

ارزیابی سیاست‌های پولی در شرایط شوک نرخ ارز: رویکرد MDSGE*

احمد جعفری صمیمی^۱

حسین توکلیان^۲

مرضیه حاجی کرمی^{۳*}

تاریخ پذیرش: ۱۳/۰۶/۱۳۹۶

تاریخ دریافت: ۲۲/۰۱/۱۳۹۶

چکیده

این مطالعه اثر شوک نرخ ارز بر متغیرهای کلیدی کلان اقتصادی را با در نظر گرفتن مبحث درجه عبور ناقص نرخ ارز، در قالب یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی چندبخشی کینزی جدید که متناسب با اقتصاد ایران طراحی شده است، تحت دو سناریوی سیاست‌گذاری براساس صلاحدید و تعهد مورد بررسی قرار می‌دهد. در این مطالعه درجه عبور ناقص نرخ ارز از طریق وجود چسبندگی اسمی در مورد قیمت‌های وارداتی و مدلسازی مسیر اثرگذاری تغییرات نرخ ارز بر یک اقتصاد باز در نظر گرفته می‌شود. بدین منظور، ضرایب الگوی موردنظر به روش بیزین و با استفاده از داده‌های منتشر شده بانک مرکزی در دوره زمانی ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۳ تخمین زده شده‌اند. سپس مدل تحت دو سیاست‌گذاری صلاحدید و تعهد شبیه‌سازی شده و اثر شوک نرخ ارز بر متغیرهای کلیدی اقتصاد در این دو حالت با یکدیگر مقایسه شده‌اند.

نتایج حاصل از پژوهش حاکی از آن است که اثر اولیه شوک وارده به نرخ ارز بر تمامی متغیرها طبق هر دو سناریو تقریباً یکسان است ولی در حالت صلاحدید بازگشت به مسیر بلندمدت نیازمند زمان بیشتری است. همچنین بده بستان بین تولید و تورم تحت سیاست تعهد مطلوب‌تر از حالت صلاحدید بوده و نیز سیاست صلاحدید در یک اقتصاد باز به نسبت یک اقتصاد بسته ذاتاً پایداری کمتری دارد.

کلیدواژه‌ها: درجه عبور ناقص نرخ ارز، مدل تعادل عمومی پویای تصادفی، تخمین بیزین، ایران، سیاست‌گذاری صلاحدید و تعهد.

طبقه‌بندی JEL: E31, C52, F41.

Email: Jafarisa@umz.ac.ir

Email: tavakolyianh@ut.ac.ir

Email: m_hajikarami@yahoo.com

۱. استاد گروه اقتصاد دانشگاه مازندران

۲. استادیار گروه اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی

۳. دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه مازندران (*نویسنده مسؤل)

* مقاله برگرفته از رساله دکتری نویسنده مسؤل می‌باشد.

۱. مقدمه

شوکی‌های داخلی پولی و غیر پولی نظیر شوک تکنولوژی، شوک نرخ بهره، شوک مخارج دولت و شوک‌های خارجی نظیر شوک تورم بین‌المللی، شوک نرخ ارز، شوک نرخ بهره بین‌المللی یا شوک قیمت نفت می‌تواند اقتصادهای مختلف را بنا به ساختار آن‌ها در مقیاس‌های مختلف تحت تأثیر قرار دهند. گفتنی است سیاست اتخاذ شده توسط بانک مرکزی نیز می‌تواند در تشدید یا کنترل این اثرات مؤثر باشد. لذا این مطالعه قصد دارد از بین شوک‌های خارجی اثر شوک نرخ ارز را به‌عنوان یکی از منابع ایجاد نااطمینانی در شرایط استفاده از دو نوع سیاست‌گذاری جایگزین مورد بررسی قرار دهد. بدین منظور سعی دارد تا با مدل‌سازی این بخش از تعاملات اقتصادی در چارچوب یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی، نحوه عملکرد بانک مرکزی را تحت دو سناریوی سیاست‌گذاری براساس تعهد و صلاحدید مورد ارزیابی قرار دهد.

به منظور بررسی اثر تکانه نرخ ارز بر متغیرهای کلان اقتصادی تحت دو سناریوی سیاست‌گذاری یاد شده، از داده‌های فصلی دوره ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۳ بانک مرکزی، استفاده می‌شود. ساختار کلی پژوهش بدین شکل است: بخش دوم به ادبیات موضوع شامل مبانی نظری و شواهد تجربی می‌پردازد و در بخش سوم، مدل و داده‌های مورد استفاده تبیین می‌شود. بخش چهارم نیز شامل نتایج الگو و نتیجه‌گیری است.

۲. ادبیات موضوع

۱-۲. سیاست صلاحدید و تعهد در مواجهه با شوک نرخ ارز^۱

پرسش اصلی در این بحث آن است که آیا سیاست پولی باید توسط قواعد شناخته شده و از قبل معین هدایت شود و یا به صلاحدید سیاست‌گذاران سپرده شود. مطالعات مختلفی در این زمینه صورت گرفته و اقتصاددانان مختلف در این زمینه نظریات متفاوتی ارائه کرده‌اند. همچنین طی سال‌های مختلف، قواعد پولی متعددی مطرح شده است. هنوز در مورد معنی دقیق اصطلاح قاعده پولی توافق وجود ندارد، اما از دیدگاه جان تیلور^۲ که یکی از معروف‌ترین قواعد پولی را مطرح کرده و قاعده وی مبنای بسیاری از مطالعات روز دنیا در این زمینه و همچنین سیاست‌گذاری‌های بانک‌های مرکزی است، قاعده پولی برنامه‌ای است که شرایطی را که تحت آن سیاست‌گذار پولی باید اهداف میانی سیاست پولی را تغییر دهد، به روشنی هرچه تمام‌تر مشخص می‌کند. در دو دهه‌ی اخیر، استفاده از قواعد سیاست پولی برای ارزیابی و توصیف عملکرد سیاستی بانک‌های مرکزی در کشورهای پیشرفته اقتصادی به‌سرعت رشد و

1. Rule Vs Discretion

2. John Taylor

گسترش یافته و به‌طور مکرر توسط سیاست‌گذاران پولی مورد استفاده قرار گرفته است؛ بنابراین پرداختن به این مهم در اقتصاد ایران می‌تواند از اهمیت بالایی برخوردار باشد. به‌منظور آشنایی با نحوه‌ی بررسی اثر شوک نرخ ارز تحت دو سناریوی متفاوت سیاست‌گذاری - صلاح‌دید و تعهد - ابتدا یک اقتصاد باز مدل‌سازی می‌شود که سه معادله اساسی برای ترسیم یک اقتصاد باز کینزی جدید را دارا باشد. بدین‌منظور در این بخش به پیروی از گنדר^۱ (۲۰۰۶)، یک مدل مرتبط با یک اقتصاد باز کوچک معرفی می‌شود. همه متغیرها به‌استثنای نرخ بهره اسمی به صورت لگاریتمی بیان شده و تمام پارامترها مثبت هستند.

$$\pi_t = E_t \pi_{t+1} + a y_t + b q_t + u_t \quad (۱)$$

$$\pi_t = E_t \pi_{t+1} + a y_t + b q_t + u_t \quad (۲)$$

$$R_t - E_t \pi_{t+1} = R_t^f - E_t \pi_{t+1}^f + E_t q_{t+1} - q_t + \varepsilon_t \quad (۳)$$

که:

y_t = شکاف تولید واقعی

π_t = نرخ تورم داخلی در زمان t است که به‌صورت $p_t - p_{t-1}$ محاسبه می‌شود.

$E_t \pi_{t+1}$ = انتظارات از π_{t+1} که در زمان t شکل گرفته است.

$E_t \pi_{t+1}^f$ = انتظارات شکل گرفته در مورد نرخ تورم خارجی برای دوره $t+1$ که در دوره‌ی t شکل گرفته است.

R_t = نرخ بهره داخلی در زمان t .

R_t^f = نرخ بهره خارجی در زمان t .

q_t = نرخ ارز حقیقی که به‌صورت $p_t^f - p_t + s_t$ تعریف می‌شود و s_t نرخ ارز اسمی (پول داخلی در ازای هر واحد پول خارجی) است، p_t^f سطح قیمت‌های خارجی و p_t سطح قیمت‌های داخلی است. $E_t q_{t+1}$ = انتظارات شکل گرفته نسبت به نرخ ارز حقیقی دوره‌ی بعد است که در زمان t شکل گرفته است و u_t, v_t, ε_t اختلالات تصادفی هستند.

معادله‌ی یک منحنی فیلیپس آینده‌نگر کینزین‌های جدید برای یک اقتصاد باز را نشان می‌دهد. در این اقتصاد تولید حقیقی توسط بنگاه‌هایی که به‌صورت رقابت انحصاری فعالیت می‌کنند تولید می‌شود. این بنگاه‌ها قیمت تولیدات خود را با هدف حداقل کردن تابع هزینه تعیین می‌کنند. مشخصه‌ی ویژه‌ی منحنی فیلیپس اقتصاد باز این است که به غیر از مسیر اثر تقاضا، دارای یک کانال مستقیم اثرگذاری نرخ ارز حقیقی بر تورم داخلی است. معادله‌ی دوم یک منحنی IS برای یک اقتصاد باز را نشان می‌دهد

که تقاضا تابعی از نرخ بهره حقیقی و همچنین نرخ ارز حقیقی است. معادله سوم نیز که همان رابطه‌ی نرخ بهره‌ی ناپوششی یا (UIP)^۱ است.

ترجیحات سیاست‌گذار

ترجیحات سیاست‌گذار تحت تأثیر شکاف تولید حقیقی و انحراف تورم داخلی از تورم هدف است. به عبارتی تابع زیرانی که در صدد به حداقل رساندن آن است به صورت زیر است:

$$\frac{1}{2} E_t \left[\sum_{i=0}^{\infty} \beta^i [y_{t+i}^2 + \mu \pi_{t+i}^2] \right] \quad (۴)$$

مقدار هدف شکاف تولید حقیقی برابر با صفر است، به این معنی که سیاست‌گذار تلاش می‌کند که سطح تولید در سطح بالقوه آن باشد. همچنین فرض می‌شود که میزان بالقوه تولید و تورم هدف ثابت باشد. نوسانات نرخ ارز حقیقی مستقیماً در تابع زیان وارد نشده علت هم این است که تغییرات نرخ ارز حقیقی در تغییرات شکاف تولید منعکس شده است.

سیاست‌گذاری تحت صلاحدید

بهینه‌یابی دوره به دوره و ثابت فرض کردن انتظارات در هر دوره، مشخصه‌ی اصلی سیاست‌گذاری تحت صلاحدید در یک چارچوب آینده‌نگر است.

برای نشان دادن نحوه‌ی عملکرد سیاست صلاحدید در یک اقتصاد باز، قیود موجود در یک معادله خلاصه می‌شود. به این نحو که ابتدا معادله نرخ بهره ناپوششی براساس نرخ ارز حقیقی حل شده و سپس در منحنی فیلیپس و منحنی IS جایگزین می‌شود. سپس رابطه‌ی IS برای نرخ واقعی انتظاری بهره $(R_t - E_t \pi_{t+1})$ حل و در ادامه آن‌چه به دست می‌آید در منحنی فیلیپس قرار داده شده و نتایج به صورت زیر حاصل می‌شود:

$$\pi_t = \left(a + \frac{b}{a_1 + a_2} \right) y_t + E_t \pi_{t+1} + \left[\frac{b a_1}{a_1 + a_2} (R_t^f - E_t \pi_{t+1}^f + E_t q_{t+1} + \varepsilon_t) \right] - \frac{b}{a_1 + a_2} (E_t y_{t+1} + v_t) + u_t \quad (۵)$$

زمانی که سیاست‌گذاری از نوع صلاحدید باشد، سیاست‌گذار انتظارات مردم نسبت به مقادیر آینده‌ی متغیرهای π_t, y_t و q_t را ثابت و داده شده فرض می‌کند. بنابراین رابطه بالا را می‌توان به صورت زیر بازنویسی کرد:

$$\pi_t = \left(a + \frac{b}{a_1 + a_2} \right) y_t + f_t \quad (۶)$$

1. uncovered interest rate parity condition

توجه داشته باشید که می‌توان تابع هدف را نیز به دو بخش تقسیم کرد به طوری که مقادیر آینده‌ی متغیرهای درون‌زا مستقل از اقدام سیاستی امروز باشند.

$$\frac{1}{2} [y_t^2 + \mu \pi_t^2] + F_t \quad (7)$$

بنابراین مسأله‌ی سیاست‌گذاری تحت صلاحدید به یک مسأله‌ی بهینه‌یابی تک دوره‌ای به صورت زیر تبدیل می‌شود:

$$\min_{y_t, \pi_t} \frac{1}{2} [y_t^2 + \mu \pi_t^2] + F_t$$

$$\pi_t = a + \frac{b}{a_1 + a_2} y_t + f_t \quad \text{نسبت به:}$$

ترکیب دو شرط مرتبه اول، یک رابطه‌ی سیستماتیک منفی بین شکاف تولید و شکاف تورم ایجاد می‌کند.

$$y_t = -\mu \left(a + \frac{b}{a_1 + a_2} \right) \pi_t \quad (8)$$

ضریب نرخ تورم میزان زیان مربوط به y_t را که سیاست‌گذار حاضر به تحمل آن در صورت فراتر رفتن تورم از سطح تورم صفر است را نشان می‌دهد. چند واقعیت قابل تأمل در ارتباط با این رابطه تحت حالت صلاحدید وجود دارد:

الف- اگر کانال اثرگذاری نرخ ارز در منحنی فیلیپس حذف شود، به عبارتی اگر $b = 0$ باشد، آن‌گاه ارتباط بهینه بین تولید حقیقی و نرخ تورم در اقتصاد باز و بسته مشابه می‌شود و در این حالت ضریب تورم به $-\mu a$ تبدیل می‌شود. اگر $b > 0$ باشد، همه‌ی پارامترهای مدل روی ضریب π اثر دارند ولی در اقتصاد بسته فقط پارامتر مربوط به تقاضای اضافی در منحنی فیلیپس روی ضریب π اثر دارد.

