

انتخاب ابزار پولی مناسب به منظور کنترل نوسان‌های اقتصادی ایران

عباس جوزی* و مهدی صارم**

چکیده

در این مطالعه یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی برای اقتصاد ایران با ویژگی رفتار فعال دولت در تأمین کسری بودجه دولت، طراحی شده است. ابتدا، به منظور برآورد پارامترهای ساختاری مدل، از داده‌های فصلی دوره زمانی ۱۳۹۹-۱۳۸۸ استفاده شده است که آماره تشخیصی الگو درستی نتایج برآورد را نشان می‌دهد. با استفاده از پارامترهای برآوردشده، این موضوع بررسی شد که چنانچه بانک مرکزی قادر به انتخاب یک ابزار سیاستی از میان نرخ رشد پایه پولی و نرخ سود سیاستی باشد، کدام را انتخاب خواهد کرد. به منظور پاسخ به این الگو، بر مبنای ساختار طراحی شده، قاعده پولی بهینه برای هر دو ابزار پیش‌گفته استخراج شده است. یافته‌های به دست آمده از شبیه‌سازی یک واحد درصد افزایش در نرخ بهره (بر مبنای قاعده نرخ سود سیاستی) و یک واحد درصد کاهش در نرخ رشد پایه پولی (بر مبنای قاعده نرخ رشد پایه پولی) نشان می‌دهد که بانک مرکزی در صورت استفاده از ابزار نرخ سود سیاستی، به‌طور مؤثرتر و کارآمدتری می‌تواند نوسان‌های نرخ تورم و نرخ ارز اسمی را کنترل نماید. افزون بر این، در صورت اجرای سیاست انقباضی در قالب سیاست مبتنی بر نرخ سود سیاستی، مصرف بخش خصوصی و نرخ رشد اقتصادی به‌طور محدودتر و کمتری نسبت به سیاست مبتنی بر نرخ رشد پایه پولی کاهش می‌یابند. به بیان دیگر، ابزار مبتنی بر نرخ سود سیاستی نسبت به نرخ رشد پایه پولی این برتری را دارد که اول، نرخ تورم و نرخ ارز را به‌طور مطلوب‌تری کنترل می‌کند و دوم، اثر منفی کمتری بر نرخ رشد اقتصادی و مصرف بخش خصوصی دارد.

واژگان کلیدی: قاعده بهینه پولی، کنترل نوسان‌های اقتصادی، الگوی تعادل عمومی، اقتصاد باز.

طبقه‌بندی JEL: E31, E32, E42, E43.

* a.jouzi@cbi.ir

رئیس دایره الگوهای اقتصادی، اداره بررسی‌ها و سیاست‌های اقتصادی بانک مرکزی

** m.sarem@cbi.i

پژوهشگر دایره الگوهای اقتصادی، اداره بررسی‌ها و سیاست‌های اقتصادی بانک مرکزی

۱. مقدمه

اثرگذاری سیاست پولی بر متغیرهای کلان اقتصادی و نیز دستیابی به اهداف نهایی مشروط به کارایی ابزار سیاستی بانک‌های مرکزی است. کارایی ابزار سیاستی بانک مرکزی از طریق میزان نقش و اهمیت آن در سازوکار انتقال پولی سنجیده و ارزیابی می‌شود، به این صورت که هرچه در این سازوکار ارتباط میان اهداف میانی و اهداف نهایی با ابزار بانک مرکزی قوی‌تر و باثبات‌تر باشد، آنگاه کارایی آن ابزار بیشتر و دستیابی به اهداف نهایی امکان‌پذیرتر خواهد بود. در این راستا، کل‌های پولی نخستین ابزاری بود که مورد استفاده بانک‌های مرکزی قرار گرفت که استفاده از آن تا دهه ۱۹۸۰ ادامه داشت. استفاده از کل‌های پولی به‌عنوان ابزار سیاستی، مستلزم آن است که نرخ رشد کل‌های پولی آتی سازگار با اهداف کلان بانک مرکزی باشد و این سازگاری زمانی پیش می‌آید که نخست، تابع تقاضای پول غیرتصادفی بوده و دوم، نسبت به نرخ بهره، بی‌کشش باشد.

اما در دهه ۱۹۸۰ با گسست ارتباط میان کل‌های پولی و اهداف نهایی سیاست پولی، کارآمدی آن در سازوکار انتقال پولی کاهش یافته و به تدریج کارایی این ابزار در دستیابی به اهداف نهایی کلان مورد تردید قرار گرفت. با توجه به کاهش کارایی ابزار پولی مبتنی بر کل‌های پولی، بانک‌های مرکزی از دهه ۱۹۸۰ متمرکز بر ابزار دیگری شدند^۲ که نه تنها دارای ارتباط با سطح عمومی قیمت‌ها و سطح تولید باشد، بلکه کنترل آن به تحقق اهداف کلان نیز منجر شود. در این راستا، نرخ بهره سیاستی به‌عنوان ابزار جدید مدنظر بانک‌های مرکزی قرار گرفت که رابطه مبتنی بر آن به قاعده تیلور معروف است.

بر این اساس، در طول دهه‌های گذشته، بانک‌های مرکزی دو رویکرد متفاوت برای انتخاب ابزار پولی خود داشتند: استفاده از ابزار مقداری (کل‌های پولی) یا ابزار قیمتی (نرخ بهره)^۳ بسته به ویژگی‌های اقتصاد، شرایط حاکم بر اقتصاد و میزان استقلال بانک مرکزی، عملکرد این دو ابزار متفاوت است، بنابراین، در طی زمان ممکن است میزان اثرگذاری این دو ابزار تغییر کند. در نتیجه، در هنگام

1. Friedman. (1988).

2. Ibid.

3. Zhang. (2009).

4. Jung. (2018).

سیاست‌گذاری پولی، موضوعی که می‌تواند نظر بانک مرکزی را به خود جلب نماید، این است که کدامیک از دو ابزار پیش‌گفته را انتخاب کند، به گونه‌ای که نخست، بیشترین اثرگذاری بر متغیرهای کلان اقتصادی را داشته باشد و دوم، اهداف بانک مرکزی را محقق سازد. هدف از این مقاله نیز بررسی میزان اثرگذاری و کارایی دو ابزار پولی یادشده با توجه به ساختار اقتصاد ایران است؛ در واقع، این مطالعه در تلاش برای یافتن پاسخ این پرسش اساسی است که کدامیک از دو ابزار مقداری یا پولی، انتخاب مناسب‌تری برای اثرگذاری بر متغیرهای کلان اقتصادی محسوب می‌شوند و در واقع، بانک مرکزی در زمان اجرای سیاست پولی، کدام متغیر را باید به‌عنوان ابزار پولی خود انتخاب کند.

سازماندهی مقاله به این صورت است که در بخش دوم، مبانی نظری این حوزه بررسی می‌شود. بخش‌های سوم و چهارم به پیشینه پژوهش و طراحی ساختار برای اقتصاد ایران و سپس، ارزیابی اثرگذاری ابزارهای پولی اختصاص دارد. در پایان نیز در بخش پنجم، نتیجه‌گیری و یافته‌های این پژوهش ارائه خواهد شد.

۲. مبانی نظری

قواعد سیاست‌گذاری پولی بانک مرکزی در طول زمان تغییرات گسترده‌ای داشته و در هر دوره ابزار پولی متفاوتی انتخاب شده است. می‌توان گفت نخستین و ساده‌ترین قاعده سیاست پولی تصریح‌شده، قاعده k -درصد فریدمن است^۱: ابزار پولی در این قاعده، نرخ رشد نقدینگی است و بر اساس این قاعده، فریدمن معتقد است بانک مرکزی باید نرخ رشد نقدینگی را برابر یک مقدار ثابت قرار دهد. نقطه شروع استخراج این قاعده، رابطه مقداری پول به‌صورت رابطه ۱ است:

$$\dot{m} + \dot{v} = \pi + \dot{q} \quad (1)$$

که در آن، \dot{m} نرخ رشد نقدینگی، \dot{v} نرخ رشد سرعت گردش پول، π نرخ تورم و \dot{q} نرخ رشد تولید به قیمت‌های ثابت است. با تعریف نرخ تورم هدف (π^*)، نرخ رشد بلندمدت تولید (\dot{q}^*) و روند بلندمدت سرعت گردش پول (\dot{v}^*)، قاعده فریدمن به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

1. Friedman. (1960).

$$k = \dot{m} = \pi^* + \dot{q}^* - \dot{v}^* \quad (۲)$$

مهم‌ترین مزیت قاعده فریدمن این است که اجرای آن به اطلاعات کمی نیاز دارد و اگر سرعت گردش پول تقریباً ثابت باشد، آنگاه تنها اطلاعات مورد نیاز برای تعیین نرخ رشد نقدینگی مورد نیاز، نرخ رشد بلندمدت اقتصاد است. همچنین، به دلیل این که برآورد مقدار عددی k نیازی به تصریح مدل ندارد، این قاعده در وضعیت‌های مختلف اقتصاد باثبات خواهد بود. بر این اساس، می‌توان گفت قاعده نرخ رشد ثابت نقدینگی، به فرم تبعی تصریح‌شده برای قاعده پولی وابستگی ندارد.^۱

اما، در نظر گرفتن یک نرخ رشد ثابت برای کل‌های پولی بسیار ساده بوده و در عمل، نتوانست یک سیاست پولی کارساز باشد؛ بنابراین، به‌منظور رفع این کاستی، کوپر و فیشر^۲ این پیشنهاد را مطرح کردند که قاعده فریدمن به‌گونه‌ای تعدیل شود که نرخ رشد نقدینگی در واکنش به تحولات اقتصادی تعیین شود و در هر دوره‌ای، با توجه به وضعیت اقتصادی، مقداری متغیر داشته باشد. بر این اساس، مک‌کالم^۳ با در نظر گرفتن این پیشنهاد، قاعده سیاستی جدیدی به‌صورت زیر ارائه نمود که در آن نرخ رشد نقدینگی تابعی از تحولات اقتصادی است:

$$\dot{m} = x^* - \dot{v}^* - \rho_x (x^* - x) \quad (۳)$$

که در آن، $x^* = \pi^* + \dot{q}^*$ نرخ رشد درآمد اسمی است. ولی، تعدیل یادشده نیز نتوانست ابزار مبتنی بر کل‌های پولی را به‌عنوان یک ابزار مطمئن معرفی کند، زیرا به دلیل بی‌ثباتی تابع تقاضای پول، ارتباط میان این ابزار و اهداف نهایی بانک مرکزی دچار گسست می‌شود. به همین دلیل، بیشتر بانک‌های مرکزی متمایل به استفاده از آن ابزاری شدند که قابلیت اثرگذاری بر اهداف نهایی را داشته باشد، که از مهم‌ترین آنها، نرخ بهره است.

