

بررسی واکنش بانک مرکزی به نوسان‌های نرخ ارز در ایران

مهدی صارم^۱

دانشگاه شیراز، دانشکده اقتصاد
mehdi_sarem@yahoo.com

محسن مهرآرا^۲

دانشیار، دانشگاه تهران، دانشکده اقتصاد mmehrara@ut.ac.ir
تاریخ دریافت: ۹۲/۰۳/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۱/۲۰

چکیده

در این مقاله بر اساس ساختار نیوکینزین^۳، واکنش سیاست پولی به نوسان‌های نرخ ارز در ایران بررسی شده است. بدین منظور ابتدا نرخ ارز بر اساس شرط تعادل در بازار ارز استخراج، سپس دو الگوی مختلف برآورد شده است. فرض الگوی اول این است که بانک مرکزی به نوسان‌های ارزی واکنش نشان می‌دهد و فرض الگوی دوم این است که بانک مرکزی به نوسان‌های ارزی واکنش نشان نمی‌دهد. به منظور انتخاب الگوی مناسب، از فاکتور بی‌زین و آماره نسبت درست‌نمایی استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهند که الگوی اول، در توضیح رفتار بانک مرکزی مناسب‌تر است؛ به عبارتی بانک مرکزی به نوسان‌های نرخ ارز واکنش نشان می‌دهد و ضریب آن در قاعده پولی برابر ۰/۱۲- است. یعنی بانک مرکزی هنگام مواجهه با شوک ارزی، سیاست انقباضی پولی را انتخاب می‌کند. این نتیجه با نتایج حاصل از شبیه‌سازی الگو نیز سازگار است.

طبقه‌بندی JEL: E58، E52، E37، E51 و E32.

کلید واژه: تعادل عمومی پویای تصادفی، سیاست پولی، قاعده پولی اقتصاد باز، قاعده تیلور، نرخ ارز.

۱. نویسنده مسئول، شیراز، پردیس ارم، دانشگاه شیراز، دانشکده اقتصاد، شماره تماس: ۰۹۱۷۱۱۰۵۱۰۵

۲. تهران، خیابان کارگر شمالی، دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران، تلفن: ۶۱۱۱۸۰۶۵

۱. مقدمه

در سال‌های اخیر پیشرفت‌های بسیاری در زمینه تحلیل سیاست‌های پولی حاصل شده است که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به قاعده تیلور^۱ اشاره کرد. به طور معمول در این ساختار، نرخ بهره در قالب معادله تیلور، به شکاف تولید و تورم واکنش نشان می‌دهد و به‌منزله رفتار بانک مرکزی تلقی می‌شود. با گذشت زمان، مطالعه‌های مختلف به دنبال آن بودند که معادله تیلور را تعمیم دادند تا بر حسب شرایط، متغیرهای بیشتری نیز شامل شوند. در یک دسته از این مطالعه‌ها، کشورهای دنیا به دو دسته تقسیم شده‌اند: کشورهایی که اقتصاد باز بزرگ دارند (مانند آمریکا) و کشورهایی که به صورت اقتصاد باز کوچک‌اند (مانند ایران). کشورهای با اقتصاد باز بزرگ، نگرانی جدی در خصوص نوسان نرخ ارز ندارند؛ زیرا، اولاً پول ملی کشورهای با اقتصاد بزرگ، به‌منزله ارز در سطح جهانی قابل قبول است و بنابراین این کشورها طی زمان با مشکل کمبود ارز مواجه نخواهند بود و دوم اینکه این کشورها حتی در صورت کاهش ارزش پول ملی، از چنان قدرت تولیدی و صادراتی برخوردارند که می‌توانند مشکل درآمدی خود را حل کنند. بنابراین، انتظار می‌رود بانک مرکزی این کشورها واکنش شدیدی به نوسان‌های ارزی نداشته باشند. اما در کشورهای باز کوچک، به علت اثر درخور توجه نرخ ارز در متغیرهای کلان اقتصادی (چون تورم و تولید)، واکنش به نوسان‌های آن اهمیت ویژه‌ای می‌یابد.

در اقتصاد باز، ارتباط میان اقتصاد داخل و تحولات اقتصادی خارج بر اساس متغیری چون نرخ ارز بیان می‌شود. مهم‌ترین سؤالی که در مدل‌های اقتصاد باز مطرح می‌شود این است که بانک مرکزی در طراحی سیاست پولی تا چه حد به نرخ ارز توجه دارد (تیلور^۲، ۲۰۰۱). اما، در محافل علمی کماکان این سؤال مطرح است که آیا نرخ ارز در قاعده سیاستی بانک مرکزی لحاظ می‌شود یا خیر؟ از بعد تجربی، این گرایش در بانک‌های مرکزی وجود دارد که با تغییر نرخ بهره، به طور غیرمستقیم در نرخ ارز تأثیر بگذارند^۳. این نتیجه تجربی با استفاده از روش‌های تخمین پویا (همانند روش الگوی

1. John. B. Taylor (1993)

2. Taylor (2001)

3. Wollmershauser (2006)

خودهمبسته برداری ساختاری)^۱ حاصل شده است (کلریدا و گرتلر^۲ (۱۹۹۷)). واس و بریشتو^۳ (۱۹۹۹)، دونگی و پاگان^۴ (۲۰۰۰) و هافنر^۵ (۲۰۰۴) با بررسی کشورهای که سیاست هدف‌گذاری تورم را اجرا کرده‌اند، نشان دادند که در قاعده سیاستی، نرخ ارز جزء معنی‌دار است.

