

تحلیل سیاست پولی و مالی در چهارچوب الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی باز برای اقتصاد ایران^۱

محمد صالحیان بهروز*

علیرضا عرفانی**

چکیده

هدف از مطالعه حاضر بررسی سیاست‌های پولی و مالی در اقتصاد ایران است. در این تحقیق، با طراحی الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی باز سیاست پولی بانک مرکزی به صورت مکالم در نظر گرفته می‌شود. بر این اساس و با استفاده از داده‌های سری زمانی فصلی دوره ۱۳۶۹-۱۳۹۴ پارامترهای الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی برآورد شده است. همچنین، به منظور بررسی صحت نتایج برآورد حاصل از روش بیزین از آماره‌های زنجیره مارکوفی مونت‌کارلو، آماره گلن-بروکز، و همچنین مقایسه توابع توزیع پسین و پیشین استفاده شده است که نتایج حاصل از آماره‌ها نشان‌دهنده نتایج قابل اعتماد برآورد الگو هستند. براساس شبیه‌سازی شوک‌های سیاست‌های پولی و مالی مشخص شد که این دو سیاست در کوتاه‌مدت قابلیت اثرگذاری را در متغیرهای حقیقی دارند.

کلیدواژه‌ها: سیاست پولی، سیاست مالی، اقتصاد باز، الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی، شبیه‌سازی تصادفی.

طبقه‌بندی JEL: E42, E32, E31, E52.

۱. مقدمه

در دو دهه گذشته شاهد استفاده روزافزون الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی در سازمان‌ها و مؤسسات سیاست‌گذاری بوده‌ایم (Sbordone et al. 2010: 23). مقالات برجسته

* دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشگاه سمنان (نویسنده مسئول)، mohammadsalehian@semnan.ac.ir

** دانشیار اقتصاد، دانشگاه سمنان، aerfani@semnan.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۴/۲۵، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۹/۰۳

اسمتز و ووترز (Smets and Wouters)، که طی سال‌های ۲۰۰۳ و ۲۰۰۷ به‌رشته تحریر درآمد، ثابت کردند که الگوهای یادشده می‌توانند ابزار مفیدی برای تحلیل سیاست‌های اقتصادی باشند. درواقع، این نویسندگان نشان دادند که با استفاده از یک‌سری فرض‌ها درمورد رفتار واحدهای اقتصادی می‌توان وضعیت فعلی اقتصاد و عملکرد سیاست‌های مختلف را بر مسیر پویای متغیرهای اقتصادی نشان داد.

الگوهای پولی تعادل عمومی پویای تصادفی نسخه نسل بعد این مدل‌ها محسوب می‌شود که به‌سرعت در بانک‌های مرکزی کشورهای مختلف مورد استفاده قرار گرفت؛ زیرا نه تنها ساختار تحلیلی به‌منظور ارزیابی آثار سیاست پولی فراهم می‌آورند، بلکه برخی انتقادهای کلاسیک‌ها را درمورد اثرگذاری این سیاست پاسخ می‌دهد (Christiano et al. 2011: 287). ساختار پولی قرارگرفته در این مدل‌ها به‌خوبی این موضوع را تبیین می‌کند که واکنش تدریجی تورم به شوک سیاست پولی و مشاهده آثار حقیقی سیاست پولی مستلزم وجود چسبندگی و اصطکاک در بخش قیمت‌گذاری کالا و خدمات است (Mankiw 2000: 3).

علاوه‌بر بررسی سیاست پولی، الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی این قابلیت را دارند که شوک‌ها و سیاست‌های دیگر بخش‌های اقتصادی را نیز مدل‌سازی کنند و درباره بررسی آثار آن‌ها تجزیه و تحلیل‌های مرتبط را ارائه کنند (Altig et al. 2005: 12). درکنار سیاست پولی سیاست مالی نیز از مهم‌ترین سیاست‌هایی است که بررسی آن در قالب این الگوها امکان‌پذیر است. درواقع، وجود قید بودجه دولت و نحوه تأمین منابع مالی به‌منظور برقراری تراز بودجه بین دوره‌ای دولت (Claeys 2007: 4) درکنار بهینه‌سازی واحدهای اقتصادی که بخشی از پس‌انداز خود را صرف خرید اوراق بدهی دولت می‌کنند (Coenen et al. 2004: 6) این فضا را فراهم می‌آورد تا آثار اجرای سیاست مالی به‌انحای مختلف میسر و امکان‌پذیر شود.

به‌منظور بررسی مناسب سیاست‌های پولی و مالی لازم است تا سازوکار انتقال پولی به‌نحو مناسبی تبیین شود و همچنین، متغیرهای مهم این ساز و کار شناسایی و وارد فرایند مدل‌سازی شوند. در تفسیرهای جدید از الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی ضرورت مدل‌سازی اقتصاد باز توصیه و بر آن تأکید شده است؛ زیرا خانوارها نه تنها تابع مخارج مصرفی کالاهای داخلی هستند، بلکه به مصرف کالاهای خارجی نیز وابسته‌اند (Monacelli 2005: 707). همچنین، نرخ ارزش متغیری بسیار مهم در تخصیص منابع و تعیین سطح متغیرهای کلان اقتصادی است که بدون آن نمی‌توان تصریحی واقعی از فضای اقتصاد کلان کشور داشت (Grohe and Uribe 2003: 163).

بر این اساس، در مطالعه حاضر سعی شده است تا در قالب الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی باز آثار سیاست‌های پولی و مالی در متغیرهای کلان اقتصادی مورد بررسی قرار گیرد. سازمان‌دهی مقاله به این صورت است که در بخش دوم مبانی نظری بررسی خواهد شد، در بخش سوم مطالعات انجام شده ارائه می‌شود، در بخش چهارم برآورد و تحلیل نتایج الگو آمده است، و بخش پنجم نتیجه‌گیری است.

۲. مبانی نظری

در یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی تحلیل بخش‌های عرضه و تقاضای کل مستلزم بررسی واحدهای مصرفی و تولیدی اقتصاد است. بنابراین، استخراج معادلات مربوط به تقاضای کل نیازمند تحلیل رفتار مصرف‌کننده و معادلات مربوط به عرضه کل نیازمند تحلیل رفتار بنگاه اقتصادی است. در این الگوها استخراج معادلات براساس مبانی اقتصاد خرد انجام می‌گیرد و بنابراین رفتار هر واحد از طریق بهینه‌یابی هدف آن‌ها مشخص می‌شود. در نتیجه، رفتار بخش خانوار از حل مسئله حداکثرسازی تابع مطلوبیت و رفتار بنگاه از حداکثرسازی تابع سود مشخص خواهد شد (Gali 2007: 10).

در این الگوها به منظور تکمیل معادلات نشان‌دهنده پویایی‌های اقتصاد کلان لازم است قاعده مربوط به سیاست‌گذاری نیز به معادلات اضافه شود. ابزار متعارف بانک مرکزی که به طور معمول توسط بانک‌های مرکزی کشورهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد، نرخ بهره اسمی است که چنین رابطه‌ای به قاعده تیلور معروف است (Taylor 1993: 202). قاعده دیگری که استفاده کم‌تری در جامعه علمی دارد قاعده مک‌کالم (McCallum) است که در آن یکی از کلان‌های پولی ابزار پولی لحاظ می‌شود.

