم طرفین بر P_t داریم:

$$g_t = m_t - \frac{m_{t-1}}{\pi_t} + \xi(er)_t + \zeta(or)_t \qquad (۲۷)$$

از آن‌جا که جریان تولید نفت به‌طورعمده وابسته به ذخایر نفتی یک کشور بوده و چندان با افزایش سرمایه و کار نمی‌توان تولید آن را تغییر داد و در بیش‌تر کشورهای نفت‌خیز تولید نفت بر اساس حداکثرسازی سود انجام نمی‌گیرد، لذا در این مطالعه تولید نفت از طریق بنگاه‌های تولیدی مدل‌سازی نشده و درآمدهای حاصل از صادرات نفت را به شکل فرآیند برون‌زای AR(1) در نظر می‌گیریم:

$$\log(OR)_t = \rho_{OR}\log(OR_{t-1}) + \varepsilon_{OR} \qquad (۲۸)$$

بنا به واقعیات آشکار شده‌ی کشورهای نفتی به خوبی می‌دانیم که تبدیل دلارهای حاصل از درآمدهای نفتی به پول داخلی به ناچار ارتباطی اجتناب‌ناپذیر بین نوسانات حجم پول و نوسانات درآمدهای نفتی ایجاد می‌کند. نرخ رشد پول در دوره‌ی t به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\eta_t = \frac{M_t}{M_{t-1}} \qquad (۲۹)$$

برای نرخ رشد پول قاعده‌ی زیر در نظر گرفته می‌شود، به عبارت دیگر علاوه بر تغییراتی که در اثر تصمیمات مستقل مقام پولی در نرخ رشد پول ایجاد می‌شود، تکانه‌های واردشده بر درآمدهای نفتی نیز نرخ رشد پول را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

$$\log \eta_t = \rho_{OR}\log(\eta_{t-1}) + \omega_{OR}\varepsilon_{OR} + \varepsilon_\eta \qquad (۳۰)$$

که ε_η تکانه‌ی عرضه‌ی پول است که از نظر سریالی مستقل بوده و دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و انحراف معیار σ_η است. در صورتی که ω_{OR} صفر باشد،

سیاست پولی تنها بر اساس تصمیمات بانک مرکـزی و مسـتقل از نوسـانات درآمـدهای نفتی اعمال خواهد شد

شرایط تسویه‌ی بازار

بـا جـای‌گـذاری $m_t - \frac{m_{t-1}}{\pi_t}$ از قیـد بودجـه‌ی دولـت و $\frac{D_t}{P_t}$ از رابطـه‌ی بنگـاه تولیدکننده‌ی کالای واسطه‌ای غیر انرژی در قید بودجه‌ی خانوار شرط تسویه‌ی بازار بـه صورت زیر حاصل می‌شود:

$$c_t + i_t + g_t = Y_t + \zeta(or)_t + AC_t^p \quad (۳۱)$$

با توجه به شرط تعادل می‌توان نوشت:

$$\log(P_{e,t}) = \rho_{P_e}\log(P_{e,t-1}) + \varepsilon_{P_e t} \quad (۳)$$

$$K_{t+1} = (1-\delta)K_t + i_t \quad (۵)$$

$$\frac{1}{c_t} = \lambda_t \quad (۶)$$

$$\frac{\emptyset}{m_t} - \lambda_t + \beta E_t\left[\frac{\lambda_{t+1}}{\pi_{t+1}}\right] = 0 \quad (۷)$$

$$\frac{-\vartheta}{1-L_t} + \lambda_t w_t = 0 \quad (۸)$$

$$-\lambda_t + \beta(1-\delta)E_t[\lambda_{t+1}] = 0 \quad (۹)$$

$$Y_t = A{L_t}^{\alpha_L}{K_t}^{\alpha_K}{E_t}^{\alpha_e} \quad (۱۱)$$

$$\lambda_t w_t = \Lambda_t \alpha_L \frac{Y_t}{L_t} \quad (۱۶)$$

$$\lambda_t r_t = \Lambda_t \alpha_k \frac{Y_t}{K_t} \quad (۱۷)$$

$$\lambda_t p_{e,t} = \Lambda_t \alpha_e \frac{Y_t}{E_t} \quad (۱۸)$$

$$\phi^p \lambda_t \left(\frac{P_t}{\pi P_{t-1}}\right)\left(\frac{P_t}{\pi P_{t-1}} - 1\right) = (1-\mu)\lambda_t + \Lambda_t \mu +$$
$$\beta\phi^p E_t\left[\lambda_{t+1}\left(\left(\frac{P_{t+1}}{\pi P_t}\right)\left(\frac{P_{t+1}}{\pi P_t} - 1\right)\frac{Y_{t+1}}{Y_t}\right)\right] \quad (۱۹)$$

$$Y_{e,t}(i) \le AL_t(i)^{\alpha_L}K_t(i)^{\alpha_K}\mathcal{E}_t(i)^{\alpha_\varepsilon} \quad (۲۰)$$

$$w_t = \gamma_t \alpha_L \frac{Y_{e,t}}{L_t} \quad (۲۴)$$

$$r_t = \gamma_t \alpha_K \frac{Y_{e,t}}{K_t} \quad (۲۵)$$

$$p_{\varepsilon,t} = \gamma_t \alpha_\varepsilon \frac{Y_{e,t}}{\varepsilon_t} \quad (۲۶)$$

$$g_t = m_t - \frac{m_{t-1}}{\pi_t} + \xi(er)_t + \zeta(or)_t \quad (۲۷)$$

$$\log(OR)_t = \rho_{OR}\log(OR_{t-1}) + \varepsilon_{OR} \quad (۲۸)$$

$$\eta_t = \frac{M_t}{M_{t-1}} \quad (۲۹)$$

$$\log \eta_t = \rho_{OR}\log(\eta_{t-1}) + \omega_{OR}\varepsilon_{OR} + \varepsilon_\eta \ ) \quad (۳۰)$$

