

اثر تکانه‌های پولی و غیرپولی بر تولید و تورم در یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی در شرایط اقتصاد باز: مطالعه موردی اقتصاد ایران

احمد جعفری صمیمی^۱

امیرمنصور طهرانچیان^۲

ایلناز ابراهیمی^۳

روزبه بالونزاد نوری^{*۴}

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۱/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۰۷

چکیده

هدف پژوهش حاضر، ارزیابی اثر تکانه‌های پولی و غیرپولی در اقتصاد ایران از طریق آرایه یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی کینزی جدید در شرایط اقتصاد باز است. برای این منظور، ضرایب الگوی پیشنهادی با استفاده از روش مقداردهی و با استفاده از داده‌های سال‌های ۱۳۵۲-۱۳۹۰ اندازه‌گیری شده‌اند. در این الگو، درآمدهای نفتی در بخشی مجزا لحاظ گردیده است. همچنین برای انطباق هرچه بیشتر الگو با دنیای واقعی و با توجه به اهمیت و نقش چسبندگی‌ها در اثرگذاری متغیرهای اسمی بر تولید، چسبندگی قیمت‌ها در الگو وارد شده و چگونگی واکنش اقتصاد در قبال تکانه‌های برون‌زای درآمدهای نفتی، سیاست پولی، مخارج دولت و تکانه فنآوری، مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. نتایج به‌دست آمده از بررسی توابع واکنش آنی نشان می‌دهند که در ایران، تأثیر اولیه تکانه‌های پولی، مخارج دولت و درآمد نفت بر تولید غیرنفتی و تورم مثبت بوده اما تکانه فنآوری، اثر منفی بر تورم و مثبت بر تولید دارد.

کلید واژه‌ها: الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی، اقتصاد کلان باز جدید، چسبندگی‌های اسمی

طبقه‌بندی JEL: E32, Q43, E63, C63

Email: Jafarisa@umz.ac.ir

Email: a.tehranchian@umz.ac.ir

Email: ilnazbrahimi@yahoo.com

Email: Roozbeh_noury@yahoo.com

۱. استاد اقتصاد دانشگاه مازندران

۲. استادیار اقتصاد دانشگاه مازندران

۳. عضو هیأت علمی پژوهشکده پولی و بانکی

۴. دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه مازندران^(نویسنده مسئول)

۱. مقدمه

در اقتصاد پولی، روابط بین متغیرهای اسمی و واقعی مورد بررسی قرار می‌گیرند. بین شاخص‌های اقتصادی که در ارزیابی عملکرد اقتصادی مورد استفاده واقع می‌شوند، تولید و تورم از اهمیت بیشتری برخوردار هستند. از جمله دلایل این امر می‌توان به وسعت دامنه اثرگذاری و اثرپذیری متغیرهای فوق از سایر متغیرها اشاره کرد. در این خصوص، بررسی اثرات تکانه‌های پولی و غیرپولی (از قبیل تکانه فناوری) بر تولید و تورم بخش قابل توجهی از ادبیات اقتصاد پولی را به‌خود اختصاص داده است (به‌طور مثال: کیم و حموده^۱، ۲۰۱۳؛ لوسکاس و همکاران^۲، ۲۰۱۱ و والش^۳، ۲۰۱۰).

یکی از مهم‌ترین جنبه‌های متغیرهایی که به‌عنوان ابزار سیاست پولی انتخاب می‌شوند این است که می‌توانند با توجه به سیاست‌هایی که مقام پولی به‌منظور توسعه اقتصادی اتخاذ می‌کند، درونزا باشند. بنابراین، وجود رابطه همبستگی ساده میان نرخ بهره و یا عرضه پول با تولید و یا سایر متغیرهای حقیقی (در نتیجه یک نیروی تغییردهنده غیرپولی) نمی‌تواند شاهی بر خنثی یا غیرخنثی بودن پول در نظر گرفته شود. به این ترتیب، جهت‌علیت می‌تواند از متغیرهای حقیقی به متغیر پولی باشد. طی سال‌های گذشته، اقتصاددانان پولی به‌دنبال یافتن پاسخی برای ابهامات ناشی از روندهای مشابه بین ابزارهای پولی و متغیرهای حقیقی هستند (گالی^۴، ۲۰۰۵: ۱۰).

علاوه بر تکانه‌های پولی، کشورهای صادرکننده و واردکننده نفت، در معرض تکانه‌های نفتی قرار دارند. بدیهی است که این تکانه‌ها اثرات متفاوتی به‌همراه داشته باشد. با وجودی که افزایش قیمت نفت برای کشورهای واردکننده، به مانند یک خبر یا نشانه از احتمال بروز رکود است، اما تأثیر این پدیده در کشورهای صادرکننده نفت مبهم است. از یک‌سو افزایش بهای نفت به معنی افزایش درآمد ارزی و تقاضای کل است که می‌تواند افزایش تولید ملی را به دنبال داشته باشد. از سوی دیگر، این امر می‌تواند به اتخاذ سیاست‌های انقباضی توسط بانک مرکزی با هدف کاهش اثرات تورمی افزایش درآمدهای ارزی منجر شود (حمیدی و ایبیا^۵، ۲۰۱۳: ۱۲۰).

از اوایل دهه ۱۹۶۰، طراحی الگوهایی که بتوانند نوسات و تکانه‌های اقتصاد کلان را با کم‌ترین تورش نشان دهند، به‌طور جدی مورد توجه اقتصاددانان قرار گرفت. در ابتدا پایه‌گذاران الگوهای کلان سنجی، به‌دنبال ارائه پاسخ و جواب‌های مستدل به انتقادهای وارده به این الگوها بودند. در واکنش به نقد لوکاس^۶، کیدلند و پرسکات^۷ (۱۹۸۲) الگوهایی را معرفی کردند که در آن‌ها معادلات، پایه‌های

1. Kim and Hammoudeh
2. Loscos *et al*
3. Walsh
4. Gali
5. Hamdi and Siba
6. Lucas Critique
7. Kydland and Prescott

اقتصاد خردی را همراه با محدودیت‌های لازم داشتند. به عبارت دیگر، در این جا، معادلات از بهینه‌سازی رفتار کارگزاران اقتصادی با توجه به محدودیت‌ها حاصل می‌شوند. این معادلات، با عنوان الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی^۱ (DSGE) شناخته می‌شود. گالی (۲۰۰۷) بیان می‌کند که الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی، یکی از مهم‌ترین پیشرفت‌های اتفاق افتاده در روش‌های کمی در اقتصاد محسوب می‌شود.

الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی، دارای دو پایه اصلی است. این الگوها از یک سو براساس پایه‌های اقتصاد خرد و بهینه‌سازی کارگزاران اقتصاد استوارند و از سوی دیگر در آن‌ها انتظارات کارگزاران از آینده لحاظ شده است. وجود این دو عامل، موجب می‌شوند که نتایج از یک چارچوب منطقی‌تر برخوردار گردیده و به شرایط دنیای واقعی نزدیک‌تر باشند. یک پیشرفت اساسی در این خصوص، ارایه و توسعه نظریه چرخه‌های تجاری حقیقی^۲ (RBC) بود. با این حال از آن‌جا که در الگوهای ادوار تجاری حقیقی پول نقش خنثی داشت و از آن‌جایی که این نتیجه با واقعیات اقتصادی هماهنگی نداشت، در الگوهای کینزی جدید، با تعمیم نظریات کینز، سعی در بسط نظری مبانی خرد چسبندگی‌ها کرده و با تلفیق ادوار تجاری و نظریات کینزی (وجود بازار رقابت ناقص و اهمیت پول در اقتصاد)، الگوهای DSGE در قالب نظریه‌های کینزی جدید متولد گردید. این امر موجب شد این الگوها در چند دهه‌ی اخیر، در مطالعات تجربی، ابزار تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی برای اقتصاددانان و بانک‌های مرکزی در کشورهای مختلف^۳ گردد.

از اواسط دهه ۱۹۹۰، اقتصاد کلان باز جدید^۴ (NOEM)، به منظور رفع محدودیت‌های الگوهای ماندل - فلیمنگ^۵ معرفی گردید. هدف از معرفی این الگو، فراهم آوردن چارچوب نظری جدید برای اقتصاد باز، به منظور تحلیل وضعیت موجود و اتخاذ سیاست‌های لازم بود. این چارچوب جدید، در قالب الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی کینزی جدید همراه با چسبندگی‌ها و بازار رقابت انحصاری است (کرسستی^۶، ۲۰۰۷: ۳).

اقتصاد ایران، در نیم قرن اخیر، نوسانات بالا در تولید و نرخ تورم را تجربه کرده است. بدیهی است که بهبود این موارد، از جمله مهم‌ترین اهداف اقتصاددانان می‌باشد. هدف اصلی از پژوهش حاضر، بررسی اثر تکانه‌های پولی و غیرپولی (مخارج دولت، فناوری و درآمدهای نفتی)، بر متغیرهای اصلی اقتصاد کلان (تولید و تورم) است. برای این منظور، در پژوهش حاضر، یک الگوی تعادل عمومی

1. Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE)

2. Real Business Cycle (RBC)

۳. برای مثال می‌توان به کشورهای ژاپن (فوجی وارا ۲۰۰۴)، انگلستان (هریسون و همکاران ۲۰۰۳) و کانادا (مورکیسون و رنسن ۲۰۰۶) اشاره کرد.

4. New Open Economy Macroeconomic (NOEM)

5. Mundell - Fleming Model

6. Corsetti

پویای تصادفی در شرایط اقتصاد باز برای ایران طراحی و محاسبه می‌شود. از این‌رو در ادامه، ابتدا در بخش دوم، به بیان ادبیات موضوع پرداخته می‌شود. بخش سوم از مقاله حاضر به معرفی الگوی پژوهش اختصاص می‌یابد. در بخش چهارم یافته‌های تحقیق و در بخش پایانی نتایج و پیشنهادها ارائه می‌شوند.

۲. ادبیات موضوع

۲-۱. مبانی نظری

از جمله مباحث اصلی در اقتصاد پولی که مورد اختلاف نظر است، چگونگی اثرگذاری سیاست‌ها و تکانه‌های پولی بر عملکرد اقتصاد است. در چارچوب نظری، بین اقتصاددانان در مورد خنثی بودن پول در بلندمدت، اتفاق نظر نسبی وجود دارد. در حقیقت، تغییرات عرضه پول، به واسطه سیاست‌های پولی، موجب تغییر همیشگی در بخش حقیقی اقتصاد نخواهد شد. با وجود این، در مورد اثرات کوتاه‌مدت سیاست‌های پولی، اختلاف‌نظرهایی وجود دارد. براساس برخی دیدگاه‌ها، سیاست‌ها و تکانه‌های پولی در کوتاه‌مدت اثرات حقیقی در اقتصاد داشته و به اعتقاد برخی دیگر، سیاست‌های پولی در کوتاه‌مدت خنثی هستند (والش، ۲۰۱۰: ۲۵). عمده این اختلاف نظرها در اقتصاد کلان میان سه مکتب کینزین، پول‌گرایان و نئوکلاسیک است.

اقتصاددانان کلاسیک به خنثی بودن پول معتقد بودند. بر اساس این دیدگاه، نوعی تفکیک‌پذیری بین بخش حقیقی و پولی اقتصاد وجود دارد. بنابراین متغیرهای حقیقی شامل تولید حقیقی، اشتغال، مصرف حقیقی، نرخ بهره حقیقی و ...، در بخش حقیقی و بدون ارتباط با بخش پولی اقتصاد تعیین می‌شوند که به این وضعیت دوپارگی کلاسیک^۱ نیز می‌گویند. به عبارت دیگر، در دیدگاه کلاسیک، پول خنثی^۲ است.

کینز بر این باور بود که سیاست‌های پولی انبساطی می‌تواند وجوه قابل وام دادن بانک‌ها را افزایش و در نتیجه نرخ بهره را کاهش دهد. با کاهش نرخ بهره، مخارج کل سرمایه‌گذاری و مصرف وابسته به نرخ بهره افزایش خواهد یافت. این موجب افزایش تولید می‌گردد؛ بنابراین سیاست پولی می‌تواند بر تولید حقیقی اثرگذار باشد (اسنودان و وین^۳، ۲۰۰۵).

از دیدگاه پول‌گرایان، اثرات ناشی از تغییرات حجم پول در کوتاه‌مدت و بلندمدت متفاوت است. بدان معنی که در کوتاه‌مدت تغییرات عرضه پول می‌تواند بر متغیرهای واقعی در اقتصاد تأثیر گذاشته و اثرات انبساطی قابل توجهی را به وجود آورد. در مقابل، در بلندمدت، افزایش حجم پول، بدون این که تأثیر قابل توجهی بر تولید داشته باشد، فقط قادر است بر تورم تأثیر بگذارد.

