

الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی در ایران: وضعیت پایدار تصادفی یا قطعی؟

حسین توکلیان^۱

دانشیار دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، tavakolianh@gmail.com

نوع مقاله: علمی پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۱۰

چکیده

با توجه به این که الگوهای DSGE یک جواب با فرم بسته ندارند، می‌بایست تقریب الگو حول وضعیت پایدار مورد بررسی قرار گیرد. سؤالی که پیش می‌آید این است که این تقریب حول وضعیت پایدار غیرتصادفی صورت گیرد یا وضعیت پایدار تصادفی؟ این مطالعه با ارائه یک الگوی کینزی جدید تعدیل یافته برای اقتصاد ایران، دو ناطمینانی تولید و قیمت نفت را در الگو در نظر می‌گیرد. نتایج الگو حاکی از آن است که لحاظ وضعیت پایدار تصادفی و تقریب مراتب بالاتر بسط تیلور می‌تواند وضعیت اقتصاد ایران را بهتر توضیح دهد. همچنین، نتایج نشان می‌دهد که سطح مصرف، سرمایه‌گذاری خصوصی و تولید ناخالص داخلی در وضعیت پایدار تصادفی کمتر از وضعیت پایدار غیرتصادفی است، در حالی که مخارج جاری و عمرانی دولت در وضعیت پایدار تصادفی بیشتر از وضعیت پایدار غیرتصادفی می‌باشد. بررسی نتایج مربوط به توابع واکنش آنی نیز نشان می‌دهد که واکنش متغیرهای اقتصادی نسبت به تکانه‌های مختلف در وضعیت پایدار تصادفی کمتر از شرایط وضعیت پایدار غیرتصادفی است.

طبقه‌بندی JEL: E32, E37

واژه‌های کلیدی: وضعیت پایدار تصادفی، ناطمینانی، الگوی DSGE

۱- مقدمه

در اقتصاد کلان، تقریب الگوهای پویا حول مسیر آینده‌نگری کامل^۱ که در آن کارگزاران تأثیر شوک‌های آتی را پیش‌بینی نکرده است و بنابراین رفتار اقتصاد محدود می‌شود، کاملاً مرسوم است. تعادل حاصل از این مسیر آینده‌نگری کامل در اصطلاح وضعیت پایدار غیرتصادفی^۲ (قطعی) نامیده می‌شود. کارگزاران عقلایی برای تصمیم‌گیری بهینه، شکاف بهینه بین وضعیت پایدار را مشاهده کرده و قاعده تصمیم‌گیری را انتخاب می‌کنند که مطلوبیت بین دوره‌ای بازگشت به وضعیت پایدار حداکثر می‌کند. در مقابل، کارگزاران ریسک‌گریز از تکانه‌های آتی که به اقتصاد وارد می‌شوند آگاه بوده و در نتیجه همگرایی متغیرهای اقتصادی به وضعیت پایدار تصادفی^۳ را پیش‌بینی می‌کنند که به صورت توزیع ارگودیک^۴ این متغیرها تعریف می‌شود. از نظر ریاضی ویژگی‌های این توزیع ارگودیک نسبت به وضعیت پایدار قطعی چالش‌برانگیزتر است؛ بنابراین وضعیت پایدار تصادفی یا ریسکی^۵ نقطه‌ای است که در صورت داشتن انتظار مشاهده ریسک آتی صفر در آن دوره، کارگزاران انتخاب می‌کنند در آن دوره باقی بمانند (کوردسیور و همکاران^۶ (۲۰۱۱)).

وضعیت پایدار قطعی، تمایل کارگزاران به سمت ریسک را نادیده می‌گیرد، زیرا نااطمینانی در نسخه غیرتصادفی الگو کنار گذاشته می‌شود. در مقابل وضعیت پایدار تصادفی تحت تأثیر نااطمینانی آینده قرار می‌گیرد. همان‌گونه که الگوهای خطی دارای ویژگی هم‌ارزی یقین هستند، وضعیت پایدار قطعی نیز موقعیت تعادلی الگوهای خطی می‌باشد. در این حالت، برای مثال در مورد حجم سرمایه، وضعیت پایدار قطعی از تقاطع تابع انباشت سرمایه با خط 45° به دست می‌آید، درحالی‌که در نظر گرفتن ویژگی غیرخطی و ریسک در الگو، تابع مقعر شده و در وضعیت پایدار قطعی حجم سرمایه به دلیل لحاظ احتیاط، بالاتر از حالتی خواهد شد که ریسک در نظر گرفته نشده است. در این حالت با در نظر گرفتن ویژگی غیرخطی الگو، تقاطع خط 45° و تابع غیرخطی انباشت سرمایه تعیین‌کننده وضعیت پایدار ریسکی خواهد شد که توسط جویلارد^۷ (۲۰۱۱) به خوبی تبیین شده است.

-
1. Perfect foresight path
 2. Deterministic steady state
 3. Stochastic steady state
 4. Ergodic distribution
 5. Risky steady state
 6. Coeurdacier et al.
 7. Juillard

اقتصاد ایران متکی به درآمدهای نفتی است و این درآمد چه از نظر مقدار تولید نفت به واسطه تحریم‌ها و سهمیه اوپک و چه از نظر قیمت که تحت تأثیر عوامل برون‌زای اقتصاد ایران قرار دارد، با نوسانات قابل توجه مواجه است. بر این اساس نوعی نااطمینانی در ماهیت اقتصاد ایران پنهان است که می‌توان گفت لحاظ وضعیت پایدار قطعی برای آن نمی‌تواند این نااطمینانی را در نظر بگیرد. بر این اساس مطالعه حاضر به دنبال بررسی این نکته است که آیا وضعیت پایدار قطعی برای اقتصاد ایران مناسب است یا وضعیت پایدار تصادفی؟ مطالعاتی که از رویکرد تعادل عمومی پویای تصادفی برای اقتصاد ایران استفاده کرده‌اند به‌طور عمده به‌صورت لگاریتم-خطی شده تحلیل شده‌اند که به مقوله محاسبه وضعیت پایدار الگو نپرداخته‌اند (برای مثال متوسلی و همکاران (۱۳۸۹)، کاوند (۱۳۸۹)، توکلیان (۱۳۹۰)، بهرامی و قریشی (۱۳۹۰) کمیجانی و توکلیان (۱۳۹۱)، کمیجانی و همکاران (۱۳۹۳)، توکلیان (۱۳۹۳)، توکلیان (۱۳۹۴)، توکلیان و افضل‌ی (۱۳۹۵)، توکلیان و جلالی نائینی (۱۳۹۶)، جلالی نائینی و همکاران (۱۳۹۷) و پرمه و همکاران (۲۰۱۸)) و آن دسته مطالعاتی که به‌صورت غیرخطی تحلیل شده‌اند نیز همگی وضعیت پایدار قطعی را در نظر گرفته‌اند (برای مثال پاک‌نیت و همکاران (۱۳۹۷)، رئیسی و همکاران (۱۳۹۷)، پاشا و همکاران (۱۳۹۸) و پاشا و همکاران (۱۳۹۹)).

ساختار مطالعه حاضر به این شکل است. در بخش ۲ الگوی DSGE کینزی جدید برای اقتصاد ایران معرفی می‌شود که در آن نااطمینانی قیمت و تولید نفت در نظر گرفته شده است. در بخش ۳، به‌دست آوردن وضعیت پایدار قطعی الگو و برآورد و کالیبراسیون پارامترها ارائه خواهد شد. بخش ۴، به نتایج تحلیل که شامل به‌دست آوردن وضعیت پایدار تصادفی با حل تقریب مرتبه سوم الگو به‌دست می‌آید و مقایسه آن با وضعیت پایدار قطعی و در نهایت مقایسه توابع واکنش آنی برای دو وضعیت پایدار، می‌پردازد. بخش پنجم نیز نتیجه‌گیری مطالعه را ارائه می‌دهد.

۲- الگوی کینزی جدید برای اقتصاد ایران

الگوی پیشنهادی نوع تعدیل یافته الگوی ارائه شده توسط فرناندز-ویلاورده و رامیرز-رامیرز^۱ (۲۰۰۶) با در نظر گرفتن بخش دولت و نفت است. این الگو شامل خانوارهایی است که نیروی کار را عرضه، کالاها را برای مصرف خریداری کرده، پول نگه می‌دارند و دستمزد خود را در قالب اتحادیه کارگری که با چسبندگی دستمزد از نوع کالوو^۲

1. Fernández-Villaverde and Rubio-Ramírez

2. Calvo

(۱۹۸۳) مواجه است، تعیین می‌کند. تولید، توسط یک تولیدکننده کالای نهایی در بازار رقابت انحصاری مبتنی بر مدل دیگزیت و استیگلیتز^۱ (۱۹۷۷) و چسبندگی قیمت کالو (۱۹۸۳) صورت می‌گیرد. بنگاه‌های تولیدکننده کالای واسطه با این محدودیت مواجهند که حداکثرسازی سود با قید چسبندگی قیمت انجام می‌شود. بخش دولت دارای مخارج جاری و عمرانی است که به صورت برون‌زا تعیین شده و درآمدهای آن از طریق مالیات و فروش نفت حاصل می‌شود؛ بنابراین تولید نفت در اختیار دولت بوده و از ترکیب سرمایه و نیروی کار به دست می‌آید که سرمایه بانک از طریق انباشت بخشی از تولید نفت شکل می‌گیرد. هم‌چنین بانک مرکزی با استفاده از ابزار نرخ رشد پایه پول اقدام به سیاست‌گذاری پولی می‌کند.

۲-۱- خانوارها

فرض می‌شود طیفی از خانوارهای نوعی در اقتصاد وجود دارند که با علامت z نمایه می‌شوند. خانوارها مطلوبیت زیر را که تابعی از مصرف، C_{jt} ، تراز حقیقی پول، M_{jt}/P_t و تعداد ساعات کار، L_{jt} ، است، حداکثر می‌کند:

$$E_t \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i d_t \left[\log(C_{jt+i} - hC_{jt+i-1}) + v \log\left(\frac{M_{t+i}}{P_{t+i}}\right) - \varphi_t \psi \frac{L_{t+i}^{1+\gamma}}{1+\gamma} \right].$$

که در آن β عامل تنزیل، h پارامتر پایداری عادت، γ عکس کشش عرضه کار فریش و d_t تکانه ترجیحات بین دوره‌ای است که از فرایند زیر تبعیت می‌کند:

$$\log d_t = \rho_d \log d_{t-1} + \sigma_d \varepsilon_{d,t}, \quad \varepsilon_{d,t} \sim N(0,1) \quad (1)$$

و φ_t شوک عرضه کار است که از فرایند زیر پیروی می‌کند:

$$\log \varphi_t = \rho_\varphi \log \varphi_{t-1} + \sigma_\varphi \varepsilon_{\varphi,t}, \quad \varepsilon_{\varphi,t} \sim N(0,1) \quad (2)$$

دلیل انتخاب تابع مطلوبیت لگاریتمی نسبت به مصرف و مانده حقیقی پول آن است که رابطه نهایی جانشینی بین مصرف و فراغت نسبت به مصرف خطی باشد تا از وجود مسیر رشد متوازن با تعداد ساعات کار ثابت اطمینان حاصل شود. خانوارها امکان مبادله در کل مجموعه ممکن کالاهای ارو-دبرو را دارند که به دلیل این‌که با ریسک ویژه تعدیل دستمزد^۲ مواجهند، با علامت z و برای لحاظ ریسک کل با زمان نمایه شده‌اند. این طور فرض می‌شود a_{jt+1} نشان‌دهنده آن اوراق بهاداری باشد که در حالت

1. Dixit and Stiglitz
2. Idiosyncratic wage-adjustment risk

رخداد $\omega_{j,t+1,t}$ توسط خانوار j در زمان t و در قیمت حقیقی $q_{j,t+1,t}$ خریداری شده، یک واحد مصرف پرداخت می‌کند. همچنین خانوارها اوراق قرضه دولتی B_{jt} را نگه می‌دارند که نرخ بهره ناخالص R_t را پرداخت می‌کند؛ بنابراین قید بودجه خانوار j به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$C_{jt} + I_{jt} + \frac{M_{jt}}{P_t} + \frac{B_{jt}}{P_t} + \int q_{j,t+1,t} a_{j,t+1,t} d\omega_{j,t+1,t} = w_{jt} L_{jt} + (r_t u_{jt} - \mu_t^{-1} a[u_{jt}]) k_{j,t-1} + \frac{M_{j,t-1}}{P_t} + R_{t-1} \frac{B_{j,t-1}}{P_t} + a_{jt} + T_t + F_t$$

