

## پیامدهای نادیده گرفتن خانوار غیرریکاردویی بر سیاست پولی بهینه رمزی و متغیرهای کلان (در قالب الگوی DSGE)

محمدجواد خسروسرشکی<sup>۱</sup>

رضا نجارزاده<sup>۲</sup>

حسن حیدری<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۹/۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۷/۱۱

### چکیده

هدف از این مطالعه، بررسی پیامدهای افزودن خانوار غیرریکاردویی به مدل DSGE در انتخاب سیاست پولی بهینه رمزی و به تبع آن، تأثیرپذیری متغیرهای کلان اقتصاد (نظیر تولید، تورم، مصرف و رشد نرخ ارز اسمی) است. از این رو، پس از تخمین الگوی اقتصاد ایران، سیاست پولی بهینه رمزی از بین ۶ آلترناتیو سیاست پولی انتخاب شد. سپس طی دو سناریو، خانوار غیرریکاردویی به الگو اضافه می‌شود. در سناریوی اول، خانوار غیرریکاردویی شامل ۲۰ درصد خانوارها و در سناریوی دوم شامل ۴۰ درصد خانوارها می‌باشد. سپس سیاست پولی بهینه رمزی برای این دو سناریو نیز انتخاب گردید. نتایج پژوهش، نشان می‌دهد که: اولاً، هرچه میزان درصد خانوارهای غیرریکاردویی در الگو بیشتر شود، سیاستگذار پولی از هدفگذاری متغیرهای پولی فاصله می‌گیرد و به هدفگذاری تولید، اهمیت بیشتری می‌دهد؛ ثانیاً، اگر سیاست پولی بهینه رمزی بدون در نظر گرفتن خانوار غیرریکاردویی در الگو انتخاب شود، در قبال شوک افت قیمت نفت، شوک کاهش تقاضای پول و شوک افزایش تورم خارجی، عکس‌العمل بخش تولید و مصرف در سناریوی ۱ و ۲، اختلاف معناداری با الگوی پایه دارند. اما بخش مصرف و تولید در پاسخ به شوک افزایش نرخ ارز اسمی، تقریباً عکس‌العمل مشابهی در هر سه الگو دارند.

**واژگان کلیدی:** تعادل عمومی پویای تصادفی، سیاست بهینه پولی رمزی، خانوارهای ریکاردویی و غیرریکاردویی

**طبقه بندی JEL:** D58, E52, E58

۱. دانشجوی دکتری علوم اقتصادی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس

M.Khosrosereshki@modares.ac.ir

۲. دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس (نویسنده مسؤول)

Najarzar@modares.ac.ir

۳. استادیار گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس

Hassan.Heydari@modares.ac.ir

## مقدمه

الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی<sup>۱</sup> توسط فیشر (Fischer, 1977) و کیدلند و پرسکات (Kydland and Prescott, 1982) به ادبیات اقتصادی افزوده شد. گروه ادوار تجاری حقیقی<sup>۲</sup> و کینزی‌های جدید نگرش متفاوتی به این الگو دارند. وجه تمایز اصلی آنها در لحاظ کردن ناکارایی‌های بازار در مدلسازی (اعم از انحصار و چسبندگی قیمت‌ها) است که باعث اثرگذاری شوک‌های بخش پولی اقتصاد بر بخش حقیقی می‌گردد. در جدول ۱ به طور خلاصه ویژگی هر دو گروه نوشته شده است.<sup>۳</sup>

جدول ۱. ویژگی الگوهای ادوار تجاری حقیقی و کینزی‌های جدید

ویژگی	ادوار تجاری حقیقی	کینزی‌های جدید
منشأ ادوار تجاری	تکانه‌های حقیقی	تکانه‌های حقیقی و پولی
بازارها	رقابت کامل	رقابت انحصاری
سطح قیمت‌ها و دستمزد	کاملاً انعطاف پذیر	دارای چسبندگی در کوتاه‌مدت
بهینگی تعادل	بهینه پارتو	با وجود چسبندگی و رقابت انحصاری، تعادل بهینه نیست.
کارآیی سیاست‌های مالی و پولی	ناکارا	در کوتاه‌مدت کارا
اطلاعات در بازارها	متقارن	متقارن

وجه تمایز اصلی گروه ادوار تجاری حقیقی از کینزی‌های جدید، در لحاظ کردن ناکارایی‌های بازار در مدل سازی (اعم از انحصار و چسبندگی قیمت‌ها) است که باعث اثرگذاری شوک‌های بخش پولی اقتصاد بر بخش حقیقی می‌گردد. این ویژگی، باعث اقبال سیاست‌گذاران مالی و پولی به مدل تعادل عمومی پویای تصادفی و بررسی آثار سیاست مالی و پولی بر اقتصاد شد. پژوهش‌های زیادی در حوزه آثار سیاست پولی بر اقتصاد انجام شده است. از الگوهای اولیه تعادل عمومی پویای تصادفی که پیچیدگی‌های کمتری از اقتصاد را در نظر می‌گیرد تا الگوهای کینزی‌های جدید که متناسب با وضعیت هر کشور، گسترش یافته‌اند. به عنوان مثال، می‌توان به ویژگی‌های غالب اقتصاد هر کشور

1. Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE)

2. Real Business Cycles (RBC)

۳. برای اطلاعات بیشتر به توکلین و صارم (۱۳۹۶) مراجعه شود.

مانند تک محصولی بودن، نظام‌های ارزی مختلف، بی‌ثباتی بخش مالی و پولی، درجه باز بودن (مختلف)، در نظر گرفتن قیمت‌های حمایتی دستوری، اضافه کردن الگوهای مختلف نظریه بازی‌ها مانند وضعیت بنگاه‌ها در بازار (رهبر- پیرو و ...)، ناهمگنی خانوارها (ریکاردویی و غیرریکاردویی بودن)<sup>۱</sup>، لحاظ کردن ورود و خروج بنگاه‌ها در مدل، متناسب با وضعیت کلان اقتصاد و ... اشاره کرد. استیگلیتز (Stiglitz, 2018) بیان می‌کند که فروض ساده‌ساز مدل، معمولاً تصویر نادرستی از واقعیت را به پژوهشگر نشان می‌دهد که می‌تواند به کلی نتایج پژوهش را تحت‌الشعاع قرار دهد و نسبت به عملیاتی و دقیق بودن نتایج در پژوهشگر اطمینان کاذبی ایجاد کند. بنابراین، باید سعی شود که اقتصاد را از منظر عاملان مختلف اقتصاد، مدل‌سازی کرد و از ساده‌سازی‌های نابه‌جا در پژوهش اجتناب نمود.

از این رو، در پژوهش حاضر با در نظر گرفتن یک اقتصاد باز نفتی دارای نظام ارزی شناور مدیریت شده با چسبندگی‌های مختلف (در دستمزد، قیمتگذاری و مصرف) برای ایران، ابتدا با فرض همگنی خانوارها، به بررسی سیاست پولی بهینه از بین آلترناتیوهای سیاست پولی پرداخته می‌شود. در ادامه، با کنار گذاشتن فرض همگنی خانوارها و اضافه کردن خانوار غیرریکاردویی طی ۲ سناریو (مدل)، سیاست بهینه پولی مجدداً بررسی می‌شود و در صورت مغایرت سیاست‌های بهینه پولی، تبعات انتخاب اشتباه سیاست پولی ارزیابی می‌گردد.

### پیشینه پژوهش

در زمینه سیاست پولی در چهارچوب الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی، مقالات فراوان داخلی و خارجی وجود دارد، اما بنا به اختصار، به ویژگی الگوهای DSGE در برخی از مطالعات داخلی در جدول ۲ اشاره می‌شود و فقط به نتایج برخی از مطالعات داخلی در این زمینه (که بیشترین نزدیکی را با موضوع پژوهش دارند) اشاره می‌گردد. از مقالات خارجی نیز در مدل‌سازی پژوهش استفاده خواهد شد.

جدول ۲. ویژگی الگوهای DSGE در برخی مطالعات داخلی

مطالعات	ویژگی مدل DSGE
ذهابی و همکاران (۱۳۹۶)	پویایی‌های تراز تجاری و حساب جاری
رفیعی و همکاران (۱۳۹۸)	بانک‌های تجاری
جلالی‌نائینی و نادریان (۱۳۹۵) و مشهدی‌زاده و همکاران (۱۳۹۸)	درجه عبور ناقص نرخ ارز
جلالی‌نائینی و نادریان (۱۳۹۵)	صندوق ذخیره ارزی

#### 1. Ricardian and Non-Ricardian Households

مطالعات	ویژگی مدل DSGE
بوستانی (۱۳۹۱)، جعفری صمیمی و همکاران (۱۳۹۳)، صمدی و اوجی‌مهر (۱۳۹۴)، همتی و همکاران (۱۳۹۵)، توکلیان و جلالی‌نائینی (۱۳۹۶) و نخلی و همکاران (۲۰۲۰)	نحوه قیمتگذاری و چسبندگی قیمت
جعفری صمیمی و همکاران (۱۳۹۶) توکلیان و جلالی‌نائینی (۱۳۹۶)	سیاست پولی تعهدی در برابر صلاحدیدگی
افضلی ابرقویی و همکاران (۱۳۹۵) توکلیان و جلالی‌نائینی (۱۳۹۶)	نظام‌های ارزی مختلف
احسانی و همکاران (۱۳۹۶)، جوان و همکاران (۱۳۹۷)	نوسانات بازار کار
تقی‌پور (۱۳۹۳)، خیابانی و امیری (۱۳۹۳)، صلی‌تبار و شیرین بخش (۱۳۹۳)، ربیعی همدانی و پدram (۱۳۹۳)، منظور و تقی‌پور (۱۳۹۳)، فرجی و افشاری (۱۳۹۵)، توکلیان و جلالی‌نائینی (۱۳۹۶) و نخلی و همکاران (۲۰۲۰)	تولید و صادرات نفت

جعفری صمیمی و همکاران (۱۳۹۳)، ضمن طراحی الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی برای اقتصاد ایران، نشان دادند که تکانه درآمد نفتی، تکانه مخارج دولتی و تکانه رشد حجم پول، موجب افزایش تولید و تورم می‌شود؛ ولی تکانه بهره‌وری، به افزایش تولید و کاهش تورم منجر می‌شود. توکلیان و افضلی ابرقویی (۱۳۹۵)، به بررسی نظام ارزی و سیاست پولی بهینه برای اقتصاد نفتی (ایران) پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که تورم در مواجهه با تکانه نفتی و تکانه بهره‌وری در نظام ارزی ثابت، کمترین نوسان و در مواجهه با تکانه نرخ ارز، بیشترین مقدار نوسان را دارد. در نظام ارزی ثابت، تورم، کمترین و تولید، بیشترین نوسان و در نظام ارزی شناور، تورم، بیشترین نوسان را دارد. توکلیان و جلالی‌نائینی (۱۳۹۶)، ضمن در نظر گرفتن نظام ارزی شناور و شناور مدیریت شده برای اقتصاد ایران، آلترناتیوهای سیاست پولی صلاحدیدگی و بهینه تعهدی را در چهارچوب الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش، نشان می‌دهد که در نظام ارزی شناور مدیریت شده و با استفاده از سیاست رمزی، همه متغیرهای اقتصاد کلان بجز مصرف و اشتغال، دارای حداقل واریانس می‌باشند. همچنین در صورت اتخاذ سیاست رمزی، بانک مرکزی می‌تواند نوسانات تورم را کنترل کند، در صورتی که با اعمال سیاست صلاحدیدگی، به علت ناتوانی در کنترل انتظارات عوامل اقتصادی، اقتصاد شاهد نوسانات بیشتری در نرخ تورم خواهد بود. مشهدی زاده و همکاران (۱۳۹۸)، با در نظر گرفتن سناریوهای مختلف برای گذر نرخ ارز، به مدل‌سازی اقتصاد ایران و سیاست پولی در قالب تعادل عمومی پویای تصادفی پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش درجه چسبندگی قیمت واردات، اثر درجه گذر نرخ ارز بر تورم وارداتی و تورم

شاخص مصرف‌کننده کمتر می‌شود و بنابراین، اثرگذاری سیاست پولی بر متغیرهای اقتصادی کاهش می‌یابد. آنان در نهایت نسبت به تشدید انتظارات قیمتی از طریق تغییرات ناگهانی سیاستی، هشدار دادند. نخلی و همکاران (۲۰۲۰)، به بررسی اثر تحریم بر اقتصاد و سیاست پولی بهینه در قالب مدل DSGE پرداختند. نتایج پژوهش، نشان می‌دهد که بانک مرکزی در دوران تحریم، باید وزن بیشتری را در تابع زیان خود به بخش تولید بدهد. این امر، می‌تواند در قالب هدفگذاری تورم تولیدکننده محقق شود و در دوران تحریم، سیاستگذار مالی باید در سیاست‌های توزیع مجدد درآمد تجدید نظر کند.