ب- زمانی که $b > 0$ باشد، ضریب روی نرخ تورم در یک اقتصاد باز بزرگ‌تر از یک اقتصاد بسته است،

$$\mu \left(a + \frac{b}{a_1 + a_2} \right) > \mu a$$

ج- هر چه دو پارامتر a و b در منحنی فیلیپس بزرگ‌تر باشد، سیاست‌گذار زیان بیشتری را برای بالا بردن تورم از سطح تورم هدف باید تحمل کند و بالعکس هر چه حساسیت تولید واقعی نسبت به نرخ واقعی بهره و ارز بیشتر باشد، زیان تولیدی کمتری در ازای فراتر رفتن تورم از تورم هدف متحمل می‌شود و طبیعتاً بی‌زاری بیشتر از انحراف تورم از تورم هدف (μ)، این ضریب را افزایش می‌دهد.

د- در یک اقتصاد بسته ارتباط معکوس بین تولید حقیقی و تورم در شرایط بهینه‌یابی تنها به شوک قیمت تمام شده^۱ بستگی دارد در حالی که در اقتصاد بسته حتی در صورت عدم وجود کانال تقاضای اضافی

$(a = 0)$ باز این ارتباط معکوس بین تورم و تولید تحت سیاست صلاح‌دید وجود دارد. فرض کنید، $v_t > 0$ است. آن‌گاه تولید حقیقی افزایش نرخ بهره را به همراه خواهد داشت که خود منجر به افزایش نرخ ارز و کاهش تورم می‌شود. بنابر این تولید حقیقی و تورم در جهت مخالف تغییر می‌کنند. برای به دست آوردن فرم خلاصه شده ی معادلات مربوط به متغیرهای درون‌زا، شرط بهینه‌یابی یعنی معادله ی (۸) با معادله ی (۵) ترکیب می‌شود. بدین ترتیب ضرایب مربوط به شکاف تولید و تورم نسبت به شوک‌ها که در جدول ۱ خلاصه شده است، به دست می‌آید. نتایج ارائه شده تفاوت اساسی بین اقتصاد باز و بسته را برجسته تر می‌کنند. درحالی که در اقتصاد بسته نرخ تورم و شکاف تولید تنها به نوسانات شوک هزینه واکنش نشان می‌دهند، در اقتصاد باز این دو متغیر درون‌زا به همه ی اختلالات و شوک‌های موجود در مدل واکنش نشان می‌دهند. به عبارتی اختلالات طرف تقاضا- چه داخلی و چه خارجی- به دلیل حضور کانال مستقیم اثرگذاری نرخ ارز در منحنی فیلیپس، به طور کامل تثبیت نمی‌شوند. هر تغییری در نرخ حقیقی بهره حتی در زمان عدم حضور شوک طرف تقاضا، باعث تغییر نرخ ارز شده و خود مستقیماً تورم را تحت تأثیر قرار می‌دهد و میزان این تأثیر مستقیم نرخ ارز به اندازه ی پارامتر b بستگی دارد و چنانچه $b=0$ باشد، آن‌گاه این امکان فراهم می‌شود که در مواجهه با شوک طرف تقاضا سیاست پولی بتواند مجدداً ثبات کامل را به اقتصاد برگرداند.

جدول ۱: واکنش نرخ تورم و شکاف تولید به شوک‌های مدل: در حالت سیاست صلاح‌دید

شوگ	نرخ تورم (π_t)	شکاف تولید (y_t)
IS(v_t)	$-\frac{b}{D}$	$\frac{b\mu(a + (b/a_1 + a_2))}{D}$
Cost-push(u_t)	$\frac{a_1(1 - \phi) + a_2}{D}$	$-\frac{(a_1(1 - \phi) + a_2)\mu(a + (b/a_1 + a_2))}{D}$
UIP(ε_t)	$\frac{a_1 b}{D}$	$-\frac{ab\mu(a + (b/a_1 + a_2))}{D}$
Foreign Inflation (π_t^f)	$-\frac{a_1 b \phi}{D}$	$\frac{ab\phi\mu(a + (b/a_1 + a_2))}{D}$
$D = b\mu[a + (b/a_1 + a_2)](1 - \phi) + (a/a_1 + a_2)((1 - \phi)a_1 + a_2) + (a_1(1 - \phi) + a_2)(1 - \phi + a^2\mu)$		

سیاست‌گذاری تعهد

در حالت تعهد سیاست‌گذار یک قاعده سیستماتیک را دنبال می‌کند به طوری که دغدغه ی او انحراف تورم و شکاف تولید از مقادیر هدف آنهاست. قاعده ی سیاستی روی دو متغیر هدف تمرکز داشته و یک فرم خطی ساده پیدا می‌کند، به نحوی که:

$$\theta y_t + \pi_t = 0 \quad (9)$$

یک تفاوت اساسی که سیاست‌گذاری براساس تعهد را از حالت صلاحدید متمایز می‌کند، نقش انتظارات در مدل است. در حالت صلاحدید سیاست‌مدار براساس انتظارات داده شده و ثابت عمل می‌کند زیرا قادر نیست مرتباً آنها را مدیریت کند. در مقابل، تحت تعهد، انتظارات از مقادیر آینده‌ی تورم و تولید و نرخ ارز حقیقی، خاص^۲ سیستم و به‌صورت درون‌زا در سیستم لحاظ می‌شود و ویژگی موقتی بودن اختلالاتی که اقتصاد را تأثیر قرار می‌دهد، در تعیین این انتظارات بسیار مهم است. فرض می‌شود که همگی شوک‌ها از یک فرآیند گام تصادفی مرتبه اول تبعیت می‌کنند.

در ادامه، معادله شماره‌ی (۹) با معادلات IS، فیلیپس و UIP ترکیب شده و برای به‌دست آوردن مقادیر انتظارات آینده از نرخ تورم، تولید و نرخ ارز واقعی، مجدد راه‌حل‌های احتمالی برای سه متغیر درون‌زا به‌نحوی که براساس حداقل متغیر وضعیت باشند، به‌دست می‌آید.

راه‌حل مربوط به y_t در جدول ۲ آورده شده است.^۳ واضح است که ضرایب مربوط به اختلالات تصادفی به پارامتر سیاستی، θ و پارامتر ضریب خود رگرسیون، Φ بستگی دارد. قبل از معرفی هدف سیاست‌گذار، اجازه دهید ابتدا، تابع زیان به‌صورت متفاوتی بازنویسی شود.

$$\frac{1}{2} E_t \left[\sum_{i=0}^{\infty} \beta^i [y_{t+i}^2 + \mu \pi_{t+i}^2] \right] = (1 + \mu \theta^2) y_t^2 E_t \sum_{i=0}^{\infty} \frac{\beta^i y_{t+i}^2}{y_t^2} \quad (10)$$

مرحله بعد شامل جایگذاری شکل خلاصه شده‌ی معادله‌ی y_t در تابع هدف است. در حالت تعهد، سیاست‌گذار پارامتر سیاستی θ را به‌گونه‌ای تعیین می‌کند که تابع هدف خود را حداقل کند. بدین ترتیب هدف سیاست‌گذار تحت تعهد را می‌توان به شکل زیر بیان کرد:

$$\min_{\theta} \frac{(1 + \mu \theta^2) [b v_t - (a_1(1 - \phi) + a_2) u_t + a_1 b \phi \pi_t^f - a_1 b (\varepsilon_t + R_t^f)]^2}{[(a_1(1 - \phi) + a_2)(\theta(1 - \phi) + a) + b(1 - \phi)]^2} L_t$$

که در این جا $L_t = E_t \sum_{i=0}^{\infty} \frac{\beta^i y_{t+i}^2}{y_t^2}$ است که پارامتر θ در درون آن وجود ندارد. پس جواب مسأله‌ی حداقل کردن به این صورت خواهد بود:

$$\theta^c = \frac{1 - \phi}{\mu \left[a + \frac{b(1 - \phi)}{a_1(1 - \phi) + a_2} \right]} \quad (11)$$

اگر به معادله‌ی (۹) برگردید و معادله‌ی (۱۱) را در آن جایگزین کنید، خواهید داشت:

1. systematically
2. endemic

۳. به‌منظور اطلاع از جزئیات محاسبات، به مطالعه‌ی گرتلر (۲۰۰۶) مراجعه گردد.

$$y_t = -\frac{\mu}{1-\phi} \left[a + \frac{b(1-\phi)}{a_1(1-\phi) + a_2} \right] \pi_t \quad (12)$$

معادله‌ی (۱۲) در واقع ارتباط بهینه بین تولید حقیقی و نرخ تورم را در یک اقتصاد باز تحت سیاست تعهد نشان می‌دهد. همچنین جدول شماره‌ی (۳) نشان می‌دهد که چگونه نرخ تولید واقعی و نرخ تورم، به ترتیب به اختلالات تصادفی در حالت تعهد پاسخ می‌دهند. پاراگراف بعدی به دنبال برجسته‌تر کردن اختلافات اساسی بین سیاست صلاحدید در مقابل سیاست براساس تعهد است.

جدول ۲: فرم خلاصه شده برای تولید حقیقی

شوگ	شکاف تولید (y_t)
IS(v_t)	$\frac{b}{(a_1(1-\phi) + a_2)(\theta(1-\phi) + a) + b(1-\phi)}$
Cost-push(u_t)	$\frac{-(a_1(1-\phi) + a_2)}{(a_1(1-\phi) + a_2)(\theta(1-\phi) + a) + b(1-\phi)}$
UIP(ε_t)	$\frac{-a_1 b}{(a_1(1-\phi) + a_2)(\theta(1-\phi) + a) + b(1-\phi)}$
Foreign Inflation (π_t^f)	$\frac{\phi a_1 b}{(a_1(1-\phi) + a_2)(\theta(1-\phi) + a) + b(1-\phi)}$
نکته: جایگزینی معادله برای y_t در قاعده‌ی سیاستی منجر به فرم خلاصه شده برای نرخ تورم می‌شود: $\pi_t = -\theta y_t$	

جدول ۳: واکنش‌های نرخ تورم و شکاف تولید به اختلالات مدل: حالت تعهد

شوگ	نرخ تورم (π_t)	شکاف تولید (y_t)
IS(v_t)	$-\frac{b}{C}$	$\frac{b(\mu/1-\phi)(a + (b(1-\phi)/a_1(1-\phi) + a_2))}{C}$
Cost-push(u_t)	$\frac{a_1(1-\phi) + a_2}{C}$	$-\frac{(a_1(1-\phi) + a_2)(\mu/1-\phi)(a + (b(1-\phi)/a_1(1-\phi) + a_2))}{C}$
UIP(ε_t)	$\frac{a_1 b}{C}$	$-\frac{a_1 b(\mu/1-\phi)(a + (b(1-\phi)/a_1(1-\phi) + a_2))}{C}$
Foreign Inflation (π_t^f)	$-\frac{a_1 b \phi}{C}$	$\frac{a_1 b \phi(\mu/1-\phi)(a + (b(1-\phi)/a_1(1-\phi) + a_2))}{C}$
که:		$C = b\mu(a + (b(1-\phi)/a_1(1-\phi) + a_2) + a) + ((1-\phi)a_1 + a_2)((1-\phi) + a^2\mu/1-\phi)$

بررسی شرایط بهینه تحت حالت صلاحدید (معادله ۸) و تعهد (معادله ۱۳) نشان می‌دهد که آنها زمانی متفاوت هستند که $\phi \neq 0$ باشد. بنابراین برای اینکه رفتار تولید حقیقی و نرخ تورم تحت دو سیاست صلاحدید و تعهد متفاوت باشد لازم است که اختلالات تصادفی حداقل از گام تصادفی مرتبه اول تبعیت کنند یا به عبارتی حافظه دار لحاظ شوند. مهم‌تر از همه این که زمانی که $\phi > 0$ است، ضریب مربوط به نرخ تورم در بهینه یابی در حالت تعهد بزرگ تر از حالت صلاحدید است.

