



**Applied Economics Studies, Iran (AESI)**

P. ISSN:2322-2530 & E. ISSN: 2322-472X

Journal Homepage: <https://aes.basu.ac.ir/>

Scientific Journal of Department of Economics, Faculty of Economic and Social Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran.

Publisher: Bu-Ali Sina University. All rights reserved.

Copyright©2022, The Authors. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons.



Bu-Ali Sina  
University

## The Optimal Ramsey Monetary Policy in The Form of DSGE Model Appropriate to Oil-Exporting Country (The Case of Iran)

Khosrosereshki, M. J.<sup>1</sup>, Najarzadeh<sup>2</sup>, R., Heydari, H.<sup>3</sup>

Type of Article: Research

<https://dx.doi.org/10.22084/AES.2021.24929.3346>

Received: 2021.09.139; Accepted: 2021.12.05

Pp: 9-46

### Abstract

The purpose of this study, regarding the characteristics of an oil economy such as Iran, is to choose the Ramsey optimal monetary policy and appropriate exchange rate system. The model includes Ricardian and non-Ricardian households, nominal rigidity (in price level and wages) and real rigidity (in consumption), public goods, oil and non-oil exports, different exchange systems (float, managed floating, and fixed), and different targets in the real and monetary sector for the central bank. Also, the consequences of implementing the Ramsey optimal monetary policy versus the current state of the country were examined. Finally, the effects of oil prices shocks, foreign inflation shock, money supply shock, and nominal exchange rate growth shocks on macro variables under the base model and Ramsey's optimal monetary policy were examined. The results show that, first, the central bank should choose and commit to the managed floating exchange rate system among different exchange systems and dual-targeting (production and inflation with more focus on production) among different targeting policies. Although the fixed exchange rate system has a much smaller loss function than others, it is not feasible due to the instability of the economy. Second, the central bank's commitment to an optimal policy makes the monetary and real sectors of the economy much less volatile and much more stable versus monetary and foreign currency shocks compared to the base model. In faced with external shocks, Ramsey's optimal monetary policy gives more stability to the real sector of the economy in lieu of more volatility and stability in monetary variables.

**Keywords:** DSGE, Ramsey Optimal Monetary Policy, Exchange Rate Regimes.

**JEL Classification:** D58, E52, E58.

1. Ph.D. Student, Department of Economics, Faculty of Economics, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

2. Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Economics, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran (Corresponding Author).

**Email:** najarzar@modares.ac.ir

3. Assistant Professor, Department of Economics, Faculty of Economics, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

**Citations:** Khosrosereshki, M.; Najarzadeh, R. & Heydari, H., (2022). "The Optimal Ramsey Monetary Policy in The Form of DSGE Model Appropriate to Oil-Exporting Country (The Case of Iran)". *Journal of Applied Economics Studies in Iran*, 11(42), 9-46 (doi: 10.22084/aes.2021.24929.3346).

**Homepage of this Article:** [https://aes.basu.ac.ir/article\\_4264.html?lang=en](https://aes.basu.ac.ir/article_4264.html?lang=en)



فصلنامه علمی مطالعات اقتصادی کاربردی ایران

شاپای چاپی: ۲۵۳۰-۲۳۲۲؛ شاپای الکترونیکی: ۴۲۲۸-۲۳۲۲

وبسایت نشریه: <https://aes.basu.ac.ir>

نشریه گروه اقتصاد، دانشکده علوم اقتصادی و علوم اجتماعی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران



## سیاست پولی بهینه رمزی و نظام ارزی در قالب الگوی DSGE متناسب با اقتصاد نفتی (مورد ایران)

محمد جواد خسروسریشکی<sup>۱</sup>، رضا نجارزاده<sup>۲</sup>، حسن حیدری<sup>۳</sup>

نوع مقاله: پژوهشی

شناسه دیجیتال: <https://dx.doi.org/10.22084/AES.2021.24929.3346>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۲۲، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۲۸

صص: ۹-۴۶

### چکیده

در پژوهش حاضر با توجه به ویژگی‌های یک اقتصاد نفتی برای ایران، سیاست پولی بهینه رمزی و نظام ارزی متناسب با آن انتخاب گردید. الگوی پژوهش شامل خانوارهای ریکاردویی و غیرریکاردویی، چسبندگی‌های اسمی (در دستمزد و قیمت‌گذاری) و چسبندگی حقیقی (در مصرف)، کالای عمومی، صادرات نفتی و غیرنفتی، نظام‌های ارزی مختلف (شناور، شناور مدیریت شده و ثابت) و هدف‌گذاری‌های مختلف بانک مرکزی در بخش حقیقی و پولی است. هم‌چنین پیامدهای اجرای سیاست بهینه رمزی نسبت به حالت جاری سیاست پولی کشور مورد بررسی قرار گرفته است و آثار شوک کاهش قیمت نفت، شوک افزایش تورم خارجی، شوک افزایش عرضه پول و شوک افزایش رشد نرخ ارز اسمی بر متغیرهای کلان تحت الگوی پایه و سیاست پولی بهینه رمزی بررسی شد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد؛ اولاً، بانک مرکزی از بین نظام‌های مختلف ارزی و سیاست‌های مختلف هدف‌گذاری باید نظام ارزی شناور مدیریت شده و سیاست پولی هدف‌گذاری دوگانه تولید و تورم (با تأکید بیشتر بر تولید) را انتخاب کند و به آن پایبند باشد. هرچند نظام ارزی ثابت مقدار تابع زیان به مراتب کمتری نسبت به سایر نظام‌ها دارد، ولی به علت ناپایداری اقتصاد، قابلیت اجرا ندارد. ثانیاً، تعهد بانک مرکزی به سیاست بهینه رمزی در مقایسه با الگوی پایه باعث می‌شود که بخش پولی و حقیقی اقتصاد در قبال شوک‌های پولی و ارزی، نوسان بسیار کمتر و ثبات بسیار بیشتری داشته باشد. هم‌چنین سیاست پولی بهینه رمزی، در قبال شوک‌های خارجی به ازای نوسان و بی‌ثباتی بیشتر در متغیرهای پولی، ثبات بیشتری را به بخش حقیقی اقتصاد می‌دهد.

**کلیدواژگان:** تعادل عمومی پویای تصادفی، سیاست بهینه پولی رمزی، نظام‌های ارزی.

**طبقه بندی JEL:** D58, E52, E58.

۱. دانشجوی دکتری گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

**Email:** m.khosrosreshki@modares.ac.ir

۲. دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران (نویسنده مسئول).

**Email:** najarzar@modares.ac.ir

۳. استادیار گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

**Email:** hassan.heydari@modares.ac.ir

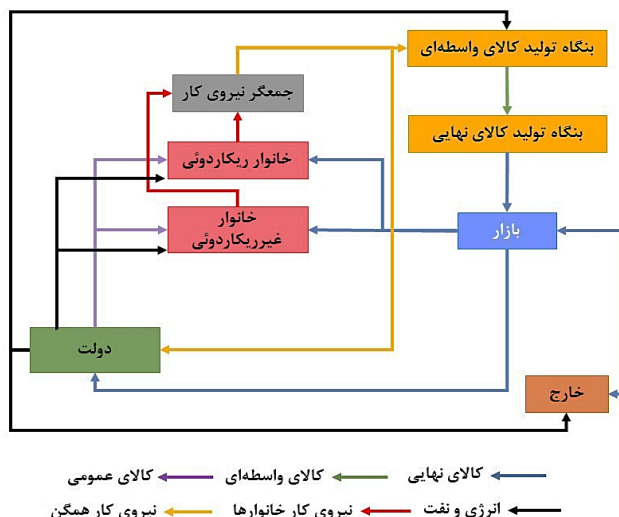
## ۱. مقدمه

بر مبنای تئوری سه گانه غیرممکن<sup>۱</sup>، بانک مرکزی به طور هم زمان نمی تواند نظام ارزی ثابت، آزادی تحرک سرمایه و سیاست پولی مستقل را عملیاتی کند؛ بنابراین بانک مرکزی باید از بین اهداف مزبور، دست به انتخاب بزند و در حالت گوشه ای باید حداکثر دو مورد را انتخاب کند. سیاست گذاران اقتصادی کشورهای در حال توسعه (با درجه بالای گذار نرخ ارز<sup>۲</sup> و دسترسی محدود به بازارهای مالی جهانی)، معمولاً به علت ترس از شناورسازی<sup>۳</sup> گرایش بیشتری به اجرای انواع نظام های ارزی سخت دارند؛ از این رو تصمیم گیری درباره نظام ارزی باید در یک نگاه کلان و با لحاظ کردن برهم کنش بخش های مختلف اقتصاد کشور و در چارچوب نظام پولی بررسی گردد. یکی از بهترین روش ها جهت انتخاب سیاست پولی بهینه و نظام ارزی متناسب با آن استفاده از «الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی»<sup>۴</sup> است.

برای اولین بار «فیشر»<sup>۵</sup> (۱۹۷۷) و «کیدلند» و «پرسکات»<sup>۶</sup> (۱۹۸۲) الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی را مطرح کردند. این الگو بر مبنای اقتصاد خرد (از جمله بهینه یابی عواملان اقتصادی در طول زمان، انتظارات عقلایی و تعادل بازارها) استوار است. از اوایل دهه ۱۹۸۰ م، کلاسیک های جدید به سمت «الگوهای چرخه های تجاری حقیقی»<sup>۷</sup> گرایش پیدا کردند. در الگوهای اولیه این رویکرد، تکانه های پولی نقشی در ایجاد نوسانات اقتصادی نداشت. با مطرح شدن این الگوها، مفهوم تثبیت اقتصادی دستخوش تغییر جدی شد و رشد و تثبیت در قالب این الگوها با فروض خاصی (از جمله رقابت کامل در بازارها، عدم وجود اثرات خارجی<sup>۸</sup>، بهینه بودن انتخاب های خانوار و بنگاه ها و اختلالات ناشی از تکانه های بهره وری در اقتصاد) همراه بود؛ بنابراین در پاسخ به تکانه های وارد بر اقتصاد، با توجه به بهینه بودن انتخاب ها، نیازی به دخالت دولت در اقتصاد نبود (جلالی نائینی، ۱۳۹۴).

با توجه به این که شواهد آماری، برخی از فروض الگوی چرخه های تجاری حقیقی اعم از: بازار رقابت کامل، یکتا بودن عامل تکانه وارد بر اقتصاد و... را زیر سؤال برد، صحت نتایج الگو مخدوش شد. کینزی های جدید برای ارائه مدلی بهتر، بازارها را دارای رقابت انحصاری در نظر گرفتند؛ هم چنین وجود چسبندگی های اسمی در برخی بازارها و اثربخشی شوک های پولی در کوتاه مدت را به مدل افزودند؛ بنابراین مدل کینزی های جدید می توانست اثرگذاری سیاست های پولی و مالی را در کوتاه مدت توجیه کند که با اقبال سیاست گذاران اقتصادی همراه شد. برای اتخاذ سیاست بهینه در هر بخش می بایست مدل سازی هم خوانی بیشتری با واقعیت اقتصاد داشته باشد؛ بنابراین باید ویژگی اقتصاد هر کشور (از جمله نظام ارزی، تک محصوله بودن و...) در کنار تابع زیان بخش مربوطه (برای مثال بانک مرکزی) مورد بررسی قرار گیرد.

1. Impossible Trinity (Trilemma)
2. Exchange Rate Pass-Through
3. Fear of Floating
4. Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE)
5. Fischer
6. Kydland & Prescott
7. Real Business Cycles (RBC)
8. Externalities



شکل ۱. نحوه تعاملات بخش حقیقی اقتصاد در الگوی پژوهش.

Fig 1: The interactions among real sectors of the economy in the model.

همان طور که در شکل ۱ مشاهده می‌کنید؛ خانوارها نیروی کار خود را با دستمزدهای غیرهمگن به جمع‌گر نیروی کار ارائه می‌دهند. جمع‌گر نیروی کار، پس از همگن‌سازی دستمزدها، نیروی کار را در بازار رقابتی به بنگاه تولید کالای واسطه‌ای و بنگاه تولیدکننده نفت (دولت) ارائه می‌دهد. بنگاه تولید کالای واسطه‌ای با ترکیب نفت (انرژی)، سرمایه و نیروی کار کالای واسطه‌ای را تولید می‌کند و با قیمت‌های مختلف به بنگاه تولید کالای نهایی عرضه می‌کند. بنگاه تولید کالای نهایی، کالاهای واسطه‌ای را ترکیب و با قیمت همگن به بازار ارائه می‌دهد. بازار، محل عرضه کالاهای داخلی و خارجی و تقاضای خانوارها (مصرف داخلی)، تقاضای دولت (هزینه و سرمایه‌گذاری دولتی) و تقاضای خارجی (خالص صادرات) است. دولت علاوه بر تأمین انرژی خانوارها و بنگاه‌های تولید کالاهای واسطه‌ای، انرژی را به خارج صادر می‌کند. همچنین دولت مسئول تهیه کالای عمومی برای مصرف خانوارها است. در الگوی این پژوهش، خانوارهای ریکاردویی و غیرریکاردویی، چسبندگی‌های اسمی در دستمزدها<sup>۱</sup> و قیمت‌گذاری، چسبندگی در مصرف (اثر چرخ‌دنده‌ای)، اثربخشی سیاست‌های رفاهی دولت در تابع مطلوبیت افراد، صادرات نفتی و غیرنفتی، بررسی نظام‌های ارزی مختلف (شناور، شناور مدیریت شده و ثابت) و هدف‌گذاری‌های مختلف بانک مرکزی در بخش حقیقی و پولی مورد توجه قرار گرفته است. در آخر با انتخاب سیاست بهینه رمزی، آثار شوک کاهش قیمت نفت، شوک افزایش تورم خارجی، شوک افزایش عرضه پول و شوک افزایش رشد نرخ ارز اسمی بر متغیرهای کلان مورد بررسی قرار می‌گیرد.

پس از بررسی پیشینه پژوهش در بخش دوم، به تشریح الگو در بخش سوم پرداخته می‌شود. بخش چهارم به تخمین الگو، بررسی سیاست‌های پیشنهادی بانک مرکزی و آثار آن اختصاص دارد؛ و در نهایت در بخش پنجم نتایج و پیشنهادهای سیاستی ارائه خواهد شد.

1. Staggered Wage

## ۲. پیشینه پژوهش

در زیر به برخی پژوهش‌های مرتبط با اقتصاد ایران پرداخته می‌شود. سعی شده است تا از پژوهش‌های خارجی در مدل سازی بیشتر استفاده شود که در ضمن تشریح الگو به آن پرداخته خواهد شد.

«جعفری صمیمی» و همکاران (۱۳۹۳) ضمن ارائه یک مدل DSGE، نشان دادند که شوک درآمد نفتی، شوک مخارج دولتی و شوک رشد حجم پول موجب افزایش تولید و تورم می‌شود. اما شوک بهره‌وری به افزایش تولید و کاهش تورم می‌انجامد.

«توکلیان» و «افضلی ابرقویی» (۱۳۹۵) به مقایسه عملکرد اقتصاد ایران در چارچوب الگوی DSGE در سه نظام ارزی شناور، شناور مدیریت شده و ثابت پرداختند. نتایج بررسی نشان می‌دهد که تورم در نظام ارزی ثابت در مقابل تکانه‌های نفتی و بهره‌وری، کمترین واریانس و در مقابل تکانه نرخ ارز بیشترین واریانس را دارد؛ همچنین هم در نظام ارزی ثابت و هم در نظام ارزی شناور، تولید بیشترین واریانس را دارد.

«جلالی نائینی» و «نادریان» (۱۳۹۵) با استفاده از یک مدل DSGE، اثر صندوق ذخیره ارزی را در عملکرد رفاهی و تثبیتی سیاست‌های پولی پیشنهادی هدف‌گذاری منعطف تورم شاخص قیمت تولیدکننده، هدف‌گذاری منعطف تورم کالاها و خدمات مصرفی و هدف‌گذاری منعطف نرخ ارز حقیقی بررسی کردند. در حالت اول، اقتصاد را با فرض وضعیت آسیب‌پذیری مالی زیاد، درجه عبور نرخ ارز بالا و درجه باز بودن بالا و در حالت دوم، اقتصاد را با لحاظ کردن صندوق ذخیره ارزی شبیه‌سازی کردند. نتایج نشان می‌دهد که در حالت اول اقتصاد، حالت بهینه رمزی در سیاست هدف‌گذاری نرخ ارز حقیقی به همراه مداخله در بازار ارز رخ می‌دهد. اما حالت بهینه رمزی در حالت دوم، علاوه بر محدودیت نوسانات نرخ ارز حقیقی، ضمن هدف‌گذاری منعطف تورم کالاها و خدمات مصرفی و بدون نیاز به دخالت در بازار ارز فراهم می‌شود.

«توکلیان» و «جلالی نائینی» (۱۳۹۶) با در نظر گرفتن نظام ارزی شناور و شناور مدیریت شده برای اقتصاد ایران به بررسی آلترناتیوهای سیاست پولی صلاح‌دید و بهینه رمزی در قالب الگوی DSGE پرداختند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد سیاست بهینه پولی، سیاست بهینه رمزی تحت نظام ارزی شناور مدیریت شده است و در آن همه متغیرهای اقتصاد کلان به جز مصرف و اشتغال دارای حداقل واریانس می‌باشند. در نتیجه سیاست صلاح‌دید، با توجه به ناتوانی در کنترل انتظارات تورمی، اقتصاد شاهد نوسانات بیشتری در نرخ تورم خواهد بود.

