

تکانه‌های کارآیی نهایی سرمایه‌گذاری و پازل مصرف:

کاربردی از الگوهای تعادل عمومی تصادفی پویا

موسی مقصودی^۱منصور زراء نژاد^۲مسعود خداپناه^۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۲۸

چکیده

الگوهای تعادل عمومی تصادفی پویا برای توضیح حرکت مصرف با تولید به دنبال تکانه کارآیی نهایی سرمایه‌گذاری ارائه شده‌اند. در واقع، کاهش مصرف پس از تکانه مثبت کارآیی نهایی سرمایه‌گذاری، با ادوار تجاری شناسایی شده تجربی در تضاد است. انگیزه و نوآوری اصلی مطالعه حاضر، درک اثر تکانه کارآیی نهایی سرمایه‌گذاری بر متغیرهای کلان اقتصاد ایران و تحلیل پازل مصرف است. تخمین پارامترهای الگو، با استفاده از رویکرد بیزین، الگوریتم گام تصادفی متروپولیس-هستینگز و داده‌های متغیرهای قابل مشاهده تولید ناخالص داخلی بدون نفت، مصرف خصوصی، سرمایه‌گذاری، مخارج دولت و نرخ تورم (ناخالص) در دوره ۱۴۰۱:۲-۰۱ استفاده شده و نتایج حاکی از آن است که ترجیحات تفکیک‌ناپذیر و در شرایطی که افزایش ساعات کار، اثر مثبت بر مطلوبیت نهایی مصرف دارد (مکمل بودن ساعات کار و مصرف)، هم‌حرکتی سرمایه‌گذاری، تولید، ساعات کار و مصرف قابل توجیه است و پازل مصرف رخ نمی‌دهد.

واژگان کلیدی: کارآیی نهایی سرمایه‌گذاری، پازل مصرف، سیاست پولی، تخمین بیزین

طبقه‌بندی JEL: C11, E2, E12, E52

۱. دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

m-maghsoudishourabi@scu.ac.ir <https://orcid.org/0000-0003-0527-3529>

۲. استاد، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران (نویسنده مسئول).
m.zarran@scu.ac.ir

۳. دانشیار، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.
khodapanah@scu.ac.ir

۱. مقدمه

از زمان سیمز^۱ (۱۹۸۰) و کیدلند و پرسکات^۲ (۱۹۸۲)، شناسایی منابع نوسانات اقتصادی، یکی از موضوعات مورد بحث در ادبیات اقتصاد کلان بوده است. در مطالعات و مشارکت های الگوهای خودتوضیح برداری ساختاری^۳ با استفاده از تکنیک های بیزی^۴ و کلاسیک، شواهدی ارائه شده است که تکانه های کارایی نهایی سرمایه گذاری^۵ محرک های اصلی نوسانات اقتصادی در داده های پس از جنگ ایالات متحده هستند. با این حال، در الگوهای تعادل عمومی تصادفی پویا، محققان در تلاش برای توضیح حرکت مصرف با تولید به دنبال تکانه MEI هستند (بارو و کینگ^۷، ۱۹۸۴). در واقع، کاهش مصرف پس از تکانه MEI، با ادوار تجاری شناسایی شده تجربی در تضاد است (کینگ و ربلو^۸، ۱۹۹۹). از این موضوع به عنوان پازل مصرف یاد می شود. به عبارت دیگر، مصرف معمولاً پس از تکانه سرمایه گذاری مثبت در الگو کاهش می یابد.

بنابراین الگوهای معمول DSGE، هم حرکتی مشاهده شده بین متغیرهای کلان اقتصادی در پاسخ به تکانه کارایی نهایی سرمایه گذاری را ایجاد نمی کنند (خان و تسوکالاس^{۱۰}، ۲۰۱۰). از بُعد تجربی، مصرف، سرمایه گذاری، ساعت کار و تولید، همه با هم حرکت می کنند. این عدم هماهنگی مصرف در پاسخ به تکانه های سرمایه گذاری به عنوان منبع مهم ادوار تجاری، مشکل ساز است. استفاده از ترجیحات تفکیک ناپذیر، برای ایجاد حرکت مشترک متغیرها و حل پازل مصرف مفید است؛ به این دلیل که ترجیحات تفکیک ناپذیر، دلالت بر رابطه مکملی اجورث بین مصرف و ساعات کار دارد؛ و این رابطه مکملی تعیین کننده اصلی پاسخ مصرف است. برخی از مطالعات تجربی، شواهدی را به نفع عدم تفکیک بین مصرف و ساعات کار ارائه کرده اند. باسو و کیمبال^{۱۱} (۲۰۰۲)، با استفاده از یک تابع مطلوبیت تفکیک ناپذیر، کشش جانشینی بین زمانی را حدود ۰/۳۵ برای ایالات متحده برآورد، و درجه مکمل بودن اجورث بین مصرف و ساعات کار را برجسته کرده اند.

1. Sims
2. Kydland, & Prescott
3. Structural vector autoregression (SVAR) model
4. Bayesian
5. Marginal Efficiency of Investment shocks (MEI)
6. Dynamic stochastic general equilibrium (DSGE) model
7. Barro, & King
8. King, & Rebelo
9. Consumption Puzzle
10. Khan & Tsoukalas
11. Basu, & Kimball

گرون-کوئینتاننا^۱ (۲۰۰۸)، با استفاده از یک الگوی تعادل عمومی تصادفی پویا و ترجیحات غیرقابل تفکیک بین مصرف و کار، حرکات مشترک متغیرهای تولید، مصرف و سرمایه‌گذاری را در پاسخ به یک تکانه سیاست پولی انبساطی برای ایالات متحده مستند کردند.

کیلپونن^۲ (۲۰۱۲)، معادله اوایلر مصرف را برای فنلاند استخراج و برآورد کرده است. نتایج حاکی از آن است که عدم تفکیک بین مصرف و اوقات فراغت، مصرف فعلی را به قیمت نیروی کار وابسته می‌کند. بنابراین هنگامی که نیروی کار در معادله اوایلر مصرف گنجانده می‌شود، نقش برجسته در توضیح نوسانات گسترده در داده‌های مصرف فنلاند دارد.

کیلپونن، ویلمونن و واهاما^۳ (۲۰۱۳)، نشان دادند که داده‌های ایالات متحده در دوره ۲۰۰۷-۱۹۸۴ از کشش جانشینی بین زمانی پشتیبانی می‌کند و به شدت یک ویژگی لگاریتمی و تفکیک‌پذیر را که معمولاً در ادبیات کینزی جدید اعمال می‌شود، رد می‌کند.

کیم و کاتایاما^۴ (۲۰۱۳)، با استفاده از یک الگوی تعادل عمومی تصادفی پویای بیزی و ترجیحات غیرقابل تفکیک بین مصرف و فراغت، حرکات مشترک متغیرهای تولید، مصرف و سرمایه‌گذاری را در پاسخ به تکانه سیاست پولی و تکانه سرمایه‌گذاری برای ایالات متحده مستند کردند.

رضاه^۵ (۲۰۱۴)، اثر تکانه‌های MEI بر مصرف را مستند کرده است. به این منظور، برای حل پازل مصرف، از یک الگوی DSGE و اعمال چسبندگی مالی استفاده شده است.

چوی^۶ (۲۰۲۰) با استفاده از یک الگوی DSGE، به بررسی تکانه‌های MEI و چرخه‌های تجاری ایالات متحده پرداخته است. نتایج نشان می‌دهند که چسبندگی قیمت و اعمال هزینه استفاده از سرمایه در الگو، منجر به هم‌حرکتی مصرف، ساعات کار و تولید خواهد شد.

کیارینی، فرارا و مارزانو^۷ (۲۰۲۰)، تکانه‌های MEI و پازل مصرف را برای ایالات متحده در چهارچوب یک الگوی DSGE بررسی کرده‌اند. نتایج حاکی از آن است که ترجیحات تفکیک‌ناپذیر و همچنین وجود اصطکاک‌های واقعی و اسمی، منجر به کاهش شدت این پازل می‌شود. از سوی دیگر، در مطالعات روهه^۸ (۲۰۱۲) و هو، سانگ و ژین^۹ (۲۰۲۲)، تکانه کارآیی نهایی سرمایه‌گذاری، موجب کاهش مصرف شده است.

نظر به اهمیت این موضوع، انگیزه اصلی از انجام مطالعه حاضر، درک اثر تکانه‌های کارآیی نهایی سرمایه‌گذاری و پازل مصرف در چهارچوب یک الگوی DSGE برای ایران است.

1. Gueron-Quintana
2. Kilponen
3. Kilponen, Vilmunen, & Vähämaa
4. Kim, & Katayama
5. Reza
6. Choi
7. Chiarini, Ferrara, & Marzano
8. Röhe
9. Hou, Song, & Xin

ساختار مطالعه حاضر بدین شرح ارائه می شود: پس از مقدمه و ادبیات تجربی در بخش اول، به مبانی نظری مرتبط با موضوع، در بخش دوم پرداخته شده، در بخش سوم، الگوی DSGE برای اقتصاد ایران تصریح، و در بخش چهارم، پارامترهای الگو تخمین زده شده و در بخش پنجم، توابع عکس العمل آنی حاصل از تخمین آمده، و بخش پایانی، به تجزیه و تحلیل نتایج پژوهش، نتیجه گیری و پیشنهادات اختصاص یافته است.