مجدد منحنی فیلیپس را برای اقتصاد باز در نظر بگیرید. تکرار معادله‌ی یک معادل است با:

$$\pi_t = E_t \sum_{i=0}^{\infty} a y_{t+1} + b q_{t+1} + u_{t+i} \quad (الف-۱)$$

راه‌حل‌های مربوط به y_{t+1} و q_{t+1} که براساس حداقل متغیرهای وضعیت هستند را در رابطه‌ی فیلیپس جایگزین می‌کنیم:

$$\pi_t = E_t \sum_{i=0}^{\infty} a (\gamma_{10} v_{t+i} + \gamma_{11} u_{t+i} + \gamma_{12} \varepsilon_{t+i} + \gamma_{13} \pi_{t+i}^f) + b (\gamma_{30} v_{t+i} + \gamma_{31} u_{t+i} + \gamma_{32} \varepsilon_{t+i} + \gamma_{33} \pi_{t+i}^f) + u_{t+i} \quad (ب-۱)$$

که فرم خلاصه شده آن خواهد بود:

$$\pi_t = \frac{(a\gamma_{10} + b\gamma_{30})}{1-\phi} v_t + \frac{(a\gamma_{11} + b\gamma_{31} + 1)}{1-\phi} u_t + \frac{(a\gamma_{12} + b\gamma_{32})}{1-\phi} \varepsilon_t + \frac{(a\gamma_{13} + b\gamma_{33})}{1-\phi} \pi_t^f \quad (ج-۱)$$

یا به عبارتی:

$$\pi_t = \frac{a}{1-\phi} y_t + \frac{b}{1-\phi} q_t + \frac{1}{1-\phi} u_t \quad (د-۱)$$

معادله‌ی (د-۱) ارتباط بین نرخ تورم، تولید حقیقی و نرخ ارز حقیقی تحت سیاست صلاحدید را نشان می‌دهد. با توجه به این معادله، کاهش در شکاف تولید و کاهش نرخ ارز حقیقی (افزایش ارزش پول داخلی) با کاهش نرخ تورم همراه است. از مقایسه‌ی ضرایب سمت راست معادله‌ی (د-۱) با همتایان خود در شرایط سیاست صلاحدید:

$$\pi_t = a y_t + b q_t + E_t \bar{\pi}_{t+1} + u_t \quad (ه-۱)$$

کاملاً آشکار است که ضرایب مربوط به تولید واقعی و نرخ ارز حقیقی در حالت تعهد بزرگ‌تر از حالت صلاحدید است.

$$\frac{a}{1-\phi} > a \quad \text{و} \quad \frac{b}{1-\phi} > b \quad (۱۳)$$

حساسیت بیشتر نرخ تورم تحت حالت صلاحدید نتیجه‌ی مستقیم اثر قاعده‌ی سیاستی بر انتظارات از تحولات مقادیر آینده‌ی تولید حقیقی و نرخ بهره است.

دومین تفاوت اساسی بین سیاست تعهد و صلاحدید از معادله‌ی بده بستان بین تورم و تولید و ضرایب مربوط به اختلالات در معادلات π_t, y_t ناشی می‌شود. از مقایسه ضرایب جداول ۱ و ۳ مشخص می‌شود که نرخ تورم نسبت به شوک‌ها در حالت سیاست تعهد حساسیت کمتری نسبت به حالت صلاحدید دارد و کمتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد. درحالی‌که صورت کسر در هر دو استراتژی برای ضرایب یکسان است، مخرج در حالت تعهد، آشکارا بزرگ‌تر است. در مقابل تولید حقیقی در حالت تعهد نسبت به صلاحدید

نسبت به شوک‌ها ناپایدارتر است. بنابراین در حالت تعهد، تورم به مقدار هدف خود نزدیک‌تر است در حالی که شکاف تولید در حالت صلاحدید کمتر است. به عبارتی در حالت صلاحدید بیشتر تمایل به سمت تثبیت تولید واقعی وجود دارد.

اکنون که نحوه عملکرد سیاست‌گذار در حالت صلاحدید و تعهد که در بخش‌های بعدی نیز بسیار کمک‌کننده است، روشن شد در ادامه به معرفی روش تعادل عمومی پویای تصادفی به‌عنوان ابزاری در جهت رسیدن به هدف مطالعه، پرداخته می‌شود.

۲-۲. شواهد تجربی

در ادامه، برخی مطالعات مرتبط با موضوع که نزدیکی بیشتری با این پژوهش دارند، بررسی می‌شود.

۲-۲-۱- مطالعات انجام شده در خارج

ووکاتیک^۱ (۲۰۰۷) به دنبال یافتن مهم‌ترین مشخصه‌ی مورد نیاز برای مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی در جهت توضیح نوسانات نرخ ارز و مسیر انتقال این اثر به داده‌های اقتصادی است. وی در مطالعه خود با عنوان تغییرات نرخ ارز در یک مدل DSGE برای یک اقتصاد باز کوچک به دنبال طراحی مدلی به منظور نشان دادن نوسانات نرخ ارز و حضور آن در مدل است. در این مقاله نشان داده شده که بحث چسبندگی قیمت در بخش واردات و تولید داخل مهم‌ترین ویژگی مدل برای نشان دادن اثر نوسانات نرخ ارز است که با حذف آن مدل توانایی کمتری در توضیح اثرگذاری نرخ ارز بر داده‌های اقتصادی دارد.

زمان^۲ و همکاران (۲۰۰۸) در پژوهش خود به منظور بررسی اثر شوک نرخ ارز و شوک نرخ بهره، اقدام به تعریف یک مدل DSGE برای یک اقتصاد باز کوچک و تخمین و کالیبره کردن پارامترها با استفاده از داده‌های فصلی مربوط به سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۶ برای اقتصاد اسلواکی می‌کنند. در مدل آنها ۳ نوع چسبندگی لحاظ می‌شود که شامل یک نوع چسبندگی حقیقی و دو چسبندگی اسمی است. بحث چسبندگی اسمی مربوط به بحث شکل‌گیری عادت در رفتار مصرف‌کننده و چسبندگی‌های اسمی مربوط به انعطاف‌ناپذیری قیمت‌های تولید داخل و چسبندگی قیمت در کالاهای وارداتی است. مدل به روش بی‌زین تخمین زده شده است و نمودار توابع واکنش متغیرهای وابسته به شوک نرخ بهره و نرخ ارز استخراج شده است. سپس نتایج مدل با اقتصاد واقعی اسلواکی مقایسه شده است. نویسندگان معتقدند مدل مورد استفاده تمامی واقعیت‌های اقتصاد اسلواکی را پوشش نداده و توسعه مدل را به مطالعات آینده موکول کرده اند.

داویس و فوجیوارا^۳ (۲۰۱۵) به بررسی اعتبار و شناورسازی نرخ ارز برای دو گروه کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته طی دوره زمانی ۲۰۱۰-۱۹۹۸ پرداختند. نتایج نشان داد که برای یک اقتصاد

1. Vukotic
2. Zeman
3. Davis and Fujiwara

نسبتاً بسته، هدف‌گذاری تورم منجر به رفاه اجتماعی بالاتر می‌شود؛ اما برای یک اقتصاد خیلی باز و دارای تجارت زیاد، هدف‌گذاری نرخ ارز مناسب‌تر است. همچنین در کشورهایی که بانک مرکزی اعتبار کمتری دارد، تمایل به نرخ ارز می‌خکوب بیشتر است.

بارتولومئو و دیگران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای با عنوان سیاست بهینه در یک مدل کینزی جدید با انتظارات غیر همگن به دنبال یافتن جوابی برای این سوالات هستند که؛ در دنیایی که انتظارات ناهمگن است، طراحی سیاست به چه شکل است؟ آیا زمانی که انتظارات ناهمگن لحاظ می‌شود، سیاست‌های متعارف کارایی قبلی خود را داشته و یا اینکه زیان رفاهی بیشتری به همراه دارند؟. جواب به این سوالات در چارچوب یک مدل کینزی جدید که در آن کارگزاران دارای انتظارات ناهمگنی هستند، بررسی شده است. به عبارتی با این فرض که تعدادی از کارگزاران دارای انتظارات تطبیقی هستند به مسئله سیاست بهینه پرداخته شده است. در ادامه این مسئله که دستاوردهای سیاست مبتنی بر تعهد نسبت به صلاحدید، چگونه تحت تاثیر درجه‌ی عقلانیت حاکم بر جامعه قرار می‌گیرد بررسی می‌شود. از مقایسه‌ی کارایی رفاهی تحت رژیم‌های مختلف، می‌توان استنباط کرد که همان‌طور که انتظار می‌رود همچنان رفتار بر اساس تعهد تضمین‌کننده‌ی زیان رفاهی کمتری در مقایسه با سیاست صلاحدید است.

۲-۲-۲. مطالعات انجام شده در داخل

خوشبخت و اخباری (۱۳۸۶) نحوه و میزان انتقال تغییرات نرخ ارز به شاخص‌های قیمت مصرف‌کننده و واردات با استفاده از الگوی خودرگرسیون برداری ساختاری و توابع واکنش تکانه‌ای و تجزیه واریانس چولگی به صورت فصلی طی دوره ۱۳۸۳-۱۳۶۹ مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که انتقال تغییرات نرخ ارز بر شاخص قیمت واردات بیشتر از شاخص قیمت مصرف‌کننده می‌باشد.

توکلی و سیاح (۱۳۸۹) به بررسی تأثیر نوسانات نرخ ارز بر تولید واقعی و ارزش واقعی اقلام تشکیل‌دهنده تقاضای کل کشور می‌پردازند. نوسانات نرخ ارز به دو جزء قابل پیش‌بینی و غیر قابل پیش‌بینی تجزیه شده و تأثیر این نوسانات در کنار دو ابزار سیاست پولی (نقدینگی) و سیاست مالی (مخارج دولت) بر فعالیت‌های اقتصادی کشور مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. مدل اقتصادی یک سیستم معادلات همزمان است که با استفاده از اطلاعات سالانه در سال‌های ۱۳۳۹ تا ۱۳۸۶ برآورد شده است. نتایج نشان می‌دهند که با افزایش نرخ ارز، صادرات غیرنفتی، واکنش منفی و مخارج خانوارها واکنش مثبتی را نشان می‌دهند. واردات کشور نسبت به نوسانات نرخ ارز تأثیرپذیری قابل توجهی را نشان نمی‌دهد. نوسانات نرخ ارز تأثیر چندانی بر تولید واقعی کشور و سرمایه‌گذاری خصوصی ندارد.

صلوی تبار و جلالی نائینی (۱۳۹۳) به بررسی کارایی نظام‌های مختلف ارزی براساس کاهش زیان بانک مرکزی در قالب الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی با توجه به شرایط اقتصاد ایران پرداختند.

نتایج نشان داد قاعده بهینه پولی تحت نظام‌های ارزی شناور مدیریت شده عملکرد بهتری نسبت به قواعد بهینه پولی تحت نظام‌های ارزی دیگر دارد. بر این اساس، پیشنهاد دادند تصمیم‌گیری بانک‌های مرکزی براساس بازخورد دو قاعده سیاستی، یکی برای نرخ‌های سود اسمی و دیگری برای نرخ تغییر ارزش اسمی ارز، می‌تواند منجر به اجرای بهتری نسبت به الگوهای هدف‌گذاری تورمی یا نرخ ارز ثابت شود.

محمودزاده و صادقی (۱۳۹۵) به مقایسه قواعد پولی جایگزین متناظر با نظام‌های مختلف ارزی برای اقتصاد ایران در یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی در مواجهه با شوک‌های داخلی می‌پردازند. بدین منظور واکنش متغیرهای کلیدی اقتصاد نسبت به تکانه‌های داخلی تحت قاعده‌ی تثبیت نرخ ارز و هدف‌گذاری تورم بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد که تاثیر تکانه‌ها بر متغیرهای اقتصاد کلان به طور معناداری به کانال قواعد پولی بستگی دارد، به طوری که هر یک از تکانه‌ها تحت قاعده‌ی سیاستی تیلور با هدف نرخ ارز منجر به نوسانات بیشتر سرمایه‌گذاری و تولید کل در دو بخش قابل تجارت و غیر قابل تجارت خواهد شد، اما واکنش تورم و نرخ ارز واقعی تحت این قاعده متقاعد کننده تر است. در مجموع می‌توان گفت که قاعده‌ی تیلور با هدف نرخ ارز، در تثبیت نرخ ارز واقعی و تورم از عملکرد بهتری برخوردار است. نتیجه کلیدی آن است که در گذار به سمت نظام ارزی شناور آزاد، مقامات پولی ایران از نظام ارزی میانه استفاده کنند.

