فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران/ سال بیست‌ودوم/ شماره ۷۰/ بهار ۱۳۹۶/ صفحات ۹۸-۳۳

سیاست‌گذاری پولی و ارزی صلاحدیدی و بهینه در یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی برآورد شده برای اقتصاد ایران

حسین توکلیان[۱]

سیداحمدرضا جلالی نائینی[۲]

تاریخ ارسال: ۱۳۹۴/۹/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۱۶

چکیده

تعادل اقتصاد کلان هم به رفتار کنونی و هم به رفتار آتی سیاست‌گذار پولی بستگی دارد. براساس این، سیاست‌گذار می‌تواند با تعیین یک قاعده مشخص در سیاست‌گذاری پولی و التزام به آن انتظارات کارگزاران اقتصادی را مدیریت کند. ادبیات بسیار گسترده‌ای در اقتصاد پولی بر انگیزه‌های بانک مرکزی در هنگام تعیین ابزارها و اهداف خود متمرکز شده‌اند. برمبنای این ادبیات، در این مطالعه بر آنیم تا با معرفی یک الگوی تعادلی عمومی پویای تصادفی برای یک اقتصاد باز کوچک نوعی برای اقتصاد ایران تأثیر دو نوع سیاست‌گذاری صلاحدیدی یا التزام به اهداف یا همان سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی را برای اقتصاد ایران بررسی کنیم. برای این منظور، الگوی پیشنهادی برمبنای ادبیات موجود طراحی شده و در هر بخش تعدیل‌های لازم برای همخوانی بیشتر الگو با شرایط اقتصاد ایران صورت گرفته است. نتایج الگو حاکی از آن است که در صورت التزام سیاست‌گذار پولی به اهداف سیاستی خود قادر خواهد بود تا نوسانات نرخ تورم را کنترل کند، اما در صورت اعمال سیاست صلاحدیدی به دلیل عدم توانایی در مدیریت انتظارات مردم حتی با وجود در اختیار داشتن دو ابزار کنترل رشد پایه پولی و نرخ ارز اسمی تورش و نوسانات بالاتری را در نرخ تورم ایجاد خواهد کرد.

واژگان کلیدی: سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی، سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی، اقتصاد ایران، الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی.

طبقه‌بندی JEL: *E52، E58، E41.*

۱- استادیار دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی (نویسنده مسؤول)، پست الکترونیکی:
hossein.tavakolian@atu.ac.ir

۲- دانشیار مؤسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه ریزی، پست الکترونیکی:
ahmad_jalali@hotmail.com

۱- مقدمه

تعادل اقتصاد کلان هم به رفتار کنونی و هم به رفتار آتی سیاست‌گذار پولی بستگی دارد. اگر سیاست‌گذار پولی متعهد به یک قاعده سیاستی باشد، این قاعده می‌تواند برای تعیین انتظارات عقلایی اقدام‌های آتی سیاست‌گذار استفاده شود. در واقع، سیاست‌گذار می‌تواند با بهینه‌یابی تابع هدف خود نسبت به وضعیت اقتصاد، به قاعده‌ای دست یابد که در صورت التزام به آن، قادر به تأثیرگذاری بر انتظارات مردم باشد، اما به علت وجود ناسازگاری بین زمانی تضمینی وجود ندارد که سیاست‌گذار در دوره‌های آتی تبعیت از این قاعده را مطلوب ببیند. در واقع، ممکن است سیاست‌گذار به این نتیجه برسد که در صورت التزام کارگزاران خصوصی به انتظاراتی که از تبعیت بانک مرکزی از این قاعده حاصل شده است، انحراف از قاعده بهینه باشد.

هرچند بنگاه‌ها و کارگران با تعیین نرخ دستمزد و قیمت‌ها برمبنای انتظاراتی که از نحوه سیاست‌گذاری پولی حاصل می‌شود، به توافق می‌رسند، اما پس از وقوع این توافق، بانک مرکزی این امکان را خواهد داشت تا از عمل به قاعده منحرف شود. چنانچه امکان سیاست‌گذاری صلاحدیدی وجود داشته باشد، آنگاه کارگزاران باید انگیزه سیاست‌گذار در این انحراف را نیز در شکل‌گیری انتظارات خود لحاظ کنند و همین موضوع باعث می‌شود تا آنها انتظارات خود را برمبنای قاعده‌ای که سیاست‌گذار ادعای پیروی از آن را دارد، تعیین نکنند.

ادبیات بسیار گسترده‌ای در اقتصاد پولی بر انگیزه‌های بانک مرکزی در هنگام تعیین ابزارها و اهداف خود متمرکز شده‌اند. سیاست پولی بهینه عبارت است از: استخراج یک قاعده رفتاری بهینه که براساس آن، بانک مرکزی سیاست پولی خود را تنظیم و اعمال می‌کند. وجود واژه بهینه در این روش، به این معناست که قاعده بهینه از طریق بهینه‌یابی در طول زمان حاصل می‌شود، بهینه‌یابی مقیدی که باید توسط بانک مرکزی و به‌منظور استخراج قاعده بهینه صورت گیرد. در روش سیاست پولی بهینه (مانند بهینه‌یابی مقید ریاضی) دو دسته تابع داریم: تابع هدف بانک مرکزی و توابعی که به‌عنوان قید مطرح

می‌شوند. تابع هدف که اغلب از آن به‌عنوان تابع زیان نام برده می‌شود، تابعی بوده که بانک مرکزی مایل است آن را حداقل سازد. علت نام‌گذاری تابع هدف به تابع زیان این است که در این تابع متغیرهایی وجود دارند که وجود هر کدام از آنها باعث ایجاد اخلال و ناکارآیی در نظام اقتصادی می‌شود و به تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان هزینه وارد می‌کند؛ برای مثال، اگر تورم را به‌عنوان یکی از این متغیرها در نظر بگیریم، در این صورت، وجود آن باعث افزایش هزینه نگهداری پول، تخصیص ناکارآی منابع، کاهش قدرت خرید و مطلوبیت مصرف‌کننده و ایجاد اخلال در بازاهای مالی می‌شود. بنابراین، تورم پدیده‌ای است که وجود آن باعث تحمیل هزینه به اقتصاد کشور می‌شود و می‌تواند به‌عنوان متغیر در تابع زیان وارد شود. متغیر دیگری که می‌تواند در تابع زیان بانک مرکزی وارد شود، شکاف تولید حقیقی از تولید بالقوه است. وجود این شکاف دلیلی است بر عدم استفاده کارآ از منابع و عدم استفاده بهینه از ظرفیت‌های اقتصادی کشور. این شکاف باعث می‌شود سطح تولید و در نتیجه، سطح درآمد ملی کمتر از آن میزانی باشد که باید باشد و این هزینه‌ای است که اقتصاد به دلیل عدم تخصیص کارآی منابع متحمل می‌شود. بنابراین، شکاف تولید متغیری است که می‌تواند در تابع زیان وارد شود.

تابع زیان می‌تواند به صورت‌های مختلفی که شامل متغیرهای دیگری نیز هست، باشد. در حالت کلی و با توجه به تحقیقات انجام شده در این زمینه، تابع زیان حداقل دارای یک متغیر و حداکثر دارای سه متغیر است. متغیرهایی که اغلب در تابع زیان وارد می‌شوند، عبارت‌اند از: تورم، نرخ بیکاری، شکاف تولید، نرخ رشد حجم پول، نرخ تورم دستمزد و نرخ بهره که تابع زیان می‌تواند ترکیبی از هر کدام از این متغیرها باشد. برای تشکیل تابع زیان بانک مرکزی، ابتدا لازم است مشخص کنیم که چه متغیرهایی باید در تابع زیان وارد شوند. تعیین این متغیرها به هدف بانک مرکزی، چسبندگی‌های موجود در اقتصاد و سازوکار انتقال پولی بستگی دارد که در ادامه آنها را بررسی می‌کنیم.

گام دوم در تعیین تابع زیان، مشخص کردن یک مقدار هدف عددی برای متغیرهاست، به این معنا که بانک مرکزی برای متغیرهای موجود در تابع زیان یک نرخ عددی را

مشخص می‌سازد و هدف خود را رسیدن به این نرخ در یک افق زمانی معین، اعلام می‌کند؛ برای مثال، اگر تورم یکی از متغیرهای تابع زیان باشد و اگر هدف بانک مرکزی این باشد که تورم را به نرخ ۲٪ برساند، آنگاه این نرخ را نرخ تورم هدف می‌نامیم و وظیفه بانک مرکزی آن است که با اعمال سیاست پولی، تورم را به این نرخ نزدیک سازد.

مرحله سوم در تعیین تابع زیان، مشخص کردن وزنی است که بانک مرکزی به هرکدام از متغیرها در تابع زیان می‌دهد. این وزن بیان‌کننده میزان اهمیت متغیرهاست و اینکه تثبیت متغیرها چقدر برای جامعه مهم است. این وزن به صورت ضریبی در پشت متغیرها و در تابع زیان وارد می‌شود؛ برای مثال، اگر در تابع زیان دو متغیر شکاف تولید و نرخ تورم وجود داشته باشد و برای بانک مرکزی هدف نرخ تورم از هدف شکاف تولید اهمیت بیشتری داشته باشد، در این صورت، وزن بیشتری به نرخ تورم داده می‌شود؛ برای مثال، ضریب شکاف تولید یک و ضریب نرخ تورم دو باشد.

برمبنای این ادبیات، در این مطالعه بر آنیم تا با معرفی یک الگوی تعادلی عمومی پویای تصادفی اقتصاد باز کوچک نوعی برای اقتصاد ایران تأثیر دو نوع سیاست‌گذاری صلاحدیدی یا التزام به اهداف یا همان سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی را برای اقتصاد ایران بررسی کنیم. برای این منظور الگوی پیشنهادی برمبنای ادبیات موجود طراحی شده و در هر بخش تعدیل‌های لازم برای همخوانی بیشتر الگو با شرایط اقتصاد ایران صورت گرفته است.

عقیده دیگر در این زمینه، آن است که این اهداف باید تا جایی وارد شوند که در رسیدن به هدف تورم دخالتی نداشته باشند، اگرچه ضرورت تقدم هدف تورم جایی برای تثبیت تولید یا سایر متغیرها نمی‌گذارد. این درست است که التزام به تثبیت هم‌زمان دو متغیر متفاوت با استفاده از یک ابزار امکان‌پذیر نیست، اما تعهد به یک معیار هدف، به‌لزوم بیان‌کننده آن نیست که این معیار تنها شامل یک متغیر است. ممکن است معیار هدف یک ترکیب خطی از چند متغیر متفاوت باشد. به‌طور کلی معیار هدف بهینه به این شکل خواهد

بود؛ برای مثال، در مدل وودفورد و جیانونی[1] (۲۰۰۴) که برای اقتصاد آمریکا طراحی شده است، معیار هدف بهینه نه‌تنها شامل تورم است، بلکه دستمزد حقیقی و شکاف تولید را نیز شامل می‌شود. برنانکی و همکاران[2] (۱۹۹۹)، بحث می‌کنند که همه بانک‌های مرکزی که روش هدف‌گذاری تورم را در پیش گرفته‌اند، به صورت انعطاف‌پذیر عمل می‌کنند که مبادله بین کنترل تورم و سایر اهداف تثبیتی را در نظر می‌گیرند. به‌علاوه یک مزیت هدف‌گذاری تورم به‌عنوان قاعده این است که به سیاست پولی این اجازه را می‌دهد تا اثرات کوتاه‌مدت، اختلالات را بر متغیرهای حقیقی (چون شکاف تولید) کاهش دهد. البته برخی از بانک‌های مرکزی، اهداف حقیقی را نیز در نظر می‌گیرند؛ برای مثال، در گزارش تورم بانک مرکزی انگلیس همیشه یک چارت برای GDP حقیقی نیز وجود دارد.

از سویی، برای بانک مرکزی علاوه بر پی‌گیری هدف تورم، پی‌گیری هدف متغیرهای حقیقی نیز اهمیت دارد، زیرا اگر معیار هدف شامل سایر متغیرها نیز باشد، آنگاه باعث افزایش شفافیت و صراحت می‌شود و توانایی عموم را برای درک صحیح سیاست آسان و تسریع می‌کند.

آنچه در عمل مشاهده می‌شود، این است که هدف‌گذاری تورم به صورت انعطاف‌پذیر است، به این صورت که بانک مرکزی نه‌تنها به فکر تثبیت تورم حول تورم هدف است، بلکه به تثبیت سطح تولید نیز اهمیت می‌دهد. البته این نکته نیز وجود دارد که در جایی که بانک مرکزی به‌تازگی هدف‌گذاری تورم را شروع کرده، آغاز و کسب اعتبار مقدم بر هر چیز دیگری است و بنابراین، به‌احتمال تثبیت سطح تولید نسبت به زمانی که اعتبار کسب شده، اهمیت کمتری دارد.

در ادامه و در بخش دوم، ابتدا کلیات الگو و سپس، اجزای اصلی الگو ارایه می‌شود. در بخش سوم، پارامترهای الگوی لگاریتم- خطی شده با استفاده از رویکرد بیزی برآورد می‌شود. تابع زیان بانک مرکزی در بخش چهارم معرفی و در بخش پنجم، نتایج حاصل از حل الگو در دو حالت سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی و بهینه رمزی تحت دو نظام ارز

1- Giannoni & Woodford
2- Bernanke, Laubach, Mishkin & Posen

شناور مدیریت شده و نظام ارز شناور بررسی می‌شود. در نهایت، هم در بخش ششم، جمع‌بندی و نتیجه‌گیری بحث ارایه می‌شود.

۲- الگو

با توجه به شرایط اقتصاد ایران و همچنین با توجه به اینکه در این مطالعه به دنبال برآورد پارامترها برای اقتصاد ایران هستیم، الگو باید به نحوی طراحی شود که تا حد امکان به دنیای واقعی اقتصاد ایران نزدیک باشد. براساس این، الگوی مورد مطالعه شامل خانواری است که نیروی کار را عرضه می‌کند، کالاها را برای مصرف می‌خرد و محصولات متمایز را در بازار رقابت انحصاری کالاها به فروش می‌رساند[۱]، اما خانوارها در عرضه نیروی کار خود با چسبندگی دستمزد از نوع کالوو[۲] (۱۹۸۳) مواجه‌اند. چسبندگی قیمتی با استفاده از روش کالوو تعریف می‌شود، به این صورت که هر بنگاه قیمت محصول تولیدی خود را تعیین می‌کند، اما همه بنگاه‌ها قیمت خود را در هر دوره دوباره تنظیم نمی‌کنند. خانوارها و بنگاه‌ها به نحو بهینه رفتار می‌کنند؛ خانوارها ارزش کنونی مطلوبیت انتظاری و بنگاه‌ها سود خود را حداکثر می‌کنند. واردات صورت گرفته در اقتصاد نیز به صورت کالاهای مصرفی و سرمایه‌گذاری در بخش‌های مختلف اقتصاد است. بخش نفت هم با استخراج از ذخایر نفتی و ترکیب آن با نیروی کار به تولید نفت و فروش آن به قیمت‌های جهانی اقدام می‌کند. همچنین یک بانک مرکزی وجود دارد که نرخ رشد پایه پولی و رشد نرخ ارز را کنترل می‌کند. فرض می‌شود دولت بودجه خود را متوازن می‌کند و درآمدهای حاصل از مالیات، خلق پول و فروش نفت را بین مخارج جاری و عمرانی خود تخصیص می‌دهد. در آخر آنکه چون الگو به صورت یک اقتصاد باز کوچک در نظر گرفته شده است، تولید و تورم خارجی به صورت برون‌زا لحاظ شده و اقتصاد داخلی نمی‌تواند تأثیری بر آنها داشته باشد.

۱- الگوی پایه رقابت انحصاری از دیگزیت و استیگلیتز (۱۹۷۷) گرفته شده است.

2- Calvo

۲-۱- خانوارها

اقتصاد از خانوارهای مشابهی تشکیل شده است که افق بی‌نهایت دارند، از سبد با کشش جانشینی ثابت (CES) از کالاهای مصرفی و سرمایه‌ای داخلی و وارداتی استفاده می‌کنند و دارایی‌های مالی به شکل پول نقد داخلی، M_t، اوراق قرضه دولتی، B_t، یک‌ساله‌ای که نرخ سود اسمی، r_t را پرداخت می‌کند و پول نقد خارجی، M_{St} را نگه می‌دارند (فلیچس و تویستا[1]، ۲۰۱۰). خانوار با مصرف سبدی متشکل از کالاهای مصرفی خصوصی، C_t و کالاهای عمومی که معادل مخارج دولت، C_{Gt}، فرض می‌شود، نگهداری تراز حقیقی پول، $\frac{M_t}{P_t}$، نگهداری تراز حقیقی پول خارجی، $\frac{M_{St}}{P_t^*}$، مطلوبیت کسب می‌کند و به‌واسطه عرضه کار، L_t، مطلوبیت از دست می‌دهد. فرم تبعی مطلوبیت خانوار به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$E_0\sum_{t=0}^{\infty}\beta^t\left[\frac{(C_tC_{Gt}^{\gamma})^{1-\sigma}}{1-\sigma}+\frac{\kappa_m}{1-b_m}(\frac{M_t}{P_t})^{1-b_m}+\frac{\kappa_s}{1-b_s}(\frac{M_{St}}{P_t^*})^{1-b_s}-\chi\frac{L_t^{1+\eta}}{1+\eta}\right] \qquad (۱)$$

که در آن، $\beta\in(0,1)$ عامل تنزیل بین دوره‌ای، $1/\sigma\geq 0$، و $1/b_m\geq 0$ $1/b_s\geq 0$ و $1/\eta\geq 0$ به ترتیب کشش جانشینی بین دوره‌ای مصرف، کشش تراز حقیقی پول، کشش تراز حقیقی پول خارجی و کشش نیروی کار فریش هستند. در این تابع مطلوبیت، فرض بر آن است که یک ترکیب از مصرف خصوصی، C_t و کالاها و خدمات عمومی (مخارج کل دولت)، G_t، به صورت تابع کاب- داگلاس است که با ثابت بودن سایر شرایط مطلوبیت مصرف‌کننده را افزایش می‌دهد. در این تابع، $\gamma\in(0,1)$ پارامتری است که تعیین‌کننده میزان تأثیرگذاری کالای عمومی بر مطلوبیت مصرف‌کننده است. $\gamma=0$ به معنای عدم تأثیرگذاری مصرف عمومی بر ترجیحات خانوار بوده، در حالی که $\gamma=1$ به این معناست که تأثیر مصرف عمومی بر ترجیحات، مانند تأثیر مصرف خصوصی است.

1- Felices & Tuesta

همچنین براساس تابع مطلوبیت آنچه به‌عنوان تراز حقیقی پول خارجی، $\frac{M_{St}}{P_t^*}$، تعریف می‌شود، برحسب شاخص قیمت کالاهای خارجی، P_t^* است، در حالی که تراز حقیقی پول داخلی برحسب شاخص قیمت کالاهای مصرفی داخلی، P_t است.

خانوار ترجیحات خود را نسبت به قید بودجه خود به شکل زیر

$$C_t + \frac{M_t}{P_t} + \mathcal{P}_{It} I_t + \frac{B_t}{P_t} + \frac{S_t M_{St}}{P_t} + T_t = w_t L_t + R_t u_t K_{t-1} - \Psi(u_t) K_{t-1} + \frac{M_{t-1}}{P_t} + D_t + (1+r_{t-1}) \frac{B_{t-1}}{P_t} + \frac{S_t M_{St-1}}{P_t} + TA_t \quad (۲)$$

و قاعده حرکت سرمایه زیر حداکثر می‌کند.

$$K_t = (1-\delta) K_{t-1} + [1 - F(\frac{I_t}{I_{t-1}})] I_t z_t \quad (۳)$$

که در آن، $\mathcal{P}_{It} = \frac{P_{It}}{P_t}$ نسبت شاخص قیمت کالاهای سرمایه‌گذاری به شاخص قیمت کالاهای مصرفی است که می‌توان آن را به صورت زیر بیان کرد:

$$\frac{\mathcal{P}_{It}}{\mathcal{P}_{It-1}} = \frac{\pi_{It}}{\pi_t} \quad (۴)$$

$\pi_{It} = \frac{P_{It}}{P_{It-1}}$ و $\pi_t = \frac{P_t}{P_{t-1}}$ به ترتیب نرخ تورم کالاهای سرمایه‌گذاری و نرخ تورم قیمت کالاهای مصرفی داخلی است. S_t نرخ ارز و قیمت یک واحد پول خارجی به پول داخلی است، بنابراین، $\frac{S_t M_{St}}{P_t}$ ارزش ریالی حقیقی پول خارجی نگهداری شده است، T_t مالیات یک‌جای پرداختی به دولت، $w_t = \frac{W_t}{P_t}$ نرخ دستمزد حقیقی، R_t نرخ حقیقی اجاره سرمایه، K_t حجم سرمایه در دوره t است، u_t نرخ بهره‌برداری از سرمایه در دوره t و $\Psi(u_t)$ تابع هزینه بهره‌برداری از سرمایه بوده که دارای ویژگی‌های زیر است:

$$\Psi(1) = 0, \quad \Psi'' \geq 0$$

D_t سود حقیقی توزیع شده بنگاه تحت مالکیت خانوار و TA_t پرداخت انتقالی صورت گرفته از طرف دولت به خانوار است. δ نرخ استهلاک سرمایه فیزیکی و

$F(\frac{I_t}{I_{t-1}})$ هزینه تعدیل سرمایه است. براساس مطالعه کریستیانو و همکاران[1] (۲۰۰۵)، فرض می‌شود که $F(1)=F'(1)=0$ و $F''(1)>0$ است. z_t تکانه تکنولوژی به سرمایه‌گذاری بوده که فرض می‌شود دارای فرآیند $AR(1)$ به صورت زیر است:

$$\log z_t = \rho_z \log z_{t-1} + \varepsilon_{zt}, \varepsilon_{zt} \sim i.i.d.N(0,\sigma_z^2) \quad (۵)$$

با تعریف متغیرهای $m_t=\frac{M_t}{P_t}$، $b_t=\frac{B_t}{P_t}$، $m_{St}=\frac{M_{St}}{P_t^*}$ و $\pi_t^*=\frac{P_t^*}{P_{t-1}^*}$ $e_t=\frac{P_t^* S_t}{P_t}$ به ترتیب به‌عنوان مانده حقیقی پول داخلی، ارزش حقیقی اوراق قرضه، مانده حقیقی پول خارجی، نرخ تورم شاخص قیمت خارجی و نرخ ارز حقیقی، می‌توان قید بودجه مصرف‌کننده را به صورت زیر بازنویسی کرد:

$$C_t + m_t + \mathcal{P}_{It} I_t + b_t + e_t m_{St} + T_t = w_t L_t + R_t u_t K_{t-1} - \Psi(u_t) K_{t-1} + \frac{m_{t-1}}{\pi_t} + D_t + (1+r_{t-1})\frac{b_{t-1}}{\pi_t} + e_t \frac{m_{St-1}}{\pi_t^*} + TA_t \quad (۶)$$

مسأله مصرف‌کننده حداکثر کردن تابع مطلوبیت (۱) نسبت به دو قید (۳) و (۶) است. با فرض اینکه λ_t و μ_t به ترتیب ضرایب لاگرانژ مربوط به این دو قید باشند و با تعریف نسبت $q_t=\frac{\mu_t}{\lambda_t}$ به‌عنوان Q توبین برای ساده‌سازی معادلات می‌توان از بهینه‌یابی مسأله مصرف‌کننده به روابط زیر دست یافت:

$$w_t = \frac{\chi L_t^{\eta}}{C_{Gt}^{\gamma}(C_t C_{Gt}^{\gamma})^{-\sigma}} \quad (۷)$$

$$\kappa_m m_t^{-b_m} = \left(\frac{r_t}{1+r_t}\right) C_{Gt}^{\gamma}(C_t C_{Gt}^{\gamma})^{-\sigma} \quad (۸)$$

1- Christiano, Eichenbaum & Evans

$$\kappa_s m_{St}^{-b_s} = \left[e_t - E_t \frac{e_{t+1}\pi_{t+1}}{(1+r_t)\pi^*_{t+1}} \right] C_{Gt}^{\gamma} (C_t C_{Gt}^{\gamma})^{-\sigma} \quad (۹)$$

$$C_{Gt}^{\gamma} (C_t C_{Gt}^{\gamma})^{-\sigma} = \beta E_t \frac{(1+r_t) C_{Gt+1}^{\gamma} (C_{t+1} C_{Gt+1}^{\gamma})^{-\sigma}}{\pi_{t+1}} \quad (۱۰)$$

$$\mathcal{P}_{It} = q_t z_t \left[1 - F(\frac{I_t}{I_{t-1}}) - F'(\frac{I_t}{I_{t-1}}).\frac{I_t}{I_{t-1}} \right] + E_t \frac{\pi_{t+1}}{1+r_t} q_{t+1} z_{t+1} F'(\frac{I_{t+1}}{I_t}).(\frac{I_{t+1}}{I_t})^2 \quad (۱۱)$$

$$q_t = E_t \frac{\pi_{t+1}}{1+r_t} \left[(1-\delta) q_{t+1} + u_{t+1} R_{t+1} - \Psi(u_{t+1}) \right] \quad (۱۲)$$

رابطه (۷) عرضه نیروی کار، رابطه (۸) تقاضای مانده حقیقی پول داخلی، رابطه (۹) تقاضای مانده حقیقی پول داخلی، رابطه (۱۰) معادله اویلر مصرف، رابطه (۱۱) معادله اویلر سرمایه‌گذاری و رابطه (۱۲) معادله پویایی‌های قیمت‌گذاری سرمایه است.

