فصلنامه مدلسازی اقتصادی (سال سوم، شماره ۳ «پیاپی ۹»، پاییز ۱۳۸۸، صفحات ۱۰۴-۷۷)

نرخ بهینه رشد نقدینگی در اقتصاد ایران در چارچوب الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی کینزی جدید (DSGE[1])

*دکتر مهدی تقوی** *دکتر اسماعیل صفرزاده***

تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۸ **تاریخ پذیرش:** ۸۹/۱۰/۲۸

چکیده

در مقاله حاضر نرخ بهینه رشد پول در چارچوب الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی کینزی‌جدید برای اقتصاد ایران محاسبه شده است. الگو از یک دولت و سه عامل بخش خصوصی: شامل یک جمعگر، i خانوار و j بنگاه تشکیل شده است. خانوارها و بنگاه‌ها از قدرت انحصاری عرضه نیروی کار و محصولات خود به جمعگر برخوردار هستند که این امر امکان تصریح چسبندگی‌های اسمی در دستمزد و قیمت را تسهیل می‌کند. چسبندگی‌های اسمی و حقیقی قیمت و دستمزد در الگو بر اساس هزینه‌های تعدیل درجه دو روتنبرگ تبیین شده است. نتیجه شبیه‌سازی الگو نشان می‌دهد که قاعده پولی فریدمن در اقتصاد ایران صادق نبوده و نرخ بهینه تورم و رشد نقدینگی در این اقتصاد به طور فصلی به ترتیب ۲ و ۳/۰۰۳ درصد است.

طبقه‌بندی JEL: E12؛ E31؛ E37؛ E52.

کلید واژه: نرخ بهینه رشد پول؛ قاعده فریدمن؛ تعادل عمومی پویای تصادفی.

1- Dynamic Stochastic General Equilibrium

* استاد دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی

** دکتری اقتصاد دانشگاه علامه‌طباطبایی[نویسنده مسئول] Email: safarzadeh2005@hotmail.com

۱. مقدمه

هزینه رفاهی تورم یکی از اساسی‌ترین سوالات در حوزه اقتصاد کلان است؛ به طوری که منکیو[1] (۲۰۰۶) این سوال را به عنوان یکی از چهار سوال بسیار مهم در اقتصاد کلان تلقی می‌کند که هنوز جواب دقیق به آن داده نشده است. این موضوع همواره توجه اقتصاددانان را بویژه در کشورهای توسعه یافته به خود معطوف داشته است. امروزه علی‌رغم آنکه کشورهای توسعه یافته تورم نسبتاً پایینی را تجربه می‌کنند، اما مطالعات متعددی در زمینه اندازه‌گیری هزینه رفاهی تورم در این کشورها صورت می‌گیرد، به طوری‌که برآورد منافع رفاهی بالقوه سیاست‌های پولی که نرخ تورم و نرخ بهره اسمی را کاهش می‌دهد یک موضوع کلاسیک و جذاب برای اقتصاددانان پولی است. در ادبیات اقتصاد پولی، یکی از موضوعات مهم و مورد توجه در این زمینه تعیین نرخ بهینه رشد پول است. در این رابطه مطالعات تجربی متعددی انجام یافته است که از لحاظ ساختار و فروض الگو متفاوت هستند. تفاوت الگوها بیشتر از سه جنبه است: اول اینکه برخی از مطالعات بر اساس الگوی تعادل جزئی و برخی دیگر در چارچوب الگوهای تعادل عمومی انجام گرفته‌اند. دوم اینکه الگوها از نظر نحوه ورود پول متفاوتند. محققان یا از طریق الگوی پول در تابع مطلوبیت سیدراسکی[2] (۱۹۶۷) پول را وارد تحلیل می‌کنند، یا اینکه از الگوهای خرید نقدی لوکاس و استاکی[3] (۱۹۸۳) و زمان خرید مک‌کالم و گودفریند[4] (۱۹۸۷) استفاده می‌کنند. سوم اینکه مطالعات انجام گرفته از جنبه شمول مالیات یکجا یا نسبی در الگو با یکدیگر تفاوت دارند.

در الگوهای تعادل عمومی کلاسیک‌های جدید، با عنایت به فرض خنثی بودن پول در اقتصاد، رفتار مقام پولی و سیاست‌های پولی در الگو تبیین نمی‌شد و پویایی‌های اقتصاد صرفاً در قالب عکس‌العمل متغیرهای کلان اقتصادی به شوک‌های واقعی مورد بررسی قرار می‌گرفت؛ بنابراین این الگوها از این نظر مورد انتقاد اقتصاددانان کلان قرار گرفت. به دنبال این انتقادات گروهی از اقتصاددانان سعی کردند با حفظ ابعاد مثبت این

1-S.monacio
2-M. Sidrauski
3-Robert E. Lucas and Nancy L. Stocky
4-B. McCallum and M. Goodfriend

الگوها از جمله تاکید بر انتظارات عقلایی و بنیان‌های خرد اقتصادی و رفتار بهینه‌سازی عاملان اقتصادی و با افزودن ساختارهای رقابت انحصاری و چسبندگی‌های اسمی و حقیقی، الگوهای تعادل عمومی کلاسیک‌های جدید را طوری گسترش و تعمیم دهند که بتوان تاثیر سیاست‌گذاری‌های اقتصادی و شوک‌های طرف تقاضا را نیز از این طریق تحلیل و تبیین نمود. این الگوها به الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی کینزی جدید (DSGE) شهرت یافتند. در این الگوها انواع مختلف نقصان‌ها و چسبندگی‌ها در بازارهای کالا و عوامل تولید و دارایی‌ها در کنار طیف وسیعی از اختلالات تصادفی تبیین و تصریح می‌شوند. نسل جدید الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی با موفقیت هر چه تمام در جهت تبیین موضوعات هنجاری در زمینه سیاست‌گذاری بهینه به کار می‌روند. در این مقاله سعی شده است که یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی کینزی جدید برای اقتصاد ایران ارائه شده و از طریق آن نرخ بهینه رشد پول برآورد شود. سازماندهی مقاله بدین صورت است که در بخش دوم مبانی نظری و مطالعات تجربی در زمینه نرخ بهینه رشد پول بررسی شده است. معرفی الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی پیشنهادی برای بررسی نرخ بهینه رشد پول در اقتصاد ایران موضوع بخش سوم است؛ بخش چهارم به حل الگو و تعیین نرخ‌های بهینه تورم و نقدینگی اختصاص یافته است و در نهایت در بخش پنجم نتایج و پیشنهادات ارائه شده است.

۲- ادبیات موضوع

۲-۱- مبانی نظری

در اقتصاد پولی، نرخ بهره اسمی در حقیقت هزینه فرصت دارایی‌های پولی بدون بهره است. افزایش نرخ تورم موجب خواهد شد نرخ بهره اسمی افزایش یافته و از جذابیت دارایی پولی بدون بهره کاسته شود. در این شرایط عاملان اقتصادی تراز پولی خود را محدودتر ساخته و دارایی پولی بدون بهره کمتری نگهداری می‌کنند تا زیان سرمایه کمتری را متحمل شوند. این امر خدمات حاصل از دارایی پولی در ایجاد سهولت در معاملات را کاهش داده و تعدیلات هزینه‌بری را به عاملان اقتصادی تحمیل می‌کند. در نتیجه از مقدار رفاه آنها می‌کاهد. این ایده اولیه هزینه رفاهی تورم است که بوسیله

فریدمن[1] مطرح شد (لوکاس[2]، ۲۰۰۰).

دست کم از بحث «مقدار بهینه پول[3]» فریدمن (۱۹۶۹) اقتصاددانان دریافتند که به هیچ وجه اقتصاد مجبور به تحمل چنین هزینه‌ای نخواهد بود. چنانچه سیاست پولی به گونه‌ای باشد که نرخ بهره اسمی روی دارایی‌های بدون مخاطره را به صفر برساند، که به «قاعده فریدمن[4]» موسوم است، در آن صورت جریمه‌ای بر دارایی‌های پولی بدون بهره وضع نمی‌شود. فریدمن (۱۹۶۹) بیان می‌کند که مقدار بهینه پول در سطحی بدست می‌آید که با تعدیلات نرخ تنزیل و به تبع آن قیمت، نرخ بهره اسمی برابر صفر شود. از نظر وی بهینه اجتماعی جایی است که فایده نهایی اجتماعی از نگهداری آخرین واحد پول با هزینه نهایی اجتماعی آن برابر باشد؛ چون هزینه تولید آخرین واحد پول برای اجتماع صفر است، بنابراین فایده نهایی اجتماعی از نگهداری پول یا نرخ بهره اسمی باید صفر باشد. پس در چنین نظام سیاستی نرخ تورم با منفی نرخ بهره واقعی برابر خواهد شد؛ زیرا نرخ بهره اسمی برابر با مجموع نرخ بهره واقعی و نرخ تورم است. در حقیقت نرخ تورم بهینه از دید قاعده فریدمن باید منفی باشد تا بتواند افزایش بهره‌وری اقتصاد را منعکس کند. فریدمن نشان داد که فایده اجتماعی اعمال این قاعده پولی ۰/۳ درصد تولید ناخالص داخلی آمریکا خواهد بود (تقوی و صفرزاده، ۱۳۸۹). اما مطالعات بعدی نشان دادند که در شرایط تورمی مردم آن سطحی از پول را که سازگار با قاعده پولی فریدمن باشد، تقاضا نمی‌کنند. ایراد اساسی این قاعده این است که صرفاً برای الگوهایی صادق است که پول کاملاً خنثی باشد، در حالی که در الگوهایی که پول کاملاً خنثی نیست افزایش نرخ خلق پول در نرخ‌های تورم مثبت هم می‌تواند فواید رفاهی ایجاد کند. این ادعا را سامرز[5] مورد آزمون قرار داده و تایید کرده است (سامرز، ۱۹۸۱). این استدلال با گسترش الگوهای نسل‌های هم‌پوش در دهه‌های اخیر تقویت شده است. این الگوها نشان داده‌اند که در وضعیت تعادل پایدار[6] یک رابطه مثبت بین تورم و

