

## طراحی یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی نیوکینزی برای اقتصاد ایران به عنوان یک کشور صادر کننده نفت

محمود متوسلی<sup>۱</sup>

ایلناز ابراهیمی<sup>۲</sup>

اصغر شاهمرادی<sup>۳</sup>

اکبر کمیجانی<sup>۴</sup>

تاریخ پذیرش: ۸۹/۴/۷

تاریخ دریافت: ۸۸/۹/۳۰

### چکیده

در این مقاله، سعی شده است با بهره‌گیری از آموزه‌های مکتب نیوکینزی، یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی برای اقتصاد ایران ساخته شود. در ساخت مدل، توجه خاصی به ویژگی وابستگی اقتصاد ایران به صادرات نفت شده است و درآمدهای حاصل از صادرات آن، هم به عنوان بخشی مجزا و هم، به صورت یکی از منابع تامین مالی بودجه دولت ظاهر شده است.

مانند تمام مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی نیوکینزی، در این مدل نیز انعطاف‌ناپذیری‌های اسمی وجود دارد و رقابت انحصاری حاکم است. چهار شوک: بهره‌وری، درآمدهای نفتی، نرخ رشد حجم پول و مخارج دولت به عنوان منبع نوسانات ادوار تجاری در اقتصاد ایران در مدل تعریف شده‌اند.

نتایج حاصل از حل و مقداردهی (کالیبراسیون) مدل، حکایت از نزدیکی گشتاورهای متغیرهای حاضر در مدل و گشتاورهای داده‌های واقعی اقتصاد ایران دارد. همانند دنیای واقع، نتایج مدل ارائه‌شده نیز حکایت از نوسان بیشتر سرمایه‌گذاری خصوصی نسبت به تولید غیرنفتی و نوسان کمتر تولید غیرنفتی در مقایسه با مصرف خصوصی دارد. همچنین توابع عکس‌العمل آنی متغیرهای تولید غیرنفتی و تورم در برابر شوک‌ها نشان می‌دهد که مطابق با انتظارات تئوریک و مشاهدات دنیای واقعی، تولید غیرنفتی در برابر شوک‌های بهره‌وری، درآمدهای نفتی، نرخ رشد حجم پول و مخارج دولت افزایش می‌یابد. با ذکر این نکته که پس از گذشت چند دوره، اثر برون‌رانی مخارج دولتی سبب کاهش تولید غیرنفتی می‌شود. همچنین تورم در برابر تمام شوک‌ها به غیر از شوک بهره‌وری افزایش یافته و از مقدار باثبات خود، دور می‌شود.

**واژگان کلیدی:** مکتب نیوکینزی، مدل تعادل عمومی پویای تصادفی، اقتصاد صادرکننده نفت.

طبقه‌بندی JEL: E12, C61, E32, Q43, E63, C63

motavaselim@yahoo.com

ilnazbrahimi@yahoo.com

shahmoradi@ut.ac.ir

komijani@ut.ac.ir

۱. استاد دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران

۲. دانش‌آموخته دکتری دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران

۳. استادیار دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران

۴. استاد دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران

## مقدمه

مدل سازی تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE<sup>۱</sup>)، شاخه ای از تئوری تعادل عمومی کاربردی است که مقوله‌ای مهم در اقتصاد کلان معاصر تلقی می‌شود. متدولوژی DSGE سعی در تبیین پدیده‌های کلان اقتصادی همچون رشد اقتصادی، سیکل‌های تجاری و اثرات سیاست‌های پولی و مالی، بر پایه مدل‌های ساده شده کلان اقتصادی دارد که این مدل‌ها از اصول خرد اقتصادی استخراج شده‌اند.

یکی از دلایل اصلی که اقتصاددانان کلان به ساخت مدل‌های DSGE روی آورده‌اند، این است که این مدل‌ها بر خلاف مدل‌های پیش‌بینی سنتی کلان-سنجی دیگر در معرض انتقاد لوکاس<sup>۲</sup> نیستند.

از منظر تاریخی، این مکتب ادوار تجاری حقیقی (RBC)<sup>۳</sup> بود که استفاده از مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی را به عنوان ابزاری برای تحلیل کلان اقتصادی مرسوم کرد. هر چند مدل‌های DSGE اولین بار توسط مکتب RBC به کار گرفته شد لیکن از آنجا که این مکتب به دلیل فرض انعطاف‌پذیری کامل قیمت‌ها چندان جایی برای تحلیل اثر سیاست پولی و پول در نوسانات اقتصادی باقی نمی‌گذارد لذا در این مقاله، از مکتب اقتصادی دیگری که از این مدل‌ها در تحلیل‌های خود بهره می‌گیرد و با لحاظ انعطاف‌ناپذیری‌های اسمی، از اثر سیاست‌های پولی در کوتاه‌مدت نیز غافل نیست، یعنی مکتب نیوکینزی، به عنوان چارچوب بحث تحلیل‌های مقاله استفاده می‌شود.

اگرچه مدل‌های DSGE نیوکینزی، هنوز دوران طفولیت خود را طی می‌کنند و تنها حدود یک دهه از پیدایش آنها می‌گذرد ولی به دلیل سازگاری بالای تئوریک که دارند، در سراسر جهان بخصوص در چند سال اخیر، محبوبیت فراوانی در بین اقتصاددانان برای بررسی سیکل‌های تجاری پیدا کرده‌اند. این مقاله، تلاشی برای ساخت و ارزیابی تجربی قابلیت کاربرد این مدل‌ها برای تبیین نوسانات ادوار تجاری اقتصاد ایران است و یک مدل DSGE را با فرض وجود چسبندگی‌های اسمی و رقابت انحصاری در اقتصاد گسترش می‌دهد.

### 1. Dynamic Stochastic General Equilibrium

۲. لوکاس (Lucas, 1976) معتقد است تلاش برای پیش‌بینی اثر تغییر در سیاست اقتصادی فقط بر پایه روابط مشاهده‌شده ما بین داده‌های مربوط به گذشته، ساده‌اندیشانه است؛ چرا که پارامترهای برآورد شده به این ترتیب ساختاری نیستند؛ یعنی در برابر تغییرات سیاستی ثابت نبوده و تحت تأثیر آن تغییر می‌نمایند و به عبارت دیگر، اگر روابط ساختاری نباشند، هرگونه ارزیابی سیاستی که از برآوردهای اقتصادسنجی برمی‌آید، از اعتبار لازم برخوردار نخواهد بود.

### 3. Real Business Cycles

## پیشینه تحقیق

لداک و سیل (Leduc and Sill, 2004) در مقاله‌ای تحت عنوان "تحلیل کمی شوک‌های نفتی، سیاست پولی سیستماتیک و رکود اقتصادی"، یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) نیوکینزی را برای اقتصاد ایالات متحده ساخته و با بهره‌گیری از آن، به بررسی عملکرد سیاست‌های پولی به هنگام بروز شوک‌های افزایش قیمت نفت در اقتصاد آمریکا پرداخته‌اند.

مدینا و سوتو (Medina and Soto, 2005) در مقاله خود به ارائه یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی در چارچوب مکتب نیوکینزی برای اقتصاد شیلی می‌پردازند. آنها در این مقاله، اثر شوک قیمت نفت بر نوسانات تولید و تورم را در اقتصاد شیلی بررسی می‌کنند. ادبیات موجود در زمینه ساخت مدل‌های DSGE برای کشورهای صادرکننده نفت بسیار محدود است و تنها برای عده معدودی از این کشورها همچون مکزیک و ونزوئلا، اقدام به ارائه چنین مدل‌هایی شده است.

سائز و پاچ (Saez and Puch, 2002) در مقاله خود، به بررسی و تحلیل نقش شوک‌های تجاری در ایجاد نوسانات کل در اقتصاد ونزوئلا، که یک کشور مهم صادرکننده نفت تلقی می‌شود، بین سالهای ۱۹۵۰ تا ۱۹۹۵ می‌پردازند. برای این منظور، از یک مدل بسیار ساده تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) استفاده شده است که در آن، اصلی‌ترین فعالیت اقتصادی صادرات نفت محسوب می‌شود و تنها یک برنامه‌ریز اجتماعی، اقدام به حداکثرسازی تابع رفاه اجتماعی می‌نماید. در این مدل، تولید بخش نفت به صورت برونزا در نظر گرفته شده و فرض بر این است که کل تولید نفت صادر می‌شود. نویسندگان در مقاله خود، هیچ توجهی به چسبندگی‌های اسمی و شوک‌های سیاست پولی و سیاست مالی نشان نداده‌اند و مدل DSGE آنها در چارچوب مکتب RBC تعریف شده است. همچنین پیژاکون (Pieschacon, 2007) در مطالعه خود، به ساختن یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی، بدون در نظر گرفتن چسبندگی‌های اسمی برای اقتصاد مکزیک می‌پردازد و اثر شوک‌های قیمت نفت را بر سیاست مالی و عملکرد کلان اقتصادی، در یک اقتصاد کوچک و باز صادرکننده نفت، بررسی می‌کند.

در بین مطالعات داخلی نیز شهرستانی و اربابی (۱۳۸۸) با تعدیلاتی در الگوهای ادوار تجاری حقیقی در یک اقتصاد باز کوچک، یک مدل تعادل عمومی پویا را به منظور بررسی خصوصیات ادوار تجاری اقتصاد ایران ارائه می‌کنند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن فقط شوک تکنولوژی، تغییرات متغیرهای کلان‌الگو بسیار پایین‌تر از مقادیر مشاهده‌شده اقتصاد ایران است که با در نظر گرفتن شوک‌های قیمت نفت، نتایج الگو سازگاری بهتری با مشاهدات اقتصاد ایران پیدا می‌کند. در این مقاله که در چارچوب مدل‌های ادوار تجاری حقیقی ساخته شده است،

دولت، بانک مرکزی و انعطاف‌ناپذیری های اسمی وجود ندارد و خانوار به عنوان تنها کارگزار اقتصادی حاضر در مدل اقدام به بهینه‌یابی می‌کند.

همچنین، کاوند (۱۳۸۸) به بررسی قابلیت کاربرد الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی برای اقتصاد در حال توسعه ایران می‌پردازد و الگوی آیرلند (Ireland) را به علت اینکه به طور صریح نرخ رشد تولید را در بر دارد، به عنوان الگوی ادوار تجاری حقیقی که قابلیت هماهنگ شدن با اقتصاد در حال توسعه ایران را دارد، معرفی می‌کند. در این الگو نیز خانوار به عنوان تک کارگزار بهینه‌یاب عمل کرده و انعطاف‌ناپذیری های اسمی در مدل وارد نمی‌شوند.

### مبانی ساخت مدل‌های DSGE

همان طور که از اسم این مدل‌ها پیدا است، مدل‌های DSGE پویا هستند؛ به این معنی که حرکت اقتصاد را در طول زمان زیر نظر می‌گیرند. همچنین تصادفی هستند؛ یعنی این واقعیت را مدنظر قرار می‌دهند که اقتصاد می‌تواند تحت تأثیر شوک های تصادفی نظیر تغییرات تکنولوژیکی یا خطا در سیاستگذاری کلان اقتصادی قرار گیرد. این ویژگی های مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی، وجه تمایز اصلی این مدل‌ها با مدل‌های ایستای تحت مطالعه در تئوری تعادل عمومی والراسی و تعادل عمومی قابل محاسبه کاربردی<sup>۱</sup> است.