۲. ادبیات نظری موضوع

تکانه کارایی نهایی سرمایه گذاری، منبعی از تغییرات برونزا در کارایی است که با آن می توان کالای نهایی را به سرمایه فیزیکی و در نتیجه، به ورودی سرمایه آینده تبدیل کرد.

جاستینیانو، پریمیتری و تامبالوتی^۱ (۲۰۱۱)، نشان می دهند که این تغییر ممکن است ناشی از عوامل تکنولوژیکی خاص برای تولید کالاهای سرمایه گذاری باشد. از سوی دیگر، تغییرات برونزا در کارایی می تواند از اختلالات در فرایند تبدیل این کالاهای سرمایه گذاری به سرمایه مولد ناشی شود. در الگوهای نئوکلاسیک، پس از تکانه MEI مثبت، خانوارهایی که در بازارهای مالی معامله می کنند، سرمایه گذاری خود را افزایش داده و مصرف را کاهش می دهند. در واقع، یک اثر جانشینی بین زمانی بین مصرف فعلی و سرمایه گذاری رخ می دهد که یک اثر ثروت منفی ایجاد، و بنابراین، به اصطلاح پازل مصرف را ایجاد می کند.

مکانیسم پشت پازل، اولین بار توسط بارو و کینگ (۱۹۸۴) توضیح داده شد. ایده این است که اگر یک تعادل کارآمد وجود داشته باشد، نرخ نهایی جانشینی بین مصرف و اوقات فراغت باید با تولید نهایی نیروی کار برابر باشد. این شرایط نشان می دهد که با تکانه های برونزا که فقط به طور غیرمستقیم بر تولید نهایی نیروی کار تأثیر می گذارند، همان طور که تکانه های MEI در واقع انجام می دهند، مصرف و ساعات کار در جهت مخالف حرکت می کنند (کیارینی، فرارا، و مارزانو، ۲۰۲۰).

بنابراین، اگرچه تکانه های MEI، تا ۶۰ درصد از واریانس تولید و ساعت کار را به خود اختصاص می دهند (جاستینیانو، پریمیتری، و تامبالوتی، ۲۰۱۰)، این استدلال که تکانه های سرمایه گذاری یکی از مهم ترین محرک های نوسانات کلان اقتصادی هستند، چالش برانگیز است (فورلانو، ناتویک و سنکا، ۲۰۱۳). علاوه بر این، چنین مشکل حرکتی حتی در مطالعاتی که از ایده تکانه های MEI به عنوان نیروهای محرک ادوار تجاری حمایت می کنند، برجسته شده است (گرتلر، سالا، و تریگاری، ۲۰۰۸).

1. Justiniano, Primiceri, & Tambalotti
2. Chiarini, Ferrara, & Marzano
3. Justiniano, Primiceri, & Tambalotti
4. Furlanetto, Natvik, & Seneca
5. Gertler, Sala, & Trigari

گرینوود، زوی و گریگوری^۱ (۱۹۸۸)، نشان دادند که استفاده از سرمایه متغیر در این الگو می‌تواند کانالی را معرفی کند که به‌طور بالقوه می‌تواند منجر به افزایش مصرف فعلی پس از تکانه سرمایه‌گذاری شود. از لحاظ نظری، الگوهای DSGE با اصطکاک‌های واقعی و اسمی، می‌توانند کانال دیگری را فراهم کنند که می‌تواند به کاهش این مشکل کمک کند (جاستینیانو، پریمیسری و تامبالوتی^۲، ۲۰۱۰). همچنین ترجیحات تفکیک‌ناپذیر برای ایجاد حرکت مشترک مفید است؛ به این دلیل که دلالت بر درجه بالایی از رابطه جانشینی (مکملی) اجورث بین مصرف و فراغت (ساعات کار) دارد، به‌ویژه زمانی که کشش فریش عرضه کار با توجه به دستمزد واقعی بالا است (گرینوود، زوی و گریگوری، ۱۹۸۸؛ اشمیت-گروهه و آریب^۳، ۲۰۱۲؛ فورلانتو و سنکا^۴، ۲۰۱۴). بنابراین به عنوان یک اصل، درجه مکمل بودن اجورث بین مصرف و ساعات کار، تعیین‌کننده اصلی پاسخ مصرف است. مرور مطالعات نظری و تجربی، حاکی از آن است که تکانه‌های سرمایه‌گذاری و پازل مصرف، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در این راستا، انگیزه و نوآوری اصلی مطالعه حاضر، تنظیم یک الگوی DSGE و استفاده از رویکرد بیزی برای ایران و مرتفع ساختن این شکاف مطالعاتی تا حد ممکن است.

۳. توصیف الگو

هسته اصلی الگوی پژوهش حاضر، برگرفته از مطالعات گروه (۲۰۱۲) است و با بسط آن، تکانه کارآیی نهایی سرمایه‌گذاری و پازل مصرف برای اقتصاد ایران، الگوسازی شده است.

۳-۱. خانوارها

ترجیحات خانوارها در تابع مطلوبیت، شامل دنباله‌ای از مصرف، فراغت و مانده‌های حقیقی پول است و بر این اساس، هر خانوار، به دنبال حداکثرسازی مطلوبیت انتظاری دوران زندگی خود است. در این مطالعه، به پیروی از گرینوود، زوی و گریگوری (۱۹۸۸) و اشمیت-گروهه و آریب (۲۰۱۲) از یک تابع مطلوبیت تفکیک‌ناپذیر نسبت به مصرف و فراغت استفاده شده است:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left\{ (C_t^p L_t^{1-\nu})^{1-\sigma_c} / 1 - \sigma_c + (\psi / 1 - \sigma_m) \left(M_t / P_t \right)^{1-\sigma_m} \right\}, \quad (1)$$

که در آن، E_0 ارزش انتظاری عملگر، C_t مصرف حقیقی خانوار، L_t ساعات فراغت، M_t مانده‌های اسمی پول و P_t شاخص قیمت در دوره t است. $0 < \beta < 1$ عامل تنزیل تابع مطلوبیت، σ_c معکوس کشش جانشینی بین دوره‌ای مصرف، ν وزن مصرف، ψ ضریب ترجیح مانده حقیقی پول و σ_m معکوس کشش مانده حقیقی پول نسبت به نرخ بهره در تابع مطلوبیت خانوار است.

1. Greenwood, Zvi, & Gregory W.
2. Justiniano, Primiceri, & Tambalotti
3. Schmitt-Grohé, & Uribe
4. Furlanetto and Seneca

خانوار هر دوره زمانی را به کار N_t و فراغت L_t اختصاص می دهد و این زمان در معادله ذیل، به عدد ۱ نرمال سازی شده است:

$$N_t + L_t = 1 \quad (۲)$$

خانوار در ازای هر ساعت کار، نرخ دستمزد اسمی W_t دریافت و درآمد حقیقی معادل $\frac{W_t}{P_t} N_t$ کسب می کند.

در نهایت، هر خانوار در سرمایه فیزیکی، سرمایه گذاری کرده و به عنوان صاحب سرمایه، درآمد حقیقی بهره ای $k_t \cdot \frac{R_t^k}{P_t}$ را با اجاره دادن سرمایه به بنگاه دریافت خواهد کرد. R_t^k نرخ اسمی اجاره سرمایه و k_t موجودی سرمایه در دوره t است. به پیروی از جاستینیانو، پرمیسری و تامبالوتی (۲۰۱۰)، سرمایه اقتصاد با توجه به سرمایه گذاری خانوار و نرخ استهلاك سرمایه، تعدیل می یابد.

$$K_{t+1} = (1 - \delta^k) K_t + \left(1 - z/2 \left(I_t/I_t - 1\right)^2\right) X_t I_t \quad (۳)$$

در رابطه ۳، I_t سرمایه گذاری، δ^k نرخ استهلاك سرمایه و z پارامتر هزینه تعدیل سرمایه گذاری است. X_t تکانه کارایی نهایی سرمایه گذاری است که از یک فرایند خودتوضیح مرتبه اول پیروی می کند:

$$\ln\left(\frac{X_t}{\bar{X}}\right) = \rho_x \ln\left(\frac{X_{t-1}}{\bar{X}}\right) + \varepsilon_t^x, \quad \varepsilon_t^x \sim N(0, \sigma_x^2) \quad (۴)$$

که در آن، $\bar{X} > 0$ سطح وضعیت باثبات کارایی نهایی سرمایه گذاری، $0 < \rho_x < 1$ پارامتر ماندگاری خودتوضیح مرتبه اول و ε_t^x انحراف معیار کارایی نهایی سرمایه گذاری هستند.

علاوه بر این، خانوار نمونه، مالک سهام بنگاه تولیدکننده کالاهای واسطه است و در هر دوره، سود (D_t) را به صورت سود سهام دریافت می کنند. علاوه بر این، خانوار، دوره t را با مانده پول اسمی M_{t-1} آغاز، و خانوار نمونه، بخشی از درآمد خود را صرف کالاهای مصرفی و بخشی از آن را به صورت مانده حقیقی پول و اوراق مشارکت نگهداری می کند.

