Archive of SID

مجلهٔ تحقیقات اقتصادی / شمارهٔ 93 / زمستان 89 / صفحات 81 - 55

طراحی الگوی نظری تعیین حد بهینه‌ی مداخله در بازار ارز ایران[1]

جعفر عبادی

دانشیار دانشکده‌ی اقتصاد دانشگاه تهران jebadi@ut.ac.ir

هاجر جهانگرد

دانشجوی دوره‌ی دکترای اقتصاد دانشگاه تهران

تاریخ دریافت : 87/11/13 تاریخ پذیرش: 88/10/15

چکیده

هدف این مقاله طراحی الگوی نظری تعیین حد بهینه‌ی مداخله در بازار ارز ایران است که برای نخستین بار در ایران انجام می‌پذیرد. حجم بهینه‌ی مداخله‌ی ارزی، سازگار بودن مداخله با دیگر سیاست‌ها و مد نظر قرار ندادن عمل مداخله به عنوان یک ابزار مستقل سیاستی، سه قاعده‌ی یک هرم هستند که در صورت فقدان هر کدام، مرکز ثقل هرم (تعادل‌های اقتصادی) از بین خواهد رفت. الگوی مورد استفاده یک الگوی برنامه‌ریزی غیرخطی پویا با توابع تصادفی پیوسته است. نتیجه‌ی حل الگو نشان می‌دهد که انتخاب بهترین حجم مداخله‌ی ارزی، به هدف‌های اقتصادی سیاست‌گذاران و مقام‌های پولی، نرخ ارز زمان حال و نرخ ارز آتی انتظاری مقام‌های دولتی بستگی دارد.

طبقه‌بندی JEL: C61, C62, E61, E63

کلید واژه: نرخ ارز، مداخله‌ی ارزی، برنامه‌ی اهلیگ, برنامه‌ریزی غیرخطی پویای تصادفی، لگاریتم خطی کردن، بازار ارز.

---

1 - این مقاله براساس رساله‌ی دکترای هاجر جهانگرد با عنوان: " طراحی الگوی نظری تعیین حد بهینه‌ی مداخله در بازار ارز ایران" با راهنمایی آقای دکتر جعفر عبادی در دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران نوشته شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

1- مقدمه

در ادبیات اقتصادی مداخله‌ی ارزی به حضور غیربازاری دولت یا مقام مسئول در بازار پول/ ارز، با هدف جهت دادن به وضعیت بازار پول/ ارز در سوی مطلوب برای دولت، اطلاق می‌شود. به بیان دیگر، مداخله‌ی ارزی، عبارت از هرگونه خرید و فروش دارایی‌های خارجی در مقابل دارایی‌های داخلی در بازار است. در بسیاری از کشورها عمل مداخله به وسیله‌ی مقام پولی (بانک مرکزی) انجام می‌شود، هرچند که تصمیم به مداخله اغلب توسط مقام‌های وزارت دارایی یا خزانه‌داری دولت، بسته به نوع کشور، گرفته می‌شود.

مطالعه‌های اندکی در زمینه‌ی برآورد مداخله‌ی بهینه در بازار ارز انجام گرفته است. بیش‌تر این مطالعه‌ها به طراحی یک الگوی تک قیدی کنترل تصادفی می‌پردازند. به طور مثال موناکا و آکساندال (1998)[1]، الگوی کنترل بهینه‌ی نرخ ارز را در شرایط نااطمینانی طراحی می‌کنند. در حالی که کادنیلاس و زاپاترو (1999)[2]، به طراحی یک الگوی کنترل بهینه‌ی نرخ ارز با فرض یک نظام ارزی منطقه‌ی هدف می‌پردازند که باید نرخ ارز همواره نزدیک به ارزش میانی نوار ارزی نگه داشته شود. در مطالعه‌ی دیگر کادنیلاس و زاپاترو (2000)[3]، یک مسأله‌ی کنترل تصادفی بهینه را طراحی می‌کنند که مقام پولی برای رسیدن به هدف نرخ ارز از دو ابزار سیاستی مداخله در بازار ارز و نرخ بهره استفاده می‌کند. هم‌چنین هوآن ایم (2001)[4]، به طراحی الگوی نوار بهینه‌ی ارزی طی یک دوره‌ی زمانی نامحدود می‌پردازد که در آن بانک مرکزی با هزینه‌های نوسان نرخ بهره و نرخ ارز روبرو می‌باشد. هدف اونیشی و تسومورا (2006)[5]، پیدا کردن کنترل بهینه‌ای از حداقل‌سازی کل هزینه‌های انتظاری مداخله طی یک افق زمانی نامحدود است. این مطالعه‌ها تنها به طراحی الگوی کنترل تصادفی می‌پردازند، در حالی که الگوی مورد استفاده در این مقاله یک الگوی برنامه‌ریزی غیرخطی پویا با توابع تصادفی پیوسته طی زمان است که با برنامه‌ی اهلیگ حل می‌شود[6].

1- Mundaca, Gabreila and Bernt Oksendal.
2- Cadenillas Abel and Fernando Zapatero.
3- Cadenillas Abel and Fernando Zapatero.
4- Joon- Hwan Im.
5- Onishi, Masamitsu and Moto Tsujimura.
6 - الگوی این مقاله برگرفته از الگوی «کادنیلاس و زاپاترو (2000)» مأخذ (2) است که با توجه به شرایط اقتصاد ایران به صورت چند بعدی و پویا طراحی و بر اساس برنامه‌ی اهلیگ حل شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

مداخله‌ی ارزی در ایران به دلیل ماهیت اقتصاد نفتی آن متفاوت از مفهوم مداخله در اقتصادهای دیگر است که دارای ساز و کار بازار هستند. مداخله‌ی ارزی در ایران به وسیله‌ی بانک مرکزی، به دلیل وجود الزام قانونی به تأمین ریال مورد نظر بدنه‌ی دولت انجام می‌گیرد. به بیان دیگر قانون‌های بودجه‌ی سالانه‌ی دولت با تعیین حدود ارز قابل تخصیص، صدور مجوز تخصیص درآمد نفت، صدور مجوز برای عقد قراردادهای تأمین مالی به صورت‌های مختلف و تأیید رویه‌ی دریافت و پرداخت ارز توسط بانک مرکزی، شبکه‌ی مدیریت منابع ارزی کشور را مشخص می‌کنند. بنابراین از آن جا که بانک مرکزی موظف به تأمین ریال بودجه است، مازاد عرضه‌ی ارز نسبت به تقاضای بازار به منظور مدیریت نرخ ارز توسط این بانک خریداری می‌شود.

وقتی بازار ارز با مازاد عرضه روبروست، بانک مرکزی خود ارز دولت را می‌خرد و به قیمت افزایش پایه‌ی پولی و نقدینگی، منابع ریالی مورد نیاز دولت را تأمین می‌کند. به عنوان مثال مهم‌ترین عامل افزایش پایه‌ی پولی طی سال‌های 1382، 1383، 1384 و 1385، خالص دارایی‌های خارجی بانک مرکزی با سهمی به ترتیب معادل30/6، 50/7، 49/1 و 51/5 واحد درصد بوده است، که ناشی از افزایش دارایی‌های خارجی بانک مرکزی به دلیل خرید ارز از دولت برای تأمین منابع ریالی بودجه و برداشت‌های مکرر از حساب ذخیره‌ی ارزی (به طور مثال در سال 1385 طی چهار متمم بودجه، سه بار از حساب ذخیره‌ی ارزی برداشت شد) و عدم فروش کامل آن در بازار ارز می‌باشد[1]. بدیهی است که افزایش استفاده از درآمدهای نفتی در بودجه‌های سالانه‌ی دولت، مستلزم خرید ارز بیش‌تر از دولت برای تأمین ریال بودجه توسط بانک مرکزی است. هرچه سهم درآمدهای ارزی دولت در جبران عدم تحقق درآمدهای ریالی بیش‌تر باشد، فشار بر بانک مرکزی برای خرید ارز دولت بیش‌تر خواهد بود.

تعیین حد بهینه‌ی مداخله‌ی ارزی در ایران به دلیل آن که بودجه‌ی کل دولت به درآمدهای نفتی به شدت وابسته می‌باشد، دارای اهمیت بسیار است. افزایش وابستگی دولت به درآمدهای نفتی، موجب آسیب‌پذیرتر شدن دولت در برابر نفت و اقتصاد جهانی می‌شود. در این چارچوب، حضور دولت باید بهینه شود و در راه بهبود، حضور «غیردولت» در اقتصاد مفید افتد. پس کلی‌ترین هدفی که مداخله‌ی ارزی می‌تواند

1 - گزارش اقتصادی و ترازنامه‌ی بانک مرکزی ج.ا.ا سال 1385.

www.SID.ir

Archive of SID

داشته باشد عبارت است از: الف- بهینه‌سازی ماهیت حضور «دولت» در بازار وب- کمک در راه بهبود ماهیت حضور «غیردولت» در بازار ارز.

در این میان، سیاست مداخله‌ی ارزی تنها زمانی اثرگذار است و در دامنه‌ای از ابزارهای سیاستی بانک مرکزی نقش اساسی بازی می‌کند که منطق بازار آن را بپذیرد. به بیان دیگر مداخله‌های ارزی ابزاری مستقل از سیاست‌های اقتصادی نیستند و میزان اثرگذاری آن‌ها، به استفاده‌ی بهینه از این ابزار به همراه سازگاری با سیاست‌های پولی و مالی بستگی دارد.

اصل بر آن است که دولت باید مجری سیاست مالی باشد و این سیاست باید تمام نیروی خود را بر حفظ اشتغال کامل در اقتصاد متمرکز کند. در مقابل، بانک مرکزی باید مجری سیاست پولی/ ارزی و هدف این سیاست باید بر حفظ ثبات قیمت‌ها و ارزش پول ملی متمرکز باشد. در تنظیم سیاست‌ها نیز بعد مطلوب زمان یکسان نیست. بانک مرکزی باید سیاست‌های پولی/ ارزی را با در نظر گرفتن حرکت بلندمدت قیمت در اقتصاد تنظیم کند، حال آن که دولت به جهت بینش سیاسی خود باید سیاست‌هایی را برگزیند که آثار مطلوب آن‌ها در کوتاه‌مدت بر اشتغال آشکار شود. بنابراین مقام پولی در یک اقتصاد نفتی با سیاست مداخله‌ی ارزی، باید ترکیبی از تصمیم‌گیری‌های مربوط به مدیریت ارزی و ریالی (پول ملی) را در هم بیامیزد. از این رو است که این مقاله برای اولین بار با نگاهی خاص به دخالت دولت در بازار به طراحی الگوی مناسب تعیین حد بهینه‌ی مداخله‌ی ارزی در ایران می‌پردازد. ساختار مقاله به شرح زیر است: در ابتدا فرآیندهای پویای نرخ ارز، نرخ تورم، تولید و تابع هدف بانک مرکزی در اقتصاد ایران طراحی می‌شوند. سپس از برنامه‌ی اهلیگ برای حل الگو استفاده می‌شود. پس از آن قانون حرکت‌های تعادلی متغیرها و کشش‌ها استخراج و تفسیر می‌شوند. در پایان جمع‌بندی ارائه می‌شود.

