

## رجحان‌های بانک مرکزی و قاعده پولی بهینه در اقتصاد ایران بر اساس مدل‌های گذشته‌نگر

فرشته جندقی میبیدی<sup>۱</sup>

دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشگاه فردوسی

مشهد، مشهد، ایران

محمدعلی فلاحي<sup>۲\*</sup>

استاد گروه اقتصاد، دانشگاه فردوسی مشهد،

مشهد، ایران

مهدی فیضی<sup>۳</sup>

استادیار گروه اقتصاد، دانشگاه فردوسی مشهد،

مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۴/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۷/۲۹

### چکیده

هدف این مطالعه تعیین رجحان‌های بانک مرکزی و قاعده بهینه سیاست پولی در ایران با بهره‌گیری از روش کنترل بهینه است. بدین منظور فرض شد که مقامات پولی مسئله بهینه‌یابی را در چارچوب انتظارات گذشته‌نگر و با توجه به قیدهای چهارگانه شامل معادله عرضه کل، تقاضای کل، تقاضای پول و مخارج دولت، حل می‌کنند. پس از برآورد پارامترهای معادلات فوق با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی (OLS) و روش رگرسیون‌های به‌ظاهر نامرتب (SUR) برای دوره زمانی ۱۳۵۷-۱۳۹۵، رجحان‌های مقامات پولی برای تثبیت تورم، تولید و هموارسازی رشد نقدینگی که میزان زیان رفاه اجتماعی را حداقل می‌کنند، انتخاب شدند. نتایج بیانگر این است که بانک مرکزی باید انحراف رشد نقدینگی و بعد از آن شکاف تولید را مدنظر قرار دهد. همچنین قاعده بهینه سیاست پولی حاصله از رجحان‌های بهینه، بیانگر این

1- fe\_ja72@stu.um.ac.ir

falahi@um.ac.ir

۲- نویسنده مسئول:

3- feizi@um.ac.ir

است که بانک مرکزی باید به طور همزمان به تغییرات تورم، شکاف تولید، نرخ ارز واقعی، رشد مخارج دولت، رشد درآمدهای نفتی و مالیاتی واکنش نشان دهد.

**کلیدواژه‌ها:** رجحان‌های بانک مرکزی، قاعده پولی بهینه، کنترل بهینه، برنامه ریزی پویا خطی-درجه دو، بانک مرکزی ایران.

**طبقه بندی JEL:** E58, E52, C61

## ۱- مقدمه

شواهد بیانگر آن است که طی سه دهه گذشته، در غالب اوقات بانک مرکزی ایران قادر به دستیابی به اهداف سیاستی خود نبوده و متعهد نبودن به اهداف اعلام شده میانی، منجر به کاهش اعتبار سیاست‌های بانک مرکزی شده است. از سوی دیگر، با توجه به استمرار نرخ رشد پولی بالاتر از اهداف تعیین شده در سال‌های برنامه توسعه، می‌توان این گونه استنباط کرد که عملکرد بانک مرکزی دارای تورش انبساطی است و بانک مرکزی به‌طور قاعده‌مند به شکاف تولید و تورم واکنش نشان نمی‌دهد. در این شرایط سیاست‌گذاری پولی با محدودیت‌های فراوانی مواجه است که به شکل شکاف نقدینگی، شکاف تولید، انتظارات تورمی بالا و زیان اعتباری برای بانک مرکزی خود را نمایان می‌سازد. حال چنانچه سیاست‌گذار پولی خود را متعهد به اجرای قاعده پولی بداند، ضمن کاهش تورش‌های تثبیت می‌تواند در شکل‌دهی به انتظارات تورمی و کسب اعتبار و مقبولیت به‌خوبی عمل کند.

هدف اصلی این مطالعه تعیین رجحان‌های مقامات پولی ایران و در نتیجه آن قاعده پولی بهینه طی دوره زمانی ۱۳۵۷-۱۳۹۵ با بهره‌گیری از روش کنترل بهینه است. سؤالی که مطرح می‌شود این است که قاعده بهینه سیاست پولی در اقتصاد ایران تابع چه عواملی است و حساسیت مقامات پولی بر کدام اهداف است؟ اطلاع از رجحان‌های مقامات پولی، به دلیل کمک به درک چگونگی اجرای سیاست و آثاری که بر شکل‌گیری انتظارات آینده عاملان اقتصادی و در نتیجه آن تعیین متغیرهای اقتصادی خواهند داشت، حائز اهمیت می‌باشد. نهایتاً اینکه با بررسی رجحان‌ها می‌توان از نحوه ورود متغیرهای اقتصادی در تابع زیان مطلع شد. آنچه این مطالعه را از مطالعات پیشین متمایز می‌سازد، بهره‌گیری از روش متفاوت (کالیبراسیون)، دوره زمانی متفاوت، چارچوب هدفگذاری تورم در تعیین رجحان‌های بانک مرکزی و نهایتاً بهره‌گیری از آزمون‌ها و روش‌های مختلف در اثبات اعتبار علمی الگو می‌باشد.

مطالعه حاضر مشتمل بر شش بخش است. پس از مقدمه، بخش دوم و سوم به ارائه ادبیات تحقیق و مبانی نظری می‌پردازد. در بخش چهارم، تصریح الگو و روش برآورد و بخش پنجم نتایج برآورد آن ارائه می‌شود. بخش ششم نیز به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادهای سیاستی اختصاص دارد.

## ۲- ادبیات تحقیق

کارایی سیاست‌های پولی به انتظارات عواملان اقتصادی درباره سیاست فعلی و یا عملکرد سیاست آینده بستگی دارد. برای پیش‌بینی اینکه چگونه سیاست‌های اقتصادی اثرگذار هستند، اطلاع از نحوه شکل‌گیری انتظارات برای سیاست‌گذاران ضروری است و این درک تنها وقتی ممکن است که رفتار سیاستی به صورت قاعده‌مند باشد. که در این صورت این قاعده<sup>۱</sup> می‌تواند در تعیین انتظارات عقلایی عملکرد سیاست آینده، نقش مهمی ایفا کند (Walsh, 2003). از سوی دیگر تحمیل تعهد بر رفتار پولی، همچون قواعد قیمتی و پولی، خطر بالقوه بکارگیری سیاست‌های ناگهانی را کاهش می‌دهد و نرخ‌های تعادلی تورم و رشد پولی می‌تواند با حرکت از نهادهای پولی صلاح‌دیدگی به سمت نهادهای قاعده‌مند، کاهش یابد (Barro (1983a, & Gordon).

در ادبیات اقتصاد بین‌الملل رجحان‌های مقامات سایر بانک‌های مرکزی و قاعده بهینه سیاست پولی مربوطه برآورد شده است. Cecchetti & Ehrmann (1999) رجحان‌ها را برای ۲۳ کشور و Cecchetti et al., (2002) رجحان‌ها را برای بانک‌های مرکزی کشورهای وابسته به اتحادیه پولی اروپا برآورد کرده‌اند. در هر دو مطالعه، محققان با استفاده از روش خود بازگشت برداری<sup>۲</sup> (VAR) نشان می‌دهند مبادله میان تورم و تولید تفاوت‌های قابل توجهی بین کشورهای مختلف دارد و وزن بیشتری برای تورم در مقایسه با تولید، لحاظ می‌شود.

Collins & Siklos (2004) رجحان‌ها را برای بانک‌های مرکزی کانادا، استرالیا، نیوزلند و ایالت متحده آمریکا با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم یافته<sup>۳</sup> (GMM) برآورد کرده و دریافتند که بانک‌های مرکزی از رژیم هدفگذاری تورمی پیروی می‌کنند که در آن وزن بیشتری برای

1- Rule

2- Vector Autoregression

3- General Method of Moment (GMM)

هموارسازی نرخ بهره و وزن کمتری به شکاف تولید داده می‌شود. در مطالعه Aragón & Portugal (2009) رجحان‌های بانک مرکزی برزیل را در رژیم هدفگذاری تورمی با استفاده از روش کالیبراسیون تعیین کرده‌اند و شواهدی دریافته‌اند که نشان می‌دهد بانک مرکزی برزیل رژیم هدفگذاری تورمی انعطاف پذیر را به کار می‌گیرد و وزن بیشتری به ثبات تورم اختصاص می‌دهد. بعلاوه محققان نشان می‌دهند که بانک مرکزی برزیل بیشتر تمایل به هموارسازی نرخ بهره در مقایسه با ثبات تولید دارد.

Zheng et al., (2013) با استفاده از داده‌های فصلی سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۰ و بهره‌گیری از فرآیند حداکثر راست نمایی دومرحله‌ای برای بررسی رفتار سیاست پولی در چین، نتیجه می‌گیرند که واکنش واقعی سیاست پولی می‌تواند به‌خوبی از طریق قاعده تیلور آینده‌نگر، مشخص شود. Pasca et al., (2013) رجحان‌های مقامات پولی و قاعده پولی بهینه را در پرو بررسی کرده است. نتایج مطالعه وی با استفاده از داده‌های فصلی سال‌های ۱۹۹۹:۱-۲۰۰۸:۲ و بهره‌گیری از روش کنترل بهینه بیانگر این است که اقتصاد پرو نزدیک به حالت هدفگذاری تورمی انعطاف پذیر حرکت می‌کند و هموارسازی نرخ بهره از شکاف تولید مهم‌تر است. Andrade & Divino (2015) سیاست پولی بهینه را در برزیل پس از اجرای برنامه تثبیت اقتصادی بررسی نمودند. قاعده بهینه با فرض وزن یکسان ثبات تورم و تولید، واکنش کم نرخ بهره (متغیر سیاستی) را نشان می‌دهد. توابع واکنش بیان می‌کنند سیاست پولی بهینه عمل نکرده و به جای ثبات تورم، بیشتر بر ثبات تولید متمرکز بوده است. Ting (2016) قاعده تیلور را با ابزارهای مختلف پولی در چین طی دوره ۱: ۲۰۰۲ تا ۴: ۲۰۱۴ بکار گرفت. نتایج نشان می‌دهد افزایش یک درصدی در تورم، به انقباضی شدن سیاست پولی منجر خواهد شد. همچنین، ضریب شکاف تولید منفی بسیار کوچک و بی‌معنا بوده است که حاکی از بی‌اثر بودن آن بر سیاست پولی است.

