Modeling Energy Price Liberalization in Iran Economy

Seyed Ali Madanizadeh[1] | madanizadeh@sharif.edu
Mehran Ebrahimian[2] | ebrm@wharton.upenn.edu

Abstract This paper attempts to analyze the macroeconomic effects of energy price liberalization and redistribution of its proceeds to households. Energy price control and energy subsidies are of the most popular supportive policies in the economy of Iran. Nonetheless, increasing the energy price of households and firms has been exercised in recent years to counter the government budget deficit. In 2008, the government proposed a reform: energy price liberalization and redistribution of its proceeds to the household. In this paper, we analyze the macroeconomic effects of this policy according to different scenarios. In view of monetary aggregate control policy, our results show that in addition to a decline in energy intensities of households and firms, the average household's welfare increases. Most of this increase happens in the short-run as households' real incomes rise more in the short run. Moreover, we find that this reform results in a decline in labor supply due to the subsidy distribution, and hence a decline in both output and capital accumulation in the short run and the long run. In the scenario where only the household's energy price rises, results are qualitatively similar with a smaller quantitative effect. Finally, it is important to note that a complete analysis of this reform should include 1) the technological progress that can be associated with a reform, 2) implementing a monetary policy that is more consistent with Iran's institutional arrangement and 3) the political economy aspects of the reform, which are all out of the scope of this paper.

Keywords: Energy Price Reforms, Energy Subsidies, Subsidies Reforms, Dynamic General Equilibrium, Monetary Policy, Household Welfare.

JEL Classification: E13, Q38, H70.

1. Assistant Professor, Faculty of Management and Economics, Sharif University of Technology, Tehran, Iran (Corresponding Author).
2. Ph.D. Student, Wharton Business School University of Pennsylvania, Pennsylvania, USA.

The Journal of PLANNING & BUDGETING | Indexed In ISC | ISSN: 2251-9092 | Vol. 25 | No. 4 | Winter 2021 | PP 5-46

مدلسازی آزادسازی قیمت‌های انرژی در اقتصاد ایران

سیدعلی مدنی‌زاده | madanizadeh@sharif.edu
استادیار دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران (نویسنده مسئول).
مهران ابراهیمیان | ebrm@wharton.upenn.edu
دانشجوی دکتری مدرسه کسب‌وکار وارتون، دانشگاه پنسیلوانیا

دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۰۳ | پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۷ | مقاله پژوهشی

چکیده: در این پژوهش، اثر اجرای سیاست اصلاح قیمت حامل‌های انرژی و بازتوزیع عمومی منابع به‌دست‌آمده از آن بر متغیرهای کلان اقتصادی بررسی می‌شود. سیاست‌های کنترل قیمت حامل‌های انرژی و اعطای یارانه انرژی به صورت قیمتی از رایج‌ترین نوع سیاست‌های حمایتی در اقتصاد کشور است. بر اساس این، سیاست اصلاح قیمت حامل‌های انرژی خانوارها و بنگاه‌ها تنها در برخی سال‌ها و عموماً برای کاهش کسری بودجه دولت در دستور کار سیاستگذاران قرار گرفته است. پس از اصلاح قیمت حامل‌های انرژی در طرح هدفمندی یارانه‌ها، سیاست بازتوزیع عمومی منابع به‌دست‌آمده اتخاذ شد. در این پژوهش، در قالب یک مدل تعادل عمومی پویا که مبتنی بر شرایط نهادی و ساختاری اقتصاد کلان ایران طراحی می‌شود، آثار کوتاه‌مدت و بلندمدت اجرای این سیاست در سناریوهای مختلف بررسی می‌شود. با فرض سیاست پولی هدفگذاری کل‌های پولی، نتایج پژوهش نشان می‌دهد که علاوه بر کاهش شدت استفاده از انرژی در سطح خانوار و بنگاه، متوسط رفاه در مجموع افزایش می‌یابد که بیش‌تر این افزایش در کوتاه‌مدت اتفاق می‌افتد و ناشی از افزایش قدرت خرید و مصرف خانوارهاست. با این حال، به دلیل کاهش عرضه نیروی کار که ناشی از دریافت یارانه نقدی است، سطح تولید و انباشت سرمایه در کوتاه‌مدت و بلندمدت کاهش می‌یابد. در سناریویی که اصلاح قیمت تنها برای مصرف‌کننده باشد، نتایج به صورت کیفی یکسان است و تنها آثار کمّی آن کوچک‌تر است. در نهایت، نیاز به یادآوری است که نتایج به‌دست‌آمده ارزیابی کامل این سیاست نیست و برای این منظور لازم است در پژوهش‌های آتی جنبه‌های رشد فناورانه در حوزه انرژی، سیاست‌های پولی سازگارتر با شرایط کشور و همچنین، جنبه‌های اقتصاد سیاسی این سیاست مورد بررسی قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: اصلاح قیمت حامل‌های انرژی، یارانه انرژی، طرح هدفمندی یارانه‌ها، تعادل عمومی پویا، سیاست پولی، رفاه خانوار.
طبقه‌بندی JEL: E13, Q38, H70.

فصلنامه علمی - پژوهشی برنامه‌ریزی و بودجه
شاپا (چاپی) ۲۲۵۱-۹۰۹۲ | نمایه در ISC
سال بیست و پنجم | شماره ۴ | زمستان ۱۳۹۹ | ص ص ۴۶-۵

مقدمه

کنترل قیمت حامل‌های انرژی (بنزین، گازوییل، برق، و گاز)، و اعطای یارانه انرژی به صورت قیمتی یا به تعبیری فروش انرژی ارزان‌قیمت به خانوارها و بنگاه‌ها یکی از سیاست‌های راهبردی اقتصادی کشور ایران در چند دهه اخیر بوده است. با وجود این، هر چند سال یک‌بار، پیشنهادهایی از قبیل افزایش قیمت حامل‌های انرژی مطرح شده که اغلب برای پوشش کسری بودجه دولت بوده است. سیاست کنترل و قیمتگذاری دستوری حامل‌های انرژی همواره مورد انتقاد اقتصاددانان بوده، چرا که به تخصیص غیربهینه منابع، به‌ویژه در مورد انرژی منجر شده است. این سیاست‌ها باعث می‌شوند که شدت انرژی در کشور بالا و بهره‌وری انرژی نسبت به دیگر کشورها بسیار پایین باشد. با وجود این، اصلاح این‌گونه سیاست‌ها که باعث بهبود تخصیص منابع در بلندمدت شده، عمدتاً مورد بی‌توجهی سیاستگذاران قرار گرفته است. از سال ۱۳۸۷ و با طرح شدن بحث هدفمندی یارانه‌ها، مسئله اصلاح قیمت انرژی به همراه اعطای یارانه نقدی به مردم در دستور کار دولت و مجلس قرار گرفت و پس از مصوبات قانونی در آذر ۱۳۸۹ آغاز شد. در این طرح، قیمت حامل‌های انرژی و به‌طور مشخص بنزین، افزایش یافت و منابع به‌دست‌آمده به صورت یارانه نقدی در اختیار مردم قرار گرفت.

در این پژوهش، اثر اجرای این سیاست و بازتوزیع عمومی منابع به‌دست‌آمده از آن بر متغیرهای کلان اقتصادی بررسی می‌شود. در این راستا، در قالب یک مدل نئوکلاسیک تعادل عمومی پویا که مبتنی بر شرایط نهادی و ساختاری اقتصاد کلان ایران طراحی شده است، آثار کوتاه‌مدت و بلندمدت اجرای این سیاست‌ها تحلیل می‌شود. این مدل شامل یک خانوار نمونه، یک بنگاه نمونه، دولت، و بانک مرکزی است. خانوار نمونه کالای نهایی را از بنگاه نمونه خریداری، و نیروی کار و سرمایه را عرضه می‌کند. خانوار، کالای نمونه را یا سرمایه‌گذاری می‌کند یا مشروط به شرط پول نقد دم‌دستی[1] (CIA) مصرف می‌نماید. علاوه بر آن، خانوار نمونه انرژی را با قیمتی مشخص از دولت خریداری می‌کند. همچنین، بنگاه نمونه کالای نهایی را با استفاده از انرژی، سرمایه، و نیروی کار تولید می‌نماید. دولت علاوه بر اخذ مالیات، انرژی را با قیمت تعیین‌شده‌ای به خانوار می‌فروشد و مازاد بر تقاضای داخل را با قیمت جهانی صادر می‌کند. دولت منابع به‌دست‌آمده را به منظور خرید کالای عمومی برای عرضه به خانوارها و اعطای یارانه نقدی به عموم استفاده می‌کند. بانک مرکزی نیز سیاست پولی خود را بر اساس قاعده هدفگذاری کل‌های پولی اجرا می‌نماید. نتایج تعادل عمومی حاصل از این مدل نشان

1. Cash-In-Advance

می‌دهد که پس از اصلاح قیمت‌ها و توزیع منابع به‌دست‌آمده به صورت یارانه نقدی: ۱. شدت استفاده از انرژی در سطح خانوار و بنگاه کاهش قابل‌توجهی، به‌ویژه در بلندمدت، پیدا می‌کند؛ ۲). رفاه کل جامعه در ابتدا افزایش، و با گذر زمان کاهش می‌یابد، ولی مقدار ارزش فعلی این رفاه بیش‌تر از حالت قبل از اجرای سیاست است؛ ۳. این افزایش رفاه ناشی از افزایش قدرت خرید و مصرف خانوارها در کوتاه‌مدت است؛ ۴. در تعادل عمومی، توزیع یارانه نقدی موجب کاهش عرضه نیروی کار و در نهایت کاهش میزان اشتغال تعادلی می‌شود؛ و ۵. به دلیل کاهش اشتغال، سطح تولید و انباشت سرمایه در کوتاه‌مدت و بلندمدت کاهش می‌یابد.

نتایج این پژوهش که کمی ممکن است برخلاف انتظار باشد، به‌شدت به نوع سیاست مالی اتخاذشده (توزیع یارانه نقدی) وابسته است. علاوه بر آن، به دلیل نبود سازوکار رشد بهره‌وری ناشی از اصلاح قیمت‌ها در این مدل، بخش قابل‌توجهی از فواید بهینه‌سازی مصرف انرژی مشاهده نمی‌شود. در نهایت این‌که جنبه‌های اقتصاد سیاسی این سیاست لازم است مورد توجه قرار گیرد، چرا که ممکن است یکی از ملزومات اجرای سیاست اصلاح قیمت حامل‌ها، توزیع منابع باشد تا بتوان به کمک آن توجه سیاستگذاران و اقبال عمومی را جلب نمود.

مبانی نظری پژوهش

پژوهش‌های نظری حوزه اصلاحات انرژی عمدتاً بر اثرات رفاهی حاصل از نوسانات قیمتی تکیه می‌کنند (Mohaddes & Pesaran, 2013; Kilian, 2008). نبود آزادسازی یا اصلاحات تدریجی قیمتی حوزه انرژی به‌ویژه در کشورهایی که تورم بالایی دارند، دولت را مجبور می‌کند که در نهایت اصلاحات بزرگی را در قیمت انرژی رقم بزند و این موضوع آثار رفاهی بزرگی به همراه دارد. بررسی اثر رفاهی تغییرات ناگهانی قیمت محل بحث پژوهش‌های متعددی است. در یکی از نخستین پژوهش‌هایی که در این موضوع وجود دارد، واو[1] (۱۹۴۴) نشان می‌دهد که با فرض وجود تقاضایی با شیب منفی و قیمت‌پذیری مصرف‌کننده، هرچه تقاضا از قیمت مشخصی به سمت پایین نمودار حرکت کند، رفاه بیش‌تری در قیاس با رفاهی که در نتیجهٔ حرکت از همان قیمت به سمت بالا از دست می‌رود، نصیب مصرف‌کننده می‌شود. پس در مجموع، نوسانات قیمتی رفاه بیش‌تری برای مصرف‌کننده ایجاد می‌کند، در مقایسه با این‌که دست به تثبیت قیمت‌ها زده شود. اُی[2] (۱۹۶۱)، با تحلیل طرف عرضه به نتیجه

1. Waugh
2. Oi

مشابهی می‌رسد. در صورتی که به قیمت اجازه نوسان داده شود، چون تولیدکننده از افزایش قیمت‌ها رفاه بیش‌تری کسب می‌کند، رفاه ازدست‌رفته زمان‌های کاهش قیمت جبران می‌شود و در مجموع شرایط بهتری را نسبت به تثبیت قیمت برای تولیدکننده به‌وجود می‌آورد. این مفهوم در مسکالل و همکاران[1] (۱۹۹۵) تحت عنوان «تحدب تابع سود نسبت به قیمت‌ها» مورد بررسی قرار می‌گیرد. ماسل[2] (۱۹۶۹)، استدلال می‌کند که نتایج اُی (۱۹۶۱) بر مبنای مفروضاتی مانند نبود کواریانس بین شیفت منحنی عرضه و تقاضا و تغییرات قیمت است. به عبارتی، آن‌ها مدل ایستایی را در نظر می‌گیرند که در آن خودِ عرضه و تقاضا تغییراتی ندارند. بنابراین، تغییرات قیمت تنها بر اثر جابه‌جایی منحنی‌ها به‌وجود می‌آید. وی نشان می‌دهد که اگر امکان خرید و فروش و انبار کردن محصول بدون هزینه باشد، خرید و فروش در قیمتی مشخص انجام گیرد، و این قیمت در نهایت تبدیل به قیمت تعادلی بازار شود، آن‌گاه تثبیت قیمت‌ها می‌تواند به نفع تولیدکننده و مصرف‌کننده باشد. وی تاکید می‌کند که اثر تثبیت قیمت بر واریانس تولید در تحلیلش لحاظ نشده است، و افزایش واریانس تولید می‌تواند بر واریانس درآمد تولیدکننده و مصرف‌کننده اثر بگذارد و اثر رفاهی داشته باشد. نکته دیگر این است که فرض می‌شود قیمتی که پس از خرید و فروش و انبار کردن کالا، بازار می‌تواند به تعادل برسد، قابل‌تشخیص است که البته این فرض بحث‌برانگیز است. نیوبری و استیگلیتز[3] (۱۹۷۹)، تاکید می‌کنند که عمده قیمت‌هایی که تلاش برای تثبیت آن‌هاست، مربوط به کالاهای کشاورزی است و به دلایلی مدل‌های پیشین برای تبیین این پدیده رضایت‌بخش نیستند. جمع کردن جزء اخلال با توابع، خطی در نظرگرفتن توابع، نبود تمایز بین عرضه پیشینی و پسینی، توجه به قیمت میانگین به‌جای توجه به مقدار کالا برای تثبیت قیمت، بی‌توجهی به دلیل جابه‌جایی تقاضا و بی‌توجهی به زمان کوتاه‌مدت و بلندمدت و فرایند یادگیری تولیدکننده برخی از انتقادهای این پژوهش به سه پژوهش پیشین است. مدل این پژوهش سعی می‌کند اشکالات یادشده را تا حدودی رفع کند. نتیجهٔ از این مدل نشان می‌دهد که حتی اگر اثرات تثبیت قیمتی قابل‌اندازه‌گیری باشد، خالص منفعت آن احتمالاً برای تولیدکننده و مصرف‌کننده منفی است.

بخش دیگری از ادبیات موضوع به یارانهٔ انرژی و تثبیت قیمت آن، تلاش برای تثبیت قیمت سایر کالاها از راه پایین نگه داشتن قیمت انرژی، ایجاد رونق در تولید از این راه، و آثار اقتصاد کلان حاصل

1. Mas-Colell *et al.*
2. Massell
3. Newbery & Stiglitz

از اصلاحات (یا افزایش) قیمت انرژی می‌پردازد. پژوهش کازمو[1] (۱۹۸۹)، یکی از پژوهش‌هایی است که به بررسی میزان یارانه انرژی پرداختی در کشورهای مختلف می‌پردازد. وی پیشنهاد می‌دهد که زمان کاهش قیمت نفت بهترین زمان برای اصلاحات قیمت انرژی است. همچنین کازمو (۱۹۸۹)، به بررسی اثر تثبیت قیمت انرژی بر تورم، بیکاری، و وضعیت تجاری می‌پردازد. وی نشان می‌دهد که تثبیت قیمت انرژی در کشورهای دارای تورم بالا باعث می‌شود که صنایع انرژی‌بر جانشین صنایع کاربر شوند که باعث کاهش اشتغال می‌شود. به علاوه، این موضوع باعث می‌شود که کشورها به لحاظ زیست‌محیطی دچار مشکل شوند.