مدل‌های سنتی پیش‌بینی کلان-سنجی که از دهه ۱۹۷۰ میلادی تا کنون مورد توجه بانک‌های مرکزی بوده است، رابطه دینامیک بین قیمت‌ها و مقادیر را در بخش‌های مختلف اقتصاد برآورد می‌کنند و اغلب متشکل از تعداد بسیار زیادی متغیر می‌باشند. بر خلاف مدل‌های کلان-سنجی، مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی با تعداد کمتری از متغیرها سر و کار دارند (از آنجا که حل کردن و تحلیل مدل‌های DSGE از نظر تکنیکی مشکل تر است) و تمایل زیادی وجود دارد که بسیاری از جزئیات بخشی خلاصه شود و متغیرهای بسیار کمتری مورد استفاده قرار گیرد. لذا بانک‌های مرکزی با بهره‌گیری از این مدل‌ها با متغیرهای کمتری سرو کار دارند.

آنچه که مدل‌های DSGE در جزئیات بخشی از دست می‌دهند، با به دست آوردن سازگاری منطقی جبران می‌شود، چرا که این مدل‌ها بر پایه اصول خرد اقتصادی، یعنی با در نظر گرفتن تصمیم‌گیری تحت محدودیت<sup>۲</sup> بنا شده‌اند. به طور کلی، این مدل‌ها اجزا و فرضیات ذیل را در بر می‌گیرند:

1. Applied Computable General Equilibrium
2. Constrained Decision Making

**ترجیحات:** اهداف کارگزاران در اقتصاد تصریح می‌شود. به عنوان مثال، تابع مطلوبیت خانوار که عموماً تابعی از سطح مصرف و اوقات فراغت است، با توجه به قید بودجه حداکثر می‌شود. یا هدف بنگاه‌ها حداکثر سازی سود است.

**تکنولوژی:** ظرفیت تولیدی کارگزاران در اقتصاد تصریح می‌شود. به عنوان مثال، ممکن است فرض شود بنگاه‌ها دارای تابع تولیدی هستند که مقدار کلای تولید شده را وابسته به مقدار کار و سرمایه به کار گرفته شده تصریح می‌نماید. همچنین محدودیت‌های تکنولوژیکی اقتصاد، مواردی چون هزینه‌های تعدیل موجودی سرمایه، سطح نیروی کار یا سطح قیمت‌ها را نیز در بر می‌گیرد.

**چارچوب نهادی:** محدودیت‌های نهادی که کارگزاران اقتصادی تحت آن محدودیت‌ها در تعامل با هم می‌باشند، تصریح می‌شود. در بسیاری از مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی، این بدین معناست که کارگزاران اقتصادی تصمیمات خود را تحت برخی محدودیت‌های برونزای بودجه‌ای اتخاذ می‌نمایند و فرض می‌شود که قیمت‌ها تا زمان تسویه بازار تعدیل می‌شوند. همچنین قواعد سیاست پولی و مالی یا حتی چگونگی تغییر قواعد سیاستی و محدودیت‌های بودجه‌ای، بر اثر تغییر فرایند سیاستی تصریح می‌شود.

در طراحی مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی، معمولاً سعی بر این است که ابتدا مدلی ساده و ابتدایی به عنوان هسته مرکزی مطالعه طراحی شود و سپس با افزودن جزئیات به این مدل مرکزی، خصوصیات مورد نظر محقق به مدل اضافه گردد. در نهایت، می‌توان مدل پایه را بسط داد و به مدلی رسید که یک اقتصاد بسته یا باز را با در نظر گرفتن ترکیبی از تمام اجزا یعنی خانوارها، بنگاه‌ها، دولت، مقام پولی و بخش خارجی (یا تعدادی از آنها) تبیین نماید.

با تصریح ترجیحات (آنچه که کارگزاران می‌خواهند)، تکنولوژی (آنچه که کارگزاران می‌توانند تولید کنند)، و نهادها (روشی که بر اساس آن در تعامل با هم هستند)، امکان آن فراهم خواهد شد که (البته در اصول، با ذکر این نکته که در عمل دشواری‌هایی بر آن مترتب است) با حل مدل DSGE بتوان پیش‌بینی کرد که چه چیزی واقعاً تولید، مبادله و مصرف می‌شود و این پیش‌بینی حتی در صورت به کارگیری یک چارچوب جدید نهادی معتبر خواهد بود.

بر عکس، همان طور که لوکاس خاطر نشان می‌کند، چنین پیش‌بینی‌هایی در مدل‌های کلان-سنتی پیش‌بینی به احتمال قوی معتبر نخواهند بود، چرا که مدل‌های سنتی بر پایه روابط مشاهده شده گذشته بین متغیرهای کلان اقتصادی برآورد می‌شوند و انتظار می‌رود چنین روابطی با معرفی سیاست‌های جدید دچار تغییر شوند و به این ترتیب پیش‌بینی‌های مبتنی بر مشاهدات گذشته، اعتبار خود را از دست بدهند.

البته باید خاطرنشان کرد مدل‌های DSGE اولیه که در قالب مکتب ادوار تجاری حقیقی ساخته می‌شدند به دلیل عدم لحاظ چسبندگی‌های اسمی، قادر به تبیین اثرات حقیقی سیاست‌های پولی حتی در کوتاه‌مدت نبودند ولی تکامل این مدل‌ها در مکتب نیوکینزی و وارد شدن چسبندگی‌های اسمی و رقابت ناقص در آنها باعث شد این مدل‌ها قابلیت بیشتری در تحلیل اثرات سیاست‌های پولی پیدا کرده و بیشتر مورد توجه اقتصاددانان پولی و بانکهای مرکزی قرار گیرند. با توجه به دشواری ساخت مدل‌های دقیق DSGE، بسیاری از محققان اقتصادی و بانکهای مرکزی هنوز هم برای پیش‌بینی‌های کوتاه‌مدت خود بر مدل‌های سنتی کلان-سنجی تکیه دارند. با این حال، به دلیل این خصوصیت، مدل‌های نیوکینزی که در کنار مؤثر دانستن عوامل حقیقی در ایجاد نوسانات اقتصادی، سیاست‌های پولی را نیز در کوتاه‌مدت در عرصه فعالیت‌های اقتصادی منشأ اثر می‌دانند، امروزه بانکهای مرکزی زیادی به ارائه مدل‌های پولی مورد استفاده خود در قالب مدل‌های DSGE مورد استفاده در مکتب نیوکینزی پرداخته‌اند. به عنوان مثال، بانکهای مرکزی انگلستان (Harrison et al, 2005)، کانادا (Murchison and Rennison, 2006) و حتی شیلی و پرو (Castillo et al, 2008) از این دسته مدل‌ها در تحلیل‌های خود و تبیین رفتار اقتصاد کشورهای خود، استفاده می‌کنند و اثر سیاست‌های مختلف به طور فزاینده در قالب مدل‌های DSGE مورد بررسی قرار می‌گیرد.

از آنجا که در این مقاله، قصد بر ساختن یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) برای یک اقتصاد صادرکننده نفت است که بتواند به شکل واقع‌گرایانه، زمینه بررسی اثرات سیاست پولی را نیز فراهم آورد، پارادایم مورد استفاده در فرایند ساخت مدل، پارادایم نیوکینزی است. پیش از تشریح مدل، وجه تمایز آن با مدل‌های معمول DSGE که در مقالات دیگر ارائه شده است و آن را مختص اقتصاد نفتی ایران می‌کند، به اختصار ذکر می‌شود. مدل تعادل عمومی پویای تصادفی نیوکینزی ارائه شده در این مقاله، مشخصاً توسط نویسندگان آن برای یک اقتصاد نفتی ساخته شده است؛ به این معنی که:

۱- از آموزه‌های نیوکینزی یعنی فضای رقابت انحصاری و وجود چسبندگی‌های اسمی برای ایجاد بستر اصلی مدل استفاده شده است (این بستر در تمام مدل‌های DSGE نیوکینزی وجود دارد).

۲- با وجود آنکه در اکثر مدل‌های DSGE نیوکینزی، دولت حضور مؤثری ندارد و اصولاً این مدل‌ها برای تحلیل سیاست‌های پولی گسترش یافته‌اند، لیکن در مقاله حاضر، به دلیل نقش پررنگ دولت در اقتصاد ایران، دولت، بودجه آن و شوک مخارج دولت وارد مدل شده است (معادلات ۱۸ و ۱۹ و ۲۰). بنا بر واقعیات اقتصاد ایران، سه روش برای تامین مالی دولت تعریف شده است که

عبارتند از: ۱- مالیات ۲- درآمدهای نفتی و ۳- خلق پول یا همان استقراض از بانک مرکزی که به خوبی در روابط ۱۸ و ۱۹ مشهود است.

۳- همچنین بنا بر واقعیات اقتصاد ایران، چون بانک مرکزی از استقلال چندانی از دولت برخوردار نیست، برخلاف مدل‌های معمول DSGE نیوکینزی که یک مقام مستقل و حاکم بر سیاست‌های پولی در نظر می‌گیرند، در مدل حاضر دولت-مقام پولی، یک کارگزار واحد تعریف شده است.

۴- با وجود آنکه اغلب سیاست پولی در مدل‌های DSGE نیوکینزی از طریق قاعده تیلور وارد مدل می‌شود، ولی چون در ایران این قاعده حاکم نیست و عموماً بانک مرکزی اقدام به تغییر نرخ بهره بر اساس شکاف تورم یا تولید نمی‌کند، لذا یک قاعده ساده رشد پول همراه با اثر شوک‌های درآمد نفت برای مقام پولی تعریف شده است (رابطه ۲۲).

۵- بخش نفت نیز که یکی دیگر از مهمترین وجوه تمایز مدل DSGE ساخته شده در این مقاله نسبت به سایر مقالات DSGE نیوکینزی در ادبیات جهانی است، در سه بخش در این مدل ظاهر شده است: ۱- به عنوان یک بخش از تولید و به صورت یک بنگاه تولیدی (روابط ۲۳ و ۱۵)؛ ۲- به عنوان منبعی برای تامین مالی دولت (روابط ۱۸ و ۱۹)؛ ۳- به عنوان یکی از عوامل تعیین کننده نرخ رشد پول به طوری که شوک‌های درآمد نفت ( $E_{Dr}$ ) وارد قاعده رشد پول (رابطه ۲۲) شده است.

#### یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی برای اقتصاد ایران

چارچوب اصلی مدل DSGE این مقاله با استفاده از مقالات آیرلند (Ireland, 2004)، دیب (Dib et al., 2003)، لداک و سیل (Leduc & Sill, 2004)، مدینا و سوتو (Medina & Soto, 2006) و والش (Walsh, 2003) و الهام از برخی از مقالاتی که در بررسی پیشینه تحقیق به آنها اشاره شد، ساخته شده است. این مدل، چارچوب تحلیلی مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی را با توجه به خصوصیات اقتصادی یک کشور صادرکننده نفت گسترش می‌دهد.