۲-۲- عرضه نیروی کار و معادله تعیین دستمزد

هر خانوار یک عرضه‌کننده رقابت انحصاری خدمات نیروی کار متفاوت بوده که مورد نیاز تولیدکنندگان کالای واسطه‌ای است. خانوارها می‌توانند دستمزد خود را با توجه به جانشینی بین خدمات متفاوت کار تعیین کنند. پس از تعیین نرخ دستمزد، هر خانوار کار مورد نیاز بنگاه‌ها را با این دستمزد بدون انعطاف‌پذیری عرضه می‌کند.

چهارچوب تحلیلی که فرآیند تعدیل دستمزدها را در اقتصاد توضیح دهد، مشابه تعدیل قیمت‌هاست که در ادامه توضیح داده می‌شود. فرض کنید، یک جمع‌گر نیروی کار (اتحادیه کارگری)، خدمات متفاوت نیروی کار را از خانوارها اجاره و آنها را به عامل تولید همگن L_t با استفاده از تکنولوژی زیر تبدیل می‌کند:

$$L_t = \left[\int_0^1 L_t(i)^{\frac{1}{\theta_{Wt}}} di \right]^{\theta_{Wt}} \quad (۱۳)$$

که در آن، $L_t(i)$ بیان‌کننده نیروی کار خانوار i ام، L_t عرضه نیروی کار ترکیبی و θ_{Wt} بیان‌کننده شوک مارک-آپ دستمزد[1] است که از فرآیند $AR(1)$ زیر تبعیت می‌کند:

$$\log\theta_{Wt} = (1-\rho_w)\log\theta_W + \rho_w \log\theta_{Wt-1} + \varepsilon_{Wt}, \quad \varepsilon_{Wt} \sim i.i.d.N(0,\sigma_W^2) \tag{۱۴}$$

که در آن، پارامتر θ_W مقدار مارک-آپ دستمزد در وضعیت پایدار[2] است.

با فرض اینکه W_t شاخص کل دستمزد است، از حل مسأله، تابع تقاضا برای نیروی کار خانوار iام از سوی جمع‌گر نیروی کار به صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$L_t(i) = \left(\frac{W_t(i)}{W_t}\right)^{-\frac{\theta_{Wt}}{\theta_{Wt}-1}} L_t \tag{۱۵}$$

با لحاظ این تقاضا در رابطه (۱۳) شاخص کل دستمزد به صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$W_t = \left(\int_0^1 W_t(i)^{\frac{1}{1-\theta_t}} di\right)^{1-\theta_t} \tag{۱۶}$$

جمع‌گر نیروی کار، نیروی کارهمگن را در شرایط رقابت کامل به بنگاه‌های واسطه عرضه می‌کند.

برای الگوسازی فرآیند تعدیل دستمزد، مشابه مطالعات کولمن[3] (۱۹۹۷) و ارسگ و همکاران (۲۰۰۰)، عمل می‌کنیم. فرض می‌شود که خانوارها در بازار کار تعیین‌کننده دستمزدهای خود هستند، زیرا آنها در شرایط رقابت انحصاری، نیروی کار خود را عرضه می‌کنند، اما این امکان وجود ندارد که آنها همیشه در هر دوره، دستمزد خود را به صورت بهینه تعدیل کنند. احتمال اینکه یک خانوار نماینده بتواند دستمزد اسمی خود را به صورت بهینه تعدیل کند، برابر است با $1-\xi_w$، اما خانوارهایی که چنین فرصتی را برای تعدیل

1- Wage Mark up
2- Steady State
3- Kollmann

دستمزدهای خود نمی‌یابند، فرض می‌شود که دستمزد را نسبت به قیمت‌های گذشته براساس رابطه زیر تعیین می‌کنند:

$$W_{t+1}(i) = \pi_t^{\tau_w} W_t(i) \qquad (۱۷)$$

که در آن، τ_w درجه شاخص‌بندی دستمزد است. وقتی $\tau_w = 0$ شاخص‌بندی دستمزد صورت نمی‌گیرد، اما در صورت $\tau_w = 1$ شاخص‌بندی کامل انجام می‌شود. درصدی از خانوارها که فرصت تعدیل بهینه دستمزد خود را ندارند، براساس رابطه (۱۷)، دستمزدشان را شاخص‌بندی می‌کنند تا اینکه در دوره‌های آتی فرصت تعدیل بهینه پیش آید. با توجه به این محدودیت، وقتی خانوارها دستمزد خود را به صورت بهینه تعدیل کنند، با احتمال ξ_w دیگر برای چند دوره آینده نمی‌توانند آن را تعدیل کنند.

جمع‌گر به دنبال حل بخشی از تابع لاگرانژ مصرف‌کننده با توجه به قید معادله تقاضا برای نیروی کار (معادله (۱۵)) و رابطه شاخص‌بندی دستمزد (معادله (۱۷)) به صورت زیر خواهد بود:

$$\max_{w_t(i)} E\sum_{k=0}^{\infty}(\beta\xi_w)^k\left[-\frac{\chi}{1+\eta}(L_{t+k}(i))^{1+\sigma_l} + \lambda_{t+k}\prod_{s=1}^{k}\frac{(\pi_{t+s-1})^{\tau_w}}{\pi_{t+s}}.\frac{W_t(i)}{P_t}L_{t+k}(i)\right]$$

$$s.t.$$

$$L_{t+k}(i) = \left[\prod_{s=1}^{k}(\pi_{t+s-1})^{\tau_w}\frac{W_t(i)}{W_{t+k}}\right]^{\frac{\theta_{Wt+k}}{\theta_{Wt+k}-1}} L_{t+k} \qquad \forall k \geq 0$$

از ترکیب شرایط مرتبه اول این مسأله و رابطه (۱۶) و لگاریتم- خطی کردن می‌توان به منحنی فیلیپس دستمزد به صورت زیر دست یافت:

$$\hat{w}_t = \frac{\beta}{1+\beta}E_t\hat{w}_{t+1} + \frac{1}{1+\beta}\hat{w}_{t-1} + \frac{\beta}{1+\beta}E_t\hat{\pi}_{t+1} - \frac{1+\beta\tau_w}{1+\beta}\hat{\pi}_t + \frac{\tau_w}{1+\beta}\hat{\pi}_{t-1}$$
$$-\frac{1}{1+\beta}\frac{(1-\beta\xi_w)(1-\xi_w)}{(1+\frac{1+\bar{\theta}_W}{\bar{\theta}_W}\eta)\bar{\theta}_W}[\hat{w}_t - \eta\hat{l}_t - \sigma\hat{c}_t + (1-\sigma)\gamma\hat{c}_{Gt}] + \hat{\theta}_{Wt} \qquad (۱۸)$$

که در آن، متغیر $\hat{x_t} = \log X_t - \log \bar{X}$ درصد انحرافات متغیر X_t از مقدار وضعیت پایدار آن است.

۲-۳- مصرف و سرمایه‌گذاری داخلی و وارداتی

فرض می‌شود، مصرف کل ترکیب CES از کالاهای مصرفی تولید داخل و خارج به صورت زیر باشد:

$$C_t = \left[a_C^{\frac{1}{\theta_c}} C_{Dt}^{\frac{\theta_c - 1}{\theta_c}} + (1-a_C)^{\frac{1}{\theta_c}} C_{Nt}^{\frac{\theta_c - 1}{\theta_c}} \right]^{\frac{\theta_c}{\theta_c - 1}} \quad (۱۹)$$

که در آن، C_{Dt} و C_{Ft} به ترتیب کالاهای مصرفی تولید داخل و تولید خارج (وارداتی) هستند و a_C سهم کالاهای مصرفی تولید داخل در کل مصرف و θ_C کشش جانشینی بین کالاهای مصرفی داخلی و وارداتی است. مخارج کل مصرفی خانوار عبارت است از:

$$P_t C_t = P_{Dt} C_{Dt} + P_{Nt} C_{Nt} \quad (۲۰)$$

که در آن، P_{Dt} شاخص قیمت کالاهای تولید داخل و P_{Nt} شاخص قیمت کالاهای وارداتی است که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$P_{Nt} = S_t P_t^* \quad (۲۱)$$

به عبارت دیگر، براساس رابطه (۲۱) قانون تک‌قیمتی برقرار است.

با حداقل‌سازی رابطه (۲۰) نسبت به قید (۱۹) و برای مقدار داده شده C_t، تقاضای کالاهای مصرفی داخلی و وارداتی به صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$C_{Dt} = a_C \left(\frac{P_{Dt}}{P_t} \right)^{-\theta_C} C_t = a_C \mathcal{P}_{Dt}^{-\theta_C} C_t \quad (۲۲)$$

$$C_{Nt} = (1-a_C) \left(\frac{P_{Nt}}{P_t} \right)^{-\theta_C} C_t = (1-a_C) \mathcal{P}_{Nt}^{-\theta_C} C_t \quad (۲۳)$$

که در آن

$$\mathcal{P}_{Dt} = \frac{P_{Dt}}{P_t} \quad (۲۴)$$

$$\mathcal{P}_{Nt} = \frac{P_{Nt}}{P_t} = \frac{S_t P_t^*}{P_t} = e_t \qquad (۲۵)$$

رابطه (۲۴) نسبت قیمت کالاهای تولید داخل به شاخص قیمت کل مصرف است و رابطه (۲۵) نسبت شاخص قیمت واردات به شاخص قیمت کل مصرف است که با توجه به فرض برابری قیمت در رابطه (۲۱) این نسبت برابر خواهد بود با نرخ ارز حقیقی e_t. می‌توان این روابط را به صورت زیر نیز بیان کرد:

$$\frac{\mathcal{P}_{Dt}}{\mathcal{P}_{Dt-1}} = \frac{\pi_{Dt}}{\pi_t} \qquad (۲۶)$$

$$\frac{e_t}{e_{t-1}} = \frac{\hbar_t \pi_t^*}{\pi_t} \qquad (۲۷)$$

که در آن، $\pi_{Dt} = \frac{P_{Dt}}{P_{Dt-1}}$ و $\hbar_t = \frac{S_t}{S_{t-1}}$ به ترتیب نرخ تورم کالاهای تولید داخل و نرخ کاهش ارزش پول ملی (نرخ رشد ارز) است.

با وارد کردن روابط (۲۲) و (۲۳) در رابطه (۱۹)، شاخص قیمت کل مصرف به صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$P_t = \left[a_C P_{Dt}^{1-\theta_c} + (1-a_C) P_{Nt}^{1-\theta_c} \right]^{\frac{1}{1-\theta_c}} \qquad (۲۸)$$

اما خود کالاهای مصرفی داخلی، C_{Dt}، ترکیب CES از کالاهای مصرفی غیرانرژی، C_t^{ne} و مصرف انرژی، C_t^e به صورت زیر است:

$$C_{Dt} = \left[a_e^{\frac{1}{\theta_e}} \left(C_t^e\right)^{\frac{\theta_e-1}{\theta_e}} + (1-a_e)^{\frac{1}{\theta_e}} \left(C_t^{ne}\right)^{\frac{\theta_e-1}{\theta_e}} \right]^{\frac{\theta_e}{\theta_e-1}} \qquad (۲۹)$$

که در آن، a_e سهم انرژی در کالاهای مصرفی تولید داخل و θ_e کشش جانشینی بین مصرف انرژی و مصرف کالاهای غیرانرژی است. مانند قبل با حداقل‌سازی مخارج صورت گرفته روی کالاهای مصرفی تولید داخل نسبت به قید (۲۹)، تقاضای انرژی و کالاهای غیرانرژی به صورت زیر استخراج می‌شود:

$$C_t^e = a_e \left(\frac{P_{et}}{P_{Dt}} \right)^{-\theta_e} C_{Dt} = a_e \mathcal{P}_{eDt}^{-\theta_e} C_{Dt} \quad (۳۰)$$

$$C_t^{ne} = (1-a_e) \left(\frac{P_{net}}{P_{Dt}} \right)^{-\theta_e} C_{Dt} = (1-a_e) \mathcal{P}_{neDt}^{-\theta_e} C_{Dt} \quad (۳۱)$$

که در آن، مانند قبل داریم:

$$\frac{\mathcal{P}_{eDt}}{\mathcal{P}_{eDt-1}} = \frac{\pi_{et}}{\pi_{Dt}} \quad (۳۲)$$

$$\frac{\mathcal{P}_{neDt}}{\mathcal{P}_{neDt-1}} = \frac{\pi_{net}}{\pi_{Dt}} \quad (۳۳)$$

و π_{et} و π_{net} نرخ تورم شاخص قیمت انرژی و کالاهای غیرانرژی است. همچنین فرض می‌شود که شاخص قیمت انرژی برابر است با:

$$P_{et} = \left(S_t P_{Ot} \right)^{\tau_e} \quad (۳۴)$$

و بنابراین، نرخ تورم شاخص قیمت انرژی عبارت است از:

$$\pi_{et} = \left(\frac{S_t P_{Ot}}{S_{t-1} P_{Ot-1}} \right)^{\tau_e} = \left(\hbar_t \pi_{Ot} \right)^{\tau_e} \quad (۳۵)$$

که در آن، $0 < \tau_e < 1$ نرخ پرداخت انتقالی صورت گرفته روی انرژی مصرف شده توسط اقتصاد داخلی است.

با لحاظ روابط (۳۰) و (۳۱) در رابطه (۲۹)، شاخص قیمت کالاهای تولید داخل به صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$P_{Dt} = \left[a_e \left(P_{et} \right)^{1-\theta_e} + (1-a_e) \left(P_{net} \right)^{1-\theta_e} \right]^{\frac{1}{1-\theta_e}} \quad (۳۶)$$

مانند کالاهای مصرفی، فرض می‌شود که سرمایه‌گذاری خصوصی کل نیز ترکیب CES از سرمایه‌گذاری داخلی و وارداتی به صورت زیر باشد:

$$I_t = \left[a_I^{\frac{1}{\theta_I}} I_{Dt}^{\frac{\theta_I - 1}{\theta_I}} + (1-a_I)^{\frac{1}{\theta_I}} I_{Nt}^{\frac{\theta_I - 1}{\theta_I}} \right]^{\frac{\theta_I}{\theta_I - 1}} \qquad (۳۷)$$

که در آن، I_{Dt} و I_{Ft} به ترتیب سرمایه‌گذاری تولید داخل و وارداتی هستند و a_I سهم سرمایه‌گذاری تولید داخل در کل سرمایه‌گذاری و θ_I کشش جانشینی بین سرمایه‌گذاری داخلی و وارداتی است. همچنین فرض می‌شود، قیمت سرمایه‌گذاری داخلی و وارداتی به ترتیب برابر با قیمت کالاهای مصرفی داخلی و وارداتی هستند. با حداقل کردن مخارج کل سرمایه‌گذاری خانوار نسبت به قید (۳۷) توابع تقاضای سرمایه‌گذاری خصوصی داخلی و وارداتی به صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$I_{Dt} = a_I \left(\frac{P_{Dt}}{P_{It}}\right)^{-\theta_I} I_t = a_I \left(\mathcal{P}_{It}^D\right)^{-\theta_I} I_t \qquad (۳۸)$$

$$I_{Nt} = (1-a_I)\left(\frac{P_{Nt}}{P_{It}}\right)^{-\theta_I} I_t = (1-a_I)\left(\mathcal{P}_{It}^N\right)^{-\theta_I} I_t \qquad (۳۹)$$

که در آن

$$\mathcal{P}_{It}^D = \frac{\mathcal{P}_{Dt}}{\mathcal{P}_{It}} \qquad (۴۰)$$

$$\mathcal{P}_{It}^N = \frac{e_t}{\mathcal{P}_{It}} \qquad (۴۱)$$

با لحاظ توابع تقاضا در رابطه (۳۷)، شاخص قیمت سرمایه‌گذاری کل به صورت زیر خواهد بود:

$$P_{It} = \left[a_I P_{Dt}^{1-\theta_I} + (1-a_I) P_{Nt}^{1-\theta_I} \right]^{\frac{1}{1-\theta_I}} \qquad (۴۲)$$

۲-۴- تولیدکننده کالاهای نهایی

فرض می‌شود تولیدکننده کالای نهایی (جمع‌گر) کالای تولید شده توسط تولیدکننده‌های واسطه $y_t(i),\ i \in [0,1]$ را از طریق تکنولوژی CES زیر ترکیب می‌کند:

$$Y_{Dt} = \left(\int_0^1 y_t(i)^{\frac{1}{\theta_t}} di \right)^{\theta_t} \qquad (۴۳)$$

که در آن، θ_t تکانه تصادفی مارک- آپ[1] قیمت تولیدکننده است که فرض می‌شود از فرآیند $AR(1)$ زیر تبعیت کند:

$$\log\theta_t = (1-\rho_\theta)\log\bar{\theta} + \rho_\theta \log\theta_{t-1} + \varepsilon_{\theta t}, \quad \varepsilon_{\theta t} \sim i.i.d.N(0,\sigma_\theta^2) \qquad (۴۴)$$

تولیدکننده کالای نهایی به دنبال حداکثرسازی سود خود به صورت زیر است:

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

که در آن، P_{Dt} قیمت کالای واسطه تولید داخل $y_t(i)$ است. می‌توان شرط مرتبه اول این مسأله را به صورت تابع تقاضای کالای واسطه $y_t(i)$ بیان کرد:

$$y_t(i) = \left(\frac{P_{net}(i)}{P_{net}}\right)^{-\frac{\theta_t}{\theta_t - 1}} Y_{Dt} \qquad (۴۵)$$

با لحاظ رابطه (۴۵) در رابطه (۴۳) و ساده‌سازی آن، شاخص قیمت کالاهای تولید داخل به صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$P_{net} = \left(\int_0^1 P_{net}(i)^{\frac{1}{1-\theta_t}} di\right)^{1-\theta_t} \qquad (۴۶)$$

۲-۵- تولیدکننده کالاهای واسطه

بنگاه‌های تولیدکننده کالاهای واسطه در بازار رقابت انحصاری فعالیت می‌کنند. این بنگاه‌ها نیروی کار، L_{Yt} و سرمایه را از خانوارها استخدام و اجاره می‌کنند و به آنها دستمزد، W_t و نرخ اجاره سرمایه، R_t را می‌پردازند و انرژی (نفت) را از دولت به قیمت P_{et} تقاضا می‌کنند. هر بنگاه که با شاخص $i \in [0,1]$ نشان داده می‌شود، ارزش‌افزوده تولید خود را که با $y_t^{no}(i)$ نشان می‌دهیم، با استفاده از تابع تولید کاب- داگلاس زیر تولید می‌کند:

$$y_t^{no}(i) = A_t\left(\tilde{K}_{t-1}(i)K_{Gt-1}^{\psi}\right)^{\alpha} L_{Yt}(i)^{1-\alpha}, \qquad 0<\alpha<1 \qquad (۴۷)$$

1- Mark-up

که در آن، $\tilde{K}_{t-1}(i)$ خدمات حجم سرمایه است که فرض می‌شود برابر با حاصل‌ضرب حجم سرمایه، K_{t-1} و نرخ بهره‌برداری از سرمایه، u_t، است، یعنی $\tilde{K}_{t-1}(i)=u_t K_{t-1}$. K_{Gt-1} حجم سرمایه عمومی است که فرض می‌شود در تابع تولید کالاهای خصوصی تأثیرگذار باشد. پارامتر $\psi \in [0,1]$ تعیین‌کننده میزان تأثیرگذاری حجم سرمایه عمومی بر تولید کالاهای خصوصی است. چنانکه در ادامه خواهیم دید، دولت به دنبال هموار کردن مصرف خود در طول زمان است و سعی می‌کند تکانه‌های وارد شده به درآمدهای خود، به‌خصوص تکانه نفت را در تعدیل سرمایه‌گذاری خود (مخارج عمرانی) تخلیه کند. A_t نیز تکانه بهره‌وری (تکنولوژی) است که فرض می‌شود از فرآیند $AR(1)$ به صورت زیر تبعیت کند:

$$\log A_t = \rho_A \log A_{t-1} + \varepsilon_{At}, \qquad \varepsilon_{At} \sim i.i.d.N(0,\sigma_A^2) \qquad (۴۸)$$

در ادامه و به تبعیت از کیم و لوگانی[1] (۱۹۹۲)، دی والک و همکاران[2] (۲۰۰۵) و مدینا و سوتو[3] (۲۰۰۵) فرض می‌کنیم که ارزش‌افزوده حاصل با استفاده از یک تکنولوژی CES با نفت ترکیب می‌شود و تولید کل به‌دست می‌آید:

$$y_t(i)=\left\{a_y^{\frac{1}{\theta_y}}\left(y_t^{no}\right)^{\frac{\theta_y-1}{\theta_y}}+(1-a_y)^{\frac{1}{\theta_y}}\left(X_{et}(i)\right)^{\frac{\theta_y-1}{\theta_y}}\right\}^{\frac{\theta_y}{1-\theta_y}}-\ell \qquad (۴۹)$$

که در آن، X_{et} میزان مصرف انرژی (نفت) در تولید کالای نهایی $y_t(i)$ است. a_y سهم ارزش‌افزوده حاصل از سرمایه و کار در تولید و θ_y کشش جانشینی بین ارزش‌افزوده سرمایه و کار و نفت است. ℓ هزینه ثابت تولید است که برای تضمین برقراری سود صفر در وضعیت پایدار وارد می‌شود.