$$c_t + i_t + g_t = Y_t \ + \zeta(or)_t + AC_t^p \quad (۳۱)$$

یکی از روش‌های حل معادلات مربوط به الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی به منظور تحلیل تجربی مدل استفاده از شکل لگاریتم خطی شده معادلات است. بهمین منظور از گسترش تیلور استفاده کرده و مدل را حول نقطه با ثبات آن لگاریتم خطی می‌کنیم. اکنون معادلات خطی شده به شرح زیر هستند:

$$\widehat{P}_{e,t} = \rho_{P_e}\widehat{P}_{e,t-1} + \varepsilon_{P_e t} \quad (۳)$$

$$\widehat{K}_{t+1} - (1-\delta)\widehat{K}_t - \delta\,\hat{\imath}_t = 0 \quad (۵)$$

$$\hat{\lambda}_t + \hat{c}_t = 0 \quad (۶)$$

$$\vartheta(\hat{\lambda}_t + \widehat{w}_t) - \lambda w L(\hat{L}_t) = 0 \quad (۷)$$

$$-\phi m^{-1}\widehat{m}_t - \left(\beta\frac{\lambda}{\pi} + \beta(1-\delta)\lambda\right)E_t\,\hat{\lambda}_{t+1} - \beta\frac{\lambda}{\pi}E_t\,\hat{\pi}_{t+1} = 0 \quad (۸)$$

$$\widehat{Y}_t - \alpha_L\widehat{L}_t - \alpha_K\widehat{K}_t - \alpha_e\widehat{E}_t = 0 \quad (۱۱)$$

$$(\widehat{\Lambda}_t + \widehat{Y}_t) - (\hat{\lambda}_t + \widehat{w}_t + \hat{L}_t) = 0 \quad (۱۶)$$

$$(\widehat{\Lambda}_t + \widehat{Y}_t) - (\hat{\lambda}_t + \hat{r}_t + \widehat{K}_t) = 0 \quad (۱۷)$$

$$(\widehat{\Lambda}_t + \widehat{Y}_t) - (\hat{\lambda}_t + \hat{p}_{e,t} + \widehat{E}_t) = 0 \quad (۱۸)$$

$$(1-\mu)\,\hat{\lambda}_t + \frac{\mu}{\lambda}\Lambda\widehat{\Lambda}_t + \beta\phi^p E_t(\hat{\pi}_{t+1}) - \phi^p(\hat{\pi}_t) = 0 \quad (۱۹)$$

$$\widehat{E}_t - \alpha_L\widehat{L}_t - \alpha_K\widehat{K}_t - \alpha_\varepsilon\hat{\mathcal{E}}_t = 0 \quad (۲۰)$$

$$(\widehat{w}_t + \hat{L}_t) - (\hat{\gamma}_t + \hat{E}_t) = 0 \quad (۲۴)$$

$$(\hat{r}_t + \widehat{K}_t) - (\hat{\gamma}_t + \hat{E}_t) = 0 \quad (۲۵)$$

$$(\hat{p}_{\varepsilon,t} + \widehat{\mathcal{E}}_t) - (\hat{\gamma}_t + \widehat{E}_t) = 0 \quad (۲۶)$$

$$0 = -g\hat{g}_t + m\widehat{m}_t - \frac{m}{\pi}(\widehat{m}_{t-1} - \widehat{\pi}_t) + \xi p_e E(\hat{p}_{e,t} + \widehat{E}_t) + \zeta or(\widehat{or})_t \quad (۲۷)$$

$$(\widehat{OR})_t = \rho_{OR}(\widehat{OR})_{t-1} + \varepsilon_{ORt} \quad (۲۸)$$

$$\hat{\eta}_t - \widehat{m}_t - \hat{\pi}_t + \widehat{m}_{t-1} = 0 \quad (۲۹)$$

$$\hat{\eta}_t = \rho_\eta\hat{\eta}_t + \omega_{OR}\varepsilon_{OR} + \varepsilon_\eta \quad (۳۰)$$

$$c\hat{c}_t + i\hat{i}_t + g\hat{g}_t - \zeta(OR)\left(\widehat{OR}\right)_t - Y\hat{Y}_t = 0 \qquad (۳۱)$$

۴- برآورد مدل تعادل عمومی پویای تصادفی در ایران

تعیین مقدار پارامترها

مقدار پارامترهای لازم را می‌توان به دو روش به‌دست آورد: این پارامترها یا با بهره‌گیری از مطالعات انجام شده و حقایق آشکار شده در ادبیات اقتصادی کالیبره می‌شوند و یا این‌که مقدار آن‌ها با استفاده از الگوهای سنجی برآورده شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این مقاله از هردو روش استفاده شده است. مقدارها و منابع پارامترهای مدل در جدول (۴-۱) منعکس شده است.

جدول ۴-۱- مقدار و منبع پارامترها

پارامتر	تعریف	مقدار	منبع
α_L	سهم نیروی کار در تولید	۰/۵۳۸	محاسبه شده
α_K	سهم سرمایه در تولید	۰/۴۱۲	شاهمرادی (۱۳۸۷)
α_e	سهم انرژی در تولید	۰/۰۵	محاسبه شده
β	عامل تنزیل	۰/۹۴۵	مقدار دهی
δ	نرخ استهلاک	۰/۰۲۵	زنگنه(۱۳۸۸)
ρ_{P_e}	ضریب فرایند خودرگرسیونی انرژی	۰/۸	محاسبه شده
$\sigma_{\rho_{P_e}}$	انحراف معیار فرایند خودرگرسیونی انرژی	۰/۰۷	محاسبه شده
ϑ	ضریب ساعات کار در تابع مطلوبیت	۲/۱۷	ابراهیمی (۱۳۸۹)
$\emptyset$	ضریب لگاریتم پول در تابع مطلوبیت	۱/۳۲	ابراهیمی (۱۳۸۹)
ρ_{or}	ضریب فرایند خودرگرسیونی درآمد نفتی	۰/۴۲	محاسبه شده
$\sigma_{\rho_{or}}$	انحراف معیار فرایند خودرگرسیونی درآمد نفتی	۰/۱۵	محاسبه شده
ρ_η	ضریب فرایند خودرگرسیونی نرخ رشد پول	۰/۹۸	محاسبه شده
σ_{ρ_η}	انحراف معیار فرایند خودرگرسیونی نرخ رشد پول	۰/۱۴	محاسبه شده
μ	نرخ جانشینی بین کالاهای واسطه‌ای	۴/۳۳	ابراهیمی (۱۳۸۹)