2- الگوی مداخله در بازار ارز ایران

الگوی مورد استفاده در این مقاله که برای نخستین بار برای ایران طراحی شده است، یک الگوی برنامه‌ریزی غیرخطی پویا[1] است که در آن توابع به صورت تصادفی[2] و

1- Non-linear dynamic programming model.
2- Stochastic.

www.SID.ir

Archive of SID

پیوسته طی زمان در نظر گرفته شده‌اند. فرض شده است که متغیرهای وضعیت[1] در این الگو که نرخ ارز، سطح تولید و تورم هستند، از فرآیند پیوسته‌ی تصادفی براونی[2] پیروی می‌کنند.[3] متغیر کنترل[4]، حجم مداخله‌ی ارزی در بازار است که از فرآیند خودرگرسیونی تبعیت می‌کند، زیرا فرض بر آن است که مقام پولی به طور پیوسته در بازار دخالت نکند. در این مقاله از روش حل الگوهای تصادفی غیرخطی اهلیگ[5] استفاده شده است. (به ضمیمه نگاه کنید) در زیر به بررسی فرآیند حرکت متغیرهای وضعیت و کنترل در الگوی برنامه‌ریزی غیرخطی پویای مداخله در بازار ارز ایران می‌پردازیم.

الف- فرآیند پویای نرخ ارز

در اقتصاد ایران تعهد بانک مرکزی به تأمین معادل ریالی منابع ارزی دولت موجب مداخله‌ی این بانک در بازار، از طریق خرید ارز مازاد بر تقاضای بازار شده است. تأمین مالی بخش قابل ملاحظه‌ای از مصارف بودجه‌ی دولت‌ها در ایران از طریق درآمدهای ارزی حاصل از صدور نفت و موجودی حساب ذخیره‌ی ارزی انجام می‌گیرد. از این رو الزام بانک مرکزی به تأمین منابع ریالی بودجه، این بانک را ناگزیر از خرید ارز در بازار به منظور تسویه‌ی بازار در نرخ تعیین شده توسط این بانک می‌کند. بنابراین نحوه‌ی تعیین نرخ ارز در اقتصاد ایران، براساس ملاحظه‌های تأمین منابع مالی مورد نیاز دولت و بنابراین مداخله‌ی دولت در بازار ارز به صورت خرید ارز مازاد بر تقاضا برای حفظ نرخ ارز مذکور انجام می‌گیرد:

$$x_{t+1} = x_0 + \int_0^t \mu_s \, ds + \int_0^t \sigma_s \, dw_s + \sum_0^{t-1} I(\zeta_s) \qquad (1)$$

چنان‌چه از معادله‌ی (1) مشاهده می‌شود، نرخ ارز (x)، تحت تأثیر فشار اقتصادی برون‌زا (μ) مانند فشار تأمین ریالی بودجه‌ی کل دولت است $(\mu_s \in R)$، به طوری که پارامتر $\mu_s > 0$، فشار افزایش ارزش نرخ ارز و $\mu_s < 0$ فشار کاهش ارزش نرخ ارز می‌باشد. پارامتر $\sigma_s > 0$، نوسان برون‌زای نرخ ارز به دلیل دیگر متغیرهای سیاسی و اقتصادی (مانند نوسان قیمت نفت و تحریم‌های بین‌المللی) می‌باشد. در ادبیات اقتصادی به

1- State variables.
2- Brownian motion.
3- Karatzas, I and S. E. Shreve, 1991, Chs 3 and 5.
4- Control variable.
5- Uhlig H, 1999.

www.SID.ir

Archive of SID

پارامتر μ_s، زایده[1] و به پارامتر σ_s، نوسان می‌گویند. x_0 نرخ ارز در زمان شروع، w_s شوک نرخ ارز که دارای فرآیند وینر[2] است و $I(\zeta_s)$، تابع اثر مداخله‌ی ارزی روی نرخ ارز می‌باشد. پارامترهای μ_s, σ_s پارامترهای توزیع تصادفی براونی هستند که به مقدار نرخ ارز و زمان بستگی دارند، بنابراین نرخ ارز متأثر از فشارهای تأمین ریال بودجه‌ی دولت و میزان مداخله‌ی ارزی بانک مرکزی در بازار ارز (ζ_s) در نظر گرفته شده است. هر چه حجم بودجه‌ی دولت بزرگ‌تر و وابستگی به درآمدهای نفتی بیش‌تر شود، فشار بر بانک مرکزی برای تأمین ریال مورد نیاز دولت افزایش می‌یابد.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، نرخ ارز در زمان $t+1$ تابعی از نرخ ارز در زمان شروع، مجموع فشارهای اقتصادی برون‌زا تا زمان t، مجموع نوسان‌های برون‌زای نرخ ارز تا زمان t و اثر مداخله‌ی ارزی روی نرخ ارز است، بنابراین نرخ ارز در اقتصاد ایران به عنوان متغیری تصادفی و پیوسته طی زمان در نظر گرفته شده است. اجزای این متغیر که شامل فشار اقتصادی برون‌زا و نیز نوسان‌های برون‌زای نرخ ارز به دلیل دیگر متغیرهای سیاسی و اقتصادی به جز بودجه‌ی کل دولت می‌باشد، به صورت پیوسته طی زمان منظور شده است.

اما تأثیر بودجه‌ی کل دولت روی نرخ ارز به دلیل تبدیل درآمدهای نفتی به ریال، از طریق مداخله‌ی ارزی خرید بانک مرکزی در بازار نمایان می‌شود، بنابراین تابع اثر مداخله‌ی ارزی که در ادامه‌ی این مقاله تصریح خواهد شد، تابعی گسسته در نظر گرفته می‌شود، زیرا مداخله وقتی انجام می‌گیرد که نرخ ارز از نرخ ارز مورد هدف اقتصاد نوسان کند. بر اساس انتگرال‌گیری ریمان - استیلجس[3]، تابع نرخ ارز x_t را می‌توان به شکل گسسته‌ی زیر بیان کرد:

$$x_{t+1} = x_t + \mu_t^x x_{t-1} + \sigma_t^x x_{t-1} dw_t + I(\zeta_{t-1})$$

که در آن $dw_t = \varepsilon_t \sqrt{dt}$ است، به طوری که ε_t شوک نرخ ارز می‌باشد. که دارای فرآیند تصادفی یکنواخت و یکسان (i.i.d)[4] است. x_{t+1} نرخ ارز در زمان $t+1$، x_t نرخ ارز در زمان t، x_{t-1} نرخ ارز در زمان $t-1$، $I(\zeta_{t-1})$ تابع اثر مداخله‌ی ارزی

1- Drift.
2- Wiener process.
3- Riemann - Stieltjes integration.(L. C. Evans, 2005.
4- Identically independently distribution.

www.SID.ir

Archive of SID

دوره‌ی قبل روی نرخ ارز و μ_t^x و σ_t^x به ترتیب پارامترهای زایده (میانگین) و نوسان نرخ ارز زمان t هستند.

ب- فرآیند پویای نرخ تورم

$$\pi_{t+1} = \pi_0 + \int_0^t \mu_s\, ds + \int_0^t \sigma_s\, dw_s + q\int_0^t (x_s - \bar{x})\, ds + f\int_0^t (y_s - \bar{y})\, ds \quad (2)$$

همان طور که از معادله‌ی بالا نیز مشاهده می‌شود، فرض شده است که نرخ تورم در اقتصاد ایران از فرآیند پویای تصادفی براونی پیروی می‌کند. در این فرآیند π_0، نرخ تورم در زمان شروع، μ_s فشار اقتصادی برون‌زا روی سطح تورم، σ_s نوسان برون‌زای تورم به دلیل دیگر متغیرهای اقتصادی و سیاسی، w_s شوک نرخ تورم که دارای فرآیند وینر است، ضریب ثابت q ضریب اثرگذاری نوسان نرخ ارز روی تورم و ضریب ثابت f ضریب اثرگذاری شکاف تولید روی تورم است، x_t نرخ ارز در زمان t، $\bar{x}$ نرخ ارز هدف، y_t سطح تولید در زمان t و $\bar{y}$ سطح تولید هدف یا تعادلی در اقتصاد است. پارامترهای μ_s, σ_s، پارامترهای توزیع تصادفی براونی هستند که به نرخ تورم و زمان بستگی دارند.

نرخ تورم در اقتصاد ایران در زمان $t+1$، تابعی از نرخ تورم در زمان شروع، مجموع فشارها و نوسان‌های اقتصادی برون‌زای نرخ تورم (مانند انتظارات و نااطمینانی‌های تورمی) تا زمان t، مجموع نوسان‌های نرخ ارز از نرخ ارز تعادلی (به دلیل وابستگی شدید اقتصاد داخل به درآمدهای ارزی حاصل از فروش منابع ملی) و نیز شکاف تولید در اقتصاد در نظر گرفته شده است، بنابراین نرخ تورم در اقتصاد ایران به عنوان متغیری تصادفی و پیوسته طی زمان، با اجزایی پیوسته در نظر گرفته شده است.

بسیاری از اقتصاددانان مانند تیلور با طرح الگوهای سه شکافه در مورد کشورهای در حال توسعه، تغییرات نرخ ارز را به دلیل نقش مؤثری که در اقتصاد ایفا می‌کند، بر تحریک و تقویت پویایی‌های تورمی مؤثر دانسته‌اند.[1] تورم در ماهیت یک فرآیند و جریان پویای دوگانه است. یعنی گرچه به طور اجتناب‌ناپذیری یک بعد پولی دارد، اما در عین حال قیمت‌ها را هزینه‌ها تعیین می‌کنند. به بیان دیگر در تبیین تورم علاوه بر متغیرهای پول و نقدینگی، باید به هزینه‌ها و علل افزایش هزینه‌ها توجه شود.

تغییرات نرخ ارز از طریق عرضه و تقاضای کل، سطح عمومی قیمت‌ها را متأثر می‌کند. در سمت عرضه، نرخ ارز به طور مستقیم قیمت‌کالاهای وارداتی را تحت تأثیر

1- Taylor Lance, 1991, pp. 3-50.

www.SID.ir

Archive of SID

قرار می‌دهد. شدت و زمان‌بندی این اثر مستقیم روی قیمت‌های داخلی شفاف نیست و به ماهیت قراردادهای بلندمدت[1] در اقتصاد، واکنش‌های غیرقیمتی بنگاه‌های خارجی[2] به تغییرات نرخ ارز و سهم واردات به کل اقتصاد بستگی دارد. هم‌چنین نوسان نرخ ارز می‌تواند حامل اثر غیرمستقیم عرضه[3] روی قیمت‌های داخلی باشد. افزایش بالقوه‌ی هزینه‌های دلاری نهاده‌های وارداتی به دلیل کاهش ارزش پول، هزینه‌های نهایی و بنابراین قیمت کالاهای تولید داخل را افزایش می‌دهد. بنگاه‌ها برای بهبود حاشیه‌ی سود[4] خود قیمت‌ها را افزایش می‌دهند. میزان افزایش قیمت به ساختار بازار، تعداد بنگاه‌های داخلی و خارجی در بازار و درجه‌ی جانشینی کالاها بستگی دارد.