1. Classical Dichotomy

2. Neutral

3. Snowdon and Vane

کلاسیک‌های جدید، با توجه به پیش‌زمینه پول‌گرایی خود، در مورد کارایی و اثرگذاری سیاست‌های مالی بحث نمی‌کنند. در نتیجه، لوکاس (۱۹۷۲) با تمرکز بر سیاست‌های پولی، در پژوهش خود نشان داد که در شرایط وجود انتظارات عقلایی، عرضه پیش‌بینی‌نشده پول چگونه می‌تواند در کوتاه‌مدت موجب تغییرات ناپایدار و گذرا در سطح فعالیت‌های واقعی اقتصاد گردد. تحقیقات لوکاس نشان داد که پول در بلندمدت ابرخنشی^۱ می‌باشد؛ اما در کوتاه‌مدت تکانه‌های پولی پیش‌بینی‌نشده به واسطه ایجاد اثر نقدینگی، بر اقتصاد اثر گذار است (به‌طور مثال: کریستیانو و ایچین بائوم^۲، ۱۹۹۹ و لوکاس و استوکی^۳، ۱۹۸۷).

در خلال نیم قرن اخیر، علاوه بر توسعه مبانی نظری، روش‌های آماری و محاسباتی ارزیابی اثر سیاست‌های اقتصادی اتخاذ شده و تکانه‌های برونزا، تکامل یافته‌اند. بررسی اثر تکانه‌ها بر شاخص‌های اقتصادی، تبیین و پیش‌بینی صحیح، از جمله مهم‌ترین دلایل توسعه روش‌های کمی و اقتصادسنجی از جمله الگوهای خودرگرسیون برداری^۴ بوده است. با وجود این، به‌رغم شکل‌گیری و معرفی الگوهای جدید اقتصادسنجی که از پیچیدگی‌های بیشتری نیز برخوردار هستند، در عمل، تجزیه و تحلیل‌ها و پیش‌بینی‌ها به درستی صورت نمی‌گرفتند. به همین دلیل، از اواسط دهه‌ی ۱۹۷۰ و همزمان با بروز پدیده‌ی تورم رکودی، الگوهای متعارف کلان سنجی مورد انتقاد قرار گرفتند. در ابتدا برخی انتقادات، توسط سیمز^۵ (۱۹۷۲) مطرح گردید. لوکاس (۱۹۷۶) انتقاد به الگوهای اقتصادسنجی را گسترش داد. در سال ۱۹۸۲، کیدلند و پرسکات^۶ در واکنش به نقد لوکاس، الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) را معرفی کردند که در آن، معادلات، پایه‌های اقتصاد خردی را همراه با محدودیت‌های لازم دارند. به‌عبارت دیگر، در اینجا معادلات ناشی از بهینه‌سازی رفتار کارگزاران اقتصادی به‌همراه قیدها است. اگر الگوی موردنظر به درستی تصریح شده باشد، ضرایب ساختاری، در تغییرات سیاستی بدون تغییر باقی می‌مانند (کگلی و یاگی هاشی^۷، ۲۰۱۰: ۱۰۷).

کاربرد الگوهای DSGE در حوزه اقتصاد کلان را می‌توان به دو دسته عمده تقسیم کرد. گروه اول، مکتب دور تجاری حقیقی هستند. آن هنگام که الگوهای دور تجاری حقیقی برای اولین بار طراحی گردید، نوسانات دوره‌ای، به‌عنوان یکی از نشانه‌های ناکارآمدی نظام‌های اقتصادی محسوب می‌شدند. این دوره‌ها به دولت‌ها اجازه می‌دادند که با اجرای سیاست‌های تثبیت، در اقتصاد مداخله نمایند. اما مطالعات انجام گرفته توسط لوکاس (۱۹۷۶ و ۱۹۷۷)، کیدلند و پرسکات (۱۹۸۲) و لانگ و

1. Super Neutral
2. Christiano and Eichenbaum
3. Lucas and Stokey
4. Vector Auto Regressive Model (VAR)
5. Sims
6. Kydland and Prescott
7. Cogley and Yagahashi

پلوسر^۱ (۱۹۸۳)، موجب تغییر نگاه اقتصاددانان به نوسانات اقتصادی گردید. اقتصاددانان فوق بیان نمودند که نوسانات، ناشی از پاسخ کارا توسط کارگزاران اقتصادی به تکنانه‌های حقیقی بیرونی (به‌طور خاص تکنانه فناوری) است. به عبارت دیگر، تکنانه‌های حقیقی، دلیل اصلی نوسانات اقتصادی بوده و نوسانات پولی نمی‌تواند توضیح‌دهنده این نوسانات باشند. این نظریه امروزه با عنوان دوره تجاری حقیقی شناخته می‌شود. در این الگوها همواره پول خنثی^۲ است (اسنودان و وین^۳، ۲۰۰۵: ۶۷). یکی دیگر از فروض این الگوها این است که بازارها به سرعت تسویه می‌شوند. با وجود خصوصیات و مزایای الگوهای RBC که در ابتدا موفقیت‌هایی را نیز به همراه داشت، این الگوها به‌واسطه استفاده از فروض رقابت کامل و انتظارات عقلانی، مورد انتقاد هستند. زیرا اگر یک اقتصاد به طور کامل از این دو ویژگی برخوردار باشد، آن‌گاه سیاست‌های پولی دیگر نمی‌توانند بر روی متغیرهای حقیقی تأثیر گذار باشند (به‌طور ویژه بر تولید). در مجموع، یافته‌های الگوهای RBC، در تضاد با این باور بود که بانک مرکزی در کوتاه‌مدت می‌تواند با اتخاذ سیاست‌های پولی مناسب، بر نرخ تورم و بیکاری تأثیر بگذارد (کریستیانو و دیگران^۴، ۱۹۹۹: ۷۱). انتقادات وارد به الگوهای RBC سبب گردید که اقتصاددانان به بررسی و معرفی راه‌های آن بپردازند. بیشتر راه‌های معرفی شده، به‌دنبال وارد کردن اقتصاد کینزی جدید در این الگوها بود. الگوهای کینزی جدید، با اضافه کردن اجزائی به الگوهای دور تجاری حقیقی شکل گرفته‌اند. برخی از اقتصاددانان این فرآیند را سنتز نئوکلاسیک جدید^۵ نامیده‌اند (گودفردن و کینگ، ۱۹۹۷: ۲۳۴).

یکی از فروض اصلی و اولین فرض در الگوهای کینزی جدید، فرض وجود رقابت ناقص^۶ در بازار است. در این‌جا، قیمت کالاها و نهاده‌ها توسط کارگزاران خصوصی تعیین می‌شود (این در مقابل فرض رقابت کامل الگوهای RBC است).

فرض دیگر در الگوها کینزی جدید، وجود چسبندگی‌های اسمی است. به این مفهوم که به‌دلیل وجود برخی محدودیت‌ها و یا وجود هزینه‌های تعدیل، بنگاه‌ها به‌طور مداوم امکان تعدیل قیمت‌های فروش کالاها و خدمات خود را ندارند. به‌طور مشابه، در بازار کار نیز برای کارگزاران امکان بروز چسبندگی در دستمزدها وجود دارد. در دهه ۱۹۸۰، مقاله‌های متعددی از قبیل تیلور^۷ (۱۹۷۹)، روتمبرگ^۸ (۱۹۸۲) و کالوو^۹ (۱۹۸۳)، در مورد چگونگی ورود و به‌کارگیری چسبندگی‌های قیمت در

1. Long and Plosser
2. Neutral
3. Snowdon and Vane
4. Christiano *et al*
5. Neoclassical Synthesis
6. Imperfect Competiveness
7. Taylor
8. Rotemberg
9. Calvo

الگوهای اقتصادی انتشار یافت. در آن سال‌ها، بیشترین تأکید بر چسبندگی‌های اسمی قیمت بود که این نیز متأثر از دیدگاه کینزی‌های جدید است. در این چارچوب، تولیدکنندگان در بازار رقابت انحصاری فعالیت نموده و قادر نیستند قیمت‌های خود را به آن صورت که خود تمایل دارند تغییر دهند. زیرا آن‌ها با قید هزینه‌های تعدیل مواجه هستند. بنابراین ممکن است در دوره‌ای، از تغییر در قیمت‌ها خودداری نمایند. وجود این نوع چسبندگی‌های اسمی می‌تواند توضیح‌دهنده علت وجود اثرات بالقوه تکانه‌های پولی باشد (دیکنز و همکاران^۱، ۲۰۰۷: ۱۲).

سومین فرض در الگوهای کینزی جدید، خنثی‌نبودن پول در کوتاه‌مدت است. یکی از پیامدهای وجود چسبندگی‌های اسمی این است که تغییرات در نرخ بهره کوتاه‌مدت (اگر به‌واسطه اتخاذ سیاست‌های بانک مرکزی به‌طور مستقیم تغییر نماید و یا این که به‌واسطه تغییر در عرضه پول باشد)، به‌طور متناسب موجب تغییر در نرخ تورم انتظاری نشده که این خود موجب تغییر در نرخ بهره حقیقی می‌گردد. این تغییر در نرخ بهره حقیقی نیز موجب تغییر در مصرف و سرمایه‌گذاری شده و به‌دنبال آن تولید و اشتغال تحت تأثیر قرار می‌گیرند (کلاریدا و دیگران^۲، ۱۹۹۹: ۴).

با وجودی که تا آغاز دهه‌ی ۲۰۰۰، بیشتر مطالعات انجام شده در چارچوب الگوهای DSGE، در یک اقتصاد بسته صورت می‌گرفت، اما گسترش الگوهای تجربی بر پایه اقتصاد کلان باز جدید (NOEM)، از مهم‌ترین تحولات نظری در این سال‌ها بود. این الگوها، بر پایه الگوی آسفلد و روگوف^۳ (۱۹۹۵) هستند که به‌منظور بر طرف نمودن محدودیت‌های الگوی مندل - فلمینگ، در اوایل اوایل دهه‌ی ۱۹۹۰ میلادی معرفی شد. این چارچوب جدید، براساس الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی و با لحاظ فروض بازار رقابت ناقص و چسبندگی‌های اسمی است. در دهه‌ی ۲۰۰۰، الگوهای اقتصاد کلان باز جدید به‌واسطه ویژگی‌های خود، در تعداد زیادی از کارهای تجربی که در چارچوب الگوهای DSGE انجام گرفت، مورد استفاده قرار گرفتند. از آن‌جا که در الگوهای DSGE کینزی جدید، فرض چسبندگی در الگو منظور می‌شود، کاربرد این الگوها در تجزیه و تحلیل مربوط به اثر سیاست‌های پولی توسعه یافته است.

۲-۲. شواهد تجربی

۲-۲-۱. مطالعات انجام شده در داخل

شهرستانی و اربابی (۱۳۸۸) در مطالعه خود با تعدیل الگوهای دور تجاری حقیقی برای یک اقتصاد باز کوچک، اقدام به بررسی خصوصیات ادوار تجاری اقتصاد ایران پرداختند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن تکانه فناوری در الگو به‌عنوان تنها تکانه وارد بر اقتصاد، تغییرات نوسان‌های متغیرهای کلان الگو بسیار کم‌تر از مقادیر مشاهده شده اقتصاد ایران است. همچنین با در

1. Dickens
2. Clarida *et al*
3. Obstfeld and Rogoff

نظر گرفتن نقش تکانه‌های قیمت نفت، نتایج سازگاری بهتری با مشاهدات اقتصاد ایران پیدا می‌کند و می‌تواند برخی خصوصیات ادوار تجاری اقتصاد ایران را توضیح دهد. نتایج این پژوهش نشان داد که با یک تکانه مثبت قیمت نفت، مصرف، سرمایه‌گذاری و تولید افزایش می‌یابند. همچنین تکانه نرخ بهره حقیقی جهانی، اثر اندک و ناچیزی بر تولید، مصرف و سرمایه‌گذاری دارد.

در سال ۱۳۸۸، صمدی و همکاران، با توجه به اهمیت قیمت نفت در کشورهای صادرکننده و واردکننده، به بررسی اثر تکانه‌های قیمت نفت پرداختند. محققین با استفاده از داده‌های آماری سال‌های ۱۳۴۴-۱۳۸۴ و روش VAR نتیجه گرفتند که تکانه قیمت نفت می‌تواند بر متغیرهای تولید بخش صنعت، شاخص قیمت مصرف‌کننده و واردات اثر گذار باشد.