در مورد اقتصاد ایران، مطالعات زیادی پیرامون تعیین رجحان‌های بانک مرکزی و قاعده

۱- برخی دیگر از مطالعات قابل توجه در این زمینه عبارتند از: Salemi (1995) استفاده از روش کنترل بهینه خطی درجه دو؛ Dennis (2004, 2006) و Ozlale (2003) استفاده از حداکثر راست نمایی؛ Favero & Rovelli (2003) استفاده از GMM؛ Yas (2008) استفاده از روش‌های بی‌زین؛ Söderlind et al., (2002) و Surico & Castelnuevo (2003) استفاده از فرآیند کالیبراسیون.

سیاستی بهینه صورت نگرفته است.

Khalili Araghi et al. (2009) قاعده بهینه سیاست پولی را با این فرض که سیاست‌گذار از نرخ بهره به‌عنوان ابزار سیاستی استفاده می‌کند، با بهره‌گیری از مدل پویای تصادفی برای اقتصاد ایران، ارائه کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که رفتار بهینه سیاست‌گذار این است که نرخ بهره را در پاسخ به نوسان مثبت در تورم، تولید و حجم پول، افزایش و در پاسخ به شوک تکنولوژی کاهش دهد. از آنجا که قاعده تیلور برای اقتصاد ایران مصداق ندارد یا به عبارتی هدف بانک مرکزی کنترل نرخ سود بانکی به‌عنوان ابزار سیاست پولی نیست، مطالعه انجام شده از این نظر خالی از ایراد نمی‌باشد Dargahi & Sharbat Oghli (2010) با در نظر گرفتن نرخ رشد نقدینگی به‌عنوان ابزار سیاست‌گذاری بانک مرکزی و برآورد رابطه بین نرخ رشد نقدینگی، تورم و رشد اقتصادی با استفاده از روش کنترل بهینه، به قاعده سیاست‌گذاری بهینه بانک مرکزی دست یافتند. با این حال در این قاعده، ضرایب برآوردی برای شکاف تورم و تولید هر دو مثبت هستند که با مفهوم ابزار بودن نرخ رشد نقدینگی تناقض دارد (در صورت ابزار بودن نرخ رشد نقدینگی، ضرایب دو هدف باید منفی باشد).

Komijani & Tavakolian (2011) با معرفی یک قاعده پولی نامتقارن برای نرخ رشد حجم پول، چگونگی تغییر حساسیت بانک مرکزی در تعیین نرخ رشد حجم پول طی دوران رکود و رونق را بررسی کردند. برآورد مدل مارکوف سوئیچینگ برای داده‌های فصلی طی دوره ۱۳۶۷:۱ تا ۱۳۸۷:۲ نشان می‌دهد که در دوران رکود حساسیت بانک مرکزی بیشتر متوجه شکاف تولید و در دوران رونق، بیشتر متوجه تورم است. Farazmand et al. (2013) بررسی قواعد پولی و مالی بهینه تحت شرایط اصلاح قیمت حامل‌های انرژی در ایران پرداختند. با بهره‌گیری از روش کنترل بهینه، نتایج مطالعه آنها نشان می‌دهد که قاعده بهینه تابعی از متغیرهای نرخ تورم، رشد قیمت نسبی انرژی، رشد شکاف تولید، رشد درآمدهای حقیقی نفت، نرخ سود حقیقی، ضریب جینی و مقادیر دوره قبل متغیر سیاستی است.

Erfani & Shamsian (2016) در مطالعه‌ای با نام «کاربرد قاعده تیلور در اقتصاد ایران و تأثیرپذیری سیاست‌ها از بازار مسکن، املاک و مستغلات» با استفاده از داده‌های فصلی ۱۳۷۱:۱ تا ۱۳۹۱:۴ و با برآورد مدلی توسعه یافته از قاعده تیلور که متغیر بخش املاک و مستغلات را نیز شامل می‌شود، نشان می‌دهند بانک مرکزی هدف ثبات در رشد تولید را بر دیگر اهداف خود

مانند ثبات قیمت‌ها ترجیح می‌دهد. Bayat & Bahrami (2017) با استفاده از قاعده پولی تیلور یک مدل استاندارد تعادل عمومی تصادفی پویای نیوکینزی برای اقتصاد ایران طراحی نمودند. مطابق با نتایج، برای تاثیرگذاری بر روی متغیرهای بخش واقعی اقتصاد، تفاوت چندانی میان ابزار نرخ بهره و نرخ رشد حجم پول وجود ندارد. در مقابل برای تاثیرگذاری بر تورم و کاهش اثر شوک بر روی آن از طریق اعمال سیاستهای پولی، نرخ رشد حجم پول ابزار مناسب بوده و نسبت به نرخ بهره عملکرد بهتری داشته است.

Gholizade Konari et al., (2017) با استفاده از تکنیک برنامه ریزی پویا به بررسی قاعده بهینه سیاست پولی در اقتصاد ایران طی دوره زمانی ۱۳۷۳ تا ۱۳۹۴ پرداخته‌اند. نتایج حاصل از بهینه یابی بیانگر این است که در کل دوره مورد بررسی، واکنش نرخ رشد نقدینگی نسبت به شکاف تولید بیشتر از انحراف تورم بوده است.

### ۳- مبانی نظری

این بخش به بررسی یک الگوی پایه می‌پردازد که در آن رفتار عاملان اقتصادی گذشته‌نگر است. این مدل حالتی از مدل بررسی شده توسط Svensson (1997) و Ball (1999b) است. اقتصاد توسط دو معادله تقاضای کل و عرضه کل معرفی می‌شود. چنانچه  $y_t^*$  و  $y_t^n$  دلالت بر قیمت‌های منعطف<sup>۱</sup> و سطح والراسی<sup>۲</sup> تولید داشته باشند؛ مدل به صورت زیر است:

$$y_t = -\beta r_{t-1} + u_t^{IS}, \quad \beta > 0 \quad (1)$$

$$\pi_t = \pi_{t-1} + \alpha (y_{t-1} - y_{t-1}^n), \quad \alpha > 0 \quad (2)$$

$$u_t^{IS} = \rho_{IS} u_{t-1}^{IS} + \varepsilon_t^{IS}, \quad -1 < \rho_{IS} < 1 \quad (3)$$

$$y_t^n = \rho_Y y_{t-1}^n + \varepsilon_t^Y, \quad 0 < \rho_Y < 1 \quad (4)$$

$$y_t^* - y_t^n = \Delta, \quad \Delta \geq 0 \quad (5)$$

معادله اول، منحنی IS مرسوم است و واکنش باوقفه نسبت به نرخ بهره دارد.  $r_{t-1}$  نرخ بهره واقعی است. معادله دوم، یک منحنی فیلیس فزاینده است که تغییر در تورم توسط شکاف بین

1- Flexible-price

2- Walrasian levels

سطح قیمت منعطف و واقعی تولید تعیین می‌شود. دو معادله دیگر، شوک‌های وارد شده به منحنی IS و سطح قیمت منعطف تولید را شرح می‌دهند. معادله آخر بیانگر وجود شکاف ثابت میان سطح قیمت والرایی و منعطف تولید است. انحراف تولید از سطح والرایی و انحراف تورم از سطح تعیین شده، نامطلوب است. بنابراین بانک مرکزی به دنبال حداقل کردن  $\lambda E[\pi^2] + E[(y - y^*)^2]$  است که در آن پارامتر مثبتی برای وزن نسبی تورم بوده و سطح مطلوب تورم برای سادگی حذف شده است. اولین گام برای حل مدل، تعریف شکاف تولید،  $\tilde{y}$  به صورت  $y - y^n$  و بازنویسی معادله (۱) و (۲) به صورت زیر است:

$$\tilde{y} = -\beta r_{t-1} + u_t^{IS} - y_t^n, \quad (6)$$

$$\pi_t = \pi_{t-1} + \alpha \tilde{y}_{t-1} \quad (7)$$

گام دوم توجه به این مسئله است که مسیرهای تورم و تولید در دوره  $t+1$  توسط  $E_t[\tilde{y}_{t+1}]$  و شوک‌های آینده تعیین می‌شوند. به همین دلیل، سیاست بهینه  $E_t[\tilde{y}_{t+1}]$  را تابعی از  $\pi_{t+1}$  قرار می‌دهد. با فرض خطی بودن، سیاست بهینه به شکل زیر است:

$$E_t \tilde{y}_{t+1} = -q \pi_{t+1} \quad (8)$$

برای پیدا کردن  $q$ ، باید  $E[(y - y^*)^2] + \lambda E[\pi^2]$  به صورت تابعی از  $q$  تعریف شود. بدین منظور معادله (۶) به صورت زیر خواهد بود:

$$\begin{aligned} \tilde{y}_t &= E_{t-1} \tilde{y}_t + \varepsilon_t^{IS} - \varepsilon_t^Y \\ &= -q \pi_t + \varepsilon_t^{IS} - \varepsilon_t^Y \end{aligned} \quad (9)$$