که در آن w_{jt} دستمزد حقیقی، r_t نرخ اجاره حقیقی سرمایه، u_{jt} شدت استفاده از سرمایه، $a[u_{jt}]$ هزینه فیزیکی استفاده از سرمایه برحسب منابع، μ_t تکانه تکنولوژی خاص سرمایه است که در ادامه توضیح داده خواهد شد، T_t مالیات ثابت و F_t سود بنگاه‌هاست. فرض می‌شود که $a'[\cdot] > 0$ ، $a''[\cdot] < 0$ باشد. سرمایه‌گذاری I_{jt} از طریق فرایند زیر موجب انباشت سرمایه می‌شود:

$$k_{jt} = (1 - \delta) k_{j,t-1} + \mu \left(1 - S \left[\frac{I_{jt}}{I_{j,t-1}} \right] \right) I_{jt} \quad (1)$$

که در آن δ نرخ استهلاک و $S[\cdot]$ تابع هزینه تعدیل است که $S[\Lambda_I] = S[\Lambda_I] = 0$ ، $S''[\cdot] > 0$ بوده و Λ_I نرخ رشد سرمایه‌گذاری در مسیر رشد متوازن است. فرض می‌شود که تکانه تکنولوژی خاص سرمایه از فرایند اتورگرسیو زیر پیروی می‌کند:

$$\mu_t = \mu_{t-1} \exp(\Lambda_\mu + Z_{\mu,t}), \quad Z_{\mu,t} = \sigma_\mu \varepsilon_{\mu,t}, \quad \varepsilon_{\mu,t} \sim N(0, 1) \quad (2)$$

در حقیقت مقدار μ_t قیمت نسبی سرمایه جدید برحسب مصرف نیز می‌باشد. با بهینه‌یابی مطلوبیت خانوار نسبت به دو قید بودجه و فرایند انباشت سرمایه و با فرض ضرایب لاگرانژ λ_{jt} و Q_{jt} برای این دو قید و فرض $q_{jt} = \frac{Q_{jt}}{\lambda_{jt}}$ ، شرایط مرتبه اول نسبت به مصرف، اوراق قرضه، شدت استفاده از سرمایه، سرمایه و سرمایه‌گذاری به ترتیب به صورت زیر به دست می‌آید:

$$d_t (C_{jt} - h C_{j,t-1})^{-1} - h \beta E_t d_{t+1} ((C_{j,t+1} - h C_{jt})^{-1}) = \lambda_{jt} \quad (3)$$

$$\lambda_{jt} = \beta E_t \left\{ \lambda_{jt+1} \frac{R_t}{\Pi_{t+1}} \right\} \quad (۴)$$

$$r_t = \mu_t^{-1} a'[u_{jt}] \quad (۵)$$

$$q_{jt} = \beta E \left\{ (\lambda - \delta) q_{jt+1} + \lambda_{jt+1} (r_{t+1} u_{jt+1} - \mu_{t+1}^{-1} a[u_{jt+1}]) \right\} \quad (۶)$$

$$\begin{aligned} \lambda = q_{jt} \mu_t \left(1 - S \left[\frac{I_{jt}}{I_{jt-1}} \right] - S' \left[\frac{I_{jt}}{I_{jt-1}} \right] \frac{I_{jt}}{I_{jt-1}} \right) \\ + \beta E_t q_{jt+1} \mu_{t+1} S' \left[\frac{I_{jt+1}}{I_{jt}} \right] \left(\frac{I_{jt+1}}{I_{jt}} \right)^2 \end{aligned} \quad (۷)$$

۲-۲- تعیین دستمزد

نیروی کار مورد استفاده در تولید کالاهای واسطه توسط بنگاه رقابتی (اتحادیه کارگری) عرضه می‌شود که خود نیروی کار هر کدام از خانوارها را استخدام می‌کند. اتحادیه کارگری نیروی کار متفاوت خانوارها را با استفاده از تابع تولید زیر جمع می‌کند:

$$L_t^d = \left(\int L_{jt}^{\eta} dj \right)^{\frac{1}{1-\eta}} \quad (۸)$$

که در آن $0 \leq \eta < \infty$ کشش جانشینی بین انواع مختلف نیروی کار و L_t^d تقاضای کل نیروی کار است. اتحادیه کارگری از طریق حداکثرسازی سود خود نسبت به تابع تولید خود تقاضای نیروی کار هر کدام از خانوارها را به صورت زیر تعیین می‌کند:

$$L_{jt} = \left(\frac{w_{jt}}{w_t} \right)^{-\eta} L_t^d$$

که در آن w_t شاخص دستمزد است که با جای‌گذاری رابطه فوق در رابطه تولید اتحادیه کار، به صورت زیر به دست می‌آید:

$$w_t = \left(\int w_{jt}^{1-\eta} dj \right)^{\frac{1}{1-\eta}}$$

خانوارها با چسبندگی دستمزد از نوع کالوو مواجه‌اند که در هر دوره نسبت $1 - \theta_w$ از خانوارها می‌توانند دستمزد خود را تعیین کنند. سایر خانوارها دستمزد خود را بر اساس تورم دوره گذشته با استفاده از پارامتر $\chi_w \in [0, 1]$ شاخص‌بندی می‌کنند. این بدان

معناست که اگر خانوارها نتوانند دستمزد خود را برای τ دوره تغییر دهند، دستمزد نرمال شده آن‌ها بعد از τ دوره به صورت $w_{jt} \prod_{s=1}^{\tau} \frac{\pi_{t+s}^{\lambda_w}}{\pi_{t+s}}$ می‌باشد، بنابراین بخشی از مسئله لاگرانژ خانوار به صورت زیر خواهد بود:

$$\max_{w_{jt}} E_t \sum_{\tau=0}^{\infty} (\beta \theta_w)^\tau \left\{ -d_t \phi_t \psi \frac{L_{jt+\tau}^{1+\gamma}}{1+\gamma} + \lambda_{jt+\tau} \prod_{s=1}^{\tau} \frac{\pi_{t+s}^{\lambda_w}}{\pi_{t+s}} w_{jt} L_{jt+\tau} \right\}$$

s.t.

$$L_{jt} = \left(\prod_{s=1}^{\tau} \frac{\pi_{t+s}^{\lambda_w}}{\pi_{t+s}} w_{jt} \frac{w_{jt}}{w_t} \right)^{-\eta} L_t^d \quad \forall j$$

با بهینه‌یابی این مسئله منحنی فیلیپس دستمزد به صورت دو رابطه زیر به دست می‌آید:

$$f_t = \frac{\eta-1}{\eta} (w_t^*)^{-\eta} \lambda_t w_t^\eta L_t^d + \beta \theta_w E_t \left(\frac{\pi_t^{\lambda_w}}{\pi_{t+1}} \right)^{1-\eta} \left(\frac{w_{t+1}^*}{w_t^*} \right)^{\eta-1} f_{t+1} \quad (9)$$

$$f_t = \psi d_t \phi_t \left(\frac{w_t}{w_t^*} \right)^{\eta(1+\gamma)} (L_t^d)^{1+\gamma} + \beta \theta_w E_t \left(\frac{\pi_t^{\lambda_w}}{\pi_{t+1}} \right)^{-\eta(1+\gamma)} \left(\frac{w_{t+1}^*}{w_t^*} \right)^{\eta(1+\gamma)} f_{t+1} \quad (10)$$

۳-۲- تولیدکننده کالای نهایی

بنگاه تولیدکننده کالای نهایی در اقتصاد با استفاده از کالاهای واسطه و تابع تولید زیر تولید نهایی را تولید می‌کند:

$$Y_t^d = \left(\int_0^1 y_{it}^\varepsilon di \right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}$$

که در آن ε کشش جانشینی است. تولیدکننده کالای نهایی در بازار رقابتی سود خود را نسبت به تابع تولید فوق حداکثرسازی می‌کند که با فرض این که p_{it} قیمت کالای واسطه i ام و p_t قیمت کالای نهایی باشد، تقاضای کالای واسطه i ام به صورت زیر به دست می‌آید که با جای‌گذار آن در رابطه فوق شاخص قیمت نیز به دست می‌آید:

$$y_{it} = \left(\frac{p_{it}}{p_t} \right)^{-\varepsilon} Y_t^d, \quad \forall i \quad (11)$$

$$p_t = \left(\int_0^1 p_{it}^{1-\varepsilon} di \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon}}$$

۲-۴- تولیدکننده کالای واسطه

طیفی از تولیدکنندگان کالاهای واسطه وجود دارد که هر کدام از آن‌ها دارای تابع تولید زیر هستند:

$$y_{it} = A_t k_{it-1}^\alpha \left(Y_t^0 k_{g,t-1} \right)^{\psi_g} \left(L_{y,it}^d \right)^{1-\alpha} - \phi z_t \quad (12)$$

که در آن k_{it-1} سرمایه اجاره شده، $k_{g,t-1}$ حجم سرمایه دولتی و Y_t^0 تولید نفت است که به ترتیب به منزله کالاهای عمومی و انرژی می‌باشد که می‌تواند در بهبود تولید مؤثر باشد، L_{it}^d نیروی کار استخدام شده توسط دولت و A_t تکانه تکنولوژی است که از فرایند زیر پیروی می‌کند:

$$A_t = A_{t-1} \exp(\Lambda_A + z_{A,t}), \quad z_{A,t} = \sigma_A \varepsilon_{A,t}, \quad \varepsilon_{A,t} \sim N(0,1) \quad (15)$$

پارامتر ϕ متناظر با هزینه ثابت تولید است و $z_t = A_t^{1-\alpha} \mu_t^{1-\alpha}$ تضمین‌کننده آن است که سود اقتصادی در وضعیت پایدار برابر با صفر باشد و به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$z_t = z_{t-1} \exp(\Lambda_z + z_{z,t}), \quad z_{z,t} = \frac{z_{A,t} + \alpha z_{\mu,t}}{1-\alpha}, \quad \Lambda_z = \frac{\Lambda_A + \alpha \Lambda_\mu}{1-\alpha} \quad (13)$$

حداقل‌سازی هزینه بنگاه نسبت به تابع تولید تقاضای کار و هزینه نهایی را به صورت زیر ارائه می‌کند:

$$\frac{w_t}{r_t} = \frac{(1-\alpha)k_{it-1}}{\alpha L_{y,it}^d} \quad (14)$$

$$mc_t = \left(\frac{1}{1-\alpha} \right)^{1-\alpha} \left(\frac{1}{\alpha} \right)^\alpha \frac{w_t^{1-\alpha} r_t^\alpha}{A_t k_{g,t-1}^{\psi_g}} \quad (15)$$

در مرحله بعد بنگاه قیمت خود را به نحوی تعیین می‌کند که ارزش تنزیل یافته سود حداکثر شود. در هر دوره نسبت $1-\theta_p$ از بنگاه‌ها می‌توانند قیمت خود را تعیین کنند. سایر بنگاه‌ها دستمزد خود را بر اساس تورم دوره گذشته با استفاده از پارامتر $\chi \in [0,1]$ شاخص‌بندی می‌کنند. از حداکثرسازی ارزش تنزیل یافته سود بنگاه، منحنی فیلیپس بنگاه به صورت سه معادله (۱۶، ۱۷ و ۱۸) به دست می‌آید:

$$g_t^1 = \lambda_t mc_t Y_t^d + \beta \theta_w E_t \left(\frac{\pi_t^\lambda}{\pi_{t+1}} \right)^{-\varepsilon} g_{t+1}^1 \quad (16)$$

$$g_t^2 = \lambda_t \pi_t^* Y_t^d + \beta \theta_w E_t \left(\frac{\pi_t^\lambda}{\pi_{t+1}} \right)^{1-\varepsilon} \left(\frac{\pi_t^*}{\pi_{t+1}^*} \right) g_{t+1}^2 \quad (17)$$

$$\varepsilon g_t^1 = (\varepsilon - 1) g_t^2 \quad (18)$$

۲-۵- بخش نفت

به پیروی از قیائی و همکاران (۲۰۲۰)، فرض می‌شود که نفت تولید شده Y_t^0 در بازار بین‌المللی به قیمت حقیقی P_t^0 بدون هیچ اصطکاکی به فروش می‌رسد. تابع تولید نفت به صورت تابع کاب-داگلاس است که با استفاده از سرمایه و نیروی کار اقدام به استخراج نفت می‌کند. مسئله بخش نفت به صورت زیر می‌باشد:

$$\begin{aligned} \max F_t^0 &= (1 - a_0) P_t^0 Y_t^0 - w_t L_{0t}^d \\ \text{s.t. } Y_t^0 &= A_{0,t} (k_{0,t-1})^{\alpha_0} (L_{0t}^d)^{1-\alpha_0} \\ k_{0,t} &= (1 - \delta_0) k_{0,t-1} + a_0 P_t^0 Y_t^0 \end{aligned}$$

