-- Iranian Energy Economics------
Summer 2020, 35(10), 41-96
Jiee.atu.ac.ir
DOI: http://dx.doi.org/10.22054/jiee.2021.58772.1820

ATU PRESS

Original Reserch Received: 01/02/2021 Accepted: 03/10/2021 ISSN: 2423-5954 eISSN: 2476-6437

The Effects of Oil Supply and Demand Shocks on Iran's Macroeconomic Variables: A Dynamic Stochastic General Equilibrium Approach (DSGE)

Younes Khodaparast — Ph.D. in Oil and Gas Economics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

Teimour Mohammadi * — Associate Professor of Economics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

Hossein Tavakolian — Associate Professor of Economics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

Abstract

Increasing oil consumption efficiency in the household and production sectors, as well as improving oil production technology, are among the most important factors that can improve the economic situation of oil-rich countries. Therefore, in this paper, the effects of oil consumption productivity (demand shocks) and technological oil production shocks (supply shocks) on macroeconomic variables are investigated in the form of the Keynesian Dynamic Stochastic General Equilibrium model. Annual data for the years 1352-1396 have been used to estimate the model parameters. The results show that oil consumption efficiency shocks in the household and production sectors have a positive and significant effect on oil exports, oil investment, total employment, and government spending. However, the shocks of oil consumption efficiency in the household sector reduce oil production and household's oil consumption and increase inflation, while the effect of the shocks of oil consumption efficiency in the production sector on these three variables is inverse. Also, technological oil production shocks have a positive effect on oil investment, oil production and export, non-oil employment, total consumption, government spending, and inflation, and in contrast, slightly reduce employment in the oil sector and oil consumption. Given that the above three shocks have positive effects on oil exports, oil investment, employment, government revenue, and even the level of consumption and non-oil production, appropriate planning and policy-making that stimulates consumer productivity and improves oil production technology should be on the agenda of policymakers.

Keywords: DSGE Model, Oil Supply and Demand Shocks, Macroeconomic Variables.

JEL Classification: D58, Q31, Q43.

* Corresponding Author: atmahmadi@gmail.com

How to Cite: Khodaparast, Y., Mohammadi, T., Tavakolian, H. (2020). The Effects of Oil Supply & Dem& Shocks on Iran's Macroeconomic Variables: A Dynamic Stochastic General Equilibrium Approach (DSGE). Iranian Energy Economics,35 (10), 41 -96.

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۱۱

eISSN: ۲۴۷۶-۶۴۳۷ ISSN: ۲۴۲۳-۵۹۵۴

-- پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران ---------

دوره ۱۰، شماره ۳۵، تابستان ۱۳۹۹، ۴۱-۹۶

Jiee.atu.ac.ir

DOI: http://dx.doi.org/10.22054/jiee.2021.58772.1820

اثرات تکانه‌های عرضه و تقاضای نفت بر متغیرهای کلان اقتصادی ایران: رویکرد تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE)

یونس خداپرست دانشجوی دکتری اقتصاد نفت و گاز، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

تیمور محمدی * دانشیار، گروه اقتصاد نظری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

حسین توکلیان دانشیار، گروه اقتصاد بازرگانی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

چکیده

افزایش کارایی مصرف نفت در بخش خانوار و تولید و همچنین ارتقای تکنولوژی تولید نفت، از جمله مهم‌ترین عواملی هستند که می‌توانند وضعیت اقتصادی کشورهای نفتی را بهبود دهند. ازاین‌رو، در مقاله حاضر، اثرات تکانه‌های کارایی مصرف نفت (تکانه تقاضا) و تکنولوژی تولید نفت (تکانه عرضه) بر متغیرهای کلان اقتصادی در قالب مدل تعادل عمومی پویای تصادفی اقتصاد باز نیوکینزی، بررسی می‌شوند. برای برآورد پارامترهای مدل از داده‌های سالیانه سال‌های ۱۳۵۲-۱۳۹۶ استفاده شده است. نتایج حاصله نشان می‌دهد که تکانه‌های کارایی مصرف نفت در بخش خانوار و تولید، اثر مثبت و معنی‌داری بر صادرات نفت، سرمایه‌گذاری نفتی، اشتغال کل و مخارج دولت دارد. بااین‌حال، تکانه کارایی مصرف نفت در بخش خانوار، تولید نفت و مصرف کالای نفتی خانوار را کاهش و تورم را افزایش می‌دهد، حال آنکه اثر تکانه کارایی مصرف نفت در بخش تولید بر این سه متغیر، معکوس است. همچنین تکانه تکنولوژی تولید نفت بر سرمایه‌گذاری نفتی، تولید و صادرات نفت، اشتغال غیرنفتی، مصرف کل، مخارج دولت و تورم اثر مثبت داشته و در مقابل اشتغال بخش نفت و مصرف کالای نفتی را اندکی کاهش می‌دهد. با توجه به اینکه سه تکانه بیان شده، اثرات مثبتی بر صادرات نفت، سرمایه‌گذاری نفتی، اشتغال، درآمدهای ارزی دولت و حتی سطح مصرف و تولیدات غیرنفتی دارند، برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری مناسب که ارتقای کارایی مصرف را تحریک کند و موجب بهبود تکنولوژی تولید نفت شود باید در دستور کار سیاست‌گذاران و تصمیم‌سازان قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: مدل DSGE، تکانه عرضه و تقاضای نفت، متغیرهای کلان اقتصادی.

طبقه‌بندی JEL: D58، Q31، Q43.

* نویسنده مسئول: atmahmadi@gmail.com

۱. مقدمه

امروزه نفت به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع انرژی، نقش مهمی در رشد و توسعه اقتصادی کشورها دارد. کشورهای واردکننده نفت از آن به عنوان یک نهاده اساسی در فرآیند تولید استفاده کرده و از این لحاظ، وابستگی زیادی به واردات نفت دارند. کشورهای صادرکننده نیز به دلیل ساختارهای اقتصادی نامناسب و عدم توسعه سایر بخش‌های اقتصاد، به طور عمده به صادرات نفت و کسب درآمد از این راه متکی هستند و همین امر، وابستگی این کشورها به درآمدهای نفتی را افزایش داده است. این وابستگی بالای کشورها به نفت موجب شده که وضعیت اقتصادی آن‌ها متاثر از تکانه‌های نفتی باشد و بررسی نحوه این اثرگذاری، موضوع بسیاری از مطالعات اقتصادی بوده است. در غالب این مطالعات (به خصوص در مطالعات داخلی)، تنها اثرات تکانه‌های قیمتی و درآمدی نفت بر متغیرهای اقتصادی مدنظر قرار گرفته و در مدل‌سازی بخش نفت از یک فرآیند خودتوضیحی[1] برای درآمد نفتی، تولید و قیمت نفت استفاده شده است. حال آنکه، کانال‌های دیگر اثرگذاری نفت بر متغیرهای کلان اقتصادی نیز مطرح است که تاثیرگذاری بخش نفت در اقتصاد از بعد تقاضای داخلی از جمله آن‌ها است. در توضیح این کانال اثرگذاری باید گفت که بخش خانوار (از طریق مصرف بنزین و گازوئیل در خودروها و مصرف نفت سفید برای گرمایش خانه‌ها) و بنگاه‌های اقتصادی (از طریق مصرف نفت به عنوان نهاده در بخش تولید) از جمله مهم‌ترین مصرف‌کنندگان داخلی نفت هستند. ازاین‌رو، چنانچه یک تکانه تقاضا بر مصرف نفت وارد شود (مانند تکانه تکنولوژی مثبت در میزان مصرف نفت بخش حمل و نقل یا سیاست جایگزینی گاز طبیعی به جای نفت در بخش مصرفی خانوار) امکان اثرگذاری این تکانه بر سایر متغیرهای اقتصادی نیز وجود دارد. همچنین اثرگذاری نفت بر سایر بخش‌های اقتصادی از کانال زنجیره ارزش این صنعت نیز قابل تفسیر است. توضیح اینکه در کشورهای تولیدکننده نفت مانند ایران به دلیل سرمایه‌بر بودن بخش نفت، بخش دیگری نیز در کنار این صنعت وجود دارد که معمولا کالاها و تجهیزات مورد نیاز صنعت نفت را تامین می‌کند.

در ایران حدود ۱۳۰۰ شرکت به ثبت رسیده‌اند که تجهیزات مورد نیاز صنعت نفت را می‌سازند و طبق آمارها، هم‌اکنون این شرکت‌ها قابلیت تولید حدود ۷۵ تا ۸۰ درصد از

1. Autoregressive

کالاها و تجهیزات مورد نیاز صنعت نفت را دارند. ازاین‌رو، می‌توان گفت که بخش نفت از این مسیر نیز می‌تواند سایر بخش‌ها را متاثر سازد و چنانچه تکانه‌ای بر تولید نفت وارد شود، امکان ایجاد تقاضا در بنگاه‌هایی که کالاهای و تجهیزات صنعت نفت را تامین می‌کند، وجود دارد. موضوع دیگری که به عنوان یک تکانه قابل طرح بوده، تکانه‌های تکنولوژی در تابع تولید نفت است. هم‌اکنون بسیاری از شرکت‌ها توانسته‌اند با بهره‌گیری از روش‌های جدید در بهره‌برداری از میادین، میزان تولید خود را افزایش داده و ضمن کاهش هزینه‌های تولید، ضریب بازیافت میادین خود را افزایش دهند. با توجه به موارد بیان شده، در مطالعه حاضر سعی می‌شود که در ابتدا با طراحی یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی[1] و مدلسازی جدیدی از بخش نفت، برخی از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر تولید نفت همچون حجم ذخایر اثبات شده، فعالیت‌های اکتشافی و میزان سرمایه‌گذاری، وارد مدل‌های DSGE شود که این امر می‌تواند نتایج تحقیق را واقعی‌تر سازد. در مرحله بعد، اثرات تکانه‌های عرضه و تقاضای نفت بر متغیرهای کلان اقتصادی، یعنی تولید ناخالص داخلی، مصرف، اشتغال، مخارج دولت، سرمایه‌گذاری، تولید و صادرات نفت، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در ادامه این مطالعه، ابتدا ادبیات نظری و تجربی مرتبط با موضوع تحقیق بیان می‌شود و سپس مدل DSGE که برای این منظور طراحی شده به تفصیل تشریح می‌شود. در بخش چهارم این مطالعه، تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده از برآورد مدل بیان شده و بخش پایانی نیز به جمع‌بندی و ارائه راهکار اختصاص می‌یابد.

۲. ادبیات نظری و تجربی

تکانه‌های عرضه و تقاضای نفت به دلیل ارتباط بخش نفت با سایر بخش‌های اقتصادی می‌تواند از کانال‌های دیگری بجز کانال درآمد و قیمت، متغیرهای کلان اقتصادی کشورها را متاثر سازد. این موضوع در کشورهای صادرکننده نفت که فرآیند تولید نفت آن‌ها توسط شرکت‌های داخلی انجام و تجهیزات مورد نیاز بخش نفت بیشتر از داخل تامین می‌شود، نمود بیشتری دارد. برای روشن‌تر شدن این موضوع در ادامه نحوه اثرگذاری

1. DSGE

تکانه‌های نفتی بر متغیرهای کلان اقتصادی دو دسته از کشورها (صادرکننده کننده و وارد کننده نفت) به تفصیل بیان می‌شود.

۲-۱. کشورهای واردکننده نفت

برای توضیح اثرات تکانه‌های نفتی برای وضعیت اقتصاد کشورهای واردکننده نفت در ابتدا لازم است که نقش انرژی و به طور خاص نقش نفت در تابع تولید و اقتصاد این کشورها بررسی شود. تا قبل از بحران نفتی ۱۹۷۷-۱۹۷۴ و ۱۹۷۸-۱۹۷۹، اهمیت انرژی به عنوان یک منبع برای رشد اقتصادی نادیده گرفته می‌شد، اما پس از این شوک‌ها، وضعیت تغییر کرد و تعداد مطالعاتی که رابطه بین انرژی و رشد اقتصادی را بررسی می‌کردند به تدریج افزایش یافت. در این ارتباط، براساس نظریه بیوفیزیکی رشد که توسط اقتصاددانان اکولوژیست مانند آیرس و نایر[1] (۱۹۸۴) ارائه شده، انرژی تنها عامل و مهم‌ترین عامل تولید شناخته شد و نیروی کار و سرمایه عوامل واسطه ای هستند که برای به‌کارگیری، نیازمند انرژی هستند (خورسندی و عزیزی، ۱۳۹۱). مطالعات گسترده اقتصاددانان اکولوژیست موجب شد که اقتصاددانان نئوکلاسیک که نیروی کار و سرمایه را به عنوان عوامل تولید در نظر گرفته بودند، یک عامل تولید به شکل منابع طبیعی در مدل‌های نظری خود اضافه کنند. برنت و وود[2] (۱۹۷۵)، انرژی را یکی از عوامل تولید می‌دانند اما بر خلاف اکولوژیست‌ها، نقش محدودتری برای این عامل تولید در تابع تولید در نظر می‌گیرند (کهنسال و شایان‌مهر، ۱۳۹۵).

اگر انرژی به عنوان یک عامل تولید بر عملکرد و رشد اقتصادی کشورها اثرگذار است با توجه به اینکه نفت، یکی از مهم‌ترین حامل‌های انرژی است، می‌توان اثرات تکانه‌های نفتی را بر اقتصاد کشورها را مورد بررسی قرار داد. در کشورهای واردکننده، یکی از مهم‌ترین کانال اثرگذاری تکانه‌های نفتی بر اقتصاد، کانال هزینه خواهد بود. در واقع با توجه به اینکه نفت یکی از مهم‌ترین نهاده‌های تولید خصوصا در بخش‌های صنعتی اقتصاد است، چنانچه شوک مثبت قیمت نفت اتفاق بیفتد، یکی از مهم‌ترین نهاده‌های تولید بنگاه‌ها کمیاب می‌شود و با افزایش هزینه‌های تولید، بنگاه‌های تولیدی، نفت کمتری خریداری می‌کنند؛ در نتیجه با توجه به حجم سرمایه و نیروی کار موجود، بهره‌وری این

1. Ayres, R. U. & Nair, I.
2. Berndt, E. R. & Wood, D. O.

عوامل کاهش یافته و تولید افت می‌کند. علاوه بر این با افزایش قیمت نفت و کاهش سودآوری بنگاه‌ها در کشورهای واردکننده، تمایل این بنگاه‌ها برای خرید کالاهای سرمایه‌ای جدید کاهش می‌دهد. براساس مطالعه براون و یوسل[1] (۲۰۰۲)، هنگامی که سطح فعالیت‌ها در اقتصاد به دلیل افزایش قیمت نفت و هزینه‌های تولید کاهش یابد، سرمایه‌گذاران، سرمایه‌های خود را از بازار خارج کرده و پول را در خارج از کشور سرمایه‌گذاری می‌کنند. همچنین اگر تولیدکنندگان تصور افزایش قیمت نفت را برای بلندمدت داشته باشند، کالاهای سرمایه‌ای که انرژی‌بری کمتری دارند را جایگزین نهاده‌های انرژی‌بر می‌کنند و از این حیث سرمایه‌گذاری متاثر از شوک‌های قیمت نفت خواهد بود (Razak, 2012). همچنین نااطمینانی ایجاد شده ناشی از شوک‌های نفتی ممکن است سرمایه‌گذاری برگشت‌ناپذیر[2] را کاهش دهد و این موضوع تایید دیگری بر اثرات منفی تکانه‌های نفتی بر اقتصاد است (Zhang, 2008).

تکانه‌های نفتی می‌تواند نرخ تورم را درکشورهای وارکننده تحت تاثیر قرار دهد. یکی از دلایل این موضوع، کاهش ظرفیت تولیدی به دلیل کاهش سودآوری ناشی از افزایش قیمت نفت است. با این حال دامنه اثرگذاری قیمت نفت بر تورم در کشورهای مختلف به دلیل تفاوت در ساختارهای اقتصادی و تولیدی آن‌ها با یکدیگر متفاوت است. کانال تجارت می‌تواند از جهات دیگری اثرات شوک‌های نفتی بر اقتصاد کشورهای صنعتی را که واردکننده نفت هستند، نشان دهد. براساس نظریه‌های اقتصادی اگر ارزش پول کشورهای صنعتی کاهش یابد به دلیل ارزان شدن نسبی کالاهای تولیدی در این کشورها، زمینه افزایش صادرات کالاهای تولیدی بنگاه‌ها فراهم خواهد شد. با توجه به این موضوع، اگر قیمت نفت افزایش یابد به دلیل قیمت‌گذاری دلاری نفت خام، ارزهای غیردلاری افزایش ارزش خواهند داشت و از این طریق حجم صادرات و درآمد شرکت‌های تولیدی (در خارج از آمریکا) کاهش می‌یابد. در مقابل برای بنگاه‌هایی که نهاده‌های غیرنفتی وارد می‌کنند افزایش ارزش ارز یک فرصت تلقی می‌شود؛ زیرا این بنگاه‌های تولیدی می‌توانند نهاده‌های غیرنفتی خود را با هزینه کمتری وارد کنند. این اتفاق می‌تواند به سودآوری و

1. Brown, S. P & Yücel, M. K.
2. Irreversible Investment

توسعه فعالیت‌های این شرکت‌ها کمک کند که پیامد آن افزایش اشتغال در این بخش خواهد بود.

۲-۲. کشورهای صادرکننده

یکی از مهم‌ترین اثرات تکانه‌های نفتی بر متغیرهای اقتصادی در کشورهای صادرکننده نفت، اثر این تکانه بر نرخ ارز است. حبیب و همکاران[1] (۲۰۱۶)، سه کانال مستقیم برای اثرگذاری تکانه‌های نفتی بر نرخ ارز معرفی می‌کنند که عبارتند از ۱- رابطه مبادله[2]، ۲- اثر ثروت[3] و ۳- تخصیص مجدد سبد دارایی[4].

رابطه مبادله به عنوان اولین کانال، توسط آمانو و نوردمن[5] (۱۹۹۸) معرفی شد و ایده اصلی آن، به اثر قمیت نفت بر سطح عمومی قیمت‌ها و سپس نرخ ارز واقعی بازمی‌گردد. اگر دو کشور را در فضای جهانی تصور کنیم، اگر بخش غیرقابل مبادله کشور اول، انرژی‌بری بیشتری نسبت به بخش قابل‌مبادله داشته باشد، قیمت محصولات غیرقابل مبادله در این کشور نسبت به کشور دوم افزایش می‌یابد. این موضوع موجب می‌شود که با توجه به ثابت بودن قیمت کالاهای قابل‌مبادله به دلیل تجارت، تورم کشور اول نسبت به کشور دوم بیشتر شود و به تبع آن ارزش پول کشور اول نسبت به کشور دوم رشد یابد (Chen et al., 2007). اگر قیمت کالاهای قابل‌مبادله را ثابت فرض نکنیم، می‌توانیم اثرات قیمت نفت بر نرخ ارز اسمی را بررسی کنیم. با افزایش قیمت نفت، انتظار می‌رود ارزش پول کشورهای که بخش قابل مبادله آن‌ها وابستگی زیادی به نفت دارند به دلیل تورم بالاتر نسبت به سایر کشورها، کاهش یابد (Beckmann et al., 2017).