بخش قابل‌توجهی از ادبیات، اثرات شوک‌های قیمت انرژی را در قالب بررسی شوک‌های نفتی واردشده به اقتصاد جهانی و به‌طور ویژه اقتصاد آمریکا مورد بررسی قرار می‌دهند. برای مثال پژوهش‌های بارسکی و کیلیان (۲۰۰۱)[2]، و همیلتون[3] (۲۰۰۸)، بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۸ به موضوع شوک قیمتی انرژی و اثر آن بر تولید، تورم، نرخ بهره و اثر نامتقارن شوک‌های افزایشی و کاهشی قیمت انرژی بر رکود و رونق در آمریکا می‌پردازند. همیلتون (۲۰۰۸)، سازوکار کلیدی اثرگذاری شوک قیمتی انرژی بر اقتصاد را در ایجاد مشکل در مخارج تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان در مورد کالاها و خدماتی غیر از کالاها و خدمات حوزه انرژی می‌داند. لی و نی[4] (۲۰۰۲)، نشان می‌دهند که بنگاه‌ها، شوک‌های قیمتی انرژی را به شکل شوک تقاضا مشاهده می‌کنند، نه به شکل شوک هزینه‌ای حاصل از افزایش قیمت تمام‌شده محصول. برنانکی[5] (۲۰۰۶)، نیز معتقد است که شوک قیمت انرژی در ابتدا از راه کاهش مخارج مصرف‌کننده به کاهش رشد اقتصادی منجر می‌شود. پژوهش‌های برنانکی (۱۹۸۳)، پیندیک[6] (۱۹۹۰)، و همیلتون (۱۹۸۸)، برای این موضوع چهار دلیل اشاره می‌کنند. کاهش قدرت خرید در نتیجهٔ افزایش قیمت انرژی، ایجاد نااطمینانی از قیمت‌های آتی انرژی، کاهش برگشت‌ناپذیر مصرف کالاهای بادوام، افزایش پس‌انداز احتیاطی و کاهش مصرف کالاهای بادوامی که مکمل مصرف انرژی هستند، دلایل افت مصرف در نتیجهٔ شوک قیمت انرژی است. در سمت بنگاه، شوک انرژی به تخصیص مجدد منابع میان صنایع مختلف یا بخش‌های مختلف منجر می‌شود (Davis, 1987; Hamilton, 2008; Bresnahan & Ramey, 1993). بنگاه‌هایی که در آن‌ها

1. Kosmo
2. Barsky & Kilian
3. Hamilton
4. Lee & Ni
5. Bernanke
6. Pindyck

شدت انرژی بالاست، نیروی کار و سرمایه را از دست می‌دهند و بنگاه‌هایی که بهره‌وری بیش‌تری در این حوزه دارند، نیروی کار و سرمایه را جذب می‌کنند. در صورت وجود اصطکاک در بازارهای کار و سرمایه، این جابه‌جایی بین‌بخشی می‌تواند به بیکاری و کاهش بیش‌تر مصرف منجر گردد. همچنین هررا[1] (۲۰۰۷)، و ادلشتاین و کیلیان[2] (۲۰۰۷)، تاکید می‌کنند که افزایش هزینهٔ تولید و کاهش مصرف باعث کاهش مخارج سرمایه‌گذاری بنگاه می‌شود.

در میان روش‌های تجربی بررسی اثر شوک قیمت انرژی، دو نحله فکری در پژوهش‌های جدیدتر مورد توجه قرار گرفته است. نخست، مدل‌های ساختاری با تاکید بر داده‌های خرد (داده‌های مربوط به صنایع و کارگاه‌ها) هستند (Herrera, 2007). هرچند برخی از پژوهش‌ها نیز با مشکل داده در این سطح روبه‌رو هستند و از داده‌های کلان استفاده می‌کنند. دوم، مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی هستند که بازار انرژی داخلی یا خارجی را در مدل خود وارد می‌کنند. پژوهش‌های همیلتون (۱۹۸۸)، کیم و لوگانی[3] (۱۹۹۲)، روتمبرگ و وودفورد[4] (۱۹۹۶)، باکوس و کروچینی[5] (۲۰۰۰)، ابونوری و همکاران (۲۰۱۴)، و فرازمند و همکاران (۲۰۱۶)، به مدلسازی اثر شوک انرژی بر اقتصاد می‌پردازند. مدل‌های دووان و جسکی[6] (۲۰۰۸)، بودنشتاین و همکاران[7] (۲۰۱۱)، و آگویار ـ کونراریا و وِن[8] (۲۰۰۷)، انواع اصطکاک را مثل ریسک مالی و اثرات خارجی وارد مدل خود می‌کنند. لین و جیانگ[9] (۲۰۱۱)، به‌طور مشخص با استفاده از مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر به تخمین اثر شوک انرژی پس از اصلاحات احتمالی یارانه‌های انرژی می‌پردازند. آن‌ها نشان می‌دهند که حذف یارانه انرژی و عدم توزیع مجدد منابع حاصل از آن اشتغال و رشد را به میزان زیادی تحت تاثیر قرار می‌دهد. در صورتی که منابع حاصل از اصلاح نظام یارانه انرژی میان افراد تقسیم مجدد شود، اثرات به‌وجودآمده محدودتر می‌شود و تخصیص مجدد منابع به صنایعی بیش‌تر می‌شود که دارای مزیت نسبی در مصرف انرژی هستند. برای مدلسازی و تخمین تقاضای انرژی می‌توان از خیابانی و توسلی (۲۰۲۰)، باستان‌زاد (۱۳۷۷)، و قدوسی و همکاران (۲۰۱۸) استفاده کرد.

1. Herrera
2. Edelstein & Kilian
3. Kim & Lougani
4. Rotemberg & Woodford
5. Backus & Crucini
6. Dhawan & Jeske
7. Bodenstein *et al.*
8. Aguiar-Conraria & Wen
9. Lin & Jiang

با توجه به این‌که حوزه اصلاح قیمت انرژی همواره با تاخیر و مقاومت بخش‌های مختلف اقتصاد روبه‌روست، بررسی پژوهش‌های مهم حوزه اقتصاد سیاسی به‌طور مختصر، مغتنم به نظر می‌رسد. فرناندز و رودریک[1] (۱۹۹۱)، و رودریک (۱۹۹۳)، از مهم‌ترین پژوهش‌های این حوزه هستند که دلیل همراهی نکردن مردم با سیاست‌های اصلاحی را وجود نااطمینانی در خصوص برندگان و بازندگان اصلاحات می‌دانند. آن‌ها نشان می‌دهند که حتی سیاست‌هایی که به صورت پسینی برندگان بیش‌تری از بازندگانش دارد، به صورت پیشینی به دلیل وجود نااطمینانی بالا توسط مردم رد می‌شود. آلسینا و دریزن[2] (۱۹۹۱)، نشان می‌دهند که تضاد توزیعی منافع حاصل از اصلاحات می‌تواند به تاخیر در اصلاحات بیانجامد. دواتریپونت و رولاند[3] (۱۹۹۵)، پیشنهاد می‌دهند که دولت برای انجام اصلاحات به تصمیم‌های ناگهانی دست نزند و با اصلاحات تدریجی و ترجیحاً شروع اصلاحات از بخش‌هایی که بیش‌ترین منتفع‌شونده و کم‌ترین متضررشونده را دارد، اعتماد عمومی را جلب کند و برای اصلاحات بزرگ‌تر اعتبار کسب نماید.

ساختار مدل

مدل ارائه‌شده در این بخش برای تحلیل حذف یارانه‌های انرژی معرفی می‌شود. در طراحی و تصریح هسته مدل شامل بخش‌های خانوار، بنگاه، و دولت/ بانک مرکزی از مدل پژوهش مدنی‌زاده و ابراهیمیان (۲۰۱۸) استفاده می‌شود. به این مدل، بخش انرژی با معرفی دو نوع کالای غیرانرژی و کالای انرژی بدین صورت اضافه می‌شود: در بخش خانوار، مصرف خانوار از دو بخش سبد کالاهای غیرانرژی و سبد انرژی تشکیل می‌شود؛ البته تشکیل سرمایه به صورت تمام از محل کالاهای غیرانرژی انجام می‌گیرد. در بخش بنگاه، بنگاه نمونه علاوه بر سرمایه و نیروی کار، از نهاده انرژی برای تولید تقاضا می‌کنند. در بخش دولت و بانک مرکزی، دولت مالک تمام منابع انرژی هر دوره است که بخشی از آن را در بازار انرژی به خانوار و بنگاه عرضه می‌کند و مابقی را به قیمت جهانی صادر می‌کند و برای مخارج خود کسب درآمد می‌کند. بانک مرکزی نیز در هر دوره عرضهٔ پول را تعیین می‌کند. در ادامه، مدل تصمیم‌گیری هر بخش به‌طور مفصل تشریح می‌شود.

1. Fernandez & Rodrik
2. Alesina & Drazen
3. Dewatripont & Roland

خانوار

خانوار نمونه در تعادل با انتخاب میزان مصرف (c_t)، میزان عرضه کار $(h_t = 1 - l_t)$، میزان سرمایه‌گذاری (x_t)، میزان نگهداری پول (M_t)، و میزان قرض (B_t) در هر دوره، مطلوبیت طول عمر خود را بیشینه می‌کند. مسئله خانوار به صورت رابطه (۱) و (۲) نوشته می‌شود:

$$v = \max E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\log(c_t) + \psi \log(l_t)\right] \quad (۱)$$

$$s.t. \begin{cases} P_t c_{p,t} + P_{ne,t} x_{p,t} + M_t \le (1-\tau_t)\left[P_{ne,t} r_t k_{p,t} + P_{ne,t} w_t h_t + \Pi_t\right] + i_t B_t + M_{t-1} + S_t + V_t \\ \gamma P_t c_t + B_t \le M_{t-1} \end{cases} \quad (۲)$$

در این‌جا $(c_{p,t})$ مصرف خصوصی و $(x_{p,t})$ سرمایه‌گذاری خصوصی است که خانوار برای آن‌ها پرداخت می‌کند. از طرف دیگر، (w_t) و (r_t) به‌ترتیب دستمزد حقیقی و نرخ اجاره سرمایه هستند که میزان درآمد خانوار را از محل عرضه کار و سرمایه مشخص می‌کنند. همچنین، (Π_t) سود بنگاه‌هاست که درآمد دیگر خانوار به عنوان صاحب بنگاه‌هاست. درآمد دیگر خانوار از محل چاپ پول بانک مرکزی (S_t)[1] است. دولت مالیات نسبتی با نرخ (τ_t) از درآمد خانوار را از محل عرضه کار و اجاره سرمایه و سود بنگاهداری می‌گیرد و به خانوار به مقدار (V_t) سوبسید می‌دهد. با توجه به نتایج کالیبراسیون در پژوهش مدنی‌زاده و ابراهیمیان (۲۰۱۸)، کشش جانشینی بین‌دوره‌ای مصرف معادل واحد گرفته می‌شود و تابع مطلوبیت به صورت لگاریتمی تصریح می‌شود. در مسئله بهینه‌یابی خانوار، متغیر $(P_{ne,t})$ قیمت کالای غیرانرژی تولیدشده توسط بنگاه‌های اقتصاد، و (P_t) شاخص کل قیمت کالای مصرفی مرکب از کالاهای غیرانرژی و انرژی است. مطلوبیت خانوار تابعی از متغیر مصرف کل (c)، و (c) تابعی از مصرف کالاهای غیرانرژی (c_{ne}) و کالاهای انرژی (e_h) است. مسئله تخصیص مخارج مصرفی بین دو نوع کالا به صورت رابطه (۳) و (۴) است:

$$\max_{c_{ne}, e_h} c = \left[(1-\chi_h)^{\frac{1}{\theta_h}} c_{ne,t}^{\frac{\theta_h - 1}{\theta_h}} + \chi_h^{\frac{1}{\theta_h}} e_{h,t}^{\frac{\theta_h - 1}{\theta_h}}\right]^{\left(\frac{\theta_h}{\theta_h - 1}\right)} \quad (۳)$$

$$s.t\ P_{ne,t}\, c_{ne,t} + P_{eh,t}\, e_{h,t} \le P_t c_t \quad (۴)$$

1. Helicopter Drop

در این‌جا (θ_h) کشش جانشینی بین دو نوع مصرف خانوار و (χ_h) مشخص‌کننده سهم کالای انرژی در مطلوبیت است. به علاوه، (P_{eh}) قیمت کالای انرژی برای خانوار است که توسط دولت تعیین می‌شود و خانوار آن را از بازار داده‌شده می‌گیرد.

بنگاه

در اقتصاد دو نوع بنگاه از نظر فناوری تولید وجود دارد: فناوری بنگاه اول غیرانرژی‌بر است و نهاده‌های نیروی کار و سرمایه را بکار می‌برد، و فناوری بنگاه دوم انرژی‌بر[1] است و به‌جای سرمایه از نهاده انرژی در فرایند تولید استفاده می‌کند. کالای غیرانرژی اقتصاد از تجمیع خروجی این دو بنگاه تشکیل می‌شود. مسئله بهینه‌یابی دو بنگاه به صورت روابط (۵) تا (۸) نوشته می‌شود:

$$\max \Pi_{1,t} = P_{1,t}y_{1,t} - P_{ne,t}w_t h_t - P_{ne,t}r_t k_t \quad (۵)$$

$$s.t.\, y_{1,t} \le A_t h_{1,t}^{1-\alpha} k_t^{\alpha} \quad (۶)$$

$$\max \Pi_{2,t} = P_{2,t}y_{2,t} - P_{ne,t}w_t h_t - P_{ef,t}e_{f,t} \quad (۷)$$

$$s.t.\, y_{2,t} \le A_t h_{2,t}^{1-\alpha} e_{f,t}^{\alpha} \quad (۸)$$

در این‌جا ($y_{1,t}$) و ($y_{2,t}$) به‌ترتیب تولید کالای غیرانرژی‌بر و کالای انرژی‌بر، و ($h_{1,t}$) و ($h_{2,t}$) نیروی کار استخدام‌شده در بنگاه‌های غیرانرژی‌بر و انرژی‌بر است. همچنین، ($P_{ef,t}$) قیمت حامل‌های انرژی برای بنگاه است که توسط دولت تعیین می‌شود. کالای غیرانرژی در اقتصاد با قیمت ($P_{ne,t}$) حاصل تجمیع دو نوع کالا با سهم متفاوت و با کشش جانشینی (ϕ) در بخش تجمیع‌گر است. مسئله بهینه‌سازی این بخش بدین رابطهٔ (۹) و (۱۰) نوشته می‌شود:

$$\max P_{ne,t}y_t - P_{1,t}y_{1,t} - P_{2,t}y_{2,t} \quad (۹)$$

$$s.t\; y \le \left[(1-\xi)^{\frac{1}{\phi}} y_1^{\frac{\phi-1}{\phi}} + \xi^{\frac{1}{\phi}} y_2^{\frac{\phi-1}{\phi}}\right]^{\frac{\phi}{\phi-1}} \quad (۱۰)$$

پارامتر (ξ) نقش کالای انرژی‌بر را در تولید نهایی اقتصاد مشخص می‌کند و پارامتر (ϕ) تعیین‌کنندهٔ کشش سهم هزینه انرژی در تولید کل نسبت به قیمت انرژی برای بنگاه‌هاست. می‌توان نشان داد که مجموع دو نوع بنگاه با فناوری متفاوت که در شرایط رقابتی سود خود را بیشینه می‌کنند، به همراه تجمیع‌گرهای فوق که از ستاندهٔ دو نوع بنگاه به عنوان نهاده استفاده می‌کند و

1. Energy Intensive

کالای غیرانرژی را در شرایط رقابتی بر اساس بهینه کردن سود تولید می‌کند، معادل با فعالیت یک بنگاه است که با تجمیع نهاده‌های انرژی و سرمایه و با بکارگیری نیروی کار، کالای غیرانرژی اقتصاد را در شرایط بازار رقابتی و با انگیزهٔ بیشینه کردن سود تولید می‌کند. تابع فناوری این بنگاه نماینده تابعی از پارامترهای دو نوع بنگاه واقعی بالا و پارامترهای تجمیع‌گر است. با در نظرگرفتن متغیر (q_t) به صورت فروش کل بنگاه در هر دوره، مسئله بنگاه نمونه به صورت رابطه (۱۱) و (۱۲) است:

$$\max P_{ne,t}q_t - P_{ne,t}w_t h_t - P_{ne,t}r_t k_t - P_{ef,t}e_{f,t} \qquad (۱۱)$$

$$s.t.\, q_t \le A h_t^{1-\alpha}\left\{\left[(1-\chi_f)^{\frac{1}{\theta_f}} k_t^{\frac{\theta_f-1}{\theta_f}} + \chi_f^{\frac{1}{\theta_f}} e_{f,t}^{\frac{\theta_f-1}{\theta_f}}\right]^{\frac{\theta_f}{\theta_f-1}}\right\}^{\alpha} \qquad (۱۲)$$

در این‌جا (θ_f)، کشش جانشینی بین نهاده‌ها، تابعی از (ϕ)، کشش جانشینی کالای ۱ و ۲ در اقتصاد واقعی، و (α) سهم هزینه سرمایه و انرژی در تولید غیرانرژی اقتصاد واقعی است: $(\theta_f = (1-\alpha) + \alpha\phi)$. همچنین، سهم انرژی در تولید بنگاه نمونه همان سهم کالای انرژی‌بر در تولید کل اقتصاد است: $(\chi_f = \xi)$. در مدلسازی جدید بنگاه‌ها، ارزش‌افزودهٔ حقیقی بخش غیرانرژی اقتصاد در اثر فعالیت نیروی کار و سرمایه را می‌توان در هر دوره به صورت $(y_t = w_t h_t + r_t k_t)$ نوشت. با توجه به تصریح انجام‌شده در بالا برای بنگاه نمونه اقتصاد، سهم هزینه نیروی کار از تولید غیرانرژی اقتصاد همیشه ثابت و معادل با $(\alpha - 1)$ است. همچنین، فرم تابعی فناوری بنگاه نسبت به نهاده انرژی به صورت جانشین با سرمایه در نظرگرفته می‌شود. برای تایید این تصریح بر مبنای شواهد آماری اقتصاد ایران لازم است سری زمانی سهم هزینه انرژی در تولید اقتصاد به همراه قیمت نسبی نهاده انرژی برای بنگاه‌های اقتصاد موجود باشد. با این حال، تنها داده موجود سهم هزینه انرژی در بخش صنعت، و مقدار انرژی مصرف‌شده برای کل اقتصاد است. بدین ترتیب، نمی‌توان این شیوه تصریح را با روندهای موجود در داده‌های اقتصاد تطبیق داد و در این‌جا به‌ناچار تابع فناوری بنگاه نمونه را تنها می‌توان با استفاده از مدل‌های استاندارد تصریح کرد.