ساده‌ترین فرم قاعده سیاست پولی مبتنی بر نرخ بهره، به فرم زیر ارائه شده است:^۴

$$i_t = i_{t-1} + \theta \pi_t \quad (۴)$$

-
1. Orphnides. (2007).
 2. Cooper and Fischer. (1972).
 3. McCallum. (1988 and 1993).
 4. Wicksell. (1898).

مهم‌ترین انتقاد وارد بر قاعده ساده ویکسل این است که فقط شامل نوسان‌های نرخ تورم بوده و به اهداف دیگر نهایی بانک مرکزی توجهی ندارد. بدین منظور، برایانت، هوپر و مان^۱ (۱۹۹۳)، سعی نمودند قاعده سیاستی ۴ را به گونه‌ای تعدیل کنند که اهداف دیگر بانک مرکزی را نیز شامل شود؛ فرم عمومی قاعده معرفی شده توسط این پژوهشگران به صورت زیر است:

$$i_t - i^* = \theta(z_t - z^*) \quad (5)$$

که در آن، i^* نرخ بهره z_t ، هدف نهایی بانک مرکزی و z^* مقدار عددی تعریف شده برای متغیر هدف است. از میان تصریح‌های مختلفی که می‌توان برای رابطه ۵ در نظر گرفت، قاعده‌ای که به طور هم‌زمان شامل نرخ تورم و شکاف تولید باشد از محبوبیت بیشتری برخوردار بود که فرم تبعی این تصریح به صورت زیر است:^۲

$$i_t - i^* = \theta_\pi(\pi_t - \pi^*) + \theta_q(q_t - q^*) \quad (6)$$

تیلور^۳ (۱۹۹۳) در مطالعه خود نشان داد که رابطه ۶ عملکرد پذیرفتنی در ایجاد ثبات اقتصادی دارد و این موضوع باعث شد تا قاعده پولی ۶ مورد توجه بانک‌های مرکزی قرار گیرد. تیلور در مقاله خود، پارامترهای سیاستی رابطه ۶ را برآورد کرد که نتیجه آن به صورت زیر است:

$$i_t = r^* + \pi_t + 0.5(\pi_t - 2) + 0.5(q_t - q^*) \quad (7)$$

که در آن، r^* نرخ بهره طبیعی است. با ایجاد ارتباط میان نرخ بهره، نرخ تورم و سطح تولید، قاعده تیلور به ابزاری متعارف برای سیاست‌گذاری پولی تبدیل شد. در سال‌های بعد، قاعده تیلور تعمیم یافت که از مهم‌ترین آنها می‌توان به در نظر گرفتن وقفه نرخ بهره در الگو اشاره داشت که در نتیجه آن، فرم تبعی زیر برای نرخ بهره پیشنهاد شد:

$$i_t = \theta_i i_{t-1} + (1 - \theta_i)(r^* + \pi^*) + \theta_\pi(\pi_t - \pi^*) + \theta_q(q_t - q^*) + \theta_{\Delta q}(\dot{q}_t - \dot{q}^*) \quad (8)$$

1. Bryant, Hooper and Mann. (1993).

۲. حتی پس از بحران مالی سال ۲۰۰۷، این قاعده همچنان اثرگذاری خود را نشان داده است (ژانگ، ۲۰۰۹).

3. Taylor. (1993).

در صورت انتخاب پارامترهای سیاستی به صورت $\theta_i=1$ و $\theta_q=0$ ، می‌توان به قاعده سیاستی زیر رسید که همانند قاعده پیشنهادی ویکسل است:

$$i_t = i_{t-1} + \theta_\pi(\pi_t - \pi^*) + \theta_{\Delta q}(\dot{q}_t - \dot{q}^*) \quad (9)$$

با معرفی قواعد سیاست پولی مقداری و قیمتی به صورت روابط ۳ و ۹، این پرسش مطرح می‌شود که چرا قاعده مبتنی بر کل‌های پولی ممکن است کارایی کمتری نسبت به قاعده مبتنی بر نرخ بهره داشته باشد. به‌منظور پاسخ به این پرسش، لازم است نشان دهیم چگونه در یک سیستم اقتصادی، پارامترهای تابع تقاضای پول بر عملکرد قاعده ۳ اثرگذار می‌شوند. بدین منظور، یک سیستم معادلات شامل متغیرهای کلان اقتصادی را به صورت زیر در نظر می‌گیریم:

$$C_t = \alpha_1 C_{t-1} + (1 - \alpha_1)(a + by_t - dr_t) \quad (10)$$

$$y_t = C_t \quad (11)$$

$$m_t = \alpha_2 m_{t-1} + (1 - \alpha_2)(e + fy_t - gr_t) \quad (12)$$

$$m_t^s / P_t = m_t \quad (13)$$

که در این سیستم معادلات، C_t مخارج مصرفی حقیقی، y_t تولید حقیقی، r_t نرخ بهره اسمی، m_t تابع تقاضای حقیقی پول، m_t^s عرضه اسمی پول و P_t سطح عمومی قیمت‌هاست. همچنین، پارامترهای $0 < \alpha_1, \alpha_2 < 1$ و پارامترهای دیگر a, b, d, e, f, g مقادیر مثبت هستند. رابطه ۱۰، تابع تقاضای کل برای کالاها و خدمات و رابطه ۱۱، نشان‌دهنده شرط تسویه بازار است. همچنین رابطه ۱۲، تابع تقاضای پول و رابطه ۱۳ شرط تعادل در بازار پول را نشان می‌دهد. پارامترهای α_1, α_2 نشان‌دهنده سرعت تعدیل بازارهای کالا و پول به سمت تعادل است که هرچه بیشتر باشند، نشان‌دهنده سرعت تعدیل کمتر است. در واقع، این پارامترها میزان وابستگی مخارج حقیقی و تقاضای حقیقی پول به سطح تولید و نرخ بهره در زمان‌های گذشته و حال را نشان می‌دهند. با جایگذاری روابط داریم:

$$y_t = Ay_{t-1} + B + D(m_t - \alpha_2 \cdot m_{t-1}) \quad (14)$$

که در این رابطه:

$$A = \frac{\alpha_1}{1 - (1 - \alpha_1)[b - \frac{df}{g}]} \quad (15)$$

$$D = \frac{Ad(1-\alpha_1)}{g\alpha_1(1-\alpha_2)} \quad (16)$$

با حل رابطه ۱۴ می‌توان به رابطه زیر برای تولید حقیقی رسید:

$$y_t = 1 + \frac{\alpha_2 - A}{1 - \alpha_2} A^{t-1} \quad (17)$$

رابطه ۱۷ در صورتی مثبت و باثبات است که شرط زیر برقرار باشد:

$$b < 1 + d \frac{f}{g} \quad (18)$$

بررسی روابط ۱۴ و ۱۶ نشان می‌دهد که هرچه کشش تقاضای پول نسبت به نرخ بهره بیشتر شود، آنگاه تغییرات در کل‌های پولی اثرگذاری کمتری بر سطح تولید خواهد داشت. همچنین، مطابق با رابطه ۱۸، کشش بالاتر تقاضای پول نسبت به نرخ بهره باعث افزایش بی‌ثباتی تولید می‌شود. ولی باید در نظر داشت که مقدار کشش تقاضای پول نسبت به نرخ بهره، تنها عامل تعیین‌کننده میزان کارایی قاعده پولی ۳ تلقی نمی‌شود و این موضوع باید در ابعاد دقیق‌تر بررسی شود.

۳. مطالعات تجربی انجام‌شده

بیات و بهرامی (۱۳۹۶) به‌منظور ارزیابی قواعد تیلور و مک‌کالم در اقتصاد ایران، از شبیه‌سازی یک الگوی طراحی‌شده شامل این دو ابزار استفاده کرده‌اند. نتایج مدل آنها نشان می‌دهد که نوع قاعده پولی به کار رفته بسته به نوع شوک وارده به اقتصاد می‌تواند در شدت و ضعف واکنش متغیرهای مدل در برابر شوک مؤثر باشد و تأثیر این قواعد بر متغیر تورم، بیشتر از متغیرهای بخش واقعی مدل بوده است.