### روش انجام تحقیق

اگرچه شاکله اصلی پژوهش حاضر، برگرفته از پژوهش توکلیان و جلالی نائینی (۱۳۹۶) است، ولی موارد زیر را می‌توان وجوه تمایز اصلی پژوهش حاضر از پژوهش‌های قبلی دانست:

۱. در نظر گرفتن خانوار ریکادویی و غیرریکاردویی به صورت مستقل؛
۲. لحاظ کردن چسبندگی‌های مختلف در الگو (چسبندگی در مصرف، دستمزد و قیمتگذاری)؛
۳. اضافه کردن بخش صادرات غیرنفتی به مدل؛
۴. بررسی امکان تغییر سیاست پولی بهینه تعهدی در الگوی خانوارهای همگن و الگوی خانوارهای ناهمگن؛
۵. بررسی تبعات انتخاب اشتباه سیاست پولی بهینه بر وضعیت متغیرهای کلان اقتصاد. هرچند استفاده از فروض ساده‌ساز برای تهیه هر الگوی اقتصادی گریزناپذیر است، اما هدف از ارائه مقاله حاضر، بررسی صحت این فرضیه است که برخی فروض ساده‌ساز متداول در الگوها مانند فرض همگنی خانوارها، می‌تواند نتایج الگو را تورش‌دار کند. در الگوی پژوهش حاضر، سعی شده است (با استفاده از ۸۰ معادله دربردارنده بخش‌های مختلف اقتصاد نفتی ایران)، فرضیه فوق مورد آزمون قرار گیرد. با توجه به مرور مطالعات پیشین، امکان تورش جواب الگو، تا کنون مورد بررسی قرار نگرفته است. ابتدا به بررسی تابع هدف خانوار ریکاردویی پرداخته می‌شود. در ادامه، به سایر بخش‌های اقتصاد اعم از بازار نیروی کار، بنگاه‌های تولید کالای واسطه، بازار فروش کالای نهایی، و ... و در نهایت، به تسویه بازارها خواهیم پرداخت. سپس سیاست پولی بهینه رمزی از بین ۶ گزینه پیشنهادی انتخاب می‌شود. در قسمت بعدی، خانوار غیرریکاردویی را طی دو سناریو به الگو اضافه می‌کنیم. در سناریوی اول، خانوار غیرریکاردویی، ۲۰ درصد و در سناریوی دوم، ۴۰ درصد کل خانوارها را شامل می‌شوند. سپس سیاست بهینه انتخابی در قسمت قبل به مدل افزوده خواهد شد و اثرات شوک‌ها بر متغیرهای تولید، تورم، رشد نرخ ارز اسمی و مصرف بررسی می‌گردد. همچنین سیاست پولی بهینه برای هر دو سناریوی فوق، انتخاب و با سیاست بهینه الگوی اول، مقایسه می‌شود و در نهایت، درباره اثرات انتخاب سیاست پولی غیربهینه بر متغیرهای کلان اقتصاد، بحث خواهد شد. موارد فوق، در پژوهش‌های قبلی،

### الگوی تعادل عمومی بدون خانوار غیرریکاردویی خانوار ریکاردویی

با اندکی تفاوت با تابع مطلوبیت فلیچس و توستا (Felices & Tuesta, 2013)، تابع مطلوبیت خانوار ریکاردویی، یک تابع با کشش جانشینی ثابت است. خانوارها از مصرف کالای خصوصی  $c_t^r$  و عمومی  $c_{Gt}$ ، مانده حقیقی پول داخلی  $m_t$  و مانده حقیقی ارز خارجی  $m_{st}$  مطلوبیت کسب می‌کنند و کار کردن  $l_t^r$  از مطلوبیت آنان می‌کاهد. همچنین تغییرات سطح مصرف خصوصی و عمومی نسبت به دوره قبل، از طریق ضریب  $h$  (درجه ثبات عادت) بر مطلوبیت اثرگذار است. این خانوار امکان سرمایه‌گذاری در اوراق قرضه و بنگاه را دارد.

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

تمام پارامترهای تابع مطلوبیت فوق، نامنفی هستند.  $\beta$  عامل تنزیل بین دوره‌ای است و  $\gamma$  عامل اثرگذاری مصرف کالای عمومی بر مطلوبیت مصرف‌کننده است.  $\gamma = 0$  اثرگذاری کالای عمومی را از بین می‌برد و  $\gamma = 1$  مطلوبیت نهایی کالای عمومی و خصوصی را یکسان می‌کند. مانده حقیقی پول داخلی، بر حسب سطح قیمت داخلی و مانده حقیقی ارز خارجی، بر حسب سطح قیمت خارجی سنجیده می‌شود. در هر دوره، خانوار ریکاردویی، دستمزد و پرداخت انتقالی هر دوره به همراه سود سرمایه‌گذاری در اوراق قرضه و بنگاه، مانده پول داخلی و ارز خارجی دوره قبل را به مصرف، مالیات، نگهداری پول داخلی و ارز خارجی و سرمایه‌گذاری در بنگاه و اوراق قرضه اختصاص می‌دهد.  $R_t^K$  سود سرمایه و  $0 <$

$$u_t \leq 1 \text{ نرخ کاربری سرمایه است. قید بودجه خانوار به صورت اسمی، به شکل زیر است.} \\ p_t c_t^r + M_t + B_t + S_t M_{st} + p_{It} I_t + T_t^r = W_t^r l_t^r + S_t M_{st-1} + T A_t^r + \quad (2)$$

$$M_{t-1} + D_t + (R_t^K u_t - \psi(u_t)) K_{t-1} + (1 + r_t) B_{t-1}$$

که در آن،  $\psi(u_t)$  تابع هزینه بهره‌برداری سرمایه است که دارای مشتق دوم غیرمنفی و در بلندمدت، برابر ۱ است. با تقسیم طرفین به سطح قیمت داخلی  $p_t$ ، به قید بودجه زیر می‌رسیم.

$$c_t^r + m_t + b_t + e_t m_{st} + P_{It} I_t + t_t^r = w_t^r l_t^r + \frac{e_t m_{st-1}}{\pi_t^*} + t a_t^r + \frac{m_{t-1}}{\pi_t} + \quad (3)$$

$$d_t + (R_t^K u_t - \psi(u_t)) k_{t-1} + (1 + r_t) \frac{b_{t-1}}{\pi_t}$$

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

حروف کوچک هر متغیر، نشان‌دهنده حقیقی شدن آن است. به عنوان 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>۱</sup> همچنین سرمایه، از قاعده حرکت زیر پیروی می‌کند.

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

که در آن،  $F\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right)$  هزینه تعدیل سرمایه است. بر مبنای مطالعه کریستیانو و همکاران (Christiano *et al.*, 2005)، مقدار بلندمدت و مشتق  $F$ ، برابر صفر، و مشتق دوم آن، مثبت است.  $Z_t$  تکانه بهبود بهره‌وری است که فرض می‌شود از فرایند گام تصادفی زیر تبعیت می‌کند.

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

مطلوبیت خانوار ریکاردویی بر حسب قیود ۳ و ۴ بیشینه می‌شود. با فرض  $\lambda_t$  و  $\mu_t$  به عنوان قیمت سایه و  $q_t = \frac{\mu_t}{\lambda_t}$ ، روابط ۶ تا ۱۱ حاصل می‌شود که شامل نرخ نهایی جانشینی بین مصرف و فراغت خانوار ریکاردویی (۶)، تقاضای مانده حقیقی پول داخلی (۷)، تقاضای مانده حقیقی پول خارجی (۸)، مصرف خانوار ریکاردویی (۹)، معادله سرمایه‌گذاری (۱۰) و قاعده بهینه حرکت سرمایه (۱۱) است.

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

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

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

۱. به علت اینکه فقط خانوار ریکاردویی است که امکان خرید و فروش اوراق قرضه دولتی و ارز خارجی و نگهداری پول داخلی را دارد، جهت رعایت اختصار از بالانویس  $r$  استفاده نمی‌کنیم.

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

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

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

### دستمزد و عرضه نیروی کار

خانوارها، نیروی کار را در فضای رقابت انحصاری به اتحادیه کارگری ارائه می‌دهند. اتحادیه کارگری فقط جهت همگن‌سازی دستمزد و تخصص کارگران با مهارت‌های مختلف، برای ارائه به واحدهای تولیدی مانند نفت و بنگاه‌ها استفاده شده است تا نیروی کار، در بازار رقابتی عرضه شود. از این رو، اتحادیه کارگری، هم ضامن فضای رقابتی عرضه نیروی کار و هم، چسبندگی نوع کالوو (Calvo, 1983) است. اتحادیه کارگری به عنوان جمع‌گر نیروی کار، نیروی کار خانوارها را با قیمت متفاوت، استخدام و به یک نیروی کار همگن با دستمزد یکسان در هر دوره، تبدیل می‌کند.

$$L_t = \left( \int_0^1 L_t^i \theta_t^w di \right)^{\theta_t^w} \quad (12)$$

در رابطه فوق،  $L_t^i$  نیروی کار ارائه شده توسط خانوار  $i$ ام با فرانشان<sup>۱</sup> دستمزد  $\theta_t^w$  به نیروی کار ارائه شده توسط اتحادیه کارگری  $L_t$  تبدیل می‌شود. فرانشان دستمزد از یک فرایند گام تصادفی تبعیت می‌کند.

$$\log \theta_t^w = (1 - \rho_w) \log \theta^w + \rho_w \log \theta_{t-1}^w + \varepsilon_t^w, \quad \varepsilon_t^w \sim iid N(0, \sigma_w^2) \quad (13)$$

اگر  $W_t$  دستمزد اسمی اتحادیه کارگری در دوره  $t$  برای عرضه به بنگاه‌ها باشد، تابع تقاضای نیروی کار اتحادیه از خانوار  $i$ ام، به صورت زیر است:

$$\text{Max } W_t L_t - \int_0^1 W_t^i L_t^i di \quad (14)$$

1. Markup



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

بنابراین، خواهیم داشت:

$$L_t^i = \left( \frac{W_t^i}{W_t} \right)^{\frac{\theta_t^w}{1-\theta_t^w}} L_t \quad (15)$$

با لحاظ رابطه (۱۵) در رابطه (۱۲)، نحوه میانگین‌گیری از دستمزد خانوارها برای به دست آوردن دستمزد اسمی اتحادیه کارگری، به شکل زیر است:

$$W_t = \left( \int W_t^i \theta_t^w \right)^{1-\theta_t^w} \quad (16)$$

برای لحاظ کردن چسبندگی اسمی دستمزد، بر اساس پژوهش ارسگ و همکاران (Erceg et al., 2000)، فرض می‌کنیم که در هر دوره با احتمال  $\xi_w$ ، هر یک از خانوارهای ریکاردویی، امکان تعدیل دستمزد بهینه را ندارد و با استفاده از عامل شاخص‌بندی دستمزد  $\tau_w$  در تورم دوره قبل، دستمزد خود را تعدیل می‌کنند.

$$W_t^r = \pi_{t-1}^{\tau_w} W_{t-1}^r \quad (17)$$

همچنین هر خانوار ریکاردویی به احتمال  $(1 - \xi_w)$ ، دستمزد خود را با در نظر گرفتن وضعیت موجود تعیین می‌کند. با لحاظ کردن رابطه (۱۵) و (۱۷)، اتحادیه کارگری معادله تعیین دستمزد بهینه خانوار ریکاردویی را برای یافتن دستمزد بهینه حل می‌کند. معادله تعیین دستمزد بهینه، برابر حداکثرسازی مجموع احتمالی تنزیل شده مطلوبیت حاصل از دستمزد بیشتر با عدم مطلوبیت حاصل از کار کردن با در نظر گرفتن قید تعیین دستمزد اتحادیه است.

$$Max E_t \sum_{k=0}^{\infty} (\beta \xi_w)^k \left( -\chi \frac{l_t^{(1+\eta)}}{(1+\eta)} + \mu_{t+k}^r \prod_{s=1}^k \frac{\pi_{t+s-1}^{\tau_w} W_t^i}{\pi_{t+s}^{\tau_w} p_t} l_t^i \right) \quad (18)$$

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

با فرض جواب  $W_t^*$  برای رابطه فوق، اتحادیه کارگری، دستمزد زیر را حین عرضه نیروی کار، به بازار ارائه می‌دهد.

$$W_t^{\frac{1}{1-\theta_t^w}} = (1 - \xi_w) W_t^{*1-\theta_t^w} + \xi_w \left( \pi_{t-1}^{\tau_w} W_{t-1}^{\tau} \right)^{\frac{1}{1-\theta_t^w}} \quad (19)$$

**مصرف**

مصرف کل، تابعی با کشش جانشینی ثابت<sup>۱</sup> و متشکل از مصرف کالای داخلی و وارداتی است.

$$c_t = \left( (1 - a_c)^{\frac{1}{\theta_c}} c_{Ft}^{\frac{\theta_c-1}{\theta_c}} + a_c^{\frac{1}{\theta_c}} c_{Dt}^{\frac{\theta_c-1}{\theta_c}} \right)^{\frac{\theta_c}{\theta_c-1}} \quad (20)$$

در رابطه فوق،  $c_{Dt}$  مصرف کالای داخلی و  $c_{Ft}$  مصرف کالای وارداتی است.  $a_c$  سهم کالای مصرفی داخلی از مصرف کل و  $\theta_c$  کشش جانشینی بین کالای مصرفی داخلی و وارداتی است. با در نظر گرفتن قانون قیمت واحد، مخارج مصرفی خانوار از رابطه (۲۱) محاسبه می‌شود:

$$p_t c_t = p_{Dt} c_{Dt} + S_t p_t^* c_{Ft} \quad (21)$$

با حداقل سازی رابطه (۲۱) نسبت به رابطه (۲۰)، روابط (۲۲) و (۲۳) به دست می‌آید:

$$c_{Dt} = a_c \left( \frac{p_{Dt}}{p_t} \right)^{-\theta_c} c_t = a_c p_{Dt}^{-\theta_c} c_t, \quad \frac{p_{Dt}}{p_{Dt-1}} = \frac{\pi_{Dt}}{\pi_t} \quad (22)$$

$$c_{Ft} = (1 - a_c) \left( \frac{S_t p_t^*}{p_t} \right)^{-\theta_c} c_t = (1 - a_c) e_t^{-\theta_c} c_t, \quad \frac{e_t}{e_{t-1}} = \frac{h_t \pi_t^*}{\pi_t} \quad (23)$$

با جایگذاری رابطه (۲۲) و (۲۳) در رابطه (۲۰)، خواهیم داشت:

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

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

$$c_{Dt} = \left( (1 - a_e)^{\frac{1}{\theta_e}} c_{net}^{\frac{\theta_e-1}{\theta_e}} + a_e^{\frac{1}{\theta_e}} c_{et}^{\frac{\theta_e-1}{\theta_e}} \right)^{\frac{\theta_e}{\theta_e-1}} \quad (25)$$

## 1. Constant Elasticity of Substitution (CES)

حال، با حداقل سازی مخارج مصرفی خانوار نسبت به سطح ثابتی از مصرف کالای داخلی، روابط زیر به دست می‌آید:

$$p_{Dt}c_{Dt} = p_{net}c_{net} + p_{et}c_{et} \quad (26)$$

$$c_{et} = a_e \left( \frac{p_{et}}{p_{Dt}} \right)^{-\theta_e} c_{Dt} = a_e P_{eDt}^{-\theta_e} c_{Dt}, \quad \frac{P_{eDt}}{P_{eDt-1}} = \frac{\pi_{et}}{\pi_{Dt}} \quad (27)$$

$$c_{net} = (1 - a_e) \left( \frac{p_{net}}{p_{Dt}} \right)^{-\theta_e} c_{Dt} = (1 - a_e) P_{neDt}^{-\theta_e} c_{Dt}, \quad \frac{P_{neDt}}{P_{neDt-1}} = \frac{\pi_{net}}{\pi_{Dt}} \quad (28)$$

که در آن، تورم انرژی  $\pi_{et}$  و تورم کالای غیرانرژی است. فرض می‌شود که قیمت انرژی برابر قیمت خارجی آن بوده و در کشور برای آن، سوبسید با استفاده از شاخص  $\tau_e$  ( $0 < \tau_e < 1$ ) در نظر گرفته شده‌است.