بال^۶ (۱۹۹۹) معتقد است سیاست پولی باید نسبت به نوسان‌های نرخ ارز واکنش نشان دهد، زیرا از طریق کانالی غیر از شوک‌های عرضه و تقاضا، در تورم اثر می‌گذارد.^۷ پیشنهاد وی این است که بانک مرکزی به طور بهینه به نوسان‌های ارزی واکنش نشان دهد. این نتیجه از سوی اسونسن^۸ (۲۰۰۰) و بر اساس الگوی تعادل عمومی نیز تأیید شده است. کلریدا، گالی و گرتلر^۹ (۱۹۹۸) قواعد سیاستی اقتصاد باز را به طور تجربی مطالعه کرده‌اند. یافته آن‌ها نشان می‌دهد که در کشورهای صنعتی، نرخ ارز در تعیین سیاست پولی مؤثر است، اما مقدار عددی آن کم است. بر اساس این نتیجه، لایبیک و شورفهدید^{۱۰} (۲۰۰۷) با استفاده از الگوی تعادل عمومی ساختاری، قواعد سیاست پولی در کشورهای استرالیا، کانادا، نیوزیلند و انگلستان را مطالعه کرده‌اند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد انگلستان، استرالیا و نیوزیلند در قواعد پولی خود نرخ ارز را لحاظ نمی‌کنند، اما اقتصاد کانادا به نرخ ارز توجه دارد. بنابراین، در برخی اقتصادهای باز، واکنش به نرخ ارز در قاعده پولی وجود دارد، اما برخی کشورهای دیگر آن را لحاظ نمی‌کنند. در این مقاله با استفاده از الگوی نیوکینزین، قاعده سیاست پولی در ایران بررسی شده است و نشان داده می‌شود که آیا بانک مرکزی در ایران به نوسان‌های ارز توجه دارد یا خیر؟ الگوی استفاده‌شده تعمیم‌یافته الگوی ولمرشازر^{۱۱} (۲۰۰۶) و بال (۱۹۹۹)

1. Structural VAR

2. Clarida and Gertler (1997)

3. Brischetto and Voss (1999)

4. Dungey and Pagan (2000)

5. Hufner (2004)

6. Ball (1999)

۷. قاعده سیاست پولی به قاعده تیلور معروف است که به طور معمول متغیرهای شکاف تولید (شوک تقاضا) و تورم از تورم هدف (شوک عرضه) در آن قرار دارند.

8. Svensson (2000)

9. Clarida, Gali and Gertler

10. Lubik and Shorfheide (2007)

11. Wollmershauser (2006)

است؛ در مطالعه حاضر ویژگی آینده‌نگر بودن به معادله‌های عرضه و تقاضای کل افزوده شده است. همچنین، معادله تقاضا با فرض ثبات عادت استخراج می‌شود.

۲. مطالعه‌های انجام‌شده

در این قسمت به یک مورد مطالعه داخلی و خارجی انجام‌شده در این زمینه اشاره می‌شود.

عبادی و جهانگرد (۱۳۹۱) به تحلیل سیاست مداخله در بازار ارز، سپس طراحی الگوی مداخله می‌پردازند. این مطالعه در بخش تحلیل سیاست مداخله در بازار ارز به این نتیجه می‌رسد که تزریق بیش از حد درآمد نفتی، سپس مداخله ارزی بانک مرکزی به شکل خرید ارز مورد نیاز برای تأمین بودجه دولت، سبب افزایش نرخ ارز و تورم و کاهش توان تولیدی اقتصاد می‌شود. بنابراین، بر اساس این مطالعه، بانک مرکزی نسبت به بازار ارز واکنش نشان می‌دهد و این واکنش به صورت جلوگیری کردن از افت نرخ ارز از کف تعریف‌شده نرخ ارز در قوانین بودجه مصوب دولت است.

ولمرشازر (۲۰۰۶) عملکرد قواعد سیاستی را در اقتصاد باز بررسی می‌کند. با تعریف یک درجه بالا از نااطمینانی نرخ ارز، نتایج نشان می‌دهند که قواعد پولی شامل نوسان‌های نرخ ارز می‌توانند به خوبی آثار نااطمینانی مربوط به نرخ ارز را نشان دهند. اگر در این حالت تصریح اقتصاد به صورت بسته در نظر گرفته شود، عملکرد ضعیفی همراه خواهد داشت.

۳. مبانی نظری سیاست‌گذاری پولی در اقتصاد باز

الگوی ولمرشازر (۲۰۰۶) که نوع تعمیم‌یافته نئوکینزین گذشته‌نگر^۱ بال (۱۹۹۹) در اقتصاد باز است، شامل معادله‌های زیر است:

$$y_{t+1} = \beta_y y_t - \beta_i (i_t - \pi_t) + \beta_q q_t + \varepsilon_{t+1}^y \quad (1)$$

$$\pi_{t+1} = \pi_t + \gamma_y y_t + \gamma_q (q_t - q_{t-1}) + \varepsilon_{t+1}^\pi \quad (2)$$

$$i_t = i_t^f + E_t s_{t+1} - s_t + u_t^s \quad (3)$$

$$q_t - q_{t-1} = s_t - s_{t-1} + \pi_t^f - \pi_t \quad (4)$$

1. Backward Looking

در این سیستم معادله‌ها، \dot{I}_t نرخ بهره اسمی، Q_t لگاریتم نرخ ارز حقیقی، S_t لگاریتم نرخ ارز اسمی، π_t نرخ تورم داخلی، π_t^f نرخ تورم خارجی و y_t شکاف تولید است. کلیه پارامترها مثبت فرض می‌شوند. شوک‌های ε_{t+1}^y و ε_{t+1}^π به صورت توزیع یکسان مستقل وایت نویز^۱ با میانگین صفرند، اما u^s جزء اخلاص خودهمبسته است.

بخش تقاضای الگوی بال (۱۹۹۹) با معادله IS اقتصاد باز در رابطه ۱ و بخش عرضه الگو با رابطه ۲ مشخص می‌شود. رابطه اصلی مرتبط با پویایی‌های نرخ ارز، تساوی نرخ بهره غیرپوششی^۲ است که به وسیله معادله ۳ نشان داده شده است. علت انتخاب رابطه ۳ به‌منزله تصریح نرخ ارز در الگوی پایه این است که در الگوهای جدید امروزی اقتصاد کلان باز، این تساوی (UIP) به‌منزله معادله رفتاری مهم وارد می‌شود (برای مثال، بوتتر^۳ (۱۹۹۰)، مک کالم^۴ (۱۹۹۶)، مک کالم و نلسون^۵ (۱۹۹۹)). آخرین رابطه الگوی اقتصاد باز این مقاله، ارتباط میان نرخ ارز حقیقی و اسمی است که در معادله ۴ آمده است.

بنابراین، می‌توان کانال انتقال شوک‌های پولی در اقتصاد کوچک باز را توضیح داد که به دو دسته تقسیم می‌شود: کانال نرخ بهره و کانال نرخ ارز. با کانال نرخ بهره، سیاست پولی از طریق اثرگذاری در نرخ بهره حقیقی کوتاه‌مدت، در تقاضای کل اثر می‌گذارد (رابطه ۱). تقاضای کل از طریق بخش عرضه در تورم اثرگذار خواهد بود، که از طریق منحنی فیلیپس نشان داده می‌شود (رابطه ۲). با توجه به رابطه UIP در ۳، کانال نرخ ارز از طریق تغییرات در نرخ ارز اسمی فعال می‌شود.