در مطالعه‌ای دیگر، متوسلی و دیگران (۱۳۸۹)، با در نظر گرفتن فروض الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی کینزی جدید در شرایط اقتصاد بسته، اقدام به بررسی اثر چسبندگی‌ها در اقتصاد ایران کردند. در این الگو، نویسندگان به مانند سایر الگوهای کینزی جدید، انعطاف‌ناپذیری‌های اسمی را لحاظ نموده و در نهایت با مقارنه‌ی الگو نتیجه گرفتند که تولید غیرنفتی در برابر تکانه‌های بهره‌وری، درآمد‌های نفتی، عرضه پول و مخارج دولت، افزایش می‌یابد.

صدقی (۱۳۹۰) با معرفی یک الگوی DSGE به تعیین سیاست‌های پولی بهینه پرداخت. در این مطالعه محقق نتیجه گرفت که اگر میزان بدهی انباشته شرکت‌ها به میزان زیاد بوده و باعث ایجاد عدم تعادل و بی‌ثباتی مالی در اقتصاد شود، سیاست‌گذار پولی باید به این وضعیت واکنش نشان داده و میزان نرخ سود بانکی را، بر مبنای قانون سیاست پولی طراحی شده در این مدل، افزایش دهد.

ابونوری و رجایی (۱۳۹۱) با معرفی یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی کینزی جدید، اثر تکانه قیمت نفت را بر متغیرهای اصلی اقتصاد کلان در یک اقتصاد بسته مورد ارزیابی قرار دادند. در این مطالعه نویسندگان با فرض وجود یک اقتصاد دوبخشی متشکل از خانوارها و بنگاه‌ها نشان دادند که تکانه افزایش قیمت انرژی موجب انحراف متغیرهای تولید، سرمایه‌گذاری، عرضه نیروی کار و تورم از روند رشد بلندمدت خود شده و تورم نیز افزایش می‌یابد.

صادقی و همکاران (۱۳۹۱) با استفاده از الگوهای خودرگرسیون برداری بیزی، به بررسی اهمیت پول و تأثیر آن در اقتصاد کلان پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که یک تکانه پولی انبساطی موجب افزایش تولید و قیمت‌ها خواهد شد. با این حال، واکنش سطح قیمت‌ها به این تکانه پایدارتر است.

در سال ۱۳۹۱، فخرحسینی و همکاران در چارچوب یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی کینزی جدید برای اقتصاد ایران نشان دادند که توابع عکس‌العمل آنی متغیر تورم در برابر همه تکانه‌ها به جز تکانه فناوری افزایش یافته و تولید غیرنفتی نیز در برابر تکانه‌های فناوری، قیمت نفت و مخارج دولت افزایش می‌یابد.

۲-۲-۲. مطالعات انجام شده در خارج

اسمت و وترز^۱ (۲۰۰۷) با طراحی یک الگوی DSGE برای آمریکا با لحاظ چسبندگی‌های اسمی و واقعی، اهمیت تکانه‌های بهره‌وری، عرضه نیروی کار، ترجیحات مصرف‌کننده و سیاست پولی را با استفاده از روش تخمین بی‌زین، در بروز چرخه‌های تجاری مورد بررسی قرار دادند.

اونالمیس و همکاران^۲ (۲۰۰۸) با طراحی یک الگو اقتصاد کلان باز جدید برای ترکیه، به بررسی اثر تکانه قیمت نفت بر تورم، بیکاری و رشد اقتصادی پرداختند. محققین نتیجه گرفتند که اثر افزایش قیمت نفت از ابتدای دهه ۲۰۰۰ بر تورم، به مراتب کمتر از تکانه نفتی دهه‌ی ۱۹۷۰ بوده است. همچنین اقتصاددانان با استفاده از این الگوی DSGE نشان دادند که اثر افزایش قیمت نفت ناشی از تکانه تقاضا و تکانه عرضه دارای اثری متفاوت هستند.

بونیک و ملکی^۳ (۲۰۰۸) یک الگوی اقتصاد باز جدید برای استرالیا برآورد کردند. آن‌ها در تحقیق خود نتیجه گرفتند که تقاضای داخلی و تکانه عرضه، بیشترین اثر را بر روی دوره‌های تجاری و تورم داخلی دارد.

در سال ۲۰۱۰، جاستینیانو و پرستون^۴، با هدف بررسی اثرگذاری تغییر نرخ بهره به‌عنوان یک تکانه سیاست پولی، اقدام به طراحی یک الگو اقتصاد کلان باز جدید برای کشورهای استرالیا، کانادا و نیوزلند کردند.

کلگنی و مانرا^۵ (۲۰۱۳) با طراحی یک الگوی DSGE و استفاده از روش مقارن‌دهی، اثر تکانه درآمد نفتی را در کشورهای صادرکننده نفت عضو GCC^۶، مورد ارزیابی قرار دادند. محققین بیان کردند که تکانه درآمدهای نفتی، از مجرای سیاست‌های مالی و به‌واسطه اندازه بزرگ دولت در این کشورها، اثر منفی بر تولید و مصرف بخش خصوصی داشته است.

۳. روش تحقیق و معرفی الگو

هدف از پژوهش حاضر، طراحی یک الگوی کاربردی در قالب اقتصاد کلان باز جدید، به‌منظور بررسی اثر تکانه‌های پولی و غیرپولی بر متغیرهای اصلی اقتصاد کلان (تولید و تورم) برای اقتصاد ایران است. از آن‌جا که الگوهای DSGE به‌منظور تجزیه و تحلیل اثرات سیاست‌گذاری و ارزیابی تکانه‌های وارده به اقتصاد مورد استفاده قرار می‌گیرند، لذا الگوی طراحی شده باید ویژگی‌های اقتصاد موردنظر را داشته باشد. با توجه به وجود درآمدهای نفتی و نقش دولت در اقتصادهای نفتی، علی‌رغم

1. Smets and Wouters
2. Unalmis *et al*
3. Buncic and Melecky
4. Justiniano and Preston
5. Cologni and Manera
6. Gulf Cooperation Council (GCC)

اینکه در الگوهای کینزی جدید دولت نقش زیادی ندارد، اما با این حال، این دو ویژگی در الگوی پیشنهادی لحاظ گردیده است. زیرا وجود این دو ویژگی، موجب بروز تکانه‌های مختلف و مجاری اثرگذاری سیاست‌های اتخاذ شده، متفاوت از آنچه در بسیاری دیگر از کشورها اتفاق می‌افتد خواهد شد.

پژوهش حاضر در چارچوب نظریه اقتصاد کلان باز جدید و به پیروی از گالی و موناچلی^۱ (۲۰۰۵) و گالی (۲۰۰۷) با فرض وجود یک اقتصاد باز کوچک طراحی شده است. از آن‌جا که این نظریه بر مبنای دیدگاه‌های کینزی جدید استوار است، از این رو در الگو، چسبندگی در قیمت‌ها، وجود بازار رقابت ناقص و نقش پول در اقتصاد، لحاظ شده است. همچنین با توجه به ویژگی‌های اقتصاد ایران از جمله وجود درآمدهای نفتی، اثرات آن در ترازنامه بانک مرکزی و مخارج دولت لحاظ خواهد شد.

برای این منظور، از یک الگوی کینزی جدید همراه با فروض زیر استفاده شده است:

- به پیروی از گالی و موناچلی (۲۰۰۵) اقتصاد داخل، یک اقتصاد کوچک باز در نظر گرفته شده است.
- کل تولید کشور از کالای نهایی، واسطه‌ای و نفت تشکیل شده است.
- خانوارها صاحبان بنگاه هستند.
- کالاهای تولید شده در اقتصاد کالای نرمال هستند.

۳-۱. خانوارها

در این الگو، خانوار نوعی، از مصرف کالاها (C_t) و مانده حقیقی پول (M_t/P_t) مطلوبیت کسب کرده و از کار کردن (L_t) مطلوبیت از دست می‌دهد (بنچی مول فورچاس^۲، ۲۰۱۲، ۹۷؛ والش^۳، ۲۰۱۰: ۳۵؛ گالی، ۲۰۰۷: ۳۲ و اسمت و وترز، ۲۰۰۳: ۱۰). ترجیحات این خانوار را می‌توان با تابع مطلوبیت زیر نشان داد:

$$E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left\{ \frac{C_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} + \frac{\nu}{1-\varepsilon} \left(\frac{M_t}{P_t} \right)^{1-\varepsilon} - \psi \frac{L_t^{1+\gamma}}{1+\gamma} \right\} \quad (1)$$

در این تابع، E_t عملگر انتظارات، β عامل تنزیل، σ عکس کشش جانشینی بین زمانی مصرف، ε عکس کشش تقاضا برای مانده حقیقی پول و γ عکس کشش عرضه نیروی کار است. در این‌جا فرض می‌شود که خانوار از مصرف و نگهداری پول مطلوبیت کسب کرده و با عرضه کار مطلوبیتش کاهش می‌یابد.

1. Gali and Monacelli
2. Benchimol and Fourcans
3. Walsh

در یک اقتصاد باز، خانوار نوعی از مصرف کالاهای مصرفی تولیدشده در داخل کشور و همچنین کالاهای مصرفی وارداتی، مطلوبیت کسب می کند. لذا مصرف کل را می توان به شکل زیر نشان داد.

$$C_t \equiv \left[(1 - \alpha_c)^{\frac{1}{\eta_c}} C_{H,t}^{\frac{\eta_c-1}{\eta_c}} + \alpha_c^{\frac{1}{\eta_c}} C_{F,t}^{\frac{\eta_c-1}{\eta_c}} \right]^{\eta_c} \quad (2)$$

در این جا η_c کشش جانشینی بین کالاهای مصرفی تولیدشده در داخل و خارج و α_c وزن کالاهای مصرفی وارداتی در کل مصرف است. به بیان دیگر، α_c معیاری از درجه باز بودن^۱ اقتصاد محسوب می گردد. همچنین $C_{H,t}$ و $C_{F,t}$ به ترتیب شاخص مصرف کالاهای تولید شده در داخل و خارج است.

$$C_{H,t}(j) = (1 - \alpha_c) \left(\frac{P_{H,t}(j)}{P_{H,t}} \right)^{-\varepsilon_c} C_{H,t} \quad (3)$$

$$C_{F,t}(j) = \alpha_c \left(\frac{P_{F,t}(j)}{P_{F,t}} \right)^{-\varepsilon_c} C_{F,t} \quad (4)$$

در روابط فوق، ε_c کشش جانشینی میان کالاهای تولیدشده در درون کشور است. برای مسأله بهینه سازی خانوار، نیاز به استخراج چگونگی تخصیص بهینه مخارج صرف شده بین کالاهای مصرفی داخلی و وارداتی است.

$$P_t C_t = P_{H,t} C_{H,t} + P_{F,t} C_{F,t} \quad (5)$$

با P_t ، $P_{H,t}$ و $P_{F,t}$ ، به ترتیب، شاخص قیمت مصرف کننده^۲، قیمت تولیدات داخلی و قیمت واردات است. با حداقل سازی قید بودجه فوق با توجه به قید معادله (۲)، تابع تقاضا برای کالاهای مصرفی داخلی و وارداتی به دست می آید.

$$C_{H,t} = (1 - \alpha_c) \left(\frac{P_{H,t}}{P_t} \right)^{-\eta_c} C_t \quad (6)$$

$$C_{F,t} = \alpha_c \left(\frac{P_{F,t}}{P_t} \right)^{-\eta_c} C_t \quad (7)$$

1. Openness
2. Consumer Price Index (CPI)

با استفاده از روابط (۶) و (۷) و همچنین رابطه (۲)، CPI حاصل می‌شود:

$$P_t \equiv \left[(1 - \alpha_c) P_{H,t}^{1-\eta_c} + \alpha_c (P_{F,t})^{1-\eta_c} \right]^{\frac{1}{1-\eta_c}} \quad (۸)$$

در این الگو، قید پیش روی خانوارها برابری مخارج و درآمدها است. به این مفهوم که در ابتدای هر دوره، خانوار نوعی میزان M_{t-1} واحد مانده پولی و K_t واحد سرمایه در اختیار دارد. در دوره t نیز، منابع خانوارها مواردی از قبیل دریافت دستمزد حاصل از عرضه نیروی کار (w_t)، اجاره سرمایه (r_t) از بنگاه‌های تولید کننده کالاهای واسطه و سود سهام دریافتی از بنگاه‌ها (D_t) است. همچنین خانوارها با توجه به درآمدهای کسب شده، اقدام به پرداخت مالیات (T_t) به دولت خواهند نمود. با توجه به موارد فوق، خانوار مطلوبیت خود را با توجه به قید زیر حداکثر می‌کند.

$$C_t + I_t + \frac{M_t}{P_t} \leq r_t K_t + w_t L_t + \frac{M_{t-1}}{P_t} + \frac{D_t}{P_t} - \frac{T_t}{P_t} \quad (۹)$$