ایده اساسی کانال ثروت این است که به دنبال افزایش قیمت نفت، ثروت (بر حسب دلار) به کشورهای صادرکننده نفت منتقل خواهد شد و این موضوع منعکس‌کننده بهبود صادرات و تراز تجاری بر حسب پول داخلی است. به همین دلیل انتظار می‌رود که با افزایش قیمت نفت، ارزش پول کشورهای صادرکننده نفت افزایش و ارزش پول کشورهای واردکننده کاهش یابد (Beckmann & Czudaj, 2013). همچنین اگر

1. Habib, et al.
2. Terms of Trade Channel
3. Wealth Effect Channel
4. Portfolio Reallocation Channel
5. Amano, R. A. & Van Norden, S.

کشور صادرکننده نفت درآمدهای صادراتی خود را در دارایی‌های دلاری سرمایه‌گذاری کند در کوتاه مدت احتمال افزایش ارزش دلار وجود خواهد داشت. تفاوت کانال ثروت و سبد دارایی به مدت زمان اثرگذاری آن‌ها بستگی دارد. کانال ثروت، اثر کوتاه‌مدت را نشان می‌دهد، در حالی که کانال سبد دارایی تاثیرات متوسط و بلندمدت را ارزیابی می‌کند. بر اساس کانال سبد دارایی، اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت قیمت نفت بر دلار آمریکا نسبت به پول رایج کشورهای صادرکننده نفت به دو عامل بستگی دارد؛ نخست، وابستگی ایالات متحده به واردات نفت نسبت به سهم صادرات ایالات متحده به کشورهای تولید کننده نفت است. دوم، ترجیحات نسبی صادرات نفت به دارایی‌های دلاری آمریکا است (حبیب و همکاران، ۲۰۱۶). انتظار می‌رود اگر میزان وابستگی آمریکا به واردات نفت زیاد باشد و کشورهای صادرکننده نفت تمایل به خرید دارایی‌های دلاری نداشته باشند، نرخ ارز موثر کشورهای صادرکننده نفت افزایش یابد.

با تعیین نحوه اثرگذاری شوک‌های نفتی بر نرخ ارز می‌توان کانال‌های اثرگذاری شوک‌های نفتی بر سایر متغیرها را نیز از این طریق تشریح کرد. برای مثال، کاهش نرخ ارز ناشی از تکانه‌های مثبت نفتی، می‌تواند قیمت کالاهای صادراتی را افزایش و قیمت کالاهای وارداتی را کاهش دهد. این موضوع قدرت رقابت بخش‌های تولیدکننده داخلی را کاهش داده و بر تولید این بخش‌ها اثر منفی می‌گذارد و موجب کاهش سهم تولیدکنندگان داخلی از بازارهای جهانی می‌شود (Mendoza & Vera, 2010). همچنین تکانه نفتی از کانال تغییر نرخ ارز می‌تواند تورم کشورهای صادر کننده نفت را متاثر سازد.

مطالعه سالیسو و همکاران[1] (۲۰۱۷) نشان می‌دهد که در اقتصادهای تک محصولی تکانه‌های نفتی و افزایش ناگهانی درآمدها موجب بهبود وضعیت تراز پرداخت‌ها، کاهش نرخ ارز و به دنبال آن نرخ تورم می‌شود. تغییرات نرخ ارز ناشی از تکانه‌های مثبت و منفی نفت، می‌تواند از کانال‌های مختلفی بر میزان بیکاری کشورها نفتی نیز اثرگذار باشند. برای مثال، با توجه به افزایش ارزش پول ملی ناشی از شوک مثبت نفتی، قیمت کالای صادراتی در مقاصد صادراتی افزایش یافته و در نتیجه تولید و تقاضای نیروی کار در بنگاه‌هایی که به بازار صادراتی وابسته‌اند کاهش می‌یابد. همچنین افزایش ارزش پول ملی، ارزش

1. Salisu, et al.

صادرات از کشورهای دیگر را کاهش می‌یابد و در نتیجه منجر به کاهش شاخص قیمت در بازار داخلی و کاهش تقاضا نیروی کار در بازار داخلی می‌شود (Dai & Xu, 2017).

بیماری هلندی یکی دیگر از اثرات تکانه‌های نفتی بر کشورهای صادرکننده نفت است و موجب می‌شود که بخش غیرقابل‌مبادله‌ی کشور گسترش یافته و بخش قابل‌مبادله‌ی آن تضعیف گردد. کوردن و نیری[1] (۱۹۸۲) در این ارتباط، اثرات تکانه‌های نفتی را در قالب «اثر انتقال منبع[2]» و «اثر هزینه‌ای[3]» توضیح می‌دهند. اثر انتقال منابع به این موضوع می‌پردازد که با وقوع یک تکانه نفتی، تولید نهایی منبعی که از تکانه متاثر شده افزایش می‌یابد و منابع از سایر بخش‌ها به بخش بیان شده منتقل می‌شوند. اثر هزینه‌ای نیز موجب می‌شود که به دلیل درآمدهای بادآورده، تقاضا در هر دو بخش قابل مبادله و غیرقابل مبادله افزایش می‌یابد. با توجه به اینکه قیمت‌ها در بخش قابل مبادله در بازارهای جهانی تعیین می‌شود، تقاضای بیشتر از طریق واردات تامین می‌گردد. بنابراین، قیمت کالاهای غیرقابل مباله نسبت به کالاهای قابل مبادله افزایش یافته و منابع نیز بین ان دو بخش جابه‌جا خواهد شد. علاو بر این، به دلیل وابستگی کشورهای صادرکننده نفت به درآمدهای حاصل از صادرت نفت، تکانه‌های نفتی می‌تواند بر سطح رفاه جامعه نیز اثرگذار باشد. برای مثال، تکانه منفی قیمت نفت با کاهش درآمدهای ارزی، موجب کاهش سطح مصرف و خدمات رفاهی خواهد شد. همچنین تکانه منفی نفت، با کاهش رشد اقتصادی کشورهای صادرکننده نفت، به دلیل کاهش سطح فعالیت‌های اقتصادی، درآمد مالیاتی دولت را کاهش می‌دهد. ازاین‌رو، با کاهش درآمد دولت از نفت و مالیات، تولید کالاهای عمومی، مصرف خصوصی از کالاهای عمومی و همچنین پرداخت‌های انتقالی به خانوارها کاهش یافته که این امر بر رفاه جامعه اثر گذار است. کاهش پرداخت‌های انتقالی به بخش تولید نیز باعث کاهش سود بنگاه‌های تولید و سپس درآمد خانوارها می‌شود که پیامد نهایی آن کاهش مصرف و رفاه آن‌هاست.

با توجه به تنوع کانال‌های اثرگذاری تکانه‌های نفتی بر متغییرهای کلان اقتصادی، مطالعات زیادی به بررسی این اثرگذاری در کشورهای واردکننده و صادرکننده نفت پرداخته‌اند.

1. Corden, W. M. & Neary, J. P.
2. Resource Movement Effect
3. Spending Effect

بلکی و باس[1] (۲۰۱۹)، اثرات شوک‌های قیمت و عرضه نفت بر حساب جاری پرداخته و استراتژی‌های سیاست پولی برای کاهش عدم تعادل را بررسی کرده‌اند. بر اساس نتایج به دست آمده از این مطالعه، تفاوت در نهادها، به ویژه بازار کار و تجارت، منجر به واکنش نامتقارن در برابر شوک می‌شود و شوک قیمت نفت می‌تواند تاثیر بلندمدت بر ترازهای داخلی داشته باشد.

بالک و برون[2] (۲۰۱۸) با طراحی یک DSGE و همچنین در نظر گرفتن خدمات حمل ونقل، سعی کرده‌اند که نفت را در تابع مصرف خانوار و تابع تولید بنگاه‌ها وارد کنند و سپس اثرات تغییر قیمت نفت را بر تولید ناخالص داخلی واقعی آمریکا بررسی کنند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد کاهش مقدار با ثبات مصرف نفت آمریکا به میزان قابل ملاحظه‌ای، واکنش تولید ناخالص داخلی واقعی را به قیمت نفت کاهش می‌دهد.

برقولت و لارسن[3] (۲۰۱۶) با طراحی یک مدل DSGE، اثرات شوک‌های قیمتی نفت بر اقتصاد نروژ را بررسی کرده و در دریافتند که شوک‌های متعارف در بازار نفت، تقریباً ۱۰ درصد از چرخه تجارت نروژ را توضیح می‌دهند و در مقابل بخش زیادی از اثرات سرریز از بخش غیرنفتی مانند نوآوری در کارآیی سرمایه‌گذاری بین‌المللی نشات می‌گیرد.

موخامدیف[4] (۲۰۱۴) با استفاده از مدل DSGE، اثرات نوسانات قیمت نفت در قزاقستان را بررسی کرده و به این نتیجه رسید که بعد از افزایش قیمت نفت، میزان تولید کالاهای نهایی، خالص صادرات، نرخ بهره، تورم داخلی، رابطه مبادله، مصرف و نرخ ارز واقعی افزایش یافته و در مقابل تولید و اشتغال در بخش تولیدکننده کالای نهایی کاهش می‌یابد.

در مطالعه بالک و همکاران[5] (۲۰۱۰) نیز نفت به عنوان نهاده در بخش تولید و به عنوان یک کالا وارد تابع مصرف خانوار شده و اثرات شوک‌های مصرف نفت خانوار و بخش تولید و همچنین شوک تولید نفت بر متغیرهای کلان اقتصادی آمریکا بررسی شده است.

---

1. Belke, A. & Baas, T.
2. Balke, N. S. & Brown, S. P.
3. Bergholt, D. & Larsen, V.
4. Mukhamediyev, B.
5. Balke, et al.

طبق نتایج به دست آمده، تکانه تکنولوژی تولید نفت،GDP و اشتغال را کاهش و در مقابل مصرف کل، مصرف نفت، سرمایه‌گذاری و تولید نفت را افزایش می‌دهد.

در مطالعات داخلی، تکانه کارایی مصرف نفت در بخش خانوار و بنگاه‌های تولیدی و همچنین تکانه تکنولوژی تولید نفت، مدل‌سازی نشده و بیشتر مطالعات معطوف بر اثرات تکانه‌های قیمتی نفت بر متغیرهای اقتصادی بوده است. در این راستا، محمدی و همکاران (۱۳۹۸) با طراحی یک مدل DSGE، اثرات تکانه کاهش قیمت نفت و تکانه مارک‌آپ بر متغیرهای کلان اقتصادی را بررسی کرده و دریافتند که تکانه منفی قیمت نفت مصرف و واردات را افزایش، سرمایه‌گذاری و تقاضای کار را کاهش می‌دهد.

مشیری و خیراندیش (۱۳۹۸)، آثارمستقیم و غیرمستقیم شوک‌های قیمتی نفتی بر کشورهای صادرکننده و واردکننده نفت را برآورد کرده و نشان دادند که اثر افزایش قیمت نفت در کشورهای توسعه‌یافته صادرکننده نفت منفی است که می‌تواند به دلیل ساختار صنعتی آن‌ها که متکی به واردات نفت هستند، باشد. اثر شوک‌های افزایش قیمت نفت بر اقتصاد کشورهای صادرکننده نفت در حال توسعه نیز مثبت، اما اثر غیرمستقیم آن به دلیل مراودات تجاری بالای این کشورها با کشورهای صنعتی واردکننده نفت، منفی است.

دمیری و همکاران (۱۳۹۶) در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که تاثیر مستقیم تکانه نفتی بر تراز تجاری ایران مثبت، اما تاثیر غیرمستقیم آن منفی است. در نهایت تاثیر مستقیم بر تاثیر غیرمستقیم غلبه می‌کند و تکانه نفتی مثبت سبب بهبود نسبت تراز تجاری کل به تولید ناخالص داخلی، کاهش نسبت تراز تجاری غیرنفتی به تولید ناخالص داخلی و افزایش تولید، سرمایه‌گذاری و تورم می‌شود.

توکلیان و ابرقویی (۱۳۹۵) به مقایسه عملکرد اقتصاد ایران در چارچوب الگوی DSGE اقتصاد باز در سه رژیم ارزی شناور، شناور مدیریت شده و ثابت پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه بیانگر آن است که بیشترین سهم در نوسانات متغیرهای حقیقی اقتصاد را تکانه‌های بهره‌وری و تکانه نفتی و بیشترین سهم در نوسانات تورم را تکانه پولی، تکانه نفتی و تکانه نرخ ارز دارند.

منظور و تقی‌پور (۱۳۹۴) با استفاده از یک مدل DSGE، اثرات تکانه‌های نفتی را بر اقتصاد ایران بررسی کرده و دریافتند که تکانه درآمدهای ارزی حاصل از صادرات نفتی،

موجب افزایش بودجه عمرانی، مخارج جاری دولت، واردات مصرفی، واردات سرمایه‌ای، سرمایه‌گذاری خصوصی و کاهش نرخ ارز ظاهر می‌شود.

خیابانی و امیری (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای تاثیر شوک‌های قیمت نفت بر متغیرهای کلان اقتصادی ایران را در قالب یک مدل DSGE اقتصاد باز، بررسی کرده و دریافتند که تکانه‌های نفتی بر تولید، سرمایه‌گذاری و موجودی سرمایه تاثیر منفی دارد و تورم، مصرف و هزینه نهایی را افزایش می‌دهد. ایشان همچنین نتیجه می‌گیرند که شوک‌های نفتی بر مخارج دولت و حجم پول اثر مثبت دارد و از فرضیه نفرین منابع در اقتصاد ایران را تایید می‌کنند.

۳. مدل تعادل عمومی پویای تصادفی

۳-۱. خانوار

در چارچوب مدل به پیروی از ژائو و همکاران[1] (۲۰۱۶) و خیابانی و امیری (۱۳۹۳)، بخش خانوار، مطلوبیت تنزیل شده انتظاری بین‌دوره‌ای خود را با فرآیند ارائه شده در رباطه (۱) حداکثر می‌کند.

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\frac{1}{1-\eta_c} (C_t)^{1-\eta_c} + \frac{1}{1-\eta_m} \left(\frac{M_t}{P_t} \right)^{1-\eta_m} - \frac{\xi_t}{1+\eta_l} (l_t)^{1-\eta_l} \right] \quad (۱)$$

به گونه‌ای که E_0 عملگر انتظارات، C_t مصرف خصوصی، $\frac{M_t}{P_t}$ مانده حقیقی پول، l_t سطح اشتغال نیروی کار و β عامل تنزیل زمان است. در این رابطه، $\frac{1}{\eta_c}$ کشش جانشینی بین دورهای مصرف، $\frac{1}{\eta_m}$ کشش تقاضا برای مانده حقیقی پول و $\frac{1}{\eta_l}$ کشش عرضه نیروی کار و ξ_t شوک عرضه نیروی کار است که از یک فرآیند اتوگرسیو درجه یک تبعیت می‌کند. مصرف خصوصی (C_t) شامل کالاهای غیر نفتی ($C_{NO,t}$) و نفت ($C_{O,t}$) است و به تقلید

1. Zhao, et al.

از بالکی و همکاران[1] (۲۰۱۰) و هوو و همکاران[2] (۲۰۱۶)، رابطه آن به صورت رابطه (۲) خواهد بود.

$$C_t = \left[\Upsilon_1^{\frac{1}{\chi_1}} \left(C_{NO,t}\right)^{\frac{\chi_1-1}{\chi_1}} + (1-\Upsilon_1)^{\frac{1}{\chi_1}} \left(Z_{1,t}C_{O,t}\right)^{\frac{\chi_1-1}{\chi_1}} \right]^{\frac{\chi_1}{\chi_1-1}} \quad (۲)$$

در رابطه (۲)، Υ_1 سهم کالاهای غیر نفتی را از کل مصرف و χ_1 کشش جانشینی بین دوره‌ای مصرف میان کالاهای غیرنفتی و نفت است که هرچقدر بزرگ‌تر باشد، کشش جانشینی میان این دو نوع کالا بیشتر خواهد بود. $Z_{1,t}$ نیز تکانه کارایی مصرف نفت خانوارها را نشان می‌دهد و از طریق رابطه (۳) به دست می‌آید.

$$Ln\left(Z_{1,t}\right) = \rho_{Z_1} Ln\left(Z_{1,t-1}\right) + \varepsilon_{Z_1,t} \quad (۳)$$

$$\varepsilon_{Z_1,t} \sim N(0, \sigma_{Z_1}^2)$$

قید هزینه خانوار برای کالاهای غیرنفتی و نفت به صورت رابطه (۴) خواهد بود که در آن $P_{NO,t}$، شاخص قیمت کالاهای غیرنفتی و $P_{O,t}$ شاخص قیمت کالاهای نفتی است.

$$P_{NO,t}C_{NO,t} + P_{O,t}C_{O,t} = P_tC_t \quad (۴)$$

حال به منظور تعیین سطح بهینه تقاضا خانوار برای کالاهای غیرنفتی و کالای نفت با حداقل‌سازی مخارج مصرفی (رابطه (۴)) نسبت به قید رابطه (۲)، می‌توان سطح بهینه مصرف کالاهای غیرنفتی و نفت و همچنین شاخص قیمت کل را به صورت رابطه‌های (۵)، (۶) و (۷) به دست آورد.

$$C_{NO,t} = \Upsilon_1 \left(\frac{P_{NO,t}}{P_t}\right)^{-\chi_1} C_t \quad (۵)$$

1. Balke, et al.
2. Hou, et al.

$$C_{O,t} = (1 - \Upsilon_1)\left(\frac{P_{O,t}}{P_t}\right)^{-\chi_1} C_t \qquad (۶)$$

$$P_t = \left[\Upsilon_1 \left(P_{NO,t}\right)^{1-\chi_1} + (1 - \Upsilon_1)\ \left(P_{O,t}\right)^{1-\chi_1}\right]^{\frac{1}{1-\chi_1}} \qquad (۷)$$

از سوی دیگر قید بودجه واقعی خانوار نیز به صورت رابطه (۸) قابل تعریف است که در آن w_t نرخ دستمزد حقیقی، r_t^k نرخ بازده حقیقی سرمایه، r_{t-1}^B نرخ بازدهی اوراق قرضه داخلی، $\pi_t = \frac{P_t}{P_{t-1}}$ نرخ تورم، $\Omega_{I,t} = \frac{P_{I,t}}{P_t}$ قیمت نسبی سرمایه، $m_t = \frac{M_t}{P_t}$ مانده حقیقی پول، $b_t = \frac{B_t}{P_t}$ مقدار حقیقی اوراق قرضه، $I_{NO,t}$ سرمایه ناخالص، div_t سود حقیقی توزیع شده بنگاه برای خانوار و t_t نیز خالص مالیات‌ها است.

$$C_t + \Omega_{I,t} I_{NO,t} + m_t + b_t + t_t = w_t L_t + r_t^k K_{NO,t-1} + \frac{m_{t-1}}{\pi_t} + (1 + r_{t-1}^B)\frac{b_{t-1}}{\pi_t} + div_t \qquad (۸)$$

رابطه انباشت سرمایه که ارتباط میان سرمایه‌گذاری و انباشت سرمایه را نشان می‌دهد و به عنوان دومین قید خانوارها مطرح است که همانند مطالعه خان و تسوکالاس[1] (۲۰۱۱) و حقیقت و همکاران (۱۳۹۶) به صورت رابطه (۹) فرض شده است.

$$K_{NO,t} = (1 - \delta_1)K_{NO,t-1} + \left[1 - S\left(\frac{\varepsilon_{NO,t}^I\, I_{NO,t}}{I_{NO,t-1}}\right)\right] I_{NO,t} \qquad (۹)$$

در رابطه (۹)، δ نرخ استهلاک، ε_t^I تکانه سرمایه‌گذاری و $S(\cdot)$ تابع هزینه تعدیل سرمایه‌گذاری است. این تابع نشان می‌دهد که به ازای هر واحد سرمایه‌گذاری، مقداری از آن در فرآیند تبدیل به سرمایه از بین می‌رود. همچنین فرض می‌شود که تکانه سرمایه‌گذاری از

1. Khan & Tsoukalas

یک فرآیند اتورگرسیو مرتبه اول به صورت $\varepsilon^{I}_{NO,t}=\rho^{I}_{NO}\varepsilon^{I}_{NO,t-1}+\upsilon^{I}_{NO,t}$ تبعیت می کند.