## الف) فروض مدل

مهمترین فروض در ساخت این مدل عبارتند از:

- ۱- کشور مورد بررسی، در بازار نفت یک کشور کوچک است؛ یعنی فرض بر این است که تصمیمات این کشور، تأثیری بر قیمت‌های جهانی نفت نداشته و قیمت آن برای اقتصاد داخلی برونزا محسوب می‌شود.<sup>۱</sup>
- ۲- کشور بجز صادرات نفت، رابطه مبادله دیگری با خارج از کشور ندارد.
- ۳- کل تولید و مصرف کشور متشکل از کالاهای واسطه، نهایی و نفت است.
- ۴- تولیدکننده نهایی در اقتصاد مانند یک جمعگر عمل می‌کند که با ترکیب تعداد زیادی از کالاهای واسطه، یک سبد کالای نهایی را مانند یک کالای مرکب در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌دهد.
- ۵- خانوارها صاحبان بنگاه‌ها هستند.
- ۶- نیروی کار و سرمایه در سطح بین‌المللی غیرمتحرک هستند.
- ۷- کالاهای تولید و مصرف‌شده در اقتصاد جزء کالاهای نرمال هستند.

با توجه به فروض فوق‌الذکر، در این بخش، یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) گسترش داده می‌شود. مدل از سه بخش خانوارها، بنگاه‌ها و دولت-مقام پولی تشکیل شده است. در بخش تولید (بنگاه‌ها)، سه بخش بنگاه‌های تولیدکننده کالاهای واسطه، بنگاه تولیدکننده کالای نهایی و بخش نفت حضور دارد و خانوارها از مصرف کالاهای و نگهداری مانده‌های حقیقی پول، مطلوبیت به دست می‌آورد و با کار کردن در بخش تولید کالاهای واسطه، از مطلوبیت آنها کاسته می‌شود.

## ب) خانوارها

در اقتصاد خانوار، نماینده‌ای زندگی می‌کند که عمری نامحدود دارد. خانوار نماینده از مصرف کالاهای و نگهداری مانده‌های حقیقی پول، مطلوبیت کسب می‌کند و به دلیل کار کردن، مطلوبیت از دست می‌دهد کاسته لذا ترجیحاتی به شکل ذیل دارد:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(c_t, \frac{M_t}{P_t}, L_t) \quad (1)$$

<sup>۱</sup> این فرض به این دلیل در نظر گرفته شده است تا بتوان از تحلیل اثراتی که تصمیمات کارگزاران داخلی اقتصاد می‌تواند بر بازار نفت داشته باشد، اجتناب نموده و از پیچیدگی بیشتر مدل جلوگیری کرد.



که با توجه به شکل تبعی تابع مطلوبیت، ارزش حال مطلوبیت هایی که این خانوار در طول حیات خود به دست می آورد، به شکل ذیل خواهد بود:

$$E_t \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i \left[ \frac{c_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} + \frac{\gamma}{1-b} \left( \frac{M_t}{P_t} \right)^{1-b} - \psi \frac{L_t^{1+\nu}}{1+\nu} \right] \quad (2)$$

که  $E_t$  عملگر (پراتور) انتظارات،  $0 \leq \beta \leq 1$  عامل تنزیل،  $c_t$  مصرف خانوار،  $M_t$  مانده اسمی پول،  $P_t$  سطح عمومی قیمتها و  $L_t$  مجموع نیروی کار عرضه شده از سوی خانوار نماینده برای استفاده در فرایند تولید کالاهای واسطه و  $\sigma(\sigma > 0)$  عکس کشش جانشینی بین زمانی مصرف،  $b$  عکس کشش تقاضای پول  $\nu(\nu > 0)$  عکس کشش عرضه نیروی کار است. خانوار از مصرف کالاهای نهایی و نگهداری مانده های حقیقی پول، مطلوبیت کسب می کند و به خاطر دلیل شدن فراغتش به دلیل کار کردن، از مطلوبیتش کاسته می شود.

خانوار، نماینده دوره  $t$  را با  $M_{t-1}$  ریال (یا هر واحد پولی دیگر) شروع می کند که از فعالیت اقتصادی دوره قبل به جا مانده است و  $k_t$  واحد سرمایه در اختیار دارد. در طی دوره  $t$  خانوارها اقدام به عرضه عوامل تولید، یعنی کار و سرمایه به بنگاه های تولیدکننده کالاهای واسطه می کنند و عرضه نیروی کار و سرمایه به بنگاه های مختلف باید برابری های مقابل را برآورده کند؛ باید در تمام دوره ها  $L_t = \int_0^1 L_{j,t} d_j$  و  $k_t = \int_0^1 k_{j,t} d_j$  باشد. خانوار از محل عرضه نیروی کار و سرمایه خود، عایدی به دست می آورد به دولت مالیات  $(TA_t)$  پرداخت می کند. علاوه بر این، از آنجا که خانوار، مالک سهام بنگاه ها است، در هر دوره، سود سهام نیز دریافت می کند که جمع سود سهام دریافتی از هر یک از بنگاه ها  $(D_{j,t})$  به صورت مقابل است:  $D_t = \int_0^1 D_{j,t} d_j$

خانوار بخشی از منابع خود را صرف خرید محصول تولیدی بنگاه تولیدکننده کالای نهایی و بخشی از آن را سرمایه گذاری کرده و بقیه را مصرف می کند. در هر دوره با توجه به سرمایه گذاری انجام شده توسط خانوار و وجود استهلاک، موجودی سرمایه اقتصاد به شیوه ذیل تغییر می کند:

$$k_{t+1} = (1-\delta)k_t + i_t \quad (3)$$

که در آن،  $\delta$  نرخ استهلاک سرمایه است.

با توجه به نکات فوق الذکر، خانوار با قید بودجه ذیل برای خریدهای خود مواجه است

$$c_t + i_t + \frac{M_t}{P_t} \leq r_t k_t + w_t L_t + \frac{M_{t-1}}{P_t} + \frac{D_t}{P_t} - \frac{TA_t}{P_t} \quad (4)$$

$w_t$  و  $r_t$  به ترتیب، نرخ اجاره حقیقی سرمایه و دستمزد حقیقی هستند.  $TA_t$  مالیات پرداختی یکجای اسمی خانوارها به دولت است. خانوار در تلاش است ارزش حال مطلوبیت‌های خود در طول زمان، را با توجه به محدودیت‌هایی که دارد - روابط ۳ و ۴ - حداکثر کند.

### ج) بنگاه تولیدکننده کالای نهایی

فرض بر این است که بنگاهی وجود دارد که کالاهای متمایز تولیدشده توسط بنگاه‌های تولیدکننده کالاهای واسطه را خریداری می‌کند و از ترکیب آنها کالایی نهایی تولید می‌کند که به خریداران نهایی فروخته می‌شود.<sup>۱</sup> کالاهای واسطه، متمایز و جانشین، ناقص یکدیگر بوده و کشش جانشینی ثابت  $\theta$  بین آنها برقرار است. تولیدکننده کالای نهایی، آنها را بر اساس یک جمعگر دیکسیت - استیگلیتز که به شکل ذیل تعریف می‌شود، ترکیب می‌کند:

$$y_t = \left[ \int_0^1 y_{j,t}^{\theta-1} d_j \right]^{\frac{1}{\theta}}, \quad \theta > 1 \quad (5)$$

بنگاه تولیدکننده کالای نهایی، سعی می‌کند با توجه به قیمت‌های کالاهای متمایز واسطه، مقدار خرید خود از این کالاها را طوری تعیین کند که سودش حداکثر شود. به این ترتیب، تابع تقاضا برای محصول متمایز تولیدی هر یک از بنگاه‌های واسطه، به صورت ذیل خواهد بود:

$$y_{j,t} = \left( \frac{P_{j,t}}{P_t} \right)^{-\theta} y_t \quad (6)$$

به عبارت دیگر، تقاضا برای کالای  $j$ ، تابعی از نسبت قیمت آن به قیمت کالای نهایی است. شاخص قیمت کالای نهایی، به صورت ذیل است:

$$P_t = \left( \int_0^1 P_{j,t}^{1-\theta} d_j \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \quad (7)$$

<sup>۱</sup> دو روش برای معرفی رقابت انحصاری با بهره‌گیری از شاخص دیکسیت - استیگلیتز (Dixit- Stiglitz Index) وجود دارد. اول اینکه فرض کنیم تولیدکنندگان کالاهای متمایز مستقیماً کالاهای تولیدی خود را به مصرف‌کنندگان بفروشند و مصرف‌کنندگان بر اساس شاخص دیکسیت - استیگلیتز، این کالاها را باهم ترکیب کنند. دیگر اینکه فرض می‌کنیم زنجیره‌ای از تولیدکنندگان کالاهای واسطه وجود دارند که کالای متمایز خود را به یک تولیدکننده رقابتی کالای نهایی می‌فروشند که تابع تولیدش یک جمع CES از این کالاهای متمایز است. در این مقاله، ما روش دوم را بر گزیده‌ایم، لیکن انتخاب هر یک از دو روش تحلیل، بر نتیجه تحلیل‌ها اثری ندارد.

## 2. Constant Elasticity of Substitution

#### د) بنگاه های تولیدکننده کالاهای واسطه

اقتصاد از زنجیره‌ای از بنگاه های رقابت انحصاری در بخش تولیدکننده کالاهای واسطه تشکیل شده است که هر کدام از بنگاه ها، کالاهای متمایزی تولید می‌کنند که در نهایت، پس از ترکیب توسط بنگاه تولیدکننده کالای نهایی توسط خانوارها خریداری می‌شود.

در بخش کالاهای واسطه، بنگاه  $j$ ،  $y_{j,t}$  واحد از کالا را به صورت ذیل تولید می‌کند:

$$y_{j,t} \leq A_t k_{j,t}^\alpha (gr^t L_{j,t})^{1-\alpha}, \quad \alpha \in (0,1), \quad gr \geq 1, \quad (8)$$

که  $A_t$  یک شوک بهره‌وری مشترک در میان تمام بنگاه ها است و تابع تولید از نوع کاب-داگلاس با بازده ثابت به مقیاس می‌باشد.  $gr$  نرخ رشد بهره‌وری نیروی کار (که همان نرخ رشد اقتصاد است) می‌باشد. شوک بهره‌وری به صورت ذیل تعریف می‌شود:

$$A_t = \rho_A A_{t-1} + (1 - \rho_A) \bar{A} + \varepsilon_{A,t} \quad (9)$$

که  $\bar{A}$  سطح باثبات<sup>۱</sup> بهره‌وری است. فرض می‌شود قیمت کالاها چسبندگی دارد<sup>۲</sup>، به این ترتیب که فرض می‌شود بنگاه های تولیدکننده کالاهای واسطه به هنگام تعدیل قیمت کالای خود، با یک هزینه کوادراتیک (هزینه منو) مواجه باشند. بنگاه ها این هزینه تعدیل را از طریق خرید یک سبد کلی CES از تمام کالاها در اقتصاد می‌پردازند (این سبد همان کشش جانشینی  $\theta$  را دارد):

$$AC_{j,t} = \frac{\varphi_p}{2} \left( \frac{P_{j,t}}{P_{j,t-1}} - 1 \right)^2 y_t \quad (10)$$

که  $\varphi_p \geq 0$  پارامتر هزینه تعدیل قیمت است. بنگاه ها میزان استخدام نیروی کار و اجاره سرمایه را انتخاب می‌کنند تا ارزش تنزیل شده پرداخت های سود سهام را حداکثر کنند؛ در واقع مساله بهینه‌یابی بنگاه تولیدکننده کالای واسطه به صورت ذیل خواهد بود:

$$Max \quad E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \xi_t \frac{D_{j,t}}{P_t} \quad (11)$$

به طوری که:

$$D_{j,t} \equiv P_{j,t} y_{j,t} - P_t r_t k_{j,t} - P_t w_t L_{j,t} - P_t AC_{j,t} \quad (12)$$

که در آن  $\xi_t = \beta^t \lambda_t$  عامل تنزیل سود سهام است.  $\lambda_t$  مطلوبیت نهایی ثروت حقیقی است. به عبارت دیگر بنگاه سعی می‌کند ارزش تنزیل شده سودی را که به دست می‌آورد، حداکثر کند.