در هر دوره دولت نسبت a_0 از درآمدهای نفتی را برای سرمایه‌گذاری در بخش نفت در راستای جایگزینی سرمایه مستهلک شده، اختصاص می‌دهد. این فرض موافق چرخه‌ای و نزدیک به شرایط اقتصاد ایران است. در نتیجه، بخش نفت سود خود را از طریق تصمیم‌گیری در مورد نیروی کار حداکثر می‌کند و این سود را در اختیار دولت قرار می‌دهد. شرط مرتبه اول این مسئله به صورت زیر خواهد بود:

$$L_{0t}^d = (1 - a_0)(1 - \alpha_0) \frac{P_t^0 Y_t^0}{w_t} \quad (19)$$

همچنین قیمت حقیقی نفت و تکانه تکنولوژی این بخش از فرایند خودرگرسیون به صورت زیر پیروی می‌کنند. همچنین فرض می‌شود که تکانه‌های قیمت و تکنولوژی بخش نفت دارای نااطمینانی $\sigma_t^{A^0}$ و $\sigma_t^{P^0}$ هستند و این نااطمینانی‌ها نیز خود از فرایند خودرگرسیون مرتبه اول پیروی می‌کنند:

$$\log(P_t^0) = (1 - \rho_{p^0}) \log(\bar{P}^0) + \rho_{p^0} \log(P_{t-1}^0) + \sigma_{p^0}^p \varepsilon_{p^0,t}, \quad \varepsilon_{p^0,t} \sim N(0,1) \quad (20)$$

$$\log(A_{0,t}) = \rho_{A_0} \log(A_{0,t-1}) + \sigma_{A_0}^A \varepsilon_{A_0,t}, \quad \varepsilon_{A_0,t} \sim N(0,1) \quad (21)$$

$$\log(\sigma_t^{p^0}) = (1 - \rho_{\sigma^{p^0}}) \log(\bar{\sigma}^{p^0}) + \rho_{\sigma^{p^0}} \log(\sigma_{t-1}^{p^0}) + \varepsilon_t^{\sigma^{p^0}}, \quad \varepsilon_t^{\sigma^{p^0}} \sim N(0,1) \quad (22)$$

$$\log(\sigma_t^{A_0}) = (1 - \rho_{\sigma^{A_0}}) \log(\bar{\sigma}^{A_0}) + \rho_{\sigma^{A_0}} \log(\sigma_{t-1}^{A_0}) + \varepsilon_t^{A_0}, \quad \varepsilon_t^{A_0} \sim N(0,1) \quad (23)$$

۲-۶- دولت و بانک مرکزی

دولت به دنبال متوازن کردن بودجه خود است که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$C_{g,t} + I_{g,t} + TR_t = T_t + F_t^0 + \frac{DA_t}{P_t} - \frac{DA_{t-1}}{P_t} + \frac{\int_0^1 B_{jt} dj}{P_t} - R_{t-1} \frac{\int_0^1 B_{jt-1} dj}{P_t}$$

که در آن TR_t پرداخت‌های انتقالی، T_t مالیات، $C_{g,t}$ مخارج جاری دولت و $I_{g,t}$ مخارج عمرانی دولت است که از فرایند خودرگرسیون مرتبه اول زیر پیروی می‌کنند:

$$\log(C_{g,t}) = (1 - \rho_{c_g}) \log(\bar{C}_g) + \rho_{c_g} \log(C_{g,t-1}) + \varepsilon_{c_g,t}, \quad \varepsilon_{c_g,t} \sim N(0,1) \quad (24)$$

$$\log(I_{g,t}) = (1 - \rho_{I_g}) \log(\bar{I}_g) + \rho_{I_g} \log(I_{g,t-1}) + \varepsilon_{I_g,t}, \quad \varepsilon_{I_g,t} \sim N(0,1) \quad (25)$$

پایه پولی به صورت حاصل جمع دارایی‌های خارجی و خالص دارایی‌های داخلی (مجموع خالص بدهی دولت به بانک مرکزی، بدهی بانک‌ها به بانک مرکزی و خالص سایر دارایی‌های بانک مرکزی) تعریف می‌شود:

$$M_t = DA_t + FR_t \quad (26)$$

که در آن انباشت ذخایر خارجی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$FR_t = FR_{t-1} + F_t^0 \quad (27)$$

بنابراین در قید بودجه دولت عبارت زیر برقرار است که بیان‌گر درآمد حق‌الضرب پول است:

$$\frac{M_t}{P_t} - \frac{M_{t-1}}{P_t} = \frac{\int_0^1 M_{jt} dj}{P_t} - \frac{\int_0^1 M_{jt-1} dj}{P_t} \quad (28)$$

$$= \frac{FR_t}{P_t} - \frac{FR_{t-1}}{P_t} + \frac{DA_t}{P_t} - \frac{DA_{t-1}}{P_t} = F_t^0 + \frac{DA_t}{P_t} - \frac{DA_{t-1}}{P_t}$$

در حقیقت این عبارت بیان‌گر سلطه مالی و نفتی است که یکی از ویژگی‌های کلیدی اقتصاد ایران است.

هم‌چنین سرمایه دولتی با استفاده از قاعده معادله (۲۹) انباشت می‌شود:

$$k_{g,t} = (1 - \delta_g)k_{g,t-1} + I_{g,t} \quad (۲۹)$$

بانک مرکزی از طریق کنترل نرخ رشد اسمی پول از طریق رابطه زیر اقدام به اعمال سیاست‌گذاری پولی می‌کند:

$$\frac{\dot{m}_t}{\dot{m}} = \left(\frac{\dot{m}_{t-1}}{\dot{m}} \right)^{\gamma_m} \left(\left(\frac{\pi_t}{\bar{\pi}} \right)^{\gamma_\pi} \left(\frac{\mu^z_t \frac{GDP_t}{GDP_{t-1}}}{\exp(\Lambda_{gdp})} \right)^{\gamma_{gdp}} \right)^{1-\gamma_m} \exp(\varepsilon_t^m) \quad (۳۰)$$

$$\dot{m}_t = \frac{M_t}{M_{t-1}} = \frac{m_t}{m_{t-1}} \pi_t \quad (۳۱)$$

که در آن \dot{m}_t نرخ رشد اسمی پول می‌باشد.

۲-۷- تعادل الگو

با جمع قید بودجه خانوار و دولت، تقاضای کل اقتصاد به صورت زیر به دست می‌آید:

$$GDP_t = Y_t^d + Y_t^o = C_t + I_t + C_{g,t} + I_{g,t} + \mu_t^{-1} a[u_t] k_{t-1} \quad (۳۲)$$

با در نظر گرفتن رابطه (۱۱) خواهیم داشت:

$$Y_t^d = (C_t + I_t + C_{g,t} + I_{g,t} + \mu_t^{-1} a[u_t] k_{t-1} - Y_t^o) \left(\frac{P_{it}}{P_t} \right)^{-\varepsilon}$$

با استفاده از تابع تقاضای کار (۸) تابع تولید (۱۲) خواهیم داشت:

$$A_t k_{it-1}^\alpha \left(Y_t^o k_{g,t-1} \right)^{\psi_g} \left(L_{y,it}^d \right)^{1-\alpha} - \phi z_t = (C_t + I_t + C_{g,t} + I_{g,t} + \mu_t^{-1} a[u_t] k_{t-1} - Y_t^o) \int \left(\frac{P_{it}}{P_t} \right)^{-\varepsilon} di$$

که در آن:

$$v_t^p = \int \left(\frac{P_{it}}{P_t} \right)^{-\varepsilon} di = \theta_p \left(\frac{\pi_t^{\chi-1}}{\pi_t} \right)^{-\varepsilon} v_{t-1}^p + (1 - \theta_p) \pi_t^{*\varepsilon} \quad (۳۳)$$

شاخص پراکندگی قیمت و بیان‌گر هزینه رفاهی تورم است. به همین شکل با در نظر گرفتن تجمیع کل تقاضای کار شاخص پراکندگی دستمزد نیز به صورت زیر به دست می‌آید:

$$v_t^w = \int \left(\frac{w_{jt}}{w_t} \right)^{-\eta} dj = \theta_w \left(\frac{w_{t-1} \pi_t^{\chi_w - 1}}{w_t \pi_t} \right)^{-\eta} v_{t-1}^w + (1 - \theta_w) (\pi_t^{w*})^\eta \quad (34)$$

۲-۱- وضعیت پایدار قطعی الگو

الگوی کامل عبارت از روابط ۱- (۳۴) (۳۱) است. همان‌طور که متغیرهای اسمی نسبت به عامل روند اسمی (تورم) یعنی شاخص قیمت تقسیم شده و روندزایی می‌شوند، تمامی متغیرهای حقیقی نیز باید نسبت به روند حقیقی که همان نرخ رشد تکنولوژی است، تعدیل شده و مدل مانا شود. پس از این اقدام و با فرض فرم تبعی

$$\text{وضعیت پایدار} \quad S \left[\frac{I_t}{I_{t-1}} \right] = \frac{\kappa}{\gamma} \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} - \Lambda_I \right)^\gamma \quad \text{و} \quad a[u] = \gamma_1 (u-1) + \frac{\gamma_2}{\gamma} (u-1)^2$$

غیر تصادفی الگو به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\bar{\pi} = (1 + 0.178)^{0.25} \quad (35)$$

$$\bar{u} = \bar{q} = \bar{d} = \bar{\phi} = 1 \quad (36)$$

$$\bar{m} = \bar{\pi} \quad (37)$$

$$\bar{C}_g = 0.2 \quad (38)$$

$$\bar{I}_g = 0.15 \quad (39)$$

$$\bar{k}_g = \frac{\bar{I}_g}{\delta_g} \quad (40)$$

$$\gamma_1 = \frac{\mu_z \mu_I}{\beta} - (1 - \delta) \quad (41)$$

$$\bar{r} = \gamma_1 \quad (42)$$

$$\bar{R} = \frac{\bar{\pi} \mu_z}{\beta} \quad (43)$$

$$\bar{\pi}^* = \left(\frac{1 - \theta_p \bar{\pi}^{-(1-\epsilon)(1-\chi)}}{1 - \theta_p} \right)^{\frac{1}{1-\epsilon}} \quad (44)$$

$$\bar{\pi}^{w*} = \left(\frac{1 - \theta_w \bar{\pi}^{(\chi_w - 1)(1-\eta)} \mu_z^{(\eta-1)}}{1 - \theta_w} \right)^{\frac{1}{1-\eta}} \quad (45)$$

$$\bar{mc} = \bar{\pi}^* \frac{\varepsilon^{-1} (1 - \beta \theta_p \bar{\pi}^{\varepsilon(1-\lambda)})}{\varepsilon (1 - \bar{\pi}^{(\varepsilon-1)(1-\lambda)}) \beta \theta_p} \quad (46)$$

$$\bar{w} = (1 - \alpha) \left(\bar{mc} (\bar{Y}^0 \bar{k}_g)^{\psi_\varepsilon} \left(\frac{\alpha}{\bar{r}} \right)^\alpha \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (47)$$

$$\bar{w}^* = \bar{\pi}^{w^*} \bar{w} \quad (48)$$

$$v_p = \frac{1 - \theta_p}{1 - \theta_p \bar{\pi}^{\varepsilon(1-\lambda)}} (\bar{\pi}^*)^{-\varepsilon} \quad (49)$$