۳. روش تحقیق و معرفی الگو

هدف از این پژوهش، طراحی یک الگوی کاربردی در قالب اقتصاد کلان باز جدید به منظور بررسی اثر شوک نرخ ارز بر متغیرهای تولید و تورم تحت دو سناریوی سیاست‌گذاری صلاح‌دید و تعهد، متناسب با اقتصاد ایران است. لذا سعی شده الگوی طراحی شده ضمن دارا بودن ویژگی سادگی که مستلزم یک الگوی خوب است، ویژگی‌های اقتصاد ایران را نیز تا حد امکان دارا بوده و اهداف مطالعه را پوشش دهد. در این مدل فرض شده که دو اقتصاد حضور دارند. در یک طرف یک اقتصاد باز و کوچک وجود دارد و در سوی دیگر، اقتصاد خارج قرار دارد که در مقایسه با اقتصاد داخل بزرگ‌تر است و نسبتاً بسته لحاظ می‌شود و فرض بر این است که اقتصاد داخل نمی‌تواند اقتصاد خارج را تحت تأثیر قرار دهد. منظور از اقتصاد خارج، بقیه اقتصاد جهانی است و اقتصاد خارجی به شکل برون‌زا در مدل لحاظ می‌شود. مدل مورد استفاده در این پژوهش به پیروی از زمان^۱ و همکاران (۲۰۰۸) و با نزدیک کردن آن به شرایط ایران به دست آمده است.

در این مدل یک نوع چسبندگی حقیقی و دو نوع چسبندگی اسمی در نظر گرفته شده است. چسبندگی حقیقی لحاظ بحث شکل‌گیری عادت در مصرف است و دو چسبندگی اسمی، بحث چسبندگی قیمت

در مورد کالاهای داخلی و وارداتی است. مدل تعریف شده در این مطالعه برای اقتصاد ایران، دربر دارنده‌ی کارگزاری مثل خانوارها، تولیدکنندگان کالاهای نهایی و واسطه، صادرکنندگان، واردکنندگان و نیز دولت و بانک مرکزی به‌عنوان سیاست‌گذار پولی است. در این الگو خانوارها و تولیدکنندگان براساس بهینه‌یابی توابع هدف خود فعالیت می‌نمایند و فرض می‌شود سیاست پولی بانک مرکزی یک بار براساس صلاحدید و بار دیگر براساس تعهد عمل کند. در ادامه هر یک از کارگزاران اقتصاد مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۳-۱. خانوارها

اقتصاد بر پایه یک خانوار نمونه شکل می‌گیرد که هدف آن حداکثر کردن مطلوبیت مورد انتظار است. فرض می‌شود در اقتصاد N نیروی کار همگن وجود دارد. خانوارها از مصرف و نگهداری مانده حقیقی پول مطلوبیت و از کار کردن عدم‌مطلوبیت کسب می‌کنند. به عبارتی برای معرفی تابع مطلوبیت خانوار از تابع MIU^1 استفاده می‌شود.

$$E_0 \sum_0^{\infty} \beta^t u_t^u \left(\frac{(C_t - h^c C_{t-1}^M)^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{N_t^{1+\phi}}{1+\phi} + \frac{\left(\frac{M_t^c}{P_t}\right)^{1-\xi}}{1-\xi} \right) \quad (14)$$

در رابطه فوق C, N, M و P به ترتیب سطح مصرف، میزان کار، حجم نقدینگی و سطح عمومی قیمت‌ها را نشان می‌دهند. اندیس t نیز زمان را برای هر متغیر نشان می‌دهد. β عامل تنزیل، σ کشش بین دوره‌ای مصرف، ϕ کشش عرضه نیروی کار و ξ کشش تقاضای مانده حقیقی نسبت به بهره است. همچنین روند شکل‌گیری عادت در مصرف لحاظ شده است. همچنین فرض می‌شود، C_t یک شاخص مرکب از سبد کالاهای تولید داخل و خارج است، به طوری که:

$$C_t = \left[(1-\alpha)^{\frac{1}{\eta}} (C_{H,t})^{\frac{\eta-1}{\eta}} + \alpha^{\frac{1}{\eta}} (C_{F,t})^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}} \quad (15)$$

که $(1-\alpha)$ سهم کالاهای داخلی در سبد مصرف کننده و η کشش جانشینی بین کالاهای داخلی و خارجی است. سبد مصرف داخلی و خارجی خود حاصل تابع جمع‌گر دیگریت و استیگلیتز^۲ از کالاهای داخلی و خارجی است:

$$C_{F,t} = \left(\int_0^1 C_{F,t}(j)^{\frac{\tau-1}{\tau}} dj \right)^{\tau/(\tau-1)} \quad \text{و} \quad C_{H,t} = \left(\int_0^1 C_{H,t}(i)^{\frac{\tau-1}{\tau}} di \right)^{\tau/(\tau-1)} \quad (16)$$

که $i \in [0, 1]$ و $j \in [0, 1]$ به ترتیب تنوع کالاهای داخلی و خارجی را نشان می‌دهد و τ کشش جانشینی بین اقلام مختلف کالا در هر کشور است.

1. Money in Utility
2. Dixit-Stiglitz aggregates

همچنین شاخص کل قیمت (CPI) به وسیله‌ی شاخص قیمت کالای تولید داخل و کالای وارداتی به پول داخلی به صورت زیر قابل بیان است:

$$P_t = \left[(1-\alpha)(P_{H,t})^{1-\eta} + \alpha(P_{F,t})^{1-\eta} \right]^{\frac{1}{1-\eta}} \quad (17)$$

به منظور دستیابی به تقاضا کالاهای داخلی و خارجی از هر گروه از کالاها، خانوارها اقدام به حل مسأله حداقل‌سازی هزینه می‌کنند. مسأله حداقل‌سازی هزینه هر گروه از کالاها با توجه به قید مصرف مربوط به هر گروه از کالاها و با استفاده از تعریف شاخص قیمت برای کالاهای داخلی و وارداتی به دست می‌آید.

در نتیجه این بهینه یابی و انجام حالت مشابه آن برای کالاهای وارداتی، تقاضا برای اقلام مختلف کالاهای داخلی و وارداتی به صورت زیر به دست می‌آید:

$$C_{F,t}(j) = \left(\frac{P_{F,t}(j)}{P_{F,t}} \right)^{-\tau} C_{F,t} \quad \text{و} \quad C_{H,t}(i) = \left(\frac{P_{H,t}(i)}{P_{H,t}} \right)^{-\tau} C_{H,t} \quad (18)$$

از ترکیب این روابط با تعریف شاخص‌های قیمت داخلی و خارجی:

$$\int_0^1 [P_{H,t}(i)C_{H,t}(i) + P_{F,t}(i)C_{F,t}(i)] di = P_{H,t}C_{H,t} + P_{F,t}C_{F,t} \quad (19)$$

حداقل کردن هزینه مصرف کل نسبت به قید شاخص مصرف ترکیبی، سهم تقاضای کالاهای داخلی و خارجی از کل مصرف را تعیین می‌کند:

$$C_{F,t} = \alpha \left(\frac{P_{F,t}}{P_t} \right)^{-\eta} C_t \quad \text{و} \quad C_{H,t} = (1-\alpha) \left(\frac{P_{H,t}}{P_t} \right)^{-\eta} C_t \quad (20)$$

همچنین قید بودجه مصرف کننده به صورت زیر قابل نوشتن است:

$$P_t C_t + B_t + M_t = R_{t-1} B_{t-1} + W_t N_t + M_{t-1} + \Pi_{H,t} + \Pi_{f,t} + R_{t-1}^* \varepsilon_t B_{t-1}^* - T_t \quad (21)$$

در این رابطه P_t ، CPI داخلی، B_t ، خرید اوراق اسمی است. M_t^C حجم پول نگهداری شده توسط خانوار، W_t دستمزد اسمی و $\Pi_{H,t}$ و $\Pi_{f,t}$ سود حاصل از بنگاه‌های تولید کننده کالای داخلی و وارد کننده کالا است. همچنین T_t جمع پرداخت‌های انتقالی و مالیات‌ها و R_t ، نرخ بهره اسمی ناخالص است و به صورت $1 + i_t = R_t$ تعریف می‌شود که منظور از i_t نرخ بهره اسمی خالص است. همچنین ε_t نرخ ارز اسمی و R_t^* ، نرخ بهره مربوط به اوراق قرضه ی خارجی است. در مورد ایران اگر $R_{t-1}^* = 1$ فرض کنید آنگاه:

$$r_{t-1}^* = 0 \quad \leftarrow \quad R_{t-1}^* = 1 + r_{t-1}^*$$

به عبارتی اوراق قرضه ای که نرخ بهره ی آن صفر است، همان پول است. اگر نرخ بهره صفر باشد این دارایی خارجی (B_{t-1}^*) تبدیل به دلار می شود. به عبارتی خانوار نمونه اقدام به نگهداری مقداری دلار به عنوان دارایی می کند. بدین ترتیب از آنجایی که حساب سرمایه در ایران تقریباً بسته است و بحث نگداری اوراق قرضه خارجی برای ایران کاربردی نیست، می توان بحث نگهداری دلار را جایگزین آن کرد.

۳-۲. بنگاه ها

بنگاه ها در مدل مربوطه سه دسته هستند؛ تولیدکنندگان داخلی، واردکنندگان و صادرکنندگان.

تولید کنندگان داخلی

تولید کنندگان داخلی با استفاده از نیروی کاری که خانوار در اختیار آنها قرار می دهند اقدام به تولید می کنند. بنابراین تابع تولیدی به شکل زیر دارند:

$$Y_t = A_t N_t \quad (22)$$

که Y_t ؛ میزان تولید داخل و A_t بیانگر پروسه تکنولوژی است. فرض می شود تکنولوژی از یک معادله گام تصادفی بدین شکل تبعیت می کند:

هدف تولید کننده حداقل کردن هزینه است. نتیجه این بهینه یابی، هزینه نهایی واقعی است:

$$mc_t = \frac{W_t}{P_{H,t} A_t} \quad (23)$$

که در این رابطه $P_{H,t}$ شاخص قیمت کالاهای تولید داخل است.

رفتار قیمت گذاری تولید کنندگان داخلی

تولید کنندگان داخلی که به صورت رقابت انحصاری فعالیت می کنند کالاهای متفاوتی را تولید می کنند. این بنگاه ها قیمت خود را طبق الگوی قیمت گذاری کالو تعیین می کنند. بدین ترتیب بحث چسبندگی قیمت به پیروی از کالو (۱۹۸۳) اعمال می شود. بدین شکل که فرض می شود در هر دوره $(1 - \theta_H)$ از بنگاه ها قیمت خود را به صورت بهینه تعیین می کنند درحالی که θ_H از بنگاه ها قیمت را با توجه به قاعده شاخص سازی قیمت نسبت به تورم گذشته به شکل زیر تعدیل می کنند:

$$P_{H,t}(j) = P_{H,t-1}(j) (\pi_{H,t-1})^{\delta_H} \quad (24)$$

که در اینجا δ_H درجه شاخص سازی نسبت به تورم گذشته است و $\pi_{H,t-1}$ نرخ تورم کالاهای داخلی مربوط به دوره گذشته است. بدین ترتیب شاخص قیمت کل به صورت زیر به دست می آید:

$$P_{H,t} = [(1 - \theta_H) \hat{P}_{H,t}(j)^{1-\eta} + \theta_H (P_{H,t-1} (\pi_{H,t-1})^{\delta_H})^{1-\eta}]^{\frac{1}{1-\eta}} \quad (25)$$

که از آنجایی که همه بنگاه‌های که در هر دوره اقدام به بهینه‌یابی قیمت می‌کنند با مسأله مشابهی روبه‌رو هستند. قیمت بهینه تعیین شده برای همه بنگاه‌ها یکسان بوده و لذا $\hat{P}_{H,t}(j) = \hat{P}_{H,t}$ و بنگاه‌ها همگی با یک منحنی تقاضا برای کالاهای خود روبه‌رو هستند:

$$Y_{H,t}(j) = \left(\frac{P_{H,t}(j)}{P_{H,t}} \right)^{-\eta} Y_{H,t} \quad (26)$$

بنگاه‌هایی که قادر به قیمت‌گذاری در یک دوره مشخص هستند ارزش جاری سود مورد انتظار خود را حداکثر می‌کنند. بعد از حداکثرسازی سود بنگاه برای درصدی از بنگاه‌ها که به صورت بهینه عمل می‌کنند و به آوردن قیمت بهینه برای $(1 - \theta_H)$ درصد مابقی بنگاه‌ها، سپس ه آوردن میانگین قیمت کلیه بنگاه‌ها و لگاریتم خطی‌سازی، رابطه منحنی فیلیپس کینزی جدید به دست می‌آید:

$$\hat{\pi}_{H,t} = \frac{\beta}{1 + \beta\delta_H} E_t(\hat{\pi}_{H,t+1}) + \frac{\delta_H}{1 + \beta\delta_H} \hat{\pi}_{H,t-1} + \frac{(1 - \theta_H)(1 - \beta\delta_H)}{\theta_H} \widehat{mc}_t \quad (27)$$