### 1. Steady State

۲. در چارچوب مدل‌های رقابت انحصاری در صورتی که هیچ نوع چسبندگی در مدل وارد نشود، پول خنثی بوده و تنها بر سطح قیمت‌ها اثر خواهد گذاشت.

این سود در قالب سود سهام به خانوارها که مالکان بنگاه ها هستند، پرداخت می شود. سود حاصله چنانچه در رابطه (۱۲) نشان داده شده است، برابر است با عایدی از محل فروش محصول بنگاه منهای هزینه اجاره سرمایه، هزینه استخدام نیروی کار و هزینه ای که بنگاه به دلیل چسبندگی قیمتها در هر دوره متحمل می شود.

بنگاه جریان نقدی تنزیل شده خود را مشروط به محدودیت ذیل حداکثر می کند:

$$y_{j,t}^d \leq y_{j,t} \quad (13)$$

که  $y_{j,t}^d$  تقاضای کل برای محصول بنگاه  $j$  است.

تقاضای جمعگر برای هر کالای  $j$  (یا تقاضای بنگاه تولیدکننده کالای نهایی برای هر کالای  $j$ ) همان طور که گفته شد، عبارت است از:

$$y_{j,t}^d = \left( \frac{P_{j,t}}{P_t} \right)^{-\theta} y_t \quad (14)$$

#### ه) بخش نفت

در این مطالعه، تولید نفت از طریق بنگاه های تولیدی مدل سازی نشده است؛ زیرا درآمدهای نفتی را می توان به عنوان یک فرایند با حافظه کوتاه مدت نیز تفسیر کرد. به بیان دیگر، به زبان اقتصادی، درآمدهای حاصل از صادرات نفت را می توان به شکل یک فرایند برونزای  $AR(1)$  با فرض یک شوک که می تواند ناشی از تغییر در صادرات نفت ( $O_t^E$ ) یا تغییر در قیمت نفت ( $P_t^O$ ) یا تغییر در نرخ ارز ( $e_t$ ) باشد، بیان نمود که در این مقاله تمام، این شوک ها در  $\varepsilon_{or}$  خلاصه شده است. به این ترتیب، جریان درآمدهای نفتی به شکل ذیل وارد مدل می شود:

$$or_t = \rho_{or} or_{t-1} + (1 - \rho_{or}) o\bar{r} + \varepsilon_{or} \quad (15)$$

که  $OR_t$  جریان درآمد حقیقی نفت در دوره  $t$  و  $o\bar{r}$  سطح باثبات (پایای) جریان درآمدهای نفتی است.

$$OR_t = e_t P_t^O O_t^E \quad (16)$$

$$or_t = \frac{OR_t}{P_t} \quad (17)$$

که  $P_t^O$  قیمت نفت است که در بازارهای جهانی تعیین می شود،  $e_t$  نرخ ارز (قیمت هر دلار ایالات متحده به ریال) و  $O_t^E$  صادرات نفت است. در واقع درآمدهای نفتی از محل صادرات نفت -

که در این مقاله فرض می‌شود مقدار ثابتی است و تمام نفت تولیدی صادر می‌شود - به قیمت‌هایی که در بازارهای جهانی نفت تعیین می‌شود به دست می‌آید<sup>۱</sup>. این درآمد که معمولاً به دلار برای کشور حاصل می‌شود، بر اساس نرخ ارزی که معمولاً در کشور ما به صورت برونزا توسط بانک مرکزی تعیین می‌گردد، به ریال تبدیل می‌شود. تمام درآمد حاصل از صادرات نفت در بسیاری از کشورهای تولیدکننده و صادرکننده نفت به دولت اختصاص می‌یابد که ایران نیز از جمله این کشورها است.

### و) دولت - مقام پولی

در این مدل فرض بر این است که دولت - مقام پولی، کارگزاری واحد در اقتصاد است که با توجه به درجه پایین استقلال بانک مرکزی در بسیاری از کشورهای نفت‌خیز، چندان فرض دور از ذهنی نیست. دولت مسئول اعمال سیاست‌های پولی و مالی بوده و مخارج دولت از محل خلق پول، اخذ مالیات (مالیات یکجا) و نیز درآمد حاصل از فروش نفت و صادرات آن به خارج از کشور تامین مالی می‌شود.

$$P_t g_t = P_t ta_t + OR_t + M_t - M_{t-1} \quad (18)$$

که  $P_t g_t$  مخارج اسمی دولت،  $P_t ta_t$  مالیات اسمی است که دولت آن را از کارگزاران اقتصادی دریافت می‌کند،  $OR_t$  درآمدهای اسمی حاصل از صادرات نفت بوده و  $M_t - M_{t-1}$  درآمدی است که دولت از محل خلق پول به دست می‌آورد. به عبارت دیگر، بر اساس قیمت‌های حقیقی خواهیم داشت:

$$g_t = ta_t + or_t + \frac{M_t}{P_t} - \frac{M_{t-1}}{P_t} \quad (19)$$

فرض می‌شود مخارج دولت از یک فرایند  $AR(1)$  تبعیت کند:

$$g_t = \rho_g g_{t-1} + (1 - \rho_g) \bar{g} + \varepsilon_g \quad (20)$$

که  $\bar{g}$  مقدار باثبات مخارج دولت است. از طرف دیگر، بنا به واقعیات آشکار شده کشورهای نفتی، به خوبی می‌دانیم که تبدیل دلارهای حاصل از درآمدهای نفتی به پول داخلی، به ناچار ارتباطی اجتناب‌ناپذیر بین نوسانات حجم پول و نوسانات درآمدهای نفتی ایجاد می‌کند. نرخ رشد ناخالص پول در دوره  $t$  به صورت ذیل تعریف می‌شود:

۱. برای سادگی بحث در اینجا از اثر هر یک از کشورهای نفتی بر قیمت نفت چشم‌پوشی شده و فرض بر برونزایی آن است

$$\eta_t = \frac{M_t}{M_{t-1}} \quad (21)$$

برای نرخ رشد ناخالص پول، قاعده ذیل در نظر گرفته می‌شود و به عبارت دیگر، علاوه بر تغییراتی که در اثر تصمیمات مستقل مقام پولی در نرخ رشد پول ایجاد می‌شود، شوک‌های وارد شده بر درآمدهای نفتی نیز نرخ رشد پول را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

$$\eta_t = \rho_\eta \eta_{t-1} + (1 - \rho_\eta) \bar{\eta} + \omega_{or} \varepsilon_{or} + \varepsilon_\eta \quad (22)$$

که  $\rho_\eta \in (-1, 1)$  و  $\varepsilon_\eta$  شوک عرضه پول می‌باشد که از نظر سریالی مستقل بوده و دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و انحراف معیار  $\sigma_\eta$  است. در صورتی که  $\omega_{or}$  صفر باشد، سیاست پولی کاملاً برونزا و تنها بر اساس تصمیمات بانک مرکزی و مستقل از نوسانات درآمدهای نفتی، اعمال خواهد گردید.

باید متذکر شد با جایگذاری  $\frac{M_t}{P_t} - \frac{M_{t-1}}{P_t}$  از رابطه (۱۹) و میزان سود از رابطه (۱۲) در قید بودجه خانوار، شرایط تسویه بازار کالا (محدودیت منابع کل<sup>۱</sup>) به صورت ذیل حاصل می‌شود:

$$y_t + or_t = c_t + i_t + g_t + AC_t \quad (23)$$

به عبارت دیگر، برای تعادل در بازار کالا، باید کل عرضه (سمت چپ رابطه ۲۳ که جمع تولید غیرنفتی با تولید نفتی است) برابر با کل تقاضا (سمت راست رابطه فوق که جمع مصرف و سرمایه‌گذاری خصوصی و مصرف دولتی و هزینه تعدیل قیمت‌ها است) باشد.

### ارزیابی تجربی مدل

بررسی تجربی مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE)، مستلزم تکمیل و طی دو مرحله است. گام اول آماده ساختن مدل برای تحلیل است و در گام دوم، باید داده‌های لازم برای تطبیق مدل با واقعیت آماده شود.

در مرحله آماده‌سازی مدل، می‌باید محیط زندگی تصمیم‌گیرندگان اقتصادی، مجموعه قواعد تصمیم‌گیری که رفتار آنها را تبیین می‌کند و ناطمینانی‌هایی که این کارگزاران با آن روبرو هستند، مشخص شود. در نهایت، این اجزا منتهی به شکلی از سیستم غیرخطی معادلات دیفرانسیل انتظاری می‌شوند. چنین سیستمی به صورت مستقیم قابلیت تحلیل تجربی را ندارد، لیکن با انجام تبدیلاتی می‌توان آنها را به سیستم‌های قابل کاربرد تجربی تبدیل کرد.

## 1. Aggregate Resource Constraint

برای این تبدیلات، باید سیستم غیر خطی را تقریب خطی زد که معمولاً از تقریب تیلور<sup>۱</sup> استفاده می‌شود. همان طور که مدل‌های DSGE می‌باید برای تحلیل تجربی آماده شوند، در گام بعدی، باید داده‌ها برای کاربرد در این مدل‌ها مهیا شوند. آماده‌سازی داده‌ها شامل دو مرحله است: اولین مرحله، این است که باید بین متغیرهای استفاده شده در مدل و متغیرهایی که در عالم واقع توسط داده‌ها اندازه گرفته شده‌اند، مطابقتی وجود داشته باشد. به عنوان مثال، اگر مدل مورد بررسی، یک مدل ادوار تجاری حقیقی باشد که در آن دولت حضور ندارد، در این صورت، درست نیست برای اطلاعات مربوط به تولید مدل به تولید ناخالص ملی گزارش شده در حسابهای ملی مراجعه نمود، چرا که در این داده‌ها بخش دولتی نیز حضور دارد.<sup>۲</sup>

مرحله دوم آماده‌سازی داده‌ها، روند زدایی از داده‌ها است. در مورد روندزدایی، راه‌حل‌های مدل نوعاً بر حسب نسخه مانای متغیرها به دست می‌آید و رفتار تصادفی متغیرها به صورت فاصله گرفتن موقت آنها از مقادیر باثبات است. به این ترتیب، داده‌ها، نیز باید متناظر با این وضعیت باشند. به عبارت دیگر، اگر یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی برای تبیین رفتار ادواری مجموعه‌ای از داده‌ها طراحی شده و داده‌های دنیای واقعی حاوی اطلاعات روندی و سیکلی باشد، قبل از شروع تحلیل باید جزء روند را از داده‌ها حذف نمود. که در این مقاله، برای این پروسه، از فیلتر هدریک-پرسکات استفاده شده است.

با توجه به این مقدمه، در این مدل، ابتدا شرایط مرتبه اول بهینه‌یابی کارگزاران اقتصادی حاضر در مدل تعادل عمومی پویای تصادفی به دست آمده و سپس مدل بر حسب مقادیر باثبات نوشته شده و لگاریتم-خطی<sup>۳</sup> می‌شود.