جانگ (۲۰۱۸) در مقاله خود به این موضوع پرداخته است که آیا قاعده مک‌کالم در دوران بحران‌های اقتصادی عملکرد بهتری نسبت به قاعده تیلور دارد یا خیر. بدین منظور در این مطالعه دو قاعده سیاست پولی مک‌کالم و تیلور مقایسه شده و با استفاده از آن وضعیت سیاست پولی بانک مرکزی اروپا در دوره بحران ارزیابی شده است. بر اساس یافته‌های این پژوهش، در منطقه اتحادیه اروپا، هر دو ابزار می‌توانند معرف سیاست پولی به کار گرفته شده توسط اتحادیه اروپا باشند، اما هیچ نشانه‌ای مبنی بر برتری قاعده مک‌کالم نسبت به قاعده تیلور در زمان‌های بحران مشاهده نمی‌شود.

سان و دیگران^۱ (۲۰۱۲) در ارزیابی قواعد سیاستی به این نتیجه رسیدند که قاعده مک کالم عملکرد مناسبی در کنترل نوسان‌های تولید در چین داشته، بنابراین، بهتر است بانک مرکزی چین از این قاعده به‌عنوان پایه سیاست‌گذاری خود استفاده کند. این نتیجه‌گیری برای کشور چین در حالی به‌دست آمده است که ژانگ (۲۰۰۹) در مطالعه خود با بررسی سیاست پولی کشور چین به این نتیجه رسیده است که قاعده نرخ بهره نسبت به قاعده مک کالم در مدیریت اقتصاد کلان عملکرد بهتری دارد و هرچه واکنش نرخ بهره به نرخ تورم شدیدتر باشد، آنگاه نوسان‌های اقتصادی کمتر خواهد بود.

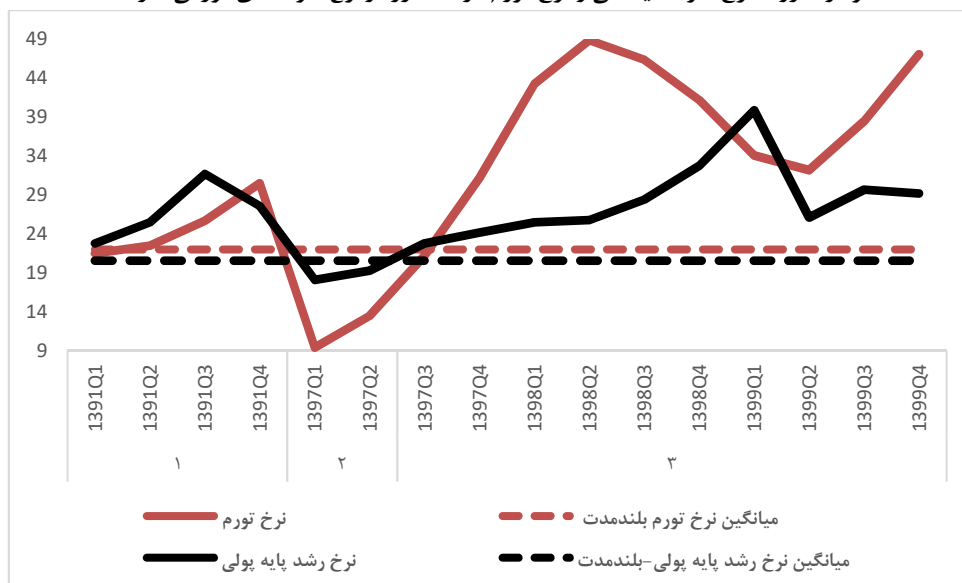
برخی مطالعات انجام‌شده برای کشورهای روسیه و هند^۲ و پاترا و کاپور^۳ (۲۰۱۲) نیز نشان داده‌اند قاعده مک کالم از نظر هدف‌گذاری، اثرگذاری بهتری داشته و لازم است پایه سیاست‌گذاری در بانک‌های مرکزی قرار گیرند. بنابراین، با بررسی تمام مطالعات می‌توان نتیجه گرفت با وجود ایرادات وارد بر قاعده مک کالم، همچنان برتری قاعده تیلور به‌صورت مطلق و جامع مورد تأیید قرار نگرفته است، در نتیجه، کارایی قواعد پولی همچنان وابسته به ویژگی اقتصادی کشورها و دوره زمانی مورد مطالعه دارد.

۴. ارزیابی قواعد سیاستی در یک چارچوب تحلیلی برای اقتصاد ایران

بررسی سیر تاریخی سیاست‌گذاری بانک مرکزی نشان می‌دهد که این بانک فاقد یک قاعده سیاستی مشخص و یک ابزار سیاست‌گذاری مستقل بوده و در نتیجه، رفتاری انفعالی نسبت به شوک‌های اقتصادی داشته است که بررسی داده‌های اقتصاد ایران در سه دوره وقوع شوک‌های تورمی (۱۳۹۱، ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸-۱۳۹۹) نشان‌دهنده این موضوع است (نمودارهای ۱ و ۲).

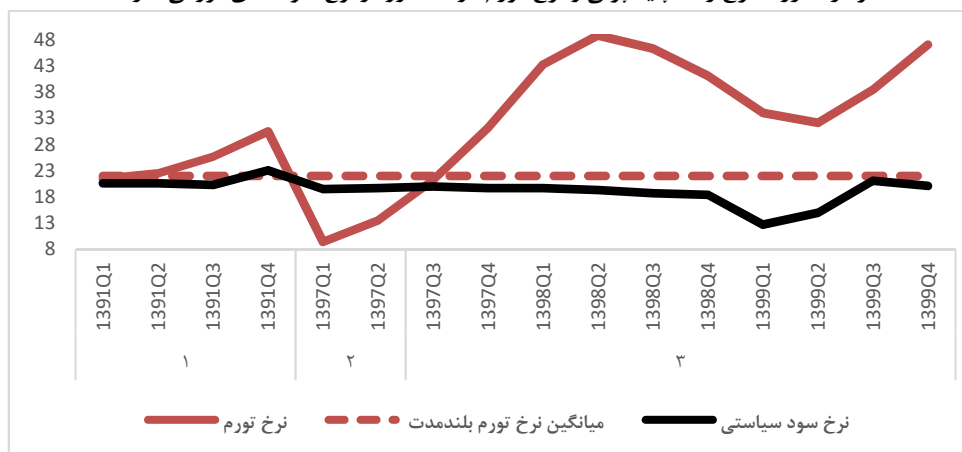
1. Sun and et al. (2012).
2. Esanov and et al. (2005).
3. Patra and Kapur. (2012).

نمودار ۱. روند نرخ سود سیاستی و نرخ تورم در سه دوره وقوع شوک‌های تورمی (درصد)



مأخذ: بانک مرکزی.

نمودار ۲. روند نرخ رشد پایه پولی و نرخ تورم در سه دوره وقوع شوک‌های تورمی (درصد)



مأخذ: بانک مرکزی.

مطابق با نمودار ۱، در دوره‌هایی که نرخ تورم بیشتر (کمتر) از نرخ تورم بلندمدت بوده، نرخ رشد پایه پولی نیز بیشتر (کمتر) از نرخ رشد پایه پولی در بلندمدت بوده است که این خود تشدیدکننده آثار تورمی از طریق تحریک هرچه بیشتر تقاضای کل بوده است؛ نمودار ۲، نشان می‌دهد ابزار مبتنی بر نرخ سود سیاستی^۱ نیز نتوانسته است واکنش مطلوب و متناسب بانک مرکزی به شوک‌های تورمی را به همراه داشته باشد؛ به‌گونه‌ای که تغییرات آن در طول زمان به نسبت نوسان‌های تورم نبوده و به استثنای دوره دوم، همواره نرخ سود سیاستی کمتر از نرخ تورم بلندمدت بوده که نرخ بهره حقیقی منفی به دنبال داشته که خود زمینه‌ساز تحریک تقاضا و تشدید فشار تورمی بوده است. از نمودارهای ۱ و ۲ دو نتیجه قابل دستیابی است: نخست، هیچکدام از دو متغیر پایه پولی و نرخ سود سیاستی در دوره یادشده نه تنها نقش ابزار پولی برای تثبیت شوک‌های اقتصادی را نداشته‌اند، بلکه با واکنش‌های منفعلانه باعث تحریک بیشتر شوک‌ها شده‌اند و دوم، از میان این دو ابزار، نرخ رشد پایه پولی نسبت به نرخ سود سیاستی واکنش بهتری داشته و نوسان کمتری را موجب شده است، زیرا مقدار حقیقی آن در طی زمان کاهش یافته بوده، بنابراین، تحریک تقاضا با شدت کمتری رخ داده است در حالی که به دلیل رفتار هموار نرخ سود سیاستی، نرخ بهره حقیقی در طول زمان منفی‌تر شده که با تحریک انتظارات، تقاضا با شدت بیشتری را به دنبال داشته است.

با توجه به رفتار بانک مرکزی در عدم پایبندی به یک قاعده فعال پولی مشخص، سه پرسش مطرح می‌شود: نخست، ساختار الگوی کلان تعادل عمومی برای اقتصاد ایران در غیاب قاعده پولی به چه صورتی بسته می‌شود؟ دوم، اگر بانک مرکزی قادر به انتخاب ابزار پولی از میان دو ابزار نرخ رشد پایه پولی و نرخ سود سیاستی باشد، آنگاه کدام ابزار کارایی بیشتری خواهد داشت؟ و سوم، در واکنش به قواعد بهینه، مسیر حرکتی متغیرهای کلان اقتصادی در طول زمان به چه صورتی خواهد بود؟ در قسمت‌های پیش‌رو این مقاله تلاش شده است تا به این سه پرسش، پاسخ داده شود.

۱. منظور، نرخ سود در بازار بین بانکی برای استقراض یک‌شبه بانک‌ها از یکدیگر است.