هم‌چنین نرخ ارز از طریق تقاضای کل تورم را متأثر می‌کند. به طور مثال کاهش ارزش پول داخلی موجب می‌شود که تقاضا از سمت کالاهای خارجی به کالاها و خدمات تولید داخل سوق یابد. با افزایش تقاضای کل، سطح قیمت‌ها و بنابراین تولید افزایش پیدا می‌کند. با افزایش سطح تولید، تقاضای نهاده‌ها و نیروی کار و بنابراین قیمت نهاده‌ها و نیز دستمزدها بالا می‌رود. این افزایش دستمزدها ناشی از افزایش قیمت‌ها به وسیله‌ی بنگاه‌هاست. افزایش قیمت‌ها ناشی از کاهش ارزش پول، به پویایی‌های قیمت - دستمزد افزوده می‌شود.[5]

از آن جا که هدف این مقاله طراحی الگوی نظری تعیین حجم بهینه‌ی مداخله‌ی ارزی در بازار ارز ایران است، در الگوی تورم به همه‌ی عوامل تبیین‌کننده‌ی این پدیده به طور جزئی اشاره نمی‌شود. به بیان دیگر همه‌ی علل مؤثر بر تورم مانند پول، نقدینگی، دستمزدها و غیره را در پارامترهای نوسان σ_s و μ_s لحاظ می‌کنیم. بنابراین طبق رابطه‌ی بالا، تورم متأثر از فشارهای اقتصادی برون‌زا، نرخ ارز، شکاف تولید و شوک‌های تورمی در نظر گرفته شده است.

همانند قبل با استفاده از انتگرال‌گیری ریمان- استیلجس، می‌توان تابع نرخ تورم را به شکل گسسته‌ی زیر نوشت:

1- The nature of long- run contracts.
2- Nonprice responses of foreign firms.
3- Indirect supply effect.
4- Profit margins.
5- Deravi K, P. Gregorowicz and C.E. Hegji, 1995.
هم‌چنین تحلیل بسیار کامل‌تری میان تغییرات نرخ ارز و تورم داخلی به وسیله‌ی کان (1987) و هافر (1989) ارائه شده است. به مأخذ 8 و 11 نگاه کنید.

www.SID.ir

Archive of SID

$$\pi_{t+1} = \pi_t + \mu_t^{\pi}\ \pi_{t-1} + \sigma_t^{\pi}\ \pi_{t-1}\ dw_t + q\ x_{t-1}(x_t - \bar{x}) + f\ y_{t-1}(y_t - \bar{y})$$

که در آن، $dw_t = u_t\sqrt{dt}$ می‌باشد. به طوری که u_t شوک تورم که دارای فرآیند تصادفی یکنواخت و یکسان (i.i.d) است.

پ- فرآیند پویای سطح تولید

$$y_{t+1} = y_{\circ} + \int_{\circ}^{t} \mu_s\, ds + \int_{\circ}^{t} \sigma_s\, dw_s + h\int_{\circ}^{t} (\pi_s - \bar{\pi})\, ds \quad (3)$$

سطح تولید از فرآیند پویای تصادفی براونی پیروی می‌کند. در این فرآیند $y_{\circ}$ مقدار سطح تولید در زمان شروع، μ_s فشار اقتصادی برون‌زا روی سطح تولید (مانند موانع قانونی و مقرراتی در برابر بنگاه‌های تولیدی)، σ_s نوسان برون‌زای تولید به دلیل دیگر متغیرهای اقتصادی و سیاسی (مانند موانع ساختاری و نهادی) و w_s شوک تولید است. پارامترهای σ_s ,μ_s، پارامترهای توزیع تصادفی براونی هستند که به سطح تولید و زمان بستگی دارند. ضریب ثابت h، ضریب اثرگذاری تورم روی سطح تولید است. π_s، نرخ تورم در زمان s و $\bar{\pi}$، نرخ تورم هدف یا تعادلی در اقتصاد است. نوسان تورم از سطح تورم هدف روی تولید اثرگذار می‌باشد. از آن جا که نهاده‌های تولید کمیاب هستند، تورم از طریق هزینه‌ی نهایی روی تولید اثر می‌گذارد. به بیان دیگر هزینه‌ی نهایی تابعی صعودی از تولید می‌باشد.[1] بنابراین طبق این رابطه سطح تولید تحت تأثیر فشارها و نوسان‌های اقتصادی برون‌زا، شکاف تورم و شوک‌های تولید قرار دارد، یعنی سطح تولید در زمان $t+1$ تابعی از سطح تولید در زمان شروع، مجموع فشارها و نوسان‌های اقتصادی برون‌زای تولید تا زمان t و نیز نوسان‌های تورمی در اقتصاد است. سایر عوامل اثرگذار روی سطح تولید را می‌توان در پارامترهای زایده و نوسان توزیع تصادفی براونی در نظر گرفت.

همانند قبل با استفاده از انتگرال‌گیری ریمان – استیلجس، می‌توان تابع تولید را به شکل گسسته‌ی زیر نوشت:

$$y_{t+1} = y_t + \mu_t^{y}\ y_{t-1} + \sigma_t^{y}\ y_{t-1}\ dw_t + h\,\pi_{t-1}(\pi_t - \bar{\pi})$$

که در آن $dw_t = v_t\sqrt{dt}$ می‌باشد. به طوری که v_t شوک تولید و دارای فرآیند تصادفی یکنواخت و یکسان (i.i.d) است.

1- Chadha Jagjiit S and Charles Nolan 2004, pp.271- 287.

www.SID.ir

Archive of SID

حال می‌توان شکل‌های گسسته‌ی معادله‌های نرخ ارز، تورم و تولید را که معادله‌های قید[1] نامیده می‌شوند، به صورت معادله‌های تصادفی زیر در نظر گرفت:

$$x_{t+1} = x_t + x_{t-1}\,\mu_t^x + x_{t-1}\,\sigma_t^x + I(\zeta_{t-1}) + \varepsilon_t \qquad (4)$$

$$\pi_{t+1} = \pi_t + \pi_{t-1}\,\mu_t^\pi + \pi_{t-1}\,\sigma_t^\pi + q\,x_{t-1}(x_t - \bar{x}) + f\,y_{t-1}\,(y_t - \bar{y}) + u_t \qquad (5)$$

$$y_{t+1} = y_t + y_{t-1}\,\mu_t^y + y_{t-1}\,\sigma_t^y + h\,\pi_{t-1}(\pi_t - \bar{\pi}) + v_t \qquad (6)$$

که در آن‌ها ε_t، u_t و v_t، شوک‌های تصادفی نرخ ارز، تورم و تولید که دارای فرآیند تصادفی i.i.d هستند، محسوب می‌شوند. ζ_τ، میزان مداخله‌ی ارزی در بازار در زمان τ است. اگر مداخله‌ی ارزی در بازار وجود نداشته باشد، نرخ ارز تنها متأثر از فشارهای اقتصادی برون‌زا (فشار تأمین ریال بودجه‌ی کل دولت) و نوسان برون‌زای نرخ ارز به دلیل دیگر متغیرهای سیاسی و اقتصادی است.[2] از یک سو نوسان تورم روی تولید و از سوی دیگر شکاف تولید و نرخ ارز روی تورم اثرگذار فرض شده است.

در این جا لازم است، فرض شود که مداخله‌ی ارزی، از فرآیند خودرگرسیونی پیروی می‌کند (این فرآیند در ضمیمه توضیح داده شده است):

$$\zeta_t = \theta\,\zeta_{t-1} + w_t$$

که در آن $|\theta| < 1$ و w_t شوک تصادفی و دارای فرآیند تصادفی یکنواخت و یکسان (i.i.d) است. حجم مداخله‌ی ارزی، به اندازه‌ی دولت و حجم بودجه‌ی عمومی دولت بستگی دارد و نمی‌تواند بسیار متفاوت از مقادیر گذشته‌ی خود باشد، مگر آن که تغییر و اصلاحات شدید ساختاری در اندازه‌ی دولت، حجم بودجه‌ی ارزی و میزان وابستگی دولت به درآمدهای نفتی به وجود آید. هم‌چنین فرض می‌شود که تابع اثرگذاری مداخله‌ی ارزی روی نرخ ارز به شکل $I(\zeta_t) = \lambda\,\zeta_t$ است، که در آن $\lambda \leq 1$ می‌باشد. λ ضریب تأثیر مداخله‌ی ارزی روی نرخ است. در این جا فرآیندهای پویای متغیرهای وضعیت و کنترل طراحی شدند. حال باید تابع هدف بانک مرکزی در اقتصاد طراحی شود.

1- Restriction equations.

1- نرخ ارز در صورتی که مداخله‌ی ارزی در بازار وجود نداشته باشد عبارت است از:

$$x_{t+1} = x_0 + \int_0^t \mu_s\,ds + \int_0^t \sigma_s\,dw_s$$

www.SID.ir

Archive of SID

3- تابع هدف مقام پولی در اقتصاد

بانک مرکزی به عنوان مقام پولی در اقتصاد باید به دنبال حداقل کردن تابع زیان خود باشد. در رابطه‌ی زیر تابع زیان بانک مرکزی تابعی از نوسان‌های نرخ ارز (جمله‌ی اول)، نوسان‌های نرخ تورم (جمله‌ی دوم) و شکاف تولید در اقتصاد[1] (جمله‌ی سوم) و هزینه‌های سازمانی مداخله‌های ارزی (جمله‌ی چهارم) در نظر گرفته شده است. تابع زیان بانک مرکزی در اقتصاد ایران به صورت کلی تصریح شده است. به بیان دیگر، ممکن است مقام پولی در اقتصاد ایران، به دلیل وابستگی دولت به منابع ارزی نزد این بانک، به نوسان‌های نرخ ارز بیش از نوسان‌های نرخ تورم، شکاف تولید در اقتصاد و یا هزینه‌های سازمانی مداخله‌های ارزی اهمیت بدهد. این بحث الگوی طراحی شده را مخدوش نخواهد کرد، زیرا انتخاب هر نوع سیاست هدف‌گذاری توسط مقام پولی تنها در مقدار پارامترها نمایان می‌شود و مسیرهای تعادلی را تغییر نمی‌دهد، یعنی اگر نوسان‌های نرخ تورم یا سطح تولید و میزان هزینه‌های سازمانی مداخله در بازار ارز برای مقام پولی هیچ اهمیتی نداشته باشد، آن‌گاه مقدار ضرایب اهمیت متناظر با این نوسان‌ها صفر می‌شود و در مسیرهای نهایی تعادلی وارد نمی‌شود، بنابراین اگر J تابع زیان بانک مرکزی باشد، خواهیم داشت:

$$\text{Min} \quad J = E\left\{\int_{\circ}^{\infty} e^{-\lambda t}[\alpha_{\delta}(x_t-\rho)^{2\delta} + k\{(1-\iota)(\pi_t-\overline{\pi})^{2} + \iota(y_t-\overline{y})^{2}\}]\,dt + \sum_{i=1}^{\tau<\infty} e^{-\lambda \tau_i} g(\zeta_i)\right\}$$