$$\pi_{et} = (h_t \pi_{ot})^{\tau_e} \quad (29)$$

با جایگذاری رابطه (۲۷) و (۲۸) در رابطه (۲۵) خواهیم داشت:

$$P_{Dt} = \left( (1 - a_e) P_{net}^{1-\theta_e} + a_e P_{et}^{1-\theta_e} \right)^{\frac{1}{1-\theta_e}} \quad (30)$$

### سرمایه‌گذاری

سرمایه‌گذاری ترکیب با کشش جانشینی ثابت از کالاهای سرمایه‌ای داخلی و وارداتی است. کالای سرمایه‌ای داخلی  $I_{Dt}$  و کالای سرمایه‌ای وارداتی  $I_{Ft}$  است و  $a_I$  سهم کالای سرمایه‌ای تولید داخل به سرمایه‌گذاری کل و  $\theta_I$  کشش جانشینی بین کالای سرمایه‌ای داخلی و وارداتی است.

$$I_t = \left( (1 - a_I)^{\frac{1}{\theta_I}} I_{Ft}^{\frac{\theta_I-1}{\theta_I}} + a_I^{\frac{1}{\theta_I}} I_{Dt}^{\frac{\theta_I-1}{\theta_I}} \right)^{\frac{\theta_I}{\theta_I-1}} \quad (31)$$

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

$$P_{It}I_t = S_t p_t^* I_{Ft} + P_{Dt}I_{Dt} \quad (32)$$

$$I_{Dt} = a_I \left( \frac{P_{Dt}}{P_{It}} \right)^{-\theta_I} I_t = a_I P_{IDt}^{-\theta_I} I_t, P_{IDt} = \frac{P_{Dt}}{P_{It}} \quad (33)$$

$$I_{Ft} = (1 - a_I) \left( \frac{e_t}{P_{It}} \right)^{-\theta_I} I_t = (1 - a_I) P_{IFt}^{-\theta_I} I_t, P_{IFt} = \frac{e_t}{P_{It}} \quad (34)$$

$$P_{It} = \left( (1 - a_I) e_t^{1-\theta_I} + a_I P_{Dt}^{1-\theta_I} \right)^{\frac{1}{1-\theta_I}} \quad (35)$$

### بنگاه تولیدکننده کالای واسطه‌ای

این بنگاه‌ها نیروی کار  $l_{yt}$  را از اتحادیه با دستمزد  $W_t$ ، سرمایه را از خانوارها با نرخ اجاره  $R_t^k$  و انرژی را از دولت به قیمت  $p_{et}$  به کار می‌گیرند و محصول خود را به بنگاه نهایی (بازار)، با قیمت  $p_{net}$  می‌فروشد. تابع تولید این بنگاه‌ها از نوع کاب-داگلاس است. در این تابع، سرمایه عمومی  $K_{Gt}$  با نرخ  $\psi$  در تولید اثرگذار است و سرمایه خصوصی مؤثر در تولید  $\tilde{K}_t$ ، برابر ضریبی از سرمایه  $(u_t K_t)$  است. در زیر، تابع تولید بنگاه آم را مشاهده می‌کنید.

$$y_t^{no}(i) = A_t \left( \tilde{K}_t(i) K_{Gt}^\psi \right)^\alpha L_t^y(i)^{1-\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1 \quad (36)$$

که در آن،  $A_t$  تکانه بهره‌وری بنگاه است که دارای فرآیند  $AR(1)$  است:

$$\log A_t = \rho_A \log A_{t-1} + \varepsilon_{At}, \quad \varepsilon_{At} \sim i.i.d. \cdot N\left(0, \sigma_A^2\right) \quad (37)$$

به پیروی از پژوهش دووالک و همکاران (De Walque et al., 2005) و مدینا و سوتو (Medina and Soto, 2005)، کالای غیرانرژی بنگاه‌ها  $y_t^{no}(i)$  با استفاده از تابعی با کشش جانشینی ثابت با نفت  $X_{et}(i)$  ترکیب می‌شود تا کالای واسطه‌ای  $y_t(i)$  تولید گردد.

$$y_t(i) = \left( (1 - a_y)^{\frac{1}{\theta_y}} (X_{et}(i))^{\frac{\theta_y-1}{\theta_y}} + a_y^{\frac{1}{\theta_y}} (y_t^{no}(i))^{\frac{\theta_y-1}{\theta_y}} \right)^{\frac{\theta_y}{\theta_y-1}} - \psi(i) \quad (38)$$

$a_y$  سهم کالای غیرانرژی در تولید کالای داخلی و  $\theta_y$  کشش جانشینی بین نفت و کالای غیرانرژی است. همچنین  $\psi(i)$  ضامن صفر شدن سود در وضعیت پایدار بنگاه است. با ثابت گرفتن مقدار تولید، بنگاه واسطه‌ای هزینه‌های خود را کاهش می‌دهد. بنابراین با فرض همگنی تمام بنگاه‌های واسطه‌ای، روابط زیر حاصل می‌شوند:

$$\alpha w_t L_t^y = (1 - \alpha) R_t \tilde{K}_t = (1 - \alpha) R_t u_t K_t \quad (39)$$

$$X_{et} = (1 - \alpha)^{-\theta_y} \left( \frac{1 - \alpha_y}{\alpha_y} \right) \left( \frac{W_t L_{Y_t}}{P_{et}} \right)^{\theta_y} (y_t^{no})^{1-\theta_y} \quad (40)$$

$$mc_t = \left\{ a_y^{\theta_t} \left[ A_t^{-1} \alpha^{-\alpha} (1 - \alpha)^{-(1-\alpha)} K_{Gt-1}^{-\psi\alpha} R_t^\alpha W_t^{(1-\alpha)} \right]^{1-\theta_y} + \right. \\ \left. (1 - \alpha_y)^{\theta_y} P_{et}^{1-\theta_y} \right\}^{\frac{1}{1-\theta_y}} \quad (41)$$

$$\frac{P_{et}}{P_{et-1}} = \frac{\pi_{et}}{\pi_t} \quad (42)$$

در مورد قیمت‌گذاری کالاها فرض می‌شود که چسبندگی قیمت کالو (Calvo, 1983) وجود دارد. به این معنا که در هر دوره،  $\xi$  برابر بنگاه‌ها امکان بهینه‌یابی قیمت کالاها را ندارند و فقط با تعدیل قیمت با شاخص  $\tau$ ، قیمت کالاها را تعدیل می‌کنند.

$$P_{net+1}(i) = \pi_{net}^\tau P_{net}(i) \quad , \pi_{net} = \frac{P_{net}}{P_{net-1}} \quad (43)$$

اما  $\xi - 1$  برابر بنگاه‌ها، امکان بهینه‌یابی قیمت جدید  $P_{net}^*(i)$  را دارند و آن را به‌گونه‌ای انتخاب می‌کنند که اگر امکان مجدد بهینه‌یابی را نداشته باشند، مجموع سود تنزیل شده آنها، طبق رابطه (۴۴)، بیشینه شود.

$$\max_{P_{net}} E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\xi\beta)^j \frac{\lambda_{t+j}}{\lambda_t} \left[ \prod_{k=0}^{j-1} \frac{(\pi_{net+k})^\tau P_{net}^*(i)}{P_{net+j}} - mc_{t+j} \right] y_{t+j}(i) \quad (44)$$

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

در صورت تعریف  $P_{net}^*(i) = \frac{P_{net}^*(i)}{P_{net}}$ ، شرط مرتبه اول برابر است با:

$$p_{net}^*(i) = \frac{E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\xi\beta)^j \lambda_{t+j} mc_{t+j} Y_{Dt+j} \left( \prod_{k=0}^{j-1} \frac{(\pi_{net+k})^\tau}{\pi_{net+k+1}} \right)^{\frac{1}{\theta_{t-1}}}}{\theta_t E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\xi\beta)^j \lambda_{t+j} Y_{net+j} \left( \prod_{k=0}^{j-1} \frac{(\pi_{net+k})^\tau}{\pi_{net+k+1}} \right)^{\frac{\theta_t}{\theta_{t-1}}}} \quad (45)$$

### بنگاه تولیدکننده کالای نهایی

فرض می‌شود که بنگاه تولیدکننده کالای نهایی (بازار)، کالاهای واسطه‌ای را از بنگاه واسطه‌ای جمع‌آوری و با تابعی با کشش جانشینی ثابت، آنها را ترکیب می‌کند.

$$Y_{Dt} = \left( \int_0^1 y_t(i)^{\frac{1}{\theta_t}} di \right)^{\theta_t} \quad (46)$$

که در آن،  $\theta_t$  فرانشان قیمت تولیدکننده است که از فرآیند  $AR(1)$  زیر پیروی می‌کند:

$$\log \theta_t - \log \bar{\theta} = \rho_\theta \log \bar{\theta} + \rho_\theta \log \theta_{t-1} + \varepsilon_{\theta t}, \quad \varepsilon_{\theta t} \sim i.i.d. \cdot N\left(0, \sigma_\theta^2\right) \quad (47)$$

این بنگاه ضمن بیشینه کردن سود خود، میزان بهینه کالای واسطه‌ای مورد نیاز را از رابطه زیر به‌دست می‌آورد و در نهایت به رابطه (۴۷) می‌رسد.

$$\max_{y_t(i)} P_{net} \left( \int_0^1 y_t(i)^{\frac{1}{\theta_t}} di \right)^{\theta_t} - \int_0^1 P_{net}(i) y_t(i) di \quad (46)$$

$$y_t(i) = \left( \frac{P_{net}(i)}{P_{net}} \right)^{\frac{\theta_t}{\theta_t - 1}} Y_{Dt} \quad (47)$$

با جایگذاری رابطه (۴۷) در رابطه (۴۶)، شاخص قیمت کالای تولید داخل برابر است با:

$$P_{net} = \left( \int_0^1 P_{net}(i)^{\frac{1}{1-\theta_t}} di \right)^{1-\theta_t} \quad (48)$$

چون  $\xi$  برابر بنگاه‌ها از رابطه (۴۳) و  $1-\xi$  برابر بنگاه‌ها با قیمت بهینه  $P_{net}^*(i)$  کالاهایشان را قیمت‌گذاری می‌کنند، شاخص قیمت کالای تولید داخل برابر است با:

$$P_{net} = \left[ (1-\xi) (P_{net}^*)^{\frac{1}{1-\theta_t}} + \xi \left( \pi_{net-t}^\tau P_{net-t} \right)^{\frac{1}{1-\theta_t}} \right]^{1-\theta_t} \quad (49)$$

### بخش نفت

برای نزدیکتر شدن الگوی حاضر به اقتصاد یک کشور نفتی، باید بخش نفت به صورت درونزا در الگو لحاظ شود. از این رو به پیروی از بالک و همکاران (Balke et al., 2010) فرض می‌شود که دولت نفت را با استفاده از ذخایر نفت  $X_{ot}$ ، نیروی کار  $L_{ot}$ ، فناوری  $A_{ot}$  و تابعی با کشش جانشینی ثابت تولید می‌کند.

$$Y_{ot} = A_{ot} \left( (1 - a_o)L_{ot}^{1-\theta_o} + a_o X_{ot}^{1-\theta_o} \right)^{\frac{1}{1-\theta_o}} \quad (50)$$

که در آن،  $a_o$  سهم ذخایر تولید نفت است و  $A_{ot}$  دارای گام تصادفی است

$$\log A_{ot} = \rho_{A_o} \log A_{ot-1} + \varepsilon_{A_{ot}}, \quad \varepsilon_{A_{ot}} \sim i.i.d \cdot N\left(\cdot, \sigma_{A_o}^2\right) \quad (51)$$

$X_{ot+1}$  انباشت ذخایر دوره  $t + 1$ ، برابر اختلاف کشف ذخایر  $G_{ot}$  و انباشت ذخایر دوره  $t$  از تولید نفت است.

$$X_{ot+1} = X_{ot} + G_{ot} - Y_{ot} \quad (52)$$

$\phi_{ot} \left( \frac{I_{Xt}}{X_{ot}} \right)$  هزینه تعدیل کشف ذخایر بوده، که دارای روند صعودی کاهنده، و مقدار تعادلی بلندمدت آن برابر نسبت تولید به ذخایر است. اکتشاف ذخایر و سرمایه‌گذاری نفتی  $I_{Xt}$  نیز بر اساس روابط زیر، انجام می‌پذیرد.

$$G_{ot} = \phi_{ot} \left( \frac{I_{Xt}}{X_{ot}} \right) X_{ot} \quad (53)$$

$$I_{Xt} = A_{Xt}^I \left( (1 - a_{IX})I_t^{1-\theta_{IX}} + a_{IX}I_{Gt}^{1-\theta_{IX}} \right)^{\frac{1}{1-\theta_{IX}}} \quad (54)$$

که در آن،  $A_{Xt}^I$  فناوری کشف ذخایر بوده و دارای فرآیند  $AR(1)$  است.

$$\log A_{Xt}^I = \rho_{A_o} \log A_{Xt-1}^I + \varepsilon_{A_{Xt}^I}, \quad \varepsilon_{A_{Xt}^I} \sim i.i.d \cdot N\left(\cdot, \sigma_{A_X^I}^2\right) \quad (55)$$

پس از بهینه‌یابی تولید نفت، روابط زیر به دست می‌آید:

$$P_{ot} = P_{Xt} + MC_{ot} \quad (56)$$

رابطه (۵۶) نشان می‌دهد که درآمد نهایی با هزینه نهایی تولید نفت برابر است.

$$MC_{ot} = \frac{W_t}{(1 - a_o)} \left( \frac{L_{ot}}{Y_{ot}} \right)^{\theta_o} \quad (57)$$

رابطه (57) در مورد تقاضای نیروی کار برای تولید نفت، رابطه (58) تصمیم بین زمانی تولید نفت، و در این رابطه،  $\zeta_{t+1}$  عامل تنزیل تصادفی ذخایر دوره بعد است.

$$P_{Xt} = E_t \left[ \zeta_{t+1} \left( P_{ot+1} - P_{Xt+1} \right) a_o \left( \frac{X_{ot+1}}{Y_{ot+1}} \right)^{-\theta_o} + P_{Xt+1} \left( 1 + \phi_{ot+1} - \phi_{ot+1} \frac{I_{Xt+1}}{X_{ot+1}} \right) \right] \quad (58)$$

در هر دوره، تولید نفت برابر با مصرف خانوارها، مصرف بنگاه‌های تولید کالای واسطه‌ای و صادرات است.

