فصلنامه علمی‌پژوهشی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی
سال هفتم، شماره بیست و پنجم، زمستان ۱۳۹۵ (۸۴-۶۵)

Quarterly Journal of Economic Growth and Development Research
Vol. 7, No. 25, Jan 2017 (65-84)

# بررسی اقتصاد زیرزمینی و فرار مالیاتی در چارچوب مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE)

*محمدحسن فطرس[۱]، علی دلائی میلان[۲]

۱. استاد دانشکده علوم اقتصادی و اجتماعی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

۲. دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشکده علوم اقتصادی و اجتماعی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

(دریافت: ۱۳۹٤/٦/١٦ پذیرش: ۱۳۹٤/۱۱/۷)

# Examination of Underground Economy and Tax Evasion within the Framework of Dynamic Stochastic General Equilibrium Models (DSGE)

*Mohammad Hassan Fotros[1], Ali Dalaei Milan[2]

1. Professor, Faculty of Economic and Social Sciences, Bu_Ali Sina University, Hamedan, Iran
2. Ph.D. Student in Economics, Bu_Ali Sina University, Hamedan, Iran

**(Received:** 7/Sep/2015 **Accepted:** 27/Jan/2016)

**چکیده:**

برنامه‌ریزی توسعه اقتصادی کشور و تصمیم‌گیری برای اجرای سیاست‌های اقتصادی، نیازمند شناخت عملکرد کل اقتصاد شامل بخش رسمی و بخش زیرزمینی است. این پژوهش از چارچوب مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) برای مدل‌سازی اقتصاد زیرزمینی ایران و بررسی اثر تکانه‌های نفتی، تکانه‌های مالی (مانند تغییر نرخ مالیات‌ها) و تکانه‌های بهره‌وری بر اقتصاد رسمی و زیرزمینی استفاده نموده است. نتایج ارزیابی نشان می‌دهد که مدل ارائه شده تقریباً به خوبی توانسته است رفتار ادواری و نوسانات متغیرها را شبیه‌سازی کند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد یک تکانه مثبت بهره‌وری بخش رسمی باعث افزایش تولید رسمی و کاهش اقتصاد زیرزمینی و به تبع آن کاهش فرار مالیاتی و افزایش درآمد دولت می‌شود اما برعکس یک تکانه مثبت بهره‌وری بخش زیرزمینی باعث کاهش تولید رسمی، افزایش تولید زیرزمینی و به دنبال آن منجر به افزایش فرار مالیاتی و کاهش درآمدهای دولت می‌شود. همچنین یک تکانه مثبت نرخ مالیات شرکتی و مالیات بر درآمد منجر به کاهش تولید رسمی، افزایش تولید زیرزمینی، افزایش فرار مالیاتی و کاهش درآمد دولت می‌شود. تکانه مثبت درآمدهای نفتی نیز باعث افزایش تولید رسمی و کاهش اقتصاد زیرزمینی و به تبع آن کاهش فرار مالیاتی و افزایش درآمد دولت می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** اقتصاد زیرزمینی، فرار مالیاتی، مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE)، ایران.
**طبقه‌بندی JEL:** O17، H26، E62.

**Abstract:**

Planning for economic development and making a decision for the implementation of economic policies, need to understand the performance of the whole economy, including the official sector and the underground sector. Understanding the performance of the whole economy requires to know economic information system situation and its efficiency. This study used a DSGE model framework for modelling the underground economy and the effect of oil shock, fiscal impulses (such as changing tax rates) and the shock of productivity on the official economy and underground economy. The results of the evaluation showed that the present model was well able to simulate cyclical behavior and volatility of the variables. The results also showed that a positive impulse to the productivity of official sector caused an increase in official production and a decrease in underground economy and this consequently reduced tax evasion and increased government revenue. On the contrary an impulse to the underground sector productivity of, leaded to a decrease in official production, an increase in underground production and consequently an increase in tax evasion and reducing the government's revenues. Furthermore, a positive shock in the corporate tax rate and income tax rate reduced the official production, increased underground production and tax evasion and decreased government revenue. Positive shock to oil revenues increased official production and reduced underground economy and consequently reduced tax evasion and increased revenue for the government..

**Keywords:** Underground Economy, Tax Evasion, Dynamic Stochastic General Equilibrium Models (DSGE), Iran.
**JEL:** O17, H26, E62.

* **نویسنده مسئول:** محمدحسن فطرس
E-mail: fotros@basu.ac.ir

*Corresponding Author: Mohammad Hassan Fotros

## ۱- مقدمه

بررسی اقتصاد زیرزمینی برای سیاست‌گذاران اقتصادی و دولت‌ها، با اهمیت است. زیرا نخست، حجم زیاد اقتصاد زیرزمینی اثر منفی بر تأمین مالی بخش عمومی دارد. دوم، اثرات انحرافی بر تولید و اقتصاد رسمی دارد و داده‌های کلان اقتصادی را از مقادیر واقعی خود منحرف می‌کند. سوم، بنگاه‌های فعال در بخش رسمی با تحمل بار مالیاتی قدرت رقابت با فعالان اقتصاد زیرزمینی را از دست می‌دهند. چهارم، نیروی کاری که در این بخش فعالیت می‌کنند به خاطر ماهیت پنهان بودن این فعالیت‌ها، از حمایت‌های لازم مانند بیمه بیکاری، بیمه تأمین اجتماعی و مانند آن، محروم هستند.

طبق برآوردها نسبت اقتصاد زیرزمینی به اقتصاد رسمی در ایران به طور متوسط ۱۸ درصد است (صامتی و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۰۷؛ الگین و اوزتونالی[1]، ۲۰۱۲: ۲۸؛ عرب مازار، ۱۳۸۴: ۱۸۸). این نسبت بالا و عدم لحاظ آن در سیاست‌گذاری، شکاف عمیقی را به وجود می‌آورد که منجر به کاهش کارایی سیاست‌های اقتصادی می‌شود. سیاست‌گذاری‌های رسمی بر اساس تولید ناخالص داخلی رسمی ثبت شده انجام می‌شود در حالی‌که ۱۸ درصد اقتصاد رسمی نادیده گرفته می‌شود.

از سوی دیگر، با توجه به ویژگی‌های خاص ایران به عنوان کشور در حال توسعه تولیدکننده نفت، اقتصاد زیرزمینی آن دارای ویژگی خاص خود است. کشورهای در حال توسعه با توجه به ضعف در سیستم مالیاتی، بوروکراسی اداری، عدم گسترش اخلاق مالیاتی، بیکاری و محدودیت‌های تجاری و مانند آن، اقتصاد زیرزمینی بزرگ‌تری دارند. اما نفتی بودن اقتصاد نیز خود تبعاتی را به‌دنبال دارد. نخست اینکه با وجود درآمدهای هنگفت نفتی که در اختیار دولت است، در حالت عادی دولت احساس نیازی به سخت‌گیری در مالیات‌ستانی نمی‌کند. این وضعیت می‌تواند به افزایش و گسترش اقتصاد زیرزمینی دامن زند. دیگر اینکه، تغییر قیمت نفت نیز به عنوان تکانه به اقتصاد (رسمی و زیرزمینی)، منجر به نابسامانی اقتصادی می‌شود.[2]

با محدود شدن درآمدهای نفتی در ایران[3]، نیاز به تأمین مالی بخش عمومی از طریق مالیات‌ستانی افزایش یافته است (نصیری نژاد و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۹). پس، بررسی اقتصاد زیرزمینی و فرار مالیاتی نیز در این راستا می‌تواند به سیاست‌گذاران و مشاورین اقتصادی کشور کمک کند. در چند سال اخیر مطالعات زیادی به بررسی اقتصاد زیرزمینی در ایران پرداخته‌اند (ابونوری و نیکپور، ۱۳۹۳: ۷۵). اما آنچه مطالعه حاضر سعی در انجام آن دارد، مدل‌سازی اقتصاد زیرزمینی ایران در چارچوب مدل‌های تعادل عمومی تصادفی پویا (DSGE) است.

نظریه و مدل‌سازی DSGE را اولین بار کیدلند و پرسکات[4] به‌کار گرفتند (کیدلند و پرسکات، ۱۹۸۲: ۱۳۵۴). یکی از دلایل روی آوردن اقتصاددانان به الگوهای DSGE این بود که الگو های کلان- سنجی سنتی در معرض انتقاد لوکاس قرار گرفته بودند (فطرس و همکاران، ۱۳۹۴: ۷۳). عصاره انتقاد لوکاس این است که نمی توان برای ارزیابی سیاست های فعلی و آینده از پارامترهایی استفاده نمود که بر اساس سری‌های زمانی گذشته برآورد شده‌اند، زیرا ترجیحات، بهره وری و محدودیت منابع تغییر می‌کنند و بدون در نظر گرفتن این تغییرات، امکان ارزیابی صحیح تأثیر سیاست های جدید ممکن نیست. مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی بر اساس بهینه‌سازی اقتصاد خرد بنا شده‌اند که در آن خانوارها، بنگاه‌ها و سایر کارگزاران اقتصادی به طور همزمان اقدام به بهینه‌یابی می کنند. پس، ابزار مناسبی برای ایجاد چارچوبی منسجم در بحث‌های سیاست‌گذاری و تحلیلی است. این مدل ها توانایی پاسخگویی به مسائلی مانند تغییرات ساختاری، پیش‌بینی و پیشگوئی اثرات تغییرات سیاستی و آزمایش‌های کانترفکچوال[5] را دارند.

این پژوهش سعی دارد با استفاده از چارچوب مدل‌های تعادل عمومی به بررسی و مدل‌سازی اقتصاد زیرزمینی ایران بپردازد. همچنین، اثر تکانه‌های نفتی، تکانه‌های مالی (مانند تغییر نرخ مالیات‌ها) و تکانه‌های بهره‌وری را بر اقتصاد رسمی و زیرزمینی دیگر متغیرهای کلان اقتصادی بررسی کند. در بخش بعدی، مبانی نظری و مروری بر مطالعات انجام شده آمده است. در قسمت چهارم، به تصریح الگو پرداخته شده و در قسمت پنجم، الگو پیشنهادی شبیه سازی شده و توابع واکنش متغیرها نسبت به تکانه‌های مختلف ارائه شده است. در پایان به نتایج پایانی و پیشنهادات اشاره شده است.

1. Elgin & Oztunali (2012)

۲. تکانه منفی منجر به کسری بودجه دولت، توقف طرح‌های عمرانی دولت و حتی بخش خصوصی می‌شود. تکانه مثبت نیز تورم را به دنبال دارد.

۳. تحریم‌های نفتی اخیر درآمدهای دولت از فروش نفت را به شدت تحت تأثیر قرار داده است.