در این‌جا خانوارها بجز مصرف، بخشی از درآمدهای خود را نیز سرمایه‌گذاری می‌کنند. در این قید، مجموع مصرف، سرمایه‌گذاری و مانده حقیقی پول که مخارج را نشان می‌دهند باید کوچک‌تر یا برابر با درآمدهای خانوار باشد. در هر دوره، با توجه به سرمایه‌گذاری انجام شده توسط خانوارها و وجود استهلاک (δ)، موجودی سرمایه اقتصاد به شیوه ذیل تغییر می‌کند.

$$K_{t+1} = I_t + (1 - \delta) K_t \quad (۱۰)$$

تصمیم به سرمایه‌گذاری خانوارها در هر دوره، تابعی از کالاهای سرمایه‌ای داخلی و وارداتی است. با لحاظ یک تابع با کشش جانشینی ثابت (CES)، کالاهای جدید سرمایه‌ای در هر دوره به صورت زیر تولید می‌گردد.

$$I_t \equiv \left[(1 - \gamma_i)^{\frac{1}{\eta_i}} I_{H,t}^{\frac{\eta_i-1}{\eta_i}} + \gamma_i^{\frac{1}{\eta_i}} I_{F,t}^{\frac{\eta_i-1}{\eta_i}} \right]^{\frac{\eta_i}{\eta_i-1}} \quad (۱۱)$$

در رابطه فوق، $I_{F,t}$ و $I_{H,t}$ به ترتیب کالاهای سرمایه‌ای داخلی و خارجی، η_i کشش جانشینی میان کالاهای داخلی و خارجی و γ_i وزن کالاهای وارداتی در کل سرمایه‌گذاری است. همچنین تابع تقاضا برای کالاهای سرمایه‌ای داخلی و خارجی به صورت زیر خواهد بود.

$$I_{H,t} = (1 - \gamma_i) \left(\frac{P_{H,t}}{P_t} \right)^{-\eta_i} I_t \quad (12)$$

$$I_{F,t} = \gamma_i \left(\frac{P_{F,t}}{P_t} \right)^{-\eta_i} I_t \quad (13)$$

۲-۳. بنگاه‌های تولیدکننده کالای نهایی

در این الگو، زنجیره‌ای از بنگاه‌های تولیدکننده کالای واسطه وجود دارند که هر کدام تولیدکننده $y_{H,t}(j)$ واحد کالا بوده که توسط بنگاه تولیدکننده کالای نهایی تبدیل $Y_{H,t}$ کالا در دوره t می‌گردد. فناوری تولید بنگاه تولیدکننده کالای نهایی به صورت زیر است:

$$Y_{H,t} = \left(\int_0^1 y_{H,t}^{\frac{\theta-1}{\theta}} di \right)^{\frac{\theta}{\theta-1}} \quad (14)$$

در این معادله θ کشش جانشینی است. بنگاه تولیدکننده کالای نهایی در یک بازار رقابت کامل فعالیت می‌کند و سود خود را با قید تابع تولید فوق حداکثر می‌کند.

$$\max_{y_{H,t}(j)} p_{H,t} Y_{H,t} - \int_0^1 p_{H,t}(j) y_{H,t}(j) di \quad (15)$$

با حل این مسأله بهینه‌یابی، تقاضا برای کالای بنگاه تولیدکننده کالای واسطه z ام به شکل زیر به دست می‌آید:

$$y_{H,t}(j) = \left(\frac{p_{H,t}(j)}{P_{H,t}} \right)^{-\theta} Y_{H,t} \quad (16)$$

۳-۳. بنگاه تولیدکننده کالای واسطه

هر بنگاه تولیدکننده کالای واسطه، از میان زنجیره‌ای از بنگاه‌های تولیدی، با استفاده از تابع تولید کاب-داگلاس، در یک بازار رقابت انحصاری، اقدام به تولید کالا می‌کند.

$$y_{H,t}(j) = A_t K_{j,t-1}^\alpha L_{j,t}^{1-\alpha} \quad (17)$$

$L_{j,t}$ نیروی کار و $K_{j,t-1}$ سرمایه فیزیکی تقاضا شده برای تولید کالای واسطه z است. A_t تکانه فناوری بوده که از یک فرآیند $AR(1)$ به شکل زیر پیروی می‌کند (\bar{A} سطح با ثبات بهره‌وری است).

$$A_t = \rho_A A_{t-1} + (1 - \rho_A) \bar{A} + \varepsilon_{A,t}, \quad \varepsilon_{A,t} \sim N(0,1) \quad (18)$$

از اوایل دهه ۱۹۳۰، کینز کوشش کرد تا با معرفی اقتصاد عدم تعادل، تقاضای همه یا هیچ، سفته‌بازی پول، دام نقدینگی و ناکارآمدی سیاست‌های پولی، لزوم مداخله دولت در اقتصاد را توجیه کند. یک ایده کلیدی در نظریه کینز «انعطاف‌ناپذیری» بود. کینز معتقد بود که دستمزدها و قیمت‌ها به طرف پایین انعطاف‌ناپذیر هستند (اما کینز مبنای نظری برای این امر بیان نکرد). در این رویکرد، چسبندگی‌های اسمی سبب می‌شوند تا جانشینی بین تولید و تورم، دستیابی همزمان به نرخ‌های بالای رشد اقتصادی و کاهش نرخ تورم را امکان‌ناپذیر نماید. دو دهه‌ی بعد، فیلیپس^۱ (۱۹۵۸) نشان داد که چگونه دستمزدها با تأخیر تعدیل می‌شوند. الگوی انتظارات تطبیقی که توسط فریدمن (۱۹۵۷) و پول‌گرایان سنتی ارایه شده بود، نشان داد که چگونه تطبیق متغیرهای کلان به سمت تعادل بلندمدت در طی زمان و با وقفه انجام می‌پذیرد. با وجودی که کلاسیک‌های جدید به‌ویژه لوکاس (۱۹۷۶)، سارجنت و والاس^۲ (۱۹۷۵) و ماث^۳ (۱۹۶۱)، با استناد به فرضیه انتظارات عقلایی، امکان انعطاف‌ناپذیری‌های اسمی را به چالش کشیدند، اما در اواخر دهه‌ی ۱۹۷۰، کینزین‌های جدید به‌منظور رفع انتقاد به بدون مینا بدون نظریه چسبندگی‌ها در اقتصاد که در ابتدا توسط کینز مطرح شد، با طرح نظریه مزدهای کارآمد^۴، قراردادهای کاری، اتحادیه‌های کارگری و هزینه فهرست بهای کالا، به طرح مجدد چسبندگی در متغیرهای اسمی به‌خصوص بر مبنای اقتصاد خرد پرداختند. در الگوهای DSGE برای لحاظ فرض چسبندگی قیمت‌ها، دو روش مرسوم وجود دارد. یکی روش کالوو^۵ و دیگری روش هزینه فهرست‌بها^۶ است. در این پژوهش، به پیروی از متوسلی و دیگران (۱۳۸۹)، چسبندگی قیمت‌ها از روش هزینه فهرست‌بها وارد الگو خواهد شد. در این روش، فرض می‌شود بنگاه‌های تولیدکننده کالای واسطه، به هنگام تعدیل قیمت‌های خود، با یک هزینه فهرست‌بها یا هزینه تعدیل قیمت‌ها (AC_t) به شکل درجه دو، مواجه هستند.

$$AC_{j,t} = \frac{\varphi}{2} \left(\frac{P_{j,t}}{P_{j,t-1}} - 1 \right)^2 y_{H,t} \quad (19)$$

1. Phillips
2. Sargent and Wallace
3. Muth
4. Efficiency Wage
5. Calvo
6. Menu Cost

Φ پارامتر هزینه تعدیل قیمت است. بنگاه‌ها میزان به‌کارگیری نیروی کار و سرمایه را به‌نحوی انتخاب می‌کنند که ارزش تنزیل شده سود خود را حداکثر نمایند. در واقع مسأله بهینه‌یابی بنگاه تولیدکننده کالای واسطه به‌صورت زیر خواهد بود.

$$\max_{P_{H,t}(j), K_{j,t}, l_{j,t}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \lambda_t \left(\frac{D_{j,t}}{P_t} \right) \quad (20)$$

در این رابطه، λ_t مطلوبیت نهایی ثروت و سود بنگاه (D) نیز برابر است با:

$$D_{j,t} \equiv P_{H,t}(j)y_{H,t}(j) - P_t w_t l_t - P_t r_t k_t - P_t AC_{j,t} \quad (21)$$

همچنین قیده‌های مسأله نیز تابع تولید بنگاه و تقاضای کالای زام می‌باشد. این سود به خانوارها که فرض شد مالکان بنگاه‌ها هستند پرداخت می‌گردد. همان‌طور که از رابطه (۲۱) مشاهده می‌شود، در هر دوره، چسبندگی و عدم امکان تعدیل قیمت‌ها برای بنگاه‌ها دارای هزینه بوده و باعث کاهش سود می‌گردد.

۳-۴. بخش نفت

در پژوهش حاضر، با توجه به سهم درآمدهای نفتی در اقتصاد ایران، این بخش به‌طور مجزا مورد بررسی قرار می‌گیرد. درآمدهای نفتی نقش راهبردی در ساختار اقتصاد ایران دارد. صادرات نفت و گاز به‌طور میانگین حدود ۹۰٪ از صادرات ایران و حدود ۶۰٪ از درآمدهای دولت در بودجه را تشکیل می‌دهد. همچنین سهم ارزش افزوده بخش نفت در GDP بین سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۸، حدود ۲۰٪ می‌باشد. با توجه به سهم نفت در اقتصاد ایران، بروز تکانه درآمدهای نفتی می‌تواند بر ساختار اقتصاد ایران و بودجه دولت اثرگذار باشد. از این رو بخش نفت به‌طور مجزا وارد الگو شده و تولید نفت مجزا از تولید سایر بنگاه‌های تولیدی در نظر گرفته شده است. به‌عبارت دیگر، کل تولید به دو بخش تولید نفتی و غیرنفتی تقسیم می‌گردد. سرزعی (۱۳۸۶) در پژوهش خود بیان نمود که تکانه قیمت نفت با افزایش درآمدهای نفتی و از مجرای تغییر مخارج دولت و حجم پول، بر متغیرهای اقتصاد کلان اثر می‌گذارد. از این رو در پژوهش حاضر، با در نظر گرفتن این مورد که فروش نفت اعضای اوپک با توجه به سهمیه آن‌ها صورت می‌گیرد، در نتیجه، درآمدهای نفتی نیز تابعی از میزان سهمیه، قیمت‌های جهانی نفت و نرخ ارز خواهد بود. در این بخش فرض شده که سهمیه اعضای اوپک ثابت باشد. از این رو با برونزا بودن قیمت نفت، درآمدهای دلاری حاصل از فروش نفت از یک فرآیند $AR(1)$ به‌شکل زیر پیروی می‌کند.

$$oilr_t = \rho_{or} oilr_{t-1} + (1 - \rho_{or}) \overline{oilr} + \varepsilon_{or} \quad (22)$$

در این جا $oilR_t$ درآمد حقیقی نفت در دوره t و \overline{oilR} سطح با ثبات جریان درآمدهای نفتی است. فرض بر این است که نفت تولیدی با توجه به قیمت‌های جهانی صادر می‌گردد. همچنین درآمدهای حاصل نیز با توجه به نرخ ارز تعیین شده توسط بانک مرکزی، به درآمدهای ریالی تبدیل و جزو درآمدهای دولت لحاظ خواهد شد.