مرحله بعد، آماده‌سازی داده‌ها برای به کار بردن در مدل در دو مرحله است. ابتدا اجزایی از داده‌ها که در مدل حضور ندارند تا حد امکان از آنها خارج می‌شود<sup>۴</sup> و سپس با استفاده از فیلتر هدریک-پرسکات<sup>۵</sup> جزء روند از داده‌ها جدا می‌شود و تحلیل‌ها بر روی جزء ادواری صورت می‌گیرد. سپس با استفاده از تکنیک کالیبراسیون، مدل ارائه‌شده مورد بررسی تجربی قرار می‌گیرد.

### 1. Taylor Approximation

۲. برای مطالعه مثال‌های بیشتر در این زمینه، به مجموعه مقالات گردآوری شده توسط کولی (Cooley, 1995) مراجعه نمایید.

### 3. Log-Linear

۴. در مدل مورد بررسی در این مقاله، برای به دست آوردن تولید غیرنفتی، بخش نفت از تولید ناخالص داخلی کنار گذاشته شده است و جمع تولید غیرنفتی و درآمدهای نفتی برابر با تولید کل اقتصاد منظور شده و علاوه بر این، سرمایه‌گذاری دولت در ساختمان و ماشین‌آلات از کل سرمایه‌گذاری کنار گذاشته شده و سرمایه‌گذاری خصوصی به دست آمده است.

### 5. Hodrick- Prescott Filter

باید متذکر شد که در این مطالعه، از داده‌های دنیای واقعی برای تخمین مدل استفاده نشده است بلکه مدل کالیبره شده و داده‌های حاصل از کالیبراسیون مدل با داده‌های دنیای واقعی مقایسه می‌شوند تا میزان موفقیت مدل در شبیه‌سازی دنیای واقعی مشخص ارزیابی شود. البته در فرایند کالیبراسیون مدل، برخی از ضرایب همچون برخی از نسبتها که در جدول (۱) ارائه شده با استفاده از داده‌های دنیای واقعی به دست آمده است.

در مرحله آماده‌سازی مدل، پس از به دست آوردن شرایط مرتبه اول بهینه‌یابی خانوار نماینده، بنگاه تولیدکننده کالای نهایی، بنگاه‌های تولیدکننده کالاهای واسطه و با در نظر گرفتن رفتار دولت-مقام پولی و شرایط تسویه بازارها، فرض تقارن را اعمال می‌کنیم. به عبارت دیگر، فرض می‌کنیم تمام بنگاه‌های تولیدکننده کالاهای واسطه مشابه و همسان هستند و لذا تصمیمات یکسانی اتخاذ می‌کنند و لذا؛  $k_{j,t} = k_t$ ،  $L_{j,t} = L_t$ ،  $y_{j,t} = y_t$ ،  $D_{j,t} = D_t$  و  $P_{j,t} = P_t$  است. همچنین بنا به آنچه که در ادبیات تعادل عمومی پویای تصادفی مرسوم است و به پیروی از آیرلند (Ireland, 2002)، نرخ تورم را به صورت  $\pi_t = \frac{P_t}{P_{t-1}}$  تعریف می‌کنیم.

همچنین، برای تحلیل‌های صحیح اقتصادی، متغیرهای مدل باید مانا شوند. در این مدل متغیرهای  $L_t, r_t, A_t, \pi_t, \eta_t$  مانا هستند و بقیه باید به صورت ذیل مانا شوند:

$$\tilde{c}_t = \frac{c_t}{gr^t}, \tilde{m}_t = \frac{M_t}{gr^t}, \tilde{k}_t = \frac{k_t}{gr^t}, \tilde{w}_t = \frac{w_t}{gr^t}, \tilde{g}_t = \frac{g_t}{gr^t}, \tilde{y}_t = \frac{y_t}{gr^t}, \tilde{i}_t = \frac{i_t}{gr^t},$$

$$o\tilde{r}_t = \frac{or_t}{gr^t}, t\tilde{a}_t = \frac{ta_t}{gr^t}, \tilde{\lambda}_t = \frac{\lambda_t}{gr^{-t}}, \tilde{\mu}_t = \frac{\mu_t}{gr^{-t}}$$

پس از لحاظ فرض تقارن و مانا کردن متغیرهای مدل، گام بعدی به دست آوردن وضعیت باثبات متغیرها و بازنویسی معادلات در این حالت و پس از آن لگاریتم خطی کردن معادلات تعادلی است<sup>۱</sup>. شکل لگاریتم خطی معادلات تعادلی به صورت ذیل خواهد بود<sup>۱</sup> که در واقع همان معادلات

۱. اوهلینگ (۱۹۹۹) بلوک سازنده ذیل را برای لگاریتم-خطی‌سازی پیشنهاد می‌کند:

$$X_t \approx \bar{X}e^{\hat{x}_t} \approx \bar{X}(1 + \hat{x}_t)$$

$$e^{\hat{x}_t + a\hat{y}_t} \approx 1 + \hat{x}_t + a\hat{y}_t$$

$$\hat{x}_t \hat{y}_t \approx 0$$

که  $\bar{X}$  بردار متغیرها و  $\bar{X}$  مقادیر متناظر باثبات (پایای) آنها است و  $\hat{x}_t \equiv \ln X_t - \ln \bar{X}$  به عنوان انحراف لگاریتمی هر متغیر از مقدار باثباتش تلقی می‌شود. برای لگاریتم-خطی‌سازی معادلات غیرخطی مدل این مقاله از روابط پیشنهادی اوهلینگ استفاده شده است.



حاصل از بهینه‌یابی خانوار نماینده، بهینه‌یابی بنگاه نماینده تولیدکننده کالاهای واسطه، شوک‌ها، دولت-مقام پولی و شرط تسویه بازار کالا هستند.

### تبادل رقابت انحصاری به شکل لگاریتم - خطی

#### الف - بهینه‌یابی خانوار نماینده

$$\sigma \hat{c}_t + \hat{\lambda}_t = 0 \quad (24) \text{ بهینه‌یابی خانوار نسبت به مصرف}$$

$$\hat{\lambda}_t + \hat{w}_t - v \hat{L}_t = 0 \quad (25) \text{ بهینه‌یابی خانوار نسبت به عرضه کار}$$

$$(26) \text{ بهینه‌یابی خانوار نسبت به نگهداری مانده‌های حقیقی پول}$$

$$-(1 - \beta/gr) b \hat{m}_t - \hat{\lambda}_t + \beta/gr E_t (\hat{\lambda}_{t+1} - \hat{\pi}_{t+1}) = 0$$

$$- \hat{\lambda}_t + E_t \hat{\lambda}_{t+1} + \frac{gr - (1 - \delta)\beta}{gr} E_t \hat{r}_{t+1} = 0 \quad (27) \text{ بهینه‌یابی خانوار نسبت به سرمایه}$$

$$\hat{i}_t = \left[ \frac{gr}{gr - (1 - \delta)} \right] \hat{k}_{t+1} - \left[ \frac{(1 - \delta)}{gr - (1 - \delta)} \right] \hat{k}_t \quad (28) \text{ تابع انباشت سرمایه}$$

#### ب) بهینه‌یابی بنگاه نماینده تولیدکننده کالاهای واسطه

$$- \hat{\lambda}_t - \hat{w}_t + \hat{\mu}_t + \hat{y}_t - \hat{L}_t = 0 \quad (29) \text{ بهینه‌یابی بنگاه نسبت به نیروی کار}$$

$$- \hat{\lambda}_t - \hat{r}_t + \hat{\mu}_t + \hat{y}_t - \hat{k}_t = 0 \quad (30) \text{ بهینه‌یابی بنگاه نسبت به سرمایه}$$

$$- \varphi_P \hat{\pi}_t + \beta \varphi_P E_t (\hat{\pi}_{t+1}) + (\theta - 1)(\hat{\mu}_t - \hat{\lambda}_t) = 0 \quad (31) \text{ بهینه‌یابی بنگاه نسبت به قیمت}$$

$$\hat{y}_t = \hat{A}_t + \alpha \hat{k}_t + (1 - \alpha) \hat{L}_t \quad (32) \text{ تابع تولید بنگاه واسطه}$$

#### ج) شوک‌های برونزا

$$\hat{A}_t = \rho_A \hat{A}_{t-1} + \varepsilon_{A,t} \quad (33) \text{ بهره‌وری}$$

$$o\hat{r}_t = \rho_{or} o\hat{r}_{t-1} + \varepsilon_{or} \quad (34) \text{ درآمدهای نفتی}$$

$$\hat{\eta}_t = \rho_\eta \hat{\eta}_{t-1} + \omega_{or} \varepsilon_{or} + \varepsilon_\eta \quad (35) \text{ نرخ رشد پول}$$

$$\hat{g}_t = \rho_g \hat{g}_{t-1} + \varepsilon_g \quad (36) \text{ مخارج دولت}$$

۱. علامت بار بر روی یک متغیر ( $\bar{X}$ ) نشان دهنده مقدار باثبات آن متغیر، علامت تیلد ( $\tilde{X}$ ) نشانگر مقدار مانا و علامت هت ( $\hat{X}$ ) نشانگر انحراف لگاریتمی آن متغیر از مقدار باثباتش می باشد.

د) دولت - مقام پولی

$$\hat{g}_t = \frac{t\bar{a}}{\bar{g}} t\hat{a}_t + \frac{o\bar{r}}{\bar{g}} o\hat{r}_t + \frac{\bar{m}}{\bar{g}} (\hat{m}_t - \frac{1}{gr} \hat{m}_{t-1} + \frac{1}{gr} \hat{\pi}_t) \quad (37) \text{ بودجه دولت}$$

$$\hat{\eta}_t = \hat{m}_t - \hat{m}_{t-1} + \hat{\pi}_t \quad (38) \text{ نرخ رشد پول}$$

ه) شرط تسویه بازار کالا

$$\hat{y}_t + \frac{o\bar{r}}{\bar{y}} o\hat{r}_t = \frac{\bar{c}}{\bar{y}} \hat{c}_t + \frac{\bar{i}}{\bar{y}} \hat{i}_t + \frac{\bar{g}}{\bar{y}} \hat{g}_t \quad (39)$$

پس از لگاریتم - خطی سازی مدل، گام بعدی، برآورد مدل یا به شیوه جایگزین، کالیبره کردن آن است که در این مقاله از تکنیک کالیبراسیون استفاده می شود.

کالیبراسیون (مقداردهی) الگو

کالیبراسیون، یکی از مهمترین مراحل ارزیابی تجربی مدلهای تعادل عمومی پویای تصادفی است. در اقتصادهای توسعه یافته نظیر اقتصادهای آمریکای شمالی و اروپای غربی، به دلیل کثرت مطالعات صورت گرفته در زمینه کاربرد مدلهای تعادل عمومی پویای تصادفی، محققان، اغلب بدون هیچگونه دغدغهای از صحت داده ها و اطلاعات، مقادیر پارامترهای حاضر در مدل خود را از یافته های معتبر و متعدد دانشمندان دیگر جایگذاری می کنند، لیکن برای کشورهای در حال توسعه به صورت عام و برای کشورهای در حال توسعه صادرکننده نفت به صورت خاص (که ایران نیز در این دسته قرار می گیرد)، به دلیل نبود پیشینه قابل توجه تحقیق، کالیبراسیون الگو دشواریهای خاص خود را دارد. لیکن در این مقاله سعی شده با استفاده از داده های موجود، چه به صورت فصلی و چه، به صورت سالانه و نیز مطالعاتی که در زمینه برخی از پارامترهای حاضر در مدل همچون کشش تقاضای پول، در کشور انجام شده است، اقدام به مقداردهی پارامترهای مدل شود. در مورد برخی از پارامترها همچون ضریب هزینه تعدیل قیمت - که مطالعه ای مرتبط در داخل کشور یافت نشد - از مقادیر استاندارد مورد استفاده در ادبیات جهانی استفاده شده است. برخی دیگر از پارامترها همچون پارامتر ضریب تأثیر شوک نفتی در شوک رشد حجم پول نیز با توسل به توصیه پلاسرا (۱۹۸۹) چنان انتخاب شده است که حداکثر انطباق بین گشتاورهای پیش بینی شده مدل و گشتاورهای نمونه واقعی که شامل داده های سالانه ۸۶-۱۳۴۵ است، حاصل شود.