4. Kydland & Prescott (1982)

5. Counterfactual (Statement Which Expresses What Could or Would Happen Under Different Circumstances)

## ۲- مبانی نظری

اقتصاد زیرزمینی در متون اقتصادی با نام‌های متفاوتی آمده است. در ادامه به دو تعریف کلی از اقتصاد زیرزمینی اشاره می‌شود. فایگ[1]، برای طبقه‌بندی واژه‌های مرتبط با اقتصاد زیرزمینی از "رویکرد نهادگرایی جدید"[2] بهره می‌برد. او بیان می‌کند: «ملاک تمایز قائل شدن بین فعالیت رسمی یا روزمینی از یک طرف و فعالیت غیر رسمی یا زیرزمینی از طرف دیگر این است که آیا آن فعالیت در چارچوب قواعد نهادی رایج بازی قرار دارد یا نه. انواع مختلف فعالیت‌های زیرزمینی، بر اساس قواعد نهادی خاصی که آنها را نقض می‌کنند، متمایز می شوند» (فایگ، ۱۹۹۰: ۹۹۵). فایگ فعالیت‌های اقتصاد زیرزمینی را به چهار نوع: غیر قانونی، گزارش نشده، ثبت نشده و غیررسمی، طبقه‌بندی می‌کند. خلعت‌بری، اقتصاد زیرزمینی را این‌گونه تعریف می‌کند: «منظور از اقتصاد زیرزمینی مجموعه‌ای از فعالیت‌های مولد ارزش افزوده است که در قالب اقتصاد رسمی تعریف و گنجانده نمی‌شود. فعالیت‌های خارج از بازار، خانوار و سازمان‌های غیر انتفاعی، و نیز آن دسته از فعالیت‌های بازار که به دلایل گوناگون دور از چشم مقامات نگاه داشته می‌شوند، مجموعه فعالیت‌های سازنده اقتصاد زیرزمینی را به وجود می‌آورد» (خلعت بری، ۱۳۶۹: ۱۵).

در متون اقتصاد زیرزمینی یکی از مهم‌ترین علل اقتصاد زیرزمینی و فرار مالیاتی نرخ‌های مالیاتی بالا و سهم تأمین اجتماعی هستند. وسعت پدیده اقتصاد زیرزمینی و میزان اهمیت آن در جوامع مختلف به عواملی مانند: انسجام و کارآمدی نظام مالیاتی، فرهنگ مالیاتی جامعه و نرخ مالیات‌ها و عوارض دولتی بستگی دارد. فرضیه معمول این است که افزایش در بار مالیاتی گرایش قوی را برای کار کردن در اقتصاد زیرزمینی ایجاد می‌کند (گیلز[3]، ۱۹۹۹: ۳۷۶؛ تانزی[4]، ۱۹۹۹: ۳۴۴؛ دلانو، ۲۰۰۷: ۲۷۵؛ بوهن و اشنایدر، ۲۰۱۲: ۱۶۵).

یکی دیگر از دلایل ورود به بخش زیرزمینی که آیگنر و دیگران[5] و گیلز نیز به آن اشاره می‌کنند افزایش در اندازه بخش عمومی یا درجه مقررات سیستم اقتصادی است که گرایش وارد شدن به اقتصاد زیرزمینی را افزایش می‌دهد. زیرا افزایش بوروکراسی و مقررات دست و پاگیر هزینه‌های ورود به بخش رسمی را بالا می‌برد و در این میان ورود به بخش زیرزمینی را سهل‌تر می‌کند و هزینه فرصت ورود به بخش زیرزمینی کاهش پیدا می‌کند (آیگنر و دیگران، ۱۹۸۸: ۲۲۸؛ گیلز، ۱۹۹۸: ۹۵).

بعضی دیگر از محققان در این زمینه از جمله دل آنو و سالومن[6] و گیلز و تدز، معتقدند رشد بیکاری، با کاهش هزینه ورود به بخش خصوصی، انگیزه فعالیت در حوزه‌های غیر مجاز و ممنوعه را افزایش می‌دهد. از این رو به افزایش حجم اقتصاد زیرزمینی کمک می‌کند (دل آنو و سالومن، ۱۰: ۲۰۰۶؛ گیلز و تدز، ۲۰۰۲: ۸). گیلز و دیگران نیز معتقدند که رشد سطح عمومی قیمت کالاهای مصرفی به دلایل مختلفی می‌تواند به بزرگ‌شدن اندازه اقتصاد زیرزمینی منجر شود. با توجه به وضعیت نابرابری توزیع درآمد، با افزایش سطح عمومی قیمت‌ها تعداد زیادی از خانوارها زیر خط فقر قرار خواهند گرفت و فقر و ناتوانی در تأمین حداقل درآمد، مخاطره ورود به فعالیت‌های زیرزمینی را کاهش می‌دهد. بنابراین با گسترش پدیده فقر در جامعه روی‌آوردن به فعالیت‌های زیرزمینی نیز افزایش می‌یابد. از این رو انتظار می‌رود که همبستگی مثبتی بین نوسانات این شاخص و حجم اقتصاد زیرزمینی وجود داشته باشد (گیلز و همکاران، ۲۰۰۲: ۲۳۵۱).

## ۳- مروری بر مطالعات انجام شده

اولین کار تجربی در زمینه اقتصاد زیرزمینی در ایران با کار خلعت بری (۱۳۶۹)، شروع شد. وی در این مطالعه با استفاده از روش نسبت نقد به برآورد حجم اقتصاد زیرزمینی ایران در سال ۱۳۶۵ پرداخته است. مطالعات فراوان دیگری بعدها به برآورد اقتصاد زیرزمینی ایران با استفاده از روش‌های مختلف پولی، منطق فازی و mimic پرداخته‌اند، که می‌توان به شکیبایی و صادقی (۱۳۸۲)، عرب مازار (۱۳۸۴)، صامتی و همکاران (۱۳۸۸) و ... اشاره کرد. در ادامه سعی شده است مطالعاتی که با استفاده از مدل‌های تعادل عمومی تصادفی در ایران انجام شده‌اند و مطالعاتی که در جهان به بحث اقتصاد زیرزمینی در چارچوب الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی پرداخته‌اند به طور مختصر مورد بررسی قرار گیرد.

مطالعات انجام شده داخلی با استفاده از الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی را می‌توان با توجه به اهداف مطالعه و تکانه‌های در نظر گرفته شده در الگو طبقه‌بندی کرد. در رابطه با اهداف مطالعات انجام شده متوسلی و همکاران (۱۳۸۹)، فخرحسینی (۱۳۹۰)، بهرامی و اصلانی (۱۳۹۰)، ابونوری و

1. Feige (1990)
2. New Institutional Approach
3. Giles (1999)
4. Tanzi (1999)
5. Aigner et al. (1988)
6. Dell'Anno & Solomon (2006)

رجایی (۱۳۹۱) و فخرحسینی و همکاران (۱۳۹۱) به ارزیابی اثرات تکانه‌های مختلف بر متغیرهای کلان اقتصادی پرداخته‌اند. تقوی و صفرزاده (۱۳۸۸) نرخ بهینه رشد نقدینگی در ایران و مهرگان و دلیری (۱۳۹۲) واکنش بانک‌ها در برابر سیاست‌های پولی دولت را مورد مطالعه قرار داده‌اند.

از سوی دیگر، اغلب مطالعات انجام شده، تکانه فناوری (یا بهره‌وری) و تکانه قیمت نفت را در الگوهای خود لحاظ کرده‌اند. در این میان شاهمرادی و ابراهیمی (۱۳۸۹) و متوسلی و همکاران (۱۳۸۹)، تکانه حجم پول را نیز مورد توجه قرار داده‌اند. شهرستانی و اربابی (۱۳۸۸) تکانه نرخ بهره خارجی، بهرامی و اصلانی (۱۳۹۰) تکانه سرمایه‌گذاری در مسکن و ابونوری و رجایی (۱۳۹۱) تکانه قیمت انرژی را مورد توجه ویژه قرار داده‌اند. متوسلی و همکاران (۱۳۸۹)، تقوی و صفرزاده (۱۳۸۸)، مشیری و همکاران (۱۳۹۰)، فخرحسینی و همکاران (۱۳۹۱) و مهرگان و دلیری (۱۳۹۲) تکانه مخارج دولت را نیز در الگوی خود لحاظ کرده‌اند.

هیچ یک از مطالعات داخلی که از الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی استفاده کرده‌اند، به بررسی تکانه‌های نرخ مالیاتی و اثر آن روی تولید زیرزمینی و متغیرهای کلان اقتصادی نپرداخته‌اند که این مطالعه سعی در انجام این کار دارد.

اخیراً با گسترش کاربرد مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی از این رویکرد برای اندازه‌گیری و بررسی اقتصاد زیرزمینی در جهان استفاده شده است. این مطالعات اغلب بنگاه‌ها را به دو بخش رسمی و زیرزمینی تقسیم کرده‌اند. که بخش رسمی مربوط به فعالیت‌های رسمی و بخش زیرزمینی مربوط به بخش‌هایی است که دور از چشم مأموران مالیاتی و تأمین اجتماعی با فرار از مالیات و بیمه تأمین اجتماعی، فعالیت می‌کنند. در ادامه به بعضی از این مطالعات و نتایج آنها اشاره می‌شود.

بوساتو و چیارینی[1] برای اولین بار از یک مدل دو بخشی تعادل عمومی پویا برای ارزیابی اقتصاد زیرزمینی از دیدگاه سیکل‌های تجاری استفاده کرده‌اند. آنها نتیجه گرفته‌اند که: نخست، استفاده از این رویکرد، برازش مدل با داده‌ها را بهبود می‌دهد. دوم، مدل طراحی شده انتشار داخلی تکانه‌های موقتی را تولید می‌کند. سوم، فعالیت‌های زیرزمینی فرصت تسهیم ریسک را با اجازه دادن به خانوار برای هموار کردن درآمدهایشان را از طریق تخصیص کار بین دو بخش رسمی و زیرزمینی، به وجود می‌آورند (بوساتو و چیارینی، ۲۰۰۴: ۸۵۴).

بوساتو و چیارینی، در پژوهشی برای ایتالیا به مطالعه اثرات تعادلی سیاست مالی در قالب یک مدل تعادل عمومی پویا که فرار مالیاتی و فعالیت‌های زیرزمینی در آن ترکیب شده است، پرداخته‌اند. در این پژوهش نشان می‌دهند که یک مدل تعادل عمومی پویا با احتساب فرار مالیاتی، تصریح‌های عقلایی برای منحنی‌های لافر مختلف با پارامتردهی محتمل به دست می‌دهد. همچنین آنها نتیجه گرفته‌اند که: از دیدگاه حداکثرسازی درآمد، پیام سیاستی این است که ملزم کردن مالیات دهندگان به پرداخت، بهتر از اجرای تنبیه در صورت جرم است (بوساتو و چیارینی، ۲۰۱۳: ۶۲۵).

ووگل، مدل کویست ۳[2] (QUEST III[3]) را برای ورود بخش زیرزمینی به آن، برای اتحادیه اروپا گسترش داده است. وی با استفاده از مدل‌سازی اقتصاد زیرزمینی در قالب DSGE به بررسی منحنی لافر و محدودیت‌های مالی در یک اقتصاد با فرار مالیاتی پرداخته است. نتایج وی نشان می‌دهد که محدودیت مالی برای مالیات شرکتی و مالیات بر نیروی کار در مدل مبنا[4] (۷۲٪ و ۵۴٪) بالاتر از میانگین نرخ‌های واقعی اتحادیه اروپا (۳۲٪ و ۳۷٪) است و برای مالیات بر مصرف هیچ محدودیت مالی وجود ندارد و این نوع مالیات کاراتر از دیگر نوع مالیات‌ها است (ووگل، ۲۰۱۲: ۱۶).