هر خانوار با محدودیت بودجه ذیل مواجه است:

$$W_t \cdot N_t + R_t^k \cdot K_t + M_{t-1} + R_t^b \cdot B_{t-1} + P_t D_t - P_t C_t - P_t \cdot I_t - M_t - B_t \geq 0 \quad (۵)$$

با تقسیم رابطه ۵ بر شاخص قیمت، معادله محدودیت بودجه حقیقی خانوار به صورت ذیل استخراج شده است:

$$w_t \cdot N_t + r_t^k \cdot K_t + m_{t-1}/\pi_t + R_{t-1}^b \cdot b_{t-1}/\pi_t + D_t - C_t - I_t - m_t - b_t \geq 0 \quad (۶)$$

در رابطه ۷، $w_t = W_t/P_t$ نرخ حقیقی دستمزد، $r_t^k = R_t^k/P_t$ نرخ حقیقی اجاره سرمایه، $m_t = M_t/P_t$ نرخ ناخالص تورم، $m_t = M_t/P_t$ مانده حقیقی پول و D_t سود حقیقی سهام است.

هدف مصرف کننده، حداکثرسازی تابع مطلوبیت ۱ نسبت به محدودیت بودجه ۶ و معادله ۳ است. با این فرض که λ_t و Q_t ، به ترتیب ضریب لاگرانژ مربوط به این دو قید باشد و همچنین تعریف نسبت Q_t/λ_t به عنوان q توبین، شرایط مرتبه اول استخراج می شود:

$$C_t: \quad \lambda_t = v(C_t)^{v(1-\sigma_c)-1}(1-n_t)^{(1-v)(1-\sigma_c)} \quad (7)$$

$$N_t: \quad (1-v)C_t = v(1-n_t)w_t \quad (8)$$

$$K_{t+1}: \quad q_t = \beta \left(\Pi_{t+1} / R_t^b \right) [r_{t+1}^k + q_{t+1}(1-\delta^k)] \quad (9)$$

$$I_t: \quad 1 = q_t X_t - z q_t \left(I_t / I_{t-1} \right) \left(I_t / I_{t-1} - 1 \right) X_t + E_t q_{t+1} X_{t+1} z \left(I_{t+1} / I_t \right)^2 \left(I_{t+1} / I_t - 1 \right) \left(\Pi_{t+1} / R_t^b \right) - q_t (z/2) \left(I_t / I_{t-1} - 1 \right)^2 X_t \quad (10)$$

$$m_t: \quad \left(\psi_m / m_t^{\sigma_m} \right) = \lambda_t \left(R_t^b - 1 / R_t^b \right) \quad (11)$$

$$1 = \beta \left(\lambda_{t+1} / \lambda_t \right) \left(R_t^b / \Pi_{t+1} \right) \quad (12)$$

۳-۲. بنگاه‌ها

تعداد (j) بنگاه تولیدکننده کالای واسطه‌ای وجود دارند که در شرایط رقابت انحصاری، کالاهای نا همگن Y_{jt} و جانشین ناقص یکدیگر تولید می‌کنند. کالاهای واسطه‌ای توسط بنگاه تولیدکننده کالای نهایی تحت یک جمع‌گر دیکسیت-استیگلیتز با یکدیگر ترکیب و به‌عنوان کالای نهایی Y_t به خانوار ارائه می‌گردد. تولیدکننده کالای نهایی، تحت یک تابع تولید با کشش جانشینی ثابت (CES)^۱ فعالیت می‌کند:

$$Y_t \leq \int_0^1 [Y_{jt}^{\frac{\theta-1}{\theta}} dj]^{\frac{\theta}{\theta-1}}, \quad \theta > 1 \quad (13)$$

که در آن، θ کشش جانشینی ثابت بین کالاهای واسطه‌ای است.

بنگاه تولیدکننده کالای نهایی، با توجه به قیمت اسمی (P_t) محصول تولیدی خود، میزان استفاده از کالای واسطه‌ای (Y_{jt}) را به‌نحوی تعیین می‌کند که سودش حداکثر شود:

$$P_t Y_t - \int_0^1 P_{jt} Y_{jt} dj \quad (14)$$

که در آن، Y_t از رابطه ۱۳ جای‌گذاری می‌شود.

با استفاده از محدودیت ۱۳، شرط حداکثرسازی سود تولیدکننده کالای نهایی استخراج شده است:

$$Y_{jt} = \left(\frac{P_{jt}}{P_t} \right)^{-\theta} Y_t \quad (15)$$

رابطه ۱۵، تابع تقاضای دیکسیت-استیگلیتز برای کالای واسطه‌ای j است که با قیمت‌های نسبی، رابطه معکوس و با محصول نهایی، رابطه مستقیم دارد.

شاخص قیمت کالای نهایی، به‌صورت ذیل معرفی شده است:

$$P_t = \left[\int_0^1 P_{jt}^{(1-\theta)} dj \right]^{\frac{1}{1-\theta}} \quad (16)$$

این معادلات نشان می دهند که سود بنگاه تولیدکننده کالای نهایی در شرایط رقابتی برابر با صفر است.

بنگاه های تولیدکننده کالای واسطه ای با استفاده از نیروی کار N_t ، سرمایه K_{jt} ، فناوری کل A_t ، کالاهای ناهمگن Z تولید می کنند:

$$Y_{jt} = A_t K_{jt}^\alpha (N_t)^{1-\alpha} \quad (17)$$

که در آن، A_t نشان دهنده فناوری مشترک میان کلیه بنگاه های واسطه ای بوده و فرض بر این است که از یک فرایند خودتوضیح مرتبه اول تبعیت می کند:

$$\ln\left(\frac{A_t}{\bar{A}}\right) = \rho_a \ln\left(\frac{A_{t-1}}{\bar{A}}\right) + \varepsilon_t^a, \quad \varepsilon_t^a \sim N(0, \sigma_a^2) \quad (18)$$

که در آن، $\bar{A} > 0$ سطح وضعیت باثبات فرایند بهره وری کل عوامل تولید، $0 < \rho_a < 1$ پارامتر ماندگاری خودتوضیح مرتبه اول و ε_t^a انحراف معیار بهره وری کل عوامل تولید هستند.

بر اساس فرض الگو، بنگاه های تولیدکننده کالاهای واسطه ای با نوعی چسبندگی اسمی قیمت ها مواجه هستند. این چسبندگی با استفاده از الگوی روتمبرگ^{۴۴} (۱۹۸۲) و هزینه های تعدیل درجه دوم (الگوی دیب^{۴۵}، ۲۰۰۱)، به صورت زیر معرفی شده است:

$$Ac_{jt} = \frac{\varphi_p}{2} \left(\frac{P_{jt}}{P_{jt-1}} - 1 \right)^2 \cdot Y_t \quad (19)$$

که در آن، $\varphi_p \geq 0$ پارامتر هزینه تعدیل قیمت ها است. اگر $\varphi_p = 0$ باشد، قیمت ها کاملاً انعطاف پذیر و اگر $\varphi_p > 0$ باشد، آنگاه قیمت ها چسبنده هستند. در این راستا، مسأله پیش روی بنگاه تولیدکننده کالای واسطه ای Z ام، انتخاب سطحی از سرمایه، نیروی کار، تولید کالای واسطه و قیمت هایی است که مجموع تنزیل شده جریان سود انتظاری را حداکثر کند:

$$\text{Max } E \left[\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \lambda_t \frac{D_{jt}}{p_t} \right] \quad (20)$$

$S. t.$

$$D_{jt} = P_{jt} \cdot Y_{jt} - P_t \cdot r_t^k \cdot K_{jt} - P_t \cdot w_t \cdot N_t - P_t \left[\frac{\varphi_p}{2} \left(\frac{P_{jt}}{P_{jt-1}} - 1 \right)^2 \cdot Y_t \right]$$

که در آن:

$$Y_{jt} = \left(\frac{P_{jt}}{P_t} \right)^{-\theta} \cdot Y_t$$

در رابطه ۲۰، $\beta^t \lambda_t$ ارزش مطلوبیت نهایی یک واحد سود اضافی، β^t عامل تنزیل سود سهام و λ_t مطلوبیت نهایی ثروت حقیقی است. همچنین فرض بر این است که خانوارها مالکان بنگاه ها هستند که به دنبال حداکثر کردن مطلوبیت خود هستند.

شرایط مرتبه اول مسأله حداکثر سازی بنگاه تولیدکننده کالای واسطه ای، به صورت ذیل استخراج شده است:

$$r_t^k = \alpha \cdot \left(\frac{Y_{jt}}{K_{jt}} \right) \cdot g m_t^{-1} \quad (21)$$

$$w_t = (1 - \alpha) \cdot \left(\frac{Y_{jt}}{N_t} \right) \cdot g m_t^{-1} \quad (22)$$

$$Mu_t^{-1} = \left(\frac{\theta-1}{\theta}\right) + \frac{\varphi p}{\theta} (\pi_t)(\pi_t - 1) - \beta \left(\frac{\varphi p}{\theta}\right) E \left[(\pi_{t+1})(\pi_{t+1} - 1) \left(\frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t}\right) \left(\frac{Y_{t+1}}{Y_t}\right) \right] \quad (23)$$

در این روابط $\lambda_t / E_{jt} = Mu_t =$ حاشیه سود ناخالص (مارک-آپ قیمتی) است و در آن $E_{jt} = \lambda_t (p_{jt} / p_t)$ است.