۱.۲ خانوار

در این الگو تعداد بی‌شماری خانوار با افق زمانی بی‌نهایت وجود دارند که هدف آن‌ها کسب حداکثر مطلوبیت با توجه به قیود مقابل خود است (Smets and Wouters 2007: 1127).^۲ فرم عمومی مطلوبیت خانوار در این مطالعه برحسب مصرف، تراز حقیقی پول، و عرضه نیروی کار به این صورت در نظر گرفته می‌شود:

(۱)

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \{U(C_t, H_t) + G(m_t) - V(L_t)\}$$

که فرم تبعی آن نیز به این صورت فرض می‌شود:

(۲)

$$U(C_t, H_t, m_t) = \frac{(C_t - H_t)^{1-\sigma}}{1-\sigma} + \frac{m_t^{1-\omega}}{1-\omega} - \chi \frac{L_t^{1+\eta}}{1+\eta}$$

که در روابط یادشده C_t میزان مصرف کالا و خدمات، m_t تقاضای حقیقی پول، و N_t عرضه نیروی کار است. هم‌چنین، β عامل رجحان زمانی، σ معکوس کشش جانشینی بین دوره‌ای، ω معکوس کشش تابع تقاضای پول، η معکوس کشش عرضه نیروی کار، و χ شوک عرضه نیروی کار است. در این الگو، اولین چسبندگی مربوط به لحاظ فرض عادات مصرفی به صورت $H_t = hC_{t-1}$ است که در این رابطه $h \in (0,1)$ پارامتر عادت مذکور است. شاخص کالاهای مصرفی براساس شاخص دیکسیت - استیگلیتز به این صورت نشان داده می‌شود:

(۳)

$$C_t = \left[(1 - \alpha_c)^{\frac{1}{\eta_c}} C_{H,t}^{\frac{\eta_c - 1}{\eta_c}} + \alpha_c^{\frac{1}{\eta_c}} C_{F,t}^{\frac{\eta_c - 1}{\eta_c}} \right]^{\frac{\eta_c}{\eta_c - 1}}$$

که $\alpha_c \in [0,1]$ نسبت واردات است (سهم کالاهای وارداتی از مصرف کل) و درجه بازبودن اقتصاد را نشان می‌دهد و $\eta_c > 1$ کشش جانشینی میان کالاهای تولید داخل و وارداتی است. شاخص کل مصرف کالاهای تولید داخل $C_{H,t}$ و شاخص کل مصرف کالاهای وارداتی $C_{F,t}$ خود نیز تابعی از تعدادی بی‌شمار کالا است و آن‌ها نیز به صورت شاخص دیکسیت - استیگلیتز بیان می‌شوند:

(۴)

$$C_{F,t} = \left(\int_0^1 C_{F,t}(i)^{\frac{\varepsilon_c - 1}{\varepsilon_c}} di \right)^{\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_c - 1}} \cdot C_{H,t} = \left(\int_0^1 C_{H,t}(i)^{\frac{\varepsilon_c - 1}{\varepsilon_c}} di \right)^{\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_c - 1}}$$

که ε_c کشش جانشینی میان کالاهاست و در این مطالعه این پارامتر برای هر دو کالای داخلی و خارجی یکسان فرض می‌شود. مسئله بهینه‌سازی خانوار باتوجه به قید بودجه ذیل انجام می‌گیرد:

(۵)

$$\int_0^1 [P_{H,t}(i)C_{H,t}(i) + P_{F,t}(i)C_{F,t}(i)] + M_t + B_t + I_t + \vartheta_t N_t \leq (1 + i_{t-1})B_{t-1} + W_t L_t + M_{t-1} + r_t^k Z_t K_{t-1} + \vartheta_t N_{t-1} - C(Z_t)K_{t-1} - T_t$$

که $P_{F,t}(i)$ و $P_{H,t}(i)$ به ترتیب مبین قیمت کالاهای داخلی و خارجی است و W_t دست‌مزد اسمی نیروی کار است. همچنین، M_t تراز اسمی پول، I_t سرمایه‌گذاری، r_t^k بازدهی سرمایه، $C(Z_t)$ تابع هزینه استفاده از سرمایه، Z_t نرخ کاربری سرمایه، B_t اوراق بدهی دولت، i_t نرخ بهره اسمی، T_t مالیات، و K_{t-1} سرمایه دوره قبل است. از طرفی، N_t میزان دارایی خارجی نگه‌داری شده و ϑ_t نرخ ارز اسمی است.

مسئله بهینه‌سازی خانوار از سه قسمت تشکیل می‌شود: در مرحله اول، خانوار باتوجه به شاخص مصرف کالاهای وارداتی و تولید داخل میزان مصرف هریک از کالاهای وارداتی و تولید داخل را به نحوی انتخاب می‌کند که هزینه مربوط به آن مصرف حداقل شود؛ بر این اساس، توابع تقاضا برای هریک از کالاهای تولید داخل و وارداتی به این صورت حاصل می‌شود:

(۶)

$$C_{H,t}(i) = \left(\frac{P_{H,t}(i)}{P_{H,t}}\right)^{-\varepsilon_c} C_{H,t} \quad C_{F,t}(i) = \left(\frac{P_{F,t}(i)}{P_{F,t}}\right)^{-\varepsilon_c} C_{F,t}$$

که $P_{H,t}$ شاخص قیمت کالاهای تولید داخل و $P_{F,t}$ شاخص قیمت کالاهای وارداتی است.

مرحله دوم انتخاب مصرف کل کالاهای داخلی و وارداتی است به نحوی که باتوجه به تعریف شاخص مصرف کل هزینه انتخاب آن‌ها حداقل شود؛ بر این اساس، شاخص مصرف کالاهای وارداتی و تولید داخل به این صورت مشخص می‌شوند:

(۷)

$$C_{H,t} = (1 - \alpha_c) \left(\frac{P_{H,t}}{P_t}\right)^{-\eta_c} C_t \quad C_{F,t} = \alpha_c \left(\frac{P_{F,t}}{P_t}\right)^{-\eta_c} C_t$$

که در این رابطه:

$$P_t = \left[(1 - \alpha_c) P_{H,t}^{1-\eta_c} + \alpha_c P_{F,t}^{1-\eta_c} \right]^{\frac{1}{1-\eta_c}}$$

شاخص قیمت مصرف‌کننده است. واضح است که مخارج مصرفی کل خانوار برابر $P_t C_t$ است. با این تعریف، می‌توان قید بودجه را به این صورت بازنویسی کرد:

(۸)

$$P_t C_t + M_t + B_t + I_t + \vartheta_t N_t \leq (1 + i_{t-1}) B_{t-1} + W_t L_t + M_{t-1} + r_t^k Z_t K_{t-1} + \vartheta_t N_{t-1} - C(Z_t) K_{t-1} - T_t$$

از آنجا که مقدار حقیقی همه متغیرها برای خانوار مهم است، قید بودجه خانوار نیز باید به صورت حقیقی نوشته شود. با تقسیم طرفین قید بودجه خانوار بر شاخص قیمت P_t ، قید بودجه حقیقی خانوار به این صورت خواهد بود:

(۹)

$$C_t + \frac{M_t}{P_t} + \frac{B_t}{P_t} + \frac{I_t}{P_t} + \frac{\vartheta_t N_t}{P_t} \leq (1 + i_{t-1}) \frac{B_{t-1}}{P_{t-1}} \frac{P_{t-1}}{P_t} + \frac{W_t L_t}{P_t} + \frac{M_{t-1}}{P_{t-1}} \cdot \frac{P_{t-1}}{P_t} + \frac{r_t^k Z_t K_{t-1}}{P_{t-1}} \cdot \frac{P_{t-1}}{P_t} + \frac{\vartheta_t N_{t-1}}{P_{t-1}} - \frac{C(Z_t) K_{t-1}}{P_{t-1}} \cdot \frac{P_{t-1}}{P_t} - \frac{T_t}{P_t}$$

که در آن w_t نرخ دستمزد حقیقی، m_t مانده حقیقی پول، و b_t مقدار حقیقی اوراق قرضه است. همچنین، π_t نرخ تورم ناخالص است. همچنین، براساس روابط زیر نرخ ارز حقیقی و مقادیر آن را به دست می آوریم که در آن e_t نرخ ارز حقیقی و n_t مقدار ارز حقیقی آن است.