هدف خانوارها یافتن مسیرهای بهینه برای مصرف، سرمایه‌گذاری، حجم سرمایه، عرضه نیروی کار، تراز حقیقی پول و اوراق قرضه است به نحوی که تابع مطلوبیت (۱) نسبت به قیود (۸) و (۹) حداکثر شود. برای این منظور می‌توان تابع لاگرانژ مساله بهینه‌یابی خانوار را به صورت رابطه (۱۰) نوشت.

$$L=E_t\sum_{t=0}^{\infty}\beta^t\left\{\left[\frac{1}{1-\eta_c}(C_t)^{1-\eta_c}+\frac{1}{1-\eta_m}\left(\frac{M_t}{P_t}\right)^{1-\eta_m}-\frac{\xi_t}{1+\eta_l}(l_t)^{1+\eta_l}\right]+\lambda_t\left(w_tL_t+r^k_tK_{NO,t-1}+\frac{m_{t-1}}{\pi_t}+\left(1+r^B_{t-1}\right)\frac{b_{t-1}}{\pi_t}-C_t-\Omega_{I,t}I_{NO,t}-m_t-b_t-t_t\right)+\mu_t\left[(1-\delta_1)K_{NO,t-1}+I_{NO,t}\left[1-S\left(\frac{\varepsilon^{I}_{NO,t}\,I_t}{I_{t-1}}\right)\right]-K_{NO,t}\right]\right\} \quad (۱۰)$$

در رابطه (۱۰)، $\mathcal{L}$ تابع لاگرانژ، $\lambda_{1,t}$ ضریب لاگرانژ مرتبط با قید بودجه و $\mu_{1,t}$ ضریب لاگرانژ مربوط به رابطه انباشت سرمایه است. شروط مرتبه اول با توجه به رابطه (۱۰) به صورت روابطه‌های (۱۱)، (۱۲) و (۱۳) است.

$$\frac{\partial\mathcal{L}}{\partial C_t}=0\implies C_t^{-\eta_c}-\lambda_t=0\implies\lambda_t=C_t^{-\eta_c} \quad (۱۱)$$

$$\frac{\partial\mathcal{L}}{\partial l_t}=0\implies-\beta^t\xi_t(l_t)^{-\eta_l}+\beta^t\lambda_t w_t=0\implies w_t=\frac{\xi_t(l_t)^{-\eta_l}}{C_t^{-\eta_c}} \quad (۱۲)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial b_t} = 0 \implies -\beta^t \lambda_t + E_t \beta^{t+1}(1 + r_t^B)\frac{\lambda_{t+1}}{\pi_{t+1}} = 0 \qquad (۱۳)$$

$$\implies E_t \frac{\lambda_t}{\lambda_{t+1}} = \beta E_t \frac{(1 + r_t^B)}{\pi_{t+1}}$$

با جایگذاری رابطه (۱۱) در رابطه (۱۳)، معادله اولر به صورت رابطه (۱۴)حاصل می‌شود.

$$E_t \frac{C_t^{-\eta_c}}{C_{t+1}^{-\eta_c}} = \beta E_t \frac{(1 + r_t^B)}{\pi_{t+1}} \qquad (۱۴)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial m_t} = 0 \implies (m_t)^{-\eta_m} = \lambda_t \left(1 - \beta E_t \frac{\lambda}{\pi_{t+1}}\right)$$

با توجه به اینکه $\beta E_t \frac{\lambda}{\pi_{t+1}} = \frac{1}{(1+r_t^B)}$ است با جایگذاری آن در رابطه (۱۴)، معادله تقاضای حقیقی پول به صورت رابطه‌های (۱۵) و (۱۶) به دست می‌آید.

$$(m_t)^{-\eta_m} = \left(\frac{r_t^B}{1 + r_t^B}\right) C_t^{-\eta_c} \qquad (۱۵)$$

$$\begin{aligned} &\frac{\partial L}{\partial I_t} = 0 \qquad (۱۶)\\ &\implies -\Omega_{I,t} \\ &+ q_t \left\{1 - S\left(\frac{\varepsilon_{NO,t}^I \, I_{NO,t}}{I_{NO,t-1}}\right)\right. \\ &\left. - I_{NO,t} \frac{\varepsilon_{NO,t}^I}{I_{NO,t-1}} S'\left(\frac{\varepsilon_{NO,t}^I \, I_{NO,t}}{I_{NO,t-1}}\right)\right\} \\ &+ \beta E_t \left\{q_{t+1} \varepsilon_{NO,t+1}^I \left(\frac{I_{NO,t+1}}{I_{NO,t}}\right)^2 S'\left(\frac{\varepsilon_{NO,t+1}^I \, I_{NO,t+1}}{I_{NO,t}}\right)\right\} \\ &= 0 \end{aligned}$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

در اینجا $q_t = \frac{\mu_{1,t}}{\lambda_{1,t}}$ همان نرخ نهایی توبین است که برابر با نسبت ارزش بازاری برحسب ارزش جایگزینی و یا ارزش سرمایه نصب شده برحسب هزینه جایگزینی است.

رابطه (۱۷) یک نوع قیمت‌گذاری برای سرمایه است که بیان می‌کند، قیمت نسبی سرمایه برابر با بازدهی مورد انتظاری است که در دوره بعد خواهیم گرفت. این رابطه روشی بهینه برای تعیین قیمت سرمایه بوده که در آن بازدهی آتی و نرخ استهلاک سرمایه برای تعیین قیمت سرمایه به حساب آورده شده است.

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial K_{NO,t}} = 0 \implies E_t[\beta^{t+1}\,\lambda_{t+1}\,r^k_{t+1}] - \beta^t \mu_t + E_t[\beta^{t+1}\,\mu_{t+1}\,(1-\delta_1)] = 0 \qquad (۱۷)$$

$$q_t = \beta E_t\left[\frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t}\,r^k_{t+1} + q_{t+1}\,(1-\delta)\right]$$

۳-۱-۱. مصرف و سرمایه‌گذاری داخلی و وارداتی

همانند مطالعه گالی و موناسیلی[1] (۲۰۰۵) و اولادونی[2] (۲۰۲۰)، بخشی از کالاهای غیرنفتی مصرفی خانوار در داخل تولید شده و بخشی دیگر از طریق واردات تامین می‌شود. رابطه (۱۸) شاخص مصرف کالاهای غیرنفتی خانوار ($C_{NO,t}$) را به صورت ترکیبی از کالاهای غیرنفتی تولید داخل ($C^D_{NO,t}$) و کالاهای غیرنفتی وارداتی ($C^F_{NO,t}$) معرفی می‌کند که Υ_2 سهم کالاهای غیرنفتی داخلی در شاخص کالاهای غیرنفتی و χ_2 کشش بین دوره‌ای مصرف میان کالاهای غیرنفتی داخلی و وارداتی است.

$$C_{NO,t} = \left[\Upsilon_2^{\frac{1}{\chi_2}}\left(C^D_{NO,t}\right)^{\frac{\chi_2-1}{\chi_2}} + (1-\Upsilon_2)^{\frac{1}{\chi_2}}\left(C^F_{NO,t}\right)^{\frac{\chi_2-1}{\chi_2}}\right]^{\frac{\chi_2}{\chi_2-1}} \qquad (۱۸)$$

قید هزینه خانوار برای کالاهای غیرنفتی تولید داخل و کالاهای غیرنفتی وارداتی به صورت رابطه (۱۹) است.

1. Gali, J. & Monacelli, T.
2. Oladunni, S.

$$P^{D}_{NO,t}\, C^{D}_{NO,t} + P^{F}_{NO,t}\, C^{F}_{NO,t} = P_{NO,t}\, C_{NO,t} \qquad (۱۹)$$

که در آن $P^{D}_{NO,t}$ قیمت کالاهای غیرنفتی داخلی و $P^{F}_{NO,t}$ قیمت کالاهای غیرنفتی وارداتی است. با حداقل‌سازی مخارج مصرف‌کننده (رابطه (۱۹)) نسبت به قید مصرف سطح مشخصی از مصرف کالاهای غیرنفتی (رابطه (۱۸))، می‌توان تقاضای بهینه برای کالاهای غیرنفتی داخلی و وارداتی و همچنین شاخص قیمت کالاهای غیرنفتی را به صورت رابطه‌های (۲۰)، (۲۱) و (۲۲) به دست آورد.

$$C^{D}_{NO,t} = \Upsilon_2 \left(\frac{P^{D}_{NO,t}}{P_{NO,t}}\right)^{-\chi_2} C_{NO,t} \qquad (۲۰)$$

$$C^{F}_{NO,t} = (1-\Upsilon_2) \left(\frac{P^{F}_{NO,t}}{P_{NO,t}}\right)^{-\chi_2} C_{NO,t} \qquad (۲۱)$$

$$P_{NO,t} = \left[\alpha_2^{\frac{1}{\chi_2}} \left(P^{D}_{NO,t}\right)^{\frac{\chi_2-1}{\chi_2}} + (1-\alpha_2)^{\frac{1}{\chi_2}} \left(P^{F}_{NO,t}\right)^{\frac{\chi_2-1}{\chi_2}}\right]^{\frac{\chi_2}{\chi_2-1}} \qquad (۲۲)$$

در ارتباط با سرمایه‌گذاری خانوار نیز فرآیندی مشابه با مصرف وجود دارد و فرض می‌شود که کل سرمایه‌گذاری‌ها به صورت ترکیبی از کالاهای سرمایه‌ای تولید داخل و وارداتی است. البته باید یادآور شد که سرمایه‌گذاری خانوار تنها در بخش غیرنفتی و به صورت رابطه (۲۳) است.

$$I_{NO,t} = \left[\varpi_1^{\frac{1}{\gamma_1}} \left(I^{D}_{NO,t}\right)^{\frac{\gamma_1-1}{\gamma_1}} + (1-\varpi_1)^{\frac{1}{\gamma_1}} \left(I^{F}_{NO,t}\right)^{\frac{\gamma_1-1}{\gamma_1}}\right]^{\frac{\gamma_1}{\gamma_1-1}} \qquad (۲۳)$$

در رابطه (۲۳) $I^{D}_{NO,t}$ میزان کالای سرمایه‌ای داخلی و $I^{F}_{NO,t}$ کالای سرمایه‌ای وارداتی است. ϖ_1 نشان‌دهنده سهم کالای سرمایه‌ای داخلی و γ_1 کشش جانشینی بین کالاهای سرمایه‌ای داخلی و وارداتی است. ازاین‌رو، قید هزینه خانوار برای سرمایه‌گذاری به

صورت رابطه (۲۴) است که در آن به ترتیب $P_{NO,t}^{ID}$ و $P_{NO,t}^{IF}$ قیمت کالای سرمایه‌ای داخلی و وارداتی است.

$$P_{NO,t}^{ID} I_{NO,t}^{D} + P_{NO,t}^{IF} I_{NO,t}^{F} = P_{NO,t}^{I} I_{NO,t} \qquad (۲۴)$$

با حداقل‌سازی مخارج سرمایه‌گذاری نسبت به قید (۲۳)، تقاضا برای کالای سرمایه‌ای داخلی و وارداتی و همچنین شاخص قیمت سرمایه‌گذاری کل به صورت رابطه‌های (۲۵) (۲۶) و (۲۷) حاصل می‌شود.

$$I_{NO,t}^{D} = \varpi_1 \left(\frac{P_{NO,t}^{ID}}{P_{NO,t}^{I}}\right)^{-\gamma_1} I_{NO,t} \qquad (۲۵)$$

$$I_{NO,t}^{F} = (1-\varpi_1) \left(\frac{P_{NO,t}^{IF}}{P_{NO,t}^{I}}\right)^{-\gamma_1} I_{NO,t} \qquad (۲۶)$$

$$P_{NO,t}^{I} = \left[\varpi_1^{\frac{1}{\gamma_1}} \left(P_{NO,t}^{ID}\right)^{\frac{\gamma_1-1}{\gamma_1}} + (1-\varpi_1)^{\frac{1}{\gamma_1}} \left(P_{NO,t}^{IF}\right)^{\frac{\gamma_1-1}{\gamma_1}}\right]^{\frac{\gamma_1}{\gamma_1-1}} \qquad (۲۷)$$

۳-۲. بنگاه‌های تولیدکننده غیرنفتی

۳-۲-۱. بنگاه تولیدکننده کالای واسطه‌ای

این بنگاه‌ها در شرایط رقابت کامل فعالیت کرده و به پیروی از مطالعه بودنسترین و همکاران[1] (۲۰۱۱) با ترکیب نهاده نفت ($X_{O,t}$) و نهاده ترکیبی (VA_t) تحت فرآیند ارائه شده در رابطه (۲۸)، اقدام به تولید کالاهای واسطه‌ای (y_t^{NO}) می‌کنند.

$$y_t^{NO}(i) = \left[(\Gamma_Y)^{\frac{1}{\varphi_1}} (VA_t)^{\frac{\varphi_1-1}{\varphi_1}} + (1-\Gamma_Y)^{\frac{1}{\varphi_1}} \left(Z_{2,t} X_{O,t}\right)^{\frac{\varphi_1-1}{\varphi_1}}\right]^{\frac{\varphi_1}{\varphi_1-1}} \qquad (۲۸)$$

1. Bodenstein, et al.

در رابطه (۲۸)، Γ_Y سهم نهاده ترکیبی از تولید کالاهای غیرنفتی و φ_1 نیز کشش جانشینی بین نهاده ترکیبی و نهاده نفت در تولید کالای غیر نفتی است. $Z_{2,t}$ نیز تکانه کارایی مصرف نفت در بخش تولید کالای واسطه‌ای است که به صورت رابطه (۲۹) تعیین می‌شود. همچنین نهاده ترکیبی از ترکیب نیروی کار و سرمایه که به ترتیب با قیمت‌های w_t و r_t^k از خانوار دریافت می‌شود، براساس تابع کاپ‌داگلاس (۳۰) تولید می‌شود.

$$Ln(Z_{2,t}) = +\rho_{Z_2} Ln(Z_{2,t-1}) + \varepsilon_{Z_2,t} \qquad (۲۹)$$

$$\varepsilon_{Z_2,t} \sim N(0, \sigma_{Z_2}^2)$$

$$VA_t(i) = A_t^{VA}(L_{NO,t})^{\theta_1}(K_{NO,t-1})^{1-\theta_1} \qquad (۳۰)$$

مساله پیش روی بنگاه‌های واسطه‌ای، حداقل‌سازی هزینه مقید به تابع تولید براساس رابطه (۳۱) است.

$$\min_{L_t,K_{t-1},X_{O,t}} E = w_t L_{NO,t} + r_t^k K_{NO,t-1} + \Omega_{O,t} X_{O,t} + \psi_{,t}(i) \left\{ y_t^{NO}(i) - \left[(\Gamma_Y)^{\frac{1}{\varphi_1}} \left(A_t^{VA}(L_{NO,t})^{\theta_1}(K_{NO,t-1})^{1-\theta_1} \right)^{\frac{\varphi_1-1}{\varphi_1}} + (1-\Gamma_Y)^{\frac{1}{\varphi}} (Z_{2,t}X_{O,t})^{\frac{\varphi_1-1}{\varphi_1}} \right]^{\frac{\varphi_1}{\varphi_1-1}} \right\} \qquad (۳۱)$$

در مساله حداقل‌سازی رابطه (۳۱)، $\psi_t(i)$ هزینه نهایی تولید کالای واسطه‌ای iام را نشان می‌دهد و $\Omega_{O,t}$ بیانگر قیمت نفت است. شروط مرتبه اول رابطه (۳۱) به صورت رابطه‌های (۳۱)، (۳۲) و (۳۳) خواهد بود.

$$\frac{\partial E}{\partial L_{NO,t}}=0 \Longrightarrow w_t\text{-}\psi_{,t}(i)\ \theta_1\left(y_t^{NO}(i)\right)^{\frac{1}{\varphi_1}}(\Gamma_Y)^{\frac{1}{\varphi_1}} \quad (۳۲)$$

$$\frac{1}{L_{NO,t}}\left(VA_t(i)\right)^{\frac{\varphi_1\text{-}1}{\varphi_1}}=0$$

$$\frac{\partial E}{\partial K_{t\text{-}1}}=0 \Longrightarrow r_t^k\text{-}\psi_{,t}(i)(1\text{-}\theta_1)\left(y_t^{NO}(i)\right)^{\frac{1}{\varphi_1}} \quad (۳۳)$$

$$(\Gamma_Y)^{\frac{1}{\varphi_1}}\frac{1}{K_{NO,t\text{-}1}}\left(VA_t(i)\right)^{\frac{\varphi_1\text{-}1}{\varphi_1}}=0$$

$$\frac{\partial E}{\partial X_{O,t}}=0 \Longrightarrow \Omega_{O,t}\text{-}\psi_{,t}(i)\left(y_t^{NO}(i)\right)^{\frac{1}{\varphi_1}}(1\text{-} \quad (۳۴)$$

$$\Gamma_Y)^{\frac{1}{\varphi_1}}\left(Z_{2,t}\right)^{\frac{\varphi_1\text{-}1}{\varphi_1}}\left(X_{O,t}(i)\right)^{\frac{1}{\varphi_1}}=0$$

از دو رابطه (۳۲) و (۳۳) رابطه (۳۵) را خواهیم داشت و از دو رابطه (۳۲) و (۳۴) رابطه (۳۶) حاصل خواهد شد.

$$\Longrightarrow\ r_t^k\theta_1\ K_{NO,t-1}=w_t(1-\theta_1)\ L_{NO,t} \quad (۳۵)$$

$$\Longrightarrow\ X_{O,t}(i) \quad (۳۶)$$

$$=(\theta_1)^{-\varphi_1}\left(\frac{1-\Gamma_Y}{\Gamma_Y}\right)\frac{1}{Z_{2,t}}\left(\frac{w_t L_{NO,t}}{\Omega_{O,t}}\right)^{\varphi_1}\left(VA_t(i)\right)^{1-\varphi_1}$$

با جایگذاری مقدار تعادلی $L_{NO,t}$ و $K_{NO,t-1}$ در رابطه (۳۰)، مقدار تعادلی VA_t به دست می‌آید. سپس باجایگذاری مقدار تعادلی $X_{O,t}$ و VA_t در تابع تولید (رابطه (۲۸)) می‌توان هزینه نهایی تولید را به صورت رابطه (۳۷) به دست آورد.

$$mc_t = \psi_{,t} \qquad (۳۷)$$
$$= \left\{ \Gamma^{\varphi} \left[(1-\theta)^{-(1-\theta)} (\theta)^{-\theta} (A_t^{VA})^{-1} (r_t)^{1-\theta} {w_t}^{\theta} \right]^{1-\varphi} (1 - \Gamma)^{\varphi} \left(p_{O,t} \right)^{1-\varphi} \right\}^{\frac{1}{1-\varphi}}$$

هدف بعدی بنگاه‌های واسطه‌ای، تعیین سطحی از قیمت است که جریان سود آن را در طول یک دوره زمانی حداکثر کند. در این مرحله بنگاه‌ها با مسئله‌ای به عنوان چسبندگی قیمت مواجه هستند. ازاین‌رو، برای وارد کردن فرض چسبندگی قیمت از روش کالوو[1] (۱۹۸۳) استفاده می‌شود. مبانی روش کالوو بر این فرض استوار است که در هر دوره همه بنگاه‌ها همزمان قیمت خود را تغییر نخواهند داد. در این صورت به دلیل عدم تغییر قیمت همه بنگاه‌ها، سطح عمومی قیمت با چسبندگی مواجه خواهد شد و انعطاف کامل قیمتی وجود ندارد. کالوو به منظور الگوسازی چسبندگی قیمت از مبانی احتمال استفاده کرده و بنگاه‌های واسطه‌ای اقتصاد را به دو دسته تقسیم می‌کند. دسته‌ای از بنگاه‌ها با احتمال ς درصد ($\varsigma \in [0,1]$) قیمت خود را ثابت نگه می‌دارند و بقیه بنگاه‌ها با احتمال $(1-\varsigma)$ درصد دوباره قیمت بهینه جدید انتخاب می‌کنند (توکلیان و صارم، ۱۳۹۶). بنابراین، برای ς درصد از بنگاه‌هایی که قادر به تعدیل قیمت خود نیستند، قیمت در هر دوره با توجه به تورم دوره قبل به صورت رابطه (۳۸) شاخص‌بندی می‌شود.

$$\mathrm{P_{NO,t}(i)} = \left(\pi_{\mathrm{NO,t-1}}\right)^{\tau} \mathrm{P_{NO,t-1}(i)} \qquad (۳۸)$$

که در آن $\pi_{\mathrm{NO,t}} = \frac{\mathrm{P_{NO,t}}}{\mathrm{P_{NO,t-1}}}$ نرخ ناخالص تورم کالای واسطه‌ای و τ پارامتر درجه شاخص‌بندی قیمت را مشخص می‌کند. مساله بنگاه‌هایی که در دوره t قادر به تعدیل قیمت خود هستند، انتخاب قیمت $\mathrm{P_{NO,t}}^{*}(\mathrm{i})$ به نحوی است که جمع انتظاری و تنزیل شده سود با توجه به تابع تقاضای کالای واسطه به وسیله تولیدکنندگان نهایی حداکثر شود. این مساله به صورت رابطه (۳۹) است.