اورسی و همکاران، با استفاده از چارچوب DSGE اندازه اقتصاد زیرزمینی را در ایتالیا برآورد کرده‌اند. در این ساختار بنگاه‌ها می‌توانند کالا را در بازار رسمی یا اینکه در بازار زیرزمینی تولید کنند. خانوار نیز می‌تواند با انگیزه فرار مالیاتی نیروی کار خود را بین دو بخش رسمی و زیرزمینی تخصیص دهد. آنها در ادامه با استفاده از تحلیل‌های کانترفکچوال به بررسی اثرگذاری کاهش مالیات‌ها بر اقتصاد زیرزمینی و درآمدهای مالیاتی پرداخته‌اند. تحلیل‌های کانترفکچوال نشان می‌دهند با یک افزایش احتمال کشف یا افزایش جریمه مالیاتی همراه با کاهش ملایم نرخ مالیات‌ها، اقتصاد زیرزمینی کاهش معنی‌داری پیدا می‌کند و به دنبال آن درآمدهای مالیاتی دولت افزایش می‌یابد (اورسی و همکاران، ۲۰۱۲: ۳۵).

الگین و اوزتونالی[5] با استفاده از یک مدل دو بخشی تعادل عمومی پویا، اقتصاد زیرزمینی ۱۶۱ کشور جهان را برآورد

1. Busato & Chiarini (2004)

۲. مدل تعادل عمومی پویای تصادفی است که توسط کمسیون اقتصادی اتحادیه اروپا برای اتحادیه اروپا طراحی شده است.

3. QUEST: Quarterly Estimation and Simulation Tool

4. Benchmark

5. Elgin & Oztunal (2012)

کرده‌اند. آنها هدف خود را از به‌کارگیری این روش استفاده از مدلی با پایه اقتصاد خرد و دوری جستن از فرضیات و تصریحات اقتصادسنجی سنتی که با انتقادات لوکاس نیز مواجه هستند، بیان کرده‌اند (الگین و اوزتونالی، ۲۰۱۲: ۱).

کولومبو و همکاران[1]، با استفاده از یک مدل دو بخشی DSGE که چسبندگی قیمت و اصطکاک‌های بازار اعتبار را به حساب آورده‌اند، به بررسی واکنش اقتصاد زیرزمینی به بحران‌های بانکی پرداخته‌اند. مدل توصیف شده توسط آنها با دو حقیقت آشکار شده در مورد اقتصاد زیرزمینی سازگار است. اول اینکه بنگاه‌های فعال در بخش زیرزمینی بیشتر از تکنولوژی کاربر استفاده می‌کنند. دوم بازار اعتبار به دو بخش رسمی و غیر رسمی تقسیم شده است و دسترسی بنگاه‌های فعال در بخش زیرزمینی به اعتبار بیرونی[2] محدود شده است. نتایج آنها نشان می‌دهد که اقتصاد زیرزمینی به عنوان یک ضربه‌گیر قدرتمند در مواقع بحران‌های بانکی عمل کرده و با گسترش اقتصاد زیرزمینی در این مواقع سهم بزرگی از کاهش اقتصاد رسمی را به خود جذب می‌کند (کولومبو و همکاران، ۲۰۱۳: ۱۸).

با توجه به مطالعات انجام شده در داخل ایران و جهان در زمینه اقتصاد زیرزمینی، بررسی آن در چارچوب مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی در ایران، خالی است که این پژوهش سعی در انجام آن دارد.

## ٤- تصریح الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی

چارچوب اصلی این الگو برگرفته از مقالات بوساتو و چیارینی (۲۰۰۴) و اورسی و همکاران (۲۰۱۲) می‌باشد. در اینجا اقتصادی در نظر گرفته شده است که در این اقتصاد، کالای همگنی که با شاخص $i \in [0,1]$ نشان داده شده است، توسط بنگاه‌های کاملاً رقابتی تولید می‌شود. کالاهای تولید شده توسط بنگاه به منظور مصرف و سرمایه‌گذاری به خانوار همسان و دولت فروخته می‌شود. دولت مالیات را به منظور تأمین مالی مخارج عمومی از بنگاه‌ها و خانوارها جمع‌آوری می‌کند. برای معرفی بخش زیرزمینی، اقتصاد به بخش رسمی و زیرزمینی تقسیم شده است. فعالیت‌هایی که در بخش زیرزمینی اتفاق می‌افتد توسط مقامات دولتی ثبت نمی‌شود. بنگاه‌ها با انگیزه فرار مالیاتی، فرار از پرداخت سهم بیمه تأمین اجتماعی یا بوروکراسی، کالاها را در بخش زیرزمینی تولید می‌کنند. اما اگر فرار کشف شود آنها مجبور به پرداخت مالیات به علاوه جریمه اضافی خواهند بود. خانوار نیز برای فرار از مالیات بر درآمد شخصی، عرضه نیروی کار را از بخش رسمی به بخش زیرزمینی تخصیص مجدد می‌دهند، سرمایه را نیز در بازار زیرزمینی عرضه می‌کنند. همه کنش و واکنش‌ها بین بنگاه، خانوار و دولت در یک فضای تصادفی[3] رخ می‌دهد، که پویایی‌های کوتامدت اقتصاد توسط تکانه‌های بهره‌وری، تکانه‌های مالیاتی و تکانه درآمدهای نفتی هدایت می‌شود.

### ٤-١- بنگاه

به پیروی از بوساتو و چیارینی (۲۰۰۴) و اورسی و همکاران (۲۰۱۲)، مدل دو بخشی در نظر گرفته شده است. فرض شده است، دو تابع تولید مجزا برای دو بخش رسمی و زیرزمینی، وجود دارد. تابع تولید رسمی بنگاه $i$ به صورت تابع کاب داگلاس و به صورت زیر تصریح شده است:

$$y_{i,t}^{m} = A_t\left(\Gamma_t h_{i,t}^{m}\right)^{\alpha}\left(k_{i,t}^{m}\right)^{1-\alpha} \qquad (۱)$$

که $\alpha\epsilon(0,1)$ است، $k_{i,t}^{m}$ سرمایه رسمی، $h_{i,t}^{m}$ نیروی کار رسمی و $\Gamma_t$ نیز پیشرفت فنی کاربر را نشان می‌دهد که از فرایند $\Gamma_t = \gamma\Gamma_{t-1}$ و $\gamma > 1$ تبعیت می‌کند. هر واحد از درآمد شرکتی (سود) که بعد از کسر هزینه‌ها از محصول تولید شده، محاسبه می‌شود مشمول مالیات شرکتی تصادفی یا مالیات عملکرد می‌باشد، که $\tau_t^c < 1$ است. بنگاه‌ها می‌توانند قسمتی از تولید خود را پنهان کنند و از پرداخت مالیات عملکرد فرار کنند. در اینجا فرض شده است که $\tau_t^c$ از فرایند تصادفی زیر تبعیت می‌کند:

$$\tau_t^c = \left(1-\rho_{\tau^c}\right)\overline{\tau^c} + \rho_{\tau^c}\tau_{t-1}^c + \varepsilon_{\tau^c,t} \qquad (۲)$$

که $\varepsilon_{\tau^c,t}$ از توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس $\sigma_{\tau^c}^2$ برخوردار است.

$A_t$، نیز تکانه بهره‌وری را نشان می‌دهد، که از فرایند تصادفی زیر تبعیت می‌کند:

$$A_t = (1-\rho_A)\overline{A} + \rho_A A_{t-1} + \varepsilon_{A,t} \qquad (۳)$$

که $\varepsilon_{A,t}$ از توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس $\sigma_A^2$ برخوردار است.

تابع تولید زیرزمینی بنگاه $i$ نیز به صورت کاب داگلاس و با ترکیبی از $k_{i,t}^{u}$ سرمایه زیرزمینی و $h_{i,t}^{u}$ نیروی کار زیرزمینی به صورت زیر تصریح شده است:

$$y_{i,t}^{u} = B_t\left(\Gamma_t h_{i,t}^{u}\right)^{\alpha_u}\left(k_{i,t}^{u}\right)^{1-\alpha_u} \qquad (۴)$$

1. Colombo et al. (2013)
2. Outside Fnance
3. Stochastic

که $\alpha_u \epsilon (0,1)$ و $B_t$ تکانه بهره‌وری را نشان می دهد، که از فرایند تصادفی زیر تبعیت می‌کند:

$$B_t = (1-\rho_A)\overline{B} + \rho_B B_{t-1} + \varepsilon_{B,t} \qquad (۵)$$

که $\varepsilon_{B,t}$ از توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس $\sigma_B^2$ برخوردار است.

در اینجا برای دو بخش رسمی و زیرزمینی، دو تکانه بهره‌وری متفاوتی در نظر گرفته شده است که ناشی از تفاوت در بهره‌وری نیروی کار در دو بخش است. این ویژگی در راستای پژوهش‌های مارسلی و همکاران[1] و گالاوی و برناسک[2] است که ارتباط قوی بین سطح آموزش و مشارکت در بازار کار زیرزمینی را نشان می‌دهند (مارسلی و همکاران، ۱۹۹۹: ۶۰۰؛ گالاوی و برناسک، ۲۰۰۲: ۳۱۷).

فرض شده است که کالای تولیدی دو بخش رسمی و زیرزمینی از هم متمایز نیستند و قیمت‌شان در تعادل برابر است. یعنی:

$$p_{i,t}^m = p_{i,t}^u = p_t \qquad \forall \quad i \in [0,1] \qquad (۶)$$

که $P_t$ قیمتی است که بنگاه فعال در بازار رقابت انحصاری، در نظر می‌گیرد. همچنین فرض شده است که از این به بعد قیمت مشترک $P_t$ به عدد ۱ نرمال شده است. کل تولید نهایی بنگاه $i$ در زمان $t$، $y_{i,t}$ به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$y_{i,t} = y_{i,t}^m + y_{i,t}^u \qquad (۷)$$

در این مدل فرض شده است، بازار نیروی کار و سرمایه کاملاً رقابتی هستند. بنگاه‌ها نرخ بهره $r_t^m$ و $r_t^u$ را به ترتیب برای اجاره هر واحد از سرمایه در بازار رسمی و زیرزمینی می‌پردازند. هزینه هر نفر نیروی کار در بازار رسمی $(1+\tau_t^s)w_t^m$، *است که* $\tau^s$ سهم تأمین اجتماعی است (شامل سهم کارفرما از بیمه نیروی کار و بیمه بیکاری می‌باشد)[3] و $\tau^s < 1$ است.