۴-۱. پاسخ به پرسش نخست: طراحی یک الگوی تعادل عمومی برای اقتصاد ایران در غیاب قاعده

پولی

در این قسمت یک الگوی تعادل عمومی برای اقتصاد ایران طراحی و برآورد می‌شود. وجه تمایز این ساختار با مطالعات دیگر داخلی و خارجی در این است که در مدل طراحی شده، هیچ قاعده پولی برای بانک مرکزی در نظر گرفته نمی‌شود و بر این اساس، عرضه پول اقتصاد به صورت انفعالی و با توجه به تقاضای پول بخش خصوصی و میزان بدهی دولت تعیین می‌شود. این مدل یک الگوی چهار بخشی شامل خانوار، بنگاه‌ها، دولت و بخش تجارت خارجی بوده که معادلات ساختاری هر واحد بر اساس تابع هدف و قیود مقابل آنها استخراج شده است؛ بنابراین، با استخراج این روابط، مدل به یک سیستم معادلات هم‌زمان تصادفی تفاضلی غیرخطی تبدیل می‌شود که با استفاده از روش هودریک - پرسکات، مقادیر بلندمدت هر متغیر این سیستم استخراج شده، سپس با به کارگیری روش بسط تیلور، این سیستم حول مقادیر بلندمدت به یک الگوی خطی شده تفاضلی تصادفی تبدیل می‌شود.

۴-۱-۱. بخش اول: خانوارها

خانوارها دارای عمر نامحدود و تابع مطلوبیتی به فرم زیر هستند:^۱

$$\text{Max}_{C_t, i_t, b_t, k_t, z_t} \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\frac{(C_t - hC_{t-1})^{1-\sigma_C}}{1-\sigma_C} + \frac{(M_t/P_t)^{1-\sigma_M}}{1-\sigma_M} - \frac{L_t^{1+\sigma_L}}{1+\sigma_L} \right] \quad (20)$$

هر خانوار به منظور تأمین هزینه‌های مصرفی خود، با قید بودجه زیر مواجه است:

$$C_t + b_t + m_t + i_t \leq w_t L_t + (M_{t-1}/(1+\pi_t)) + (1+r_{t-1}^p)(b_{t-1}/(1+\pi_t)) + r_{t-1}^k z_t \bar{K}_{t-1} - a(z_t) \bar{K}_{t-1} \quad (21)$$

افزون بر قید بودجه، به دلیل این که هزینه‌های تشکیل سرمایه نیز از سوی خانوار تأمین می‌شود، بنابراین، حجم سرمایه هر خانوار مقید به فرآیند تشکیل سرمایه به صورت زیر خواهد بود:

$$K_t = (1-\delta)K_{t-1} + \varepsilon_t^i i_t \left(1 - S \left(\frac{i_t}{i_{t-1}} \right) \right) \quad (22)$$

که در آن، C_t مصرف حقیقی خانوار، M_t تراز اسمی پول، P_t سطح عمومی قیمت‌ها، L_t میزان عرضه نیروی کار، b_t میزان خرید حقیقی اوراق دولتی، m_t تراز حقیقی پول، i_t مخارج حقیقی سرمایه‌گذاری،

1. Walsh. (2010).

w_t نرخ حقیقی دستمزد، π_t نرخ تورم، r_t^p نرخ سود سیاستی، r_t^k نرخ بازدهی سرمایه، z_t نرخ کاربری سرمایه، \bar{K}_t حجم سرمایه، $a(z_t)$ تابع هزینه کاربری سرمایه و $S(\cdot)$ هزینه تعدیل سرمایه است. همچنین، β عامل تنزیل ذهنی، σ_C معکوس کشش جانشینی مصرف بین دوره‌ای، $0 < h < 1$ پارامتر عادت مصرف، σ_m کشش تابع تقاضای پول، σ_L معکوس کشش عرضه نیروی کار، δ نرخ استهلاک سرمایه و ε_t^l شوک سرمایه‌گذاری است.

هدف خانوار حداکثرسازی تابع مطلوبیت ۲۰ نسبت به قیود ۲۱ و ۲۲ است: با استخراج شرایط بهینه مرتبه اول و خطی‌سازی آنها حول مقادیر بلندمدت، به ترتیب روابط خطی‌شده زیر را برای تابع مصرف کل خصوصی، حجم سرمایه، حجم سرمایه مؤثر، نرخ کاربری سرمایه، سرمایه‌گذاری، تابع q توبین و تابع تقاضای پول حاصل می‌شود:

$$\hat{C}_t = \frac{h}{1+h} \hat{C}_{t-1} + \frac{1}{1+h} E_t \hat{C}_{t+1} - \frac{1-h}{\sigma_C(1+h)} (\hat{r}_t^p - E_t \hat{\pi}_{t+1}) \quad (23)$$

$$\hat{k}_t = -\left(1 - \frac{\beta}{k}\right) \hat{z}_t + \left(1 - \frac{\beta}{k}\right) \hat{k}_{t-1} + \frac{\beta}{k} \hat{\mu}_t + \frac{\beta}{k} \hat{i}_t \quad (24)$$

$$\hat{k}_t = \hat{u}_t - \hat{z}_t + \hat{k}_{t-1} \quad (25)$$

$$\hat{r}_t^k = a''(u) \hat{u}_t \quad (26)$$

$$\hat{i}_t = \frac{1}{1+\beta} (\hat{i}_{t-1} - \hat{z}_t) + \frac{\beta}{1+\beta} E_t (\hat{i}_{t+1} + \hat{z}_{t+1}) + \frac{1}{1+\beta} \hat{q}_t^k + \frac{1}{1+\beta} \hat{\mu}_t^k \quad (27)$$

$$\hat{q}_t^k = \left(\frac{\hat{r}_t^k}{\hat{r}_t^k + (1-\delta)}\right) \hat{r}_t^k + \left(\frac{(1-\delta)}{\hat{r}_t^k + (1-\delta)}\right) E_t \hat{q}_{t+1}^k - (\hat{r}_t^p - E_t \hat{\pi}_{t+1}) \quad (28)$$

$$\hat{m}_t = \frac{\sigma_C}{(1-h)\sigma_m} (\hat{C}_t - h \hat{C}_{t-1}) - \frac{1}{\sigma_m} \hat{r}_t^p \quad (29)$$

که در روابط بالا، منظور از متغیر \hat{x}_t خطی‌شده متغیر x_t حول نقطه تعادل بلندمدت آن (\bar{x}) است. همچنین، k_t حجم سرمایه مؤثر، u_t نرخ کاربری سرمایه، z_t نرخ رشد بهره‌وری، $a''(u)$ مشتق دوم تابع هزینه کاربری، q_t^k متغیر q توبین و μ_t^k مقدار اثر کارایی سرمایه هستند.

۴-۱-۲. بخش دوم: بنگاه‌ها

در این مدل بنگاه‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند: دسته اول، بنگاه تولیدکننده نهایی است که در یک بازار با ویژگی رقابت کامل، با ترکیب کالاهای تولیدی بنگاه‌های واسطه‌ای داخلی $(Y_{h,t}(i))$ ، کالای نهایی با تابع تکنولوژی زیر تولید می‌کنند:^۱

$$Y_{h,t} = \left[\int_0^1 Y_{h,t}(i)^{1/(1+\lambda_{f,t})} di \right]^{1+\lambda_{f,t}} \quad (30)$$

که $Y_{h,t}$ تولید نهایی بنگاه و $\lambda_{f,t}$ مارک‌آپ بنگاه‌های واسطه‌ای است. با توجه به بازار رقابت کامل بنگاه نهایی، با حل مسأله بهینه‌سازی سود، شاخص سطح عمومی قیمت‌ها به صورت زیر استخراج می‌شود:

$$P_{h,t} = \left[\int_0^1 P_{h,t}(i)^{-1/\lambda_{f,t}} di \right]^{-\lambda_{f,t}} \quad (31)$$

که $P_{h,t}$ شاخص کل قیمت کالاهای تولید داخل و $P_{h,t}(i)$ قیمت کالای i -ام است.

دسته دوم شامل یک تعداد بنگاه تولیدکننده داخلی واسطه‌ای است که با اندیس i مشخص شده

و با ترکیب نیروی کار و سرمایه به صورت زیر، به تولید کالای خود می‌پردازند:^۲

$$Y_{h,t}(i) = K_t(i)^\alpha (Z_t L_t(i))^{1-\alpha} \quad (32)$$

که α سهم سرمایه در تولید است. همچنین، Z_t فرآیند برونزای پیشرفت تکنولوژی است که بر اساس آن نرخ رشد بهره‌وری به صورت $Z_t = \text{Ln}\left(\frac{Z_t}{Z_{t-1}}\right)$ مشخص می‌شود. مسأله مقابل بنگاه واسطه‌ای در دو مرحله انجام می‌شود: در مرحله نخست، بنگاه به استخدام آن سطحی از نیروی کار و سرمایه می‌پردازد که حداقل هزینه را به همراه داشته باشد که به رابطه بهینه زیر منجر می‌شود:

$$\frac{w_t L_t(i)}{r_t K_t(i)} = \frac{1-\alpha}{\alpha} \quad (33)$$

در مرحله دوم، بنگاه واسطه آن مسیری از سطح قیمت‌ها را انتخاب می‌کند که سود انتظاری آن در یک دوره زمانی حداکثر شود:

$$E_t \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i \psi_p^i \lambda_{t+i} Y_{t+i} \left[\frac{\bar{P}_{h,t}(i)}{P_{h,t}} \left(\frac{P_{h,t-1+i}/P_{h,t-1}}{P_{h,t+i}/P_{h,t}} \right)^{\lambda_p} - (1+\lambda_{p,t+i}) mc_{t+i} \right] = 0 \quad (34)$$