1. Calvo, G. A.

$$\max_{P_{NO,t}(i)} E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\varsigma\beta)^j \frac{\lambda_{1,t+j}}{\lambda_{1,t}} \left[\left(\frac{\prod_{k=0}^{j-1} (\pi_{NO,t+k})^{\tau}}{P_{NO,t+j}} \right)^{1-\chi_y} (1- \right. \quad (۳۹)$$

$$\chi_y) \left(P^*_{NO,t}\right)^{-\chi_y} - mc_{t+j}(-\chi_y)$$

$$\left. \left(\frac{\prod_{k=0}^{j-1} (\pi_{NO,t+k})^{\tau}}{P_{NO,t+j}} \right)^{-\chi_y} \left(P^*_{NO,t}\right)^{-\chi_y - 1} \right] Y^{NO}_{t+j} = 0$$

شرط مرتبه اول رابطه (۳۹)، بعد از ساده‌سازی به صورت رابطه (۴) خواهد بود.

$$P^*_{NO,t} \quad (۴۰)$$

$$= \frac{E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\varsigma\beta)^j \frac{\lambda_{1,t+j}}{\lambda_{1,t}} mc_{t+j} \left(\frac{P_{NO,t+j}}{\prod_{k=0}^{j-1} (\pi_{NO,t+k})^{\tau}} \right)^{\chi_y} Y^{NO}_{t+j}}{Q_t E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\varsigma\beta)^j \frac{\lambda_{1,t+j}}{\lambda_{1,t}} \left(\frac{P_{NO,t+j}}{\prod_{k=0}^{j-1} (\pi_{NO,t+k})^{\tau}} \right)^{\chi_y - 1} Y^{NO}_{t+j}}$$

با تقسیم رابطه (۴۰) بر $P_{NO,t}$ و با تعریف $\mu = \frac{\chi_y}{\chi_y - 1}$ ، $Q_t = \frac{P^*_{NO,t}}{P_{NO,t}}$ ، $\frac{\lambda_{1,t+j}}{\lambda_{1,t}} = \left(\frac{C_{t+j}}{C_t}\right)^{-\partial}$ و $C_{t+j} = Y^{NO}_{t+j}$، این رابطه به صورت رابطه (۴۱) قابل تعریف است.

$$\left[E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\varsigma\beta)^j \left(\frac{P_{NO,t+j}}{P_{NO,t}} \right)^{(\chi_y - 1)} \left(\frac{P_{NO,t-1}}{P_{NO,t+j-1}} \right)^{\tau(\chi_y - 1)} \left(Y^{NO}_{t+j}\right)^{1-\partial} \right. \quad (۴۱)$$

$$= \mu \left[E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\varsigma\beta)^j \left(\frac{P_{NO,t+j}}{P_{NO,t}} \right)^{(\chi_y - 1)} \left(\frac{P_{NO,t-1}}{P_{NO,t+j-1}} \right)^{\tau(\chi_y - 1)} \left(Y^{NO}_{t+j}\right. \right.$$

علاوه بر این، با توجه به اینکه در هر دوره ς درصد از بنگاه‌ها، قیمت خود را از رابطه (۳۸) و $1-\varsigma$ درصد از باقیمانده نیز قیمت بهینه خود $P^{*}_{NO,t}$ را از طریق رابطه (۳۹) تعیین می‌کنند، می‌توان شاخص قیمت کالای داخلی را به صورت رابطه (۴۲) بیان کرد.

$$P_{NO,t}=\left[\varsigma\left(\pi^{\tau}_{NO,t-1}P_{NO,t-1}\right)^{1-\chi_y}+(1-\varsigma)\left(P^{*}_{NO,t}\right)^{1-\chi_y}\right]^{\frac{1}{1-\chi_y}} \qquad (۴۲)$$

با لگاریتمی خطی کردن رابطه (۴۱) و لحاظ کردن معادله (۴۲)، منحنی فیلیپس نئوکینزی به صورت لگاریتمی خطی رابطه (۴۳) به دست می‌آید.

$$\hat{\pi}_t=\frac{\tau}{1+\beta\tau}\hat{\pi}_{t-1}+\frac{\beta}{1+\beta\tau}E_t\hat{\pi}_{t+1}+\frac{(1-\varsigma\beta)(1-\varsigma)}{(1+\beta\tau)\varsigma}\widehat{mc}_t \qquad (۴۳)$$

۳-۲-۲. بنگاه تولیدکننده کالای نهایی

فرض می‌شود تولیدکننده کالای نهایی، کالای تولید شده توسط تولیدکنندگان واسطه‌ای را از طریق تکنولوژی CES و مطابق رابطه (۴۴) ترکیب می‌کند. در این رابطه، χ_y کشش قیمتی تقاضای کالای iام است.

$$y_t^{NO}=\left[\int_0^1 y_t^{NO}(i)^{\frac{\chi_y-1}{\chi_y}}\,di\right]^{\frac{\chi_y}{\chi_y-1}} \qquad (۴۴)$$

تولیدکنندگان کالای نهایی به دنبال حداکثر کردن سود از طریق تعیین مقدار بهینه کالای هستند و تابع هدف آن‌ها به صورت رابطه (۴۵) است.

$$\max_{y_t^{NO}(i)}\mathcal{L}=P_{NO,t}\left[\int_0^1 y_t^{NO}(i)^{\frac{\chi_y-1}{\chi_y}}\,di\right]^{\frac{\chi_y}{\chi_y-1}}-\int_0^1 P_{NO,t}(i)\,y_t^{NO}(i)\,di \qquad (۴۵)$$

در اینجا، $P_{NO,t}$ قیمت کالای نهایی و $P_{NO,t}(i)$ قیمت کالای واسطه‌ای است. با حل رابطه (۴۵)، تابع تقاضای کالای واسطه‌ای به صورت رابطه (۴۶) به دست می‌آید که با جایگذاری آن در رابطه (۴۴)، شاخص قیمت کالای تولیدکننده به صورت رابطه (۴۷) حاصل می‌شود.

$$y_t^{NO}(i) = \left(\frac{P_{NO,t}(i)}{P_{NO,t}}\right)^{-\chi_y} y_t^{NO} \qquad (۴۶)$$

$$P_{NO,t} = \left[\int_0^1 \left(P_{NO,t}(i)\right)^{(1-\chi_y)} di\right]^{\frac{1}{1-\chi_y}} \qquad (۴۷)$$

۳-۳. بنگاه واردکننده

بنگاه‌های واردکننده، کالاهای همگن را از بازارهای جهانی خریداری و به کالای نهایی تبدیل می‌کنند. در نهایت این کالاها توسط خانوار به عنوان کالای مصرفی و سرمایه‌ای و یا توسط بنگاه‌های صنعت نفت به عنوان کالای واسطه‌ای و سرمایه‌ای خریداری می‌شوند. کالاهای نهایی وارداتی، ترکیبی از j کالای متمایز است که با فناوری تولیدی براساس رابطه (۴۸)، توسط بنگاه‌های واردکننده عرضه می‌شود.

$$IM_t^F = \left[\int_0^1 IM_t^F(i)^{\frac{\chi_{IM}^F-1}{\chi_{IM}^F}} di\right]^{\frac{\chi_{IM}^F}{\chi_{IM}^F-1}} \qquad (۴۸)$$

که در آن χ_{IM}^F کشش قیمتی تقاضا برای کالاهای وارداتی است. واردکنندگان به دنبال حداکثرسازی سود هستند و تابع هدف آن‌ها به شکل رابطه (۴۹) خواهد بود.

$$\max_{IM_t^F(i)} \mathcal{L} \; P_{IM,t}\left[\int_0^1 IM_t^F(i)^{\frac{\chi_{IM}^F-1}{\chi_{IM}^F}} di\right]^{\frac{\chi_{IM}^F}{\chi_{IM}^F-1}} - \int_0^1 P_{IM,t}(i)\, IM_t^F(i)\, di \qquad (۴۹)$$

با حل رابطه (۴۹)، تابع تقاضای کالاهای مصرفی که هر کدام از بنگاه‌های واردکننده با آن مواجه هستند به صورت رابطه (۵۰) به دست می‌آید که با جایگذاری آن در رابطه (۴۸)، شاخص قیمت کالای وارداتی (رابطه (۵۱)) حاصل می‌شود.

$$IM_t^F(i) = \left(\frac{P_{IM,t}(i)}{P_{IM,t}}\right)^{-\chi_{IM}^F} IM_t^F \Longrightarrow \quad \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial IM_t^F} = 0 \qquad (۵۰)$$

$$P_{IM,t} = \left[\int_0^1 \left(P_{IM,t}(i)\right)^{(1-\chi_{IM}^F)} di\right]^{\frac{1}{(1-\chi_{IM}^F)}} \qquad (۵۱)$$

با توجه به اینکه واردکنندگان در وضعیت رقابت انحصاری کالای خود را عرضه می کنند، قدرت قیمت‌گذاری دارند و از این حیث، چارچوب تعیین قیمت توسط بنگاه‌های وارداتی مشابه چارچوب در نظر گرفته شده برای بنگاه‌های واسطه‌ای است. برای این منظور، همانند مدل آدولفسون و همکاران[1] (۲۰۰۷) و گالی و موناسیلی (۲۰۰۵) از روش کالوو (۱۹۸۳) استفاده شده و مساله نامقید بنگاه‌های واردکننده کالاهای وارداتی به صورت رابطه (۵۲) تعریف می‌شود.

1. Adolfson, et al.

$$\max_{P_{IM,t}(i)} E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\varsigma_{IM}\beta)^j \frac{\lambda_{IM,t+j}}{\lambda_{IM,t}} \left[\left(\frac{\prod_{k=0}^{j-1} (\pi_{IM,t+k})^{\tau_{IM}} P_{IM,t}(i)}{P_{IM,t+j}} \right)^1 - mc_{IM,t+j} \left(\frac{\prod_{k=0}^{j-1} (\pi_{IM,t+k})^{\tau_{IM}} P_{IM,t}(i)}{P_{IM,t+j}} \right)^{-\chi_{IM}^F} \right] IM_{t+J}^F(i) \quad (۵۲)$$

در رابطه (۵۲)، با توجه $mc_{IM,t+J}$ هزینه نهایی حقیقی بنگاه واردکننده است که از تقسیم هزینه نهایی اسمی به شاخص قیمت کالای وارداتی، به صورت رابط (۵۳) دست می‌آید.

$$mc_{IM,t+J} = \frac{MC_{IM,t+J}}{P_{IM,t+J}} = \frac{S_{t+J} P_{IM,t+J}^W}{P_{IM,t+J}} \quad (۵۳)$$

که در آن S_{t+J} نرخ ارز اسمی و $P_{IM,t+J}^W$ قیمت جهانی کالای وارداتی است. اگر $P_{IM,t+J} = S_{t+J} P_{IM,t+J}^W$ باشد، آنگاه قانون قیمت واحد برقرار است و بنگاه در یک بازار رقابت کامل فعالیت می‌کند و قابلیت قیمت‌گذاری ندارد. در اینجا فرض می‌شود بنگاه‌های واردکننده در یک بازار رقابت انحصاری فعالیت می‌کنند، قیمت را بیشتر از هزینه خرید خود در نظر می‌گیرند و سود می‌کنند. در این حالت $mc_{IM,t+J}$ برابر شکاف قانون قیمت واحد بوده و بیانگر میزان انحراف قیمت جهانی کالاهای وارداتی از قیمت آن در بازار داخلی است (منظور و تقی‌پور، ۱۳۹۴). همانند آنچه برای بنگاه تولیدکننده کالای واسطه‌ای انجام شد، پس محاسبه شرط مرتبه اول از رابطه (۵۲)، شاخص قیمت کالای وارداتی را به صورت رابطه (۵۴) تعیین می‌شود.

$$P_{IM,t} = \left[\varsigma_{IM} \left((\pi_{IM,t})^{\tau_{IM}} P_{IM,t} \right)^{1-\chi_{IM}^F} + (1 - \varsigma_{IM}) \left(P_{IM,t}^* \right)^{1-\chi_{IM}^F} \right]^{\frac{1}{1-\chi_{IM}^F}} \quad (۵۴)$$

همچنین می‌توان رابطه پویایی‌های تورم کالای مصرفی وارداتی را به صورت لگاریتم خطی به صورت رابطه (۵۵) به دست آورد.

$$\widehat{\pi}_{IM,t} = \frac{\tau_{IM}}{1+\beta\tau_{IM}}\widehat{\pi}_{IM,t-1} + \frac{\beta}{1+\beta\tau_{IM}}E_t\widehat{\pi}_{IM,t+1} + \frac{(1-\beta\varsigma_{IM})(1-\varsigma_{IM})}{(1+\beta\tau_{IM})\varsigma_{IM}}\widehat{mc}_{IM,t} \quad (۵۵)$$

۳-٤. بخش نفت

در این مطالعه برای الگوسازی بخش نفت از مدل برقولت و همکاران[1] (۲۰۱۹) استفاده شده، اما تغییرات اندکی در آن لحاظ شده است؛ نخست اینکه مولفه‌هایی همچون تولید فعلی و از بین رفتن ذخایر دوره قبل به دلیل عدم رعایت موازین تولید صیانتی از میدان در رابطه ذخایر نفت لحاظ شده است. دوم اینکه بخش نفت به دو قسمت تقسیم می‌شود؛ قسمت اول شرکت‌های زنجیره عرضه هستند که کالاها و خدماتی را تولید می‌کنند که برای تولید نفت مورد استفاده قرار می‌گیرند. این شرکت‌ها با استفاده از نیروی کار، سرمایه و همچنین کالاهای واسطه‌ای که از بخش غیرنفتی دریافت می‌کنند، خدماتی از جنس تولید نفت را به شرکت ملی نفت ارائه می‌دهند. ازاین‌رو، ارتباط بخش نفت با بخش غیرنفتی از این طریق برقرار می‌شود و اثرگذاری بخش نفت تنها مختص به کانال ورود درآمدهای ارزی ناشی از صادرات نفت نخواهد بود. قسمت دوم، همان شرکت ملی نفت است که با استفاده از خدمات تولیدی بخش اول، به استخراج نفت می‌پردازد.