که در آن J، تابع زیان بانک مرکزی، E مقدار مورد انتظار (امید ریاضی)، α_{δ} ضریب اهمیتی که بانک مرکزی به نوسان‌های نرخ ارز از نرخ ارز هدف یا تعادلی می‌دهد، x_t نرخ ارز در زمان t، ρ نرخ ارز تعادلی یا هدف بانک مرکزی، $\delta = \pm 1$، اندیسی برای نشان دادن اثر متفاوت نوسان‌های نرخ ارز در بالا و پایین نرخ ارز هدف، k ضریب تأثیر شکاف تولید و تورم بر مقدار زیان بانک مرکزی، ι ضریب اهمیتی که بانک مرکزی به نوسان‌های تولید در مقابل تورم می‌دهد، $1-\iota$ ضریب اهمیتی که بانک مرکزی به نوسان‌های تورم در مقابل تولید می‌دهد، $\overline{\pi}$ سطح تورم هدف، $\overline{y}$ سطح تولید هدف، ζ شدت مداخله‌ی ارزی در بازار ارز، τ زمان مداخله‌ی ارزی در بازار ارز $g(\zeta)$

1- Taylor rule.

www.SID.ir

Archive of SID

تابع هزینه‌ی مداخله‌ی ارزی بانک مرکزی است. همان طور کـه از رابطـه‌هـای نـرخ ارز، تورم و تولید نتیجه می‌شود، x_{t+1} تابعی از ζ_t است، اما π_{t+1}, y_{t+1} این ویژگی را ندارند.

در این جا باید تابع $g(\zeta_t)$ تصریح شود. این تابع یک تابع هزینه است که مـی‌تـوان همانند سایر توابع با آن برخورد کرد. اگر فرض کنیم که بانک مرکزی قصد دارد میـزان مداخله‌ی خود را به حداقل برساند، بنابراین تغییر نرخ ارز در حالت بهینه در اثر دخالت بانک مرکزی برابر با صفر خواهد بود، بنابراین تابع g را می‌توان به شکل زیر تعریف کرد:

$$g(\zeta_t) = \psi\ (\zeta_t - 0)^2 = \psi\ \zeta_t^2$$

بـه ایـن ترتیـب تـابع زیـان بانـک مرکـزی بـه شـکل زیـر بازنویسـی مـی‌شـود:

$$\text{Min}\ \ J = E\left\{\int_0^{\infty} e^{-\lambda t}[\alpha_\delta\ (x_t - \rho)^{2\delta} + k\{(1-\iota)(\pi_t - \bar{\pi})^2 + \iota(y_t - \bar{y})^2\}]\,dt + \psi \sum_{\tau=1}^{\tau<\infty} e^{-\lambda\tau}\ \zeta_\tau^2\right\}$$

$$\tau = 1, 2, ..., t-1$$

از آن جا که هدف حداقل کردن تابع زیان انتظاری بانک مرکزی است، از نظر ریاضی قبل از هر چیز باید فروضی در مورد کراندار بودن[1] توابـع انجـام داد. (بـه ضـمیمه نگـاه کنید)، به بیان دیگر شرط رسیدن به جواب‌های قابل قبول فـرض کرانـدار بـودن، امیـد ریاضی تابع زیان بانک مرکزی است. فرض انتظارات کراندار نوسان‌های نـرخ ارز، تـورم و تولید بر روابط زیر دلالت دارد:

$$E\left\{\int_0^{\infty} e^{-\lambda t}\alpha_\delta\ (x_t - \rho)^{2\delta}\,dt\right\} < \infty$$

$$E\left\{\int_0^{\infty} e^{-\lambda t}k\{(1-\iota)(\pi_t - \bar{\pi})^2 + \iota(y_t - \bar{y})^2\}\,dt\right\} < \infty$$

انتظارات کراندار هزینه‌های مداخله دلالت بر رابطه‌ی ذیل استوار است:

$$E\left\{\psi \sum_{\tau=1}^{\tau<\infty} e^{-\lambda\tau}\zeta_\tau^2\right\} < \infty$$

نامعادله‌ی بالا بیـان مـی‌کنـد کـه $P\{\text{Lim}_{n\to\infty}\ \tau_n \le T\} = 0 \quad \forall T \in [0, \infty)$ می‌باشد. سه نامعادله‌ی بیان شده در بالا بر این رابطه دلالت دارند[2]:

1- Bounded.
2- Cadenillas and Zapatero, 2000.

www.SID.ir

Archive of SID

$$\lim_{T\to\infty} E\,[e^{-\lambda T}X(T+)] = 0$$

بنابراین در این مسأله به دنبال کنترل ضربه‌ای[1] (حجم مداخله‌ی ارزی) قابل قبولی هستیم که این شرایط را برقرار کند، به عبارت دیگر جواب‌های متناهی[2] مورد توجه هستند.

به طور کلی انتگرال‌های موجود در تابع زیان بانک مرکزی از نوع انتگرال‌های تصادفی[3] هستند، بنابراین حل این گونه انتگرال‌ها به دلیل ویژگی‌های خاص آن‌ها متفاوت از انتگرال‌های معمولی می‌باشد و به روش‌های متعارف و معمول ممکن نیست و از قواعد خاصی پیروی می‌کند. از این رو برای این گونه مسایل حل دقیق عددی قابل تصور نمی‌باشد. در این مقاله بر اساس روش حل الگوهای تصادفی پویای غیرخطی اهلیگ به حل مسأله می‌پردازیم.

استفاده از روش حل الگوهای تصادفی غیرخطی اهلیگ

تابع هدف (زیان) بانک مرکزی را می‌توان به شکل گسسته‌ی معادله (7) نوشت[4]:

$$\text{Min } J = E\sum_{t=0}^{\infty}\beta^t\left[\alpha_\delta(x_t-\rho)^{2\delta} + k\{(1-\iota)(\pi_t-\bar{\pi})^2 + \iota(y_t-\bar{y})^2\} + \psi\,\zeta_{t-1}^2\right] \quad (7)$$

1- Impulse control.

2- Finite solution.

1- برای تعریف انتگرال‌های تصادفی (stochastic integrals)، فاصله‌ی بسته‌ی $[0,T]$ و افراز این فاصله را در نظر می‌گیریم: $T_i^n = \min(T, \frac{i}{2^n}),\ i = 0,1,2,\ldots,\infty$ که در آن برای همه‌ی $i\rangle 2^n T$ ، $T_i^n = T$ است. وقتی n افزایش می‌یابد، افراز شامل اجزاء بیش‌تری می‌گردد که تقریب دقیق‌تری از فاصله‌ی پیوسته‌ی $[0,T]$ را ارائه می‌دهد. انتگرال زیر را به عنوان یک انتگرال تصادفی تعریف می‌کنیم:

$$\int_0^T \varphi_S(\omega)dW_S(\omega) = \lim_{n\to\infty}\sum_{i=0}^{\infty}\varphi_{t_i^n}(w)[W_{T_{i+1}^n}(\omega) - W_{T_i^n}(\omega)]$$

که در آن t_i^n هر نقطه‌ای در فاصله‌ی $[T_i^n, T_{i+1}^n)$ است.

2- در نظر گرفتن شکل گسسته یا پیوسته‌ی تابع زیان بانک مرکزی تغییری در نتیجه و حل مسیرهای تعادلی به وجود نمی‌آورد، زیرا در صورت پیوسته در نظر گرفتن شکل تابع زیان، باید این تابع را همانند قبل با استفاده از روش انتگرال‌گیری ریمان – استیلجس، به شکل گسسته نوشت. آن چه که اهمیت دارد آن است که متغیرهای وضعیت در این تابع از فرآیند پویای تصادفی براونی که دارای توزیع پیوسته طی زمان است، پیروی می‌کنند، زیرا معادله‌ی بلمن و بنابراین مسیرهای تعادلی بر اساس توزیع متغیرهای الگو شکل می‌گیرند.

www.SID.ir

Archive of SID

متغیرهای نرخ ارز (x_t)، تورم (π_t) و تولید (y_t)، متغیرهای وضعیت و متغیر مداخله‌ی ارزی (ζ_{t-1}) متغیر کنترل است. با فرض این که با یک مسأله‌ی برگشتی[1] مواجه هستیم، می‌توانیم معادله‌ی بلمن[2] را به شکل زیر بنویسیم:[3]

$$V(x_t, \pi_t, y_t) = \underset{\zeta_{t-1}}{\text{Min}} \{\alpha_\delta (x_t - \rho)^{2\delta}\} + k\{(1-\iota)(\pi_t - \overline{\pi})^2 + \iota (y_t - \overline{y})^2\} + \psi \zeta_{t-1}^2 + \beta EV(x_{t+1}, \pi_{t+1}, y_{t+1})\} \quad (8)$$

تابع V که معادله‌ی بلمن را حل می‌کند، تابع ارزش[4] نامیده می‌شود. تابع ارزش، ارزش بهینه‌ی مسأله را به شکل تابعی از متغیر وضعیت x تشریح می‌کند. در بندهای "الف"، "ب" و "پ"، توابع پویای نرخ ارز (x_{t+1})، تورم (π_{t+1}) و تولید (y_{t+1}) را معرفی کردیم. حال به صورت استاندارد باید از معادله‌ی بلمن (معادله‌ی 8) نسبت به متغیر کنترل ζ_{t-1}، مشتق بگیریم. همان طور که از رابطه‌ی نرخ ارز هم نتیجه می‌شود، x_{t+1} تابعی از ζ_t است، اما y_{t+1} و π_{t+1} این ویژگی را ندارند. اگر از تابع بلمن (معادله‌ی 8) نسبت به متغیر کنترل ζ_{t-1} مشتق بگیریم، شرط مرتبه‌ی اول F.O.C به دست می‌آید:

$$\frac{\partial V}{\partial \zeta_{t-1}} = 2\psi \zeta_{t-1} + \beta E\left[\frac{\partial V}{\partial x_{t+1}} \times \frac{\partial x_{t+1}}{\partial \zeta_{t-1}} + \frac{\partial V}{\partial \pi_{t+1}} \times \frac{\partial \pi_{t+1}}{\partial \zeta_{t-1}} + \frac{\partial V}{\partial y_{t+1}} \times \frac{\partial y_{t+1}}{\partial \zeta_{t-1}}\right] = 0$$