«ذهابی» و همکاران (۱۳۹۶) با استفاده از یک الگوی DSGE به بررسی پویایی‌های حساب جاری و تراز تجاری در مواجهه با شوک‌های درآمد نفتی و فناوری تحت سه قاعده پولی پرداختند. قاعده سیاست‌گذاری بهینه، قاعده‌ای است که تابع زیان رفاهی را در مواجهه با هر تکانه به حداقل برساند. نتایج نشان می‌دهد که با وجود این که قاعده سیاست‌گذاری بهینه در مواجهه با تکانه درآمد نفتی و تکانه فناوری قاعده مرکب تورم توأم با نرخ ارز می‌باشد، اما استفاده از قاعده هدف‌گذاری مرکب تورم توأم با نرخ ارز در مواجهه با درآمد نفتی موجب افزایش بیشتر نوسانات آنی حساب جاری می‌شود.

«مشهدی‌زاده» و همکاران (۱۳۹۸) با در نظر گرفتن حالت‌های مختلف درجه عبور نرخ ارز، برای اقتصاد ایران در الگوی DSGE نشان دادند که با افزایش درجه چسبندگی قیمت واردات، اثر درجه عبور نرخ ارز بر تورم وارداتی و تورم شاخص مصرف‌کننده کمتر می‌شود و اثرگذاری سیاست پولی بر متغیرهای اقتصادی کاهش می‌یابد. همچنین

در نهایت نسبت به افزایش انتظارات تورمی از کانال تغییرات ناگهانی سیاستی هشدار دادند. «نخلی» و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۲۰) ضمن بررسی اثر تحریم بر اقتصاد و سیاست پولی بهینه در قالب مدل DSGE نشان دادند که بانک مرکزی در دوران تحریم، باید هدف گذاری بخش تولید را بیشتر مدنظر قرار دهد و پیشنهاد آنان هدف گذاری تورم تولیدکننده است؛ هم چنین آنان پیشنهاد می دهند که در دوران تحریم، سیاست گذار مالی باید با توزیع مجدد درآمد، اثرات تحریم را کاهش دهد.

هرچند بنیان الگوی پژوهش حاضر از پژوهش «توکلیان» و «جلالی نائینی» (۱۳۹۶) برگرفته شده است، اما موارد زیر وجه تمایز پژوهش حاضر از کلیه پژوهش های قبلی است:

- ۱) در نظر گرفتن خانوار ریکاردویی و غیر ریکاردویی به صورت مستقل
- ۲) افزودن چسبندگی حقیقی (چسبندگی در مصرف) به مدل
- ۳) اضافه کردن بخش صادرات غیر نفتی به مدل
- ۴) بررسی ۹ سیاست پولی پیشنهادی در قالب ۳ نظام ارزی
- ۵) اثر وضعیت متغیرهای کلان اقتصاد ذیل سیاست پولی بهینه در برابر شوک های نامطلوب حقیقی و پولی.

### ۳. تشریح الگو

در پژوهش حاضر ابتدا به بررسی تابع هدف خانوارها پرداخته می شود. در ادامه به سایر بخش های اقتصاد (اعم از بازار نیروی کار، بنگاه ها و...) و در نهایت تسویه بازارها پرداخته خواهد شد؛ سپس سیاست پولی بهینه رمزی از بین ۹ گزینه پیشنهادی تحت نظام ارزی شناور، نظام ارزی شناور مدیریت شده و نظام ارزی ثابت انتخاب می شود. پس از انتخاب سیاست رمزی بهینه و نظام ارزی مناسب، عکس العمل متغیرهای کلان به برخی از شوک های نامطلوب وارد بر اقتصاد ارزیابی خواهد شد.

#### ۳-۱. خانوار

در الگوی پژوهش خانوارها به دو قسمت خانوارهای ریکاردویی و خانوارهای غیر ریکاردویی تقسیم می شوند؛ خانوارهای غیر ریکاردویی، ۴ دهک اول جمعیتی و خانوارهای ریکاردویی دهک های ۵ تا ۱۰ را شامل می شوند. فرض بر آن است که خانوار ریکاردویی امکان سرمایه گذاری در بنگاه ها، خرید اوراق قرضه، نگهداری مانده حقیقی پول داخلی و نگهداری مانده حقیقی ارز خارجی را دارد و این امکان برای خانوار غیر ریکاردویی میسر نیست؛ هم چنین برخی از خانوارهای ریکاردویی به طور تصادفی در هر دوره می توانند دستمزدشان را بهینه کنند و مابقی خانوارهای ریکاردویی با تعدیل دستمزد نسبت به تورم دوره قبل دستمزدشان به روز می شود؛ ولی خانوار غیر ریکاردویی در هیچ دوره ای امکان بهینه یابی دستمزد ندارد و دستمزد این خانوار در هر دوره نسبت به تورم دوره قبل تعدیل می شود.

1. Nakhli et al.

با استفاده از تابع مطلوبیت «فلیچس» و «توستا»<sup>۱</sup> (۲۰۱۳)، تابع مطلوبیت خانوار ریکاردویی یک تابع CES است. این خانوار با مصرف کالای خصوصی  $c_t^r$  و عمومی  $c_{Gt}$ ، نگهداری مانده حقیقی پول داخلی  $m_t$  و مانده حقیقی ارز خارجی  $m_{st}$  مطلوبیت کسب می کند. کار کردن  $l_t^r$  نیز مطلوبیت را کاهش می دهد. برای در نظر گرفتن چسبندگی در مصرف، تغییرات سطح مصرف کالای خصوصی و کالای عمومی نسبت به دوره قبل از طریق ضریب  $h$  (درجه ثبات عادت) بر مطلوبیت اثر می گذارد. این خانوار می تواند در اوراق قرضه و بنگاهها سرمایه گذاری کند.

$$Max \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left( \frac{(c_t^r c_{Gt}^\gamma - h c_{Gt-1}^\gamma c_{Gt-1}^{1-\sigma})^{(1-\sigma)}}{(1-\sigma)} + \frac{k_m m_t^{(1-b_m)}}{(1-b_m)} + \frac{k_s m_{st}^{(1-b_s)}}{(1-b_s)} - \frac{\chi l_t^{(1+\eta)}}{(1+\eta)} \right) \quad (1)$$

$\eta$  عکس کشش نیروی کار،  $b_s$  عکس کشش نگهداری مانده حقیقی ارز خارجی،  $b_m$  عکس کشش نگهداری مانده حقیقی پول و  $\sigma$  عکس کشش بین دوره های مصرف است. همچنین تمام پارامترها نامنفی هستند.  $\beta$  عامل تنزیل بین دوره های است و  $\gamma$  عامل اثر گذاری مصرف کالای عمومی بر مطلوبیت مصرف کننده است. مانده حقیقی پول داخلی از تقسیم ارزش اسمی پول بر سطح قیمت داخلی و مانده حقیقی ارز خارجی از تقسیم ارزش اسمی ارز بر سطح قیمت خارجی محاسبه می شود. قید بودجه خانوار برابر رابطه (۲) است.

$$p_t c_t^r + M_t + p_{It} I_t + B_t + S_t M_{st} + T_t^r = W_t^r l_t^r + (R_t^K u_t - \psi(u_t)) K_{t-1} + M_{t-1} + D_t + (1 + r_t) B_{t-1} + S_t M_{st-1} + TA_t^r \quad (2)$$

در هر دوره خانوار ریکاردویی دستمزد  $W_t^r l_t^r$ ، پرداخت انتقالی هر دوره  $TA_t^r$ ، اصل و سود سرمایه گذاری در اوراق قرضه  $(1 + r_t) B_{t-1}$ ، سود سرمایه گذاری در بنگاه  $D_t$ ، مانده پول داخلی  $M_{t-1}$  و ارز خارجی  $S_t M_{st-1}$  دوره قبل را به مصرف  $p_t c_t^r$ ، مالیات  $T_t^r$ ، نگهداری پول داخلی  $M_t$ ، ارز خارجی  $S_t M_{st}$ ، سرمایه گذاری در بنگاه  $p_{It} I_t$  و اوراق قرضه  $B_t$  اختصاص می دهد.

$R_t^K$  سود سرمایه و  $0 < u_t \leq 1$  نرخ کاربری سرمایه است.  $\psi(u_t)$  تابع هزینه بهره برداری سرمایه است که  $\psi''(u_t) \geq 0$  و در بلندمدت برابر  $\psi(\bar{u}) = 1$  است. با تقسیم طرفین به سطح قیمت داخلی  $p_t$  قید بودجه زیر به دست می آید:

$$c_t^r + m_t + P_{It} I_t + b_t + e_t m_{st} + t_t^r = w_t^r l_t^r + (R_t^K u_t - \psi(u_t)) k_{t-1} + \frac{m_{t-1}}{\pi_t} + d_t + (1 + r_t) \frac{b_{t-1}}{\pi_t} + \frac{e_t m_{st-1}}{\pi_t^*} + ta_t^r \quad (3)$$

حروف کوچک نشان دهنده متغیرهای حقیقی است؛ برای مثال،  $m_t = \frac{M_t}{p_t}$  مانده حقیقی پول داخلی،  $b_t = \frac{B_t}{p_t}$  اوراق قرضه حقیقی،  $m_{st} = \frac{M_{st}}{p_t}$  مانده ارز خارجی حقیقی،  $w_t^r = \frac{W_t^r}{p_t}$  نرخ دستمزد حقیقی،  $\pi_t^* = \frac{p_t^*}{p_{t-1}^*}$  تورم ناخالص خارجی و  $e_t = \frac{S_t p_t^*}{p_t}$  نرخ ارز حقیقی است.<sup>۲</sup> در رابطه (۳) روابط زیر برقرار است:

$$\pi_t = \frac{p_t}{p_{t-1}}, \quad P_{It} = \frac{p_{It}}{p_t}, \quad \frac{P_{It}}{P_{It-1}} = \frac{\pi_{It}}{\pi_t}$$

1. Felices & Tuesta

۲. با توجه به این که فقط خانوار ریکاردویی امکان خرید و فروش اوراق قرضه، ارز خارجی و نگهداری پول داخلی را دارد، از بالانویس  $\pi$  استفاده نمی شود.

قاعده حرکت سرمایه طبق رابطه (۴) است.

$$k_t = (1 - \delta)k_{t-1} + \left(1 - F\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right)\right) I_t z_t, F(1) = F'(1) = 0, F''(1) = \phi'' \quad (4)$$

با استفاده از پژوهش «کریستیانو» و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۵)، هزینه تعدیل سرمایه است.  $Z_t$  تکانه بهبود فناوری است که فرض می شود دارای فرآیند AR(1) است.

$$\log z_t = \rho_z \log z_t + \varepsilon_t^z \quad \varepsilon_t^z \sim iid N(0, \sigma_z^2) \quad (5)$$

خانوار ریکاردویی تابع مطلوبیت را بر حسب رابطه های (۳) و (۴) بیشینه می نماید. با فرض  $\lambda_t$  و  $\mu_t$  به عنوان قیمت سایه این روابط،  $q_t$  خواهد بود. پس از مشتق گیری از متغیرهای موردنظر برای خانوار ریکاردویی، در نهایت روابط (۶) تا (۱۱) به دست خواهند آمد که به ترتیب عبارتند از: رابطه جانشینی بین فراغت و مصرف ریکاردویی (۶)، رابطه تقاضای مانده حقیقی پول داخلی (۷)، رابطه تقاضای مانده حقیقی ارز (۸)، رابطه اوایلر مصرف خانوار ریکاردویی (۹)، معادله اوایلر سرمایه گذاری (۱۰) و پویایی های قیمت گذاری سرمایه (۱۱).

$$w_t^r = \frac{\chi l_t^{r\eta}}{E_t c_{Gt}^y ((c_t^r c_{Gt}^y - hc_{t-1}^r c_{Gt-1}^y)^{-\sigma} - \beta h (c_{t+1}^r c_{Gt+1}^y - hc_t^r c_{Gt}^y)^{-\sigma})} \quad (6)$$

$$m_t^{-bm} = \frac{c_{Gt}^y r_t ((c_t^r c_{Gt}^y - hc_{t-1}^r c_{Gt-1}^y)^{-\sigma} - \beta h E_t (c_{t+1}^r c_{Gt+1}^y - hc_t^r c_{Gt}^y)^{-\sigma})}{k_m (1 + r_t)} \quad (7)$$

$$m_{st}^{-bs} = \frac{1}{k_s} E_t \left( e_t - \frac{e_{t+1} \pi_{t+1}}{(1+r_t) \pi_{t+1}} (c_{Gt}^y ((c_t^r c_{Gt}^y - hc_{t-1}^r c_{Gt-1}^y)^{-\sigma} - \beta h (c_{t+1}^r c_{Gt+1}^y - hc_t^r c_{Gt}^y)^{-\sigma})) \right) \quad (8)$$

$$E_t \left( \frac{(c_{t+1}^r c_{Gt+1}^y - hc_t^r c_{Gt}^y)^{-\sigma} - \beta h (c_{t+2}^r c_{Gt+2}^y - hc_{t+1}^r c_{Gt+1}^y)^{-\sigma}}{(c_t^r c_{Gt}^y - hc_{t-1}^r c_{Gt-1}^y)^{-\sigma} - \beta h (c_{t+1}^r c_{Gt+1}^y - hc_t^r c_{Gt}^y)^{-\sigma}} \frac{c_{Gt}^y}{c_{Gt+1}^y \pi_{t+1}} \right) = \frac{1}{\beta (1+r_t)} \quad (9)$$

$$p_{it} = q_t z_t \left( 1 - F\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right) - F'\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right) \frac{I_t}{I_{t-1}} \right) I_t + E_t \left( \frac{q_{t+1} z_{t+1} \pi_{t+1} F'\left(\frac{I_{t+1}}{I_t}\right) \left(\frac{I_{t+1}}{I_{t-1}}\right)^2}{(1+r_t)} \right) \quad (10)$$

$$q_t = E_t \frac{\pi_{t+1}}{(1+r_t)} ((1-\delta)q_{t+1} + R_{t+1}^k u_{t+1} - \psi(u_{t+1})) \quad (11)$$

اما برای خانوار غیرریکاردویی تابع مطلوبیت از مصرف کالای خصوصی  $c_t^{nr}$ ، مصرف کالای عمومی  $c_{Gt}^y$ ، کارکردن  $l_t^{nr}$  تشکیل شده است. با توجه به این که خانوار غیرریکاردویی با قاعده سرانگشتی تمام درآمد خود را در هر دوره مصرف می کند و امکان نگهداری پول داخلی و ارز و خارجی و همچنین سرمایه گذاری ندارد، قید بودجه ساده تری نسبت به خانوار ریکاردویی خواهد داشت که در قید تابع مطلوبیت خانوار در رابطه (۱۲) آمد است.

$$\begin{aligned}
 & \text{Max} \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left( \frac{(c_t^{nr} c_{Gt}^y - hc_{t-1}^{nr} c_{Gt-1}^y)^{(1-\sigma)}}{(1-\sigma)} - \frac{\chi l_t^{nr(1+\eta)}}{(1+\eta)} \right) \\
 & \text{st: } c_t^{nr} + t_t^{nr} = w_t^{nr} l_t^{nr} + ta_t^{nr}
 \end{aligned} \quad (12)$$

1. Christiano et al.



بنابراین نرخ نهایی جانشینی بین فراغت و مصرف خانوار غیرریکاردویی، برابر رابطه (۱۳) است.

$$w_t^{nr} = \frac{\chi_t^{nr\eta}}{E_t(c_{Gt}^Y(c_t^{nr}c_{Gt}^Y - hc_{t-1}^{nr}c_{Gt-1}^Y)^{-\sigma} - \beta h(c_{t+1}^{nr}c_{Gt+1}^Y - hc_t^{nr}c_{Gt}^Y)^{-\sigma})} \quad (13)$$

### ۳-۲. دستمزد و عرضه نیروی کار

خانوارها نیروی کار را در فضای رقابت انحصاری به یک جمع گر نیروی کار ارائه می دهند. جمع گر نیروی کار، نیروی کار خانوارها را با قیمت متفاوت استخدام می کند و به یک نیروی کار همگن با دستمزد یکسان در هر دوره برای عرضه به بنگاهها تبدیل می کند.

$$L_t = \left( \int L_t^i \theta_t^w di \right)^{\theta_t^w} \quad (14)$$

در رابطه (۱۴)، جمع گر نیروی کار، کار ارائه شده توسط خانوار  $L_t^i$  را با مارک-آپ دستمزد  $\theta_t^w$ ، به نیروی کار ارائه شده توسط اتحادیه  $L_t$  تبدیل می کند. هم چنین  $\theta_t^w$  دارای فرآیند گام تصادفی است.

$$\log \theta_t^w = (1 - \rho_w) \log \theta^w + \rho_w \log \theta_{t-1}^w + \varepsilon_t^w, \varepsilon_t^w \sim iid N(0, \sigma_w^2) \quad (15)$$

اگر  $W_t$  دستمزد اسمی جمع گر نیروی کار در دوره  $t$  برای عرضه به بنگاهها باشد، جمع گر نیروی کار از طریق رابطه (۱۶) به تابع تقاضای نیروی کار از خانوار  $L_t$  در رابطه (۱۷) خواهد رسید.

$$Max W_t L_t - \int W_t^i L_t^i di \quad (16)$$

$$st: L_t = \left( \int L_t^i \theta_t^w di \right)^{\theta_t^w}$$

بنابراین:

$$L_t^i = \left( \frac{W_t^i}{W_t} \right)^{\frac{\theta_t^w}{1-\theta_t^w}} L_t \quad (17)$$

با جاگذاری رابطه (۱۷) در رابطه (۱۶) نحوه میانگین گیری از دستمزد خانوارها برای به دست آوردن دستمزد اسمی از رابطه (۱۸) به دست می آید.