1- Kim & Lougani
2- De Walque, Smets, & Wouters
3- Medina & Soto

از مسأله حداقل‌سازی هزینه بنگاه تولیدکننده کالای واسطه به تقاضای نیروی کار، تقاضای انرژی و هزینه نهایی حقیقی تولید $y_t(i)$ دست می‌یابیم:

$$\alpha w_t L_{Yt}(i) = (1-\alpha) R_t \tilde{K}_{t-1}(i) \quad (۵۰)$$

$$X_{et}(i) = (1-\alpha)^{-\theta_y} \left(\frac{1-a_y}{a_y}\right)\left(\frac{w_t L_{Yt}}{\mathcal{P}_{et}}\right)^{\theta_y} \left(y_t^{no}(i)\right)^{1-\theta_y} \quad (۵۱)$$

$$mc_t = \phi_t = \left\{a_y^{\theta_y}\left[A_t^{-1}\alpha^{-\alpha}(1-\alpha)^{-(1-\alpha)} K_{Gt-1}^{-\psi\alpha} R_t^{\alpha} w_t^{(1-\alpha)}\right]^{1-\theta_y} + (1-\alpha_y)^{\theta_y}\mathcal{P}_{et}^{1-\theta_y}\right\}^{\frac{1}{1-\theta_y}} \quad (۵۲)$$

$$\frac{\mathcal{P}_{et}}{\mathcal{P}_{et-1}} = \frac{\pi_{et}}{\pi_t} \quad (۵۳)$$

در این روابط، اندیس i از هزینه نهایی کنار گذاشته شده است، زیرا فرض می‌شود، تمام بنگاه‌ها هزینه نهایی یکسانی دارند.

فرض می‌شود، چسبندگی قیمت از نوع کالوو (۱۹۸۳)، در بازار کالا وجود دارد. در هر دوره $\xi - 1$ درصد از بنگاه‌ها که به صورت تصادفی انتخاب می‌شوند، می‌توانند قیمت خود را تعدیل کنند و برای ξ درصد باقی‌مانده از آنها که قادر به تعدیل قیمت خود نیستند، قیمت‌ها به تورم دوره گذشته و به صورت زیر شاخص‌بندی شده‌اند:

$$P_{net+1}(i) = \pi_{net}^{\tau} P_{net}(i) \quad (۵۴)$$

که در آن، $\pi_{net} = \frac{P_{net}}{P_{net-1}}$ نرخ ناخالص تورم کالای داخلی و τ پارامتری است که درجه شاخص‌بندی قیمت را نشان می‌دهد[۱]. مسأله بنگاه‌هایی که در دوره t قادر به تعدیل قیمت خود هستند، انتخاب سطح قیمت $P_{Dt}^*(i)$ به نحوی است که جمع انتظاری و تنزیل شده سود

۱- درجه شاخص‌بندی اشاره به این دارد که بنگاه در قیمت‌گذاری خود نمی‌تواند به صورت یک‌به‌یک به‌اندازه تورم قیمت خود را تعدیل کند. به عبارت دیگر، اگر $\tau = 1$ باشد، بنگاه به‌اندازه تورم قیمت خود را تعدیل می‌کند و اگر $\tau < 1$ باشد، نمی‌تواند قیمت خود را به‌اندازه تورم تعدیل کند.

$$\max_{P_{net}(i)} \quad E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\xi\beta)^j \frac{\lambda_{t+j}}{\lambda_t} \left[\prod_{k=0}^{j-1} (\pi_{net+k})^{\tau} \frac{P^*_{net}(i)}{P_{net+j}} - mc_{t+j} \right] y_{t+j}(i) \qquad (۵۵)$$

را نسبت به محدودیت تقاضای زیر حداکثر می‌کند:

$$y_{t+j}(i) = \left(\prod_{k=0}^{\infty} (\pi_{net+k})^{\tau} \frac{P^*_{net}(i)}{P_{net+j}} \right)^{-\frac{\theta_t}{\theta_t - 1}} Y_{Dt+j} \qquad (۵۶)$$

با توجه به اینکه در هر دوره ξ درصد از بنگاه‌ها قیمت خود را از رابطه (۵۴) و $1-\xi$ درصد بقیه نیز قیمت بهینه خود $P^*_{Dt}(i)$، را از طریق مسأله (۵۵) تعیین می‌کنند، می‌توان از رابطه (۴۶) شاخص قیمت کالاهای داخلی را به صورت زیر بیان کرد:

$$P_{net} = \left[\xi (\pi^{\tau}_{net-1} P_{net-1})^{\frac{1}{1-\theta_t}} + (1-\xi)(P^*_{net})^{\frac{1}{1-\theta_t}} \right]^{1-\theta_t} \qquad (۵۷)$$

با تعریف قیمت نسبی داخلی به صورت $p^*_{net}(i) = \frac{P^*_{net}(i)}{P_{net}}$، می‌توان شرط مرتبه اول این مسأله را به شکل زیر بیان کرد:

$$p^*_{net}(i) = \frac{E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\xi\beta)^j \lambda_{t+j} mc_{t+j} Y_{Dt+j} \left(\prod_{k=0}^{j-1} \frac{(\pi_{net+k})^{\tau}}{\pi_{net+k+1}} \right)^{-\frac{1}{\theta_t - 1}}}{\theta_t E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\xi\beta)^j \lambda_{t+j} Y_{net+j} \left(\prod_{k=0}^{j-1} \frac{(\pi_{net+k})^{\tau}}{\pi_{net+k+1}} \right)^{-\frac{\theta_t}{\theta_t - 1}}} \qquad (۵۸)$$

با لگاریتم- خطی کردن این رابطه و لحاظ رابطه (۵۷)، منحنی فیلیپس نوکینزی به شکل لگاریتم- خطی زیر به‌دست می‌آید:

$$\hat{\pi}_{net} = \frac{\beta}{1+\beta\tau} E_t \hat{\pi}_{net+1} + \frac{\tau}{1+\beta\tau} \hat{\pi}_{net-1} + \frac{(1-\beta\xi)(1-\xi)}{(1+\beta\tau)\xi} (\widehat{mc}_t + \hat{\theta}_t) \qquad (۵۹)$$

۲-۶- بخش نفت

برای الگوسازی بخش نفت از الگوی بالک، براون و یوسل[1] (۲۰۱۰)، استفاده شده است. براساس این الگو، فرض می‌شود که تولید نفت به صورت درون‌زا در الگو تعیین می‌شود. باید توجه داشت که اگر فرض می‌شد تولید نفت به صورت برون‌زا در الگو ظاهر می‌شد، امکان بررسی اثرات حقیقی این متغیر کلیدی در اقتصاد نفتی مانند اقتصاد ایران وجود نداشت، زیرا در عمل فرض شده بود ارزش‌افزوده این بخش برون‌زا است و ارتباطی با عوامل تولید اقتصاد ندارد. در این صورت، این امکان وجود داشت که ارزش‌افزوده بخش غیرنفتی از ارزش بخش نفت هیچ‌گونه اثرپذیری نداشته باشد که این، با واقعیات اقتصاد ایران در تضاد خواهد بود. در الگوی بالک، براون و یوسل (۲۰۱۰)، فرض می‌شود که در هر دوره بنگاه دولتی مقدار Y_{Ot} نفت را با استفاده از ذخایر نفت، O_t و نیروی کار، L_{Ot} و براساس تکنولوژی CES زیر تولید می‌کند:

$$Y_{Ot} = A_{Ot}\left[a_O X_{Ot}^{1-\theta_O} + (1-a_O)L_{Ot}^{1-\theta_O}\right]^{\frac{1}{1-\theta_O}} \qquad (۶۰)$$

که در آن، A_{Ot} تکانه بهره‌وری تولید نفت است که فرض می‌شود از فرآیند زیر تبعیت کند:

$$\log A_{Ot} = \rho_{AO}\log A_{Ot-1} + \varepsilon_{Ot}^{A}, \quad \varepsilon_{Ot}^{A} \sim i.i.d.N(0,\sigma_{AO}^2) \qquad (۶۱)$$

در واقع، می‌توان این تکانه بهروری را به صورت افزایش در مقدار تولید در بخش نفت به دلیل ارتقا در فناوری به‌کار رفته در این بخش در نظر گرفت، اما تفسیری که در دوره‌های اخیر می‌توان آن را به کار برد، تحریم‌های نفتی است. در واقع، می‌توان تحریم‌های نفتی را به‌عنوان یک تکانه بهره‌وری منفی در الگو دانست. همچنین باید توجه داشت که براساس تابع تولید نفت و ساختار تکنولوژی مورد استفاده در این محصول، به‌طور معمول سهم نیروی کار بسیار کمتر از سهم ذخایر نفتی است که این نکته در کالیبراسیون پارامتر a_O در نظر گرفته شده است.

1- Balke, Brown & Yucel

انباشت ذخایر نفت هم شامل اکتشاف ذخایر، G_{Ot} و هم استخراج ذخایر (تولید نفت) است و به صورت زیر صورت می‌گیرد:

$$X_{Ot+1} = X_{Ot} + G_{Ot} - Y_{Ot} \qquad (۶۲)$$

اکتشاف ذخایر نفت براساس تکنولوژی زیر صورت می‌گیرد:

$$G_{Ot} = \Phi_O\left(\frac{I_{Xt}}{X_{Ot}}\right)X_{Ot} \qquad (۶۳)$$

که در آن، I_{Xt} سرمایه‌گذاری صورت گرفته برای اکتشاف ذخایر نفتی است و فرض می‌شود که ترکیب CES از سرمایه‌گذاری خصوصی و دولتی به صورت زیر است:

$$I_{Xt} = A^I_{Xt}\left[a_{IX} I_{Gt}^{1-\theta_{IX}} + (1-a_{IX}) I_t^{1-\theta_{IX}}\right]^{\frac{1}{1-\theta_{IX}}} \qquad (۶۴)$$

که در آن، A^I_{Xt} تکانه تکنولوژی وارد شده به تولید (اکتشاف) ذخایر است. اکتشاف ذخایر دارای هزینه تعدیل $\Phi_O\left(\frac{I_{Xt}}{X_{Ot}}\right)$ است که $\Phi'_O(\bullet) > 0$ و $\Phi''_O(\bullet) < 0$. باید توجه داشت که $\Phi_O(I_X/X_O) = Y_O/X_O$ و $\Phi'_O(I_X/X) = 1$ است. می‌توان ذخایر نفت در این الگو را به صورت حجم سرمایه بخش نفت در نظر گرفت که منعکس‌کننده زیربنای تولید نفت و همچنین نفت موجود در زیر زمین است. استخراج از ذخایر (یا به عبارت دیگر، استهلاک سرمایه تولید نفت) نیز به اینکه چقدر نفت تولید می‌شود، بستگی دارد. همچنین فرض می‌شود که A^I_{Xt} از فرآیند زیر تبعیت می‌کند:

$$\log A^I_{Xt} = \rho_O \log A^I_{Xt-1} + \varepsilon^I_{Xt}, \quad \varepsilon^I_{Xt} \sim i.i.d.N(0, \sigma^2_{IX}) \qquad (۶۵)$$

بهینه‌یابی مسأله بنگاه تولیدکننده نفت و با ثابت در نظر گرفتن قیمت‌ها قاعده تصمیم‌گیری برای تولید نفت و ذخایر نفت به‌دست می‌آید. از شرط مرتبه اول نیروی کار، تقاضا برای نیروی کار در بخش نفت به صورت زیر استخراج می‌شود:

$$P_{Ot} = P_{Xt} + MC_{Ot} \qquad (۶۶)$$

$$MC_{Ot} = \frac{W_t}{(1-a_O)\left(\frac{L_{Ot}}{Y_{Ot}}\right)^{-\theta_O}} \qquad (۶۷)$$

وجود ذخایر یک عنصر بین دوره‌ای برای تصمیم‌گیری عرضه تولید نفت ایجاد می‌کند. براساس این، شرط مرتبه اول تولید ذخایر نفت عبارت است از:

$$P_{Xt} = E_t\left\{M_{t+1}[(P_{Ot+1}-P_{Xt+1})a_O\left(\frac{X_{Ot}}{Y_{Ot}}\right)^{-\theta_O} + P_{Xt+1}(1+\Phi_{Ot+1}-\Phi'_{Ot+1}\frac{I_{Xt+1}}{X_{Ot+1}})]\right\} \qquad (۶۸)$$

که در آن، عامل تنزیل تصادفی است و $\left\{(P_{Ot+1}-P_{Xt+1})a_O\left(\frac{X_{Ot}}{Y_{Ot}}\right)^{-\theta_O} + P_{Xt+1}(1+\Phi_{Ot+1}-\Phi'_{Ot+1}\frac{I_{Xt+1}}{X_{t+1}})\right\}$ عایدی حاصل از داشتن ذخایر بیشتر در دوره بعد است. بنابراین، از طریق دو رابطه (۶۶) و (۶۸) انتظارات در مورد شرایط آتی بازار نفت تأثیر مستقیمی بر تصمیم‌گیری تولید نفت در دوره جاری خواهد داشت. شرط تسویه بازار نفت نیز عبارت است از:

$$Y_{Ot} = X_{et} + C_t^e + Y_{Ot}^X \qquad (۶۹)$$

که در آن، Y_{Ot}^X میزان صادرات نفت به خارج از اقتصاد داخلی است. همچنین شرط تسویه بازار کار نیز به صورت زیر است:

$$L_t = L_{Yt} + L_{Ot} \qquad (۷۰)$$

۲-۷- بخش عمومی و بانک مرکزی

به دلیل عدم استقلال بانک مرکزی در ایران، نمی‌توان دولت و بانک مرکزی را به صورت دو بخش مجزا الگوسازی کرد، بلکه با توجه به شرایط کنونی مناسب است که این دو بخش را در یک چهارچوب در نظر گرفت. فرض بر این است که هدف دولت تأمین منابع مالی برای هزینه‌هاست و بانک مرکزی در جهت تحقق هدف اصلی دولت کمک می‌کند. همچنین به دلیل اینکه هدف بانک مرکزی حفظ ثبات قیمت‌ها و افزایش رشد اقتصادی است، در کنار کمک به دولت در رسیدن به هدف خود، سعی دارد با سیاست‌گذاری پولی

در جهت رسیدن به دو هدف گام بردارد. به عبارت دیگر، بانک مرکز ی هدفی چندگانه دارد.

دولت سعی دارد تا هزینه‌های خود را به شکل مخارج جاری و عمرانی از طریق درآمدهای حاصل از دریافت مالیات یک‌جا از خانوارها، فروش اوراق مشارکت و درآمد حاصل از فروش نفت پوشش دهد. در صورت توازن بودجه از طریق سه نوع منبع درآمد یادشده، خلق پولی اتفاق نخواهد افتاد و بانک مرکزی قادر به اعمال سیاست پولی بدون در نظر گرفتن محدودیت بودجه دولت خواهد بود، اما چنانچه با وجود این سه منبع درآمدی، کسری رخ دهد، دولت از طریق استقراض از بانک مرکزی (یا برداشت از سپرده‌های خود نزد بانک مرکزی) که به معنای خلق پول است، به تأمین مالی کسری بودجه خود اقدام خواهد کرد و این، به معنای سلطه مالی است. با این حال، نکته قابل توجه آن است که فروش ارز حاصل از درآمدهای نفتی به دولت نیز خود در پایه پولی منعکس خواهد شد. ازاین‌رو، آنچه در قید بودجه دولت به صورت تغییرات پایه پولی منعکس می‌شود، ترکیب درآمدهای نفتی و برداشت از سپرده‌های دولت نزد بانک مرکزی است. با این توضیحات به بیان ریاضی، قید بودجه دولت عبارت است از:

$$G_t+(1+r_{t-1})b_{t-1}+TA_t=T_t+b_{t-1}+\frac{(GD_t-GD_{t-1})}{P_t}+e_t\mathcal{P}_{Ot}^{*}Y_{Ot}^{X}+\mathcal{P}_{et}\left(X_{et}+C_t^{e}\right) \qquad (۷۱)$$

که در آن، $\mathcal{P}_{Ot}^{*}=\frac{P_{Ot}}{P_t^{*}}$ نسبت قیمت جهانی نفت به شاخص قیمت خارجی است و براساس آن، خواهیم داشت:

$$\frac{\mathcal{P}_{Ot}^{*}}{\mathcal{P}_{Ot-1}^{*}}=\frac{\pi_{Ot}}{\pi_t^{*}} \qquad (۷۲)$$

همچنین GD_t خالص بدهی دولت به بانک مرکزی و G_t مخارج دولت است که به صورت مجموع مخارج جاری، C_{Gt} و مخارج عمرانی، I_{Gt}، تعریف می‌شود:

$$G_t=\mathcal{P}_{CGt}C_{Gt}+\mathcal{P}_{IGt}I_{Gt} \qquad (۷۳)$$

که در آن $\mathcal{P}_{CGt}=\frac{P_{CGt}}{P_t}$ و $\mathcal{P}_{IGt}=\frac{P_{IGt}}{P_t}$ به ترتیب قیمت نسبی مخارج جاری و عمرانی دولت است. فرض می‌شود، مخارج جاری و عمرانی دولت مانند مصرف و سرمایه‌گذاری خصوصی، ترکیب CES از کالاهای تولید داخل و خارج باشد، بنابراین:

$$C_{Gt}=\left[a_{CG}^{\frac{1}{\theta_{CG}}}\left(C_{Dt}^{G}\right)^{\frac{\theta_{CG}-1}{\theta_{CG}}}+(1-a_{CG})^{\frac{1}{\theta_{CG}}}\left(C_{Nt}^{G}\right)^{\frac{\theta_{CG}-1}{\theta_{CG}}}\right]^{\frac{\theta_{CG}}{\theta_{CG}-1}} \qquad (۷۴)$$

$$I_{Gt}=\left[a_{IG}^{\frac{1}{\theta_{IG}}}\left(I_{Dt}^{G}\right)^{\frac{\theta_{IG}-1}{\theta_{IG}}}+(1-a_{IG})^{\frac{1}{\theta_{IG}}}\left(I_{Nt}^{G}\right)^{\frac{\theta_{IG}-1}{\theta_{IG}}}\right]^{\frac{\theta_{IG}}{\theta_{IG}-1}} \qquad (۷۵)$$

که در آن، C_{Dt}^{G} و C_{Ft}^{G} و I_{Dt}^{G} و I_{Ft}^{G} به ترتیب نماد تقاضای کالاهای مصرفی تولید داخل و تولید خارج (وارداتی) و تقاضای کالاهای سرمایه‌ای تولید داخل و تولید خارج (وارداتی) توسط دولت هستند. a_{CG} و a_{IG} به ترتیب سهم کالاهای مصرفی و سرمایه‌ای تولید داخل در کل مصرف و سرمایه‌گذاری دولت و θ_{CG} و θ_{IG} به ترتیب کشش جانشینی بین کالاهای مصرفی دولتی تولید داخل و خارج و کالاهای سرمایه‌ای دولتی تولید داخل و خارج است. براساس این روابط مطابق روابط قبل توابع تقاضای کالاهای مصرفی و سرمایه‌ای تولید داخل و خارج توسط دولت به صورت زیر استخراج می‌شود:

$$C_{Dt}^{G}=a_{CG}\left(\frac{P_{Dt}}{P_{CGt}}\right)^{-\theta_{CG}}C_{Gt}=a_{CG}\left(\mathcal{P}_{CGt}^{D}\right)^{-\theta_{CG}}C_{Gt} \qquad (۷۶)$$

$$C_{Nt}^{G}=(1-a_{CG})\left(\frac{P_{Nt}}{P_{CGt}}\right)^{-\theta_{CG}}C_{Gt}=(1-a_{CG})\left(\mathcal{P}_{CGt}^{N}\right)^{-\theta_{CG}}C_{Gt} \qquad (۷۷)$$

$$I_{Dt}^{G}=a_{IG}\left(\frac{P_{Dt}}{P_{IGt}}\right)^{-\theta_{IG}}I_{Gt}=a_{IG}\left(\mathcal{P}_{IGt}^{D}\right)^{-\theta_{IG}}I_{Gt} \qquad (۷۸)$$

$$I_{Nt}^{G}=(1-a_{IG})\left(\frac{P_{Nt}}{P_{IGt}}\right)^{-\theta_{IG}}I_{Gt}=(1-a_{IG})\left(\mathcal{P}_{IGt}^{N}\right)^{-\theta_{IG}}I_{Gt} \qquad (۷۹)$$

$$\mathcal{P}_{CGt}^{D}=\frac{\mathcal{P}_{Dt}}{\mathcal{P}_{CGt}} \qquad (۸۰)$$

$$\mathcal{P}_{CGt}^{N} = \frac{e_t}{\mathcal{P}_{CGt}} \quad (۸۱)$$

$$\mathcal{P}_{IGt}^{D} = \frac{\mathcal{P}_{Dt}}{\mathcal{P}_{IGt}} \quad (۸۲)$$

$$\mathcal{P}_{IGt}^{N} = \frac{e_t}{\mathcal{P}_{IGt}} \quad (۸۳)$$

$$\frac{\mathcal{P}_{CGt}}{\mathcal{P}_{CGt-1}} = \frac{\pi_{CGt}}{\pi_t} \quad (۸۴)$$

$$\frac{\mathcal{P}_{IGt}}{\mathcal{P}_{IGt-1}} = \frac{\pi_{IGt}}{\pi_t} \quad (۸۵)$$