$$Y_{ot} = c_{et} + X_{et} + Y_{ot}^X \quad (59)$$

#### صادرات

در الگوی حاضر، فرض می‌شود که صادرات کالای غیرانرژی و قیمت آن دارای فرآیند  $AR(1)$  است.

$$\log EX_t = \rho_{EX} \log EX_t + \varepsilon_{EXt}, \quad \varepsilon_{EXt} \sim i.i.d. \cdot N \left( 0, \sigma_{EX}^2 \right) \quad (60)$$

$$\log \pi_{EXt} = \rho_{EX} \log \pi_{EXt-1} + \varepsilon_{\pi_{EXt}}, \quad \varepsilon_{\pi_{EXt}} \sim i.i.d. \cdot N \left( 0, \sigma_{EX}^2 \right) \quad (61)$$

#### دولت

در هر دوره، درآمد دولت در بودجه از مالیات دریافتی از خانوارها، فروش اوراق قرضه، صادرات نفت، فروش نفت به بنگاه‌ها برای تولید و خانوارها برای مصرف به دست می‌آید. هزینه دولت شامل سرمایه‌گذاری  $I_{Gt}$ ، کالای مصرفی عمومی  $C_{Gt}$ ، پرداخت اصل و سود اوراق قرضه دوره قبل، سوبسید پرداختی به خانوارها و تسویه بدهی بانک مرکزی است.

$$t_t + b_t + e_t P_{ot}^* Y_{ot}^X = G_t + \left( 1 + r_{t-1} \right) b_{t-1} + \frac{GD_t - GD_{t-1}}{p_t} + t a_t \quad (62)$$

هزینه دولتی  $G_t$  از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$G_t = P_{CGt} C_{Gt} + P_{IGt} I_{Gt}, \quad P_{CGt} = \frac{p_{CGt}}{p_t}, \quad P_{IGt} = \frac{p_{IGt}}{p_t} \quad (63)$$



فرض می‌شود که مطابق روابط (۶۴) و (۶۵)، به ترتیب، سرمایه‌گذاری و کالای مصرفی عمومی ترکیبی با کشش جانشینی ثابت از کالاهای داخلی و خارجی باشند. در روابط زیر،  $D$  نشانگر بخش داخلی و اندیس  $F$  نشانگر بخش خارجی است

$$c_{Gt} = \left( (1 - a_{CG})^{\frac{1}{\theta_{CG}}} (c_{Ft}^G)^{\frac{\theta_{CG}-1}{\theta_{CG}}} + a_{CG}^{\frac{1}{\theta_{CG}}} (c_{Dt}^G)^{\frac{\theta_{CG}-1}{\theta_{CG}}} \right)^{\frac{\theta_{CG}}{\theta_{CG}-1}} \quad (64)$$

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

$$I_{Gt} = \left( (1 - a_{IG})^{\frac{1}{\theta_{IG}}} (I_{Ft}^G)^{\frac{\theta_{IG}-1}{\theta_{IG}}} + a_{IG}^{\frac{1}{\theta_{IG}}} (I_{Dt}^G)^{\frac{\theta_{IG}-1}{\theta_{IG}}} \right)^{\frac{\theta_{IG}}{\theta_{IG}-1}} \quad (65)$$

که در آن،  $a_{IG}$  سهم کالای سرمایه‌ای عمومی داخلی در کالای مصرفی عمومی و  $\theta_{IG}$  کشش جانشینی بین کالای سرمایه‌ای دولتی تولید شده در داخل و خارج است. در نهایت با کمینه کردن هزینه دولتی، روابط (۶۸) تا (۷۳) حاصل می‌شود.

$$c_{Dt}^G = a_{CG} \left( \frac{p_{Dt}}{p_{CGt}} \right)^{-\theta_{CG}} c_{Gt} = a_{CG} (P_{CGt}^D)^{-\theta_{CG}} c_{Gt}, P_{CGt}^D = \frac{p_{Dt}}{p_{CGt}} \quad (66)$$

$$c_{Ft}^G = (1 - a_{CG}) \left( \frac{p_{Ft}}{p_{CGt}} \right)^{-\theta_{CG}} c_{Gt} = (1 - a_{CG}) (P_{CGt}^F)^{-\theta_{CG}} c_{Gt}, P_{CGt}^F = \frac{e_t}{p_{CGt}} \quad (67)$$

$$I_{Dt}^G = a_{IG} \left( \frac{p_{Dt}}{p_{IGt}} \right)^{-\theta_{IG}} I_{Gt} = a_{IG} (P_{IGt}^D)^{-\theta_{IG}} I_{Gt}, P_{IGt}^D = \frac{p_{Dt}}{p_{IGt}} \quad (68)$$

$$I_{Ft}^G = (1 - a_{IG}) \left( \frac{e_t}{p_{IGt}} \right)^{-\theta_{IG}} I_{Gt} = (1 - a_{IG}) (P_{IGt}^F)^{-\theta_{IG}} I_{Gt}, P_{IGt}^F = \frac{e_t}{p_{IGt}} \quad (69)$$

$$\frac{P_{CGt}}{P_{CGt-1}} = \frac{\pi_{CGt}}{\pi_t}, \pi_{CGt} = \frac{p_{CGt}}{p_{CGt-1}} \quad (70)$$

$$\frac{P_{IGt}}{P_{IGt-1}} = \frac{\pi_{IGt}}{\pi_t}, \pi_{IGt} = \frac{p_{IGt}}{p_{IGt-1}} \quad (71)$$

با جایگذاری روابط (۶۶) و (۶۷) در رابطه (۶۴)، شاخص قیمت مصرف دولتی و با جایگذاری روابط (۶۸) و (۶۹) در رابطه (۶۵)، شاخص قیمت سرمایه‌گذاری دولتی به دست می‌آید.

$$p_{CGt} = \left( (1 - a_{CG})e_t^{1-\theta_{CG}} + a_{CG}p_{Dt}^{1-\theta_{CG}} \right)^{\frac{1}{1-\theta_{CG}}} \quad (72)$$

$$p_{IGt} = \left( (1 - a_{IG})e_t^{1-\theta_{IG}} + a_{IG}p_{Dt}^{1-\theta_{IG}} \right)^{\frac{1}{1-\theta_{IG}}} \quad (73)$$

در نهایت فرض می‌شود که مصرف و سرمایه‌گذاری دولتی از فرآیند  $AR(1)$  زیر تبعیت می‌کنند.

$$\log c_{Gt} = \rho_{EX} \log c_{Gt-1} + \varepsilon_{cGt}, \quad \varepsilon_{cGt} \sim i.i.d. \cdot N\left(0, \sigma_{cG}^2\right) \quad (74)$$

$$\log I_{Gt} = \rho_{EX} \log I_{Gt-1} + \varepsilon_{IGt}, \quad \varepsilon_{IGt} \sim i.i.d. \cdot N\left(0, \sigma_{IG}^2\right) \quad (75)$$

### بانک مرکزی

مسیرهای اعمال سلطه سیاست مالی بر سیاست پولی، هم از طریق فروش منابع نفتی دولت به بانک مرکزی (افزایش ذخایر خارجی بانک مرکزی) و هم، از طریق استقراض از بانک مرکزی (که هر دو به افزایش پایه پولی منجر می‌شود)، در الگوی پژوهش در نظر گرفته شده است. در این میان، بانک مرکزی می‌تواند در چهارچوب نظام ارزی شناور مدیریت شده، با ابزار نرخ ارز و کل‌های پولی (تحت قیودی که بعضاً دولت آن را تعیین می‌کند)، تابع زیان خود را در افق بلندمدت حداقل سازد. در ترازنامه بانک مرکزی، مصارف پایه پولی فقط شامل مانده پول داخلی و منابع پایه پولی شامل ذخایر ارزی و بدهی دولت به بانک مرکزی است.

$$M_t = S_t FR_t + GD_t = S_t p_t^* \frac{FR_t}{p_t^*} + GD_t \quad (76)$$

با تقسیم طرفین به  $p_t$  خواهیم داشت:

$$m_t = \frac{S_t p_t^*}{p_t} \frac{FR_t}{p_t^*} + gd_t = e_t fr_t + gd_t \quad (77)$$

برای وضعیت سیاست پولی و ارزی کشور، نظام ارزی شناور مدیریت شده در نظر گرفته شده، و در این نظام ارزی، رشد پایه پولی و رشد نرخ ارز اسمی به عنوان ابزارهای سیاستی برای رسیدن به

اهداف بانک مرکزی به کار گرفته می‌شوند. از این رو، بانک مرکزی رشد پایه پولی و رشد نرخ ارز را به ترتیب با روابط (۷۸) و (۸۱) تحت کنترل دارد.

$$\frac{\dot{M}_t}{\dot{M}} = \left( \frac{\dot{M}_{t-1}}{\dot{M}} \right)^{\rho_M} \left( \frac{\pi_t}{\bar{\pi}_t} \right)^{\rho_M^\pi} \left( \frac{e_t}{e} \right)^{\rho_M^e} \left( \frac{y_t}{y} \right)^{\rho_M^y} e^{\varepsilon_{Mt}}, \varepsilon_{Mt} \sim i.i.d \cdot N \left( \cdot, \sigma_M^2 \right) \quad (78)$$

در رابطه (۷۸) (که بیانگر سیاست پولی بانک مرکزی است)، فرض بر آن است که بانک مرکزی به انحراف نرخ رشد پایه پولی دوره قبل، انحراف نرخ تورم از تورم هدف اعلامی  $\bar{\pi}_t$ ، انحرافات نرخ ارز حقیقی و انحرافات تولید واکنش می‌دهد. در رابطه (۷۹) (که بیانگر سیاست ارزی بانک مرکزی است)، 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.

$$\frac{h_t}{h} = \left( \frac{h_{t-1}}{h} \right)^{\rho_h} \left( \frac{\pi_t}{\bar{\pi}_t} \right)^{\rho_h^\pi} \left( \frac{fret_t}{fre} \right)^{\rho_h^{frem}} e^{\varepsilon_{ht}}, \varepsilon_{ht} \sim i.i.d \cdot N \left( \cdot, \sigma_h^2 \right) \quad (79)$$

که در آن، تورم مدنظر سیاستگذار پولی است و از فرآیند  $AR(1)$  زیر تبعیت می‌کند.

$$\log \bar{\pi}_t = \rho_{\bar{\pi}} \log \bar{\pi}_{t-1} + \varepsilon_{\bar{\pi}t}, \quad \varepsilon_{\bar{\pi}t} \sim i.i.d \cdot N \left( \cdot, \sigma_{\bar{\pi}}^2 \right) \quad (80)$$

رابطه (۸۲) نیز بیانگر رشد پایه پولی است.

$$\dot{M}_t = \frac{M_t}{M_{t-1}} = \frac{m_t}{m_{t-1}} \pi_t \quad (81)$$

#### بقیه دنیا

با توجه به اثرپذیری اقتصاد ایران از اقتصاد جهانی، تورم قیمت جهانی و تورم قیمت نفت، دارای فرآیند  $AR(1)$  و به صورت برونزا نسبت به اقتصاد ایران در الگو لحاظ شده است.

$$\log \pi_t^* = \rho_{\pi^*} \log \pi_{t-1}^* + \varepsilon_{\pi^*t}, \quad \varepsilon_{\pi^*t} \sim i.i.d \cdot N \left( \cdot, \sigma_{\pi^*}^2 \right) \quad (82)$$

$$\log \pi_{ot} = \rho_{\pi_o} \log \pi_{ot-1} + \varepsilon_{\pi_{ot}}, \quad \varepsilon_{\pi_{ot}} \sim i.i.d \cdot N \left( \cdot, \sigma_{\pi_o}^2 \right) \quad (83)$$

### تسویه بازارها و انباشت ذخایر خارجی

رابطه عرضه و تقاضای نیروی کار (۸۴)، رابطه تولید کالای غیرانرژی داخلی (۸۵)، رابطه تولید داخلی (۸۶)، رابطه واردات (۸۷)، رابطه ذخایر ارزی اسمی خارجی (۸۸) و رابطه ذخایر ارزی حقیقی خارجی (۸۹) در زیر نوشته شده است.

$$l_t^r = L_t^y + L_{ot} \quad (۸۴)$$

$$y_t^{no} = c_{net} + c_{Dt}^G + I_{Dt} + I_{Dt}^G \quad (۸۵)$$

$$y_t = c_{Ft} + c_{net} + I_{Ft} + I_{Dt} + c_{Ft}^G + c_{Dt}^G + I_{Ft}^G + I_{Dt}^G + y_{ot} + EX_t - IM_t \quad (۸۶)$$

$$IM_t = c_{Ft} + c_{Ft}^G + I_{Ft}^G + I_{Ft} \quad (۸۷)$$

$$FR_t - FR_{t-1} = p_{ot} Y_{ot}^x - M_{st} + p_{ext} EX - p_t^* IM \quad (۸۸)$$

$$fr_t - fr_{t-1} = P_{ot} Y_{ot}^x - m_{st} + P_{ext} EX - IM \quad (۸۹)$$

### خانوار غیرریکاردویی

برای تخمین الگوی اولیه، نباید از خانوار غیرریکاردویی در الگو استفاده شود؛ اما برای تکمیل سناریوی ۱ و ۲ که در آن، خانوار غیرریکاردویی به مدل اضافه می‌شود، باید روابطی به الگو اضافه (روابط (۹۱)، (۹۲) و (۹۳)) و هم در روابط (۱۹) و (۸۴) تغییراتی لحاظ شود. در سناریوی اول، خانوار غیرریکاردویی، ۲۰ درصد خانوارها ( $\lambda_1 = 0.2$ ) و در سناریوی دوم، ۴۰ درصد خانوارها ( $\lambda_1 = 0.4$ ) را تشکیل می‌دهند.