کل هزینه بنگاه $i$، که با $TC$ نشان داده شده است به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\begin{aligned} TC\left(h_{i,t}^m, h_{i,t}^u, k_{i,t}^u, k_{i,t}^m\right) &= (1+\tau_t^s)w_t^m h_{i,t}^m \\ &+ w_t^u h_{i,t}^u + r_t^m k_{i,t}^m \\ &+ r_t^u k_{i,t}^u \end{aligned} \qquad (۸)$$

بنگاه‌ها با انگیزه فرار مالیاتی، تقاضای نیروی کار را به سوی بازار نیروی کار زیرزمینی سوق می‌دهند. از سوی دیگر دولت (سازمان امور مالیاتی، از طریق رسیدگی‌های معمولی و فعالیت‌های رسیدگی مطابق تبصره ماده ۱۸۱ قانون مالیات‌های مستقیم[4] (رسیدگی‌های ناگهانی)) ممکن است به احتمال $p_t \in (0,1)$ فرار مالیاتی را کشف کند و در صورت کشف، نرخ مالیات $(\tau_t^c)$ بر تولید پنهان شده، همراه با نرخ جریمه اضافی $s > 1$، گرفته می‌شود. درآمد خالص در دو حالت کشف و در غیر این صورت به صورت زیر می‌باشد:

$$NR(y_{i,t}) = \begin{cases} y_{i,t}^m - \tau_t^c\left(y_{i,t}^m - w_t^m h_{i,t}^m\right) + \\ y_{i,t}^u - s\tau_t^c\left(y_{i,t}^u - w_t^u h_{i,t}^u\right) & \text{اگر کشف‌شود :} \\ y_{i,t}^m - \tau_t^c\left(y_{i,t}^m - w_t^m h_{i,t}^m\right) + y_{i,t}^u & \text{اگر کشف‌نشود :} \end{cases}$$

زمانی که فرار مالیاتی بنگاه کشف نشود (به احتمال $1-p$)، سود بنگاه با $\pi_{ND,t}$، و اگر فرار کشف شود (به احتمال $p$) سود بنگاه با $\pi_{D,t}$ خواهد بود. سود بنگاه $\pi_{i,t}$ به صورت زیر است:

$$\pi_{i,t} \begin{cases} \nearrow \pi_{D,t} = y_{i,t}^m - \tau_t^c\left(y_{i,t}^m - w_t^m h_{i,t}^m\right) + y_{i,t}^u \\ \qquad - s\tau_t^c\left(y_{i,t}^u - w_t^u h_{i,t}^u\right) \\ \qquad - TC \\ \searrow \pi_{ND,t} = y_{i,t}^m - \tau_t^c\left(y_{i,t}^m - w_t^m h_{i,t}^m\right) + y_{i,t}^u \\ \qquad - TC \end{cases} \qquad (۹)$$

سود انتظاری بنگاه نیز به صورت زیر می‌باشد:

$$E\pi_{i,t} = (1-p)\pi_{ND,t} + p\,\pi_{D,t}$$

$E$ عملگر امید انتظاری را نشان می‌دهد. بنگاه در بازار رقابتی سود انتظاری خود را حداکثر می‌کند:

1. Marcelli et al. (1999)
2. Gallaway & Bernasek (2002)

۳. مطابق تبصره ۱ ماده ۱۸ قانون تأمین اجتماعی از ۳۰ درصد حق بیمه تأمین اجتماعی ۲۰ درصد آن به عهده کارفرما است. مطابق ماده ۵ قانون بیمه بیکاری نیز ۳ درصد از حقوق دریافتی باید به عنوان بیمه بیکاری از طرف کارفرما پرداخت شود.

۴. ماده ۱۸۱ قانون مالیات‌های مستقیم–سازمان امور مالیاتی کشور می‌تواند به منظور نظارت بر اجرای قوانین و مقررات مالیاتی هیأت‌هایی مرکب از سه نفر را جهت بازدید و کنترل دفاتر قانونی مؤدیان مالیاتی طبق آیین‌نامه‌ای که به پیشنهاد سازمان امور مالیاتی کشور و تصویب وزیر امور اقتصادی و دارایی خواهد بود اعزام نماید. در صورتی که مؤدی از ارائه دفاتر خودداری نماید با موافقت هیأت مذکور در بند (۳) ماده (۹۷) این قانون درآمد مشمول مالیات سال مربوط از طریق علی‌الرأس تشخیص خواهد شد.

تبصره–هیئت‌های موضوع این ماده می‌توانند حسب تجویز سازمان امور مالیاتی کشور کلیه دفاتر و اسناد و مدارک مالی مؤدیان‌را اعم از اینکه مربوط به سال مراجعه و یا سنوات قبل باشند به منظور کسب اطلاعات لازم و ارائه آن به اداره امور مالیاتی ذیربط مورد بازرسی قرار دهند و یا در صورت لزوم دفاتر و اسناد و مدارک سنوات قبل را در قبال ارائه رسید به اداره امور مالیاتی ذیربط منتقل نمایند.

$$\begin{cases} \max\limits_{k^m_{i,t},\, k^u_{i,t},\, h^m_{i,t},\, h^u_{i,t}} E\pi_{i,t} \\ s.t.: \\ y^m_{i,t} = A_t\left(\Gamma_t h^m_{i,t}\right)^{\alpha}(k^m_{i,t})^{1-\alpha} \\ y^u_{i,t} = B_t(\Gamma_t h^u_{i,t})^{\alpha_u}(k^u_{i,t})^{1-\alpha_u} \end{cases}$$

شرایط مرتبه اول بهینه سازی بالا تابع تقاضای نیروی کار و سرمایه برای دو بخش زیرزمینی و رسمی را به دست می‌دهد:

$$(1-\alpha)\frac{y^m_{i,t}}{k^m_{i,t}} = \frac{r^m_t}{1-\tau^c_t} \qquad (۱۰)$$

$$(1-\alpha_u)\frac{y^u_{i,t}}{k^u_{i,t}} = \frac{r_t}{1-p_t s\tau^c_t} \qquad (۱۱)$$

$$\frac{y^m_{i,t}}{h^m_{i,t}} = \frac{w^m_t(1+\tau^s_t-\tau^c_t)}{1-\tau^c_t} \qquad (۱۲)$$

$$\alpha_u\frac{y^u_{i,t}}{h^u_{i,t}} = w^u_t \qquad (۱۳)$$

معادله (۱۰) و (۱۱) به ترتیب تقاضای بنگاه برای سرمایه رسمی و زیرزمینی را نشان می‌دهند. تقاضای بنگاه برای سرمایه زیرزمینی به شرطی وجود دارد که $1-p_t s\tau^c_t > 0$ باشد، در غیر این صورت راه حل درونی برای تولید زیرزمینی وجود ندارد. در واقع بنگاه انگیزه‌ای برای تولید زیرزمینی نخواهد داشت، زیرا درآمدهای واقعی مورد انتظار از تولید زیرزمینی منفی خواهد بود. در این مورد تنها بخش رسمی فعال خواهد بود و فرار مالیاتی صفر خواهد بود. معادله (۱۲) و (۱۳) نیز به ترتیب تقاضای بنگاه برای نیروی کار رسمی و زیرزمینی را نشان می‌دهند.

## ٤-۲- خانوار

در بخش خانوار، تابع مطلوبیت آنی خانوار نوعی، به صورت زیر تصریح شده است:

$$U^h_t = \sum_{t=0}^{\infty}\beta^t E_0\left\{\frac{(c_t/\Gamma_t)^{(1-\sigma)}-1}{1-\sigma} - \vartheta_t B_0\frac{(h^m_t+h^u_t)^{1+\xi}}{1+\xi} - B_1\frac{(h^u_t)^{1+\phi}}{1+\phi}\right\} \qquad (۱۴)$$

که $\sigma > 0$، که معکوس کشش جانشینی بین‌زمانی است. $\beta \in (0,1)$ نرخ تنزیل ذهنی، $B_0 \geq 0$ و $B_1 \geq 0$ و پارامترهای ترجیحی که عدم مطلوبیت کارکردن را نشان می‌دهند، $\xi > 0$ و $\phi > 0$ به ترتیب نشان‌دهنده معکوس کشش عرضه نیروی کار کل و عرضه نیروی کار زیرزمینی است. خانوار مطلوبیتش را از مصرف نسبت به نرخ تکنولوژی، $c_t/\Gamma_t$، می‌گیرد. این فرض حرکت در مسیر رشد متوازن را تضمین می‌کند. آن و شورفیده[1] (۲۰۰۷)نیز $\Gamma_t$ را یک جزء برون‌زا در نظر گرفته‌اند. $h^m_t$ و $h^u_t$ به ترتیب نشان‌دهنده عرضه نیروی کار رسمی و زیرزمینی است. عبارت $\vartheta_t B_0\frac{(h^m_t+h^u_t)^{1+\xi}}{1+\xi}$، عدم مطلوبیت کل فرد از کارکردن را ارائه می‌کند. در حالی‌که عبارت آخر یعنی $B_1\frac{(h^u_t)^{1+\phi}}{1+\phi}$، هزینه‌های ذهنی[2] (روانی) کار کردن در بخش زیرزمینی را منعکس می‌کند. در واقع این عبارت می‌تواند به عنوان هزینه‌های فقدان بیمه سلامتی و اجتماعی در بخش زیرزمینی تفسیر شود.

به پیروی از اورسی و همکاران (۲۰۱۲)فرض می‌شود که جانشینی کاملی بین بخش‌ها وجود دارد، به این معنی که خانوار برای انتقال عرضه نیروی کار از یک بخش به بخش دیگر، هزینه اضافی متحمل نمی‌شوند. این ویژگی با استفاده از عبارت دوم در معادله تابع مطلوبیت در نظر گرفته شده است، که عدم مطلوبیت کل حاصل از فعالیت‌های کاری را تشریح می‌کند. در پایان، عدم مطلوبیت خانوارها از فعالیت‌های کاری تصادفی است، که بستگی به تحقق تکانه $\vartheta_t$، دارد که نرخ نهایی جانشینی بین مصرف و فراغت را تحت تأثیر قرار می‌دهد و از فرایند تصادفی زیر تبعیت می‌کند:

$$\vartheta_t = (1-\rho_\vartheta)\bar{\vartheta} + \rho_\vartheta\vartheta_{t-1} + \varepsilon_{\vartheta,t} \qquad (۱۵)$$

که $\varepsilon_{\vartheta,t}$ از توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس $\sigma^2_\vartheta$ برخوردار است.

خانوار نیروی کار و سرمایه در اختیار خود را به بنگاه‌ها اجاره می‌دهند و به ازای آن دستمزد و بهره دریافت می‌کنند. فرض می‌شود که ذخیره سرمایه نگهداری شده به وسیله خانوار $k_t$، با قانون حرکت زیر نمو می‌کند:

$$k_{t+1} = \mu_t x_t + (1-\delta_k)k_t \qquad (۱۶)$$

که $x_t$ سرمایه‌گذاری در زمان $t$ را نشان می‌دهد، $\delta_k$ نرخ استهلاک سرمایه است $(0 < \delta_k < 1)$. در اینجا به پیروی

1. An & Schorfheide (2007)
2. Idiosyncratic

از جاستینیانو و همکاران[1] (۲۰۱۰) فرض می‌شود که کارایی که با آن کالای نهایی تبدیل به سرمایه فیزیکی می‌شود، تصادفی و از یک تکانه برون‌زا زودگذر $\mu_t$، تبعیت می‌کند. از نظر جاستینیانو و همکاران (۲۰۱۰) و گرینوود و همکاران[2] (۱۹۹۸) این تغییرات برون‌زا ناشی از عوامل تکنولوژیکی خاص که در تولید کالاهای سرمایه نقش دارند و همچنین اختلال در فرایندی که کالای سرمایه‌ای تولید شده تبدیل به سرمایه بهره‌ور[3] می‌شود، هستند. تکانه سرمایه‌گذاری $\mu_t$، از فرایند تصادفی زیر تبعیت می‌کند:

$$\mu_t = (1-\rho_\mu)\bar{\mu} + \rho_\mu \mu_{t-1} + \varepsilon_{\mu,t} \qquad (۱۷)$$

که $\varepsilon_{\mu,t}$ از توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس $\sigma_\mu^2$ برخوردار است.

خانوار نوعی برای فرار از مالیات بر درآمد، خدمات نیروی کار خود را از بازار کار رسمی به بازار کار زیرزمینی تخصیص مجدد می‌کند، و سرمایه را در بخش زیرزمینی عرضه می‌کند. جریان درآمدی به دست آمده از بخش زیرزمینی $w_t^u h_t^u + r_t^u k_t^u$، شامل دریافت مالیات بر درآمد $\tau^h$، نخواهد بود. $\tau^h < 1$ فرض شده است که نرخ مالیات بر درآمد $\tau_t^h$ از فرایند تصادفی زیر تبعیت می‌کند:

$$\tau_t^h = (1-\rho_{\tau^h})\overline{\tau^h} + \rho_{\tau^h}\tau_{t-1}^h + \varepsilon_{\tau^h,t} \qquad (۱۸)$$

که $\varepsilon_{\tau^h,t}$ از توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس $\sigma_{\tau^h}^2$ برخوردار است.