## نسبتهای کالیبره شده

با توجه به شکل لگاریتم - خطی شده تعادل رقابت انحصاری که به صورت فوق به دست آمده است، ضرایب متغیرهایی که به شکل انحراف لگاریتم متغیرها از مقدار باثباتشان نوشته شده‌اند، به دو دسته تقسیم می‌شوند: اول، یک سری نسبتها هستند همچون نسبت درآمدهای مالیاتی به مخارج دولت یا نسبت مصرف خصوصی به تولید غیر نفتی و دسته دوم، پارامترهای مربوط به ترجیحات یا تکنولوژی و غیره هستند که برخی مواقع در ادبیات اقتصادی به نام پارامترهای عمیق<sup>۱</sup> خوانده می‌شوند.

نسبت‌های موردنیاز برای کالیبراسیون الگو با استفاده از داده‌های سالانه مربوط به سالهای ۸۶-۱۳۴۵ که از سری‌های زمانی منتشر شده از سوی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران گرفته شده است؛ محاسبه شده‌اند. لازم به ذکر است که در داده‌های مربوط به تولید غیرنفتی، بخش نفت و نیز سرمایه‌گذاری دولت در مسکن، ماشین‌آلات و تجارت خارجی، از داده‌های ارائه شده تحت عنوان تولید ناخالص داخلی حذف گردید تا همان گونه که ذکر شد تا حد امکان بین سری‌های زمانی تبیین شده در مدل و سری‌های زمانی مورد استفاده برای دنیای واقعی، هماهنگی برقرار باشد. نسبت‌های کالیبره شده در جدول ذیل ارائه شده است:

جدول ۱. نسبت‌های مقداردهی شده

نسبت	توضیحات	مقدار
$\frac{t\bar{a}}{\bar{g}}$	نسبت باثبات درآمدهای مالیاتی دولت به مخارج دولت	۰/۲۵
$\frac{o\bar{F}}{\bar{g}}$	نسبت باثبات درآمدهای نفتی به مخارج دولت	۰/۴۷
$\frac{\bar{m}}{\bar{g}}$	نسبت باثبات منابع حاصل از خلق پول به مخارج دولت	۰/۹۷
$\frac{o\bar{F}}{\bar{y}}$	نسبت باثبات درآمدهای نفتی به تولید غیرنفتی	۰/۲
$\frac{\bar{c}}{\bar{y}}$	نسبت باثبات مصرف خصوصی به تولید غیرنفتی	۰/۶۴
$\frac{\bar{i}}{\bar{y}}$	نسبت باثبات سرمایه‌گذاری خصوصی به تولید غیرنفتی	۰/۳۴
$\frac{\bar{g}}{\bar{y}}$	نسبت باثبات مخارج مصرفی دولت به تولید غیرنفتی	۰/۲۲

مأخذ: محاسبات محققین

همچنین جدول ذیل، خلاصه پارامترهای کالیبره شده و منابع آنها را نشان می‌دهد:

جدول ۲. پارامترهای مقداردهی شده<sup>۱</sup>

پارامتر	توضیحات	مقدار	منبع
$\sigma$	عکس کشش جانشینی بین زمانی مصرف	۱/۵	باتاچارجی و توئنیسن (Bhattacharjee and Thoenissen, 2005)
$\nu$	عکس کشش عرضه نیروی کار نسبت به دستمزد	۲/۱۷	طائی (۱۳۸۵)
$\beta$	نرخ تنزیل	۰/۹۸	رومرو ویلارریل (Romero Villarreal, 2007)
$gr$	نرخ رشد بهره وری نیروی کار	۱/۰۴۲۶	رشد تولید حقیقی اقتصاد ایران
$b$	عکس کشش تقاضای پول	۱/۳۲	داوودی و زارع‌پور (۱۳۸۵)
$\delta$	نرخ استهلاک	۰/۰۴۲	امینی (۱۳۸۴)
$\varphi_p$	پارامتر هزینه تعدیل قیمت	۴/۲۶	دیب و فانیف (Dib and Phaneuf, 2001)
$\theta$	کشش جانشینی بین کالاهای واسطه	۴/۳۳	متناظر با مارک آپ ۳۰ درصدی بنگاه‌ها
$\alpha$	سهم سرمایه از تولید	۰/۴۱۲	شاهمرادی (۱۳۸۷)

مأخذ: منابع مختلف ذکر شده

۱. با تحلیل حساسیت مدل نسبت به پارامترها، پارامترهای مقداردهی شده در مدل در انطباق و سازگاری با واقعیات اقتصاد ایران، طوری انتخاب شده‌اند که در نهایت نزدیکترین گشتاورهای حاصل از مدل را نسبت به گشتاورهای داده‌های دنیای واقعی ایجاد کرده‌اند؛ به طوری که مثلاً اگر کشش جانشینی بین کالاهای واسطه را ۳ یا ۵ انتخاب کنیم، گشتاورهای مدل از گشتاورهای دنیای واقع دور می‌شوند یا اگر پارامتر هزینه تعدیل قیمت را صفر در نظر بگیریم، به این معنی که هیچ چسبندگی در مدل حضور نداشته باشد، اثر شوک‌های پولی بر نوسانات متغیرهای واقعی مصرف و سرمایه‌گذاری خصوصی صفر خواهد بود.

### نتایج حاصل از مدل

برای ارزیابی مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی نیوکینزی، در ادبیات موضوع، دو دسته اطلاعات و یافته‌های حاصل از مدل مورد توجه قرار می‌گیرد:

۱- گشتاورهای متغیرهای تئوریک حاضر در مدل که از کالیبراسیون مدل به دست آمده است (این متغیرها به شکل انحراف لگاریتمی از مقدار باثبات یا مسیر رشد متوازن هستند) با گشتاورهای متغیرهای متناظر در دنیای واقعی (که آنها هم به صورت انحراف لگاریتمی از روند هستند)، مقایسه شده و میزان نزدیکی آنها به هم معیار خوبی و مناسب بودن مدل طراحی شده قرار می‌گیرد.

۲- توابع عکس‌العمل آنی متغیرهای حاضر در مدل در برابر شوک‌های مختلف تعریف شده در مدل، مورد بررسی قرار گرفته و اغلب بر اساس شواهد و قراین حاصل از دنیای واقعی و مباحث تئوریک و انتظارات علمی که محقق در خصوص چگونگی عکس‌العمل متغیرهای مختلف در برابر یک شوک فرضی بر یک متغیر خاص دارد، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. به عنوان مثال، بنا به تئوری، انتظار بر این است که بر اثر شوک افزایش حجم پول، تورم در اقتصاد افزایش یابد. حال اگر بنا به یافته‌های مدل، تابع عکس‌العمل آنی در چنین شرایطی حکایت از کاهش نرخ تورم داشته باشد، طبیعی است که باید در صحت مدل و کالیبراسیون انجام شده به دیده تردید نگاه کرد.

نتایج حاصل از مقایسه گشتاورهای حاصل از مدل و گشتاورهای داده‌های دنیای واقعی در جدول (۳) نشان می‌دهد که:

۱- با توجه به داده‌های نمونه، مشاهده می‌شود که در دنیای واقعی، مصرف خصوصی نسبت به تولید غیرنفتی کمتر نوسان دارد. چنانچه نسبت انحراف معیار جزء سیکلی مصرف خصوصی به انحراف معیار جزء سیکلی تولید غیرنفتی در دنیای واقعی  $۰/۶۳$  است. مدل ارائه شده در این مقاله نیز به خوبی این واقعیت مشاهده شده را شبیه‌سازی کرده و مقدار متناظر در مدل برابر  $۰/۷۹$  است که تفاوت اندکی با واقعیت دارد. به عبارت دیگر، میزان نوسانات مصرف خصوصی در مدل نیز از میزان نوسانات تولید غیرنفتی کمتر است. از آنجا که مدل نهایی به صورت لگاریتم انحراف مقدار متغیرها از مقدار باثباتشان تصریح شده است، گشتاورهای حاصل از مدل نیز مربوط به جزء سیکلی داده‌ها هستند.

۲- همچنین داده‌های نمونه نشان می‌دهد که در دنیای واقعی، سرمایه‌گذاری خصوصی نسبت به تولید غیرنفتی پرنوسان‌تر است. چنانچه نسبت انحراف معیار جزء سیکلی سرمایه‌گذاری به انحراف معیار جزء سیکلی تولید غیرنفتی در دنیای واقعی  $۲/۳۶$  است. مدل ارائه شده در این مقاله نیز به خوبی این واقعیت مشاهده شده را شبیه‌سازی کرده و مقدار متناظر در مدل برابر  $۳/۰۲$  است.

که تفاوت چندانی با واقعیت ندارد. به عبارت دیگر، میزان نوسانات سرمایه‌گذاری خصوصی در مدل نیز از میزان نوسانات تولید غیرنفتی بیشتر است.

۳- نوسانات سیکلی تولید غیرنفتی که می‌تواند به نوعی نمایانگر ادوار تجاری اقتصاد ایران باشد، با انحراف معیار تولید غیرنفتی سنجیده می‌شود. مقدار انحراف معیار تولید غیرنفتی در داده‌های دنیای واقعی ۰/۱۰۳ است که مقایسه آن با مقدار متناظر حاصل از مدل که ۰/۰۹۷۱ است، نشان‌دهنده موفقیت مدل در پیش‌بینی نوسانات تولید غیرنفتی است.

۴- انحراف معیار مقدار مشاهده‌شده برای مصرف خصوصی در دنیای واقعی ۰/۰۶۵ است و متناظر آن در مدل ۰/۰۷۶۸ به دست آمده است که کاملاً به هم نزدیک هستند.

۵- به همین ترتیب، انحراف معیار سرمایه‌گذاری خصوصی در داده‌های نمونه ۰/۲۴۴ است که مدل، نوسان مشابهی در حد ۰/۲۹۴ را پیش‌بینی کرده است.

۶- هم‌حرکتی متغیرهای مصرف خصوصی و سرمایه‌گذاری خصوصی با تولید غیرنفتی نیز که توسط همبستگی سری‌های زمانی فیلترشده مصرف و سرمایه‌گذاری با سری زمانی فیلترشده تولید غیرنفتی به دست آمده است، نتایج مطلوبی در خصوص عملکرد مناسب مدل نشان می‌دهد. به طوری که ضریب همبستگی جزء سیکلی مصرف خصوصی با جزء سیکلی تولید غیرنفتی در داده‌های دنیای واقعی ۰/۵۳۸ و مقدار متناظر آن در مدل ۰/۶۸۵ است. همچنین ضریب همبستگی جزء سیکلی سرمایه‌گذاری خصوصی با جزء سیکلی تولید غیرنفتی در داده‌های دنیای واقعی، برابر ۰/۷۶۳ و مقدار متناظر آن در مدل ۰/۷۶۲ است.