۳-۳. بخش خارجی

در الگوی طراحی شده، صادرات فقط شامل صادرات نفت می‌باشد. درآمدهای نفتی از یک فرایند خودتوضیح مرتبه اول پیروی می‌کند:

$$\ln \left(\frac{O_t}{\bar{O}} \right) = \rho_o \ln \left(\frac{O_{t-1}}{\bar{O}} \right) + \varepsilon_t^o, \quad \varepsilon_t^o \sim N(0, \sigma_o^2) \quad (24)$$

که در آن، O_t درآمد نفت در دوره t و $\bar{O}$ درآمد حقیقی فروش نفت در شرایط پایدار، $0 < \rho_o < 1$ پارامتر ماندگاری خودتوضیح مرتبه اول و ε_t^o انحراف معیار درآمدهای نفتی است. تراز پرداخت‌ها به صورت ذیل وارد الگو شده است:

$$EX_t \cdot FR_t = EX_t \cdot FR_{t-1} + EX_t \cdot \omega_o \cdot O_t \quad (25)$$

که در آن، FR_t خالص ذخایر خارجی اسمی بانک مرکزی در دوره t است که با استفاده از نرخ ارز اسمی EX_t ، به پول داخلی در یک سیستم ارزی شناور مدیریت شده تبدیل شده است. در این سیستم، تغییرات در عرضه و تقاضای ارز، بخشی در تغییر خالص ذخایر خارجی بانک مرکزی و بخشی در تغییر نرخ ارز اسمی اثر خود را نشان می‌دهد. رابطه تراز پرداخت‌های حقیقی را می‌توان به صورت ذیل و با استفاده از شاخص قیمت‌ها بازنویسی کرد:

$$re_t \cdot fr_t = \frac{re_t \cdot fr_{t-1}}{\pi_t^f} + re_t \cdot \omega_o \cdot O_t \quad (26)$$

که در آن، fr_t خالص ذخایر خارجی حقیقی بانک مرکزی، re_t نرخ ارز حقیقی، ω سهمی از درآمدهای نفتی که دولت به صورت مستقیم به بانک مرکزی می‌فروشد و π_t^f سطح تورم خارجی است که از یک فرایند خودتوضیح مرتبه اول پیروی می‌کند:

$$\ln \left(\frac{\pi_t^f}{\bar{\pi}^f} \right) = \rho_{\pi^f} \ln \left(\frac{\pi_{t-1}^f}{\bar{\pi}^f} \right) + \varepsilon_t^{\pi^f}, \quad \varepsilon_t^{\pi^f} \sim N(0, \sigma_{\pi^f}^2) \quad (27)$$

که در آن، π_t^f سطح تورم خارجی در دوره t و $\bar{\pi}^f$ سطح تورم خارجی در شرایط پایدار، $0 < \rho_{\pi^f} < 1$ پارامتر ماندگاری خودتوضیح مرتبه اول و $\varepsilon_t^{\pi^f}$ انحراف معیار سطح تورم خارجی است.

۳-۴. دولت و بانک مرکزی

در الگوی طراحی شده، مخارج دولت از محل درآمدهای نفتی، مالیات و انتشار اوراق مشارکت تأمین مالی می شود. اگر بودجه از طریق این سه منبع درآمد تأمین مالی گردد، خلق پول انجام نمی شود و در این شرایط، مقام پولی می تواند بدون توجه به محدودیت بودجه دولت، سیاست خود را اعمال کند. اما اگر با وجود این سه منبع درآمد، دولت با کسری بودجه مواجه باشد، از طریق استقراض از بانک مرکزی و یا برداشت از محل سپرده های خود نزد بانک مرکزی، اقدام به تأمین مالی کسری بودجه می کند و این به معنای سلطه مالی است. به صورت کلی، تغییرات پایه پولی در بودجه دولت از ترکیب درآمدهای نفتی و برداشت از سپرده های دولت نزد بانک مرکزی است. در این راستا، قید بودجه پویای دولت به صورت ذیل معرفی می گردد:

$$B_t + P_t T_t + EX_t \cdot \omega \cdot O_t + GD_t - GD_{t-1} = P_t G_t + R_{t-1}^b B_{t-1} \quad (28)$$

در این رابطه، T_t درآمدهای مالیاتی دولت، GD_t خلق پول داخلی^۱ (بدهی دولت به بانک مرکزی)، G_t مخارج دولت، ω میزان فروش مستقیم درآمدهای حاصل از نفت توسط دولت به بانک مرکزی است. محدودیت بودجه دولت برحسب متغیرهای حقیقی به صورت ذیل است:

$$b_t + T_t + re_t \cdot \omega \cdot O_t + \left(gd_t - \frac{gd_{t-1}}{\pi_t} \right) = G_t + R_{t-1}^b b_{t-1} / \pi_t \quad (29)$$

فرض دیگر الگو، این است که مخارج آموزش از یک فرایند خودتوضیح مرتبه اول پیروی می کند:

$$\ln\left(\frac{G_t}{\bar{G}}\right) = \rho_g \ln\left(\frac{G_{t-1}}{\bar{G}}\right) + \varepsilon_t^g, \quad \varepsilon_t^g \sim N(0, \sigma_g^2) \quad (30)$$

در این رابطه، $\bar{G}$ مقدار باثبات مخارج دولتی، ρ_g پارامتر ماندگاری خودتوضیح مرتبه اول مخارج دولتی و ε_t^g انحراف معیار مخارج دولتی هستند.

بدهی دولت (حقیقی) به بانک مرکزی، از فرایند ذیل پیروی می کند:

$$gd_t = \frac{gd_{t-1}}{\pi_t} + (1 - \omega) re_t \cdot O_t \quad (31)$$

فرض دیگر الگو، این است که مالیات ها شامل دو جزء قطعی و تصادفی هستند؛ جزء قطعی،

مالیات بر درآمدها (T_t^f) و جزء تصادفی (T_t^x) سایر درآمدهایی است که در یک دوره زمانی به حساب دولت واریز می شود:

$$T_t = T_t^f + T_t^x \quad (32)$$

مالیات بر درآمد بنگاه ها به صورت ذیل است:

$$T_t^f = tr \cdot Y_t \quad (33)$$

که در آن، tr نرخ مالیات بر درآمد است و جز تصادفی T_t^x از یک فرایند خودتوضیح مرتبه اول پیروی می کند:

$$\ln\left(\frac{T_t^x}{\bar{T}^x}\right) = \rho_{tx} \ln\left(\frac{T_{t-1}^x}{\bar{T}^x}\right) + \varepsilon_t^{tx}, \quad \varepsilon_t^{tx} \sim N(0, \sigma_{tx}^2) \quad (34)$$

که در آن، T_t^x درآمد مالیاتی (تصادفی) در دوره t و $\overline{T^x}$ درآمد حقیقی مالیات در وضعیت پایدار، $0 < \rho_{tx} < 1$ پارامتر ماندگاری خودتوضیح مرتبه اول و ε_t^x انحراف درآمدهای مالیاتی است. در راستای معرفی بخش مقام پولی، حجم پول (پایه پولی) بر اساس ترازنامه بانک مرکزی به صورت ذیل است:

$$M_t = GD_t + EX_t \cdot FR_t \quad (35)$$

که در آن، GD_t اعتبارات داخلی (خلق پول)، FR_t ذخایر خارجی و EX_t نرخ ارز اسمی است. در این الگو، فرض بر آن است که بانکها نیز در تملک دولت هستند؛ بنابراین، خالص بدهی دولت به بانک مرکزی، خالص بدهی بانکها به بانک مرکزی را نیز شامل می شود. با استفاده از شاخص قیمتها، رابطه فوق به صورت حقیقی بازنویسی شده است:

$$m_t = gd_t + re_t \cdot fr_t \quad (36)$$

بانک مرکزی نرخ رشد پول را با استفاده از قاعده مک کالم^۱ تعیین می کند:

$$\ln\left(\frac{mu_t}{\overline{mu}}\right) = \rho_{mu} \ln\left(\frac{mu_{t-1}}{\overline{mu}}\right) + \lambda^\pi \left[\ln\left(\frac{\pi_t}{\overline{\pi}}\right) - \ln\left(\frac{\pi_t^*}{\overline{\pi}^*}\right) \right] + \lambda^g \left[\ln\left(\frac{gdp_t}{\overline{gdp}}\right) \right] + \lambda^x \left[\ln\left(\frac{x_t}{\overline{x}}\right) \right] + Sm_t \quad (37)$$