1-M. Friedman
2-Lucas, Robert E
3-Optimum Quantity of Money
4-Friedman's Rule
5-Lawrence H.Summers
6-Steady State

انباشت سرمایه برقرار است. وقتی این اثر (که معمولاً به اثر توبین[1] مشهور است) بروز پیدا می‌کند در شرایط تعادل پایدار نرخ سریع رشد پول دو گونه اثر مخالف بر رفاه از خود نشان می‌دهد: یک اثر مثبت درآمدی به تبع افزایش منابع افراد در طول زندگی و یک اثر منفی جانشینی به دلیل انحراف در تصمیم نهایی مردم. در نرخ‌های پایین رشد پول اثر درآمدی بر اثر جانشینی غالب است؛ هر چند در نرخ‌های بالای رشد پول ممکن است اثر خالص منفی باشد (ویس[2]، ۱۹۸۰).

۲-۲- مطالعات تجربی

در رابطه با نرخ بهینه رشد پول، فریدمن (۱۹۶۹) نشان داده بود که نرخ بهینه رشد پول جایی است که نرخ بهره اسمی صفر بوده و نرخ تورم با منفی نرخ بهره حقیقی برابر باشد. آبل[3] (۱۹۸۷) برای این منظور یک تابع رفاه در نظر گرفت که شامل مطلوبیت‌های طول زندگی تمام نسل‌های آتی بود که با نرخ تنزیل اجتماعی[4] تنزیل شده بود. وی اعتقاد داشت که جهت بررسی نرخ بهینه رشد پول به عنوان بهترین سیاست، سایر متغیرهای سیاستی دولت نیز باید مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند. وی با بکارگیری این الگوی تحلیلی نشان داد که تحت بسته سیاستی بهینه، وضعیت تعادل پایدار اقتصاد با نرخ بهره اسمی صفر و نرخ رشد پول برابر با نرخ تنزیل بین نسلی همراه است. در یک کار مشابه در این زمینه مک کالم و گودفرند[5] معیارهای متفاوتی برای بهینگی معرفی کرده‌اند. آنها موضوع قاعده بهینه پولی را به صورت یک مسئله بهینه‌یابی در نظر گرفته‌اند که در آن تابع مطلوبیت طول زندگی افراد باید با توجه به قید بودجه و مطلوبیت‌های طول زندگی تمام نسل‌ها حداکثر شود. مک‌کالم و گودفرند بر خلاف آبل از سایر متغیرهای سیاستی چشم پوشی کرده و نشان داده‌اند که بهینگی می‌تواند با اعمال قاعده پولی فریدمن بدست آید. ترومن بیلی[6] (۱۹۸۳) معتقد بود که تعادل پولی

1-Tobin effect
2-Laurence Weiss
3- A. Abel
4-Social Discount Rate
5-B. McCallum and M. Goodfriend
6-Truman Bewley

زمانی ایجاد خواهد شد که نرخ بهره پول به اندازه کافی نزدیک به صفر بوده و همچنین نرخ خالص ترجیح زمانی هر مصرف‌کننده نیز نزدیک صفر باشد. خاویر هامان[1] (۱۹۹۲) در چارچوب الگوهای نسل‌های هم‌پوش نشان داده است که قاعده فریدمن در اقتصاد آمریکا تایید نمی‌شود (نرخ تورم بهینه را ۳ درصد بدست آورده است). آنتون براون[2] (۱۹۹٤) نشان داده است که نرخ بهینه تورم همچنان منفی بوده؛ اما با نرخ تنزل قیمت قاعده سیاستی فریدمن اختلاف دارد؛ به گونه‌ای که نرخ تورم بهینه در مطالعه وی ۱/۳ درصد برآورد شده است.

بر اساس مطالعه مولیگان[3] و سالای مارتین[4] (۱۹۹۷) بهینه بودن قاعده فریدمن به کشش‌های مختلف تقاضای پول بستگی دارد. در اقتصادهایی که کشش تقاضای پول نسبت به نرخ بهره پایین است، تمایل به داشتن نرخ‌های تورم بهینه بالاتر بیشتر است و برعکس. پال[5] و اسمیت[6] (۲۰۰۰) معتقدند که سیاست پولی باید به گونه‌ای باشد که نرخ بهره اسمی را به بالای صفر سوق دهد تا باعث تحریک سرمایه‌گذاری و رشد اقتصادی شود. آنتون[7] (۲۰۰۱) نشان داده‌اند که در صورت اعمال مالیات نسبی، نه تنها قاعده پولی فریدمن سیاست بهینه‌ای نیست بلکه هر نوع سیاست کاهش نرخ بهره اسمی (کاهش نرخ تورم از سطح ۵ درصد) موجب کاهش رفاه می‌شود. موریتز[8] (۲۰۰۷) بیان می‌کند که نرخ بهره مثبت تحت شرایطی می‌تواند فایده رفاهی ایجاد کند و دنباله‌روی از قاعده فریدمن به معنای چشم‌پوشی از این فایده رفاهی است. بر اساس مطالعه دلالی اصفهانی و همکاران (۱۳۸٦) مقدار بهینه پول به طور مستقیم به نرخ بازدهی سرمایه و نرخ ترجیح زمانی بستگی دارد.

بنابراین با عنایت به فرض‌های مختلف در زمینه تکنولوژی‌ها، مالیات‌ها و سایر متغیرهای ملحوظ در الگوها مقایسه نتایج مطالعات مشکل است. به عبارت دیگر بیان

1-A. Javier Hamann
2-R. Anton Braun
3-Casey B. Mulligan
4-Xavier X. Sala. I. Martin
5-Beatrix Paal
6-Bruce D. Smith
7-Anton, Arturo
8-Pitter Moritz

اینکه قاعده فریدمن در ادبیات مربوط به مقدار بهینه پول همواره بهینه و یا غیر بهینه است تا حدود زیادی غیر ممکن می‌نماید. به همین دلیل در سال‌های اخیر این موضوع با استفاده از الگوهای تعادل عمومی و با اعمال ساختارها و مفروضات مختلف در الگوها به طور فراگیر مورد بررسی قرار گرفته است؛ اما ساختار رقابت انحصاری بازارها و چسبندگی‌های اسمی و حقیقی در قیمت‌ها و دستمزدها از جمله عواملی هستند که در الگوهای تعادل عمومی متعارف نئوکلاسیک و دوران‌های اقتصادی واقعی (RBC) مورد غفلت قرار گرفته‌اند. این مقاله بر آن است که این پدیده‌ها را نیز وارد تحلیل نماید.

۳- معرفی الگو

الگو از یک دولت و سه عامل بخش خصوصی شامل یک جمعگر (هویت ذهنی و تصنعی)، i خانوار و j بنگاه تشکیل شده است. جمعگر در این اقتصاد دو کارکرد دارد: در بازار کار نیروی کار غیر همگن را جمع کرده و به صورت «نیروی کار مرکب[1]» قابل استفاده برای تولید در اختیار بنگاه‌ها قرار می‌دهد. در بازار کالا نیز کالاهای مختلف را جمع می‌کندو به صورت «کالای مرکب[2]» قابل مصرف و سرمایه‌گذاری توسط خانورها مصرف می‌شود.

خانوارها و بنگاه‌ها از قدرت انحصاری عرضه نیروی کار و محصولات خود به جمعگر برخوردار هستند که این امر امکان تصریح چسبندگی‌های اسمی در دستمزد و قیمت را تسهیل می‌کند.

در این الگو دولت درآمد خود را از فروش نفت، مالیات، انتشار پول و احیاناً انباشت بدهی کسب کرده و صرف خرید کالاها و خدمات، پرداخت بدهی‌ها و پرداخت‌های انتقالی می‌کند. از آنجا که تولید نفت به ذخایر موجود و توان تولید کشور وابسته بوده و بر اساس حداکثرسازی سود صورت نمی‌گیرد، در الگوی طراحی شده این بخش از طریق بنگاه‌های تولیدی الگوسازی نشده و به صورت یک فرآیند برونزا

1-Composite Labor
2-Composite Good

تعریف شده است.

چندین شوک اقتصاد را متاثر می‌سازند: در بخش خانوارها رجحان مصرف‌کننده از طریق شوک وارد شده به تقاضای پول متاثر می‌شود. در بخش تولید شوک تکنولوژی تولید بنگاه‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد، از طریق ورود دولت به اقتصاد نیز دو نوع شوک قابل تعریف است: اولی به شوک‌های نفتی مربوط می‌شود که درآمد دولت و از آن طریق اقتصاد را متاثر می‌سازد و دومی در سیاست‌گذاری پولی نمود پیدا می‌کند که به صورت شوک وارد شده بر عرضه پول قابل ردیابی است.