1. Ibid.

2. Smets and Wouters. (2007).

که در آن، ψ_p^i درجه انعطاف قیمت‌ها و γ_p تعدیل قیمت نسبت به تورم دوره پیشین است. همچنین، mc_t هزینه نهایی حقیقی بنگاه محسوب می‌شود. بر این اساس، معادلات مربوط به بخش بنگاه به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\hat{\pi}_{h,t} = \frac{\beta}{1+\beta\gamma_p} E_t \hat{\pi}_{h,t+1} + \frac{\gamma_p}{1+\beta\gamma_p} \hat{\pi}_{h,t-1} + \frac{1}{1+\beta\gamma_p} \frac{(1-\psi_p\beta)(1-\psi_p)}{\psi_p} \widehat{mc}_t \quad (35)$$

$$\widehat{mc}_t = (1-\alpha)\widehat{w}_t + \alpha \hat{r}_t^k \quad (36)$$

$$\hat{y}_t = \alpha \hat{k}_t + (1-\alpha)\widehat{L}_t \quad (37)$$

$$\hat{r}_t^k = (1-\alpha)(\widehat{L}_t - \hat{k}_t) \quad (38)$$

$$\widehat{R}_t^k - \hat{r}_t^p = \psi_{sp,b} (\hat{q}_t^k + \hat{k}_t - \hat{n}_t) \quad (39)$$

$$\widehat{L}_t = -\widehat{w}_t + \hat{r}_t^k + \hat{k}_t \quad (40)$$

که $\hat{\pi}_{h,t}$ نرخ تورم تولیدات داخل کشور است. با در نظر گرفتن ارزش خالص بنگاه به صورت $q_t^k \bar{K}_{t-1} = N_{t-1}$ ارزش خالص بنگاه است، آنگاه خطی شده آن به صورت زیر قابل بیان است:

$$\hat{n}_t = \psi_{n,rk} (\widehat{R}_t^k - \hat{r}_t^p) - \psi_{n,r} (\hat{r}_{t-1}^p - \hat{n}_t) + \psi_{n,qk} (\hat{q}_{t-1}^k + \hat{k}_{t-1}) + \psi_{n,n} \hat{n}_{t-1} - \frac{\gamma^e \bar{v}}{\bar{n}} \hat{z}_t \quad (41)$$

بر اساس مطالعه گرتلر، سالا و تریگاری^۱ فرض می‌شود بنگاه‌ها برای تعیین دستمزد به دو صورت عمل می‌کنند: یک نسبت از آنها از طریق مذاکره دستمزد جدید را تعیین می‌کنند و دسته‌ای دیگر از طریق تعدیل دستمزد نسبت به تورم دوره پیشین، دستمزد جدید را مشخص می‌کنند. با توجه به ماهیت بازار نیروی کار در ایران، تقریباً همه بنگاه‌های اقتصادی از طریق تعدیل دستمزد بر اساس نسبتی از تورم دوره پیشین، دستمزد جدید را تعیین می‌کنند و بر این اساس، در این مدل رابطه تعیین دستمزد به صورت زیر فرض می‌شود:

$$W_t = W_{t-1} (1 + \alpha_\pi \pi_{t-1})$$

که α_π درصد در نظر گرفتن تورم در تعیین دستمزد جدید است. بر این اساس، خطی شده این عبارت به صورت زیر است:

1. Gertler, Sala and Trigari. (2007).

$$\widehat{w}_t = \widehat{w}_{t-1} + \alpha_\pi \widehat{\pi}_{t-1} - \widehat{\pi}_t \quad (42)$$

دسته سوم بنگاه‌ها، بنگاه‌های واردکننده هستند که با فرض فعالیت در ساختاری مشابه با ساختار بنگاه‌های تولیدکننده داخلی، پویایی قیمت آنها به صورت زیر خواهد بود:

$$\widehat{\pi}_{f,t} = \frac{\beta}{1+\beta\gamma_{pf}} E_t \widehat{\pi}_{f,t+1} + \frac{\gamma_{pf}}{1+\beta\gamma_{pf}} \widehat{\pi}_{f,t-1} + \frac{1}{1+\beta\gamma_{pf}} \frac{(1-\psi_{pf}\beta)(1-\psi_{pf})}{\psi_{pf}} \widehat{\psi}_{ft} \quad (43)$$

که $\widehat{\pi}_{f,t}$ نرخ تورم کالاهای وارداتی و $\widehat{\psi}_{ft}$ شکاف قانون قیمت‌های واحد است. بر این اساس، تورم کل برابر مجموع موزون نرخ‌های تورم داخلی و خارجی خواهد بود:

$$\widehat{\pi}_t = \alpha_f \widehat{\pi}_{f,t} + (1-\alpha_f) \widehat{\pi}_{h,t} \quad (44)$$

۴-۱-۳. بخش سوم: تجارت خارجی

در بخش تجارت خارجی فرض می‌شود صادرات از دو قسمت صادرات نفتی و صادرات غیرنفتی تشکیل شده است. درآمد ریالی حاصل از صادرات نفت برابر با $Oil_t = S_t Y_{oil_t}$ است که خطی شده آن به صورت زیر است:

$$\widehat{Oil}_t = \widehat{S}_t + \widehat{Y}_{oil_t} \quad (45)$$

که Oil_t درآمد ریالی حاصل از صادرات نفت، S_t نرخ ارز اسمی و Y_{oil_t} میزان صادرات دلاری نفت است. در این مطالعه از رابطه زیر برای تعیین نرخ ارز اسمی استفاده می‌شود:

$$\widehat{S}_t = \beta_s E_t \widehat{S}_{t+1} + (1-\beta_s) \widehat{S}_{t-1} - r_{sr} \widehat{Oil}_t + r_{stol} \widehat{imp}_t + \rho_\pi \pi_t \quad (46)$$

که \widehat{imp}_t حجم ریالی واردات بوده و فرض می‌شود تابعی از نرخ ارز و حجم ریالی صادرات (\widehat{x}_t) به صورت زیر باشد:

$$\widehat{imp}_t = -\rho_1 \widehat{S}_t + \rho_2 \widehat{x}_t \quad (47)$$

همچنین، حجم صادرات برابر با مجموع صادرات نفتی و صادرات غیرنفتی فرض می‌شود:

$$x_t = Oil_t + Nonoil_t \quad (48)$$

که $Nonoil_t$ حجم صادرات غیرنفتی ریالی بوده و به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\widehat{Nonoil}_t = \widehat{S}_t + \widehat{Y}_{nonoil_t} \quad (49)$$

که \widehat{Y}_{nonoil_t} صادرات غیرنفتی بر حسب دلار است. جزء مبادله، به صورت قیمت نسبی صادرات به واردات و به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\widehat{t}_t = \widehat{t}_{t-1} + \widehat{\pi}_{h,t} - \widehat{\pi}_{f,t} \quad (50)$$

همچنین، شکاف قانون قیمت‌های واحد به صورت زیر قابل تعریف است:

$$\widehat{\psi}_{f,t} = \widehat{\psi}_{f,t-1} + (\widehat{S}_t - \widehat{S}_{t-1}) + (\widehat{\pi}_{s,t} - \widehat{\pi}_t) \quad (51)$$

که $\widehat{\pi}_{s,t}$ نرخ تورم خارجی است. نرخ ارز حقیقی طبق تعریف به صورت زیر قابل بیان است:

$$\widehat{q}_t = \widehat{q}_{t-1} - \widehat{\pi}_t + (\widehat{S}_t - \widehat{S}_{t-1}) \quad (52)$$

۴-۱-۴. بخش چهارم: بانک مرکزی

در طول سال‌های گذشته، بررسی رفتار بانک مرکزی نشان می‌دهد^۱ هیچ‌گاه سیاست‌گذار پولی از یک قاعده مشخص پولی به منظور واکنش به نوسان‌های اقتصادی استفاده نکرده و در مقابل، رفتار آن مغلوب سیاست‌گذار مالی بوده است؛ بنابراین، در این مطالعه هیچ قاعده سیاستی برای بانک مرکزی تعریف نمی‌شود و در مدل‌سازی به این مورد توجه می‌شود که عرضه پول کشور نه بر اساس قاعده سیاستی مشخص، که با توجه میزان خالص ذخایر خارجی بانک مرکزی (تبدیل ارزهای دولت به ریال) و بدهی دولت (به بیان دیگر، میزان کسری بودجه) تعیین می‌شود. بدین‌رو، به جای تبیین یک قاعده پولی برای بانک مرکزی، از تعریف پایه پولی استفاده می‌شود:

$$M_t = NFA_t + GDB_t + NOT_t \quad (53)$$

که در آن، NOT_t خالص سایر اقلام، GDB_t بدهی دولت به بانک مرکزی و NFA_t خالص ذخایر خارجی بانک مرکزی بوده که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$NFA_t = NFA_{t-1} + NX_t \quad (54)$$

که NX_t خالص صادرات است.

۱. با توجه به فرض انفعالی بودن رفتار بانک مرکزی، عرضه پول از طریق رابطه ۵۳ مشخص شده و نرخ بهره نیز از رابطه ۲۹ تعیین می‌شود. گفتنی است در این ساختار به‌طور تقریبی فرض شده است نرخ سود سیاستی و نرخ سود اوراق دولتی برابر هم هستند.