۳-۵. دولت

در پژوهش حاضر، مخارج دولت (G_t) از محل خلق پول ($M_t - M_{t-1}$)، اخذ مالیات (T_t) تأمین می‌گردد. با توجه به اثر درآمدهای نفتی بر پایه پولی در ترازنامه بانک مرکزی بعد از تبدیل شدن به ریال، به منظور جلوگیری از دوباره شماری درآمدهای نفتی، در این جا تنها پایه پولی (M_t) آورده شده و در بخش ترازنامه بانک مرکزی، اثر درآمدهای نفتی لحاظ خواهد شد.

$$PG_t = PT_t + M_t - M_{t-1} \quad (23)$$

بر اساس مقادیر حقیقی خواهیم داشت:

$$G_t = T_t + \frac{M_t}{P_t} - \frac{M_{t-1}}{P_t} \quad (24)$$

۳-۶. مقام پولی

در الگوی حاضر، پایه پولی تابعی از ذخایر خارجی بانک مرکزی (FR_t)، نرخ ارز (e_t) و خالص سپرده دولت نزد مرکزی (GD_t) است. بر طبق رابطه زیر، افزایش نرخ ارز، خالص ذخایر خارجی بانک مرکزی و بدهی دولت، موجب افزایش پایه پولی خواهد شد.^۱

$$M_t = e_t FR_t - GD_t \quad (25)$$

همچنین در این جا فرض شده که ذخایر خارجی بانک مرکزی تابعی از مقادیر با وقفه خود و درآمدهای حاصل از فروش نفت است.

$$FR_t = FR_{t-1} + \theta_{FR} OilR_t \quad (26)$$

به عبارت دیگر، دولت بخشی از درآمدهای حاصل از نفت (θ_{FR}) خود را به بانک مرکزی فروخته و سبب افزایش ذخایر خارجی آن می‌گردد. از طرف دیگر، دولت باقی درآمدهای حاصل از فروش نفت

۱. با توجه به گزارش‌های بانک مرکزی، پایه پولی از نظر منابع شامل خالص ذخایر خارجی بانک مرکزی، خالص بدهی بخش دولت به بانک مرکزی، بدهی بانک‌ها به بانک مرکزی و خالص سایر موارد است. در این الگو، به پیروی از کمیجانی و توکلیان (۱۳۹۱)، ترازنامه بانک مرکزی برای اقتصاد ایران تعدیل و وارد الگو شده و خالص سپرده‌های دولت نزد مرکزی، پس از کسر بدهی بانک‌ها است.

را نیز نزد بانک مرکزی سپرده گذاری خواهد کرد. این امر موجب افزایش سپرده و یا کاهش بدهی دولت به بانک مرکزی خواهد شد.

$$GD_t = GD_{t-1} + (1 - \theta_{FR}) e_t OilR_t \quad (27)$$

تابع رفتاری بانک مرکزی (به صورت لگاریتم خطی شده) این صورت در نظر گرفته می شود که در آن بانک مرکزی، رشد پایه پولی (MG_t) را به نوعی کنترل می کند که در آن اهداف تورم و تولید تأمین شود (ابراهیمی، ۱۳۹۰؛ تقی نژاد و بهمن، ۱۳۹۱ و کمیجانی و دیگران ۱۳۹۲).

$$MG_t = \rho_M MG_{t-1} + \lambda_\pi (\pi_t - \pi_t^*) + \lambda_y y_t + \Omega_t \quad (28)$$

در رابطه فوق، y_t شکاف تولید است. اثر تکانه های ناشی از تصمیمات مقام پولی، به صورت زیر وارد الگو می گردد:

$$\Omega_t = \rho_\Omega \Omega_{t-1} + \varepsilon_\Omega, \quad \varepsilon_\Omega \sim N(0, \sigma_\Omega) \quad (29)$$

همچنین فرض می شود که اثر تغییرات ذخایر خارجی بانک مرکزی بر نرخ ارز به صورت زیر باشد. به این صورت که ضریب α_{FR} ، توسط بانک مرکزی و به منظور مدیریت بر بازار ارز تعیین می گردد.

$$e_t = e_{t-1} + \alpha_{FR} \Delta FR_t + \varepsilon_t^e \quad (30)$$

۳-۶. شرط تسویه بازار

یک الگوی چهار بخشی در اقتصاد کلان به صورت کلی زیر تعریف می شود.

$$\widehat{Y}_t = \widehat{C}_t + \widehat{I}_t + \widehat{G}_t + \widehat{X}_t - \widehat{IM}_t \quad (31)$$

در این الگو، شرط تسویه بازار از جایگذاری معادلات (۲۱) و (۲۴) در قید بودجه مصرف کننده به دست خواهد آمد. برای تعادل در بازار، باید کل تولید غیرنفتی از رابطه (۱۶) و درآمد حاصل از فروش نفت، برابر کل تقاضا از رابطه فوق باشد.

$$Y_{H,t} + Oilr_t = C_t + I_t + G_t + X_t - IM_t + AC_t \quad (32)$$

از طرف دیگر، مصرف شامل مصرف کالاهای داخلی و وارداتی و سرمایه گذاری نیز شامل کالاهای تولید شده در داخل و کالاهای وارداتی است. همچنین واردات نیز شامل کالاهای مصرفی و سرمایه ای است. در نتیجه شرط تسویه بازار به صورت زیر به دست خواهد آمد:

$$Y_{H,t} + Oilr_t = C_{H,t} + C_{F,t} + I_{H,t} + I_{F,t} + G_t + X_t - (C_{F,t} + I_{F,t}) + AC_t \quad (33)$$

با ساده‌سازی رابطه فوق خواهیم داشت:

$$Y_{H,t} + Oilr_t = C_{H,t} + I_{H,t} + G_t + X_t + AC_t \quad (34)$$

۳-۷. لگاریتم خطی سازی^۱ و حل الگو

برای حل الگوهای DSGE، روش‌های متعددی وجود دارد. به‌طور کل، هدف از تهیه الگوهای DSGE حل و مقایسه نتایج این الگوها با داده‌های دنیای واقعی است. این فرآیند را به‌طور خلاصه می‌توان به‌صورت زیر عنوان نمود.

- طراحی یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی.
- استخراج شرایط مرتبه اول. این معادلات به‌همراه معادلات ساختاری، در مجموع، معادلات تفاضلی تصادفی غیرخطی را شکل می‌دهند.

• از آن‌جا که حل این معادلات همواره جواب صریحی را به‌دست نمی‌آورد، تقریب خطی آن‌ها حول یک نقطه مشخص محاسبه می‌گردد. در الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی، خطی‌سازی یک الگوی غیرخطی - به‌واسطه دشوار بودن ذاتی حل و تخمین این دسته الگوها - کاری معمول است. از این‌رو، اقتصاددانان به‌صورت تقریبی این الگوها را حل می‌نمایند. اغلب اوقات از بسط تیلور، به‌منظور محاسبه شرایط بهینگی الگو حول مقادیر تعادلی یکنواخت متغیرها، استفاده می‌شود. حل معادلاتی که حاوی انتظارات عقلایی هستند، دشوارتر از حل معادلات پویای بدون انتظارات است. برای حل این الگوها از روش‌های دیگری استفاده می‌شود که شناخته‌شده‌ترین روش در این زمینه، روش بلانچارد و کان^۲ (۱۹۸۰) است که در بسیاری از مطالعات و پژوهش‌ها استفاده شده است. روش دیگری نیز برای حل این گونه الگوها وجود دارد که با عنوان روش ضرایب نامعین^۳ شناخته می‌شود.

معادلات لگاریتم خطی شده الگو

از حداکثرسازی تابع مطلوبیت خانوار نسبت به قید بودجه، رابطه اولر مصرف، تقاضا برای مانده حقیقی پول و عرضه نیروی کار به‌دست خواهد آمد. حال اگر متغیرهای دارای «~»، وضعیت انحراف لگاریتمی از وضعیت با ثبات و متغیرهای دارای «-» نشان‌دهنده‌ی مقدار هر متغیر در وضعیت با ثبات باشد، خواهیم داشت:

1. Log-Linear
2. Blanchard and Khan
3. Undetermined Coefficients

$$\sigma \tilde{c}_t = E_t \left[\sigma \tilde{c}_{t+1} - (1 - \beta(1 - \delta)) \tilde{r}_{t+1} \right] \quad (35)$$

$$\tilde{m}_t = \frac{\sigma}{\varepsilon} \tilde{c}_t - \frac{1}{\varepsilon} E_t (\sigma \tilde{c}_{t+1} + \tilde{\pi}_{t+1}) \quad (36)$$

$$\tilde{w}_t - \gamma \tilde{l}_t - \sigma \tilde{c}_t = 0 \quad (37)$$

با استفاده از تعریف رابطه مبادله (S_t) و لگاریتم گیری از آن و همچنین لگاریتم خطی کردن رابطه (۸) حول وضعیت یکنواخت، رابطه میان سطح قیمت‌های داخلی و رابطه مبادله حاصل خواهد شد.^۱

$$\tilde{p}_t \equiv \tilde{p}_{H,t} + \alpha_c \tilde{s}_t \quad (38)$$

اگر از رابطه فوق تفاضل مرتبه اول را محاسبه کرده و با توجه به لگاریتمی بودن متغیرها تعریف $\tilde{\pi}_t = \tilde{p}_t - \tilde{p}_{t-1}$ را لحاظ کنیم، رابطه میان تورم شاخص قیمت مصرف‌کننده، تورم قیمت کالاهای تولید داخل و رابطه مبادله به دست خواهد آمد.

$$\tilde{\pi}_t = \tilde{\pi}_{H,t} + \alpha_c \Delta \tilde{s}_t \quad (39)$$

به نحو مشابه، اگر مسیر فوق را برای رابطه (۱۱) انجام دهیم، معادله زیر به دست می‌آید. این رابطه نشان‌دهنده ارتباط میان تورم شاخص قیمت کالاهای سرمایه‌ای و تغییرات رابطه مبادله است.

$$\tilde{\pi}_{I,t} = \tilde{\pi}_{H,t} + \gamma_i \Delta \tilde{s}_t \quad (40)$$

با استفاده از تعریف رابطه مبادله در حالت لگاریتم خطی و همچنین لگاریتم خطی کردن رابطه (۲)، (۳)، (۴)، (۱۲) و (۱۳)، مجموعه معادلات زیر به دست می‌آید.

۱. در این جا S_t رابطه مبادله است که به صورت نسبت شاخص قیمت کالاهای وارداتی به شاخص قیمت کالاهای تولید شده در داخل تعریف می‌گردد و به صورت لگاریتمی به صورت زیر است: $S_t = P_{F,t} - P_{H,t}$. برای مطالعه بیشتر رجوع شود به گالی و موناچلی (۲۰۰۵).

$$\tilde{c}_t = (1 - \alpha_c) \tilde{c}_{H,t} + \alpha_c \tilde{c}_{F,t} \quad (41)$$

$$\tilde{c}_{H,t} = \alpha_c \eta_c \tilde{s}_t + \tilde{c}_t \quad (42)$$

$$\tilde{c}_{F,t} = \tilde{c}_t - \eta_c (1 - \alpha_c) \tilde{s}_t \quad (43)$$

$$\tilde{i}_{H,t} = \gamma_i \eta_i \tilde{s}_t + \tilde{i}_t \quad (44)$$

$$\tilde{i}_{F,t} = \tilde{i}_t - \eta_i (1 - \gamma_i) \tilde{s}_t \quad (45)$$

با توجه به تابع تولید، رابطه انباشت سرمایه و از حداکثرسازی سود تولیدکننده نسبت به قیمت‌ها، نیروی کار و سرمایه، روابط زیر به دست می‌آید.^۱

$$\tilde{y}_{H,t} = \tilde{a} + \alpha \tilde{k}_t + (1 - \alpha) \tilde{l}_t \quad (46)$$

$$\tilde{k}_{t+1} = (1 - \delta) \tilde{k}_t + \delta \tilde{i}_t \quad (47)$$

$$\tilde{l}_t + \tilde{\lambda}_t + \tilde{w}_t = \tilde{\Lambda}_t + \tilde{y}_{H,t} \quad (48)$$

$$\tilde{k}_t + \tilde{\lambda}_t + \tilde{r}_t = \tilde{\Lambda}_t + \tilde{y}_{H,t} \quad (49)$$

$$(1 - \theta) \left(\frac{\bar{P}_H}{\bar{P}} \right) (\tilde{P}_{H,t} - \tilde{P}_t) - \varphi \tilde{\pi}_{H,t} - \theta \frac{\bar{\Lambda}}{\lambda} (\tilde{\Lambda}_t - \tilde{\lambda}_t) = \beta \varphi E_t [\tilde{\pi}_{t+1}] \quad (50)$$

برای تکانه دولت خواهیم داشت:

$$\tilde{g}_t = (1 - \rho_g) \tilde{g}_{t-1} + \varepsilon_t^g \quad (51)$$

معادلات مربوط به ترازنامه بانک مرکزی به صورت خطی شده عبارت است از:

$$\tilde{m}_t = \frac{\bar{f}r}{m} \tilde{f}r - \frac{\bar{g}d}{m} \tilde{g}d \quad (52)$$

$$\tilde{f}r_t = \rho_{fr} \tilde{f}r_{t-1} + \mathcal{G}_{FR} \widetilde{oilr}_t + \varepsilon_t^{fr} \quad (53)$$

$$\tilde{g}d_t = \tilde{g}d_{t-1} + (1 - \mathcal{G}_{FR}) \widetilde{oilr}_t + \varepsilon_t^{gd} \quad (54)$$

$$\widetilde{oilr}_t = \rho_{oil} \widetilde{oilr}_{t-1} + \varepsilon_t^{oil} \quad (55)$$

۱. در رابطه (۴۰) $\tilde{\lambda}_t$ و $\tilde{\Lambda}_t$ به ترتیب ضرایب قید و مطلوبیت نهایی ثروت در معادله لاگرانژ حداکثرسازی سود بنگاه تولید کننده هستند.