وارد کنندگان

چون بحث اصلی این مطالعه بررسی اثر شوک نرخ ارز است باید شرایط درجه انتقال‌پذیری نرخ ارز نیز لحاظ شود. بدین منظور فرض می‌شود که بنگاه‌های وارداتی نیز از شرایط رقابت انحصاری برخوردار بوده و امکان قیمت‌گذاری دارند و این تعیین قیمت براساس حداکثرسازی سود به دست می‌آید و از قیمت کالا در خارج متمایز است. این فرض این امکان را فراهم می‌آورد که در کوتاه‌مدت، تغییرات در قیمت کالای وارد شده به قیمتی که در آن قیمت، کالا به مصرف‌کننده داخلی فروخته‌ی شود، منتقل نشود. یا به عبارتی بحث انتقال‌پذیری ناقص^۱ در نظر گرفته شده و شرایط قانون قیمت واحد برقرار نمی‌باشد. در این حالت شکاف LOOP^۲ بدین شکل قابل تعریف است:

$$\Psi_{F,t} = \frac{\varepsilon_t P_t^*}{P_{F,t}} \quad (28)$$

که در این رابطه ε_t ، نرخ ارز اسمی بوده و از رابطه زیر تبعیت می‌کند:

$$\ln(\varepsilon_t) = \ln(\varepsilon_{ss}) + \rho_\varepsilon \ln(\varepsilon_{t-1}) + u_t^\varepsilon \quad (29)$$

$P_{F,t}$ شاخص قیمت کالای وارداتی و P_t^* شاخص قیمت کالاها در خارج است. زمانی قانون قیمت واحد برقرار است که $\Psi_{F,t} = 1$ باشد. در اینجا به منظور در نظر گرفتن بحث انتقال‌پذیری ناقص فرض می‌شود که درصدی از واردکنندگان اقدام به بهینه‌یابی و حداکثرسازی سود خود می‌کنند. بدین ترتیب

1. incomplete pass trough

2. Law Of One Price

منحنی فیلیپس کینزی جدید برای تورم وارداتی، در حالت برقراری قانون کالوو (۱۹۸۳) با فرض اینکه در هر دوره تنها سهمی از وارد کنندگان؛ $(1 - \theta_F)$ که به طور تصادفی انتخاب می‌گردند، قیمت خود را به صورت بهینه تعدیل می‌کنند و مابقی بهینه‌سازی انجام نمی‌دهند بلکه اقدام به شاخص‌سازی نسبت به تورم دوره گذشته می‌کنند، به دست می‌آید.

تعدیل قیمت بنگاه‌هایی که اقدام به شاخص‌سازی می‌کنند، بدین شکل بیان می‌شود:

$$P_{F,t}(j) = P_{F,t-1}(j)(\pi_{F,t-1})^{\delta_F} \quad (30)$$

که $\pi_{F,t-1}$ نرخ ناخالص تورم وارداتی مربوط به دوره قبل است و δ_F پارامتری است که درجه شاخص‌بندی قیمت را ارائه می‌دهد. در هر دوره سایر وارد کنندگان جریان مورد انتظار سود تنزیل شده خود را ماکزیمم می‌کنند لذا تورم وارداتی بعد از میانگین وزنی گرفتن از قیمت بهینه مربوط به بنگاه‌های بهینه گر و قیمت اتخاذ شده براساس شاخص‌سازی توسط سایر بنگاه‌ها، بدین شکل به دست می‌آید:

$$\pi_{F,t} = \frac{\beta}{1+\beta\delta_F} E_t(\pi_{F,t+1}) + \frac{\delta_F}{1+\beta\delta_F} \pi_{F,t-1} + \frac{(1-\theta_F)(1-\beta\delta_F)}{\theta_F} \psi_{F,t} \quad (31)$$

۳-۳. تورم، نرخ ارز حقیقی و رابطه‌ی مبادله^۱

تعدادی از متغیرها در اینجا براساس مطالعه گالی و مُناکلی (۲۰۰۵)^۲ تعریف می‌شود، بدین شکل که: ارتباط بین تورم داخلی و تورم وارداتی تحت عنوان رابطه‌ی مبادله شناخته می‌شود که بیانگر رقابت‌پذیری تولیدات داخلی است:

$$S_t = u_t^s \frac{P_{F,t}}{P_{H,t}} \quad (32)$$

که در این رابطه S_t رابطه‌ی مبادله و $P_{H,t}$ و $P_{F,t}$ به ترتیب قیمت داخلی کالاهای وارداتی و کالاهای تولید داخل است و u_t^s شوک رابطه‌ی مبادله است. رابطه‌ی مبادله‌ی خطی را به صورت زیر می‌توان نوشت:

$$\hat{\pi}_{F,t} = \Delta \hat{s}_t + \hat{\pi}_{H,t} - \hat{u}_t^s \quad (33)$$

تورم CPI را می‌توان از رابطه مربوط به شاخص CPI به صورت زیر به دست آورد.

$$\hat{\pi}_t = (1 - \alpha)\hat{\pi}_{H,t} + \alpha\hat{\pi}_{F,t} \quad (34)$$

که در اینجا α بیانگر سهم کالاهای وارداتی در مخارج خانوار و بیانگر درجه باز بودن کشور است.

1. terms of trade
2. Gali and Monacelli

لذا:

$$\pi_t = \pi_{H,t} + \alpha \Delta s_t - \alpha \hat{u}_t^s \quad (35)$$

از رابطه بالا می‌توان بیان کرد که تفاوت بین تورم کل (تورم شاخص CPI) و تورم کالای تولید داخل سهمی از تغییر در رابطه‌ی مبادله^۱ است و این سهم با افزایش درجه باز بودن تجاری افزایش پیدا می‌کند.

از آنجایی که شرکت‌های رقابت انحصاری از درجه ای از قدرت بازاری برخوردار هستند. قیمت داخلی کالاهای وارد شده به پول داخل برابر با قیمت خارجی این کالاها نیست. به عبارتی قانون قیمت واحد برقرار نیست و لذا تغییرات در نرخ ارز به‌طور ناقص به قیمت داخلی واردات منتقل می‌شود. به عبارت دیگر $p_{F,t} \neq e_t + p_t^*$.

در این مطالعه همچنین فرض شد که قانون قیمت واحد (LOOP) برای بخش صادرات برقرار است اما نوعی درجه انتقال‌پذیری ناقص برای نرخ ارز در بخش واردات وجود دارد (شکاف LOOP). منطق این فرض بر این اساس است که در حالی که اقتصاد داخل اقتصادی کوچک است و قیمت کالاهای صادراتی در بازارهای بین‌المللی تعیین می‌شود، در سمت واردات، چسبندگی ناشی از انحصارگری خرده فروشان وجود دارد و این مسأله این امکان را فراهم می‌کند که قیمت فروش کالاهای وارداتی در داخل متفاوت از قیمت جهانی آنها باشد. بنابراین درحالی که قانون قیمت واحد در سطح عمده‌فروشی برای واردات برقرار است در سطح خرده‌فروشی واردات در اقتصاد داخل برقرار نیست. در این جا فرض می‌شود که هزینه‌های نهایی اسمی در اقتصاد داخلی بر تصمیمات قیمت‌گذاری بهینه اثرگذار است، در این حالت حتی چنانچه قیمت کالای وارداتی انعطاف‌پذیر باشد و شبکه توزیع کارآمد باشد، باز هم درجه انتقال‌پذیری ناقص^۲ به دلیل تغییر در هزینه نهایی اسمی برقرار باقی می‌ماند. همچنین نرخ ارز حقیقی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Q_t = \frac{\varepsilon_t P_t^*}{P_t} \quad (36)$$

کیرسانووا و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که با تعریف CPI و رابطه‌ی مبادله از رابطه ی $s_t = p_{F,t} - p_{H,t}$ ، نرخ ارز حقیقی را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$Q_t = \psi_{F,t} \left[(1 - \alpha) S_t^{-(1-\eta)} + \alpha \right]^{-\frac{1}{1-\eta}} \quad (37)$$

1. Terms of trade
2. incomplete pass-through

که در این جا $\Psi_{F,t}$ تفاوت بین قیمت ریالی داخلی واردات و قیمت خارجی آنها می باشد^۱. بدین ترتیب هرچه اقتصاد بازتر باشد و مقدار $1 \rightarrow \alpha$ میل کند، نرخ ارز حقیقی تنها نسبت به شکاف قانون قیمت واحد واکنش نشان می دهد. بنابراین انتقال پذیری ناقص از طریق شکاف قیمت واحد یکی از منابع انتقال نوسانات نرخ ارز واقعی است.
با لگاریتم خطی کردن رابطه بالا:

$$\widehat{\Psi}_{F,t} = \widehat{q}_t - (1 - \alpha) \widehat{s}_t \quad (38)$$

۳-۴. دولت

قید بودجه دولت:

$$G_t + i_{t-1} B_{t-1}^T = T_t + (B_t^T - B_{t-1}^T) + RCB_t \quad (39)$$

به این معنی که ارزش ریالی خریدهای دولت به اضافه ی بهره ای که به دارندگان اوراق قرضه خود پرداخت می کند باید از طریق درآمدهای دولت که از محل مالیات و انتشار اوراق قرضه جدید و دریافتی های مستقیم از بانک مرکزی است، تأمین مالی شود.

۳-۵. مقام پولی

ترازنامه بانک مرکزی ارتباط بین دارایی ها و تعهدات بانک مرکزی را نشان می دهد:

$$(B_t^M - B_{t-1}^M) + RCB_t = i_{t-1} B_{t-1}^M + (M_t - M_{t-1}) \quad (40)$$

$B_t^M - B_{t-1}^M$ خرید بدهی های دولت توسط بانک مرکزی است، همچنین $i_{t-1} B_{t-1}^M$ دریافتی بانک مرکزی از بهره پرداختی از محل خزانه دولت است. $M_t - M_{t-1}$ تغییر در پایه پولی است. کل اوراق قرضه ای که دولت منتشر می کند توسط مردم و بانک مرکزی نگهداری می شود $(B_t^T = B_t + B_t^M)$.
از ترکیب قید بودجه دولت و ترازنامه بانک مرکزی قید بودجه کل یا قید بودجه تلفیقی دولت حاصل می گردد:

$$g_t + (1 + i_{t-1}) \frac{b_{t-1}}{\pi_t} = t_t + b_t + m_t - \frac{m_{t-1}}{\pi_t} \quad (41)$$

که در این رابطه:

$$\ln(g_t) = \ln(g_{ss}) + \rho_g \ln(g_{t-1}) + u_t^g \quad (42)$$

و پایه پولی به صورت زیر تعریف می شود:

$$M_t = DC_t + \varepsilon_t FR_t \quad (43)$$

با تقسیم طرفین بر شاخص قیمت‌ها خواهیم داشت:

$$\frac{M_t}{P_t} = \frac{DC_t}{P_t} + \frac{\varepsilon_t}{P_t} (fr_t P_t^*) \quad (44)$$

$$m_t = dc_t + Q_t fr_t \quad (45)$$

منظور از DC_t در معادلات بالا اعتبارات پرداختی به بانک‌های تجاری است و FR_t ذخایر اسمی خارجی بانک مرکزی و fr_t ذخایر خارجی حقیقی بانک مرکزی است.^۱
ذخایر خارجی به پول داخل:

$$\varepsilon_t FR_t = \varepsilon_t FR_{t-1} + P_{0,t}^* \varepsilon_t O_t - C_{F,t} P_{F,t} + C_{H,t}^* P_{H,t}^* \varepsilon_t \quad (46)$$

در رابطه بالا منظور از O_t مقدار نفت صادراتی است و فرض بر این است که انباشت دارایی خارجی تنها از محل صادرات نفت است.

$$\ln(O_t) = \ln(O_{ss}) + \rho^0 \ln(O_{t-1}) + u_t^0 \quad (47)$$

در حالت پایه همچنین نرخ رشد پایه پولی مطابق با دیب^۲ (۲۰۰۱) به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\Lambda_t = \frac{M_t}{M_{t-1}} = \frac{m_t \pi_t}{m_{t-1}} \quad (48)$$

$$\ln(\Lambda_t) = \ln(\Lambda_{ss}) + \rho^A \ln(\Lambda_{t-1}) + u_t^A \quad (49)$$

۳-۶. شرط تسویه بازار

شرط تسویه بازار در بازار کالای داخلی:

$$Y_t = g_t + C_{H,t} + C_{H,T}^* \quad (50)$$

در رابطه بالا منظور از $C_{H,T}^*$ ، سهمی از تولیدات داخلی است که توسط خارجیان مصرف می‌شود و به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$C_{H,t}^* = \alpha^* \left(\frac{P_{H,t}^*}{P_t^*} \right)^{-\eta} C_t^* \quad (51)$$

برای سادگی فرض می‌شود که $C_t^* = Y_t^*$ و:

۱. که نسبت به شاخص قیمت خارجی حقیقی شده است.

$$\ln(Y_t^*) = \ln(Y_{SS}^*) + \rho_Y \ln(Y_{t-1}^*) + u_t^{Y^*} \quad (52)$$

α^* ، سهم کالای داخلی در سبد مصرف خارجی و $P_{H,t}^*$ قیمت خارجی کالای داخلی است و P_t^* شاخص کل قیمت کالاهای خارجی است. در این جا کشش جانشینی بین کالای داخلی و خارجی در اقتصاد خارج همانند اقتصاد داخل فرض شده است.