۳-۱- رفتار جمعگر

جمعگر نهاده‌های متنوع را که با بردار N بعدی $(H_1, H_2, \ldots H_N)$ مشخص می‌شوند خریداری کرده و به ستانده مرکب H تبدیل می‌کند که شکل تبعی آن به صورت زیر است (کیم، ۱۹۹٦):

$$H = N^{1/(1-\theta_h)} \left(\sum_{n=1}^{N} H_n^{(\theta_h/(\theta_h-1))} \right)^{(\theta_h/(\theta_h-1))} \qquad (1)$$

که یک تابع با بازدهی ثابت نسبت به مقیاس و کشش جانشینی ثابت بوده و در ادبیات مربوط به رقابت انحصاری، کاربرد فراوانی دارد. در تابع فوق θ_h کشش جانشینی بین نهاده‌های مختلف بوده و جهت تضمین تعادل فرض می‌شود $\theta_h > 1$ است.

در بازار کالا نیز جمعگر کالاهای y_{jt} را از بنگاه‌های مختلف خریداری کرده و به‌صورت کالای مرکب در اختیار خانوارها قرار می‌دهد. شکل تبعی تبدیل کالاهای مختلف به کالای مرکب به صورت زیر خواهد بود:

$$y_t = N^{1/(1-\theta)} \left(\sum_{j=1}^{N} y_{jt}^{((\theta-1)/\theta)} \right)^{(\theta/(\theta-1))} \quad ,\theta > 1 \qquad (2)$$

جمعگر این کالاها را با قیمت P_{jt} از بنگاه‌ها خریداری و به کالای مرکب y_t تبدیل کرده و به قیمت P_t به خانوارها می‌فروشد.

تابع تقاضای جمعگر برای تولید بنگاه jام از حداکثرسازی تابع سود آن نسبت به y_{jt} به صورت زیر بدست خواهد آمد:

$$y_{jt} = \left(\frac{P_{jt}}{P_t}\right)^{-\theta} y_t \qquad (۳)$$

که تقاضای کالای jام را به صورت تابعی از قیمت نسبی آن و کالای مرکب نشان می‌دهد. شاخص قیمت کالای مرکب را نیز می‌توان به صورت زیر نشان داد:

$$P_t = \left(\frac{۱}{N}\sum_{j=۱}^{N} P_{jt}^{۱-\theta}\right)^{\left(\frac{۱}{۱-\theta}\right)} \qquad (٤)$$

۳-۲- رفتار خانوارها

بر اساس کارهای کیم[1] (۱۹۹٦)، آیرلند[2] (۱۹۹۷)، دیب[3] (۲۰۰۱) و سایر محققان این حوزه خانوار نمونه از مصرف کالاها (C_{it}) و نگه‌داری مانده‌های حقیقی پول ($\frac{M_{it}}{P_t}$) مطلوبست کسب می‌کند. فرض می‌شود که خانوارها به غیر از رفتار عامل کار (که قدرت انحصاری نیروی کار خود را دارند) از سایر جهات همسان هستند. خانوار نمونه ارزش انتظاری مطلوبیت دوران زندگی خود را حداکثر می‌سازد. ترجیحات این خانوار بر اساس تابع مطلوبیت انتظاری جدایی‌پذیر زیر تعریف می‌شود:

$$U_{\circ} = E_{\circ}\sum_{t=\circ}^{\infty} \beta^t U(c_{it}, \frac{M_{it}}{P_t}, L_{it}) \qquad (۵)$$

که در آن E عملگر انتظارات شرطی زمانی و $\beta \in (\circ,۱)$ نرخ تنزیل ذهنی مصرف‌کننده است. فرض کنید که ارزش حال مطلوبیت‌هایی که این خانوار در طول حیات خود کسب می‌کند به شکل زیر باشد:

1-Jinill Kim
2-Peter N. Ireland
3-Ali Dib

$$U_{\circ} = E_{\circ}\sum_{t=\circ}^{\infty}\beta^{t}\left(\frac{\left(c_{it}^{\tau}\left(\frac{M_{it}}{P}\right)^{b_t(1-\tau)}\right)^{1-\sigma}}{1-\sigma}\right) \qquad (۶)$$

که در آن $\sigma > \circ$ پارامتر ریسک‌گریزی نسبی بوده و $\tau > \circ$ نیز سهم مصرف از مطلوبیت است. تنها عامل تصادفی در ترجیحات مصرف‌کننده b_t است که می‌تواند به شوک تقاضای پول تعبیر شود. این عامل از فرآیند زیر تبعیت می‌کند:

$$\log(b_t) = \rho_b \log(b_{t-1}) + (1 \quad \rho_b)\log(\bar{b}) \quad e_{bt} \qquad - \ (۷) \qquad +$$

که در آن $\rho_b \in (-1,1)$، $\bar{b}$ مقدار b در شرایط تعادل پایدار بوده و e_{bt} نیز به طور یکسان و مستقل و با میانگین صفر و واریانس σ_b^2 توزیع شده است.

تصریح این نوع تابع مطلوبیت جهت همگرا شدن اقتصاد به سمت مسیر رشد متوازن ضروری است. این تابع به تابع مطلوبیت با درجه ریسک‌گریزی نسبی ثابت معروف است. دلیل این نام‌گذاری این است که ضریب ریسک‌گریزی این تابع (که به صورت $-cu''/u' = \sigma$ تعریف می‌شود) مستقل از سطح مصرف است. ضریب σ همچنین تمایل خانوارها به انتقال بین دوره‌ای مصرف را نشان می‌دهد. هر چه σ کوچکتر باشد، مطلوبیت نهایی مصرف با افزایش سطح مصرف به کندی شروع به کاهش می‌کند و بنابراین مصرف‌کننده به راحتی مصرف خود را در طول زمان تغییر می‌دهد. اگر $\sigma = \circ$ باشد، مصرف کننده با عنایت به تفاوت بیشتر بین نرخ تنزیل و نرخ بازدهی سرمایه سعی خواهد کرد که پس‌انداز بیشتری انجام دهد تا از منافع آن بهره‌مند شود. در واقع می‌توان نشان داد که $\frac{1}{\sigma}$ همان کشش جانشینی مصرف بین دو دوره مختلف است. جهت همگرایی این تابع مطلوبیت در طول زمان شرط $\beta - n - (1-\sigma)gr \quad \circ$ باید برقرار باشد؛ که در آن n نرخ رشد جمعیت و gr نیز نرخ رشد بلند مدت اقتصاد است. در صورت عدم تحقق این شرط مصرف‌کننده می‌تواند به طور نامحدود در طول زندگی خود مطلوبیت کسب نماید؛ بنابراین مسئله

حداکثرسازی جواب تعریف شده‌ای نخواهد داشت (رومر[1]، ۲۰۰۱، ۴۹-۴۸).

اگر درجه ریسک‌گریزی نسبی برابر یک فرض شود ($\sigma = 1$)، در آن صورت تابع مطلوبیت (۵-۱۰) به شکل لگاریتمی زیر در می‌آید.

$$U_0 = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\tau \ln(c_{it}) + b_t(1 \quad) \ln\left(\tau \frac{M_{it}}{P}\right)\right) \qquad (8)$$

کولی و هانسن[2] (۱۹۹۱) نیز برای محاسبه هزینه رفاهی تورم‌های ملایم[3] از تابع مطلوبیت مشابه تابع فوق استفاده کرده‌اند با این تفاوت که در تابع مطلوبیت تصریح شده توسط آنها به جای مصرف و تراز مانده‌های واقعی از کالاهای نقدی و اعتباری استفاده شده است.

خانوار نمونه با موجودی سرمایه اولیه K_{it}، موجودی نیروی کار L_{it} و مقدار پول از قبل تعیین شده M_{it-1} وارد دوره t می‌شود. در طول دوره t از طریق ارائه سرمایه و کار خود به بنگاه‌ها، پرداخت‌های انتقالی و سود بنگاه‌ها کسب در آمد می‌کند و این درآمد را یا صرف هزینه‌های مصرفی و سرمایه‌گذاری و مالیات می‌کند و یا اینکه به صورت مانده‌های واقعی پول نزد خود نگه‌داری می‌کند.

خانوارها سرمایه‌های جمع‌آوری شده خود را در اختیار بنگاه‌ها قرار می‌دهند. فرآیند انباشت سرمایه بر اساس قاعده حرکت زیر شکل می‌گیرد:

$$K_{it+1} = (1-\delta)K_{it} \quad I_{it} + \qquad (9)$$

که در آن K_{it} و I_{it} به ترتیب موجودی سرمایه و سرمایه‌گذاری در زمان t بوده و δ نیز نرخ استهلاک سرمایه است. از آنجا که سرمایه‌گذاری این دوره در دوره بعد به فعلیت می‌رسد پس موجودی سرمایه یک متغیر از پیش تعیین شده در الگو خواهد بود.

فرض بر این است که موجودی نیروی کار در اقتصاد در دوره t نیز با نرخ رشد ثابت n نسبت به دوره قبل بر اساس رابطه برونزای زیر تعیین می‌شود:

1- David Romer
2- Thomas F. Cooley and Gary D. Hansen
3- Moderate Inflations

$$L_{it} = L_{it-1} + nL_{it-1} \qquad (10)$$

بر اساس مطالب گذشته قید بودجه خانوار به صورت زیر خواهد بود:

$$C_{it} + I_{it} + \frac{M_{it}}{P_t} \quad TA_{it} + W_{it}L_{it} \quad \neq_t K_{it} \quad TR_{it} + \frac{M_{it-1}}{P_t} \quad \frac{D_{it}}{P_t} \qquad (11) \qquad +$$

که در آن r_t نرخ اجاره سرمایه، TA_{it} مالیات پرداختی، TR_{it} پرداخت‌های انتقالی دولت و D_{it} هم سود تقسیم شده بنگاه‌ها به خانوار iام است.