$$v_w = \frac{1 - \theta_w}{1 - \theta_w \bar{\pi}^{(1-\lambda_w)\eta} \mu_z^\eta} \left(\bar{\pi}^{w^*} \right)^{-\eta} \quad (50)$$

$$\bar{Y}^0 = 0.4938 \quad (51)$$

$$\frac{1 - \bar{\pi}^{(\lambda_w-1)(1-\eta)} \beta \theta_w \mu_z^{\eta-1}}{1 - \beta \theta_w \mu_z^{\eta(1+\gamma)} \bar{\pi}^{(1-\lambda_w)\eta(1+\gamma)}} - \frac{\bar{w}^{\eta-1}}{\eta} \left(\left(1 - \frac{h}{\mu} \right)^{-1} - \beta h (\mu_z - h)^{-1} \right)$$

$$\bar{L}^d \left((\bar{Y}^0 \bar{k}_g)^{\psi_\varepsilon} A \mu_z^{-1} v_p^{-1} \left(\mu_1 \mu_z \frac{\bar{w} \frac{\alpha}{\bar{r}}}{1-\alpha} \right)^\alpha - \right. \quad (52)$$

$$\left. \left(\mu_1 \mu_z \frac{\bar{w} \frac{\alpha}{\bar{r}}}{1-\alpha} \right) \left(1 - (1-\delta)(\mu_z \mu_1)^{-1} \right) \right) \left(1 - N_L \right) - v_p^{-1} \phi + \bar{Y}^0 - \bar{C}_g - \bar{I}_g \Big)^{-1} = \cdot$$

$$\bar{L} = v_w \bar{L}^d \quad (52)$$

$$\bar{k} = \left(\mu_1 \mu_z \frac{\bar{w} \frac{\alpha}{\bar{r}}}{1-\alpha} \right) \bar{L}_y^d \quad (53)$$

$$\bar{C} = \bar{Y}^0 + \left((\bar{Y}^0 \bar{k}_g)^{\psi_\varepsilon} A \mu_z^{-1} v_p^{-1} \left(\mu_1 \mu_z \frac{\bar{w} \frac{\alpha}{\bar{r}}}{1-\alpha} \right)^\alpha \right) \quad (54)$$

$$-\bar{L}_y^d \left(\mu_I \mu_Z \frac{\bar{w} - \alpha}{\bar{r}} \right) \bar{L}_y^d \left(1 - (1 - \delta) (\mu^Z \mu^I)^{(-1)} \right) - v_p^{-1} \phi - \bar{C}_g - \bar{I}_g$$

$$\bar{\lambda} = \frac{(1 - \mu_Z^{-1} \beta h) \left(1 - \frac{h}{\mu_Z} \right)^{-1}}{\bar{C}} \quad (55)$$

$$\bar{Y}^d = \bar{I}_g + \bar{I}_g + \bar{C} + \bar{I} - \bar{Y}^o \quad (56)$$

$$\bar{GDP} = \bar{Y}^o + \bar{Y}^d \quad (57)$$

$$\bar{F} = \bar{Y}^d - \bar{L}_y^d \bar{w} \frac{1}{1 - \alpha} \quad (58)$$

$$\bar{r} = \frac{\bar{L}^d \bar{\lambda} \left(\bar{\pi}^{**} \right)^{-\eta} \frac{w^{*-\eta} \eta - 1}{\eta}}{1 - \bar{\pi} (\chi_w^{-1})^{(1-\eta)} \beta \theta_w \mu_Z^{\eta-1}} \quad (59)$$

$$\bar{g}^1 = \frac{\bar{Y}^d \bar{m} \bar{c} \bar{\lambda}}{1 - \beta \theta_p \bar{\pi}^{\varepsilon(1-\chi)}} \quad (60)$$

$$\bar{g}^{\chi} = \bar{g}^1 \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \quad (61)$$

$$\bar{m} = \frac{v_m \bar{R}}{\bar{\lambda} (\bar{R} - 1)} \quad (62)$$

$$\bar{L}_o^d - \frac{\bar{Y}^o (1 - a_o) (1 - \alpha_o) \bar{P}^o}{\bar{w}} = . \quad (63)$$

$$\bar{Y}^o - \bar{k}_o^{\alpha_o} \left(\bar{L}_o^d \right)^{1 - \alpha_o} = . \quad (64)$$

لازم به توضیح است که وضعیت پایدار تورم براساس میانگین نرخ تورم دنیای واقعی به‌دست آمده و وضعیت پایدار مخارج جاری و عمرانی دولت و تولید نفت به‌صورتی تعیین شده که نسبت این مقادیر به تولید ناخالص داخلی الگو با دنیای واقعی هم‌خوانی داشته باشد که این موضوع در بخش ۲ مورد اشاره قرار خواهد گرفت. پس از کالیبراسیون و برآورد پارامترهای الگو در بخش بعد، به مقایسه وضعیت پایدار غیرتصادفی با وضعیت پایدار تصادفی پرداخته می‌شود.

۲- کالیبراسیون و برآورد پارامترها

برای کالیبراسیون و برآورد پارامترها از داده‌های تولید ناخالص داخلی بدون نفت، ارزش افزوده بخش نفت، مصرف خصوصی، مصرف دولتی، سرمایه‌گذاری خصوصی، سرمایه‌گذاری دولتی، نرخ تورم فصل نسبت به فصل مشابه سال قبل، نرخ رشد پایه پولی فصل نسبت به فصل مشابه سال قبل، قیمت نفت که برحسب شاخص قیمت آمریکا حقیقی شده، استفاده شده است. برای کالیبراسیون پارامترها از سطح متغیرهای حقیقی و برای برآورد از نرخ رشد این متغیرها به صورت رشد فصل نسبت به فصل مشابه سال قبل استفاده شده است.

جدول ۱. مقداردهی پارامترها

پارامتر	روش مقداردهی	مقداردهی	پارامتر	روش مقداردهی	مقداردهی
γ_1	بر اساس وضعیت پایدار (۴۱)	۰,۰۶۲۶	δ_g	داده‌های بانک مرکزی و وضعیت پایدار سرمایه دولتی	۰,۰۲۸
δ	داده‌های بانک مرکزی و وضعیت پایدار سرمایه	۰,۰۲	α_0	وضعیت پایدار (۶۳)	۰,۸۲۸۴
χ_w	مقایسه رشد دستمزد و تورم بر اساس رابطه $w_t = \pi_t^{\chi_w} w_{t-1}$	۰,۶۲	δ_0	بر اساس $\delta_0 = \frac{a_0 \bar{p}^0 \bar{y}^0}{\bar{k}_0}$	۰,۰۰۵
θ_w	به نحوی تعیین شده که وضعیت پایدار با دنیای واقعی همخوانی داشته باشد.	۰,۴۸	$\rho_{\sigma A_0}$	نوسانات ارزش افزوده بخش نفت	۰,۵
ρ_{c_g}	برآورد فرایند خودرگرسیون	۰,۸	$\rho_{\sigma p_0}$	نوسانات قیمت نفت	۰,۷

منبع: یافته‌های پژوهش

نظر به این که تمامی پارامترهای الگو قابل برآورد نیست، می‌بایست برخی از آن‌ها را کالیبره کرد. برخی پارامترها مانند γ_1 ، δ ، δ_g و δ_0 به دلیل این که براساس مقادیر وضعیت پایدار متغیرها به دست می‌آیند، نیاز به برآورد ندارند و مجموعه‌ای از پارامترها مانند χ_w ، θ_w ، ρ_{c_g} و $\rho_{\sigma A_0}$ نیز به دلیل غیرقابل شناسایی بودن قابل برآورد نیستند. غیرقابل شناسایی بودن این پارامترها می‌تواند ناشی از دو عامل باشد، اول

این‌که به دلیل عدم دسترسی به داده‌ها باشد، مانند χ_w و θ_w ، $\rho_{G\Lambda_0}$ و ρ_{Gp_0} که به دلیل عدم وجود داده‌های قابل اتکای نرخ دستمزد فصلی و نااطمینانی قیمت و تولید نفت غیرقابل شناسایی هستند. دومین دسته از این پارامترها مانند ρ_{C_g} با وجود در دسترس بودن داده‌ها، اما به دلیل ترکیب توزیع‌های پیشین و داده‌ها که منجر به همبستگی بین پارامترها می‌شود، غیرقابل شناسایی می‌شوند. جدول ۱، روش مقاداردهی و مقادیر اختصاص داده شده برای این پارامترها را گزارش می‌دهد.

برآورد بیزی سایر پارامترهای الگو در جدول ۲ گزارش شده است. تمامی توزیع‌های پیشین بر اساس ویژگی پارامترها تعیین شده و نتایج به دست آمده با بسیاری از مطالعاتی که از این الگو در تحلیل خود استفاده کرده‌اند، انطباق دارد (برای مثال توکلیان (۱۳۹۰)، کمیجانی و توکلیان (۱۳۹۱)، کمیجانی و همکاران (۱۳۹۳)، توکلیان (۱۳۹۳)، توکلیان (۱۳۹۴)، توکلیان و افضل‌ی (۱۳۹۵)، توکلیان و جلالی نائینی (۱۳۹۶)، جلالی نائینی و همکاران (۱۳۹۷) و پرمه و همکاران (۲۰۱۸)، پاک‌نیت و همکاران (۱۳۹۷) و پاشا و همکاران (۱۳۹۹)). نمودار توزیع پیشین و پسین و آزمون گیوکی^۱ (۱۹۹۲) پارامترهای برآورد شده در پیوست ۱ و ۲ گزارش شده است. بر اساس آزمون گیوکی (۱۹۹۲)، فرضیه صفر عدم همگرایی در زیرنمونه‌های استخراج شده به استثنای دو پارامتر واریانس تکانه ترجیحات و تکانه عرضه کار که در سطح یک درصد رد می‌شود تمامی پارامترها در سطح معناداری ۵ درصد معنادار بوده و بنابراین برآورد انجام گرفته در مورد پارامترها قابل اتکا هستند.