دولت و بانک مرکزی

دولت در مدل صاحب منابع انرژی است و در کنار اخذ مالیات با فروش منابع انرژی کسب درآمد می‌کند. درآمد دولت علاوه بر مخارج جاری و عمرانی که خود را در مصرف و سرمایه‌گذاری کل نشان

می‌دهد و جانشین کامل مصرف و سرمایه‌گذاری خصوصی فرض می‌شود[1]، صرف پرداخت انتقالی به صورت سوبسید به خانوار نمونه نیز می‌شود. کل منابع انرژی که در هر دوره استخراج می‌شود در دو بازار عرضه می‌شود. بخشی از آن توسط خانوار و بنگاه نمونه با قیمت‌های مشخص‌شده توسط دولت تقاضا می‌شود و به فروش می‌رسد، و مابقی توسط دولت به قیمت جهانی به سایر کشورها صادر می‌شود. بدین ترتیب، قید منابع و مخارج دولت را می‌توان به صورت رابطه (۱۳) نوشت:

$$G_t + V_t = \tau_t P_{ne,t} y_t + P_{eo,t} e_{o,t} + P_{ef,t} e_{f,t} + P_{eh,t} e_{h,t} + D_t \qquad (۱۳)$$

در این‌جا ($G_t = P_t c_{g,t} + P_{ne,t} x_{g,t}$) مخارج اسمی دولت شامل مخارج جاری و عمرانی، (V_t) میزان پرداخت انتقالی دولت به خانوار نمونه، و (D_t) میزان کسری دولت است که از راه استقراض از بانک مرکزی تامین می‌شود. همچنین، ($P_{eo,t}$) قیمت جهانی انرژی است و ($e_{eo,t}$) میزان انرژی صادرشده به خارج از کشور توسط دولت است که همان باقی‌مانده منبع انرژی هر دوره پس از تقاضای داخلی آن است. چاپ پول توسط بانک مرکزی ابتدا کسری بودجه دولت را پوشش می‌دهد و سپس، به صورت انتقالی توسط خانوار نمونه دریافت می‌شود[2]. بنابراین، رابطه ترازنامه بانک مرکزی را می‌توان به صورت رابطه (۱۴) نوشت:

$$\Delta M_t = S_t + D_t \qquad (۱۴)$$

در سناریوهای متفاوت می‌توان قواعد متفاوت سیاست عرضه پول ازجمله رشد حجم پول، ($\frac{\Delta M}{M}$) را با مقدار ثابت در هر دوره مدلسازی و تحلیل کرد.

نتایج

در این بخش، سناریوهای افزایش قیمت انرژی مدلسازی‌شده و اثر سیاست آزادسازی قیمت‌های بازار انرژی و پرداخت سوبسید در اقتصاد ایران بر متغیرهای کلان ازجمله تولید و تورم، و همچنین

۱. فرض جانشینی سرمایه‌گذاری خصوصی و عمومی کمک می‌کند که کانال‌های اثرگذاری تفکیک شوند. بررسی اثر میزان ضریب فزاینده مالی لازم است در پژوهشی جداگانه انجام و معین شود که ۱ درصد افزایش سرمایه‌گذاری عمومی چند درصد تولید کل و بهره‌وری را افزایش می‌دهد. در این صورت، می‌توان سرمایه‌گذاری عمومی را جدا کرد و بر اساس داده‌های سال‌های گذشته میزان تخصیص کل منابع به سرمایه‌گذاری را در مدل دولت وارد کرد و اثر آن را بر تولید کل در نظر گرفت. در این صورت، اثرها و کانال‌های اثرگذاری بررسی می‌شود.

۲ بدهی بانک‌ها به بانک مرکزی در مدل جاری که سیستم بانکی به صورت مجزا وجود ندارد، حکم پرداخت یارانه پولی به خانوار را دارد.

بر رفاه خانوار نمونه اقتصاد تحلیل می‌شود. در انتها، نتایج برحسب پارامترهای مدل تحلیل حساسیت می‌شود. حل مدل در حالت کلی، و به‌طور مشخص در حالت پایدار و پاسخ گذرا، و کالیبراسیون مدل مشابه در پیوست ارائه می‌شود. سیاست مالی و پولی بدین صورت در نظرگرفته می‌شود: نرخ مالیات بر درآمد خانوار به مقدار ۱/۷ درصد (مطابق تاریخ گذشته اقتصاد ایران)، و قبل و بعد از آزادسازی ثابت در نظرگرفته می‌شود. علاوه بر مالیات، دولت از فروش انرژی در بازار داخل و صادرات آن کسب درآمد می‌کند. پس کسری بودجه دولت صفر است و دولت نمی‌تواند بیش‌تر از درآمد خود خرج کند و سوبسید دهد. سیاست پولی نیز به صورت ساده حجم پول را با نرخ ثابت ۵ درصد فصلی افزایش می‌دهد. پیش از اجرای سیاست هدفمندی، درآمد حاصل از منابع انرژی ۱۲ درصد کل درآمد اقتصاد است. همچنین، فرض می‌شود قیمت انرژی در بازار داخل برای خانوار و بنگاه به مقدار نصف قیمت جهانی آن توسط دولت تنظیم می‌شود. با این قیمت، از کل منابع انرژی در هر دوره اقتصاد حدود ۲۵ درصد آن توسط خانوار و ۳۵ درصد آن توسط بنگاه در داخل مصرف و ۴۰ درصد مابقی با قیمت جهانی صادر می‌شود.

در ادامه، رفتار متغیرهای کلان و رفاه خانوار نمونه برای دو سناریو تحلیل می‌شود، و برحسب پارامترهای بخش انرژی مدل، آزمون حساسیت انجام می‌گیرد. در سناریوی نخست، قیمت انرژی برای خانوار و بنگاه با ۱۰۰ درصد افزایش به قیمت جهانی آن می‌رسد. در سناریوی دوم، تنها قیمت انرژی برای خانوار افزایش دارد و به قیمت جهانی می‌رسد و قیمت انرژی برای بنگاه ثابت می‌ماند. توجه به این نکته لازم است که در این سناریوها پس از افزایش قیمت نسبی ثابت می‌ماند، یعنی قیمت‌های اسمی انرژی در هر دوره با تورم تعدیل می‌شود و منابع حاصل بین خانوارها توزیع می‌شود.

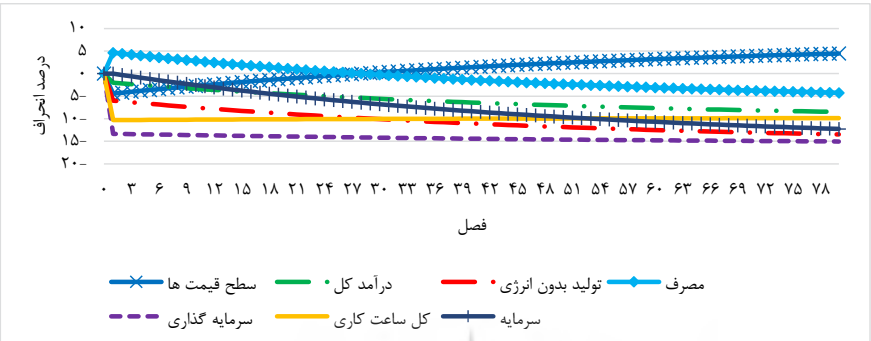
پاسخ متغیرهای کلان

در این بخش، پاسخ متغیرهای کلان اقتصاد به دو سناریوی آزادسازی قیمت انرژی برای خانوار و بنگاه در بازار داخل تحلیل می‌شود. ابتدا سناریوی افزایش قیمت انرژی برای حامل‌های انرژی مصرفی خانوار و بنگاه، و سپس سناریوی افزایش قیمت انرژی تنها برای حامل‌های انرژی مصرفی خانوار تحلیل می‌شود. در ادامه، تغییر در سهم مصرف منابع انرژی توسط خانوار و بنگاه در داخل، و همچنین صادرات به خارج بررسی، و اثر افزایش قیمت در شدت مصرف انرژی در داخل بررسی می‌شود. در نهایت، مقدار افزایش مخارج دولت، و همچنین مقدار سوبسید به خانوار برای سناریوهای مختلف تحلیل می‌شود.

سناریوی افزایش قیمت انرژی برای خانوار و بنگاه

در شکل (۱)، پاسخ متغیرهای حقیقی و اسمی کلان در سناریوی افزایش ۱۰۰ درصدی قیمت نسبی حامل‌های انرژی برای خانوار و بنگاه به منظور رسیدن به سطح قیمت‌های جهانی انرژی و توزیع منابع به‌دست‌آمده از آن میان تمام مردم رسم می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود، ارزش‌افزوده غیرانرژی (ارزش‌افزوده سرمایه و نیروی کار) به میزان تقریبی شش درصد افت پیدا کرده است. افزایش قیمت انرژی برای بنگاه‌ها باعث کاهش تقاضای بنگاه‌ها از مصرف انرژی می‌شود. با کاهش مصرف انرژی در بنگاه‌ها، بهره‌وری سرمایه و نیروی کار کاهش پیدا می‌کند و بدین ترتیب، تقاضای این دو نهاده در اقتصاد کاهش می‌یابد. در عین حال، افزایش قیمت نسبی کالای انرژی با افزایش قیمت سبد مصرفی خانواری همراه است و درآمد دستمزد او بر اساس بهره‌وری در تولید کالای غیرانرژی است. در نتیجه، افزایش قیمت انرژی با افزایش هزینهٔ واحد مصرف، انگیزه منفی برای عرضه کار ایجاد می‌کند. کاهش تقاضای سرمایه و نیروی کار بنگاه‌ها و کاهش عرضه کار خانوارها باعث کاهش سرمایه‌گذاری و میزان کار در اقتصاد می‌شود. کاهش میزان کار در اقتصاد باعث کاهش آنی تولید غیرانرژی در اقتصاد می‌شود. کاهش سرمایه‌گذاری نیز در میان‌مدت و بلندمدت باعث کاهش سطح سرمایه در اقتصاد می‌شود و در نتیجه، ارزش‌افزوده غیرانرژی به مرور زمان افت بیش‌تری پیدا می‌کند. افت سرمایه تا جایی ادامه دارد که اثر کاهش بهره‌وری سرمایه به دلیل کاهش نیروی کار و انرژی مصرفی بنگاه‌ها با کاهش سطح سرمایه و در نتیجه، افزایش بهره‌وری سرمایه به دلیل نزولی بودن بازده سرمایه در تابع تولید جبران شود، و بهره‌وری خالص سرمایه بار دیگر به مقدار نرخ رجحان زمانی القاشده با عرضه پرکشش سرمایه در بلندمدت توسط خانوار برسد. با افزایش قیمت انرژی در بازار داخل و کاهش تقاضای بنگاه‌های داخلی از انرژی و صادرات آن به قیمت جهانی توسط دولت، درآمد اقتصاد از محل منابع انرژی افزایش می‌یابد. نکته جالب این‌جاست که افت ارزش‌افزوده غیرانرژی (y) و ارزش نسبی کالای غیرانرژی (p_{ne}) به مقداری زیاد است که اثر مثبت درآمد انرژی در درآمد کل اقتصاد (y^T) را جبران می‌کند، و در نهایت درآمد کل اقتصاد همانند تولید غیرانرژی، البته با شدت کم‌تر به مقدار دو درصد افت می‌کند. افت درآمد دائمی اثر منفی بر مصرف دارد، ولی کاهش بهره‌وری سرمایه باعث می‌شود که خانوار در انتخاب میزان مصرف خود در طول زمان تعجیل کند، یا به عبارت دیگر سرمایه‌گذاری را با مصرف جانشین کند. در نتیجه، خانواری که دریافت‌کننده سوبسید از محل افزایش درآمد منابع انرژی اقتصاد است، مصرف خود را افزایش می‌دهد. اما در بلندمدت با بیش‌تر شدن افت

درآمد دائمی به دلیل افت بیش‌تر تولید غیرانرژی مصرف خانوار نیز کاهش می‌یابد.



شکل ۱: پاسخ متغیرهای کلان با افزایش قیمت‌های انرژی برای خانوار و بنگاه‌ها به میزان ۱۰۰ درصد

درصد تغییر متغیرهای سطح عمومی قیمت‌ها (P)، درآمد کل (y^T)، ارزش‌افزوده غیرانرژی $(y = rk + wh)$، مصرف (c)، سرمایه‌گذاری (x)، مقدار کار (h)، و سرمایه (k) در اثر افزایش دائمی قیمت‌های حقیقی انرژی برای خانوار (p_{eh}) و برای بنگاه (p_{ef}) به میزان ۱۰۰ درصد به منظور رسیدن به قیمت جهانی انرژی (p_o) رسم شده است. بنابراین، انحراف سطح عمومی قیمت‌ها در هر دوره نسبت به حالتی که آزادسازی صورت نگیرد و انحراف نسبت به مقادیر تعادل پایدار اولیه برای متغیرهای حقیقی به‌دست می‌آید.

اما رفتار سطح عمومی قیمت‌ها برخلاف انتظار است. با وجود افزایش قیمت‌های انرژی در بازار داخل، ابتدا سطح عمومی قیمت‌ها کاهش می‌یابد؛ البته با گذشت زمان بیش‌تر می‌شود. در مجموع، این افت و خیز در محدودهٔ پنج درصد است. بر اساس توضیح پاراگراف قبل، مصرف در ابتدا افزایش می‌یابد، و افزایش مصرف و در نتیجه افزایش مبادلات خانوار، تقاضای حقیقی پول توسط خانوار را بیش‌تر می‌کند. در عین حال، عرضه پول طبق سیاست بانک مرکزی بدون تغییر، و رشد ثابت حجم پول مانند پیش از اجرای سیاست است. افزایش تقاضای حقیقی پول باعث می‌شود که ارزش حقیقی پول در اقتصاد زیاد شود. به عبارت دیگر، سطح عمومی قیمت‌ها کاهش یابد. با گذشت زمان البته مصرف به مقدار کم‌تر از تعادل پایدار اولیه می‌رسد و در نتیجه، سطح قیمت‌ها به مقدار بیش‌تری می‌رسد. با توجه به افت و خیز مصرف در بازه پنج درصد انتظار می‌رود سطح قیمت‌ها در نتیجهٔ اجرای

سیاست هدفمندی در همین مرتبه بزرگی افت و خیز کند.

در این‌جا توجه به سه مطلب ضروری است. مطلب نخست این‌که در مدل ارائه‌شده هیچ چسبندگی در تعدیل قیمت‌ها وجود ندارد[1]. بدین ترتیب با افزایش قیمت کالاهای انرژی و با سازوکار افزایش تقاضای حقیقی پول، سطح عمومی قیمت کالاهای غیرانرژی می‌تواند به‌گونه‌ای تعدیل شود که در نتیجه، سطح عمومی قیمت‌ها نسبت به حالت اجرا نشدن سیاست افت کند[2]. مطلب دوم این‌که علت کاهش قیمت‌ها همان‌طور که گفتیم افزایش مصرف است و افزایش مصرف وقتی صورت می‌گیرد که آزاد شدن منابع انرژی و افزایش درآمد انرژی در اثر اجرای سیاست افزایش قیمت‌های انرژی، در قالب سیاست مالی انبساطی یا سوبسید به خانوار نمونه اقتصاد برسد. در صورتی که به‌طور مثال، منابع آزادشده در صندوق ذخیره ارزی صرفاً پس‌انداز شود و از اقتصاد خارج شود، یا با تاخیر به اقتصاد وارد شود، نتیجه متفاوت خواهد بود. مطلب سوم هم این‌که در این‌جا فرض می‌شود کسری بودجهٔ دولت صفر است. در صورتی که برای مثال دولت خود را متعهد به پرداخت سوبسید بیش از مقدار درآمد دریافتی از محل منابع اجرای سیاست آزادسازی قیمت انرژی کند، کسری بودجه دولت در صورت نبود پاسخ صحیح سیاستگذار پولی در انتشار پول، تورم تعادل پایدار اقتصاد را افزایش می‌دهد و در نتیجه سطح عمومی قیمت‌ها از مقدار بدون اجرای سیاست در هر دوره به‌طور مداوم فاصله می‌گیرد[3].