اگر بانک مرکزی از قاعده سیاستی اقتصاد بسته تبعیت کند، نرخ بهره را به صورت مستقل و برونزا از تغییرات نرخ ارز در نظر می‌گیرد و اگر قاعده سیاستی برای اقتصاد باز طراحی شود، بانک مرکزی به تغییرات در نرخ ارز نیز واکنش نشان خواهد داد.

۴. طراحی الگوی اقتصاد باز برای اقتصاد ایران

معادله‌های ۱ تا ۴ ساختار اقتصاد باز را نشان می‌دهد که در آن نرخ بهره به‌منزله ابزار پولی و نرخ ارز از رابطه تساوی نرخ بهره غیرپوششی تبعیت می‌کند. این دو الگو

-
1. i.i.d. White Noise
 2. Uncovered Interest Rate Parity (UIP)
 3. Buiter (1990)
 4. McCallum (1996)
 5. McCallum and Nelson (1999)

نمی‌توانند برای اقتصاد ایران صادق باشند؛ زیرا، اولاً بانک مرکزی ایران با تغییر حجم پول در اقتصاد اثر می‌گذارد و نرخ بهره و قابلیت کنترل آن بر این ابزار بالاتر است. ثانیاً نرخ ارز در ایران از رابطه UIP حاصل نمی‌شود.^۱ در ایران بانک مرکزی انحصار عرضه ارز را در دست دارد و مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده نرخ ارز در ایران سیاست‌های ارزی این بانک و حجم منابع ارزی است.^۲ به منظور الگوسازی نرخ ارز در ایران، باید پویایی‌های عرضه و تقاضای ارز در ایران را مدنظر گرفت. عرضه ارز در زمان t به سه عامل بستگی دارد: درآمدهای ارزی دولت، میزان وام خارجی دریافتی دولت (در قالب اوراق قرضه خارجی یا وام از سازمان‌های بین‌المللی) و میزان ارزی که دولت از سایر منابع داخلی (مانند بانک مرکزی و حساب ذخیره ارزی) می‌تواند قرض گیرد. بنابراین، حجم عرضه ارز در ایران در زمان t به صورت رابطه زیر بیان می‌شود:

$$ES_t = FTR_t + (A_t - A_{t-1}) + B_t$$

که در رابطه بالا ES_t عرضه ارز در زمان t ، FTR_t درآمدهای ارزی، A_t حجم قرض از خارج در زمان t ، A_{t-1} قرض از خارج در زمان $t-1$ و B_t ارز کسب‌شده از منابع داخلی (برای مثال برداشت از حساب ذخیره ارزی یا خالص فروش ارز از سوی بخش خصوصی) است. عمده درآمدهای ارزی کشور درآمد ناشی از فروش نفت و فرآورده‌های نفتی است؛ بنابراین، می‌توان درآمد ارزی FTR_t را به صورت زیر نوشت:

$$FTR_t = q_0 + q_1 P_t^{oil} \quad q_0 > 0, q_1 > 0$$

که در رابطه بالا P_t^{oil} درآمد حاصل از فروش نفت و فرآورده‌های نفتی است. تغییر در حجم بدهی‌های خارجی کشور رابطه‌ای معکوس با درآمدهای ارزی دارد^۳ و می‌توان به صورت زیر آن را در نظر گرفت:

$$(A_t - A_{t-1}) = q_2 - q_3 P_t^{oil} \quad q_2 > 0, q_3 > 0$$

جزء B_t رابطه مستقیمی با نرخ ارز دارد. به عبارتی هرگاه نرخ ارز در حال افزایش باشد بانک مرکزی سعی دارد با استفاده از منابع ارزی و تزریق ارز بیشتر، به کنترل بازار

۱. به دلایلی از جمله تحریم نظام بانکی و انتقال نیافتن آزادانه سرمایه از ایران به خارج، تفاوت نرخ‌های بهره داخلی و خارجی نمی‌تواند در نرخ ارز و انتقال سرمایه اثر داشته باشد.

۲. این فرض در صورت بروز ندادن شوک‌های خارجی صحیح است.

۳. انتظار داریم با افزایش درآمد ارزی کشور، نیاز دولت به استقراض از خارج کاهش یابد.

اقدام (و بر عکس) و بخش خصوصی نیز تمایل دارد با فروش بیشتر ارز، درآمد بیشتری کسب کند. بنابراین، این جزء را می‌توان به صورت رابطه زیر در نظر گرفت:

$$B_t = q_4 + q_5 S_t \quad q_4 > 0, q_5 > 0$$

که S_t نرخ ارز اسمی است. بنابراین، کل عرضه ارز عبارت است از:

$$ES_t = q_6 + q_5 S_t + q_7 P_t^{oil}$$

$$q_6 = q_1 + q_2 + q_4, \quad q_7 = q_1 - q_3$$

تقاضای ارزی نیز به چهار دسته تقسیم می‌شود: ارز برای واردات، ارز لازم برای پرداخت اصل و بهره دیون خارجی، مقدار ارزی که دولت در حساب ارزی، صندوق توسعه ملی و تسویه با بانک مرکزی قرار می‌دهد و مقدار ارزی که برای سفته‌بازی و سایر تقاضای ارزی وجود دارد. بنابراین، تقاضای ارزی در ایران را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$ED_t = IM_t + rA_{t-1} + C_t + X_t$$

که در رابطه بالا ED_t حجم تقاضای ارز، IM_t تقاضای ارزی واردات، r نرخ بهره پرداخت دیون خارجی، C_t حجم ارز تخصیصی به حساب‌های ارزی داخلی و X_t تقاضای سفته‌بازی و سایر است. تقاضای ارزی واردات، تابعی معکوس از نرخ ارز است:

$$IM_t = q_8 - q_9 S_t \quad q_8 > 0, q_9 > 0$$

پرداخت بهره‌ای قرض خارجی، در زمان t مقداری ثابت است که می‌توان به صورت $rA_{t-1} = q_{10}$ آن را در نظر گرفت. حجم ارز تخصیصی به حساب‌های داخلی تابعی است از درآمد ارزی و نرخ ارز. هرچه درآمد ارزی بیشتر باشد انتظار داریم حساب‌های ارزی داخلی افزایش یابد و از طرفی هرچه نوسان مثبت ارزی (افزایش نرخ ارز) بیشتر باشد انتظار داریم برای کنترل بازار، ارز بیشتری به بازار تزریق و حجم کمتری به حساب‌های داخلی واریز شود. بنابراین، می‌توان رابطه زیر را برای این متغیر در نظر گرفت:

$$C_t = q_{11} + q_{12} P_t^{oil} - q_{13} S_t \quad q_{11} > 0, q_{12} > 0, q_{13} > 0$$