به منظور برآورد سهم‌های نیروی کار، سرمایه و انرژی از تابع تولید استفاده شده است. برای برآورد ضریب فرایند خودرگرسیونی و انحراف معیار فرایند خودرگرسیونی انرژی، درآمد نفتی و نرخ رشد پول ابتدا با استفاده از فیلتر هدریک-پرسکات(HP)، جزء روند از جزء سیکلی هر متغیر جدا شد و سپس با طراحی یک الگوی خودرگرسیونی مرتبه‌ی اول مقدارها به‌دست آمد. همان‌گونه که در جدول آمده است ضریب ساعات کار و ضریب لگاریتم پول در تابع مطلوبیت از نتایج ابراهیمی (۱۳۸۹) اخذ شده است. مقدار استهلاک از مطالعه زنگنه (۱۳۸۸) به‌دست آمده است. برای عامل تنزیل در مطالعه ابراهیمی (۱۳۸۹) از رقم ۰/۹۲ الی ۰/۹۸ استفاده شده است که در نهایت بهترین نتیجه مربوط به رقم ۰/۹۸ بوده است. در مطالعه‌ی زنگنه (۱۳۸۸) از ۰/۹۸۴ استفاده شده است. در این مدل مقدار ۰/۹۴۵در الگو جواب داده است.

نتایج برآورد مدل DSGE

در این قسمت در ابتدا نتایج حاصل از یک تکانه‌ی افزایش قیمت انرژی بر متغیرهای تولید، تورم، سرمایه‌گذاری، مخارج دولتی و ساعات کار ارائه شده و سپس واکنش تولید تکانه‌ی قیمت نفت به‌ازاء مقادیر متفاوت ω_{OR} ارائه می‌شود. در این مدل ماتریس متغیرهای درون‌زای حالت، درون‌زا و متغیرهای تکانه به صورت زیر هستند:

$$X_t = [\widehat{\mathrm{K}}_{t+1} \quad \widehat{m}_t]' , X_{t-1} = [\widehat{\mathrm{K}}_t \quad \widehat{m}_{t-1}]'$$

$$Y_t[\hat{Y}_t \quad \widehat{\mathrm{L}}_\mathrm{t} \quad \widehat{\mathrm{E}}_\mathrm{t} \quad \hat{g}_t \quad \hat{C}_t \quad \hat{\imath}_t \quad \widehat{w}_t \quad \widehat{\Lambda}_t \quad \hat{r}_t \quad \hat{\gamma}_t \quad \hat{\pi}_\mathrm{t} \quad \widehat{\mathcal{E}}_t \quad \hat{p}_{\varepsilon,\mathrm{t}} \quad \hat{\lambda}_t]'$$

$$Z_t = [\widehat{\mathrm{P}}_{\mathrm{e,t}} \quad \hat{\eta}_t \quad (\widehat{OR})_\mathrm{t}]'$$

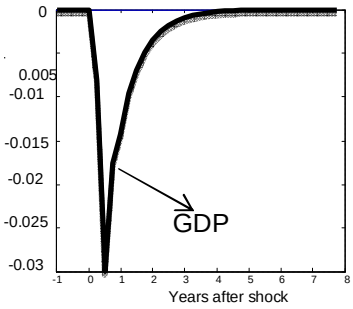
واکنش متغیرهای تولید ناخالص داخلی، تورم، عرضه‌ی نیروی کار، مخارج دولتی و سرمایه‌گذاری به تکانه‌ی قیمت انرژی

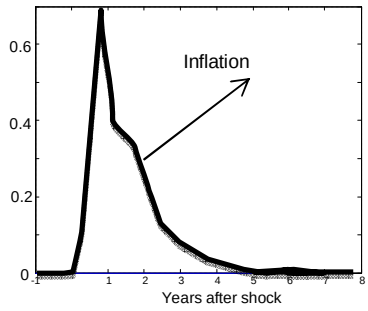
در شکل (۴-۱) و جدول (۴-۲) درصد انحراف متغیرهای تولید، تورم، عرضه‌ی کار، مخارج دولت و سرمایه‌گذاری از حالت یکنواخت هر یک به ازای یک درصد انحراف در قیمت انرژی نشان داده شده است. طبق نتایج واکنش تولید، عرضه‌ی کار و سرمایه‌گذاری منفی بوده و واکنش تورم و مخارج دولت مثبت می‌باشد. هم‌چنین درصد انحراف متغیرهای تولید، تورم، عرضه‌کار و مخارج دولت از حالت یکنواخت هر یک کم‌تر از یک درصد بوده است و فقط سرمایه‌گذاری واکنش معناداری به تکانه‌ی قیمت انرژی نشان می‌دهد.