که در آن، $mu_t = (m_t/m_{t-1})\pi_t$ نرخ رشد پایه پولی، ρ_{mu} پارامتر ماندگاری خودتوضیح مرتبه اول، λ^π ضریب اهمیت تورم در تابع عکس العمل سیاست پولی، λ^g ضریب اهمیت تولید در تابع عکس العمل سیاست پولی و λ^x ضریب اهمیت کارآیی نهایی سرمایه گذاری در تابع عکس العمل سیاست پولی است. مقدار λ^x در سناریو پایه برابر با صفر^۲ و در سناریو پاسخ مقام پولی به انحراف کارآیی نهایی سرمایه گذاری از شرایط بلندمدت، غیر صفر^۳ است. همچنین Sm_t تکانه سیاست پولی و π_t^* تورم خارجی است که از یک فرایند خودتوضیح مرتبه اول پیروی می کنند:

$$\ln\left(\frac{Sm_t}{\overline{Sm}}\right) = \rho_{sm} \ln\left(\frac{Sm_{t-1}}{\overline{Sm}}\right) + \varepsilon_t^{sm}, \quad \varepsilon_t^{sm} \sim N(0, \sigma_{sm}^2) \quad (38)$$

$$\ln\left(\frac{\pi_t^*}{\overline{\pi}^*}\right) = \rho_{\pi^*} \ln\left(\frac{\pi_{t-1}^*}{\overline{\pi}^*}\right) + \varepsilon_t^{\pi^*}, \quad \varepsilon_t^{\pi^*} \sim N(0, \sigma_{\pi^*}^2) \quad (39)$$

۳-۵. تسویه بازارها

در شرایط تعادل، محدودیت تسویه بازارها (حقیقی) به صورت ذیل است:

$$Y_t + re_t \cdot O_t = C_t + I_t + G_t + \frac{\varphi_p}{2} \left(\frac{P_{jt}}{P_{jt-1}} - 1 \right)^2 Y_t \quad (40)$$

$$GDP_t = Y_t + re_t \cdot O_t \quad (41)$$

1. McCallum
2. Hands off policy
3. Hands on policy

بر این اساس، مجموع تولید نهایی غیرنفتی و درآمدهای نفتی، صرف مخارج مصرفی نهایی خانوارها، سرمایه گذاری بخش خصوصی در تولید، مخارج عمومی و هزینه فرصت آموزش می شود تا بازار محصول نهایی تسویه شود. GDP_t مجموع تولید نهایی غیرنفتی و درآمدهای نفتی است. در نهایت، الگوی طراحی شده شامل ۲۷ متغیر و ۲۷ معادله است.

۴. نتایج

۴-۱. برآورد الگو

برآورد پارامترهای الگو، با استفاده از رویکرد بیزین و الگوریتم گام تصادفی متروپولیس-هستینگز^۱ انجام شده است. داده های متغیرهای قابل مشاهده الگو شامل داده های تعدیل شده فصلی تولید ناخالص داخلی بدون نفت، مصرف خصوصی، سرمایه گذاری، مخارج دولت و نرخ تورم (ناخالص) در دوره ۱۴۰۱:۰۲-۱۳۸۳:۰۱ است؛ که با استفاده از فیلتر هدریک-پرسکات، روندزایی شده اند. جدول ۱ مقادیر شرایط تعادلی پارامترهای الگو را نشان می دهد:

جدول ۱: مقدار پارامترها بر اساس حل الگو در شرایط پایدار

نسبت	توضیحات	مقدار
$\frac{C}{Y}$	نسبت باثبات مصرف خصوصی به تولید	۶۷۰
$\frac{I}{Y}$	نسبت باثبات مخارج سرمایه گذاری خصوصی به تولید	۱۵۰
$\frac{G}{Y}$	نسبت باثبات مخارج دولتی به تولید	۳۴۰
$\frac{re.Fr}{M}$	نسبت باثبات ذخایر خارجی به پایه پولی	۰/۵۴

(مأخذ: یافته های پژوهش)

جدول ۲، توزیع، مقادیر میانگین و انحراف معیار پیشین سایر پارامترها و برآورد آن ها را در سناریو پایه با استفاده از رویکرد بیزین نشان می دهد.

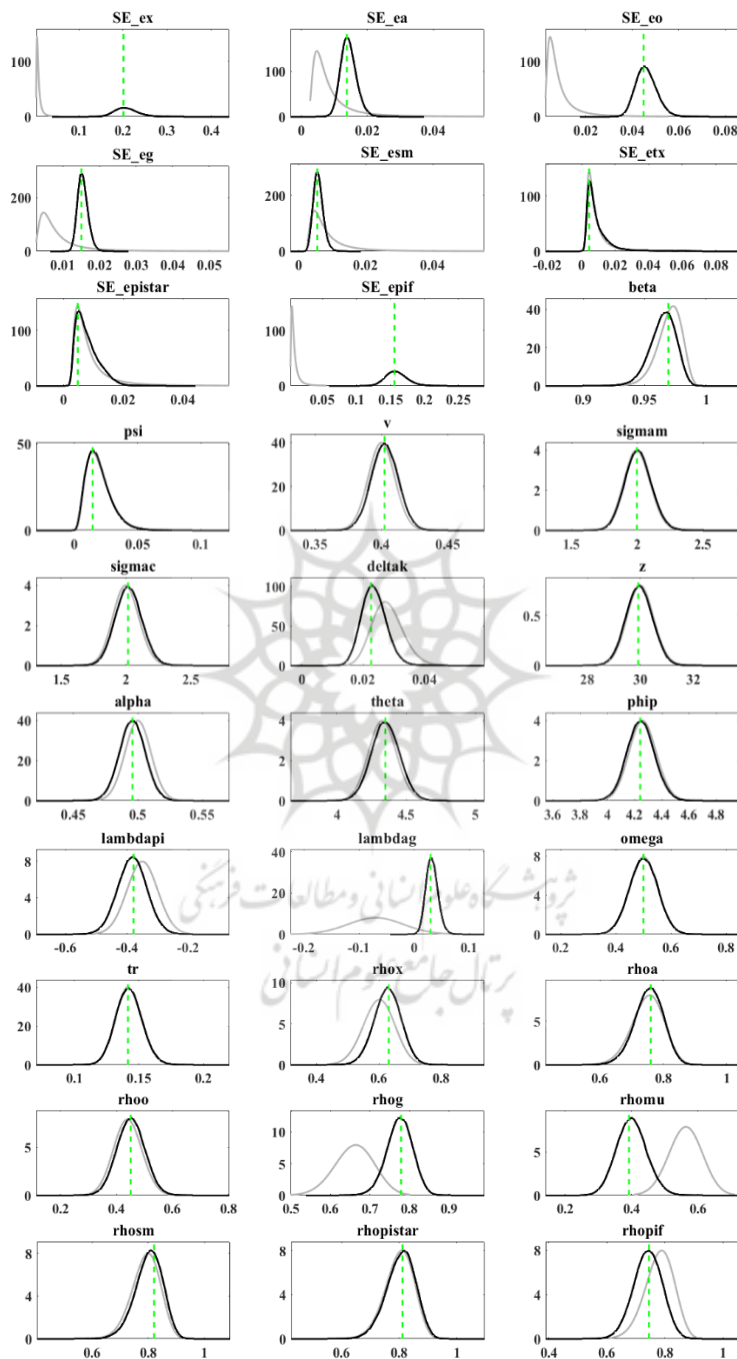
جدول ۲: برآورد پارامترهای الگو در سناریو پایه

فصله بالاترین مکانی پسین	مکانی پسین	منبع	توزیع	پارامتر	مقدار
۰/۹۴۳ - ۰/۹۸۴	۰/۹۶۴	توکلیان (۱۳۹۹)	بتا	β	۰/۹۷
۰/۰۰۳ - ۰/۰۳۸	۰/۰۱۹	تنظیم ۱	گاما	ψ	۰/۰۲
۰/۰۱۵ - ۰/۰۳۱	۰/۰۲۳	کشاورزی، حرّی و محمودی (۱۴۰۲)	بتا	δ^k	۰/۰۲۸
۰/۳۸۲ - ۰/۴۲۱	۰/۴۰۲	تنظیم	بتا	ν	۰/۴
۱/۸۲۳ - ۲/۲۱۶	۲/۰۱۷	اکبری و شریفزاده (۱۳۹۶)	گاما	σ_c	۲
۱/۸۰۹ - ۲/۲	۲/۰۰۶	اکبری و شریفزاده (۱۳۹۶)	گاما	σ_m	۲
۲۸/۹۹ - ۳۰/۹۳	۲۹/۹۵	تنظیم	گاما	z	۳۰
۰/۴۷۶ - ۰/۵۱۵	۰/۴۹۵	پاشازانوس و همکاران (۱۳۹۸)	بتا	α	۰/۵
۴/۱۵۱ - ۴/۵۴۶	۴/۳۴۹	کشاورزی، حرّی و محمودی (۱۴۰۲)	گاما	θ	۴/۳۳
۴/۰۵۱ - ۴/۴۴۳	۴/۲۴۳	کشاورزی، حرّی و محمودی (۱۴۰۲)	گاما	θ_p	۴/۲۶
-۰/۴۷ - -۰/۲۹۱	-۰/۲۸	تنظیم	نرمال	λ^π	-۰/۳۵
۰/۰۱۱ - ۰/۰۵۳	۰/۰۳۲	تنظیم	نرمال	λ^g	-۰/۰۷
۰/۳۹۹ - ۰/۵۹۵	۰/۴۹۹	تنظیم	بتا	ω	۰/۵
۰/۱۲۲ - ۰/۱۶۱	۰/۱۴۲	رافعی، بهرامی و دانش جعفری (۱۳۹۳)	بتا	tr	۰/۱۴۲
۰/۵۴ - ۰/۷۱	۰/۶۲	تنظیم	بتا	ρ_x	۰/۶
۰/۶۶۴ - ۰/۸۴	۰/۷۵۳	حسینی و اصغریور (۱۴۰۰)	بتا	ρ_a	۰/۷۵
۰/۷۱۱ - ۰/۸۳۷	۰/۷۷۴	حسینی و اصغریور (۱۴۰۰)	بتا	ρ_g	۰/۶۶
۰/۳۵ - ۰/۵۴	۰/۴۵	حسینی و اصغریور (۱۴۰۰)	بتا	ρ_o	۰/۴۴
۰/۳۱۲ - ۰/۴۸۷	۰/۳۹۹	رحمانی، صمدی و بخشی دستجردی (۲۰۲۱)	بتا	ρ_{mu}	۰/۵۶۲
۰/۷۰۵ - ۰/۸۹۲	۰/۸	حسینی و اصغریور (۱۴۰۰)	بتا	ρ_{sm}	۰/۷۹
۰/۷۰۶ - ۰/۸۹۸	۰/۸۰۴	حسینی و اصغریور (۱۴۰۰)	بتا	ρ_{π^*}	۰/۸
۰/۶۴۵ - ۰/۸۳۴	۰/۷۴	حسینی و اصغریور (۱۴۰۰)	بتا	ρ_{π^f}	۰/۷۸
۰/۱۶ - ۰/۲۵	۰/۲	_____	بتا	ε_t^x	۰/۰۱
۰/۰۰۹ - ۰/۰۱۹	۰/۰۱۴	_____	بتا	ε_t^a	۰/۰۱
۰/۰۳۷ - ۰/۰۵۴	۰/۰۴۵	_____	بتا	ε_t^o	۰/۰۱
۰/۰۱۲ - ۰/۰۱۸	۰/۰۱۵	_____	بتا	ε_t^g	۰/۰۱
۰/۰۰۳ - ۰/۰۰۸	۰/۰۰۵	_____	بتا	ε_t^{sm}	۰/۰۱
۰/۰۰۲ - ۰/۰۲۵	۰/۰۰۹	_____	بتا	ε_t^{tx}	۰/۰۱
۰/۰۰۲ - ۰/۰۱۵	۰/۰۰۷	_____	بتا	$\varepsilon_t^{\pi^*}$	۰/۰۱
۰/۱۲۸ - ۰/۱۸۹	۰/۱۵	_____	بتا	$\varepsilon_t^{\pi^f}$	۰/۰۱