رفتار بهینه خانوار از حداکثرسازی تابع مطلوبیت (۸) بر اساس C_{it}، M_{it}، L_{it}، K_{it+1} و I_{it} با توجه به قیدهای (۹)، (۱۰) و (۱۱) بدست خواهد آمد[1].

۳-۳- رفتار بنگاه‌ها

بنگاه‌ها در بازار عوامل تولید (نیروی کار و سرمایه) به صورت رقابتی عمل می‌کنند. میزان بکارگیری هر یک از عوامل تولید از بهینه‌سازی رفتار بنگاه‌ها بدست می‌آید و میزان تولید بنگاه‌ها نیز براساس میزان بکارگیری این عوامل تعیین می‌شود. سطح تولید بنگاه‌ها نیز به نوبه خود براساس تابع تقاضای جمعگر، قیمت تولید را تعیین می‌کنند. همچنین در الگوی طراحی شده فرض می‌شود که هر بنگاه علاوه بر هزینه بکارگیری عوامل تولید، هزینه تعدیل قیمت و نیروی کار را نیز می‌پردازد.

بر اساس مطالعات آیرلند (۱۹۹۷)، کیم (۱۹۹۶)، دیب (۲۰۰۱) و سایر اقتصاددانان این حوزه تکنولوژی تولید بنگاه jام به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$y_{jt} \leq A_t k_{jt}^{\alpha} (n^t L_{jt})^{1-\alpha} \quad , \alpha \in (0,1) \quad , \quad g \quad 1 \qquad (12) \qquad \geq$$

که در آن n نرخ رشد بهره‌وری نیروی کار است که به نرخ رشد اقتصاد هم تعبیر

۱- معادلات شرایط مرتبه اول بهینه‌سازی رفتار عاملان اقتصادی نزد نگارنده موجود است که در صورت نیاز ارائه می‌شود.

می‌شود. A_t هم شوک بهره‌وری است که برای تمام بنگاه‌ها یکسان در نظر گرفته می‌شود. فرض می‌شود که شوک بهره‌وری از فرآیند خود رگرسیون زیر تبعیت می‌کند:

$$\log(A_t) = \rho_A \log(A_{t-1}) + (1 \quad \rho_A) \log(A) \quad \varepsilon_{At} \qquad -(13)$$

که در آن $\rho_A \in (-1,1)$ ، $A > 0$ ارزش شوک در شرایط تعادل پایدار بوده و ε_{At} نیز به طور مستقل و یکسان و با میانگین صفر و واریانس σ_A^2 به صورت نرمال توزیع شده است.

همان طور که می‌دانید در چارچوب الگوهای رقابت انحصاری، پول خنثی است؛ مگر اینکه یک سری چسبندگی‌های اسمی به الگو اضافه شود. در این مقاله چسبندگی‌ها در بخش تولید از طریق هزینه تعدیل قیمت و نیروی کار تعریف شده است. فرض کنید بنگاه jام با تعدیل قیمت محصول خود هزینه تعدیل به صورت تابع درجه دو زیر را متقبل می‌شود:

$$AC_{jt}^{P} = \frac{\varphi_P}{2}\left(\frac{P_{jt}}{P_{jt-1}} - 1\right)^2 y_t \qquad (14)$$

که در آن $\varphi_P \geq 0$ پارامتر هزینه تعدیل قیمت‌هاست. در شرایط رقابت کامل که انعطاف‌پذیری قیمت‌ها حاکم است حاشیه سود قیمت‌گذاری ثابت است $(\varphi_p = 0)$. اما وقتی چسبندگی قیمت‌ها مطرح می‌شود این حاشیه سود رفتار درونزا پیدا می‌کند.

لحاظ کردن هزینه‌های تعدیل قیمت و نیروی کار در الگو به رفتار بهینه‌سازی بنگاه‌ها حالت پویا می‌بخشد. با توجه به مطالب فوق مسئله اصلی هر بنگاه این است که L_{jt}، K_{jt}، y_{jt} و P_{jt} را طوری تعیین کند که ارزش حال جریان سود انتظاری آن حداکثر شود:

$$MaxE_0\left[\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \lambda_t \frac{D_{jt}}{P_t}\right] \qquad (15)$$

که در آن D_{jt} به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$D_{jt} = P_{jt} y_{jt} - P_t r_t k_{jt} \quad P_t w_t L_{jt} \quad P_t AC_{jt}^{P} \quad P_t AC_{jt}^{L} - \qquad (16)$$

در تابع هدف بنگاه $\beta^t \lambda_t$ به عنوان عامل تنزیل سود تعریف شده و λ_t نیز حکم مطلوبیت نهایی ثروت حقیقی را دارد. بنگاه jام بهینه‌سازی خود را با توجه به قیدهای (۳) و (۱۲) انجام می‌دهد.

۳-٤- دولت- مقام پولی

در الگوی طراحی شده دولت و مقام پولی، به عنوان یک هویت واحد در نظر گرفته شده است که با توجه به درجه پایین استقلال بانک مرکزی در کشور فرض دور از ذهنی به نظر نمی‌رسد. دولت مسئول اعمال سیاست‌های پولی و مالی بوده و مخارج آن از محل خلق پول، اخذ مالیات (مالیات یکجا) و نیز درآمد حاصل از فروش نفت تامین مالی می‌شود.

$$g_t + tr_t = ta_t \quad oi_t \quad + \frac{M_t - M_{t-1}}{P_t} \qquad (۱۷)$$

فرض می‌شود که مخارج دولت از فرآیند خود رگرسیون زیر تبعیت می‌کند:

$$\log(g_t) = (۱ - \rho_g)\log(g) \quad \rho_g + \log(g_{t-1}) \quad \varepsilon_{gt} \quad + \qquad (۱۸)$$

که g_t مخارج حقیقی دولت در دوره t و g میزان آن در شرایط تعادل پایدار است.

به اعتبار اینکه تولید نفت در کشور بر اساس رفتار بهینه بنگاه‌ها صورت نگرفته و میزان تولید آن بیشتر بر اساس ذخایر زیر زمینی و توان تولیدی کشور تعیین می‌شود، و میزان صادرات و فروش آن نیز مستقل از قیمت برونزای آن و طبق سهمیه تعیین شده در سازمان اوپک مشخص می‌شود، و همچنین از آنجا که بر اساس قوانین جاری کشور تمام درآمدهای حاصل از صادرات نفت به دولت اختصاص یافته و از آن طریق بین بخش‌های مختلف تخصیص می‌یابد، نقش این درآمدها در اقتصاد کشور از مجرای بودجه دولت دیده شده است. در این راستا درآمدهای نفتی که در طرف درآمدی بودجه دولت گنجانده شده است به صورت برونزا و از فرآیند زیر بدست می‌آید:

$$\log(oi_t) = (۱ - \rho_{oi})\log(\overline{oi}) \quad \rho_{oi} + \log(oi_{t-1}) \quad e_{oit} \quad + \qquad (۱۹)$$

در بحث سیاست‌گذاری پولی فرض بر این است که سیاست‌گذار عرضه اسمی پول را در پاسخ به شوک‌های وارد شده بر اقتصاد تعدیل می‌کند؛ به عبارت دیگر سیاست پولی حالت درونزا به خود می‌گیرد. بنابراین سیاست پولی به صورت زیر نمود پیدا خواهد کرد:

$$\log(\mu_t) = (1-\rho_\eta)\log(\quad) \quad \mu \log(\quad_{t-1})\mu \quad a \log(a_{t-1}\rho) \quad g \log(g_{t-1})\mu \quad oi \log(oi_t +)\psi \quad b \log(b_{t-1}) \quad e_t \quad (2\omega) \quad + \quad - \quad \mu \quad \psi \quad -$$

که در آن $\mu_t = \frac{M_t}{M_{t-1}}$ نرخ رشد ناخالص پول در دوره t، $\rho_\eta \in (-1,1)$ و $e_{\mu t}$ شوک عرضه پول است که با میانگین صفر و واریانس σ^2_μ به طور مستقل و یکسان دارای توزیع نرمال است. a_{t-1}، b_{t-1}، oi_{t-1} و g_{t-1} به ترتیب نشانگر شوک یا نوسانات تکنولوژی، تقاضای پول، درآمدهای نفتی و هزینه‌های دولت است؛ در صورتی که ضرایب ω و ψ صفر باشند، سیاست پولی کاملاً برونزا بوده و تنها بر اساس تصمیمات بانک مرکزی و مستقل از نوسانات و شوک‌های وارد شده بر اقتصاد اعمال خواهد شد.