$$W_t = \left( \int W_t^i \theta_t^w di \right)^{1-\theta_t^w} \quad (18)$$

به منظور لحاظ کردن چسبندگی در دستمزد اسمی، بر مبنای پژوهش «ارسگ» و همکاران (۲۰۰۰)، فرض می شود که هر خانوار ریکاردویی به احتمال  $\xi_w$  امکان تعدیل دستمزد بهینه در هر دوره را ندارد و با لحاظ کردن درجه شاخص بندی دستمزد  $\tau_w$  در تورم دوره قبل دستمزد خود را تعدیل می کند.

$$W_t^r = \pi_{t-1}^{\tau_w} W_{t-1}^r \quad (19)$$

همچنین در هر دوره به احتمال  $(1 - \xi_w)$ ، هر خانوار ریکاردویی دستمزد خود را با توجه به وضعیت موجود بهینه‌یابی می‌کند. با لحاظ کردن رابطه (17) و (19)، جمع‌گر نیروی کار معادله تعیین دستمزد بهینه خانوار ریکاردویی را برای رسیدن به دستمزد بهینه مطابق رابطه (20) حل می‌کند. معادله تعیین دستمزد بهینه از بیشینه کردن مجموع احتمالی تنزیل شده افزایش مطلوبیت حاصل از دستمزد بیشتر با کاهش مطلوبیت حاصل از کار کردن خانوار با توجه به قید تعیین دستمزد جمع‌گر نیروی کار به دست خواهد آمد.

$$Max E_t \sum_{k=0}^{\infty} (\beta \xi_w)^k \left( \mu_{t+k}^r \prod_{s=1}^k \frac{\pi_{t+s-1}^{\tau_w}}{\pi_{t+s}^{\tau_w}} \frac{W_t^i}{p_t} l_t^i - \chi \frac{l_t^{i(1+\eta)}}{(1+\eta)} \right) \quad (20)$$

$$st: l_{t+k}^i = \left( \prod_{s=1}^k \pi_{t+s-1}^{\tau_w} \frac{W_t^i}{W_{t+k}^i} \right)^{\frac{\theta_t^w}{1-\theta_t^w}} l_{t+k} \quad \forall k \geq 0$$

در هیچ دوره‌ای، خانوار غیرریکاردویی نمی‌تواند دستمزد خود را بهینه کند و فقط با تعدیل دستمزد در هر دوره مواجه است.

$$W_t^{nr} = \pi_{t-1}^{\tau_w} W_{t-1}^{nr} \quad (21)$$

با توجه به این که نسبت خانوار ریکاردویی به کل خانوارهای جامعه برابر  $\lambda$  باشد و با فرض جواب  $W_t^*$  برای رابطه (20)، جمع‌گر نیروی کار دستمزد زیر را حین عرضه نیروی کار به بازار ارائه می‌دهد.<sup>1</sup>

$$W_t^{\frac{1}{1-\theta_t^w}} = \lambda \left( \xi_w (\pi_{t-1}^{\tau_w} W_{t-1}^r)^{\frac{1}{1-\theta_t^w}} + (1 - \xi_w) W_t^{* \frac{1}{1-\theta_t^w}} \right) + (1 - \lambda) (\pi_{t-1}^{\tau_w} W_{t-1}^{nr})^{\frac{1}{1-\theta_t^w}} \quad (22)$$

### ۳-۳. مصرف

مصرف کل در سمت تقاضا برابر مجموع مصرف خانوار ریکاردویی و مصرف خانوار غیرریکاردویی است.

$$c_t = c_t^r + c_t^{nr} \quad (23)$$

مصرف کل تابع CES از مصرف کالای داخلی و وارداتی است.

$$c_t = \left( a_c^{\frac{1}{\theta_c}} c_{Dt}^{\frac{\theta_c-1}{\theta_c}} + (1 - a_c)^{\frac{1}{\theta_c}} c_{Ft}^{\frac{\theta_c-1}{\theta_c}} \right)^{\frac{\theta_c}{\theta_c-1}} \quad (24)$$

در رابطه (24)، مصرف کالای داخلی  $c_{Dt}$  و مصرف کالای وارداتی  $c_{Ft}$  است.  $a_c$  سهم کالای مصرفی داخلی از مصرف کل و  $\theta_c$  کشش جانشینی بین کالای مصرفی داخلی و وارداتی است. با فرض وجود قانون قیمت واحد، مخارج مصرفی خانوار برابر است با:

۱. برای مطالعه بیشتر ر. ک. به: «کریم امامی» (۱۳۹۹) صص: ۲۷۳ تا ۲۹۸ مراجعه نمایید.

$$p_t c_t = p_{Dt} c_{Dt} + S_t p_t^* c_{Ft} \quad (25)$$

با حداقل سازی مخارج مصرفی خانوار نسبت به رابطه (۲۴)، روابط (۲۵) و (۲۶) به دست خواهند آمد:

$$c_{Dt} = a_c \left( \frac{p_{Dt}}{p_t} \right)^{-\theta_c} c_t = a_c P_{Dt}^{-\theta_c} c_t, \frac{P_{Dt}}{P_{Dt-1}} = \frac{\pi_{Dt}}{\pi_t} \quad (26)$$

$$c_{Ft} = (1 - a_c) \left( \frac{S_t p_t^*}{p_t} \right)^{-\theta_c} c_t = (1 - a_c) e_t^{-\theta_c} c_t, \frac{e_t}{e_{t-1}} = \frac{h_t \pi_t^*}{\pi_t} \quad (27)$$

رابطه (۲۶) و (۲۷) در (۲۴) جاگذاری می شود؛ بنابراین:

$$c_t = \left( a_c p_{Dt}^{1-\theta_c} + (1 - a_c) p_{Ft}^{1-\theta_c} \right)^{\frac{1}{1-\theta_c}} \quad (28)$$

کالای مصرفی داخلی ترکیب CES از مصرف انرژی  $c_{et}$  و کالای مصرفی غیرانرژی  $c_{net}$  است.  $a_e$  سهم انرژی در کالای مصرفی داخلی و  $\theta_e$  کشش جانشینی بین مصرف کالای غیرانرژی داخلی و مصرف انرژی است.

$$c_{Dt} = \left( a_e^{\frac{1}{\theta_e}} c_{et}^{\frac{\theta_e-1}{\theta_e}} + (1 - a_e)^{\frac{1}{\theta_e}} c_{net}^{\frac{\theta_e-1}{\theta_e}} \right)^{\frac{\theta_e}{\theta_e-1}} \quad (29)$$

اکنون باید مخارج مصرفی خانوار از کالای داخلی نسبت به سطح ثابتی از مصرف کمینه شود؛ بنابراین:

$$p_{Dt} c_{Dt} = p_{et} c_{et} + p_{net} c_{net} \quad (30)$$

$$c_{et} = a_e \left( \frac{p_{et}}{p_{Dt}} \right)^{-\theta_e} c_{Dt} = a_e P_{eDt}^{-\theta_e} c_{Dt}, \frac{P_{eDt}}{P_{eDt-1}} = \frac{\pi_{et}}{\pi_{Dt}} \quad (31)$$

$$c_{net} = (1 - a_e) \left( \frac{p_{net}}{p_{Dt}} \right)^{-\theta_e} c_{Dt} = (1 - a_e) P_{neDt}^{-\theta_e} c_{Dt}, \frac{P_{neDt}}{P_{neDt-1}} = \frac{\pi_{net}}{\pi_{Dt}} \quad (32)$$

$\pi_{net}$  و  $\pi_{et}$  نرخ تورم قیمت انرژی و کالای غیرانرژی است. فرض می شود که قیمت انرژی برابر قیمت

جهانی آن است و در داخل با پرداخت انتقالی ( $0 < \tau_e < 1$ ) به قیمتی ارزان تر به فروش می رسد.

$$\pi_{et} = (h_t \pi_{ot})^{\tau_e} \quad (33)$$

رابطه (۳۱) و (۳۲) باید در رابطه (۲۹) جاگذاری شوند؛ بنابراین:

$$P_{Dt} = \left( a_e P_{et}^{1-\theta_e} + (1 - a_e) P_{net}^{1-\theta_e} \right)^{\frac{1}{1-\theta_e}} \quad (34)$$

### ۳-۴. سرمایه گذاری

سرمایه گذاری ترکیب CES سرمایه گذاری داخلی و وارداتی است.  $I_{Dt}$  و  $I_{Ft}$  به ترتیب برابر سرمایه گذاری داخلی و وارداتی است و  $a_I$  سهم سرمایه گذاری تولید داخل در کل سرمایه گذاری و  $\theta_I$  کشش جانشینی بین سرمایه گذاری داخلی و وارداتی است.

$$I_t = \left( a_I \frac{\frac{1}{\theta_I} I_{Dt}^{\frac{\theta_I-1}{\theta_I}}}{I_{Dt}^{\frac{\theta_I-1}{\theta_I}}} + (1 - a_I) \frac{\frac{1}{\theta_I} I_{Ft}^{\frac{\theta_I-1}{\theta_I}}}{I_{Ft}^{\frac{\theta_I-1}{\theta_I}}} \right)^{\frac{\theta_I}{\theta_I-1}} \quad (35)$$

فرض می‌شود که شاخص قیمت سرمایه‌گذاری داخلی، برابر با شاخص قیمت کالای داخلی و شاخص قیمت سرمایه‌گذاری خارجی برابر شاخص قیمت کالای خارجی است. با حداقل کردن مخارج سرمایه‌گذاری خانوار نسبت به رابطه (35)، سرمایه‌گذاری خصوصی داخلی و وارداتی و شاخص قیمت سرمایه‌گذاری به دست می‌آید.

$$P_{It} I_t = P_{Dt} I_{Dt} + S_t p_t^* I_{Ft} \quad (36)$$

$$I_{Dt} = a_I \left( \frac{P_{Dt}}{P_{It}} \right)^{-\theta_I} I_t = a_I P_{IDt}^{-\theta_I} I_t, \quad P_{IDt} = \frac{P_{Dt}}{P_{It}} \quad (37)$$

$$I_{Ft} = (1 - a_I) \left( \frac{e_t}{P_{It}} \right)^{-\theta_I} I_t = (1 - a_I) P_{IFt}^{-\theta_I} I_t, \quad P_{IFt} = \frac{e_t}{P_{It}} \quad (38)$$

$$P_{It} = \left( a_I P_{Dt}^{-\theta_I} + (1 - a_I) e_t^{-\theta_I} \right)^{\frac{1}{1-\theta_I}} \quad (39)$$

### ۳-۵. بنگاه تولید کالای واسطه‌ای

بنگاه تولید کالای واسطه‌ای، سرمایه را از خانوارها با نرخ اجاره  $R_t^k$ ، نیروی کار  $l_{Yt}$  را با دستمزد  $W_t$  از جمع‌گر نیروی کار و انرژی را از دولت به قیمت  $p_{et}$  برای تولید محصول به کار می‌گیرد و به قیمت  $p_{net}$  به بنگاه نهایی می‌فروشد. این بنگاه دارای تابع تولید از نوع کاب-داگلاس است. در این تابع فرض می‌شود که سرمایه عمومی  $K_{Gt}$  با نرخ  $\psi$  بر تولید اثر می‌گذارد و سرمایه خصوصی مؤثر در تولید  $\tilde{K}_t = u_t K_t$  است. در زیر تابع تولید بنگاه نام را مشاهده می‌کنید.

$$y_t^{no}(i) = A_t \left( \tilde{K}_t(i) K_{Gt}^\psi \right)^\alpha L_t^y(i)^{1-\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1 \quad (40)$$

$A_t$  تکنانه فناوری بنگاه است که از فرآیند گام تصادفی (41) تبعیت می‌کند.

$$\log A_t = \rho_A \log A_{t-1} + \varepsilon_{At}, \quad \varepsilon_{At} \sim i.i.d. \cdot N(0, \sigma_A^2) \quad (41)$$

براساس پژوهش «دووالک» و همکاران<sup>1</sup> (2005) و «مدینا» و «سوتو»<sup>2</sup> (2005)، کالای غیرانرژی بنگاه‌ها  $y_t^{no}(i)$  با استفاده از تابع CES با نفت  $X_{et}(i)$  ترکیب می‌شود تا کالای واسطه‌ای  $y_t(i)$  تولید شود.

$$y_t(i) = \left( a_y \frac{\frac{1}{\theta_y} (y_t^{no}(i))^{\frac{\theta_y-1}{\theta_y}}}{(y_t^{no}(i))^{\frac{\theta_y-1}{\theta_y}}} + (1 - a_y) \frac{\frac{1}{\theta_y} (X_{et}(i))^{\frac{\theta_y-1}{\theta_y}}}{(X_{et}(i))^{\frac{\theta_y-1}{\theta_y}}} \right)^{\frac{\theta_y}{\theta_y-1}} - \psi(i) \quad (42)$$

$a_y$  سهم کالای غیرانرژی در تولید کالای داخلی و  $\theta_y$  کشش جانشینی بین نفت و کالای غیرانرژی است. هم‌چنین  $\psi(i)$  تضمین‌کننده صفر شدن سود بنگاه در بلندمدت است.

بنگاه‌های تولید کالای واسطه‌ای با ثابت در نظر گرفتن مقدار تولید سعی در کاهش هزینه‌های خود دارند؛ بنابراین با فرض این که تمام این بنگاه‌ها همگن هستند، روابط زیر به دست می‌آیند:

1. De Walque et al.  
2. Medina & Soto

$$\alpha w_t L_t^y = (1 - \alpha) R_t \tilde{K}_t = (1 - \alpha) R_t u_t K_t \tag{43}$$

$$X_{et} = (1 - \alpha)^{-\theta_y} \left( \frac{1 - a_y}{a_y} \right) \left( \frac{w_t L_{yt}}{P_{et}} \right)^{\theta_y} (y_t^{no})^{1-\theta_y} \tag{44}$$

$$m_{ct} = \left\{ a_y^{\theta_t} \left[ A_t^{-1} \alpha^{-\alpha} (1 - \alpha)^{-(1-\alpha)} K_{Gt-1}^{-\alpha} R_t^\alpha w_t^{(1-\alpha)} \right]^{1-\theta_y} + (1 - \alpha_y)^{\theta_y} P_{et}^{1-\theta_y} \right\}^{\frac{1}{1-\theta_y}} \tag{45}$$

$$\frac{P_{et}}{P_{et-1}} = \frac{\pi_{et}}{\pi_t} \tag{46}$$

فرض می‌شود که کالاها دارای چسبندگی قیمت از نوع «کالوو»<sup>۱</sup> (۱۹۸۳) است. به این صورت که  $\xi$  برابر بنگاه‌ها امکان بهینه‌یابی قیمت کالاها را ندارند و فقط با اثردهی تغییرات تورم با درجه شاخص‌بندی  $\tau$ ، کالاها را مجدداً قیمت‌گذاری می‌کنند.

$$P_{net+1}(i) = \pi_{net}^\tau P_{net}(i) \quad , \quad \pi_{net} = \frac{P_{net}}{P_{net-1}} \tag{47}$$

اما سایر بنگاه‌ها قیمت بهینه جدید  $P_{net}^*(i)$  را اعمال می‌کنند و آن‌را به‌نحوی انتخاب می‌کنند که در صورتی که مجدداً امکان بهینه کردن قیمت را نداشته باشند، مجموع سود انتظاری تنزیل شده آن‌ها حداکثر شود.

$$\max_{P_{net}} E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\xi\beta)^j \frac{\lambda_{t+j}}{\lambda_t} \left[ \prod_{k=0}^{j-1} \frac{(\pi_{net+k})^\tau P_{net}^*(i)}{P_{net+j}} - m_{ct+j} \right] y_{t+j}(i) \tag{48}$$

$$st: y_{t+j}(i) = \left( \prod_{k=0}^{\infty} (\pi_{net+k})^\tau \frac{P_{net}^*(i)}{P_{net+j}} \right)^{\frac{\theta_{t+k}}{\theta_{t+k-1}}} Y_{Dt+j}$$

در این صورت شرط مرتبه اول برابرست با:

$$\begin{aligned} & p_{net}^*(i) \\ &= \frac{E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\xi\beta)^j \lambda_{t+j} m_{ct+j} Y_{Dt+j} \left( \prod_{k=0}^{j-1} \frac{(\pi_{net+k})^\tau}{\pi_{net+k+1}} \right)^{\frac{1}{\theta_t-1}}}{\theta_t E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\xi\beta)^j \lambda_{t+j} Y_{net+j} \left( \prod_{k=0}^{j-1} \frac{(\pi_{net+k})^\tau}{\pi_{net+k+1}} \right)^{\frac{\theta_t}{\theta_t-1}}} \cdot p_{net}^*(i) \\ &= \frac{P_{net}^*(i)}{P_{net}} \end{aligned} \tag{49}$$

### ۳-۶. بنگاه تولیدکننده کالای نهایی

بنگاه تولیدکننده کالای نهایی، کالاها را بنگاه‌های واسطه‌ای را به روش CES ترکیب می‌کند.

$$Y_{Dt} = \left( \int y_t(i)^{\frac{1}{\theta_t}} di \right)^{\theta_t} \tag{50}$$

$\theta_t$  مارک-آپ قیمت تولیدکننده است که از فرآیند گام تصادفی (۵۱) پیروی می کند:

$$\log \theta_t = (1 - \rho_\theta) \log \bar{\theta} + \rho_\theta \log \theta_{t-1} + \varepsilon_{\theta t}, \quad \varepsilon_{\theta t} \sim i.i.d. \cdot N(0, \sigma_\theta^2) \quad (51)$$

این بنگاه برای حداکثرسازی سود خود، میزان بهینه کالاهای واسطه‌ای موردنیاز را از رابطه (۵۲) به دست می آورد و به رابطه (۵۳) می رسد.

$$\max_{y_t(i)} P_{net} \left( \int y_t(i) \bar{\theta}_t^{-1} di \right)^{\theta_t} - \int P_{net}(i) y_t(i) di \quad (52)$$

$$y_t(i) = \left( \frac{P_{net}(i)}{P_{net}} \right)^{-\frac{\theta_t}{\theta_t-1}} Y_{Dt} \quad (53)$$

با جاگذاری رابطه (۵۳) در رابطه (۵۰) شاخص قیمت کالای تولید داخل، رابطه (۵۴) برابر است با:

$$P_{net} = \left( \int P_{net}(i)^{\frac{1}{1-\theta_t}} di \right)^{1-\theta_t} \quad (54)$$

حال با توجه به این که  $\xi$  برابر بنگاه‌ها با استفاده از رابطه (۴۷) و  $1-\xi$  برابر بنگاه‌ها با قیمت بهینه  $P_{net}^*(i)$  کالاهایشان را در هر دوره قیمت گذاری می کنند، شاخص قیمت کالاهای تولید داخل برابر رابطه (۵۵) خواهد بود.<sup>۱</sup>

$$P_{net} = \left[ \xi (\pi_{net,t-1} P_{net,t-1})^{\frac{1}{1-\theta_t}} + (1 - \xi) (P_{net}^*)^{\frac{1}{1-\theta_t}} \right]^{1-\theta_t} \quad (55)$$

### ۳-۷. بخش نفت

برای شباهت هرچه بیشتر الگوی حاضر به واقعیت اقتصاد یک کشور نفتی، باید بخش نفت را به صورت درونزا در نظر گرفت؛ از این رو، با استفاده از الگوی «بالک» و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۰)، فرض می شود که دولت با تابع تولید CES، ذخایر نفتی  $X_{ot}$ ، نیروی کار  $L_{ot}$  و فناوری  $A_{ot}$ ، نفت را تولید می کند.

$$Y_{ot} = A_{ot} \left( a_o X_{ot}^{1-\theta_o} + (1 - a_o) L_{ot}^{1-\theta_o} \right)^{\frac{1}{1-\theta_o}} \quad (56)$$

$a_o$  سهم ذخایر در تولید نفت است. فناوری دارای گام تصادفی است. همچنین، شوک مثبت وارد به  $A_{ot}$  را می توان به عنوان بهبود فناوری تولید در نظر گرفت.

$$\log A_{ot} = \rho_{A_o} \log A_{ot-1} + \varepsilon_{A_{ot}}, \quad \varepsilon_{A_{ot}} \sim i.i.d. \cdot N(0, \sigma_{A_o}^2) \quad (57)$$

انباشت ذخایر برای دوره بعد، برابر با اختلاف اکتشاف ذخایر  $G_{ot}$  از تولید نفت به علاوه انباشت ذخایر در هر دوره است.