(مأخذ: یافته‌های پژوهش)

توزیع پیشین و توزیع پسین برآورد پارامترهای الگوی پایه در شکل ۱ آمده است:

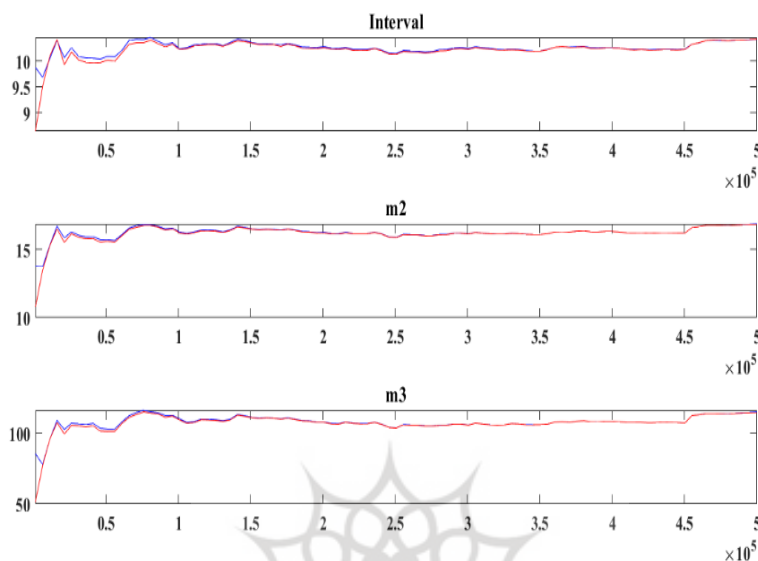
۱. این پارامتر به‌نوعی تنظیم شده است که علاوه بر تحقق مبانی نظری مربوطه، بهترین خروجی از الگو استخراج گردد.



شکل ۱: توزیع های پیشین و پسین پارامترهای سناریو پایه

(مأخذ: یافته های پژوهش)

شکل ۲، نتایج آزمون چند متغیره بروکز و گلמן (۱۹۹۸) را برای سناریوی پایه نشان می‌دهد:



شکل ۲: آزمون تشخیصی چند متغیره MCMC بروکز و گلמן (سناریو پایه)
(مأخذ: یافته‌های پژوهش)

خطوط آبی رنگ، واریانس بین نمونه‌ای و خطوط قرمز رنگ، واریانس درون نمونه‌ای را نشان می‌دهند (چیرچیئلو، ۲۰۲۴). نتایج این آزمون، حاکی از همگرایی واریانس درون نمونه‌ای و بین نمونه‌ای همه پارامترها بوده، و بنابراین، نتایج تخمین بیزی قابل اعتماد است.

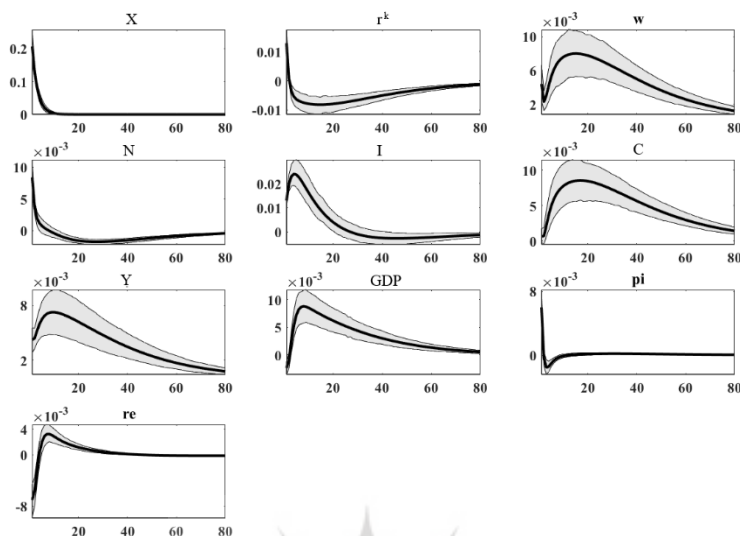
۴-۲. اثر تکانه کارآیی نهایی سرمایه‌گذاری بر متغیرهای منتخب الگو

شکل ۳، نشان‌دهنده اثر تکانه کارآیی نهایی سرمایه‌گذاری بر متغیرهای منتخب الگو است. این تکانه، منجر به افزایش نرخ بازگشت سرمایه و سرمایه‌گذاری می‌شود. رفتار مصرف، شبیه به رفتار سرمایه‌گذاری اما با نوسان کمتر است. نظر به افزایش سمت تقاضای اقتصاد، تورم افزایش یافته و نرخ ارز حقیقی با کاهش مواجه می‌شود. در پاسخ به افزایش سمت تقاضا، تولید، نرخ دستمزد و اشتغال افزایش می‌یابد.

1. Brooks & Gelman

۲. توزیع، مقادیر میانگین و انحراف معیار پیشین سایر پارامترها و برآورد آن‌ها، توزیع پیشین و توزیع پسین برآورد پارامترها و نتایج آزمون چند متغیره بروکز و گلמן (۱۹۹۸) مربوط به سناریو پاسخ سیاست پولی به انحراف کارآیی نهایی سرمایه‌گذاری از شرایط بلندمدت، در پیوست آمده است.

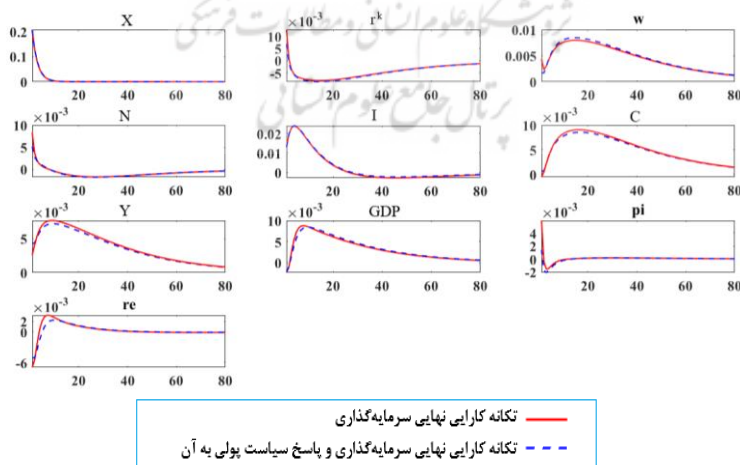
3. Chirichiello



شکل ۳: اثر تکانه کارایی نهایی سرمایه گذاری بر متغیرهای کلان اقتصاد
(مأخذ: یافته های پژوهش)

۳-۴. پاسخ سیاست پولی در مواجهه با تکانه کارایی نهایی سرمایه گذاری

شکل ۴، پاسخ بانک مرکزی به انحراف متغیرهای کلان اقتصاد از شرایط پایدار را در مواجهه با تکانه کارایی نهایی سرمایه گذاری نشان می دهد. در این راستا، λ^x در معادله ۳۷، مقدار غیر صفر اختیار کرده است. سیاست پولی انقباضی، منجر به کاهش نوسانات متغیرهای کلان اقتصادی شده، اما پویایی متغیرها تغییر نکرده است.