تابع مطلوبیت خانوار غیرریکاردویی (۹۰)، شبیه تابع مطلوبیت خانوار ریکاردویی است، با این تفاوت که چون خانوار غیرریکاردویی، امکان نگهداری پول داخلی و ارز خارجی را ندارد، فقط از مصرف کالا و کار نکردن، مطلوبیت کسب می‌کند. همچنین فرض می‌شود که این خانوار، امکان سرمایه‌گذاری در اوراق قرضه و بنگاه را ندارد.

$$\text{Max} \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left( \frac{(c_t^{nr} c_{Gt}^y - h c_{t-1}^{nr} c_{Gt-1}^y)^{(1-\sigma)}}{(1-\sigma)} - \frac{\chi l_t^{nr(1+\eta)}}{(1+\eta)} \right) \quad (۹۰)$$

$$\text{st: } c_t^{nr} + t_t^{nr} = w_t^{nr} l_t^{nr} + ta_t^{nr}$$

رابطه (۹۱)، بیانگر نرخ نهایی جانشینی بین فراغت و مصرف برای خانوار غیرریکاردویی است.

$$w_t^{nr} = \frac{\chi_t^{1nr\eta}}{E_t \left( c_{Gt}^Y (c_t^{nr} c_{Gt}^Y - h c_{t-1}^{nr} c_{Gt-1}^Y)^{-\sigma} - \beta h (c_{t+1}^{nr} c_{Gt+1}^Y - h c_t^{nr} c_{Gt}^Y)^{-\sigma} \right)} \quad (91)$$

مصرف کل خانوارها، برابر مجموع مصرف خانوار ریکاردوئی و غیرریکاردوئی است.

$$c_t = c_t^{nr} + c_t^r \quad (92)$$

خانوار غیرریکاردوئی در هیچ دوره‌ای، امکان بهینه‌یابی برای دستمزد خود را ندارد و به علت پایین بودن قدرت چانه‌زنی، تابع شرایط بازار است. در اینجا، فرض می‌شود خانوار غیرریکاردوئی، دستمزد خود را مانند  $\xi_w$  برابر خانوارهای ریکاردوئی نسبت به دوره قبل تعدیل می‌کند. بنابراین، خواهیم داشت:

$$W_t^{nr} = \pi_{t-1}^{\tau w} W_{t-1}^{nr} \quad (93)$$

از این رو، اتحادیه کارگری برای به دست آوردن نرخ دستمزد عرضه نیروی کار، به جای رابطه (۱۹)، از رابطه زیر استفاده می‌کند.

$$W_t^{\frac{1}{1-\theta^w}} = \lambda \left( \xi_w (\pi_{t-1}^{\tau w} W_{t-1}^r)^{\frac{1}{1-\theta^w}} + (1 - \xi_w) W_t^* \right)^{\frac{1}{1-\theta^w}} + (1 - \lambda) (\pi_{t-1}^{\tau w} W_{t-1}^{nr})^{\frac{1}{1-\theta^w}} \quad (94)$$

بازار کار نیز مطابق رابطه زیر، از ترکیب نیروی انسانی خانوار ریکاردوئی و غیرریکاردوئی تشکیل خواهد شد. بنابراین، به جای رابطه (۸۴)، از رابطه زیر استفاده می‌کنیم.

$$l_t^r + l_t^{nr} = L_t^y + L_{ot} \quad (95)$$

### تخمین الگو

جهت تخمین پارامترها، پس از لگاریتم خطی‌سازی معادلات الگو، از روش بیزین و الگوریتم متروپلیس‌هستینگز استفاده می‌شود. بنابراین، ابتدا باید پیش‌فرضهای خود را درباره پارامترهای الگو مشخص کنیم و با استفاده از داده‌های اقتصادی، پارامترهای الگو را تخمین بزنیم. داده‌های فصلی شامل تولید ناخالص داخلی (سال پایه ۱۳۸۳)، تورم تولیدکننده (سال پایه ۱۳۸۳)، تورم مصرف‌کننده (سال پایه ۱۳۸۳)، نرخ رشد پایه پولی، نرخ رشد نرخ ارز اسمی بازار آزاد، مخارج مصرفی دولتی (سال پایه ۱۳۸۳)، تولید نفت ایران، قیمت نفت ایران، شاخص دستمزد کارگاه‌های بزرگ صنعتی و نرخ تورم خارجی آمریکا (سال پایه ۲۰۱۰) است. بازه داده‌های مورد استفاده از بهار ۱۳۶۹ تا زمستان ۱۳۹۶ است. با توجه به لگاریتم خطی شدن روابط الگو، متغیرهای مشاهده شده در تخمین باید شامل داده‌های اقتصادی و به صورت انحراف از وضعیت پایدار در تخمین به کار روند. بنابراین باید با استفاده

از فیلتر هدریک-پرسکات<sup>۱</sup> (با ضریب ۶۷۷) داده‌های اقتصاد را به صورت انحراف از وضعیت پایدار درآورد و به عنوان متغیرهای مشاهده شده، به نرم‌افزار<sup>۲</sup> معرفی کرد. برای تخمین بیزی، باید پیش‌فرض‌ها بر اساس وضعیت پارامترها در نظر گرفته شوند. به عنوان مثال، پارامتر  $\beta$  دارای مقداری بین صفر و یک است و بنابراین، می‌توان از توزیع یکنواخت یا بتا برای توزیع پیشین<sup>۳</sup> استفاده نمود. اگر پس از تخمین، مقدار میانگین، توزیع پسین<sup>۴</sup> و یا شکل آن نسبت به توزیع پیشین، تغییری نکرد، به این معنی است که داده‌های اقتصادی، در مقدار تابع درست‌نمایی تغییری ایجاد کرده است. با استفاده از آزمون تشخیصی بروکز و گلن (Brooks and Gelman, 1998) می‌توان نتایج صحت برآورد پارامترها را سنجید. در جدول ۳، پارامترهای الگو به همراه توزیع پیشین و نتیجه شبیه‌سازی در قالب توزیع پسین برای الگوی پایه (الگوی خانوار ریکاردویی)، نوشته شده است.

جدول ۳. توزیع پیشین و پسین پارامترهای الگوی پایه

پارامتر	توزیع پیشین			توزیع پسین	
	میانگین	انحراف معیار	توزیع	مرجع	میانگین
$\alpha$	۰/۶۵	۰/۰۵	بتا	محقق	بازه ۹۰ درصدی ۰/۴۵۸۴، ۰/۵۹۶۵
$b_m$	۱/۱۹	۰/۰۵	گاما	پرمه و همکاران	(۱/۱۳۳۸، ۱/۳۹۸۸)
$b_s$	۰/۹	۰/۰۳	گاما	محقق	(۰/۸۱۱۵، ۰/۹۰۵۷)
$\beta$	۰/۹۷	۰/۰۱	بتا	تقی پور	(۰/۹۴۹۹، ۰/۹۸۳۴)
$\eta$	۲/۸۹	۰/۰۵	گاما	توکلیان و جلالی‌نائینی	(۲/۸۲۸۳، ۲/۹۹۱۶)
$F''$	۳/۹۴۳	۰/۰۵	گاما	محقق	(۳/۸۵۴۶، ۴/۰۱۸۹)
$\gamma$	۰/۱۹۱	۰/۰۵	بتا	توکلیان و جلالی‌نائینی	(۰/۱۷۷۷، ۰/۳۵۹۶)
$h$	۰/۳	۰/۰۳	بتا	تقی پور	(۰/۳۷۰۳، ۰/۳۷۰۸)
$\phi_o''$	۰/۱۵	۰/۰۳	بتا	محقق	(۰/۰۹۹۵، ۰/۱۹۵۷)
$\psi$	۰/۴	۰/۰۲	بتا	توکلیان و جلالی‌نائینی	(۰/۳۶۴۷، ۰/۴۳۰۴)
$\rho_{A_o}$	۰/۷۶۱	۰/۰۲	بتا	محقق	(۰/۷۳۴۷، ۰/۷۹۳۱)
$\rho_w$	۰/۲۵۳	۰/۰۲	بتا	توکلیان و جلالی‌نائینی	(۰/۲۰۶۲، ۰/۲۶۸۴)
$\rho_{EX}$	۰/۷	۰/۰۵	بتا	محقق	(۰/۵۶۰۴، ۰/۷۱۹۷)
$\rho_G$	۰/۵	۰/۰۵	بتا	محقق	(۰/۳۱۶۴، ۰/۴۵۹۱)

#### ۱. Hodrick-Prescott Filter

۲. الگوی پژوهش توسط برنامه Dynare و تحت برنامه MATLAB برآورد شده است. توصیه می‌شود جهت مدل‌سازی بهتر به دستنامه Dynare و فایفر (Pfeifer, 2018) مراجعه فرمایید.

#### 3. Prior Distribution

#### 4. Posterior Distribution

توزیع پسین		توزیع پیشین			پارامتر	
بازه ۹۰ درصدی	میانگین	مرجع	توزیع	انحراف معیار		میانگین
(۰/۹۳۳۵, ۰/۹۶۶۳)	۰/۹۴۹۷	محقق	بتا	۰/۰۱	۰/۹۵	$\rho_h$
(۰/۷۵۳۵, ۰/۸۴۰۹)	۰/۷۹۶۸	محقق	بتا	۰/۰۳	۰/۱۸	$\rho_M$
(۰/۹۴۳۴, ۰/۹۷۷)	۰/۹۶۰۱	محقق	بتا	۰/۰۵	۰/۸۱۷	$\rho_\pi$
(۰/۰۶۷۸, ۰/۱۴۳۶)	۰/۱۰۶۴	محقق	بتا	۰/۰۵	۰/۲۲	$\rho_{\pi_o}$
(۰/۱۶۲۹, ۰/۲۹۷۵)	۰/۲۳۰۱	توکلیان و جلالی نائینی	بتا	۰/۰۵	۰/۲۷۶	$\rho_{\pi^*}$
(۰/۳۶۰۶, ۰/۵۲۴۹)	۰/۴۴۲۳	محقق	بتا	۰/۰۵	۰/۴۵	$\rho_\theta$
(۰/۷۸۱۶, ۰/۹۴۱۶)	۰/۸۵۹۸	توکلیان و جلالی نائینی	بتا	۰/۰۵	۰/۸۶	$\rho_w$
(۰/۳۹۰۹, ۰/۵۲۵۱)	۰/۴۵۸	محقق	بتا	۰/۰۵	۰/۵۳۶	$\rho_{\pi_{EX}}$
(-۱/۶۳۹۹, -۱/۸۰۲۸)	-۱/۷۲۱۳	پرمه و همکاران	نرمال	۰/۰۵	-۱/۷۵	$\rho_M^\pi$
(۱/۳۲۷۵, ۱/۴۷۶۸)	۱/۴۰۳	محقق	نرمال	۰/۰۵	۱/۳	$\rho_M^y$
(۰/۵۳۶۸, ۰/۶۷۵۸)	۰/۶۰۶۹	محقق	نرمال	۰/۰۵	۰/۶	$\rho_M^e$
(-۱/۹۹۲۶, -۱/۸۲۸۶)	-۱/۹۰۹۹	تقی پور	نرمال	۰/۰۵	-۱/۹	$\rho_h^{frem}$
(-۱/۱۸۰۶, -۱/۰۱۶۹)	-۱/۰۹۸۷	محقق	نرمال	۰/۰۵	-۱/۱	$\rho_h^\pi$
(۰/۷۱۹۴, ۰/۸۸۲۲)	۰/۷۹۹۸	محقق	بتا	۰/۰۵	۰/۸	$\rho_{I_x}$
(۰/۶۴۹۶, ۰/۸۱۳۸)	۰/۷۳۰۷	محقق	بتا	۰/۰۵	۰/۷۳	$\rho_z$
(۰/۶۱۸۷, ۰/۷۸۲۱)	۰/۷۰۱۱	محقق	بتا	۰/۰۵	۰/۷	$\rho_\xi$
(۱/۲۲۸۱, ۱/۲۶۰۹)	۱/۲۴۴۶	محقق	گاما	۰/۰۱	۱/۲۴۵	$\sigma$
(۰/۷۴۹۳, ۰/۹۲۳)	۰/۸۳۴۷	محقق	بتا	۰/۰۵	۰/۸۵	$\tau$
(۰/۰۵۴۹, ۰/۱۰۴۹)	۰/۰۸۰۲	محقق	بتا	۰/۰۵	۰/۲۵	$\tau_e$
(۰/۶۳۲۲, ۰/۷۸۵۵)	۰/۷۰۹	محقق	بتا	۰/۰۵	۰/۷۵	$\tau_w$
(۳/۱۵۳, ۳/۳۱۶۶)	۳/۲۳۵۴	محقق	گاما	۰/۰۵	۳/۲۵	$\theta_c$
(۵/۲۱۵۷, ۵/۳۸۰۴)	۵/۲۹۸۳	محقق	گاما	۰/۰۵	۵/۳	$\theta_{CG}$
(۰/۱۸۳۶, ۰/۲۱۶۵)	۰/۲۰۰۲	محقق	گاما	۰/۰۱	۰/۲	$\theta_e$
(۱/۷۲۷۸, ۱/۸۹۶۷)	۱/۸۱۷۲	محقق	گاما	۰/۰۵	۱/۸۵	$\theta_l$
(۴/۲۲۹۵, ۴/۳۹۴)	۴/۳۱۱۶	محقق	گاما	۰/۰۵	۴/۳۱۲	$\theta_{I_x}$
(۱/۵۵۲۶, ۱/۶۴۹۵)	۱/۶۰۱۵	محقق	گاما	۰/۰۳	۱/۶	$\theta_{I_G}$
(۰/۲۴۳۵, ۰/۲۷۶۶)	۰/۲۶	محقق	گاما	۰/۰۱	۰/۲۶۵	$\theta_o$
(۰/۴۰۵۳, ۰/۴۳۸۱)	۰/۴۲۱۸	محقق	گاما	۰/۰۱	۰/۴۲	$\theta_y$
(۰/۷۱۷۸, ۰/۷۸۳۵)	۰/۷۵۰۶	محقق	بتا	۰/۰۲	۰/۷۵	$\chi$
(۰/۱۱۴۷, ۰/۱۹۶۵)	۰/۱۵۶۱	محقق	بتا	۰/۰۳	۰/۱۵	$\xi_p$
(۰/۸۰۲, ۰/۸۹۹۷)	۰/۸۴۹۸	محقق	بتا	۰/۰۳	۰/۸۵	$\xi_w$
(۰/۰۱۱, ۰/۰۱۷۶)	۰/۰۱۴۲	توکلیان و جلالی نائینی	گامای معکوس	$\infty$	۰/۰۱	$\sigma_A$
(۰/۱۳۱۵, ۰/۱۸۶۴)	۰/۱۵۸۸	توکلیان و جلالی نائینی	گامای معکوس	$\infty$	۰/۰۱	$\sigma_{EX}$