۳-٤-۱. سرمایه‌گذاری در بخش نفت

سرمایه‌گذاری در بخش نفت به صورت ترکیبی از کالاهای سرمایه‌ای تولید داخل و وارداتی به صورت رابطه‌های (۵۶) و (۵۷) خواهد بود.

$$I_{O,t} = \left[(\varpi_2)^{\frac{1}{\gamma_2}}\left(I^D_{O,t}\right)^{\frac{\gamma_2-1}{\gamma_2}} + (1-\varpi_2)^{\frac{1}{\gamma_2}}\left(I^F_{O,t}\right)^{\frac{\gamma_2-1}{\gamma_2}}\right]^{\frac{\gamma_2}{\gamma_2-1}} \quad (۵۶)$$

1. Bergholt, et al.

$$I_{O,t}^{D} = I_{NIOC,t} + \beta_F F_t + \varepsilon_t^{NIOC} \implies \quad (۵۷)$$
$$I_{O,t}^{D} = \beta_{NIOC} I_{O,t}^{D} + \beta_F \phi_F NDF_t + \varepsilon_t^{NIOC}$$

که $I_{O,t}^{D}$ کالای سرمایه‌ای داخلی و $I_{O,t}^{F}$ کالای سرمایه‌ای وارداتی است. ϖ_2 نشان‌دهنده سهم کالای سرمایه‌ای داخلی و γ_2 کشش جانشینی بین کالاهای سرمایه‌ای داخلی و وارداتی است. $I_{NIOC,t}$ میزان سرمایه‌گذاری شرکت ملی نفت از منابع داخلی خود و $\beta_F F_t$ نیز میزان سرمایه‌ای است که صندوق توسعه ملی برای سرمایه‌گذاری در بخش بالادستی صنعت نفت و گاز اختصاص می‌دهد. همچنین فرض می‌شود که قیمت سرمایه‌گذاری داخلی و وارداتی در بخش نفتی به ترتیب برابر با قیمت کالای مصرفی داخلی و وارداتی است. بنابراین، قید هزینه بنگاه‌ها برای سرمایه‌گذاری در این بخش به صورت رابطه (۵۸) است.

$$P_{NO,t}^{D} I_{O,t}^{D} + P_{NO,t}^{F} I_{O,t}^{F} = P_t^{I} I_{O,t} \quad (۵۸)$$

با حداقل‌سازی رابطه (۵۸) نسبت به قید (۵۶)، تقاضا برای کالای سرمایه‌ای داخلی (رابطه (۵۹)) و وارداتی (رابطه (۶۰)) بخش نفت، استخراج می‌شود و با جایگذاری آن‌ها در رابطه (۵۸)، قیمت سرمایه‌گذاری کل بخش نفت به صورت رابطه (۶۱) به دست می‌آید.

$$I_{O,t}^{D} = \varpi_2 \left(\frac{P_{NO,t}^{D}}{P_t^{I}} \right)^{-\gamma_2} I_{O,t} \quad (۵۹)$$

$$I_{O,t}^{F} = (1 - \varpi_2) \left(\frac{P_{NO,t}^{F}}{P_t^{I}} \right)^{-\gamma_2} I_{O,t} \quad (۶۰)$$

$$P_t^{I} = \left[\varpi_2 \left(P_{NO,t}^{D} \right)^{1-\gamma_2} + (1 - \varpi_2) \left(P_{NO,t}^{F} \right)^{1-\gamma_2} \right]^{\frac{1}{1-\gamma_2}} \quad (۶۱)$$

همچنین رابطه انباشت سرمایه در بخش نفت به صورت رابطه (۶۲) فرض شده که در آن، δ_2 نرخ استهلاک، $S(\cdot)$ تابع هزینه تعدیل سرمایه‌گذاری و ε_t^I تکانه سرمایه‌گذاری است.

$$K_{O,t} = (1-\delta_2)K_{O,t-1} + \left[1 - S\left(\frac{\varepsilon_t^I I_{O,t}}{I_{O,t-1}}\right)\right] I_{O,t} \qquad (۶۲)$$

۳-٤-۲. شرکت‌های زنجیره عرضه در بخش نفت

تابع تولید شرکت‌های موجود در زنجیره عرضه به صورت رابطه‌های (۶۳) و (۶۴) است.

$$y_{S,t} = A_t^s (X_{S,t})^{\theta_x} (K_{O,t-1})^{\theta_k} (L_{O,t})^{\theta_l} \qquad (۶۳)$$

$$\mathrm{Ln}(A_t^S) = \rho_{AS}\mathrm{Ln}\left(A_{t-1}^S\right) + \varepsilon_{A,t}^S \qquad (۶۴)$$
$$\varepsilon_{A,t}^{VA} \sim N(0, \sigma_A^2)$$

در رابطه‌های (۶۳) و (۶۴)، $y_{S,t}$ میزان تولید کالاهای زنجیره عرضه صنعت نفت، $X_{S,t}$ نهاده‌های واسطه‌ای (مانند قطعات، تجهیزات و مواد مورد نیاز برای استخراج)، $K_{O,t-1}$ سرمایه و $L_{O,t}$ نیروی کار و A_t^S شوک بهره‌وری است. مساله حداکثرسازی بنگاه به صورت رابطه (۶۵) تعریف می‌شود.

$$\underset{L_{O,t},K_{O,t},X_{S,t}}{MAX}\ E = SR_t\Omega_{S,t}\left[A_t^s (X_{S,t})^{\theta_x}(K_{O,t-1})^{\theta_k}(L_{O,t})^{\theta_l}\right] - \Omega_{XS,t} X_{S,t} - r_t^k K_{O,t-1} - w_t L_{O,t} \qquad (۶۵)$$

شروط مرتبه اول مساله که نشان‌دهنده تقاضا برای هر عامل تولید است به صورت رابطه‌های (۶۶)، (۶۷) و (۶۸) خواهد بود.

$$\frac{\partial E}{\partial X_{S,t}} = 0 \implies X_{S,t} = \theta_x SR_t \frac{\Omega_{S,t}}{\Omega_{XS,t}} y_{S,t} \qquad (۶۶)$$

$$\frac{\partial E}{\partial K_{O,t}} = 0 \implies K_{O,t-1} = \theta_k SR_t \frac{\Omega_{S,t}}{r_t^k} y_{S,t} \quad (۶۷)$$

$$\frac{\partial E}{\partial L_{O,t}} = 0 \implies L_{O,t} = \theta_l SR_t \frac{\Omega_{S,t}}{w_t} y_{S,t} \quad (۶۸)$$

در اینجا نیز بخشی از نهاده‌های واسطه‌ای مورد نیاز شرکت‌های فعال در زنجیره عرضه، در داخل تولید شده و بخشی دیگر از طریق واردات تامین می‌شود. بنابراین، از این طریق می‌توان ارتباط بخش نفت را با بخش غیرنفتی با جزئیات بیشتری بررسی کرد. رابطه (۶۹) شاخص تولید نهاده واسطه را به صورت ترکیبی از نهاده‌های واسطه‌ای داخلی ($X_{S,t}^D$) و وارداتی ($X_{S,t}^F$) نشان می‌دهد. در اینجا، Γ_X سهم نهاده‌های واسطه‌ای داخلی، φ_2 کشش جانشینی بین نهاده‌های واسطه‌ای داخلی و وارداتی و $Z_{3,t}$ شوک بهره‌وری مصرف نهاده داخلی بوده که به صورت رابطه (۷۰) است.

$$X_{S,t} = \left[(\Gamma_X)^{\frac{1}{\varphi_2}} \left(Z_{3,t} X_{S,t}^D\right)^{\frac{\varphi_2 - 1}{\varphi_2}} + (1-\Gamma_X)^{\frac{1}{\varphi_2}} \left(X_{S,t}^F\right)^{\frac{\varphi_2 - 1}{\varphi_2}} \right]^{\frac{\varphi_2}{\varphi_2 - 1}} \quad (۶۹)$$

$$Ln(Z_{3,t}) = \rho_{Z_3} Ln(Z_{3,t-1}) + \varepsilon_{Z_3,t} \quad (۷۰)$$

اگر $P_{NO,t}^D$ قیمت نهاده‌های واسطه‌ای داخلی و $P_{NO,t}^F$ قیمت نهاده‌های واسطه‌ای وارداتی باشد، قید بودجه بنگاه‌های زنجیره عرضه به صورت رابطه (۷۱) خواهد بود.

$$P_{NO,t}^D X_{S,t}^D + P_{NO,t}^F X_{S,t}^F = P_{XS,t} X_{S,t} \quad (۷۱)$$

در این صورت، از حداقل‌سازی هزینه بنگاه‌ها (رابطه (۷۱)) نسبت به قید تقاضای سطح مشخصی از نهاده‌های واسطه‌ای (رابطه (۶۹))، تقاضای بهینه نهاده‌های واسطه‌ای داخلی (رابطه (۷۲)) و وارداتی (رابطه (۷۳)) به دست می‌آید. با جایگذاری این توابع تقاضا در

رابطه (۷۱) شاخص قیمت نهاده‌های واسطه‌ای بخش زنجیره عرضه نفت (رابطه (۷۴)) حاصل می‌شود.

$$X_{S,t}^{D} = \Gamma_X \left(\frac{P_{NO,t}^{D}}{P_{XS,t}}\right)^{-\varphi_2} \frac{1}{Z_{3,t}} X_{S,t} \qquad (۷۲)$$

$$X_{S,t}^{F} = (1-\Gamma_X) \left(\frac{P_{NO,t}^{F}}{P_{XS,t}}\right)^{-\varphi_2} X_{S,t} \qquad (۷۳)$$

$$P_{XS,t} = \left[\Gamma_X \left(\frac{1}{Z_{3,t}}\right) \left(P_{NO,t}^{D}\right)^{1-\varphi_2} + (1-\Gamma_X) \left(P_{NO,t}^{F}\right)^{1-\varphi_2}\right]^{\frac{1}{1-\varphi_2}} \qquad (۷۴)$$

۳-٤-۳. شرکت ملی نفت ایران

قسمت دوم بخش نفت، همان شرکت ملی نفت است که با ترکیب خدمات تولیدی بخش اول ($y_{S,t}$) و ذخایر نفت اثبات شده موجود در میادین ($R_{O,t}$)، به‌صورت رابطه‌های (۷۵) و (۷۶)، نفت تولید می‌کند.

$$Y_{O,t} = Z_{O,t} \left(R_{O,t}\right)^{\theta_2} \left(y_{S,t}\right)^{1-\theta_2} \qquad (۷۵)$$

$$Ln\left(Z_{O,t}\right) = \rho_{Z_O} Ln\left(Z_{O,t-1}\right) + \varepsilon_{Z_O,t} \qquad (۷۶)$$
$$\varepsilon_{Z_1,t} \sim N\left(0, \sigma_{Z_1}^2\right)$$

در اینجا $Y_{O,t}$ تولید نفت $Z_{O,t}$ تکانه تکنولوژی تولید نفت است[۱]. رابطه‌ای که برای $R_{O,t}$ در نظر گرفته شده به صورت رابطه (۷۷) است که در آن $\rho_d R_{O,t-1}$ درصدی از

۱. منظور از تکنولوژی تولید، مجموعه‌ای از تکنولوژی‌هاست که می‌تواند تولید نفت از میادین را افزایش دهد. در این راستا، تکنولوژی‌های حوزه حفاری و توسعه میادین (نظیر حفاری‌های افقی و حفاری خودکار، تکنولوژی بهینه‌سازی تأسیسات تولید) و همچنین تکنولوژی‌هایی که در ارتقای بهره‌وری عوامل تولید در بخش تولید نفت مؤثر هستند، به نوعی در این دسته‌بندی قرار می‌گیرند. بااین‌حال، یادآوری می‌شود که اگرچه تکنولوژی‌های حوزه اکتشاف، (نظیر

ذخایر نفتی دوره قبل است که به دلیل عدم رعایت موازین تولید صیانتی از بین رفته و $\rho_{Yo}Y_{O,t}$ نیز ذخایر نفتی اضافه شده در دوره جاری ناشی از عملیات اکتشاف را نشان می‌دهد.

$$R_{O,t} = R_{O,t-1} - \rho_d R_{O,t-1} - Y_{O,t} + \rho_{Yo} Y_{O,t} \qquad (۷۷)$$

اگر $1 - \rho_d = \rho_R$ باشد، آنگاه رابطه (۷۷) را می‌توان به صورت رابطه (۷۸) ساده کرد.

$$R_{O,t} = \rho_R R_{O,t-1} - (1 - \rho_{Yo})\, Y_{O,t} \qquad (۷۸)$$

با توجه به این موارد، شرکت ملی نفت به دنبال حداکثرسازی ارزش حال انتظاری سود خود با توجه به قید تابع تولید نفت (۷۵) و قانون حرکت ذخایر نفت (۷۸) به صورت رابطه (۷۹) است.

$$\begin{aligned} \mathcal{L} = \mathbb{E}_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta_t \Big\{ \Big[\big(\Omega_{O,t}^{W} \left(Z_{O,t} \left(R_{O,t}\right)^{\theta_2} \left(y_{s,t}\right)^{1-\theta_2}\right)\big) \\ - \Omega_{S,t}\, y_{S,t} - \Omega_{R,t}\, R_{O,t} \Big] \\ + \lambda_{O,t} \Big[R_{O,t} - \rho_R R_{O,t-1} + (1 \\ - \rho_{Yo}) \left(Z_{O,t} \left(R_{O,t}\right)^{\theta_2} \left(y_{S,t}\right)^{1-\theta_2}\right) \Big] \Big\} \end{aligned} \qquad (۷۹)$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

توسعه روش‌های لرزه‌نگاری و حفاری‌های اکتشافی) و ازدیاد برداشت (روش‌هایی که در افزایش ضریب بازیافت از میادین مؤثر است) به طور مستقیم بر افزایش تولید نفت از میادین موثر نیستند، اما به دلیل نقش بسیار مهمی که این نوع از تکنولوژی‌ها در افزایش ذخایر اثبات شده نفت دارند، می‌توانند به طور غیرمستقیم بر تولید نفت اثرگذار باشند. بنابراین، منظور از تکنولوژی، هم تکنولوژی‌های حوزه تولید و هم تکنولوژی های حوزه اکتشاف و ازدیاد برداشت بوده که به دلیل محدودیت‌های مدلسازی و همچنین نقش مشترکی که همه این تکنولوژی‌ها در افزایش تولید نفت دارند، مجموعه آنها، تحت عنوان تکنولوژی تولید نفت، در مطالعه حاضر لحاظ شده است.

در رابطه (۷۹)، β_t عامل تنزیل و $\Omega^W_{O,t}=\frac{P^W_{O,t}}{P^W_t}$ و $\Omega_{R,t}=\frac{P_{R,t}}{P^W_t}$ و $\Omega_{S,t}=\frac{P_{S,t}}{P^W_t}$ به ترتیب قیمت حقیقی نفت جهانی، ذخایر نفتی و خدمات نفتی است. شروط مرتبه اول از مساله حداکثرسازی شرکت نفت به صورت رابطه‌های (۸۰) و (۸۱) خواهد بود.

$$\frac{\partial L}{\partial y_{s,t}}=0 \Longrightarrow \Omega_{S,t}=(1-\theta_2)\left[\frac{Y_{O,t}}{y_{s,t}}\,\Omega^W_{O,t}-(1-\rho_{Yo})\frac{Y_{O,t}}{y_{s,t}}\lambda_{O,t}\right] \qquad (۸۰)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial R_{O,t}}=0 \implies \Omega_{R,t} = \theta_2\left[\frac{Y_{O,t}}{R_{O,t}}\,\Omega^W_{O,t}-(1-\rho_{Yo})\frac{Y_{O,t}}{R_{O,t}}\lambda_{O,t}\right] + \lambda_{O,t}-\beta\rho_R\mathbb{E}_t\lambda_{O,t+1} \qquad (۸۱)$$

۳-۵. صندوق توسعه ملی

با توجه به اینکه بخش اصلی منابع تسهیلاتی صندوق توسعه ملی به شرکت‌های شبه‌دولتی فعال در بخش نفت اختصاص یافته است، برای تسهیل در مدلسازی از ارائه تسهیلات صندوق به بنگاه‌های فعال در بخش غیرنفتی صرفه نظر خواهد شد و تنها فرض می‌شود که صندوق به بخش نفت تسهیلات پرداخت می‌کند. همانند مدل صیادی و همکاران (۱۳۹۵)، فرض می‌شود که انباشت ذخایر صندوق توسعه ملی (NDF_t) در هر دوره از فرآیند رابطه (۸۲) تبعیت می‌کند.

$$NDF_t = NDF_{t-1} + \alpha_F\left(P^W_{O,t}O_{E,t}\right) + \alpha_{ND}ND_t - F_t \qquad (۸۲)$$

در رابطه (۸۲)، α_F سهم صندوق از درآمدهای صادرات نفت، F_t تسهیلات اعطایی صندوق، α_{ND} درصدی از خالص بدهی بنگاه‌های دریافت‌کننده تسهیلات به صندوق است که در هر دوره به صندوق بازپرداخت می‌شود. چنانچه فرض کنیم ϕ_F درصد از منابع صندوق در هر دوره تسهیلات داده می‌شود، آنگاه $F_t=\phi_F NDF_t$ خواهد بود که با جایگذاری آن در رابطه (۸۲) و تقسیم بر شاخص CPI، رابطه (۸۳) را داریم. همچنین خالص حقیقی بدهی‌های بنگاه‌های دریافت کننده تسهیلات به صندوق از طریق رابطه (۸۴)

مدلسازی شده که در آن α_{ND} درصدی از بازگشت تسهیلات اعطایی به صندوق در هر دوره و rd سود تسهیلات اعطایی صندوق است ($f_t = \phi_F ndf_t$).

$$ndf_t = ndf_{t-1} + \alpha_F SR_t \Omega^W_{O,t} O_{E,t} + \alpha_{ND} nd_t - \phi_F ndf_t \quad (۸۳)$$

$$nd_t = nd_{t-1} + (1+rd) f_t - \alpha_{ND} nd_t \quad (۸۴)$$
$$\Longrightarrow nd_t = nd_{t-1} + (1+rd)\phi_F ndf_t - \alpha_{ND} nd_t$$

۳-٦. بخش دولت و بانک مرکزی

با توجه به عدم استقلال بانک مرکزی در ایران، دولت و مقام پولی به صورت کارگزاری واحد در نظر گرفته می‌شود. دولت به دنبال تامین مالی هزینه‌ها است و برای این منظور از درآمدهای حاصل از فروش نفت، فروش اوراق مشارکت و دریافت مالیات بهره می‌گیرد. درصورتی که این سه منبع درآمدی برای تامین هزینه‌های دولت کافی نباشد -با توجه به فرض عدم استقلال بانک مرکزی- دولت می‌تواند بخشی از هزینه‌های خود را از طریق استقراض از بانک مرکزی که به معنای خلق پول است، تامین مالی کند. از این رو قید بودجه حقیقی دولت به صورت رابطه (۸۵) است.

$$G_t + \frac{(1+r^B_{t-1}) b_{t-1}}{\pi_t} \quad (۸۵)$$
$$= t_t + SR_t(1-\alpha_F-\alpha_{NIOC})\,\Omega^W_{O,t} O_{E,t}$$
$$- b_t + \Delta gd_{t_t}$$

در رابطه (۸۵)، α_{NIOC} ،α_F و به ترتیب سهم صندوق توسعه ملی و شرکت ملی نفت ایران از درآمدهای دلاری فروش نفت است که هرساله در قانون بودجه کشور تعیین می شود. همچنین $SR_t = S_t \frac{P^W_t}{P_t}$ نرخ ارز حقیقی، $O_{E,t}$ حجم صادرات نفت، Δgd_{t_t} درآمد دولت از محل خلق پول و G_t مخارج دولت است. به پیروی از امیری (۱۳۹۴)، مخارج دولت (G_t) تابعی کاب‌داگلاس از درآمدهای نفتی ($gor_t = SR_t\,(1-\alpha_F-$

$(\alpha_{NIOC})\Omega_{O,t}^{W}O_{E,t}$، خالص درآمدهای مالیاتی (t_t) و شوک مخارج دولت $(\varepsilon_{G,t})$ به شکل رابطه‌های (۸۶) و (۸۷) است.

$$G_t = f(gor_t, t_t) = (gor_t)^{\nu}.(t_t)^{1-\nu}.(e)^{\varepsilon_{G,t}} \quad (۸۶)$$

$$Ln(\varepsilon_{G,t}) = \rho_G Ln(\varepsilon_{G,t-1}) + \upsilon_{G,t} \quad (۸۷)$$

$$\upsilon_{G,t} \sim N(0, \sigma_G^2)$$

۳-۶-۱. ترازنامه بانک مرکزی

همانند مطالعه ولی‌بیگی و همکاران (۱۳۹۶)، فرم حقیقی ترازنامه بانک مرکزی به صورت رابطه (۸۸) است که m_t پایه پولی بوده (سکه و اسکناس در دست مردم و ذخایر قانونی بانک‌ها نزد بانک مرکزی)، gd_t خالص بدهی‌های دولت به بانک مرکزی و fr_t خالص دارایی‌های خارجی بانک مرکزی است که از رابطه (۸۹) به دست می‌آید.

$$m_t = gd_t + SR_t fr_t \quad (۸۸)$$

$$fr_t = \frac{fr_{t-1}}{\pi_t^{W}} + (1 - \alpha_F - \alpha_{NIOC})\Omega_{O,t}^{W}O_{E,t} - IM_t \quad (۸۹)$$

۳-۶-۲. سیاست پولی

برای مدل‌سازی نحوه کنترل نرخ رشد پایه پولی، مطابق با روش کولی وهانسن[1] (۱۹۸۹)، فرض می‌کنیم مقام پولی، پایه پولی را در هر دوره با نرخ μ مدیریت می‌کند (رابطه (۹۰)). همچنین برای نرخ رشد μ نیز رابطه اتورگرسیو مرتبه اول (رابطه (۹۱)) لحاظ شده است.

$$\mu_t = \frac{M_t}{M_{t-1}} = \frac{\frac{M_t}{P_t}}{\frac{M_{t-1}}{P_{t-1}}}.\frac{P_t}{P_{t-1}} = \frac{m_t}{m_{t-1}}\pi_t \quad (۹۰)$$

1. Cooley, T. & Hansen, G.

$$\mathrm{Ln}(\mu_t) = \rho_\mu \mathrm{Ln}(\mu_{t-1}) + \varepsilon_t^\mu \qquad (۹۱)$$
$$\varepsilon_t^\mu \sim \mathrm{N}(0, \sigma^\mu)$$

۳-۶-۳. سیاست‌گذاری نرخ ارز

برای تصریح قاعده سیاستی نرخ ارز باید گفت که بانک مرکزی سیاست مدیریت شناور نرخ ارز را با دو هدف، دنبال می‌کند. هدف نخست، حفظ رقابت‌پذیری در اقتصاد است و برای این مهم، شکاف بین تورم داخلی و خارجی را درنظر می‌گیرد به طوری که با افزایش این شکاف (افزایش تورم داخلی)، بانک مرکزی ارزش ریال را در برابر ارزهای خارجی کاهش می‌دهد. هدف دوم، حفظ ذخایر ارزی کشور است. با توجه به این امر و براساس مطالعه پیریس و ساکس‌گارد[1] (۲۰۱۰)، قاعده سیاست ارزی کشور را می‌توان به صورت رابطه (۹۲) نوشت.

$$\frac{\Delta S_t}{\Delta S} = \left(\frac{\Delta S_{t-1}}{\Delta S}\right)^{k_0} \left(\frac{\pi_t}{\pi_t^W}\right)^{k_1} \left(\frac{\frac{SR_t * fr_t}{m_t}}{\frac{SR * fr}{m}}\right)^{k_2} \varepsilon_{S,t} \qquad (۹۲)$$

در رابطه (۹۲) ΔS_t تغییر در نرخ اسمی ارز، π_t نرخ تورم داخلی، π_t^W نرخ تورم خارجی و ε_t^S شوک نرخ ارز است که از یک رابطه اتورگرسیو مرتبه اول تبعیت می‌کند.