که در آن، $\pi_{CGt} = \frac{P_{CGt}}{P_{CGt-1}}$ و $\pi_{IGt} = \frac{P_{IGt}}{P_{IGt-1}}$ به ترتیب نرخ تورم شاخص قیمت مخارج جاری و عمرانی دولت است. با لحاظ روابط (۷۶) و (۷۷) (۷۷) در رابطه (۷۴) و روابط (۷۸) و (۷۹) در رابطه (۷۵)، شاخص قیمت مصرف و سرمایه‌گذاری دولتی به ترتیب عبارت‌اند از:

$$P_{CGt} = \left[a_{CG} P_{Dt}^{1-\theta_{cg}} + (1-a_{CG}) P_{Nt}^{1-\theta_{cg}} \right]^{\frac{1}{1-\theta_{cg}}} \quad (۸۶)$$

$$P_{IGt} = \left[a_{IG} P_{Dt}^{1-\theta_{ig}} + (1-a_{IG}) P_{Nt}^{1-\theta_{ig}} \right]^{\frac{1}{1-\theta_{ig}}} \quad (۸۷)$$

فرض می‌شود، سرمایه‌گذاری در بخش دولتی به‌تدریج و در طول زمان شکل می‌گیرد و بنابراین، سرمایه دولتی تا چندین دوره قابل به‌کارگیری نخواهد بود. با این تصریح زمان‌بر برای سرمایه‌گذاری دولتی می‌توان تأثیر تأخیرهای به‌وجود آمده در پروژه‌های عمرانی دولت را بر اقتصاد نشان داد. برای مشخص کردن تأخیر بین زمان تصویب پروژه عمرانی دولت و زمان به ثمر نشستن این سرمایه‌گذاری به شکل سرمایه، به تبعیت از لیپر و دیگران[1] (۲۰۱۰)، تصویب سرمایه‌گذاری دولت در بودجه در زمان t را با A_{Gt}^{I} و تعداد فصل‌های

1- Leeper, Walker & Yang

لازم[1] برای کامل کردن پروژه سرمایه‌گذاری را با N نشان می‌دهیم. بنابراین، در این صورت، معادله حرکت سرمایه دولتی به صورت زیر است:

$$K_{Gt} = (1-\delta_G)K_{Gt-1} + A^I_{Gt-N+1} \qquad (۸۸)$$

که در آن، K_{Gt} سرمایه دولتی و δ_G نرخ استهلاک سرمایه دولتی است. فرض می‌شود که سرمایه‌گذاری دولتی تصویب شده در بودجه از یک فرآیند خودرگرسیون مرتبه اول (به شکل لگاریتم خطی شده) به صورت زیر تبعیت می‌کند:

$$\hat{A}^I_{Gt} = \rho^I_{At}\hat{A}^I_{Gt-1} + \varepsilon^I_{At} + \eta_G\varepsilon^A_{Ot}, \qquad \varepsilon^I_{At} \sim i.i.d.N(0,\sigma^2_{IG}) \qquad (۸۹)$$

از آنجا که به‌طور معمول رفتار دولت در ایران به نحوی است که در واکنش به کاهش درآمدهای نفتی از حجم مخارج عمرانی کم می‌کند و به‌طور متناسب مخارج جاری را کم نمی‌کند (و برعکس)، تکانه نفتی ε^A_{Ot} در رابطه مربوط به سرمایه‌گذاری دولتی وارد می‌شود. بنابراین، براساس این رابطه، با افزایش درآمدهای نفتی سرمایه‌گذاری دولتی بیشتری در بودجه تصویب می‌شود و با کاهش درآمدهای نفتی از میزان پروژه‌های عمرانی دولت کاسته می‌شود. پارامتر η_G نشان‌دهنده درجه تأثیرگذاری تکانه نفت بر مخارج عمرانی صورت گرفته است. بنابراین، می‌توان هزینه سرمایه‌گذاری تکمیل شده را به صورت زیر نوشت:

$$I_{Gt} = \sum_{n=0}^{N_I-1}\phi_n A^I_{Gt-N} \qquad (۹۰)$$

که در آن، $\sum_{n=0}^{N_I-1}\phi_n = 1$ است. ϕها نرخ سرمایه‌گذاری انجام شده را در هر دوره نشان می‌دهند. زمانی که $N_I = 1$ است، هیچ تأخیری بین زمان تصویب و زمان به ثمر رسیدن سرمایه‌گذاری دولتی وجود ندارد و بنابراین، $\phi_0 = 1$ و $GI_t = A^I_t$ است. همچنین فرض می‌کنیم که کارگزاران اقتصادی مقادیر جاری و گذشته اجزای اخلال، $\{\varepsilon^I_{t-j}\}_{j=0}^{\infty}$،

۱- به دلیل اینکه در این مطالعه از داده‌های فصلی برای برآورد پارامترهای الگو استفاده می‌شود، تعداد فصل‌های مورد نیاز برای به ثمر رسیدن پروژه عمرانی مد نظر قرار گرفته است. بنابراین، اگر از داده‌های سالانه برای برآورد استفاده می‌شد، N_I به صورت تعداد سال‌ها تفسیر می‌شد.

را مشاهده می‌کنند. این، بدان معناست که کارگزاران و بنگاه‌ها در مورد سرمایه‌گذاری دولتی چشم‌اندازی دارند و بنابراین، از بودجه تصویب شده که به‌طور دایم در رسانه‌ها و مطبوعات اطلاع‌رسانی می‌شوند، آگاه هستند و زمان اتمام پروژه برای آنان از اهمیت برخوردار است. همچنین فرض می‌شود که سیاست‌گذاری مالی به صورت تغییر در مخارج جاری دولت، از یک فرآیند خودرگرسیون مرتبه اول به صورت زیر تبعیت می‌کند

$$\log C_{Gt} = (1-\rho_G)\log C_G + \rho_G \log C_{Gt-1} + \varepsilon_{Gt}, \quad \varepsilon_{Gt} \sim i.i.d.N(0,\sigma_G^2) \qquad (۹۱)$$

ترازنامه بانک مرکزی را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$M_t = GD_t + S_t FR_t \qquad (۹۲)$$

که در آن، FR_t خالص دارایی‌های خارجی بانک مرکزی به قیمت خارجی بوده که با استفاده از نرخ ارز S_t به پول داخلی تبدیل شده است. با تقسیم طرفین بر P_t ترازنامه بانک مرکزی (پایه پولی) به صورت حقیقی عبارت خواهد بود از:

$$m_t = gd_t + e_t fr_t \qquad (۹۳)$$

که در آن، m_t و gd_t نسبت به شاخص قیمت داخلی P_t و fr_t نسبت به شاخص قیمت خارجی P_t^* تعدیل شده است.

۲-۸- تسویه بازار کالا و انباشت ذخایر خارجی

از شرط تسویه بازار کالا می‌توان به تعریف تولید ناخالص داخلی به صورت زیر دست یافت:

$$Y_t^{no} = C_{net} + I_{Dt} + C_{Dt}^G + I_{Dt}^G \qquad (۹۴)$$

$$Y_t = (C_{net} + C_{Nt}) + (I_{Dt} + I_{Nt}) + (C_{Dt}^G + C_{Nt}^G) + (I_{Dt}^G + I_{Nt}^G) + Y_{Ot} - \aleph_t \qquad (۹۵)$$

$$\aleph_t = C_{Nt} + I_{Nt} + C_{Nt}^G + I_{Nt}^G \qquad (۹۶)$$

که در آن، $\aleph_t$ واردات کالا و خدمات در دوره t است.

انباشت ذخایر خارجی (به پول خارجی) به صورت زیر خواهد بود:

$$FR_t = FR_{t-1} + P_{Ot} Y_{Ot}^X - M_{St} - P_t^* \aleph_t \qquad (۹۷)$$

با تعدیل این رابطه نسبت به شاخص قیمت خارجی P_t^*، انباشت ذخایر خارجی حقیقی عبارت است از:

$$fr_t = \frac{fr_{t-1}}{\pi_t^*} + \mathcal{P}_{Ot}^* Y_{Ot}^{X} - m_{St} - \aleph_t \qquad (۹۸)$$

۲-۹- سیاست‌گذاری پولی و ارزی

در این مطالعه، به دنبال بررسی سیاست‌گذاری پولی بهینه در اقتصاد ایران هستیم، اما چون پارامترهای الگو باید برآورد شوند، الگو را باید با در نظر گرفتن قاعده سیاستی پولی و ارزی حل کرد. دلیل این موضوع، آن است که در الگوهای نوکینزی به تعداد ابزارهای در اختیار سیاست‌گذار، تعداد معادلات از تعداد مجهولات الگو کمتر است؛ برای مثال، در حالتی که سیاست‌گذار پولی در ادبیات مرسوم این نوع الگوها، تنها ابزار نرخ بهره را در اختیار دارد، الگو یک معادله کم دارد و آن هم طرف عرضه پول یا نحوه رفتار سیاست‌گذار پولی است. حال برای اینکه الگو بسته شود، یک معادله به‌عنوان نحوه رفتار سیاست‌گذار پولی در الگو لحاظ می‌شود که این معادله به‌طور معمول همان قاعده معروف تیلور است، اما زمانی که سیاست‌گذاری پولی بهینه مد نظر باشد، به‌جای استفاده از قاعده ابزاری، قاعده هدف‌گذاری براساس تصریح یک تابع زیان برای سیاست‌گذاری در نظر گرفته می‌شود و هدف سیاست‌گذار حداقل‌سازی این تابع زیان به نحوی است که ناسازگاری بین زمانی اتفاق نیفتد. این رویکرد در سیاست‌گذاری صلاحدیدی با کمی تفاوت در نحوه بهینه‌یابی نیز انجام می‌شود که در هر دوی این رویکردها (سیاست‌گذاری بهینه و صلاحدیدی) امکان برآورد پارامترها وجود ندارد، زیرا هدف در این دو رویکرد بهینه‌یابی است. با این توضیحات، در این مطالعه، برای برآورد پارامترها ابتدا فرض می‌شود که دو ابزار سیاست‌گذاری پولی و ارزی در اقتصاد ایران، یعنی نرخ رشد پایه پولی و رشد نرخ ارز اسمی از یک فرآیند خودرگرسیون مرتبه اول پیروی می‌کنند و پس از برآورد پارامترها، تابع زیانی برای بانک مرکزی معرفی و الگو به دو صورت بهینه و صلاحدیدی حل می‌شود.

با توجه به اینکه نظام نرخ ارز در ایران شناور مدیریت شده است، بانک مرکزی قادر به اعمال سیاست‌گذاری ارزی در کنار سیاست‌گذاری پولی نیز هست. براساس این، سیاست‌گذار پولی دو ابزار سیاست‌گذاری نیز در اختیار دارد. ابزار سیاست‌گذاری ارزی بانک مرکزی در ایران تغییر در ارزش پول ملی یا همان رشد نرخ ارز است. براساس این، فرض می‌شود که این دو ابزار به صورت زیر توسط بانک مرکزی تعیین می‌شوند:

$$\log \dot{m}_t = \rho_{\dot{m}_t} \log \dot{m}_{t-1} + \varepsilon_{\dot{m}t} \qquad (۹۹)$$

$$\log \hbar_t = \rho_{\hbar_t} \log \hbar_{t-1} + \varepsilon_{\hbar t} \qquad (۱۰۰)$$

که در آن

$$\dot{m}_t = \frac{M_t}{M_{t-1}} = \frac{m_t}{m_{t-1}} \pi_t \qquad (۱۰۱)$$

نرخ رشد اسمی پایه پولی و π_{Tt} نرخ تورم هدف ضمنی است. به عبارت دیگر، سیاست‌گذار پولی هر دوی این متغیرها را به صورت برون‌زا تعیین می‌کند. باید توجه داشت که این فرض صرفاً برای تکمیل الگو و برآورد پارامترها در نظر گرفته شده است و بنابراین، تفسیری از آن ارایه نمی‌شود. به‌جای آن، در ادامه این دو رابطه حذف و تابع زیان بانک مرکزی جایگزین می‌شود که با استفاده از دو رویکرد صلاحدیدی و بهینه رمزی این تابع زیان نسبت به قیود سیاست‌گذار (که شامل تمام معادلات الگوست) حداقل‌سازی و نتایج در سناریوهای مختلف تحلیل می‌شود.

در انتها برای اینکه الگو تکمیل شود، فرض می‌شود که تورم شاخص قیمت خارجی، π_t^* و تورم قیمت جهانی نفت نیز از فرآیند خودرگرسیون مرتبه اول به صورت زیر تبعیت کنند:

$$\log \pi_t^* = \rho_{\pi^*} \log \pi_{t-1}^* + \varepsilon_{\pi^* t} \qquad (۱۰۲)$$

$$\log \pi_{Ot} = \rho_{\pi_O} \log \pi_{Ot-1} + \varepsilon_{\pi_O t} \qquad (۱۰۳)$$

در ادامه، پارامترهای این الگو با استفاده از رویکرد بیزی برآورد می‌شوند.

۳- برآورد پارامترهای الگو

قبل از برآورد الگو باید معادلات لگاریتم- خطی شوند. به دلیل پیچیدگی‌های موجود در فرآیند لگاریتم- خطی‌سازی و عدم نیاز به آن، نتایج نهایی الگوی لگاریتم- خطی شده در پیوست شماره ۱، ارایه شده است. بعد از لگاریتم- خطی‌سازی الگو، برای برآورد پارامترهای این الگو از رویکرد بیزی و از الگوریتم متروپولیس- هستینگز استفاده می‌شود. با استفاده از الگوریتم متروپولیس- هستینگز، ۱۰ زنجیره موازی با حجم ۱,۵ میلیون برای به‌دست آوردن چگالی پسین پارامترها استخراج می‌شود. برای برآورد الگو از متغیرهای شکاف تولید (تولید ناخالص داخلی به قیمت پایه ۱۳۷۶)، تورم شاخص بهای مصرف‌کننده به قیمت پایه ۱۳۸۳، تورم شاخص بهای تولیدکننده به قیمت پایه ۱۳۸۳، نرخ رشد پایه پولی، مخارج مصرفی دولتی به قیمت پایه ۱۳۷۶، تولید نفت، تورم قیمت نفت (شاخص قیمت سبد اوپک)، رشد نرخ ارز اسمی (ارز بازار آزاد)، نرخ دستمزد (شاخص دستمزد کارگاه‌های بزرگ صنعتی)، اشتغال و نرخ تورم خارجی (تورم شاخص قیمت طرف‌های تجاری اقتصاد ایران) استفاده شده است. سه متغیر اول و متغیرهای نرخ دستمزد و اشتغال بیان‌کننده وضعیت کلی اقتصاد، نرخ رشد پایه پولی و رشد نرخ ارز اسمی نماینده‌ای از سیاست‌گذاری پولی، مخارج مصرفی دولتی نشان‌دهنده سیاست‌گذاری مالی، تولید و تورم قیمت نفت نشان‌دهنده نقش نفت در اقتصاد و نرخ تورم خارجی بیان‌کننده تأثیر اقتصاد جهانی خواهد بود. داده‌های مورد استفاده در برآورد، شامل داده‌های فصلی از ۱۳۷۰:۱ تا ۱۳۹۲:۳ است. شکاف تولید به صورت انحراف لگاریتم تولید حقیقی از تولید بالقوه تعریف می‌شود. تولید بالقوه نیز با استفاده از فیلتر هودریک- پرسکات[1] (HP) محاسبه می‌شود. این موضوع در مورد مصرف خصوصی و دولتی نیز صادق است. همچنین براساس تعریف نرخ رشد در ادبیات مکتب نوکینزی، نرخ رشد متغیر به صورت نسبت متغیر در دوره t به متغیر در دوره t-1 تعریف می‌شود و از آنجا که تمام متغیرها در الگو به صورت

1- Hodrick-Prescott Filter

انحراف لگاریتم متغیر از مقدار وضعیت پایدار تعریف شده‌اند، نرخ رشد متغیرها از استخراج فیلتر HP با مقدار ۶۷۷ برای پارامتر مربوطه لگاریتم نسبت هر متغیر به مقدار دوره گذشته آن به‌دست آمده است.

برای برآورد پارامترهای الگو ابتدا باید توزیع، میانگین و انحراف معیار پیشین[1] که برای پارامترها در نظر گرفته می‌شود، تعیین شود. با در نظر گرفتن مقادیر اولیه برای میانگین و انحراف معیار پارامترها می‌توان با استفاده از رویکرد بیزی پارامترها را برآورد کرد. توزیع، میانگین و انحراف معیار پیشین و نتایج حاصل از برآورد بیزی پارامترها، یعنی میانگین پسین[2] و فاصله اطمینان ۹۰٪ حاصل از آن در جدول شماره ۱، ارایه شده‌اند. برآورد الگو در فضای برنامه dynare تحت نرم‌افزار MATLAB صورت گرفته است.

یادآوری می‌شود، توزیع پیشین برای هر پارامتر براساس ویژگی‌های آن پارامتر و ویژگی‌های توزیع مورد نظر انتخاب شده است؛ برای مثال، توزیع بتا، توزیعی است که با سه پارامتر میانگین، انحراف معیار، حد پایین و حد بالا مشخص می‌شود. بنابراین، برای برآورد پارامترهایی که در بازه خاصی از اعداد قرار می‌گیرند، بهتر است از این توزیع استفاده شود. به همین سبب در مورد پارامترهایی مانند β، α، γ و... که در بازه صفر تا یک قرار می‌گیرند، از توزیع بتا استفاده شده است. همچنین توزیع گاما، توزیعی با دامنه از صفر تا بی‌نهایت است. به همین دلیل، برای پارامترهایی مانند σ، η و... که دارای دامنه مثبت هستند، از این توزیع استفاده می‌شود. در صورتی که برای این پارامترها از توزیع نرمال استفاده شود، ممکن است برای مشاهدات با چند انحراف معیار پایین‌تر از میانگین، به مقادیری برسیم که خارج از دامنه مد نظر برای آن پارامتر هستند.

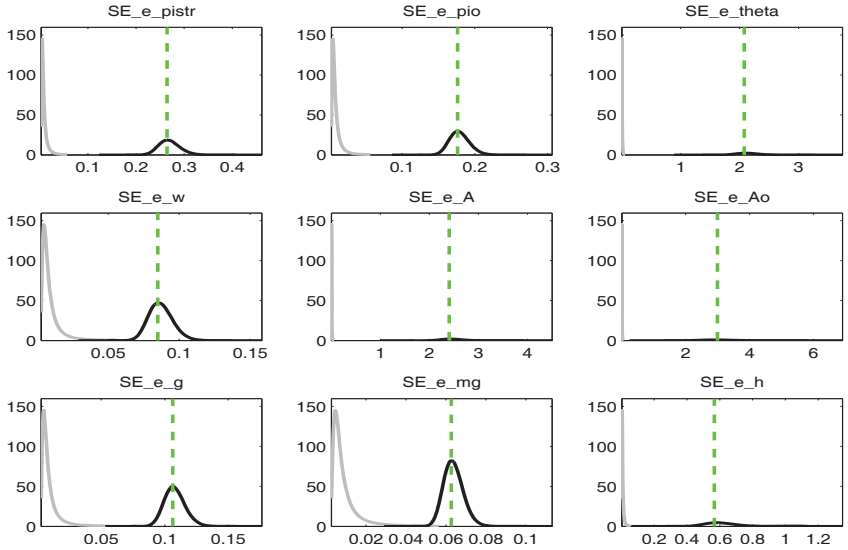
چگالی پیشین و چگالی پسین برآوردی پارامترهای الگو در شکل شماره ۱، گزارش شده است. شباهت بسیار نزدیک چگالی پیشین و پسین پارامترها به آن معناست که یا میانگین چگالی احتمال پیشین درست بوده یا اینکه نمی‌توان از تابع درست‌نمایی و بنابراین،

1- Prior
2- Posterior

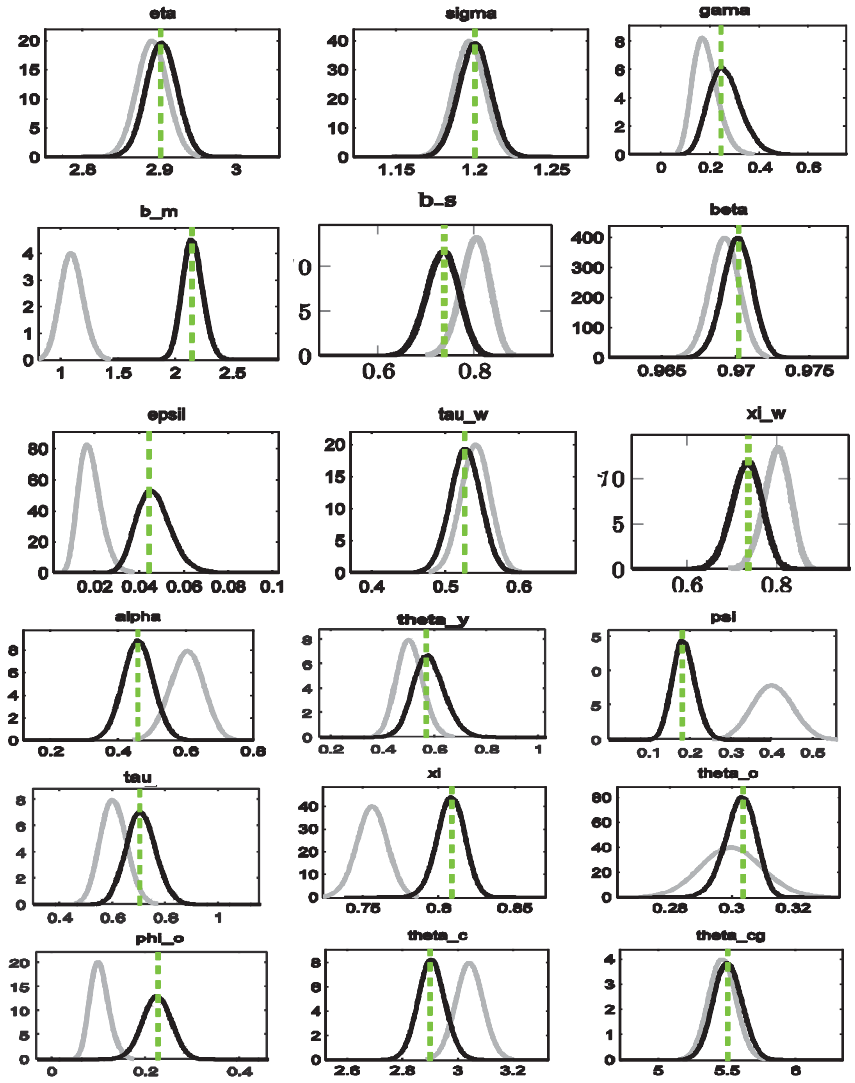
داده‌های مورد استفاده برای برآورد، اطلاعاتی بیش از اطلاعات اولیه استخراج کرد. در صورتی که حالت دوم صحیح باشد، نتایج برآورد بیزی بدان معنا خواهد بود که این پارامترها کالیبره شده‌اند.