به منظور فعالیت‌های سفته‌بازی، دلالتان دو متغیر را مدنظر قرار می‌دهند. اولین متغیر، نرخ ارز انتظاری است؛ انتظار افزایش نرخ ارز در آینده سبب افزایش تقاضای ارز می‌شود. دومین متغیر، انتظار کاهش قدرت خرید پول ملی نسبت به ارزهای جهانی است؛ به عبارتی تفاوت تورم انتظاری داخلی از انتظاری خارجی در تصمیم آن‌ها اثرگذار

است. هرچه تفاوت تورم انتظاری کشور از تورم انتظاری کشورهای دیگر بیشتر شود، تقاضای امروز خرید ارز افزایش می‌یابد. بنابراین می‌توان نوشت:

$$X_t = q_{14} + q_{15}E_t S_{t+1} + q_{16}(E_t P_{t+1}^d - E_t P_{t+1}^f) \quad q_{14} > 0, q_{15} > 0, q_{16} > 0$$

که در رابطه بالا p_t^d نرخ تورم داخلی و p_t^f نرخ تورم خارجی است. بنابراین، مجموع تقاضا برای ارز عبارت است از:

$$ED_t = q_{17} - q_{18}S_t + q_{17}P_t^{oil} + q_{15}E_t S_{t+1} + q_{16}E_t (p_{t+1}^d - p_{t+1}^f)$$

$$q_{17} = (q_{18} + q_{10} + q_{11} + q_{14}), \quad q_{18} = (q_9 + q_{13})$$

تبادل بازار ارز نیازمند این است که عرضه ارز برابر تقاضای ارز باشد ($ED = ES_t$). بنابراین، در تعادل داریم:

$$S_t = a_0 + a_1 E_t S_{t+1} + a_2 P_t^{oil} + a_3 E_t p_{t+1}$$

$$a_0 = \frac{q_{17} - q_6}{q_5 + q_{18}}, \quad a_1 = \frac{q_{15}}{q_5 + q_{18}}, \quad a_2 = \frac{q_{17} - q_{17}}{q_5 + q_{18}}, \quad a_3 = \frac{q_{16}}{q_5 + q_{18}}$$

$$p_{t+1} = p_{t+1}^d - p_{t+1}^f$$

حال با خطی‌سازی رابطه بالا حول نقطه ایستا^۱ خواهیم داشت:^۲

$$s_t = a_1 E_t s_{t+1} + b_1 p_{t+1}^{oil} + b_2 E_t \pi_{t+1} + \varepsilon_t^s \quad (5)$$

که در رابطه بالا، متغیرهای با حروف کوچک بیانگر انحراف متغیرهای سطح از نقطه ایستا و π_{t+1} انحراف p_{t+1} از سطح ایستا و ε_t^s شوک وارد به بازار ارز است. رابطه ۵ را می‌توان به‌منزله رابطه UIP برای اقتصاد ایران در نظر گرفت. تقاضای کل اقتصاد را به صورت زیر در نظر می‌گیریم:^۳

$$y_t = \beta_y E_t y_{t+1} + (1 - \beta_y)y_{t-1} - \beta_m (m_t - E_t \pi_{t+1}^d) + \beta_q s_t + \varepsilon_t^y \quad (6)$$

که در این رابطه y شکاف تولید (تفاضل لگاریتم سطح تولید بالفعل از لگاریتم سطح تولید بالقوه)، m نرخ رشد پول و ε_t^y شوک تقاضای کل است.

1. Steady State

۲. نحوه استخراج رابطه در پیوست مقاله آمده است.

۳. جهت نحوه استخراج این رابطه به مقاله شاهمرادی و صارم (۱۳۹۱) مراجعه کنید.

منحنی عرضه الگو به تبعیت از گالی و گرتلر^۱ (۱۹۹۹) به صورت نیوکینزین هیبریدی در نظر گرفته می‌شود:

$$\pi_t^d = \alpha E_t \pi_{t+1}^d + \gamma_\pi \pi_{t-1}^d + \gamma_y y_t + \gamma_q s_t + \varepsilon_t^\pi \quad (7)$$

که ε_t^π شوک عرضه کل است. مزیت رابطه ۷ نسبت به رابطه ۲ این است که نقش تورم انتظاری در منحنی فیلیپس لحاظ شده است.

بانک مرکزی ایران با تغییر در حجم پول به نوسان‌های اقتصادی واکنش نشان می‌دهد بنابراین، این نرخ را به‌منزله ابزار پولی در نظر می‌گیریم. به طور معمول در تابع واکنش بانک مرکزی، شکاف تولید، تفاضل تورم از سطح ایستای آن، رشد پولی دوره قبل و رشد درآمدهای نفتی لحاظ می‌شود. از طرفی به علت اینکه طراحی الگو برای اقتصاد باز است، همانند مطالعه‌های اشاره‌شده، نرخ ارز را نیز در این رابطه وارد می‌کنیم:

$$m_t = \delta \cdot m_{t-1} + \delta_\pi \pi_t^d + \delta_y y_t + \delta_s s_t + \delta_p p_t^{oil} + \varepsilon_t^m \quad (8)$$

به منظور بررسی اینکه آیا بانک مرکزی به نوسان‌های نرخ ارز واکنش نشان می‌دهد یا خیر، ابتدا دو الگوی متفاوت را در نظر می‌گیریم که در یک الگو نوسان نرخ ارز در قاعده تیلور لحاظ می‌شود و در الگوی دیگر لحاظ نمی‌شود؛ سپس، دو الگو را برآورد و نتایج آن‌ها را با یکدیگر مقایسه می‌کنیم (شورفهد و لایبیک^۲ (۲۰۰۷)). سپس، به معرفی معیاری که این دو الگو را مقایسه می‌کند می‌پردازیم و در نهایت بر اساس این معیار الگوی مناسب را انتخاب می‌کنیم.