۱. برای مطالعه بیشتر رک. به: «کریم امامی» (۱۳۹۹) صص: ۲۴۱ تا ۲۷۲ مراجعه نمایید.

2. Balke et al.

$$X_{ot+1} = X_{ot} + G_{ot} - Y_{ot} \quad (58)$$

اکتشاف ذخایر در هر دوره دارای هزینه تعدیل  $\phi_{ot} \left( \frac{I_{Xt}}{X_{ot}} \right)$  است.  $\phi' > 0$  و  $\phi'' < 0$  و  $\bar{\phi}_o \left( \frac{I_X}{X_o} \right) = \frac{Y_o}{X_o}$  و  $\phi'_o \left( \frac{I_X}{X_o} \right) = 1$  است. همچنین اکتشاف ذخایر و سرمایه گذاری نفتی  $I_{Xt}$  براساس روابط زیر انجام می پذیرد.

$$G_{ot} = \phi_{ot} \left( \frac{I_{Xt}}{X_{ot}} \right) X_{ot} \quad (59)$$

$$I_{Xt} = A_{Xt}^I \left( a_{IX} I_{Gt}^{1-\theta_{IX}} + (1 - a_{IX}) I_t^{1-\theta_{IX}} \right)^{\frac{1}{1-\theta_{IX}}} \quad (60)$$

$A_{Xt}^I$  فناوری اکتشاف ذخایر است که از گام تصادفی زیر تبعیت می کند.

$$\log A_{Xt}^I = \rho_{A_o} \log A_{Xt-1}^I + \varepsilon_{A_{Xt}^I}, \quad \varepsilon_{A_{Xt}^I} \sim i.i.d \cdot N(\cdot, \sigma_{A_{Xt}^I}^2) \quad (61)$$

پس از بهینه کردن تولید نفت، رابطه (۶۲) به دست می آید:

$$P_{ot} = P_{Xt} + MC_{ot} \quad (62)$$

رابطه (۶۲) مربوط به برابری هزینه نهایی تولید نفت با درآمد نهایی آن است.

$$MC_{ot} = \frac{W_t}{(1 - a_o)} \left( \frac{L_{ot}}{Y_{ot}} \right)^{\theta_o} \quad (63)$$

رابطه (۶۳) میزان تقاضای نیروی کار برای تولید نفت را نشان می دهد. رابطه (۶۴) تصمیم بین دوره های تولید نفت است. در این رابطه  $\zeta_{t+1}$  عامل تنزیل تصادفی از داشتن ذخایر بیشتر در دوره بعد است.

$$P_{Xt} = E_t \left[ \zeta_{t+1} (P_{ot+1} - P_{Xt+1}) a_o \left( \frac{X_{ot+1}}{Y_{ot+1}} \right)^{-\theta_o} + P_{Xt+1} \left( 1 + \phi_{ot+1} - \phi_{ot+1} \frac{I_{Xt+1}}{X_{ot+1}} \right) \right] \quad (64)$$

تولید نفت در هر دوره برابر با کل مصرف خانوارها، مصرف بنگاه های تولید کالاهای واسطه ای و صادرات است.

$$Y_{ot} = c_{et} + X_{et} + Y_{ot}^X \quad (65)$$

### ۳-۸. صادرات غیرنفتی

در الگوی حاضر فرض بر آن است که صادرات کالای غیرنفتی و قیمت کالای صادراتی از یک فرآیند گام تصادفی تبعیت می کنند.

$$\log EX_t = \rho_{EX} \log EX_t + \varepsilon_{EXt}, \quad \varepsilon_{EXt} \sim i.i.d \cdot N(\cdot, \sigma_{EX}^2) \quad (66)$$

$$\log \pi_{EXt} = \rho_{EX} \log \pi_{EXt-1} + \varepsilon_{\pi_{EXt}}, \quad \varepsilon_{\pi_{EXt}} \sim i.i.d \cdot N(\cdot, \sigma_{\pi_{EX}}^2) \quad (67)$$

### ۳-۹. بخش عمومی

منابع دولت شامل مالیات دریافتی از خانوارها، فروش اوراق قرضه، صادرات نفت به خارج، فروش نفت به بنگاهها

برای تولید) و به خانوارها (برای مصرف) به دست می آید. هزینه دولت نیز شامل سرمایه گذاری  $I_{Gt}$ ، کالای مصرفی عمومی، بازگرداندن اصل و سود اوراق قرضه دوره قبل، یارانه پرداختی به خانوارها  $ta_t$  و تسویه بدهی به بانک مرکزی  $GD_t$  است.

$$G_t + (1 + r_{t-1})b_{t-1} + ta_t = t_t + b_t + \frac{GD_t - GD_{t-1}}{p_t} + e_t P_{ot}^* Y_{ot}^X \quad (68)$$

هزینه دولتی  $G_t$  برابر مصرف و سرمایه گذاری دولتی است و از رابطه زیر به دست می آید.

$$G_t = P_{CGt} c_{Gt} + P_{IGt} I_{Gt}, P_{CGt} = \frac{p_{CGt}}{p_t}, P_{IGt} = \frac{p_{IGt}}{p_t} \quad (69)$$

فرض می شود که کالای مصرفی عمومی رابطه (70) و سرمایه گذاری دولتی رابطه (71) ترکیب CES از کالاهای داخلی و خارجی باشند. در روابط زیر پانویس D برای بخش داخلی و پانویس F برای بخش خارجی به کار رفته است.

$$c_{Gt} = \left( a_{CG}^{\frac{1}{\theta_{CG}}} (c_{Dt}^G)^{\frac{\theta_{CG}-1}{\theta_{CG}}} + (1 - a_{CG})^{\frac{1}{\theta_{CG}}} (c_{Ft}^G)^{\frac{\theta_{CG}-1}{\theta_{CG}}} \right)^{\frac{\theta_{CG}}{\theta_{CG}-1}} \quad (70)$$

سهم کالای مصرفی عمومی داخلی در کالای مصرفی عمومی  $a_{CG}$  و کشش جانشینی بین کالای مصرفی عمومی تولید داخل و خارج  $\theta_{CG}$  است.

$$I_{Gt} = \left( a_{IG}^{\frac{1}{\theta_{IG}}} (I_{Dt}^G)^{\frac{\theta_{IG}-1}{\theta_{IG}}} + (1 - a_{IG})^{\frac{1}{\theta_{IG}}} (I_{Ft}^G)^{\frac{\theta_{IG}-1}{\theta_{IG}}} \right)^{\frac{\theta_{IG}}{\theta_{IG}-1}} \quad (71)$$

$a_{IG}$  سهم کالای سرمایه ای عمومی داخلی در کالای مصرفی عمومی است و  $\theta_{IG}$  نیز برابر کشش جانشینی بین کالای سرمایه ای دولتی تولید داخل و خارج است. اکنون با حداقل کردن هزینه دولتی، توابع تقاضای زیر به دست می آیند:

$$c_{Dt}^G = a_{CG} \left( \frac{p_{Dt}}{p_{CGt}} \right)^{-\theta_{CG}} c_{Gt} = a_{CG} (P_{CGt}^D)^{-\theta_{CG}} c_{Gt}, P_{CGt}^D = \frac{p_{Dt}}{p_{CGt}} \quad (72)$$

$$c_{Ft}^G = (1 - a_{CG}) \left( \frac{p_{Ft}}{p_{CGt}} \right)^{-\theta_{CG}} c_{Gt} = (1 - a_{CG}) (P_{CGt}^F)^{-\theta_{CG}} c_{Gt}, P_{CGt}^F = \frac{e_t}{p_{CGt}} \quad (73)$$

$$I_{Dt}^G = a_{IG} \left( \frac{p_{Dt}}{p_{IGt}} \right)^{-\theta_{IG}} I_{Gt} = a_{IG} (P_{IGt}^D)^{-\theta_{IG}} I_{Gt}, P_{IGt}^D = \frac{p_{Dt}}{p_{IGt}} \quad (74)$$

$$I_{Ft}^G = (1 - a_{IG}) \left( \frac{e_t}{p_{IGt}} \right)^{-\theta_{IG}} I_{Gt} = (1 - a_{IG}) (P_{IGt}^F)^{-\theta_{IG}} I_{Gt}, P_{IGt}^F = \frac{e_t}{p_{IGt}} \quad (75)$$

$$\frac{P_{CGt}}{P_{CGt-1}} = \frac{\pi_{CGt}}{\pi_t}, \pi_{CGt} = \frac{p_{CGt}}{p_{CGt-1}} \quad (76)$$

$$\frac{P_{IGt}}{P_{IGt-1}} = \frac{\pi_{IGt}}{\pi_t}, \pi_{IGt} = \frac{p_{IGt}}{p_{IGt-1}} \quad (77)$$

با جاگذاری روابط (72) و (73) در (70)، رابطه (78) برای شاخص قیمت مصرف دولتی و با جاگذاری روابط



(۷۴) و (۷۵) در (۷۱)، رابطه (۷۹) برای شاخص قیمت سرمایه‌گذاری دولتی به دست می‌آید:

$$p_{CGt} = \left( a_{CG} p_{Dt}^{-\theta_{CG}} + (1 - a_{CG}) e_t^{-\theta_{CG}} \right)^{\frac{1}{1-\theta_{CG}}} \quad (78)$$

$$p_{IGt} = \left( a_{IG} p_{Dt}^{-\theta_{IG}} + (1 - a_{IG}) e_t^{-\theta_{IG}} \right)^{\frac{1}{1-\theta_{CG}}} \quad (79)$$

در نهایت فرض می‌شود که مصرف و سرمایه‌گذاری دولتی از فرآیند گام تصادفی تبعیت می‌کنند.

$$\log c_{Gt} = \rho_{EX} \log c_{Gt-1} + \varepsilon_{cGt}, \quad \varepsilon_{cGt} \sim i.i.d. \cdot N(\cdot, \sigma_{cG}^2) \quad (80)$$

$$\log I_{Gt} = \rho_{EX} \log I_{Gt-1} + \varepsilon_{IGt}, \quad \varepsilon_{IGt} \sim i.i.d. \cdot N(\cdot, \sigma_{IG}^2) \quad (81)$$

### ۱۰-۳. بانک مرکزی

مصارف پایه پولی در ترازنامه بانک مرکزی فقط شامل مانده پول داخلی و منابع پایه پولی شامل ذخایر ارزی و بدهی دولت است.

$$M_t = GD_t + S_t FR_t = GD_t + S_t p_t^* \frac{FR_t}{p_t} \quad (82)$$

برای نوشتن معادله (۸۲) نسبت به متغیرهای حقیقی، با تقسیم طرفین به شاخص قیمت داخلی رابطه (۸۳) به دست می‌آید:

$$m_t = g d_t + \frac{S_t p_t^* FR_t}{p_t} = GD_t + e_t f r_t \quad (83)$$

برای نظام ارزی کشور، نظام ارزی شناور مدیریت شده در نظر گرفته شده است. ابزارهای سیاستی بانک مرکزی در این نظام، شامل رشد پایه پولی و رشد نرخ ارز اسمی است؛ بنابراین در این مدل فرض می‌شود بانک مرکزی رشد پایه پولی را با رابطه (۸۴) و رشد نرخ ارز را با رابطه (۸۵) کنترل می‌کند.

$$\frac{\dot{M}_t}{M} = \left( \frac{\dot{M}_{t-1}}{M} \right)^{\rho_M} \left( \frac{\pi_t}{\bar{\pi}_t} \right)^{\rho_{\pi}} \left( \frac{y_t}{y} \right)^{\rho_y} \left( \frac{e_t}{e} \right)^{\rho_e} e^{\varepsilon_{Mt}}, \quad \varepsilon_{Mt} \sim i.i.d. \cdot N(\cdot, \sigma_M^2) \quad (84)$$

در رابطه (۸۴) فرض می‌شود که بانک مرکزی به انحراف نرخ رشد پایه پولی دوره قبل، تغییرات نرخ تورم از تورم هدف  $\bar{\pi}_t$ ، انحراف تولید و انحراف نرخ ارز حقیقی واکنش می‌دهد. در رابطه (۸۵) فرض می‌شود که بانک مرکزی به انحراف رشد نرخ ارز اسمی دوره قبل، تغییرات نرخ تورم نسبت به تورم هدف و انحراف نسبت ارزش حقیقی ذخایر خارجی به پایه پولی واکنش می‌دهد.

$$\frac{h_t}{h} = \left( \frac{h_{t-1}}{h} \right)^{\rho_h} \left( \frac{\pi_t}{\bar{\pi}_t} \right)^{\rho_{\pi}} \left( \frac{f r_t e_t}{f r e} \right)^{\rho_{frem}} e^{\varepsilon_{ht}} \quad (85)$$

تورم هدف، تورم مدنظر سیاست‌گذار پولی است و از فرآیند گام تصادفی زیر پیروی می‌کند.

$$\log \bar{\pi}_t = \rho_{\pi} \log \bar{\pi}_{t-1} + \varepsilon_{\bar{\pi}t}, \quad \varepsilon_{IGt} \sim i.i.d. \cdot N(\cdot, \sigma_{\bar{\pi}}^2) \quad (86)$$

رشد پایه پولی نیز از رابطه (۸۷) به دست می آید.

$$\dot{M}_t = \frac{M_t}{M_{t-1}} = \frac{m_t}{m_{t-1}} \pi_t \quad (87)$$

### ۱۱-۳. بقیه دنیا

با توجه به این که اقتصاد ایران بر اقتصاد دنیا تأثیر گذار نیست، تورم قیمت جهانی و تورم قیمت نفت به صورت فرآیند گام تصادفی در نظر گرفته می شود.

$$\log \pi_t^* = \rho_{\pi^*} \log \pi_{t-1}^* + \varepsilon_{\pi^* t}, \quad \varepsilon_{\pi^* t} \sim i.i.d. \cdot N(\cdot, \sigma_{\pi^*}^2) \quad (88)$$

$$\log \pi_{ot} = \rho_{\pi_o} \log \pi_{ot-1} + \varepsilon_{\pi_o t}, \quad \varepsilon_{\pi_o t} \sim i.i.d. \cdot N(\cdot, \sigma_{\pi_o}^2) \quad (89)$$

### ۱۲-۳. تسویه بازارها و انباشت ذخایر خارجی

معادلات زیر برای بازار نیروی کار (۹۰)، تولید کالای غیرانرژی داخلی (۹۱)، تولید داخلی (۹۲)، واردات (۹۳)، انباشت ارزی ذخایر خارجی (۹۴) و انباشت ارزی حقیقی ذخایر خارجی (۹۵) است.

$$l_t^r + l_t^{nr} = L_t^y + L_{ot} \quad (90)$$

$$y_t^{no} = c_{net} + I_{Dt} + c_{Dt}^G + I_{Dt}^G \quad (91)$$

$$y_t = c_{net} + c_{Ft} + I_{Dt} + I_{Ft} + c_{Dt}^G + c_{Ft}^G + I_{Dt}^G + I_{Ft}^G + y_{ot} + EX_t - IM_t \quad (92)$$

$$IM_t = c_{Ft} + I_{Ft} + c_{Ft}^G + I_{Ft}^G \quad (93)$$

$$FR_t = FR_{t-1} + p_{ot} Y_{ot}^x - M_{st} + p_{ext} EX - p_t^* IM \quad (94)$$

$$fr_t = fr_{t-1} + P_{ot} Y_{ot}^x - m_{st} + P_{ext} EX - IM \quad (95)$$

### ۴. تخمین الگو

پس از لگاریتم خطی سازی معادلات، برای برآورد پارامترهای الگو از روش بیزین و الگوریتم متروپلیس-هستینگز استفاده شده است. ابتدا باید نوع، میانگین و واریانس توزیع پیشین<sup>۱</sup> متناسب با پارامترهای الگو به عنوان پیش فرض مشخص شود تا با استفاده از داده های اقتصادی، پارامترها تخمین زده شوند؛ به عنوان مثال، پارامتر  $\alpha$  دارای مقداری بین صفر و یک است؛ بنابراین می توان از توزیع یکنواخت یا بتا به عنوان توزیع پیشین برای آن استفاده کرد. اگر پس از تخمین، مقدار میانگین و یا واریانس توزیع پسین<sup>۲</sup> نسبت به توزیع پیشین تغییری نکند به این معنی است که داده های اقتصادی، تغییری در مقدار تابع درستنمایی ایجاد نکرده است و حاوی اطلاعات جدیدی برای الگو نیست. داده های فصلی اقتصادی استفاده شده در شبیه سازی به صورت فصلی و برای ۱۳۶۹.۱ تا ۱۳۹۶.۴ می باشد. این داده ها شامل هزینه ناخالص داخلی به قیمت پایه سال ۱۳۸۳، تورم شاخص بهای تولیدکننده به قیمت پایه سال ۱۳۸۳، تورم شاخص بهای مصرف کننده به قیمت پایه سال ۱۳۸۳، نرخ رشد پایه پولی، رشد نرخ ارز اسمی بازار آزاد، مخارج مصرفی دولتی به قیمت پایه سال ۱۳۸۳، تولید نفت، قیمت نفت ایران، نرخ دستمزد (شاخص

1. Prior Distribution
2. Posterior Distribution

۳. متأسفانه نرخ ارز آزاد بهار ۱۳۹۷ در گزارش ها و سری زمانی بانک مرکزی یافت نشد و از علل اصلی محدودکننده سال های مورد بررسی می باشد.