بنابراین معادله (۷) دلالت بر این دارد که:

$$\begin{aligned} \pi_{t+1} &= \pi_t + \alpha \tilde{y}_t \\ &= (1 - \alpha q) \pi_t + \alpha \varepsilon_t^{IS} - \alpha \varepsilon_t^Y \end{aligned} \quad (10)$$

در بلندمدت  $E[\pi_t^2]$  و  $E[\pi_{t+1}^2]$  برابر هستند. بنابراین می‌توان معادله (۱۰) را برای  $E[\pi^2]$  حل کرد، لذا خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} E[\pi^2] &= \frac{\alpha^2}{1 - (1 - \alpha q)^2} (\sigma_Y^2 + \sigma_{IS}^2) \\ &= \frac{\alpha^2}{\alpha q (2 - \alpha q)} (\sigma_Y^2 + \sigma_{IS}^2) \end{aligned} \quad (11)$$

برای پیدا کردن  $E[(y - y^*)^2]$ ، می دانیم که  $(y - y^*) = (y - y^n) - (y^* - y^n)$  و از این رو برابر است با  $\tilde{y} - \Delta$ . بنابراین با استفاده از معادله (۹) خواهیم داشت:

$$E[(y - y^*)^2] = \Delta^2 + q^2 E[\pi^2] + \sigma_Y^2 + \sigma_{IS}^2 \quad (12)$$

عبارات (۱۱) و (۱۲) بیانگر این هستند که میزان زیان بانک مرکزی تابعی از  $q$  است. شرط مرتبه اول برای  $q$  درجه دو است. یکی از راه حل‌ها منفی است و از آنجا که  $q$  منفی منجر به نامحدود شدن واریانس  $y$  و  $\pi$  می‌شود، غیر محتمل بوده و حذف می‌شود. راه حل باقی مانده عبارت است از:

$$q^* = \frac{-\lambda\alpha + \sqrt{\alpha^2\lambda^2 + 4\lambda}}{2} \quad (13)$$

معادله (۱۳) دلالت بر این دارد که وقتی  $\lambda$  به صفر میل می‌کند،  $q^*$  به صفر میل می‌کند و بانک مرکزی همواره سیاست را به گونه‌ای اعمال می‌کند که  $E_t[\tilde{y}_{t+1}]$  صفر باشد. وقتی  $\lambda$  افزایش می‌یابد،  $q^*$  افزایش می‌یابد و بانک مرکزی وزن بیشتری برای ثبات تورم در نظر می‌گیرد، تا تورم را به سطح بهینه بازگرداند. وقتی  $\lambda$  به بی نهایت میل می‌کند،  $q^*$  به  $1/\alpha$  میل می‌کند، که مطابق با سیاستی است که بعد از شوک، تورم را بسیار سریع به صفر بر می‌گرداند. Ball و Svensson بیان می‌کنند، سیاست بهینه می‌تواند به صورت هدفگذاری تورمی تفسیر شود. چنانچه معادله (۱۰) برای  $\pi_{t+2}$  بکار برده شود،  $E_t[\pi_{t+2}]$  برابر با  $(1 - \alpha q)\pi_{t+1}$  خواهد بود. چون  $q$  بین صفر و  $1/\alpha$  است،  $1 - \alpha q$  نیز بین صفر و یک است. بنابراین سیاست بهینه منطبق با قاعده‌ای برای رفتار تورم انتظاری به شکل زیر است:

$$E_t[\pi_{t+2}] = \varphi \pi_{t+1} \quad (14)$$

در اینجا  $\varphi$  بین صفر و یک است. در حالت حدی اگر  $\lambda$  به سمت بی نهایت میل کند (بانک مرکزی تنها مراقب تورم باشد)،  $q$  برابر  $1/\alpha$  و  $\varphi$  برابر صفر است و گفته می‌شود بانک مرکزی



بر اساس یک هدفگذار تورمی محض<sup>۱</sup> رفتار می‌کند. برای مقادیر مثبت  $\varphi$ ،  $\lambda$  بین صفر و یک است و سیاست به شکل هدفگذاری تورمی انعطاف پذیر<sup>۲</sup> خواهد بود.

نرخ طبیعی بهره<sup>۳</sup>  $r_t^n$  مقداری از  $r_t$  است که  $y_{t+1}^n = y_{t+1}$  قرار می‌دهد. از رابطه (۱) یا (۶) این نرخ بهره عبارت است از:

$$r_t^n = -\frac{1}{\beta} (y_{t+1}^n - u_{t+1}^{IS}) \quad (15)$$

با این تعریف می‌توان رابطه (۶) را دوباره به صورت زیر بازنویسی کرد:

$$\tilde{y}_t = -\beta(r_{t-1} - r_{t-1}^n) \quad (16)$$

از این رو؛

$$E_t[\tilde{y}_{t+1}] = -\beta(r_t - E_t[r_t^n]) \quad (17)$$

حال بانک مرکزی  $r_t$  را به گونه‌ای انتخاب می‌کند که  $E_t[\tilde{y}_{t+1}]$  برابر  $-q\pi_{t+1}$  و  $\pi_{t+1}$  برابر  $\pi_t + \alpha\tilde{y}_t$  باشد. با جایگذاری این عوامل در رابطه (۱۷) خواهیم داشت:

$$-q[\pi_t + \alpha\tilde{y}_t] = -\beta(r_t - E_t[r_t^n]) \quad (18)$$

یا

$$r_t = E_t[r_t^n] + \frac{q}{\beta}\pi_t + \frac{\alpha q}{\beta}\tilde{y}_t \quad (19)$$

بنابراین سیاست بهینه می‌تواند به صورت قاعده نرخ بهره شرح داده شود و بانک مرکزی نرخ بهره واقعی را برابر برآورد آن از تعادل یا نرخ طبیعی بعلاوه تابعی خطی از تولید و تورم تنظیم می‌کند (Romer, 2012).

#### ۴- تصریح الگو و روش برآورد

##### ۴-۱ - الگوی ساختاری اقتصاد<sup>۴</sup>

در این مطالعه الگوی اقتصاد کلان ساختاری برای اقتصاد ایران با انتظارات گذشته‌نگر توصیف

- 1- Strict inflation targeter
- 2- Flexible inflation targeting
- 3- Natural rate of interest
- 4- Economic Structure

شده‌اند. الگوی پیشنهاد شده بر مبنای مطالعه Rudebusch & Svensson (1998, 1999) و Aragón & Portugal (2009) است. پویایی‌های حاکم بر چهار معادله‌ای که الگو را تشکیل می‌دهند عبارتند از:

$$\pi_t = \alpha_1 \pi_{t-1} + \alpha_2 \pi_{t-2} + \alpha_3 y_{t-1} + \alpha_4 m_t + \varepsilon_{\pi t} \quad (20)$$

$$y_t = \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 y_{t-2} + \beta_3 y_{t-3} + \beta_4 (m_{t-1} - \pi_{t-1}) + \beta_5 re_{t-1} + \varepsilon_{yt} \quad (21)$$

$$g_t = \varphi_1 tax_{t-1} + \varphi_2 oilr_t + \varphi_3 oilr_{t-1} + \varepsilon_{gt} \quad (22)$$

$$m_t = \sigma_1 m_{t-1} + \sigma_2 Y_t + \sigma_3 \pi_t + \varepsilon_{mt} \quad (23)$$

که در آن؛  $\pi_t$  نرخ تورم سالانه،  $y_t$  درصد شکاف تولید بین تولید ناخالص داخلی واقعی ( $Y_t$ ) و تولید ناخالص داخلی بالقوه ( $Y_t^p$ ) به صورت،  $y_t = 100 * [(Y_t - Y_t^p) / Y_t^p]$  است؛  $m_t$  رشد حجم نقدینگی؛  $(m_t - \pi_t)$  رشد حجم نقدینگی حقیقی؛  $re_t$  لگاریتم نرخ ارز حقیقی؛  $g_t$  رشد مخارج مصرفی دولت؛  $tax_t$  رشد درآمدهای مالیاتی دولت و نهایتاً  $oilr_t$  رشد درآمدهای نفتی است. برای متغیر شکاف، میزان روند با استفاده از روش فیلتر هادریک - پرسکات محاسبه شده است. بخش‌های  $\varepsilon_g$  و  $\varepsilon_m$ ،  $\varepsilon_y$  و  $\varepsilon_\pi$  شوک‌های عرضه، تقاضا، پول و مخارج دولت هستند.

معادله (۲۰) منحنی فیلیس است که تورم را به وقفه شکاف تولید و وقفه‌های تورم مرتبط می‌کند. با پذیرش پولی بودن تورم در اقتصاد ایران، نرخ رشد حجم نقدینگی به عنوان عاملی دیگر در رابطه وارد شده است. منحنی IS که با معادله (۲۱) نشان داده شده است، رابطه بین شکاف تولید را با مقادیر سه وقفه آن، حجم نقدینگی حقیقی و نرخ ارز حقیقی با وقفه نشان می‌دهد. در خصوص این معادله ذکر چند نکته ضروری است؛ اول اینکه بر خلاف بسیاری از روابط مرسوم در این زمینه بجای نرخ بهره از نرخ رشد حجم نقدینگی استفاده شده است. در واقع عمده ابزارهای پولی مورد استفاده بانک‌های مرکزی، نسبت سپرده قانونی، نرخ تنزیل مجدد، عملیات بازار باز و تغییر در نسبت‌های مالی بانک‌ها هستند که باعث تغییر در نرخ‌های بهره و حجم

۱- معاونت اقتصادی بانک مرکزی ایران (۱۳۸۲)

۲- تعیین تعداد وقفه در معادلات فوق، از طریق تحلیل همبستگی نگار (Cross-Correlogram) بدست آمده است.