۵. نتایج تخمین الگو

تخمین الگو بر اساس داده‌های فصلی و در بازه زمانی ۱۳۶۹ - ۱۳۸۹ انجام شده است.^۳ به منظور برآورد پارامترهای الگو از روش بیزین استفاده شده است. علت انتخاب این روش امکان استفاده از اطلاعات بیشتر و واردکردن سایر اطلاعات از مطالعه‌های پیشین (در خصوص پارامترها) است که این امر سبب می‌شود برآورد الگو از حیث دقت و استفاده از حداکثر اطلاعات نسبت به سایر روش‌های تخمین (مانند GMM) برتری

1. Gali and Gertler (1999)

2. Lubik and Schorfheide (2007)

۳. داده‌های فصلی از بخش آمار و داده‌ها و بخش سری‌های زمانی اقتصادی بانک مرکزی ایران گرفته شده‌اند.

داشته باشد^۱. برآورد الگو شامل تخمین همزمان معادله‌های ۵ و ۸ است. در این قسمت دو الگوی مختلف برآورد شده است؛ در الگوی اول فرض می‌کنیم بانک مرکزی به نوسان‌های نرخ ارز واکنش نشان می‌دهد، بنابراین این جزء را وارد معادله تیلور بانک مرکزی می‌کنیم. در الگوی دوم فرض می‌کنیم واکنشی از سوی بانک مرکزی انجام نمی‌شود و در معادله تیلور نیز جزئی برای نوسان‌های نرخ ارز در نظر نمی‌گیریم. سپس، با استفاده از فاکتور بیز^۲ این دو الگو را مقایسه می‌کنیم^۳ و بر اساس اینکه کدام الگو پذیرفته شود، نشان می‌دهیم که آیا بانک مرکزی به نوسان‌های ارزی واکنش نشان می‌دهد یا خیر؟

جدول ۱ نتایج تخمین الگوی اول را نشان می‌دهد؛ در الگوی اول فرض می‌کنیم بانک مرکزی نسبت به نوسان‌های ارزی از خود واکنش نشان می‌دهد. در این جدول مقدار تخمین نقطه‌ای هر پارامتر و فاصله اطمینان آن‌ها آمده است.

جدول ۱. برآورد نقطه‌ای و فاصله اطمینان هر پارامتر تحت الگوی اول

پارامتر	برآورد	فاصله اطمینان	پارامتر	برآورد	فاصله اطمینان
α	۰/۱۸	(۰/۱۴ و ۰/۲۱)	b_1	-۰/۰۸	(-۰/۱۷ و -۰/۰۱)
γ_π	۰/۶۸	(۰/۶۴ و ۰/۷۲)	b_2	۰/۰۴	(۰/۰۰۲ و ۰/۰۹)
γ_y	۰/۰۹	(۰/۰۶ و ۰/۱۲)	δ_1	۰/۲۹	(۰/۲۴ و ۰/۳۴)
γ_q	۰/۱۹	(۰/۱۷ و ۰/۲۱)	δ_2	-۰/۲۲	(-۰/۲۹ و -۰/۱۶)
β_y	۰/۲	(۰/۱۸ و ۰/۲۱)	δ_3	۰/۲۱	(۰/۱۷ و ۰/۲۴)
β_m	۰/۰۲	(-۰/۰۳ و ۰/۰۸)	δ_4	-۰/۱۲	(-۰/۱۴ و -۰/۱۱)
β_q	-۰/۲۹	(-۰/۳۶ و -۰/۲۲)		-۰/۰۰۵	(-۰/۰۱ و ۰/۰۰۸)
a_1	۱/۰۴	(۰/۹۶ و ۱/۱۳)			

جدول ۲ نتایج برآورد پارامترها را تحت الگوی دوم نشان می‌دهد. جدول ۳ لگاریتم درست‌نمایی داده‌های الگو نسبت به دو الگوی برآورد شده را نشان می‌دهد که چهار عنوان در آن بیان شده است. $\text{Log}(y|M_i), i=1,2$ بیانگر لگاریتم درست‌نمایی داده‌های

1. Lubik and Schorfheide (2007)

2. Bayes Factor

۳. نحوه محاسبه و مقایسه الگوها با استفاده از این فاکتور، در پیوست مقاله آمده است.

الگو تحت الگوی M_i , $i=1,2$ است. از تفاضل لگاریتم درستنمایی دو الگو، آماره نسبت درستنمایی به دست می‌آید. منظور از df_i , $i=1,2$ درجه آزادی الگوهاست.

جدول ۲. برآورد نقطه‌ای و فاصله اطمینان هر پارامتر تحت الگوی دوم

پارامتر	برآورد	فاصله اطمینان	پارامتر	برآورد	فاصله اطمینان
α	۰/۱۸	(۰/۱۵ و ۰/۲۰)	b_1	-۰/۰۷	(-۰/۱۵ و -۰/۰۰۴)
γ_π	۰/۶۹	(۰/۶۶ و ۰/۷۲)	b_2	۰/۰۸	(۰/۰۲ و ۰/۱۳)
γ_y	۰/۱۳	(۰/۱۱ و ۰/۱۶)	δ_1	-۰/۲۷	(۰/۲۲ و ۰/۳۱)
γ_q	۰/۱۸	(۰/۱۷ و ۰/۱۹)	δ_2	-۰/۳۶	(-۰/۴۲ و -۰/۳۰)
β_y	۰/۲۱	(۰/۱۹ و ۰/۲۲)	δ_3	۰/۲۷	(۰/۲۵ و ۰/۳۰)
β_m	۰/۰۳	(-۰/۰۴ و ۰/۱)	δ_4	-۰/۰۰۷	(-۰/۰۲ و ۰/۰۰۹)
β_q	-۰/۴۳	(-۰/۴۴ و -۰/۴۱)			
a_1	۱/۰۱	(۰/۹۵ و ۱/۰۷)			

جدول ۳. لگاریتم درستنمایی داده‌ها تحت دو الگوی برآوردشده

عامل	مقدار
$\text{Log}(y M_1)$	۱۳۴/۸۶۳۴۹۹
$\text{Log}(y M_2)$	۷۹/۵۲۹۶۰۹
$-2\text{Log}(y M_2) + 2\text{Log}(y M_1)$	۱۱۰/۶
$df(2)-df(1)$	$(88-14) - (88-15) = 1$