سناریوی افزایش قیمت انرژی برای خانوار

در شکل (۲)، پاسخ متغیرهای حقیقی و اسمی کلان در سناریوی افزایش ۱۰۰ درصدی قیمت نسبی حامل‌های انرژی تنها برای خانوار به منظور رسیدن به سطح قیمت‌های جهانی انرژی رسم

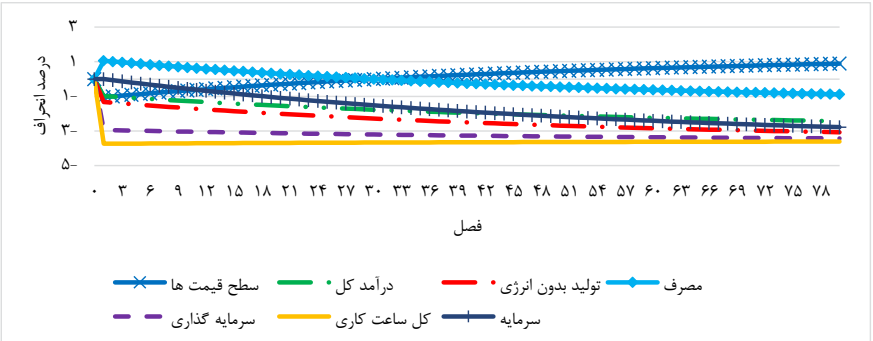
۱. در رابطه با چسبندگی ضعیف قیمت‌ها در بازه فصل اقتصاد ایران رجوع کنید به بیات و مدنی‌زاده (۱۳۹۴).

۲. توجه داشته باشید که این افت سطح قیمت‌ها در هر دوره نسبت به حالتی است که در آن سیاست آزادسازی قیمت‌ها اجرا نمی‌شود. در تعادل پایدار اولیه اقتصاد با رشد پول و تورم سالانه ۲۰ درصد، قیمت‌ها در هر دوره در حال افزایش هستند. کاهش قیمت گزارش‌شده در اثر افزایش قیمت‌های نسبی انرژی در رابطه با انحراف از این روند رشد ثابت است و با لحاظ تورم بلندمدت، حتی با اجرای سیاست هدفمندی یارانه‌ها در هر دوره تورم مثبت است.

۳. اگر سیاست پولی رشد حجم پول ثابت نبود، طبیعتاً سطح عمومی قیمت‌ها می‌توانست رفتار متفاوتی داشته باشد و در واکنش به افزایش تقاضای مصرفی عرضه پول زیاد شود که در این صورت افت قیمت‌ها محقق نمی‌شد. ولی سیاست عرضه پول با رشد ثابت باعث می‌شود که رشد تقاضای پول به افزایش قیمت‌ها منجر نشود.

شده است. قیمت نسبی حامل‌های انرژی مصرفی بنگاه‌ها به همان مقدار نصف قیمت‌های جهانی ثابت نگه داشته می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود، افت و خیز متغیرهای کلان در این سناریو کم‌تر از افت و خیز آن‌ها در سناریوی قبلی است. دلیل این امر کم‌تر بودن شدت سیاست آزادسازی، یعنی آزادسازی قیمت انرژی تنها برای خانوار است.

در سناریوی دوم، ارزش‌افزوده غیرانرژی به‌طور آنی افت می‌کند، البته افت آن ۳/۱ درصد و کم‌تر از افت تولید غیرانرژی در سناریوی قبلی است. در این سناریو، قیمت انرژی برای بنگاه ثابت است و سازوکار افت بکارگیری انرژی در بنگاه‌ها و در نتیجه افت تقاضای نهاده‌ها مانند سناریوی قبل فعال نیست. اما سازوکار کاهش عرضه نیروی کار همچنان فعال است. افزایش قیمت انرژی برای خانوار قیمت سبد مصرفی خانوار را افزایش می‌دهد و همانند برداشتن سوبسید از مصرف، هزینه نسبی مصرف به استراحت را برای خانوار افزایش می‌دهد. بدین ترتیب، عرضه کار و در نتیجه مقدار تعادلی کار کاهش می‌یابد. کاهش مقدار تعادلی کار به کاهش بهره‌وری سرمایه و انرژی در بنگاه‌ها منجر می‌شود. کاهش بهره‌وری سرمایه همانند سناریوی قبل تعجیل در الگوی مصرفی خانوار و جانشین شدن سرمایه‌گذاری با مصرف را به همراه دارد. در نتیجه، مصرف خانوار در عین کاهش درآمد اقتصاد، در نتیجهٔ کاهش ارزش‌افزوده غیرانرژی و ارزش کالای غیرانرژی افزایش می‌یابد که خود با کاهش میل نهایی به مصرف، انگیزهٔ منفی برای عرضه کار را بیش‌تر می‌کند و چرخه رکودی توضیح داده‌شده را تشدید می‌کند. امکان صادرات انرژی با قیمت‌های بالای جهانی یا فروش انرژی با قیمت بالاتر در بازار داخل به خانوار این امکان را به دولت می‌دهد که درآمد بیش‌تری داشته باشد که این درآمد از کانال سیاست انبساطی مالی یا سوبسید به اقتصاد وارد می‌شود و باعث می‌شود افت درآمد کل ناشی از افت تولید و ارزش کالای غیرانرژی جبران شود. البته از آن‌جایی که انرژی تنها برای خانوار گران می‌شود و خانوار درصد کم‌تری از مصرف منابع انرژی دارد، این جبران نسبت به سناریوی قبل کم‌تر است. در نهایت، کاهش سرمایه‌گذاری و در نتیجه کاهش سرمایه در میان‌مدت و بلندمدت باعث کاهش تولید غیرانرژی و کاهش بهره‌وری نهاده‌های تولید و انرژی، و در نتیجه تقاضای آن‌ها در میان‌مدت و بلندمدت می‌شود و باعث می‌شود که افت تولید غیرانرژی با گذشت زمان افزایش یابد و افت درآمد نیز بیش‌تر شود. با کاهش بیش‌تر درآمد و درآمد دائمی در میان‌مدت و بلندمدت، در نهایت مصرف کاهش می‌یابد. در نتیجه، با افزایش و سپس کاهش مصرف نسبت به روند تعادل پایدار اولیه اقتصاد، سطح عمومی قیمت‌ها نیز با سازوکار توضیح داده‌شده در سناریوی قبل ابتدا به پایین‌تر از روند در هر دوره و سپس به بالاتر از روند می‌رود. البته افت و خیز در نهایت در بازهٔ یک درصد است.



شکل ۲: پاسخ متغیرهای کلان با افزایش قیمت‌های انرژی برای خانوارها به میزان ۱۰۰ درصد

درصد تغییر متغیرهای سطح عمومی قیمت‌ها (P)، درآمد کل (y^T)، ارزش‌افزوده غیرانرژی $(y = rk + wh)$، مصرف (c)، سرمایه‌گذاری (x)، مقدار کار (h)، و سرمایه (k) در اثر افزایش دائمی قیمت‌های حقیقی انرژی تنها برای خانوار (p_{eh}) به میزان ۱۰۰ درصد برای رسیدن به قیمت جهانی انرژی (p_o) رسم شده است. بنابراین، انحراف سطح عمومی قیمت‌ها در هر دوره نسبت به حالتی که آزادسازی صورت نگیرد و انحراف نسبت به مقادیر تعادل پایدار اولیه برای متغیرهای حقیقی به‌دست می‌آید.

شدت انرژی در اقتصاد

افزایش قابل‌توجه قیمت‌های انرژی با اجرای سیاست‌های آزادسازی قیمت‌های انرژی باعث افت چشمگیر مصرف انرژی توسط خانوار و بنگاه در داخل اقتصاد می‌شود و کسر بیش‌تری از منابع انرژی در هر دوره صرف صادرات به خارج می‌شود. بدین ترتیب، پس از افزایش ۱۰۰ درصدی قیمت‌های انرژی شدت انرژی در اقتصاد کاهش می‌یابد. مصرف انرژی در داخل پس از اجرای سیاست، رفتار زمان گذار خاصی را نشان نمی‌دهد و پس از یک جهش اولیه از تعادل پایدار اولیه به مقداری نزدیک به تعادل پایدار نهایی می‌رسد. توضیح این‌که مقادیر مصرف انرژی در داخل پس از تغییر ۱۰۰ درصدی قیمت‌ها تغییر قابل‌توجهی می‌کنند. پس از آن، اما قیمت‌های نسبی ثابت نگه داشته می‌شود و افت و خیز مقدار مصرف انرژی تنها در نتیجهٔ دینامیک متغیرهای کلان ازجمله سرمایه و مصرف روی می‌دهد. با توجه به شکل‌های (۱) و (۲)، افت و خیز متغیرهای کلان در هر دو سناریو کم‌تر از ۱۰

درصد است. بدین ترتیب، انتظار نمی‌رود مصرف انرژی توسط خانوار و بنگاه تغییری مانند شوک اولیه قیمتی داشته باشد. بنابراین، برای تحلیل تغییر مصرف انرژی در داخل به گزارش مقادیر تعادل پایدار اولیه و نهایی اکتفا می‌شود.

در جدول (۱)، سهم مصرف منابع انرژی اقتصاد توسط خانوار و بنگاه در داخل و صادرات آن به خارج و همچنین، شدت انرژی در اقتصاد نشان داده می‌شود. با توجه به اعداد و ارقام جدول، اجرای سناریوی نخست، یعنی قرار دادن قیمت انرژی برای خانوار و بنگاه به مقدار جهانی با افزایش ۱۰۰ درصدی قیمت‌ها، سهم انرژی مصرفی را در داخل حدود ۶۰ درصد کاهش می‌دهد و بدین ترتیب، انرژی صادرشده از ۴۰ درصد به ۷۵ درصد کل منابع هر دوره می‌رسد. همچنین با اجرای این سناریو، شدت انرژی با تعریف مصرف انرژی به کل درآمد اقتصاد تقریباً نصف می‌شود و از مقدار ۱ به ۰/۴۸ می‌رسد. در این صورت طبق آمار جهانی، شدت انرژی[1] در سال ۲۰۱۱ برای ۱۹۹ کشور، ایران در شدت انرژی از رتبه ۱۰ام به ۴۰ام می‌رود[2]. در اجرای سناریوی دوم طبق انتظار، مصرف انرژی کاهش کم‌تری دارد و سهم انرژی صادرشده از ۴۲ درصد به ۵۶ درصد می‌رسد و شدت انرژی با تعریف مصرف انرژی به کل درآمد اقتصاد از ۱ به ۰/۷۹ می‌رسد.

جدول ۱: کمّیت‌های مصرف و شدت انرژی در اقتصاد با آزادسازی قیمت‌های انرژی

کمّیت	متغیر در مدل	تعادل پایدار اولیه	اجرای سناریوی یکم	اجرای سناریوی دوم
سهم انرژی مصرفی خانوارها	e_h/e_0	٪۲۳	٪۱۱	٪۱۱
سهم انرژی مصرفی بنگاه‌ها	e_f/e_0	٪۳۵	٪۱۴	٪۳۳
سهم انرژی صادرشده	e_o/e_0	٪۴۲	٪۷۵	٪۵۶
شدت انرژی (۱)	$(e_h+e_f)/y$	۱/۱۴	۰/۵۸	۰/۹۰
شدت انرژی (۲)	$(e_h+e_f)/y^T$	۱	۰/۴۸	۰/۷۹

کمّیت‌های معرف مصرف انرژی، پس از اجرای سناریوی افزایش دائمی قیمت حقیقی انرژی برای خانوار و بنگاه (سناریوی یکم) و سناریوی افزایش دائمی قیمت حقیقی انرژی تنها برای خانوار (سناریوی دوم)

1. http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=92&pid=46&aid=2

۲. شدت انرژی به صورت مصرف نهایی انرژی تقسیم بر تولید ناخالص داخلی کشورها معادل‌سازی، و با نرخ بازاری دلار آمریکا در هر کشور محاسبه می‌شود.

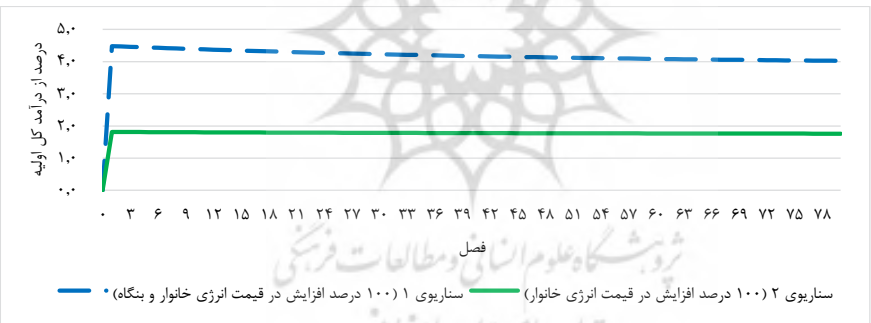
به مقدار ۱۰۰ درصد به منظور رسیدن به قیمت جهانی انرژی در تعادل پایدار گزارش و با مقادیر قبل از اجرای سناریو مقایسه شده است. برای نمایش تغییر در شدت انرژی، دو نسبت مصرف انرژی به ارزش‌افزوده غیرانرژی و مصرف انرژی به کل درآمد اقتصاد محاسبه می‌شود. در این‌جا لازم است به یک مطلب مهم اشاره شود. کاهش مصرف انرژی گزارش‌شده در جدول (۱)، تنها ناشی از پاسخ بهینه آحاد اقتصادی به تغییر در قیمت انرژی، با ثابت ماندن فناوری بنگاه‌ها و تابع مطلوبیت خانوار است. به عبارت دیگر، در مدل ارائه‌شده فرم تابعی فناوری و مطلوبیت ثابت است و افت مصرف نه به دلیل تغییر در نوع فناوری یا تغییر الگوی مصرفی، بلکه صرفاً به دلیل پاسخ بهینه آحاد اقتصادی به تغییر در قیمت انرژی در چارچوب فرم فناوری و مطلوبیت قبلی است. در واقعیت می‌دانیم که افزایش قیمت انرژی، بنگاه‌ها و خانوارها را به پرداخت هزینه‌های ثابت برای تغییر نوع فناوری و افزایش کارایی مصرف انرژی ترغیب می‌کند. در واقع با افزایش قیمت انرژی، پرداخت هزینه‌های ثابت[1] برای تغییر فرم تابع فناوری و تابع مطلوبیت به سمت صرفه‌جویی بیش‌تر در مصرف انرژی برای بنگاه و خانوار بهینه می‌شود. علاوه بر این، با افزایش قیمت انرژی، در بخش تحقیق‌وتوسعه اقتصاد[2] تولید دانش برای افزایش بهره‌وری انرژی بهینه می‌شود و در نتیجه، فناوری‌های کاراتر از نظر مصرف انرژی در اقتصاد معرفی می‌شوند. بدین ترتیب، با افزایش قیمت انرژی و افزایش عرضه و تقاضای فناوری‌های کاراتر در استفاده از انرژی، مصرف انرژی به مقدار بیش‌تری نسبت به پیش‌بینی مدل کاهش می‌یابد. بنابراین، برای محاسبه دقیق مصرف انرژی لازم است در پژوهش‌های بعدی این سازوکار که البته در میان‌مدت و بلندمدت فعال می‌شود، تحلیل، و شدت اهمیت آن محاسبه شود.

گشایش درآمد دولت

اگرچه در هر دو سناریو درآمد کل اقتصاد با کاهش ارزش‌افزوده غیرانرژی و همچنین، کاهش ارزش نسبی آن افت می‌کند، ولی با افزایش قیمت منابع انرژی و به دلیل این‌که دولت مالک درآمد انرژی است، درآمد دولت در هر دو سناریو افزایش می‌یابد. دولت با این افزایش درآمد قادر است در چارچوب کسری بودجه صفر مخارج خود را افزایش دهد یا به خانوار نمونه اقتصاد سوبسید دهد. در شکل (۳)، گشایش مخارج دولت/ سوبسید دولت به خانوار در چارچوب کسری بودجه صفر با اجرای دو سناریوی افزایش قیمت انرژی برای خانوار و بنگاه و افزایش قیمت انرژی تنها برای خانوار رسم می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود، دولت در سناریوی نخست تا ۴/۵ درصد و در سناریوی دوم تا ۱/۸ درصد درآمد کل

1. Fixed Costs
2. Research Sector

اقتصاد پیش از اجرای سیاست می‌تواند مخارج خود را افزایش دهد یا به خانوار نمونه اقتصاد سوبسید دهد. با توجه به اندازهٔ ۲۰ درصدی دولت، چنین گشایشی در درآمد می‌تواند مخارج دولت را به میزان ۲۲/۵ درصد در سناریوی نخست و ۹ درصد در سناریوی دوم افزایش دهد. همان‌طور که در شکل (۳) مشاهده می‌شود، مقدار درآمد دولت پس از اجرای سیاست رفتار زمان گذار خاصی را نشان نمی‌دهد و پس از یک جهش اولیه تقریباً به مقدار تعادل پایدار نهایی خود می‌رسد. همان‌طور که در بحث شدت انرژی در اقتصاد توضیح داده شد، افت و خیز مصرف انرژی پس از اجرای سیاست در طول زمان نسبت به جهش اولیه بلافاصله پس از اجرای سیاست کوچک است. بدین ترتیب، انتظار نمی‌رود درآمد دولت از محل انرژی نیز پس از یک تغییر قابل‌ملاحظه افت و خیز چندانی داشته باشد. همچنین، درآمد دولت از محل مالیات نیز به دلیل افت و خیز چند درصدی تولید و نرخ کوچک مالیات افت و خیز چندانی ندارد و بدین ترتیب، مقدار سوبسید به خانوار یا افزایش مخارجی که دولت می‌تواند در چارچوب کسری بودجه صفر داشته باشد، دینامیک چندانی ندارد و با یک جهش اولیه تقریباً به تعادل پایدار نهایی خود می‌رسد.