همچنین فرض می شود قیمت صادراتی کالای تولید داخل، $P_{H,t}^*$ انعطاف پذیر است و براساس قانون LOOP تعیین می شود، لذا:

$$P_{H,t}^* \varepsilon_t = P_{H,t} \quad (53)$$

۳-۷. سیاست بهینه تعهد و صلاحدید

آنچه تا این جا معرفی شد مدل پایه این مطالعه است که غیر از بحث سیاست گذاری بانک مرکزی در کلیه حالات مورد بررسی، مشترک است. روند کار بدین شکل است که ابتدا مدل در حالت پایه با در نظر گرفتن یک قاعده ساده پولی تخمین زده می شود و بعد از تخمین ضرایب اقتصاد به کمک مطالعات پیشین و داده های اقتصادی، مدل در دو حالت استفاده از یک سیاست صلاحدید و حالت تعهد شبیه سازی شده و نتایج مقایسه می گردد.

تابع زیان بانک مرکزی در این مدل به صورت زیر تعریف می شود:

$$E_t \sum_{\tau=0}^{\infty} \delta^\tau L_{t+\tau}$$

که $0 < \delta < 1$ عامل تنزیل بوده و L_t تابع زیان مربوط به هر دوره است که به صورت زیر تعرف می شود:

$$L_t = (\pi_t)^2 + (\Lambda_t)^2 + (y)^2$$

همانند مدل ساده چهار معادله ای که در بخش مبانی نظری به عنوان مثال حل شد، در این مطالعه کلیه عملیات مربوط به حداقل کردن تابع زیان نسبت به شروط مرتبه اول توسط نرم افزار داینار با استفاده از دو دستور *discretionary_policy* و *ramsey_policy* انجام می گیرد و به دلیل پیچیده بودن روند عملیات، نیازی به به دست آوردن آنها به صورت تحلیلی نیست.

۴. لگاریتم خطی سازی و حل الگوی پایه

جهت حل معادلات معرفی شده از روش لگاریتم خطی و نرم افزار داینار (نسخه ۴,۴,۳) استفاده شده است. برای لگاریتم خطی سازی معادلاتی عمدتاً از روش بسط تیلور استفاده شده است. همچنین برای حل سیستم معادلات، مقادیر اولیه متغیرها در مسیر باثبات اقتصاد، محاسبه و در تخمین مورد استفاده قرار گرفته است. داده های فصلی مورد نیاز برای این منظور از دوره ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۳ به قیمت های ثابت

سال ۱۳۷۶، با استفاده از نرم‌افزار ایویوز (نسخه ۹) و فیلتر هدریک- پرسکات با احتساب $\lambda=۶۷۷$ روندزایی شده‌اند.

در الگوی خطی شده تعدادی پارامتر وجود دارد که بعضی با استفاده از مطالعات پیشین و مابقی توسط محققین به دست آمده است. پس از لگاریتم- خطی‌سازی مدل، دو روش برای تعیین پارامترهای مدل‌های DSGE وجود دارد. روش اول استفاده از روش کالیبراسیون یا مقدار دهی برای تمام پارامترهاست که یکی از مهم‌ترین مراحل ارزیابی تجربی مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی در مکاتب ادوار تجاری حقیقی و نیوکینزی است که اغلب مبتنی بر مقداردهی پارامترهای الگو با توجه به مطالعات موجود در ارتباط با موضوع می‌باشد. روش دوم ترکیبی از روش‌های کالیبراسون و برآورد است و با استفاده از راهکار بیزین اقدام به تخمین پارامترها می‌کند. مزیت این روش انطباق بهتر نتایج حاصل از مدل با شرایط اقتصاد واقعی و استفاده از داده‌های واقعی در برآورد پارامترهای مدل است که در این تحقیق از این روش استفاده شده است.

رویکرد بیزین نیازمند تصریح اطلاعات پیشین برای پارامترهایی است که باید برآورد شود. مقادیر پیشین متغیرها از مقادیر مشاهده شده آنها در مطالعات مختلف به دست می‌آید که این مقادیر در جدول شماره ۴ ارائه شده است. بدین ترتیب از ترکیب دو توزیع احتمال پیشین و تابع راست‌نمایی براساس اطلاعات نهفته در مشاهدات واقعی، یک توزیع جدید براساس قضیه بیزین به دست می‌آید که توزیع پسین نامیده می‌شود.

جدول ۴ خلاصه اطلاعات پیشین و پسین در مورد پارامترهای مدل و منابع آنها را در بر دارد. همچنین مقادیر اولیه متغیرها در مسیر با ثبات اقتصاد در جدول ۵ آورده شده است.

جدول ۴: مقادیر پیشین و پسین (مقدار برآوردی)، مربوط به پارامترهای مدل

پارامتر	توضیحات	مقدار پیشین	منبع	نوع توزیع	مقدار پسین
hc	پارامتر شکل‌گیری عادت در مصرف	۰٫۵	انتخابی	beta	۰٫۶۴۲
σ	عکس کشش جانشینی مصرف	۱٫۵۲	محاسبات تحقیق	gamma	۱٫۶۹۷
φ	عکس کشش جانشینی عرضه نیروی کار	۲٫۲۱	محاسبات تحقیق	gamma	۲٫۰۶۱۷
ξ	عکس کشش تقاضا برای مانده پولی	۲٫۱	محاسبات تحقیق	gamma	۲٫۲۲۷
ρ_A	ضریب خودرگرسیون تکنولوژی	۰٫۸۵	Gelain & Kulikov (2009)	beta	۰٫۴۶۹
β	نرخ تنزیل بین زمانی در تابع مطلوبیت	۰٫۹۸	زمان‌زاده و نائینی (۹۲)	beta	۰٫۹۸۵
δ_H	درجه چسبندگی قیمت برای تولیدکنندگان داخلی	۰٫۳	محاسبات تحقیق	beta	۰٫۲۳۶

۰,۸۱۵	beta	محاسبات تحقیق	۰,۷	درجه شاخص سازی نسبت به تورم گذشته (تولیدکنندگان داخلی)	θ_H
۰,۲۳۷	beta	محاسبات تحقیق	۰,۳	درجه چسبندگی قیمت برای واردکنندگان	δ_F
۰,۸۱۵	beta	محاسبات تحقیق	۰,۷	درجه شاخص سازی نسبت به تورم گذشته (واردکنندگان)	θ_F
۰,۳۶۴	beta	بالونزاد (۱۳۹۱)	۰,۴۴	درجه بودن اقتصاد	α
۰,۶۶۰	beta	انتخابی	۰,۶	ضریب خود رگرسیون نرخ ارز	ρ_ε
۰,۵۲۸	beta	انتخابی	۰,۶	ضریب خود رگرسیون تورم خارجی	ρ_{π^*}
۰,۶۱۹	beta	انتخابی	۰,۶	ضریب خود رگرسیون تورم قیمت نفت	$\rho_{\pi_0^*}$
۳,۶۵۷	gamma	بالونزاد (۱۳۹۱)	۳,۴	کشش جانشینی بین کالای داخلی و خارجی	η
۰,۵۸۸	beta	اسفندیاری و همکاران	۰,۵۴	ضریب خود رگرسیون عرضه نفت	ρ_O
۰,۲۲۶	beta	اسفندیاری و همکاران	۰,۶۵	ضریب خود رگرسیون مخارج دولت	ρ_g
۰,۸۲۳	beta	محاسبات تحقیق	۰,۷	ضریب خود رگرسیون درآمد خارجی	ρ_{Y^*}
۰,۵۳۱	beta	محاسبات تحقیق	۰,۶	ضریب خود رگرسیون رشد پایه پولی	ρ_Δ

جدول ۵: مقادیر اولیه متغیرها در مسیر با ثبات اقتصاد برحسب داده‌های اقتصاد ایران

مقدار عددی	پارامتر	نسبت متغیرها در وضعیت پایدار
۰,۹۴۵	$\frac{fr_{ss} Q_{ss}}{m_{ss}}$	نسبت دارایی‌های خارجی بانک مرکزی به پایه پولی
۰,۰۳۶	$\frac{dc_{ss}}{m_{ss}}$	نسبت مجموع بدهی بانک‌ها و بخش دولتی به بانک مرکزی
۰,۸۵۶	$\frac{Y_{O,ss}^* O_{ss}}{fr_{ss}}$	سهم صادرات نفت در ذخایر خارجی بانک مرکزی
۰,۴۲۳	$\frac{Y_{F,ss} C_{F,ss}}{Q_{ss} fr_{ss}}$	سهم واردات در ذخایر خارجی بانک مرکزی
۰,۵۶۶	$\frac{Y_{H,t} C_{H,ss}^*}{Q_{ss} fr_{ss}}$	سهم صادرات در ذخایر خارجی بانک مرکزی
۰,۱۹	$\frac{g_{ss}}{Y_{ss}}$	نسبت مخارج دولت به تولید ناخالص داخلی
۰,۲۸۹	$\frac{C_{H,ss}^*}{Y_{ss}}$	نسبت صادرات تولیدات داخلی به کل تولید ناخالص داخلی
۰,۵۲۱	$\frac{C_{H,ss}}{Y_{ss}}$	نسبت مصرف داخل از تولید داخل به کل تولید ناخالص داخلی

منبع: محاسبات محقق

چگالی پیشین و پسین برآوردی پارامترهای مدل در نمودار ۱ گزارش شده است. در این نمودار منحنی خاکستری بیانگر چگالی پیشین و منحنی مشکی بیانگر چگالی پسین است. یکی از معیارهای ما برای تشخیص صحیح بودن تخمین و معتبر بودن نتایج این است که شکل توزیع‌ها باید نرمال باشد برای مثال هر توزیع باید تنها یک نما داشته باشد و وجود حالت دو نمایی نشان دهنده تخمین نادرست است. در مواردی که شباهت نزدیکی بین چگالی پیشین و پسین وجود دارد بدین مفهوم است که یا میانگین چگالی احتمال پیشین درست بوده است یا اینکه با توجه به داده‌های مورد استفاده و تابع حداکثر درست نمایی نمی‌توان اطلاعاتی بیش از اطلاعات اولیه بدست آورد و در سایر موارد با استفاده از تخمین بیزی مقادیر بهتری از آن پارامترها با توجه به داده‌های در دسترس بدست آمده است.

۴-۱. آزمون‌های صحت برآورد

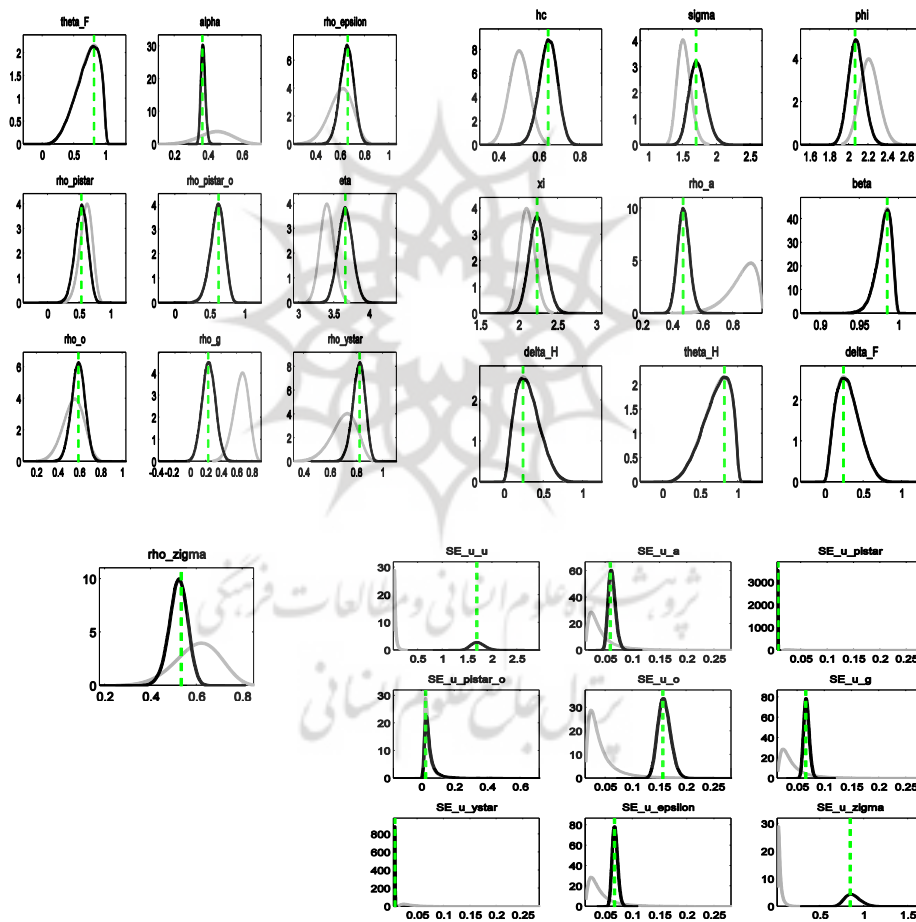
جهت ارزیابی صحت مدل، دو معیار مورد توجه قرار می‌گیرد: اول، نزدیکی گشتاورهای متغیرهای تئوریک مدل که از کالیبراسیون به‌دست آمده و به‌صورت انحراف لگاریتمی از مقدار باثبات است با گشتاورهای متغیرهای دنیای واقعی که آنها نیز به‌صورت انحراف لگاریتمی از روند می‌باشد، دوم، انطباق توابع عکس‌العمل آنی متغیرها در برابر شوک‌های تعریف شده مدل با مباحث تئوریک و انتظارات محقق. یک معیار برای تشخیص صحیح بودن تخمین و معتبر بودن نتایج این است که شکل توزیع‌ها پیشین و پسین برآوردی پارامترهای مدل باید نرمال باشد، برای مثال هر توزیع باید تنها یک نما داشته باشد و وجود حالت دو نمایی نشان‌دهنده تخمین نادرست است. در مواردی که شباهت نزدیکی بین چگالی پیشین و پسین وجود دارد بدین مفهوم است که یا میانگین چگالی احتمال پیشین درست بوده است یا این که با توجه به داده‌های مورد استفاده و تابع حداکثر درست‌نمایی نمی‌توان اطلاعاتی بیش از اطلاعات اولیه به‌دست آورد و در سایر موارد با استفاده از تخمین بیزی مقادیر بهتری از آن پارامترها با توجه به داده‌های در دسترس به‌دست آمده است.