پارامتر	توزیع پیشین		توزیع پسین	
	میانگین	انحراف معیار	توزیع	مرجع
$\sigma_{c_G}$	۰/۰۱	$\infty$	گامای معکوس	توکلیان و جلالی نائینی
$\sigma_h$	۰/۰۱	$\infty$	گامای معکوس	توکلیان و جلالی نائینی
$\sigma_M$	۰/۰۱	$\infty$	گامای معکوس	توکلیان و جلالی نائینی
$\sigma_{A_o}$	۰/۰۱	$\infty$	گامای معکوس	توکلیان و جلالی نائینی
$\sigma_\pi$	۰/۰۱	$\infty$	گامای معکوس	توکلیان و جلالی نائینی
$\sigma_{\pi_{EX}}$	۰/۰۱	$\infty$	گامای معکوس	توکلیان و جلالی نائینی
$\sigma_{\pi_o}$	۰/۰۱	$\infty$	گامای معکوس	توکلیان و جلالی نائینی
$\sigma_{\pi^*}$	۰/۰۱	$\infty$	گامای معکوس	توکلیان و جلالی نائینی
$\sigma_\theta$	۰/۰۱	$\infty$	گامای معکوس	توکلیان و جلالی نائینی
$\sigma_w$	۰/۰۱	$\infty$	گامای معکوس	توکلیان و جلالی نائینی
$\sigma_{A_X}$	۰/۰۱	$\infty$	گامای معکوس	توکلیان و جلالی نائینی

### سیاست پولی بهینه رمزی

برای به دست آوردن سیاست پولی بهینه رمزی، ابتدا باید معادله سیاست پولی (معادله (۷۸)) در مدل را حذف و تابع زیان بانک مرکزی را به جای آن، تصریح کنیم. در اینجا، فرض می‌کنیم که بانک مرکزی ۶ پیشنهاد سیاستی جهت استفاده در تابع زیان، پیش رو دارد. برای بانک مرکزی یک هدف ضمنی رشد نرخ ارز اسمی (معادله (۹۸)) تعریف می‌کنیم تا در تابع زیان مورد نیاز، از آن استفاده کنیم. سیاست بهینه پولی رمزی، سیاستی است که با اجرای آن، حداقل واریانس برای تعداد بیشتری از متغیرهای تولید، مصرف، رشد نرخ ارز اسمی و تورم محقق شود.<sup>۱</sup> پیشنهاد سیاستی (۱۰۰) و (۱۰۱) بر هدفگذاری تولید، پیشنهاد سیاستی (۱۰۲) و (۱۰۴) بر هدفگذاری تورم و پیشنهاد سیاستی (۱۰۳) بر هدفگذاری نرخ ارز اسمی، تمرکز دارد.

$$\log \xi_t = \rho_\xi \log \xi_{t-1} + \varepsilon_{ht}, \quad \varepsilon_{ht} \sim i.i.d. \cdot N\left(0, \sigma_h^2\right) \quad (98)$$

$$L_1 = \cdot / \delta \sum_{i=0}^{\infty} \frac{1}{3} \left( y_t^2 + (\pi_t - \bar{\pi}_t)^2 + (h_t - \xi_t)^2 \right) \quad (99)$$

$$L_2 = \cdot / \delta \sum_{i=0}^{\infty} \left( \cdot / 75 * y_t^2 + \cdot / 25 * (\pi_t - \bar{\pi}_t)^2 \right) \quad (100)$$

۱. واریانس حداقل هر متغیر، با فونت بزرگتر در جداول مقایسه سیاست پولی بهینه رمزی، مشخص شده است.



$$L_{\gamma} = \cdot / \delta \sum_{i=0}^{\infty} \left( \cdot / \delta * y_t^{\gamma} + \cdot / \gamma \delta (\pi_t - \bar{\pi}_t)^{\gamma} + \cdot / \gamma \delta (h_t - \xi_t)^{\gamma} \right) \quad (101)$$

$$L_{\varphi} = \cdot / \delta \sum_{i=0}^{\infty} \left( \cdot / \gamma \delta y_t^{\varphi} + \cdot / \gamma \delta (\pi_t - \bar{\pi}_t)^{\varphi} \right) \quad (102)$$

$$L_{\delta} = \cdot / \delta \sum_{i=0}^{\infty} \left( \cdot / \gamma \delta y_t^{\delta} + \cdot / \gamma \delta (\pi_t - \bar{\pi}_t)^{\delta} + \cdot / \delta * (h_t - \xi_t)^{\delta} \right) \quad (103)$$

$$L_{\epsilon} = \cdot / \delta \sum_{i=0}^{\infty} \left( \cdot / \gamma \delta y_t^{\epsilon} + \cdot / \delta (\pi_t - \bar{\pi}_t)^{\epsilon} + \cdot / \gamma \delta (h_t - \xi_t)^{\epsilon} \right) \quad (104)$$

خلاصه آثار سیاست‌های پولی پیشنهادی را برای الگوی پایه (خانوار ریکاردویی) در جدول ۴ مشاهده می‌کنید. بنابر جدول ۴، با توجه به اینکه تابع زیان شماره ۴، حداقل واریانس را برای تورم و مصرف محقق می‌سازد، به عنوان سیاست پولی بهینه رمزی، الگوی پایه انتخاب می‌شود.<sup>۱</sup>

جدول ۴. مقایسه سیاست‌های پولی پیشنهادی در الگوی پایه

واریانس			مقدار تابع زیان	سیاست پیشنهادی
مصرف	رشد نرخ ارز	تورم		
۰/۰۳۲۴۵۳	۰/۰۰۰۱۲	۰/۰۰۰۱۳۶	۰/۰۰۰۱۲۲	۱
۰/۰۳۲۴۴	۰/۰۰۳۹۳۶	۰/۰۰۰۰۳۷	۰/۰۰۰۰۰۲	۲
۰/۰۳۲۴۴۸	۰/۰۰۰۱۴۸	۰/۰۰۰۱۴۱	۰/۰۰۰۰۰۶	۳
۰/۰۳۱۹۳۶	۰/۰۰۳۹۴۸	۰/۰۰۰۰۳۳	۰/۰۰۰۱۳۸	۴
۰/۰۳۲۷۵۴	۰/۰۰۰۱۱۷	۰/۰۰۰۱۳۹	۰/۰۰۰۱۹۶	۵
۰/۰۳۲۲۳۱	۰/۰۰۰۱۳۱	۰/۰۰۰۱۲۶	۰/۰۰۰۱۵۵	۶

برای انتخاب سیاست پولی بهینه سناریوی ۱، به جدول ۵ و برای سناریوی ۲ به جدول ۶ مراجعه شود.

۱. نتایج تابع زیان، فقط جهت اطلاع نوشته شده است و کاربرد دیگری ندارد.

جدول ۵. مقایسه سیاست‌های پولی پیشنهادی در سناریوی ۱ ( $\lambda_1 = 0/2$ )

سیاست پیشنهادی	مقدار تابع زیان	واریانس		
		تولید	تورم	رشد نرخ ارز
۱	۰/۰۰۳۶۱۵	۰/۰۰۰۱۹۵	۰/۰۰۰۰۸۱	۰/۰۰۰۲۵۱
۲	۰/۰۰۲۳۴۵	۰/۰۰۰۰۳۵	۰/۰۰۰۰۱۱۰	۰/۰۰۰۲۱۱۶
۳	۰/۰۰۲۸۵۳	۰/۰۰۰۰۸۵	۰/۰۰۰۰۸۰	۰/۰۰۰۲۵۵
۴	۰/۰۰۵۶۵۲	۰/۰۰۰۰۷۷۶	۰/۰۰۰۰۲۰۱	۰/۰۰۰۲۹۵۰
۵	۰/۰۰۲۹۰۷	۰/۰۰۰۰۲۸۸	۰/۰۰۰۰۸۳	۰/۰۰۰۰۲۴۳
۶	۰/۰۰۴۸۷۴	۰/۰۰۰۰۴۲۲	۰/۰۰۰۰۹۰	۰/۰۰۰۰۲۷۵

در جدول ۶، سیاست‌های پیشنهادی ۲ و ۵ دارای حداقل واریانس در دو متغیر هستند. برای انتخاب سیاست پیشنهادی بهینه، واریانس متغیرهای هر سیاست را با هم جمع می‌کنیم. هر سیاستی که مجموع واریانس پایین‌تری داشت، به عنوان سیاست پولی بهینه انتخاب می‌شود. این رقم برای سیاست ۲، ۰/۲۶۸۲۶۱ و برای سیاست ۵، ۰/۲۸۱۰۱۹ است. بنابراین، سیاست ۲ به عنوان سیاست پولی بهینه رمزی انتخاب می‌شود.

جدول ۶. مقایسه سیاست‌های پولی پیشنهادی در سناریوی ۲ ( $\lambda_2 = 0/4$ )

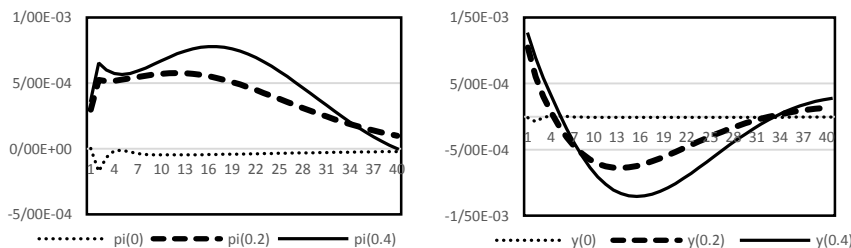
سیاست پیشنهادی	مقدار تابع زیان	واریانس		
		تولید	تورم	رشد نرخ ارز
۱	۰/۰۰۳۱۴۹	۰/۰۰۰۰۳۴۹	۰/۰۰۰۰۷۵	۰/۰۰۰۰۴۵۸
۲	۰/۰۰۱۸۳۹	۰/۰۰۰۰۷۴	۰/۰۰۰۰۲۷۶	۰/۰۰۰۲۹۴۴
۳	۰/۰۰۲۵۵۸	۰/۰۰۰۰۱۷۸	۰/۰۰۰۰۸۴	۰/۰۰۰۰۵۲۲
۴	۰/۰۰۴۱۵۱	۰/۰۰۰۰۹۹۳	۰/۰۰۰۰۳۲۲	۰/۰۰۰۳۱۰۱
۵	۰/۰۰۲۶۳۷	۰/۰۰۰۰۵۳۸	۰/۰۰۰۰۶۵	۰/۰۰۰۰۳۹۱
۶	۰/۰۰۴۰۳۸	۰/۰۰۰۰۵۷۶	۰/۰۰۰۰۸۳	۰/۰۰۰۰۵۰۳

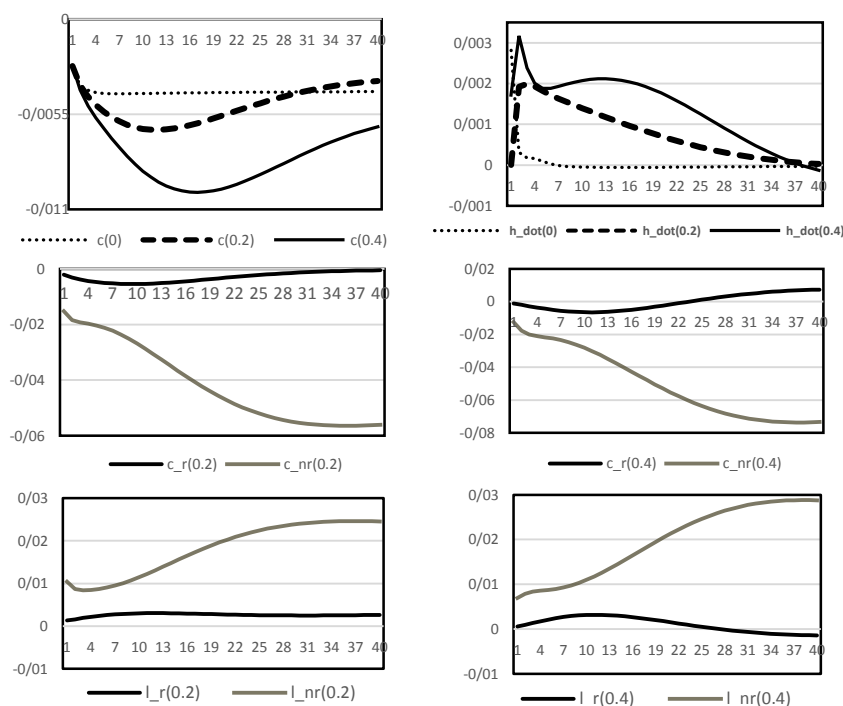
مطابق جداول ۴ تا ۶، هر قدر نسبت خانوار غیرریکاردویی بیشتر می‌شود، سیاست پولی بهینه رمزی، به هدفگذاری بیشتر بخش حقیقی اقتصاد متمایل و از هدفگذاری بخش پولی، دور می‌شود و

به این معنی است که فرض همگنی خانوارها از طرفی، الگو را ساده می‌سازد اما از طرف دیگر، باعث انحراف پژوهشگر از واقعیت می‌شود. بنابراین، باید از فرض همگنی خانوارها، تا حد امکان دوری جست. حال به بررسی این موضوع می‌پردازیم که انتخاب سیاست پیشنهادی شماره ۴، چه تبعاتی برای اقتصاد در پی دارد؟ برای این منظور، عکس‌العمل متغیرهای کلان اقتصاد (تولید، تورم، رشد نرخ ارز اسمی و مصرف) را نسبت به شوک‌های کاهش قیمت نفت، افزایش سطح قیمت جهانی، شوک رشد پایه پولی و شوک رشد نرخ ارز اسمی در الگوی پایه و سناریوی ۱ و ۲ می‌سنجیم.

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌کنید، در الگوی پایه با کاهش قیمت نفت، تولید کشور کاهش محسوسی ندارد؛ زیرا دولت با افزایش فروش نفت (در قالب انرژی به خانوارها و بنگاه‌های داخلی و نیز در قالب صادرات نفتی به خارج)، اثر کاهش درآمد تولید نفت را پوشش داده است؛ اما در سناریوی ۱ و ۲، تولید کشور، هم از طریق افزایش فروش نفت توسط دولت، هم از کانال افزایش نرخ ارز، افزایش می‌یابد. افزایش نرخ ارز در میان مدت، باعث کاهش تولید و در بلندمدت، با کاهش واردات، باعث مثبت شدن تراز تجاری و نیز با جایگزینی کالاهای واسطه‌ای داخلی در تولید، تولید کل کشور افزایش می‌یابد. افزایش نرخ ارز در الگوی پایه توسط خانوارها، موقتی تلقی می‌شود و تأثیری بر تورم ندارد؛ اما در سناریوی ۱ و ۲، افزایش نرخ ارز، به افزایش تورم می‌انجامد. ناطمینانی ایجاد شده در بین خانوارها، باعث افزایش مانده حقیقی ارز خارجی در بین خانوارها شده است؛ به طوری که بانک مرکزی با وارد کردن فشار زیاد و پیوسته بر ذخایر ارزی، از مقدار آن می‌کاهد و تقریباً تمام ذخایر کاهش یافته در قالب مانده حقیقی ارز خارجی نزد خانوارها نگهداری می‌شود.