قاعده پولی بانک مرکزی را نیز به صورت خطی شده می‌توان به این صورت نوشت:

$$\widetilde{gm}_t = \rho_{mb} \widetilde{gm}_{t-1} + \lambda_{\pi} (\pi_t - \pi_t^T) + \lambda_y y_{H,t} + \Omega_t \quad (56)$$

$$\Omega_t = \rho_{\mu} \Omega_{t-1} + \varepsilon_t^{gm_b} \quad (57)$$

$$\widetilde{gm}_t = \widetilde{m}_t - \widetilde{m}_{t-1} \quad (58)$$

$$\widetilde{\Omega}_t = \widetilde{m}_t - \widetilde{m}_{t-1} + \widetilde{\pi}_t \quad (59)$$

همچنین برای شرط تسویه بازار داریم:

$$\widetilde{y}_t = \frac{\bar{c}}{y_t} \widetilde{c}_t + \frac{\bar{i}}{y_t} \widetilde{i}_t + \frac{\bar{g}}{y_t} \widetilde{g}_t + \frac{\bar{x}}{y_t} \widetilde{x}_t - \frac{\bar{im}}{y_t} \widetilde{im}_t \quad (60)$$

۴. مقداردهی الگو و نتایج تحقیق

در ادامه و بعد از لگاریتم خطی کردن معادلات، ضرایب از روش مقداردهی (کالیبراسیون)^۱، تخمین (مانند تخمین بیزی) و یا هر دو محاسبه می‌گردند. در این مورد، تصمیم‌گیری در مورد استفاده از هر کدام از این روش‌ها به هدف محقق، دیدگاه‌های وی و ویژگی‌های محاسباتی الگو ارتباط دارد. برخی اقتصاددانان می‌گویند که اگر هدف از پژوهش، توضیح واقعیت‌های اقتصادی باشد که از ساختار پیچیده‌ای نیز برخوردار نیستند و یا اینکه اگر هدف به‌دست آوردن خواص پویای الگو باشد، می‌توان از مقداردهی به‌جای روش‌های تخمین اقتصادسنجی استفاده نمود (کیدلند و پرسکات، ۱۹۸۲: ۱۳۵۱ و کنوا، ۲۰۰۷: ۲۱۵). به‌عنوان نمونه از مطالعاتی که از مقداردهی برای تحلیل‌های تجربی استفاده کرده‌اند می‌توان به برزینا و همکاران^۲ (۲۰۱۳)، مالیک (۲۰۱۳)، کوزی^۳ (۲۰۱۲)، لیو و همکاران (۲۰۱۲)، داک و همکاران (۲۰۱۱)، کنوا (۱۹۹۴) و همچنین در مطالعات داخلی نیز می‌توان به فخرحسینی و دیگران (۱۳۹۱)، ابونوری و رجایی (۱۳۹۱)، متوسلی و همکاران (۱۳۸۹) و خیابانی (۱۳۸۷) اشاره کرد.

از مجموعه معادلات لگاریتم خطی شده در فرآیند مقداردهی استفاده خواهد شد. مقداردهی، روشی معمول و مورد استفاده در مطالعات اقتصادی مبتنی بر الگوهای تعادل عمومی محاسبه‌پذیر^۴ و تعادل عمومی پویای تصادفی است. این روش، یک راهبرد به‌منظور یافتن مقادیر عددی^۵ برای ضرایب یک دنیای اقتصادی ساختگی^۶ است که استفاده از آن در چند دهه‌ی اخیر بسیار گسترش یافته است.

۱. برای مطالعه بیشتر در زمینه روش مقداردهی رجوع شود به کنوا (۲۰۰۷)

2. Brzezina et al
3. Cozzi
4. Computational General Equilibrium (CGE)
5. Numerical Value
6. Artificial Economic Word

هوور^۱ (۱۹۹۵) مقاردهی را این گونه تعریف می‌کند: یک الگو زمانی مقاردهی شده است که ضرایب آن از سایر مطالعات تجربی یا مطالعات اقتصادسنجی (حتی غیرمرتبط) و یا به‌طور کل توسط محقق به‌نحوی انتخاب شود که الگو توانایی بازسازی برخی از ویژگی‌های دنیای واقعی را داشته باشد. همچنین کنوا (۱۹۹۴) بیان می‌کند که روش مقاردهی یک روش اقتصادسنجی است که در آن، ضرایب به‌جای استفاده از معیارهای آماری، با معیارهای اقتصادی تخمین زده می‌شوند. با وجودی که در کشورهای توسعه‌یافته، با توجه به مطالعات گسترده که در زمینه اقتصاد خرد صورت می‌گیرد، اقتصاددانان برای یافتن مقادیر ضرایب از سایر مطالعات محدودیت زیادی ندارند، اما در کشورهای در حال توسعه در مورد همه ضرایب سابقه پژوهش وجود ندارد و به ناچار می‌بایست توسط خود محقق (در روش مقاردهی) مقاردهی شود. در پژوهش حاضر، مجموعه معادلات لگاریتم خطی شده در فرآیند مقاردهی استفاده خواهد شد. در این تحقیق، مقدار برخی از ضرایب از سایر مطالعات استفاده شده (مانند نرخ ترجیح زمانی و یا کشش تقاضای پول)، برخی از ضرایب مانند تعدادی از نسبت‌ها در وضعیت تعادل یکنواخت با استفاده از داده‌های سالیانه اقتصاد ایران برای سال‌های ۱۳۵۲-۱۳۹۰ بر اساس حداکثر اطلاعات موجود، بعد از روند زدایی از روش فیلتر هدریک پرسکات^۲، محاسبه شده و سایر ضرایب نیز براساس الگوریتم معرفی شده توسط کنوا (۲۰۰۷)^۳ به گونه‌ای مقاردهی شده است که بیشترین انطباق بین گشتاورهای الگوی طراحی شده با داده‌های دنیای واقعی را حاصل نماید (کگلی^۴، ۱۹۹۷: ۵۹ و متوسلی و دیگران: ۱۰۲). نتایج حاصل از مقاردهی الگو در جدول ۱ و ۲ آورده شده‌اند.

جدول ۱: نتایج حاصل از مقاردهی نسبت‌های الگو

مقدار	عنوان	متغیر
۰/۴۹	نسبت وضعیت با ثبات مصرف به تولید داخلی	$\frac{\bar{c}}{y_H}$
۰/۱۹	نسبت وضعیت با ثبات سرمایه‌گذاری به تولید داخلی	$\frac{\bar{i}}{y_H}$
۰/۴۴	نسبت وضعیت با ثبات مخارج دولت به تولید داخلی	$\frac{\bar{g}}{y_H}$



1. Hoover
2. Hodrick – Prescott Filter
4. Cogley

۳. برای مطالعه بیشتر در زمینه روش مقاردهی رجوع شود به: کنوا (۲۰۰۷) صفحه ۲۳۱.



۰/۰۹	نسبت وضعیت یکنواخت صادرات غیرنفتی به تولید داخلی	$\frac{\bar{x}}{y_H}$
۰/۲۱	نسبت وضعیت یکنواخت واردات به تولید داخلی	$\frac{\bar{m}}{y_H}$
۰/۵۳	نسبت وضعیت یکنواخت ذخایر خارجی به پایه پولی	$\frac{\bar{fr}}{m}$
۰/۰۳۱	نسبت وضعیت یکنواخت درآمدهای نفتی به ذخایر خارجی بانک مرکزی	$\frac{oilr}{fr}$

منبع: محاسبات نویسندگان

جدول ۲: نتایج حاصل از مقداردهی ضرایب الگو

منبع	مقدار	عنوان	ضریب
کمیجانی و توکلیان (۱۳۹۱)	۱/۵۲	عکس کشش جانشینی بین دوره ای مصرف	σ
محاسبات تحقیق	۲/۲۱	عکس کشش عرضه نیروی کار نسبت به دستمزد	γ
محاسبات تحقیق	۲/۱	عکس کشش تقاضای پول	ε
کمیجانی و توکلیان (۱۳۹۱)	۰/۹۶۴	نرخ ترجیح زمانی مصرف کننده	β
متوسلی و دیگران (۱۳۸۹)	۰/۰۴۲	نرخ استهلاک	δ
محاسبات تحقیق	۰/۴۴	وزن کالاهای مصرفی وارداتی نسبت به کل مصرف	α_c
محاسبات تحقیق	۳/۴	کشش جانشینی میان کالاهای مصرفی وارداتی و داخلی	η_c
محاسبات تحقیق	۰/۶۸	وزن کالاهای سرمایه‌ای وارداتی نسبت به کل سرمایه‌گذاری	γ_i
محاسبات تحقیق	۱/۳	کشش جانشینی میان کالاهای سرمایه‌ای وارداتی و داخلی	η_i
کمیجانی و توکلیان (۱۳۹۱)	-۰/۹۸	ضریب اهمیت تورم در تابع عکس‌العمل سیاست پولی	λ_π
کمیجانی و توکلیان (۱۳۹۱)	-۲/۹۶	ضریب اهمیت تولید در تابع عکس‌العمل سیاست پولی	λ_y
محاسبات تحقیق	۰/۴۴	سهم فروش مستقیم درآمدهای نفتی دولت به بانک مرکزی	θ_{FR}
محاسبات تحقیق	۰/۰۰۳	ضریب اثر تغییرات ذخایر خارجی بانک مرکزی بر نرخ ارز	α_{FR}
محاسبات تحقیق	۰/۴۴	کشش جانشینی میان عوامل تولید	α
متوسلی و دیگران (۱۳۸۹)	۴/۳	پارامتر هزینه تعدیل	φ

به منظور ارزیابی الگو، از دو دسته خروجی حاصل از مقداردهی الگو استفاده می‌شود. دسته اول از خروجی‌ها، گشتاورهای متغیرهای درون‌زای الگو هستند که با مقایسه آن‌ها با گشتاورهای داده‌های دنیای واقعی، می‌توان موفقیت الگو را در شبیه‌سازی واقعیت‌های اقتصادی مورد ارزیابی قرار داد. نزدیک بودن این مقادیر به هم، معیار خوبی و مناسب بودن الگوی طراحی شده است. دسته دوم، بررسی توابع عکس‌العمل آنی^۱ متغیرهای حاضر در الگو، در برابر تکنانه‌های مختلف خواهد بود. بر اساس مبانی نظری و شواهد در دنیای واقعی، در مورد نحوه‌ی عکس‌العمل متغیر نسبت به تکنانه قضاوت می‌گردد. نتایج حاصل از مقایسه گشتاورهای حاصل از الگو و گشتاورهای داده‌ها در دنیای واقعی در جدول (۳) آورده شده است.^۲

با توجه به داده‌های جدول (۳)، انحراف معیار و یا نوسانات چرخه‌ای تولید غیرنفتی که می‌تواند به نوعی نمایانگر ادوار تجاری اقتصاد ایران باشد، در مقدار محاسبه شده از داده‌های دنیای واقعی برابر ۰/۱۲۶۳ و در داده‌های شبیه‌سازی شده ۰/۱۲۱ می‌باشد. این امر بیانگر موفقیت الگو در شبیه‌سازی داده‌های واقعی تولید غیرنفتی اقتصاد ایران است. با توجه به داده‌های جدول فوق، انحراف معیار نرخ تورم در داده‌های شبیه‌سازی شده برابر ۰/۴۲ و در داده‌های دنیای واقعی ۰/۴۰۳ است. برای مصرف بخش خصوصی نیز، انحراف معیار داده‌های دنیای واقعی ۰/۰۶۸ و در داده‌های شبیه‌سازی شده، ۰/۰۷۳ به دست آمده است. همچنین انحراف معیار سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در دنیای واقعی ۰/۲۱ و در داده‌های نمونه ۰/۲۸ است.

بر اساس داده‌های جدول ۳، نوسانات نسبی تورم، مصرف و سرمایه‌گذاری نسبت به تولید غیرنفتی در داده‌های دنیای واقعی به ترتیب ۳/۲، ۰/۵۳ و ۱/۶۶ است. همچنین این مقادیر در داده‌های شبیه‌سازی شده ۳/۴، ۰/۶۱ و ۲/۳۱ به دست آمد. نتایج بیانگر این موضوع است که میزان نوسانات مصرف در داده‌های واقعی و شبیه‌سازی شده کمتر از تولید غیرنفتی و در تورم و سرمایه‌گذاری بیشتر از تولید غیرنفتی است.