چون هدف انتخاب یک الگو از میان دو الگو بالاست، بنابراین آزمون فرضیه زیر را باید انجام دهیم:

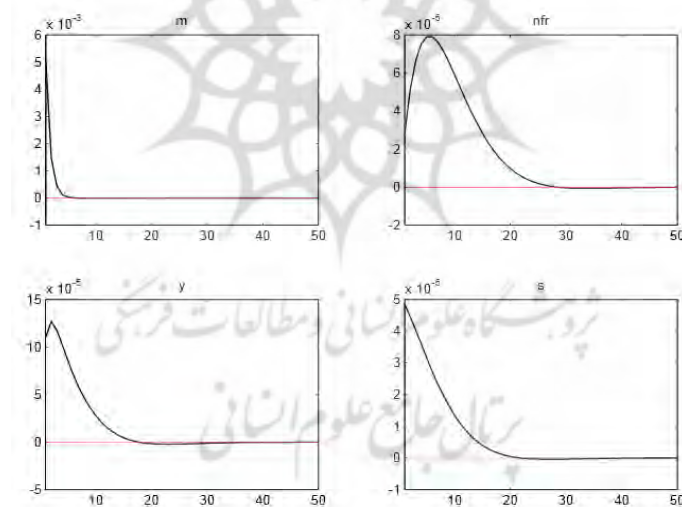
$$H_0: \delta_3 = 0$$

آماره آزمون بالا دارای توزیع کای-دو با درجه آزادی یک است؛ بر اساس جدول ۳ این آماره برابر ۱۱۰/۶ است و با توجه به جدول توزیع کای-دو، آماره جدول در سطح ۹۵ درصد برابر ۰/۰۰۴ و در سطح ۹۰ درصد برابر ۰/۰۲ است. بنابراین، فرضیه صفر رد می‌شود و نتیجه می‌گیریم که الگوی اول برای بیان پویایی‌های نرخ ارز مناسب‌تر است؛

به عبارت دیگر بانک مرکزی در ایران نسبت به نوسان‌های نرخ ارز واکنش نشان داده و لازم است این جزء در معادله تیلور قاعده پولی لحاظ شود.

۶. توابع واکنش آنی

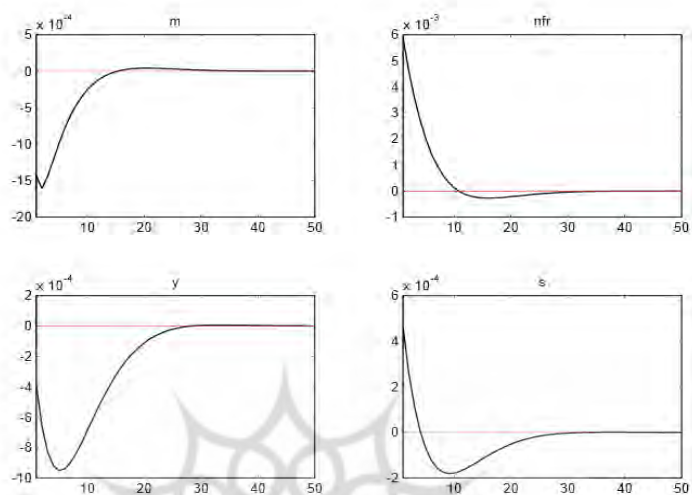
چهار شوک سیستم معادله ۵-۸ عبارت‌اند از: شوک عرضه، شوک تقاضا، شوک نرخ ارز و شوک پولی. در این قسمت سعی داریم با استفاده از پارامترهای برآورده شده در جدول ۱، بررسی کنیم که وقوع هر یک از این شوک‌ها چه تأثیری در متغیرهای الگو خواهد گذاشت. نمودارهای ۱ تا ۴ اثر این شوک‌ها در متغیرهای الگو را نشان می‌دهد. نمودار ۱ واکنش متغیرها به شوک پولی را نشان می‌دهد (منظور از nfr نرخ تورم است). بر این اساس در مواجهه با رشد پولی، کلیه متغیرها افزایش می‌یابد. رشد پولی سبب رشد تورم و افزایش تورم افزایش نرخ ارز را همراه دارد. از طرفی شکاف تولید نیز به طور مثبت با شوک پولی رابطه دارد که رشد آن را نیز به همراه دارد.



نمودار ۱. واکنش متغیرهای الگو به شوک پولی

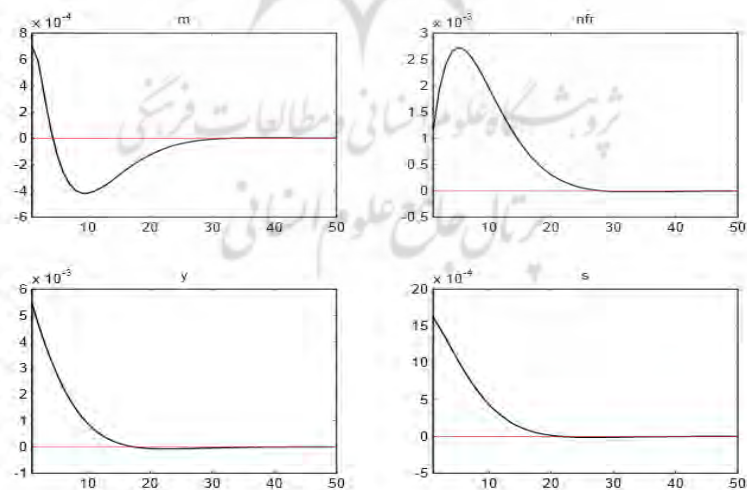
نمودار ۲ واکنش متغیرها به شوک تورمی را نشان می‌دهد. بر اساس این نمودار، بانک مرکزی هنگام وقوع شوک تورمی سعی دارد سیاست پولی انقباضی داشته باشد. از

طرف دیگر نرخ ارز و شکاف تولید بالفعل از تولید بالقوه (با توجه به تقاضای کل) افزایش می‌یابد.