نقدینگی می‌شوند. اما به دلیل اجرای عملیات بانکداری بدون ربا قابلیت استفاده از نرخ بهره متعارف در سیاست‌گذاری‌های اقتصادی و بالاخص پولی وجود ندارد. بنابراین عمده ابزار اجرای سیاست پولی در ایران بر پایه تغییر در حجم پول و نقدینگی استوار است. دوم اینکه نرخ بهره (نرخ سود) طی سال ثابت است و بانک مرکزی نمی‌تواند از آن به عنوان ابزار استفاده کند. از این رو قاعده‌ای که در نهایت حاصل خواهد شد بر مبنای کنترل رشد حجم نقدینگی خواهد بود.

معادله (۲۲) بیان‌کننده رشد مخارج مصرفی دولت است که تابعی از درآمدهای مالیاتی و وقفه درآمدهای نفتی می‌باشد. در واقع این معادله بیانگر نقش دولت در اقتصاد ایران به عنوان بخشی دیگر از مکانیسم انتقال پول<sup>۱</sup> می‌باشد. معادله (۲۳) تقاضای پول است که تابعی از تورم، تولید و وقفه رشد حجم نقدینگی است. نهایتاً انتظار می‌رود ضرایبی که شکاف تولید و رشد حجم نقدینگی را در معادله منحنی فیلیپس نشان می‌دهند، مثبت باشند یا به عبارتی  $\alpha_3 > 0$  و  $\alpha_4 > 0$ . همچنین علامت منفی برای رشد حجم نقدینگی حقیقی در معادله IS،  $\beta < 0$  و علامت مثبت برای پارامترهای تورم، رشد تولید، رشد درآمدهای مالیاتی و نفتی مورد انتظار است به طوریکه؛

$$\sigma_2 > 0, \sigma_3 > 0, \varphi_1 > 0, \varphi_2 > 0$$

۲-۴- رجحان‌های بانک مرکزی و سیاست پولی بهینه

هدف مقامات پولی حداقل کردن ارزش انتظاری تابع زیان زیر است:

$$E_t \sum_{\tau=0}^{\infty} \delta^{\tau} LOSS_{t+\tau} \quad (24)$$

که در آن؛

$$LOSS_t = \lambda_{\pi} (\pi_t - \pi^*)^2 + \lambda_y y_t^2 + \lambda_{\Delta i} (i_t - i_{t-1})^2 \quad (25)$$

در رابطه فوق  $\delta$ ، نرخ تنزیل بین دوره‌ای،  $0 < \delta < 1$ ، عملگر انتظارات مشروط به مجموعه اطلاعات موجود در زمان  $t$  و همه وزن‌ها بزرگتر یا مساوی صفر هستند  $\lambda_{\pi} \geq 0$ ،  $\lambda_y \geq 0$  و  $0$  با این تابع هدف، فرض می‌شود مقامات پولی تورم سالانه را حول هدف تورم تثبیت می‌کنند تا شکاف تورم را نزدیک صفر نگه داشته و نرخ بهره اسمی<sup>۲</sup> را هموار سازند. پارامترهایی

### 1 . Monetary Transmission Mechanism

۲- همانگونه که در قسمت قبل توضیح داده شد، در این مطالعه به جای نرخ بهره از نرخ رشد حجم نقدینگی استفاده خواهد شد.

که رجحان‌های سیاستی مقامات پولی را اندازه‌گیری می‌کنند،  $\lambda_y$ ،  $\lambda_{\Delta i}$  و  $\lambda_{\Delta i}$  دلالت بر اهمیت نسبت داده شده توسط مقامات پولی به تثبیت تورم، شکاف تولید و هموارسازی نرخ بهره دارد. نهایتاً اینکه فرض می‌شود مجموع وزن رجحان‌های مقامات پولی، یک است به طوریکه،

$$\lambda_{\pi} + \lambda_y + \lambda_{\Delta i} = 1$$

برای بدست آوردن قاعده پولی بهینه، ابتدا قیود بهینه یابی در قالب فضا-وضعیت ارائه می‌شوند. قیود مسئله بهینه یابی، با سیستم معادلات (۲۰ تا ۲۳) بدست می‌آید. رابطه فضا-وضعیت متناسب با این سیستم معادلات عبارت است از:

$$X_{t+1} = AX_t + Bi_t + \varepsilon_{t+1} \quad (26)$$

که در آن  $X_{t+1}$  یک بردار  $13 \times 1$  از متغیرهای وضعیت،  $i_t$  متغیر کنترل برای اجرای سیاست پولی (رشد حجم نقدینگی) و  $\varepsilon_{t+1}$  یک بردار دربرگیرنده شوک‌های عرضه، تقاضا، مخارج دولت و پولی می‌باشد که فرض می‌شود نرمال است.

بنابراین عناصر معادله (۸) به صورت زیر است:

$$\tilde{X}_t = [\pi_t \ \pi_{t-1} \ \pi_{t-2} \ y_t \ y_{t-1} \ y_{t-2} \ y_{t-3} \ g_t \ e_{t-1} \ oilr_t \ oilr_{t-1} \ tax_{t-1} \ m_{t-1}] \quad (27)$$

پس از ارائه سیستم معادلات در قالب فضا-وضعیت، باید تابع زیان به صورت ماتریسی ارائه شود؛ بدین منظور لازم است متغیرها به متغیرهای وضعیت و کنترل به صورت زیر تفکیک شود:

$$Z_t = C_x X_t + C_i i_t \quad (28)$$

بنابراین تابع زیان (۲۴) را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$LOSS_t = \tilde{Z}_t K Z_t \quad (29)$$

که در آن  $K$  ماتریس قطری است و عناصر قطرهای آن را پارامترهای رجحان مقامات پولی تشکیل می‌دهد. با جایگذاری معادله (۲۸) در معادله (۲۹) و ساده سازی ریاضی، تابع زیان عبارت خواهد بود از:

$$LOSS_t = \tilde{X}_t R X_t + \tilde{I}_t Q I_t + 2\tilde{X}_t H I_t \quad (30)$$

$$R = \tilde{C}_x K C_x ; \quad H = \tilde{C}_x K C_i ; \quad Q = \tilde{C}_i K C_i \quad (31)$$

بنابراین مسئله کنترل بانک مرکزی، به صورت یک مسئله تنظیم‌کننده خطی تصادفی با افق نامحدود Ljungqvist & Sargent (2004) به صورت زیر است:

$$\text{Min } E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \delta^t [Z_t' K Z_t] = \min_{\{i_t\}_{t=0}^{\infty}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \delta^t [X_t' R X_t + i_t' Q i_t + 2X_t' H i_t] \quad (32)$$

با توجه به ساختار اقتصاد مفروض:

$$X_{t+1} = A X_t + B i_t + \varepsilon_{t+1}$$

تابع مقدار<sup>۱</sup> درجه دو که معادله بلمن<sup>۲</sup> (۳۲) را تأمین می‌کند به صورت ماتریس ریکاتی<sup>۳</sup> را تضمین می‌کند. نهایتاً با استفاده از ابزارهای جبری و شرایط مرتبه اول، می‌توان قاعده پولی بهینه را به صورت زیر بدست آورد:

$$i_t = -(Q + \beta \hat{B} P B)^{-1} (\beta \hat{B} P A + \hat{H}) X_t \Rightarrow i_t = f X_t \quad (33)$$

معادله (۳۳) نشان می‌دهد نرخ بهره بهینه یک تابع خطی از متغیرهای وضعیت ( $X_t$ ) و بردار خطی  $f$  است که شامل رجحان‌های مقامات پولی با پارامترهای منحنی‌های فیلیپس، IS و سایر معادلات مرتبط است.

### ۳-۴- کالیبره کردن رجحان‌های مقام پولی

برای تعیین رجحان‌های مقامات پولی، از روش کالیبراسیون که سایر محققان استفاده کرده‌اند، استفاده می‌شود که برخی از مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از Castelnuevo & Surico (2003) Collins, & Siklos (2004) و Castelnuevo (2004) و Aragón & Portugal (2009) که رفتار گذشته‌نگر عواملان اقتصادی را بررسی کرده‌اند.