شکل ۱. عکس‌العمل تولید، تورم، رشد نرخ ارز اسمی، مصرف کل، کار کردن و مصرف خانوارهای ریکاردوئی و غیرریکاردوئی به ۰/۰۱ شوک منفی قیمت نفت





از طرفی خانوار ریکاردویی با سرمایه‌گذاری و نگهداری ارز، مصرف و مطلوبیت را در طول زمان بهینه‌سازی می‌کند ولی این امکان برای خانوار غیرریکاردویی، میسر نیست. از طرف دیگر، خانوار ریکاردویی با بهینه کردن دستمزد خود، امکان کاهش اثر تورم بر بودجه خود را دارد ولی خانوار غیرریکاردویی، تنها امکان تعدیل دستمزد خود را با تورم دوره قبل دارد و از این جهت، از لحاظ مصرفی، به شدت در تنگنا قرار می‌گیرد. برای جبران رفاه از دست رفته در هر دو سناریو، خانوار غیرریکاردویی در مقایسه با خانوار ریکاردویی، هم بیشتر کار می‌کند و هم، بیشتر از مصرف خود می‌کاهد. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌کنید، در قبال شوک تورم خارجی با توجه به هدفگذاری تورمی در الگوی پایه، تغییری در تورم رخ نمی‌دهد اما در سناریوی ۱ و ۲، شوک تورم خارجی، باعث افزایش تورم از طریق تغییر در 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 در نرخ ارز در کوتاه‌مدت، فشار زیادی بر ذخایر ارزی ایجاد می‌کند. 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. از این رو، تقاضا برای ارز و به تبع آن، نرخ ارز افزایش می‌یابد.

بانک مرکزی جهت مقابله با این وضعیت، با یک سیاست انقباضی سعی در افزایش ارزش پول ملی و کاهش تورم می‌کند ولی به دلیل کسری بودجه بخش دولتی، به ناچار با یک سیاست انبساطی، پایه پولی را افزایش می‌دهد که نهایتاً به افزایش تورم می‌انجامد. افزایش نرخ ارز در میان‌مدت، از طریق کاهش کالای سرمایه‌ای وارداتی، به کاهش تولید می‌انجامد.

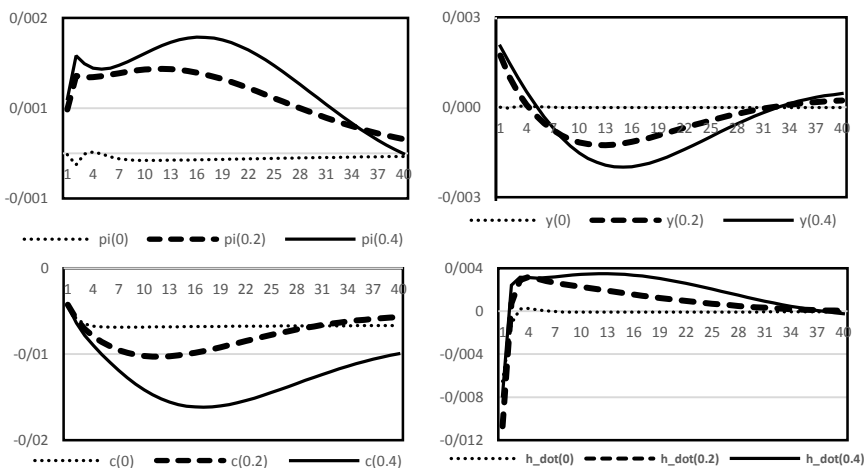
دولت نیز در جهت کاهش کسری بودجه، از سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی می‌کاهد ولی برای افزایش رفاه خانوارها، هزینه کالای مصرفی عمومی را افزایش می‌دهد. با کاهش واردات، افزایش تقاضا برای کالای داخلی به افزایش سرمایه‌گذاری داخلی، افزایش سرانه کار و تولید ملی در بلندمدت می‌انجامد.

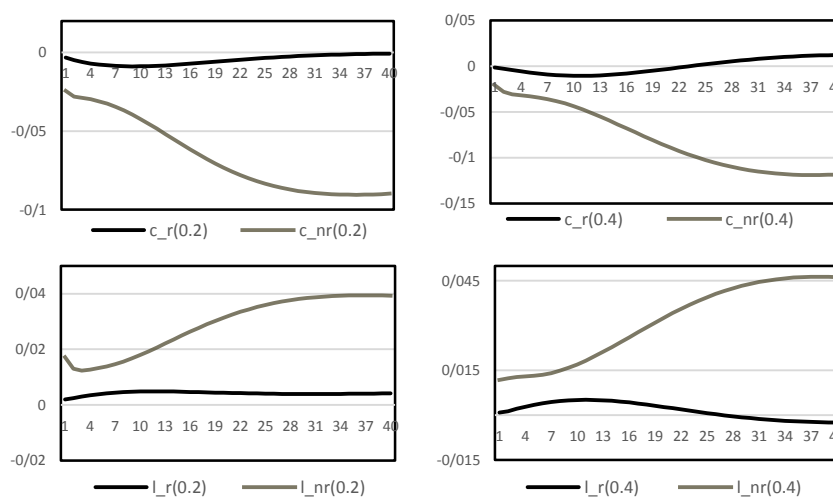
در این بخش نیز خانوار غیرریکاردویی، هم به علت ناتوانی در بهینه‌یابی دستمزد و هم، به علت محدودیت بودجه در سرمایه‌گذاری، نگهداری ارز و جابه‌جایی مصرف در طول زمان، به‌رغم کار بیشتر، دستمزد و مصرف کمتری را خواهد داشت، ولی خانوار ریکاردویی می‌تواند با بهینه‌یابی دستمزد، به دستمزد بالاتری برسد و با کار بیشتر و سرمایه‌گذاری، از شدت کم شدن مصرف خود بکاهد.

شوک افت قیمت نفت و افزایش تورم خارجی، به عکس‌العمل‌های یکسانی در متغیرهای مصرف، تورم و تولید در الگوی پایه و سناریوی ۱ و ۲ می‌انجامد. در الگوی پایه و در کوتاه‌مدت، با وقوع شوک افت قیمت نفت، منابع ارزی کشور جهت مدیریت بازار ارز کاهش می‌یابد و به افزایش نرخ ارز منجر می‌شود اما در هنگام وقوع شوک تورم خارجی، بانک مرکزی با کاهش نرخ ارز، سعی در کنترل تورم دارد.

شکل ۲. عکس‌العمل تولید، تورم، رشد نرخ ارز اسمی، مصرف کل، کار کردن و مصرف

خانوارهای ریکاردویی و غیرریکاردویی به ۰/۰۱ شوک تورم خارجی

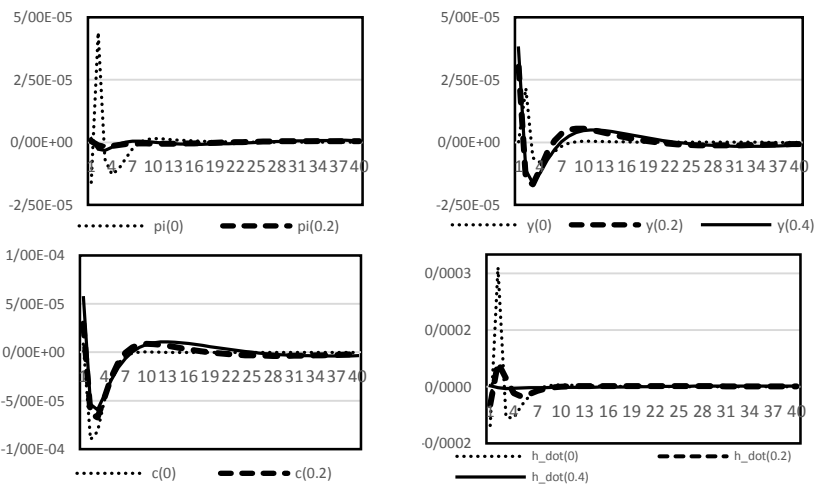


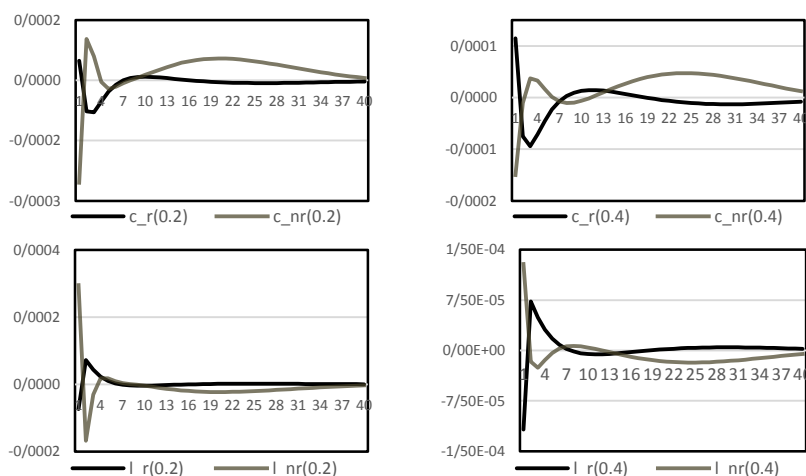


مطابق شکل ۳، در الگوی پایه، شوک منفی تقاضای پول، باعث کاهش نرخ بهره و افزایش تورم می‌گردد. این امر، از طرفی باعث می‌شود سیاستگذار پولی با یک سیاست انقباضی در عرضه پول، اثرات آن را خنثی کند که موجب کاهش تورم، افزایش ارزش پول داخلی و کاهش نرخ ارز اسمی می‌شود و کاهش نرخ ارز اسمی، خالص صادرات را کاهش می‌دهد.

شکل ۳. عکس‌العمل تولید، تورم، رشد نرخ ارز اسمی، مصرف کل، کار کردن و

مصرف خانوارهای ریکاردوئی و غیرریکاردوئی به ۰/۱ شوک منفی تقاضای پول





در الگوی پایه، کاهش نرخ بهره، موجب افزایش مصرف و سرمایه‌گذاری خانوار و در نهایت، افزایش تولید می‌شود. بنابراین، انتظار می‌رود که اثر کاهش خالص صادرات با افزایش تقاضای مصرف و سرمایه‌گذاری خنثی گردد و در مرحله نخست، اثر ناچیزی بر تولید داشته باشد. در مراحل بعد و با افزایش نرخ بهره، سرمایه‌گذاری و به تبع آن تولید، تولید نهایی نیروی کار و دستمزد، کاهش می‌یابد که به کاهش مصرف می‌انجامد. در مجموع، چون شوک از مجرای پولی به اقتصاد وارد شده، و بانک مرکزی نیز هدفگذاری تورمی را ملاک عمل خود قرار داده است، انتظار می‌رود، اثرات این شوک در قسمت حقیقی و پولی در بازه زمانی کوتاهی میرا شود که در نمودارهای مربوط، می‌توان آن را مشاهده کرد.

در سناریوی ۱ و ۲، با وقوع شوک و کاهش نرخ بهره، سرمایه‌گذاری و تولید افزایش می‌یابد و در ادامه، به علت عکس‌العمل انقباضی بانک مرکزی در مواجهه با شوک منفی تقاضای پول، نرخ بهره افزایش می‌یابد که در پی آن، موجب کاهش تولید می‌گردد. با افزایش جمعیت خانوار غیرریکاردویی، شکل عکس‌العمل تولید و مصرف به هم نزدیکتر می‌شود. این امر هم، به دلیل بودجه خانوار غیرریکاردویی است که تمام درآمد خود را مصرف می‌کند و امکان پس‌انداز و سرمایه‌گذاری ندارد. همچنین هر قدر به جمعیت خانوار غیرریکاردویی افزوده می‌شود، اثرگذاری این شوک بر متغیرهای پولی کمتر می‌گردد که با توجه به کم شدن خانوارهای ریکاردویی و کاهش نگهداری مانده حقیقی پول و ارز در اقتصاد، پیش‌بینی دور از انتظاری نیست.

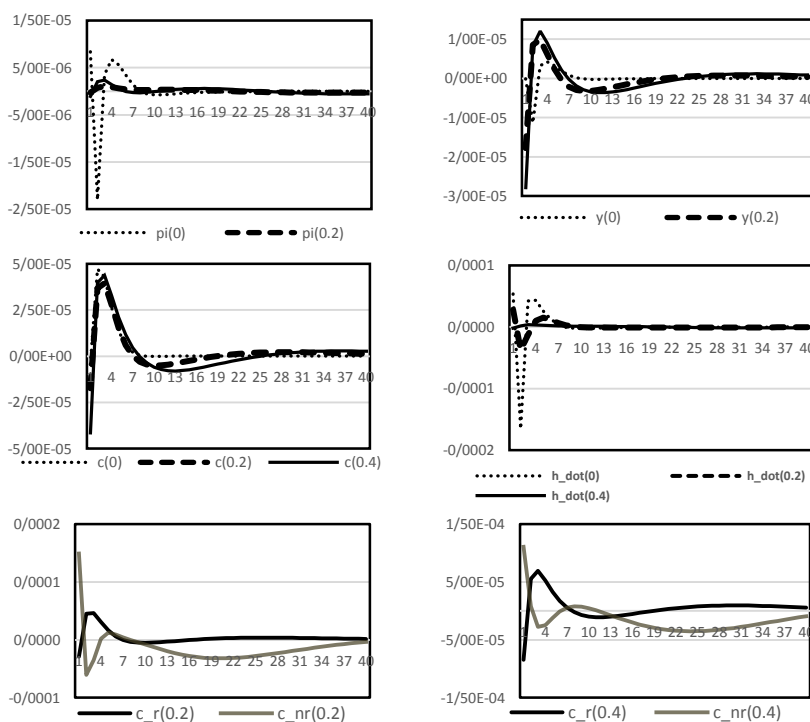
همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌کنید، در الگوی پایه، افزایش نرخ ارز در ابتدا تأثیر خاصی بر تولید و مصرف ندارد و فقط باعث افزایش تورم و نرخ ارز اسمی می‌شود. اما در سناریوی ۱ و ۲ به علت کاهش در مصرف، مقدار تولید نیز کاهش یافته است. برای کم کردن اثر افزایش نرخ ارز، بانک

مرکزی با یک سیاست انقباضی، پول داخلی را تقویت می‌کند. این امر، موجب فروش ارز توسط خانوارها و خرید ارز توسط بانک مرکزی می‌شود؛ اما بانک مرکزی در دوره‌های بعد با افزایش عرضه ارز، نرخ ارز را کاهش می‌دهد و به دنبال آن، تورم کاهش می‌یابد و با کم شدن نرخ ارز حقیقی، مصرف و واردات افزایش و تولید کاهش پیدا می‌کند.