1. Geweke

جدول ۲. برآورد پارامترهای الگو						
پارامتر	توزیع پیشین	میانگین پیشین	میانگین پسین	فاصله اطمینان ۹۰٪	std	پسین
h	گاما	۰,۹۷	۰,۹۷۰۸	۰,۹۶۹۱	۰,۹۷۲۳	۰,۰۱۰
β	یتا	۰,۹۷	۰,۹۷۰۸	۰,۹۶۹	۰,۹۷۲۵	۰,۰۰۱
κ	گاما	۹,۵۱	۹,۸۱۹۴	۹,۴۹۸۴	۱۰,۱۵۴۶	۰,۲۰۲
η	گاما	۱۰	۹,۸۶۳	۹,۷۲۴۱	۱۰,۰۰۳۶	۰,۰۸۷
ψ	گاما	۸,۹۲	۸,۸۹۹۷	۸,۷۵۳۸	۹,۰۴۹	۰,۰۹۲
γ	گاما	۱,۱۷	۱,۱۸۶۲	۱,۱۶۴۶	۱,۲۰۷۲	۰,۰۱۴
v	گاما	۱,۵	۱,۴۶۷۸	۱,۱۴۶۳	۱,۷۷۶۴	۰,۱۹۵
γ_r	یتا	۰,۰۰۱	۰,۰۰۱	۰,۰۰۱	۰,۰۰۱	۰,۰۰۰۵
χ	یتا	۰,۴۳	۰,۴۳۵۴	۰,۴۰۲۶	۰,۴۶۸۵	۰,۰۲
θ_p	یتا	۰,۳۲	۰,۳۲۴۶	۰,۳۱۵۹	۰,۳۳۲۹	۰,۰۰۵
$ \alpha $	یتا	۰,۵۵	۰,۵۵۲	۰,۵۴۸۵	۰,۵۵۵۴	۰,۰۰۲
γ_m	یتا	۰,۲	۰,۲۱۸۷	۰,۲۰۱۲	۰,۲۳۶۴	۰,۰۱۱
γ_π	نرمال	-۱,۵	-۱,۵	-۱,۵۳۲۸	-۱,۴۶۳۸	۰,۰۲
γ_y	نرمال	-۰,۵	-۰,۴۸۶۴	-۰,۵۰۲۳	-۰,۴۷۰۴	۰,۰۱
ρ_d	یتا	۰,۱۲	۰,۱۳۴۴	۰,۱۱۶۹	۰,۱۵۲۳	۰,۰۱۱
ρ_ϕ	یتا	۰,۹۳	۰,۹۴۰۴	۰,۹۳۲۴	۰,۹۴۸۵	۰,۰۰۵
ρ_{I_g}	یتا	۰,۸	۰,۸۵۸۴	۰,۸۵۸۳	۰,۸۵۸۴	۰,۰۰۱
ψ_g	یتا	۰,۰۵	۰,۰۵۰۸	۰,۰۴۹۲	۰,۰۵۲۴	۰,۰۰۱
ρ_{p^o}	یتا	۰,۲	۰,۲۰۰۲	۰,۱۹۸۶	۰,۲۰۲	۰,۰۰۱
a_o	یتا	۰,۰۱	۰,۰۱۰۹	۰,۰۰۹۱	۰,۰۱۲۶	۰,۰۰۱
ρ_{A_o}	یتا	۰,۵	۰,۵۲۳۲	۰,۵۰۶۹	۰,۵۴۰۸	۰,۰۱
Λ_μ	گاما	۰,۰۰۳	۰,۰۰۳۳	۰,۰۰۳۲	۰,۰۰۳۴	۰,۰۰۱
Λ_A	گاما	۰,۰۰۲	۰,۰۰۱۷	۰,۰۰۱۶	۰,۰۰۱۸	۰,۰۰۱
σ_d	گامای معکوس	۰,۰۱	۲,۹۰۶۵	۲,۴۱۹۳	۳,۳۷۷۹	∞
σ_ϕ	گامای معکوس	۰,۰۱	۲,۵۳۴۲	۱,۹۸۱۶	۳,۰۵۰۶	∞
σ_μ	گامای معکوس	۰,۰۱	۰,۲۱۵۹	۰,۱۷۹۲	۰,۲۴۹۲	∞
σ_A	گامای معکوس	۰,۰۱	۰,۱۱۲۴	۰,۰۹۸۷	۰,۱۲۵۷	∞
σ_{c_g}	گامای معکوس	۰,۰۱	۱,۵۴۷۳	۱,۰۹۸۲	۱,۹۸۳۸	∞
σ_{I_g}	گامای معکوس	۰,۰۱	۰,۷۸۸۶	۰,۶۵۹۸	۰,۹۱۳۸	∞
σ_m	گامای معکوس	۰,۰۱	۰,۳۶۵۲	۰,۳۲۶۹	۰,۴۰۳۴	∞
σ_{p^o}	گامای معکوس	۰,۰۱	۰,۵۴۰۸	۰,۴۸۳۵	۰,۵۹۴۵	∞
σ_{A_g}	گامای معکوس	۰,۰۱	۰,۵۹۶۶	۰,۵۳۲۶	۰,۶۶۱۶	∞

۳- وضعیت پایدار تصادفی

حال که پارامترهای الگو به دست آمد، می‌توان الگو را حل کرد. با توجه به این‌که الگوی غیرخطی دارای یک فرم بسته جواب نیست، بنابراین می‌بایست از تقریب تیلور الگو حول وضعیت پایدار استفاده کرد. مرسوم بر این است که بسط تیلور مرتبه اول یا دوم الگو حول وضعیت پایدار غیرتصادفی در تحلیل‌ها استفاده شود، اما زمانی که همانند دو رابطه (۲۲) و (۲۳) نااطمینانی تکانه‌ها در الگو وجود دارد، نمی‌توان از این دو رویکرد استفاده کرد، چرا که اساساً نااطمینانی از جنس واریانس بوده و می‌بایست از بسط تیلور مراتب بالاتر استفاده شود. در کنار این موضوع، وضعیت اقتصادی مورد مطالعه نیز اهمیت دارد، چرا که اقتصادی مانند ایران به‌طور مداوم تحت تأثیر تلاطم‌هایی است که می‌توانند وضعیت پایدار را به‌صورت تصادفی تغییر دهند. در حقیقت همان‌طور که از تعریف وضعیت پایدار تصادفی برمی‌آید، کارگزاران اقتصادی در هر لحظه ریسک پیش روی خود را در نظر می‌گیرند و قاعده تصمیم‌گیری خود را بر اساس امیدریاضی وضعیت پایدار تصادفی تعیین می‌کنند.

همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد، این قابلیت در وضعیت پایدار قطعی وجود ندارد و فرد در این حالت ریسک پیش روی خود را نمی‌تواند در نظر بگیرد. با این توضیحات، با تقریب مرتبه سوم الگو، وضعیت پایدار تصادفی الگو، محاسبه و با وضعیت پایدار غیرتصادفی مقایسه می‌شود تا مشخص شود تفاوت این دو وضعیت پایدار چگونه می‌توانند شرایط اقتصاد ایران را توضیح دهند. نتایج وضعیت پایدار تصادفی و غیرتصادفی در جدول ۳ گزارش شده است.^۱

همان‌گونه که جدول ۳ گزارش می‌دهد، وضعیت پایدار تصادفی و غیرتصادفی برخی از پارامترها با یکدیگر برابر یا نزدیک به هم است؛ اما در مورد برخی دیگر از متغیرها به‌ویژه متغیرهای حقیقی اقتصاد، این دو مقدار نه تنها نزدیک به هم نیستند، بلکه تفاوت قابل توجهی را منعکس می‌کنند. برای مثال، مصرف، سرمایه‌گذاری، حجم سرمایه و اشتغال در وضعیت پایدار تصادفی به‌نحو قابل توجهی کمتر از وضعیت پایدار غیرتصادفی می‌باشد و در مقابل مخارج جاری و عمرانی دولت در وضعیت پایدار تصادفی بالاتر از وضعیت پایدار غیرتصادفی است. در کنار همه این متغیرها، تولید ناخالص

۱. کدهای مربوط به محاسبه وضعیت پایدار تصادفی در لینک زیر در دسترس است:

https://github.com/tavakolianh/StochasticSS_Iran

داخلی در وضعیت پایدار تصادفی کمتر از تولید ناخالص داخلی در وضعیت پایدار غیرتصادفی است.

جدول ۳. وضعیت پایدار تصادفی و غیرتصادفی الگو

متغیر	SS تصادفی	SS غیر تصادفی	متغیر	SS تصادفی	SS غیر تصادفی
d	۱	۱	y^d	۱	۳,۲۸۳۵۶۲
c	۱,۴۰۷۸۶۴	۲,۹۳۳۹۹۴	mc	۰,۸۹۸۴۴۹	۰,۸۹۸۳۶
μ_z	۱,۰۰۷۹۲۵	۱,۰۰۹۹۲۲	k	۱۰,۶۵۹۴۸	۱۳,۵۱۵
μ_l	۱,۰۰۳۳۳۶	۱,۰۰۱۴۰۱	v_p	۱,۰۰۲۶۱۴	۱,۰۰۲۵
μ_A	۱,۰۰۱۷۰۱	۱,۰۰۴۸۱۲	v_w	۱,۰۱۷۸۹۵	۱,۰۲۱۸
λ	۱,۲۱۹۹۴۸	۰,۵۸۹۲۷۵	L	۰,۱۵۹۷۳۶	۰,۳۲۴۳۶
R	۱,۰۸۱۴۷۶	۱,۰۸۴۶۸۲	φ	۱	۱
π	۱,۰۴۱۸۰۵	۱,۰۴۱۸۰۵	F	۰,۱۳۷۹۹۶	۰,۳۳۶۰۳
r	۰,۰۸۱۵	۰,۱۰۲۶۱	M	۱۵,۸۳۵۶۲	۳۲,۶۰۵۲
I	۰,۵۴۰۶۰	۰,۹۵۳۳۶	m	۱,۰۴۱۸	۱,۰۴۱۸
u	۰,۸۱۵۲۵	۱	C_g	۰,۲	۰,۰۵
q	۰,۹۹۹۷۰	۱	I_g	۰,۱۵	۰,۲
f	۱,۳۳۶۸۲	۱,۷۹۹۳۴	k_g	۳,۱۲۵	۴,۱۶۶۶۶
L^d	۰,۱۵۶۹۲	۰,۳۱۷۴۲	GDP	۲,۱۳۰۶۷۷	۴,۱۳۷۳۶۲
L_y^d	۰,۱۳۷۲۴	۰,۲۸۵۶۸	Y^o	۰,۷۴۰۳۶۵	۰,۷۵۳۸
w	۴,۰۸۸۳۲	۵,۸۶۷۱	P^o	۱	۱
W^*	۴,۲۵۵۷۰	۴,۲۵۵۷۰	k_o	۱,۱۵۸۴۴۶	۲,۲۲۵۲
π^{W^*}	۱,۰۴۰۹۴	۱,۰۴۰۹۴	L_o^d	۰,۰۱۹۶۸۳	۰,۰۳۱۷
π^*	۱,۰۱۳۱۶	۱,۰۱۳۱۶	F^o	۰,۶۵۲۰۱۴	۰,۵۴۴۹
g_1	۲,۶۳۰۵۷	۲,۶۳۰۵۷	σ^{P^o}	۱	۱
g_2	۲,۹۲۱۹۲	۲,۹۲۱۹۲	σ^{A^o}	۱	۱

منبع: یافته‌های پژوهش

به بیان دیگر، به نظر می‌رسد وضعیت پایدار غیرتصادفی شرایط کلی اقتصاد کلان به‌ویژه بخش خصوصی را به شکل قابل توجهی بهتر از وضعیت پایدار تصادفی نشان

می‌دهد. حال سؤالی که پیش می‌آید این است که اولاً کدام یک از این دو وضعیت پایدار بهتر شرایط اقتصاد کلان ایران را توضیح می‌دهند و دوماً این تفاوت ناشی از چه نکته‌ای است؟ برای این که این تفاوت را توضیح دهیم، ابتدا نگاه دقیق‌تری به بخش حقیقی اقتصاد در الگو انداخته و نشان می‌دهیم که چگونه نااطمینانی‌ها و ریسک‌ها در وضعیت پایدار بر وضعیت کلان اقتصاد تأثیر گذاشته و سبب می‌شود تا سطح تولید ناخالص داخلی پایین‌تری داشته باشیم و در ادامه با مقایسه نتایج دو وضعیت پایدار با داده‌های دنیای واقعی اقتصاد ایران، نشان می‌دهیم که کدام یک از این دو وضعیت پایدار برای اقتصاد ایران مناسب‌تر است.

برای توضیح تفاوت بین دو وضعیت پایدار، به رابطه (۳۲)، یعنی تعادل اقتصاد کلان باز می‌گردیم که به صورت زیر می‌باشد:

$$GDP_t = Y_t^d + Y_t^o = C_t + I_t + C_{g,t} + I_{g,t} + \mu_t^{-1} a[u_t] k_{t-1}$$

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در این رابطه عبارت $\mu_t^{-1} a[u_t] k_{t-1}$ ، یعنی هزینه فیزیکی استفاده از سرمایه برحسب منابع، حضور دارد که فرم تبعی که برای تابع هزینه

فیزیکی استفاده از سرمایه فرض شده است، به صورت $a[u] = \gamma_1(u-1) + \frac{\gamma_2}{\rho}(u-1)^2$

می‌باشد. براساس جدول ۳، وضعیت پایدار غیرتصادفی شدت بهره‌برداری از سرمایه، u ، برابر با یک به دست آمده که با لحاظ آن در تابع هزینه فیزیکی، این عبارت برابر با صفر شده است و بنابراین در تعریف تولید ناخالص داخلی در وضعیت پایدار غیرتصادفی نقشی نخواهد داشت. این در حالی است که وضعیت پایدار تصادفی شدت بهره‌برداری از سرمایه کمتر از یک و برابر با حدود ۰٫۸۲ به دست آمده که با در نظر گرفتن آن در تابع هزینه فیزیکی، این هزینه برابر با ۰٫۰۷۴- به دست می‌آید که از مقدار تولید ناخالص داخلی کم شده و سبب می‌شود تولید در وضعیت پایدار تصادفی از تولید در وضعیت پایدار غیرتصادفی کمتر باشد. به علاوه، در وضعیت پایدار تصادفی عامل بسیار مهمی به نام نااطمینانی قیمت و مقدار نفت نیز در نظر گرفته شده است که همان‌طور که در بخش بعد خواهیم دید، موجب افت تولید نفتی و غیرنفتی می‌شود که دلیل دیگری بر پایین‌تر بودن تولید در وضعیت پایدار تصادفی می‌باشد.