۳-۷. تسویه بازار کالا

یکی از ویژگی‌های بارز مدل‌های DSGE، تسویه کامل بازارها است. تسویه بازار کالا به این مفهوم است که عرضه و تقاضا برای کالاهای داخلی برابر باشد. برای این منظور تولید کل برابر با تولید بخش غیرنفتی به علاوه تولید نفتی در نظر گرفته می‌شود (رابطه‌های (۹۳) تا (۹۹)).

$$Y_t = Y_{o,t} + Y_{No,t} \qquad (۹۳)$$

1. Peiris, S. & Saxegaard, M.

$$Y_{O,t} = O_{E,t} + C_{O,t} + X_{O,t} \quad (۹۴)$$

$$Y_{No,t} = C_{NO,t} + I_t + G_t + X_{s,t}^{D} - IM_t \quad (۹۵)$$

$$IM_t = C_{NO,t}^{F} + X_{s,t}^{F} + I_t^{F} \quad (۹۶)$$

$$I_t = I_{O,t} + I_{NO,t} \quad (۹۷)$$

$$I_t^{F} = I_{O,t}^{F} + I_{NO,t}^{F} \quad (۹۸)$$

$$L_t = L_{O,t} + L_{NO,t} \quad (۹۹)$$

٤. برآورد مدل و تجزیه و تحلیل نتایج

در مطالعه حاضر ابتدا معادلات مدل، لگاریتم خطی شده و برای برآورد مدل از روش مقداردهی به پارامترها و رویکرد بیزی استفاده شده است. برای این منظور از داده‌های سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۹۲ که از بانک اطلاعات سری زمانی بانک مرکزی، آمارنامه سالیانه اوپک و صندوق توسعه ملی اخذ شده و روندزدایی به روش فیلتر هدریک پرسکات[1] روی آن‌ها صورت گرفته، استفاده شده است. بسیاری از پارامترها و نسبت‌های مورد استفاده در مدل، نیاز به برآورد نداشته و از داده‌های اقتصاد ایران استخراج شده که در جدول (۱) آمده است. در این جدول، پارامترهای ζ (از مطالعه خیابانی و امیری، ۱۳۹۳)، $\bar{r}^{B}$ (از مطالعه پرمه و همکاران، ۱۳۹۵) و ϖ_1 (از مطالعه دمیری و همکاران، ۱۳۹۶) کالیبره شده‌اند.

1. Hodrick-Prescott

جدول ۱. نسبت‌ها و پارامترهای کالیبره شده

متغیر	مقدار	متغیر	مقدار	متغیر	مقدار	متغیر	مقدار
ζ	۱/۱	$\bar{r}^{k}$	۰/۰۸٦	Υ_1	۰/۹٦۳٦	ζ_R	۰/۵۹٤۰٤٦٤
ϖ_1	۰/٦۵	Υ_2	۰/۹۰۹٦۸۵	Γ_Y	۰/۹۲۸	α_F	۰/۳
$\bar{r}^{B}$	۰/۲	ϖ_2	۰/۵۵۵۱۵	β_F	۰/۳۸	α_{ND}	۰/۲
ϕ_F	۰/۱۵	φ_F	۱/۲۰۲۸۵٦	Γ_X	۰/٤۵	φ_{ndf}	۲/۵۰٤۳۱
β_{NIOC}	۰/٤۲۲۹۸	φ_{YR}	۰/۰۲۱۸۷	φ_S	۲/۵	ψ_{ndf}	۰/۵٤۳۱۵٤
ψ_S	۰/۷۸	φ_R	۰/۰۲۳۲٤۷٤	ψ_R	۰/۰۰۷۳۳۲٤	rd	۰/۰٦
α_{NIOC}	۰/۱٤۵	φ_{fr}	۰/۰۰۱۳۹۵	φ_{IM}	۰/۱۲۲٤۵۵	φ_m	۰/٤٤۱۹۱۸
ψ_m	۰/۵۵۸۱	φ_Y	۰/۳۲۰۷٤۸	ψ_Y	۰/۶۷۹۲۵۲	φ_{YO}	۰/٦٦۵۹۷۱
ψ_{YO}	۰/۲۰۰٤۱٦	ζ_{YO}	۰/۱۳۳٦۱۲	φ_{YNO}	۰/۵۱۷۳۲۰	ψ_{YNO}	۰/۳۲٦۰۳۱
ζ_{YNO}	۰/۲۹۲٤۱۵	ψ_{XSD}	۰/۱٦۸۱۳۱	ψ_{IMNO}	۰/۳۰۳۸۹۷	ψ_{IO}	۰/۰۳٤۰٦۱
ψ_{INO}	۰/۹٦۵۹۳۹	ζ_{CNOF}	۰/۱٤۷۷۳۸	ζ_{XSF}	۰/٦۳۷۳۳۰	ζ_{IF}	۰/۲۱٤۹۳۱
ζ_{IOF}	۰/۰۳٤۰٦۱	ζ_{INOF}	۰/۹٦۵۹۳۹	φ_{LO}	۰/۰۹۵٦٤۳	φ_{LNO}	۰/۹۰۳۵۵۷
chico1	۲/۳	chico2	۱/۵				

منبع: یافته‌های پژوهش

برای برآورد پارامترها به روش بیزی نیز از داده‌های تولید ناخالص داخلی نفتی، مصرف نفت در بخش خانوار و بخش تولید، سرمایه‌گذاری، اشتغال، مخارج دولت، درآمدهای مالیاتی، حجم پول، رشد نرخ ارز اسمی بازار غیررسمی، قیمت نفت و CPI آمریکا، استفاده شده است. در این رویکرد به وسیله الگوریتم متروپلیس- هستینگز[1] (با دو نمونه موازی و حجم نمونه ۱/۸ میلیونی)، پارامترها با نرم‌افزار داینر[2] در محیط متلب برآورد شده‌اند. برای برآورد پارامترها به روش بیزی، ابتدا براساس ویژگی‌های پارامترها، میانگین و توزیع پیشین پارامترها تعیین می‌شود و سپس مد پسین و فاصله اطمینان ۹۰ درصدی پارامترها با استفاده از ترکیب توزیع تابع راستنمایی و احتمال پیشین، براساس اطلاعات موجود در داده‌های واقعی و قضیه بیزی به دست می‌آید که در جدول (۲) نتایج این برآوردها آمده است.

1. Metropolis-Hastings
2. Dynare

جدول ۲. مقادیر پیشین و برآورد پارامترهای مدل

پارامتر	توزیع پیشین	میانگین پیشین	انحراف معیار پیشین	میانگین پسین	انحراف معیار پسین
η_c	گاما	۱/۵۷	۰/۰۳	۱/۶۰۴۲	۰/۰۲۹۳
β	بتا	۰/۹۶۵	۰/۰۳	۰/۹۶۱۹	۰/۰۶۳۷
δ_1	بتا	۰/۰۴۵	۰/۰۲	۰/۰۸۲۸	۰/۰۲۴۴
χ_1	گاما	۰/۵	۰/۰۱	۰/۴۹۸۶	۰/۰۱۰۰
χ_2	گاما	۱/۵۶	۰/۰۵	۱/۵۵۷۴	۰/۰۴۸۳
γ_1	گاما	۱/۵	۰/۰۲	۱/۴۹۹۲	۰/۰۱۹۷
η_l	گاما	۲/۲۱	۰/۰۲	۲/۲۱۵۶	۰/۰۲۰۱
η_m	گاما	۲/۳۹	۰/۰۲	۲/۳۸۹۳	۰/۰۲۰۳
θ_1	بتا	۰/۵۸	۰/۰۵	۰/۶۳۴۸	۰/۰۴۲۵
φ_1	بتا	۰/۳۵	۰/۰۲	۰/۲۷۶۴	۰/۰۱۷۶
τ	بتا	۰/۷۱۵	۰/۰۲	۰/۷۱۸۷	۰/۰۲۱۳
ς	بتا	۰/۶۵۷	۰/۰۲	۰/۶۳۱۸	۰/۰۲۰۰
τ_{IM}	بتا	۰/۵۰۰۸	۰/۰۲	۰/۵۰۰۶	۰/۰۱۹۳
ς_{IM}	بتا	۰/۱۹۸۶	۰/۰۲	۰/۱۹۹۷	۰/۰۲۰۹
γ_2	گاما	۰/۶۴	۰/۰۲	۰/۶۳۹۷	۰/۰۲۰۱
δ_2	بتا	۰/۰۷۹	۰/۰۲	۰/۰۸۱۲	۰/۰۲۰۴
θ_x	بتا	۰/۴۸	۰/۰۵	۰/۴۹۳۷	۰/۰۴۹۳
θ_k	بتا	۰/۳	۰/۰۵	۰/۳۰۳۵	۰/۰۵۰۹
θ_l	بتا	۰/۲۲	۰/۰۵	۰/۲۲۰۲	۰/۰۴۸۰
φ_2	گاما	۰/۶	۰/۰۲	۰/۶۰۱۴	۰/۰۲۰۱
θ_2	گاما	۰/۳	۰/۰۵	۰/۲۹۷۲	۰/۰۴۸۳
ρ_{Yo}	گاما	۰/۹۸	۰/۰۵	۰/۹۷۸۸	۰/۰۵۰۶
ρ_R	بتا	۰/۹۵	۰/۰۲	۰/۹۴۹۷	۰/۰۲۰۷
$\rho_{OmegaOW}$	بتا	۰/۷	۰/۰۵	۰/۵۸۱۷	۰/۰۵۰۱
ν	بتا	۰/۷۴	۰/۰۲	۰/۷۱۱۰	۰/۰۲۱۳
ρ_{fr}	بتا	۰/۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۲۰۹	۰/۰۰۵۲
ρ_t	بتا	۰/۵۹	۰/۰۵	۰/۵۹۲۳	۰/۰۵۱۱
ρ_μ	بتا	۰/۵۳۱	۰/۰۲	۰/۴۲۴۹	۰/۰۱۲۶
k_0	نرمال	۰/۸۷۹۲	۰/۰۵	۰/۸۸۳۶	۰/۰۳۹۸
k_1	نرمال	−۱/۸۰۲۸	۰/۰۵	−۱/۸۰۰۰	۰/۰۵۰۳
k_2	نرمال	−۱/۷۱۶۱	۰/۰۵	−۱/۶۴۳۶	۰/۰۵۰۳

ادامه جدول ۲.

پارامتر	توزیع پیشین	میانگین پیشین	انحراف معیار پیشین	میانگین پسین	انحراف معیار پسین
ρ_{ξ}	بتا	۰/۷۴۱۶	۰/۰۵	۰/۶۷۵۸	۰/۰۵۳۸
ρ_{Z_1}	بتا	۰/۸	۰/۰۲	۰/۷۹۵۲	۰/۰۲۱۳
ρ_{Z_2}	بتا	۰/۸	۰/۰۲	۰/۷۹۳۹	۰/۰۱۹۳
ρ_{Z_O}	بتا	۰/۷	۰/۰۵	۰/۶۹۶۷	۰/۰۴۶۹
ρ_{NO}^{I}	بتا	۰/۸	۰/۰۲	۰/۷۸۷۵	۰/۰۲۰۷
ρ_{Z_3}	بتا	۰/۸	۰/۰۲	۰/۷۹۶۹	۰/۰۲۱۵
ρ_{G}	بتا	۰/۸	۰/۰۵	۰/۷۴۴۴	۰/۰۵۴۲
ρ_{S}	بتا	۰/۸	۰/۰۵	۰/۸۲۵۷	۰/۰۴۰۹
$\rho_{\Omega_{OW}}$	بتا	۰/۸	۰/۰۵	۰/۶۴۵۰	۰/۰۵۴۲
$\rho_{\pi W}$ $\rho_{\pi W}$	بتا	۰/۹۵	۰/۰۰۵	۰/۹۴۹۶	۰/۰۰۵۰
σ_{ξ}	گامای معکوس	۰/۱	∞	۰/۳۹۰۴	۰/۰۴۴۵
σ_{Z_1}	گامای معکوس	۰/۱	∞	۰/۲۲۲۵	۰/۰۲۴۲
σ_{Z_2}	گامای معکوس	۰/۱	∞	۰/۱۰۴۲	۰/۰۱۳۵
σ_{Z_O}	گامای معکوس	۰/۱	∞	۰/۱۷۴۶	۰/۰۱۹۴
σ_{Z_3}	گامای معکوس	۰/۱	∞	مقدار انتخابی متناسب با اقتصاد ایران	
σ_{NO}^{I}	گامای معکوس	۰/۱	∞	۱/۲۱۳	۰/۲۳۶۳
σ_{S}	گامای معکوس	۰/۱	∞	۰/۶۰۳۶	۰/۰۷۲۲
σ_{G}	گامای معکوس	۰/۱	∞	۰/۲۲۸۱	۰/۰۲۵۵
σ_{mu}	گامای معکوس	۰/۱	∞	۰/۲۶۰۹	۰/۰۲۹۱
σ_{t}	گامای معکوس	۰/۱	∞	۰/۱۸۰۵	۰/۰۱۸۹
$\sigma_{OmegaOW}$	گامای معکوس	۰/۱	∞	۰/۲۹۶۷	۰/۰۳۱۷
$\sigma_{\pi W}$	گامای معکوس	۰/۱	∞	۰/۰۱۶۰	۰/۰۰۱۷

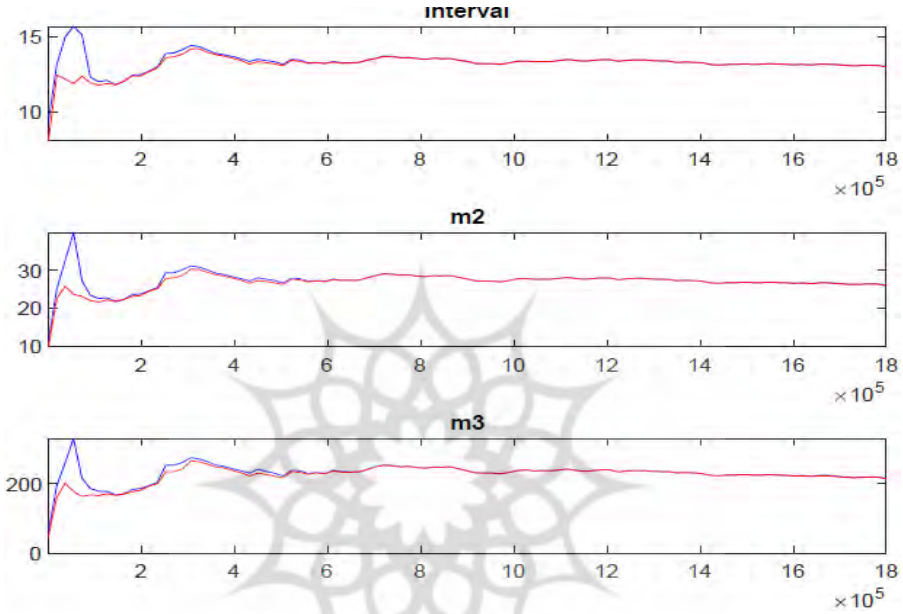
منبع: یافته‌های پژوهش

آزمون تشخیصی بروکز و گلمن[1] نیز صحت تخمین پارامترها و قابل اتکا بودن آن‌ها را تایید می‌کند. در توضیح این آزمون باید گفت که داینر چندین بار الگوریتم مترو پولیس- هستیگز را اجرا می‌کند و اگر نتایج این زنجیره‌ها منطقی باشد باید رفتار این زنجیره‌ها شبیه به هم بوده یا به سمت یکدیگر همگرا شوند. بر اساس این آزمون، اگر واریانس درون نمونه‌ای و بین‌نمونه‌ای تمام پارامترها به هم نزیک شده در نهایت به مقدار

1. Brooks & Gelman

ثابتی همگرا شود، می‌توان گفت نتایج برآورد رویکرد بیزی با استفاده از روش MCMC از صحت مناسبی برخوردار هستند. همان‌گونه که در نمودار (۱) آمده است، زنجیره‌ها همگرا شده و به مقدار ثابتی میل کرده‌اند که نشان از صحت براورد پارامترها دارد.