دستمزد کارگاه‌های بزرگ صنعتی) و نرخ تورم خارجی امریکا به قیمت پایه سال ۲۰۱۰ می‌باشند.<sup>۱</sup> با توجه به این که الگوی حاضر لگاریتم خطی شده است، باید متغیرها را به صورت انحراف از وضعیت پایدار در نظر گرفت؛ بنابراین باید با استفاده از فیلتر «هدریک-پرسکات»<sup>۳</sup> (با مقدار ۶۷۷ برای داده‌های فصلی)، داده‌های اقتصاد را به صورت انحراف از وضعیت پایدار درآورد و به عنوان متغیرهای مشاهده شده به نرم‌افزار<sup>۴</sup> معرفی کرد.<sup>۵</sup> صحت برآورد پارامترها با آزمون تشخیصی «بروکز» و «گلمن»<sup>۶</sup> (۱۹۹۸) سنجیده می‌شود.<sup>۷</sup> در جدول ۱ پارامترهای الگو به همراه توزیع پیشین و پسین درج شده است.

جدول ۱: توزیع پیشین و پسین پارامترها.  
 Tab. 1: Prior and posterior distribution of parameters.

پارامتر	توزیع پیشین		توزیع پسین	
	میانگین	انحراف معیار	مرجع	بازه ۹۰ درصدی
$\alpha$	۰.۴۷	۰.۰۵	محقق	(۰.۳۱۹۲, ۰.۴۷۰۴)
$b_m$	۱.۱۳	۰.۰۵	محقق	(۱.۰۱۳۲, ۱.۱۶۶۷)
$b_s$	۰.۹	۰.۰۵	محقق	(۰.۹۴۹۵, ۱.۰۹۸۴)
$\beta$	۰.۹۶	۰.۰۱	توکلیان و جلالی نائینی	(۰.۹۲۱۹, ۰.۹۶۲۴)
$\eta$	۲.۸۹	۰.۰۵	توکلیان و جلالی نائینی	(۲.۸۰۷۷, ۲.۹۷۱۴)
$F''$	۳.۹۴۳	۰.۰۵	محقق	(۳.۸۵۰۹, ۴.۰۱۳۷)
$\gamma$	۰.۱۹۱	۰.۰۵	توکلیان و جلالی نائینی	(۰.۱۱۸۵, ۰.۲۷۹۵)
$h$	۰.۳	۰.۰۳	تقی پور	(۰.۲۴۷۲, ۰.۳۴۰۹)
$\phi_0''$	۰.۱	۰.۰۳	توکلیان و جلالی نائینی	(۰.۰۴۹۶, ۰.۱۴۴۸)
$\psi$	۰.۴	۰.۰۲	توکلیان و جلالی نائینی	(۰.۳۶۷۴, ۰.۴۳۴۱)
$\rho_{A_0}$	۰.۷۶۱	۰.۰۲	توکلیان و جلالی نائینی	(۰.۷۱۰۲, ۰.۷۸۵۲)
$\rho_w$	۰.۲۵۳	۰.۰۲	توکلیان و جلالی نائینی	(۰.۲۲۵۲, ۰.۲۹۰۵)
$\rho_{EX}$	۰.۷	۰.۰۵	محقق	(۰.۵۷۵۴, ۰.۷۱۷۵)
$\rho_G$	۰.۵	۰.۰۵	محقق	(۰.۳۱۲, ۰.۴۵۲۶)
$\rho_{AI}^G$	۰.۵	۰.۰۵	محقق	(۰.۴۲۸, ۰.۵۸۷۷)
$\rho_{\hat{h}}$	۰.۹	۰.۰۵	تقی پور	(۰.۷۹۷۸, ۰.۹۷۲۸)
$\rho_M$	۰.۳	۰.۰۵	تقی پور	(۰.۱۶۸۳, ۰.۲۸۵۹)
$\rho_{\pi}$	۰.۸۱۷	۰.۰۵	محقق	(۰.۹۵۹۱, ۰.۹۸۷۱)

۱. با تغییر سال پایه آمادگی بانک مرکزی و با توجه به کمبود برخی از داده‌ها مانند هزینه ناخالص داخلی، تورم‌ها و هزینه دولت، ابتدا میانگینی از داده‌های یک متغیر را برای هر فصل که با سال پایه ۸۳ و ۹۰ اندازه‌گیری شده‌اند، محاسبه می‌شود. سپس برای هر فصل یک متغیر، میانگین به‌دست آمده برای سال پایه ۸۳ را بر میانگین به‌دست آمده برای سال پایه ۹۰ تقسیم و عدد حاصل ضریب تعدیل نامیده می‌شود؛ سپس داده‌های یک فصل متغیر با سال پایه ۹۳ در ضریب تعدیل همان فصل متغیر ضرب می‌شوند تا داده‌ها به قیمت ثابت سال ۸۳ تعدیل شوند.  
 ۲. منبع داده‌های ایران، سری زمانی بانک مرکزی و منبع داده‌های خارجی صندوق بین‌المللی پول است.

3. Hodrick-Prescott Filter

۴. الگو توسط Dynare (داینر) تحت MATLAB برآورد شده است. توصیه اکید می‌شود که برای مدل‌سازی بهتر به دست‌نامه داینر و «فایفر» (۲۰۱۸) مراجعه شود.

۵. برای تخمین توصیه می‌شود ابتدا با تعداد بلوک‌های کمتر و دوره‌های کوچک‌تر تخمین شروع شود و نتایج اولیه مورد بررسی قرار گیرد. در صورتی که نتایج تخمین مانند آزمون بروکز و گلمن مورد تأیید نباشد، یا باید مقادیر و نوع توزیع پیشین پارامترها تغییر کند یا تعداد زنجیره‌ها و بلوک‌ها افزایش یابد. ممکن است نرم‌افزار قبل از رسیدن به مرحله تخمین، مقادیر پیشین پارامترها را به دلیل هم‌خطی معادلات رد کند. برای حل این مشکل پیشنهاد می‌شود ابتدا پارامترها از توزیع‌های پسین تحقیقات قبلی انتخاب شود؛ سپس در صورت رد مقادیر توسط نرم‌افزار، مقادیر پیشین با توجه به انتظارات محقق از پارامترها مجدداً مقادیردهی شود. این فرآیند تا رسیدن به مرحله تخمین باید ادامه یابد.

6. Brooks & Gelman

۷. برای مشاهده شکل توزیع پسین و نتایج آزمون بروکز و گلمن به ترتیب به پیوست ۱ و پیوست ۲ مراجعه کنید.

(.۰۰۷۵۵, .۰۱۶۲)	.۰۱۱۸۹	محقق	بتا	.۰۰۵	.۰۲۲	$\rho_{\pi_0}$
(.۰۱۶۸۹, .۰۳۰۵۵)	.۰۲۳۷۴	محقق	بتا	.۰۰۵	.۰۲۷۶	$\rho_{\pi^*}$
(.۰۲۹۳۵, .۰۴۴۹)	.۰۳۷۱۸	توکلیان و جلالی نائینی	بتا	.۰۰۵	.۰۴۵	$\rho_{\theta}$
(.۰۷۸۲۳, .۰۹۴۱۸)	.۰۸۵۹۶	پرمه و همکاران	بتا	.۰۰۵	.۰۸۶	$\rho_w$
(.۰۳۷۵۸, .۰۵۰۳۶)	.۰۴۳۹۸	محقق	بتا	.۰۰۵	.۰۵۳۶	$\rho_{\pi_{EX}}$
(-۱.۷۸۸۴, -۱.۶۳۶۷)	-۱.۷۰۶۸	محقق	نرمال	.۰۰۵	-۱.۷۵	$\rho_M^{\pi}$
(۱.۵۶۲, ۱.۷۲۴۳)	۱.۶۴۳۵	محقق	نرمال	.۰۰۵	۱.۷۵	$\rho_M^y$
(.۰۶۸۱, .۰۷۹۸۹)	.۰۷۴۴۵	محقق	نرمال	.۰۰۵	.۰۶	$\rho_M^e$
(-۱.۴۳۵۹, -۱.۲۷۲۳)	-۱.۳۵۴۴	محقق	نرمال	.۰۰۵	-۱.۳۵	$\rho_h^{rem}$
(-۱.۴۳۵۵, -۱.۲۷۰۴)	-۱.۳۵۳۶	محقق	نرمال	.۰۰۵	-۱.۳۵	$\rho_h^{\pi}$
(.۰۶۹۱۷, .۰۸۷۲۵)	.۰۷۸۱۳	محقق	بتا	.۰۰۵	.۰۸	$\rho_{I_X}$
(.۰۶۵۰۳, .۰۸۱۱۴)	.۰۷۳۱۳	توکلیان و جلالی نائینی	بتا	.۰۰۵	.۰۷۳	$\rho_z$
(.۰۶۲۰۸, .۰۷۸۲۵)	.۰۷۰۰۲	محقق	بتا	.۰۰۵	.۰۷	$\rho_{\xi}$
(۱.۱۷۷۹, ۱.۲۱۰۷)	۱.۱۹۴۳	توکلیان و جلالی نائینی	گاما	.۰۰۱	۱.۱۹۷	$\sigma$
(.۰۲۹۵۷, .۰۴۵۴۱)	.۰۳۷۵	محقق	بتا	.۰۰۵	.۰۴۳	$\tau$
(.۰۱۳۹۲, .۰۲۴۴۳)	.۰۱۹۲۴	محقق	بتا	.۰۰۵	.۰۳	$\tau_e$
(.۰۴۶۸۲, .۰۶۲۵۹)	.۰۵۴۷۴	محقق	بتا	.۰۰۵	.۰۵۴	$\tau_w$
(۳.۰۱۲۲, ۳.۱۷۱۳)	۳.۰۹۱۴	محقق	گاما	.۰۰۵	۳.۰۴۲	$\theta_c$
(۵.۳۹۹۵, ۵.۵۶۱۹)	۵.۴۸۲۲	محقق	گاما	.۰۰۵	۵.۴۶۳	$\theta_{CG}$
(.۰۰۷۳۵, .۰۱۰۶۲)	.۰۰۹	محقق	گاما	.۰۰۱	.۰۰۹	$\theta_e$
(۱.۲۶۹۱, ۱.۴۲۸۳)	۱.۳۴۷۸	محقق	گاما	.۰۰۵	۱.۳۱	$\theta_I$
(۴.۲۲۷۵, ۴.۳۹۲۸)	۴.۳۱	محقق	گاما	.۰۰۵	۴.۳۱۲	$\theta_{I_X}$
(۱.۶۲۶۴, ۱.۷۱۹۴)	۱.۶۷۲۴	محقق	گاما	.۰۰۳	۱.۷۱۲	$\theta_{IG}$
(.۰۲۸۰۷, .۰۳۰۸۸)	.۰۲۹۴۸	توکلیان و جلالی نائینی	گاما	.۰۰۱	.۰۳	$\theta_o$
(.۰۴۸۲, .۰۵۱۴۹)	.۰۴۹۸۴	توکلیان و جلالی نائینی	گاما	.۰۰۱	.۰۵	$\theta_y$
(.۰۷۶۴۹, .۰۸۳۱۲)	.۰۷۹۸۵	محقق	بتا	.۰۰۲	.۰۸	$\chi$
(.۰۵۹۴۷, .۰۷۳۵۳)	.۰۶۶۳۹	توکلیان و جلالی نائینی	بتا	.۰۰۵	.۰۶۵	$\xi_p$
(.۰۷۲۵۶, .۰۸۴۳۵)	.۰۷۸۴۸	توکلیان و جلالی نائینی	بتا	.۰۰۵	.۰۷	$\xi_w$
(.۰۰۱۱۵, .۰۰۶۱۵)	.۰۰۳۷۹	محقق	گامای معکوس	$\infty$	.۰۰۳	$\sigma_A$
(.۰۱۱۵۶, .۰۲۱۰۷)	.۰۱۶۰۲	محقق	گامای معکوس	$\infty$	.۰۰۳	$\sigma_{EX}$
(.۰۰۸۴۲, .۰۱۰۵۷)	.۰۰۹۵	محقق	گامای معکوس	$\infty$	.۰۰۳	$\sigma_{CG}$
(.۰۲۳۱۴, .۰۲۸۱)	.۰۳۰۶۶	محقق	گامای معکوس	$\infty$	.۰۰۳	$\sigma_h$
(.۰۰۵۳۳, .۰۰۶۹۴)	.۰۰۶۱۴	محقق	گامای معکوس	$\infty$	.۰۰۳	$\sigma_M$
(.۰۰۱۴۱, .۰۰۴۳۴)	.۰۰۲۹۶	محقق	گامای معکوس	$\infty$	.۰۰۳	$\sigma_{A_0}$
(.۰۰۱۶۵, .۰۰۲۶۶)	.۰۰۲۱۶	محقق	گامای معکوس	$\infty$	.۰۰۳	$\sigma_{\pi}$
(.۰۲۰۰۹, .۰۲۹۹۷)	.۰۲۵۱	محقق	گامای معکوس	$\infty$	.۰۰۳	$\sigma_{\pi_{EX}}$
(.۰۱۳۰۴, .۰۱۶۳۳)	.۰۱۴۶۲	محقق	گامای معکوس	$\infty$	.۰۰۳	$\sigma_{\pi_0}$
(.۰۰۰۴, .۰۰۰۴۹)	.۰۰۰۴۴	محقق	گامای معکوس	$\infty$	.۰۰۳	$\sigma_{\pi^*}$
(.۰۰۴۰۹, .۰۱۲۳۲)	.۰۰۸۰۳	محقق	گامای معکوس	$\infty$	.۰۰۳	$\sigma_{\theta}$
(.۰۰۰۶۹, .۰۰۵۴)	.۰۰۲۸۹	محقق	گامای معکوس	$\infty$	.۰۰۳	$\sigma_w$
(.۰۰۰۷۱, .۰۰۲۷۴)	.۰۰۱۷۱	محقق	گامای معکوس	$\infty$	.۰۰۳	$\sigma_{A_X}$

جدول ۲. مقدار پارامترها و نسبت‌های ثابت در الگو.

Tab. 2: Fixed parameters and ratios in the model.

$\frac{\bar{c}^r}{\bar{c}} = 0.8457$	$\frac{\bar{c}_{ne}}{\bar{y}_D} = 0.434$	$\frac{\bar{I}_D}{\bar{y}_D} = 0.129$	$\frac{\bar{c}_D^G}{\bar{y}_D} = 0.11$	$\frac{\bar{I}_D^G}{\bar{y}_D} = 0.065$
$\frac{\bar{x}_e}{\bar{y}_D} = 0.26$	$a_y = 0.5$	$\frac{\bar{P}_e}{\bar{m}c} = 0.132$	$\phi_o'' = 0.1$	$\frac{\bar{I}_o}{\bar{y}_o} = 0.063$
$\frac{\bar{L}_o}{\bar{L}} = 0.264$	$\frac{\bar{L}^r}{\bar{L}} = 0.5$	$\frac{\bar{x}_o}{\bar{y}_o} = 62.5$	$\frac{\bar{I}_x}{\bar{y}_o} = 7.38$	$\frac{\bar{I}_G}{\bar{I}_x} = 0.7$
$\frac{\bar{I}}{\bar{I}_x} = 0.3$	$\frac{\bar{y}_{ox}}{\bar{y}_o} = 0.6$	$\frac{\bar{x}_e}{\bar{y}_o} = 0.3$	$\frac{\bar{c}_e}{\bar{y}_o} = 0.1$	$\frac{\bar{G}D}{\bar{M}} = 0.498$
$\frac{\bar{S} * \bar{F}R}{\bar{M}} = 0.502$	$\frac{\bar{c}_{ne}}{\bar{y}} = 0.315$	$\frac{\bar{c}_F}{\bar{y}} = 0.062$	$\frac{\bar{I}_D}{\bar{y}} = 0.205$	$\frac{\bar{I}_F}{\bar{y}} = 0.078$
$\frac{\bar{c}_D^G}{\bar{y}} = 0.08$	$\frac{\bar{c}_F^G}{\bar{y}} = 0.014$	$\frac{\bar{I}_D^G}{\bar{y}} = 0.047$	$\frac{\bar{I}_F^G}{\bar{y}} = 0.047$	$\frac{\bar{y}_o}{\bar{y}} = 0.164$
$\frac{\bar{E}X}{\bar{y}} = 0.189$	$\frac{\bar{P}_{eD}}{\bar{P}_{neD}} = 0.229$	$\frac{\bar{P}_o * \bar{y}_o^x}{\bar{F}R} = 1.374$	$\frac{\bar{I}M}{\bar{F}R} = 1.694$	$\frac{\bar{E}X}{\bar{F}R} = 0.508$

\* نسبت‌های بخش نفت از پژوهش «پرمه» و همکاران (۱۳۹۵) استفاده شده است. سایر نسبت‌ها محاسبات محقق می‌باشد.