۳-۵- تعادل در اقتصاد

در شرایط تعادل تمامی خانوارها و بنگاه‌ها رفتار یکسان داشته و تصمیمات مشابهی اتخاذ می‌کنند. بنابراین $C_{it}=C_t$، $L_{it}=L_t$، $K_{it}=K_t$، $M_{it}=M_t$، $I_{it}=I_t$، $P_{jt}=P_t$، $y_{jt}=y_t$ و $D_{jt}=D_t$ خواهد بود. تعادل در اقتصاد به‌صورت ترکیبی از تخصیص منابع $\left\{y_t, oI_t, G_t, C_t, \frac{M_t}{P_t}, L_t, K_t, I_t\right\}_{t=0}^{\infty}$ و دنباله‌ای از قیمت‌ها و متغیرهای وضعیت $\{w_t, r_t, \pi_t, \lambda_t, q_t\}_{t=0}^{\infty}$ خواهد بود که شرایط مرتبه اول لازم برای بهینه‌سازی رفتار خانوارها، بنگاه‌ها و دولت، قید منابع، قاعده عرضه پول و فرایندهای تصادفی شوک‌های تقاضای پول، تکنولوژی، عرضه پول، و درآمدها و هزینه‌های دولت را تامین می‌کنند. در دنباله فوق $\pi_t = \frac{P_t}{P_{t-1}}$ نشانگر نرخ ناخالص تورم دوره t است.

سیستم تعادل اقتصاد به صورت ترکیبی از ۱۶ متغیر با ۱۶ معادله به شکل زیر تعریف خواهد شد:

$$\frac{\tau}{c_t} = \lambda_t \qquad (۲۱)$$

$$\frac{b_t(۱-\tau)}{m_t} = \lambda_t - \beta E_t\left(\frac{\lambda_{t+۱}}{\pi_{t+۱}}\right) \qquad (۲۲)$$

$$\beta E_t\left(\frac{\lambda_{t+۱}}{\lambda_t}\left[r_{t+۱} + (۱-\delta)\right]\right) \quad ۱ \quad = \qquad (۲۳)$$

$$K_{t+۱} = (۱-\delta)K_t \quad I_t \; + \qquad (۲٤)$$

$$L_t = L_{t-۱} + nL_{t-۱} \qquad (۲٥)$$

$$y_t = A_t k_t^{\alpha}(gr^t L_t)^{۱-\alpha} \qquad (۲٦)$$

$$\frac{\alpha y_t}{k_t q_t} = r_t \qquad (۲۷)$$

$$\frac{(۱-\alpha)y_t}{L_t q_t} = w_t \qquad (۲۸)$$

$$q_t^{-۱} = \frac{\theta - ۱}{\theta} + \frac{\phi_P}{\theta}\left(\pi_t \quad ۱\right)\pi_t \quad \frac{\beta \quad P}{\theta} E_t\left[\left(\quad ۱\right)\pi_{t+۱}\frac{\lambda_{t+۱}}{\lambda_t}\frac{y_{t+۱}}{y_t}\right]\phi \qquad (۲۹)$$

$$y_t + oI_t = C_t \quad G_t \quad I_t + \frac{\phi_P}{۲}\left(\pi_t + ۱\right)^{۲} y_t + \qquad - \qquad (۳۰)$$

$$\mu_t = \frac{m_t \pi_t}{m_{t-۱}} \qquad (۳۱)$$

$$\log(a_t) = (۱-\rho_a)\log(\bar{a}) \quad \rho_a \log(a_{t-۱}) \quad {}_{oi}\log(oi_{t-۱}) \quad e_{at} \qquad (۳۲)$$

$$\log(b_t) = \rho_b \log(b_{t-۱}) + (۱ \quad \rho_b)\log(\bar{b}) \quad e_{bt} \qquad - \qquad (۳۳) \qquad +$$

$$\log(oi_t) = (۱-\rho_{oi})\log(o\bar{i}) \quad \rho_{oi}\log(oi_{t-۱}) \quad {}_{a}\log(a_{t-۱}) \quad e_{oit} \qquad (۳٤) \qquad \omega$$

$$\log(g_t) = (۱-\rho_g)\log(\bar{g}) \quad \rho_g \log(g_{t-۱}) \quad {}_{oi}\log(oi_{t-۱}) \quad e_{gt} \qquad (۳٥)$$

$$\log(\mu_t) = (۱-\rho_\eta)\log(\quad) \quad {}_{\mu}\log(\quad_{t-۱})\mu \quad {}_{a}\log(a_{t-۱})\rho \quad {}_{g}\log(g_t)\mu \quad {}_{oi}\log(oi_t)\psi \quad {}_{b}\log(b_{t-۱}) \quad e_{\mu t} \qquad (۳٦) \qquad + \quad - \quad \psi \quad -$$

رابطه (۳۰) بیانگر محدودیت منابع کل است که از جای گذاری $\frac{M_t}{P_t} = \frac{M_{t-۱}}{P_t}$ از رابطه (۱۷) و میزان سود از رابطه (۱٦) در قید بودجه خانوار (۱۱) بدست آمده است. در الگوی فوق L_t، r_t، π_t، q_t، a_t، b_t و μ_t متغیرهای مانا هستند ولی سایر متغیرهای الگو از این ویژگی برخوردار نیستند؛ بنابراین باید قبل از تقریب مانا شوند. در ادبیات الگوهای تعادل عمومی، برای مانا کردن روش‌های مختلفی وجود دارد که در این مقاله برای این منظور از تعریف زیر استفاده شده است (دیب، ۲۰۰۱):

$$\tilde{C}_t = \frac{C_t}{gr^t},\ \tilde{m}_t = \frac{m_t}{gr^t},\ \tilde{k}_t \quad \frac{k_t}{gr^t},\ \tilde{w}_t \quad \frac{w_t}{gr^t},\ \tilde{y}_t \quad \frac{y_t}{gr^t},\ \tilde{I}_t \quad \frac{I_t}{gr^t},\ \tilde{oi}_t \quad \frac{oi_t}{gr^t},\ g_t \quad \frac{g_t}{gr^t},\ \tilde{\lambda}_t \quad \frac{\lambda_t}{gr^{-t}} \qquad = \qquad =$$

نسبت‌های وضعیت تعادل پایدار سیستم فوق به‌صورت زیر خواهند بود:

$$\mu = gr\pi \qquad (۳۷)$$

$$\frac{\tilde{c}}{\tilde{m}} = \frac{\tau(۱-\beta)}{b(۱-\tau)\mu} \qquad (۳۸)$$

$$\tilde{c} = \frac{\tau}{\tilde{\lambda}} \qquad (۳۹)$$

$$q = \theta\left[(\theta-۱) \quad _p \quad \phi \quad \pi + (\quad ۱ \quad]\beta \quad)\pi \quad (\qquad (۴۰)$$

$$\frac{\tilde{i}}{\tilde{k}} = \frac{gr+\delta-۱}{gr} \qquad (۴۱)$$

$$r = \frac{gr}{\beta} - (۱ \quad \delta) \quad - \qquad (۴۲)$$

$$\frac{\tilde{k}}{\tilde{y}} = \frac{\alpha}{rq} \qquad (۴۳)$$

$$\frac{L}{\tilde{y}} = \frac{۱-\alpha}{\tilde{w}q} \qquad (۴۴)$$

$$\frac{\tilde{c}}{\tilde{y}} = ۱ + \frac{o\tilde{i}}{\tilde{y}} \quad \frac{\tilde{g}}{y} \quad \frac{\tilde{i}}{y} \quad \frac{\phi_P}{۲}(\pi_{\sim} ۱)^{۲} \quad - \quad _{\sim} \qquad (۴۵)$$

$$\tilde{w}\tilde{\lambda}L = \left(\frac{۱-\alpha}{q}\right)\frac{\tau\tilde{y}}{\tilde{c}} \qquad (۴۶)$$

٤- حل الگو

٤-۱- کالیبراسیون (مقدار دهی) الگو

لگاریتم خطی کردن معادلات سیستم تعادل یک روش مرسوم در حل معادلات تعادل عمومی است. اصول این روش به این صورت است که از تقریب تیلور حول نقطه تعادل پایدار متغیرها استفاده شده و تمام معادلات سیستم با تقریب خطی خود جایگزین می‌شوند. اگر X_t بردار متغیرها و $\overline{X}$ ارزش آنها در شرایط تعادل پایدار باشد، $x_t = \log X_t - \log \overline{X}$ بردار انحراف لگاریتمی از $\overline{X}$ تلقی خواهد شد. برای دست یابی به سیستم خطی- لگاریتمی متغیر X_t باید با $X_t = \overline{X}.e^{x_t} = \overline{X}(۱+x_t)$ جایگزین شود که در آن x_t یک عدد حقیقی نزدیک به صفر است[۱] (اوهلیگ، ۱۹۹۹).

سیستم تعادلی تعریف شده در شکل لگاریتم- خطی می‌تواند در قالب الگوی فضا-

---

۱- شکل لگاریتم- خطی شده معادلات الگو نزد نگارنده مقاله موجود و در صورت نیاز قابل ارائه است.

حالت زیر بازنویسی شود:

$$\hat{s}_{t+1} = \varphi_1 \hat{s}_t + \varphi_2 \varepsilon_{t+1} \qquad (٤٧)$$

$$\hat{d}_t = \varphi_3 \hat{s}_t \qquad (٤٨)$$

$\hat{s}_t = \left(\hat{k}_t, \hat{oi}_t, \hat{m}_{t-1}, \hat{l}_{t-1}, \hat{a}_t, \hat{b}_t, \hat{\mu}_t, \hat{g}_t\right)$ بردار متغیرهای وضعیت و $\hat{d}_t = \left(\hat{\lambda}_t, \hat{q}_t, \hat{m}_t, \hat{l}_t, \hat{y}_t, \hat{w}_t, \hat{r}_t, \hat{c}_t, \hat{\pi}_t, \hat{i}_t\right)$ بردار متغیرهای کنترل هستند. $\varepsilon_{t+1} = \left(e_{A_{t+1}}, e_{b_{t+1}}, e_{g_{t+1}}, e_{oi_{t+1}}, e_{\mu_{t+1}}\right)$ نیز شامل شوک‌های تکنولوژی، عرضه و تقاضای پول، هزینه‌های دولت و درآمدهای نفتی است. حل سیستم فضا- حالت فوق به یک سیستم خودرگرسیون برداری منتهی می‌شود که در آن ماتریس‌های ضرایب φ_1، φ_2 و φ_3 به پارامترهای ساختاری الگو وابسته هستند.