(۱۰)

$$\frac{\vartheta_t N_t}{P_t} = \frac{\vartheta_t P_t^*}{P_t} \cdot \frac{N_t}{P_t^*} = e_t n_t$$

(۱۱)

$$\frac{\vartheta_t N_{t-1}}{P_t} = \frac{\vartheta_t P_t^*}{P_t} \cdot \frac{N_{t-1}}{P_{t-1}^*} \cdot \frac{P_{t-1}^*}{P_t^*}$$

باتوجه به روابط ذکر شده قید بودجه را به این صورت بازنویسی می کنیم:

(۱۲)

$$C_t + m_t + b_t + I_t + e_t n_t = w_t L_t + \frac{m_{t-1}}{\pi_t} + (1 + i_{t-1}) \frac{b_{t-1}}{\pi_t} + (r_t^k Z_t K_{t-1} - C(Z_t) k_{t-1}) + \frac{e_t n_{t-1}}{\pi_t^*} - t_t$$

در مرحله سوم، خانوار تابع مطلوبیت خود را نسبت به قید بودجه (۱۲) و قاعده انباشت سرمایه حداکثر می کند. قاعده انباشت سرمایه در واقع ارتباط سرمایه و سرمایه گذاری را نشان می دهد و به این صورت فرض می شود:

(۱۳)

$$K_t = (1 - \delta_k) K_{t-1} + \left[1 - S \left(\frac{e_t I_t}{I_{t-1}} \right) \right] I_t$$

که در رابطه یادشده S تابع هزینه تعدیل سرمایه گذاری و ε_t^I شوک سرمایه گذاری است. خانوار تابع مطلوبیت (۲) را نسبت به قید بودجه (۱۲) و قاعده انباشت سرمایه (۱۳) حداکثر می کند. تابع لاگرانژ این مسئله به این صورت تعریف می شود:

$$L = E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left\{ \left[\frac{(C_t - H_t)^{1-\sigma}}{1-\sigma} + \frac{1}{1-\omega} \left(\frac{M_t}{P_t} \right)^{1-\omega} - \chi \frac{l_t^{1+\eta}}{1+\eta} \right] + \lambda_t (w_t l_t + \frac{m_{t-1}}{\Pi_t} + (1+i_{t-1}) \frac{b_{t-1}}{\Pi_t} + (r_t^k z_t K_{t-1} - C(z_t) K_{t-1}) + \frac{e_t n_{t-1}}{\pi_t^*} - t_t - C_t - m_t - b_t - I_t - e_t n_t) + \mu_t \left[(1-\delta_k) K_{t-1} + I_t \left[1 - S \left(\frac{\varepsilon_t^I I_t}{I_{t-1}} \right) \right] - K_t \right] \right\} \quad (14)$$

که در رابطه (۱۴) λ_t ضریب لاگرانژ مرتبط با قید بودجه و μ_t ضریب لاگرانژ مربوط به رابطه انباشت سرمایه است. بر این اساس، شرایط بهینه مرتبه اول این مسئله عبارت است از:

(۱۵)

$$\frac{\partial L}{\partial C_t} = 0 \Rightarrow (C_t - H_t)^{-\sigma} - \lambda_t = 0$$

(۱۶)

$$\frac{\partial L}{\partial l_t} = 0 \Rightarrow -\chi l_t^\eta + \lambda_t w_t = 0$$

(۱۷)

$$\frac{\partial L}{\partial m_t} = 0 \Rightarrow (m_t)^{-\omega} - \lambda_t + \beta E_t \frac{\lambda_{t+1}}{\Pi_{t+1}} = 0$$

(۱۸)

$$\frac{\partial L}{\partial b_t} = 0 \Rightarrow -\lambda_t + \beta(1+i_t) E_t \frac{\lambda_{t+1}}{\Pi_{t+1}} = 0$$

(۱۹)

$$\frac{\partial L}{\partial I_t} = 0 \Rightarrow -\lambda_t + \mu_t - \mu_t S \left(\frac{\varepsilon_t^I I_t}{I_{t-1}} \right) - \mu_t I_t \frac{\varepsilon_t^I}{I_{t-1}} S' \left(\frac{\varepsilon_t^I I_t}{I_{t-1}} \right) + \beta E_t \mu_t + \varepsilon_{t+1}^I \left(\frac{I_{t+1}}{I_t} \right)^2 S' \left(\frac{\varepsilon_{t+1}^I I_{t+1}}{I_t} \right) =$$

(۲۰)

$$\frac{\partial L}{\partial z_t} = 0 \Rightarrow r_t^k - C'(z_t) = 0$$

(۲۱)

$$\frac{\partial L}{\partial K_t} = 0 \Rightarrow \beta^{t+1} [\lambda_{t+1} (r_{t+1}^k z_{t+1} - C(z_{t+1})) + \mu_{t+1} (1 - \delta)] - \beta^t \mu_t = 0$$

(۲۲)

$$\frac{\partial L}{\partial n_t} = 0 \Rightarrow -\lambda_t e_t + \beta E_t e_{t+1} \frac{\lambda_{t+1}}{\pi_{t+1}^*} = 0$$

(۲۳)

$$q_t = \beta E_t \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} [q_{t+1} (1 - \delta_k) + z_{t+1} r_{t+1}^k - c(z_{t+1})]$$

شرایط (۱۶) و (۲۱) عرضه بهینه عوامل تولید (به ترتیب نیروی کار و سرمایه)، شرایط (۱۷) و (۱۸) تقاضای بهینه دارایی مالی (به ترتیب تراز حقیقی پول و اوراق قرضه حقیقی)، شرایط (۱۵) و (۱۹) مسیر بهینه مخارج خانوار (به ترتیب مصرف و سرمایه گذاری)، و شرط (۲۰) و (۲۲) نرخ بهینه استفاده از سرمایه و تقاضای ارز را نشان می دهد.

رابطه (۲۳) معادله پویایی های قیمت گذاری سرمایه است. از تقسیم λ_t بر μ_t به مفهوم q توپین می رسیم.