با توجه به معادله‌های (4)، (5) و (6) و رابطه‌ی $I(\zeta_{t-1}) = \gamma \zeta_{t-1}$، داریم:

$$2\psi \zeta_{t-1} + \beta\gamma E \frac{\partial V}{\partial x_{t+1}} = 0 \quad (9)$$

حال می‌توان از تابع بلمن (معادله‌ی 8) نسبت به متغیر وضعیت x_t مشتق گرفت و به معادله‌ی معروف Benvensite- Schenkman (B-S) (1979) یا قضیه‌ی پوش[5] رسید.[6]

1- Recursive.
2- Bellman equation .
3- Gong and Smeller (2004) and Ljungqvist and Sargent (2000) .
4- Value function.
5- Envelope theorem.
6- Gong. G and W. Smeller, (2004).

www.SID.ir

Archive of SID

$$\frac{\partial V}{\partial x_t} = 2\delta\alpha_\delta (x_t - \rho)^{2\delta-1}$$

این رابطه را یک زمان به جلو برده و در معادله‌ی (9) جایگزین می‌کنیم:

$$2\psi\zeta_{t-1} + 2\delta\alpha_\delta\beta\gamma E(x_{t+1} - \rho)^{2\delta-1} = 0 \quad (10)$$

به معادله‌ی (10)، معادله‌ی اولر گفته می‌شود. این معادله همراه با معادله‌های (4)، (5) و (6) که معادله‌های قید نامیده می‌شوند، شرایط لازم[1] برای حل مسأله‌ی حداقل‌سازی امید ریاضی زیان بانک مرکزی را فراهم می‌کنند. بنابراین در این جا باید این معادله‌ها را خطی و سپس از برنامه‌ی اهلیگ برای حل آن‌ها استفاده کرد.

برای خطی کردن از روش خطی کردن لگاریتمی[2] استفاده می‌شود. اساس کار خطی کردن لگاریتمی استفاده از تقریب تیلور[3] حول وضعیت پایدار[4] است. در این روش معادله‌ها با تقریب خود جایگزین و برحسب نوسان‌های لگاریتمی متغیرها[5] خطی می‌شوند.[6]

الف- خطی کردن معادله‌ی اولر (10): در این معادله تنها جمله‌ی دوم غیرخطی است، که تقریب آن به شکل زیر انجام می‌شود:

$$(x_{t+1} - \rho)^{2\delta-1} \approx (\bar{x} - \rho)^{2\delta-1}\left\{1 + (2\delta-1)(\bar{x} - \rho)^{2\delta-2}\frac{\bar{x}}{(\bar{x} - \rho)^{2\delta-1}}x_{t+1}\right\}$$

می‌توان تقریب بالا را ساده‌تر نوشت:

$$(x_{t+1} - \rho)^{2\delta-1} \approx (\bar{x} - \rho)^{2\delta-1} + (2\delta-1)(\bar{x} - \rho)^{2\delta-2}\bar{x}\ x_{t+1}$$

حال این تقریب را در معادله‌ی اولر (10) قرار می‌دهیم:

$$2\psi\zeta_{t-1} + 2\delta\alpha_\delta\beta\gamma(\bar{x} - \rho)^{2\delta-1} + 2\delta\alpha_\delta\beta\gamma(2\delta-1)(\bar{x} - \rho)^{2\delta-2}\bar{x}\ E(x_{t+1}) = 0 \quad (11)$$

بنابراین رابطه‌ی (11)، معادله‌ی خطی شده‌ی اولر مسأله‌ی حداقل سازی امید ریاضی تابع زیان مقام پولی است.

1- Necessary conditions.
2- Log linear approximation.
3- Taylor approximation.
4- Steady state.
5- Log- deviations of variables.
6- Campbell, J and J. Cochrane, 1994.

www.SID.ir

Archive of SID

ب- خطی کردن معادله‌های قید: ابتدا معادله‌ی نرخ ارز (4) را در نظر می‌گیریم:

$$x_{t+1} = x_t + x_{t-1}\,\mu_t^x + x_{t-1}\,\sigma_t^x + \gamma\,(\zeta_{t-1}) + \varepsilon_t \qquad (4)$$

همان طور که دیده می‌شود، تمامی جمله‌های این معادله خطی هستند. معادله‌ی نرخ ارز را می‌توان به شکل ذیل هم در نظر گرفت:

$$x_{t+1} = x_t + (\mu_t^x + \sigma_t^x)\,x_{t-1} + \gamma\,(\zeta_{t-1}) + \varepsilon_t \qquad (12)$$

حال معادله‌ی نرخ تورم (معادله‌ی 5) را در نظر می‌گیریم:

$$\pi_{t+1} = \pi_t + \pi_{t-1}\,\mu_t^\pi + \pi_{t-1}\,\sigma_t^\pi + q\,x_{t-1}(x_t - \bar{x}) + f\,y_{t-1}\,(y_t - \bar{y}) + u_t \qquad (5)$$

جمله‌ی چهارم در سمت راست معادله‌ی بالا با استفاده از تقریب تیلور عبارت است از:

$$\begin{aligned} x_{t-1}(x_t - \bar{x}) &\approx \bar{x}\,e^{x_{t-1}}(\bar{x}\,e^{x_t} - \bar{x}) \\ &\approx \bar{x}^2\,e^{x_{t-1}}(e^{x_t} - 1) \\ &\approx \bar{x}^2\,(e^{x_{t-1}}e^{x_t} - e^{x_{t-1}}) \\ &\approx \bar{x}^2\,(1 + x_{t-1} + x_t - 1 - x_{t-1}) = \bar{x}^2\,x_t \end{aligned}$$

به همین ترتیب جمله‌ی پنجم در طرف راست معادله‌ی تورم با استفاده از تقریب تیلور عبارت است از:

$$y_{t-1}(y_t - \bar{y}) \approx \bar{y}^2\,y_t$$

بنابراین معادله‌ی خطی شده‌ی تورم به صورت زیر است:

$$\pi_{t+1} = \pi_t + (\mu_t^\pi + \sigma_t^\pi)\pi_{t-1} + q\,\bar{x}^2\,x_t + f\,\bar{y}^2\,y_t + u_t \qquad (13)$$

حال معادله‌ی تولید (معادله‌ی 6) را در نظر می‌گیریم:

$$y_{t+1} = y_t + y_{t-1}\,\mu_t^y + y_{t-1}\,\sigma_t^y + h\,\pi_{t-1}(\pi_t - \bar{\pi}) + v_t$$

جمله‌ی چهارم در طرف راست معادله‌ی بالا با استفاده از تقریب تیلور عبارتست از:

$$\pi_{t-1}(\pi_t - \bar{\pi}) \approx \bar{\pi}^2\,\pi_t$$

بنابراین معادله‌ی خطی شده‌ی تولید به صورت زیر می‌باشد:

$$y_{t+1} = y_t + (\mu_t^y + \sigma_t^y)\,y_{t-1} + h\,\bar{\pi}^2\,\pi_t + v_t \qquad (14)$$

www.SID.ir

Archive of SID

حل الگوی تصادفی پویای غیرخطی مداخله‌ی ارزی و به دست آوردن قانون‌های حرکت تعادلی

در این مرحله، معادله‌های خطی شده‌ی (11)، (12)، (13) و (14) را در نظر می‌گیریم:

$$۲\psi\zeta_{t-۱} + ۲\delta\alpha_{\delta}\beta\gamma(\bar{x}-\rho)^{۲\delta-۱} + ۲\delta\alpha_{\delta}\beta\gamma(۲\delta-۱)(\bar{x}-\rho)^{۲\delta-۲}\bar{x}\ E(x_{t+۱}) = ۰$$

$$x_{t+۱} = x_t + (\mu_t^x + \sigma_t^x)\, x_{t-۱} + \gamma\,(\zeta_{t-۱}) + \varepsilon_t$$

$$\pi_{t+۱} = \pi_t + (\mu_t^{\pi} + \sigma_t^{\pi})\pi_{t-۱} + q\,\bar{x}^{۲}\, x_t + f\,\bar{y}^{۲}\, y_t + u_t$$

$$y_{t+۱} = y_t + (\mu_t^y + \sigma_t^y)\, y_{t-۱} + h\,\bar{\pi}^{۲}\,\pi_t + v_t$$

برای سادگی، سیستم بالا را به شکل زیر می‌نویسیم:

$$a_۱\zeta_{t-۱} + c_۱ + a_۲E(x_{t+۱}) = ۰ \qquad (15)$$

$$x_{t+۱} = x_t + a_۳\, x_{t-۱} + \gamma\,\zeta_{t-۱} + \varepsilon_t \qquad (16)$$

$$\pi_{t+۱} = \pi_t + a_۴\pi_{t-۱} + a_۵x_t + a_۶y_t + u_t \qquad (17)$$

$$y_{t+۱} = y_t + a_۷y_{t-۱} + a_۸\pi_t + v_t \qquad (18)$$

به طوری که؛

$$۲\psi = a_۱$$

$$۲\delta\alpha_{\delta}\beta\gamma(\bar{x}-\rho)^{۲\delta-۱} = c_۱$$

$$۲\delta\alpha_{\delta}\beta\gamma(۲\delta-۱)(\bar{x}-\rho)^{۲\delta-۲}\bar{x} = a_۲$$

$$(\mu_t^x + \sigma_t^x) = a_۳$$

$$(\mu_t^{\pi} + \sigma_t^{\pi}) = a_۴$$

$$q\,\bar{x}^{۲} = a_۵$$

$$f\,\bar{y}^{۲} = a_۶$$

$$(\mu_t^y + \sigma_t^y) = a_۷$$

$$h\bar{\pi}^{۲} = a_۸$$

برای به دست آوردن قانون حرکت تعادلی بازگشتی[1]، x_t را از معادله‌ی (16) به دست آورده و در معادله‌ی اولر (15) قرار می‌دهیم:

1- Recursive equilibrium law of motion.

www.SID.ir

Archive of SID

$$x_t = -\{a_3 x_{t-1} + (\gamma + \frac{a_1}{a_2})\zeta_{t-1} + \frac{c_1}{a_2} + \varepsilon_t\} \qquad (19)$$