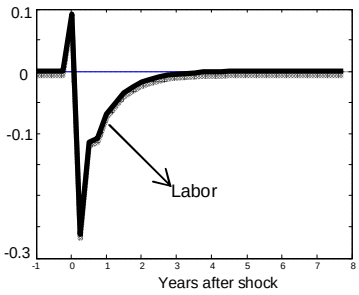
جدول ۴-۲- درصد انحراف متغیرها در نتیجه تکانه‌ی قیمت انرژی

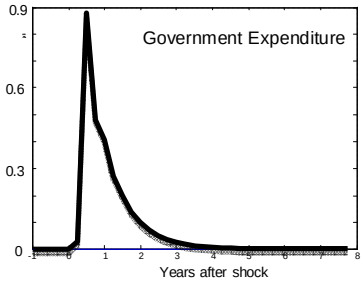
عنوان متغیر	درصد انحراف از حالت یکنواخت
تولید	-۰/۰۳
تورم	۰/۶۹
عرضه‌ی نیروی کار	-۰/۲۶
مخارج دولت	۰/۸۹
سرمایه‌گذاری	-۱۱

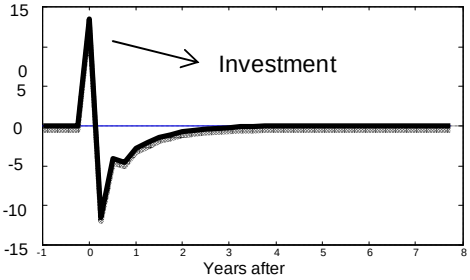
منبع: یافته های تحقیق











منبع: یافته های تحقیق

واکنش تولید ناخالص داخلی به تکانه‌ی درآمد نفت از کانال سیاست پولی

در این قسمت به بررسی این سئوال پرداخته می‌شود که آیا وابستگی بیش‌تر سیاست‌های پولی به درآمدهای نفتی منجر به کاهش سطح تولید خواهد شد یا خیر؟ زیرا طبق مطالعات برنانک، گرتلر و واتسون[1] (۱۹۹۷و ۲۰۰۴) تکانه‌ی ناشی از افزایش قیمت نفت منجر به افزایش سطح عمومی قیمت‌ها می‌شود، لذا در جهت کنترل تورم، اقدام به اتخاذ سیاست پولی انقباضی کرده، درنتیجه رشد تولید کاهش می‌یابد. هم‌چنین در مطالعات انجام شده توسط کاوند (۱۳۸۸) و ابراهیمی (۱۳۸۹)، واکنش تورم به‌ازاء مقادیر متفاوت ω_{OR} ارائه شده است. هدف از این کار نیز بررسی نقش درآمدهای نفتی بر تورم از کانال سیاست‌های پولی بوده است. فرض اساسی این مطالعات نیز این است که افزایش درآمدهای نفتی منجر به تبدیل مقادیر بیش‌تری از دلارهای حاصل از درآمد نفت به ریال بوده، حجم پول در جامعه افزایش یافته و درنتیجه سطح تورم افزایش می‌یابد، لذا هرچه ω_{OR} مقادیر بزرگ‌تری را حاصل کند، واکنش تورم نیز به تکانه‌ی درآمد نفتی بزرگ‌تر می‌شود. بنابراین انتظار می‌رود با افزایش بیش‌تر تورم، رشد تولید حقیقی کاهش یابد. به همین دلیل در این قسمت واکنش تولید ناخالص داخلی به تکانه‌ی قیمت نفت به‌ازاء مقادیر متفاوت ω_{OR} ارائه شده است. در شکل (۴-۲) و جدول (۴-۳)، واکنش تولید به تکانه‌ی قیمت نفت در ازای مقادیر متفاوت ω_{OR} در سطوح ۰، ۰/۰۱ و ۰/۰۵ نشان داده شده است. طبق این اشکال هرچه نقش درآمدهای نفتی در سیاست‌گذاری پولی بیش‌تر باشد، درصد افزایش تولید درنتیجه تکانه‌ی درآمد نفتی کم‌تر خواهد بود.

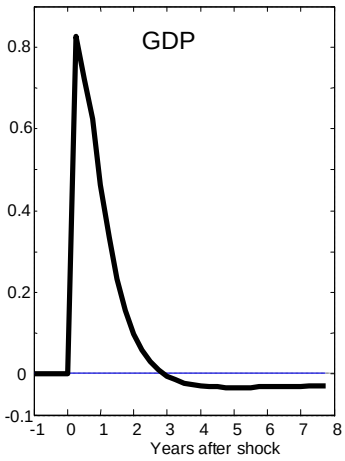
جدول ۴-۳- واکنش تولید به تکانه‌ی درآمد نفت به ازای مقادیر مختلف ω_{OR}

عنوان	مقدار		
ω_{OR}	۰	۰/۰۱	۰/۰۵
درصد انحراف تولید از حالت یکنواخت	۱/۳۵	۱/۲۶	۰/۸۴

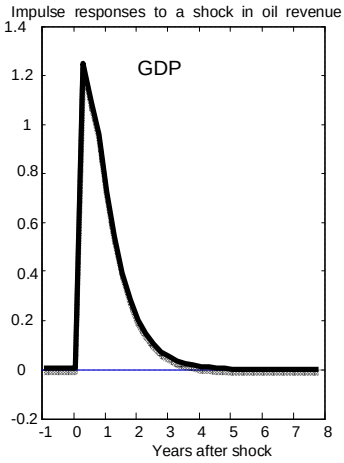
منبع: یافته های تحقیق

1- Bernanke, Gertler and Watson

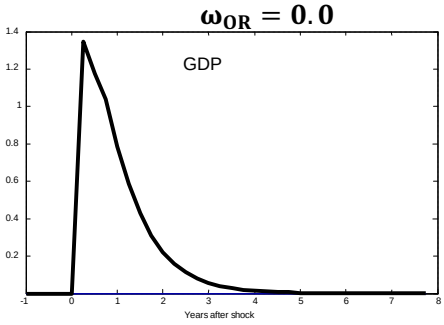
$\omega_{OR} = 0.05$



$\omega_{OR} = 0.0$



$\omega_{OR} = 0.0$



منبع: یافته های تحقیق

۴-۲- واکنش تولید به تکانه‌ی درآمد نفت به ازای مقادیر مختلف ω_{OR}

تحلیل حساسیت

دراین قسمت به منظور بررسی نحوه‌ی تأثیرگذاری پارامترها بر میزان واکنش متغیرهای کلان اقتصادی به یک درصد انحراف در قیمت انرژی از روش تحلیل حساسیت استفاده می‌شود. بدین منظور به تغییر مقادیر پارامترها، اقدام شده و سپس میزان واکنش متغیرها به ازای مقادیر جدید پارامترها نشان داده می‌شود. در ادامه میزان حساسیت متغیرهای تولید، سرمایه‌گذاری و مخارج دولت به تغییرات پارامترها ارائه می‌شود.