قید بودجه دولت به صورت زیر قابل بیان است:

$$b_t = g_t + (1+r_{t-1}) \frac{b_{t-1}}{1+\pi_t} - t_t - \left(gdb_t - \frac{gdb_{t-1}}{1+\pi_t} \right) - \alpha_{oil} oil_t \quad (55)$$

که b_t سطح بدهی حقیقی دولت، g_t هزینه‌های حقیقی دولت، r_{t-1} نرخ سود بدهی دوره پیشین دولت، t_t سطح حقیقی مالیات‌ها، gdb_t بدهی حقیقی دولت به بانک مرکزی و oil_t درآمد ریالی حقیقی صادرات نفت است که سهم دولت از آن برابر α_{oil} است. در این ساختار، فرض می‌شود درآمد مالیاتی دولت به صورت زیر تعیین می‌شود:

$$t_t = \rho_{tr} t_{t-1} + \rho_y y_t \quad (56)$$

برای تشریح پویایی متغیرهای دیگر مدل، از معادلات خودهمبسته به صورت زیر استفاده می‌شود:

$$\begin{aligned} \hat{\mu}_t^k &= \rho_{\mu} \hat{\mu}_{t-1}^k + \varepsilon_t^{\mu} \\ \widehat{gdb}_t &= \rho_{gdb} \widehat{gdb}_{t-1} + \varepsilon_t^{gdb} \\ \widehat{Y}_{oil_t} &= \rho_{y_{oil}} \widehat{Y}_{oil_{t-1}} + \varepsilon_t^{y_{oil}} \\ \widehat{Y}_{nonoil_t} &= \rho_{y_{nonoil}} \widehat{Y}_{nonoil_{t-1}} + \varepsilon_t^{y_{nonoil}} \\ \hat{\pi}_{s,t} &= \rho_{\pi_s} \hat{\pi}_{s,t-1} + \varepsilon_t^{\pi_s} \\ \widehat{NOT}_t &= \rho_{NOT} \widehat{NOT}_{t-1} + \varepsilon_t^{NOT} \\ \hat{g}_t &= \rho_g \hat{g}_{t-1} + \varepsilon_t^g \end{aligned} \quad (57)$$

و در پایان، شرط تسویه بازار به صورت زیر بیان می‌شود:

$$\hat{y}_t = \frac{\bar{C}}{\bar{Y}} \hat{C}_t + \frac{\bar{G}}{\bar{Y}} \hat{G}_t + \frac{\bar{I}}{\bar{Y}} \hat{I}_t + \frac{\bar{NX}}{\bar{Y}} \widehat{NX}_t \quad (58)$$

۴-۱-۵. برآورد الگو

پارامترهای ساختاری الگو با استفاده از داده‌های فصلی دوره ۱۳۸۸-۱۳۹۹ و روش بیزین برآورد شده است. داده‌های استفاده‌شده در برگزیده متغیرهای پایه پولی، نرخ بهره سیاستی، تولید ناخالص داخلی، کل صادرات، مخارج سرمایه‌گذاری، صادرات نفتی، نرخ تورم، مصرف بخش خصوصی، نرخ ارز اسمی، حجم واردات، مالیات و خالص دارایی‌های خارجی بانک مرکزی بوده که نتایج آن در جدول ۱، آمده

است. همچنین، نسبت‌های مقادیر وضعیت پایدار و واریانس شوک‌ها نیز به ترتیب محاسبه و کالیبره شده است.

به‌منظور بررسی درستی نتایج برآوردشده، از آزمون‌های تشخیصی مرتبط با روش بیزین استفاده می‌شود که در ادامه به آنها اشاره می‌شود.

۴-۱-۶. آماره زنجیره مارکف مونت کارلو

با توجه به این‌که در برآورد پارامترها از الگوریتم زنجیره مارکف مونت کارلو به‌منظور تولید نمونه‌هایی از یک تابع توزیع احتمال استفاده می‌شود، بنابراین، لازم است واریانس بین هر زنجیره به سمت صفر میل کند تا تفاوتی میان ویژگی‌های نمونه‌های هر زنجیره وجود نداشته باشد. بر این اساس، در خروجی مربوط به آماره یادشده، دو نمودار به دست می‌آید که نمودار آبی‌رنگ میانگین وزنی واریانس درون هر زنجیره و واریانس بین زنجیره بوده و نمودار قرمز رنگ واریانس درون هر زنجیره را نشان می‌دهد. در این صورت انتظار می‌رود روش یادشده به شکل مطلوبی پارامترهای مدل را برازش کرده باشد، اگر اول، واریانس بین زنجیره به سمت صفر میل کند و دوم، با بزرگ شدن حجم نمونه، واریانس درون هر زنجیره به یک مقدار ثابت متمایل شود که این دو ویژگی در نمودار ۳، ارائه شده است.

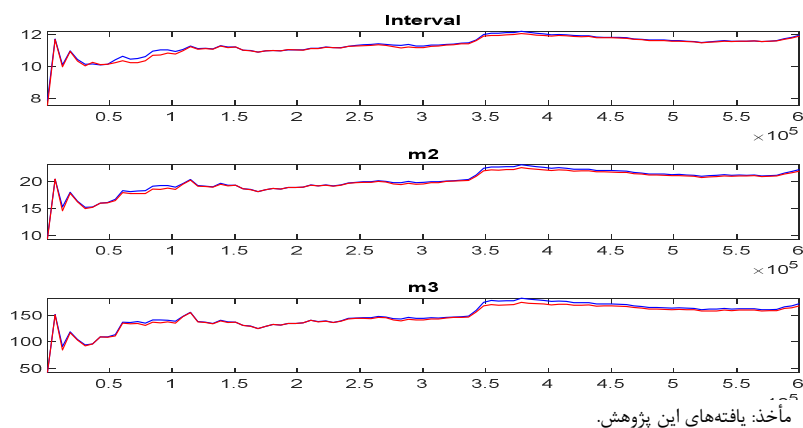
جدول ۱. نتایج برآورد پارامترهای الگو

پارامتر	نماد	میانگین پیشین	میانگین پسین	تابع توزیع پیشین	انحراف استاندارد
h	ضریب عادت مصرف	۰/۷	۰/۵	بتا	۰/۱۲
σ_c	معکوس کشش جانشینی مصرف بین دوره‌ای	۱/۵	۱/۶۳	گاما	۰/۲
a''	مشتق دوم تابع هزینه کاربری سرمایه	۰/۲	۰/۲۹	بتا	۰/۰۵
δ	نرخ استهلاک	۰/۰۲	۰/۰۲	بتا	۰/۰۰۵
σ_m	کشش تابع تقاضای پول	۱/۵	۱/۳۳	گاما	۰/۲

پارامتر	نماد	میانگین پیشین	میانگین پسین	تابع توزیع پیشین	انحراف استاندارد
γ_p	درجه تعدیل قیمت بنگاه‌های داخلی	۰/۶	۰/۶۴	بتا	۰/۱
α	سهم سرمایه در تولید	۰/۳۳	۰/۴۱	بتا	۰/۰۳
γ_{pf}	درجه تعدیل قیمت بنگاه‌های واردکننده	۰/۸	۰/۸	بتا	۰/۱
Ψ_{pf}	درجه انعطاف قیمت‌های بنگاه‌های واردکننده	۰/۸	۰/۸	بتا	۱
r_{sr}	حساسیت نرخ ارز به درآمد نفتی	۰/۵	۰/۶۳	بتا	۰/۱
r_{stot}	حساسیت نرخ ارز به واردات	۰/۹	۰/۸۸	بتا	۰/۰۵
ρ_π	حساسیت نرخ ارز به نرخ تورم	۱/۱	۱/۰۲	گاما	۰/۰۵
ρ_1	حساسیت واردات به نرخ ارز	۰/۶۴	۰/۵۹	بتا	۰/۱
ρ_2	حساسیت واردات به صادرات	۰/۸۳	۰/۴۲	بتا	۰/۱
ρ_{yoil}	ضریب خودهمبسته درآمد نفت	۰/۲۳	۰/۲۵	بتا	۰/۰۳
ρ_{gdb}	ضریب خودهمبسته بدهی دولت به بانک مرکزی	۰/۴۲	۰/۴۲	بتا	۰/۰۷
ρ_{tr}	حساسیت مالیات‌ها به مالیات دوره پیشین	۰/۷۸	۰/۴۷	بتا	۰/۰۹
ρ_y	حساسیت مالیات‌ها به درآمد	۰/۱۴	۰/۱۴	بتا	۰/۰۲
ρ_g	ضریب خودهمبسته مخارج دولت	۰/۶۷	۰/۴۹	بتا	۰/۱۲

مأخذ: یافته‌های این پژوهش.