همان‌طور که بیان گردید اگر توزیع‌های پیشین و پسین مشابه هم باشند دو حالت ممکن است رخ داده باشد. حالت اول این که توزیع پیشین انعکاس دقیقی از اطلاعات موجود در داده‌ها بوده است و حالت دوم که رایج‌تر نیز هست پارامتر فرض شده به‌طور ضعیفی شناسایی شده است و داده‌ها نتوانسته‌اند اطلاعات زیادی جهت به‌روزرسانی توزیع پیشین فراهم کنند (فایفر، ۲۰۱۴). از این‌رو این دو نمودار بهتر است که با یکدیگر اختلاف داشته باشند. یافته‌های نمودارها نشان می‌دهند که بخش معناداری از اطلاعات موجود در داده‌ها وجود دارد که می‌تواند به‌منظور به‌نگام کردن توزیع‌های پیشین ما در مورد پارامترهای مدل مورد استفاده قرار گیرد. به‌عبارت دیگر برای بیشتر پارامترهای تخمین زده شده، اطلاعات آگاهی بخش در داده‌ها داریم. به این معنا که توزیع‌های پسین به وضوح با توزیع‌های پیشین مفروض اختلاف دارند. مقایسه توزیع‌های پیشین و پسین به‌دست آمده، نشان می‌دهد که مدل طراحی

شده با فرض اهمیت تکانه نرخ ارز در بی‌ثباتی‌های اقتصادی و اثرات آن بر متغیرهای کلان اقتصادی تأیید شده است.

در نمودار توزیع‌های پیشین با توزیع‌های پسین مقایسه شده است. در نمودار توزیع‌های پیشین توزیع‌های پسین پارامترها آورده شده است که همگی دارای شکل نرمال هستند. در این نمودارها اگر توزیع پیشین و پسین اختلاف زیادی داشته باشند احتمالاً مدل دارای ایراد است. از سوی دیگر باید توزیع پسین شکلی شبیه به توزیع نرمال داشته باشد.

نمودار ۱: چگالی پیشین و پسین برآوردی پارامترها



منبع: خروجی نرم‌افزار

۴-۱-۲. آزمون مونت کارلو با زنجیره مارکوف (MCMC)^۱

یکی از نتایج مهم داینر ارائه نمودارهایی با عنوان MCMC است که در واقع مرجع اصلی برای یافتن اطمینان از درستی جواب‌های مدل است. همان‌طور که در قسمت تصریح مدل به آن اشاره شد، داینر چندین بار شبیه‌سازی متروپولیس-هستینگز را اجرا می‌کند و در هر بار از یک نقطه تخمین خود را آغاز می‌کند. اگر نتایج این زنجیره‌ها منطقی باشد، باید رفتار زنجیره‌ها شبیه به هم باشد و یا به سمت یکدیگر همگرا شود. داینر سه شاخص با نام‌های Interval، m_3 و m_2 را نیز از طریق MCMC معرفی می‌کند که به ترتیب بیانگر فاصله اطمینان ۸۰ درصدی از میانگین، واریانس‌ها و گشتاور سوم پارامترها است. نمودارهایی استخراجی با عنوان تشخیص چند متغیره^۲ همین نمودارها با ماهیت مشابه هستند که شناخت کلی براساس مقادیر ویژه از ماتریس واریانس-کوواریانس هر پارامتر ارائه می‌دهد. با استفاده از این نمودارها می‌توان شواهدی برای همگرایی و ثبات نسبی در تمام گشتاورهای پارامترها ارائه نمود. در تمام این نمودارها محور افقی بیانگر تعداد تکرارهای متروپولیس-هستینگز و محور عمودی بیانگر گشتاور پارامترها است. در صورتی که در این نمودارها شباهت نموداری مشاهده نشود، می‌توان نتیجه گرفت که توزیع‌های پیشین درست نیست و باید تخمین را با توزیع‌های پیشین جدید تکرار کرد و یا تعداد شبیه‌سازی‌های متروپولیس-هستینگز را بالا برد. نتایج گشتاورهای اول، دوم و سوم و نمودار تشخیص چند متغیره در پیوست آمده است که وجود رفتار مشابه برای پارامترها در نمودار MCMC و همگرایی در سایر نمودارها بیانگر خوبی برازش مدل است.

۴-۲. توابع عکس‌العمل آنی نرخ ارز تحت دو سناریوی مختلف سیاست‌گذاری

توابع عکس‌العمل آنی، رفتار پویای متغیرهای مدل را در طول زمان به هنگام وارد شدن تکانه‌ای به اندازه‌ی یک انحراف معیار نشان می‌دهد. از آن‌جا که متغیرهای مدل به شکل انحراف لگاریتمی از مقادیر با ثبات خود هستند، ارقام روی محور عمودی ضرب در عدد صد، درصد تغییرات متغیرهای درون‌زای مدل را در برابر شوک وارده به متغیرهای مورد نظر نشان می‌دهد.

توابع عکس‌العمل آنی متغیرهای شبیه‌سازی شده مدل در پاسخ به تکانه‌های وارد بر نرخ ارز، تکنولوژی، تورم خارجی، نفت، مخارج دولت، درآمد خارجی‌ها، شوک قیمت نفت و شوک مطلوبیت تحت دو سناریوی مختلف بانک مرکزی به‌دست آمده است که اثر تکانه نرخ ارز در دو حالت شبیه‌سازی شده به‌عنوان مبحث اصلی مطالعه در این‌جا آورده شده است.

در این مطالعه به‌منظور رسم همزمان توابع واکنش آنی متغیرها و مقایسه دامنه نوسان آنها در برابر تکانه‌ها تحت دو سناریوی مطرح شده، از فایل Dynare2tex استفاده شده است.

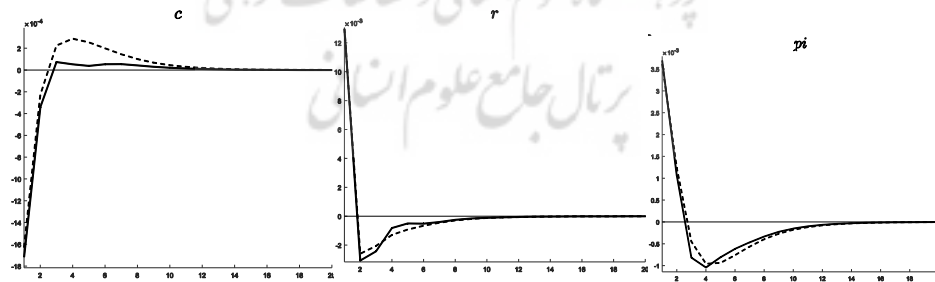
1. Markov Chain Monte Carlo
2. multivariate diagnostic

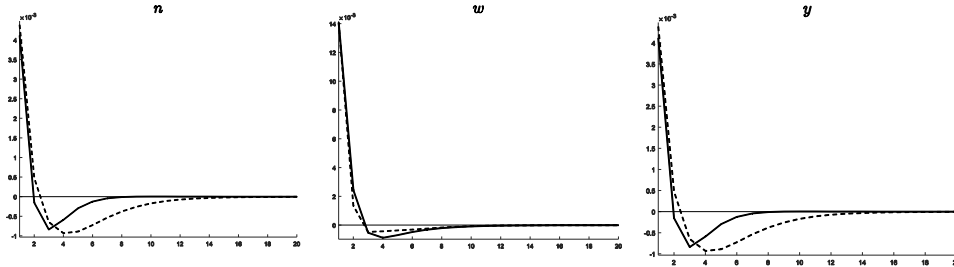
داینر یک ابزار کاربردی به منظور بررسی مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی است. این نرم‌افزار قادر به استخراج نمودارهای قابل مشاهده در نرم‌افزار مطلب است ولی داینر امکان مقایسه نمودارهایی که از شبیه‌سازی‌های مختلف در داینر ایجاد شده به صورت همزمان در یک بسته‌ی نموداری را ندارد. بدین منظور باید از بسته نرم‌افزاری Dynare2tex استفاده شود که امکان مقایسه نمودارهای عکس‌العمل آنی مربوط به شبیه‌سازی مدل در دو حالت صلاحدید و تعهد را فراهم می‌کند.

بروز شوک اولیه نرخ ارز به صورت افزایش ۱۰ درصدی باعث افزایش قیمت نسبی کالاهای خارجی می‌شود که خود منجر به افزایش تورم می‌شود. نرخ بهره نیز از دو کانال از افزایش نرخ ارز تأثیر می‌پذیرد. اول به علت افزایش سطح عمومی قیمت‌های داخلی و کاهش عرضه واقعی پول و دیگری به دلیل کاهش تقاضا برای ارز و جایگزینی تقاضا برای پول داخلی که همزمان موجب افزایش نرخ بهره می‌شود. سپس در پی افزایش قیمت کالاها مصرف کاهش خواهد یافت. با تنزل ارزش پول رایج کشور، قیمت کالاهای خارجی نسبت به کالاهای داخلی، گران‌تر می‌شود که خود می‌تواند منجر به بهبود فعالیت‌های اقتصادی باشد و رقابت بین‌المللی بهبود می‌یابد. به بیان دیگر، در اثر کاهش ارزش پول داخلی، مخارج از کالاهای خارجی به کالاهای داخلی تغییر جهت می‌دهد. البته میزان توفیق تنزل ارزش پول در تحریک توازن بازرگانی خارجی تا حد قابل توجهی به جابه‌جایی تقاضا در سمت و سوی مناسب، وابسته است. از طرف دیگر افزایش قیمت و شکل‌گیری انتظارات تورمی موجب افزایش سطح دستمزد نیز گردیده است. نتایج برآورد مدل نشان می‌دهد که اثر اولیه شوک وارده به نرخ ارز بر تمامی متغیرها طبق هر دو سناریو یکسان است، اما با توجه به شکل‌گیری انتظارات تورمی متفاوت مردم در شیوه‌های رفتاری متفاوت بانک مرکزی در دو سناریوی طراحی شده، روند تعدیل این متغیرها به سمت میزان بلند مدت آنها تا حدودی متفاوت بوده است.

----- سناریوی پیروی از سیاست قاعده‌مند

----- سناریوی پیروی از حالت صلاحدید





نمودار ۱: توابع عکس‌العمل آنی متغیرهای شبیه‌سازی شده در مدل در برابر تکانه نرخ ارز به اندازه‌ی یک انحراف معیار تحت دو سناریوی بانک مرکزی

همان‌طور که دیده می‌شود یک شوک نرخ ارز به اندازه‌ی ۰/۰۱ درصد باعث اثر منفی بر مصرف می‌شود. این کاهش در دو سناریوی پیروی از سیاست قاعده‌مند و صلاحدید تقریباً به‌ترتیب به اندازه ۰/۰۱۷ و ۰/۰۱۶ درصد است. در سناریوی پیروی از سیاست قاعده‌مند مصرف به‌طور مداوم افزایش یافته و پس از ۱۰ دوره به مقدار تعادلی خود برمی‌گردد، درحالی‌که در حالت صلاحدید مصرف در نهایت پس از ۱۱ دوره به مقدار وضعیت پایدار خود بر می‌گردد. به عبارتی با وارد شدن شوک نرخ ارز به‌دلیل بالا رفتن قیمت کالاهای وارداتی، میزان مصرف از کالاهای وارداتی و در نتیجه کل مصرف کاهش می‌یابد و در ادامه با افزایش تولید و عرضه پول مجدد افزایش و به مقدار تعادلی خود باز می‌گردد. نمودار بعدی مربوط به اثر تکانه نرخ ارز بر نرخ بهره است. در هر دو سناریو عکس‌العمل آنی نرخ بهره به شوک نرخ ارز یک افزایش ۰/۰۱۲ درصدی است که سپس بعد از دو دوره نرخ بهره با کاهش روبه‌رو شده و مجدد به مقدار با ثبات خود نزدیک می‌شود. به عبارتی با افزایش نرخ ارز، تورم افزایش یافته و این مسئله منجر به افزایش نرخ بهره می‌گردد، از طرفی عرضه پول به‌دنبال افزایش ارزش ریالی صادرات نفت و نیز افزایش تولید به جهت بهبود رابطه‌ی مبادله افزایش یافته است. تکانه ارزی ابتدا باعث بهتر شدن رابطه‌ی مبادله می‌شود و با افزایش نرخ ارز، صادرات افزایش و واردات کاهش می‌یابد. شوک ارزی در مصرف بخش خصوصی بر قیمت حقیقی تأثیر منفی می‌گذارد. احتمالاً به‌دلیل گران شدن واردات که منجر به کاهش واردات کالاها شده و چون واردات بخشی از مصرف بخش خصوصی را تشکیل می‌دهد، لذا مصرف بخش خصوصی کاهش می‌یابد که این کاهش چندان دوام نداشته و از فصل سوم مجدداً افزایش می‌یابد.