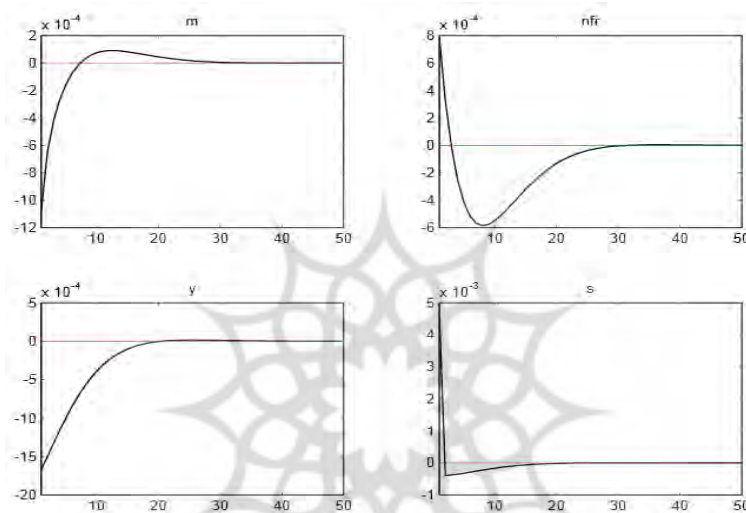
نمودار ۲. واکنش متغیرهای الگو به شوک تورمی

نمودار ۳ واکنش متغیرها به شوک مثبت تولید را نشان می‌دهد که سبب افزایش تورم (با توجه به منحنی فیلیپس)، افزایش پول و رشد نرخ ارز (به علت رشد تورم) می‌شود.



نمودار ۳. واکنش متغیرهای الگو به شوک تولید

نمودار ۴ واکنش الگو به شوک نرخ ارز را نشان می‌دهد. بر این اساس، با وقوع شوک ارزی، نرخ تورم افزایش می‌یابد و بانک مرکزی برای جلوگیری از کاهش بیشتر ارزش پول و رشد بیشتر تورم، سیاست انقباضی پولی (کاهش نرخ رشد پول) در پیش می‌گیرد. به علت اثر منفی نرخ ارز در تولید، فاصله تولید بالفعل از تولید بالقوه بیشتر می‌شود.



نمودار ۴. واکنش متغیرهای الگو به شوک ارزی

بنابراین، بر اساس الگوی حاضر، انتظار داریم با شروع شوک ارزی به اقتصاد، بانک مرکزی نرخ رشد حجم پول را کاهش دهد و از این طریق از کاهش بیشتر ارزش پول جلوگیری کند.

۷. نتیجه‌گیری

هدف از مطالعه حاضر بررسی واکنش بانک مرکزی به نوسان‌های ارزی است. بدین منظور، ابتدا بر اساس ساختار نیوکینزین، ساز و کار انتقال پولی ایران مشخص شد که در آن، معادله نرخ ارز از تعادل در بازار ارز به دست آمد. در ادامه دو الگوی مختلف برآورد شد. فرض الگوی اول این است که بانک مرکزی به نوسان‌های ارزی واکنش نشان می‌دهد و بنابراین جزء نرخ ارز را نیز در قاعده پولی لحاظ کردیم. فرض الگوی دوم این است که بانک مرکزی به نوسان‌های ارزی توجهی ندارد و آن را در قاعده خود لحاظ

نمی‌کند. به منظور انتخاب الگوی مناسب (از میان این دو الگو)، ابتدا با استفاده از روش بیزین هر دو الگو را برآورد و با استفاده از آماره نسبت درست‌نمایی، این آزمون را بررسی کردیم که آیا در قاعده پولی بانک مرکزی ایران، نوسان‌های نرخ ارز قرار دارد یا خیر؟ نتیجه آزمون نشان داد که بانک مرکزی به نوسان‌های ارزی توجه داشته است و آن را در معادله پولی خود لحاظ می‌کند. به عبارت دیگر الگوی اول تأیید شد.

بر اساس برآورد الگوی اول، ۱ درصد افزایش در نرخ ارز سبب ۰/۲ درصد افزایش در نرخ تورم می‌شود که این امر به علت وابستگی بالای کشور به واردات کالاهای مصرفی و سرمایه‌ای است. از طرف دیگر تولید بالفعل نسبت به تولید بالقوه به میزان ۰/۳ درصد کاهش می‌یابد که این امر می‌تواند به علت افزایش هزینه‌های تولید، کاهش حجم کالاهای سرمایه‌ای و افزایش نااطمینانی در سرمایه‌گذاری باشد.

واکنش بانک مرکزی به نوسان ارزی برابر ۰/۱۲- است؛ یعنی با وقوع ۱ درصد افزایش در نرخ ارز، بانک مرکزی سعی دارد به میزان ۰/۱۲ درصد از رشد حجم پول را کاهش دهد. این امر به علت این است که بانک مرکزی در مواجهه با نوسان‌های ارزی، سعی دارد با تزریق ارز بیشتر و جمع‌آوری نقدینگی، به آن واکنش نشان دهد که این واکنش سبب کاهش نرخ رشد پول می‌شود. حجم پول کماکان در اقتصاد حالت افزایشی دارد، اما انتظار داریم در نتیجه وقوع این شوک با نرخ کمتری افزایش یابد.

پیوست

۱. بر اساس تعادل بازار ارز داریم:

$$S_t = a_0 + a_1 E_t S_{t+1} + a_2 P_t^{oil} + a_3 E_t P_{t+1}$$

اگر $(\bar{S}, \bar{P}^{oil}, \bar{P})$ نقاط حالت ایستای متغیرهای الگوی بالا باشند، آنگاه با بسط

مرتبه اول تیلور رابطه بالا را حول این نقطه داریم:

$$S_t \approx \bar{S} + a_1 (E_t S_{t+1} - \bar{S}) + a_2 (P_t^{oil} - \bar{P}^{oil}) + a_3 (E_t P_{t+1} - \bar{P})$$

رابطه بالا را می‌توان به صورت زیر بازنویسی کرد:

$$\frac{S_t - \bar{S}}{\bar{S}} \approx a_1 \frac{(E_t S_{t+1} - \bar{S})}{\bar{S}} + a_2 \frac{(P_t^{oil} - \bar{P}^{oil})}{\bar{P}^{oil}} \frac{\bar{P}^{oil}}{\bar{S}} + a_3 \frac{(E_t P_{t+1} - \bar{P})}{\bar{P}} \frac{\bar{P}}{\bar{S}}$$