همان طور که بیان شد، اساس لگاریتم- خطی کردن استفاده از تقریب تیلور حول وضعیت پایدار می‌باشد. بنابراین از آن جا که متغیرها به صورت نوسان‌های لگاریتمی[1] در نظر گرفته شده‌اند، ضرایب همان کشش‌ها[2] هستند. آن چه که در زمان حال به صورت داده شده[3] فرض می‌شود، متغیر وضعیت نرخ ارز در دوره‌ی قبل (x_{t-1})، متغیر کنترل مداخله‌ی ارزی در دوره‌ی قبل (ζ_{t-1}) و شوک تحقق یافته‌ی نرخ ارز در زمان حال (ε_t) می‌باشد. حال با استفاده از قانون حرکت تعادلی بازگشتی نرخ ارز یعنی رابطه‌ی (19)، می‌توان کشش‌ها را به دست آورد، بنابراین کشش نرخ ارز در زمان حال نسبت به نرخ ارز در زمان گذشته عبارت است از:

$$\frac{\partial x_t}{\partial x_{t-1}} = -a_3 = -(\mu_t^x + \sigma_t^x)$$

کشش نرخ ارز در زمان حال نسبت به نرخ ارز دوره‌ی قبل $(\frac{\partial x_t}{\partial x_{t-1}})$ تابعی از فشار اقتصادی برون‌زا (مانند فشار تأمین منابع مالی بودجه‌ی کل دولت) (μ_t^x) و نوسان برون‌زای نرخ ارز به دلیل دیگر متغیرهای اقتصادی (σ_t^x) مانند نوسان قیمت نفت در بازارهای جهانی است. منظور از فشار اقتصادی برون‌زا، فشار افزایش یا کاهش ارزش نرخ ارز است. بسته به فشار اقتصادی برون‌زای افزایش یا کاهش ارزش نرخ ارز و مقدار نوسان نرخ ارز، کشش مزبور می‌تواند مثبت یا منفی باشد. اگر کشش مزبور مثبت باشد، به این مفهوم است که اقتصاد با فشار افزایش ارزش نرخ ارز مواجه می‌باشد این فشار به نرخ ارز دوره‌ی بعد نیز سرایت می‌کند. اما اگر کشش مزبور منفی باشد، به این مفهوم است که اقتصاد با فشار کاهش ارزش نرخ ارز روبروست. به بیان دیگر حساسیت میان نرخ ارز در دو دوره‌ی زمانی متوالی، با فرض ثبات سایر شرایط، به میزان فشارهای افزایش/ کاهش نرخ ارز و نوسان برون‌زای نرخ ارز بستگی دارد.

بر اساس قانون حرکت تعادلی بازگشتی نرخ ارز (معادله‌ی 19)، کشش نرخ ارز نسبت به مداخله‌ی ارزی عبارت است از:

1- Log- deviations.
2- Elasticities.
3- Given.

www.SID.ir

Archive of SID

$$\frac{\partial x_t}{\partial \zeta_{t-1}} = -(\gamma + \frac{a_1}{a_2}) = -\gamma - \frac{2\psi}{2\delta\alpha_\delta\beta\gamma(2\delta-1)(\bar{x}-\rho)^{2\delta-2}\bar{x}}$$

کشش نرخ ارز نسبت به مداخله‌ی ارزی دوره‌ی قبل، به پارامترهایی مانند ضریب تأثیر مداخله‌ی ارزی روی نرخ ارز (γ)، ضریب اهمیتی که بانک مرکزی به نوسان‌های نرخ ارز از نرخ ارز هدف می‌دهد (α_δ)، نرخ ارز هدف بانک مرکزی (ρ)، اثر متفاوت نوسان‌های نرخ ارز در بالا و پایین نرخ ارز هدف $(\delta = \pm 1)$، ضریب هزینه‌ی مداخله‌ی ارزی (ψ)، ضریب تنزیل هزینه‌های بانک مرکزی (β) و مقدار نرخ ارز در وضعیت پایدار[1] در اقتصاد $(\bar{x})$ بستگی دارد. هر چه هزینه‌های بانک مرکزی (هزینه‌های نوسان نرخ ارز، نرخ تورم، تولید و هزینه‌های مداخله‌ی ارزی) با ضریب بالاتری تنزیل شود، کشش نرخ ارز نسبت به مداخله‌ی ارزی دوره‌ی قبل کم‌تر خواهد بود. هر چه اثرگذاری مداخله‌ی ارزی بیش‌تر باشد، کشش مزبور بزرگ‌تر می‌شود. هر چه ضریب هزینه‌ی مداخله‌ی ارزی بیش‌تر باشد، این کشش بالاتر خواهد بود.

بر اساس رابطه‌ی (19)، فرض کنید که هیچ شوکی در اقتصاد رخ ندهد (یعنی $\varepsilon_t = 0$) و بانک مرکزی بخواهد نرخ ارز را در همین لحظه به دور از هر گونه پیش‌فرضی تعیین کند. نرخ ارز زمان صفر، یعنی نرخ ارز بدون احتساب شوک‌ها و اثر متغیرهای وضعیت و کنترل دوره‌ی قبل عبارت است از:

$$x_{t=0} = -\frac{c_1}{a_2} = -\frac{2\delta\alpha_\delta\beta\gamma(\bar{x}-\rho)^{2\delta-1}}{2\delta\alpha_\delta\beta\gamma(2\delta-1)(\bar{x}-\rho)^{2\delta-2}\bar{x}} = \frac{-(\bar{x}-\rho)}{(2\delta-1)\bar{x}}$$

نرخ ارز در زمان صفر، به نرخ ارز تعادلی یا وضعیت پایدار $(\bar{x})$، نرخ ارز هدف بانک مرکزی (ρ) و اثر متفاوت نوسان‌های نرخ ارز در بالا و پایین نرخ ارز هدف $(\delta = \pm 1)$ بستگی دارد.

برای حل عددی این مسأله به اطلاعات دقیق در مورد مقدار پارامترها نیاز است. از آن جا که مقدار این پارامترها در اقتصاد ایران مجهول می‌باشد و از سوی دیگر بسیاری از این پارامترها به جز تعداد اندکی از آن‌ها در دیگر متون تحقیقاتی یافت می‌شوند، نمی‌توان از calibration[2] استفاده کرد. هم‌چنین در بیش‌تر موارد استفاده از پارامترهایی

1- Steady state.

2- calibration، برآورد برخی از پارامترهای یک الگو با این فرض است که الگو درست می‌باشد. این عمل گامی در جهت مطالعه‌ی دیگر پارامترهاست. calibration دلالت بر این دارد که پژوهش‌گر می‌خواهد به دیگر پارامترهای الگو شانس برابر برای تشریح اطلاعات بدهد. نه این که آیا پارامترهای اندازه‌گیری شده به طور ایده‌آلی برآورد و الگوسازی شده‌اند یا خیر. به

www.SID.ir

Archive of SID

که از الگوهای مشابه برآورد شده‌اند، نمی‌توانند در چارچوب اقتصاد ایران برازنده باشند و باید با توجه به شرایط اقتصاد نفتی ایران از ابتدا برآورد شوند. به طور مثال ضریب اهمیتی که دولت به نوسان‌های نرخ ارز می‌دهد، یا ضریب اهمیتی که برای نوسان‌های نرخ تورم در مقابل تولید قائل است، به سیاست‌های پولی و مالی دولت در هر لحظه از زمان بستگی دارد. بنابراین حل عددی این مسأله مستلزم انجام پژوهش‌هایی است که بتواند پارامترهای این الگو را با توجه به شرایط اقتصاد ایران به دست آورد.

با استفاده از قانون حرکت تعادلی بازگشتی نرخ ارز (19) و $E(\varepsilon_{t+1})=0$، حجم بهینه‌ی مداخله‌ی ارزی در این بازار تنها تابعی از نرخ ارز مورد نظر دولت در دوره‌ی بعد (زمان آینده)، نرخ ارز زمان حال و یک مقدار ثابت به عنوان عرض از مبدا است:

$$\zeta_t = \frac{-a_2}{a_1+a_2\gamma}x_{t+1} - \frac{a_2a_3}{a_1+a_2\gamma}x_t - \frac{c_1}{a_1+a_2\gamma} \qquad (20)$$

با فرض ثابت ماندن سایر شرایط، مداخله‌ی مقام پولی در بازار با توجه به نرخ ارز انتظاری (x_{t+1}) انجام می‌گیرد. به دلیل وضعیت انحصاری دولت در بازار ارز، حجم مداخله‌ی ارزی در بازار به این بستگی دارد که دولت بخواهد نرخ ارز را در دوره‌ی بعد در چه سطحی نگه دارد، زیرا مداخله‌ی ارزی علاوه بر نرخ ارز زمان حال، روی نرخ ارز دوره‌ی بعد نیز مؤثر است. به بیان دیگر کشش مداخله‌ی ارزی نسبت به نرخ ارز دوره‌ی بعد $(\frac{\partial\zeta_t}{\partial x_{t+1}})$ و کشش مداخله‌ی ارزی نسبت به نرخ ارز زمان حال $(\frac{\partial\zeta_t}{\partial x_t})$ عبارت است از:

$$\frac{\partial\zeta_t}{\partial x_{t+1}} = -\frac{a_2}{a_1+a_2\gamma}$$

$$\frac{\partial\zeta_t}{\partial x_t} = -\frac{a_2a_3}{a_1+a_2\gamma}$$

مقایسه‌ی این دو کشش نشان می‌دهد که اثر نرخ ارز زمان حال روی حجم مداخله، بیش‌تر از اثر نرخ ارز دوره‌ی آتی است. به بیان دیگر اثر نرخ ارز زمان حال روی حجم مداخله، به میزان فشار اقتصادی برون‌زا (فشار تأمین منابع مالی بودجه‌ی دولت) و

بیان روشن‌تر گرفتن پارامترهایی که از یک الگوی مشابه برآورد شده‌اند و استفاده از این پارامترها در الگوی خود و حل عددی و شبیه‌سازی الگو را calibration می‌گویند.

www.SID.ir

Archive of SID

نوسان‌های اقتصادی برون‌زا به دلیل دیگر عوامل، بیش‌تر از اثر نرخ ارز دوره‌ی آتی است. به‌طور آشکارا از آن جا که نرخ ارز در ایران فقط به وسیله‌ی ساز و کارهای بازار تعیین نمی‌شود، بنابراین آن چه که حجم مداخله‌ی ارزی مقام پولی در زمان حال را تعیین می‌کند، این است که دولت بخواهد نرخ ارز زمان حال و دوره‌ی آتی را در چه سطحی نگه دارد، زیرا در اقتصاد ایران، دولت عرضه‌کننده‌ی انحصاری ارز به بازار است. این که نرخ ارز زمان حال و دوره‌ی آتی در چه سطحی باشد، به این بستگی دارد که دولت بخواهد چه بودجه‌ای هزینه کند، یعنی حجم مصارف ارزی دولت چه میزان می‌باشد. این به نوبه‌ی خود به اندازه‌ی دولت و بنابراین میزان وابستگی دولت به درآمدهای ارزی حاصل از فروش ثروت‌های ملی بستگی دارد. به بیان دیگر این کشش‌ها نشان می‌دهند که نرخ ارز در اقتصاد ایران بیش‌تر به صورت ابزار سیاستی کوتاه‌مدت در اختیار مقام‌های مسوول می‌باشد، تا نرخی کلیدی که باید برآمده از درون اقتصاد و عملکرد نیروهای آن باشد.