جدول ۳. مقایسه گشتاورهای مدل با گشتاورهای نمونه مورد بررسی

هم‌حرکتی با تولید غیرنفتی		نوسانات نسبی (نسبت انحراف معیار متغیر به انحراف معیار تولید غیر نفتی)		نوسانات (انحراف معیار)		متغیرها
مقدار مشاهده شده در مدل	مقدار مشاهده شده در داده‌های واقعی	مقدار مشاهده شده در مدل	مقدار مشاهده شده در داده‌های واقعی	مقدار مشاهده شده در مدل	مقدار مشاهده شده در داده‌های واقعی	
۱	۱	۱	۱	۰/۰۹۷۱	۰/۱۰۳	تولید غیرنفتی
۰/۶۸۵	۰/۵۳۸	۰/۷۹	۰/۶۳	۰/۰۷۶۸	۰/۰۶۵	مصرف خصوصی
۰/۷۶۲	۰/۷۶۳	۳/۰۲	۲/۳۶	۰/۲۹۴	۰/۲۴۴	سرمایه-گذاری خصوصی

مأخذ: تذکر: ۱- نمونه مورد بررسی حاوی داده‌های سالانه از سال ۱۳۴۵ تا ۱۳۸۶ است.

۲- تمام داده‌های مربوط به دنیای واقعی ارائه شده در این جدول به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶ بوده و پس از لگاریتم‌گیری، با به کار گرفتن فیلتر هدریک- پرسکات (با احتساب  $\lambda = 100$ ) روند-زدایی شده‌اند.

۳- نوسان توسط انحراف معیار و نوسان نسبی توسط نسبت انحراف معیار متغیر مورد نظر به انحراف معیار تولید غیرنفتی سنجیده شده است.

۴- هم‌حرکتی هم‌زمان متغیرها با تولید نیز توسط همبستگی بین سری‌های زمانی فیلتر شده متغیرها با تولید فیلتر شده به دست آمده است.

### بررسی توابع عکس‌العمل آنی (IRF)

توابع عکس‌العمل آنی، رفتار پویای متغیرهای مدل را در طول زمان به هنگام وارد شدن تکانه‌ای به اندازه یک انحراف معیار به متغیری نشان می‌دهد که به آن شوک وارد می‌شود. از آنجا که

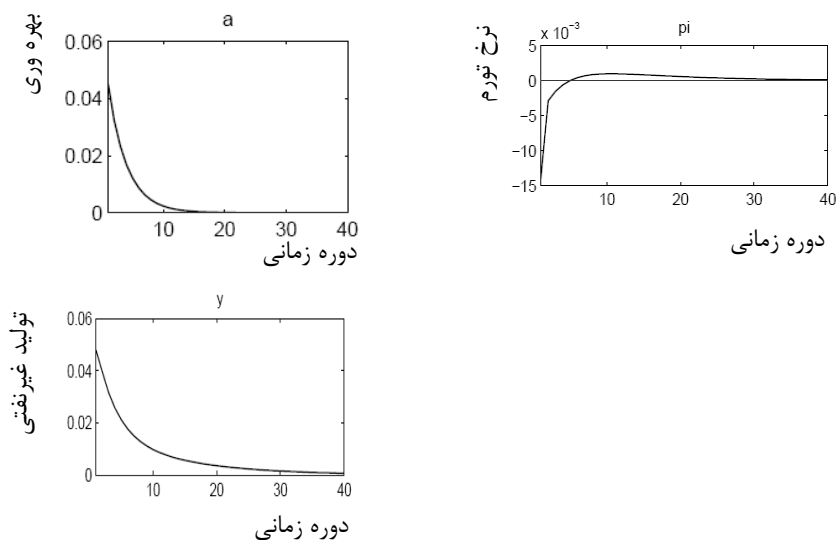
#### 1. Impulse Response Function

متغیرهای مدل به شکل انحراف لگاریتمی از مقادیر باثباتشان هستند، ارقام ارائه شده در محور عمودی نمودارهای عکس‌العمل آبی ضربدر ۱۰۰، درصد تغییرات متغیرهای درون‌زای مدل را در برابر شوک به متغیر مورد نظر نشان می‌دهد.

### توابع عکس‌العمل آبی در برابر شوک بهره‌وری

شکل (۱) اثر شوک بهره‌وری را بر تورم و تولید غیرنفتی نشان می‌دهد. مطابق مباحث تئوریک، شوک بهره‌وری باعث انتقال تابع عرضه در جهت افزایش عرضه و در نتیجه کاهش تورم و افزایش تولید غیرنفتی می‌شود. بنا به نتایج مدل نیز، شوک بهره‌وری به اندازه یک انحراف معیار، سبب افزایش و فاصله گرفتن تولید غیرنفتی از مقدار باثباتش به اندازه حدود ۵ درصد شده و سپس اثر شوک به آرامی در طی زمان کاهش پیدا کرده و تولید غیرنفتی به آرامی به سمت مقدار باثباتش میل می‌کند. به همین ترتیب، نرخ تورم نیز بر اثر شوک مثبت بهره‌وری به پایین‌تر از سطح باثباتش کاهش می‌یابد.

شکل ۱. توابع عکس‌العمل آبی در برابر شوک بهره‌وری



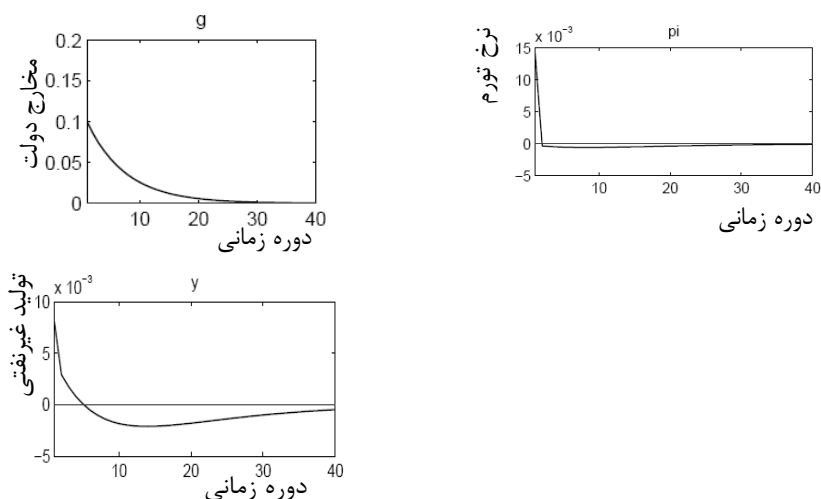


## توابع عکس‌العمل آنی در برابر شوک مخارج دولت

شکل (۲) اثر شوک مخارج دولت را بر تورم و تولید غیرنفتی نشان می‌دهد. نتایج به خوبی اثر برون‌رانی<sup>۱</sup> شوک مخارج دولت را نشان می‌دهد؛ به طوری که با وارد شدن شوکی به اندازه یک انحراف معیار به مخارج دولتی تولید غیرنفتی اگرچه ابتدا به علت افزایش مخارج دولت افزایش می‌یابد ولی با گذشت زمان، اثر برون‌رانی این مخارج بر مصرف و سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و کاهش آنها باعث می‌شود تولید غیرنفتی دوباره به مقدار باثبات خود برگشته و حتی از آن کمتر شود. نهایتاً با از بین رفتن شوک مخارج دولت در طی زمان، تولید غیرنفتی نیز به سمت مقدار باثباتش همگرا خواهد شد.

همچنین، مطابق تئوری، شوک مخارج دولت باعث افزایش تورم می‌شود که مدل ارائه‌شده در هماهنگی با تئوری و مشاهدات دنیای واقعی آن را شبیه‌سازی می‌کند.

## شکل ۲. توابع عکس‌العمل آنی در برابر شوک مخارج دولت

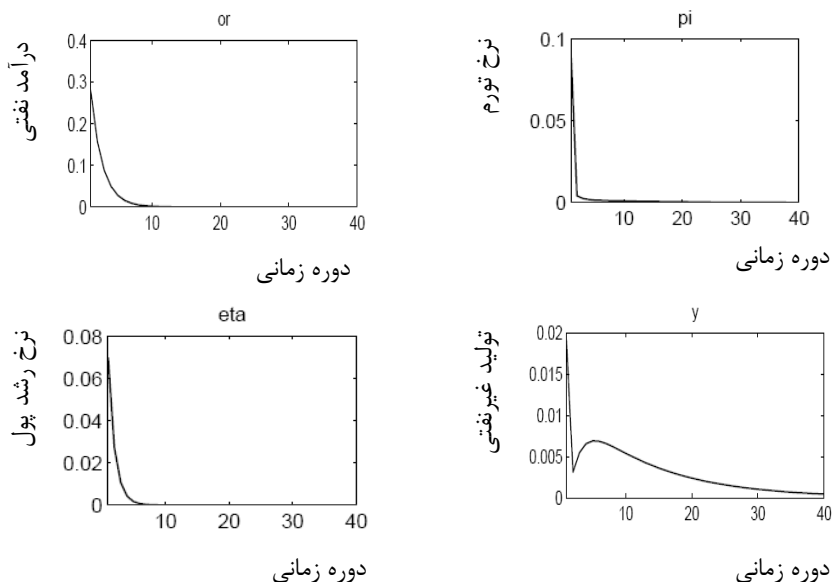


### توابع عکس‌العمل آنی در برابر شوک درآمدهای نفتی

شکل (۳) اثر شوک درآمدهای نفتی را بر تورم و تولید غیرنفتی و رشد حجم پول نشان می‌دهد. همان‌طور که انتظار می‌رود، با وارد شدن شوکی به اندازه یک انحراف معیار بر درآمدهای نفتی، نرخ تورم و نرخ رشد حجم پول افزایش می‌یابد. یک انحراف معیار افزایش درآمدهای نفتی باعث می‌شود نرخ رشد حجم پول حدود ۸ درصد و نرخ تورم نیز حدود ۱۰ درصد افزایش پیدا خواهد کند.

همچنین، با توجه به نمودار (۳) مشاهده می‌شود، تولید غیرنفتی در مقابل شوک درآمدهای نفتی حدود ۲ درصد افزایش می‌یابد و سپس با گذشت زمان کاهش پیدا کرده و به مقدار باثباتش بازمی‌گردد.