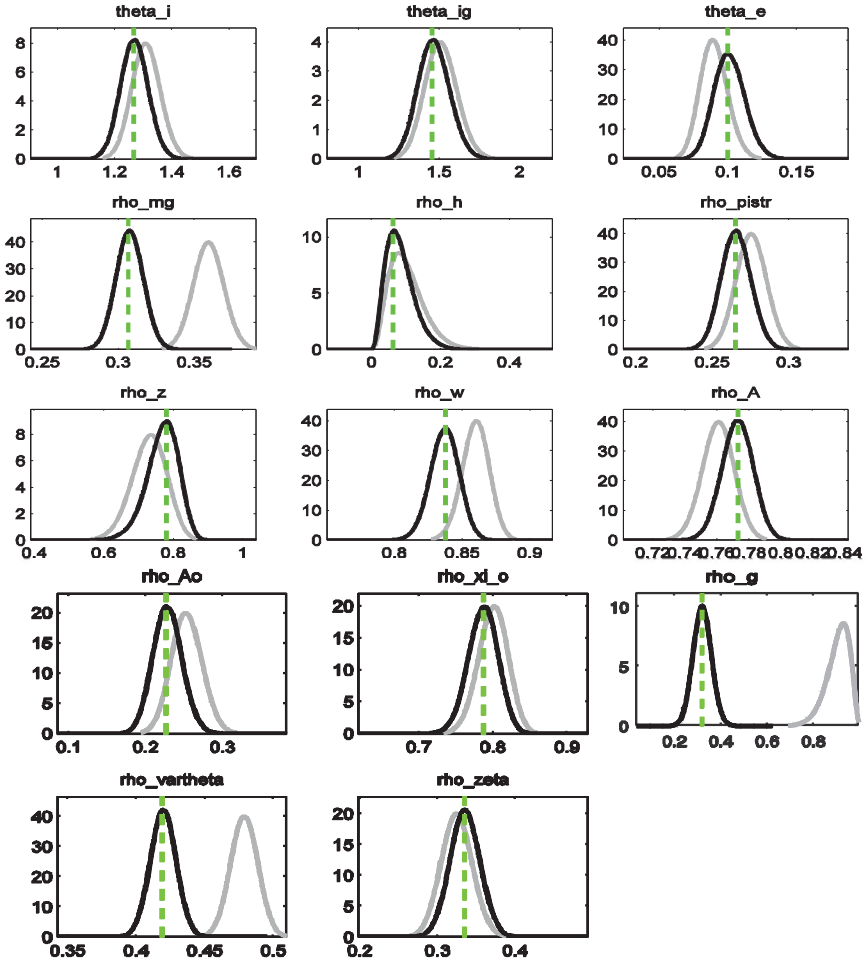
برای بررسی صحت برآوردهای حاصل از روش MCMC از آزمون تشخیصی تک‌متغیره و چندمتغیره بروکز و گلمن[1] (۱۹۹۸)، استفاده می‌شود که نتایج این آزمون در پیوست شماره ۳، آمده است. براساس این، آزمون تک‌متغیره واریانس درون‌نمونه‌ای و بین نمونه‌ای تمام پارامترها به یکدیگر نزدیک و در نهایت، به مقدار ثابتی هم‌گرا شده‌اند و با توجه به اینکه آزمون چندمتغیره واریانس درون‌نمونه‌ای و بین نمونه‌ای نیز به مقدار ثابتی هم‌گرا می‌شوند، می‌توان گفت، نتایج برآورد رویکرد بیزی با استفاده از روش MCMC از صحت خوبی برخوردار هستند.

در ادامه، با معرفی تابع زیان بانک مرکزی و در نظر گرفتن الگوی برآورد شده به بررسی سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی و بهینه رمزی می‌پردازیم.



1- Brooks & Gelman


eta
sigma
gama
b_m
b_s
beta
epsil
tau_w
xi_w
alpha
theta_y
psi
tau
xi
theta_c
phi_c
theta_c
theta_cg



شکل ۱- توزیع پیشین و پسین پارامترهای برآورد شده

جدول ۱- برآورد پارامترهای الگو

پارامتر	توزیع پیشین	میانگین پیشین	واریانس پیشین	میانگین پسین	فاصله اطمینان ۹۰٪	
η	گاما	۲,۸۹	۰,۰۲	۲,۹۰۲	۲,۸۶۹۱	۲,۹۳۵۱
σ	گاما	۱,۱۹۷	۰,۰۱	۱,۲۰۰۱	۱,۱۸۳۵	۱,۲۱۶۹
γ	بتا	۰,۱۹۱	۰,۰۵	۰,۲۲۵۴	۰,۱۷۶۶	۰,۲۷۴۲
b_m	گاما	۱,۰۹۶	۰,۳	۲,۱۴۶۴	۲,۰۰۰۱	۲,۲۹۰۸
b_S	گاما	۰,۸	۰,۳	۰,۷۳۴۹	۰,۶۸۴۳	۰,۷۸۵۵
β	بتا	۰,۹۶۱	۰,۰۱	۰,۹۷۰۱	۰,۹۶۵۴	۰,۹۷۴۸
ϵ	گاما	۰,۰۱۸	۰,۰۰۸	۰,۰۴۶۴	۰,۰۳۴	۰,۰۵۸۶
τ_w	بتا	۰,۵۴	۰,۰۲	۰,۵۲۶۵	۰,۴۹۳۵	۰,۵۶۱۱
ξ_w	بتا	۰,۸	۰,۰۲	۰,۶۸۴۵	۰,۶۷۶۴	۰,۶۹۲۶
α	بتا	۰,۶۰۳	۰,۰۵	۰,۴۵۸۱	۰,۳۸۳۶	۰,۵۳۱۵
θ_y	بتا	۰,۵	۰,۰۵	۰,۵۹۱۹	۰,۵۵۸۵	۰,۶۲۵۳
ψ	بتا	۰,۴	۰,۰۲	۰,۱۸۴۴	۰,۱۶۷۶	۰,۲۰۱۲
τ	بتا	۰,۶	۰,۰۲	۰,۶۸۶۹	۰,۶۷۰۴	۰,۷۰۳۴
ξ	بتا	۰,۷۵۶	۰,۰۲	۰,۸۲۷۶	۰,۸۱۲۷	۰,۸۴۲۳
θ_O	گاما	۰,۳	۰,۰۱	۰,۳۰۲۷	۰,۲۹۴۶	۰,۳۱۰۸
Φ''_O	بتا	۰,۱	۰,۰۵	۰,۲۲۱	۰,۱۹۲۷	۰,۲۴۹۳
θ_C	گاما	۳,۰۴۲	۰,۰۵	۲,۹۰۳۹	۲,۸۲۴۱	۲,۹۸۴
θ_{CG}	گاما	۵,۴۶۳	۰,۱	۵,۵۰۱۱	۵,۳۳۲۸	۵,۶۷۰۴
θ_I	گاما	۱,۳۱	۰,۰۵	۱,۲۶۸۹	۱,۱۸۹	۱,۳۴۷۲
θ_{IG}	گاما	۱,۵۱۲	۰,۱	۱,۴۶۶۱	۱,۳۰۶۴	۱,۶۲۷۱
θ_e	گاما	۰,۰۹	۰,۰۱	۰,۱۰۱۱	۰,۰۸۲۵	۰,۱۱۹۱
$\rho_{\dot{m}}$	بتا	۰,۳۵۹	۰,۰۱	۰,۳۰۷۵	۰,۲۹۲۷	۰,۳۲۲۱
$\rho_{\hbar}$	بتا	۰,۱۰۳	۰,۰۵	۰,۰۸۳۳	۰,۰۱۹۴	۰,۱۴۳۴
ρ_{π^*}	بتا	۰,۲۷۶	۰,۰۱	۰,۲۶۵	۰,۲۴۹۷	۰,۲۸۱۴
ρ_z	بتا	۰,۷۳	۰,۰۵	۰,۷۶۷۸	۰,۶۹۵۱	۰,۸۴۲۱
ρ_W	بتا	۰,۸۶	۰,۰۵	۰,۸۳۷	۰,۸۲	۰,۸۵۴۶
ρ_A	بتا	۰,۷۶۱	۰,۰۵	۰,۷۷۲۹	۰,۷۵۶۹	۰,۷۸۸۸

ادامه جدول ۱

پارامتر	توزیع پیشین	میانگین پیشین	واریانس پیشین	میانگین پسین	فاصله اطمینان ۹۰٪	
ρ_{Ao}	بتا	۰,۲۵۳	۰,۰۲	۰,۲۲۸۱	۰,۱۹۷۳	۰,۲۵۸۷
ρ_G	بتا	۰,۸	۰,۰۵	۰,۲۹۱۸	۰,۲۵۹۹	۰,۳۲۳۷
σ_{π^*}	گامای معکوس	۰,۰۱	∞	۰,۲۶۸۹	۰,۲۳۳۱	۰,۳۰۴۲
σ_{π_O}	گامای معکوس	۰,۰۱	∞	۰,۱۷۸۸	۰,۱۵۶۴	۰,۲۰۰۸
σ_θ	گامای معکوس	۰,۰۱	∞	۲,۱۲۹۴	۱,۸۳۶۷	۲,۴۲۱۸
σ_W	گامای معکوس	۰,۰۱	∞	۰,۰۸۶۹	۰,۰۷۳	۰,۱۰۰۵
σ_A	گامای معکوس	۰,۰۱	∞	۲,۴۵۵	۲,۱۲۷۱	۲,۷۸۳۲
σ_{Ao}	گامای معکوس	۰,۰۱	∞	۲,۹۷۵	۲,۲۲۷۸	۳,۶۹۳۶
σ_G	گامای معکوس	۰,۰۱	∞	۰,۱۰۷۸	۰,۰۹۴۳	۰,۱۲۱
$\sigma_{\dot{m}}$	گامای معکوس	۰,۰۱	∞	۰,۰۶۳۷	۰,۰۵۷	۰,۰۷۱۶
$\sigma_{\hbar}$	گامای معکوس	۰,۰۱	∞	۰,۶۰۱۴	۰,۴۵۴۳	۰,۷۴۱۳

۴- تابع زیان بانک مرکزی

در این بخش، تصریح تابع زیان بانک مرکزی ارایه می‌شود. برای این منظور از رویکرد مورد استفاده توسط گوندر و ساندر[1] (۲۰۱۱)، استفاده می‌شود. فرض می‌شود که بانک مرکزی به دنبال رسیدن به اهداف نرخ تورم، شکاف تولید، رشد پایه پولی و نرخ ارز حقیقی است. بانک مرکزی این تابع زیان را نسبت به قیودی که متشکل از ساختار اقتصاد است (که در قالب الگو شامل تمام معادلات الگو غیر از دو رابطه تعیین‌کننده نرخ رشد پایه پولی و رشد نرخ ارز اسمی است و در این رویکرد از الگو حذف می‌شوند) حداقل می‌سازد. براساس این توضیحات، تابع زیان بانک مرکزی به صورت زیر متشکل از مربع انحرافات متغیرهای هدف از سطح مورد هدف آنهاست.

$$L_t = \frac{1}{2}\sum_{i=0}^{\infty}\beta^i\left[(\hat{\pi}_{t+i} - \hat{\pi}_{Tt+i})^2 + \lambda_y \hat{y}^2_{t+i} + \lambda_e \hat{e}^2_{t+i} + \lambda_{\dot{m}} \hat{\dot{m}}^2_{t+i}\right] \qquad (۱۰۴)$$

1- Guender & Sander

$$\hat{\pi}_{Tt} = \rho_{\pi_T} \hat{\pi}_{Tt-1} + \varepsilon_{\pi_T t} \qquad (۱۰۵)$$

که در آن، فرض شده است تورم هدف از یک فرآیند خودرگرسیون مرتبه اول تبعیت می‌کند. λ_y، λ_e و λ_{mi} وزن‌هایی است که بانک مرکزی بر اهداف خود نسبت به تورم قایل می‌شود. برخلاف تابع زیان معرفی شده توسط گوندر و ساندر که شامل انحراف تورم از مقدار هدف، شکاف تولید، شکاف نرخ بهره و شکاف نرخ رشد پایه پولی است، تابع زیان فوق شامل انحراف تورم از مقدار هدف، شکاف تولید، شکاف نرخ ارز حقیقی و شکاف نرخ رشد پایه پولی است. به عبارت دیگر، فرض شده که در اقتصاد ایران نوسانات نرخ رشد پایه پولی و نرخ ارز حقیقی جزء نگرانی‌های بانک مرکزی است.

در ادامه، دو رژیم متفاوت سیاست‌گذاری پولی در نظر گرفته می‌شود. در رژیم سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی بانک مرکزی در هر دوره به صورت بهینه رفتار می‌کند و وضعیت اقتصاد و انتظارات کارگزاران بخش خصوصی را داده شده در نظر می‌گیرد. با فرض اینکه مردم می‌دانند بانک مرکزی در هر دوره بهینه‌یابی می‌کند، هر قولی که بانک مرکزی برای تورم آینده می‌دهد، قابل اتکا نخواهد بود. به عبارت دیگر، مردم می‌دانند ممکن است بانک مرکزی به هر آنچه قبلاً قول داده پایبند نباشد و در هر دوره سیاست‌گذاری خود را به نحوی انجام می‌دهد که از نظرش بهینه است.

رژیم سیاست‌گذاری پولی دیگر نوعی التزام به اهداف است. در رژیم سیاست‌گذاری پولی التزام به اهداف یا سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی سیاست‌گذار یک برنامه‌ریز خیرخواه[1] بوده که به دنبال تعادل رقابتی است که مطلوبیت کل دوره زندگی کارگزاران اقتصادی را حداکثر می‌سازد و در این راه تعهد کامل به رسیدن به حداکثر رفاه را در تمام دوره‌ها می‌دهد. به عبارت دیگر، در این رژیم سیاستی بانک مرکزی می‌تواند تعهد قابل اتکایی را در مورد آنچه در آینده انجام خواهد داد، بدهد. بانک مرکزی با تعهد به انجام اقدام‌های مشخص در آینده، می‌تواند انتظارات مردم را در خصوص نرخ تورم آتی تحت

1- Benevolent Planner

تأثیر قرار دهد. در ادامه، الگوی تحت بررسی برای اقتصاد ایران در این دو رژیم سیاست‌گذاری پولی مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای این منظور، دو نظام متفاوت ارزی نیز لحاظ می‌شود. ابتدا با در نظر گرفتن نظام نرخ ارز شناور مدیریت شده در اقتصاد، دو ابزار کنترل نرخ رشد پایه پولی و رشد نرخ ارز اسمی به‌عنوان ابزارهای سیاستی بانک مرکزی لحاظ و دو رژیم سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی و بهینه رمزی در این نظام نرخ ارز بررسی می‌شود. در ادامه، دو رژیم سیاست‌گذاری پولی تحت نظام ارز شناور مورد بررسی قرار می‌گیرند. برای این منظور رشد نرخ ارز اسمی از ابزارهای سیاستی بانک مرکزی خارج و به‌جای آن، معادله زیر به الگو اضافه می‌شود:

$$fr_t = fr_{t-1} \qquad (۱۰۶)$$

دلیل اضافه کردن این معادله به الگو نیز مشخص است، زیرا در نظام ارز شناور بازار ارز به‌طور دایم در تعادل خواهد بود و نرخ ارز توسط نیروهای بازار تعیین خواهد شد و این، به معنای آن است که تراز پرداخت‌ها همیشه صفر است.

در ادامه، نتایج حاصل از حل الگو تحت این چهار سناریو بررسی می‌شود.

۵- تجزیه‌وتحلیل الگو

در این بخش به دو صورت نتایج الگو تفسیر و تجزیه‌وتحلیل می‌شود. در گام نخست، واریانس و مقدار تابع واریانس متغیرهای کلیدی الگو تحت سناریوهای مختلف تحلیل می‌شود و در ادامه، توابع ضربه واکنش الگو در چهار سناریو مورد بررسی قرار می‌گیرد.

ابتدا برای تجزیه‌وتحلیل الگو تحت سناریوهای مختلف، واریانس متغیرهای تولید کل $\hat{y}_t$، مصرف $\hat{c}_t$، تولید ناخالص داخلی بدون نفت $\hat{y}_{Dt}$، نرخ رشد ارز $\hat{\hbar}_t$، نرخ ارز حقیقی $\hat{e}_t$، اشتغال $\hat{l}_t$، تولید نفت $\hat{y}_{Ot}$، رشد پایه پولی $\hat{m}_t$ و نرخ تورم $\hat{\pi}_t$ و همچنین مقدار تابع زیان بانک مرکزی تحت چهار سناریوی سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی با نظام نرخ ارز شناور مدیریت شده، سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی با نظام نرخ ارز شناور، سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی با نظام نرخ ارز شناور مدیریت شده و سیاست‌گذاری

پولی بهینه رمزی با نظام نرخ ارز شناور در جدول شماره ۲، گزارش شده است. با توجه به اینکه پارامتر ضریب اهمیت شکاف تولید در تابع زیان بانک مرکزی λ_y پارامتری تعیین‌کننده است، در این جدول مقادیر تابع زیان و واریانس متغیرها با فرض $\lambda_y = ۰/۵$ گزارش شده است.

براساس این جدول، تحت سیاست‌گذاری بهینه رمزی و نظام نرخ ارز شناور مدیریت شده واریانس تمام متغیرها به‌استثنای مصرف و اشتغال حداقل است، در حالی که واریانس دو متغیر مصرف و اشتغال تحت سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی و نظام نرخ ارز شناور حداقل هستند. همچنین تابع زیان نیز در سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی با نظام نرخ ارز شناور مدیریت شده با مقدار ۰,۰۲۳۹۶۸ نسبت به بقیه سناریوها کمتر است. این در حالی است که در سناریوی سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی مقدار تابع زیان برابر با ۰,۰۶۱۲۴ و در رتبه دوم قرار دارد. معنای این نتیجه آن است که در صورت در اختیار داشتن دو ابزار رشد پایه پولی و نرخ ارز و اجرای بهینه سیاست‌گذاری، سیاست‌گذار پولی قادر خواهد بود از طریق مدیریت انتظارات کارگزاران اقتصادی، نوسانات اقتصادی را بهتر کنترل و از وقوع تورش تورمی جلوگیری کند.

در واقع، با توجه به اینکه در نظام نرخ ارز شناور، نرخ ارز به‌راحتی توانایی نوسانات را دارد، مشاهده می‌شود که نرخ رشد ارز اسمی با واریانس ۰,۰۰۰۹۹۸ در مقایسه با واریانس ۰,۰۰۰۲۵ بسیار پرنوسان‌تر است و همین موضوع باعث می‌شود تحت سناریوی نظام شناور واریانس تورم برابر با ۰,۰۰۰۱۴۴ و در سناریوی نظام شناور مدیریت شده کمی کمتر و معادل ۰,۰۰۰۱۳۳ باشد که به معنای کاهش توانایی سیاست‌گذار پولی در کنترل نوسانات تورم و همچنین اقتصاد در نظام نرخ ارز شناور است.

از سوی دیگر، سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی با نظام نرخ ارز شناور بالاترین واریانس را برای تمام متغیرها به‌استثنای تولید ناخالص داخلی بدون نفت و تولید نفت ایجاد می‌کند و مقدار تابع زیانی معادل ۰,۱۱۱۳ دارد. به عبارت دیگر، در صورتی که سیاست‌گذار پولی صرفاً ابزار کنترل پایه پولی را در اختیار داشته و کنترلی بر نرخ ارز

نداشته باشد، بیشترین نوسانات در اقتصاد رخ خواهد داد و این، با توجه به شرایط یک اقتصاد نفتی دور از ذهن نخواهد بود. به بیان دیگر، در این سناریو وقوع یک تکانه نفتی به‌راحتی از طریق تغییر در موازنه تراز پرداخت‌های اقتصاد و تخلیه در نرخ ارز (به دلیل شناور بودن آن) باعث ایجاد نوسانات بالاتری در اقتصاد خواهد شد و سیاست‌گذار به دلیل در اختیار داشتن تنها یک ابزار و همچنین با توجه به اینکه در سیاست‌گذاری صلاحدیدی، سیاست‌گذار قادر به تأثیرگذاری بر انتظارات کارگزاران اقتصادی نیست، توانایی کمتری در کنترل نوسانات تورم خواهد داشت و همین عدم توانایی در مدیریت انتظارات کارگزاران اقتصادی توسط سیاست‌گذار پولی است که باعث ایجاد تورش تورمی در این سناریو می‌شود. از آنجا که واریانس متغیرهای هدف بانک مرکزی (یعنی شکاف تولید، تورم، نرخ رشد پایه پولی و نرخ ارز حقیقی) در این سناریو بالاترین واریانس را دارند، این سناریو بالاترین تابع زیان را نیز در اختیار دارد.

مقایسه این سناریو با سناریوی سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی با نظام نرخ ارز شناور مدیریت شده که در آن سیاست‌گذار علاوه بر کنترل نرخ رشد پایه پولی، ابزار کنترل نرخ رشد ارز را نیز در اختیار دارد، نشان می‌دهد که نوسانات رخ داده در اقتصاد پایین‌تر خواهد بود. در این حالت، مقدار تابع زیان برابر با ۰,۰۸۱۴۲۲ است. براساس این، در این سناریو از آنجا که سیاست‌گذار در اجرای سیاست‌های خود دو ابزار در اختیار دارد، توانایی بیشتری در کنترل نوسانات اقتصادی خواهد داشت و همین موضوع باعث می‌شود تا واریانس نرخ تورم در این سناریو با مقدار ۰,۰۰۱۰۹۳ کمتر از نصف واریانس رخ داده در سناریوی سیاست‌گذاری صلاحدیدی تحت نظام نرخ ارز شناور (با مقدار ۰,۰۰۲۴۳۵) باشد.

با توجه به اینکه نظام ارزی در اقتصاد ایران به نظام ارزی شناور مدیریت شده نزدیک‌تر است و همچنین با توجه به اهمیت ضریب شکاف تولید در تابع زیان بانک مرکزی، یعنی پارامتر λ_y ثبات و حساسیت نتایج حاصل برای مقادیر مختلف این پارامتر در جدول شماره ۳، گزارش شده است. برای این منظور سه مقدار ۰,۵، ۱ و ۱,۵ برای پارامتر λ_y تحت دو سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی و صلاحدیدی در نظر گرفته شده است. همان‌گونه که

ملاحظه می‌شود، سناریوی سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی با مقدار λ_y = ۰/۵ مانند قبل دارای حداقل تابع زیان با مقدار ۰,۰۲۳۹۶۸ است و این مقدار λ_y حداقل واریانس را برای تمام متغیرهای کلیدی ایجاد می‌کند. همچنین با افزایش مقدار این پارامتر واریانس متغیرها و مقدار تابع زیان افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر، با افزایش این پارامتر از آنجا که مقدار واریانس متغیرهای هدف بانک مرکزی کاهش می‌یابند، مقدار تابع زیان بانک مرکزی نیز کاهش می‌یابد.