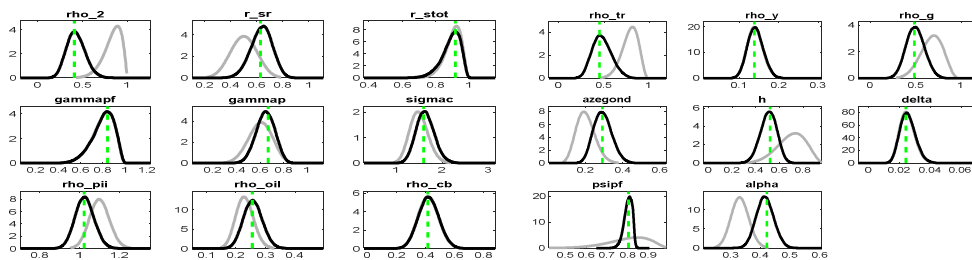
نمودار ۳. آماره MCMC برآورد الگو



۴-۱-۷. برآورد تابع توزیع پسین

روش بیزین از ترکیب اطلاعات مربوط به داده‌ها و اطلاعات پیشین به منظور برآورد تابع توزیع پسین استفاده می‌کند. بنابراین، توابع پسین لازم است دو ویژگی داشته باشند: نخست، چون برآورد نقطه‌ای پارامترها همان نقطه مد تابع توزیع پسین است، بنابراین، باید بهینه‌یاب (خط نقطه‌چین سبزرنگ در شکل) دقیقاً از نقطه حداکثر تابع توزیع پسین عبور کرده باشد و دوم، در صورتی از اطلاعات داده‌ها در برآورد پارامترها استفاده شده است که تابع توزیع پسین متمایز از تابع توزیع پیشین باشد. نمودارهای مربوط به پارامترهای مدل در نمودار ۴، آمده است؛ یافته‌ها نشان می‌دهد که شرط نخست برای همه پارامترهای برآوردشده برقرار بوده، بنابراین، برآوردهای به دست آمده دارای اعتبار هستند. همچنین، به استثنای چهار پارامتر تعدیل قیمت کالاهای وارداتی، ضریب خودهمبسته بدهی دولت به بانک مرکزی، حساسیت مالیات‌ها به تولید ناخالص داخلی و نرخ استهلاک، از اطلاعات داده‌ها در برآورد پارامترهای دیگر استفاده شده، بنابراین، شکل توابع توزیع پسین و پیشین آنها متفاوت از یکدیگر است.

نمودار ۴. مقایسه توابع توزیع پسین و پیشین

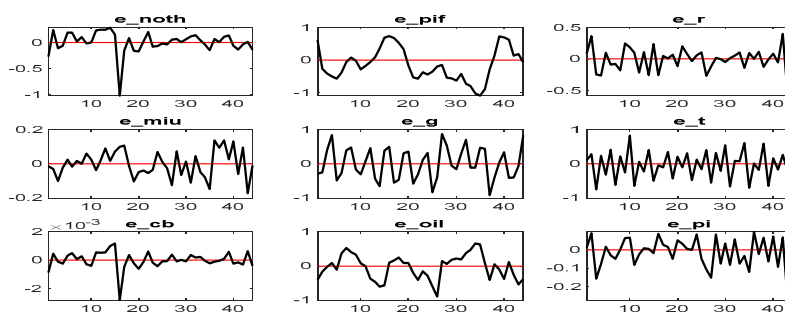


مأخذ: یافته‌های این پژوهش.

۴-۱-۸. شوک‌های هموار شده الگو

شوک‌های هموار شده بازتولید مقادیر شوک‌های مشاهده نشده در طول دوره نمونه است که از همه اطلاعات نمونه استفاده شده است. محاسبات این شوک‌ها از طریق هموارکننده کالمن انجام می‌شود. برخلاف رگرسیون به شیوه حداقل مربعات معمولی، روش بیزین از پیش این سازوکار را ندارد که مجموع شوک‌ها برابر صفر باشد، اگرچه فرض مدل بر این است که میانگین آنها صفر باشد. بر این اساس، چنانچه خروجی مربوط به شوک‌های هموار شده به‌طور سیستماتیک مخالف صفر باشد، آنگاه مدل دارای ایراد است. نمودار ۵، نشان‌دهنده خروجی شوک‌های هموار شده مدل است و نشان می‌دهد حول صفر متمرکز بوده، در نتیجه، الگوی استفاده شده دچار خطای مدل نیست.

نمودار ۵. شوک‌های هموار شده

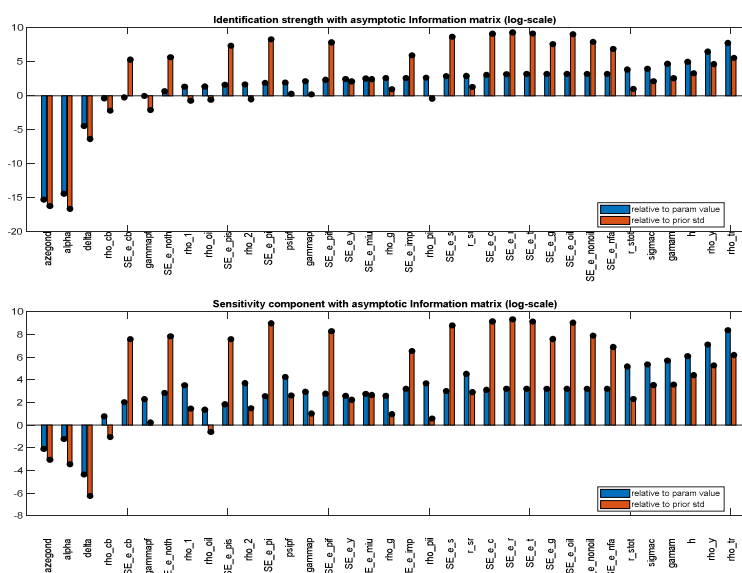


مأخذ: یافته‌های این پژوهش.

۴-۹. آزمون شناسایی

شناسایی پارامترهای ساختاری یک مدل تعادل عمومی در صورتی امکان‌پذیر است که نداشتن از تابع هدف به پارامترهای ساختاری خوش رفتار باشد. سه شرط برای دستیابی به این موضوع، ضروری است: نخست، تابع هدف نقطه مینیمم یگانه داشته باشد، دوم، تابع هشین به صورت معین مثبت و رتبه کامل داشته و سوم، انحنای تابع هدف به میزان کافی باشد. با انجام این آزمون مشخص شد تمامی پارامترهای مدل شناسایی شده‌اند که در نمودار ۶، آمده است.

نمودار ۶. آزمون شناسایی



مأخذ: یافته‌های این پژوهش.

۴-۲. پاسخ به پرسش دوم: فرم قاعده سیاست پولی بهینه

همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، بانک مرکزی ایران در گذشته تاریخی خود از هیچ قاعده سیاست پولی مشخصی تبعیت نکرده است، اگرچه در دوره زمانی مورد بررسی نسبت به تعیین نرخ‌های سود و نرخ رشد کل‌های پولی اقدام کرده، اما رفتار آن به صورت انفعالی و صلاح‌دیدگی بوده که به دستیابی به اهداف نهایی منجر نشده است. بر این اساس، در این قسمت به بررسی این موضوع پرداخته می‌شود که اگر

بانک مرکزی قادر به اجرای سیاست پولی بر اساس یک قاعده مشخص و معین باشد، از میان دو ابزار نرخ رشد کل‌های پولی و نرخ سود سیاستی، کدام ابزار را انتخاب نماید؛ در واقع، کدام ابزار می‌تواند کارایی بیشتری داشته باشد. بدین منظور، بر مبنای ساختار اقتصادی تصریح‌شده، سیاست پولی بهینه برای دو حالت مختلف استخراج شده است: حالت اول، زمانی که ابزار بانک مرکزی نرخ رشد پایه پولی باشد و حالت دوم، زمانی که ابزار بانک مرکزی نرخ سود سیاستی باشد. در هر دو حالت وزن یکسانی به نرخ تورم و شکاف تولید در تابع زیان تخصیص یافته که فرم تابع زیان یادشده به صورت زیر فرض شده است:

$$L_t = \hat{\pi}_t^2 + \hat{y}_t^2$$

بنابراین، قاعده بهینه پولی برای این ابزار به صورت زیر حاصل شده است:

$$\hat{m}_t = 0.7\hat{m}_{t-1} - 0.3(1.28\hat{\pi}_t + 2.5\hat{y}_t) \quad (59)$$

$$\hat{r}_t^p = 0.7\hat{r}_{t-1}^p + 0.3(0.71\hat{\pi}_t + 2.5\hat{y}_t) \quad (60)$$

حال، با استخراج فرم قواعد بهینه، لازم است این قواعد در ساختار طراحی شده الگوی اقتصاد ایران قرار داده شوند تا در قالب آن، واکنش متغیرهای کلان به سیاست پولی مشاهده شوند و با ارزیابی آن مشخص شود که کدام سیاست از کارایی بیشتری برخوردار است.

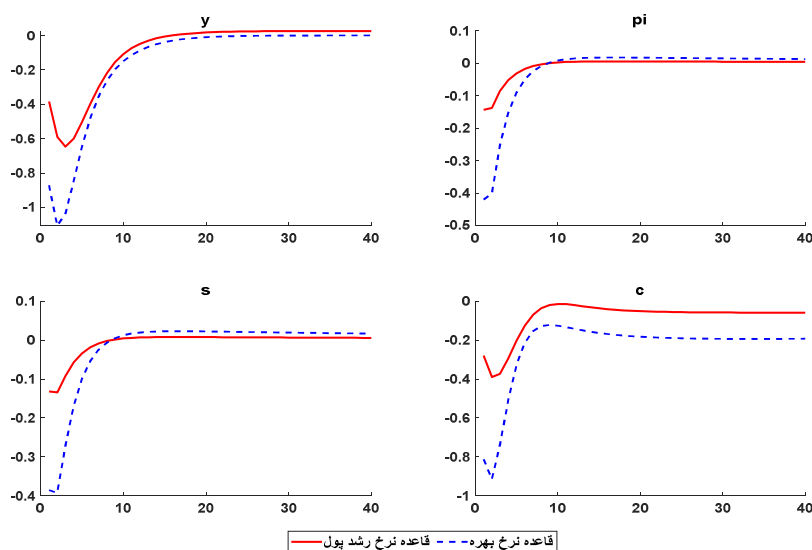
۳-۴. پاسخ به پرسش سوم: مسیر زمانی متغیرها در واکنش به فرم‌های قواعد سیاست پولی بهینه به منظور بررسی این که از بین دو ابزار نرخ رشد پایه پولی و نرخ بهره سیاستی، کدامیک کارایی بیشتری دارد، واکنش متغیرهای مدل به دو سناریو اجرای سیاست پولی انقباضی و افزایش صادرات نفت و در دو حالت، ارزیابی شده است: حالت اول، زمانی است که رابطه ۵۹ به عنوان قاعده پولی بانک مرکزی انتخاب شود و حالت دوم، زمانی است که رابطه ۶۰ انتخاب شود.