## ۵. سیاست پولی بهینه رمزی

با توجه به این که هدف پژوهش حاضر، انتخاب نظام ارزی در چارچوب سیاست پولی بهینه رمزی است، برای درنظر گرفتن نظام‌های ارزی شناور و ثابت باید رابطه (۸۵) از الگو حذف شود و وضعیت متناسب با نظام ارزی در الگو لحاظ گردد. در نظام ارزی شناور، نرخ ارز به گونه‌ای تعیین می‌شود که تغییرات ذخایر خارجی صفر باشد، به این معنا که در نظام عرضه و تقاضای بازار، نرخ تعادلی به نحوی انتخاب می‌شود که عرضه ارز حاصل از صادرات با تقاضای ارز برای واردات برابر باشد. پس به جای رابطه (۸۵)، باید از رابطه (۹۶) استفاده کرد.

$$fr_t = fr_{t-1} \quad (96)$$

در نظام ارزی ثابت نیز نرخ رشد ارز برابر صفر است؛ بنابراین باید  $h_t$  از معادلات الگو حذف شود. برای به دست آوردن سیاست پولی بهینه رمزی نیز باید معادله (۸۴) را حذف و تابع زیان بانک مرکزی را به جای آن تصریح کرد. در اینجا فرض می‌شود که بانک مرکزی نه پیشنهاد سیاستی جهت استفاده در تابع زیان دارد. در معادله (۹۷) برای بانک مرکزی یک هدف ضمنی رشد نرخ ارز اسمی تعریف شده است تا در تابع زیان مورد نیاز، از آن استفاده گردد. سیاست پولی بهینه رمزی و نظام ارزی متناسب با آن، هم باید حداقل مقدار تابع زیان را برای بانک مرکزی داشته باشد و هم واریانس متغیرهای کلان اقتصاد را کمینه کند.<sup>۱</sup> در صورتی که واریانس برخی از متغیرهای کلان کمینه نشود ممکن است با مشکل ناپایداری در طول زمان مواجه شویم؛ لذا سیاست پولی و نظام ارزی باید بهینه و پایدار باشد. پیشنهادهای سیاستی در روابط (۹۸) تا (۱۰۶)، پیشنهادهای هدف‌گذاری چندگانه هستند. پیشنهادهای

۱. متغیرهای کلان جهت بررسی پایداری عبارتند از: تولید، تورم، رشد نرخ ارز اسمی، مصرف، ذخایر ارزی و بدهی دولت. در این پژوهش فرض می‌شود در صورتی که هر یک از متغیرهای کلان دارای واریانس بیشتر از ۵ باشد، می‌تواند اقتصاد را ناپایدار کند.  
 ۲. در جدول مقایسه سیاست پولی بهینه رمزی، واریانس حداقل هر متغیر با فونت بزرگ‌تر مشخص شده است.

سیاستی در روابط (۱۰۰) و (۱۰۵) بر هدف گذاری تولید، پیشنهادهای سیاستی در روابط (۹۹) و (۱۰۶) بر هدف گذاری تورم، پیشنهاد سیاستی رابطه (۱۰۱) بر هدف گذاری نرخ ارز حقیقی و پیشنهاد سیاستی رابطه (۱۰۳) بر هدف گذاری نرخ ارز اسمی بیشتر تمرکز دارند.

$$\log \xi_t = \rho_\xi \log \xi_{t-1} + \varepsilon_{ht}, \quad \varepsilon_{ht} \sim i.i.d \cdot N(0, \sigma_h^2) \quad (97)$$

$$L_\gamma = 0.5 \sum_{i=0}^{\infty} (0.5 * y_t^2 + 0.5 * (\pi_t - \bar{\pi}_t)^2) \quad (98)$$

$$L_\gamma = 0.5 \sum_{i=0}^{\infty} (0.25 * y_t^2 + 0.75 * (\pi_t - \bar{\pi}_t)^2) \quad (99)$$

$$L_\gamma = 0.5 \sum_{i=0}^{\infty} (0.75 * y_t^2 + 0.25 * (\pi_t - \bar{\pi}_t)^2) \quad (100)$$

$$L_\gamma = 0.5 \sum_{i=0}^{\infty} (0.25 * y_t^2 + 0.25 * (\pi_t - \bar{\pi}_t)^2 + 0.5 * e_t^2) \quad (101)$$

$$L_\delta = 0.5 \sum_{i=0}^{\infty} \frac{(y_t^2 + (\pi_t - \bar{\pi}_t)^2 + e_t^2)}{3} \quad (102)$$

$$L_\varepsilon = 0.5 \sum_{i=0}^{\infty} (0.25 * y_t^2 + 0.25 * (\pi_t - \bar{\pi}_t)^2 + 0.5 * (h_t - \xi_t)^2) \quad (103)$$

$$L_\gamma = 0.5 \sum_{i=0}^{\infty} \frac{(y_t^2 + (\pi_t - \bar{\pi}_t)^2 + (h_t - \xi_t)^2)}{3} \quad (104)$$

$$L_\lambda = 0.5 \sum_{i=0}^{\infty} (0.5 * y_t^2 + 0.25 * (\pi_t - \bar{\pi}_t)^2 + 0.25 * (h_t - \xi_t)^2) \quad (105)$$

$$L_\alpha = 0.5 \sum_{i=0}^{\infty} (0.25 * y_t^2 + 0.5 * (\pi_t - \bar{\pi}_t)^2 + 0.25 * (h_t - \xi_t)^2) \quad (106)$$

خلاصه مقدار تابع زیان و واریانس متغیرهای کلان را به ازای سیاست‌های پولی پیشنهادی در جدول ۴، مشاهده می‌کنید. فرض می‌شود که سیاست پیشنهادی بهینه از منظر بانک مرکزی سیاستی است که واریانس متغیرهای کلان منتخب (تورم، تولید، رشد نرخ ارز اسمی و مصرف) را کمینه کند؛ همچنین فرض شده است که پایداری سیاست پیشنهادی زمانی مطرح می‌شود که واریانس ذخایر ارزی و واریانس بدهی دولت کوچک‌تر از ۵ باشند. بهینه بودن سیاست پیشنهادی مستلزم انتخاب سیاستی است که واریانس متغیرهای منتخب کلان اقتصاد را کمینه کند و تعهدی بودن سیاست پیشنهادی مستلزم پایداری در بخش دولتی و کمینه بودن تابع زیان است تا بانک مرکزی در بلندمدت به سیاست دیگری منحرف نشود؛ به عبارتی سیاست پیشنهادی باید بهینه و پایدار باشد. در جدول ۳، تمام حالات پایدار سیاست‌های پیشنهادی به همراه مقدار تابع زیان درج شده است.

جدول ۳. مقدار تابع زیان در حالت‌های مختلف پایدار به ازای نظام‌های ارزی متفاوت.

Tab. 3: Loss functions in different exchange rate systems.

مقدار تابع زیان									نظام ارزی
حالت ۹	حالت ۸	حالت ۷	حالت ۶	حالت ۵	حالت ۴	حالت ۳	حالت ۲	حالت ۱	
۰.۰۰۲۶۷	۰.۰۰۴۳	۰.۰۰۲۴	۰.۰۰۲۸	-	-	-	-	-	شناور
۰.۰۰۲۶۵	۰.۰۰۴۲	۰.۰۰۲۱	۰.۰۰۲۷	-	-	۰.۰۰۱۹	-	۰.۰۰۳۴	شناور مدیریت شده
-	-	-	-	-	-	-	-	-	ثابت

\* به جای مقدار تابع زیان حالت‌های ناپایدار از علامت "-" استفاده شده است.

هرچند در قالب نظام شناور، حالت ۹ حداقل واریانس را برای تولید و مصرف به همراه دارد، اما این وضعیت ناپایدار است، زیرا بانک مرکزی در حالت ۹ و در نظام شناور مدیریت شده دارای تابع زیان کمتری است؛ بنابراین بانک مرکزی نظام ارزی را باید به نظام ارزی شناور مدیریت شده تغییر دهد. اگر نظام ارزی شناور به نظام ارزی شناور مدیریت شده تغییر کند، سیاست پیشنهادی حالت ۹ دیگر بهینه نیست و سیاست پیشنهادی حالت ۳ بهینه خواهد شد و با توجه به جدول ۳، بانک مرکزی نمی‌تواند از سیاست پیشنهادی حالت ۳ منحرف شود؛ بنابراین سیاست بهینه تعهدی، سیاست پیشنهادی ۳ و تحت نظام ارزی شناور مدیریت شده است که هدف‌گذاری دوگانه تولید و تورم با تمرکز بیشتر بر تولید است. به نظر می‌رسد انتخاب این سیاست با پژوهش‌های قبلی در تعارض باشد، اما حضور خانوار غیریکاردویی با شرایط فرض شده در مدل، می‌تواند توضیح‌دهنده این انتخاب باشد. چون تنها راه بهبود وضعیت خانوار غیریکاردویی بهبود وضعیت تولید است؛ دور از انتظار نیست که بانک مرکزی از بین متغیرهای موردنظر خود به تولید اهمیت بیشتری بدهد. در این صورت بانک مرکزی با توجه به انحراف نرخ رشد تولید ناخالص اسمی، انحراف تورم را نیز در نظر می‌گیرد. «جلالی نائینی» (۱۳۹۵) بیان می‌کند با فرض علامت‌دهی نامناسب قیمت‌ها و علامت‌دهی مناسب تقاضای کل، هدف‌گذاری درآمد اسمی بالقوه، گزینه‌ای قابل توجه در مقایسه با هدف‌گذاری تورم است و بانک مرکزی می‌تواند در افق زمانی میان مدت آن را به اجرا درآورد. مهم‌ترین مزیت این لنگر، جلوگیری از انقباض بیش از حد سمت عرضه بخش پولی در مقابل شوک منفی بخش حقیقی است؛ همچنین این لنگر متعادل‌کننده بخش تقاضاست و در شرایط رکودی مانند بحران ۲۰۰۸ آمریکا به کار گرفته شد.

جدول ۴: پایداری، مقدار تابع زیان و واریانس متغیرهای کلان اقتصاد در نظام‌های ارزی و سیاست‌های پولی پیشنهادی مختلف.

Tab. 4: Stability, Loss Function Value, and Variance of Macroeconomic Variables under Different Exchange Rate Systems and Monetary Policies.

وضعیت اقتصاد	واریانس متغیرهای کلان						مقدار	نظام ارزی بهینه	تابع زیان
	بدهی دولت	ذخایر ارزی	مصرف	رشد نرخ ارز اسمی	تورم	تولید			
ناپایدار	۹.۱	—	۰.۸۵۳۷۱	۰.۰۰۲۲۶	۰.۰۰۰۱۷	۰.۰۰۰۱۴	۰.۰۰۳۵	شناور	حالت ۱
ناپایدار	۰.۶	۴.۹	۰.۲۶۷۱۹	۰.۰۰۲۸۲	۰.۰۰۰۲۸	۰.۰۰۰۲۴	۰.۰۰۳۴	شناور مدیریت شده	
ناپایدار	۳۹۷۱۲۶۸۳۳۴	۳۹۰۸۲۵۰۲۵۶	۶.۶۳۷۴۹	—	۰.۰۰۰۳۸	۰.۰۰۰۰۱	۰.۰۰۲۸	ثابت	حالت ۲
ناپایدار	۱۰.۴	—	۰.۸۵۹۴۷	۰.۰۰۲۴۵	۰.۰۰۰۲۰	۰.۰۰۰۹۰	۰.۰۰۴۷	شناور	
ناپایدار	۰.۷	۵.۲	۰.۲۷۶۵۴	۰.۰۰۳۱۰	۰.۰۰۰۳۲	۰.۰۰۱۰۴	۰.۰۰۴۳	شناور مدیریت شده	حالت ۳
ناپایدار	۳۹۷۰۵۸۹۸۲۷	۳۹۰۷۶۰۸۷۱۰	۶.۷۶۸۶۷	—	۰.۰۰۰۳۸	۰.۰۰۰۱۰	۰.۰۰۴۱	ثابت	
ناپایدار	۸.۶	—	۰.۸۵۲۳۴	۰.۰۰۲۳۴	۰.۰۰۰۱۶	۰.۰۰۰۰۲	۰.۰۰۱۹	شناور	حالت ۴
ناپایدار	۰.۶	۴.۹	۰.۲۶۴۴۰	۰.۰۰۲۹۹	۰.۰۰۰۲۸	۰.۰۰۰۰۸	۰.۰۰۱۹	شناور مدیریت شده	
ناپایدار	۳۹۷۱۶۳۶۴۵۰	۳۹۰۸۶۳۸۸۹۵	۶.۵۹۳۰۷	—	۰.۰۰۰۳۸	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۱۴	ثابت	حالت ۵
ناپایدار	۱۱۶.۰	—	۶.۴۹۷۲۶	۰.۰۰۰۱۵	۰.۰۰۰۰۷	۰.۹۱۰۹۲	۰.۰۱۱۶	شناور	
ناپایدار	۲۲.۸	۲۵.۹	۵.۶۲۰۹۴	۰.۰۰۰۱۵	۰.۰۰۰۰۶	۰.۷۵۹۳۷	۰.۰۰۹۱	شناور مدیریت شده	حالت ۶
ناپایدار	۳۱۵۶۴۵۵	۳۱۰۵۷۶۱	۱.۳۱۲۶۲	—	۰.۰۰۰۰۴	۰.۱۳۱۸۴	۰.۰۰۳۱	ثابت	
ناپایدار	۱۱۰.۱	—	۶.۱۸۸۲۹	۰.۰۰۰۱۵	۰.۰۰۰۰۶	۰.۸۵۶۹۹	۰.۰۱۴۸	شناور	حالت ۷
ناپایدار	۱۷.۹	۲۳.۰	۴.۷۵۳۲۷	۰.۰۰۰۱۶	۰.۰۰۰۰۵	۰.۶۱۱۷۹	۰.۰۱۱۷	شناور مدیریت شده	
ناپایدار	۲۴۶۳۴۵۷	۲۴۲۳۳۷۵	۰.۹۳۵۳۲	—	۰.۰۰۰۰۴	۰.۰۷۸۲۷	۰.۰۰۳۶	ثابت	حالت ۸
ناپایدار	۳.۵	—	۰.۲۷۵۸۲	۰.۰۰۰۳۷	۰.۰۰۰۰۶	۰.۰۰۰۴۴	۰.۰۰۲۸	شناور	
ناپایدار	۰.۵	۴.۷	۰.۲۶۹۸۹	۰.۰۰۰۴۰	۰.۰۰۰۰۷	۰.۰۰۰۵۶	۰.۰۰۲۷	شناور مدیریت شده	حالت ۹
ناپایدار	۱۳۶۶۹۳۴۴	۱۳۴۴۸۱۲۹	۶.۳۰۶۵۶	—	۰.۰۰۰۳۷	۰.۰۰۰۰۱	۰.۰۰۲۶	ثابت	
ناپایدار	۳.۳	—	۰.۲۷۲۳۵	۰.۰۰۰۴۲	۰.۰۰۰۰۷	۰.۰۰۰۲۶	۰.۰۰۳۳	شناور	حالت ۱۰
ناپایدار	۰.۵	۴.۷	۰.۲۶۸۲۳	۰.۰۰۰۴۷	۰.۰۰۰۰۸	۰.۰۰۰۳۷	۰.۰۰۳۳	شناور مدیریت شده	
ناپایدار	۱۳۶۶۹۳۶۰	۱۳۴۴۸۱۴۴	۶.۳۰۶۵۶	—	۰.۰۰۰۳۷	۰.۰۰۰۰۱	۰.۰۰۲۷	ثابت	حالت ۱۱
ناپایدار	۳.۶	—	۰.۲۷۸۹۸	۰.۰۰۰۴۴	۰.۰۰۰۰۷	۰.۰۰۰۵۰	۰.۰۰۴۳	شناور	
ناپایدار	۰.۵	۴.۸	۰.۲۷۲۰۶	۰.۰۰۰۵۱	۰.۰۰۰۰۸	۰.۰۰۰۶۱	۰.۰۰۴۲	شناور مدیریت شده	حالت ۱۲
ناپایدار	۱۳۷۴۲۲۵۰	۱۳۵۱۹۸۷۱	۶.۳۷۱۲۸	—	۰.۰۰۰۳۷	۰.۰۰۰۰۴	۰.۰۰۳۴	ثابت	
ناپایدار	۳.۱	—	۰.۲۶۷۳۴	۰.۰۰۰۴۸	۰.۰۰۰۰۷	۰.۰۰۰۱۱	۰.۰۰۲۶۷	شناور	حالت ۱۳
ناپایدار	۰.۴	۴.۷	۰.۲۶۵۵۳	۰.۰۰۰۵۳	۰.۰۰۰۰۹	۰.۰۰۰۱۹	۰.۰۰۲۶۵	شناور مدیریت شده	
ناپایدار	۱۳۶۳۳۳۸۵	۱۳۴۱۱۷۶۰	۶.۲۷۳۹۲	—	۰.۰۰۰۳۷	۰.۰۰۰۰۰	۰.۰۰۲۰	ثابت	حالت ۱۴
ناپایدار	۰.۵	۴.۸	۰.۲۷۲۰۶	۰.۰۰۰۵۱	۰.۰۰۰۰۸	۰.۰۰۰۶۱	۰.۰۰۴۲	شناور مدیریت شده	

\*مقدار حداقل واریانس به ازای نظام ارزی مشخص و در حالت‌های مختلف با وضعیت پایدار، با فونت بزرگتر مشخص شده است.