شکل ۴: پاسخ سیاست پولی به تکانه کارایی نهایی سرمایه گذاری
(مأخذ: یافته های پژوهش)

۵. تجزیه و تحلیل نتایج، جمع‌بندی و پیشنهادها

الگوهای تعادل عمومی تصادفی پویا در تلاش برای توضیح حرکت مصرف با تولید به دنبال تکانه MEI هستند (بارو و کینگ، ۱۹۸۴). در واقع، کاهش مصرف پس از تکانه MEI، با ادوار تجاری شناسایی شده تجربی در تضاد است (کینگ و ربلو، ۱۹۹۹). از این موضوع به عنوان پازل مصرف یاد می‌شود. به عبارت دیگر، مصرف معمولاً پس از تکانه سرمایه‌گذاری مثبت در الگو کاهش می‌یابد. بنابراین، الگوهای معمول DSGE، هم‌حرکتی مشاهده شده بین متغیرهای کلان اقتصادی در پاسخ به تکانه کارآیی نهایی سرمایه‌گذاری را ایجاد نمی‌کنند (خان و تسوکالاس، ۲۰۱۰).

از بُعد تجربی، مصرف، سرمایه‌گذاری، ساعت کار و تولید، همه با هم حرکت می‌کنند. این عدم هماهنگی مصرف در پاسخ به تکانه‌های سرمایه‌گذاری به عنوان منبع مهم ادوار تجاری، مشکل‌ساز است. نظر به اهمیت این موضوع، انگیزه و نوآوری اصلی مطالعه حاضر، تنظیم یک الگوی DSGE برای ایران، جهت تحلیل تکانه‌های سرمایه‌گذاری و پازل مصرف است. جهت تخمین پارامترهای الگو، از رویکرد بیزین، الگوریتم گام تصادفی متروپولیس-هستینگز و داده‌های متغیرهای قابل مشاهده تولید ناخالص داخلی بدون نفت، مصرف خصوصی، سرمایه‌گذاری، مخارج دولت و نرخ تورم (ناخالص) در دوره ۱۳۸۳:۰۱-۱۴۰۱:۰۲ استفاده شد.

نتایج نشان داد که تکانه کارآیی نهایی سرمایه‌گذاری، منجر به افزایش نرخ بازگشت سرمایه و سرمایه‌گذاری می‌شود. رفتار مصرف، شبیه به رفتار سرمایه‌گذاری اما با نوسان کمتر است. نظر به افزایش سرمایه‌گذاری و مصرف، تورم افزایش یافته و نرخ ارز حقیقی کاهش یافت. تولید و ساعات کار در پاسخ به افزایش تقاضای اقتصاد، با افزایش مواجه شدند.

در توجیه این نتایج می‌توان از معادله میانگین حاشیه سود (مارک - آپ) اقتصاد استفاده نمود:

$$Mu_{p,t} = \frac{MPN_t}{(W_t/P_t)} \quad (42)$$

که در آن، $Mu_{p,t}$ میانگین حاشیه سود ناخالص، MPN_t تولید نهایی نیروی کار، W_t نرخ دستمزد اسمی و P_t شاخص قیمت در دوره t است.

همچنین شرایط تعادل بازار کار را می‌توان به صورت زیر معرفی کرد:

$$\left(1/Mu_{p,t}\right) MPN_t(N_t) = MRS_t(C_t, N_t) \quad (43)$$

با وجود چسبندگی قیمت اسمی، بنگاه‌ها در پاسخ به افزایش تقاضای ناشی از تکانه MEI قادر به افزایش قیمت خود نیستند. بنابراین، میانگین حاشیه سود اقتصاد کاهش می‌یابد و به‌طور مؤثر منحنی تقاضای نیروی کار، یعنی سمت چپ معادله (۴۳) را به سمت بالا تغییر می‌دهد. در این شرایط، مصرف و ساعات کار، از طریق جانشینی درون زمانی از اوقات فراغت به مصرف حرکت می‌کنند. به عبارت دیگر، با وجود ترجیحات تفکیک‌ناپذیر و در شرایطی که افزایش ساعات کار اثر

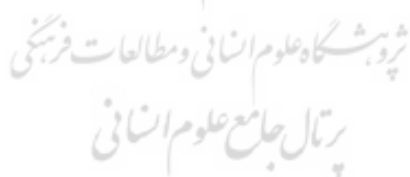
مثبت بر مطلوبیت نهایی مصرف دارد (مکمل بودن ساعات کار و مصرف)، حرکت همزمان سرمایه گذاری، تولید، ساعات کار و مصرف، قابل توجیه است و پازل مصرف رخ نمی دهد. نتایج این پژوهش با نتیجه مطالعه کیم و کاتایاما (۲۰۱۳) و کیارینی، فرارا و مارزانو (۲۰۲۰) هماهنگ و مشابه است. هر چند این مطالعات در کشورهای توسعه یافته انجام شده است، اما لحاظ ترجیحات تفکیک ناپذیر و چسبندگی قیمت در الگوی مطالعه حاضر، منجر به تشابه نتایج شده است. بر اساس این نتایج، پیشنهاد می شود، دولت با اتخاذ سیاست های پولی و مالی مناسب در شرایط مواجهه با تکانه کارایی نهایی سرمایه گذاری، نوسانات متغیرهای کلان اقتصاد را تا حد ممکن به حداقل برساند. به عنوان پیشنهاد مطالعاتی در آینده، می توان الگو را با لحاظ اصطکاک بیشتر (مانند در نظر گرفتن عادات مصرفی) تنظیم و نتایج را مقایسه کرد.

تعارض منافع

نویسندگان هرگونه تعارض منافع در تحقیق را اعلام می کنند.

مشارکت نویسندگان

مقدمه و ادبیات موضوع توسط نویسنده اول و نویسنده مسئول مقاله، تنظیم شده است. بخش روش تحقیق و نتیجه گیری توسط همه نویسندگان انجام شده است.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

References

- Akbari, M., & Sharifzade, M. J. (2017). Determining the optimal monetary policy rule with respect to home bias in consumption: Application of Bayesian approach. *Journal of Economics and Modelling*, 8(29), 1-39. [In Persian] <https://ecoj.sbu.ac.ir/article49613-9d5305b2aa70ee9896e26d0b66ba2b1f.pdf>
- Barro, R. J., & King, R. G. (1984). Time-separable preferences and intertemporal-substitution models of business cycles. *The Quarterly Journal of Economics*, 99(4), 817-839. <https://doi.org/10.2307/1883127>
- Basu, S., & Kimball, M. (2002). Long-run labor supply and the elasticity of intertemporal substitution for consumption. https://www.researchgate.net/publication/246723063_Long-Run_Labor_Supply_and_the_Elasticity_of_Intertemporal_Substitution_for_Consumption
- Brooks, S. P., & Gelman, A. (1998). General methods for monitoring convergence of iterative simulations. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 7(4), 434-455. <https://doi.org/10.1080/10618600.1998.10474787>
- Chirichiello, G. (2024). *DSGE Models for Real Business Cycle and New Keynesian Macroeconomics*. Springer Cham.
- Chiarini, B., Ferrara, M., & Marzano, E. (2020). Tax evasion, investment shocks, and the consumption puzzle: A DSGE analysis with financial frictions. *Journal of Money, Credit and Banking*, 52(4), 907-932. <https://doi.org/10.1111/jmcb.12616>
- Choi, Y. (2020). Investment shocks, consumption puzzle, and business cycles. *Economic Inquiry*, 58(3), 1387-1400. <https://doi.org/10.1111/ecin.12856>
- Dib, A. (2001). An estimated canadian DSGE model with nominal and real rigidities. *Bank of Canada Working Paper* 1701-93972001-26. <https://doi.org/10.34989/swp-2001-26>
- Furlanetto, F., & Seneca, M. (2014). Investment shocks and consumption. *European Economic Review*, 66(C), 111-126. <https://EconPapers.repec.org/RePEc:eee:eecrev:v:66:y:2014:i:c:p>
- Gertler, M., Sala, L., & Trigari, A. (2008). An estimated monetary DSGE model with unemployment and staggered nominal wage bargaining. *Journal of Money, Credit and Banking*, 40(8), 1713-1764. <http://www.jstor.org/stable/25483468>
- Greenwood, J., Hercowitz, Z., & Huffman, G. W. (1988). Investment, Capacity Utilization, and the Real Business Cycle. *The American Economic Review*, 78(3), 402-417. <http://www.jstor.org/stable/1809141>
- Guerron-Quintana, P. (2008). Refinements on macroeconomic modeling: The role of non-separability and heterogeneous labor supply. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 32(11), 3613-3630. <https://EconPapers.repec.org/RePEc:eee:dyncon:v:32:y:2008:i:11:p:3613-3630>
- Hosseini, N. S., & Asgharpur, H. (2021). Exchange rate pass-through and the effects of monetary shock in a DSGE model. *Economic Growth and Development Research*, 11(42), 154-131. [In Persian] <https://doi.org/10.30473/egdr.2019.48777.5416>