به طور کلی روش کالیبراسیون به ۴ مرحله قابل تقسیم است:

- 1- Value function
- 2- Bellman's Equation
- 3- Matrix Ricatti equation

۱- پارامترهایی که ساختار اقتصاد ایران را تشکیل می‌دهند یعنی معادلات (۲۰ تا ۲۳)، برآورد می‌شوند و ضرایب بدست آمده در قالب فضا-وضعیت ارائه می‌شوند. ۲- ضرایب قاعده بهینه برای مجموعه بزرگی از مقادیر رجحان‌ها حل می‌شود. به طور خاص برای یک مقدار مفروض رجحان هموارسازی نرخ بهره  $\lambda_{\Delta i}$  قاعده سیاست بهینه برای هر ترکیب ممکن از  $\lambda_y$  و  $\lambda_{\pi}$  در فاصله  $[0.001 - (1 - \lambda_i - 0.001)]$ ، بدست می‌آید. پارامتر رجحان  $\lambda_{\Delta i}$  می‌تواند در فاصله (۰-۰/۹۵) با گام ۰/۰۵ تغییر کند. ۳- دوره به دوره، مقادیر بدست آمده برای متغیرهای وضعیت جایگذاری می‌شوند تا مسیر بهینه برای نرخ بهره در هر قاعده بهینه بدست آید. ۴- مقادیر رجحان‌های مقامات پولی که مربع انحراف بین مسیر واقعی و مسیر بهینه محاسبه شده را حداقل می‌کنند به گونه‌ای انتخاب می‌شوند که:

$$SD = \sum_{t=1}^T [i_t - i_t(\lambda_{\pi} \lambda_y \lambda_{\Delta i})]^2 \quad (34)$$

## ۵- نتایج برآورد

### ۵-۱ نتایج برآورد الگوی اقتصاد کلان ایران

برای تعیین رجحان‌های مقامات پولی ابتدا می‌بایست الگوی اقتصاد کلان ساختاری (معادلات ۲۰ تا ۲۳) برآورد شوند. متغیرهای مورد استفاده برای دوره زمانی ۱۳۵۷-۱۳۹۵ از بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران اخذ شده است. به منظور برآورد معادلات فوق، دو متغیر مجازی  $d_g$  و  $d_{gap}$  در معادلات (۲۱) و (۲۲) وارد شده است. متغیر مجازی اول برای لحاظ کردن آثار منفی سال‌های جنگ تحمیلی بر تولید و رشد اقتصادی و متغیر مجازی دوم برای آثار کاهش قیمت جهانی نفت خام بر مخارج دولت در نظر گرفته شده‌اند.<sup>۱</sup>

معادلات مذکور به دو روش برآورد شده است: ۱) حداقل مربعات معمولی<sup>۲</sup> (OLS) و رگرسیون‌های به ظاهر نامرتب (SUR). روش دوم زمانی همبستگی بین اجزاء خطا وجود دارد

۱- بر اساس روند متعارف در برآورد سری زمانی، ابتدا متغیرهای مورد استفاده، به لحاظ ریشه واحد از طریق سه آماره دیکی فولر تعمیم یافته (ADF)، فیلپس پرون (PP) و کوواتویسکی و دیگران (KPSS) مورد آزمون قرار گرفتند. بر اساس نتایج ارائه شده کلیه متغیرها (به استثناء نرخ ارز) انباشته از مرتبه صفر (I(0)) و در نتیجه پایا هستند.

2- Ordinary Least Squares

نسبت به روش OLS کارا تر است. پارامترهای برآورد شده معادلات فوق در جدول (۱) نشان داده شده است. نتایج ارائه شده بیانگر این است که پارامترهای برآورد شده به روش OLS تقریباً مشابه روش SUR می‌باشد. در معادله منحنی عرضه کل، ضریب پارامتر شکاف تولید دارای بیشتر اثر بر تورم است به عبارتی با فرض ثبات سایر شرایط، یک درصد افزایش در شکاف تولید در زمان  $t-1$  باعث ۶ درصد افزایش در تورم سالانه در زمان  $t$  می‌شود. در مجموع نتایج برآورد این معادله بر اثر و نقش کلیدی شکاف تولید بر تورم به عنوان یک مکانیسم مهم برای انتقال سیاست پولی دلالت دارد.

با توجه به معادله منحنی IS، ضرایب باوقفه شکاف تولید و نرخ ارز حقیقی معنی دار هستند و ضریب نرخ رشد حجم نقدینگی حقیقی بی معنی است. علی‌رغم اینکه نتایج بیانگر نقش اولیه و بسیار کم سیاست پولی است، اثر مقادیر باوقفه شکاف تولید و نرخ ارز حقیقی بر شکاف تولید قابل توجه است، بطوری که با یک درصد افزایش در دو متغیر مذکور در دوره  $t-1$ ، شکاف تولید حدود ۰/۵ درصد در دوره  $t$  افزایش می‌یابد. نتیجه مهم دیگر درباره اثر تورم بر رشد حجم نقدینگی است. به عبارت دیگر بر اساس نتایج برآورد معادله مربوطه، همبستگی مثبت بین این دو متغیر وجود دارد که بیانگر این است با فرض ثبات سایر شرایط، یک افزایش یک درصدی تورم در دوره  $t$ ، رشد حجم نقدینگی را ۰/۲۸ درصد در همان دوره افزایش می‌دهد. در انتها آزمون‌های مربوط به خودهمبستگی<sup>۱</sup>، واریانس ناهمسانی شرطی<sup>۲</sup>، نرمال نبودن<sup>۳</sup> و شکست ساختاری<sup>۴</sup> سیستم معادلات برآورد شده انجام شده‌اند. نتایج نبود خودهمبستگی و واریانس ناهمسانی شرطی را برای پسماندهای سیستم تأیید می‌کند. از سوی دیگر، آزمون جاک-برا<sup>۵</sup> (JB) نشان می‌دهد که پسماندهای چهار معادله به صورت نرمال توزیع شده‌اند و آزمون رمزی<sup>۶</sup> دلالت بر عدم وجود شکست ساختاری دارد.

با توجه به اینکه در این مطالعه از مدل گذشته‌نگر استفاده شده است، انتقاد لوکاس ممکن است

- 1- Autocorrelation
- 2- Conditional heteroskedasticity
- 3- Non-normality
- 4- Breakpoint test
- 5- Jarque-Bera test
- 6- Ramsey reset test

بر آن وارد باشد. اهمیت تجربی این انتقاد می‌تواند از طریق آزمون ثبات اقتصادسنجی<sup>۱</sup> مورد بررسی قرار گیرد (Oliner et al., 1994). معادلات برآورد شده این انتقاد را رد می‌کنند. برای مثال آزمون ثبات Andrews (1993) (حداکثر مقدار آماره آزمون راست نمایی<sup>۲</sup> برای ثبات ساختاری<sup>۳</sup> همه نقاط شکست ممکن در متوسط نمونه مورد مطالعه) بررسی شد. برای معادله تورم، آماره حداکثر راست نمایی ۲/۸۸۵ حاصل شده در حالیکه مقدار آماره بحرانی در سطح ۱۰ درصد (Andrews (1993)، جدول (۱))، ۱۴/۳۱ است. بنابراین فرض صفر نبود نقطه شکست رد نمی‌شود و ثبات ساختاری وجود دارد. این نتایج برای معادلات دیگر نیز برقرار است. لذا ثبات ساختاری الگوهای برآورد شده تأیید می‌شود.

جدول ۱- نتایج برآورد معادلات

معادله (۱)			معادله (۲)			معادله (۳)			معادله (۴)		
SUR	OLS	پارامترها	SUR	OLS	پارامترها	SUR	OLS	پارامترها	SUR	OLS	پارامترها
-۰/۲۳۳**	-۰/۳۳۷**		-۰/۷۵۱**	-۰/۵۲۸*	۱β	-۰/۸۵۵*	-۰/۱۱۹*	φ <sub>1</sub>	-۰/۳۴۸*	-۰/۳۶۱**	
(-۰/۱۶۳)	(-۰/۱۶۳)		(-۰/۱۵۱)	(-۰/۱۶۰)		(-۰/۲۶)	(-۰/۰۴۸)		(-۰/۱۲۹)	(-۰/۱۴۹)	
-۰/۰۲۸ <sup>na</sup>	-۰/۰۵۷ <sup>na</sup>		-۰/۴۸۹*	-۰/۲۰۸ <sup>na</sup>	۲β	-۰/۲۶۶**	-۰/۰۳۳***	φ <sub>2</sub>	-۰/۲۱۵ <sup>na</sup>	-۰/۱۴۸ <sup>na</sup>	
(-۰/۱۱۴)	(-۰/۱۶۰)		(-۰/۱۶۸)	(-۰/۱۸۱)		(-۰/۱۵)	(-۰/۰۲۰)		(-۰/۱۶۱)	(-۰/۱۸۸)	
۴/۰۲۸**	۶/۰۸۷**		-۰/۰۲۲ <sup>na</sup>	-۰/۴۱۰*		-۰/۰۴۸*	-۰/۰۴۱**	φ <sub>3</sub>	-۰/۴۷۸*	-۰/۲۸۰**	
(۲/۱۷۶)	(۲/۹۹۱)		(-۰/۱۳۷)	(-۰/۱۶۰)		(-۰/۱۴)	(-۰/۰۱۹)		(-۰/۱۱۵)	(-۰/۱۳۶)	
-۰/۵۵۸*	-۰/۳۵۰***		-۰/۰۰۱ <sup>na</sup>	-۰/۰۰۱ <sup>na</sup>	۴β	۹/۵۴۷*	۱۰/۵۰۷*	φ <sub>4</sub>			
(-۰/۱۴۱)	(-۰/۲۰۷)		(-۰/۰۰۶)	(-۰/۰۰۶)		(۲/۷۳۳)	(۳/۴۵۵)				
			-۰/۳۳۵***	-۰/۵۰۱**	۵β						
			(-۰/۲۲۶)	(-۰/۲۲۰)							
			-۰/۱۸۴	-۰/۲۶۳***	۶β						
			(-۰/۱۴۰)	(-۰/۱۴۵)							
-۰/۲۰۵	-۰/۲۳۵	R <sup>2</sup>	-۰/۴۹۹	-۰/۶۰۸	R <sup>2</sup>	-۰/۲۳۶	-۰/۳۸۲	R <sup>2</sup>	-۰/۲۲۰	-۰/۲۷۱	R <sup>2</sup>
آزمون تشخیص (آماره احتمال)											
			-۰/۸۲۰	-۰/۱۲۷		-۰/۷۲۸	-۰/۸۷۷		-۰/۴۵۹	-۰/۵۵۳	
			-۰/۴۱۴	-۰/۳۰۵		-۰/۴۰۱	-۰/۱۴۱		-۰/۹۷۱	-۰/۳۳۹	
			-۰/۲۳۴	-۰/۲۶۸							
			-۰/۹۹۶	-۰/۱۲۸							
آزمون ثبات ساختاری											
	۲/۸۸۵	Max LR		۲/۹۱۷	Max LR		۲/۴۱۶	Max LR		۲/۹۸۴	Max LR

ماخذ: محاسبات تحقیق

توجه: \*، \*\*، \*\*\* و na به ترتیب دلالت بر معنی داری در سطح ۱٪، ۵٪، ۱۰٪ و عدم معنی داری دارند.