بر اساس برنامه‌ی اهلیگ و با استفاده از معادله‌های (15) تا (18)، مسیر تعادلی نرخ تورم عبارت است از:

$$\pi_t = \pi_{t-1} + (a_4 + a_8 a_6)\pi_{t-2} - a_5 a_3 x_{t-2} - a_5(\gamma + \frac{a_1}{a_2})\zeta_{t-2} - \frac{a_5}{a_2} c_1 \quad (21)$$
$$- a_5 \varepsilon_{t-1} + a_6 y_{t-2} + a_6 a_7 y_{t-3} + a_6 v_{t-2} + u_{t-1}$$

تورم زمان حال (π_t)، تابعی از تورم یک دوره‌ی قبل (π_{t-1})، تورم دو دوره‌ی قبل (π_{t-2})، نرخ ارز دو دوره‌ی قبل (x_{t-2})، حجم مداخله‌ی ارزی دو دوره‌ی قبل (ζ_{t-2})، سطح تولید دو دوره‌ی قبل (y_{t-2})، سطح تولید سه دوره‌ی قبل (y_{t-3})، شوک نرخ ارز یک دوره‌ی قبل (ε_{t-1})، شوک تورم یک دوره‌ی قبل (u_{t-1}) و شوک تولید دو دوره‌ی قبل (v_{t-2}) است. لازم به ذکر است که نرخ ارز دوره‌ی قبل، سطح تولید دوره‌ی قبل و حجم مداخله‌ی ارزی دوره‌ی قبل، هر سه اثر خود را از طریق افزایش نرخ تورم تخلیه می‌کنند. به علاوه نرخ ارز دوره‌ی قبل در متغیر مداخله‌ی ارزی دو دوره‌ی قبل وجود دارد. هم‌چنین نرخ تولید یک دوره‌ی قبل در متغیر نرخ تورم یک دوره‌ی قبل وجود دارد، بنابراین به طور مستقیم در رابطه‌ی بالا وارد نشده‌اند.

نرخ ارز، یکی از متغیرهای کلیدی اقتصاد کلان است که به طور معنی‌داری تورم را متأثر می‌کند. در ادبیات اقتصادی، نرخ ارز از طریق سه کانال تورم را متأثر می‌کند، کانال اول، کانال مستقیم است که درآن نرخ ارز با یک وقفه‌ی زمانی نسبتا کوچکی

www.SID.ir

Archive of SID

قیمت کالاهای وارداتی مانند مواد اولیه و کالاهای نیمه ساخته‌ی مورد استفاده در تولید داخل را متأثر می‌کند. نرخ ارز نه تنها قیمت کالاهای وارداتی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بلکه به طور غیرمستقیم از طریق آربیتراژ واردات، قیمت کالاهای داخلی که زیر فشار رقابت با کالاهای وارد شده قرار گرفته‌اند را متأثر می‌کند. هر چه سهم واردات در تولید ناخالص داخلی یک اقتصاد بیش‌تر باشد، یعنی هر چه وابستگی اقتصاد به واردات بیش‌تر باشد، این کانال بزرگ‌تر می‌شود. به بیان دیگر به دلیل بالا بودن نسبت واردات در تولید ناخالص داخلی، تأثیرپذیری سطح قیمت‌ها از نرخ ارز بیش‌تر می‌شود.

کانال دوم، کانال غیرمستقیم است که در آن تغییرات نرخ ارز با فرض ثبات سایر شرایط، نرخ واقعی ارز را متأثر می‌کند. این امر به نوبه‌ی خود از طریق تقاضای کل و شکاف تولید، اقتصاد را متأثر می‌کند. کاهش ارزش پول ملی، محصولات داخلی را برای مصرف‌کننده‌ی خارجی به نسبت ارزان‌تر می‌کند و در نتیجه صادرات و تقاضای کل نسبت به تولید بالقوه در کوتاه‌مدت افزایش می‌یابد. این امر به نوبه‌ی خود سطح قیمت‌های داخلی را افزایش می‌دهد. از آن جا که قراردادهای دستمزد اسمی در کوتاه‌مدت ثابت هستند، دستمزدهای واقعی، کاهش و تولید افزایش می‌یابد.

علاوه بر کانال‌های اثرگذاری بالا، کانال دیگری به نام کانال انتظارات نیز مطرح است. طبق این کانال نوسان‌های پایدار و مستمر نرخ ارز موجب تعدیل انتظارات عموم از قیمت‌ها و افزایش اثرات میانی نرخ ارز[1] روی تورم می‌شوند.

همبستگی میان تورم و افزایش نرخ ارز اسمی در شرایط پولی ناپایدار که در آن شوک‌های اسمی موجب تورم بالا و کاهش ارزش پول می‌شوند، بیش‌تر است. گرچه برخی شواهد نشان می‌دهد که این همبستگی در کشورهایی که سیاست‌های پولی پایدار و قابل پیش‌بینی اتخاذ کرده‌اند، کم‌تر شده است.[2]

سرانجام بر اساس برنامه‌ی اهلیگ و با استفاده از معادله‌های (15) تا (18)، مسیر تعادلی سطح تولید به صورت زیر به دست می‌آید:

$$y_t = y_{t-1} + (a_7 + a_8 a_6) y_{t-2} + a_8 \pi_{t-2} + a_8 a_4 \pi_{t-3} + a_8 a_5 x_{t-2} + a_8 u_{t-2} + v_{t-1} \qquad (22)$$

سطح تولید در زمان حال (y_t) به تولید دوره‌ی قبل (y_{t-1})، تولید دو دوره‌ی قبل (y_{t-2})، تورم دو دوره‌ی قبل (π_{t-2})، تورم سه دوره‌ی قبل (π_{t-3})، نرخ ارز

1- Exchange rate pass-through effects.
2- Mishkin Frederic, 2008.

www.SID.ir

Archive of SID

دو دوره‌ی قبل (x_{t-2})، شوک تورم دو دوره‌ی قبل (u_{t-2}) و شوک تولید دوره‌ی قبل (v_{t-1})، بستگی دارد. نرخ ارز دوره‌ی قبل و شوک تورم دوره‌ی قبل، اثر خود را از طریق تورم روی تولید تخلیه می‌کنند. به بیان دیگر سطح تولید در زمان حال، علاوه بر تولید در دوره‌های قبل، به نرخ ارز و تورم بستگی دارد، به طوری که نرخ ارز طی دو دوره‌ی قبل و نیز نرخ تورم طی سه دوره‌ی قبل، علاوه بر وقفه‌های اول و دوم متغیر سطح تولید روی این متغیر اثرگذار فرض شده است. این امر نشان‌دهنده‌ی آن است که نرخ ارز و بنابراین تورم اثری نسبتا پایدار روی تولید باقی می‌گذارند.

افزایش نرخ ارز و تورم، هر یک به نوبه‌ی خود منجر به افزایش هزینه‌های نهایی تولید و ایجاد شرایط نااطمینانی در تولید می‌شوند. بنابراین برای حفظ تولید در سطح اشتغال کامل، علاوه بر توجه به مسایل نهادی تولید، باید پارامترهای قیمت مانند نرخ ارز و تورم نیز دارای ثبات قابل قبولی باشند. نوسان این متغیرها به نااطمینانی‌های جامعه و بنابراین کاهش سطح تولید در اقتصاد دامن می‌زند، زیرا تولید همانند سرمایه‌گذاری به شرایط باثبات اقتصادی و تصمیم‌گیری‌های بادوام سیاستی حساسیت دارد.

مسیر تعادلی به دست آمده برای سطح تولید در اقتصاد ایران نشان می‌دهد که حجم بهینه‌ی مداخله‌ی ارزی، سازگار بودن مداخله با دیگر سیاست‌ها و مد نظر قرار ندادن عمل مداخله به عنوان یک ابزار مستقل سیاستی برای حفظ تعادل‌های اقتصادی، مهم هستند. تنها دخالت یک جانبه‌ی بانک مرکزی برای تعیین و حفظ نرخ ارزی که به هر قیمت، ریال مورد نیاز دولت را طی یک‌سال مالی تأمین کند، نمی‌تواند در بلندمدت اقتصاد را به تعادل برساند، زیرا تأثیر این رفتار و بی‌قاعدگی سیاستی بانک مرکزی، روی متغیرهای کلیدی اقتصاد مانند نرخ تورم و بنابراین سطح تولید داخل اثر منفی می‌گذارد. زیرا نرخ تورم جدای از اثرپذیری از فشارهای تقاضای بازار، متأثر از فشارهای هزینه‌ای و کشش‌ناپذیری عرضه‌ی کل اقتصاد است، که در این الگو تلاش شده است این ارتباط به صورت زنجیره‌ای کامل دیده شود.

4- جمع‌بندی

هدف این مقاله، طراحی الگوی نظری تعیین حد بهینه‌ی مداخله در بازار ارز ایران است که برای نخستین بار در ایران انجام می‌شود. الگوی مورد استفاده در این مقاله یک الگوی برنامه‌ریزی غیرخطی پویا با توابع تصادفی پیوسته می‌باشد که از برنامه‌ی اهلیگ

www.SID.ir

Archive of SID

برای حل آن استفاده شده است. نتیجه‌ی حل الگو نشان می‌دهد که انتخاب بهترین حجم مداخله‌ی ارزی به هدف‌های اقتصادی سیاست‌گذاران، نرخ ارز زمان حال و نرخ ارز آتی انتظاری مقام‌های پولی بستگی دارد. به دلیل وضعیت انحصاری دولت در بازار ارز، حجم مداخله‌ی ارزی در بازار به این بستگی دارد که دولت بخواهد نرخ ارز را در دوره‌ی بعد، علاوه بر زمان حال در چه سطحی نگه دارد، زیرا مداخله‌ی ارزی علاوه بر نرخ ارز زمان حال روی نرخ ارز دوره‌ی بعد نیز اثر دارد.

نتایج الگو نشان می‌دهد که کشش نرخ ارز در زمان حال نسبت به نرخ ارز دوره‌ی قبل تابعی از فشار اقتصادی برون‌زا (مانند فشار تأمین منابع مالی بودجه‌ی کل دولت) و نوسان برون‌زای نرخ ارز به دلیل دیگر متغیرهای اقتصادی مانند نوسان قیمت نفت در بازارهای جهانی است. به بیان دیگر حساسیت میان نرخ ارز در دو دوره‌ی زمانی متوالی، با فرض ثبات سایر شرایط، به میزان فشارهای افزایش/ کاهش نرخ ارز و نوسان برون‌زای نرخ ارز بستگی دارد.