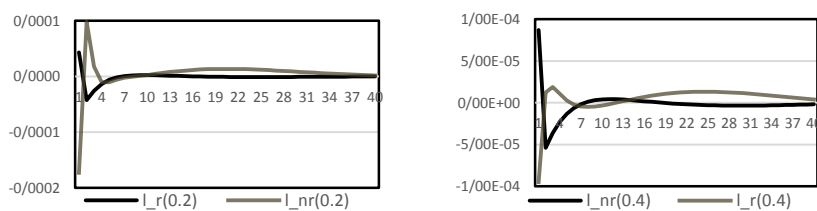
با کاهش تورم و فروکش کردن انتظارات تورمی، سود انتظاری سرمایه‌گذاری و سرمایه‌گذاری افزایش می‌یابد و در نهایت، به افزایش تولید می‌انجامد. نکته قابل توجه در شکل مصرف، این است که به علت وجود چسبندگی در وضعیت دستمزد خانوار غیرریکاردویی در سناریو ۱ و ۲، شکل عکس‌العمل مصرف با وقفه، شبیه شکل مصرف الگوی پایه است و به معنی تأخیر در تخلیه اثر شوک نرخ ارز می‌باشد.

#### شکل ۴. عکس‌العمل تولید، تورم، رشد نرخ ارز اسمی، مصرف کل، کار کردن و

##### مصرف خانوارهای ریکاردوئی و غیرریکاردوئی به ۰/۰۱ شوک رشد نرخ ارز اسمی







در پایان تأکید می‌شود، اگر با فرض همگنی خانوارها، سیاست پولی بهینه تعهدی انتخاب شود، نتایج نشان می‌دهد که عکس‌العمل متغیرهای کلان به شوک‌های الگو در الگوی پایه، به طور کلی، دارای میانگین و واریانس کمتری نسبت به عکس‌العمل متغیرهای کلان به شوک‌های الگو تحت سناریوی ۱ و ۲ بوده، همچنین بیشتر نوسانات عکس‌العمل متغیرهای کلان تحت سناریوی ۱ و ۲ مربوط به خانوار غیرریکاردویی است.

این موارد، به وضوح در توابع واکنش آنی متغیرهای کلان کشور (مصرف کل، تولید، تورم و رشد نرخ ارز اسمی) و حتی متغیرهای خرد (مصرف و کارکردن خانوارها) ذیل هر شوک مشخص است. از این رو، خانوار غیرریکاردویی، بیشتر در معرض آسیب‌های ناشی از شوک‌ها قرار دارد که می‌باید مورد توجه سیاستگذاران قرار گیرد و ممکن است که عملاً برخی سیاست‌های اقتصادی (به عنوان مثال هدفگذاری تورمی) را با شکست مواجه سازد.

### نتیجه‌گیری

در این پژوهش، اثرات نادیده گرفتن خانوار غیرریکاردویی بر انتخاب سیاست پولی بهینه رمزی و تورش عکس‌العمل‌های متغیرهای کلان نسبت به شوک‌های مختلف، بررسی گردید؛ که نه تنها ناهمبسته بودن انتخاب هدفگذاری تورمی به عنوان هدف اصلی بانک مرکزی نشان داده شد، بلکه سعی گردید تا یکی از علل گرایش به این انتخاب، در سیاستگذاری پولی ریشه‌یابی شود. انتخاب هدفگذاری تورمی، می‌تواند معلول الگوسازی نامناسب برای اقتصاد ایران باشد.

نتایج پژوهش، نشان می‌دهد که با بیشتر شدن جمعیت خانوار غیرریکاردویی جامعه (خانوارهایی که امکان پس انداز و سرمایه‌گذاری ندارند)، در تابع هدف بانک مرکزی، باید بیشترین وزن به هدفگذاری بخش حقیقی اقتصاد اختصاص یابد و از وزن هدفگذاری تورمی کاسته شود. نتایج همچنین نشان می‌دهد، در صورتی که در الگو از فرض ساده‌ساز همگنی خانوارها استفاده شود، در قبال شوک افت قیمت نفت، شوک کاهش تقاضای پول و شوک افزایش تورم خارجی، عکس‌العمل بخش تولید و مصرف در سناریوی ۱ و ۲، اختلاف معناداری با الگوی پایه دارند؛ اما بخش مصرف و تولید در پاسخ به شوک افزایش نرخ ارز اسمی، تقریباً عکس‌العمل مشابهی در ۳ الگو دارند. عکس‌العمل تورم و رشد نرخ ارز اسمی در قبال شوک افت قیمت نفت، شوک نرخ ارز اسمی و شوک افزایش تورم خارجی، در

الگوی پایه، وضعیت مساعدتری را نسبت به سناریوی ۱ و ۲ نشان می‌دهد که به نظر می‌رسد، با واقعیت فاصله دارد.

در پایان، موارد زیر پیشنهاد می‌شود:

۱. بنا به گفته استیگلitz (Stiglitz, 2018)، به نظر می‌رسد فروض ساده‌ساز در الگوها می‌تواند واقعیت را دستخوش تغییر، و اطمینان کاذبی را نسبت به جواب‌های مدل در پژوهشگر به وجود آورد. بنابراین انتظار می‌رود، پژوهشگران از فروض ساده‌ساز حتی‌المقدور اجتناب نمایند و با بسط مدل و سعی در منعکس کردن واقعیات در مدل، از نتایجی که ممکن است مسیر تحقیق را منحرف کند، احتراز نمایند.

۲. اجرای سیاست پولی بهینه رمزی ذیل نظام ارزی شناور مدیریت شده، پیش‌نیازها و الزاماتی دارد که بانک مرکزی فاقد آن است، اما طبق اسناد بالادستی، باید به سمت آنها حرکت کند. به عنوان مثال، بانک مرکزی ابتدا باید اعتبار خود را در بین سایر عاملان اقتصادی بالا ببرد و به تعهدات خود پایبند باشد؛ اما ناکارآمدی بانک مرکزی در مدیریت بازار ارز که ممکن است به علت اجرا کردن نظام ارزی قفل‌خزنده به جای شناور مدیریت شده و ناکافی بودن منابع ارزی کشور باشد، سبب شده تا عاملان اقتصادی، رویکرد بانک مرکزی به تعهدات اعلام شده را صلاح‌دیدگی بدانند. بنابراین، اگر بانک مرکزی بخواهد سیاست پولی رمزی را در دستور کار قرار دهد، می‌باید پایبندی خود را به تورم، نرخ ارز و سایر سیاست‌های اعلامی در کوتاه‌مدت و میان‌مدت اثبات کند.

۳. موضوع بعدی، حرکت به سمت استقلال بیشتر بانک مرکزی است. بانک مرکزی جهت نیل به اهداف اعلامی خود، باید از سلطه دولت خارج شود تا بتواند اهداف بلندمدت، میان‌مدت و کوتاه مدت خود را بدون فشار و مستقل از وضعیت بودجه دولت دنبال کند.<sup>۱</sup>

۴. به دلیل عدم امکان سرمایه‌گذاری و نیز تعدیل‌های نابهینه دستمزد برای خانوار غیرریکاردویی، این بخش از عاملان اقتصادی در قبال شوک‌های مختلف، آسیب‌پذیری بالایی دارند. از این رو، پیشنهاد می‌شود تا سیاستگذاران کلان اقتصادی با وضع مالیات و پرداخت‌های متناسب و یا سایر ابزارهای لازم، در جهت کمتر کردن رفاه از دست‌رفته این خانوارها، اقدامات حمایتی لازم را مبذول نمایند.

۱. در این زمینه پژوهش‌های بسیاری انجام شده است که موضوع پژوهش حاضر نیست، لذا از برشمردن آنها اجتناب می‌شود.

## منابع و مأخذ

- احسانی، محمدعلی؛ کشاورز، هادی و کشاورز، مسعود (۱۳۹۶). تاثیر سیاست‌های پولی و مالی بر نوسانات اشتغال با تاکید بر اشتغال بخش خصوصی. *فصلنامه پژوهش و رشد اقتصادی*، دوره ۷، شماره ۲۶. ۱۲۴-۱۱۳.
- بوستانی، رضا (۱۳۹۱). سیاست‌گذاری پولی بهینه در اقتصاد ایران. *پژوهش‌های پولی-بانکی*، شماره ۱۲، ۱۲۶-۱۰۱.
- پرمه، زورار؛ قربانی، محمد؛ توکلیان، حسین و شاهنوشی فروشانی، ناصر (۱۳۹۵). بررسی اثر تکانه های اقتصادی بر متغیرهای کلان بخش کشاورزی با استفاده از مدل تعادل عمومی پویای تصادفی. *فصلنامه پژوهش‌های بازرگانی*، شماره ۸۰، ۱۱۸-۷۵.
- 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(۶۱)، <https://dx.doi.org/10.22054/joer.2016.5290>.
- توکلیان، حسین و جلالی نائینی، سیداحمدرضا (۱۳۹۶). سیاست‌گذاری پولی و ارزی صلاح‌دیدگی و بهینه در یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی برآورد شده برای اقتصاد ایران. *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، سال بیست و دوم، شماره ۷۰، ۹۸-۳۳.
- توکلیان، حسین و صارم، مهدی (۱۳۹۶). الگوهای DSGE در نرم افزار Dynare (الگوسازی، حل و برآورد مبتنی بر اقتصاد ایران). انتشارات پژوهش‌گده پولی بانکی، ویرایش اول.
- جعفری صمیمی، احمد، توکلیان، حسین، حاجی کرمی، مرضیه (۱۳۹۶). ارزیابی سیاست‌های پولی در شرایط شوک نرخ ارز: رویکرد MDSGE. *فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی ایران*، شماره ۲۳(۶)، صص ۳۴-۱.
- جعفری صمیمی، احمد؛ طهرانچیان، امیرمنصور؛ ابراهیمی، ایلناز و بالونژاد نوری، 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 علمی مطالعات اقتصادی کاربردی ایران*، سال سوم، شماره ۱۰، ۳۲-۱.
- جوان، مورشین، افشاری، زهرا و توکلیان، حسین (۱۳۹۷). سیاست پولی بهینه و بازار کار: یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی. *فصلنامه مطالعات کاربردی اقتصاد ایران*، دوره ۷، شماره ۲۵، ۲۵-۱.

خیابانی، ناصر و امیری، حسین (۱۳۹۳). جایگاه سیاست پولی و مالی ایران با تأکید بر بخش نفت با استفاده از مدل‌های DSGE. *پژوهشنامه اقتصادی*، سال چهاردهم پاییز، شماره ۳ (پیاپی ۵۴). ۱۳۳-۱۷۳.

ذهابی، 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*، جلد ۲۵، شماره ۸۳، ۱۸۱-۱۴۵.

ربیع همدانی، هستی و پدرام، مهدی (۱۳۹۳). اثر ثروت و فشار هزینه ناشی از شوک قیمت نفت در اقتصاد ایران: یک رویکرد نوکینزی. *فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، شماره ۲۲، ۲۴۶-۲۲۳. رفیعی، ثریا، امامی، کریم و غفاری، فرهاد. (۱۳۹۸). تاثیر سیاست‌های پولی بر عملکرد بانک‌ها با استفاده از مدل تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE). *پژوهشنامه اقتصادی*، دوره ۱۹، شماره ۷۲، بهار، ۳۶-۱.

صلوی تبار، شیرین و شیرین بخش، شمس‌الله (۱۳۹۳). بررسی قاعده سیاست پولی بهینه در یک اقتصاد باز کوچک در دو رژیم نرخ ارز شناور و شناور مدیریت شده. *اقتصاد و الگوسازی*، شماره ۱۳، ۸۰-۶۱.

صمدی، ع. و اوجی‌مهر، س. (۱۳۹۴). بررسی ماندگاری سکون و تورم در ایران. مقایسه دو الگوی چسبندگی هیبرید و چسبندگی اطلاعات. *فصلنامه تحقیقات و مدل‌سازی اقتصادی*، شماره ۱۹، ۴۱-۷۲.

فرجی، مریم و افشاری، زهرا (۱۳۹۴). شوک قیمت نفت و نوسانات اقتصادی ایران در چارچوب اقتصاد باز کینزی جدید. *فصلنامه پژوهش‌های بازرگانی*. دوره ۱۹، شماره ۷۶-۱۱۴-۸۳. مشهدی‌زاده، فاطمه، پیرایی، خسرو، اکبری مقدم، بیت‌الله و زارع، هاشم (۱۳۹۸). سیاست پولی و درجه گذر نرخ ارز ایران. *فصلنامه علمی مطالعات اقتصادی کاربردی ایران*. سال هشتم، شماره ۳۰، ۲۵-۵۵.

همتی، مریم؛ پدرام، مهدی و توکلیان، حسین (۱۳۹۵). نقش اطلاعات چسبیده در پویایی‌های تورم در اقتصاد ایران. *پژوهشنامه اقتصادی*، شماره ۶۰، ۱۵۲-۱۰۷.

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*, No. 113 ;1-45.

Data.imf.org

Databank.worldbank.org

- De Walque, G.; Smets, F. & Wouters, R. (2005). "An Estimated TwoCountry DSGE Model for the Euro Area and the US Economy". ECB mimeo. [https://www.snb.ch/n/mmr/reference/sem\\_2006\\_08\\_de\\_walque/source/sem\\_2006\\_08\\_de\\_walque.n.pdf](https://www.snb.ch/n/mmr/reference/sem_2006_08_de_walque/source/sem_2006_08_de_walque.n.pdf)
- Erceg, C.J.; Henderson, D.W. & A.T. Levin (2000). "Optimal Monetary Policy with Staggered Wage and Price Contracts", *Journal of Monetary Economics*, No. 46; 281-313.
- Felices, G.& Tuesta, V. (2013). "Monetary Policy in a Dual Currency Environment. *Applied Economics*." <http://dx.doi.org/1080/10/2013/00036846.804165>
- Medina, J. and C. Soto (2005). Oil Shocks and Monetary Policy in an Estimated DSGE Model for a Small Open Economy, *Central Bank of Chile*, W.P. No. 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*, No. 9(1); 35-70.
- Stiglitz, J. E. (2018). "Where modern macroeconomics went wrong". *Oxford Review of Economic Policy*, 34(1-2); 70-106. [www.TSD.CBI.ir](http://www.TSD.CBI.ir)