در حالت کلی می‌توان با استفاده از سیستم معادلات فضا- حالت معرفی شده در بالا و با به‌کارگیری آمار مربوط به متغیرها، تمامی پارامترهای ساختاری الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی را برآورد کرد. ولی معمولاً این الگوها از طریق روش‌های متداول اقتصادسنجی برآورد نمی‌شوند؛ چرا که این الگوها بسیار واقع‌گرایانه و مبتنی بر واقعیات مشاهده شده در اقتصاد هستند، و همچنین ساده بودن این الگوها به این معنی که فقط بر یک‌سری تکانه‌ها تاکید می‌کنند، سبب شده است که پس از خطی کردن معادلات تصادفی حول وضعیت تعادل پایدار نهایتاً یک دستگاه متشکل از ترکیب خطی غیر تصادفی[1] از متغیرهای درون‌زا حاصل شود که این امر برآورد ضرایب دستگاه را با مشکل مواجه می‌کند. بنابراین این الگوها اغلب از طریق رهیافت کالیبراسیون (مقدار دهی) حل می‌شوند.

در معرفی پارامترهای الگو توجه به یک سری نکات ضروری است. مقادیر مربوط به پارامترها باید به گونه‌ای تعیین شوند که نه تنها در معادلات مرتبه اول مربوط به حداکثرسازی رفتار عوامل اقتصادی صدق کنند؛ بلکه با مقادیر مربوط به متغیرهای الگو در شرایط تعادل پایدار نیز سازگار باشند. با این مقدمه مقادیر عددی پارامترهای کالیبره شده به صورت فصلی در جدول زیر خلاصه شده است:

1- deterministic

جدول ۱- مقادیر کالیبره شده پارامترهای الگو

پارامتر	توضیح	مقدار
τ	سهم مصرف در تابع مطلوبیت خانوار	۰/۹۵
n	نرخ رشد بلند مدت نیروی کار	%۱/۰۰۷۵
δ	نرخ استهلاک سرمایه	%۲
α	سهم سرمایه	۰/٤۱٤
β	نرخ تنزیل ذهنی	۰/۹٦۵
gr	نرخ رشد بلند مدت اقتصاد	%۱/۰۰۳
ϕ_P	پارامتر هزینه تعدیل قیمت	۲۲/۵
θ	کشش جانشینی کالاها	٦

مقادیر فصلی متغیرهای الگو در شرایط تعادل پایدار بر اساس پارامترهای کالیبره شده در جدول زیر ارائه شده است:

جدول۲- مقادیر فصلی متغیرهای الگو در وضعیت تعادل پایدار

متغیر	توضیح	مقدار
Ys	تولید ناخالص داخلی بدون نفت	۵/۳
Cs	مصرف بخش خصوصی	۳/۷۱
Is	سرمایه‌گذاری	۱/۷
Gs	هزینه‌های دولت	۱/۲
OIs	درآمدهای نفتی	۰/٦۷
Ks	موجودی سرمایه	۷/٤
Ls	نیروی کار	۱
Ms	نقدینگی	۳/۱۱
Ws	دستمزد نیروی کار	۱
Rs	نرخ سود	%۲/۹

متغیر	توضیح	مقدار
πs	نرخ تورم	٤/٦٧%
As	نرخ رشد بهره‌وری کل	۰/۸۷%
Bs	ضریب مطلوبیت پول	۰/۸٤
μs	نرخ رشد نقدینگی	۵/۰۵%
qs	حاشیه سود	۱/٦%
λs	ضریب لاگرانژ	۱

الگوی طراحی شده برای اقتصاد ایران با استفاده از نرم‌افزار Dynare 4.1.3 و بر اساس مقادیر تعیین شده برای پارامترهای ساختاری الگو و به تبع آن مقادیر متغیرهای الگو در شرایط تعادل پایدار حل و شبیه‌سازی شده است.

٤-۲ - معیار رفاه جهت تعیین نرخ‌های بهینه تورم و رشد نقدینگی

معیار رفاه جهت اندازه‌گیری هزینه یا عایدی رفاهی تورم و رشد مانده‌های حقیقی برای دست یابی به نرخ بهینه آنها، مطلوبیت خانوار نمونه در وضعیت تعادل پایدار است که در بخش خانوارها معرفی شد.

در این مقاله به تبعیت از اسکاری و روبل[1] (۲۰۰۹) جهت محاسبه میزان هزینه یا عایدی رفاهی تورم، که به صورت درصدی از سطح مصرف در وضعیت تعادل پایدار بدست می‌آید، از رابطه زیر استفاده شده است:

$$WC = \frac{\chi}{\pi^* - \pi} \qquad (٤٩)$$

$$\chi = ۱ - \exp\left[(۱ \quad \beta)(U \quad U^*)\right]$$

که در آن U ارزش مطلوبیت خانوار در وضعیت تعادل پایدار با نرخ تورم π و U^* نیز مقدار متناظر آن در وضعیت تعادل پایدار با نرخ تورم مبنا[2] π^* هستند. بر این

1- Gudio Ascari and Tiziano Ropele

۲- منظور از نرخ تورم مبنا، نرخ تورمی است که از قاعده پولی فریدمن (برابری نرخ تورم با منفی نرخ بهره واقعی) بدست می‌آید.

اساس هزینه رفاهی برای نرخ‌های مختلف محاسبه و در جدول (۳) ارائه شده است. برای این منظور مقادیر متناظر سطح مصرف و مانده‌های واقعی با نرخ‌های مختلف تورم در وضعیت تعادل پایدار اولیه و نرخ تورم مبنا محاسبه شده و بر اساس آنها ارزش مطلوبیت خانوارها بدست آمده است. سپس بر اساس رابطه (٤٩) هزینه/ عایدی رفاهی تورم در نرخ‌های مختلف استخراج شده است.

جدول ۳: هزینه رفاهی تورم در نرخ‌های مختلف در وضعیت تعادل پایدار

π^* درصد	π درصد	WC (درصدی از سطح مصرف وضعیت تعادل پایدار)
-۲/۹	۰	-۰/۱۲۳
-۲/۹	۰/۵	-۰/۱۷۳
-۲/۹	۱	-۰/۲۱۷
-۲/۹	۱/۵	-۰/۲۳۹
-۲/۹	۲	-۰/۳۱۲
-۲/۹	۲/۵	-۰/۱۰٤
-۲/۹	۳	۰/۰۲۳
-۲/۹	۳/۵	۰/۳٤۲
-۲/۹	٤	۰/۵۳۷

همان طور که در جدول (۳) ملاحظه می‌شود بالاترین عایدی رفاهی در نرخ تورم ۲ درصدی در وضعیت تعادل پایدار اولیه ایجاد شده است و با افزایش تورم به نرخ‌های بالاتر از آن، این شاخص شروع به کاهش کرده و در نرخ ۳ درصد به زیان رفاهی تبدیل می‌شود. بنابراین به این اعتبار می‌توان نرخ تورم ۲ درصدی را به عنوان نرخ بهینه تورم در وضعیت تعادل پایدار در این چارچوب انتخاب کرده و بر اساس آن نرخ رشد ۳/۰۰۳ درصدی را به عنوان نرخ بهینه رشد پول در این وضعیت پذیرفت.

۵- نتایج و توصیه‌های سیاسی

نتایج این مقاله را می‌توان در موارد زیر خلاصه کرد:

۱. الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی قابلیت الگوسازی نوسانات آشکار شده متغیرهای کلان اقتصادی ایران را دارند.

۲. به علت تسلط مالی دولت بر اقتصاد ایران و همچنین تاثیرپذیری رفتار مقام

پولی از مقام مالی به نظر می‌رسد که نمی‌توان از قواعد پولی معرفی شده برای کشورهای توسعه یافته به منظور افزودن بخش پولی به الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی استفاده کرد.

۳. نرخ بهینه تورم و رشد نقدینگی در اقتصاد ایران به طور فصلی، به ترتیب ۲ و ۳/۰۰۳ درصد است.

٤. قاعده پولی فریدمن در اقتصاد ایران تایید نمی‌شود؛ چرا که بر اساس نتایج الگوی طراحی شده نرخ تورم حداکثر ساز رفاه در اقتصاد ایران منفی نیست.

۵. در تصریح بخش پولی در الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی ارتباط بین بودجه دولت و درآمدهای نفتی و اثر متقابل آن‌ها بر بخش پولی باید مورد توجه قرار گیرد.

٦. سلطه درآمدهای نفتی بر سیاست‌های مالی و پولی اثرات قابل ملاحظه‌ای بر روی تغییرات نقدینگی و تورم دارد.

بر اساس نتایج بدست آمده در این مقاله پیشنهادهای زیر قابل ارائه هستند:

۱. با توجه به تاثیرپذیری بخش واقعی اقتصاد از سیاست‌های پولی به نظر می‌رسد تناظر یک به یک بین تورم و نقدینگی در اقتصاد ایران بر قرار نیست؛ لذا کنترل حجم نقدینگی نمی‌تواند تنها راه کنترل تورم در شرایط کنونی باشد.