و محدودیت بودجه خانوار به صورت زیر خواهد بود:

$$c_t + x_t = (1-\tau_t^h)(w_t^m h_t^m + r_t^m k_t^m) + w_t^u h_t^u + r_t^u k_t^u \qquad (۱۹)$$

که ذخیره سرمایه که در دو بخش رسمی و زیرزمینی عرضه می‌شود، شرط زیر را تأمین می‌کند:

$$k_t^u + k_t^m = k_t \qquad (۲۰)$$

در ادامه مسئله حداکثر سازی مطلوبیت خانوار نوعی به صورت فرایند انتخاب $c_t, h_t^u, h_t^m, k_t^u, k_t^m$ است که تابع مطلوبیت بین‌زمانی را با توجه به قانون حرکت سرمایه، قید بودجه و شرط ذخیره سرمایه حداکثر می‌کند.

$$\begin{cases} \max\limits_{c_t, h_t^u, h_t^m, k_t^u, k_t^m} U_t^h \\ \textbf{s.t.} \\ k_{t+1} = \mu_t x_t + (1-\delta_k)k_t \\ c_t + x_t = (1-\tau_t^h)(w_t^m h_t^m + r_t^m k_t^m) + w_t^u h_t^u + r_t^u k_t^u \\ k_t^u + k_t^m = k_t \end{cases}$$

شرایط مرتبه اول مسئله حداکثرسازی مطلوبیت خانوار تابع عرضه نیروی کار و سرمایه در بازار رسمی و زیرزمینی و مصرف بهینه خانوار را مشخص می‌کند:

$$\lambda_t = \Gamma_t^{(\sigma-1)} c_t^{-\sigma}$$

$$\frac{\lambda_t}{\mu_t} = \beta E_t\left\{\lambda_{t+1}\left[\frac{(1-\delta_k)}{\mu_{t+1}} + (1-\tau_{t+1}^h) r_{t+1}^m\right]\right\} \qquad (۲۱)$$

$$B_0(h_t^m + h_t^u)^\xi \vartheta_t = (1-\tau_t^h) w_t^m \lambda_t \qquad (۲۲)$$

$$B_0(h_t^m + h_t^u)^\xi \vartheta_t + B_1(h_t^u)^\phi = w_t^u \lambda_t \qquad (۲۳)$$

$$r_t^u = (1-\tau_t^h) r_t^m \qquad (۲۴)$$

$\lambda_t$، ضریب لاگرانژ محدودیت قید بودجه خانوار است. معادله (۲۱)، معادله اولر است، که شرایط بهینگی بین زمانی را فراهم می‌کند. معادله (۲۲)، کل عرضه نیروی کار را نشان می‌دهد که شامل عرضه نیروی کار رسمی و زیرزمینی است. معادله (۲۴)، تخصیص بهینه سرمایه عرضه شده در بازار زیرزمینی را نشان می‌دهد. معادله (۲۳)، نیز تخصیص بهینه عرضه نیروی کار در بخش زیرزمینی را تشریح می‌کند. برای فهم عوامل تعیین کننده عرضه نیروی کار در بخش زیرزمینی اگر معادله (۲۲) و معادله (۲۳) با هم ترکیب شود، با حل آن $h_t^u$، به صورت زیر به دست می‌آید:

$$h_t^u = \begin{cases} \lambda_t^{\frac{1}{\phi}}\left[\frac{w_t^u - (1-\tau_t^h)w_t^m}{B_1}\right]^{\frac{1}{\phi}} & \text{if } w_t^u - (1-\tau_t^h)w_t^m > 0 \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases} \qquad (۲۵)$$

این معادله نشان می‌دهد اگر دستمزد دریافتی از بازار غیررسمی $w_t^u$، بیشتر از آن قسمت از دستمزد رسمی $w_t^m$، بعد از کسر نرخ مالیات بر درآمد$\left((1-\tau_t^h)w_t^m\right)$ باشد، عرضه نیروی کار در بخش زیرزمینی $h_t^u$، مثبت خواهد بود. در غیر این صورت، نیروی کاری در بخش زیرزمینی عرضه نخواهد شد. همچنین با افزایش مقدار پارامتر $B_1$، که نشان

1. Justiniano et al. (2010)
2. Greenwood et al. (1998)
3. Productive Capital

دهنـده عـدم مطلوبیـت حاصـل از فعالیـت کـاری در بخـش زیرزمینی است، عرضه نیروی کار در بخش زیرزمینـی کـاهش پیدا می‌کند. در نتیجه، برای تثبیت عرضه نیروی کار زیرزمینـی با افزایش $B_1$، شکاف بین دستمزد رسمی و زیرزمینی بایسـتی بالا باشد کـه عـدم مطلوبیـت حاصـل از کـارکردن در بخـش زیرزمینی را جبران کند.

## ٤-٣- بخش دولت

بخش سوم، برای مدل‌سازی اقتصاد، بخش دولت است. هـدف دولت متوازن کردن بودجه خود است. برای سادگی، محـدودیت بودجه دولتی دوره‌ای به صورت زیر نوشته می‌شود.

$$\begin{aligned} g_t = \tau_t^h(w_t^m h_t^m + r_t^m k_t^m) \\ + \tau_t^c \int_0^1 [y_{i,t}^m - w_t^m h_{i,t}^m \\ + p_t s(y_{i,t}^u \\ - w_{i,t}^u h_{i,t}^u)]\, di + or_t \end{aligned} \quad (۲۶)$$

عبارت‌های طرف راست درآمدهای انتظاری دولت و طـرف چپ مخارج دولت را نشان می‌دهد. عبـارت اول سـمت راسـت، درآمدهای حاصل از مالیات بر درآمد نیـروی کـار و سـرمایه را نشان می‌دهد. عبارت دوم حاصل جمع درآمد حاصل از مالیـات عملکرد بنگاه‌ها و جرایم مالیاتی در صورت کشف فرار مالیـاتی است. عبارت پایانی نیز، درآمدهای نفتی را نشان مـی‌دهـد کـه فرض می‌شود به طور مستقیم وارد خزانه دولت می‌شود.

در اینجا برای بررسی اثر تکانه‌ها بر فرار مالیاتی، کل فـرار مالیاتی در زمان $t$، که با $TE_t$ نشان داده شده است به صـورت زیر تعریف شده است:

$$\begin{aligned} TE_t = \tau_t^s w_t^u \int_0^1 h_{i,t}^u\, di \\ + \tau_t^h(w_t^u h_t^u + r_t^u k_t^u) \\ + (1 - p_t)\tau_t^c \int_0^1 (y_{i,t}^u \\ - w_t^u h_{i,t}^u) di \end{aligned} \quad (۲۷)$$

## ٤-٤- بخش نفت

برای ورود بخش نفت به مدل از دو رهیافت مـی‌تـوان اسـتفاده کرد. رهیافت اول: به پیروی از متوسلی و ابراهیمی با استناد بـه اینکه تولید نفت اغلب وابسته به ذخایر نفتی یک کشور اسـت و با افزایش سرمایه و کار نمـی‌تـوان آن را چنـدان تغییـر داد. در بیشتر کشورهای نفت‌خیز نیز تولید نفت بر اساس حداکثرسازی سود صورت نمی‌گیرد. به عنوان مثـال کشـورهای تولیدکننـده عضو اپک، تولید صادراتی خود را بر اساس سهمیه تعیین شـده توسط نهاد مذکور تنظیم می‌کننـد. لـذا بـه تبعیـت از کارهـای تحقیقاتی دیگر در ایران کـه بخـش نفـت را وارد مـدل تعـادل عمومی پویایی تصادفی نموده‌اند، فـرض مـی‌شـود درآمـدهای حاصل از صادرات نفت از فرایند برون‌زای زیر پیروی می‌کند:

$$or_t = (1 - \rho_{or})\bar{or} + \rho_{or} or_{t-1} + \varepsilon_{or,t} \quad (۲۸)$$

که $or_t$ جریان درآمد حقیقـی حاصـل از نفـت در دوره $t$ و $\bar{or}$ سطح باثبات (پایای) جریان درآمدهای نفتی است. اگـر $O_t$ مقدار صادرات نفت، $P_t^o$ قیمت جهـانی نفـت و $e_t$ قیمـت ارز (قیمت دلار آمریکا به ریال) باشد. درآمدهای جاری نفتی برابـر خواهد بود با:

$$OR_t = e_t P_t^o O_t \quad (۲۹)$$

$$or_t = \frac{OR_t}{P_t} \quad (۳۰)$$

در اینجا فرض می‌شود تمام نفت استخراجی صادر می‌شود و قیمت آن توسط بازار جهانی تعیین می‌شود.

اما در رهیافت دوم: فرض می‌شود که نوسانات درآمد نفـت بر تکانه بهره‌وری در دو تابع تولیـد رسـمی و زیرزمینـی تـأثیر می‌گذارد. یعنی تأثیر نوسانات قیمت نفـت بـر تولیـد، از طریـق تـأثیر آن بـر بهـره‌وری مـی‌باشـد. در همـین رابطـه، کاونـد و شاهمرادی[1] در مطالعه خود و بـا اسـتفاده از یـک الگـوی ادوار تجاری حقیقی برای اقتصاد ایران، وجود ارتبـاط بـین نوسـانات قیمت نفت و بهره‌وری در ایران را مورد تأیید قرار داده‌اند (کاوند و شاهمرادی، ۲۰۱۱: ۱۷۰). فرایند خود بازگشتی درآمد نفتی به صورت رابطه (۲۸) بالا خواهـد بـود. کـه بـه صـورت زیـر بـر بهره‌وری تولید رسمی و زیرزمینی اثر می‌گذارد.

بر بهره‌وری تولید رسمی:

$$a_t = \rho_a a_{t-1} + \epsilon_t^a + \omega\epsilon_t^{or} \quad (۳۱)$$

بر بهره‌وری تولید زیرزمینی:

$$b_t = \rho_b b_{t-1} + \epsilon_t^b + \omega\epsilon_t^{or} \quad (۳۲)$$

بر اساس مطالعات آتی و گلب[2] و کانوی و گلـب[3] بـین نوسـان قیمت نفت و به تبع آن درآمدهای نفتی و نوسان‌های بهره‌وری در کشورهای دارای منابع نفتی ارتباط قوی وجـود دارد (آتـی و گلب، ۱۹۸۶: ۱۱۷۰؛ کـانوی و گلـب، ۱۹۸۸: ۶۵). از نظـر آنهـا کشورهای صادرکننده نفت با افزایش‌های ناگهـانی درآمـدهای نفتی، با یک افزایش نسبی در سرمایه‌گذاری داخلی، مصـرف و یارانه‌های پرداختی توسط دولت مواجه می‌شوند. ایـن افـزایش

1. Kavand & Shahmoradi (2011)
2. Auty & Gelb (1986)
3. Conway & Gelb (1988)

درآمدهای نفتی، درآمدهای دولت را افزایش می‌دهد و به دلیل نقش بالای دولت در اقتصاد این کشورها، دولت با ارائه کمک‌های بلاعوض بیشتر به بخش آموزش، افزایش هزینه در جهت بهبود بهره‌وری نیروی کار با سرمایه‌گذاری بیشتر در آموزش‌های حین کار و نیز واردات کالاهای سرمایه‌ای جدید و تجهیزات فنی پیشرفته، بهره‌وری کل جامعه را افزایش می‌دهد. همچنین واردات فناوری‌های جدید مربوط به صنایع با فناوری بالا، کالاهای سرمایه‌بر و تجهیزات حرفه‌ای و نوین نیز در این دوره سرعت می‌یابد.