در بخش دیگری از مطالعه، پویایی‌های الگو با الگوی خود بازگشت برداری نامقید (VAR)

1- Econometric stability test

2- Maximum value of the likelihood ratio test

3- Structural stability



مقایسه شده است. بنابراین می‌توان الگوی ساختاری را به صورت چهار معادله مقید از VAR چهار متغیره در نظر گرفت. جدول (۲) معیارهای شوارتز (SIC) و آکاییک (AIC) را برای هر معادله VAR با مدل ساختاری مقایسه می‌کند. معادله تورم مدل ساختاری مناسب‌تر از معادله VAR تورم به لحاظ هر دو معیار می‌باشد. برای معادلات دیگر نیز این نتیجه برقرار است.<sup>۱</sup>

جدول ۲- معیار انتخاب الگو

معادله	معیار آکاییک (AIC)	معیار شوارتز بیزین (SCH)
معادله ساختاری تورم	۷/۱۷۴	۷/۴۳۶
معادله VAR تورم	۷/۴۰۳	۷/۷۹۵
معادله ساختاری شکاف تولید	۰/۶۹۳	۱/۰۰۱
معادله VAR شکاف تولید	۰/۹۷۱	۱/۳۶۳
معادله ساختاری مخارج دولت	۶/۶۸۹	۶/۹۰۵
معادله VAR مخارج دولت	۶/۹۶۴	۷/۳۵۵
معادله ساختاری رشد حجم نقدینگی	۶/۸۰۴	۶/۹۷۷
معادله VAR رشد حجم نقدینگی	۶/۹۴۰	۷/۳۳۲

ماخذ: محاسبات تحقیق

## ۲-۵- کالیبره کردن رجحان‌های بانک مرکزی در رژیم هدف گذاری تورم

رجحان‌های مقامات پولی بر اساس تثبیت تورم، تولید و هموارسازی رشد حجم نقدینگی که میزان زیان رفاه اجتماعی<sup>۲</sup> را حداقل می‌کنند، انتخاب می‌شوند. با جایگذاری بردار وضعیت در هر دوره در قاعده بهینه سیاست پولی شبیه سازی شده، نرخ رشد حجم نقدینگی بهینه در هر نقطه از زمان بدست می‌آید. به پیروی از Aragón & Portugal (2009) و Pasca (2013)، فرض می‌شود که عامل تنزیل  $\delta$  (۰/۹۸) باشد<sup>۳</sup>. پارامترهای کالیبره شده تابع زیان بانک مرکزی در جدول (۳) نشان داده شده است.

در ابتدا لحاظ کردن وزن‌های کم برای هموارسازی نرخ رشد حجم نقدینگی، زیان رفاه اجتماعی زیادی ایجاد می‌کند. این نتیجه دلالت بر این دارد که مقامات پولی باید وزن بیشتری برای هموارسازی رشد حجم نقدینگی در تابع زیان در نظر گیرند. نتایج نشان می‌دهد وقتی

۱. شایان ذکر است برای مقادیر مثبت (منفی)، مقدار کمتر (بیشتر) آماره، ملاک مناسب بودن الگو است.

2. social welfare loss

۳. برای مقادیر مختلف نرخ تنزیل، تغییری در تعیین رجحان‌ها پدید نمی‌آید.

رجحان‌های بانک مرکزی برای هموارسازی رشد نقدینگی در بازه ۰/۰۵ تا ۰/۴۰ افزایش می‌یابد، رجحان‌ها برای ثبات تورم بیشتر و برای ثبات تولید کاهش یافته و حتی قابل چشم پوشی است ( $\lambda_y = 0/00$ ). عکس این حالت برای وزن‌های هموارسازی بیشتر از ۰/۵ قابل مشاهده است. نهایتاً نتیجه مهم جدول (۳) این است که رجحان‌هایی که زیان رفاه اجتماعی را حداقل می‌کنند،  $\lambda_{\Delta m} = 0/55$ ،  $\lambda_{\pi} = 0/001$  و  $\lambda_y = 0/449$  می‌باشد. با این تفسیر بانک مرکزی باید بیشترین توجه خود را به انحراف رشد حجم نقدینگی و بعد از آن به شکاف تولید داشته باشد.

جدول ۳- پارامترهای برآورد شده تابع زیان بانک مرکزی

$\Delta m$	$\lambda_{\pi}$	$\lambda_y$	LOSS
۰/۰۵	۰/۹۴۹	۰/۰۰۱	۸۱/۶۹
۰/۱۰	۰/۸۹۹	۰/۰۰۱	۸۰/۹۴
۰/۱۵	۰/۸۴۹	۰/۰۰۱	۸۰/۱۹
۰/۲۰	۰/۷۹۹	۰/۰۰۱	۷۹/۴۵
۰/۲۵	۰/۷۴۹	۰/۰۰۱	۷۴/۵۷
۰/۳۰	۰/۶۹۹	۰/۰۰۱	۷۷/۹۵
۰/۳۵	۰/۶۴۹	۰/۰۰۱	۷۷/۲۰
۰/۴۰	۰/۵۹۹	۰/۰۰۱	۷۶/۴۶
۰/۴۵	۰/۴۳۵	۰/۱۱۵	۶۶/۳۳
۰/۵۰	۰/۲۱۷	۰/۲۸۳	۵۱/۷۶
۰/۵۵	۰/۰۰۱	۰/۴۴۹	۳۷/۳۵
۰/۶۰	۰/۰۰۱	۰/۳۹۹	۴۰/۷۲
۰/۶۵	۰/۰۰۱	۰/۳۴۹	۴۴/۰۸
۰/۷۰	۰/۰۰۱	۰/۲۹۹	۴۷/۴۵
۰/۷۵	۰/۰۰۱	۰/۲۴۹	۵۰/۸۲
۰/۸۰	۰/۰۰۱	۰/۱۹۹	۵۴/۱۸
۰/۸۵	۰/۰۰۱	۰/۱۴۹	۵۷/۵۵
۰/۹۰	۰/۰۰۱	۰/۰۹۹	۶۰/۹۲
۰/۹۵	۰/۰۰۱	۰/۰۴۹	۶۴/۲۸

ماخذ: محاسبات تحقیق

در تحلیل نتیجه حاصله می‌توان به دو دلیل مهم اشاره نمود؛ نخست اینکه هر اندازه بانک مرکزی از اعتبار کمتری در میان فعالان اقتصادی برخوردار باشد، وزن بیشتری به جمله انحراف

رشد حجم نقدینگی خواهد داد و از توان کمتری برای دستیابی به اهداف سیاستی برخوردار است. سلطه مالی دولت، اعمال سیاست‌های صلاح‌دیدی گاه و بی‌گاه و در نتیجه آن ناتوانی در دستیابی به اهداف تعیین شده اعتبار مقام پولی را کاهش خواهد داد به گونه‌ای که بانک مرکزی ناچار خواهد بود با اعمال وزن بیشتر برای خطای دوره قبل و پیروی از قاعده مشخص، کسب اعتبار نموده و سایر اهداف سیاستی را نیز دنبال کند. دوم اینکه وزن بیشتر شکاف تولید نسبت به تورم نشانگر این است که بانک مرکزی نباید ضریب اهمیت ثابتی در طول زمان برای دو هدف کنترل تورم و افزایش رشد اقتصادی قائل باشد. به عبارتی می‌توان اینگونه ادعا کرد که به دلیل وجود شرایط رکود تورمی در اقتصاد ایران، بانک مرکزی باید از طریق اعمال سیاست‌های پولی انبساطی در پی ایجاد رونق در فعالیت‌های اقتصادی باشد که برای رسیدن به این هدف ناچار است از هدف تورمی خود چشم‌پوشی کند.

### ۳-۵- قاعده بهینه سیاست پولی

بر اساس رجحان‌های تابع زیان بانک مرکزی، قاعده بهینه سیاست پولی<sup>۱</sup> اشاره شده در رابطه (۳۳) به صورت زیر است:

$$m_t = 0.035\pi_t - 0.182\pi_{t-1} - 0.503\pi_{t-2} + 0.017y_t - 0.982y_{t-1} + 0.134y_{t-2} + 0.264y_{t-3} - 0.041g_t - 0.323re_{t-1} + 0.017oilr_t + 0.027oilr_{t-1} + 0.078tax_{t-1} + 0.272m_{t-1} \quad (35)$$

قاعده پولی فوق دلالت بر این دارد که مقامات پولی ایران به طور همزمان به تغییرات نرخ تورم، شکاف تولید، نرخ ارز واقعی، رشد مخارج دولت، رشد درآمدهای مالیاتی و نفتی واکنش نشان می‌دهند. ضریب هر متغیر در قاعده پولی می‌تواند به صورت درصد تغییر در متغیر نرخ رشد حجم نقدینگی در نتیجه یک درصد تغییر در متغیرهای توضیحی تفسیر شود. نتیجه مهم این برآورد، مربوط به ضریب وقفه رشد حجم نقدینگی است که حدود ۰/۲۷ برآورد شده است و منعکس‌کننده تمایل مقام پولی برای هموارسازی رشد حجم نقدینگی می‌باشد.

۱. در برآورد قاعده بهینه پولی از نرم افزار متلب (MATLAB) و دستور `olrp.m` استفاده شده است.