برای بررسی هم‌حرکتی متغیرهای مصرف خصوصی، سرمایه‌گذاری خصوصی با تولید غیرنفتی به وسیله ضریب همبستگی سری زمانی فیلتر شده مصرف و سرمایه‌گذاری با سری زمانی فیلتر شده تولید غیرنفتی امکان‌پذیر است. برای این منظور در ابتدا به وسیله فیلتر هدریک پرسکات جزء سیکلی داده‌های واقعی به دست آمده و ضریب همبستگی آن محاسبه می‌گردد. در گام بعدی، نسبت ضریب

1. Impulse Response Function (IRF)

۲. شهرستانی و اربابی (۱۳۸۸) در مطالعه خود وزن کالاهای مصرفی وارداتی نسبت به کل مصرف را برابر ۰/۲ و وزن کالاهای سرمایه‌ای وارداتی نسبت به کل سرمایه‌گذاری ۰/۶ محاسبه کردند که با نسبت ۰/۴۳ و ۰/۶۸ محاسبه شده در این مطالعه متفاوت است. این تفاوت می‌تواند دلایل متفاوتی از جمله تفاوت در تصریح تابع مطلوبیت در دو مطالعه، ادغام مصرف خصوصی و مخارج دولت و بازه زمانی داده‌های مورد استفاده در الگوی شهرستانی و اربابی (۱۳۸۸) و به طور کل تفاوت در چارچوب الگوی طراحی شده در این دو مطالعه باشد. در مورد پارامتر هزینه تعدیل نیز نتایج نزدیک به نتایج فخر حسینی و دیگران (۱۳۹۱) و متوسلی و دیگران (۱۳۸۹) است.

همبستگی مصرف و سرمایه‌گذاری در داده‌های واقعی و شبیه‌سازی شده نسبت به تولید غیرنفتی محاسبه می‌گردد. نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که ضریب همبستگی نسبی جزء چرخه‌ای مصرف به تولید غیرنفتی در داده‌های واقعی ۰/۴۳ و در داده‌های شبیه‌سازی شده ۰/۴۶ است. برای سرمایه‌گذاری نیز این اعداد به ترتیب ۰/۶۸ و ۰/۶۶ به دست آمده است.

جدول ۳: گشتاورهای حاصل از داده‌های شبیه‌سازی شده و داده‌های واقعی

هم حرکتی با تولید غیرنفتی	ضریب همبستگی		نوسانات نسبی		انحراف معیار			
	داده‌های شبیه‌سازی شده	داده‌های واقعی	داده‌های شبیه‌سازی شده	داده‌های واقعی	داده‌های شبیه‌سازی شده	داده‌های واقعی		
تولید غیرنفتی	۱	۱	۰/۶۹	۰/۶۴	۱	۱	۰/۱۲۶۳	۰/۱۲۲۱
تورم	۰/۳۱	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۱۲	۳/۴	۳/۲	۰/۴۲	۰/۴۰۳
مصرف	۰/۴۶	۰/۴۳	۰/۳۲	۰/۲۸	۰/۶۱	۰/۵۳	۰/۰۷۳	۰/۰۶۸
سرمایه گذاری	۰/۶۶	۰/۶۸	۰/۴۶	۰/۴۴	۲/۳۱	۱/۶۶	۰/۲۸	۰/۲۱

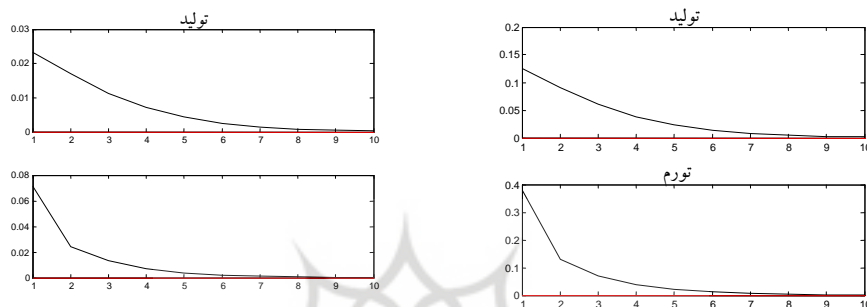
منبع: محاسبات نویسنندگان

بررسی توابع عکس‌العمل آنی

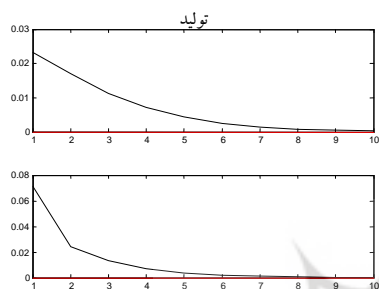
توابع عکس‌العمل آنی، رفتار پویای متغیرهای الگو در طول زمان هنگام وارد شدن تکانه‌ای به اندازه یک انحراف معیار به هر متغیر را نشان می‌دهد. اثر تکانه سیاست پولی در شکل (۱) نشان داده شده است. اگر دولت تصمیم به تغییر نرخ رشد حجم پول به‌عنوان یک سیاست پولی انبساطی بگیرد، این امر در وحله اول موجب افزایش نرخ تورم و تولید می‌گردد. با این تفاوت که اثر تورمی این سیاست بیشتر از تولید خواهد بود. شکل ۲، اثر تکانه فناوری، بر تورم و تولید غیرنفتی را نشان می‌دهد. بروز تکانه فناوری به اندازه یک انحراف معیار در وحله اول موجب افزایش تولید غیرنفتی به اندازه حدود ۴ درصد و همچنین کاهش تورم می‌گردد. در ادامه، تولید و تورم به سطح با ثبات خود بر می‌گردند. این نتیجه به مقدار زیادی منطبق با نتیجه متوسلی و دیگران (۱۳۸۹) است. شهرستانی و اربابی (۱۳۸۸) نیز در پژوهش خود نتیجه گرفتند که با بروز تکانه فناوری، تولید افزایش خواهد یافت. همان‌طور که در شکل (۳) مشخص است، تکانه درآمدهای نفتی، از مجرای افزایش نقدینگی، موجب افزایش تورم به میزانی بیشتر از تولید خواهد شد. به این صورت که با بروز یک انحراف معیار تکانه درآمدهای نفتی، تولید نزدیک به ۲/۵ درصد و تورم ۷ درصد افزایش خواهد یافت. این نتایج از نظر اندازه و جهت تغییرات نزدیک به نتایج متوسلی و دیگران (۱۳۸۹) و شهرستانی و اربابی (۱۳۸۸) است. اثر تکانه

مخارج دولت، در شکل (۴) نشان داده شده است. در این شرایط، بروز یک تکانه بر مخارج دولت، تورم و تولید را افزایش می‌دهد. این نتایج از نظر جهت تغییر مطابق با نتایج متوسلی و دیگران (۱۳۸۹) است. همان‌طور که از شکل‌های (۱)، (۳) و (۴) مشاهده می‌گردد، اثر اولیه تکانه مخارج دولت بر تولید و تورم، بیشتر از تکانه درآمد نفتی و سیاست پولی است.

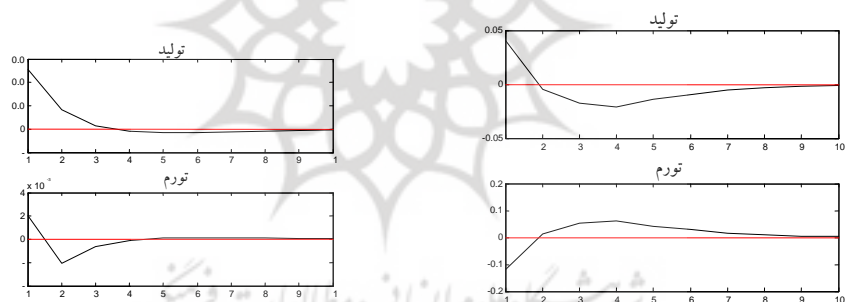
شکل ۱- اثر تکانه سیاست پولی بر تولید و تورم



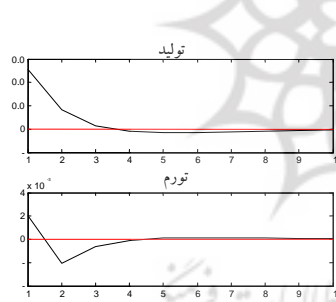
شکل ۳- اثر تکانه درآمدهای نفتی بر تولید و تورم



شکل ۲- اثر تکانه فناوری بر تولید و تورم



شکل ۴- اثر تکانه مخارج دولت بر تولید و تورم



نتیجه گیری

در خلال نیم قرن اخیر، اقتصاد ایران نوسانات قابل توجهی در نرخ تورم و رشد اقتصادی را تجربه کرده است. به همین دلیل، بدیهی است که دستیابی به نرخ رشد اقتصادی بالا و پایدار و نیز کاهش و کنترل تورم، از جمله مهم‌ترین اهداف سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان اقتصادی محسوب می‌شوند. از این رو در پژوهش حاضر به‌عنوان هدف اصلی، بررسی اثر تکانه‌های پولی و غیرپولی (فناوری، مخارج دولت و درآمدهای نفتی) بر تولید و تورم مورد توجه قرار گرفت.

در یک رویکرد نظری، در اواخر دهه ۱۹۹۰، ترکیب نظریه اقتصاد کلان باز جدید با الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی، چارچوب نظری جدیدی را برای تحلیل وضعیت موجود و نیز پیش‌بینی تأثیر تکانه‌های اقتصادی فراهم کرد. در این چارچوب، چسبندگی‌های اسمی، رفتار عقلایی و بازار رقابت انحصاری، فروض پایه محسوب می‌شوند. از آن‌جا که این فروض با شرایط دنیای واقعی از سازگاری نسبتاً بیشتری برخوردار است، در دهه‌ی اخیر، الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی در شرایط اقتصاد باز، با استقبال اقتصاددانان و پژوهشگران مواجه شده است.

در این پژوهش، پس از طراحی، خطی‌سازی و محاسبه یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی در شرایط اقتصاد باز برای ایران، توابع واکنش آنی اقتصاد به تکانه‌های پولی، مخارج دولت، درآمد نفتی و فناوری محاسبه و بررسی شدند. بررسی گشتاورهای متغیرهای موردنظر پژوهش با داده‌های واقعی اقتصاد ایران نشان‌دهنده‌ی موفقیت نسبی الگو در شبیه‌سازی داده‌ای موردنظر دارد. داده‌های شبیه‌سازی شده توسط این الگو نیز به مانند داده‌های واقعی بیانگر این موضوع می‌باشد که سرمایه‌گذاری پرنوسان‌تر از مصرف است.

بخش دیگری از یافته‌های این پژوهش مربوط به توابع واکنش آنی می‌گردد. نتایج نشان داد که تکانه مثبت درآمدهای نفتی موجب افزایش تولید و تورم در اقتصاد ایران می‌گردد. همچنین بر اثر یک تکانه پولی، تولید و تورم افزایش خواهند یافت. با این تفاوت که اثر اولیه سیاست پولی بر تورم بیش از تولید است. تکانه مثبت فناوری نیز می‌تواند موجب افزایش در تولید و کاهش در تورم گردد. براساس یافته‌های این پژوهش، بروز تکانه مثبت در مخارج دولت موجب افزایش تولید غیرنفتی و تورم در ایران می‌گردد.

با توجه به یافته‌های پژوهش و اینکه تأثیر تکانه‌های پولی و مخارج دولت بر تورم، بیش از تکانه درآمدهای نفتی است، توجه به نوع سیاست پولی و مالی اتخاذ شده توسط سیاست‌گذار و همچنین اثرات آن بر اقتصاد، پیشنهادهای سیاستی از این پژوهش را تشکیل می‌دهند.