### ٤-٥- تعادل متقارن

در این پژوهش تحلیل‌ها با توجه به تعادل متقارن و محدود به شرایطی است که همه بنگاه‌ها با استفاده از مقدار برابر عوامل تولید رسمی و زیرزمینی، مقدار تولید یکسانی خواهند داشت. تعادل متقارن مدل از نظر فرمولی با توجه به شرایط تسویه بازارهای کالا، نیروی کار و سرمایه به دست می‌آید:

$$c_t + I_t + g_t = y_t \ + or_t \qquad (۳۳)$$

$$h_t = h_t^u + h_t^m = \int_0^1 h_{i,t}^u \, di + \int_0^1 h_{i,t}^m \, di \qquad (۳۴)$$

$$k_t = k_t^u + k_t^m = \int_0^1 k_{i,t}^u \, di + \int_0^1 k_{i,t}^m \, di \qquad (۳۵)$$

## ٥- حل الگو و تجزیه و تحلیل آن

### ٥-١- داده‌ها و حل الگو

برای حل الگو ابتدا متغیرهای نامانا با تقسیم بر بهره‌وری نیروی کار (نرخ رشد اقتصادی) مانا شده‌اند. سپس با فرض شرایط تقارن مقادیر تعادل پایدار متغیرها به دست آمدند و متغیرها بر اساس پارامترها بازنویسی شدند. در پایان با استفاده از روش اوهلیگ[1] (۱۹۹۹)، معادلات مدل ارائه شده در بخش بالا لگاریتم خطی شده است. سپس جهت حل سیستم معادلات خطی شده، به همراه پارامترهای کالیبره شده، محاسبه و در برنامه داینر ۳-۴-۴ تحت متلب، برنامه نویسی شده‌اند. برای این منظور، ابتدا داده‌های مربوط به اقتصاد زیرزمینی با استفاده از روش MIMIC[2]، برآورد شد. سپس از سایت سرهای زمانی بانک مرکزی ایران، داده‌های مورد نیاز برای دوره زمانی از فصل اول ۱۳۶۹ تا فصل چهارم سال ۱۳۸۹ به صورت فصلی، به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶، استخراج شد و با استفاده از نرم‌افزار ایویز و فیلتر هدریک-پرسکات روندزدایی شده‌اند. جدول (۱)، مقادیر پارامترهای الگو را گزارش می‌دهد. بعضی از پارامترها از مطالعات قبلی استخراج شده است که به نام نویسنده یا نویسندگان اشاره شده است. اما بعضی از این مقادیر محاسبه شده‌اند. p یا احتمال کشف با استناد به مطالعه بوساتو و چیارونی، میانگین نسبت تعداد بنگاه‌های بررسی شده در زمان t به تعداد کل بنگاه‌های ثبت شده در زمان t می‌باشد (بوساتو و چیارینی، ۲۰۰۴: ۸۴۴).

که در این مطالعه از میانگین نسبت فروش ابرازی رسیدگی شده پرونده‌های ارزش افزوده در سال ۹۱، ۹۲، ۹۳ به کل فروش تجمعی در هر کدام از این سال‌ها استفاده شده است.

پارامتر s، یا جریمه کتمان درآمد شرکتی: در قانون مالیات‌های مستقیم موارد جریمه‌ای متعددی پیش‌بینی شده است. در مورد کتمان درآمد به استناد به ماده ۱۹۲ قانون مالیات های مستقیم چهل درصد (۴۰٪) جریمه عدم تسلیم اظهارنامه یا درآمد اظهار نشده یا کتمان شده در نظر گرفته شده است. در ماده ۱۹۳ قانون مالیات‌های مستقیم نیز جریمه ردی دفاتر (در صورت کشف کتمان درآمد دفاتر مودّی رد خواهد شد)، ده درصد (۱۰٪) مالیات خواهد بود. که با جمع این دو جریمه پنجاه درصد در نظر گرفته شده است.

پارامتر $\tau^c$، یا نرخ مالیات شرکتی (اشخاص حقوقی)، بر اساس ماده ۱۰۵، قانون مالیات‌های مستقیم نرخ مالیات بر درآمد بعد از کسر هزینه (سود)، بیست و پنج درصد (۲۵٪) خواهد بود. در اینجا نرخ مالیات شرکتی ۰/۲۵ در نظر گرفته شده است.

پارامتر $\tau^h$، یا نرخ مالیات بر درآمد شخصی یا حقوق، مطابق مواد ۸۵ و ۱۳۱ قانون مالیات‌های مستقیم نرخ‌های متغیر از ده درصد (۱۰ ٪) تا سی و پنج درصد (۳۵ ٪) بنا به سقف حقوق دریافتی در نظر گرفته شده است. البته تا سقف مبلغ ۴۲.۰۰۰.۰۰۰ ریال حقوق دریافتی ده درصد و بیشتر از آن با نرخ تصاعدی تا سی و پنج درصد می باشد. که در اینجا، میانگین ده درصد (۱۰ درصد) تعیین شده است.

پارامتر $\tau^s$، یا سهم تأمین اجتماعی از جمع حق بیمه تأمین

1. Uhlig (1999)

۲. روش علل چندگانه و آثار چندگانه
(Multiple Causes and Multiple Indicators)

اجتماعی سهم کارفرما به علاوه حق بیمه بیکاری سهم کارفرما به دست آمده است. مطابق تبصره ۱ ماده ۱۸ قانون تأمین اجتماعی از سی درصد (۳۰ ٪) حقوق به عنوان حق بیمه تأمین اجتماعی، بیست درصد (۲۰ ٪) آن به عهده کارفرما است. مطابق ماده ۵، قانون بیمه بیکاری نیز سه درصد (۳ ٪) از حقوق دریافتی باید به عنوان بیمه بیکاری از طرف کارفرما پرداخت شود. سهم بیمه تأمین اجتماعی بیست و سه درصد (۲۳ ٪) تعیین شده است.

مقادیر پارامترهای B0، B1 ، ξ، φ، نیز با استفاده از نسبت‌هایی که بوساتو و چیارونی، ارائه داده‌اند محاسبه شده است (بوساتو و چیارینی، ۲۰۰۴: ۸۴۵).

تأثیر تکانه‌های تصادفی نرخ‌های مالیاتی، بهره‌وری و تکانه نفتی، بر متغیرهای مصرف، سرمایه‌گذاری، تولید رسمی، تولید زیرزمینی، درآمدهای دولت و فرار مالیاتی و تابع واکنش تکانه‌های دستگاه معادلات مزبور نسبت به متغیرها، محاسبه گردیده‌اند. تابع واکنش آنی متغیرها رسم شده و طول دوره زمانی، جهت بازگشت متغیرهای معادلات، به مسیر باثبات، مشخص گردیده‌اند.

به منظور ارزیابی الگو، نخست، گشتاورهای به دست آمده از متغیرهای درون‌زای الگو با گشتاورهای داده‌های واقعی، مقایسه می‌شوند. سپس، توابع عکس‌العمل آنی متغیرها برای مشاهده تأثیر تکانه بر متغیرهای موردنظر بررسی می‌شوند. جدول (۲)، گشتاورهای استخراج شده از الگو و گشتاورهای داده‌ها در دنیای واقعی را به صورت خلاصه نشان می‌دهد.

انحراف معیار تولید رسمی غیرنفتی، نمایانگر ادوار تجاری اقتصاد ایران است. برای محاسبه نوسان نسبی متغیر، انحراف معیار آن متغیر به انحراف معیار تولید رسمی غیر نفتی، تقسیم شده است. برای مشخص شدن هم‌حرکتی متغیرها با تولید غیر نفتی، ضریب همبستگی هر متغیر با تولید رسمی غیر نفتی، گزارش شده است. مقایسه گشتاورهای داده‌های واقعی و گشتاورهای به دست آمده از نرم‌افزار و گشتاورهای به دست آمده از پژوهش‌های قبلی برای اقتصاد ایران (متوسلی و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۰۹) نشان می‌دهند که الگوی پژوهش، به خوبی توانسته است رفتار ادواری و نوسانات متغیرها را شبیه‌سازی کند.

**جدول ۱.** مقادیر پارامتردهی الگو

| پارامتر | شرح | مقدار | مأخذ |
|---|---|---|---|
| $\alpha$ | کشش تولید رسمی نسبت به نیروی کار رسمی | ۰/۵۳۸ | ابونوری و رجایی (۱۳۹۱) |
| $\alpha_u$ | کشش تولید زیرزمینی نسبت به نیروی کار زیرزمینی | ۰/۷۵ | آرژنتیرو و بولینو (۲۰۱۳)[1] |
| P | احتمال کشف فرار مالیاتی | ۰/۰۸۴ | محاسبات پژوهش |
| S | جرایم | ۰/۵۰ | قانون مالیات‌های مستقیم |
| $\tau^h$ | متوسط نرخ مالیات بر درآمد | ۰/۱۰ | قانون مالیات‌های مستقیم |
| $\tau^c$ | نرخ مالیات بر سود شرکت‌ها | ۰/۲۵ | قانون مالیات‌های مستقیم |
| $\tau^s$ | سهم تأمین اجتماعی | ۰/۲۳ | قانون تأمین اجتماعی |
| $\delta$ | نرخ استهلاک سرمایه فیزیکی | ۰/۰۲۵ | زنگنه (۱۳۸۸) |
| $\sigma$ | عکس کشش جانشینی بین زمانی مصرف | ۱/۵ | بهاتچارجی و تونیسن (۲۰۰۷)[2] |
| $\beta$ | نرخ تنزیل ذهنی | ۰/۹۸ | ابراهیمی (۱۳۸۹) |
| $\gamma$ | نرخ رشد بهره‌وری نیروی کار | ۱/۰۴۲۶ | نرخ رشد تولید حقیقی اقتصاد ایران |
| $B_0$ | پارامتر عدم مطلوبیت کار کردن | ۱/۲۲(۰/۹۵) | محاسبات پژوهش (بوساتو و چیارونی ۲۰۱۳) |
| $B_1$ | پارامتر عدم مطلوبیت کارکردن در بخش زیرزمینی | ۰/۹۸ (۱/۵) | محاسبات پژوهش (بوساتو و چیارونی ۲۰۱۳) |
| $\xi$ | معکوس عرضه نیروی کار کل | ۰/۹۷ | محاسبات پژوهش |
| $\varphi$ | معکوس عرضه نیروی کار زیرزمینی | ۰/۹۶ | محاسبات پژوهش |