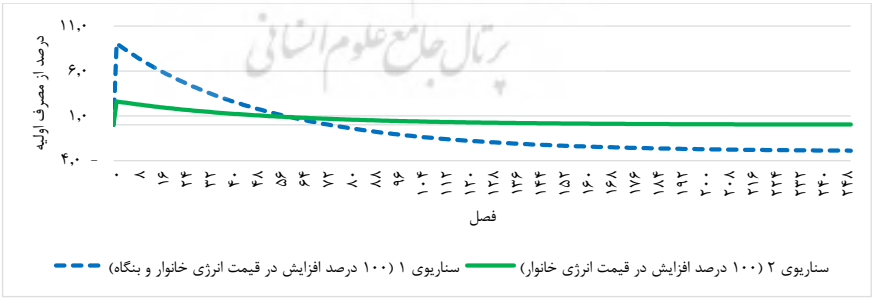
شکل ۳: افزایش مخارج دولت/ سوبسید دولت به خانوار با آزادسازی قیمت‌های انرژی

میزان افزایش مخارج دولت یا سوبسید دولت به خانوار در واحد درصد از درآمد اقتصاد پیش از اجرای سیاست آزادسازی قیمت‌های انرژی، برای سناریوی افزایش دائمی قیمت حقیقی انرژی برای خانوار و بنگاه (سناریوی نخست) و سناریوی افزایش دائمی قیمت حقیقی انرژی تنها برای خانوار (سناریوی دوم) به مقدار ۱۰۰ درصد برای رسیدن به قیمت جهانی انرژی رسم می‌شود. کسری بودجه دولت پس از اجرای سیاست همچنان صفر است.

اثر رفاهی

در بخش‌های پیشین پاسخ متغیرهای کلان ازجمله تولید، سطح عمومی قیمت‌ها، مصرف انرژی، و افزایش مخارج دولت/ سوبسید دولت به خانوار در چارچوب کسری بودجه صفر بررسی شد. در این‌جا اثرات رفاهی سیاست افزایش قیمت‌های انرژی بررسی و تحلیل می‌شود. بر اساس توضیح‌های داده‌شده زیر شکل‌های (۱) و (۲)، در هر دو سناریوی افزایش قیمت انرژی برای خانوار و بنگاه، و افزایش قیمت انرژی برای خانوار و توزیع منابع بین خانوارها، میزان کار برای همیشه کاهش، و مصرف خانوار ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد. بدین ترتیب، انتظار می‌رود بلافاصله پس از اجرای سیاست‌ها، با وجود کاهش تولید و درآمد کل اقتصاد، رفاه خانوار نمونه به دلیل افزایش مصرف و استراحت افزایش یابد. البته با گذشت زمان در اثر کاهش مقدار مصرف به زیر مقدار تعادل پایدار اولیه، تغییر رفاه خانوار نمونه در اثر سیاست‌های آزادسازی نامشخص است. در شکل (۴)، تغییر رفاه خانوار نمونه در هر دوره پس از اجرای سیاست به صورت تغییر مصرف معادل رسم می‌شود. طبق انتظار در هر دو سناریو ابتدا رفاه خانوار نمونه افزایش می‌یابد. برای سناریوی دو برابر شدن قیمت انرژی برای خانوارها و بنگاه‌ها، رفاه هر دوره به صورت آنی به مقدار ۱/۹ درصد مصرف اولیه اقتصاد افزایش می‌یابد. در سناریوی افزایش قیمت تنها برای خانوار این افزایش کم‌تر و معادل ۶/۲ درصد افزایش مصرف اولیه است. طبق شکل (۴)، در سناریوی نخست از یک‌سو افزایش مصرف بیش‌تر است و از سوی دیگر، کاهش میزان کار و در نتیجه افزایش استراحت بیش‌تر است. بنابراین، افزایش رفاه خانوار نمونه بیش‌تر است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۴: رفاه خانوار نمونه با آزادسازی قیمت‌های انرژی

تغییر رفاه خانوار نمونه در واحد معادل تغییر مصرف تعادل پایدار اولیه برای سناریوی افزایش دائمی قیمت حقیقی انرژی برای خانوار و بنگاه (سناریوی نخست) و سناریوی افزایش دائمی قیمت حقیقی انرژی تنها برای خانوار (سناریوی دوم) به مقدار ۱۰۰ درصد به منظور رسیدن به قیمت جهانی انرژی و بازپرداخت منابع حاصل از آن به صورت مساوی میان خانوارها رسم شده است. با گذشت زمان به دلیل افت بیش‌تر درآمد و پایین آمدن مصرف میزان افزایش رفاه کاهش می‌یابد. در سناریوی افزایش قیمت تنها برای خانوار، تغییر رفاه یک دوره در بلندمدت تقریباً صفر است و رفاه هر دوره به همان مقدار پیش از اجرای سیاست برمی‌گردد. اما در سناریوی افزایش قیمت برای خانوار و بنگاه در بلندمدت، رفاه یک دوره خانوار نمونه با وجود افزایش قابل‌توجه اولیه کم‌تر از مقدار آن پیش از اجرای سیاست می‌شود و به مقدار معادل ۲/۹- درصد (افت مصرف اولیه) می‌رسد. با آزادسازی قیمت‌ها طبق قضیه اول رفاه، رفاه خانوار نمونه باید افزایش یابد، ولی این افزایش در رابطه با رفاه طول عمر خانوار و نه رفاه هر دوره است. خانوار نمونه مطلوبیت طول عمر خود را با ضریب رجحان زمانی کوچک‌تر از یک ($\beta<1$) بیشینه می‌کند. در نتیجه، سطح تعادلی سرمایه در اقتصاد کم‌تر از سطح سرمایه در قاعده طلایی است. به بیانی دیگر، خانوار نمونه به مقدار کم‌تر از سرمایه فیزیکی لازم برای رسیدن به مصرف/استراحت بلندمدت بیشینه سرمایه نگه می‌دارد و مطلوبیت حال خود را با تعجیل در صرف منابع بالا می‌برد. در این شرایط، پایین قرار دادن دستوری قیمت انرژی برای بنگاه‌ها و در نتیجه، مصرف بیش‌تر انرژی توسط بنگاه‌ها بهره‌وری سرمایه را به مقدار بیش‌تر از تعادل بازار آزاد افزایش می‌دهد و مانند سیاست سوبسیدگذاری اجاره سرمایه، سطح سرمایه فیزیکی را در اقتصاد به مقدار بیش‌تر از تعادل بازار آزاد، یعنی به سمت سرمایه متناظر با قاعده طلایی سوق می‌دهد که در آن مطلوبیت یک دوره بیشینه است. در نتیجه، انتظار می‌رود با حذف یارانه‌های انرژی عکس این سازوکار اتفاق بیافتد و مطلوبیت هر دوره خانوار در بلندمدت کاهش یابد. تاکید می‌شود که توزیع مستقیم یارانه میان خانوارها نقش کلیدی در این نتایج دارد و تغییر سیاست مالی متناظر می‌تواند نتایج را تغییر دهد.

شکل ۵: رفاه طول عمر خانوار با آزادسازی قیمت‌های انرژی

تغییر مجموع رفاه خانوار نمونه از زمان شروع سیاست تا هر دوره با وزن مشابه ضریب رجحان زمانی خانوار برای هر دوره در واحد معادل تغییر مصرف تعادل پایدار اولیه برای هر دوره در سناریوی افزایش دائمی قیمت حقیقی انرژی برای خانوار و بنگاه (سناریوی نخست) و سناریوی افزایش دائمی قیمت حقیقی انرژی تنها برای خانوار (سناریوی دوم) به مقدار ۱۰۰ درصد به منظور رسیدن به قیمت جهانی انرژی و توزیع منابع بین خانوارها رسم شده است. با توجه به توضیح‌های پاراگراف پیشین لازم است در تحلیل رفاهی بین مطلوبیت یک دوره در تعادل پایدار و مطلوبیت طول عمر خانوار متشکل از مطلوبیت‌های دوره‌های مختلف، ازجمله دوره‌های زمان گذار پس از اجرای سیاست تفاوت قائل شد. در شکل (۵)، مجموع رفاه خانوار از زمان شروع سیاست تا هر دوره مورد نظر با وزن ضریب رجحان زمانی خانوار، به صورت تغییر مصرف معادل در هر دوره رسم می‌شود. با توجه به شکل، به‌ویژه در سناریوی نخست، مجموع رفاه در دوره‌های نخست بیش‌تر است. با لحاظ دوره‌های بعدی چون رفاه هر دوره کم‌تر و حتی نسبت به سطح اولیه منفی می‌شود، رفاه متوسط کاهش می‌یابد. با این حال، به دلیل وزن کوچکی که دوره‌های آینده دور در مطلوبیت طول عمر خانوار دارند، مقدار منفی رفاه در زمان‌های خیلی دور تاثیر چندانی در مطلوبیت طول عمر خانوار ندارد و در نهایت، رفاه طول عمر خانوار (حد زمان بی‌نهایت درشکل ۵) در سناریوی نخست معادل ۲ درصد و در سناریوی دوم معادل ۱/۱ درصد مصرف در تمام دوره‌ها افزایش می‌یابد.

با توجه به تحلیل بالا، سیاست افزایش قیمت‌های انرژی رفاه خانوار را در هر دوره در ابتدای اجرای سیاست مثبت می‌کند. ولی در سناریوی دوم، در آینده دور رفاه هر دوره به همان مقدار پیشین برمی‌گردد و در سناریوی نخست در آینده دور رفاه کم‌تر می‌شود. با این حال، در صورتی که اهمیت دوره‌های آینده با همان ضریب رجحان زمانی خانوار کاهش داده شود، رفاه طول عمر خانوار، حاصل

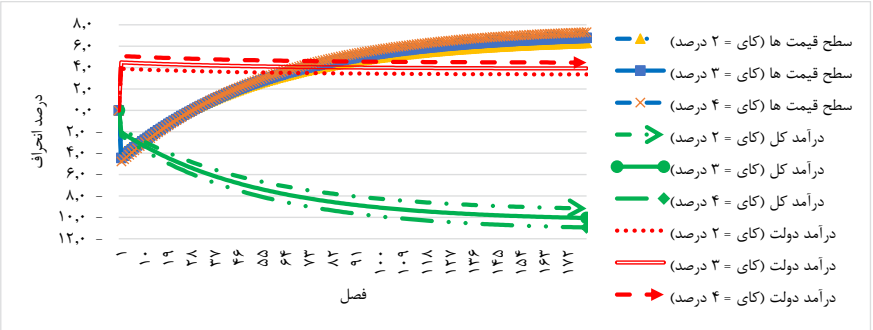
مجموع وزنی رفاه همه دوره‌ها در اثر اجرای سیاست افزایش قیمت‌های انرژی برای خانوار و بنگاه تا قیمت‌های جهانی معادل ۲ درصد افزایش مصرف خانوار در همه دوره‌ها افزایش می‌یابد و این افزایش تنها به دلیل افزایش رفاه در زمان گذار پس از اجرای سیاست است.

تحلیل حساسیت

در بخش‌های پیشین نتایج حاصل از آزادسازی انرژی در رابطه با پاسخ متغیرهای کلان و افزایش رفاه خانوار ارائه و تحلیل شد. در این بخش نتایج ارائه‌شده نسبت به پارامترهای بخش انرژی در مدل تحلیل حساسیت می‌شود. بدین ترتیب، پارامترهای کشش جانشینی و سهم انرژی در تابع مطلوبیت و فناوری بنگاه مطابق مقادیر جدول (۱) تغییر داده می‌شود و اثر هر یک بر پاسخ تولید، سطح قیمت‌ها، و گشایش درآمد دولت آزمون می‌گردد.

سهم انرژی در مطلوبیت خانوار

در شکل (۶)، پاسخ متغیرهای کلان نسبت به پارامتر سهم انرژی در تابع مطلوبیت خانوار (χ_h) آزمون حساسیت می‌شود. با توجه به شکل تفاوت پاسخ‌ها قابل‌توجه نیست. خطای درآمد کل اقتصاد و گشایش درآمدهای دولت در سناریوی اجراشده برای مقادیر مختلف پارامتر نسبت به مقدار مبنای مدل حدود ۱۵ درصد است. انحراف سطح عمومی قیمت‌ها تفاوت چندانی در حالت‌های مختلف ندارد و خطای پاسخ پس از اجرای سیاست کم‌تر از ۱۰ درصد است. هرچه (χ_h) بیش‌تر باشد، سهم منابع انرژی مصرفی توسط خانوار در هر دوره، در تعادل پایدار اولیه اقتصاد بیش‌تر است و در نتیجه با اجرای سیاست افزایش قیمت انرژی و فروش همه منابع انرژی با قیمت جهانی، افزایش بیش‌تری در درآمد انرژی اقتصاد و در نتیجه در درآمدهای دولت حاصل می‌شود. از سوی دیگر، وقتی پارامتر (χ_h) بزرگ است و نقش کالای انرژی پررنگ‌تر است، قیمت سبد مصرفی خانوار حساسیت بیش‌تری نسبت به قیمت انرژی دارد. در نتیجه، سیاست آزادسازی و افزایش قیمت انرژی باعث کاهش بیش‌تر قیمت نسبی کالای غیرانرژی می‌شود که در کنار اثر مستقیم منفی بر درآمد غیرانرژی از راه کاهش دستمزد موثر و ایجاد انگیزه منفی برای عرضه کار به بنگاه تولیدکننده کالای غیرانرژی، ارزش‌افزوده غیرانرژی را کاهش می‌دهد. در نتیجه در رفتار درآمد کل، شامل درآمد انرژی و غیرانرژی، نسبت به پارامتر مورد بحث دو سازوکار مخالف وجود دارد که البته شدت هر کدام به دلیل کوچک بودن سهم انرژی مصرفی خانوار کوچک است. بدین ترتیب، رفتار درآمد کل در مقادیر مختلف پارامتر (χ_h) مشابه است.



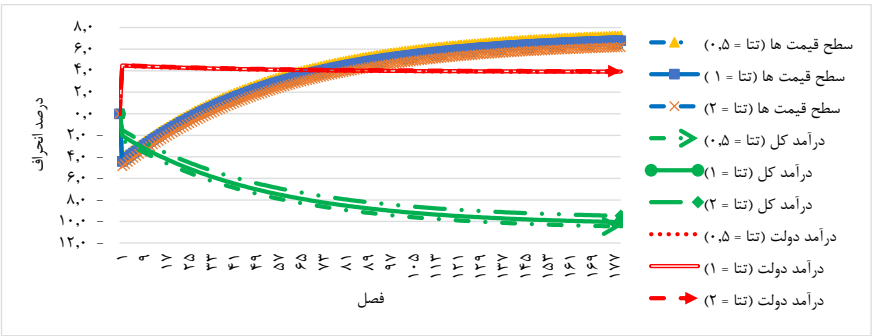
شکل ۶: آزمون حساسیت نتایج نسبت به پارامتر سهم انرژی در تابع مطلوبیت خانوار

در مقادیر مختلف سهم انرژی در تابع مطلوبیت خانوار، پارامتر (χ_f) رفتار متغیرهای درآمد کل به صورت درصد انحراف از مقدار اولیه، سطح عمومی قیمت‌ها به صورت درصد انحراف از مقدار حالت بدون اجرای سیاست در هر دوره، و گشایش درآمد دولت به صورت تفاوت مخارج نسبت به درآمد کل اولیه به درصد در سناریوی افزایش دائمی قیمت‌های حقیقی انرژی برای خانوار و بنگاه به مقدار ۱۰۰ درصد به منظور رسیدن به قیمت جهانی انرژی و توزیع منابع میان خانوارها رسم شده است.

کشش جانشینی انرژی در مطلوبیت خانوار

در شکل (۷)، پاسخ متغیرهای کلان نسبت به پارامتر کشش جانشینی کالای انرژی و کالاهای غیرانرژی در تابع مطلوبیت خانوار (θ_h) آزمون حساسیت می‌شود. با توجه به شکل، تفاوت قابل‌ملاحظه در روند پاسخ‌ها وجود ندارد، ولی در اندازه تغییرات تا حدودی تفاوت تنها در کوتاه‌مدت دیده می‌شود. خطای درآمد کل اقتصاد در سناریوی اجراشده برای مقادیر مختلف پارامتر نسبت به مقدار مبنای مدل در لحظه اجرای سیاست حدود ۲۵ درصد است که با گذشت زمان به زیر ۱۰ درصد کاهش می‌یابد. پاسخ گشایش درآمدهای دولت هم در همه حالت‌ها یکسان است و خطای سطح قیمت‌ها بلافاصله پس از اجرای سیاست نیز کم‌تر از ۶ درصد است. هرچه پارامتر (θ_h) بیش‌تر باشد، کالای انرژی با کالاهای غیرانرژی جانشینی بیش‌تری دارد. از این‌رو، خانوار می‌تواند با افزایش سطح قیمت‌های انرژی به‌راحتی انرژی را با سایر کالاها جانشین کند و افزایش قیمت‌های انرژی اثر کم‌تری در افزایش قیمت سبد مصرفی خانوار، و کاهش ارزش کالای غیرانرژی دارد. بنابراین، در جهت عکس سازوکار توضیح داده‌شده در بالا، افزایش قیمت انرژی اثر

کم‌تری در کاهش عرضه کار، ارزش غیرانرژی، درآمد غیرانرژی، و در نهایت درآمد کل اقتصاد دارد.