فرض می شود که دست مزد نیروی کار متخصص $W_t(i)$ در یک اتحادیه تعیین می شود؛ در این صورت، سطح اشتغال هر نوع نیروی کار متخصص $L_t(i)$ توسط تصمیمات تقاضای نیروی کار بنگاه ها تعیین می شود؛ بنابراین $W_t(i)$ و $L_t(i)$ برای هر فرد خانوار معین است. در این الگو فرض بر این است که چسبندگی دست مزد وجود دارد و به پیروی از الگوی کالو (۱۹۸۳) فرض می شود که نیروی کار متخصص در هر نوع کار داده شده (اتحادیه ها)، دست مزد را با احتمال $1 - \xi_w$ در هر دوره تعدیل می کنند. این احتمال مستقل از آخرین زمانی است که دست مزد تعدیل شده است؛ به علاوه، مستقل از نوع نیروی کار نیز است؛ بنابراین، کسری از ξ_w کارگران در هر دوره دست مزد خود را بدون تغییر نگه می دارند و ξ_w را شاخص طبیعی چسبندگی دست مزد می گویند. با این اطلاعات می توان معادله دست مزد پایه ای را استخراج کرد:

(۲۴)

$$\hat{\pi}_t^w = \beta E_t \{\hat{\pi}_{t+1}^w\} - \lambda_w (\mu_t^w - \mu^w) + \varepsilon_t^w$$

به طوری که $\pi_t^w = W_t - W_{t-1}$ تورم دست‌مزد است و علامت (\wedge) بالای متغیر بیان‌گر لگاریتم متغیر است. $\mu_t^w = \hat{w}_t - \hat{p}_t - \hat{m}c_t$ لگاریتم فرانشان دست‌مزد متوسط است و هم‌چنین $\lambda_w = \frac{(1-\xi_w)(1-\beta\xi_w)}{\xi_w(1-\theta_w\eta)}$ است؛

به عبارت دیگر، تورم دست‌مزد رابطه مثبتی با تورم دست‌مزد دوره بعد و رابطه منفی با انحرافات فرانشان دست‌مزد متوسط از مقدار دل‌خواه آن دارد. با تعریف دست‌مزد حقیقی به صورت $w_t = W_t - P_t$ ، اتحاد ذیل رابطه دست‌مزد حقیقی و تورم قیمت و تورم دست‌مزد را بیان می‌کند:

(۲۵)

$$\hat{W}_t = \hat{W}_{t-1} - \pi_t^w - \pi_t$$

۲.۲ بنگاه‌های تولیدکننده

بنگاه‌های تولیدکننده با استفاده از منابع سرمایه و نیروی کار به تولید کالا و خدمات مشغول‌اند (Smets and Wouters 2007: 1131).^۳ فرض می‌شود که بنگاه با نرخ کاربری z از سرمایه خود استفاده می‌کند که بنابراین سرمایه مؤثر در تولید k_t^s به صورت نسبتی از سرمایه $k_t^z = z_t k_t$ خواهد بود و بر این اساس، تابع تولید به این صورت فرض می‌شود:

(۲۶)

$$y_t = (k_t^s)^\alpha l_t^{1-\alpha}$$

در مطالعه حاضر بنگاه‌های تولیدی به علت قراردادن در فضای رقابت انحصاری قابلیت تعیین قیمت را دارند که احتمال آن به صورت تصادفی در هر دوره تعیین می‌شود. به منظور مدل‌سازی قیمت‌گذاری بنگاه‌ها، از روش کریستیانو - ایچنبایوم - ایونز استفاده می‌شود (Lawrence et al. 2005: 19).

در این روش، بنگاه‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند: دسته اول شامل $1 - \omega$ از بنگاه‌هایی است که در هر دوره قادر به تعیین قیمت است و مسیر بهینه قیمتی براساس حداکثرسازی تابع سود در یک دوره زمانی مشخص می‌شود. دسته دوم شامل ω بنگاه‌هایی است که قادر به تعیین قیمت بهینه خود نیستند و براساس تورم دوره قبل قیمت جدید خود را تعیین می‌کنند. مسئله بهینه‌سازی سود بنگاه‌هایی که قادر به تعیین قیمت بهینه جدید هستند به این صورت است:

(۲۷)

$$\text{Max}_{P_t(j)} E_t \sum_{s=0}^{\infty} (\omega\beta)^s \Delta_{s,t+s} \left[\frac{P_{t+s}(j)}{P_{t+s}} Y_{t+s}(j) - mc_{t+s} Y_{t+s}(j) \right]$$

$$\text{S.t. } Y_{t+s}(j) = \left(\frac{P_{t+s}(j)}{P_{t+s}} \right)^{-\theta} Y_{t+s}$$

که در رابطه یادشده بنگاه مایل است مسیر قیمتی خود را به نحوی انتخاب کند که سود حقیقی خود را در طول زمان نسبت به تابع تقاضای مقابل آن حداکثر کند. از حل این مسئله منحنی فیلیپس تلفیقی کینزی جدید حاصل خواهد شد.

۳.۲ رفتار بانک مرکزی

پایه پولی (M_t) برحسب منابع شامل دارایی‌های خارجی (FA_t)، بدهی دولت به بانک مرکزی (BM_t)، و دیگر بدهی‌ها (BD_t) است که به صورت رابطه ذیل تعریف می‌شود:

(۲۸)

$$M_t = FA_t + BM_t + BD_t$$

(۲۹)

$$A_t = FA_{t-1} + or_t - C_{F,t}$$

که در این رابطه or_t درآمدهای ارزی نفتی و $C_{F,t}$ واردات کالاهای مصرفی است. روابط زیر تعریف رشد بدهی دولت است که به صورت خطی لگاریتمی نوشته می‌شود به طوری که bm نرخ رشد بدهی دولت و π_t تورم است.

(۳۰)

$$\dot{BM}_t = \frac{BM_t}{BM_{t-1}} = \frac{bm_t}{bm_{t-1}} \pi_t$$

$$\widehat{bm}_t = \widehat{bm}_t - \widehat{bm}_{t-1} + \hat{\pi}_t$$

فرض بر این است که دیگر بدهی‌ها از یک اتورگرسیو تبعیت می‌کند و به صورت رابطه (۳۰) تعریف می‌شود:

(۳۱)

$$\dot{BD}_t = \frac{BD_t}{BD_{t-1}} = \frac{bd_t}{bd_{t-1}} \pi_t$$

$$\widehat{BD}_t = \rho_{bd} \widehat{BD}_{t-1} + e_{bd}$$

اضافه می‌شود که تابع عکس‌العمل سیاست‌گذار پولی به‌نحوی است که سیاست‌گذار نرخ رشد بدهی دولت را به‌نحوی تعیین می‌کند تا به اهداف خود برسد. این فرض می‌تواند رفتار سیاست‌گذار پولی را در اقتصاد ایران توضیح دهد؛ از آن‌جا که هدف بانک مرکزی حفظ ثبات تورم و افزایش رشد اقتصادی است، تابع عکس‌العمل سیاست‌گذاری پولی بانک مرکزی به این صورت نهایی می‌شود:

(۳۲)

$$\dot{bm} = \rho_{bm} \dot{bm}_{t-1} + \gamma_{\pi} \pi_t + \gamma_y y_t + e_{bm}$$

$$e_{bm_t} = \rho_{e_{bm}} e_{bm_{t-1}} + \varepsilon_t^{bm}$$

$$\varepsilon_t^{bm} \approx i.i.a. N(0, \delta_{bm}^2)$$

وجود سیاست‌گذاری ارزی یکی از مباحث دیگر در بانک مرکزی است. برای تصریح قاعدهٔ سیاستی نرخ ارز (که براساس آن بانک مرکزی نرخ ارز را مدیریت می‌کند) می‌توان این‌گونه بیان کرد که بانک مرکزی می‌کوشد برای حفظ رژیم نرخ ارز مدیریت شناور به دو هدف برسد. بانک مرکزی از طریق دخالت سیستماتیک و قانونی در بازار داخلی و در بازار ارز خارجی می‌تواند برای رسیدن به اهداف خود از دو ابزار نرخ رشد حجم پول و کاهش نرخ ارز اسمی استفاده کند. در بازار ارز نیز بانک مرکزی به انحرافات تورم از مقدار تورم هدف، انحراف تولید از مقدار تعادلی آن، و انحراف نرخ ارز واقعی از مقدار تعادلی آن واکنش نشان می‌دهد. این واکنش از طریق قاعدهٔ رفتاری روابط (۳۳) و (۳۴) صورت می‌گیرد:

(۳۳)

$$d_t = \frac{\vartheta_t}{\vartheta_{t-1}}$$

(۳۴)

$$\frac{\dot{d}_t}{\dot{d}} = \left(\frac{\dot{d}_{t-1}}{\dot{d}}\right)^{k_0} \left(\frac{\pi_t}{\pi_t^T}\right)^{k_1} \left(\frac{Y_t}{Y}\right)^{k_2} \left(\frac{e_t}{e}\right)^{k_3} \left(e_t f a_t / Y_t\right)^{k_4}$$

که در آن رشد نرخ ارز اسمی s_t است. k_0, k_1, k_2, k_3, k_4 به ترتیب نشان‌دهندهٔ حساسیت بانک مرکزی در مورد نرخ ارز اسمی دورهٔ قبل، هدف‌گذاری نرخ تورم، انحراف از تولید، حفظ سطح ثابتی از نرخ ارز حقیقی، و حفظ سطح ثابتی از نسبت ذخایر ارزی به تولید است.

۴.۲ رفتار سیاست‌گذار مالی^۵

دولت سعی دارد تا هزینه‌های خود را از طریق درآمدهای حاصل از دریافت مالیات، فروش اوراق مشارکت، درآمد حاصل از فروش نفت، و دیگر درآمدها متوازن کند. در صورت توازن بودجه از طریق این منابع درآمد خلق پولی اتفاق نخواهد افتاد و بانک مرکزی بدون در نظر گرفتن محدودیت بودجه دولت قادر به اعمال سیاست پولی خواهد بود، اما چنانچه با وجود این منابع درآمدی کسری اتفاق بیفتد، دولت از طریق استقراض از بانک مرکزی که به معنی خلق پول است، اقدام به تأمین مالی کسری بودجه خود خواهد کرد و این به معنی سلطه مالی است. با این حال، نکته قابل توجه آن است که فروش ارز حاصل از درآمدهای نفتی به دولت نیز خود در پایه پولی منعکس خواهد شد.

بنابراین، آنچه در قید بودجه دولت به صورت تغییرات پایه پولی منعکس می‌شود ترکیب درآمدهای نفتی و برداشت از سپرده‌های دولت نزد بانک مرکزی است. قید بودجه دولت به قیمت حقیقی از طریق رابطه ذیل بیان می‌شود که طرف چپ آن مخارج و طرف راست آن درآمد دولت است:

(۳۵)

$$g_t + (1 + i_{t-1}) \frac{b_{t-1}}{\pi_t} = \frac{\vartheta_t * or_t}{P_t} + T_t + b_t + \left(\frac{BM_t - BM_{t-1}}{P_t} \right)$$

(۳۶)

$$g_t = c_{gt} + I_{gt}$$

که در آن g_t هزینه‌های دولت شامل c_{gt} مصرف دولتی و I_{gt} سرمایه‌گذاری دولتی است، b_{t-1} اوراق قرضه دوره قبل، T_t مالیات خانوار، b_t میزان اوراق قرضه در این دوره، $BM_t - BM_{t-1}$ خالص بدهی بخش دولتی به بانک مرکزی، و or_t درآمدهای ارزی نفتی است.

شرط تعادل بازار به صورت برابری عرضه و تقاضای کل اقتصاد تعریف می‌شود. تقاضای کل شامل مصرف بخش خصوصی، سرمایه‌گذاری، مخارج بخش دولتی، و خالص صادرات و در طرف مقابل، عرضه کل شامل تولید است. بر این اساس، شرط تعادلی به این صورت بیان می‌شود:

(۳۷)

$$Y_t = C_t + I_t + G_t + NX_t$$

۳. مطالعات انجام شده

رنبال در مطالعه خود به بررسی و برآورد یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی برای هنگ‌کنگ می‌پردازد (Rabanal 2018). بر این اساس، یک مدل سیکل تجاری حقیقی با اقتصاد باز کوچک که شامل بخش مسکن، چسبندگی مالی، و بخش خارجی است با استفاده از روش بیزین برای اقتصاد هنگ‌کنگ برآورد شده است. براساس یافته‌های این تحقیق شوک‌های اقتصادی می‌تواند باعث افزایش ده درصدی قیمت مسکن در غیاب سیاست‌های مؤثر شود.

پاگان و دیگران کارکرد الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی را بررسی کردند (Pagan et al. 2018). در یک روش توابع واکنش آنی محدود شد تا میزان درست‌نمایی تابع مدل‌ها یک‌سان شود. هم‌چنین، دیگر روش‌های مورد استفاده به منظور بررسی خوبی برازش الگوها، از قبیل مسئله شناسایی، لحاظ خطای اندازه‌گیری، و میزان توانایی آن‌ها در بازتولید داده‌های اولیه است. این روش‌ها به منظور ارائه توصیه‌های سیاستی به مؤسسات لازم و اجرای آن‌ها به منظور صحت نتایج ضروری است.

بررسی خرید اوراق بدهی دولت یکی دیگر از انواع تحلیل سیاست مالی در قالب الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی است که به سه کانال مختلف امکان‌پذیر است: کانال اول به کانال انتخاب ترجیحات (preferred habitat) معروف است که مادگیلیانو و ساتچ آن را مطرح کردند (Modigliano and Sutch 1966). در این کانال فرض بر این است که سرمایه‌گذاران صرفاً مایل به انتخاب اوراق با یک سررسید مشخص‌اند و در صورتی حاضر به خرید اوراق با سررسید بالاتر هستند که شامل یک پاداش ریسک باشد. در این حالت، قیمت و بازدهی اوراق به مقدار موجود آن بستگی دارد؛ مثلاً اگر بانک مرکزی یک اوراق با سررسید مشخص خریداری کند، اما عرضه آن را به بخش خصوصی محدود کند، آن‌گاه قیمت آن افزایش می‌یابد. مدل آندرس و دیگران از آن جمله است که نشان می‌دهد وجود چنین کانالی می‌تواند نتایج مهمی برای هماهنگی و سازگاری سیاست پولی به همراه داشته باشد (Andres et al. 2004).

کانال دوم بررسی خرید بدهی دولت به طور مستقیم توسط بانک مرکزی است که از جمله آن‌ها می‌توان به مطالعه ایگرتسون و وودفورد اشاره کرد (Eggertsson and Woodford 2003). براساس این کانال سیاست پولی نامتعارف یک سیگنال برای مسیر آتی نرخ بهره کوتاه‌مدت است و برخلاف کانال قبلی جزو پاداش ریسک اوراق قرضه متأثر از تخصیص آن‌ها بین

بانک مرکزی و دولت نیست. سومین کانال که امروزه تمرکز مطالعات این حوزه بر آن قرار دارد، کانال اعتبارات است که براساس آن بانک مرکزی اقدام به خرید دارایی‌های مالی بخش خصوصی می‌کند که از جمله آن‌ها می‌توان به مطالعه چن و همکاران اشاره کرد (Chen and et al. 2012).