اما سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی با مقدار λ_y = ۱ بالاترین واریانس متغیرها و مقدار تابع زیان بانک مرکزی را ایجاد می‌کند. به عبارت دیگر، این مقدار از پارامتر λ_y با افزایش واریانس متغیرهای هدف بانک مرکزی باعث بالاتر بودن مقدار تابع زیان سیاست‌گذار می‌شود. همچنین در بین سه سناریوی λ_y برای سیاست‌گذاری صلاحدیدی حداقل واریانس متغیرها و مقدار تابع زیان بانک مرکزی زمانی اتفاق می‌افتد که λ_y = ۰/۵ باشد، اما با این حال، هم مقدار تابع زیان و هم واریانس متغیرها در این حالت نسبت به حالت سیاست‌گذاری بهینه رمزی بالاتر است (مقدار ۰,۰۸۱۴۲۲ در مقابل ۰,۰۲۳۹۶۸).

با این حال، باید توجه داشت که با افزایش مقدار پارامتر λ_y از ۰,۵ به ۱ در این نوع سیاست‌گذاری پولی مقدار تابع زیان و واریانس متغیرها افزایش می‌یابد، اما با افزایش بیشتر این پارامتر به ۱,۵، هر دو معیار واریانس و مقدار تابع زیان کاهش می‌یابد. ازاین‌رو، نکته اساسی آن است که سیاست‌گذار پولی در هر دو حالت سیاست‌گذاری بهینه رمزی و صلاحدیدی باید وزن کمتری را به تولید و وزن بیشتری را به تورم دهد. این موضوع باعث کاهش معنادار در نوسانات تورم یا به عبارت دیگر، تورش تورمی می‌شود. این تغییر در نوسانات تورم در حالت سیاست‌گذاری بهینه رمزی چندان چشمگیر نیست (مقادیر واریانس تورم ۰,۰۰۰۱۳۵ در مقابل ۰,۰۰۰۱۳۳)، اما در مورد سیاست‌گذاری صلاحدیدی این تغییر قابل توجه است، زیرا واریانس تورم ابتدا از ۰,۰۰۱۰۴۵ به ۰,۰۶۰۹۲۵ و سپس، به ۰,۰۰۱۱۹۳ افزایش می‌یابد. با این حال، مقدار نوسانات برای حالت λ_y = ۰/۵ در

سیاست‌گذاری بهینه رمزی به نحو چشمگیری پایین‌تر از سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی است.

در ادامه، مانند قبل برای تجزیه‌وتحلیل توابع ضربه واکنش متغیرهای تولید کل $\hat{y}_t$، مصرف $\hat{c}_t$، تولید ناخالص داخلی بدون نفت $\hat{y}_{Dt}$، نرخ رشد ارز اسمی $\hat{\hbar}_t$، نرخ ارز حقیقی $\hat{e}_t$، اشتغال $\hat{l}_t$، سرمایه‌گذاری $\hat{i}_t$، تولید نفت $\hat{y}_{Ot}$، رشد پایه پولی $\hat{m}_t$ و نرخ تورم $\hat{\pi}_t$ به‌عنوان متغیرهای کلیدی الگو لحاظ و تفسیر نتایج براساس آنها ارایه شده است. نمودارهای مربوط به توابع ضربه واکنش تکانه‌های بهره‌وری، تقاضای پول، تقاضای ارز، تورم قیمت نفت و مارک‌آپ برای چهار سناریوی سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی با نظام نرخ ارز شناور مدیریت شده، سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی با نظام نرخ ارز شناور مدیریت شده، سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی با نظام نرخ ارز شناور و سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی با نظام نرخ ارز شناور در پیوست شماره ۲، گزارش شده است. در این نمودارها $\lambda_y = ۰/۵$ فرض شده است.

در شکل توابع ضربه واکنش نموداری که با -×- نشان داده شده مربوط به سناریوی سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی در نظام ارز شناور مدیریت شده، نمودار -◊- سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی در نظام نرخ ارز شناور مدیریت شده، نمودار -○- سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی در نظام ارز شناور و نمودار -✳- سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی در نظام ارز شناور است[۱].

شکل شماره ۲، در پیوست شماره ۲، توابع ضربه واکنش این متغیرها نسبت به انحراف معیار تکانه بهره‌وری به‌اندازه یک واحد درصد را نشان می‌دهد. این تکانه به بخش تولید داخلی اقتصاد وارد می‌شود و بهره‌وری سرمایه و نیروی کار تولیدکننده کالاهای واسطه را به صورت یکسان افزایش می‌دهد که باعث کاهش هزینه نهایی حقیقی تولید می‌شود و همین موضوع باعث کاهش تدریجی قیمت تولید و در ادامه، کاهش تورم می‌شود. این

۱- این فرآیند در سایر نمودارها نیز برقرار است.

افزایش تولید و درآمد و کاهش قیمت‌ها باعث افزایش مصرف خصوصی نیز می‌شود. همچنین وقوع این تکانه باعث افت نرخ ارز اسمی و تقویت پول ملی می‌شود و از آنجا که کاهش نرخ ارز اسمی بیشتر از کاهش نرخ تورم است، نرخ ارز حقیقی نیز افزایش می‌یابد. در عین حال، افزایش بهره‌وری نیروی کار باعث افزایش تولید نفت در لحظه اول می‌شود، اما در ادامه، این روند کاهنده می‌شود و برعکس روند تولید ناخالص داخلی بدون نفت فزاینده خواهد بود. افت نسبی تولید نفت در ادامه، باعث کاهش دارایی‌های خارجی بانک مرکزی و همین موضوع باعث افزایش نرخ ارز اسمی و بنابراین، تورم می‌شود. به‌علاوه، وجود چسبندگی قیمت و دستمزد باعث جانشینی سرمایه به‌جای نیروی کار می‌شود و بنابراین، اثر افزایشی این تکانه بر سرمایه‌گذاری بیش از اشتغال خواهد بود. این نکته‌ای است که مورد تأکید گلی[1] (۱۹۹۹)، اسمتز و واترز[2] (۲۰۰۵) و آدلفسون و دیگران[3] (۲۰۰۷)، است.

به دلیل نوسانات بیشتر نرخ ارز در نظام ارزی شناور، تأثیر تکانه بهره‌وری بر تولید ناخالص داخلی بدون نفت در هر دو حالت سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی و بهینه رمزی، بیشتر از حالت نظام ارزی شناور مدیریت شده است و در نظام ارزی اخیر تأثیر تکانه در حالت سیاست‌گذاری صلاحدیدی بیشتر از حالت بهینه رمزی است. با توجه به سیکلی بودن توابع ضربه واکنش نیز مشاهده می‌شود که این تکانه باعث ایجاد سیکلی با متوسط ۸ دوره شده که با توجه به فصلی بودن داده‌های مورد استفاده در تحلیل به معنای سیکلی با طول ۸ فصل یا دو سال است.

1- Galì
2- Smets & Wouters
3- Adolfson, Laséen, Lindé & Villani

جدول ۲- واریانس متغیرهای کلیدی و تابع زیان الگو تحت سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی و بهینه رمزی و نظام نرخ ارز شناور و شناور مدیریت شده ($\lambda_y = ۰/۵$)

نوع‌سیاست‌گذاری	ابزار سیاست‌گذاری	رژیم‌ارزی	واریانس									مقدارتابع‌زیان
			$\hat{y}_t$	$\hat{y}_{Dt}$	$\hat{y}_{Ot}$	$\hat{c}_t$	$\hat{\pi}_t$	$\hat{h}_t$	$\hat{m}_t$	$\hat{e}_t$	$\hat{l}_t$	
صلاحدیدی	نرخ رشد پایه پولی و نرخ ارز	شناور مدیریت شده	۰٫۰۰۸۹۶۷	۰٫۰۰۸۵۱۳۶	۰٫۰۱۱۲۳۳۹	۰٫۰۵۰۰۹۵	۰٫۰۰۱۰۹۳	۰٫۰۰۲۲۲۲	۰٫۰۰۰۲۶۵	۰٫۰۰۱۷۳۱	۰٫۰۰۰۳۳۱	۰٫۰۰۸۱۴۲۲
	نرخ رشد پایه پولی	شناور	۰٫۰۳۰۲۲۶	۰٫۰۳۰۳۴۲	۰٫۰۰۸۸۶۲۶	۰٫۰۷۹۹۷۲	۰٫۰۰۱۲۴۳۵	۰٫۰۰۲۳۹۵	۰٫۰۰۰۹۱۳۹	۰٫۰۳۳۵۴۶	۰٫۰۰۱۰۰۵	۰٫۱۱۱۳
بهینه رمزی	نرخ رشد پایه پولی و نرخ ارز	شناور مدیریت شده	۰٫۰۰۴۶۵	۰٫۰۰۹۹۰	۰٫۰۴۷۰۹۶	۰٫۰۴۷۱۳۷	۰٫۰۰۰۱۳۵	۰٫۰۰۰۰۲۵	۰٫۰۰۰۳۸۷	۰٫۰۰۰۰۰۲۲	۰٫۰۰۰۱۹۴	۰٫۰۲۳۹۶۸
	نرخ رشد پایه پولی	شناور	۰٫۰۰۲۴۳۲۰	۰٫۰۰۶۲۶۹	۰٫۰۰۴۹۱۷۵	۰٫۰۳۱۵۶۹	۰٫۰۰۰۰۱۴۴	۰٫۰۰۰۰۹۹۸	۰٫۰۰۰۰۵۳۳	۰٫۰۱۷۶۰۶۶	۰٫۰۰۰۱۵۹	۰٫۰۰۶۱۲۴

مقادیر پررنگ واریانس‌های حداقل هستند.

جدول ۳- واریانس متغیرهای کلیدی و تابع زیان الگو تحت نظام نرخ ارز شناور مدیریت شده، سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی و بهینه رمزی و مقادیر مختلف λ_y

نوع‌سیاست‌گذاری	مقدار ضریب تولید در تابع زیان	واریانس									مقدارتابع‌زیان
		$\hat{y}_t$	$\hat{y}_{Dt}$	$\hat{y}_{Ot}$	$\hat{c}_t$	$\hat{\pi}_t$	$\hat{h}_t$	$\hat{m}_t$	$\hat{e}_t$	$\hat{l}_t$	
صلاحدیدی	$\lambda_y = ۰/۵$	۰٫۰۰۳۲۷۴	۰٫۰۸۵۱۳۶	۰٫۰۱۱۲۳۳۹	۰٫۰۵۰۰۹۵	۰٫۰۰۱۰۴۵	۰٫۰۰۲۲۲۲	۰٫۰۰۲۶۵	۰٫۰۰۱۷۳۱	۰٫۰۰۰۳۳۲	۰٫۰۰۸۱۴۲۲
	$\lambda_y = ۱$	۰٫۰۱۳۰۴۲۷	۰٫۰۹۴۸۶۱۴	۰٫۰۰۸۸۶۴۹۵	۰٫۱۵۶۴۱۹	۰٫۰۶۰۹۲۵	۰٫۱۰۷۶۳۷	۰٫۱۲۷۷۴۸	۰٫۱۱۰۰۰۲	۰٫۰۴۸۱۷۷	۰٫۰۶۹۶۵
	$\lambda_y = ۱/۵$	۰٫۰۰۸۹۶۷	۰٫۰۱۵۷۷۳	۰٫۰۰۴۷۱۱۳۲	۰٫۰۰۵۴۴۰۹	۰٫۰۰۰۱۱۹۳	۰٫۰۰۰۵۱۹۳	۰٫۰۰۰۵۸۶۳	۰٫۰۰۰۵۱۴۶	۰٫۰۰۰۰۸۰۱	۰٫۰۰۲۰۱۸
بهینه رمزی	$\lambda_y = ۰/۵$	۰٫۰۰۴۶۵	۰٫۰۰۹۹۰	۰٫۰۴۷۰۹۶	۰٫۰۴۷۱۳۷	۰٫۰۰۰۱۳۳	۰٫۰۰۰۰۲۵	۰٫۰۰۰۳۸۷	۰٫۰۰۰۰۰۲۲	۰٫۰۰۰۱۹۴	۰٫۰۲۳۹۶۸
	$\lambda_y = ۱$	۰٫۰۰۰۲۰۸	۰٫۰۰۰۹۲۹۹	۰٫۰۰۴۶۷۸۷۹	۰٫۰۰۶۱۶۲۱	۰٫۰۰۰۱۳۳	۰٫۰۰۰۰۲۶۱	۰٫۰۰۰۰۵۲۲	۰٫۰۰۰۰۰۳۸	۰٫۰۰۰۰۲۲۱	۰٫۰۰۲۵۷۹۹
	$\lambda_y = ۱/۵$	۰٫۰۰۰۴۹۵۵	۰٫۰۰۱۰۹۹	۰٫۰۰۴۶۶۵۸۵	۰٫۰۰۶۳۷۲۶	۰٫۰۰۰۰۱۳۵	۰٫۰۰۰۰۲۶۷	۰٫۰۰۰۰۶۰۱	۰٫۰۰۰۰۰۵	۰٫۰۰۰۰۲۳۵	۰٫۰۰۲۶۷۴۱

مقادیر پررنگ واریانس‌های حداقل هستند.

توابع ضربه واکنش نسبت به انحراف معیار تکانه تقاضای پول در شکل شماره ۳، در پیوست گزارش شده است. با توجه به اینکه در سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی و صلاحدیدی امکان بررسی تکانه عرضه پول وجود ندارد، به‌طور معمول از تکانه تقاضای پول برای بررسی تأثیر پول استفاده می‌شود و با توجه به مفهوم تعادل عمومی که در آن تمام بازارها در نهایت، تسویه می‌شوند، می‌توان تکانه مثبت تقاضای پول را به نحوی تکانه منفی عرضه پول تفسیر کرد. براساس این، وقوع یک تکانه مثبت تقاضای پول باعث ایجاد مازاد تقاضا در بازار پول می‌شود. این مازاد تقاضای پول (کسری عرضه پول) باعث افزایش نرخ بهره و کاهش نرخ تورم در هر چهار سناریو می‌شود. با کاهش نرخ بهره، سرمایه‌گذاری و بنابراین، تولید ناخالص داخلی کاهش می‌یابد و همین موضوع باعث کاهش مصرف می‌شود. به‌علاوه، به دلیل کاهش سرمایه‌گذاری و سرمایه، نیروی کار جانشین سرمایه می‌شود و افزایش می‌یابد. کاهش نرخ تورم و افزایش نرخ بهره همچنین باعث کاهش تقاضای ارز و بنابراین، کاهش نرخ ارز می‌شود و از آنجا که میزان کاهش نرخ ارز بیش از میزان نرخ تورم است، نرخ ارز حقیقی نیز کاهش می‌یابد. در ادامه، سیاست‌گذار با مشاهده مازاد تقاضای پول با افزایش عرضه پول واکنش نشان می‌دهد و باعث افزایش نرخ تورم و کاهش نرخ بهره می‌شود. کاهش نرخ بهره نیز به افزایش سرمایه‌گذاری و بنابراین، تولید منجر می‌شود. افزایش تولید نیز به مصرف بالاتر منتهی خواهد شد. افزایش نرخ تورم و کاهش نرخ بهره باعث افزایش تقاضای ارز و افزایش نرخ ارز اسمی و نرخ ارز حقیقی می‌شود.

در این فرآیند میزان تغییرات نرخ تورم در هر دو نظام نرخ ارز تحت سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی بیشتر از سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی است. به عبارت دیگر، تحت نظام نرخ ارز شناور و سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی تورم بیشترین تغییر را دارد و در نظام ارز شناور مدیریت شده و سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی این تغییر در مرتبه بعدی قرار دارد. به بیان دیگر، همان‌گونه که اشاره شد، به دلیل در اختیار داشتن تنها یک ابزار سیاستی (نرخ رشد پایه پولی) و عدم کنترل و مدیریت انتظارات کارگزاران اقتصادی تحت

سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی و در نظام ارزی شناور توانایی سیاست‌گذار پولی در کنترل تورم حداقل است. این در حالی بوده که تغییرات نرخ تورم در سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی و نظام نرخ ارز شناور مدیریت شده بیشتر از حالت نظام نرخ ارز شناور است. مفهوم این نتیجه، آن است که سیاست‌گذار در صورت اعمال التزام به اهداف خود، یعنی اعمال سیاست‌گذاری بهینه و بنابراین، مدیریت انتظارات قادر خواهد بود حتی بدون مداخله در بازار ارز نیز نوسانات تورم را کنترل کند. تصویر این اثرات به‌طور دقیق در بازار ارز نیز قابل مشاهده است. در این بازار نوسانات نرخ ارز اسمی و همچنین نرخ ارز حقیقی در سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی بیشتر از حالت التزام بهینه به اهداف است و در این بین، سیاست‌گذاری صلاحدیدی در نظام ارز شناور بیشترین نوسانات ارزی را ایجاد می‌کند. نکته دیگر، آنکه در هر دو نظام ارزی اثر تکانه وارد شده در سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی با آهنگ ملایم‌تری از بین می‌رود.

وقوع تکانه تقاضای پول همچنین باعث ایجاد یک سیکل تجاری با طول ۵ فصل می‌شود که عمق این سیکل تجاری در دو سناریوی سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی بیشتر از دو سناریوی سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی است که مطابق با ادبیات مربوط به این بحث است. بالا بودن عمق سیکل تجاری حاصل دقیقاً در سیکل مصرف نیز قابل مشاهده است که در آن نوسانات مصرف در دو سناریوی سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی بالاتر است.

تکانه بعدی که بررسی می‌شود، تکانه تقاضای ارز است. توابع ضربه واکنش حاصل از افزایش انحراف معیار تکانه تقاضای ارز به‌اندازه یک واحد درصد در شکل شماره ۴، پیوست شماره ۲، گزارش شده است. براساس این نمودار، با وقوع تکانه تقاضای ارز، نرخ ارز اسمی افزایش می‌یابد و در نتیجه آن، تقاضا برای نگهداری پول داخلی کاهش و بنابراین، تورم افزایش می‌یابد. با افزایش تورم و کاهش نرخ بهره سرمایه‌گذاری افزایش و تولید افزایش می‌یابد. با این حال، از آنجا که افزایش نرخ ارز اسمی بیش از افزایش

قیمت‌های داخلی است، نرخ ارز حقیقی افزایش می‌یابد که باعث افزایش هزینه واردات کالاهای مصرفی می‌شود و بنابراین، مصرف کاهش می‌یابد.

اما نکته قابل توجه در همه این فرآیندها، آن است که فارغ از نوع سیاست‌گذاری پولی، تحت نظام ارز شناور مدیریت شده تغییرات متغیرها به نحو قابل توجهی پایین‌تر از نظام ارز شناور است. به بیان دیگر، در نظام نرخ ارز شناور مدیریت شده از آنجا که بانک مرکزی قادر به مداخله در بازار ارز است، به‌سرعت می‌تواند مازاد تقاضای ایجاد شده در بازار ارز را پوشش دهد، در حالی که در نظام ارز شناور این فرآیند به قدرت بازار سپرده می‌شود و بازار ارز در این نظام به زمان بسیار بیشتری برای تعدیل نیاز دارد. همچنین میزان اثرگذاری این تکانه بر نرخ ارز اسمی و نرخ تورم در سناریوی سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی تحت نظام ارز شناور از سایر سناریوها بالاتر است و سیاست‌گذاری پولی بهینه تحت این نظام ارزی در مرتبه بعد قرار دارد. همین روال را می‌توان در مورد سایر متغیرها نیز مشاهده کرد. این در حالی است که تأثیر تکانه یادشده در سناریوی نظام ارز شناور مدیریت شده تحت دو سیاست‌گذاری پولی به‌نسبت بسیار پایین‌تر است، به نحوی که در نظام ارز شناور با سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی این تکانه یک سیکل تجاری با طول ۷ فصل ایجاد می‌کند، اما طول این سیکل در سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی ۸ دوره است.

تکانه بسیار مهم دیگری که باید بررسی شود، تکانه تورم قیمت نفت است. توابع ضربه واکنش حاصل از این تکانه در شکل شماره ۵، پیوست شماره ۲، نشان داده شده است. بر اثر وقوع این تکانه ابتدا تولید نفت و بنابراین، درآمد نفتی دولت افزایش می‌یابد و همین موضوع باعث مثبت شدن تراز پرداخت‌ها و افزایش خالص دارایی‌های خارجی بانک مرکزی می‌شود که به کاهش نرخ ارز اسمی منتهی می‌شود. از سوی دیگر، افزایش خالص دارایی‌های خارجی بانک مرکزی باعث افزایش پایه پولی نیز می‌شود که نتیجه آن افزایش نرخ تورم در اقتصاد است و با توجه به افت نرخ ارز اسمی، این، به معنای افت نرخ ارز حقیقی نیز هست. کاهش نرخ ارز حقیقی باعث افزایش واردات می‌شود که همین عامل باعث افزایش مصرف خصوصی می‌شود و مصرف‌کننده برای پوشش این سطح از رفاه با

کاهش سطح رفاه و افزایش اشتغال خود واکنش نشان می‌دهد. به‌علاوه، افزایش وارداتی که از کاهش نرخ ارز حقیقی سرچشمه می‌گیرد در افزایش سطح سرمایه‌گذاری نیز قابل رؤیت است.

اثر تکانه تحت بررسی در سناریوی سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی فارغ از نوع نظام ارزی به نحو قابل توجهی از سناریوی سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی بالاتر است، اما در این بین، در سناریوی سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی در نظام ارز شناور میزان افت نرخ ارز اسمی به نحو چشمگیری بیشتر از همین نوع سیاست‌گذاری در نظام ارز شناور مدیریت شده است که همین رفتار باعث افزایش بیشتر رشد پایه پولی و بنابراین، نرخ تورم در این سناریو می‌شود. تأثیر این تکانه بر تولید ناخالص داخلی بدون نفت در این سناریو نسبت به نظام نرخ ارز شناور مدیریت شده کمتر است، اما تأثیر آن بر کل تولید ناخالص داخلی در سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی با نظام ارز شناور بالاتر است. نتایج حاصل از تکانه نفت در سیاست پولی صلاحدیدی در راستای نتایج مطالعه شاه‌حسینی و بهرامی (۱۳۹۱) بوده که در مورد اقتصاد ایران انجام شده است.