حال به بررسی این موضوع پرداخته می‌شود که انتخاب سیاست پولی رمزی پیشنهادی حالت ۳ در نظام شناور مدیریت شده، چه مزایایی نسبت به الگوی پایه دارد. با توجه به این که سیاست پولی بهینه رمزی، بر هدف گذاری تولید تأکید دارد، به طور کلی انتظار می‌رود که نوسانات عکس العمل تولید به شوک‌ها در الگوی پیشنهادی حالت ۳ نسبت به الگوی پایه کمتر شده باشد؛ همان طور که در پیوست ۳، مشاهده می‌کنید نمودارهای عکس العمل آبی تولید مؤید این موضوع است.

در صورت وقوع شوک کاهش قیمت نفت، مصرف و تولید (بخش حقیقی اقتصاد) در الگوی حالت ۳ نسبت به الگوی پایه به مراتب آسیب کمتری خواهند دید که این وضعیت به قیمت بدتر شدن وضعیت تورم و رشد نرخ ارز (بخش پولی اقتصاد) می‌باشد؛ به عبارتی بانک مرکزی با توجه به کاهش ذخایر ارزی، اقدام به خرید ارز در بازار و افزایش نرخ ارز می‌نماید. افزایش نرخ ارز و به تبع آن افزایش تورم به افزایش نرخ ارز حقیقی، کاهش واردات، افزایش صادرات و در نهایت بهبود تراز تجاری و تولید منجر می‌شود. افزایش نرخ ارز حقیقی به افزایش نگاهداری مانده حقیقی ارز خارجی و کاهش مصرف جامعه می‌انجامد. خانوار غیرریکاردویی در این قسمت نیز سعی می‌کند با افزایش ساعات کاری خود درآمد از دست رفته را جبران کند و هم به علت کاهش مصرف و هم افزایش ساعات کاری رفاه از دست می‌دهد. ولی خانوار ریکاردویی سعی می‌کند با انتقال مصرف به آینده و نگاهداری بیشتر ارز خارجی، مطلوبیت از دست رفته را تا حدی جبران نماید؛ هم‌چنین برخی از خانوارهای ریکاردویی با بهینه کردن دستمزد خود، امکان کاهش اثر تورم بر بودجه خود را دارند؛ درحالی که خانوار غیرریکاردویی تنها امکان تعدیل دستمزد خود با تورم دوره قبل را دارد و از نظر مصرف در مضیقه قرار می‌گیرد.

شوکه تورم خارجی در الگوی حالت ۳، باعث افزایش قیمت تورم از کانال افزایش قیمت کالای وارداتی می‌شود؛ از این رو، بانک مرکزی برای مهار وضعیت تورم، عرضه ارز را در بازار افزایش می‌دهد که به کاهش نرخ ارز اسمی منتهی می‌شود. این کاهش نرخ ارز در کوتاه مدت رخ می‌دهد و برای ایجاد آن ذخایر ارزی کاهش می‌یابد و به افزایش نااطمینانی از وضعیت ارز در بازار دامن می‌زند. با توجه به نااطمینانی به وجود آمده در مدیریت وضعیت ارز، خانوارهای ریکاردویی به افزایش مانده ارز حقیقی و کاهش مانده حقیقی پول داخلی روی می‌آورند. افزایش نرخ ارز ضمن کاهش واردات، به افزایش تقاضا برای کالای داخلی، افزایش سرمایه‌گذاری، افزایش سرانه کار و تولید ملی در بلندمدت می‌انجامد. در بلندمدت، از یک سو، افزایش نرخ ارز حقیقی (که به علت افزایش نرخ ارز اسمی و افزایش شکاف تورم داخلی از خارجی است)؛ و از سوی دیگر، کاهش تقاضای واردات به افزایش ذخایر ارزی منجر می‌شود و بانک مرکزی می‌تواند با فروش ارز در بازار به کاهش نرخ ارز اسمی و تورم و کاهش نرخ ارز حقیقی کمک کند و در نهایت به افزایش اعتبار بانک مرکزی، بهبود انتظارات و افزایش مصرف کل می‌انجامد.

در صورت وقوع هرگونه شوک در بخش پولی و ارزی، در الگوی حالت ۳، بانک مرکزی با واکنش سریع، اثرگذاری شوک بر متغیرهای کلان را از بین می‌برد. در حالتی که بانک مرکزی متعهد به سیاست بهینه رمزی باشد نسبت به الگوی پایه، بهبود و ثبات شرایط در بخش حقیقی به مدت ۳۲ فصل زودتر رخ می‌دهد. این وضعیت نشان می‌دهد؛ هم کارایی سیاست پولی و هم کنترل انتظارات در سیاست پولی بهینه رمزی به مراتب از الگوی حالت پایه بیشتر است.

## ۶. نتیجه گیری

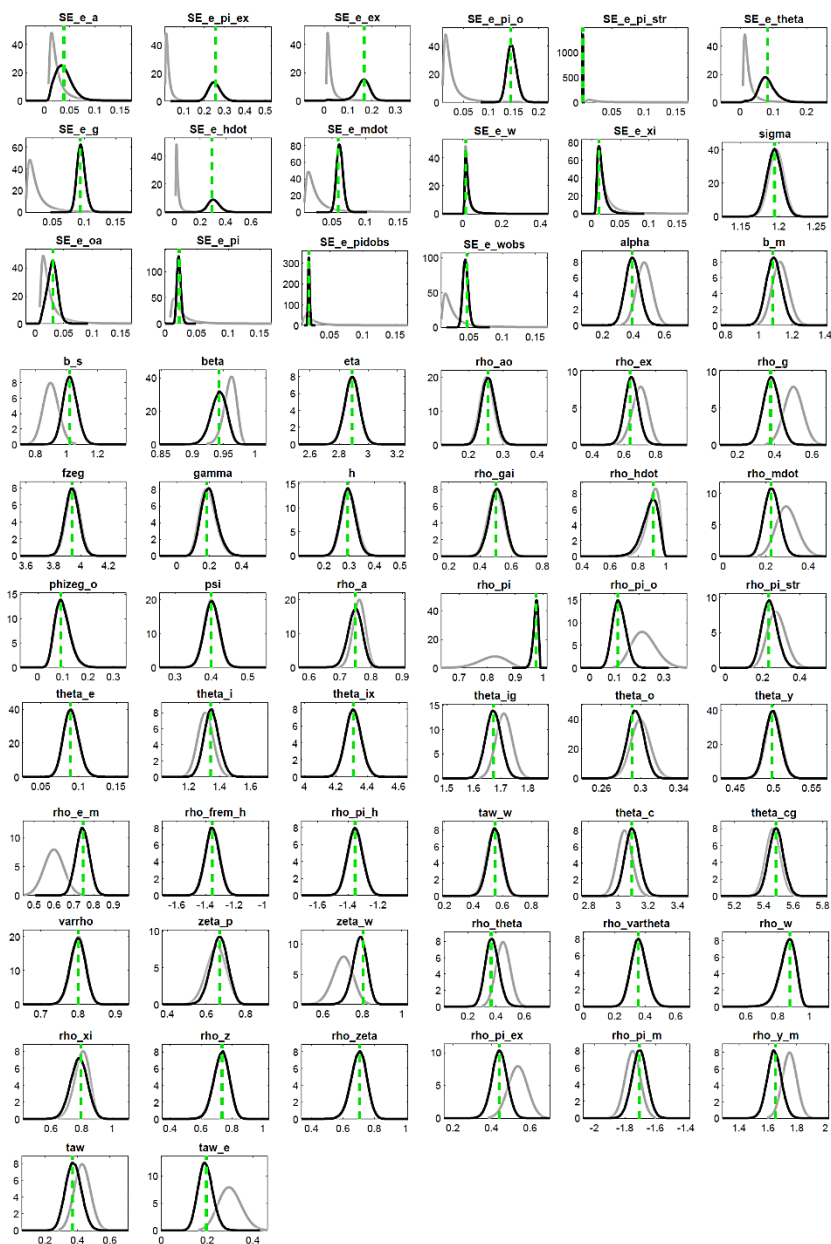
در پژوهش حاضر سعی شده است با توجه به ویژگی‌های اقتصاد نفتی ایران، سیاست پولی بهینه ارزی و نظام ارزی متناسب با آن انتخاب شود. در این الگو خانوارهای ریکاردویی و غیرریکاردویی، چسبندگی‌های اسمی (در دستمزد و قیمت‌گذاری) و چسبندگی حقیقی (در مصرف)، کالای عمومی، تفکیک صادرات نفتی و غیرنفتی، نظام‌های ارزی مختلف (شناور، شناور مدیریت‌شده و ثابت) و هدف‌گذاری‌های مختلف بانک مرکزی در بخش حقیقی و پولی مورد توجه قرار گرفته است؛ همچنین پیامدهای اجرای سیاست بهینه ارزی نسبت به حالت جاری سیاست پولی کشور مورد بررسی قرار گرفت و آثار شوک کاهش قیمت نفت شوک افزایش تورم خارجی، شوک افزایش عرضه پول و شوک افزایش رشد نرخ ارز اسمی بر متغیرهای کلان تحت الگوی پایه و سیاست پولی بهینه ارزی بررسی شد.

نتایج نشان می‌دهد که اولاً، بانک مرکزی از بین نظام‌های مختلف ارزی و سیاست‌های مختلف هدف‌گذاری (تولید، تورم، نرخ ارز اسمی، نرخ ارز حقیقی، و ترکیبی)، باید نظام ارزی شناور مدیریت شده و سیاست پولی هدف‌گذاری تولید را مورد انتخاب و به آن پایبند باشد؛ هرچند نظام ارز ثابت مقدار تابع زیان به مراتب کمتری نسبت به سایر حالات دارد، ولی به علت ناپایدار کردن اقتصاد، قابلیت اجرا ندارد. ثانیاً، تعهد بانک مرکزی به سیاست بهینه ارزی در مقایسه با الگوی پایه باعث می‌شود که بخش پولی و حقیقی اقتصاد در قبال شوک‌های پولی و ارزی به مراتب نوسان کمتر و ثبات بیشتری داشته باشد؛ همچنین بانک مرکزی در قبال شوک‌های خارجی به قیمت نوسان و بی‌ثباتی بیشتر در متغیرهای پولی، ثبات بیشتری را به بخش حقیقی اقتصاد می‌دهد.

برای پژوهش‌های آتی توصیه می‌شود که بانک‌های تجاری، بورس، صندوق ذخیره ارزی و انواع مالیات‌ها با نرخ متغیر به الگو افزوده گردد تا نتایج پژوهش جامع‌تر باشد؛ همچنین علاوه بر پیشنهاد اتخاذ سیاست هدف‌گذاری تولید به سیاست‌گذاران پولی، به سیاست‌گذاران مالی پیشنهاد می‌شود که با توجه به آسیب‌پذیری بالای خانوارهای غیرریکاردویی در قبال شوک‌های مختلف، دولت با استفاده از سیاست‌های مالی لازم و معطوف به این خانوارها، رفاه از دست رفته آن‌ها را تا حدی جبران نماید.

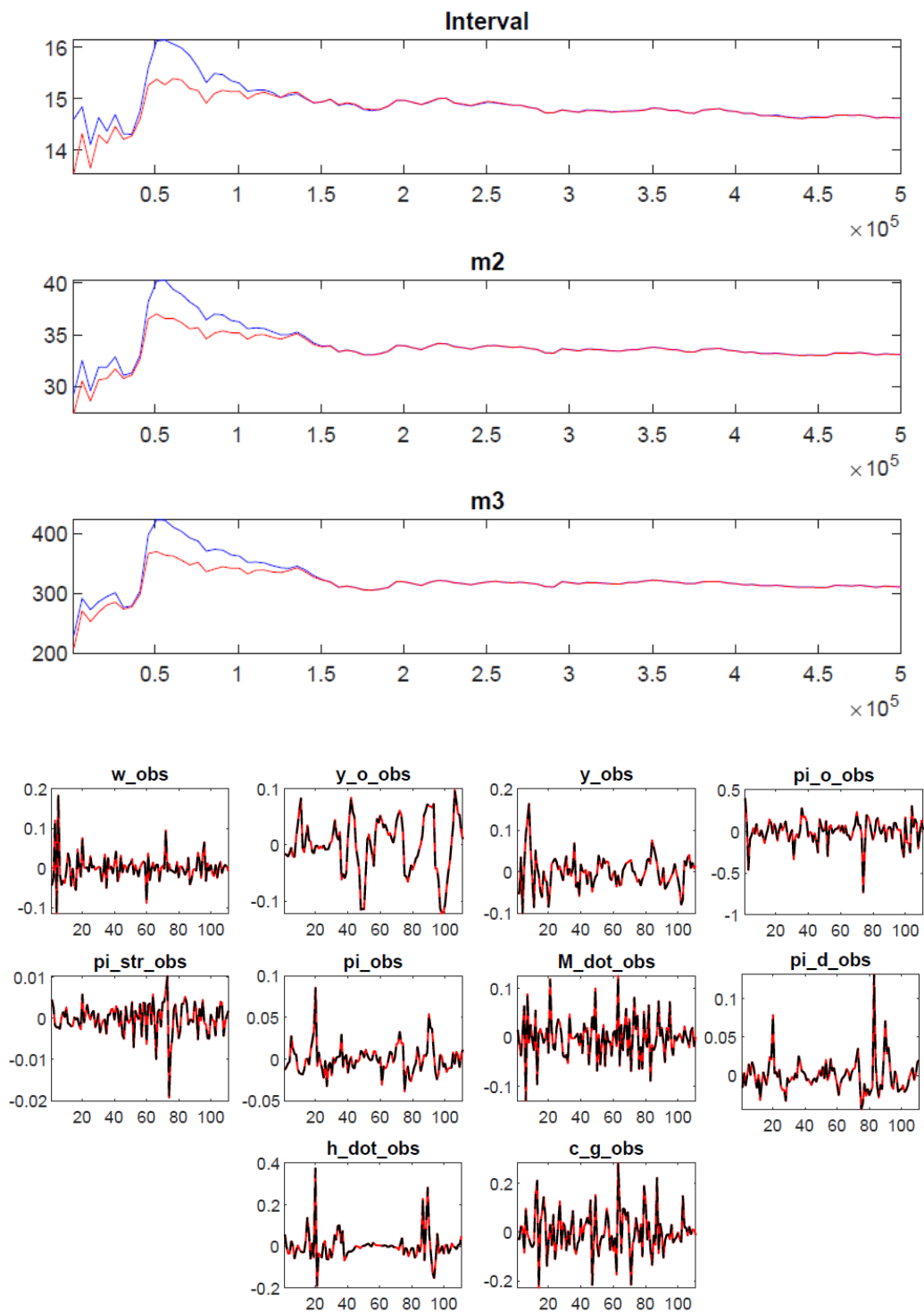
## بیوست ۱

توزیع پیشین و پسین پارامترها



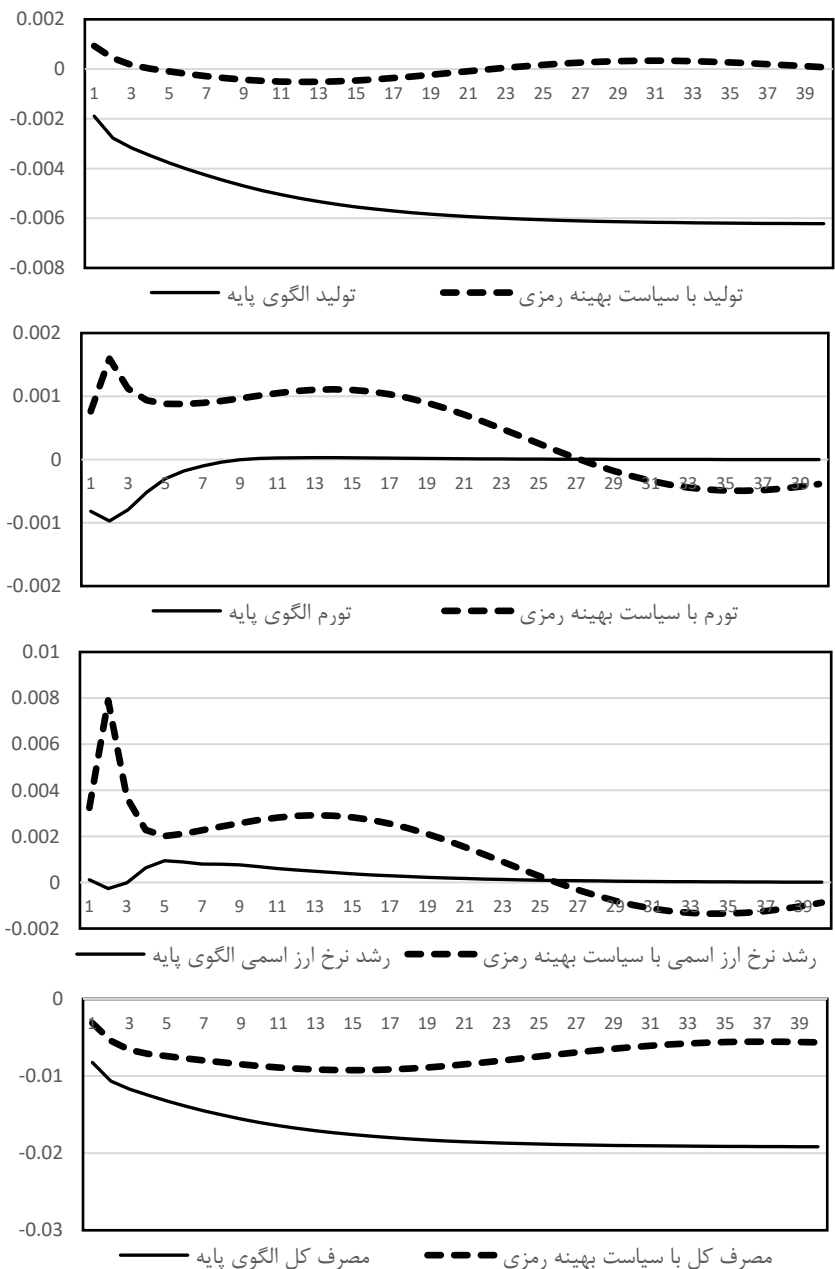
## پیوست ۲

نتایج آزمون صحت برآورد پارامترهای الگو (آزمون بروکز و گلنن، ۱۹۹۸)