لیلاب و دیگران تعامل سیاست‌های پولی و مالی را در اقتصاد ایران بررسی کردند که رفتار سیاست‌گذاران پولی و مالی با استفاده از بهینه‌سازی و در قالب نظریه بازی‌ها و تعریف توابع هدف و قیود پیش‌روی سیاست‌گذاران استخراج شده است (لیلاب و دیگران ۱۳۹۷). بر مبنای یافته‌های تحقیق، سیاست مالی رفتاری موافق ادوار تجاری دارد در حالی که سیاست پولی رفتاری ضد ادوار دارد. همچنین، طبق یافته‌های تحقیق فرضیه سلطه سیاست‌گذار مالی بر پولی در ایران تأیید می‌شود. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که بانک مرکزی بیش‌تر بر تثبیت تورم و دولت بر تثبیت هم‌زمان تولید و تورم متمرکز است.

منظور و تقی‌پور در الگوی خود شوک‌های ناشی از سیاست پولی، بودجه دولت، و درآمدهای نفتی را بررسی کردند (منظور و تقی‌پور ۱۳۹۴). نتایج شبیه‌سازی مدل مقاله نشان می‌دهد شوک‌های پولی نقش مهمی در ایجاد تورم دارد، ولی میزان اثرگذاری شوک پولی بر متغیرها بستگی به نوع سیاست اجرایی دارد. از طرفی، شوک‌های مالی متغیرهای بخش حقیقی اقتصاد را تحریک می‌کنند، ولی بودجه عمرانی دولت سرمایه‌گذاری بخش خصوصی را به صورت آنی افزایش نداده است، بلکه با وقفه تحریک می‌شود. شوک‌های نفتی به علت وابستگی ساختار اقتصادی کشور به درآمدهای ارزی حاصل از نفت همه متغیرها را متأثر می‌کند. وجه تمایز الگوی مقاله حاضر در مقایسه با مقاله منظور و تقی‌پور در این است که این نویسندگان با وجود وارد کردن بخش نفت در اقتصاد هیچ اشاره‌ای به بحث ارز و نحوه تعیین آن ندارند و بنابراین براساس ادبیات موجود سازوکار انتقال پولی آن مدل به خوبی تبیین نشده است.

۴. برآورد و شبیه‌سازی الگو

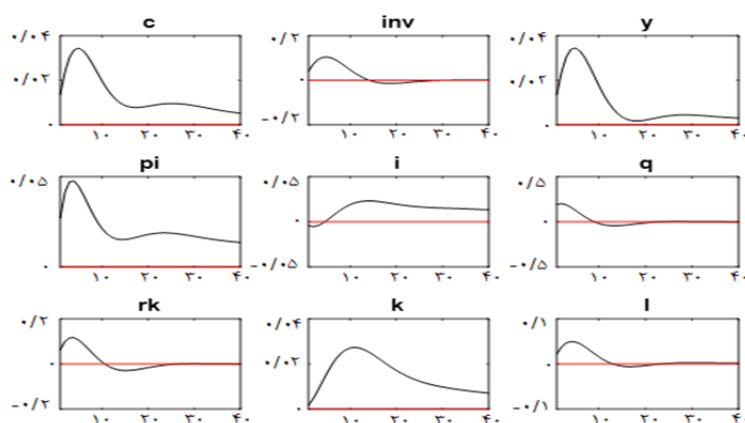
به منظور برآورد الگوی یادشده از داده‌های فصلی در دوره ۱۳۶۹-۱۳۹۴ استفاده شده است. بدین منظور، داده‌ها پس از تعدیل فصلی با استفاده از شاخص قیمت به مقادیر حقیقی تبدیل شده است. به منظور برآورد پارامترهای ساختاری الگو از روش برآورد بی‌زین و الگوریتم متروپلیس - هستینگز با تکرار پانصد هزار واحد و دو بلوک استفاده شده است. نتایج تخمین الگو در جدول ۱ آمده است:

جدول ۱. نتایج تخمین پارامترها با استفاده از روش بیزین

انحراف استاندارد	فاصله اطمینان	مقدار پسین	تابع توزیع پیشین	مقدار پیشین	پارامتر	نماد
۰/۱	۰/۷۹-۰/۸۷	۰/۸	بتا	۰/۵	درصد بنگاه‌های گذشته‌نگر	γ
۰/۱	(-۱/۷)-(-۱/۴)	-۱/۵۶	نرمال	-۱/۵	ضریب اهمیت تورم در تابع عکس‌العمل سیاست پولی	γ_{π}
۰/۱	(-۱/۷)-(-۱/۶)	-۱/۶	نرمال	-۱/۷	ضریب اهمیت تولید در تابع عکس‌العمل سیاست پولی	γ_y
۰/۱	(-۲/۱)-(-۱/۸)	-۲	نرمال	-۲/۵	ضریب اهمیت نرخ ارز حقیقی در تابع عکس‌العمل سیاست پولی	k_3
۰/۱	(-۰/۹۹)-(-۰/۷)	-۰/۸۴	نرمال	-۰/۷۵	ضریب اهمیت ذخایر خارجی در تابع عکس‌العمل سیاست پولی	k_4
۰/۴	۲/۷۶-۱/۳۸	۲/۰۸	گاما	۲	معکوس کشش عرضه نیروی کار	η
۰/۰۱	۰/۰۶-۰/۰۱	۰/۰۴	بتا	۰/۰۲۵	نرخ استهلاک	δ
۰/۲	۱/۹۶-۱/۲۹	۱/۶۳	گاما	۱/۵	معکوس کشش جانشینی مصرف بین دوره‌ای	σ_c
۰/۱	۰/۹۴-۰/۸۸	۰/۹۱	بتا	۰/۷	ضریب عادت مصرف	h
۰/۲	۲/۱-۱/۳۷	۱/۷۴	گاما	۱/۵	معکوس کشش تقاضای پول	ω
۰/۱	۰/۷۱-۰/۴۶	۰/۵۸	بتا	۰/۵	درجه تعدیل قیمت‌ها نسبت به نرخ تورم	l_p
۰/۰۵	۰/۸۲-۰/۷۴	۰/۷۸	بتا	۰/۳	نسبت واردات به تولید	σ_{cf}
۱	۰/۰۷-۰/۰۲	۰/۰۵	گاما	۴	معکوس مشتق دوم تابع هزینه تعدیل	τ
۰/۰۱	۰/۹۹-۰/۹۸	۰/۹۹	بتا	۰/۹۸	عامل تنزیل	β
۰/۰۵	۰/۲۷-۰/۱۵	۰/۲۱	بتا	۰/۳	وزن سرمایه در تولید	α
۰/۱	۰/۶۳-۰/۳۱	۰/۴۷	بتا	۰/۵	ضریب تعدیل دست‌مزد به تورم	l_w
۰/۱	۰/۸۱-۰/۶۵	۰/۷۳	بتا	۰/۵	درصد خانوارهای گذشته‌نگر	ξ_w
۰/۱	۱/۶-۱/۳	۱/۴	گاما	۱/۵	ضریب نرخ کاربری با تولید نهایی سرمایه	ψ

منبع: یافته‌های پژوهش

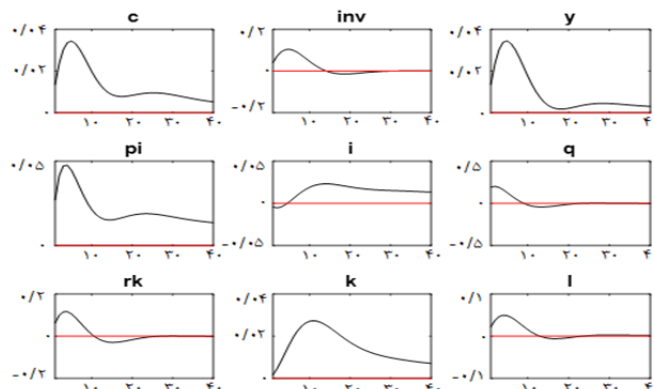
مطابق با نتایج جدول، ضریب تورم و تولید در قاعده پولی به ترتیب برابر منفی ۱/۵۶ و منفی ۱/۶۹ برآورد شده است. به عبارت دیگر، این نتیجه مبین آن است که در واکنش به فشار تورمی نرخ رشد پایه پولی در مقایسه با روند بلندمدت آن کاهش یافته است و در واکنش به شرایط رکودی افزایش خواهد یافت. به منظور بیان مکانیسم انتقال پولی فرض می شود یک شوک مثبت پایه پولی رخ داده است و براساس آن واکنش متغیرهای الگو به وقوع این شوک شبیه سازی شده است که مسیر پویای واکنش به صورت نمودار ذیل است:



نمودار ۱. واکنش متغیرهای الگو به شوک سیاست پولی مک کالم

منبع: یافته های پژوهش

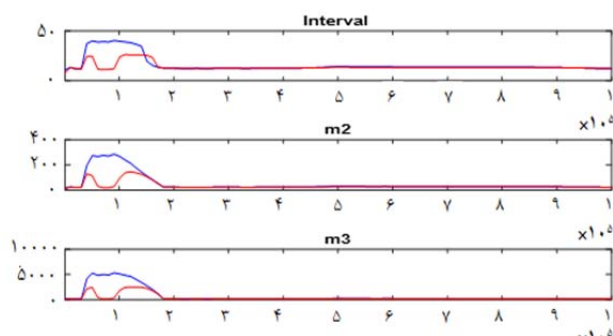
براساس نمودار یادشده، با وقوع شوک مثبت یک واحدی پایه پولی، با توجه به فرض چسبندگی قیمت ها، تراز حقیقی پول در اقتصاد افزایش خواهد یافت. با افزایش تراز حقیقی پول منابع مالی حقیقی خانوار بیش تر می شود، بنابراین، مصرف حقیقی خانوار (c) افزایش می یابد. با افزایش مصرف حقیقی خانوار تولید (y) نیز افزایش می یابد. هم چنین، به علت وجود چسبندگی قیمت تغییرات نرخ بهره حقیقی ناخالص منفی است و بنابراین مقدار q تویین افزایش می یابد. با رشد q تویین نسبت به مقدار بلندمدت آن سرمایه گذاری خالص نیز افزایش می یابد که این نیز رشد مقدار سرمایه نسبت به سطح بلندمدت آن را به هم راه دارد. با فرض وقوع یک شوک مثبت مخارج دولت توابع واکنش آنی حاصل از این سیاست به صورت این نمودار است:



نمودار ۲. شبیه‌سازی شوک مخارج دولت
منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طورکه از نمودار ۲ مشخص است، در صورت افزایش مخارج دولت شاهد افزایش تقاضا و افزایش تولید هستیم، البته برخلاف مدل‌های سنتی شاهد اثر جای‌گزینی مخارج دولت به جای سرمایه‌گذاری خصوصی نخواهیم بود؛ زیرا در این مدل با فرض وجود چسبندگی قیمت‌ها نرخ بهره حقیقی ناخالص کاهش می‌یابد و بنابراین ارزش نهایی سرمایه‌بنگاه افزایشی خواهد بود. با این روند افزایشی سرمایه‌گذاری بیش‌تر نیز توجیه دارد و بنابراین سرمایه‌گذاری و حجم سرمایه‌افزایش خواهند یافت.

به‌منظور بررسی صحت نتایج حاصل از برآورد الگو لازم است از خروجی‌های مربوط به روش بی‌زین استفاده شود. اولین آماره مورد استناد آماره زنجیره مارکوفی مونت‌کارلو (MCMC) است. نتیجه این آماره در نمودار ۳ آمده است:

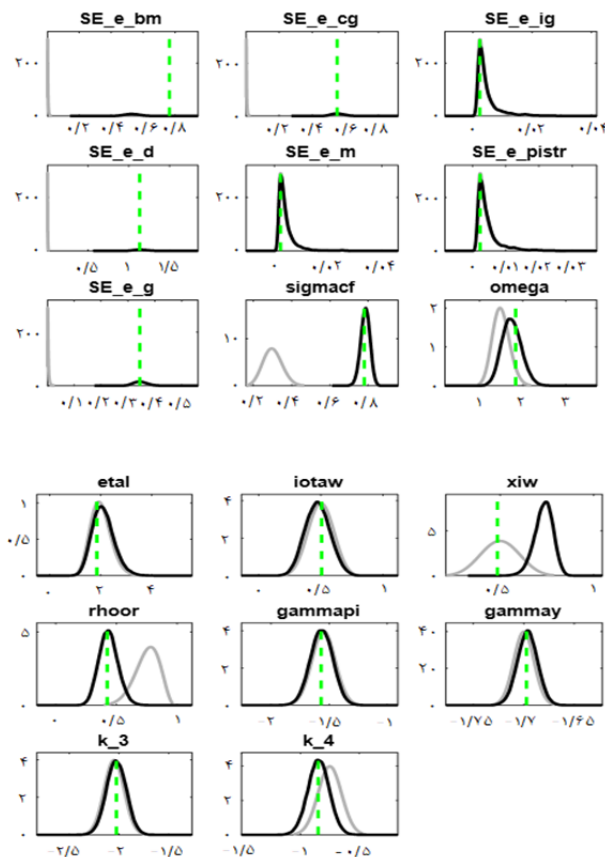


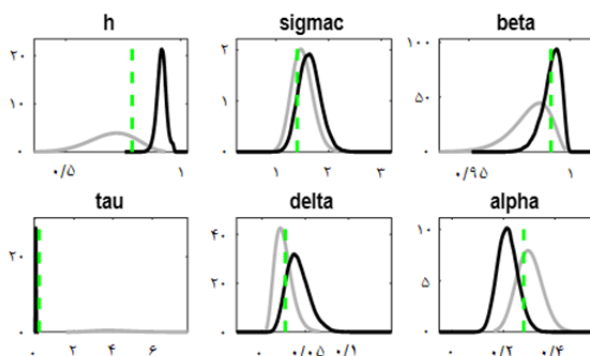
نمودار ۳. خروجی الگو MCMC
منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که نمودار ۳ نشان می‌دهد، هم‌گرایی و روند باثبات برای خطوط اشاره‌شده مشاهده می‌شود و بنابراین برآورد کلی الگو قابل قبول است.

معیار دیگری که به منظور بررسی صحت الگو مورد استفاده قرار می‌گیرد، مقایسه توابع توزیع پسین و پیشین متغیرهاست. چون در استخراج توابع توزیع پسین از توابع توزیع پیشین استفاده می‌شود، انتظار می‌رود این دو نمودار تاحدودی شبیه یکدیگر باشند و از طرفی، چون داده‌ها نیز در برآورد الگو نقش دارند، بنابراین به این علت باید تاحدودی شکل منحنی پسین متفاوت از تابع پیشین باشد که میزان تفاوت آن‌ها بستگی به وزن هر یک از این دو منبع اطلاعات دارد.