به‌طور دقیق می‌توان همین روند را در دو سناریوی مربوط به سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی نیز مشاهده کرد. نتیجه دیگر، آنکه در صورت التزام سیاست‌گذار پولی به اهداف خود و اعمال سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی، از طریق کنترل انتظارات کارگزاران اقتصادی وی قادر خواهد بود تا تغییرات نرخ ارز و تورم حاصل از نوسانات قیمت نفت را به نحو چشمگیری بهتر از سناریوی سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی کنترل کند. این موضوع در زمینه تثبیت تولید و بنابراین، اقتصاد نیز قابل رؤیت است. در صورت اعمال سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی مشاهده می‌شود که وقوع تکانه تورم نفت باعث ایجاد ادوار تجاری عمیقی در اقتصاد می‌شود که این ادوار تجاری حدود ۱۱ فصل به طول می‌انجامد، در حالی که در صورت التزام به اهداف سیاستی، طول این ادوار ۸ فصل است.

آخرین تکانه‌ای که بررسی می‌شود، تکانه مارک‌آپ است. توابع ضربه واکنش حاصل از وقوع این تکانه به‌اندازه یک واحد درصد در شکل شماره ۶، پیوست شماره ۲، گزارش

شده است. با وقوع یک تکانه مارک‌آپ جانشینی بین کالاهای واسطه داخلی کاهش می‌یابد و مارک‌آپ اعمال شده از سوی تولیدکننده بر قیمت کالاها افزایش می‌یابد و باعث افزایش قیمت‌ها و بنابراین، تورم می‌شود. با افزایش قیمت کالاهای تولید داخل، تقاضا برای کالاهای خارجی جانشین کالاهای داخلی افزایش و تقاضا برای کالاهای تولیدی داخل کاهش می‌یابد که نتیجه آن، کاهش تولید ناخالص داخلی بدون نفت است. کاهش تولید کالاهای داخلی به کاهش تقاضای نیروی کار و سرمایه منجر می‌شود و بنابراین، دو متغیر اشتغال و سرمایه نیز کاهش می‌یابند. گران‌تر شدن کالاهای تولید داخل و افزایش تقاضای کالاهای وارداتی باعث افزایش مصرف نیز می‌شود. به بیان دیگر، افزایش مارک‌آپ باعث جانشینی سریع کالاهای مصرفی وارداتی به‌جای کالاهای مصرفی داخلی توسط خانوار می‌شود، به نحوی که مصرف بر اثر این تکانه افزایش می‌یابد. افزایش تقاضا برای کالاهای خارجی به معنای افزایش واردات بوده که نتیجه آن، افزایش نرخ ارز اسمی است. بالاترین تغییرات مشاهده شده در بین متغیرهای حقیقی برای سناریوی سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی با نظام ارز شناور و برای متغیرهای اسمی سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی تحت همین نظام ارزی است.

۶- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

تعادل اقتصاد کلان هم به رفتار کنونی و هم به رفتار آتی سیاست‌گذار پولی بستگی دارد. براساس این، سیاست‌گذار می‌تواند با تعیین یک رویکرد مشخص در سیاست‌گذاری پولی و التزام به آن انتظارات مردم و کارگزاران اقتصادی را مدیریت کند. با این حال، تضمینی در مورد این وجود ندارد که تعهد به رویکرد تعیین شده در آینده برای سیاست‌گذار مطلوب باشد. به عبارت دیگر، بعد از اینکه مردم و بنگاه‌های اقتصادی با مشاهده رویکرد سیاستی بانک مرکزی به تعیین دستمزد و قیمت خود اقدام کردند، سیاست‌گذار ممکن است دریابد که تخطی از سیاست اعمال شده برای آن مطلوب‌تر است. در این صورت، سیاست‌گذار قادر به تأثیرگذاری بر انتظارات کارگزاران اقتصادی و مردم نخواهد بود.

با لحاظ این دو رویکرد صلاحدیدی و سیاست‌گذاری مبتنی‌بر التزام به سیاست اعلامی در این مطالعه یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی برای یک اقتصاد باز کوچک طراحی و ویژگی‌های آن برای اقتصاد ایران تعدیل شد. پس از تکمیل الگو و لگاریتم-خطی‌سازی آن با فرض تعیین برون‌زای نرخ رشد پایه پولی و رشد نرخ ارز اسمی توسط بانک مرکزی، پارامترها با استفاده از رویکرد بیزی برآورد شد و در ادامه، با معرفی تابع زیان بانک مرکزی که متشکل از مربع انحرافات متغیرهای سیاستی بانک مرکزی از سطح مورد هدف آنهاست، الگو به دو صورت صلاحدیدی و بهینه رمزی برای اقتصاد ایران حل شد. برای این منظور، در هر کدام از این دو رژیم سیاست‌گذاری پولی، نظام ارز شناور مدیریت شده و نظام ارز شناور نیز در نظر گرفته شد. در نظام ارز شناور مدیریت شده دو ابزار سیاستی نرخ رشد پایه پولی و رشد نرخ ارز اسمی در اختیار بانک مرکزی قرار دارد، در حالی که در نظام ارز شناور تنها ابزار در اختیار سیاست‌گذار پولی، نرخ رشد پایه پولی است.

نتایج حاصل از حل الگو به این دو طریق بیان‌کننده آن است که به دلیل نوسانات بیشتر نرخ ارز در نظام ارزی شناور، تأثیر تکانه بهره‌وری بر تولید ناخالص داخلی بدون نفت در هر دو حالت سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی و بهینه رمزی، بیشتر از حالت نظام ارزی شناور مدیریت شده است و در نظام ارز اخیر تأثیر تکانه در حالت سیاست‌گذاری صلاحدیدی بیشتر از حالت بهینه رمزی است. با توجه به سیکلی بودن توابع ضربه واکنش نیز مشاهده می‌شود که این تکانه باعث ایجاد سیکلی با متوسط ۸ دوره شده که با توجه به فصلی بودن داده‌های مورد استفاده در تحلیل به معنای سیکلی با طول ۸ فصل یا دو سال است.

نتیجه حاصل از یک تکانه تقاضای پول آن است که سیاست‌گذار در صورت اعمال التزام به اهداف خود، یعنی اعمال سیاست‌گذاری بهینه و بنابراین، مدیریت انتظارات قادر خواهد بود حتی بدون مداخله در بازار ارز نیز نوسانات تورم را کنترل کند. تصویر این اثرات دقیقاً در بازار ارز نیز قابل مشاهده است. در این بازار، نوسانات نرخ ارز اسمی و

همچنین نرخ ارز حقیقی در سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی بیشتر از حالت التزام بهینه به اهداف است و در این بین، سیاست‌گذاری صلاحدیدی در نظام ارز شناور بیشترین نوسانات ارزی را ایجاد می‌کند. نکته دیگر، آنکه در هر دو نظام ارزی اثر تکانه وارد شده در سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی با آهنگی ملایم‌تر از بین می‌رود. وقوع تکانه تقاضای پول همچنین باعث ایجاد یک سیکل تجاری با طول ۵ فصل می‌شود که عمق این سیکل تجاری در دو سناریوی سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی بیشتر از دو سناریوی سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی بوده که مطابق با ادبیات مربوط به این بحث است. بالا بودن عمق سیکل تجاری حاصل به‌طور دقیق در سیکل مصرف نیز قابل مشاهده بوده که در آن نوسانات مصرف در دو سناریوی سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی بالاتر است.

بر اثر وقوع تکانه تقاضای ارز مشاهده می‌شود که فارغ از نوع سیاست‌گذاری پولی، تحت نظام ارز شناور مدیریت شده تغییرات متغیرها به نحو قابل توجهی پایین‌تر از نظام ارز شناور است. به بیان دیگر، در نظام نرخ ارز شناور مدیریت شده از آنجا که بانک مرکزی قادر به مداخله در بازار ارز است، به‌سرعت می‌تواند مازاد تقاضای ایجاد شده در بازار ارز را پوشش دهد، در حالی که در نظام ارز شناور این فرآیند به قدرت بازار سپرده می‌شود و بازار ارز در این نظام به زمان بسیار بیشتری برای تعدیل نیاز دارد. همچنین میزان اثرگذاری این تکانه بر نرخ ارز اسمی و نرخ تورم در سناریوی سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی تحت نظام ارز شناور از سایر سناریوها بالاتر است و سیاست‌گذاری پولی بهینه تحت این نظام ارزی در مرتبه بعد قرار دارد. همین روال را می‌توان در مورد سایر متغیرها نیز مشاهده کرد. این در حالی است که تأثیر تکانه یادشده در سناریوی نظام ارز شناور مدیریت شده تحت دو سیاست‌گذاری پولی به نسبت بسیار پایین‌تر است، به نحوی که در نظام ارز شناور با سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی این تکانه یک سیکل تجاری با طول ۷ فصل ایجاد می‌کند، اما طول این سیکل در سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی ۸ دوره است.

اثر تکانه تورم قیمت نفت در سناریوی سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی فارغ از نوع نظام ارزی به نحو قابل توجهی از سناریوی سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی بالاتر است، اما

در این بین، در سناریوی سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی در نظام ارز شناور میزان افت نرخ ارز اسمی به نحو چشمگیری بیشتر از همین نوع سیاست‌گذاری در نظام ارز شناور مدیریت شده است که همین رفتار باعث افزایش بیشتر رشد پایه پولی و بنابراین، نرخ تورم در این سناریو می‌شود. تأثیر این تکانه بر تولید ناخالص داخلی بدون نفت در این سناریو نسبت به نظام نرخ ارز شناور مدیریت شده کمتر است، اما تأثیر آن بر کل تولید ناخالص داخلی در سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی با نظام ارز شناور بالاتر است. نتیجه دیگر، آنکه در صورت التزام سیاست‌گذار پولی به اهداف خود و اعمال سیاست‌گذاری پولی بهینه رمزی، از طریق کنترل انتظارات کارگزاران اقتصادی وی قادر خواهد بود تا تغییرات نرخ ارز و تورم حاصل از نوسانات قیمت نفت را به نحو چشمگیری بهتر از سناریوی سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی کنترل کند. این موضوع در زمینه تثبیت تولید و بنابراین، اقتصاد نیز قابل رؤیت است. در صورت اعمال سیاست‌گذاری پولی صلاحدیدی مشاهده می‌شود که وقوع تکانه تورم نفت باعث ایجاد ادوار تجاری عمیقی در اقتصاد می‌شود که این ادوار تجاری حدود ۱۱ فصل به طول می‌انجامد، در حالی که در صورت التزام به اهداف سیاستی، طول این ادوار ۸ فصل است.

در نهایت، آنکه اعمال سیاست صلاحدیدی باعث می‌شود سیاست‌گذار نتواند تأثیری بر انتظارات مردم و بنگاه‌ها داشته باشد و حتی زمانی که سیاست‌گذار دو ابزار نرخ رشد پایه پولی و رشد نرخ ارز اسمی را در اختیار دارد نیز همین عدم توانایی در مدیریت انتظارات باعث ایجاد نوسانات بالاتری در نرخ تورم می‌شود، در حالی که اگر التزام به سیاست اعلام شده در رفتار سیاست‌گذار وجود داشته باشد، سیاست‌گذار قادر خواهد بود حتی با داشتن یک ابزار، یعنی نرخ رشد پایه پولی، نوسانات نرخ تورم را بهتر کنترل کند.

منابع

شاه‌حسینی، سمیه و جاوید بهرامی (۱۳۹۱)، «طراحی یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی کینزی جدید برای اقتصاد ایران با در نظر گرفتن بخش بانکی»، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، شماره ۵۳، زمستان، صص ۸۳-۵۵.

Adolfson, M., Laséen, S., Lindé, J., & Villani, M. (2007), "Bayesian Estimation of an Open Economy DSGE Model with Incomplete Pass–through." *Journal of International Economics, 72*, 481–511.

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.

Bernanke, B. S., Laubach, T., Mishkin, F. S., & Posen, A. S. (1999), "*Inflation Targeting: Lessons from the International Experience." Princeton: Princeton University Press*.

Brooks, S. P., & Gelman, A. (1998), "General Methods for Monitoring Convergence of Iterative Simulations." *Journal of computational and graphical statistics*(7), 434–455.

Calvo, G. A. (1983), "Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework." *Journal of Monetary Economics, Sept 12*(3), 983–998.

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*.

Dixit, A. K., & Stiglitz, J. E. (1977), "Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity." *American Economic Review, 67*(3), 297–308.

Felices, G., & Tuesta, V. (2010), "Monetary Policy in a Dual Currency Environment." *Central Reserve Bank of Peru Working Paper*.

Galì, J. (1999), "Technlogy, Employment, and the Business Cycle: Do Technology Shocks Explain Aggregate Fluctuations?" *The American Economic Review, 89*, 249–271.

Giannoni, M., & Woodford, M. (2004), "Optimal Inflation-Targeting Rules." *NBER Chapters, in: The Inflation-Targeting Debate. National Bureau of Economic Research, Inc.*, 93-172.

Guender, A., & Sander, N. (2011), "(Re) Introducing Money into the New Keynesian Framework: Does It Matter?" *Reserve Bank of New Zealand Working Paper*.

Kim, I., & Lougani, P. (1992), "The Role of Energy in Real Business Cycle Models." *Journal of Monetary Economics*, 557-576.

Leeper, E. M., Walker, T., & Yang, S. C. (2010), "Government Investment and Fiscal Stimulus." *Journal of Monetary Economics*(57), 1000–1012.

Medina, J., & Soto, C. (2005), "Oil Shocks and Moneary Policy in an Estimated DSGE Model for a Small Open Economy." *Central Bank of Chile WP nr 353*.

Smets, F., & Wouters, R. (2003), "An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro Area." *Journal of the European Economic Association, 1*, 1123–1175.

پیوست ۱- فرم لگاریتم-خطی الگو

$$\hat{w}_t = \eta \hat{l}_t + \sigma \hat{c}_t + \gamma(\sigma-1)\hat{c}_{Gt} \quad (۱)$$

$$\hat{m}_t = -\frac{1}{b_m r}\hat{r}_t + \frac{1}{b_m}\left(\sigma \hat{c}_t + \gamma(\sigma-1)\hat{c}_{Gt}\right) \quad (۲)$$

$$\hat{m}_{St} = \frac{1}{b_S r}\left(E_t \hat{\hbar}_{t+1} - \hat{r}_t\right) + \frac{1}{b_S}\left(\sigma \hat{c}_t + \gamma(\sigma-1)\hat{c}_{Gt} + \hat{e}_t\right) \quad (۳)$$

$$\hat{c}_t = E_t \hat{c}_{t+1} - \frac{1}{\sigma}[\hat{r}_t - E_t \hat{\pi}_{t+1} - \gamma(\sigma-1)(E_t \hat{c}_{Gt+1} - \hat{c}_{Gt})] \quad (۴)$$

$$\hat{i}_t = \frac{1}{(1+\beta)\epsilon}\hat{q}_t + \frac{1}{1+\beta}\hat{i}_{t-1} - \frac{\beta}{1+\beta}E_t \hat{i}_{t+1} - \frac{1}{1+\beta}\hat{\mathcal{P}}_{It} + \frac{1}{(1+\beta)\epsilon}\hat{z}_t \quad (۵)$$

$$\hat{q}_t = (1-\delta)\beta E_t \hat{q}_{t+1} + E_t \hat{\pi}_{t+1} - \hat{r}_t + \frac{1-\beta(1-\delta)}{R}E_t \hat{R}_{t+1} \quad (۶)$$

$$\hat{w}_t = \frac{\beta}{1+\beta}E_t \hat{w}_{t+1} + \frac{1}{1+\beta}\hat{w}_{t-1} + \frac{\beta}{1+\beta}E_t \hat{\pi}_{t+1} - \frac{1+\beta\tau_w}{1+\beta}\hat{\pi}_t + \frac{\tau_w}{1+\beta}\hat{\pi}_t$$
$$- \frac{1}{1+\beta}\frac{(1-\beta\xi_w)(1-\xi_w)}{(1+\frac{1+\bar{\theta}_W}{\bar{\theta}_W}\eta)\bar{\theta}_W}[\hat{w}_t - \eta \hat{l}_t - \sigma \hat{c}_t + (1-\sigma)\gamma \hat{c}_{Gt}] + \hat{\theta}_{Wt} \quad (۷)$$

$$\hat{y}_t^{no} = \hat{A}_t + \alpha \hat{k}_{t-1} + \alpha \varkappa \hat{R}_t + \alpha \psi \hat{k}_{Gt-1} + (1-\alpha)\hat{l}_{Yt} \quad (۸)$$

$$\frac{1}{1+\ell}\hat{y}_{Dt} = a_y^{\frac{1}{\theta_y}}\left(\frac{y^{no}}{Y_D}\right)^{\frac{\theta_y-1}{\theta_y}}\hat{y}_t^{no} + (1-a_y)^{\frac{1}{\theta_y}}\left(\frac{X_e}{Y_D}\right)^{\frac{\theta_y-1}{\theta_y}}\hat{x}_{et} \quad (۹)$$

$$\hat{w}_t = -\hat{l}_{Yt} + \hat{k}_{t-1} + (1+\varkappa)\hat{R}_t \quad (۱۰)$$

$$\hat{x}_{et} = \theta_y(\hat{w}_t + \hat{l}_{Yt} - \hat{\mathcal{P}}_{et}) + (1-\theta_y)\hat{y}_t^{no} \quad (۱۱)$$

$$mc_t = a_y^{\theta_y}\left(\frac{\Upsilon}{mc}\right)^{1-\theta_y}\left[\alpha \hat{R}_t + (1-\alpha)\hat{w}_t - \alpha\psi \hat{k}_{Gt-1} - \hat{A}_t\right]$$
$$+(1-a_y)^{\theta_y}\left(\frac{\mathcal{P}_e}{mc}\right)^{1-\theta_y}\hat{\mathcal{P}}_{et} \quad (۱۲)$$

$$\Upsilon = \left[A^{-1}\alpha^{-\alpha}\left(1-\alpha\right)^{-(1-\alpha)} K_G^{-\psi\alpha} R^{\alpha} w^{(1-\alpha)} \right]^{1-\theta_y}$$

$$\hat{k}_t = (1-\delta)\hat{k}_{t-1} + \delta(\hat{i}_t + \hat{z}_t) \quad (۱۳)$$

$$\hat{\pi}_{net} = \frac{\beta}{1+\beta\tau} E_t \hat{\pi}_{net+1} + \frac{\tau}{1+\beta\tau}\hat{\pi}_{net-1} + \frac{(1-\beta\xi)(1-\xi)}{(1+\beta\tau)\xi}(\hat{mc}_t + \hat{\theta}_t) \quad (۱۴)$$

$$\hat{y}_{Ot} = a_O \left(\frac{X_O}{Y_O}\right)^{1-\theta_O} \hat{x}_{Ot} + (1-a_O)\left(\frac{L_O}{Y_O}\right)^{1-\theta_O} \hat{l}_{Ot} + A_{Ot} \quad (۱۵)$$

$$\hat{l}_t = \frac{L_Y}{L}\hat{l}_{Yt} + \frac{L_O}{L}\hat{l}_{Ot}$$

$$\hat{x}_{Ot+1} = \hat{x}_{Ot} + \left(\frac{Y_O}{X_O}\right)\left[(1-\frac{I_X}{Y_O})\hat{x}_{Ot} + \frac{I_X}{Y_O}\hat{i}_{Xt} - \hat{y}_{Ot}\right] \quad (۱۶)$$

$$\hat{i}_{Xt} = a_{IX}\left(\frac{I_G}{I_X}\right)\hat{i}_{Gt} + (1-a_{IX})\left(\frac{I}{I_X}\right)\hat{i}_t + \hat{A}^I_{Xt} \quad (۱۷)$$

$$E_t\pi_{Xt+1} = a_O\theta_O\left(\frac{X_O}{Y_O}\right)^{-\theta_O}(1-\mathcal{P}_{OX})(\hat{y}_{Ot}-\hat{x}_{Ot}) - a_O\left(\frac{X_O}{Y_O}\right)^{-\theta_O}\mathcal{P}_{OX}\hat{\mathcal{P}}_{OX}$$
$$-\frac{\left[1+\frac{I_X}{X_O}(1-\Phi''_O)\right]}{1+\frac{Y_O}{X_O}-\frac{I_X}{X_O}}\hat{x}_{Ot+1} + \frac{\left[1-(1-\Phi''_O\frac{I_X}{X_O})\frac{I_X}{X_O}\right]\frac{I_X}{X_O}}{1+\frac{Y_O}{X_O}-\frac{I_X}{X_O}}\hat{i}_{Xt+1} \quad (۱۸)$$

$$\hat{\mathcal{P}}_{OXt} = \hat{w}_t + \theta_O(\hat{y}_{Ot} - \hat{l}_{Ot}) \quad (۱۹)$$

$$\hat{y}_{Ot} = \frac{X_e}{Y_O}\hat{x}_{et} + \frac{C^e}{Y_O}\hat{c}^e_t + \frac{Y^O_X}{Y_O}\hat{y}^O_{Xt} \quad (۲۰)$$

$$\hat{m}_t = \frac{GD}{M}dg_t + \frac{SFR}{M}(\hat{e}_t + fr_t) \quad (۲۱)$$

$$\hat{k}_{Gt} = (1-\delta_G)\hat{k}_{Gt-1} + \delta_G\hat{A}_{It} \quad (۲۲)$$

$$\hat{i}_{Gt} = \sum_{n=0}^{N-1} \varphi_n \hat{A}_{It-n} \quad (۲۳)$$

$$\hat{y}_t = (\frac{C_{ne}}{Y})\hat{c}_{net} + (\frac{C_N}{Y})\hat{c}_{Nt} + (\frac{I_D}{Y})\hat{i}_{Dt} + (\frac{I_N}{Y})\hat{i}_{Nt} + (\frac{C_D^G}{Y})\hat{c}_{Dt}^G + (\frac{C_N^G}{Y})\hat{c}_{Nt}^G + (\frac{I_D^G}{Y})\hat{i}_{Dt}^G + (\frac{I_N^G}{Y})\hat{i}_{Nt}^G + (\frac{Y_O}{Y})\hat{y}_{Ot} - \frac{\aleph}{Y}\hat{\aleph}_t \quad (۲۴)$$

$$\hat{\aleph}_t = \frac{C_N}{\aleph}\hat{c}_{Nt} + \frac{C_N^G}{\aleph}\hat{c}_{Nt}^G + \frac{I_N}{\aleph}\hat{i}_{Nt} + \frac{I_N^G}{\aleph}\hat{i}_{Nt}^G \quad (۲۵)$$

$$\hat{y}_t^{no} = (\frac{C_{ne}}{Y_D})\hat{c}_{net} + (\frac{I_D}{Y_D})\hat{i}_{Dt} + (\frac{C_D^G}{Y_D})\hat{c}_{Dt}^G + (\frac{I_D^G}{Y_D})\hat{i}_{Dt}^G \quad (۲۶)$$