نمودار ۱. آزمون تشخیصی بروکز و گلمن برای کلیه پارامترها

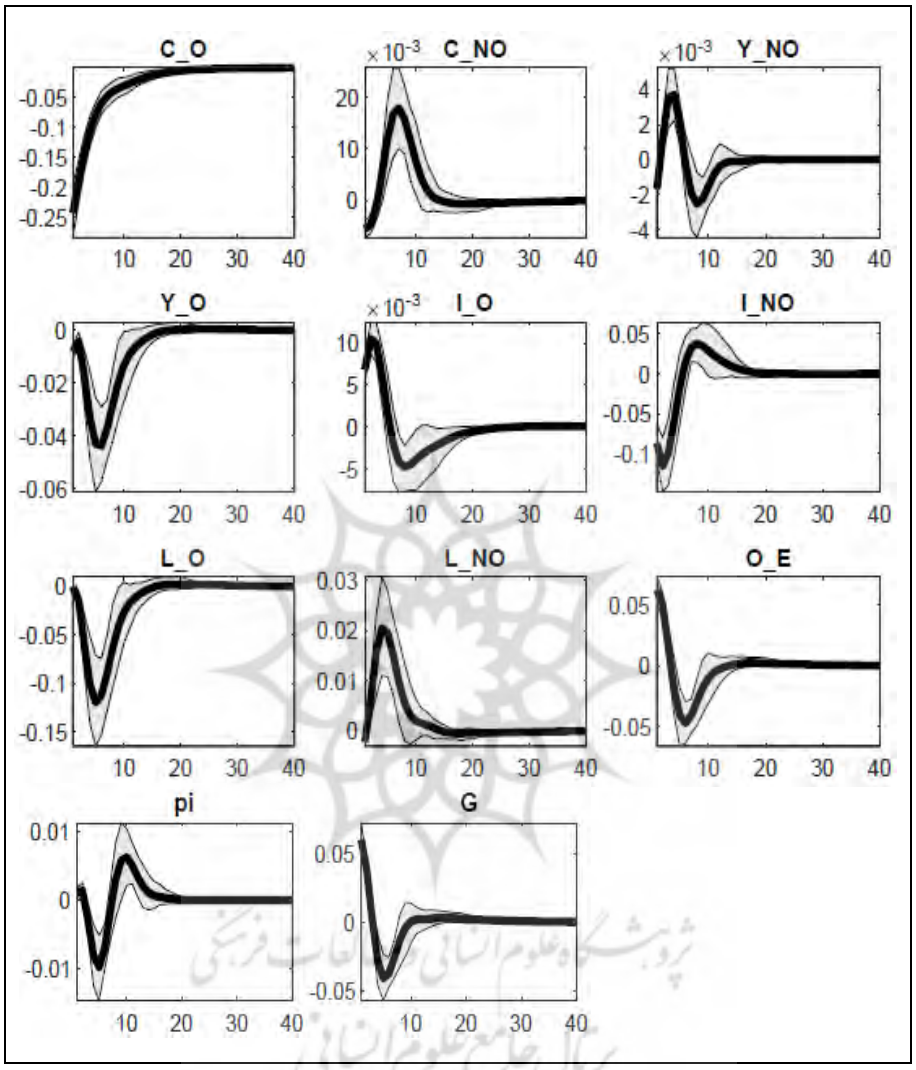


منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار (۲)، واکنش متغیرهای کلان اقتصادی به تکانه افزایش کارایی مصرف نفت در بخش خانوار را نشان می‌دهد. طبق این نمودار، با ارتقای کارایی مصرف نفت، خانوار نیازمند میزان کمتری از کالای نفتی خواهند بود و در نتیجه مصرف کالای نفتی در سبد مصرف خانوار کاهش می‌یابد. همچنین با وقوع یک تکانه کارایی مصرف نفت خانوار و کاهش مصرف داخلی، صادرات نفت افزایش یافته است. با توجه به اینکه مخارج دولت به منابع ارزی حاصل از صادرات نفت وابسته است، صادرات بیشتر نفت، موجب افزایش مخارج دولت شده است. با وقوع این تکانه، تولید نفت کاهش و سپس به حالت اولیه بازمی‌گردد. در توضیح این روند می‌توان گفت که با افزایش کارایی، زمینه برای صادرات آن فراهم خواهد شد، اما به دلیل عدم امکان افزایش سریع و قابل‌ملاحظه در صادرات نفت (ناشی از محدودیت‌های بازار بین‌المللی نفت) اجبارا تولید نفت اندکی

کاهش خواهد یافت. با توجه به اینکه بخش نفت، برخی از کالاهای مورد نیاز خود (نهاده‌های تولیدی) را از بخش غیرنفتی تامین می‌کند، کاهش تولید نفت، موجب کاهش اندک در تولید غیرنفتی نیز شده است. در زمینه اثرگذاری این تکانه بر سرمایه‌گذاری باید گفت که افزایش صادرات نفت ناشی از تکانه کارایی مصرف در بخش خانوار، ورود منابع ارزی کشور افزایش یافته و با توجه به اینکه بخش زیادی از سرمایه‌گذاری بخش نفت مربوط به سرمایه‌گذاری خارجی است، زمینه برای ورود کالای سرمایه‌ای خارجی فراهم می‌شود و این امر موجب افزایش سرمایه‌گذاری در بخش نفتی می‌شود. ضمن اینکه سرمایه‌گذاری داخلی در بخش نفتی نیز از طریق منابع صندوق توسعه ملی و منابع داخلی شرکت ملی نفت تامین می‌شود و افزایش این منابع ناشی از صادرات نفت، این امکان فراهم کرده که سرمایه‌گذاری نفتی افزایش قابل‌ملاحظه‌ای داشته باشد. با این حال سرمایه‌گذاری غیرنفتی ابتدا کاهش و سپس روند صعودی در پیش می‌گیرد که در توضیح می‌توان گفت که کاهش تولید نفت و کاهش نیاز به نهاده‌های مورد نیاز بخش نفت، موجب کاهش سرمایه‌گذاری غیرنفتی شده است. علاوه بر این، با کاهش تولید نفت ناشی از کارایی در مصرف آن، نیاز به نیروی کار در بخش نفتی کاهش می‌یابد و این امر موجب کاهش اشتغال در بخش نفت شده و جابه‌جایی نیروی کار بین بخش نفتی و غیرنفتی موجب افزایش میزان اشتغال در بخش غیرنفتی شده است. همچنین در اثر تکانه کارایی مصرف نفت، نرخ تورم در ابتدا کاهش یافته و در ادامه افزایش پیدا می کند. در توضیح آن باید گفت که در نتیجه افزایش درآمدهای نفتی ناشی از ارتقای کارایی مصرف نفت، ابتدا بانک مرکزی از طریق پایین نگه داشتن نرخ ارز و افزایش واردات کالاها و خدمات اقدام به کنترل نرخ تورم می‌کند اما در ادامه که دلارهای نفتی تبدیل به ذخایر خارجی بانک مرکزی می‌شود، این سیاست نمی‌تواند تداوم پیدا کند و در نتیجه نرخ تورم افزایش می‌یابد.

نمودار ۲. توابع واکنش آنی تکانه کارایی مصرف نفت در بخش خانوار



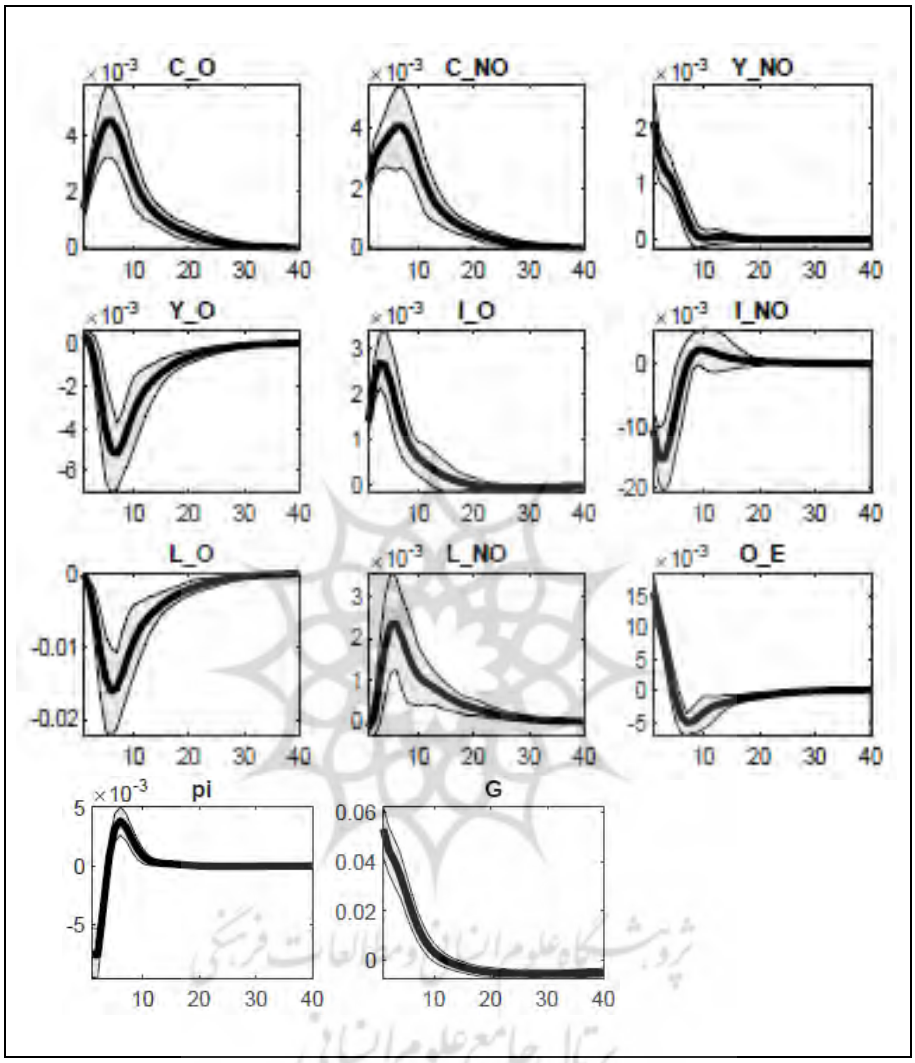
منبع: یافته‌های پژوهش

با وقوع یک تکانه مثبت کارایی مصرف نفت در بخش تولید، میزان مصرف نفتی خانوار افزایش می‌یابد؛ زیرا با فرض محدودیت‌های افزایش سریع صادرات نفت، دسترسی مردم به این کالاها افزایش خواهد یافت. همانند آنچه در مورد تکانه کارایی مصرف نفت در بخش خانوار بیان شد، تکانه کارایی مصرف نفت در بخش تولید نیز با صرفه‌جویی بیشتر در مصرف داخلی نفت، موجب افزایش صادرات آن خواهد شد که این امر با ورود

منابع ارزی به کشور موجب افزایش مصرف غیرنفتی (ناشی از افزایش واردات کالای مصرفی) می‌شود. همچنین به دلیل افزایش تقاضا، میزان تولیدات غیرنفتی داخلی نیز افزایش خواهد یافت. ضمن اینکه با افزایش کارایی مصرف نفت در بخش تولید، هزینه تولید در بخش غیرنفتی کاهش می‌یابد که این امر نیز موجب افزایش تولید در بخش غیرنفتی می‌شود. در اینجا نیز با افزایش کارایی مصرف نفت در بخش تولید، زمینه برای صادرات نفت فراهم خواهد شد، اما به دلیل عدم امکان افزایش سریع و قابل‌ملاحظه در صادرات نفت (ناشی از محدودیت‌های بازار بین‌المللی نفت) اجبارا تولید نفت اندکی کاهش خواهد یافت. اثر تکانه کارایی مصرف نفت بر میزان صادرات آن نیز مثبت بوده و با افزایش صادرات نفت و ورود منابع ارزی به کشور زمینه واردات کالای سرمایه‌ای و همچنین افزایش سرمایه‌گذاری از منابع داخلی شرکت ملی نفت و صندوق توسعه ملی فراهم می‌شود که مجموعه اینها موجب افزایش سرمایه‌گذاری نفتی خواهد شد. با توجه به اینکه شوک مثبت کارایی مصرف نفت در بخش تولید، موجب کاهش تولید نفت شده، اشتغال در بخش نفت نیز کاهش یافته و همزمان با افزایش تولید نفت، این متغیر نیز روند صعودی پیدا کرده است. در زمینه اشتغال غیرنفتی نیز باید گفت که به دلیل اثر مثبت تکانه کارایی مصرف نفت در بخش تولید، بر تولید ناخالص داخلی و همچنین افزایش مصارف غیرنفتی (افزایش تقاضا) میزان تولیدات غیرنفتی و در نتیجه اشتغال در بخش غیرنفتی افزایش داشته است. در اینجا نیز با افزایش صادرات نفت و درآمدهای ارزی، ذخایر ارزی بانک مرکزی و به دنبال آن حجم پول، تورم بعد کاهش اولیه (به دلیل افزایش تولیدات غیرنفتی و همچنین افزایش واردات کالاها و خدمات) به شدت افزایش داشته است. ضمن اینکه افزایش منابع ارزی، مخارن دولت را نیز افزایش داده است.

پرتال جامع علوم انسانی

نمودار ۳. توابع واکنش آنی تکانه کارایی مصرف نفت در بخش تولید



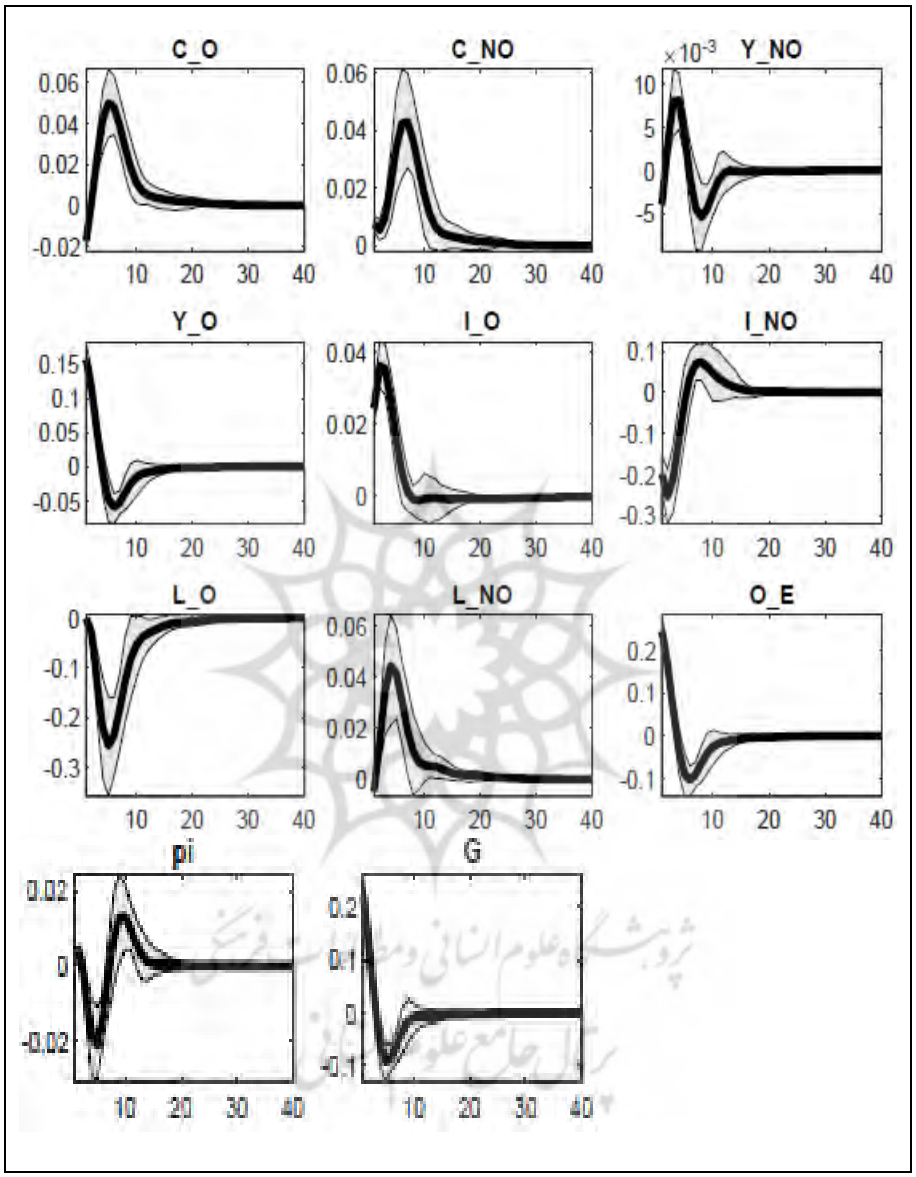
منبع: یافته‌های پژوهش

اثر تکانه تکنولوژی تولید نفت، موجب افزایش تولید نفت شده و بعد از ۱۰ دوره، اثر این تکانه خنثی می‌شود. تکانه تکنولوژی تولید نفت، مصرف کالای نفتی در سبد خانوار را اندکی کاهش و سپس به سرعت افزایش می‌دهد؛ زیرا با افزایش تولید نفت، دسترسی خانوار به کالای نفتی بیشتر شده و در نتیجه مصرف این کالا افزایش خواهد یافت. همچنین با افزایش تولید نفت و دسترسی بیشتر بخش غیرنفتی به نهاده نفت، تولیدات غیرنفتی نیز

افزایش خواهند یافت. ضمن اینکه تکانه مثبت تکنولوژی تولید نفت، با افزایش تولید نفت، زمینه افزایش صادرات آن را فراهم کرده و با توجه به اینکه صادرات بیشتر نفت موجب ورود منابع ارزی به کشور می‌شود، زمینه واردات کالاهای مصرفی غیرنفتی فراهم می‌شود. این امر به همراه افزایش تولیدات داخلی که منجر به دسترسی بیشتر به این کالاها می‌شود، موجب افزایش مصرف غیرنفتی خواهد شد. اثر تکانه تکنولوژی تولید نفت بر اشتغال نفتی منفی بوده و نشان می‌دهد که به رغم افزایش تولید نفت، نیاز بخش نفتی به نیرو کار کم شده است. در این ارتباط می‌توان گفت که تکنولوژی تولید در صنعت نفت، عموما متکی بر سرمایه است و ارتقای آن موجب کاهش اشتغال در این بخش می‌شود. در مقابل اشتغال بخش غیرنفتی افزایش یافته است که بخشی از آن به دلیل افزایش تولیدات غیرنفتی و بخش نیز می‌تواند به دلیل جابجایی نیروی کار از بخش نفتی به بخش غیرنفتی باشد. با توجه به اینکه تکانه تکنولوژی تولید نفت، موجب افزایش تولیدات نفتی شده است، زمینه برای افزایش صادرات نفت نیز فراهم شده است. اثر تکانه تکنولوژی تولید نفت بر سرمایه‌گذاری در بخش نفتی مثبت است؛ زیرا همانند آنچه در قسمت قبل بیان شد، افزایش منابع داخلی شرکت ملی نفت و صندوق توسعه ملی ناشی از افزایش صادرات نفت در افزایش سرمایه‌گذاری در بخش نفت موثر است. در ارتباط با اثر تکانه تکانه تکنولوژی تولید نفت بر مخارج دولت نیز باید گفت که این تکانه از کانال افزایش درآمدهای ارزی ناشی از صادرات نفت، موجب افزایش مخارج دولت شده و اثر آن بعد از ۱۰ دوره تخلیه می‌شود و مخارج دولت به سطح پایدار خود بازمی‌گردد. با توجه به اینکه تکانه تکنولوژی تولید نیز همانند دو تکانه ارتقای کارایی مصرف نفت، موجب افزایش درآمدهای نفتی کشور شده است، اثر آن بر تورم نیز همانند دو تکانه قبلی است که در نمودار (۴) قابل مشاهده است.

پرتال جامع علوم انسانی

نمودار ٤. توابع واکنش آنی تکانه تکنولوژی تولید نفت



منبع: یافته‌های پژوهش

۵. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

نفت به عنوان یک نهاده در بخش تولید، تامین‌کننده انرژی مورد نیاز خانوار در بخش حمل و نقل و همچنین به عنوان یک منبع تامین درآمدهای ارزی، نقش بسیار مهمی در اقتصاد کشورها نفتی دارد. با توجه به این مهم، در مطالعه حاضر سعی شدکه با طراحی یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی برای یک کشور صادرکننده نفت (ایران)، مدلسازی و ورود بخش نفت در این مدل‌ها، به گونه‌ای صورت گیرد که مهم‌ترین مولفه‌های اثرگذار بر این صنعت لحاظ شود. با طراحی مناسب بخش نفت، این امکان فراهم شده که اثرات تکانه‌های مختلف مرتبط با این صنعت بر متغیرهای کلان اقتصادی مورد بررسی قرار گیرد که در این راستا، مطالعه حاضر، اثرات سه تکانه کارایی مصرف نفت در بخش خانوار، کارایی مصرف نفت در بخش تولید و تکانه تکنولوژی در تولید نفت را بررسی کرده است.