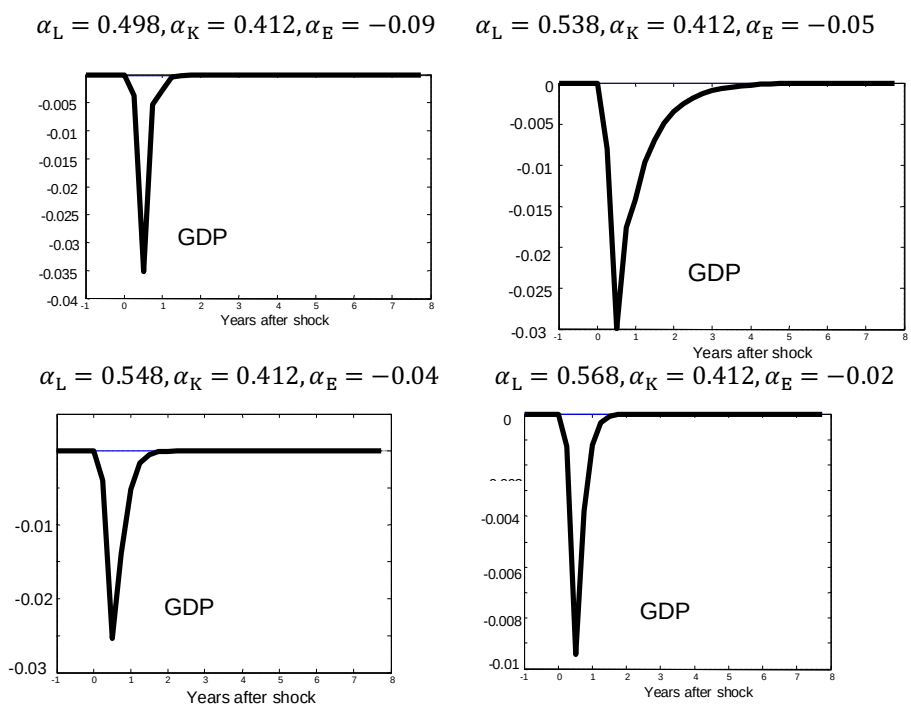
واکنش GDP به تکانه‌ی قیمت انرژی به‌ازای انتقال سهم انرژی به نیروی کار درتولید

در جدول (۴-۴) و شکل (۴-۳) واکنش GDP به یک درصد انحراف در قیمت انرژی در شرایطی که سهم انرژی در تولید کم‌تر و تمام سهم انرژی به نیروی کار انتقال داده شود نشان داده شده است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد هرچه سهم انرژی در تولید، کم‌تر و هرچه سهم نیروی کار در تولید بیش‌تر باشد، درصد انحراف تولید از حالت یکنواخت آن درنتیجه تکانه‌ی قیمت انرژی کم‌تر خواهد بود.

جدول ۴-۴- واکنش GDP به یک درصد انحراف در قیمت انرژی

سهم عوامل تولید	α_L	۰/۴۹۸	۰/۵۳۸	۰/۵۴۸	۰/۵۶۸
	α_K	۰/۴۱۲	۰/۴۱۲	۰/۴۱۲	۰/۴۱۲
	α_E	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۲
درصد انحراف GDP از حالت یکنواخت		-۰/۰۳۹	-۰/۰۳	-۰/۰۲۵	-۰/۰۰۹۵

منبع: یافته های تحقیق



منبع: یافته‌های تحقیق

شکل ۴-۳- واکنش GDP به یک درصد انحراف در قیمت انرژی به ازای انتقال سهم انرژی به نیروی کار

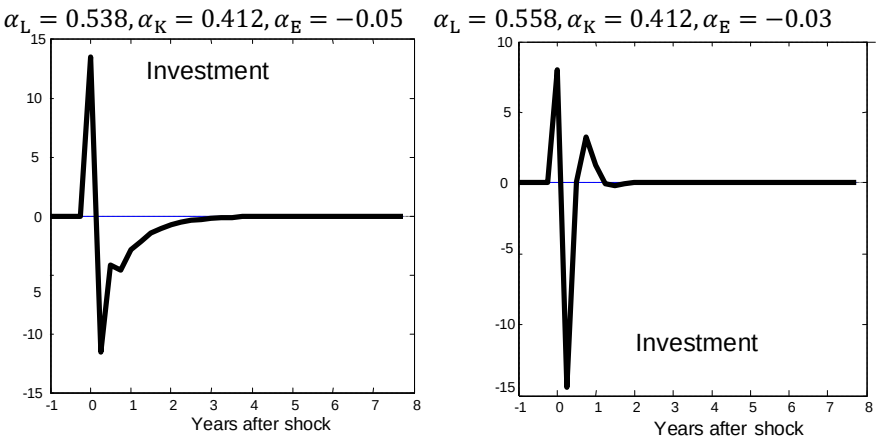
واکنش سرمایه‌گذاری به تکانه‌ی قیمت انرژی به ازای انتقال سهم انرژی به نیروی کار در تولید

در جدول (۴-۵) و شکل (۴-۴)، واکنش سرمایه‌گذاری به یک درصد انحراف در قیمت انرژی در شرایطی که سهم انرژی در تولید کم‌تر و تمام سهم انرژی به نیروی کار انتقال داده شود نشان داده شده است. طبق نتایج هرچه سهم انرژی در تولید کم‌تر و هرچه سهم نیروی کار در تولید بیش‌تر باشد، دوره‌ی بازگشت سرمایه‌گذاری به حالت یکنواخت آن کم‌تر می‌شود.