- Hou, Z., Song, Y., & Xin, W. (2022). COVID-19 shocks, monetary policy, and real estate price volatility: Analysis based on a dynamic stochastic general equilibrium perspective. *Scientific Programming*, 2022(4), 1-12, 7625465. <https://doi.org/10.1155/2022/7625465>
- Justiniano, A., Primiceri, G. E., & Tambalotti, A. (2010). Investment shocks and business cycles. *Journal of Monetary Economics*, 57(2), 132-145. <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2009.12.008>
- Justiniano, A., Primiceri, G. E., & Tambalotti, A. (2011). Investment shocks and the relative price of investment. *Review of Economic Dynamics*, 14(1), 102-121. <https://doi.org/10.1016/j.red.2010.08.004>
- Keshavarzi, A., Horry, H. R., & Mahmoodi, S. (2023). Investigation of the effects of public health expenditure on macroeconomic variables under conditions of Pandemic disease outbreak: An application of the New Keynesian model. *The Economic Research (Sustainable Growth and Development)*, 23(4), 153-182. <http://ecor.modares.ac.ir/article-18-64833-fa.html> [In Persian]
- Khan, H., & Tsoukalas, J. (2011). Investment shocks and the comovement problem. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 35(1), 115-130. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2010.09.004>
- Kilponen, J. (2012). Consumption, leisure and borrowing constraints. The B.E. *Journal of Macroeconomics*, 12(1). <https://doi.org/10.1515/1935-1690.2061>
- Kilponen, J., Vilmunen, J., & Vähämaa, O. (2013). Estimating intertemporal elasticity of substitution in a sticky price model. https://EconPapers.repec.org/RePEc:zbw:bofrdp:rdp2013_009
- Kim, K. H., & Katayama, M. (2013). Non-separability and sectoral comovement in a sticky price model. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 37(9), 1715-1735. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2013.04.012>
- King, R. G., & Rebelo, S. T. (1999). *Chapter 14 Resuscitating Real Business Cycles*. In *Handbook of Macroeconomics* (Vol. 1, pp. 927-1007). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S1574-0048\(99\)10022-3](https://doi.org/10.1016/S1574-0048(99)10022-3)
- Kydland, F. E., & Prescott, E. C. (1982). Time to build and aggregate fluctuations. *Econometrica*, 50(6), 1345-1370. <https://doi.org/10.2307/1913386>
- Pasha Zanous, P., Bahrami, J., Tavakkolian, H., & Mohammadi, T. (2019). Investigating the performance of currency regimes in production and inflation fluctuations under international financial integration conditions for Iran: Using a DSGE model. *New Economy and Trad*, 14(3), 41-69. [In Persian] https://jnet.ihs.ac.ir/article_4990_8675c383d6212a6c03c95a803e7c1322.pdf
- Rafei, M., Bahrami, J., & Daneshjafari, D. (2014). Evaluation of fiscal policy for economy of Iran in a Dynamic Stochastic General Equilibrium model based on real business cycles. *Economics Research*, 14(54), 33-65. [In Persian] <https://joer.atu.ac.ir/article797e756de89d52786b4b246687f453e551f.pdf>
- Rahmani, A., Samadi, S., & Bakhshi Dastjerdi, R. (2021). Investigating the effect of financial and monetary policy on the Iranian stock market by using DSGE model. *Iranian Economic Review*, 25(3), 509-523. <https://doi.org/10.22059/ier.2021.84146>

- Reza, A. (2014). Consumption response to investment shocks under financial frictions. *Economics Letters*, 123(1), 50-53.
<https://doi.org/10.1016/j.econlet.2014.01.009>
- Röhe, O. (2012). New Keynesian DSGE models: Theory, empirical implementation, and specification.
<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:150433440>
- Rotemberg, J. J. (1982). Monopolistic price adjustment and aggregate output. *The Review of Economic Studies*, 49(4), 517-531. <https://doi.org/10.2307/2297284>
- Schmitt-Grohé, S., & Uribe, M. (2012). What's news in business cycles. *Econometrica*, 80(6), 2733-2764. <http://www.jstor.org/stable/23357239>
- Sims, C. A. (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica*, 48(1), 1-48.
<https://doi.org/10.2307/1912017>
- Tavakolian, H. (2021). Dynamic Stochastic General Equilibrium models in Iran: Deterministic or stochastic steady state?. *Journal of Economic Research (Tahghighat- E- Eghtesadi)*, 55(4), 781-812.
<https://doi.org/10.22059/jte.2021.317990.1008424>



Marginal Efficiency of Investment Shocks and Consumption Puzzle A Dynamic Stochastic General Equilibrium Model

Mousa Maghsoudi ¹
Mansour Zarra Nezhad ²
Masoud Khodapanah ³

Received: 2024/2/17

Accepted: 2024/4/2

Aim and Introduction

Studies and contributions of structural vector autoexplanatory models using Bayesian and classical techniques have provided evidence that shocks to the marginal efficiency of investment are the main drivers of economic volatility in US postwar data. However, dynamic stochastic general equilibrium models attempt to explain the movement of consumption with production following a marginal efficiency of investment (MEI) shock. Indeed, the decline in consumption after a positive MEI shock contradicts empirically identified business cycles. This issue is referred to as the consumption puzzle. In other words, consumption usually decreases after a positive investment shock in the model. Therefore, the usual DSGE models do not produce the observed co-movement between macroeconomic variables in response to the marginal efficiency of investment shock. From an empirical perspective, consumption, investment, working hours and production all move together. This lack of coordination of consumption in response to investment shocks is problematic as an important source of business cycles.

A review of empirical studies indicates that investment shocks and consumption puzzle have received limited attention. In this regard, the main aim and innovation of the current study is to set up a dynamic stochastic general equilibrium (DSGE) model and use the Bayesian approach for Iran in order to bridge this study gap as much as possible.

The marginal efficiency of investment shock is a source of exogenous changes in the efficiency with which the final good can be converted into physical capital and thus into future capital input. This change may be due to technological factors specific to the production of investment goods. On the other hand, exogenous changes in efficiency can result from disturbances in the process of converting these investment goods into productive capital.

In neoclassical models, after a positive MEI shock, households trading in financial markets increase their investment and reduce consumption. In fact, an

-
1. Ph.D student in Economics, Faculty of Economics and Social Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. E-mail: m-maghsoudishourabi@scu.ac.ir
 2. Professor, Department of Economics, Faculty of Economics and Social Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. (Corresponding Author) E-mail: m.zarran@scu.ac.ir
 3. Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Economics and Social Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. E-mail: khodapanah@scu.ac.ir

intertemporal substitution effect occurs between the current consumption and investment, which creates a negative wealth effect and, therefore, creates the so-called consumption puzzle. The mechanism behind the puzzle was first described by Barrow and King (1984). The idea is that if an efficient equilibrium exists, the marginal rate of substitution between consumption and leisure should equal the marginal product of labor. This condition implies that with exogenous shocks that only indirectly affect marginal production labor, as MEI shocks actually do, consumption and labor hours move in opposite directions. Therefore, although MEI shocks account for up to 60% of the variance in output and working hours, the argument that investment shocks are one of the most important drivers of macroeconomic fluctuations is challenging.

Methodology

The core of current research model is derived from the studies of Rohe (2012) and by expanding it, the marginal efficiency of investment shock and the consumption puzzle have been modeled for Iran.

To estimate the model parameters, the Bayesian method, and the Random Walk Metropolis-Hastings algorithm were used. The data of the model's observable variables include seasonal adjusted data, gross domestic production, private consumption, private investment, government expenditure, and inflation rate (gross) from 2004 to 2022, which underwent a de-trending procedure using the Hodrick-Prescott filter.

Findings

The marginal efficiency of investment shock leads to an increase in the rate of return on capital and investment. Consumption behavior is similar to investment behavior but with less volatility. Due to the increase in the demand side of the economy, inflation will increase and the real exchange rate will decrease. In response to the increase in the demand side, production, wage rates and employment increase. It should be noted that the contractionary monetary policy has led to a reduction in the fluctuations of macroeconomic variables, yet the dynamic of the variables has not changed.

Discussion and Conclusion

In justifying these results, the average mark-up equation of the economy can be used:

$$Mu_{p,t} = \frac{MPN_t}{(W_t/P_t)}$$

where, $Mu_{p,t}$ is the average mark-up, MPN_t is the marginal product of labor, W_t is the nominal wage rate and P_t is the price index in period t .

The equilibrium conditions of the labor market can also be introduced as follows:

$$\left(\frac{1}{Mu_{p,t}} \right) MPN_t(N_t) = MRS_t(C_t, N_t)$$

Despite nominal price stickiness, firms are not able to increase their prices in response to the increase in demand caused by the investment boom resulted from shocks. Therefore, the average mark-up of the economy decreases and effectively shifts the labor demand curve upwards. In this situation, consumption and working hours increase. In other words, in spite of inseparable preferences and in the conditions that the increase of working hours has a positive effect on the marginal utility of consumption (the complementarity of working hours and consumption), the co-movement of investment, production, working hours and consumption can be justified and the puzzle of consumption does not occur.

Keywords: Marginal Efficiency of Investment, Consumption Puzzle, Monetary Policy, Bayesian Estimation

JEL Classification: C11, E2, E12, E52.