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که وقوع یک تکانه مثبت در کارایی مصرف نفت بخش خانوار، موجب می‌شود مصرف نفت به میزان ۰/۲۵ درصد کاهش و در مقابل میزان صادرات آن به میزان ۰/۰۵ درصد افزایش یابد. این تکانه، تولید نفت را نیز به میزان اندکی کاهش داده است؛ زیرا تمام نفت صرفه‌جویی شده ناشی از ارتقای کارایی مصرف در بخش خانوار به دلیل محدودیت‌های بازار بین‌المللی و سهم ایران از این بازار به یکباره نمی‌تواند به صادرات اختصاص یابد و در نتیجه تولید نفت اندکی کاهش یافته و پس از چند دوره به حالت اول بازگشته است. این موضوع، از این حیث که با وجود کاهش اندک تولید نفت، صادرات آن افزایش داشته، حائز اهمیت فراوان است؛ زیرا نسبت ذخیره به تولید نفت ایران را افزایش می‌دهد. همچنین با افزایش صادرات نفت ناشی از تکانه مثبت کارایی مصرف نفت، واکنش متغیر سرمایه‌گذاری نفتی به این تکانه به واسطه افزایش منابع داخلی شرکت ملی نفت و منابع صندوق توسعه ملی (به عنوان یکی از ارکان تامین‌کننده سرمایه صنعت نفت) مثبت بوده است. در اثر این تکانه، تولید نفت اندکی کاهش داشته، در نتیجه اشتغال در این بخش نیز کم شده است، اما اشتغال در بخش غیرنفتی، افزایش یافته است. اثرگذاری تکانه کارایی بر مخارج دولت نیز مثبت است؛ زیرا با افزایش درآمدهای ارزی ناشی از افزایش صادرات نفت، امکان هزینه‌کرد بیشتر برای دولت فراهم شده است. این تکانه با افزایش درآمدهای نفتی، در ابتدا به دلیل

افزایش واردات کالاها و خدمات، نرخ تورم را کاهش داده اما در ادامه که دلارهای نفتی تبدیل به ذخایر خارجی بانک مرکزی شده، موجب افزایش حجم پول و به تبع آن نرخ تورم شده است.

نتایج تکانه مثبت کارایی مصرف نفت در بخش تولید نیز تقریبا مشابه بخش خانوار است. با وقوع این تکانه، مصرف نفت به عنوان نهاده کاهش یافته و زمینه برای مصرف بیشتر کالای نفتی توسط خانوار و همچنین صادرات بیشتر آن فراهم شده است، هرچند که افزایش صادرات هنگام وقوع این تکانه کمتر از حالتی است که تکانه بر کارایی مصرف نفت خانوار وارد می‌شود. ازاین‌رو، درآمدهای ارزی افزایش یافته و به تبع آن، واکنش مخارج دولت نسبت به تکانه کارایی مصرف نفت در بخش تولید مثبت بوده است. همچنین با افزایش درآمدهای ارزی ناشی از تکانه کارایی مصرف نفت در بخش تولید، مصرف غیرنفتی (ناشی از افزایش واردات کالای مصرفی) به دلیل افزایش تقاضا داخلی، میزان تولیدات غیرنفتی داخلی، افزایش خواهد یافت.

در مورد اثرات تکانه تکنولوژی تولید نفت نیز باید گفت که این تکانه میزان تولید نفت و به دنبال آن صادرات را افزایش داده که این موضوع با ورود منابع ارزی و افزایش واردات، ابتدا تورم را کاهش داده، اما در ادامه به دلیل افزایش حجم پول، موجب افزایش تورم شده است. همچنین به دلیل دسترسی بیشتر مصرف‌کنندگان به کالای نفتی -با وقوع این تکانه- مصرف نفت بعد از یک کاهش اندک روند افزایشی به خود گرفته است. در اینجا به دلیل ارتباط بخش نفتی و غیر نفتی، افزایش تولید نفت، موجب افزایش تولیدات غیرنفتی و همچنین مصرف شده است. همانند دو تکانه بیان شده، اثر تکانه تکنولوژی تولید نفت بر سرمایه‌گذاری در صنعت نفت مثبت است؛ زیرا منابع مالی برای این سرمایه‌گذاری از طریق افزایش صادرات نفت فراهم شده است. اثر تکانه تکنولوژی بر اشتغال در بخش نفت منفی است، اما اشتغال در بخش غیرنفتی که کالاهای مورد نیاز بخش نفت را تامین می‌کند، افزایش داده است.

با توجه به مجموع نتایج به دست آمده از این مطالعه باید گفت که پیامدهای مثبتی که با وقوع این سه تکانه محقق می‌شود، افزایش صادرات نفت، سرمایه‌گذاری نفتی، اشتغال و درآمدهای دولت (در قالب افزایش مخارج) است. این در حالی است که تولید نفت، افزایش قابل ملاحظه‌ای نداشته (حتی در برخی مواقع کاهش اندک را نیز تجربه

کرده) و پیامدهای مثبت بیان شده تنها ناشی از ارتقای کارایی مصرف نفت در بخش تولید و خانوار و همچنین بهبود تکنولوژی تولید نفت است. ازاین‌رو، برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری مناسب که ارتقای کارایی مصرف نفت را تحریک کند، یکی از مهم‌ترین اقداماتی است که باید در دستور کار سیاست‌گذاران و تصمیم‌سازان قرار گیرد. تدوین و اجرای معیارها و استانداردهای مصرف انرژی در تجهیزات سیستم‌ها و فرآیندهای انرژی در ساختمان و حمل‌ونقل عمومی، حمایت دولت از سرمایه‌گذاری بنگاه‌ها و واحدهای صنعتی برای نوسازی و بازسازی سیستم‌های انرژی در جهت ارتقای کارایی مصرف، ارائه مشوق‌های مختلف در جهت افزایش سهم خودروهای گازسوز و خودروهای الکتریکی در صنعت حمل‌ونقل کشور و برنامه‌ریزی برای کاهش ضایعات در زنجیره تولید، انتقال و توزیع فراورده‌های نفتی از جمله مواردی است که می‌تواند در تحقق این هدف، موثر باشد.

با توجه به اینکه هر کدام از پیشنهادات بیان شده در کنار اثرات مثبت اقتصادی، می‌تواند هزینه‌هایی برای عاملان اقتصای به همراه داشته باشد، توصیه می‌شود دولت پس از بررسی مجموعه‌ای از پیشنهادات و با درنظر گرفتن شرایط اقتصادی کشور، یک یا ترکیبی از کم‌هزینه‌ترین آن‌ها را انتخاب کند.

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

ORCID

Younes Khodaparast https://orcid.org/0000-0003-2582-6434
Teimour Mohammadi https://orcid.org/0000-0003-4394-774X
Hossein Tavakolian https://orcid.org/0000-0002-7513-6282

منابع

امیری، حسین. (۱۳۹۴). مدل سازی شوک‌های مارک آپ با استفاده از مدل DSGE (مورد ایران)، *برنامه‌ریزی و بودجه*، ۲۰ (۳)، ۹۵-۱۲۳.

پرمه، زورار، قربانی، محمد، توکلیان، حسین و شاهنوشی، ناصر. (۱۳۹۵). بررسی اثر تکانه‌های اقتصادی بر متغیرهای کلان بخش کشاورزی با استفاده از مدل تعادل عمومی پویای تصادفی، *پژوهشنامه بازرگانی*، ۸۰، ۷۵-۱۱۸.

توکلیان، حسین و افضلی ابرقویی، وجیه. (۱۳۹۵). مقایسه عملکرد اقتصاد کلان و رژیم‌های مختلف ارزی با رویکرد (DSGE)، *پژوهشنامه اقتصادی*، ۶۱ (۱۶)، ۸۱-۱۲۵.

توکلیان، حسین و صارم، مهدی. (۱۳۹۶). *الگوهای DSGE در نرم‌افزار Dynare (الگوسازی، حل و برآورد مبتنی بر اقتصاد ایران)*. تهران: انتشارات پژوهشکده پولی و بانکی.

حقیقت، جعفر، حبیب‌زاده، امین و محرم‌جودی، نازیلا. (۱۳۹۶). سیاست مالی اقتصاد ایران در یک مدل DSGE (با تاکید بر خانوارهای غیرریکاردین)، *تحقیقات اقتصادی*، ۵۲(۳)، ۵۵۱-۵۸۰.

خورسندی، مرتضی و عزیزی، زهرا. (۱۳۹۱). ترکیب مصرف و اثرگذاری انرژی بر رشد اقتصادی: کاربردی از رگرسیون غیرخطی انتقال ملایم، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۱(۳)، ۱۷-۳۴.

خیابانی، ناصر و امیری، حسین. (۱۳۹۳). جایگاه سیاست‌های پولی و مالی ایران با تاکید بر بخش نفت با استفاده از مدل‌های DSGE، *پژوهشنامه اقتصادی*، ۱۴(۵۴)، ۱۳۳-۱۷۳.

دمیری، فاطمه و اسلاملوییان، کریم،هادیان، ابراهیم و اکبریان، رضا. (۱۳۹۶). تاثیر تکانه نفتی بر تراز تجاری و متغیرهای کلان اقتصاد ایران با استفاده از یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی، *مطالعات اقتصادی کاربردی ایران*، ۶(۲۳)، ۳۵-۶۰.

صیادی، محمد،و شاکری، عباس، محمدی، تیمور و بهرامی، جاوید. (۱۳۹۵). تکانه‌های تصادفی و مدیریت درآمدهای نفتی در ایران؛ رویکرد تعادل عمومی تعصادفی پویا (DSGE)، *پژوهشنامه اقتصادی*، ۱۶(۶۱)، ۸۰-۳۳.

کهنسال، محمدرضا و شایان مهر، سمیرا. (۱۳۹۵). آثار متقابل مصرف انرژی، رشد اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست: کاربرد الگوی معادلات همزمان فضایی داده‌های تابلویی، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۵(۱۹)، ۱۷۹-۲۱۶.

محمدی، تیمور، شاکری، عباس، امامی‌کلائی، معصومه و یداله‌زاده، ناصرعلی. (۱۳۹۸). اثر تکانه‌های صادرات نفت و تعامل آن با قدرت انحصاری بر متغیرهای کلان اقتصاد ایران: رهیافت DSGE ، *تحقیقات اقتصادی*، ۵۴(۲)، ۳۹۵-۴۱۸.

مشیری، سعید و خیراندیش، الهام. (۱۳۹۸). نقش تجارت در اثرگذاری شوک‌های نفتی بر رشد اقتصادی کشورهای واردکننده و صادرکننده نفت، *تحقیقات اقتصادی*، ۵۴(۲)، ۴۴۳-۴۶۳.

منظور، داود و تقی‌پور، انوشیروان. (۱۳۹۴). تنظیم یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) برای اقتصاد باز کوچک صادرکننده نفت: مورد مطالعه ایران، *پژوهش‌ها وسیاست‌های اقتصادی*، ۲۳ (۷۵)، ۴۴-۷.

ولی‌بیگی، حسن، یاوری، کاظم، ابراهیمی، ایلناز و سحابی، بهرام. (۱۳۹۶). تحلیل اثر سیاست‌های پولی و مالی بر تجارت خارجی در ایران با رویکرد DSGE، *پژوهشنامه بازرگانی*، ۲۱(۸۳)، ۱-۳۴.

References

Adolfson, M., Laséen, S., Lindé, J., & Villani, M. (2007). Bayesian estimation of an open economy DSGE model with incomplete pass-through. *Journal of International Economics*, 72(2), 481-511.

Amano, R. A., & Van Norden, S. (1998). Oil prices and the rise and fall of the US real exchange rate. *Journal of international Money and finance*, 17(2), 299-316.

Amiri H. (2015). Modeling markup shocks using DSGE model:The case of Iran. JPBUD, 20 (3) :95-123. [In Persian]

Ayres, R. U., & Nair, I. (1984). Thermodynamics and economics. *Physics Today*, 37(11), 62-71.

Belke, A., & Baas, T. (2019). Oil price shocks, monetary policy and current account imbalances within a currency union (No. 201903). ROME Network.

Balke, N. S., & Brown, S. P. (2018). Oil supply shocks and the US economy: An estimated DSGE model. *Energy policy*, 116, 357-372.

Balke, N. S., Brown, S., & Yücel, M. (2010). Oil price shocks and US economic activity: an international perspective. Available at SSRN 1647807.

Beckmann, J., & Czudaj, R. (2013). Is there a homogeneous causality pattern between oil prices and currencies of oil importers and exporters?. *Energy Economics*, 40, 665-678.

Beckmann, J., Czudaj, R., & Arora, V. (2017). The relationship between oil prices and exchange rates: theory and evidence. US Energy Information Administration working paper series, 1-62.

Bergholt, D., & Larsen, V. (2016). Business cycles in an oil economy: Lessons from Norway.

Bergholt, D., Larsen, V. H., & Seneca, M. (2019). Business cycles in an oil economy. *Journal of International Money and Finance*, 96, 283-303.

Berndt, E. R., & Wood, D. O. (1975). Technology, prices, and the derived demand for energy. *The Rreview of Economics and Statistics*, 259-268.

Brown, S. P., & Yücel, M. K. (2002). Energy prices and aggregate economic activity: an interpretative survey. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 42(2), 193-208.

Bodenstein, M., Erceg, C. J., & Guerrieri, L. (2011). Oil shocks and external adjustment. *Journal of International Economics*, 83(2), 168-184.

Calvo, G. A. (1983). Staggered contracts and exchange rate policy. In Exchange rates and international macroeconomics (pp. 235-258). University of Chicago Press.

Chen, S. S., & Chen, H. C. (2007). Oil prices and real exchange rates. *Energy Economics*, 29(3), 390-404.

Corden, W. M. & Neary, J. P. (1982). Booming sector and deindustrialisation in a small open economy. *Economic Journal*, 92, 825-848.

Dai, M., & Xu, J. (2017). Firm-specific exchange rate shocks and employment adjustment: Evidence from China. *Journal of International Economics*, 108, 54-66.

Damiri, F., Sslamloeean, K., Dadiyan, E., Akbariyan, R. (2017). The effects of oil shock on trade balance and macroeconomic variables in iran using a dynamic stochastic general equilibrium model. *Journal of Applied Economics Studies in Iran*, 6(23), 35-60. [In Persian]

Gali, J., & Monacelli, T. (2005). Monetary policy and exchange rate volatility in a small open economy. *The Review of Economic Studies*, 72(3), 707-734.

Habib, M. M., Buetzer, S., & Stracca, L. (2016). Global Exchange Rate Configurations: Do Oil Shocks Matter? *IMF Economic Review*, 64: 443 470.

Haghighat, J., Habibzadeh, A., Moharam Joudi, N. (2017). Fiscal policy of iran`s economy in a DSGE model (Focusing on Non- Ricardian Households). *Journal of Economic Research (Tahghighat- E- Eghtesadi)*, 52(3), 551-580. [In Persian]

Hou, K., Mountain, D. C., & Wu, T. (2016). Oil price shocks and their transmission mechanism in an oil-exporting economy: A VAR analysis informed by a DSGE model. *Journal of International Money and Finance*, 68, 21-49.

Khan, H., & Tsoukalas, J. (2011). Investment shocks and the comovement problem. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 35(1), 115-130.

Khiabani, N., Amiri, H. (2014). The position of monetary and fiscal policies with emphasizing on oil sector with DSGE models (the case of Iran). *Economics Research*, 14(54), 133-173. [In Persian]

Khorsandi, M., Azizi, Z. (2012). The combination of consumption and the effectiveness of energy on economic growh: An application of smooth transition regression. *Iranian Energy Economics*, 1(3), 17-34. [In Persian]

Kohansal, M., Shayanmehr, S. (2016). The interplay Between energy consumption, economic growth and environmental pollution: Application of spatial panel simultaneous-Equations model. *Iranian Energy Economics*, 5(19), 179-216. [In Persian]

Manzoor D, Taghipour A. A dynamic stochastic general equilibrium model for an oil exporting and small open economy: the case of Iran. *qjerp*. 2016; 23 (75) :7-44. [In Persian]

Mendoza, O., & Vera, D. (2010). The asymmetric effects of oil shocks on an oil-exporting economy. *Cuadernos de economía*, 47(135), 3-13.

Mohammadi, T., shakeri, A., Emamikalaee, M., Yadolahzadeh Tabari, N. (2019). The effect of oil export shock and its interaction with monopoly power on Iran's macroeconomic variables: DSGE approach. *Journal of Economic Research (Tahghighat- E- Eghtesadi)*, 54(2), 395-418. . [In Persian]

Moshiri, S., Kheirandish, E. (2019). International trade and oil shocks effects on global economy. *Journal of Economic Research (Tahghighat- E-Eghtesadi)*, 54(2), 443-463. [In Persian]

Mukhamediyev, B. (2014). Estimated DSGE model for oil producing economy of Kazakhstan. *The Macrotheme Review*, 3(3), 1-13.

Oladunni, S. (2020). Oil Price Shocks and Macroeconomic Dynamics in an Oil-Exporting Emerging Economy: A New Keynesian DSGE Approach.

Perme, Z., Ghorbani, M., Tavakoliyan, H., Shahnoshifroshani, N. (2016). The effect of economic shocks on agriculture macroeconomic variables using dynamic stochastic general equilibrium model. *Iranian Journal of Trade Studies*, 20(80), 75-119. [In Persian]

Razak, L. A. Do Oil Price Shocks Matter? Evidence from an Oil-Exporting Econom, *CSPS Strategy and Policy Journal*, 4, 1 – 23.

Salisu, Afees, Isah, Kazeem, Oyewole, Oluwatomisin and Akanni, Lateef, (2017), Modelling oil price-inflation nexus: The role of asymmetries, *Energy*, 125 (C), 97-106.

Sayadi, M., Shakeri, A., Mohammadi, T., Bahrami, J. (2016). Stochastic shocks and oil revenue management in Iran; A Dynamic Stochastic General Equilibrium approach. *Economics Research*, 16(61), 33-80. [In Persian]

Tavakolian, H., Afzali Abarquyi, V. (2016). Macroeconomic performance in different exchange rate regimes: An estimated DSGE approach. *Economics Research*, 16(61), 81-125. [In Persian]

Valibeigi, H., Yavari, K., Ebrahimi, E., Sahabi, B. (2017). Analyzing the effect of monetary and fiscal policies on Iran's foreign trade using DSGE approach. *Iranian Journal of Trade Studies*, 21(83), 1-34. [In Persian]

Zhang, D. (2008). Oil shock and economic growth in Japan: A nonlinear approach. *Energy Economics*, 30(5), 2374-2390.

Zhao, L., X. Zhang, S. Wang, and S. Xu. (2016.) The effects of oil pricehocks on output and inflation in China, *Energy Economics*, 53, 101-110.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

استناد به این مقاله: خداپرست، یونس، محمدی، تیمور، توکلیان، حسین. (۱۳۹۹). تئرات تکانه‌های عرضه و تقاضای نفت بر متغیرهای کلان اقتصادی ایران: رویکرد تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE)، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۳۵ (۱۰)، ۴۱-۹۶.

Iranian Energy Economics is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.