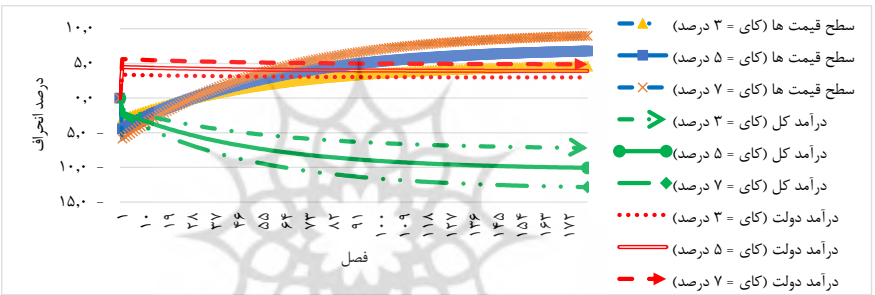
شکل ۷: آزمون حساسیت نتایج نسبت به پارامتر کشش جانشینی انرژی در تابع مطلوبیت خانوار

در مقادیر مختلف کشش جانشینی کالای انرژی و کالاهای غیرانرژی در تابع مطلوبیت خانوار، پارامتر (θ_h)، رفتار متغیرهای درآمد کل به صورت درصد انحراف از مقدار اولیه، سطح عمومی قیمت‌ها به صورت درصد انحراف از مقدار حالت بدون اجرای سیاست در هر دوره، و گشایش درآمد دولت به صورت تفاوت مخارج نسبت به درآمد کل اولیه به درصد در سناریوی افزایش دائمی قیمت‌های حقیقی انرژی برای خانوار و بنگاه به مقدار ۱۰۰ درصد برای رسیدن به قیمت جهانی انرژی رسم شده است.

سهم انرژی در فناوری بنگاه

در شکل (۸)، پاسخ متغیرهای کلان نسبت به پارامتر سهم انرژی در تابع فناوری بنگاه (χ_f) آزمون حساسیت می‌شود. با توجه به شکل، روند پاسخ‌ها تقریباً یکسان است ولی در اعداد و ارقام افت و خیز تفاوت وجود دارد. خطای درآمد کل اقتصاد و گشایش درآمد دولت نسبت به مدل مبنا برای مقادیر مختلف پارامتر کم‌تر از ۲۵ درصد در سناریوی اجراشده است، البته با گذشت زمان خطای درآمد کل بیش‌تر می‌شود و به ۳۰ درصد می‌رسد. انحراف سطح عمومی قیمت‌ها خطای بیش‌تری در حالت‌های مختلف دارد و خطای پاسخ پس از اجرای سیاست حدود ۳۰ درصد است. هرچه (χ_f) بیش‌تر باشد، سهم منابع انرژی مصرفی توسط بنگاه در هر دوره، در تعادل پایدار اولیه اقتصاد بیش‌تر است و در نتیجه با اجرای سیاست افزایش قیمت انرژی و فروش همه منابع انرژی با قیمت جهانی، افزایش بیش‌تری در درآمد انرژی اقتصاد و در نتیجه در درآمدهای دولت حاصل می‌شود. از سوی دیگر، وقتی

پارامتر (χ_f) بزرگ است و نقش انرژی در فرایند تولید پررنگ‌تر است، با افزایش قیمت کالای انرژی برای بنگاه‌ها و کاهش تقاضای بنگاه‌ها از انرژی، بهره‌وری نهاده‌های نیروی کار و سرمایه افت بیش‌تری پیدا می‌کند. در نتیجه، تقاضای بنگاه‌ها از این دو نهاده بیش‌تر افت می‌کند و ارزش‌افزوده غیرانرژی در کوتاه‌مدت (به دلیل افت بهره‌وری نیروی کار) و میان‌مدت و بلندمدت (به دلیل افت بهره‌وری سرمایه) افت بیش‌تری می‌کند. در نتیجه در رفتار درآمد کل، شامل درآمد انرژی و غیرانرژی، نسبت به پارامتر مورد بحث دو سازوکار مخالف وجود دارد که البته شدت هر کدام متفاوت است و عدد افت درآمد کل تا حدودی متفاوت است.



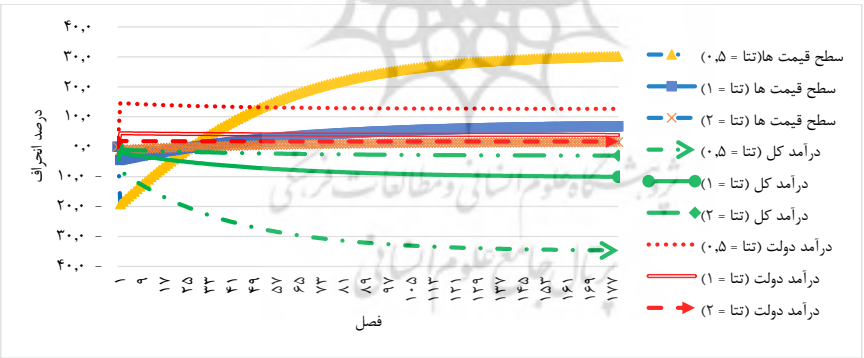
شکل ۸: آزمون حساسیت نسبت به پارامتر سهم انرژی در تابع فناوری بنگاه

در مقادیر مختلف سهم انرژی در تابع فناوری بنگاه، پارامتر (χ_f) رفتار متغیرهای درآمد کل به صورت درصد انحراف از مقدار اولیه، سطح عمومی قیمت‌ها به صورت درصد انحراف از مقدار حالت بدون اجرای سیاست در هر دوره، و گشایش درآمد دولت به صورت تفاوت مخارج نسبت به درآمد کل اولیه به درصد در سناریوی افزایش دائمی قیمت‌های حقیقی انرژی برای خانوار و بنگاه به مقدار ۱۰۰ درصد به منظور رسیدن به قیمت جهانی انرژی رسم شده است.

کشش جانشینی انرژی در فناوری بنگاه

در شکل (۹)، پاسخ متغیرهای کلان نسبت به پارامتر کشش جانشینی انرژی و سرمایه در تابع فناوری بنگاه (θ_f) آزمون حساسیت می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود، روند و اندازه پاسخ متغیرها کاملاً متفاوت است. در حالت $(\theta_f = 2)$ پس از اجرای سیاست گشایش درآمد دولت ۱/۹

درصد و افت درآمد کل ۱ درصد است. از طرفی، برای $(\theta_f = 0/5)$ گشایش درآمد دولت ۱۴/۵ درصد و افت درآمد کل ۸ درصد است. همچنین، در مدل مبنا با $(\theta_f = 1)$ گشایش درآمد دولت ۴/۵ درصد و افت درآمد کل ۲ درصد است. در صورتی که پارامتر (θ_f) کوچک باشد و انرژی مکمل با سرمایه در تابع تولید باشد، سهم انرژی مصرفی توسط بنگاه‌ها در تعادل پایدار اولیه اقتصاد زیاد است. با افزایش قیمت انرژی و فروش منابع انرژی به همه متقاضیان داخلی و خارجی با قیمت جهانی، درآمد انرژی اقتصاد مقدار قابل‌توجهی افزایش می‌یابد و بدین ترتیب، درآمدهای دولت با اجرای سیاست به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. از سوی دیگر وقتی (θ_f) کوچک است، با افزایش قیمت انرژی بنگاه‌ها نمی‌توانند انرژی را در فرایند تولید به‌راحتی جانشین سرمایه کنند. در نتیجه، با افزایش قیمت نسبی انرژی میزان فروش آن‌ها با شدت بیش‌تر افت می‌کند و تقاضای سرمایه و نیروی کار توسط بنگاه‌های تولیدکننده کالای غیرانرژی افت بیش‌تری دارد. در نتیجه، در شرایطی که انرژی با درجه بیش‌تری مکمل سایر نهاده‌ها در تولید اقتصاد باشد، سیاست افزایش قیمت انرژی ارزش‌افزوده غیرنفتی را با شدت بیش‌تری کاهش می‌دهد و با وجود افزایش درآمد انرژی، درآمد کل اقتصاد به میزان بیش‌تری افت می‌کند.



شکل ۹: آزمون حساسیت نتایج نسبت به پارامتر کشش جانشینی انرژی در تابع فناوری بنگاه

در مقادیر مختلف کشش جانشینی انرژی و سرمایه در تابع فناوری بنگاه، پارامتر (θ_f) رفتار متغیرهای درآمد کل به صورت درصد انحراف از مقدار اولیه، سطح عمومی قیمت‌ها به صورت درصد انحراف از مقدار حالت بدون اجرای سیاست در هر دوره، و گشایش درآمد دولت به صورت تفاوت

مخارج نسبت به درآمد کل اولیه به درصد در سناریوی افزایش دائمی قیمت‌های حقیقی انرژی برای خانوار و بنگاه به مقدار ۱۰۰ درصد به منظور رسیدن به قیمت جهانی انرژی رسم شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

از سال ۱۳۸۷ دولت در ایران تصمیم به آزادسازی قیمت‌های انرژی و توزیع منابع به‌دست‌آمده از آن میان مردم گرفت و پس از اصلاحاتی در قوانین این سیاست را پیاده نمود. جدا از هرگونه جنبه‌های اقتصاد سیاسی این تصمیم، بررسی آثار کوتاه‌مدت و بلندمدت این سیاست اقتصادی ضروری می‌نماید. بر اساس این، آثار اقتصاد کلان سیاست آزادسازی قیمت انرژی و توزیع منابع به‌دست‌آمده از آن میان مردم در پژوهش حاضر مورد بررسی قرار گرفت. با پیاده‌سازی یک مدل تعادل عمومی پویا که مبتنی بر ساختارهای اقتصاد ایران طراحی و کالیبره شده است، میزان تاثیر آزادسازی قیمت انرژی برای خانوارها و بنگاه‌ها تا سقف رسیدن به قیمت‌های جهانی بر متغیرهای کلان اقتصادی بررسی شده است.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که افزایش قیمت انرژی موجب کاهش مصرف انرژی برای خانوار و بنگاه می‌شود و منابعی که به دولت می‌رسد پس از توزیع یکسان میان مردم، موجب کاهش عرضه نیروی کار خانوار نمونه می‌شود. این کاهش عرضه نیروی کار در کوتاه‌مدت و بلندمدت به کاهش تولید منجر می‌شود. با افزایش درآمد خانوار نمونه، مصرف در کوتاه‌مدت بالا می‌رود و در طی زمان کاهش می‌یابد و در بلندمدت به سطحی پایین‌تر از تعادل اولیه بازمی‌گردد که به دلیل کاهش تولید است. به تعبیر دیگر، با وجود آن‌که افزایش قیمت انرژی می‌تواند موجب بهبود تخصیص منابع شود، ولی به دلیل توزیع یکسان میان مردم، موجب کاهش اشتغال و تولید می‌گردد. البته نیاز به یادآوری است که با وجود کاهش مصرف در بلندمدت، به دلیل افزایش قابل‌توجه مصرف در کوتاه‌مدت، مقدار ارزش فعلی متوسط رفاه جامعه افزایش می‌یابد. میزان کشش جانشینی انرژی در خانوار یا بنگاه بر نتایج اثر کمّی دارد و نتایج کیفی را تغییر قابل‌توجهی نمی‌دهد.

بر اساس مطالب بخش تحلیل حساسیت، از پارامترهای مربوط به بخش انرژی در مدل ارائه‌شده، کشش جانشینی و سهم انرژی در تابع مطلوبیت خانوار، و سهم انرژی در تابع تولید بنگاه نقش جدی در پاسخ متغیرهای کلان ندارند، ولی پارامتر کشش جانشینی انرژی در تابع تولید بنگاه نقش کلیدی در پاسخ تولید غیرانرژی و درآمد کل دارد. در نتیجه، لازم است در پژوهش‌های بعدی برای تحلیل سیاست «هدفمندسازی یارانه‌های انرژی» پارامتر اشاره‌شده به‌دقت مورد موشکافی قرار گیرد و به

صورتی مطمئن کالیبره شود.

مطلب پایانی این‌که، کشش‌های جانشینی انرژی در تابع مطلوبیت خانوار و تابع فناوری بنگاه به نظر توابعی از افق زمانی هستند و در کوتاه‌مدت و بلندمدت متفاوت عمل می‌کنند. در کوتاه‌مدت نمی‌توان به‌راحتی انرژی را با سایر کالاها یا نهاده‌ها جانشین کرد، در حالی که در بلندمدت با تغییر الگوی مصرف و بروزرسانی نوع فناوری، بنگاه‌ها و خانوارها می‌توانند انرژی را راحت‌تر با سایر کالاها و نهاده‌ها جانشین کنند. در نتیجه، متغیرهای کلان بر اساس کشش‌های جانشینی انرژی با مقادیر مختلف در کوتاه‌مدت و بلندمدت تعیین می‌شوند. لازم است در پژوهش‌های بعدی به این موضوع به‌طور مفصل‌تری پرداخته شود.

آنچه از این پژوهش برای حوزه سیاستگذاری می‌آموزیم این است که با وجود افزایش رفاه عمومی ناشی از افزایش قیمت انرژی و دسترسی ارزان‌تر مردم به کالا و خدمات، سیاست مالی مکمل بسیار دارای اهمیت است و نیاز است در پژوهش‌های آتی به سیاست بهینه مالی در کنار اصلاح قیمت انرژی پرداخته شود.

اظهاریه

بسیار سپاسگزار هستیم از پژوهشکده پولی و بانکی که تامین مالی بخش‌های مقدماتی این پژوهش را بر عهده گرفته است. همچنین، از آقای حامد حاجی صادق برای دستیاری پژوهشی انجام‌گرفته سپاسگزاریم. از داوران محترم و ناشناس نشریه برنامه‌ریزی و بودجه نیز تشکر داریم.

منابع

الف) فارسی

باستان‌زاد، حسین (۱۳۷۷). برآورد کشش‌های جزئی مستقیم و متقاطع آلن برای حامل‌های انرژی در جمهوری اسلامی ایران طی دوره ۱۳۷۵-۱۳۴۷. *نشریه برنامه‌ریزی و بودجه*، ۳(۹)، ۲۷-۳. http://jpbud.ir/article-1-827-fa.html

بیات، سعید، و مدنی‌زاده، سیدعلی (۱۳۹۴). *بررسی رفتار قیمتگذاری در سطح خرده‌فروشی در نرخ‌های تورم پایین و بالا*. مجموعه مقالات بیست‌وپنجمین همایش سیاست‌های پولی و ارزی پژوهشکده پولی و بانکی.

ب) انگلیسی

Abounouri, E., Shahmoradi, A., Taghi Nezhad Omran, V., & Rajaie, M. (2014). The Macroeconomic Effects of Energy Price Shocks: Introducing a Dynamic Stochastic General Equilibrium Model. *Quarterly Energy Economics Review, 10*(39), 21-49. http://iiesj.ir/article-1-336-en.html

Aguiar-Conraria, L., & Wen, Y. (2007). Understanding the Large Negative Impact of Oil Shocks. *Journal of Money, Credit and Banking, 39*(4), 925-944. https://doi.org/10.1111/j.1538-4616.2007.00051.x

Alesina, A., & Drazen, A. (1991). Why Are Stabilizations Delayed? *The American Economic Review, 81*(5), 1170-1188.

Backus, D. K., & Crucini, M. J. (2000). Oil Prices and the Terms of Trade. *Journal of International Economics, 50*(1), 185-213. https://doi.org/10.1016/S0022-1996(98)00064-6

Barsky, R. B., & Kilian, L. (2001). Do We Really Know that Oil Caused the Great Stagflation? A Monetary Alternative. *NBER Macroeconomics Annual, 16*(1), 137-183.

Bernanke, B. S. (1983). Irreversibility, Uncertainty, and Cyclical Investment. *The Quarterly Journal of Economics, 98*(1), 85-106. https://doi.org/10.2307/1885568

Bernanke, B. S. (2006). *Energy and the Economy.* Board of Governors of the Federal Reserve System (U.S.).

Bodenstein, M., Erceg, C. J., & Guerrieri, L. (2011). Oil Shocks and External Adjustment. *Journal of International Economics, 83*(2), 168-184. https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2010.10.006

Bresnahan, T. F., & Ramey, V. A. (1993). Segment Shifts and Capacity Utilization in the US Automobile Industry. *The American Economic Review, 83*(2), 213-218.

Davis, S. J. (1987). Allocative Disturbances and Specific Capital in Real Business Cycle Theories. *The American Economic Review, 77*(2), 326-332.

Dewatripont, M., & Roland, G. (1995). The Design of Reform Packages under Uncertainty. *The American Economic Review, 85*(5), 1207-1223.