**مأخذ:** استخراج از مطالعات دیگر و محاسبات تحقیق

1. Argentiero & Bollino (2013)
2. Bhattacharjee & Thoenissen (2007)

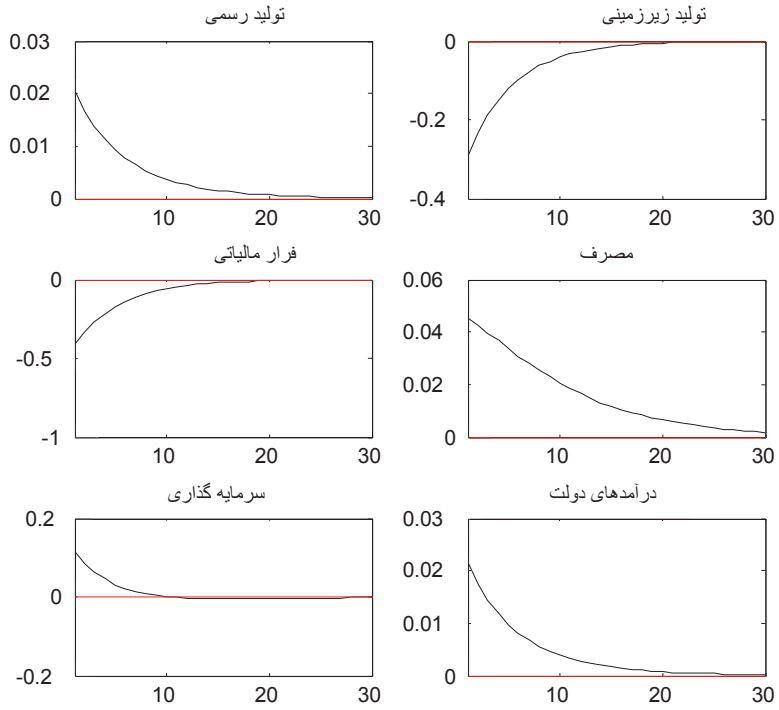
**جدول ۲.** گشتاورهای حاصل از داده‌های شبیه‌سازی شده و داده‌های واقعی

| متغیرها | انحراف معیار | | متوسلی و همکاران (۱۳۸۹) | نوسانات نسبی | | هم حرکتی با تولید غیرنفتی | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | داده‌های واقعی | داده‌های شبیه‌سازی شده | | داده‌های واقعی | داده‌های شبیه‌سازی شده | داده‌های واقعی | داده‌های شبیه‌سازی شده |
| تولید رسمی غیرنفتی | ۰/۱۰۳ | ۰/۰۹۳ | ۰/۰۹۷۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| مصرف خصوصی | ۰/۰۷۳ | ۰/۰۷۴ | ۰/۰۷۶۸ | ۰/۷۱ | ۰/۷۹ | ۰/۸ | ۰/۹۷ |
| سرمایه‌گذاری | ۰/۲۴۴ | ۰/۲۶۸ | ۰/۲۹۴ | ۲/۳۷ | ۲/۸۸ | ۰/۷۹ | ۰/۷۹ |

**مأخذ: محاسبات تحقیق**

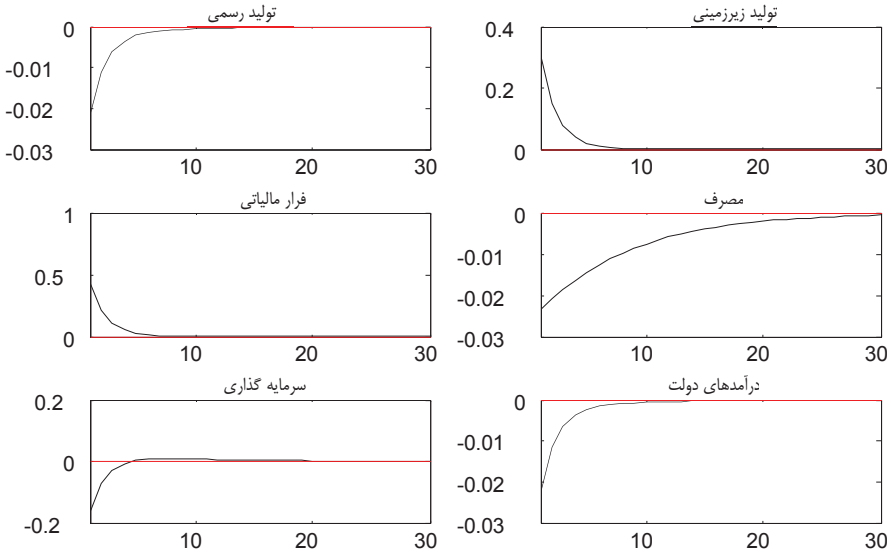
## ۵-۲- توابع عکس‌العمل آنی

یکی از اهداف این پژوهش واکنش متغیرها، نسبت به تکانه نرخ‌های مالیاتی، تکنولوژیکی و نفتی است که در ادامه، بررسی شده است. تابع عکس‌العمل آنی، واکنش پویای متغیر را بعد از وارد شدن یک تکانه نشان می‌دهد. این تکانه، به شدت x درصد انحراف معیاری است که در الگوی پژوهش، به صورت یک جمله تصادفی، معرفی شده است. تکانه‌های پژوهش، شامل تکانه بهره‌وری بخش رسمی و زیرزمینی، تکانه‌های نرخ مالیات بر درآمد و نرخ مالیات شرکتی و تکانه درآمدهای نفتی می‌باشند. که اثر این تکانه‌ها بر متغیرهای تولید رسمی، تولید زیرزمینی، فرار مالیاتی، مصرف، سرمایه‌گذاری و درآمدهای دولت در زیر بررسی شده است.



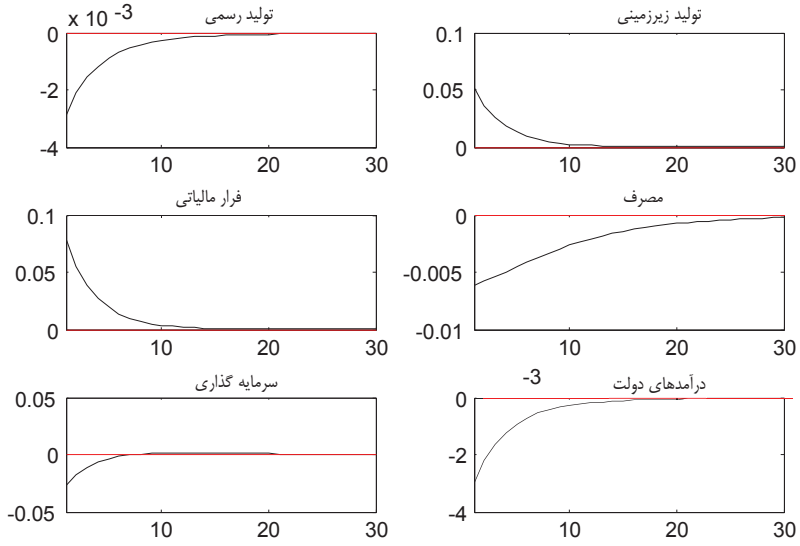

**نمودار ۱.** توابع واکنش متغیرها به یک تکانه تکنولوژی تولید بخش رسمی

**مأخذ:** محاسبات تحقیق



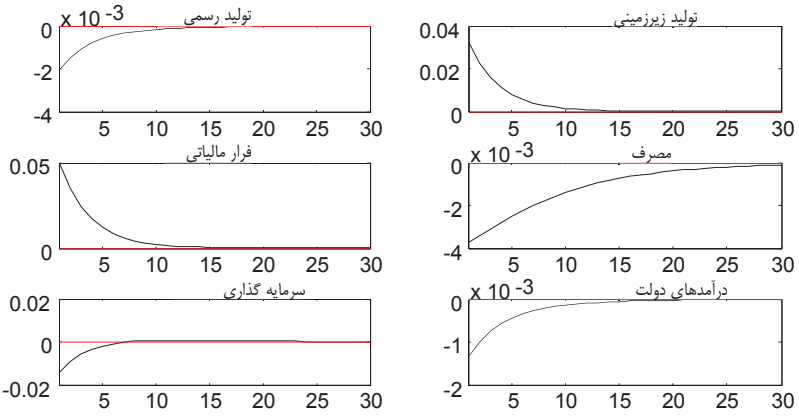

**نمودار ۲.** توابع واکنش متغیرها به یک تکانه تکنولوژی تولید بخش زیرزمینی

**مأخذ:** محاسبات تحقیق



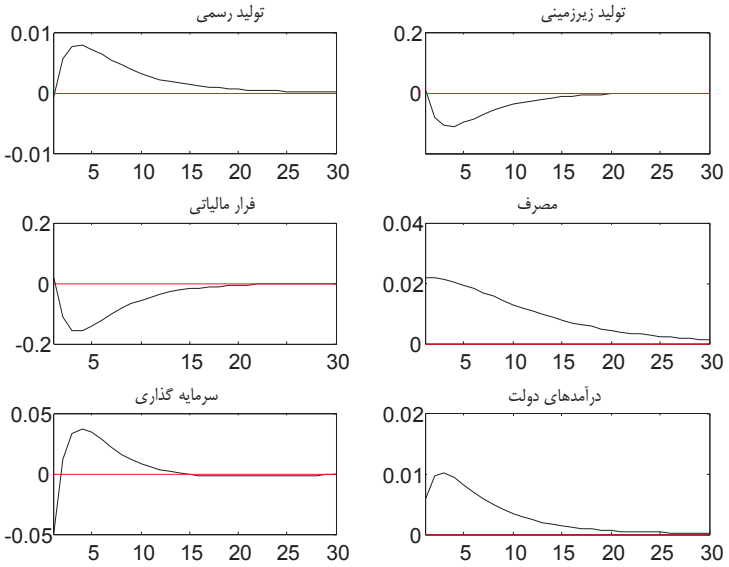

**نمودار ۳.** توابع واکنش متغیرها به یک تکانه نرخ مالیات بر درآمد شرکتی

**مأخذ:** محاسبات تحقیق




**نمودار ٤.** توابع واکنش متغیرها به یک تکانه نرخ مالیات بر درآمد شخصی ($\tau^h$)

**مأخذ:** محاسبات تحقیق




**نمودار ٥.** توابع واکنش متغیرها به یک تکانه افزایش درآمدهای نفتی

**مأخذ:** محاسبات تحقیق

### ٥-٢-١ توابع واکنش[1] متغیرها به تکانه تکنولوژی بخش رسمی

نمودار ١، توابع واکنش متغیرها به تکانه بهره‌وری تولید بخش رسمی را نشان می‌دهد. متغیر تولید رسمی با یک درصد تکانه بهره‌وری بخش رسمی ابتدا افزایش پیدا می‌کند و این اثر مثبت به مرور زمان در ٢٠ دوره محو می‌شود و تولید رسمی به مسیر باثبات قبلی باز می‌گردد. اما متغیر تولید زیرزمینی با یک تکانه تکنولوژی کاهش پیدا می‌کند که این کاهش پس از ١٥ دوره از بین می‌رود. این افزایش و کاهش در تولید رسمی و زیرزمینی می‌تواند بحث‌های مربوط به آموزش و سطح سواد را توجیه کند. طوری که با یک افزایش سطح سواد و آموزش (به عنوان تغییر فنی مثبت) نیروی کار از بخش زیرزمینی به بخش رسمی منتقل می‌شود زیرا هزینه ذهنی نیروی کار با سطح سواد بالا در بخش زیرزمینی بیشتر از بخش رسمی است. این ویژگی در

1. Impulse Response

راستای پژوهش های مارسلی و همکاران (۱۹۹۹)، گالاوی و برناسک (۲۰۰۲) است که ارتباط قوی بین سطح آموزش و مشارکت در بازار کار زیرزمینی را نشان می‌دهند. اگر تغییر فنی مثبت را کاهش مقررات_ بوروکراسی اداری، فضای کسب و کار و ... در نظر بگیریم. در این صورت نیز واکنش‌های بالا منطقی و توجیه‌پذیر خواهد بود. نکته دیگر، اینکه با یک تکانه مثبت تکنولوژی تولید رسمی کاهش در اقتصاد زیرزمینی بیشتر از افزایش در اقتصاد رسمی است که می‌تواند ناشی از جایگزینی دو بخش رسمی و زیرزمینی باشد.