جدول ۴-۵- واکنش سرمایه‌گذاری به یک درصد انحراف در قیمت انرژی

سهم عوامل تولید	α_L	۰/۵۳۸	۰/۵۵۸
	α_K	۰/۴۱۲	۰/۴۱۲
	α_E	۰/۰۵	۰/۰۳
بازگشت سرمایه‌گذاری به حالت یکنواخت		۳/۵ دوره	۱/۵ دوره

منبع: یافته های تحقیق



منبع: یافته های تحقیق

شکل ۴-۴- واکنش سرمایه‌گذاری به یک درصد انحراف در قیمت انرژی به ازای انتقال سهم انرژی به نیروی کار

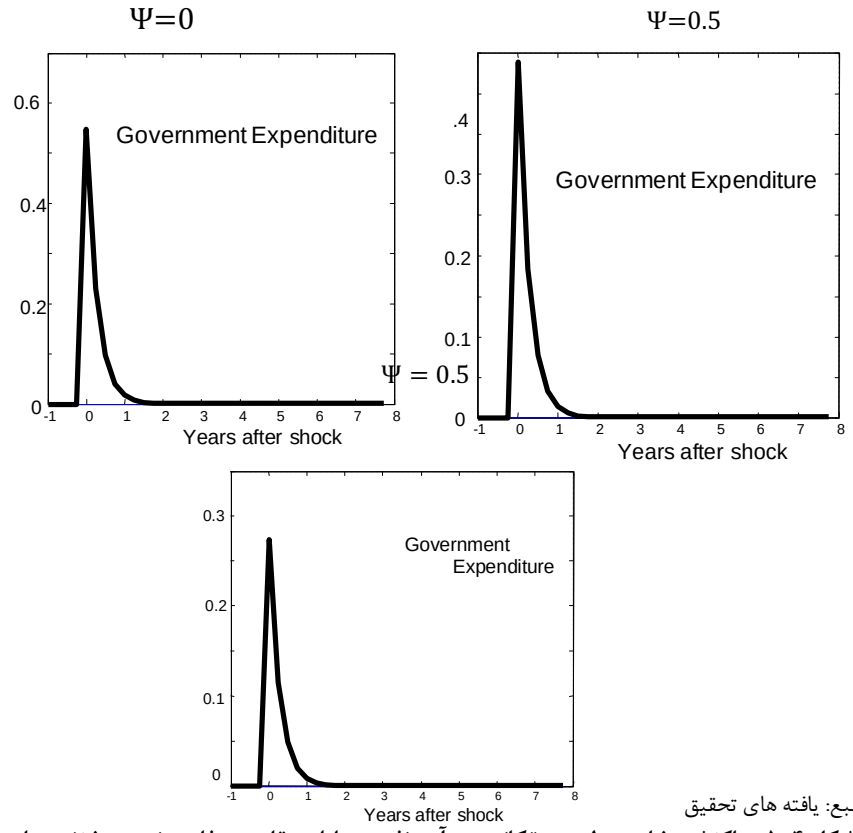
مخارج دولت و ضریب خنثی سازی درآمد نفت

در جدول (۴-۶) و شکل (۴-۵)، واکنش مخارج دولتی به یک درصد انحراف در درآمد نفت در ازای مقادیر متفاوت ضریب خنثی سازی درآمد نفتی (Ψ) در قید بودجه‌ی دولت نشان داده شده است. بر این اساس با افزایش ضریب خنثی سازی درآمد نفت در بودجه‌ی دولت، درصد انحراف مخارج دولت از حالت یکنواخت کم‌تر شده است.

جدول ۴-۶- واکنش مخارج دولتی به تکانه‌ی درآمد نفتی به ازای مقادیر متفاوت ضریب خنثی سازی درآمد نفتی

ζ	Ψ	درصد انحراف مخارج دولتی از حالت یکنواخت
۱	۰	۰/۵۵
۰/۸	۰/۲	۰/۴۴
۰/۵	۰/۵	۰/۲۷

منبع: یافته های تحقیق



منبع: یافته های تحقیق

شکل ۴-۵- واکنش مخارج دولتی به تکانه‌ی درآمد نفتی به ازای مقادیر متفاوت ضریب خنثی سازی درآمد نفتی

مخارج دولت، تولید ناخالص داخلی و ضریب خنثی سازی درآمد انرژی

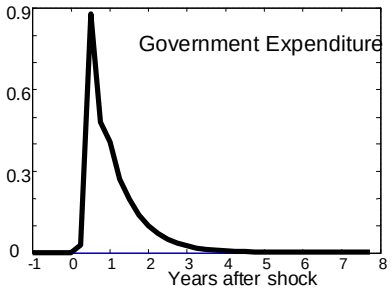
در جدول (۴-۷) و اشکال (۴-۶)، درصد انحراف مخارج دولتی و تولید ناخالص داخلی از حالت یکنواخت در نتیجه تکانه‌ی قیمت انرژی و به ازای مقادیر متفاوت ضریب خنثی سازی درآمد انرژی (ϖ) در قید بودجه‌ی دولت نشان داده شده است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد، با افزایش ضریب خنثی سازی درآمد انرژی در قید بودجه‌ی دولت، درصد انحراف مخارج دولتی و تولید از حالت یکنواخت، کاهش می‌یابد.