Dhawan, R., & Jeske, K. (2008). Energy Price Shocks and the Macroeconomy: The Role of Consumer Durables. *Journal of Money, Credit and Banking, 40*(7), 1357-1377. https://doi.org/10.1111/j.1538-4616.2008.00163.x

Edelstein, P., & Kilian, L. (2007). The Response of Business Fixed Investment to Changes in Energy Prices: A Test of Some Hypotheses about the Transmission of Energy Price Shocks. *The BE Journal of Macroeconomics, 7*(1). https://doi.org/10.2202/1935-1690.1607

Farazmand, H., Arman, S. A., Afghah, S. M., & Ghorbannezhad, M. (2016). The Effects of Energy Price Reform on Iranian Economy: Dynamic Stochastic General Equilibrium Approach (DSGE). *Quarterly Journal of Applied Theories of Economics, 3*(2), 49-76.

Fernandez, R., & Rodrik, D. (1991). Resistance to Reform: Status Quo Bias in the Presence of Individual-Specific Uncertainty. *The American Economic Review, 81*(5), 1146-1155.

Ghoddusi, H., Rafizadeh, N., & Rahmati, M. H. (2018). Price Elasticity of Gasoline Smuggling: A Semi-Structural Eestimation Approach. *Energy Economics, 71*(1), 171-185. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.02.008

Hamilton, J. D. (1988). A Neoclassical Model of Unemployment and the Business Cycle. *Journal of Political Economy, 96*(3), 593-617.

Hamilton, J. D. (2008). *Oil and the Macroeconomy:* The New Palgrave Dictionary of

Economics.
Herrera, A. M. (2007). Inventories, Oil Shocks and Macroeconomic Behavior. *Department of Economics, Michigan State University.*
Khiabani, N., & Tavassoli, S. (2020). A Review of Energy Demand Models. *The Journal of Planning and Budgeting, 25*(3), 65-94. http://jpbud.ir/article-1-1965-fa.html
Kilian, L. (2008). The Economic Effects of Energy Price Shocks. *Journal of Economic Literature, 46*(4), 871-909.
Kim, I.-M., & Loungani, P. (1992). The Role of Energy in Real Business Cycle Models. *Journal of Monetary Economics, 29*(2), 173-189. https://doi.org/10.1016/0304-3932(92)90011-P
Kosmo, M. (1987). *Money to Burn? The High Costs of Energy Subsidies:* World Resources Institute.
Kosmo, M. (1989). Commercial Energy Subsidies in Developing Countries Opportunity for Reform. *Energy Policy, 17*(3), 244-253. https://doi.org/10.1016/0301-4215(89)90049-9
Lee, K., & Ni, S. (2002). On the Dynamic Effects of Oil Price Shocks: A Study Using Industry Level Data. *Journal of Monetary Economics, 49*(4), 823-852. https://doi.org/10.1016/S0304-3932(02)00114-9
Lin, B., & Jiang, Z. (2011). Estimates of Energy Subsidies in China and Impact of Energy Subsidy Reform. *Energy Economics, 33*(2), 273-283. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.07.005
Ljungqvist, L., & Sargent, T. J. (2018). *Recursive Macroeconomic Theory:* MIT Press.
Madanizadeh, S. A., & Ebrahimian, M. (2018). Designing and Calibrating a Core General Equilibrium Macro Model for the Iran's Economy. *Journal of Economic Research and Policies, 25*(84), 7-42. http://qjerp.ir/article-1-1627-fa.html
Mas-Colell, A., Whinston, M. D., & Green, J. R. (1995). *Microeconomic Theory:* Oxford University Press New York.
Massell, B. F. (1969). Price Stabilization and Welfare. *The Quarterly Journal of Economics, 83*(2), 284-298. https://doi.org/10.2307/1883084
Mohaddes, K., & Pesaran, M. H. (2013). One Hundred Years of Oil Income and the Iranian Economy: A Curse or a Blessing? In *Iran and the Global Economy*: Routledge.
Newbery, D. M., & Stiglitz, J. E. (1979). The Theory of Commodity Price Stabilisation Rules: Welfare Impacts and Supply Responses. *The Economic Journal, 89*(356), 799-817. https://doi.org/10.2307/2231500
Oi, W. Y. (1961). The Desirability of Price Instability under Perfect Competition. *Econometrica: Journal of the Econometric Society, 29*(1), 58-64. https://doi.org/10.2307/1907687
Pindyck, R. S. (1990). *Irreversibility, Uncertainty, and Investment:* National Bureau of Economic Research Cambridge, Mass., USA.
Rodrik, D. (1993). The Positive Economics of Policy Reform. *The American Economic Review, 83*(2), 356-361.
Rotemberg, J. J., & Woodford, M. (1996). *Imperfect Competition and the Effects of Energy Price Increases on Economic Activity.* In: National Bureau of Economic Research Cambridge, Mass., USA.
Waugh, F. V. (1944). Does the Consumer Benefit From Price Instability? *The Quarterly Journal of Economics, 58*(4), 602-614. https://doi.org/10.2307/1884746

حل مدل

در این بخش، مدل ارائه‌شده در بخش ساختار مدل حل می‌شود و شرایط مرتبه اول و قید منابع به‌دست می‌آید. همچنین، حل تعادل پایدار اقتصاد (رفتار بلندمدت) و الگوریتم حل عددی پاسخ‌های کوتاه‌مدت مدل معرفی می‌شود. در بخش‌های بعدی کالیبراسیون مدل انجام می‌شود و با استفاده از معادلات و روش‌های ارائه‌شده نتایج افزایش قیمت‌های انرژی در مورد متغیرهای کلان اقتصاد نمایش داده می‌شود.

شرایط بهینه‌یابی و قید منابع اقتصاد

در بخش پیشارو شرایط مرتبه اول بهینه‌یابی خانوار و بنگاه و قیدهای منابع اقتصاد ارائه می‌شود. تمام متغیرهای اسمی با تقسیم بر شاخص قیمت مصرف کل (P_t) حقیقی می‌شود و با نماد کوچک نشان داده می‌شود.

شرایط مرتبه اول

حل مسئله بهینه‌یابی خانوار در تعیین میزان مصرف و سرمایه‌گذاری فیزیکی، استراحت، نگهداری پول، و میزان قرض در هر دوره به روابط (۱۵) تا (۱۷) می‌انجامد:

$$\frac{c_{t+1}}{c_t} = \beta p_{ne,t+1}/p_{ne,t}[1 + (1 - \tau_{t+1})r_{t+1} - \delta](1 + \gamma i_t)/(1 + i_{t+1}) \quad (۱۵)$$

$$\frac{\psi(1 + \gamma i_t)}{1 - h_t} = (1 - \tau_t)p_{ne,t}w_t/c_t \quad (۱۶)$$

$$\frac{1 + i_{t+1}}{1 + \pi_{t+1}} = p_{ne,t+1}/p_{ne,t}[1 + (1 - \tau_{t+1})r_{t+1} - \delta] \quad (۱۷)$$

همچنین، تصمیم بهینه خانوار در انتخاب میزان بهینه مصرف انرژی در قیمت انرژی تنظیم‌شده توسط دولت به رابطه (۱۸) می‌انجامد:

$$\frac{e_{h,t}}{c_t} = \chi_h\left(p_{eh,t}\right)^{-\theta_h} \quad (۱۸)$$

با استفاده از شرایط بهینه‌یابی خانوار در انتخاب مصرف انرژی و قید بودجه مصرف کل خانوار، قیمت نسبی کالای غیرانرژی و قیمت نسبی انرژی برای خانوار در رابطه (۱۹) صدق می‌کنند:

$$1 = (1-\chi_h)\left(p_{ne,t}\right)^{1-\theta_h} + \chi_h\left(p_{eh,t}\right)^{1-\theta_h} \quad (۱۹)$$

از آن‌جایی که با بهینه‌یابی خانوار قید CIA همیشه با تساوی برقرار است، و با فرض این‌که انتشار اوراق قرضه توسط دولت ناچیز است و در نتیجه عرضه کل دین (B_t) در اقتصاد صفر است، به رابطه تقاضای پول به صورت (۲۰) می‌رسد:

$$\gamma c_t = m_{t-1}/(1+\pi_t) \quad (۲۰)$$

در نوشتن رابطه (۲۰) فرض می‌شود مخارج مصرفی دولت نیز به پول نیاز دارد. حل مسئله بهینه‌یابی بنگاه نمونه در تقاضای نیروی کار و اجاره سرمایه و خرید انرژی در قیمت انرژی تنظیم‌شده توسط دولت به معادله‌های (۲۱) تا (۲۳) می‌رسد:

$$w_t h_t = (1-\alpha) q_t \quad (۲۱)$$

$$r_t k_t = \alpha q_t \frac{(1-\chi_f) r_t^{1-\theta_f}}{(1-\chi_f) r_t^{1-\theta_f} + \chi_f p_{ef,t}^{1-\theta_f}} \quad (۲۲)$$

$$p_{ef,t} e_{f,t} = \alpha p_{ne,t} q_t \frac{\chi_f p_{ef,t}^{1-\theta_f}}{(1-\chi_f) r_t^{1-\theta_f} + \chi_f p_{ef,t}^{1-\theta_f}} \quad (۲۳)$$

که در این‌جا (q_t) کل تولید کالای غیرانرژی اقتصاد است و از رابطه (۲۴) به‌دست می‌آید:

$$q_t = A h_t^{1-\alpha} \left\{ \left[(1-\chi_f)^{\frac{1}{\theta_f}} k_t^{\frac{\theta_f-1}{\theta_f}} + \chi_f^{\frac{1}{\theta_f}} e_{f,t}^{\frac{\theta_f-1}{\theta_f}} \right]^{\frac{\theta_f}{\theta_f-1}} \right\}^{\alpha} \quad (۲۴)$$

قید منابع

خالص منابع انرژی استخراج‌شده در هر دوره[۱]، (e_0)، توسط خانوار و بنگاه در داخل تقاضا یا به خارج صادر می‌شود[۲]. بنابراین، قید انرژی در هر دوره را می‌توان به صورت رابطه (۲۵) نوشت:

۱. منظور از خالص منابع انرژی، منابع انرژی استخراج‌شده منهای هزینه سرمایه لازم برای استخراج در واحد قیمت جهانی انرژی است.

۲. همانند مدل مدنی‌زاده و ابراهیمیان (۲۰۱۸)، در این‌جا نیز کالای خارجی جانشین کالای داخلی است و نرخ ارز حقیقی همیشه معادل واحد است. بنابراین با صادرات، واردات کالا دقیقاً مشابه کالای داخلی انجام می‌گیرد که می‌تواند به مصرف یا سرمایه تبدیل شود.

$$e_{o,t} + e_{f,t} + e_{h,t} = e_0 \quad (۲۵)$$

از طرف دیگر، با ترکیب قید بودجه خانوار و قید بودجه دولت و رابطه عرضه پول می‌توان به رابطه تساوی هزینه‌ها و درآمدهای کل اقتصاد به صورت (۲۶) رسید:

$$c_t + p_{ne,t}x_t = p_{ne,t}y_t + p_{eh,t}e_{h,t} + p_{ef,t}e_{f,t} + p_{eo,t}e_{o,t} = y_t^T \quad (۲۶)$$

که در این‌جا:

$$y_t = w_t h_t + r_t k_t \quad (۲۷)$$

کل ارزش‌افزوده غیرانرژی و (y_t^T) درآمد کل اقتصاد در هر دوره است و متغیر (x_t) دینامیک سرمایه را تعیین می‌کند:

$$x_t = k_{t+1} - (1-\delta)k_t \quad (۲۸)$$

در انتها روابط حقیقی مخارج دولت و دینامیک عرضه پول با استفاده از قید بودجه دولت و ترازنامه بانک مرکزی به صورت رابطه (۲۹) و (۳۰) به‌دست می‌آید:

$$g_t + v_t = \tau_t p_{ne,t} y_t + p_{eo,t}e_{o,t} + p_{ef,t}e_{f,t} + p_{eh,t}e_{h,t} + d_t \quad (۲۹)$$

$$m_t - \frac{m_{t-1}}{1+\pi_t} = s_t + d_t \quad (۳۰)$$

از بین متغیرهای (g_t)، (v_t)، و (d_t) دو متغیر می‌تواند بر اساس تصمیم‌گیری سیاستگذار باشد و متغیر سوم به صورت درون‌زا به‌دست می‌آید. از متغیرهای (s_t)، (m_t)، و (π_t) نیز یک متغیر می‌تواند تحت کنترل سیاستگذار باشد و دو متغیر دیگر به صورت درون‌زا به‌دست می‌آید.

حل تعادل پایدار

در این بخش، حل تحلیلی تعادل پایدار اقتصاد مدل بالا ارائه می‌شود. با توجه به تحلیل بلندمدت، تعادل پایدار سناریویی در نظرگرفته می‌شود که قیمت‌های نسبی انرژی برای خانوار و بنگاه مقدارهای ثابت (p_{eg}) و (p_{ef}) است. سیاست مالی به‌گونه‌ای است که در آن نرخ مالیات مقدار ثابت (τ) و مخارج و سوبسید دولت مقادیر ثابت (g) و (v) است. همچنین، سیاست پولی به صورت افزایش حجم پول اسمی با رشد ثابت (μ) در نظرگرفته می‌شود. با توجه به سیاست پولی برای عرضه پول داریم:

$$\forall t : M_t = (1+\mu)M_{t-1} \quad (۳۱)$$

با بازنویسی رابطه (۳۱) برحسب متغیرهای حقیقی داریم:

$$\forall t : m_t = m_{t-1}\frac{(1+\mu)}{(1+\pi_t)} \quad (۳۲)$$

با استفاده از معادلات عرضه و تقاضای پول (معادله‌های ۲۰ و ۳۲)، و با توجه به ثابت بودن مصرف در تعادل پایدار میزان تقاضای حقیقی پول، در تعادل پایدار مقدار ثابتی به‌دست می‌آید. بدین ترتیب از رابطه (۳۲) نتیجه گرفته می‌شود که تورم در تعادل پایدار برابر است با میزان رشد حجم پول:

$$\pi = \mu \quad (۳۳)$$

همچنین، از معادله اویلر (رابطه ۱۵) نتیجه می‌گیریم که نرخ بهره حقیقی در بلندمدت عبارت است از:

$$r = (\frac{1}{\beta} + \delta - 1)/(1-\tau) \quad (۳۴)$$

با ترکیب رابطه (۳۴) و رابطه فیشر (رابطه ۱۷) نتیجه می‌گیریم که در بلندمدت نرخ بهره اسمی عبارت است از:

$$i = \frac{1+\pi}{\beta} - 1 \quad (۳۵)$$

برای حل متغیرهای حقیقی ابتدا از رابطه (۱۹) شروع می‌شود. با توجه به تنظیم برون‌زای قیمت انرژی برای خانوار (p_{eh}) توسط دولت، قیمت نسبی سبد کالای غیرانرژی به‌دست آورده می‌شود:

$$p_{ne} = \left[\frac{1-\chi_h p_{eh}^{1-\theta_h}}{1-\chi_h}\right]^{\frac{1}{1-\theta_h}} \quad (۳۶)$$

در ادامه از شرایط مرتبه اول بنگاه استفاده می‌شود. با توجه به تنظیم برون‌زای قیمت انرژی برای بنگاه (p_{ef}) توسط دولت و مقدار مشخص نرخ بهره حقیقی می‌توان از روابط تقاضای انرژی و سرمایه بنگاه (روابط ۲۲ و ۲۳)، نسبت مقدار انرژی و سرمایه به کل تولید غیرانرژی را به‌دست آورد:

$$\left(\frac{k}{q}\right) = \frac{\alpha}{r}\frac{(1-\chi_f)r^{1-\theta_f}}{(1-\chi_f)r^{1-\theta_f} + \chi_f p_{ef}^{1-\theta_f}} \quad (۳۷)$$

$$\left(\frac{e_f}{q}\right) = \frac{\alpha p_{ne}}{p_{ef}}\frac{\chi_f p_{ef}^{1-\theta_f}}{(1-\chi_f)r^{1-\theta_f} + \chi_f p_{ef}^{1-\theta_f}} \quad (۳۸)$$

با استفاده از دو رابطه (۳۷) و (۳۸)، و با توجه به ثابت به مقیاس بودن تابع تولید (رابطه ۲۴) می‌توان نسبت تولید غیرانرژی را به نیروی کار به‌دست آورد:

$$\frac{q}{h}=\left\{A\left[(1-\chi_f)^{\frac{1}{\theta_f}}\left(\frac{k}{q}\right)^{\frac{\theta_f-1}{\theta_f}}+\chi_f^{\frac{1}{\theta_f}}\left(\frac{e_f}{q}\right)^{\frac{\theta_f-1}{\theta_f}}\right]^{\frac{\alpha\theta_f}{\theta_f-1}}\right\}^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (۳۹)$$