با افزایش نرخ ارز، بخش‌های مختلف تراز خارجی بانک مرکزی از جمله واردات، صادرات و همچنین درآمدهای نفتی تحت تأثیر قرار می‌گیرد و چون نفت سهم بالاتری نسبت به دو پارامتر دیگر در اقتصاد ایران دارد، تراز خارجی افزایش می‌یابد. تکانه ارزی همچنین بر خالص ذخایر ارزی بانک مرکزی تأثیر مثبت دارد. بنابراین، ذخایر ارزی بانک مرکزی و پایه پولی نیز به تبع تکانه ارزی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. با افزایش نرخ ارز، گرچه بانک مرکزی ابتدا در پاسخ به شرایط تورمی حاصل از تکانه ارزی، از طریق

تابع عکس‌العمل ارزی، واکنش نشان داده و نرخ رشد پایه پولی را کاهش می‌دهد ولی این وضعیت چندان بادوام نبوده و نهایتاً نرخ رشد پایه پولی افزایش می‌یابد. از سویی سطح قیمت کالاهای خارجی وارداتی در داخل و تورم آن‌ها که جرئی از تورم کل است، افزایش می‌یابد. از سویی با افزایش نرخ رشد اسمی ارز، هزینه نهایی هر واحد واردات افزایش یافته و چون تورم وارداتی بخشی از تورم کلی کشور را تشکیل می‌دهد، نهایتاً شوک ارزی موجب افزایش تورم می‌شود.

این تغییرات در نمودار بعدی نشان داده شده است. نتیجه اولیه شوک نرخ ارز، افزایش تورم به اندازه $0/0036$ درصد بوده است که این اثر به مرور کاهش یافته به طوری که پس از حدود سه دوره معکوس شده و پس از آن شاهد تورم به میزان $0/004$ از مقدار با ثبات خود طبق سناریوی پیروی از حالت صلاحدید و بیش از 4 درصد طبق سناریوی پیروی از سیاست قاعده‌مند طی 4 دوره بوده است. پس از 12 دوره تورم در هر دو سناریو افزایش یافته و به مقدار با ثبات خود همگرا شده است.

همچنین عرضه پول نیز افزایش می‌یابد که منجر به افزایش تولید و اشتغال شده است. در پی افزایش عرضه پول، تولید و اشتغال نیز افزایش می‌یابد. حرکت سطح اشتغال و تولید براساس هر دو سناریو نسبتاً یکسان بوده ولی بازگشت نهایی سطح اشتغال و تولید به مقدار با ثبات خود در سناریوی پیروی از سیاست قاعده‌مند سریع‌تر اتفاق افتاده و پس از حدود 7 دوره مشاهده می‌گردد که تولید و سطح اشتغال بر روی سطح بلند مدت خود قرار گرفته است؛ در حالی که در سناریوی پیروی از حالت صلاحدید بازگشت به وضعیت پایدار نزدیک به 15 دوره زمان برده است. در هر دو سناریو ابتدا تولید و سطح اشتغال 4 درصد افزایش یافته و سپس در هر دو سناریو با گذشت حدود 2 دوره از مقدار تعادلی خود کاهش یافته است. این کاهش تا حدود 1 درصد ادامه یافته و حرکت به سمت مقدار تعادلی در سناریوی پیروی از سیاست قاعده‌مند پس از 3 دوره و در سناریوی پیروی از حالت صلاحدید پس از 4 دوره آغاز شده است.

سطح دستمزد نیز واکنشی مشابه تولید و سطح اشتغال داشته است با این تفاوت که عکس‌العمل سطح دستمزد در هر دو سناریو تا حد زیادی یکسان بوده است. طبق هر دو سناریو ابتدا $0/0014$ در صد افزایش سطح دستمزد مشاهده شده است. پس از گذشت 3 دوره سطح دستمزد از مقدار تعادلی خود عبور کرده و با یک کاهش جزئی از آن سطح به آن همگرا گشته و حداکثر با گذشت 10 دوره مطابق با مقدار تعادلی شده است.

نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت تکانه نرخ ارز در بی‌ثباتی‌های اقتصادی و اثرات آن بر متغیرهای کلان از جمله تولید و تورم در این مطالعه سعی شده تا با مدلسازی این بخش از تعاملات اقتصادی در چارچوب یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی، نحوه عملکرد بانک مرکزی در دو سناریوی سیاست‌گذاری پیش رو مورد ارزیابی قرار گیرد.

بر اساس سناریوی اول که تحت عنوان سیاست‌گذاری مبتنی بر تعهد از آن یاد می‌شود، بانک مرکزی ابزار پولی خود را که در اینجا نرخ رشد پول است تحت بهینه‌یابی به‌گونه‌ای تعیین می‌کند که کل دوره زمانی پیش روی را لحاظ کرده و اقدام به بهینه‌یابی می‌کند بدین ترتیب با اتخاذ تصمیم در زمان t ، با ورود به دوره‌های بعدی همچنان به هدف خود پایبند است و در حالت صلاحدید این بهینه‌یابی در هر دوره مجدد با لحاظ کردن شرایط جدید انجام شده و بانک مرکزی تعهد موجود در سناریوی قبلی را در رفتار سیاست‌گذاری خود دنبال نمی‌کند.

با توجه به آنچه در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت، در مجموع می‌توان گفت که در یک اقتصاد باز، نرخ ارز یک عامل مهم در طراحی سیاست‌های پولی است. نرخ ارز اسمی می‌تواند نوعی هدف میانه برای سیاست‌های پولی در یک دوره کوتاه‌مدت یا میان‌مدت باشد. نرخ ارز حقیقی صرفاً به دلیل اهمیت آن در تعیین رقابت‌پذیری کالاهای داخلی در بازارهای جهانی مورد توجه سیاست‌گذاران نیست. مطالعات زیادی پیرامون نقش نرخ ارز در اقتصاد باز صورت گرفته‌اند و نکته‌ی مشترک همه‌ی آنها این است که نرخ ارز به‌طور مستقیم بر رفتار سمت تولید اقتصاد مؤثر است. این مطالعه اهمیت کانال نرخ ارز در انتقال سیاست‌های پولی را در یک اقتصاد باز آینده‌نگر برجسته‌تر می‌کند. گفتنی است با داشتن مسیر اثرگذاری نرخ ارز همچنین بهتر می‌توان سیاست‌های مبتنی بر صلاحدید و تعهد سیاست‌گذار را در برخورد با شوک نرخ ارز مقایسه کرد. تحلیل‌های ما نشان می‌دهد که بده بستان بین تولید و تورم تحت سیاست تعهد مطلوب‌تر از حالت صلاحدید است. به علاوه، سیاست صلاحدید در یک اقتصاد باز به نسبت یک اقتصاد بسته ذاتاً پایداری کمتری دارد و رسیدن به تعادل زمان بیشتری می‌طلبد.

منابع

- توکلی، اکبر و سیاح، محسن (۱۳۸۹). «تأثیر نوسانات نرخ ارز بر فعالیت‌های اقتصادی کشور»، فصلنامه پول و اقتصاد، ۴: ۱۲۳-۱۵۳.
- خوشبخت، آمنه و اخباری، محمد (۱۳۸۶). «بررسی فرآیند اثرگذاری تغییرات نرخ ارز بر تورم قیمت مصرف کننده و واردات»، پژوهشنامه اقتصادی، ۷ (۳۷): ۵۱-۸۲.
- صادقی، سمیه و محمودزاده، محمود (۱۳۹۶). «انتخاب نظام ارزی بهینه برای اقتصاد ایران: رویکرد DSGE»، مجله تحقیقات اقتصادی، دوره ۵۲، شماره ۱ - شماره پیاپی ۱۱۸، صفحه ۱۳۹-۱۶۲.
- کمبجانی، اکبر و توکلیان، حسین (۱۳۹۱). «سیاست‌گذاری پولی تحت سلطه ی مالی و تورم هدف ضمنی در قالب یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی برای اقتصاد ایران». فصلنامه‌ی تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، ۸ (۲): ۸۶-۱۱۷.
- Bartolomeo, G. D.; Pietro, M. D. and Giannini, B. (2017). "Optimal monetary policy in a New Keynesian model with heterogeneous expectations". *Journal of Economic Dynamics and Control*, Volume 73: 373-387.
- Dib, A. (2001). "An Estimated Canadian DSGE Model with Nominal and Real Rigidities". *Canadian Journal of Economics*, 36: 949-72.
- Gali, J. A. and Monacelli, T. (2005). Monetary Policy and Exchange Rate Volatility in a Small Open Economy. NBER Working Papers 8905.
- Lucas, R.E. (1977). *Understanding Business Cycles*, In *Stabilization of the domestic and international economy*, ed. Karl Brunner and Allan H. Meltzer, Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy 5, Amsterdam: North Holland; pp. 7-29.
- Motl, T. and Vasicek, O. (2011). A DSGE Model View of the Czech Business Cycle. Research Center for Competitiveness of Czech Economy, WORKING PAPER č. 01/2011, ISSN 1801-4496.
- Monacelli, T. (2003). *Monetary policy in a low pass-through environment*. Working Paper Series 227, European Central Bank.
- Ncube, M. and Ndou, E. (2011). *Inflation Targeting, Exchange rate Shocks and Output: Evidence from South Africa*. (Working Paper Series, NO. 134). Retrieved from African Development Bank website: free-doc-lib.com/.../working-paper-134-inflation-targeting-exchange-rate-shocks-1.pdf
- Pfeifer, J. (2014). *An Introduction to Graphs in Dynare*. Tech. rep. University of Mannheim.
- Polodoo, V.; Seetanah, B. and Padachi, K. (2011). *Exchange rate Volatility and Macroeconomic Performance in Small Island Developing States (The UOM- WCP International Conference at Meridien)*. Retrieved from http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2078443.
- Polodoo, V.; Seetanah, B. and Padachi, K. (2011). *Exchange rate Volatility and Macroeconomic Performance in Small Island Developing States (The UOM- WCP International Conference at Meridien)*. Retrieved from http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2078443.

- Razafindrabe, T. (2014). A multi-country DSGE model with incomplete Exchange Rate pass-through: application for the Euro area. *EconomiX Working Papers* 2014-6, Affiliation: University of Paris West - Nanterre la Défense, EconomiX.
- Svensson, Lars E.O. and Woodford, M. (2003). "Indicator Variables for Optimal Policy". *Journal of Monetary Economics*, 50(3): 691-720
- Senbeta, S. R. (2011). *A Small Open Economy New Keynesian DSGE Model for a Foreign Exchange Constrained Economy*. Department of Economics, University of Antwerp Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1812743> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1812743>
- Taylor, J. B. (1999). *Monetary Policy Rules*, Chicago: Chicago U. Press.
- Thornton, H. (1802). *An Inquiry into the Nature and Effects of the Paper Credit of Great Britain*, London: Hatchard.
- Vitola, K. and Ajevskis, V. (2011). Fixed Exchange Rate Versus Inflation Targeting Evidence from DSGE Modeling (Working paper, Latvijas Bank, ISBN 9984-676, 54-4). Retrieved from http://www.bank.lv/images/stories/pielikumi/publikacijas/petijumi/WP_2-2011-Ajevskis-Vitola.pdf
- Vukotić M. (2008). Exchange rate dynamics in an estimated small open economy DSGE model. Mimeo. Duke University, (<https://www2.warwick.ac.uk/fac/soc/economics/staff/mvukotic/exchange.pdf>)
- Wickremasinghe, G. and Silvapulle, P. (2003). "Role of Exchange Rate Volatility in Exchange Rate Pass-Through to Import Prices: Some Evidence from Japan", *Department of Econometrics and Business Statistics*, Monash University: 1-29.
- Walsh, Carl E. (2003). "Speed Limit Policies: The Output Gap and Optimal Monetary Policy". *American Economic Review*, 93(1): 265-78.
- Wijnbergen, S. V. (1989). "Exchange Rate Management and Stabilization Policies in Developing Countries". *Journal of Development Economics*, 23: 227-247.
- Zeman, R.Z.; Senaj, M.M. and Sloveska, N.B. (2008). *Modeling the development of the Slovak economy using a basic DSGE model*. *Economic Modeling Journal*, 16.

پیوست ۱: نتایج آزمون MCMC