۳-۴-۱. سناریوی ۱: اثر سیاست پولی انقباضی بر متغیرهای کلان مدل با قواعد پولی ۵۹ و ۶۰ در این سناریو، فرض می‌شود بانک مرکزی به دنبال اجرای سیاست پولی انقباضی است، به گونه‌ای که اگر قاعده پولی ۵۹ را انتخاب کند، نرخ رشد پایه پولی را به میزان یک درصد کاهش دهد و اگر قاعده

پولی ۶۰ را انتخاب می‌کند، نرخ بهره سیاستی را به میزان $1/33$ واحد درصد افزایش دهد.^۱ نتیجه به‌دست آمده از این شبیه‌سازی در نمودار ۷، ارائه شده است.

مطابق اطلاعات نمودار ۷، میزان $1/33$ واحد درصد افزایش در نرخ بهره نسبت به یک واحد درصد کاهش در نرخ رشد پایه پولی می‌تواند با شدت بیشتری باعث کاهش در تقاضای مؤثر شود (کاهش بیشتر در مصرف بخش خصوصی و در نتیجه، کاهش بیشتر در تولید ناخالص داخلی). با توجه به این واکنش، نرخ تورم در حالت استفاده از ابزار نرخ سود سیاستی، نسبت به حالت استفاده از نرخ رشد پایه پولی، با شدت بیشتری کاهش می‌یابد و به دنبال این اثرات، نرخ ارز نیز در حالت استفاده از نرخ سود سیاستی، با شدت بیشتری کاهش می‌یابد. به بیان دیگر، به‌منظور کنترل نوسان‌های نرخ تورم و نرخ ارز، ابزار مبتنی بر نرخ سود سیاستی نسبت به سیاست نرخ رشد پایه پولی، کارایی بیشتری دارد.

نمودار ۷. مقایسه آثار سیاست پولی بر مبنای دو ابزار مختلف بر متغیرهای کلان اقتصادی



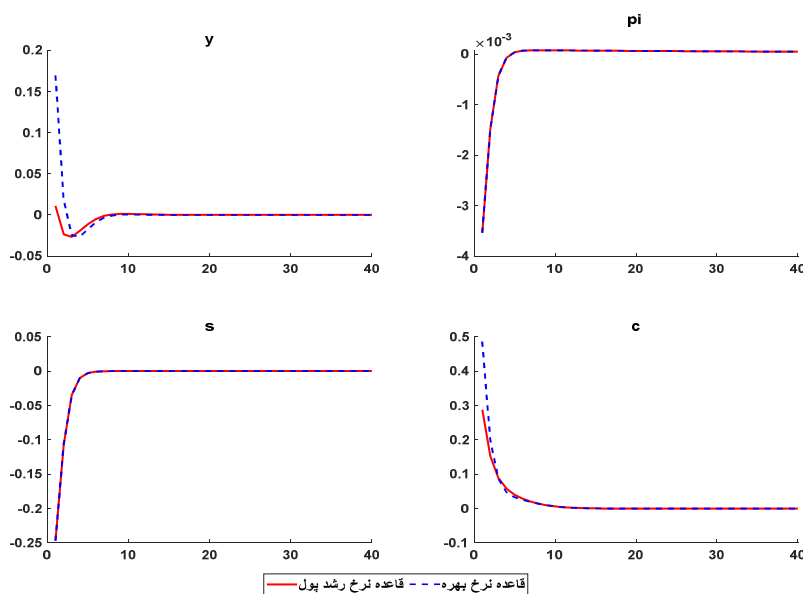
مأخذ: یافته‌های این پژوهش.

۱. با توجه به تابع تقاضای پول در رابطه ۲۹، هر یک واحد درصد کاهش در نرخ رشد پایه پولی برابر $1/33$ واحد درصد افزایش در نرخ سود سیاستی است.

۴-۳-۲. سناریوی ۲: اثر افزایش صادرات نفت بر متغیرهای کلان مدل با قواعد پولی ۵۹ و ۶۰

در این سناریو فرض می‌شود صادرات نفتی به میزان یک واحد درصد افزایش یابد و بر اساس آن، واکنش متغیرهای کلان اقتصادی با دو قاعده پولی ۵۹ و ۶۰ بررسی می‌شود که نتیجه به دست آمده از این شبیه‌سازی در نمودار ۸، ارائه شده است. مطابق با نمودار، در حالت استفاده از قاعده پولی مبتنی بر نرخ سود سیاستی، نسبت به حالت استفاده از نرخ رشد کل‌های پولی، سطح تولید و مصرف بخش خصوصی سطوح بالاتری را تجربه می‌کنند، اما نرخ ارز و نرخ تورم با هر دو قاعده مسیر یکسانی را تجربه می‌کنند؛ به بیان دیگر، شوک نفتی، مستقل از سیاست پولی به یک صورت نرخ ارز و نرخ تورم را متأثر می‌سازد.

نمودار ۸. مقایسه آثار افزایش صادرات نفتی بر متغیرهای کلان اقتصادی با دو قاعده سیاستی مختلف



مأخذ: یافته‌های این پژوهش.

۵. نتیجه‌گیری

بررسی شرایط سیاست‌گذاری پولی در چارچوب الگوی طراحی‌شده این مقاله نشان می‌دهد که به‌دلیل رفتار انفعالی سیاست‌گذار پولی و رفتار فعالانه سیاست‌گذار مالی، امکان تعیین نرخ رشد کل‌های پولی و نرخ سود سیاستی به‌صورت متناسب با تحولات اقتصادکلان در کشور وجود ندارد. این ویژگی باعث می‌شود تا بانک مرکزی مستقل از ابزار سیاستی خود، در طول زمان موفق به دستیابی به اهداف کلان نهایی خود نشود. بر این اساس، این پرسش مطرح می‌شود که اگر بانک مرکزی قادر به نشان‌دادن رفتار فعال سیاست‌گذاری باشد، از کدام ابزار استفاده خواهد کرد. شبیه‌سازی سیاستی دو ابزار مبتنی بر نرخ سود سیاستی و نرخ رشد کل‌های پولی نشان می‌دهد که ابزار مبتنی بر نرخ سود سیاستی به شکل مناسب‌تری می‌تواند آثار شوک‌های اقتصادی را کاهش داده، بنابراین، از این منظر انتخاب این ابزار بهتر از ابزار نرخ سود سیاستی است. از مهم‌ترین دلایل این نتیجه این است که سازوکار اثرگذاری نرخ رشد کل‌های پولی بر متغیرهای کلان اقتصادی به دلایل متعددی دچار گسست‌شده، بنابراین، تغییرات آن با کارایی کمتری قابلیت اثرگذاری بر متغیرهای کلان را دارد.

منابع

- Bryant, R.C., and Hooper, P., and Mann, L. (1993). Evaluating Policy Regimes. The Brookings Institution, Washington DC.
- Christiano, L., and Rostagno, M. (2001). Money Growth Monitoring and the Taylor Rule. NBER Working Paper 8539.
- Cooper, J., and Fischer, S. (1972). Simulation of Monetary Rules in the FRB-MIT-Penn Model. *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 4, pp. 384-396.
- Esanov, A., and Merkl, C., and Souza, L. (2004). Monetary Policy Rules for Russia. *Journal of Comparative Economics*, 33(3), pp. 484-499.
- Friedman, M. (1988). Money and the Stock Market. *Journal of Political Economy*, Vol. 96, Issue 2, pp. 221-245.
- Friedman, M. (1960). A Program for Monetary Stability. New York: Fordham University Press.
- Gertler, M., and Sala, L., and Trigari, A. (2007). An Estimated Monetary DSGE Model with Unemployment and Staggered Nominal Wage Bargaining. Working Paper.
- Jackson, H. (2015). The International Experience with Negative Policy Rates. BoC Staff Discussion Paper, Bank of Canada.
- Jung, A. (2018). Does McCallum Rule Outperform Taylor's Rule During the Financial Crisis? *The Quarterly Review of Economics and Finance*.
- McCallum, B.T. (2000). Theoretical Analysis Regarding A ZLB on Nominal Interest Rates, NBER Working Paper 7677.
- McCallum, B.T. (1988). Robustness Properties of a Rule for Monetary Policy. *Carnegie – Rochester Series on Public Policy* 29, pp. 173-203.
- Patra, M., and Kapur, M. (2012). A Monetary Policy Model for India. *Macroeconomics and Finance in Emerging Market Economies*, 5(1), pp. 16-39.
- Sun, R., and Klingelhofer, J. (2012). China's Regime-Switching Monetary Policy. *Journal of Economic Modelling*.
- Taylor, J.B. (2012). Monetary Policy Rules Work and Discretion Doesn't: A Tale of Two Eras. Memo.
- Sun, S., and Gan, C., and Hu, B. (2012). Evaluating McCallum Rule as a Policy Guideline for China. *Journal of the Asia Pacific Economy*, 17(3).

- Taylor, J.B. (1993). Discretion versus Policy Rules in Practice.
- Wicksell, Knut. (1898). Interest and Prices. Carnegie – Rochester Series on Public Policy 39, pp. 195-214.
- Zhang, W. (2009). China`s Monetary Policy: Quantity versus price Rules. Journal of Macroeconomics, 31, pp. 473-484.