با استفاده از این نسبت و رابطه تقاضای نیروی کار (رابطه ۲۱) می‌توان مقدار دستمزد را به‌دست آورد:

$$w=(1-\alpha)\left(\frac{q}{h}\right) \quad (۴۰)$$

بدین ترتیب، با داشتن دستمزد در کنار نرخ بهره اسمی می‌توان از معادله عرضه نیروی کار (رابطه ۱۶) رابطه‌ای خطی بین مصرف و مقدار کار به‌دست آورد:

$$c=\frac{(1-\tau)p_{ne}w}{\psi(1+\gamma i)}(1-h) \quad (۴۱)$$

از سوی دیگر، به کمک رابطه انباشت سرمایه (رابطه ۲۸) در بلندمدت داریم:

$$\left(\frac{x}{k}\right)=\delta \quad (۴۲)$$

همچنین، با استفاده از رابطه تقاضای انرژی خانوار داریم:

$$\left(\frac{e_h}{c}\right)=\chi_h(p_{eh})^{-\theta_h} \quad (۴۳)$$

با استفاده از نسبت‌های کلان به‌دست‌آمده می‌توان رابطه قید منابع کل اقتصاد (رابطه ۲۶) را بازنویسی کرد و با جایگذاری مقدار انرژی صادراتی از قید منابع انرژی (رابطه ۲۵) رابطه خطی دیگری بین مصرف و مقدار کار به‌دست آورد:

$$c+p_{ne}\left(\frac{x}{h}\right)h=p_{ne}\left[wh+r\left(\frac{k}{h}\right)\right]h+(p_{eh}-p_{eo})\left(\frac{e_h}{c}\right)c+(p_{ef}-p_{eo})\left(\frac{e_f}{h}\right)h+p_{eo}e_0 \quad (۴۴)$$

برای به‌دست آوردن نسبت‌های (x/h)، (k/h) و (e_f/h) از نسبت‌های (x/k)، (k/q)، (e_f/q)، و (q/h) استفاده می‌شود. با استفاده از دو رابطه خطی به‌دست‌آمده بین مصرف و میزان کار می‌توان به‌راحتی میزان نیروی کار و همچنین مصرف را به‌دست آورد:

$$h=\frac{\left[1-\left(\frac{e_h}{c}\right)(p_{eh}-p_{eo})\right]\frac{(1-\tau)p_{ne}w}{\psi(1+\gamma i)}-p_{eo}e_0}{-p_{ne}\left(\frac{x}{h}\right)+p_{ne}\left[r\left(\frac{k}{h}\right)+w\right]+(p_{ef}-p_{eo})\left(\frac{e_f}{h}\right)+\left[1-\left(\frac{e_h}{c}\right)(p_{eh}-p_{eo})\right]\frac{(1-\tau)p_{ne}w}{\psi(1+\gamma i)}} \quad (۴۵)$$

با داشتن مقدار نیروی کار در تعادل پایدار می‌توان مقدار مصرف را نیز از رابطه (۴۱) به‌دست آورد. همچنین می‌توان متغیرهای کلان (q)، (y)، (k)، (x)، (e_f)، (e_h)، و (e_o) را نیز به کمک (h) و نسبت‌های به‌دست‌آمده از قبل حل کرد. در نهایت، با استفاده از قید بودجه حقیقی دولت (رابطه ۲۹) در بلندمدت می‌توان میزان سوبسید و مخارج دولت را برای حالتی که کسری بودجه صفر باشد به‌دست آورد:

$$v + g = \tau p_{en} y + p_{eo} e_o + p_{ef} e_f + p_{eh} e_h \qquad (۴۶)$$

همچنین، با استفاده از معادله تقاضای پول (رابطه ۲۰) و معادله رشد حقیقی پول (رابطه ۳۰) در تعادل پایدار می‌توان مقدار تقاضای حقیقی پول (m) و میزان انتشار حقیقی پول را در هر دوره (s) به‌دست آورد:

$$m = \gamma c(1 + \pi) \qquad (۴۷)$$

$$s = m\pi/(1 + \pi) \qquad (۴۸)$$

با استفاده از الگوریتم ارائه‌شده در بالا می‌توان متغیرهای کلان را در تعادل پایدار به‌دست آورد و رفتار اقتصاد را نسبت به متغیرهای برون‌زا ازجمله قیمت‌های نسبی انرژی تحلیل کرد. در بخش بعدی، الگوریتم حل پاسخ‌های زمان گذرای متغیرها به شوک‌های برون‌زا ازجمله شوک تغییر قیمت انرژی ارائه می‌شود.

حل پاسخ‌های زمان گذار

برای به‌دست آوردن پاسخ‌های زمان گذار متغیرهای کلان به شوک‌های قیمت انرژی از روش عددی با الگوریتم Shooting استفاده می‌شود[۱]. خانوار در زمان آشکار شدن شوک‌ها متغیر تصمیم‌گیری اولیه خود (در الگوریتم اتخاذشده ساعت کار، (h) را انتخاب می‌کند. با این مقدار از میزان کار و با توجه به مقدار متغیر حالت، یعنی سرمایه فیزیکی که در دوره پیش تعیین، و در دوره جاری داده‌شده گرفته می‌شود، سایر متغیرها در لحظه اول با استفاده از شرایط بهینه‌یابی درون‌دوره‌ای و قید منابع حل می‌شوند. با توجه به مقدار به‌دست‌آمده برای سرمایه‌گذاری در زمان اول و با استفاده از رابطه دینامیک سرمایه (رابطه ۲۸)، سرمایه فیزیکی به عنوان متغیر حالت در زمان دوم به‌دست می‌آید. سپس متغیر تصمیم‌گیری در زمان دوم، یعنی میزان کار بهینه، با توجه به رابطه بهینه‌یابی بین‌دوره‌ای

۱. رجوع کنید به لژونگکویست و سارجنت (۲۰۱۸).

اویلر (رابطه ۱۵) بین متغیرهای زمان اول و دوم به‌دست می‌آید. با داشتن متغیر حالت به کمک متغیر سرمایه‌گذاری دوره پیشین و رابطه دینامیک سرمایه، و با به‌دست آمدن متغیر تصمیم‌گیری هر دوره با استفاده از متغیرهای دوره پیشین و رابطه اویلر، تمامی متغیرهای کلان در هر دوره برحسب متغیرهای دوره پیشین حل می‌شوند. بدین ترتیب، با تکرار این الگوریتم متغیرهای اقتصاد در تمامی دوره‌های آینده قدم به قدم حل می‌شود. در نهایت، این مسیر برای اصلاح حدس اولیه برای متغیر تصمیم‌گیری در زمان شروع تکرار می‌شود، تا جایی که مسیر متغیرهای اقتصاد در طول زمان در شاخه مطلوب تعادل زینی قرار گیرند و واگرا نشوند.

کالیبراسیون

در بخش پیشین روابط بهینه‌یابی و قید منابع مدل ارائه‌شده حل شد و حل تحلیلی جواب متغیرها در بلندمدت (پاسخ تعادل پایدار) و الگوریتم حل عددی برای پاسخ متغیرها در کوتاه‌مدت (پاسخ زمان گذار) ارائه شد. در این بخش، پارامترهای مدل بالا کالیبره می‌شود تا بدین ترتیب با مدل مقداردهی‌شده، سناریوی افزایش قیمت‌های نسبی انرژی اجرا، و تاثیر آن بر متغیرهای اقتصاد در بخش بعد تحلیل شود. پارامترهای مدل دو دسته‌اند: دسته اول، پارامترهای مدل مبنای حقیقی و اسمی بدون بخش انرژی در بخش‌های خانوار و بنگاه که در مدنی‌زاده و ابراهیمیان (۲۰۱۸) بر اساس نسبت‌های بلندمدت اقتصاد کلان کالیبره می‌شوند. دسته دوم، پارامترهای مربوط به بخش انرژی اضافه‌شده به مدل پژوهش یادشده، شامل کشش جانشینی و سهم انرژی در مطلوبیت خانوار و فناوری بنگاه است. فهرست پارامترهای مدل در جدول (۲) می‌آید. در صورتی که بخش مصرف انرژی در اقتصاد کوچک باشد، انتظار نمی‌رود معرفی انرژی در مدل در مقدار پارامترهای مبنای مدل تفاوت قابل‌ملاحظه ایجاد کند. در نتیجه، برای کالیبراسیون پارامترهای مبنا از نتایج نهایی مدنی‌زاده و ابراهیمیان (۲۰۱۸) استفاده می‌شود. برای کالیبراسیون پارامترهای مربوط به تقاضای انرژی در مدل به سراغ ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۷۸ در حساب‌های ملّی بانک مرکزی[1] رفتیم. با استفاده از این جدول مواد اولیه و واسطه‌ای انرژی تفکیک می‌شود و مصرف آن توسط بخش‌های مختلف اقتصاد در جدول (۲) محاسبه می‌شود. حامل‌های انرژی فهرست‌شده در این جدول منابع اولیه انرژی نیستند و هر یک خروجی فعالیت یک بخش در اقتصاد هستند. برای مثال، در تولید کالای نفت خام و گاز طبیعی، سرمایه و نیروی کار در مراحل استخراج و تولید این کالا نقش دارند. همچنین، سایر

1. http://www.cbi.ir/simplelist/5728.aspx

مواد واسطه‌ای در اقتصاد ازجمله خود این حامل‌ها در تولید انواع دیگر بکار گرفته می‌شوند. برای نمونه، نفت خام و گاز طبیعی در بخش پالایشگاه‌ها برای تولید بنزین، نفت سفید، گازوییل و همچنین در نیروگاه‌ها برای تولید برق استفاده می‌شوند. بنابراین ردیف‌های این جدول، متغیر انرژی در مدل ارائه‌شده نیست که به صورت ثروتی برون‌زا و کالایی اولیه بدون دخالت سرمایه و نیروی کار و سایر کالاهای واسطه در دسترس دولت برای عرضه به بازار قرار می‌گیرد. برای یافتن مقدار انرژی با تعریف مدل لازم است ارزش‌افزوده سرمایه و نیروی کار و همچنین، ارزش مواد واسطه‌ای در تولید هر کالای مصرف‌شده در هر بخش کم شود. اما در این‌جا برای یافتن مقدار تقریبی و دست بالا برای سهم انرژی در مصرف خانوار و تولید بنگاه‌ها از داده‌های این جدول استفاده می‌شود.

طبق آمار حساب‌های ملّی سالانه[1] در سال ۱۳۷۸ مقدار مصرف کل (خصوصی و دولتی) حدود ۳۰۰۰۰۰ میلیارد ریال، و تولید کل اقتصاد حدوداً ۴۸۰۰۰۰ میلیارد ریال است. در صورت استفاده از ارقام جدول (۳) برای مصرف بخش‌های تولید از انرژی و مصرف خانوار از انرژی، نسبت مصرف انواع انرژی در فعالیت‌های تولیدی حدود ۵ درصد و نسبت مصرف انرژی از کل مصرف خانوار حدود ۳ درصد به‌دست می‌آید. با توجه به توضیحات پاراگراف بالا، این مقادیر معادل پارامترهای سهم انرژی در مدل ارائه‌شده نیست و استفاده از این مقادیر با تقریب‌های جدی همراه است. همچنین، از آن‌جایی که قیمت‌های نسبی انرژی در سال ۱۳۷۸ نسبت به زمان حال تا حدودی متفاوت است، نمی‌توان از اعداد این جدول استفاده کرد و نیاز به ماتریس حسابداری اجتماعی به‌روز برای تحلیل سیاست اجرای آزادسازی قیمت‌های انرژی در زمان حال است. در این‌جا از نسبت‌های بالا صرفاً به عنوان مبنا برای کالیبراسیون پارامترهای بخش انرژی مدل و انتخاب بازه برای آزمون حساسیت استفاده می‌شود. لازم است در پژوهش‌های بعدی با تفکیک مفصل بخش‌های اقتصادی و حامل‌های انرژی از جدول حسابداری اجتماعی بر اساس طراحی و ساختار مدل، و لحاظ اثر تغییر قیمت نسبی انرژی در سهم هزینه مصرف انرژی، مقدار دقیق سهم انرژی در بخش‌های مدل بر اساس داده‌های مربوط کالیبره شود.

1. http://www.cbi.ir/simplelist/2054.aspx

جدول ۲: فهرست پارامترهای عمیق مدل تحلیل آزادسازی

پارامتر مدل	تعریف
α	سهم هزینه سرمایه و انرژی در تولید
δ	نرخ استهلاک سرمایه در تولید
β	ضریب رجحان زمانی خانوار
ψ	تمایل خانوار به استراحت
γ	سهم مصرف قابل‌مبادله فقط با پول
σ	عکس کشش جانشینی بین‌دوره‌ای مصرف
χ_h	سهم انرژی در مطلوبیت خانوار
χ_f	سهم انرژی در تولید
θ_h	کشش جانشینی انرژی و کالای غیرانرژی
θ_f	کشش جانشینی انرژی و سرمایه در تولید

جدول ۳: مصارف (میلیارد ریال) حامل‌های انرژی در بخش‌های مختلف اقتصاد در سال ۱۳۷۸

حامل انرژی	بخش‌های تولید	خانوار	ذخیره	صادرات	مجموع
نفت خام و گاز طبیعی	۵۷۹۸/۸۶	۰/۰۰	۱۴۱۱/۷۶	۴۷۰۷۷/۶۰	۵۴۲۸۸/۲۲
زغال‌سنگ	۱۱۴۰/۰۲	۰/۹۶	۴۲/۴۷	۲۴/۶۱	۱۲۰۸/۰۶
بنزین	۴۰۴۰/۱۶	۱۴۹۹/۲۷	۱۵۷/۸۳	۰/۰۰	۵۶۹۷/۲۶
نفت سفید	۲۸۴/۱۸	۱۶۸۷/۴۳	۱۰۹/۳۲	۲۹۱/۷۲	۲۳۷۲/۶۵
گازوییل	۲۵۷۲/۹۶	۳۰۶/۲۳	-۲/۵۷	۹۱۹/۲۵	۳۷۹۵/۸۸
نفت کوره و سایر سوخت‌های نفتی	۴۲۱/۱۱	۸/۴۸	۴۰/۵۲	۶۰۸۴/۳۸	۶۵۵۴/۴۹
گازهای مایع	۳۸۵/۹۱	۶۰۵/۳۷	-۱۷۱/۸۹	۱۸۵۲/۷۴	۲۶۷۲/۱۳
سایر فرآورده‌های نفتی	۲۲۱۳/۷۰	۸۶۳/۹۵	۱۲۷/۴۹	۴۶۰/۲۲	۳۶۶۵/۳۷
برق	۵۶۶۴/۵۹	۳۰۶۲/۲۹	۰/۰۰	۳۴۷/۸۶	۹۰۷۴/۷۵
گاز تصفیه و توزیع‌شده	۱۴۳۲/۶۹	۱۵۳۳/۹۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۲۹۶۶/۶۳
مجموع	۲۳۹۵۴/۱۸	۹۵۶۷/۹۲	۱۷۱۴/۹۳	۵۷۰۵۸/۳۹	۹۲۲۹۵/۴۲

توضیح: در سال ۱۳۸۷ مخارج مصرفی کل حدود ۳۰۰۰۰۰ میلیارد ریال و تولید ناخالص داخلی حدود ۴۸۰۰۰۰ میلیارد ریال بوده است.

برای مقداردهی پارامترهای کشش جانشینی انرژی در تابع تولید و مطلوبیت خانوار لازم است مقدار مصرف انرژی در این دو بخش به صورت سری زمانی تولید شود و در نهایت با استفاده از قیمت‌های انرژی برای هر بخش، و مشاهده رفتار تقاضا برحسب قیمت نسبی، کشش توابع تجمیع CES در تابع تولید بنگاه نمونه و تابع مطلوبیت خانوار به‌دست آید. مقدار تقاضای انرژی هر بخش را می‌توان با استفاده از داده‌های ترازنامه انرژی[1] به‌دست آورد، ولی ساختن سری زمانی برای قیمت انرژی در هر بخش به دلیل سوبسیدهای متفاوت در قیمت خوراک و خروجی بخش‌های مختلف مرتبط با انرژی با دشواری‌هایی همراه و از حیطه این پژوهش خارج است. در این‌جا به‌ناچار به آزمون حساسیت نتایج نسبت به پارامترهای کشش برای مقادیری روی آورده می‌شود که انرژی مکمل یا جانشین سایر کالاها و نهاده‌هاست.

جدول ۴: کالیبراسیون پارامترهای عمیق مدل تحلیل آزادسازی انرژی

پارامتر	α	δ	β	ψ	γ	χ_h	χ_f	θ_h	θ_f
مقدار	۰/۶۶	٪۲/۳	۰/۹۸۷	۲/۱	۱	٪۳ (٪۲،٪۴)	٪۵ (٪۳، ٪۷)	۱ (۰/۵، ۲)	۱ (۰/۵، ۲)

توضیح: مقادیر داخل پرانتز بازه‌های در نظرگرفته‌شده را برای آزمون حساسیت نشان می‌دهند.

بر اساس تقریب‌ها و فرض‌های توضیح داده‌شده در بالا، پارامترهای مدل به مقادیر جدول (۴) کالیبره می‌شود. در تحلیل‌های این پژوهش، برای تحلیل سناریوهای آزادسازی قیمت‌های انرژی از مدل با طول دوره یک فصل استفاده می‌شود. بازه در نظرگرفته‌شده برای پارامترهای بخش انرژی برای آزمون حساسیت نتایج نیز در این جدول نشان داده می‌شود. با مقادیر متوسط ($\theta_h = 1$) و ($\theta_f = 1$) تابع تولید و تابع مطلوبیت به فرم کاب-داگلاس تبدیل می‌شوند. مقادیر کالیبره‌شده برای پارامترهای بخش انرژی هم‌مرتبه و نزدیک به مقادیر پارامترهای مدل تعادل عمومی پویای پژوهش ابونوری و همکاران (۲۰۱۴)، در مورد تحلیل آثار تکانه قیمت انرژی در اقتصاد ایران است.

1. http://pep.moe.gov.ir