$$\hat{c}_{Nt} = \hat{c}_t - \theta_C \hat{e}_t \quad (۲۷)$$

$$\hat{c}_{Nt}^G = \hat{c}_{Gt} - \theta_{CG}\hat{\mathcal{P}}_{CGt}^N \quad (۲۸)$$

$$\hat{i}_{Nt} = \hat{i}_t - \theta_I \hat{\mathcal{P}}_{It}^N \quad (۲۹)$$

$$\hat{i}_{Nt}^G = \hat{i}_{Gt} - \theta_{IG}\hat{\mathcal{P}}_{IGt}^N \quad (۳۰)$$

$$\hat{c}_{Dt} = \hat{c}_t - \theta_C \hat{\mathcal{P}}_{Dt} \quad (۳۱)$$

$$\hat{c}_{Dt}^G = \hat{c}_{Gt} - \theta_{CG}\hat{\mathcal{P}}_{CGt}^D \quad (۳۲)$$

$$\hat{i}_{Dt} = \hat{i}_t - \theta_I \hat{\mathcal{P}}_{It}^D \quad (۳۳)$$

$$\hat{i}_{Dt}^G = \hat{i}_{Gt} - \theta_{IG}\hat{\mathcal{P}}_{IGt}^D \quad (۳۴)$$

$$\hat{c}_t^e = \hat{c}_{Dt} - \theta_e \hat{\mathcal{P}}_{eDt} \quad (۳۵)$$

$$\hat{c}_t^{ne} = \hat{c}_{Dt} - \theta_e \hat{\mathcal{P}}_{neDt} \quad (۳۶)$$

$$fr_t = fr_{t-1} - \hat{\pi}_t^* + \frac{\mathcal{P}_O^* Y_O^*}{FR}[\hat{\mathcal{P}}_{Ot}^* + \hat{y}_{Ot}^X] - \frac{M_S}{FR}\hat{m}_{St} - \frac{\aleph}{FR}\hat{\aleph}_t \quad (۳۷)$$

$$\dot{m}_t = \hat{m}_t - \hat{m}_{t-1} + \hat{\pi}_t \quad (۳۸)$$

$$\hat{\dot{m}}_t = \rho_{\dot{m}_t}\hat{\dot{m}}_{t-1} + \varepsilon_{\dot{m}t} \quad (۳۹)$$

$$\hat{\hbar}_t = \rho_{\hbar_t}\hat{\hbar}_{t-1} + \varepsilon_{\hbar t} \quad (۴۰)$$

$$\hat{\mathcal{P}}_{Dt} = \hat{\pi}_{Dt} - \hat{\pi}_t + \hat{\mathcal{P}}_{Dt-1} \quad (۴۱)$$

$$\hat{\mathcal{P}}_{eDt} = \hat{\pi}_{et} - \hat{\pi}_{Dt} + \hat{\mathcal{P}}_{eDt-1} \quad (۴۲)$$

$$\hat{\mathcal{P}}_{neDt} = \hat{\pi}_{net} - \hat{\pi}_{Dt} + \hat{\mathcal{P}}_{neDt-1} \quad (۴۳)$$

$$\hat{\mathcal{P}}_{et} = \hat{\pi}_{et} - \hat{\pi}_{t} + \hat{\mathcal{P}}_{et-1} \quad (۴۴)$$

$$\hat{\pi}_{et} = \tau_e(\hat{\hbar}_t + \hat{\pi}_{Ot}) \quad (۴۵)$$

$$\hat{\mathcal{P}}_{It} = \hat{\pi}_{It} - \hat{\pi}_{t} + \hat{\mathcal{P}}_{It-1} \quad (۴۶)$$

$$\hat{\mathcal{P}}_{OXt} = \hat{\pi}_{Ot} - \hat{\pi}_{Xt} + \hat{\mathcal{P}}_{OXt-1} \quad (۴۷)$$

$$\hat{e}_t = \hat{\hbar}_t + \hat{\pi}^*_t - \hat{\pi}_t + \hat{e}_{t-1} \quad (۴۸)$$

$$\hat{\mathcal{P}}^D_{It} = \hat{\mathcal{P}}_{Dt} - \hat{\mathcal{P}}_{It} \quad (۴۹)$$

$$\hat{\mathcal{P}}^N_{It} = \hat{e}_t - \hat{\mathcal{P}}_{It} \quad (۵۰)$$

$$\hat{\mathcal{P}}^*_{Ot} = \hat{\pi}_{Ot} - \hat{\pi}^*_t + \hat{\mathcal{P}}^*_{Ot-1} \quad (۵۱)$$

$$\hat{\mathcal{P}}^D_{CGt} = \hat{\mathcal{P}}_{Dt} - \hat{\mathcal{P}}_{CGt-1} \quad (۵۲)$$

$$\hat{\mathcal{P}}^N_{CGt} = \hat{e}_t - \hat{\mathcal{P}}_{CGt-1} \quad (۵۳)$$

$$\hat{\mathcal{P}}^D_{IGt} = \hat{\mathcal{P}}_{Dt} - \hat{\mathcal{P}}_{IGt-1} \quad (۵۴)$$

$$\hat{\mathcal{P}}^N_{IGt} = \hat{e}_t - \hat{\mathcal{P}}_{IGt-1} \quad (۵۵)$$

$$\hat{\mathcal{P}}_{CGt} = \hat{\pi}_{CGt} - \hat{\pi}_{t} + \hat{\mathcal{P}}_{CGt-1} \quad (۵۶)$$

$$\hat{\mathcal{P}}_{IGt} = \hat{\pi}_{IGt} - \hat{\pi}_{t} + \hat{\mathcal{P}}_{IGt-1} \quad (۵۷)$$

$$\hat{\pi}_t = a_C(\mathcal{P}_D)^{1-\theta_C}\hat{\pi}_{Dt} + (1-a_C)(e)^{1-\theta_C}(\hat{\hbar}_t + \hat{\pi}^*_t) \quad (۵۸)$$

$$\hat{\pi}_{Dt} = a_e(\mathcal{P}_{eD})^{1-\theta_e}\hat{\pi}_{et} + (1-a_e)(\mathcal{P}_{neD})^{1-\theta_e}\hat{\pi}_{net} \quad (۵۹)$$

$$\hat{\pi}_{It} = a_I(\mathcal{P}^D_I)^{1-\theta_I}\hat{\pi}_{Dt} + (1-a_I)(\mathcal{P}^N_I)^{1-\theta_I}(\hat{\hbar}_t + \hat{\pi}^*_t) \quad (۶۰)$$

$$\hat{\pi}_{CGt} = a_{CG}(\mathcal{P}^D_{CG})^{1-\theta_{CG}}\hat{\pi}_{Dt} + (1-a_{CG})(\mathcal{P}^N_{CG})^{1-\theta_{CG}}(\hat{\hbar}_t + \hat{\pi}^*_t) \quad (۶۱)$$

$$\hat{\pi}_{IGt} = a_{IG}(\mathcal{P}^D_{IG})^{1-\theta_{IG}}\hat{\pi}_{Dt} + (1-a_{IG})(\mathcal{P}^N_{IG})^{1-\theta_{IG}}(\hat{\hbar}_t + \hat{\pi}^*_t) \quad (۶۲)$$

$$\hat{\pi}^*_t = \rho_{\pi^*}\hat{\pi}^*_{t-1} + \varepsilon_{\pi^* t} \quad (۶۳)$$

$$\hat{\pi}_{Ot} = \rho_{\pi_O}\hat{\pi}_{Ot} + \varepsilon_{\pi_O t} \quad (۶۴)$$

$$\hat{z}_t = \rho_z \hat{z}_{t-1} + \varepsilon_{zt} \quad (۶۵)$$

$$\hat{\theta}_t = \rho_\theta \hat{\theta}_{t-1} + \varepsilon_{\theta t} \quad (۶۶)$$

$$\hat{\theta}_{Wt} = \rho_W \hat{\theta}_{Wt-1} + \varepsilon_{Wt} \quad (۶۷)$$

$$\hat{A}_t = \rho_A \hat{A}_{t-1} + \varepsilon_{at} \quad (۶۸)$$

$$\hat{A}_{Ot} = \rho_{AO} \hat{A}_{Ot-1} + \varepsilon^A_{Ot} \quad (۶۹)$$

$$\hat{A}^I_{Xt} = \rho_X \hat{A}^I_{Xt-1} + \varepsilon^I_{Xt} \quad (۷۰)$$

$$\hat{A}^G_{It} = \rho^I_A \hat{A}^G_{It-1} + \varepsilon^I_{At} \quad (۷۱)$$

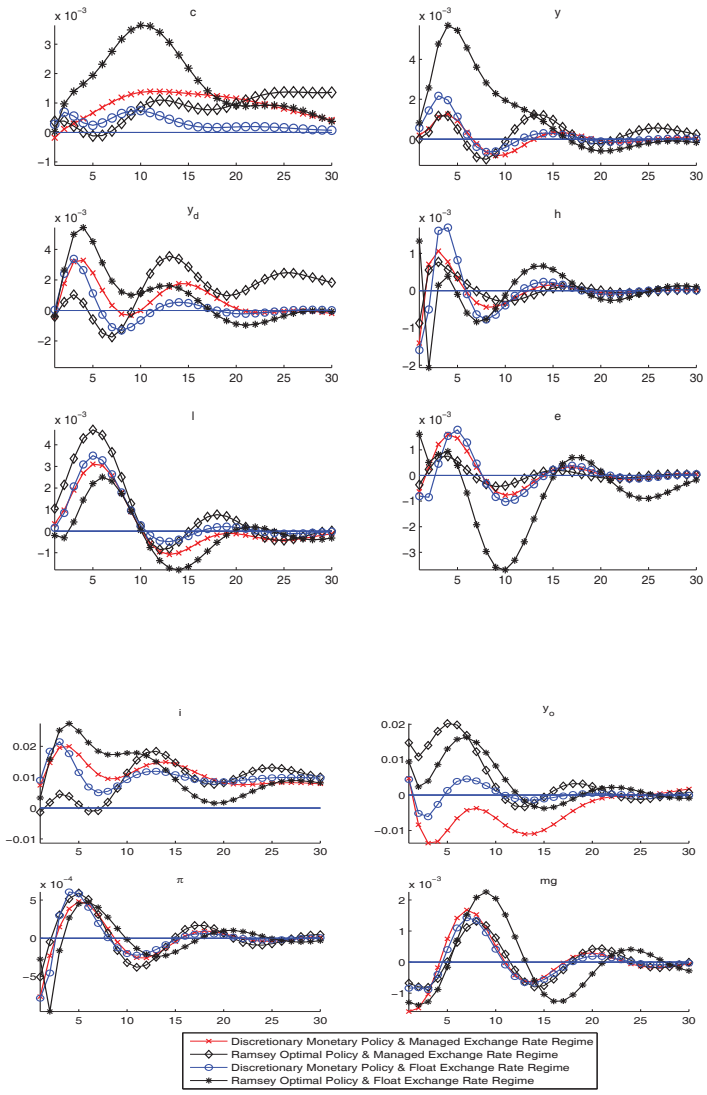
$$\hat{c}_{Gt} = \rho_G \hat{c}_{Gt-1} + \varepsilon_{Gt} \quad (۷۲)$$

$$\vartheta_t = \rho_\vartheta \vartheta_{t-1} + \varepsilon_{\dot{m}t} \quad (۷۳)$$

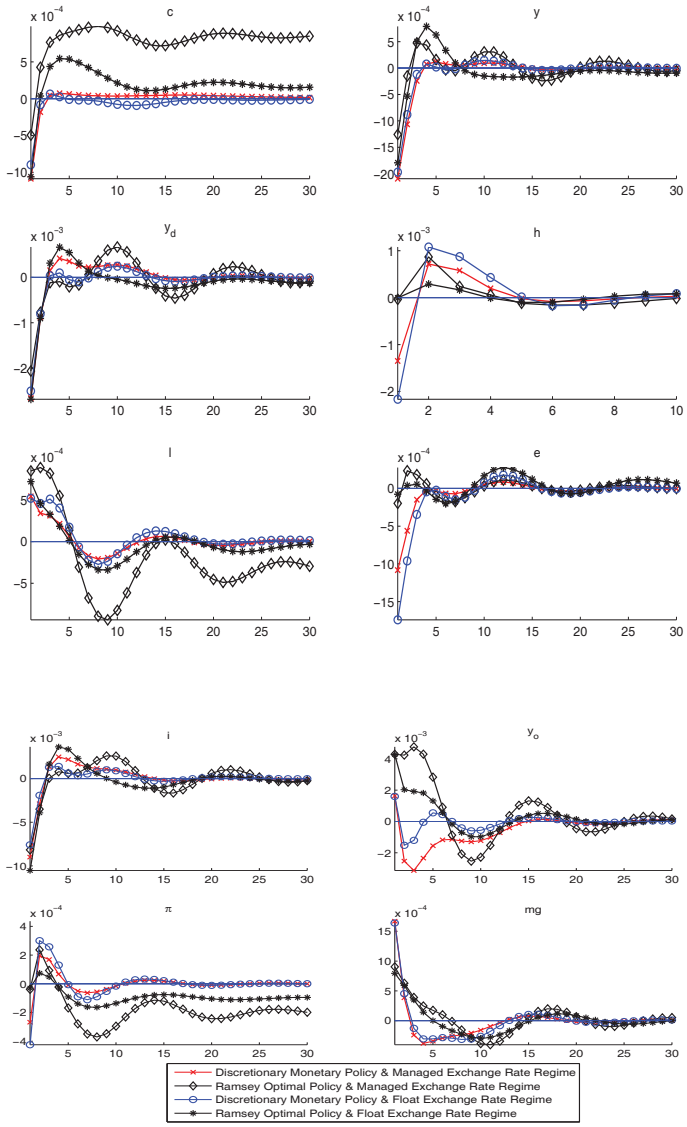
$$\zeta_t = \rho_\zeta \zeta_{t-1} + \varepsilon_{\hbar t} \quad (۷۴)$$

$$\hat{\pi}_{Tt} = \rho_\pi \hat{\pi}_{Tt-1} + \varepsilon_{\pi t} \quad (۷۵)$$

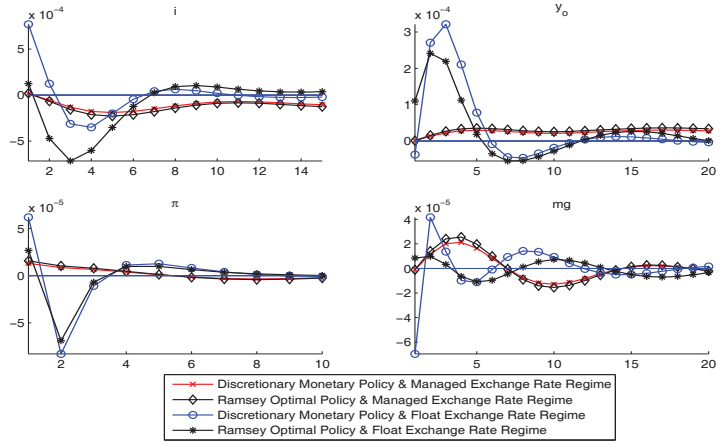
پیوست ۲- شکل توابع ضربه واکنش

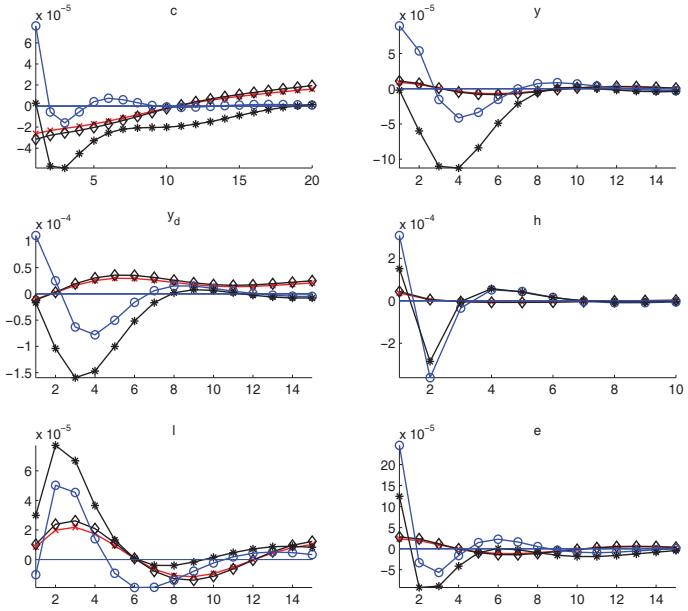


شکل ۲- توابع ضربه واکنش نسبت به انحراف معیار تکانه بهره‌وری به‌اندازه یک واحد درصد

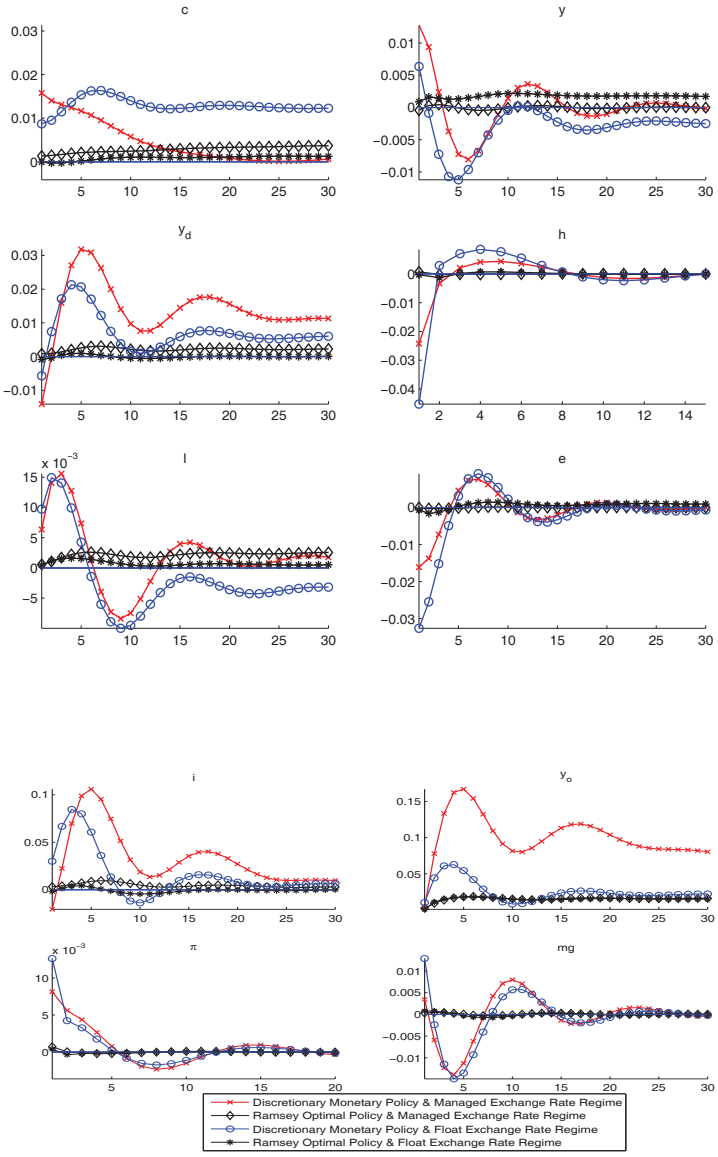


شکل ۳- توابع ضربه واکنش نسبت به انحراف معیار تکانه تقاضای پول به‌اندازه یک واحد درصد

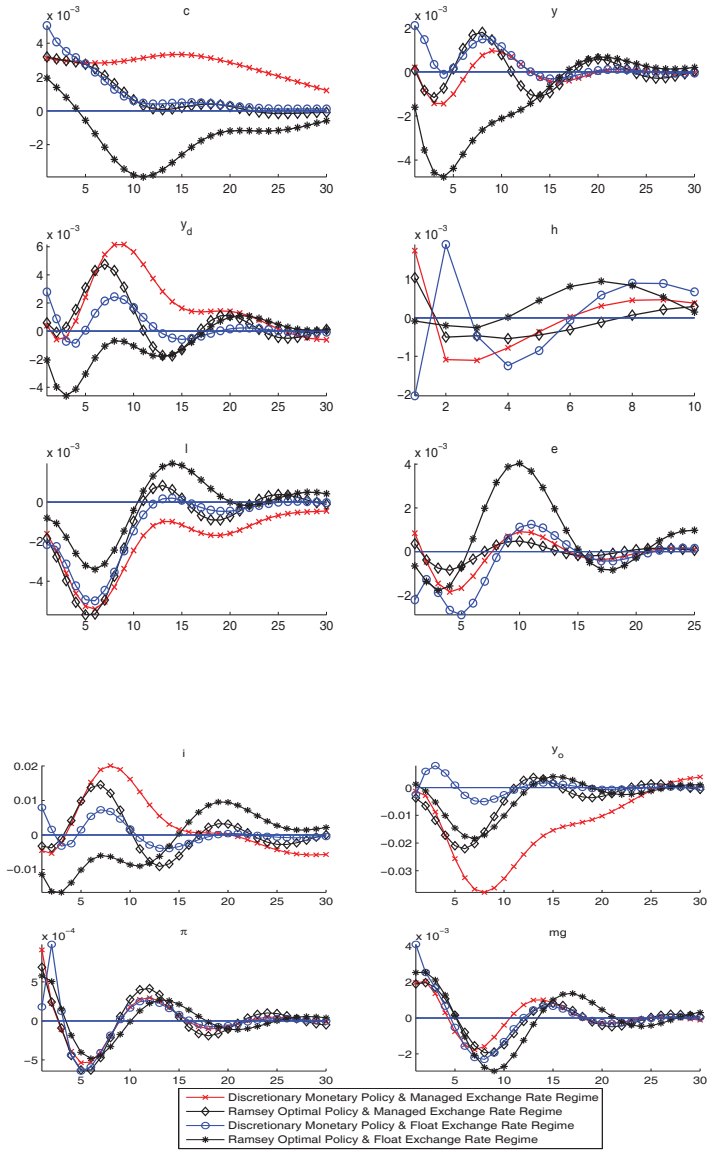




شکل ۴- توابع ضربه واکنش نسبت به انحراف معیار تکانه تقاضای ارز به‌اندازه یک واحد درصد



شکل ۵- توابع ضربه واکنش نسبت به انحراف معیار تکانه تورم قیمت نفت به‌اندازه یک واحد درصد



شکل ۶- توابع ضربه واکنش نسبت به انحراف معیار تکانه مارک‌آپ به‌اندازه یک واحد درصد

پیوست ۳- آزمون تشخیصی صحت برآورد پارامترهای الگو (بروکز و گلمن، ۱۹۹۸)