بنابراین، رابطه بالا را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$s_t \approx a_1 E_t s_{t+1} + b_1 p_t^{\text{oil}} + b_2 E_t \pi_{t+1}$$

$$s_t = \frac{S_t - \bar{S}}{\bar{S}}, \quad b_1 = a_2 \frac{\bar{P}^{\text{oil}}}{\bar{S}}, \quad p_t^{\text{oil}} = \frac{P_t^{\text{oil}} - \bar{P}^{\text{oil}}}{\bar{P}^{\text{oil}}}, \quad b_2 = a_3 \frac{\bar{P}}{\bar{S}}$$

$$E_t \pi_{t+1} = \frac{E_t P_{t+1} - \bar{P}}{\bar{P}}$$

۲. بر اساس روش تخمین بی‌زین، می‌توان دو الگوی مختلف را با یکدیگر مقایسه کرد. هر الگو بر اساس تابع درست‌نمایی و توزیع پیشین آن مشخص می‌شود. فرض می‌کنیم که M_i الگوی مختلف وجود دارد به طوری که $M_i = 1, 2, \dots, m$ و هدف هر الگو توضیح بردار داده‌های y است. اگر B بردار پارامترهای هر الگو باشد، آنگاه توزیع پسین پارامترها با توجه به الگو M_i عبارت است از:

$$p(B^{(i)} | y, M_i) = \frac{p(y | B^{(i)}, M_i) p(B^{(i)} | M_i)}{p(y | M_i)}$$

از طرفی، با استفاده از احتمال پسین الگو، می‌توان قدرت برآزش الگو M_i را ارزیابی کرد. این عمل با استفاده از قاعدهٔ بیز امکان‌پذیر است:

$$p(M_i | y) = \frac{p(y | M_i) p(M_i)}{p(y)}$$

حال اگر فرایند بالا را برای دو الگوی مختلف انجام دهیم، از تقسیم آن‌ها به فاکتور

بیز می‌رسیم:

$$BF_{ij} = \frac{p(y | M_i)}{p(y | M_j)} = \frac{\int p(B^{(i)} | M_i) p(y | B^{(i)}, M_i) dB^{(i)}}{\int p(B^{(j)} | M_j) p(y | B^{(j)}, M_j) dB^{(j)}}$$

عبارت بالا از نظر محاسباتی دشوار است؛ به منظور محاسبهٔ آسان‌تر فاکتور بیز، می‌توان به جای صورت و مخرج رابطهٔ بالا، مقدار لگاریتم درست‌نمایی هر الگو را جایگزین کنیم و آزمون نسبت درست‌نمایی را انجام دهیم، یعنی:

$$BF_{ij} \approx -2[\text{likelihood}(M_i) - \text{likelihood}(M_j)] \sim \chi^2$$

با مقایسهٔ آمارهٔ محاسباتی بالا و آمارهٔ حاصل از جدول توزیع کای-دو، می‌توان نتیجه گرفت کدام الگو برآزش بهتری به دست می‌دهد.

منابع

۱. عبادی، جعفر و جهانگرد، هاجر (۱۳۹۱). الگوسازی مداخلهٔ ارزی در بازار ارز ایران. *مجلهٔ تحقیقات اقتصادی*، ۴۷، ۳.
۲. شاه‌مرادی، اصغر و صارم، مهدی (۱۳۹۲). سیاست پولی بهینه و هدف‌گذاری تورم در ایران. *مجلهٔ تحقیقات اقتصادی*، ۴۸، ۲.
3. Ball, L. (1999). Policy rules for open economies. In: Taylor, J.B. (Ed.), *Monetary Policy Rules. The University of Chicago Press*, Chicago, 127–156.
4. Barro, R.J., & Gordon, D.B. (1983). A positive theory of monetary policy in a natural rate model. *Journal of Political Economy*, 91, 589-610.
5. Batini, N., & Harrison, R., Millard, S.P (2001). Monetary policy rules for an open economy. *Bank of England, Working* , 149.
6. Brischetto, A., & Voss, G. (1999). A structural vector autoregression model of monetary policy in Australia. *Bank of Australia Research Discussion Paper* 1999-11.
7. Buiter, W.H. (1990). *International macroeconomics*. Oxford, Clarendon press.
8. Clarida, R., Gali, J., & Gertler, M. (1999). The science of monetary policy: A new Keynesian perspective. *Journal of Economic Literature*, 37, 1661–1707.
9. Clarida, R., Gali, J., & Gertler, M. (1998). Monetary policy rules in practice: Some international evidence. *European Economic Review*, 42, 1033–1067.
10. Clarida, R., & Gertler, M. (1997). How the Bundesbank Conducts Monetary Policy. In: Romer, C.D., & Romer, D.(Eds.), *Reducing Inflation: Motivation and Strategy*. Chicago, The University of Chicago Press, 363–406.
11. Dungey, M., & Pagan, A. (2000). A structural VAR model of the Australian economy. *The Economic Record*, 76, 321–342
12. Fuhrer, J.C. (2000). Habit formation in consumption and its implication for monetary policy models. *American Economic Review*, 90, 367-390.

13. Hamilton, J.D. (1994). *Time series analysis*. New Jersey, Princeton University Press.
14. Hufner, F. (2004). Foreign Exchange Intervention as a Monetary Policy Instrument – Evidence for Inflation Targeting Countries. Heidelberg, Physica.
15. Lubik Thomas, & Schorfheide, Frank (2007). Do central bank respond to exchange rate movements? A structural investigation. *Journal of Monetary Economics*, 54(4), 1069- 1087.
16. McCallum, B.T. (1996). *International monetary economics*. Oxford, Oxford University Press.
17. McCallum, B.T., & Nelson, E. (1999). Nominal income targeting in an open economy optimizing model. *Journal of Monetary Economics*, 43, 553-578.
18. Romer, D. (2000). Keynesian macroeconomics without the LM curve. *Journal of Economics Perspectives*, 14, 149-169
19. Rudebusch, G.D., & Svensson, L.E.O. (1999). Policy rules for inflation targeting. In: Taylor, J.B. (Ed.), *Monetary policy rules*. Chicago, The University of Chicago Press, 203-246.
20. Svensson, L.E.O. (2000). Open-economy inflation targeting. *Journal of International Economics*, 50, 155–183.
21. Taylor, J.B. (1993). Discretion versus policy rules in practice. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 39(1), 195–214.
22. Woodford, M.D (2000). *Interest and prices: Foundation of a theory of monetary policy*. New Jersey, Princeton University Press.
23. Wollmershauser, Timo (2006). Should central banks react to exchange rate movements? An analysis of the robustness of simple policy rules under exchange rate uncertainty. *Journal of Macroeconomics*, 28, 493-519.