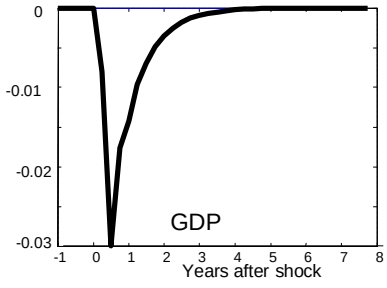
جدول ۴-۷- درصد انحراف مخارج دولتی و GDP درنتیجه‌ی تکانه‌ی انرژی به ازای مقادیر متفاوت ضریب خنثی سازی درآمد انرژی

ξ	ϖ	درصد انحراف مخارج دولتی از حالت یکنواخت	درصد انحراف GDP از حالت یکنواخت
۱	۰	۰/۸۹	-۰/۰۳
۰/۵	/۵	۰/۸	-۰/۰۲۷
۰/۲	۰/۸	۰/۵۵	-۰/۰۱۹

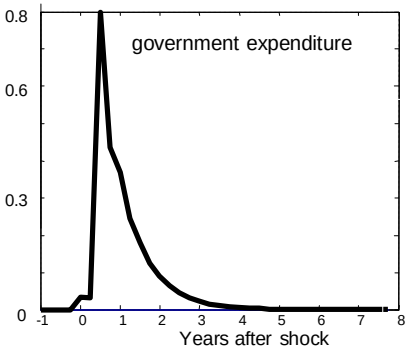
منبع: یافته های تحقیق

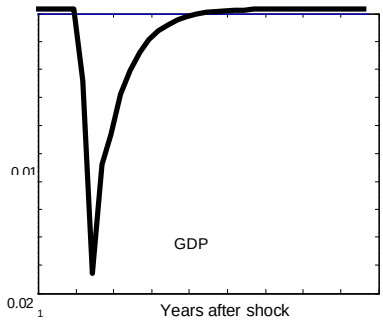
$\varpi = 0$

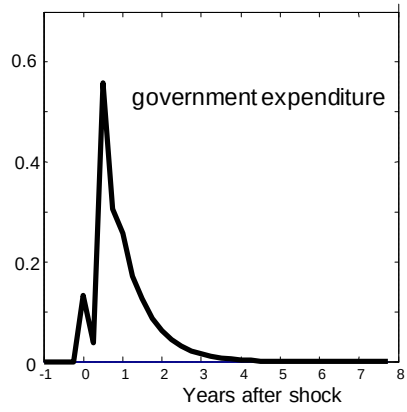




$\varpi = 0.8$ $\varpi = 0.5$







منبع: یافته های تحقیق

شکل ۴-۶- درصد انحراف مخارج دولتی و GDP درنتیجه‌ی تکانه‌ی انرژی به ازای مقادیر متفاوت ضریب خنثی سازی درآمد انرژی

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

امروزه یکی از مهم‌ترین سیاست‌های اقتصادی دولت طرح بهینه سازی مصرف حامل‌های انرژی از طریق نظام تعدیل قیمتی است. افزایش قیمت انرژی در نتیجه‌ی اجرای این طرح، به دلیل کانال‌های اثرگذاری آن بر اقتصاد موجب شکل‌گیری نگرانی اساسی برای مصرف کنندگان و بنگاه‌ها شده است. اما آن‌چه براهمیت تحقیق در مورد آثار اقتصادی تکانه‌های انرژی می‌افزاید این است که در اقتصاد ایران، افزایش قیمت انرژی از یک سو به دلیل وجود روابط جانشینی و مکلمی بین انرژی و سایر اقلام مصرفی خانوار منجر به تغییر ترکیب سبد مصرفی خانوار و در نتیجه تغییر سطح مطلوبیت خانوار شده و از سوی دیگر به دلیل این‌که انرژی یک نهاده‌ی تولید بوده، افزایش قیمت آن منجر به افزایش هزینه‌ی تولید و درنتیجه کاهش سطح تولید می‌شود. هم‌چنین درآمدهای انرژی به عنوان بخش مهمی از درآمدهای دولت لحاظ می‌شوند. در چنین شرایطی به دلیل این‌که حجم بسیار زیادی از درآمدهای دولت را درآمدهای حاصل از فروش انرژی تشکیل می‌دهد و این درآمدها تحت تأثیر ذخایر نفتی و نوسانات بین‌المللی قرار دارند و مستقل از نوسانات عوامل تولید سرمایه و کار در اقتصاد ایران تعیین می‌شوند، لذا استقلال عمل دولت به عنوان مسئول اعمال سیاست‌های پولی و مالی بسیار افزایش می‌یابد، بنابراین با توجه به شبکه‌ای از ارتباطات میان انرژی با خانوار، بنگاه و دولت، مطالعه‌ی اثرات حاصل از تکانه‌ی قیمت انرژی بر اقتصاد کلان

نیازمند روشی است که بتواند تبیینی دقیق از این روابط نشان دهد. مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) به دلیل استفاده از اصول اقتصاد خرد در ساختن مدل‌های کلان اقتصادی و نیز به دلیل توجه به پویایی‌ها، درنظر گرفتن نااطمینانی و نیز رفتار هم‌زمان کارگزاران اقتصادی می‌توانند ابزاری مناسب بدین منظور فراهم آورند. در نتیجه، در این مقاله تلاش شده است تا با ارائه‌ی یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی به بررسی اثرات تکانه‌ی قیمت انرژی بر متغیرهای اساسی اقتصاد کلان ایران پرداخته شود. برخی از نتایج حاصل از تحقیق به شرح زیر می‌باشند:

الف- بر اساس الگوی برآورد شده، تکانه‌ی حاصل از افزایش قیمت انرژی منجر به کاهش سطح تولید، سطح سرمایه‌گذاری، ساعات اشتغال و افزایش تورم خواهد شد، اما نکته‌ی قابل توجه در این است که در نتیجه‌ی یک درصد انحراف قیمت انرژی از حالت یکنواخت خود انحراف ۱۱- درصدی سرمایه‌گذاری از حالت یکنواخت خود مشاهده می‌شود. این نتیجه نشانگر حساسیت بسیار زیاد سرمایه‌گذاری نسبت به تغییرات قیمت انرژی می‌باشد