شکل ۳. توابع عکس‌العمل آنی در برابر شوک درآمدهای نفتی

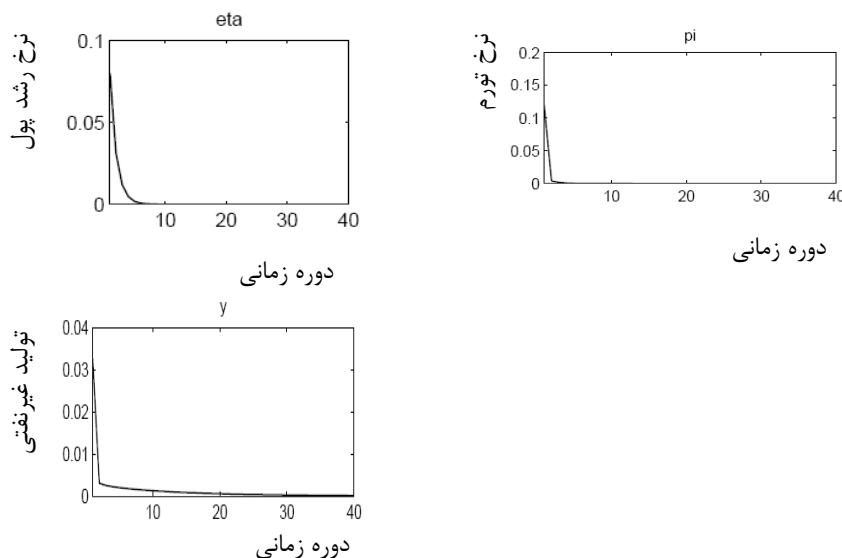


### توابع عکس‌العمل آنی در برابر شوک نرخ رشد پول

شکل (۴) اثر شوک نرخ رشد پول را بر تورم و تولید غیرنفتی نشان می‌دهد. شوک نرخ رشد پول باعث می‌شود، تولید غیرنفتی افزایش پیدا کند. همچنین بنا بر تئوری، شوک نرخ رشد پول باعث افزایش نرخ تورم و فاصله گرفتن آن از مقدار باثباتش می‌شود. دقت در نمودارهای ذیل به خوبی

نشان می‌دهد که اثر شوک نرخ رشد پول بر تولید غیرنفتی، به عنوان یکی از متغیرهای حقیقی اقتصاد، با وجود آنکه به محض وارد شدن شوک، قابل توجه است ولی در مقایسه با مثلاً شوک بهره‌وری، مدت زمان اثر داشتن آن بسیار کوتاه بوده و تقریباً به سرعت به مقدار باثباتش برمی‌گردد.

شکل ۴. توابع عکس‌العمل آنی در برابر شوک نرخ رشد پول



به این ترتیب، چنانچه از خروجی های مدل و مقایسه آن با داده‌های دنیای واقعی و مباحث تئوریک بر می‌آید، مدل ارائه شده در این مقاله، تا حد زیادی می‌تواند نوسانات سیکلی متغیرهای کلان اقتصاد ایران را تبیین نماید و با واقعیات آشکار شده اقتصاد نفتی کشورمان و انتظارات تئوریک سازگار است.

#### خلاصه و نتیجه‌گیری

در این مطالعه، با توجه به آموزه‌های مکتب نیوکینزی، اقدام به ساخت یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی برای اقتصاد ایران با توجه به ویژگی وابستگی اقتصاد کشور به صادرات نفت شده است. چهار شوک: بهره‌وری، مخارج دولت، درآمدهای نفتی و نرخ رشد پول به عنوان عامل نوسانات ادوار تجاری ایران در مدل تعریف شده‌اند. وجود رقابت انحصاری و انعطاف‌ناپذیری های اسمی در

مدلهای نیوکینزی باعث می‌شود، پول در این مدلها در کوتاهمدت خنثی نبوده و بتوان اثر آن را بر متغیرهای حقیقی اقتصاد در کوتاهمدت تبیین کرد.

پس از تصریح مدل مناسب، مرحله بعدی یافتن شرایط مرتبه اول بهینه‌یابی کارگزاران فعال در اقتصاد است. سپس، متغیرهای نامانای مدل، روندزدایی شده و مدل غیرخطی حاصل، با استفاده از روش مورد استفاده اوهلیگ به صورت لگاریتم-خطی درآمدی است. در نهایت، کالیبراسیون مدل خطی به دست آمده نشان می‌دهد که:

۱- مقایسه گشتاورهای متغیرهای حاضر در مدل و گشتاورهای داده‌های واقعی اقتصاد ایران حکایت از موفقیت نسبی مدل در شبیه‌سازی واقعیات اقتصاد ایران دارد.

۲- همانند دنیای واقعی، در مدل کالیبره‌شده نیز سرمایه‌گذاری خصوصی پرنوسان‌تر از تولید غیرنفتی و مصرف خصوصی کم‌نوسان‌تر از آن است.

۳- بررسی توابع عکس‌العمل آنی در برابر شوک بهره‌وری، نشان می‌دهد که تولید غیرنفتی بر اثر شوک مثبت تکنولوژی، افزایش یافته و تورم کاهش می‌یابد.

۴- شوک مثبت درآمدهای نفتی نیز همچون واقعیات آشکار شده اقتصاد ایران موجب افزایش تورم و تولید غیرنفتی می‌شود.

۵- بر اثر شوک مثبت نرخ رشد پول، تولید و تورم هر دو افزایش می‌یابند ولی با توجه به این که تولید غیرنفتی تقریباً به سرعت به سمت مقدار پایدار خود بازمی‌گردد، تنها اثر سیاست انبساطی پولی در بلندمدت، بالا رفتن سطح عمومی قیمت‌ها خواهد بود.

۶- شوک مثبت مخارج دولت موجب افزایش تولید غیرنفتی و تورم خواهد شد؛ هر چند پس از گذشت چند دوره، اثر برون‌رانی مخارج دولتی سبب کاهش تولید غیرنفتی و کاهش آن به کمتر از مقدار باثباتش خواهد شد.

با توجه به نکات فوق‌الذکر و با در نظر گرفتن سازگاری تئوریک زیادی که مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی نیوکینزی از خود نشان می‌دهند، این مدلها را می‌توان به عنوان ابزار مناسبی برای تبیین نوسانات ادوار تجاری اقتصادی ایران به کار گرفت.

همچنین، با توجه به اینکه شوک‌های پولی با گذشت زمان تنها منجر به افزایش سطح عمومی قیمت‌ها شده و اثر آن بر تولید غیرنفتی به سرعت از بین می‌رود و شوک‌های مالی (شوک مخارج مصرفی دولت) نیز بر اثر ایجاد اثر برون‌رانی، در نهایت موجب کاهش تولید غیرنفتی می‌شوند، توصیه می‌شود سیاستگذاران اقتصادی بجز موارد خاص که نیاز به تحریک تولید در کوتاهمدت است، از اعمال شوک‌های پولی و مالی خودداری نمایند.

## منابع و مأخذ :

- امینی، علیرضا و نشاط حاجی محمد (۱۳۸۴) برآورد سری زمانی موجودی سرمایه در اقتصاد ایران طی دوره ۸۱-۱۳۳۸، مجله برنامه و بودجه، شماره ۹۰، صص ۵۳-۸۶.
- داوودی، پرویز و زهرا زارع پور (۱۳۸۵) نقش تعریف پول در ثبات تقاضای پول با تاکید بر شاخص دیویژیا، فصلنامه پژوهشهای اقتصادی ایران، شماره ۲۹، صص ۴۷-۷۴.
- شاهمرادی، اصغر (۱۳۸۷) بررسی اثرات تغییر قیمت‌های انرژی بر روی سطح قیمت، تولید و رفاه در اقتصاد ایران، وزارت اقتصاد و دارایی.
- شهرستانی، حمید و فرزین اربابی (۱۳۸۸) الگوی تعادل عمومی پویا برای ادوار تجاری اقتصاد ایران، فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی، پژوهشکده امور اقتصادی، سال نهم، شماره اول، صص ۴۳-۶۶.
- طائی، حسن (۱۳۸۵) تابع عرضه نیروی کار: تحلیلی بر پایه داده‌های خرد، پژوهشهای اقتصادی ایران، شماره ۲۹، صص ۹۳-۱۱۲.
- عباسی‌نژاد، حسین و حسین کاوند (۱۳۸۶) محاسبه معیاری برای بهره‌وری در ایران با استفاده از رهیافت کالمن فیلتر، فصلنامه پژوهشهای اقتصادی ایران، شماره ۳۱.
- کاوند، حسین (۱۳۸۸) تبیین آثار درآمدهای نفتی و سیاست‌های پولی در قالب یک الگوی ادوار تجاری واقعی برای اقتصاد ایران، رساله دکتری، دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران.

- Castillo, P., C. Montoro and V. Tuesta (2008) MEGA-D: Modelo de Equilibrio General Agregado con Dolarización Parcial Para la Economía Peruana, Central Reserve Bank of Peru.
- Clarida, R., Jordi Gali, and Mark Gertler (1999), "The science of monetary policy: a New-Keynesian perspective, *Journal of Economic Literature* 37, pp. 1661-707.
- Cooley, Thomas (1995) *Frontiers of Business Cycle Research*, Princeton University Press.
- Devereux, M., P. Lane and J. Xu (2005) Exchange Rate Regime and Monetary Policy Rules for Emerging Markets, *Economic Journal*.
- Dib, Ali (2003) An Estimated Canadian DSGE Model with Nominal and Real Rigidities, *Canadian Journal of Economics*, Vol. 36, Issue 4: 949-972
- Dib, Ali and L. Phaneuf (2001) An Econometric U.S. Business Cycle Model with Nominal and Real Rigidities, Working Paper No. 137, CREFE.
- Harrison, R., K. Nikolov, M. Quinn, G. Ramsay, A. Scott and R. Thomas (2005), *The Bank of England Quarterly Model*, Bank of England.
- Ireland, P. (2004) A Method for Taking Models to the Data, *Journal of Economic Dynamics and Control*, March: 1205-1226.

- Ireland, P. N. (1997) A Small, Structural, Quarterly Model for Monetary Policy Evaluation, Carnegie- Rochester Series on Public Policy, 47: 83-108
- Ireland, Peter (2002) Money's Role in the Monetary Business Cycle, NBER
- Kydland, F. and Edward Prescott (1982) Time to build and aggregate fluctuations, *Econometrica* 50, pp. 1350-72.
- Leduc, S. and K. Sill (2004) A quantitative analysis of oil price shocks, Systematic Monetary Policy, and economic downturns, *Journal of Monetary Economics*, 51: 781-808.
- Lucas, R. Jr. (1976) Econometric policy evaluation: a critique, Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, 1, pp. 19-46.
- Medina, J. and C. Soto (2005) Oil Shocks and Monetary Policy in an Estimated DSGE Model for a Small Open Economy, Central Bank of Chile, Working Paper No. 353.
- Medina, J. and C. Soto (2007a) Copper Price, Fiscal Policy and Business Cycle in Chile, Central Bank of Chile Working Papers No. 458.
- Medina, J. and C. Soto (2007b) The Chilean Business Cycle through the Lens of a Stochastic General Equilibrium Model", Central Bank of Chile Working Papers No. 457.
- Medina, J. and C. Soto (2006) Copper Price, Fiscal Policy and Business Cycle in Chile Central Bank of Chile, Research Department
- Murchison, S. and A. Rennison (2006) ToTEM: The Bank of Canada's New Quarterly Projection Model, Bank of Canada Technical Report No. 97
- Pieschacón, Anamaría (2007) Oil Booms and Their Impact through Fiscal Policy, Graduate School of Business and Department of Economics, Stanford University. Available at: <http://www.stanford.edu/~apiescha>
- Rotemberg, J. and Michael Woodford (1997a) An optimization-based econometric framework for the evaluation of monetary policy, NBER *Macroeconomics Annual* 12, pp. 297-346.
- Saez, F. and L. Puch (2002) Trade Shocks and Aggregate Fluctuations in an Oil-Exporting Economy, Venezuela Central Bank Working Paper.
- Villarreal, Romero (2007) Essays on Monetary Policy in Oil Producing Economies, Ph.d Dissertation, Department of Economics, Princeton University.
- Walsh, Carl (2003) *Monetary Theory and Policy*, MIT Press.
- Woodford, Michael (2003) *Interest and Prices: Foundations of a Theory of Monetary Policy*, Princeton University Press.