هم‌چنین کشش نرخ ارز نسبت به مداخله‌ی ارزی دوره‌ی قبل، به پارامترهایی مانند ضریب تأثیر مداخله‌ی ارزی روی نرخ ارز، ضریب اهمیتی که بانک مرکزی به نوسان‌های نرخ ارز از نرخ ارز هدف می‌دهد، نرخ ارز هدف بانک مرکزی، اثر متفاوت نوسان‌های نرخ ارز در بالا و پایین نرخ ارز هدف، ضریب هزینه‌ی مداخله‌ی ارزی، ضریب تنزیل هزینه‌های بانک مرکزی و مقدار نرخ ارز در وضعیت پایدار در اقتصاد بستگی دارد. هر چه هزینه‌های بانک مرکزی (هزینه‌های نوسان نرخ ارز، نرخ تورم، تولید و هزینه‌های مداخله‌ی ارزی) با ضریب بالاتری تنزیل شود، کشش نرخ ارز نسبت به مداخله‌ی ارزی دوره‌ی قبل کم‌تر خواهد بود. هر چه اثرگذاری مداخله‌ی ارزی بیش‌تر باشد، کشش مزبور بزرگ‌تر می‌شود. هرچه ضریب هزینه‌ی مداخله‌ی ارزی بیش‌تر باشد، این کشش بالاتر خواهد بود.

نتایج نشان می‌دهد که اثر نرخ ارز زمان حال روی حجم مداخله، بیش‌تر از اثر نرخ ارز دوره‌ی آتی است. به بیان دیگر اثر نرخ ارز زمان حال روی حجم مداخله، به میزان فشار اقتصادی برون‌زا (فشار تأمین منابع مالی بودجه‌ی کل دولت) و نوسان‌های اقتصادی برون‌زا به دلیل دیگر عوامل، بیش‌تر از اثر نرخ ارز دوره‌ی آتی است. آن چه که حجم مداخله‌ی ارزی مقام پولی در زمان حال را تعیین می‌کند، این است که دولت بخواهد چه بودجه‌ای هزینه کند. این به نوبه‌ی خود به حجم مصارف ارزی دولت در اقتصاد بستگی دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

طبق الگوی طراحی شده، نرخ تورم علاوه بر وقفه‌های خود، تابعی از نرخ ارز و سطح تولید داخلی اقتصاد است. بنابراین سیاست هدف‌گذاری تورم[1] می‌تواند در تحریک سطح تولید و ثبات نرخ ارز مؤثر افتد. پیش‌شرط کاهش تورم، جلوگیری از رشد لجام‌گسیخته‌ی نقدینگی در اقتصاد است. در اقتصاد ایران سیاست‌های مالی دولت عامل مهم افزایش نقدینگی است. از آن جا که بودجه‌ی عمومی دولت به شدت به درآمدهای نفتی وابسته است، بانک مرکزی به ناچار ریال بودجه‌ی کل دولت را از طریق تبدیل دلارهای نفتی تأمین می‌کند. ولی به دلیل عدم توانایی اقتصاد داخل در جذب دلارهای نفتی، بانک مرکزی به ناچار وارد بازار می‌شود و ارز مازاد بر تقاضای بازار را خریداری می‌کند، بنابراین اگر ساختار مصارف و منابع ارزی دولت در اقتصاد، اصلاح و وابستگی بودجه‌ی عمومی به درآمدهای حاصل از فروش ثروت‌های ملی کاهش یابد، آن گاه مداخله‌ی ارزی بر اساس نرخ ارزی که تأمین‌کننده‌ی نیازهای مالی بودجه‌ی دولت باشد، انجام نخواهد گرفت و از فشار بر نرخ ارز کاسته می‌شود. به بیان دیگر سیاست حفظ تعادل در بودجه‌ی دولت می‌تواند نیازهای ریالی بودجه‌ای را از بین ببرد و فشارهای دولت برای استفاده از ابزارهای قیمتی مانند نرخ ارز را به کم‌ترین حد کاهش دهد.

همان گونه که بیان شد، برای حل عددی این مسأله، به اطلاعات دقیق در مورد مقدار پارامترها نیاز است، که یا باید از الگوهای مشابه گرفته و یا باید برای اقتصاد ایران محاسبه شود. اما در بیش‌تر موارد استفاده از پارامترهایی که از الگوهای مشابه برآورد شده‌اند، نمی‌تواند در چارچوب اقتصاد ایران مفید باشد، بنابراین حل عددی این مسأله مستلزم انجام پژوهش‌هایی است که بتواند پارامترهای این الگو را با توجه به شرایط اقتصاد ایران به دست آورد. این مهم به مطالعه‌های آتی واگذار می‌شود.

ضمیمه

1- روش کلی اهلیگ برای حل الگوهای تصادفی پویای غیرخطی بدین شکل است که ابتدا بردار متغیرهای وضعیت درون‌زا (x_t) با ابعاد $m\times 1$، دیگر متغیرهای درون‌زا (y_t) با ابعاد $n\times 1$ و فرآیندهای تصادفی برون‌زای (z_t) با ابعاد $k\times 1$ را در نظر می‌گیریم. روابط تعادلی میان متغیرها را به شکل زیر می‌نویسیم:

1- Inflation targeting policy.

www.SID.ir

Archive of SID

$$0 = A\,x_t + B\,x_{t-1} + C\,y_t + D\,z_t$$
$$0 = E_t[F\,x_{t+1} + G\,x_t + H\,x_{t-1} + J\,y_{t+1} + K\,y_t + L\,z_{t+1} + M\,z_t]$$
$$z_{t+1} = N\,z_t + \varepsilon_{t+1} \qquad E_t[\varepsilon_{t+1}] = 0$$

سپس قانون حرکت تعادلی بازگشتی زیر را به گونه‌ای پیدا می‌کنیم که تعادل بیان شده به وسیله‌ی این روابط پایدار باشند: $\begin{matrix} x_t = P\,x_{t-1} + Q\,z_t \\ y_t = R\,x_{t-1} + S\,z_t \end{matrix}$ ، که در آن S, R, Q, P ماتریس هستند. سپس معادله‌ی ماتریسی درجه‌ی دوم مربوط را حل می‌کنیم.

2- فرآیند خودرگرسیونی (autoregressive process)، یک فرآیند تصادفی است که به وسیله‌ی جمع وزنی مقادیر گذشته‌ی متغیر و یک جمله‌ی خطای بی‌ضرر، یعنی white noise تشریح می‌شود. در این مقاله فرض می‌شود که مداخله‌ی ارزی از یک فرآیند خودرگرسیونی مرتبه‌ی اول مانند $e_t = re_{t-1} + u_t$ پیروی می‌کند. به بیان دیگر تنها مقادیر گذشته‌ی نزدیک متغیر است که اثر مستقیمی روی مقدار جاری متغیر می‌گذارد. در این فرآیند، $|r| < 1$ و u_t دارای توزیع نرمال استاندارد است. همان طور که بیان شد، در این مقاله منظور از مداخله‌ی ارزی در ایران، حجم خرید ارز مازاد بر تقاضای بازار توسط بانک مرکزی، برای تأمین ریال کل بودجه‌ی دولت است.

3- کراندار بودن (Bounded) یک متغیر مانند E به این معنی است که اگر X یک فضای متریک (Metric Space) و E زیرمجموعه‌ای از آن باشد، آن گاه E کراندار است، هرگاه عددی حقیقی مانند M و نقطه‌ای از X مانند q یافت شود، به طوری که برای هر P متعلق به E رابطه‌ی $d(p,q) < M$ برقرار باشد.

فهرست منابع

1- مصوبه‌های هیأت وزیران و قانون بودجه‌ی سال 1386.

2- گزارش اقتصادی و ترازنامه‌ی بانک مرکزی ج.ا.ا سال 1385.

3- Cadenillas Abel and Fernando Zapatero, (2000), "Classical and Impulse Stochastic Control of the Exchange Rate Using Interest Rates and Reserves", Mathematical Finance vol.10, No.2.

4- Cadenillas Abel and Fernando Zapatero, (1999), "Optimal Central Bank Intervention in the Foreign Exchange Market", Journal of Economic Theory, Vol. 87, PP. 218-242.

5- Campbell, J and J. Cochrane, (1994), "By Force of Habit: A Consumption –Based Explanation of Aggregate Stock Market Behavior", Draft, Harvard University.

www.SID.ir

Archive of SID

6- 4- Chadha Jagjiit S and Charles Nolan, (2004), "Output, Inflation and the New Keynesian Philips Curve", International Review of Applied Economics, Vol.18, No. 3, pp.271- 287.
7- Deravi K, P. Gregorowicz and C. E. Hegji, (1995), "Exchange Rates and the Inflation Rate", Quarterly Journal of Business and Economics, Vol. 34, No. 1.
8- Evans, Lawrence C, (2005), "An Introduction to Mathematical Optimal Control Theory", Lecture Notes, University of California, Department of Mathematics, Berkeley, version 0.1.
9- Gong. G and W. Smeller, (2004), "Stochastic Dynamic Macroeconomics: Theory, Numerics and Empirical Evidence", Center for Empirical Macroeconomics, Bielefeld, and New School University, New York, October.
10- Hafer, Richard W, (1989), "Does Dollar Depreciation Cause Inflation?" Federal Reserve Bank of St. Louis Review, Vol. 71, July/ August, pp 16- 28.
11- Joon- Hwan Im, (2001), "Optimal Currency Target Zones: How Wide Should Exchange Rate Bands Be?" International Economic Journal, spring, Vol. 15, No. 1.
12- Karatzas, I and S. E. Shreve, (1991), "Brownian Motion and Stochastic Calculus", 2nd. Ed. New York, Springer-Verlag, Chs. 3 and 5.
13- Kahn, George.A, (1987), "Dollar Depreciation and Inflation", Federal Reserve Bank of Kansas City, Economic Review, November, pp. 32-49.
14- Ljungqvist Lars and Thomas. J. Sargent, (2000), "Recursive Macroeconomic Theory", Second Edition, MIT.
15- Mishkin Frederic, (2008), "Exchange Rate Pass- Through and Monetary Policy", Board of Governors of the Federal Reserve System, Norges Bank Conference on Monetary Policy, Oslo, Norway
16- Mundaca, Gabreila and Bernt Oksendal, (1998), "Optimal Stochastic Intervention Control with Application to the Exchange Rate", Journal of Mathematical Economics, Vol. 29, PP. 225-243
17- Onishi, Masamitsu and Moto Tsujimura, (2006), "An Impulse Control of a Geometric Brownian Motion with Quadratic Costs", European Journal of Operational Research, Vol. 168, pp 311-321
18- Taylor Lance, (1991), "Income Distribution, Inflation and Growth", Lectures on Structuralist Macroeconomics Theory, pp, 3-50
19- Tsay, Ruey S, (2005), "Analysis of Financial Time Series", Wiley Series in Probability and Statistics, pp.250- 270
20- Uhlig, Harald, (1999) "A Toolkit for Analyzing Nonlinear Dynamic Stochastic Models Easily," Discussion Paper 97, Tilburg University, Center for Economic Research

www.SID.ir