هم‌چنین، در صورتی که بهینه‌یاب الگوریتم به درستی نقطه برآورد را به دست آورده باشد باید خط نقطه‌چین سبز رنگ دقیقاً از نقطه مد تابع توزیع پسین عبور کرده باشد. بر این اساس، نمودارهای مربوط به توابع توزیع پسین و پیشین در نمودار (۴) آمده است:





نمودار ۴. توابع توزیع پسین و پیشین پارامترهای الگو

منبع: یافته‌های پژوهش

۵. نتیجه‌گیری

هدف از مطالعه حاضر بررسی سیاست‌های پولی و مالی در ایران با استفاده از یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی است. بدین منظور، در ابتدا یک الگوی اقتصاد باز شامل بخش‌های تقاضا، عرضه، و سیاست‌گذاری مدل‌سازی و طراحی شده است و سپس با استفاده از داده‌های فصلی دوره ۱۳۶۹-۱۳۹۴ پارامترهای ساختاری الگو برآورد شده است. پس از برآورد پارامترهای الگو با شبیه‌سازی شوک‌های مالی و پولی آثار آن‌ها بر متغیرهای کلان اقتصادی مورد بررسی قرار گرفت. بر این اساس، به علت وجود فرض چسبندگی قیمت‌ها یک سیاست پولی انبساطی در قالب افزایش پایه پولی می‌تواند متغیرهای حقیقی را در کوتاه‌مدت افزایش دهد که شامل مصرف، سرمایه‌گذاری، سرمایه، و تولید است. بنابراین اگر ابزار سیاست‌گذار پولی شامل یکی از کل‌های پولی باشد، آن‌گاه با تغییر آن می‌توان در کوتاه‌مدت شاهد اثرگذاری آن بر متغیرهای حقیقی باشیم، اما در بلندمدت احتمالاً با تعدیل سطح قیمت‌ها شاهد پدیده خنثایی پول هستیم و بنابراین اثرات حقیقی چنین سیاستی کم‌رنگ خواهد شد.

پی‌نوشت‌ها

۱. این مقاله برگرفته از رساله دکتری محمد صالحیان بهروز و به راه‌نمایی علیرضا عرفانی است.
۲. در مدل‌سازی بخش خانوار از مطالعه مونسلی و گالی (Monacelli and Gali 2005) نیز استفاده شده است، اما اساس و پایه کار بر مبنای مطالعه اسمتزر و ووترز است.

۳. مدل‌سازی تمامی معادلات مربوط به بخش بنگاه نیز بر مبنای مطالعه اسمتز و ووترز است.
۴. مدل‌سازی رفتار بانک مرکزی از سوی نویسندگان و بر مبنای تعریف‌های موجود صورت پذیرفته است.
۵. بخش رفتار سیاست‌گذار مالی بر مبنای مطالعه اسمتز و ووترز است (Smets and Wouters 2007).

کتاب‌نامه

- جعفری لیلاب، پری، جعفر حقیقت، حسین اصغری‌پور، و بهزاد سلمانی (۱۳۹۷)، «بررسی تعاملات سیاست‌های پولی و مالی در اقتصاد ایران در چهارچوب مدل تعادل عمومی پویای تصادفی»، *سیاست‌گذاری اقتصادی*، دوره ۱۰، ش ۱۹.
- کمیجانی اکبر و حسین توکلیان (۱۳۹۱)، «سیاست‌گذاری پولی تحت سلطه مالی و تورم هدف ضمنی در قالب یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی برای اقتصاد ایران»، *تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی*، دوره ۲، ش ۸.
- منظور داود و انوشیروان تقی‌پور (۱۳۹۴)، «تحلیل آثار شوک‌های پولی و مخارج مالی دولت در ایران با استفاده از مدل تعادل عمومی پویای تصادفی»، *مجله تحقیقات اقتصادی*، دوره ۵۱، ش ۴.

- Altig, D., L. J. Christiano, M. Eichenbaum, and J. Linde (2005), "Firm-Specific Capital, Nominal Rigidities and the Business Cycle", *Review of Economic Dynamics*, vol. 14.
- Andrés, J. and López-Salido, J. David, and E. Nelson (2004), "Tobin's Imperfect Asset Substitution in Optimizing General Equilibrium", *CEPR Discussion Papers*, vol. 4336.
- Chen, H., C. Vasco, and A. Ferrero (2012), "The Macroeconomic Effects of Large Scale Asset Purchase Programmes", *The Economic Journal*, vol. 122.
- Christiano, J., M. Trabandt, and K. Walentin (2011) "DSGE Models for Monetary Policy Analysis", *Handbook of Monetary Economics*, vol. 3 A.
- Claeys, P. (2007), "Estimating the Effects of Fiscal Policy under the Budget Constraint", *Working Paper 2007/15*, University of Barcelona.
- Coenen, G. and R. Straub (2004), "Non-Ricardian Households and Fiscal Policy in an Estimated DSGE Model of the Euro Area", *Computing in Economics and Finance 2005*, no. 102, Society for Computational Economics.
- Curdia, V. and M. Woodford (2010), "Credit Spreads and Monetary Policy", *Journal of Money Credit and Banking*, vol. 42.
- D'Amico, S., W. English, D. Salido, and E. Nelson (2012), "The Federal Reserve's Large Scale Asset Purchase Programmes: Rationale and Effects", *The Economic Journal*, vol. 122.
- Eggertsson, G. and M. Woodford (2003), "The Zero Bound on Interest Rates and Optimal Monetary Policy", *Brookings Paper Economics Act*, vol. 34.
- Ellison, M. and A. Tischbirek (2014), "Unconventional Government Debt Purchases as a Supplement to Conventional Monetary Policy", *Journal of Economic Dynamics & Control*, vol. 43.

- Gali, J. (2007), *Monetary Policy Inflation and the Business Cycle: An Introduction to the New Keynesian Framework and Its Applications*, New Jersey: Princeton University Press.
- Grohe-Schmitt, S. and M. Uribe (2003), "Closing Small Open Economy Models", *Journal of International Economics*, vol. 61.
- Koop, G. (2003), *Bayesian Econometrics*, Wiley Publisher.
- Lawrence, J. C., M. Eichenbaum, and C. Evans (2005), "Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy", *Journal of Political Economy*, vol. 113 (1).
- Leeper, E. (1991), "Equilibria under Active and Passive Monetary and Fiscal Policies", *Journal of Monetary Economics*, vol. 27.
- Mankiw, N. G. (2000), "The Inexorable and Mysterious Tradeoff between Inflation and Unemployment", *Economic Journal*, vol. 111.
- Modigliano, F. and R. Sutch (1966), "Innovations in Interest Rate Policy", *American Economic Review*, vol. 56.
- Monacelli, T. and J. Gali (2005), "Monetary Policy and Exchange Rate Volatility in a Small Open Economy", *Review of Economic Studies*, vol. 72.
- Pagan, A., X. Liu, and T. Robinson (2018), "Critically Assessing Estimated DSGE Models: A Case Study of a Multi-Sector Model", *Economic Record*, vol. 94.
- Rabanal, P. (2018), "An Estimated DSGE Model to Analyze Housing Market Policies in Hong Kong SAR", IMF Working Paper, no. 18/ 69.
- Sheedy, K. (2017), "Conventional and Unconventional Monetary Policy Rules", *Journal of Macroeconomics*, vol. 54.
- Smets, F. and R. Wouters (2007), "An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro Area", *Journal of the European Economic Association*, vol. 1.
- Sbordone, A., A. Tambalotti, K. Rao, and K. Walsh (2010), "Policy Analysis Using DSGE Models: An Introduction", Federal Reserve Bank of New York Working Paper.
- Taylor, J. (1993), "Discretion Versus Policy Rules in Practice", *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, vol. 39.
- Walsh, C. (2010), *Monetary Theory and Policy*, Third edition, Boston: MIT Press.
- Woodford, M. (2003), *Interest and Prices: Foundation of a Theory of Monetary Policy*, New Jersey: Princeton University Press.