ضرایب قاعده بهینه سیاست پولی فوق، اثر آنی متغیرهای توضیحی را روی نرخ رشد حجم نقدینگی نشان می‌دهند. با این وجود، متغیرهای وضعیت آثار ثانویه‌ای نیز بر نرخ رشد حجم نقدینگی دارند که به دلیل مقادیر وقفه‌های آنها ایجاد می‌شود. این آثار می‌توانند از طریق تصریح قاعده بهینه سیاست پولی در بلندمدت اندازه‌گیری شوند و عبارتند از:

$$m = \theta_1\pi + \theta_2y + \theta_3g + \theta_4re + \theta_5oilr + \theta_6tax \quad (36)$$

که در آن؛

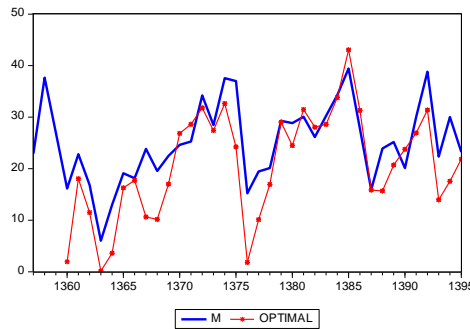
$$\begin{aligned} \theta_1 &= (f_1 + f_2 + f_3)/(1 - f_{13}), & \theta_2 &= (f_4 + f_5 + f_6 + f_7)/(1 - f_{13}), \\ \theta_3 &= f_8/(1 - f_{13}), & \theta_4 &= f_9/(1 - f_{13}), \\ \theta_5 &= (f_{10} + f_{11})/(1 - f_{13}), & \theta_6 &= f_{12}/(1 - f_{13}) \end{aligned} \quad (37)$$

$$m = -0.837\pi - 0.778y - 0.056g - 0.443re + 0.06oilr + 0.107tax$$

نتایج برآورد رابطه (۳۶) دلالت بر این دارند که قاعده پولی بلندمدت به شدت به تورم واکنش نشان می‌دهد، به عبارتی در صورت یک درصد افزایش در تورم، مقامات پولی باید با اعمال سیاست پولی انقباضی، رشد حجم نقدینگی را به میزان ۰/۸۳۷ درصد کاهش دهند. همچنین افزایش یک درصدی در شکاف تولید، باعث کاهش رشد حجم نقدینگی به میزان ۰/۷۷۸ درصد خواهد شد که رقم قابل ملاحظه‌ای است.

پس از حصول قاعده بهینه می‌توان مسیر بهینه نرخ رشد حجم نقدینگی را بدست آورد. در نمودار (۱)، مسیر نرخ بهینه و مسیر نرخ رشد حجم نقدینگی مشاهده شده ارائه شده است. همانگونه که ارائه شده است، تفاوت‌هایی در برخی دوره‌ها وجود دارد. مقام پولی با وزن‌های کالیبره شده، نرخ رشد حجم نقدینگی را پایین‌تر از نرخ مشاهده شده تعیین می‌کند. نخستین تفاوت مربوط به سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۰ است که رشد حجم نقدینگی به دلیل سیاست‌های انبساطی اعمال شده جهت خروج از رکود دوران جنگ در حال افزایش است. در این شرایط مقام پولی با رفتار بهینه و کاهش رشد حجم نقدینگی و دنبال کردن انضباط پولی می‌توانست از آثار شوک تورمی سال‌های بعد جلوگیری کند. تفاوت مهم دیگر مربوط به سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۷۸ است که حکایت از شرایط تورمی شدید و اعمال سیاست‌های پولی انقباضی و کاهش رشد حجم نقدینگی طی دوره مذکور دارد که رفتار بهینه، کاهش بیشتر را پیشنهاد می‌کند. نهایتاً بعد از سال ۱۳۸۱ مسیر بهینه خیلی نزدیک به مسیر مشاهده شده در حال تغییر است. این بخش از شواهد

پیشنهاد می‌کند که مقام پولی با رفتار بهینه می‌تواند از یک سیاست پولی انقباضی حمایت کند تا نتایج معکوس محیط اقتصاد کلان (پویایی‌های زیاد تقاضای داخلی، نوسانات نرخ ارز و افزایش در قیمت‌های بین‌المللی) که منجر به فشارهای تورمی می‌شود را، پایان دهد.



نمودار ۱- نرخ رشد حجم پول مشاهده شده و نرخ رشد حجم پول بهینه  
 ماخذ: محاسبات تحقیق

### ۱-۳-۵- سناریوهای متفاوت وزن‌های تابع زیان

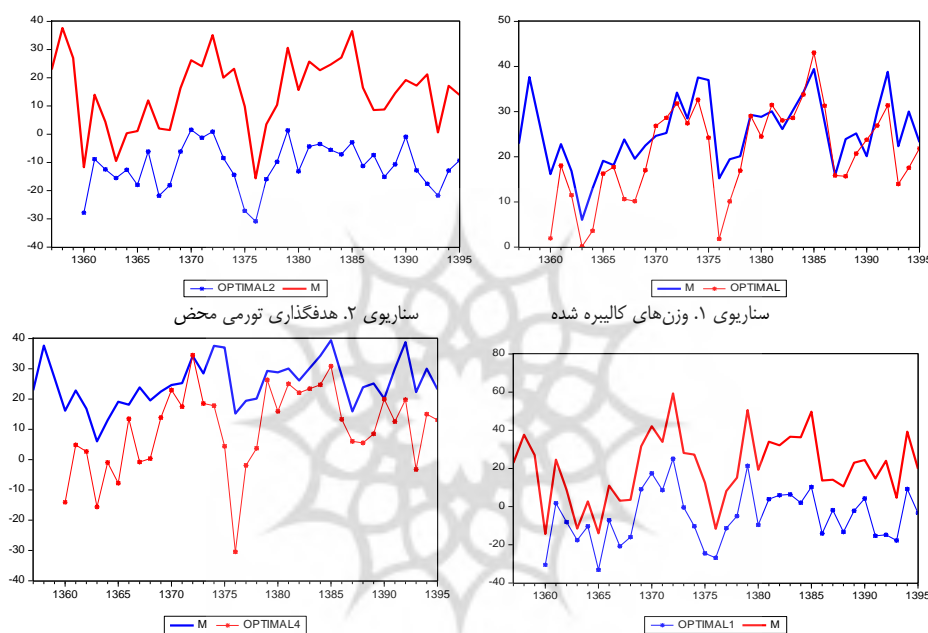
در این بخش، چهار سناریوی متفاوت از وزن‌ها مورد بررسی قرار گرفته است (جدول (۴)). سناریوی اول مجموعه وزن‌های بدست آمده از طریق کالیبره کردن، سناریوی دوم هدفگذاری تورمی محض (بانک مرکزی تنها مراقب تثبیت تورم است (King, 1997))، سناریوی سوم هدفگذاری تورمی انعطاف پذیر (بانک مرکزی وزن‌های یکسانی را برای تثبیت تورم و تولید با درجه‌ای از هموارسازی رشد حجم نقدینگی در نظر می‌گیرد (Rudebusch & Svensson, 1999))، و نهایتاً سناریوی چهارم، اهمیتی که مقامات پولی به هموارسازی رشد حجم نقدینگی در تابع زیان نشان می‌دهند (وزن صفر برای هموارسازی رشد حجم نقدینگی و وزن‌های برابر برای تثبیت تولید و تورم (Almeida et al., 2003)).

جدول ۵- مقایسه سناریوهای مختلف وزن‌های تابع زیان بانک مرکزی

SD	LOSS	$\lambda_{\Delta M}$	$\lambda_{\gamma}$	$\lambda_{\pi}$	سناریو
۳۵۴۷۹	۳۷/۳۵	۰/۵۵	۰/۴۴۹	۰/۰۰۱	وزن‌های کالیبره شده
۴۱۶۵۷	۸۲/۵۲	۰/۰	۰/۰	۱	هدفگذاری تورمی محض (کینگ، ۱۹۹۷)
۵۳۳۳۹	۴۶/۶۱	۰/۲	۰/۴	۰/۴	هدفگذاری تورمی انعطاف پذیر (رودبوش و اسونسون، ۱۹۹۹)
۶۳۵۷۲	۴۱/۳۸	۰/۰	۰/۵	۰/۵	هدفگذاری تورمی انعطاف پذیر بدون هموارسازی رشد پول (المیدا و دیگران، ۲۰۰۳)

ماخذ: محاسبات تحقیق

همانگونه که در جدول قابل مشاهده است، در حالتی که وزن صفر برای هموارسازی نرخ رشد حجم نقدینگی در نظر گرفته شده است (حالت دوم و چهارم)، میزان زیان بانک مرکزی و مربع انحراف مقادیر واقعی از مشاهده شده، در مقایسه با حالت اول بیشتر است. این نتایج بیان می‌کند بانک مرکزی ایران باید وزن مثبتی را برای هموارسازی نرخ رشد حجم نقدینگی در نظر گیرد. بیشترین میزان زیان مربوط به وضعیت هدفگذاری تورمی محض و بیشترین میزان مربع انحراف مربوط به حالتی است که وزنی برای هموارسازی نرخ رشد نقدینگی لحاظ نشود. نمودار (۲) مسیرهای بهینه حاصل از وزن‌های مختلف فوق را در برابر مقادیر مشاهده شده رشد حجم نقدینگی به تصویر کشیده است.