۲. در راستای استقلال سیاست‌های پولی از سیاست مالی دولت و با توجه به فراهم شدن زمینه استفاده از اوراق مشارکت در اقتصاد ایران، پیشنهاد می‌شود برای تامین مالی بودجه دولت به جای انتشار پول جدید از ابزار فروش اوراق مشارکت استفاده شود تا ضمن ایجاد انضباط مالی دولت کنترل رشد نقدینگی نیز میسر شود.

۳. پیشنهاد می‌شود که مجلس دولت را به انضباط مالی ملزم ساخته و استفاده از حساب ذخیره ارزی در زمان افزایش درآمدهای نفتی توسط دولت را محدود سازد؛ تا از این طریق میزان دست یابی بخش خصوصی به این منابع افزایش یافته و منابع حاصل از تکانه‌های مثبت نفت مطابق با توان جذب اقتصاد و در دوره‌های برنامه‌ریزی شده مورد استفاده قرار گیرد. بدین ترتیب روند بلند مدت تکنولوژی در اقتصاد نیز بهبود یافته و کاهش تورم از بعد عرضه هم ممکن خواهد شد.

منابع و ماخذ

الف) منابع فارسی

- تقوی، مهدی و اسماعیل صفرزاده (۱۳۸۹):" الگوی نظری محاسبه هزینه رفاهی تورم در چارچوب مدل تعادل عمومی پویای تصادفی نیوکینزی (DSGE)"، فصلنامه پژوهش‌های رشد و توسعه پایدار، منتشر نشده.
- جعفری صمیمی، احمد، وحید تقی‌نژاد عمران (۱۳۸۳): "رابطه بین تورم و رفاه «مطالعه تجربی در اقتصاد ایران"، فصلنامه پژوهشهای اقتصادی، شماره ١٤.
- دلالی اصفهانی، رحیم، محمد واعظ برزانی و محمد سعید قیاسوند، (١٣٨٦): "قاعده فریدمن در تعیین مقدار بهینه پول"، مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان (علوم انسانی)، شماره ۵.

ب) منابع انگلیسی

- Abel, A., (1987), "*Optimal monetary growth*". Journal of Monetary Economics 19, 437-450.
- Ascari, Gudio and Tiziano Ropele (2009), "*Disinflation in a DSGE Perspective: Sacrifice Ration or Welfare Gain Ratio*", Kiel Working Paper No. 1499.
- Blanchard, O.J. and N. Kiyotaki (1987), "*Monopolistic Competition and the Effects of Aggregate Demand*", the American Economic Review, Vol. 77, PP. 647-66.
- Christiano, L. J., M. Eichenbaum and C. L. Evans (2005), "*Nominal rigidities and the dynamic effects of a shock to monetary policy*", Journal of Political Economy, Vol. 113, No. 1, PP. 1-45.
- Christiano, L. J., M. Eichenbaum, and C. L. Evans (1997), "*Sticky price and limited participation models of money: A comparison*", European Economic Review, Vol. 41, PP. 1201-1249.
- Cooley, Thomas F. and Gary D. Hansen (1995), "*Money and the business cycle*", In T. F. Cooley (Ed.), Frontiers of Business Cycle Research. Princeton, Princeton University Press.
- Cooley, Thomas F. and Gary D. Hansen (1989), "*The Inflation Tax in a Real Business Cycle Model*", American Economic Review, Vol. 79, No. 4, pp 733-748.
- Dib, A. (2001), "*An estimated Canadian DSGE model with nominal and real rigidities*", Bank of Canada working paper, No. 26.
- Dotsey M. and P. Ireland (1996), "*The welfare cost of inflation in general equilibrium*", Journal of Monetary Economics, Vol. 37, PP. 29-47.
- Friedman M. (1969), "*Optimum quantity of money and other essays*", Chicago: Aldine.

- Hamann, A. Javier (1992),"*The Optimal Rate of Money Creation in an Overlapping Generations Model: Numerical Simulations for the U.S. Economy*", IMF working paper.
- Haslag, Joseph H. (1997), "*Output, growth, welfare, and inflation: a survey*", Economic and Financial Policy Review, Federal Reserve Bank of Dallas, issue Q II, pages 11-21.
- Ireland Peter, (2003), "*Implementing the Friedman Rule*", Review of Economic Dynamics, PP. 120-134.
- Ireland, Peter (1997), "*A Small, Structural, Quarterly Model for Monetary Policy Evaluation*", Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, 47, 83-108.
- Ireland, Peter (2001), "*Money`s role in the monetary business cycle*", NBER working paper, No. 8115.
- Ireland, Peter (2001), "*Sticky Price Models of the Business Cycle: Specification and Stability*", Journal of Monetary Economics, Vol. 47, PP. 3-18.
- Khan, Aubhik, Robert G. King, and Alexander L. Wolman (2003), "*Optimal Monetary Policy*", The Review of Economic Studies, Vol. 70, No. 4, pp. 825-860.
- Kim, Jinill (1996), "*Monetary Policy in a Stochastic Equilibrium Model with Real and Nominal Rigidities*", Manuscript. New Haven: Yale University, Department of Economics.
- Leduc, Sylvain and Keith Sill (2003), "*Monetary policy, oil shocks, and TFP: Accounting for the decline in U.S volatility*", Federal Reserve Bank of Philadelphia, working paper No. 03-22/R.
- Lucas, Robert E. (2000), "*Inflation and Welfare*", Econometrica, Vol. 68, No. 2, pp. 247-274.
- Lucas, Robert E. and Nancy L. Stocky (1983), "*Optimal Fiscal and Monetary Policy in an Economy without Capital*", Journal of Monetary Economics, Vol. 12, PP. 141-4.
- Mankiw, N. G. (2006), "*Macroeconomics*", sixth edition. Worth Publishers, New York.
- Medina, J. P. and C. Soto. (2006), "*Model for Analysis and Simulations: A Small Open Economy DSGE for Chile*", Conference Paper, Central Bank of Chile.
- Mulligan, Casey B. and Xavier X. Sala-I-Martin (1997), "*The Optimum Quantity of Money: Theory and Evidence*", Journal of Money, Credit and Banking, Vol. 29, No. 4, pp.
- Paal, Beatrix and Bruce D. Smith (2000), "*The sub-optimality of the Friedman rule and the optimum quantity of money*", Department of Economics, Stanford University.
- Romer, David (2001), "*Advanced Macroeconomics*", second edition, Mc Graw Hill.
- Rotenberg, J. J. (1982), "*Sticky Prices in the United States*", Journal of Political

Economy, Vol. 90, PP. 1197-1211.

- Stockman, Alan C. (1981), "*Anticipated Inflation and the Capital Stock in a Cash-in- Advance Economy*", Journal of Monetary Economics, Vol. 8, PP. 387–393.
- Summers, Lawrence H., (1981), "*Optimal inflation policy*", Journal of Monetary Economics, vol. 7(2), pages 175-194.
- Tan, Kim-Heng (2008), "*Tobin and Anti-Tobin Effects and the Inflation Regime: A Unified Treatment*", Far Eastern and South Asian Meeting of the Econometric Society July 2008, Singapore.
- Teo, Wing Leong and Po Chieh Yang (2009), "*Welfare Cost of Inflation in a New Keynesian Model*", National Taiwan University, Department of Economics.
- Weiss, Laurence (1980), "*The Effects of Money Supply on Economic Welfare in the Steady State*", Econometrica, Vol. 48, No. 3, PP. 565-576.
- Woodford, Michael, (1990) "*The optimum quantity of money*" in Handbook of Monetary Economics, Volume 2, Edited by B.M. Friedman and F.H. Hahn Elsevier Science Publishers B.V.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

ضمیمه ۱: معادلات مربوط به شرایط مرتبه اول بهینه‌سازی رفتار خانوارها

$$L = E_{\circ}\sum_{t=\circ}^{\infty}\beta^{t}\left(\tau\ln(c_{it}+b_{t}(\text{۱}\quad)\ln\left(\frac{M_{it}}{P_{t}}\right)\right)\quad t\left(\begin{array}{c} W_{it}L_{it}+r_{t}K_{it}+TR_{it}\quad\frac{M_{it-\text{۱}}}{P_{t}}+ \\ \lambda\qquad - \\ +\frac{D_{it}}{P_{t}}-C_{it}\quad I_{it}\quad TA_{it}\quad\frac{M_{it}}{P_{t}}+\qquad - \end{array}\right)+$$

$$\frac{\partial L}{\partial c_{it}}=\frac{\tau}{c_{it}}-\lambda_{t}\quad\circ\quad=$$

$$\frac{\partial L}{\partial m_{it}}=\frac{b_{t}(\text{۱}-\tau)}{m_{it}}-\lambda_{t}\quad\beta E_{t}\left(\frac{P_{t}\lambda_{t+\text{۱}}}{P_{t+\text{۱}}}\right)+\circ\qquad=$$

$$\frac{\partial L}{\partial K_{it+\text{۱}}}=-\lambda_{t}+\beta E_{t\ t+\text{۱}}\left[\lambda_{t+\text{۱}}+(\text{۱}-\delta)\right]\circ\ =$$