منابع

- ابراهیمی، شهریانو (۱۳۹۰): "برآورد تابع عکس‌العمل بانک مرکزی: مطالعه موردی ایران"، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، موسسه آموزش عالی علامه محدث نوری.
- ابونوری، اسمعیل و رجایی، محمدهادی (۱۳۹۱): "ارزیابی اثر تکانه قیمت انرژی بر متغیرهای اقتصاد کلان ایران: معرفی یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی"، فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی (۲)، ۱-۲۲.
- تقی‌نژاد عمران، وحید و بهمن، محمد (۱۳۹۱): "قاعده‌ی گسترش یافته تیلور: مطالعه موردی ایران ۸۶-۱۳۵۷"، فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، ۳(۹)، ۱-۱۹.
- خیابانی، ناصر (۱۳۸۷): "یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه برای ارزیابی افزایش قیمت تمامی حامل‌های انرژی در اقتصاد ایران"، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۵(۱۶)، ۱-۳۴.
- سرزعی، علی (۱۳۸۸): "بررسی اثرات تکانه‌های قیمت نفت بر متغیرهای اقتصادی در یک مدل VAR"، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۱۲، ۲۷-۵۱.
- شهرستانی، حمید و اربابی، فرزین (۱۳۸۸): "الگوی تعادلی عمومی پویا برای ادوار تجاری اقتصاد ایران"، پژوهشنامه اقتصادی، ۱۹(۱)، ۴۳-۶۶.
- صادقی‌شاهدانی، مهدی؛ صاحب‌هنر، حامد؛ عظیم‌زاده‌آرانی؛ محمد سیدمهدی حسینی دولت‌آبادی (۱۳۹۱): "بررسی اثر شوک‌های پولی بر متغیرهای کلان اقتصادی با استفاده از روش BVAR: مطالعه موردی ایران"، فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی در ایران، ۱(۴)، ۹۱-۱۲۴.
- صادقی، حسین (۱۳۹۰): "نوسانات نرخ ارز، بی‌ثباتی مالی و سیاست پولی بهینه"، فصلنامه پول و اقتصاد، ۴(۹)، ۱-۱۴.
- صمدی، سعید؛ یحیی‌آبادی، ابوالفضل و معلمی، نوشین (۱۳۸۸): "تحلیل تأثیر شوک‌های قیمت نفت بر متغیرهای اقتصاد کلان در ایران"، فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، ۱۷(۵۲)، ۵-۲۶.
- فخرحسینی، سیدفخرالدین؛ شاهمرادی، اصغر؛ محمدعلی احسانی (۱۳۹۱): "چسبندگی قیمت و دستمزد و سیاست پولی در اقتصاد ایران"، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، ۱۲(۱)، ۱-۳۰.
- کمیجانی، اکبر و توکلیان، حسین (۱۳۹۱): "سیاست‌گذاری پولی تحت سلطه مالی و تورم هدف ضمنی در قالب یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی برای اقتصاد ایران"، فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، ۸، ۸۷-۱۱۸.
- کمیجانی، اکبر؛ خلیل عراقی، سیدمنصور؛ عباسی‌نژاد، حسین و حسین توکلیان (۱۳۹۲): "تورم هدف ضمنی، رفتار نامتقارن در تشخیص وضعیت اقتصادی سیاست‌گذاران پولی در اقتصاد ایران"، فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی در ایران، ۳(۹)، ۱-۲۳.
- متوسلی، محمود؛ ابراهیمی، ایلناز؛ شاهمرادی، اصغر و کمیجانی، اکبر (۱۳۸۹): "طراحی یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی نیوکینزی برای اقتصاد ایران به‌عنوان یک کشور صادرکننده نفت"، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، ۱۰(۴)، ۸۷-۱۱۶.
- Benchimol, J. and Fourcans, A. (2012); "Money and risk in a DSGE framework: A Bayesian application to the Euro zone", *Journal of Macroeconomics*, 34, 95-111.
- Blanchard, O. J. and Kahn, C. M. (1980); "the Solution of Linear Difference Models under Rational Expectations", *Econometrica*, 48 (5), 1305-12.
- Blanchard, O. J. and Kiyotaki, N. (1987); "Monopolistic Competition and the Effects of Aggregate Demand", *American Economic Review*, (77)4, 647-666.

- Brzoza-Brzezina, M., Kolasa, M. and Makarski, K. (2013); "the anatomy of standard DSGE models with financial frictions". *Journal of Economic Dynamics & Control*, 37:32-51.
- Buncic, D. and Melecky, M. (2008); "An Estimated New Keynesian Policy Model for Australia", *The Economic Record*, the Economic Society of Australia, (84)264, 1-16.
- Calvo, G. (1983); "Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework", *Journal of Monetary Economics*, 12, 383-398.
- Canova, F. (1994); "Statistical Inference in Calibrated Models", *Journal of Applied Econometrics*, 9, 123-S144.
- Canova, F. (2007); *Methods for Applied Macroeconomic Research*, Princeton University Press.
- Christiano, L., Eichenbaum, M. and Evans, C. (1999); "Monetary Policy Shocks: What Have We Learned and to What End?" , *Handbook of Macroeconomics 1A*, Elsevier Science, Amsterdam, 65-148.
- Christiano, L. , Eichenbaum, M. and Evans, C. (2005); "Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy", *Journal of Political Economy*, University of Chicago Press, 113(1), 1-45.
- Clarida, R., Galí, J. and Gertler, M. (1999), "The Science of Monetary Policy: A New Keynesian Perspective", *Journal of Economic Literature*, 37, 1661-1707.
- Clarida, R., Gali, J. and Gertler, M. (2001); "Optimal Monetary Policy in Closed Versus Open Economies: An Integrated Approach", NBER Working Papers 8604, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Cogley, T. and Yagihashi, T. (2010); "Are DSGE Approximating Models Invariant to Shifts in Policy?" , *The B.E Journal of Macroeconomics*, 10(1), 94-125.
- Cogni, A. and Manera, M. (2013); "exogenous oil shocks, fiscal policies and sector reallocations in oil producing countries", *Energy Economics*, 35, 42-57.
- Corsetti, G. (2007); "New Open Economy Macroeconomics". RSCAS Working Papers 2007/27, European University Institute.
- Cozzi, M. (2012); "Optimal unemployment insurance in GE: A robust calibration approach". *Economics Letters*, 117: 28-31.
- Deák, S., Fontagné, L., Maffezzoli, M. and Marcellino, M. (2011); "LSM: A DSGE model for Luxembourg". *Economic Modelling*, 28:2862-2872.
- Dickens, W. T. , Lorenz G. , Erica L. Groshen, Steinar Holden, Julian Messina, Mark E. Schweitzer, Jarkko Turunen, R. and Melanie E.W. (2007); "How Wages Change: Micro Evidence from The International Wage Flexibility Project", *Journal of Economic Perspectives*, 21(2), 195-214.
- Friedman, M. (1957); "Theory of the consumption function", Princeton University Press, Princeton.
- Fujiwara, I., Teranishi, Y. and Hara, N. (2004); "the Japanese Economic Model: JEM", *Econometric Society, Far Eastern Meetings* 723.
- Gali, J. And Monacelli, T. (2005), "Monetary Policy and Exchange Rate Volatility in a Small Open Economy", *Review of Economic Studies*, 72, 707-734.

- Gali, J. (2007); "Monetary Policy, Inflation and Business Cycle", Princeton University Press.
- Goodfriend, M. and King, R. (1997); "the New Neoclassical Synthesis and the Role of Monetary Policy", NBER Macroeconomics Annual, 231-283.
- Hamdi, H. And Sbia, R. (2013); "Dynamic Relationships between Oil Revenues, Government Spending and Economic Growth in an Oil Dependent Economy", *Economic Modelling*, 35, 118-125.
- Hoover, K. D. (1995); "Facts and Artefacts: Calibration and the Empirical Assessment of Real Business Cycle Models", *Oxford Economic Papers*. 47(1), 24-44.
- Justiniano, A. and Preston, B. (2010); "Monetary Policy and Uncertainty in an Empirical Small Open Economy Model, *Journal of Applied Econometrics*", John Wiley and Sons, Ltd., 25(1), 93-128.
- Kim, W.J. and Hammoudeh, Sh. (2013); "Impacts of global and domestic shocks on inflation and economic growth for actual and potential GCC member countries", *International Review of Economics & Finance*, 27, 298-317.
- Kydland, F. E. and Prescott E. (1982); "Time to Build and Aggregate Fluctuations", *Econometrica*, 6(50), 1345-1370.
- Liu, G.Y., Yang, Z.F. and Chen, B. (2012); "Energy-based urban dynamic modeling of long-run resource consumption, economic growth and environmental impact: conceptual considerations and calibration". *Procedia Environmental Sciences*, 13, 1179 – 1188.
- Long, J. B. and Plosser, C. I. (1983); "Real Business Cycles". *Journal of Political Economy*, 91, 39-69.
- Loscos, A., Montanes, A. and Gadea, M. (2011); "The impact of oil shocks on the Spanish economy", *Energy Economics*, 33(6), 1070-1081.
- Lucas, R. (1972); "Expectations and the Neutrality of Money", *Journal of Economic Theory*, 4, 103-124.
- Lucas, R. (1976); "Econometric Policy Evaluation: A Critique", *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, Elsevier, 1(1), 19-46.
- Lucas, R. (1977); "Some International Evidence on Output-Inflation Tradeoffs: Reply", *American Economic Review*, American Economic Association, 67(4), 731-756.
- Lucas, R. and Stokey, N. L. (1987), "Money and Interest in a Cash-in-Advance Economy", *Econometrica*, Econometric Society, 55(3), 491-513.
- Malik, A. K. (2013); "The effects of fiscal spending shocks on the performance of simple monetary policy rules", *Economic Modelling*, 30, 643-662.
- Murchison, S. and Rennison, A. (2006), "ToTEM: The Bank of Canada's New Quarterly Projection Model", *Bank of Canada Technical Report No. 97*.
- Muth, J. (1961); "Rational Expectations and the Theory of Price Movements", *Journal of Econometrica*, 29, 315-335.
- Obstfeld, M. and Rogoff, K. (1995), "Exchange Rate Dynamics Redux", *Journal of Political Economy*, 103, 624-60.

- Phillips, A. W. (1958); "The Relation between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rates in the United Kingdom 1861-1957", *Journal of Economica New Series*, 25, 283-299.
- Rotemberg, J. (1982); "Sticky Prices in the United States", *Journal of Political Economy*, 90(6), 1187-1211.
- Sargent, T. and Wallace, N. (1975); "Rational expectations, the optimal monetary instrument and the optimal money supply rule", *Journal of Political Economy*, 83, 241-254.
- Sims, C. A. (1972); "Are There Exogenous Variables in Short-Run Production Relations", *NBER Chapters*, in: *Annals of Economic and Social Measurement*, 1(1), 16-35.
- Smets, F. and Wouters, R. (2003); "An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro area", *Journal of the European Economic Association*, 1(5), 1123-1175
- Smets, F. and Wouters, R. (2007); "Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach", *American Economic Review*, American Economic Association, 97(3), 586-606.
- Snowdon, B. and Vane H. (2005); "Modern Macroeconomics", Edward Elgar Publishing Limited.
- Taylor, J.B. (1979); "Staggered Wage Setting in a Macro Model", *American Economic Review*, 69(2), 108-113.
- Taylor, J. B. (1980); "Aggregate Dynamics and Staggered Contracts", *Journal of Political Economy*, 88(1), 1-24.
- Unalmis, D., Unalmis, I. and Derya, F. U. (2008); "Oil Price Shocks, Macroeconomic Stability and Welfare in a Small Open Economy", *Research and Monetary Policy Department Working Paper*, Central Bank of Turkey.
- Walsh, C. E. (2010); "Monetary Theory and Policy, the MIT Press" , Third Edition, London.

ضمیمه ۱:

با حداکثرسازی تابع مطلوبیت خانوار نسبت به قید بودجه و جایگزاری از حداکثرسازی نسبت به مصرف در سایر معادلات، به ترتیب برای عرضه نیروی کار، مانده واقعی پول و سرمایه، شرایط مرتبه اول به صورت زیر به دست خواهد آمد:

$$\psi L_t^\gamma = C_t^{-\sigma} w_t \quad (1-1)$$

$$v m_t^{-\varepsilon} - C_t + \beta E_t \left[\frac{C_{t+1}}{\pi_{t+1}} \right] = 0 \quad (2-1)$$

$$C_t^{-\sigma} = \beta E_t \left[C_{t+1}^{-\sigma} (r_{t+1} + (1-\delta)) \right] \quad (3-1)$$

برای بنگاه‌های تولیدکننده کالای واسطه نیز با حداکثرسازی رابطه ۲۰ با توجه به قید تابع تولید رابطه لاگرانژ به صورت زیر است:

$$\ell = E_0 \left\{ \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \lambda_t \left[\frac{P_{H,t}(j) \cdot y_{H,t}(j) - P_t w_t L_{j,t} - P_t r_t K_t - \frac{\varphi}{2} \left(\frac{P_{j,t}}{P_{j,t-1}} - 1 \right)^2 \cdot Y_{H,t}}{P_t} - \Lambda_t \beta^t [y_{H,t}(j) - A_t K_{j,t-1}^\alpha - L_{j,t}^{1-\alpha}] \right] \right\} \quad (4-1)$$

با جایگزاری تابع تقاضای ۱۶ در معادله فوق، شرایط مرتبه اول نسبت به سرمایه و نیروی کار پس از لحاظ فرض تعادل متقارن به ترتیب به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\lambda_t r_t K_{t-1} = \alpha \Lambda_t y_{H,t} \quad (5-1)$$

$$\lambda_t w_t L_t = (1-\alpha) \Lambda_t y_{H,t} \quad (6-1)$$