ب- در مطالعات کاوند (۱۳۸۸) و ابراهیمی (۱۳۸۹)، مشخص شده که با افزایش سهم نفت در سیاست‌گذاری پولی، تورم افزایش بیش‌تری داشته است، بنابراین انتظار می‌رود با افزایش بیش‌تر تورم، رشد تولید حقیقی کاهش یابد. به این منظور در شکل (۴-۲) و جدول (۴-۳)، واکنش تولید به تکانه‌ی قیمت نفت در ازای مقادیر متفاوت ω_{OR} در سطوح ۰، ۰/۰۱ و ۰/۰۵ نشان داده شده است. طبق این اشکال هرچه نقش درآمدهای نفتی در سیاست‌گذاری پولی بیش‌تر باشد، درصد افزایش تولید در نتیجه‌ی تکانه‌ی درآمد نفتی کم‌تر می‌شود. این نتیجه متفاوت با برداشتی است که معتقد است رشد تولید حقیقی در دوره‌هایی که درآمد نفتی افزایش یافته، به دلیل اتخاذ سیاست پولی انبساطی، بیش‌تر از دوره‌هایی است که چنین شوکی وجود ندارد.

ج- در جدول (۴-۴) و شکل (۴-۳)، واکنش GDP به یک درصد انحراف در قیمت انرژی در شرایطی که سهم انرژی در تولید، کم‌تر شده و تمام سهم انرژی به نیروی کار انتقال داده شود نشان داده شده است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد هرچه سهم انرژی در تولید، کم‌تر و هرچه سهم نیروی کار در تولید بیش‌تر باشد، درصد انحراف تولید از حالت یکنواخت آن در نتیجه‌ی تکانه‌ی قیمت انرژی کم‌تر خواهد بود.

د- بر اساس نتایج به‌دست آمده با افزایش ضریب خنثی سازی درآمد انرژی در قید بودجه‌ی دولت، درصد انحراف مخارج دولتی و تولید ناخالص داخلی از حالت یکنواخت،

در نتیجه‌ی تکانه‌ی قیمت انرژی کم‌تر می‌شود. به نظر می‌رسد کاهش درصد انحراف تولید از حالت یکنواخت آن در نتیجه‌ی ضعیف‌تر شدن مسیر مخارج دولت به عنوان مؤثرترین مجرای اثرگذاری تکانه‌ی قیمت انرژی بر تولید می‌باشد.

فهرست منابع

ابراهیمی، ایلناز (۱۳۸۹). *ارزیابی اثرات سیاست‌های پولی در اقتصاد ایران در قالب یک مدل پویای تصادفی نیو کینزی*. پایان‌نامه‌ی دکترا، *تحت راهنمایی دکتر توسلی*، دانشکده‌ی اقتصاد دانشگاه تهران.

زنگنه، محمد (۱۳۸۸). *ادوار تجاری در قالب یک مدل DSGE کینزی با وجود نقصان در بازارهای مالی*. پایان‌نامه‌ی دکترا، تحت راهنمایی دکتر منصور خلیلی و دکتر اصغر شاهمرادی، دانشکده‌ی اقتصاد دانشگاه تهران.

شاهمرادی، اصغر(۱۳۸۷)، *بررسی اثرات تغییر قیمت‌های انرژی بر روی سطح قیمت*، تولید و رفاه در اقتصاد ایران، وزارت اقتصاد و دارایی.

کاوند، حسین. (۱۳۸۸). *تبیین آثار درآمدهای نفتی و سیاست‌های پولی در قالب یک الگوی ادوار تجاری واقعی برای اقتصاد ایران*، رساله دکتری، *تحت راهنمایی دکتر* عباسی نژاد، دانشکده‌ی اقتصاد، دانشگاه تهران.

Blanchard, O., Gali, J., (2007), *The Macroeconomic Effects of Oil Price Shocks: Why are the 2000s so Different from the 1970s?*. NBER Working paper No.13368.

Bodenstein, M., Erceg, C. J., Guerrieri, L., (2007), *Oil Shocks and External Adjustment.* International Finance Discussion Papers 897, June.

Bugarin, M. S., Muinhos, M. K., Silva, J. R., Araújo, M., (2005). *The Effect of Adverse Oil Price Shocks on Monetary Policy and Output Using a Dynamic Small Open Economy General Equilibrium Model with Staggered Price for Brazil.* Central Bank of Chile Working Papers No. 348.

Dhawan, R., Jeske, K., (2006), *Energy Price Shocks and The Macroeconomy: The Role of Consumer Durable.* Federal Reserve Bank of Atlanta. Working Paper 2006-09,

Duncan, R., (2002). *How Well Dose a Monetary Dynamic Equilibrium Model Account for Chilean Data?* Central Bank of Chile Working Papers, No.190.

Finn, M.G., (2000). *Perfect Competition and the Effects of Energy Price Increases on Economic Activity*. Journal of Money, Credit, and Banking 32, 400–416.

Ireland, Peter. N. (2002). *Endogenous Money or Sticky Prices?* Boston College and NBER, December.

Kormilitsina, A. (2008). *Optimal Monetary Policy and Oil Price Shoks.* Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the Department of Economics, Duke University.

Leduc, S., Sill, K. (2004). *A Quantitative Analysis of Oil-Price Shocks, Systematic Monetary Policy, and Economic Downturns*. Journal of Monetary Economics 51, 781–808.

Medina, J.P., Soto, C. (2005). *Oil Shocks and Monetary Policy in an Estimated DSGE Model for a Small Open Economy*. Central Bank of Chile**,** working paper, N.353.

Milani, Fabio. (2009). *Expectations, learning, and the Changing Relationship Between Oil Prices and the Macroeconomy*. Energy Economics, doi:10.1016/j.eneco.2009.05.012.

Sanchez, Marcelo. (2008). *Oil Shock and Endogenous Markup: Results from an Estimated EURO area DSGE Mode*, European Central Bank, Working Paper Series, No 860.

Uhlig, H. (1997). *A toolkit for analyzing nonlinear dynamic stochastic models easily*. University of Tilburg.