$$K_{it+\text{۱}}-(\text{۱}-\delta)K_{it}\quad I_{it}-\circ\quad=$$

$$L_{it}-L_{it-\text{۱}}-nL_{it-\text{۱}}\quad\circ\qquad=$$

ضمیمه ۲: معادلات مربوط به شرایط مرتبه اول بهینه‌سازی رفتار بنگاه‌ها

$$L=E_{\circ}\left[\sum_{t=\circ}^{\infty}\beta^{t}\lambda_{t}\frac{D_{jt}}{P_{t}}\right]+\ {}_{t}\gamma\left[A_{t}k_{jt}^{\alpha}(gr^{t}L_{jt})^{\text{۱}-\alpha}\left(\frac{P_{jt}}{P_{t}}\right)^{-\theta}y_{t}\right]\qquad-$$

$$\frac{\partial L}{\partial K_{jt}}=\alpha\frac{y_{jt}}{K_{jt}}.\frac{\gamma_{t}}{\lambda_{t}}-r_{t}=\circ;$$

$$\frac{\partial L}{\partial L_{jt}}=(\text{۱}-\alpha)\frac{y_{jt}}{L_{jt}}.\frac{\gamma_{t}}{\lambda_{t}}\quad w_{t}-\circ;\quad=$$

$$\frac{\gamma_{t}}{\lambda_{t}}\frac{\theta-\text{۱}}{\theta}\frac{\phi_{P}}{}\left(\frac{P_{jt}}{P_{jt-\theta}}\quad\text{۱}\right)\frac{P_{jt}}{P_{jt-\text{۱}}}\frac{y_{t}}{y_{jt}}\quad\frac{\beta\ P}{}E_{t}\left[\left(\frac{P_{jt+\text{۱}}}{P_{jt}}\quad\text{۱}\right)\frac{P_{jt+\text{۱}}}{P_{jt}}\frac{\lambda_{t+\text{۱}}}{\lambda_{t}}\frac{y_{t+\text{۱}}}{y_{jt}}\right]=\circ;\qquad\phi$$

$$A_{t}k_{jt}^{\alpha}(gr^{t}L_{jt})^{\text{۱}-\alpha}-\left(\frac{P_{jt}}{P_{t}}\right)^{-\theta}y_{t}=\circ$$

ضمیمه ۳: شکل انتقال یافته سیستم معادلات تعیین کننده تعادل اقتصاد بعد از ماناسازی متغیرها

$$\tilde{C}_t = \frac{\tau}{\tilde{\lambda}_t} \qquad (۲۱)'$$

$$\frac{b_t(۱-\tau)}{\tilde{m}_t} = \tilde{\lambda}_t - \beta E_t\left(\frac{\tilde{\lambda}_{t+۱}}{gr\,\pi_{t+۱}}\right) \qquad (۲۲)'$$

$$\beta E_t\left(\frac{\tilde{\lambda}_{t+۱}}{\tilde{\lambda}_t}\left[r_{t+۱} + (۱-\delta)\right]\right)\ gr = \qquad (۲۳)'$$

$$gr\tilde{K}_{t+۱} = (۱-\delta)\tilde{K}_t \quad I_t + \qquad \tilde{} \qquad (۲٤)'$$

$$L_t = L_{t-۱} + nL_{t-۱} \qquad (۲۵)'$$

$$\tilde{y}_t = A_t \tilde{k}_t^{\alpha} L_t^{۱-\alpha} \qquad (۲٦)'$$

$$\frac{\alpha \tilde{y}_t}{\tilde{k}_t q_t} = r_t \qquad (۲۷)'$$

$$\frac{(۱-\alpha)\tilde{y}_t}{q_t} = \tilde{w}_t L_t \qquad (۲۸)'$$

$$q_t^{-۱} = \frac{\theta - ۱}{\theta} + \frac{\phi_P}{\theta}\left(\pi_t - ۱\right)\pi_t \quad \frac{\beta \quad P}{} E_t\left[\left(\theta^{-۱} - ۱\right) \quad {}_{t+۱}\pi \frac{\tilde{\lambda}_{t+۱}}{\tilde{\lambda}_t}\frac{\tilde{y}_{t+۱}}{\tilde{y}_t}\right]^{\phi} \pi \qquad (۲۹)'$$

$$\tilde{y}_t + o\tilde{I}_t = \tilde{C}_t \quad \tilde{G}_t \quad \tilde{I}_t + \frac{\phi_P}{۲}\left(\pi_t + ۱\right)^{۲} \tilde{y}_t + \qquad - \qquad (۳۰)'$$

$$\mu_t = \frac{gr\tilde{m}_t \pi_t}{\tilde{m}_{t-۱}} \qquad (۳۱)'$$

$$\log(a_t) = (۱-\rho_a)\log(\bar{a}) \quad \rho_a \log(a_{t-۱}) \quad {}_{oi} \log(oi_{t-۱}) \quad e_{at} \qquad (۳۲)'$$

$$\log(b_t) = \rho_b \log(b_{t-۱}) + (۱ \quad \rho_b)\log(\bar{b}) + e_{bt} \qquad - \qquad (۳۳)'$$

$$\log(oi_t) = (۱-\rho_{oi})\log(o\bar{i}) \quad \rho_{oi} \log(oi_{t-۱}) \quad {}_{a} \log(a_{t-۱}) \quad e_{oit} \quad + \qquad (۳۴)'$$

$$\log(g_t) = (۱-\rho_g)\log(\bar{g}) \quad \rho_g \log(g_{t-۱}) \quad {}_{oi} \log(oi_{t-۱}) \quad e_{gt} \qquad (۳۵)'$$

$$\log(\mu_t) = (۱-\rho_\mu)\log(\mu) + \rho_\mu \log(\mu_{t-۱}) + \psi_a \log(a_{t-۱}) + \omega_g \log(g_t - ۱) + \psi_{oi} \log(oi_{t-۱}) + \omega_b \log(b_t - ۱) + e_{\mu t} \qquad (۳۶)'$$

ضمیمه ٤: شکل لگاریتم- خطی شده معادلات الگو

$$c_t = -\lambda_t \qquad (۲۱)''$$

$$(۱-\tau)\bar{b}\bar{m}(b_t - m_t) \quad \bar{\lambda}_{\cdot t} \quad E_t\left(\frac{\bar{\lambda}}{\bar{\pi}}\cdot(= _{t+۱} \quad _{t+۱})\right) \quad -\lambda \qquad (۲۲)' \qquad \beta - \qquad \lambda$$

$$\beta E_t\left[\bar{\bar{r}}\cdot(\lambda_{t+۱} + r_{t+۱}) + (۱ \quad)\bar{\delta}\cdot\lambda_{t+۱}\right] = gr^{-}_{\cdot t}\,\lambda\,\lambda \qquad (۲۳)''$$

$$k_{t+۱} = \left(\frac{۱-\delta}{gr}\right)k_t + \frac{gr+\delta}{gr^{۲}}\left(i_t \qquad\right) \quad - \qquad (۲٤)''$$

$$l_t = l_{t-۱} + nl_{t-۱} \qquad (۲۵)''$$

$$y_t = a_t + \alpha k_t \quad (۱ \quad \alpha)l_t \quad - \qquad (۲٦)''$$

$$r_t = \alpha y_t - k_t \quad q_t \quad - \qquad (۲۷)''$$

$$w_t = (۱-\alpha)y_t \quad l_t \quad - q_t \quad - \qquad (۲۸)''$$

$$\bar{q}^{-۱}(۱-q_t) \quad \frac{\theta-۱}{\theta} = \frac{\phi_P}{\theta}\bar{\pi}\left((\bar{\pi} \quad ۱)\pi \quad (۲^{-} \quad ۱) - _t\right)\pi \quad \frac{\beta \quad _P}{\pi}{}^{-}E_t\left[\left(^{-} \quad ۱\right) \quad (۲^{-}\pi \quad ۱) \quad _{t+۱}\right] \quad \pi \qquad - \pi \quad \pi^{\phi} \quad -$$

$$\times\left[\bar{y}\bar{\lambda} + \bar{y}\bar{\lambda}\left(y_{t+۱} \quad _{t+۱} \quad y_t \quad _t\right)\right] \quad - \lambda \quad - \qquad (۲۹)''$$

$$\left[۱ - \frac{\phi_P}{۲}(\bar{\pi}-۱)^{۲}\right]\bar{y}.y_t \quad o\bar{I}.oi_t \quad \bar{C}.c_t + \bar{G}.g_t \quad \bar{I}.i_t = \phi_P.^{-}\bar{y}(^{-} \quad ۱) + _t \qquad (۳۰)'' \quad + \qquad + \qquad -$$

$$\mu_t = m_t - m_{t-۱} \quad \pi_t \quad + \qquad (۳۱)''$$

$$a_t = \rho_a\, a_{t-۱} + \omega_{oi} oi_{t-۱} + e_{at} \qquad (۳۲)''$$

$$b_t = \rho_b\, b_{t-۱} + e_{bt} \qquad (۳۳)''$$

$$oi_t = \rho_{oi} oi_{t-۱} + \omega_a a_{t-۱} \quad e_{oit} \quad + \qquad (۳٤)''$$

$$g_t = \rho_g\, g_{t-۱} + \gamma_{oi} oi_{t-۱} \quad e_{gt} \quad + \qquad (۳۵)''$$

$$\mu_t = \rho_{\mu} \quad _{t-۱} + \mu_a a_{t-۱} \quad g g_t \quad _{۱} \quad _{oi} oi_t \omega \quad _B b_t \quad _{۱} \quad \varphi_{\mu t} + \quad _ \omega \qquad (۳۸)'' \quad _ \quad +$$