در پاسخ به این سؤال که کدام وضعیت پایدار بهتر می‌تواند اقتصاد ایران را توضیح دهد، به مقایسه دو وضعیت پایدار و دنیای واقعی پرداخته شود. جدول ۴، نسبت مصرف، سرمایه‌گذاری خصوصی، مخارج جاری دولت، مخارج عمرانی دولت و تولید نفت به تولید ناخالص داخلی را در دو وضعیت پایدار و دنیای واقعی برای اقتصاد ایران در بازه ۱۳۶۸-۱۳۹۹ را گزارش می‌دهد.

جدول ۴، نشان می‌دهد که نسبت متغیرهای اقتصاد کلان به تولید ناخالص داخلی در وضعیت پایدار تصادفی انطباق قابل توجهی با داده‌های واقعی دارند، در حالی که این نسبت‌ها در وضعیت پایدار غیرتصادفی انطباق کاملاً کمتری داشته و این نکته در مورد بخش دولتی بیشتر قابل رویت است. در ادامه نتایج مربوط به توابع واکنش آنی الگو در دو وضعیت پایدار ارائه می‌شود.

جدول ۴. مقایسه وضعیت پایدار تصادفی و غیرتصادفی با دنیای واقعی

متغیر	وضعیت پایدار تصادفی	وضعیت پایدار غیرتصادفی	داده‌های دنیای واقعی
$\frac{C}{GDP}$	۰,۶۶۰۷۵۹	۰,۷۰۹۱۴۶	۰,۵۴۳۵۳۵
$\frac{I}{GDP}$	۰,۱۷۹۲۳۷	۰,۲۳۰۴۲۹	۰,۱۹۶۸۸۱۲
$\frac{C_g}{GDP}$	۰,۰۹۳۸۶۷	۰,۰۱۲۰۸۵	۰,۱۷۲۱۱۰
$\frac{I_g}{GDP}$	۰,۰۷۰۴	۰,۰۴۸۳۴	۰,۰۸۷۵۴۳
$\frac{Y^o}{GDP}$	۰,۳۴۷۴۷۹	۰,۱۸۲۱۹۳	۰,۳۷۶۸۷۲

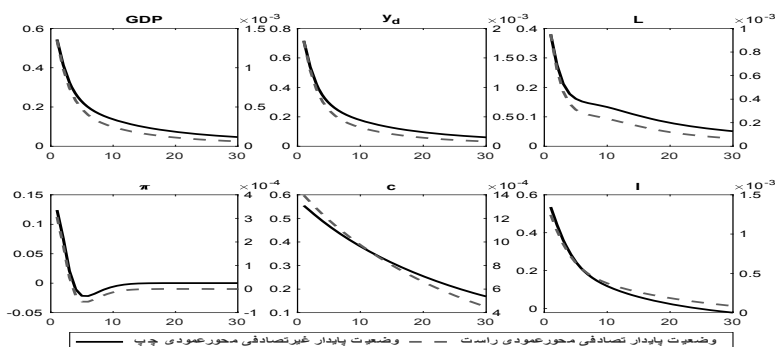
منبع: یافته‌های پژوهش

۴- نتایج الگو

به‌منظور بررسی نتایج الگوی پیشنهادی، توابع واکنش آنی متغیرهای کلان اقتصادی به‌صورت درصد انحراف از وضعیت پایدار برای دو حالت تصادفی و غیرتصادفی ارائه می‌شود. نمودار ۱، توابع واکنش آنی نسبت به تکانه تکنولوژی را نشان می‌دهد. در تمامی نمودارها به‌دلیل تفاوت در مقیاس، توابع واکنش آنی در وضعیت پایدار تصادفی و غیرتصادفی به‌ترتیب براساس محور عمودی سمت راست و چپ سنجیده می‌شوند. بر اساس نمودار ۱، در واکنش به تکانه تکنولوژی، تولید غیرنفتی و در نتیجه تولید کل افزایش یافته و در ادامه اشتغال، سرمایه‌گذاری و مصرف نیز افزایش می‌یابد. در اثر افزایش اشتغال و مصرف، در ابتدا فشار طرف تقاضا بر فشار طرف عرضه چیره شده در نتیجه تورم افزایش می‌یابد، اما در پی آن فشار طرف عرضه تشدید شده و نرخ تورم کاهش می‌یابد.

نکته قابل توجه آن است که با در نظر گرفتن وضعیت پایدار تصادفی، واکنش متغیرها نسبت به این تکانه به‌مراتب کمتر از وضعیت پایدار غیرتصادفی است که این نکته در تفاوت مقیاس دو محور عمودی به‌وضوح قابل مشاهده است. هم‌چنین، به‌استثنای مصرف، واکنش اولیه متغیرها در دو وضعیت پایدار تقریباً یکسان است (نه به‌لحاظ مقیاس)، در حالی که به‌استثنای سرمایه‌گذاری، سرعت تعدیل متغیرها در حالت

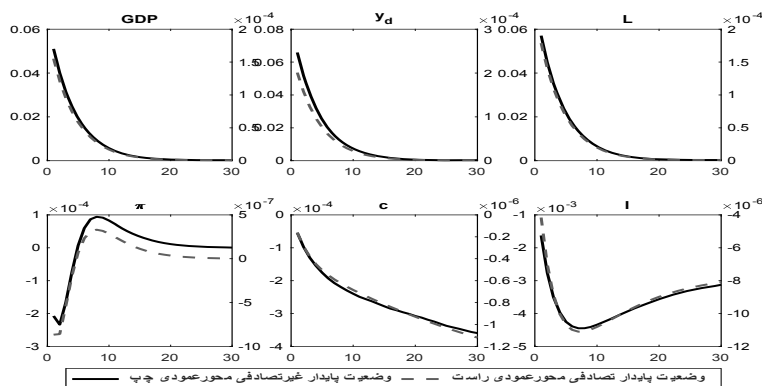
وضعیت پایدار تصادفی به نسبت سریع تر رخ می‌دهد. پس می‌توان گفت که اندازه واکنش‌ها در وضعیت پایدار تصادفی کمتر و سرعت تعدیل در آن بیشتر است.



منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۱. توابع واکنش آنی نسبت به تکانه تکنولوژی

نمودار ۲، توابع واکنش آنی نسبت به یک تکانه مخارج جاری دولت را نشان می‌دهد. در اثر افزایش مخارج جاری دولت، تولید غیرنفتی و تولید کل افزایش یافته و در پی آن اشتغال بالا می‌رود، اما مصرف و سرمایه‌گذاری خصوصی کاهش پیدا می‌کنند. در نتیجه کاهش مصرف و سرمایه‌گذاری نرخ تورم در ابتدا کاهش پیدا می‌کند، اما در نهایت به دلیل فشار طرف تقاضای ناشی از افزایش مخارج دولت، نرخ تورم بالا می‌رود.



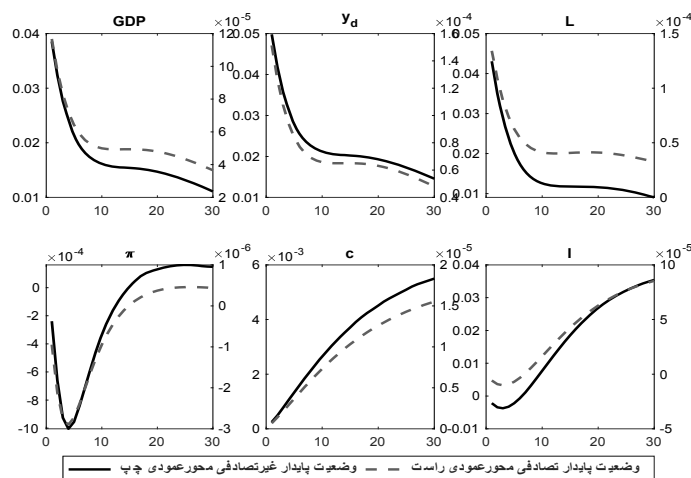
منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۲. توابع واکنش آنی نسبت به تکانه مخارج جاری دولت

همانند نمودار ۱، در این جا نیز از نظر مقیاس، توابع واکنش در وضعیت پایدار تصادفی کمتر از وضعیت پایدار قطعی هستند و واکنش متغیرها به غیر از نرخ تورم، در دو حالت تقریباً یکسان است. نرخ تورم در وضعیت پایدار تصادفی واکنشی کمتر نشان داده و سریع‌تر نیز تعدیل می‌شود.

نمودار ۳، توابع واکنش آنی نسبت به تکانه مخارج عمرانی دولت را نشان می‌دهد. تکانه مخارج عمرانی دولت، تولید بدون نفت و تولید کل را افزایش داده که در نتیجه آن اشتغال افزایش یافته و نرخ تورم نیز کاهش می‌یابد. هم‌چنین، در اثر افزایش اشتغال و تولید، مصرف نیز افزایش می‌یابد. در نتیجه این شوک اما اثر برون‌رانی محدودی در سرمایه‌گذاری خصوصی رخ می‌دهد و چون در فروض ارائه شده فرض بر این بوده است که سرمایه عمومی مکمل سرمایه خصوصی باشد، در نهایت افزایش در سرمایه‌گذاری دولتی سرمایه‌گذاری خصوصی را نیز بالا می‌برد.

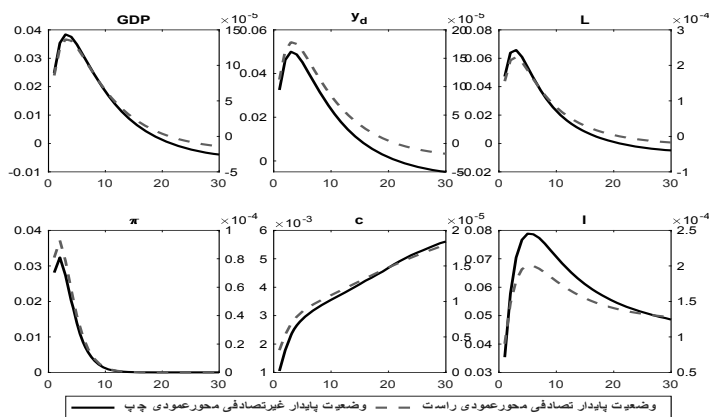
در این تکانه نیز واکنش‌ها در وضعیت پایدار تصادفی بسیار کمتر از وضعیت پایدار قطعی هستند. هم‌چنین تولید غیرنفتی و مصرف در اثر این تکانه واکنش کندتری نشان می‌دهند و این در حالی است که تولید کل، اشتغال و سرمایه‌گذاری خصوصی پایداری بیشتری را در وضعیت پایدار تصادفی از خود بروز می‌دهند. در نهایت این که نرخ تورم واکنش اولیه یکسانی در دو حالت دارد، اما در وضعیت پایدار تصادفی سریع‌تر تعدیل می‌شود.



منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۳. توابع واکنش آنی نسبت به تکانه، مخارج عمرانی دولت

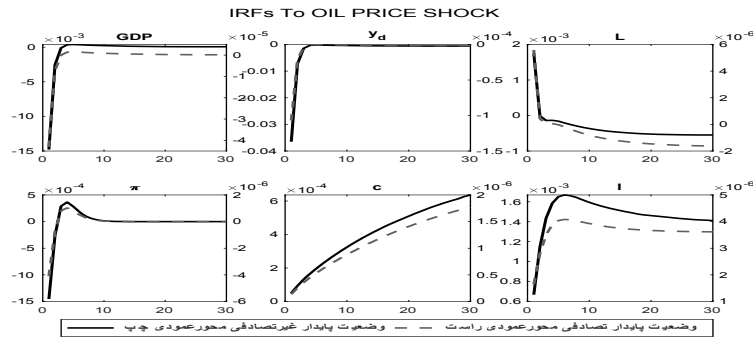
نمودار ۴، توابع واکنش آنی نسبت به تکانه پولی را گزارش می‌کند. در اثر وقوع این تکانه، تمامی متغیرها افزایش می‌یابند. نکته قابل توجه در این نمودار آن است که توابع واکنش، کوهانی شکل هستند، بدین مفهوم که در اثر یک سیاست پولی انبساطی در بازه زمانی ابتدایی تورم و متغیرهای حقیقی افزایش پیدا کرده و پس از رسیدن به نقطه حداکثری خود روند نزولی به خود می‌گیرد؛ بنابراین نتایج الگو با مشاهدات تجربی همخوانی دارد. همچنین در واکنش به این تکانه، تولید غیرنفتی در وضعیت پایدار تصادفی از ماندگاری به نسبت بالاتری برخوردار است و سرمایه‌گذاری خصوصی به نسبت سریع‌تر تعدیل می‌شود.



منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۴. توابع واکنش آنی نسبت به تکانه پولی

نمودار ۵، توابع واکنش آنی نسبت به یک تکانه قیمت نفت را نشان می‌دهد. همان‌طور که از این نمودار مشخص است، بر اثر وقوع این تکانه، تولید غیرنفتی کاهش می‌یابد و میزان این کاهش از افزایش تولید نفتی بیشتر است که سبب شده تولید کل نیز کاهش یابد. همچنین اشتغال بر اثر این تکانه در ابتدا افزایش می‌یابد، اما در ادامه کاهش پیدا می‌کند. نرخ تورم نیز با افت اولیه مواجه می‌شود، با این حال، در پی آن این نرخ نیز افزایش را تجربه می‌کند. مصرف و سرمایه‌گذاری خصوصی نیز با افزایش مواجه می‌شوند. به استثنای نرخ تورم و تولید غیرنفتی به نظر می‌رسد که در مورد سایر متغیرها، واکنش در وضعیت پایدار تصادفی از پایداری کمتری برخوردار باشد. همچنین، همانند توابع واکنش قبلی، در این‌جا نیز واکنش‌ها در وضعیت پایدار تصادفی از مقیاس پایین‌تری نسبت به وضعیت پایدار غیرتصادفی برخوردارند.

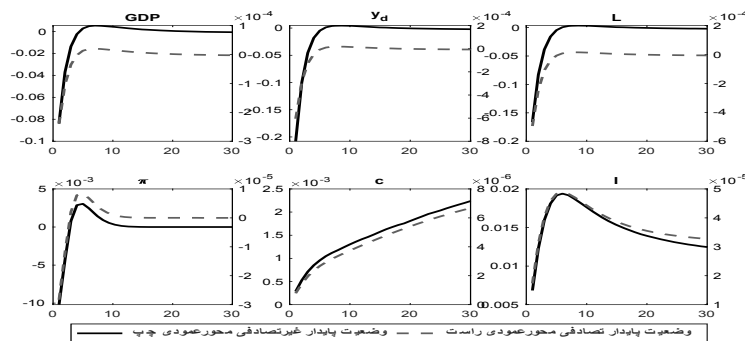


منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۵. توابع واکنش آنی نسبت به قیمت نفت

نمودار ۶، واکنش متغیرها نسبت به یک تکانه تکنولوژی بخش نفت را نشان می‌دهد. بر اساس این نمودار در اثر وقوع یک تکانه تکنولوژی نفت، در ابتدا تولید غیرنفتی کاهش پیدا می‌کند اما در ادامه تأثیر مثبت حداقلی را از این تکانه می‌پذیرد. همچنین این افت تولید غیرنفتی از افزایش تولید نفت بیشتر بوده و همین امر سبب می‌شود که تولید کل نیز در ابتدا کاهش یابد.

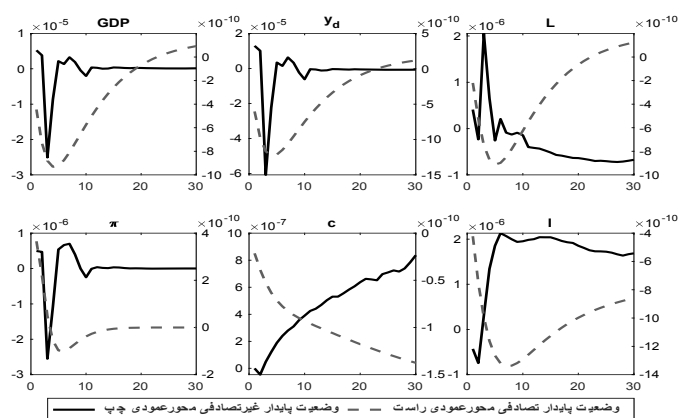
به دلیل افت تولید غیرنفتی، اشتغال نیز دچار افت شده و تورم نیز کاهش یابد. مصرف و سرمایه‌گذاری خصوصی به دلیل افت قیمت‌ها افزایش می‌یابد که این امر سبب ایجاد فشار طرف تقاضا شده و نرخ تورم را بالا می‌برد. همچنین پایداری این تکانه در تولید و اشتغال در وضعیت پایدار تصادفی کمتر بوده و تأثیر این تکانه سریع‌تر از بین می‌رود، در حالی که اثر تورمی آن از پایداری بیشتری برخوردار است.



منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۶. توابع واکنش آنی نسبت به تکانه تکنولوژی بخش نفت

با توجه به این‌که در این مطالعه به دنبال مقایسه دو وضعیت پایدار تصادفی و غیرتصادفی هستیم و در محاسبه وضعیت پایدار تصادفی می‌بایست تقریب مراتب بالاتر الگو به دست آید، مهم‌ترین توابع واکنش مربوط به نااطمینانی قیمت و مقدار تولید نفت است، چرا که نااطمینانی مفهومی غیرخطی است و در نتیجه تقریب‌های مراتب پایین‌تر نمی‌توانند آن‌ها را توضیح دهند. دو نمودار ۷ و ۸ به ترتیب توابع واکنش آنی نسبت به نااطمینانی قیمت و مقدار تولید نفت را گزارش می‌دهند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در هر دو نمودار، توابع واکنش آنی در وضعیت پایدار قطعی اشکالی غیرمتعارف دارند، نشان می‌دهند که در وضعیت پایدار غیرتصادفی و تقریب مرتبه پایین‌تر، الگو توانایی بررسی تأثیر نااطمینانی‌ها بر متغیرها را ندارد، این در حالی است که به‌وضوح، توابع واکنش آنی در وضعیت پایدار تصادفی کاملاً متعارف را نشان می‌دهند.

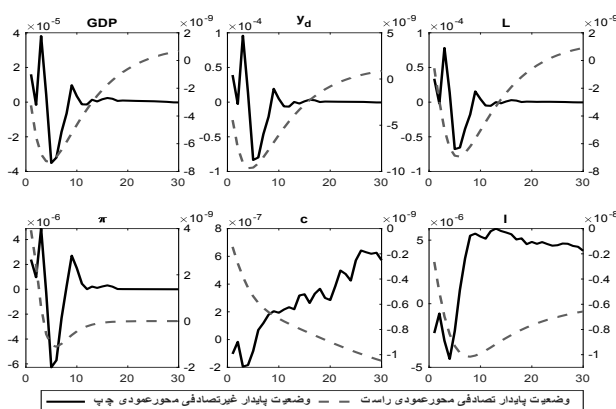


منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۷. توابع واکنش آنی نسبت به نااطمینانی قیمت نفت

بر اساس نمودار ۷، افزایش نااطمینانی قیمت نفت سبب می‌شود تمامی متغیرهای حقیقی کاهش یابند و نرخ تورم افزایش پیدا کند؛ بنابراین می‌توان گفت که تغییرپذیری بیشتر قیمت نفت همه متغیرهای کلیدی اقتصاد کلان ایران را تحت تأثیر منفی قرار می‌دهد و نرخ تورم را نیز بالا می‌برد. نمودار ۸، نیز رفتار مشابه متغیرهای کلان اقتصادی را در مواجهه با نااطمینانی تولید نفت نشان می‌دهد؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که نقش پررنگ نفت در اقتصاد ایران بیشتر از کانال تلاطم‌ها و نااطمینانی این بخش می‌تواند بر اقتصاد کلان اثرگذار باشد که اتفاقاً با لحاظ وضعیت پایدار تصادفی در

الگو می‌توان این عامل را در نظر گرفت، لذا در صورت عدم لحاظ وضعیت پایدار تصادفی، اثرات کلان بخش نفت در اقتصاد ایران را نمی‌توان به‌خوبی مورد بررسی قرار داد. در این مطالعه با توجه به آثار سوء تحریم‌های نفتی و اهمیت بخش نفت در اقتصاد ایران، برای نشان دادن تفاوت وضعیت پایدار تصادفی و غیرتصادفی، بر نااطمینانی‌های این بخش تأکید شده است اما این نکته می‌تواند در مورد نااطمینانی سایر تکانه‌ها نیز صادق باشد.



منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۸. توابع واکنش آنی نسبت به نااطمینانی تولید نفت

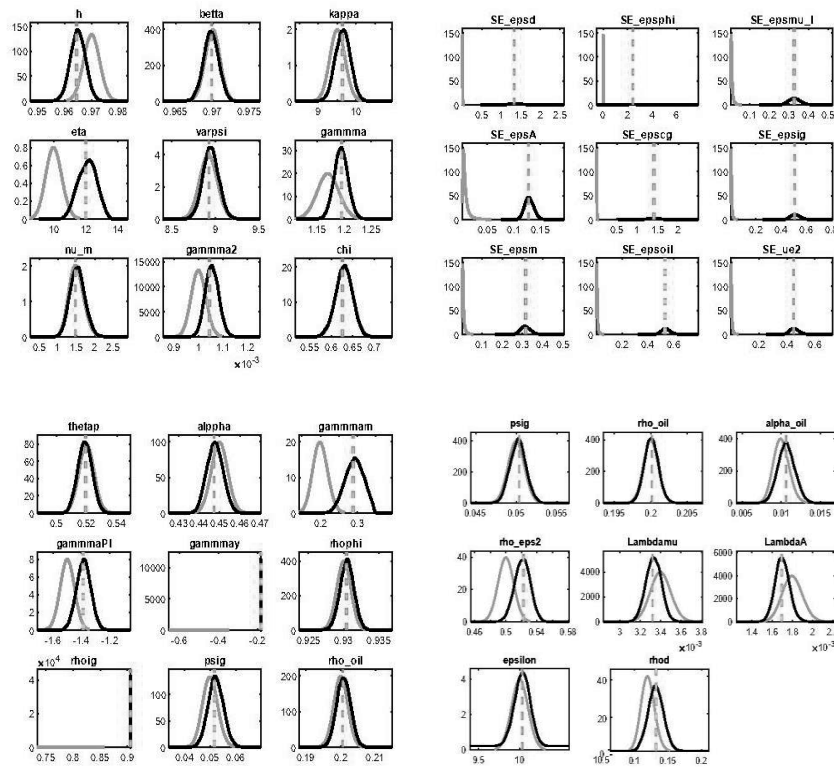
۵- نتیجه‌گیری

این مطالعه به دنبال بررسی تفاوت وضعیت پایدار تصادفی و غیرتصادفی برای اقتصاد ایران با استفاده از یک الگوی کینزی جدید غیرخطی تعدیل یافته است. ویژگی اساسی وضعیت پایدار تصادفی این است که در آن کارگزاران اقتصادی در هر لحظه ریسک پیش روی خود را در نظر می‌گیرند و قاعده تصمیم‌گیری خود را بر اساس امیدریاضی وضعیت پایدار تصادفی تعیین می‌کنند؛ بنابراین با لحاظ وضعیت پایدار تصادفی هم می‌توان عامل بسیار مهم ریسک و نااطمینانی را در الگو در نظر گرفت و هم این‌که تلاطم‌های اقتصادهای بی‌ثباتی مانند اقتصاد ایران را بهتر توضیح داد. الگوی پیشنهادی این مطالعه دو نااطمینانی تولید و قیمت نفت را در نظر گرفته و نتایج الگو حاکی از آن است که لحاظ وضعیت پایدار تصادفی و تقریب مراتب بالاتر بسط تیلور می‌تواند وضعیت اقتصاد ایران را بهتر توضیح دهد. هم‌چنین، نتایج نشان می‌دهد که

سطح مصرف، سرمایه‌گذاری خصوصی و تولید ناخالص داخلی در وضعیت پایدار تصادفی کمتر از وضعیت پایدار غیرتصادفی است، درحالی‌که مخارج جاری و عمرانی دولت در وضعیت پایدار تصادفی بیشتر از وضعیت پایدار غیرتصادفی است. بررسی نتایج مربوط به توابع واکنش آنی نیز بیان‌گر آن است که واکنش متغیرهای اقتصادی نسبت به تکانه‌های مختلف در وضعیت پایدار تصادفی کمتر از شرایط وضعیت پایدار غیرتصادفی است. در نهایت، توصیه می‌شود مطالعات آتی که از رویکرد تعادل عمومی پویای تصادفی در تحلیل خود استفاده می‌کنند، تقریب الگوی خود حول وضعیت پایدار تصادفی را مورد بررسی قرار دهند.