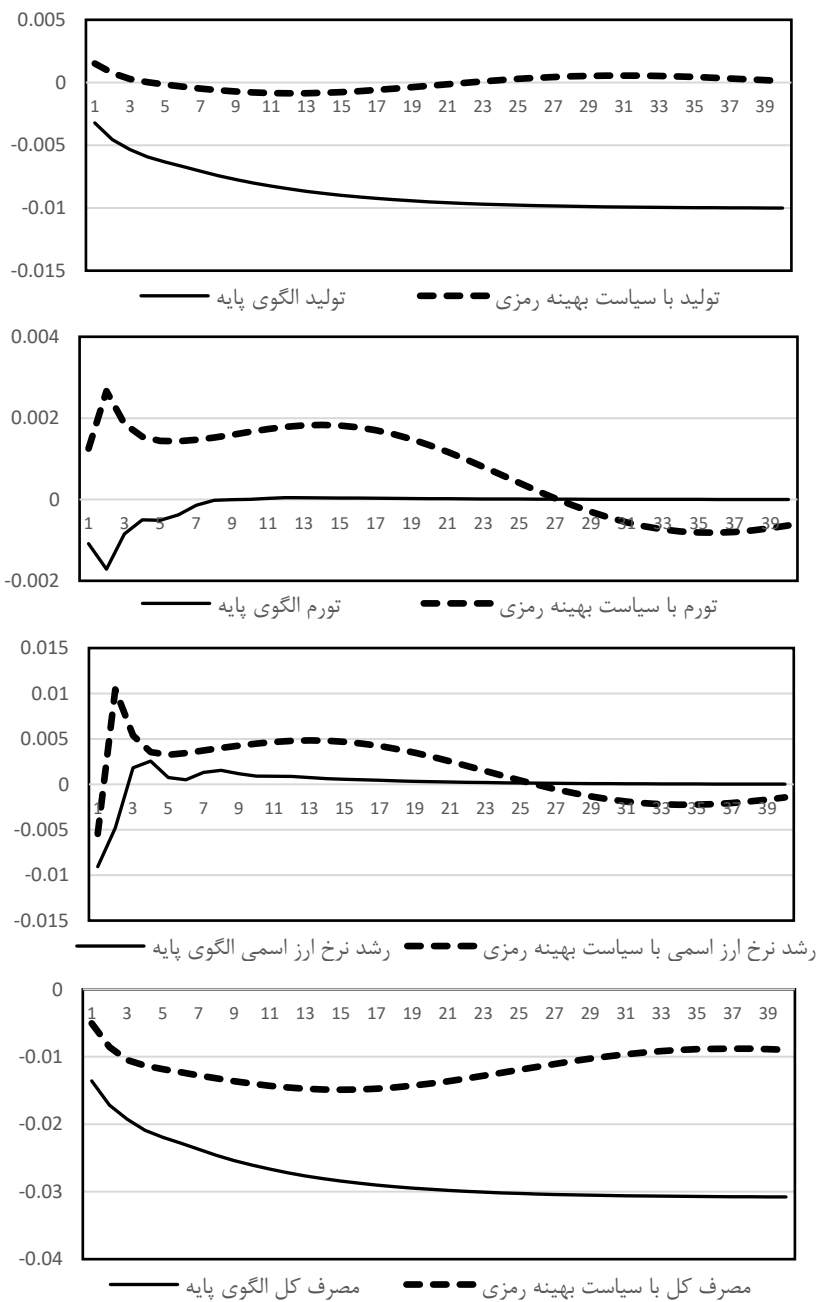


بیوست ۳ (عکس العمل متغیرها تحت سیاست پولی بهینه رمزی شماره ۴ در الگوهای مختلف)

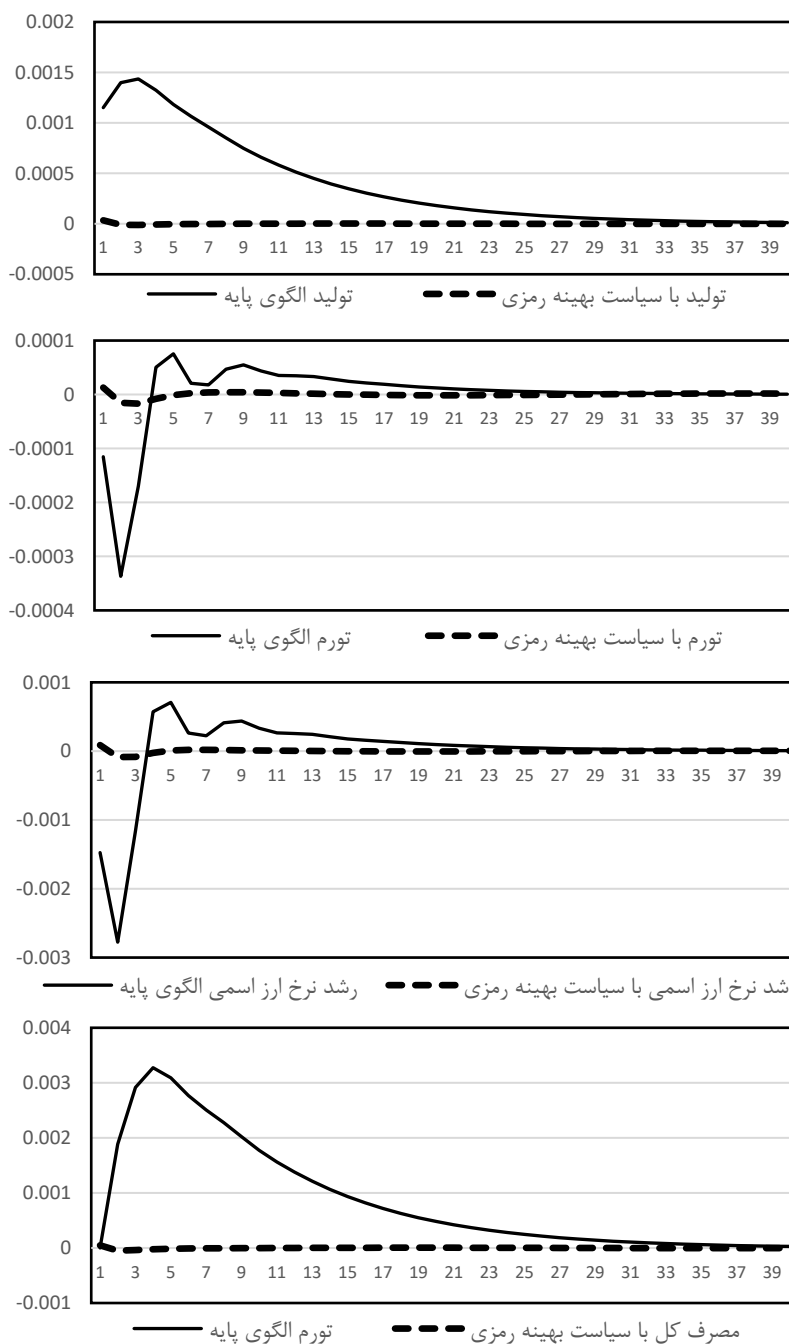
۱. عکس العمل تولید، تورم، رشد نرخ ارز اسمی و مصرف کل به ۰.۰۱ شوک منفی قیمت نفت



۲. عکس‌العمل تولید، تورم، رشد نرخ ارز اسمی و مصرف کل به ۰.۰۱ شوک تورم خارجی



۳. عکس‌العمل تولید، تورم، رشد نرخ ارز اسمی و مصرف کل به ۰.۰۱ شوک منفی تقاضای پول



۴. عکس‌العمل تولید، تورم، رشد نرخ ارز اسمی و مصرف کل به ۰.۰۱ شوک رشد نرخ ارز اسمی





## کتابنامه

- امامی، کریم، (۱۳۹۹). اقتصاد کلان، رویکرد تعادل عمومی پویای تصادفی. نشر آماره.
- پرمه، زورار؛ قربانی، محمد؛ توکلیان، حسین؛ و شاهنوشی فروشانی، ناصر، (۱۳۹۵). «بررسی اثر تکانه‌های اقتصادی بر متغیرهای کلان بخش کشاورزی با استفاده از مدل تعادل عمومی پویای تصادفی». فصلنامه پژوهش‌های بازرگانی، ۸۰: ۷۵-۱۱۸.
- تقی‌پور، انوشیروان، (۱۳۹۳). تنظیم مدل تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) برای اقتصاد ایران جهت سیاست‌گذاری و پیش‌بینی سیکل‌های تجاری. طرح تحقیقاتی مؤسسه توسعه و تحقیقات اقتصادی دانشگاه تهران.
- توکلیان، حسین؛ و افضل‌ابرقویی، وجیهه، (۱۳۹۵). «مقایسه عملکرد اقتصاد کلان و رژیم‌های مختلف ارزی با رویکرد (DSGE)». پژوهشنامه اقتصادی، ۱۶، ۲ (پیاپی ۶۱): ۸۱-۱۲۵.
- توکلیان، حسین؛ و جلالی‌نائینی، سیداحمدرضا، (۱۳۹۶). «سیاست‌گذاری پولی و ارزی صلاح‌دیددی و بهینه در یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی برآوردشده برای اقتصاد ایران». فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۲۳(۷۰): ۹۸-۳۳.
- توکلیان، حسین؛ و صارم، مهدی، (۱۳۹۶). «الگوهای DSGE در نرم‌افزار Dynare (الگوسازی، حل و برآورد مبتنی بر اقتصاد ایران)». انتشارات پژوهشکده پولی بانکی، ویرایش اول.
- جعفری صمیمی، احمد؛ طهرانچیان، امیرمنصور؛ ابراهیمی، ایلناز؛ و بالونژادنوری، روزبه، (۱۳۹۳). «اثر تکانه‌های پولی و غیرپولی بر تولید و تورم در یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی در شرایط اقتصاد باز: مطالعه موردی اقتصاد ایران». فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، ۳(۱۰): ۱-۳۲.
- جلالی‌نائینی، سید احمدرضا، (۱۳۹۵). سیاست پولی، مبانی نظری و ارزیابی عملکرد در ایران. پژوهشکده پولی و بانکی.
- جلالی‌نائینی، سیداحمدرضا؛ و نادریان، محمدمبین، (۱۳۹۵). «سیاست‌های پولی و ارزی در یک اقتصاد صادرکننده نفت: مورد ایران». فصلنامه پژوهش‌های پولی-بانکی، ۹(۲۹): ۳۲۷-۳۷۲.
- خیابانی، ناصر؛ و گلجهای، سمیرا، (۱۳۹۳). «رژیم‌های ارزی و فشار بازار ارز در یک اقتصاد صادرکننده نفت (مورد ایران)». فصلنامه برنامه و بودجه، ۱۹(۳): ۳-۲۲.
- زهابی، مریم؛ بزازان، فاطمه؛ افشاری، زهرا؛ و بوستانی، رضا، (۱۳۹۶). «محاسبه قاعده بهینه سیاست پولی با بررسی حساب جاری و نوسانات نرخ ارز (رویکرد بیزی)». فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، ۲۵(۸۳): ۱۸۱-۱۴۵.

– مشهدی‌زاده، فاطمه؛ پیرایی، خسرو؛ اکبری‌مقدم، بیت‌الله؛ و زارع، هاشم، (۱۳۹۸). «سیاست پولی و درجه گذر نرخ ارز ایران». فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی ایران. سال ۸ (۳۰): ۲۵-۵۵.

- Balke, N. S.; Brown, S. P. & Yucel, M. K., (2010). “Oil Price Socks and U.S. Economic Activity: An International Perspective”. *RFF Discussion Paper*, 10-37.

- Christiano, L. J.; Eichenbaum, M. & Evans, C. L., (2005). “Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy”. *Journal of Political Economy*, 113: 1-45.

- De Walque, G.; Smets, F. & Wouters, R., (2005). “An Estimated Two Country DSGE Model for the Euro Area and the US Economy.” *ECB mimeo*. [https://www.snb.ch/n/mmr/reference/sem\\_2006\\_05\\_de\\_walque/source/sem\\_2006\\_08\\_de\\_walque.n.pdf](https://www.snb.ch/n/mmr/reference/sem_2006_05_de_walque/source/sem_2006_08_de_walque.n.pdf)

- Emami, K., (2020). “Macroeconomics, Dynamic Stochastic General Equilibrium Approach”. *Amareh Publication*. (in Persian).

- Erceg, C. J.; Henderson, D. W. & Levin, A. T., (2000). “Optimal Monetary Policy with Staggered Wage and Price Contracts”. *Journal of Monetary Economics*, 46: 28-313.

- Felices, G. & Tuesta, V., (2013). “Monetary Policy in a Dual Currency Environment.” *Applied Economics*. <http://dx.doi.org/10.1080/00036846.2013.804165>

- Jafari Samimi, A.; Tehranghian, A.; Ebrahimi, I. & Balonezhad Noori, R. (2014). “The Effect of Monetary and Non-Monetary Shocks on Inflation and Output in Dynamic Stochastic General Equilibrium Model in Open Economy Condition: Case Study of Iran Economy”. *Journal of Applied Economics Studies in Iran*, 3(10), 1-32. (in Persian).

- Jalali Naeini, S. A. & Naderian, M. A., (2016). “Monetary and Exchange Rate Policy in an Oil Exporting Economy: The Case of Iran”. *Journal of Monetary and Banking Research*, 9(29): 327-372. (in Persian).

- Jalali Naeini, S., (2017). “Monetary policy Theoretical foundations and performance evaluation in Iran”. *Monetary Banking and Research Institute*. 1st Edition. (in Persian).

- Khiabani, N. & Ghaljei, S., (2014). “Exchange rate regimes and exchange market pressure in an oil-exporting economy (Case of Iran)”. *JPBUD*, 19 (3): 3-22. (in Persian).

- Mashhadizadeh, F.; Pirae, K.; Akbari Moghadam, B. & Zare, H. (2019). Monetary Policy and Exchange Rate Pass-through Degree in Iran. *Journal of Applied Economics Studies in Iran*, 8(30), 25-55. (in Persian). DOI: 10.22084/aes.2019.17891.2780

- Medina, J. & Soto, C., (2005). “Oil Shocks and Monetary Policy in an Estimated DSGE - Model for a Small Open Economy”. *Central Bank of Chile*, W. P. 353.

- Nakhli, S. R.; Rafat, M.; Bakhshi Dastjerdi, R. & Rafeib, M., (2020). "A DSGE Analysis of the Effects of Economic Sanctions: Evidence from the Central Bank of Iran". *Iranian Journal of Economic Studies*, 9(1): 35-70.

- Parmeh, Z.; Ghorbani, M.; Tavakoliyan, H. & Shahnooshifroshani, 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).

- Pfeifer, J., (2018). A Guide to Specifying Observation Equations for the Estimation of DSGE Models. *University of Cologne*.

- Taghipour, A., (2014). "A Dynamic Stochastic General Equilibrium model for Iran's Economy for policymaking and forecasting the Business Cycles". *Institute for Development and Economic Research*. Tehran University. (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). DOI: 10.22054/joer.2016.5290

- Tavakolian, H. & Jalali Naeeni, A., (2017). "Optimal and Discretionary Monetary and Exchange Policies in Iran: A DSGE Approach". *Iranian Journal of Economic Research*, 22(70), 33-98. (in Persian). doi: 10.22054/ijer.2017.7966

- Tavakolian, H. & Sarem, M., (2017). DSGE models in Dynare (modeling, solving, and estimating based on Iran's economy). *Monetary Banking and Research Insitute*. 1st Edition. (in Persian).

- Zahabi, M.; Bazzazan, F.; Afshari, Z. & Boustani, R., (2017). Calculation of Optimal Monetary Policy by Considering the Current Account and Exchange Rate Fluctuations (Bayesian Approach). *Quarterly Journal of Economic Research and Policies*. 25(83), 145-181. (in Persian). URL: <http://qjerp.ir/article-1-1734-fa.html>

- [www.TSD.CBI.ir](http://www.TSD.CBI.ir)

- [www.amar.org.ir](http://www.amar.org.ir)

- [databank.worldbank.org](http://databank.worldbank.org)

- [data.imf.org](http://data.imf.org)