نمودار ۲. مسیر نرخ رشد حجم نقدینگی بهینه در مقایسه با مسیر مشاهده شده در سناریوهای مختلف

همانگونه که در نمودار (۲) نشان داده شده است، مسیر بهینه برای هدفگذاری تورمی انعطاف پذیر (سناریوی ۳ و ۴)، اختلاف بیشتری را نسبت به مسیر واقعی نشان می‌دهند. این مسئله دلالت بر این دارد که مقامات پولی یک رژیم هدفگذاری تورمی یا وزن صفر برای رشد حجم نقدینگی را

نباید دنبال می‌کند. همچنین مسیر بهینه با وزن مثبت برای هموارسازی نرخ رشد نقدینگی (سناریوی ۱)، نزدیک به مسیر واقعی در حال حرکت است هر چند که اختلاف‌هایی وجود دارد.

## ۶- نتایج

مطالعات تجربی طی دو دهه گذشته نشان دهنده بهبود کارایی سیاست‌های پولی در کشورهایی است که از قواعد مشخصی در اجرای سیاست‌های پولی پیروی می‌کنند. با توجه به اینکه قاعده پولی ترکیبی از رجحان‌های مقامات پولی و پارامترهای اقتصادی است، هدف مطالعه حاضر تعیین رجحان‌های مقامات پولی بانک مرکزی ایران و به دنبال آن قاعده بهینه سیاست پولی است. بدین منظور فرض شد که مقامات پولی مسئله بهینه‌یابی را در چارچوب انتظارات گذشته‌نگر و با توجه به قیود ساختار اقتصاد که دربرگیرنده چهار معادله عرضه کل، تقاضای کل، تقاضای پول و مخارج دولت است را حل می‌کنند. پس از برآورد پارامترهای معادلات ساختاری با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی (OLS) و روش رگرسیون‌های به ظاهر نامرتب (SUR) برای دوره زمانی ۱۳۵۷-۱۳۹۵، رجحان‌های مقامات پولی برای تثبیت تورم، تولید و هموارسازی رشد حجم نقدینگی که میزان زیان رفاه اجتماعی را حداقل می‌کنند، انتخاب شدند. نتایج بیانگر این است که لحاظ کردن وزن‌های کم برای هموارسازی نرخ رشد حجم نقدینگی، زیان رفاه اجتماعی زیادی ایجاد می‌کند.

رجحان‌هایی که زیان رفاه اجتماعی را حداقل می‌کنند،  $\lambda_{\Delta m} = 0/55$ ،  $\lambda_{\pi} = 0/001$  و  $\lambda_y = 0/449$  می‌باشد. با این تفسیر بانک مرکزی باید بیشترین توجه خود را به انحراف رشد حجم نقدینگی و بعد از آن به شکاف تولید داشته باشد. لحاظ کردن وزن بیشتر برای نرخ رشد حجم نقدینگی با توجه به اعتبار پایین بانک مرکزی و تلاش جهت دستیابی به سطح بالاتری از اعتبار قابل توجیه است. در خصوص وزن بیشتر برای تثبیت تولید نسبت به تورم نیز می‌توان اینگونه اذعان داشت که با توجه به شرایط رکود حاکم بر کشور، بانک مرکزی باید دستیابی به هدف ثبات تولید را نسبت به ثبات تورم ارجح بداند. قاعده بهینه سیاست پولی حاصله از رجحان‌های بهینه، بیانگر این است که بانک مرکزی باید به طور همزمان به تغییرات تورم، شکاف تولید، نرخ ارز واقعی، رشد مخارج دولت، رشد درآمدهای نفتی و مالیاتی واکنش نشان دهد.

در نهایت قاعده بهینه سیاست پولی حاصل از وزن‌های کالیبره شده با قاعده پولی مرتبط با وزن‌های دیگر مقایسه گردید. نتایج نشان می‌دهد، بیشترین میزان زیان مربوط به وضعیت هدفگذاری تورمی محض و بیشترین میزان مربع انحراف مربوط به حالتی است که وزنی برای هموارسازی نرخ رشد نقدینگی لحاظ نشود.

## References

- [1] Andrade J.P., & Divino, Jose A. (2015). Optimal Rules for Monetary Policy in Brazil. *Institute for Applied Economic Research*, Discussion Paper, No. 101.
- [2] Aragón, E. K. da S. B., & Portugal, M. S.(2009). *Central Bank Preferences and Monetary Rules under the Inflation Targeting Regime in Brazil*. *Brazilian Review of Econometrics*, 29(1): 79-109.
- [3] Bayat,S., & Bahrami,j. (2017). *Evaluating Taylor Rule and Money Growth Rate Rule in a DSGE Model for Iran*. *Iranian Journal of Trade studies (IJTC)Quarterly*, 83: 67-102. (in Persian)
- [4] Castelnuevo, E. & Surico, P. (2003). *What does monetary policy reveal about a Central Bank's Preferences?*. *Economic Notes*, 32(3): 335-359.
- [5] Cecchetti, S.G., & Ehrmann, M. (1999). *Does Inflation Targeting Increase output Volatility? An International Comparison of Policymakers' Preferences and Outcomes*. *Cambridge: National Bureau of Economic Research*, No.7426.
- [6] Clarida, R., Gali, J., & Gertler, M. (1999). *The Science of Monetary Policy: A New Keynesian Perspective*. NBER Working Paper.
- [7] Collins, S., & Siklos, P. L.(2004). *Optimal Monetary Policy Rules and Inflation Targets: Are Australia, Canada, and New Zealand different from the U.S.?*. *Open Economies Review*, 15(4): 347- 362.
- [8] Dargahi, H., & Sharbat Oghli,R. (2010). *Determining the Monetary Policy Rule in the Context of Sustainable Inflation in Iran Economy by Using the Optimal Control Method*. *Journal of Economic Research*, 45(93):1-27. (in Persian)
- [9] Erfani,A., & Shamsian,A. (2016). *Application of Taylor's Rule in the Iran Economy and the Impact of Policies on the Housing Market* . *Scientific and Research Journals*, 5(18): 197-210. (in Persian)
- [10] Farazmand,h., Ghorban nezhad,M., & PorJavan,A. (2013). *Determining the Optimal Monetary and Financial Policy Rules in Iran Economy*. *Quartely Journal of Economic Research and Policies*, 23(67): 69-88. (in Persian)
- [11] Favero, C. A., & E Rovelli, R.(2003). *Macroeconomic Stability and the preferences of the Fed: A formal analysis,1961-98*. *Journal of Money, Credit, and Banking*, 35(4): 545-556.
- [12] Fuhrer, J. (1997). *The (Un) Importance of Forward-Looking Behavior in Price Specifications*. *Journal of Money, Credit and Banking*, 28( 3): 338-350.



- [13] Gholizade Konari, S., PorFaraj, A., & Jafari Samimi, A. (2017). *A Comparative Study of the Efficiency of Optimal Monetary Policy in Iran. Applied Theories of Economics* 4(4): 27-60. (in Persian)
- [14] Goodfriend, M., & King, R. (1997). *The New Neoclassical Synthesis and The Role of Monetary Policy*. NBER Working Paper.
- [15] Khalili Araghi, M., Shakori, H., & Zangeneh, M. (2009). *Optimal Monetary Policy for the Iran Economy: An Application of Optimal Control Theory. Journal of Economic Research*, 44(88): 69-94. (in Persian)
- [16] Komijani, A., & Tavakolian, H. (2011). *Analyze and Test the Asymmetry in Monetary Policy Behavior of the Central Bank. Journal of Economic Modeling Research*, 6: 19-42. (in Persian)
- [17] Ljungqvist, L., & Sargent, T. (2004). *Recursive macroeconomic theory*. 2a ed. Cambridge: MIT Press, Chapter No.5.
- [18] Lucas, R. (1976). *Econometric Policy Evaluation a Critique. Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 1:19-46.
- [19] Miranda, M., & Fackler, P. (2002). *Applied Computational Economics and Finance*. Massachusetts: The MIT Press, 288-292.
- [20] Pasca, N.M., Aragin, E.K., & Portugal, M. S. (2013). *Preferences of the Central Reserve Bank of Peru and Optimal Monetary Rules in the Inflation Targeting Regime, Economia., São Paulo*, 42: 5-42.
- [21] Rodriguez, G. (2008). *Eficiencia de la Política Monetaria y la Estabilidad de las Preferencias del Banco Central una evidencia para el Perú. Revista de Estudios Económicos del Banco Central de Reserva Del Peru*, No. 15.
- [22] Rudebusch, G. D., & Svensson, L. E. O. (1999). *Policy Rules for Inflation Targeting. In: Taylor, JB (ed). Monetary Policy Rules*. Chicago: The University of Chicago Press.
- [23] Salemi, M. K. (1995). *Revealed Preference of the Federal Reserve: Using Inverse-Control Theory to Interpret the Policy Equation of a Vector Autoregression. Journal of Business & Economic Statistics*, 13(4): 419-433.
- [24] Söderlind, P.; Söderström, U., & Vredin, A. (2002). *Can Calibrated New-keynesian Models of Monetary Policy Fit the Facts?*. Stockholm: Sveriges Riksbank, Working paper, No. 140.
- [25] Svensson, L. E. O. (1999). *Inflation Targeting as a Monetary Policy Rule. Journal of Monetary Economics*, 43: 607-654.
- [26] Tachibana, M. (2004). *Central Bank's Preferences in Japan, the UK, and the US. Japan and the World Economy*, 16: 81-93.
- [27] Taylor, J. B. (1993). *Discretion Versus Policy Rules in Practice. Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 39:195-214.
- [28] Ting, Yip Y. (2016). *Implication of Taylor Rule on China's Monetary Policy and Interest Rate Liberalisation. Bachelor of Social Sciences (Honours) Degree in China Studies Economics Concentration Hong Kong Baptist University*.
- [29] Woodford, M. (2000). *Optimal Interest Rate Smoothing. Review of Economic Studies*, 70: 861-886.