پیوست‌ها

پیوست ۱: نمودار توزیع پیشین و پسین پارامترهای برآورد شده



پیوست ۲: آزمون گیویکی (۱۹۹۲) پارامترهای برآورد شده						
p-val 15% Taper	p-val 8% Taper	p-val 4% Taper	p-val No Taper	Post. Std	Post. Mean	پارامتر
۰,۰۲	۰,۰۰۷	۰,۰۰۳	۰	۰,۲۹۲	۲,۸۹۳	σ_d
۰,۰۱۸	۰,۰۱۶	۰,۰۰۶	۰	۰,۳۳۶	۲,۵۲۲	σ_ϕ
۰,۱۰۱	۰,۱۵۶	۰,۱۴۹	۰	۰,۰۲۲	۰,۲۱۶	σ_μ
۰,۱۲۴	۰,۱۶۱	۰,۱۶۱	۰	۰,۰۰۸	۰,۱۱۳	σ_A
۰,۲۵	۰,۲۱۸	۰,۲۰۶	۰	۰,۲۷۶	۱,۵۶۹	σ_{c_g}
۰,۱۱۷	۰,۰۹۸	۰,۰۹۲	۰	۰,۰۷۷	۰,۷۸۳	σ_{I_g}
۰,۷۱۸	۰,۷۱۳	۰,۶۸۳	۰	۰,۰۲۴	۰,۳۶۵	σ_m
۰,۲۷۲	۰,۳۱۵	۰,۳۲۶	۰	۰,۰۳۴	۰,۵۴۱	σ_{p^o}
۰,۲۲	۰,۲۳	۰,۰۳۹	۰	۰,۰۳۹	۰,۵۹۶	σ_{A_0}
۰,۲۸۹	۰,۲۰۳	۰,۱۱۱	۰	۰,۰۰۱	۰,۹۷۱	h
۰,۶۸	۰,۶۸	۰,۶۴۲	۰	۰,۰۰۱	۰,۹۷۱	β
۰,۸۴۷	۰,۸۳۸	۰,۸۲۵	۰	۰,۲۰۲	۹,۸۰۴	κ
۰,۶۶۷	۰,۶۱۵	۰,۵۵۶	۰	۰,۰۸۷	۸۸۶,۹	η
۰,۳۵۹	۰,۲۹	۰,۲۰۳	۰	۰,۰۹۲	۸,۹۲۲	ψ
۰,۰۶۵	۰,۰۶۳	۰	۰	۰,۰۱۴	۱,۱۸۳	γ
۰,۳۸۱	۰,۳۷۵	۰,۳۱۹	۰	۰,۱۹۵	۱,۴۶۹	v
۰,۰۴۷	۰,۴۶۰	۰	۰	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۱	γ_T
۰,۶۲۹	۰,۶۴۳	۰,۶۲۳	۰	۰,۰۲	۰,۴۳۶	χ
۰,۰۴۷	۰,۰۳۵	۰,۰۰۹	۰	۰,۰۰۵	۰,۳۲۴	θ_p
۰,۲۹۳	۰,۲۴۱	۰,۱۷۴	۰	۰,۰۰۲	۰,۵۵۲	α
۰,۲۷	۰,۲۲۹	۰,۱۵۷	۰	۰,۰۱۱	۰,۲۱۸	γ_m
۰,۶۸۱	۰,۶۴۱	۰,۵۷۱	۰	۰,۰۲	-۱,۴۹۹	γ_π
۰,۱۷	۰,۱۲	۰	۰	۰,۰۱	-۰,۴۸۷	γ_y
۰,۶۲۳	۰,۶۵۹	۰,۶۳۱	۰	۰,۰۱۱	۰,۱۳۴	ρ_d
۰,۷۵۶	۰,۷۹۵	۰,۸۰۸	۰	۰,۰۰۵	۰,۹۴	ρ_ϕ
۰,۸۶۴	۰,۸۴۵	۰,۸۱۸	۰	۰	۰,۸۵۸	ρ_{I_g}
۰,۹۷۶	۰,۹۷۶	۰,۹۷۴	۰,۴۷۲	۰,۰۰۱	۰,۰۵۱	v_ξ
۰,۵۱۷	۰,۵۳۱	۰,۵۰۱	۰	۰,۰۰۱	۰,۲	ρ_{p^o}
۰,۲۴۲	۲۵۱,۰	۰	۰	۰,۰۰۱	۰,۰۱۱	a_0
۰,۰۴۸	۰,۰۸۲	۰,۰۷۱	۰	۰,۰۱	۰,۵۲۳	ρ_{A_0}
۰,۱۲۸	۰,۱۳	۰,۰۳۹	۰	۰,۰۰۰۴	۰,۰۰۳	Λ_μ
۰,۴۷۹	۰,۴۲۲	۰,۳۲۲	۰	۰,۰۰۰۲	۰,۰۰۲	Λ_A

منابع

۱. بمان پور، مسلم، نادران، الیاس، توکلیان (۱۳۹۶). تبیین پویایی‌های حساب جاری در اقتصاد ایران و تعیین پیش‌ران‌های آن. مجلس و راهبرد، ۲۴(۹۲)، ۳۶۳-۴۰۴.
۲. بهرامی جاوید، قریشی نیره سادات (۱۳۹۰). تحلیل سیاست پولی در اقتصاد ایران با استفاده از یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی. مدل‌سازی اقتصادی، ۱(۵)، ۲۲-۱.
۳. بیات، مرضیه، افشاری، زهرا و توکلیان، حسین (۱۳۹۵). سیاست پولی و شاخص کل قیمت سهام در چارچوب یک مدل DSGE. فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، ۲۴(۷۸)، ۱۷۱-۲۰۶.
۴. پاشا زانوس، پگاه، بهرامی، جاوید، توکلیان، حسین و محمدی، تیمور (۱۳۹۸). بررسی عملکرد رژیم‌های ارزی بر نوسانات تولید و تورم در شرایط ادغام مالی بین‌المللی برای اقتصاد ایران: رهیافت تعادل عمومی پویای تصادفی. اقتصاد و تجارت نوین، ۱۴، ۳.
۵. پاشا زانوس، پگاه، بهرامی، جاوید، توکلیان، حسین و محمدی، تیمور (۱۳۹۹). نقش ادغام مالی بین‌المللی بر نوسانات تولید و تورم در اقتصاد ایران: رهیافت تعادل عمومی پویای تصادفی. تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، ۱۰، ۱، ۳۹.
۶. پاک‌نیت، بهرامی، جاوید، توکلیان، حسین و شاه‌حسینی (۱۳۹۷). سرمایه‌گذاری بانک‌ها در بخش مسکن در اقتصاد نفتی ایران تحت رویکرد DSGE. پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۸(۲۹)، ۲۷-۶۷.
۷. توکلیان، حسین (۱۳۹۰). بررسی منحنی فیلیپس کینزی جدید در قالب یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی برای ایران. تحقیقات اقتصادی، ۴۷(۳)، ۱-۲۲.
۸. توکلیان، حسین (۱۳۹۳). برآورد درجه سلطه مالی و هزینه‌های رفاهی آن، یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی. فصلنامه پژوهش‌های پولی-بانکی، ۷(۲۱)، ۳۲۹-۳۵۹.
۹. توکلیان، حسین (۱۳۹۴). سیاست‌گذاری پولی بهینه، مبتنی بر قاعده و صلاح‌دید در جهت رسیدن به اهداف تورمی برنامه‌های پنج‌ساله توسعه: یک رویکرد تعادل عمومی پویای تصادفی. فصلنامه پژوهش‌های پولی-بانکی، ۸(۲۳)، ۳۸-۱.

۱۰. توکلیان، حسین و افضل‌ی ابرقویی، وجیهه (۱۳۹۵). مقایسه عملکرد اقتصاد کلان و رژیم‌های مختلف ارزی با رویکرد (DSGE) پژوهشنامه اقتصادی، ۱۶(۶۱)، ۸۱-۱۲۵.
۱۱. توکلیان، حسین و جلالی نائینی، احمد رضا (۱۳۹۶). سیاست‌گذاری پولی و ارزی صلاحیددی و بهینه در یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی برآورد شده برای اقتصاد ایران. پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۲۲(۷۰)، ۳۳-۹۸.
۱۲. جلالی نائینی سید احمدرضا، توکلیان حسین، زمان زاده حمید و داودی پدram (۱۳۹۷). لحاظ ورود و خروج بنگاه در یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی برای اقتصاد ایران. مطالعات اقتصاد کاربردی ایران، ۸، ۲۹.
۱۳. رئیسی گاوگانی، زهراسادات، محمدی، تیمور، غفاری، فرهاد و معمارنژاد، عباس (۱۳۹۷). اثر نامتقارن تکانه‌های سیاست مالی بر اقتصاد ایران: الگوی DSGE با تقریب مرتبه دوم. فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۲۳(۷۷)، ۳۷-۷۲.
۱۴. کاوند، حسین (۱۳۸۹). تبیین آثار درآمدهای نفتی و سیاست‌های پولی در قالب یک الگوی ادوار تجاری واقعی برای اقتصاد ایران، رساله دکتری، دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران.
- کمیجانی، اکبر و توکلیان، حسین (۱۳۹۱). سیاست‌گذاری پولی تحت سلطه مالی و تورم هدف ضمنی در قالب یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی برای اقتصاد ایران. تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، ۲(۸)، ۸۷-۱۱۷.
۱۵. کمیجانی، خلیلی عراقی، سیدمنصور، عباسی‌نژاد، حسین و توکلیان، حسین (۱۳۹۳). تورم هدف ضمنی، رفتار نامتقارن و وقفه در تشخیص وضعیت اقتصادی سیاست‌گذاران پولی در اقتصاد ایران. فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، ۳(۹)، ۱-۲۳.
۱۶. متوسلی، محمود، ابراهیمی، ایلناز، شاهمرادی، اصغر و کمیجانی، اکبر (۱۳۸۹). طراحی یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی نیوکینزی برای اقتصاد ایران به‌عنوان یک کشور صادرکننده نفت. پژوهش‌های رشد و توسعه پایدار (پژوهش‌های اقتصادی). ۱۰(۴) ۸۷-۱۱۶.
17. Calvo, G. A., "Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework", *Journal of Monetary Economics*, 12(3), Sept. 1983, 983-998.
18. Coeurdacier N, Rey H, Winant P. "The risky steady state". *American Economic Review*. 2011 May;101(3):398-401.

19. Fernández-Villaverde J, Rubio-Ramírez JF. “A baseline DSGE model”. Unpublished manuscript. Available at http://economics.sas.upenn.edu/~jesusfv/benchmark_DSGE.pdf. 2006 Oct 10.
20. Geweke, J., “Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to the calculation of posterior moments,” in J.O. Berger, J.M. Bernardo, A.P. Dawid, and A.F.M. Smith (eds.) Proceedings of the Fourth Valencia International Meeting on Bayesian Statistics, 1992, 169–194, Oxford University Press.
21. Ghiaie H, Tabarraei H, Shahmoradi A. “Financial rigidities and oil-based business cycles”. International Journal of Finance & Economics. 18 Aug, 2020, 1-14.
22. Juillard M. Local approximation of DSGE models around the risky steady state. Wp. comunité. 2011 Oct 20;87:21-42.
23. Permech Zoorar, ghorbani mohammad, Tavakolian Hossein, Shahnooshi Naser. “Effects of Oil Price Shocks on Agricultural Sector Using Dynamic Stochastic General Equilibrium Model.” 19(6), 2018, Journal of Agricultural Science and Technology.