در بالا، یک تکانه به اندازه یک درصد انحراف معیار به بهره وری تولید بخش رسمی منجر به کاهش تولید زیرزمینی شد. به تبع آن فرار مالیاتی را کاهش داده است و این کاهش تا ۱۵ دوره طول می کشد تا دوباره به مسیر باثبات قبلی بازگردد. متغیر مصرف و سرمایه‌گذاری با این تکانه افزایش می یابند. با تکانه بهره وری تولید رسمی درآمدهای دولت نیز مطابق انتظار با افزایش تولید رسمی در این قسمت، با افزایش منجر می‌شود که این افزایش تا ۲۲ دوره دوام دارد.

### ۵-۲-۲- توابع واکنش متغیرها به تکانه تکنولوژی بخش زیرزمینی

نمودار ۲، توابع واکنش متغیرها به یک تکانه بهره‌وری تولید بخش زیرزمینی را نشان می‌دهد. متغیر تولید رسمی با یک تکانه بهره‌وری زیرزمینی کاهش پیدا می‌کند و این روند به مرور زمان در ۱۰ دوره محو می شود. اما متغیر تولید زیرزمینی با یک تکانه مثبت بهره وری، در دوره اول افزایش می‌یابد که این افزایش سرانجام پس از ۶ دوره به طور کامل از بین می رود و به مسیر باثبات خود باز می‌گردد. متغیرهای مصرف، سرمایه‌گذاری و درآمدهای دولت نیز کاهش می‌یابد و با افزایش تولید زیرزمینی، فرار مالیاتی افزایش می‌یابد.

### ۵-۲-۳- توابع واکنش متغیرها به تکانه نرخ مالیات بر درآمد شرکتی ($\tau^c$)

نمودار ۳، توابع واکنش متغیرها به یک تکانه نرخ مالیات بر درآمد شرکتی ($\tau^c$)، را نشان می دهد. متغیر تولید رسمی با یک تکانه افزایشی نرخ مالیات بر درآمد شرکتی کاهش پیدا می‌کند و این روند به مرور زمان بعد از ۱۵ دوره به صفر می‌رسد. با افزایش نرخ مالیات شرکتی، تولید رسمی و به تبع آن درآمدهای دولت کاهش داشته است.

فرضیه معمول این است که افزایش بار مالیاتی گرایش قوی را برای کار کردن در اقتصاد زیرزمینی ایجاد می‌کند. متغیر تولید زیرزمینی با یک تکانه افزایشی نرخ مالیات بر درآمد شرکتی افزایش پیدا می‌کند که اثر این افزایش پس از ۱۰ دوره از بین می‌رود. این نتیجه هم‌آهنگ با مطالعات بوهن و اشنایدر (۲۰۱۲)، اشنایدر و انست (۲۰۰۰)، کارگاتا [1] و گیلز (۲۰۰۰)، دراسک وگیلز (۱۹۹۹)، لویزا [2] (۱۹۹۶) و گیل (۱۹۹۹) است که یکی از عوامل مؤثر بر افزایش اقتصاد زیرزمینی را ناشی از افزایش نرخ‌های مالیاتی می‌دانند.

در اینجا مطابق مطالعات ذکر شده در بالا تکانه مثبت در نرخ مالیات بر درآمد شرکتی (مالیات عملکرد) باعث سوق دادن تولید به سمت تولید زیرزمینی و افزایش فرار مالیاتی شده است. متغیر مصرف و درآمدهای دولت نیز در اثر این تکانه کاهش می‌یابند. این کاهش تا ۱۵ دوره طول می‌کشد تا دوباره به حالت باثبات خود برگردد.

### ۵-۲-٤- توابع واکنش متغیرها به تکانه نرخ مالیات بر درآمد شخصی ($\tau^h$)

نمودار ۴، توابع واکنش متغیرها به یک تکانه نرخ مالیات بر درآمد ($\tau^h$) را نشان می‌دهد. متغیر تولید رسمی با یک تکانه افزایشی نرخ مالیات بر درآمد کاهش پیدا می‌کند و این روند به مرور زمان بعد ۱۰ دوره به صفر می‌رسد. اما متغیر تولید زیرزمینی با یک تکانه افزایشی نرخ مالیات بر درآمد شخصی افزایش پیدا می کند که اثر این افزایش پس از ۱۰ دوره از بین می‌رود. در واقع مطابق نظریات در این زمینه با افزایش نرخ مالیات بر درآمد شخصی هزینه‌های ورود به بخش زیرزمینی برای افراد کاهش می‌یابد و عرضه نیروی کار از بخش رسمی به سمت بخش زیرزمینی سوق پیدا می‌کند. متغیر فرار مالیاتی با تکانه مثبت نرخ مالیات بر درآمد شخصی افرایش می‌یابد، مصرف، سرمایه‌گذاری و درآمدهای دولت نیز کاهش می‌یابند.

### ۵-۲-۵-توابع واکنش متغیرها به تکانه درآمدهای نفتی

نمودار ۵، توابع واکنش متغیرها به یک تکانه افزایش درآمدهای نفتی را نشان می‌دهد. متغیر تولید رسمی با یک تکانه افزایشی درآمدهای نفتی با افزایش مواجه می‌شود که بعد از ۲۰ دوره

1. Caragata (2000)
2. Loayza (1996)

این افزایش کاملاً از بین می رود و دوباره تولید رسمی به مسیر قبلی خود باز می‌گردد. متغیر تولید زیرزمینی نیز با یک تکانه افزایشی درآمدهای نفتی، به اندازه‌ای کاهش می‌یابد که این کاهش ۲۰ دوره طول می کشد تا دوباره به حالت باثبات برگردد. متغیر فرار مالیاتی به تبع کاهش تولید زیرزمینی کاهش می‌یابد، تا ۲۰ دوره این کاهش باقی می‌ماند تا دوباره به مسیر باثبات قبلی برگردد. مصرف، سرمایه‌گذاری و درآمدهای دولت نیز افزایش می‌یابد.

## ٦- بحث و نتیجه‌گیری

یکی از اهداف این پژوهش، استفاده از چارچوب مدل‌های تعادل عمومی برای مدل‌سازی اقتصاد زیرزمینی ایران و بررسی اثر تکانه‌های نفتی و تکانه‌های مالی (مانند تغییر نرخ مالیات‌ها) بر اقتصاد رسمی و زیرزمینی است. نتایج اررزیابی نشان می‌دهد که مدل ارائه شده تقریباً به خوبی توانسته است رفتار ادواری و نوسانات متغیرها را شبیه‌سازی کند.

نتایج حاصل از پژوهش نشان می‌دهد یک تکانه مثبت به تکنولوژی بخش رسمی باعث افزایش تولید رسمی و کاهش اقتصاد زیرزمینی و به تبع آن کاهش فرار مالیاتی و افزایش درآمد دولت می‌شود اما برعکس یک تکانه به تکنولوژی بخش زیرزمینی باعث کاهش تولید رسمی، افزایش تولید زیرزمینی و به دنبال آن منجر به افزایش فرار مالیاتی و کاهش درآمدهای دولت می‌شود. همچنین یک تکانه مثبت به نرخ مالیات شرکتی و مالیات بر درآمد منجر به کاهش تولید رسمی، افزایش تولید زیرزمینی، افزایش فرار مالیاتی و کاهش درآمد دولت می‌شود. تکانه مثبت به درآمدهای نفتی نیز باعث افزایش تولید رسمی و کاهش اقتصاد زیرزمینی و به تبع آن کاهش فرار مالیاتی و افزایش درآمد دولت می‌شود.

## ۷- پیشنهادها

در پایان با استناد به نتایج پژوهش توصیه می‌شود با کاهش بوروکراسی و تلاش در جهت بهبود فضای کسب و کار و کاهش نرخ مالیات شرکتی و مالیات بر درآمد–همگام با اجرای مالیات بر ارزش افزوده در سیستم مالیاتی که سالانه با افزایش نرخ یک درصدی مواجه است–اقدام لازم جهت هدایت تولید زیرزمینی به سمت تولید رسمی فراهم شود.

## منابع


ابونوری، اسماعیل و رجایی، محمد هادی (۱۳۹۱). "ارزیابی اثر تکانه قیمت انرژی بر متغیرهای اقتصاد کلان ایران: معرفی یک الگو تعادل عمومی پویای تصادفی". *فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی*، سال اول، شماره ۲، ۲۲-۱.

ابونوری، اسمعیل و نیک‌پور، عبدالحامد (۱۳۹۳). "اثر شاخص های بار مالیاتی بر حجم اقتصاد پنهان در ایران". *فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، سال پنجم، شماره ۱۷، ۹۰-۷۵.

بهرامی، جاوید و اصلانی، پروانه (۱۳۹۰). "بررسی آثار تکانه‌های نفتی بر سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در مسکن در یک الگوی تعادل عمومی تصادفی پویا مبتنی بر ادوار تجاری حقیقی." *فصلنامه تحقیقات مدسازی اقتصادی*، شماره ۴، ۸۲-۵۷.

تقوی، مهدی و صفرزاده، اسماعیل (۱۳۸۸). "نرخ بهینه رشد نقدینگی در اقتصاد ایران در چارچوب یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی کینزی جدید (DSGE)". *فصلنامه الگوسازی اقتصادی*، سال سوم، شماره ۳، ۱۰۴-۷۷.

خلعت بری، فیروزه (۱۳۶۹). "اقتصاد زیرزمینی". *مجله رونق*، سال اول، شماره ۱، ۱۱-۵ و شماره ۲، ۱۸- ۱۱.

زنگنه، محمد (۱۳۸۸). "ادوار تجاری در قالب یک مدل DSGE کینزی با وجود نقصان در بازارهای مالی". رساله دکتری، به راهنمایی دکتر منصور خلیلی و دکتر اصغر شاهمرادی، دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران.

شاهمرادی، اصغر و ابراهیمی، ایلناز (۱۳۸۹). "ارزیابی آثار سیاست‌های پولی در اقتصاد ایران در قالب یک الگو پویای تصادفی نیوکینزی". *مجموعه مقالات بیستمین کنفرانس سالانه سیاست‌های پولی و ارزی*، پژوهشکده پولی و بانکی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران.

شکیبائی، علیرضا و صادقی، حسین (۱۳۸۲)."مدل سازی اقتصاد زیرزمینی با روش منطق فازی". *مجله تحقیقات اقتصادی*، شماره ۶۲، ۱۹۴-۱۷۵.

شهرستانی، حمید و اربابی، فرزین (۱۳۸۸). "الگوی تعادل عمومی پویا برای ادوار تجاری اقتصاد ایران". *فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی*، شماره اول، ۶۶-۴۳.

صامتی، مجید؛ سامتی، مرتضی و دلائی میلان، علی (۱۳۸۸). "برآورد اقتصاد زیرزمینی در ایران (۱۳۸۴-۱۳۴۴): به روش MIMIC". *مطالعات اقتصادی بین‌الملل*، سال بیستم، شماره ۳۵، ۱۱۴-۸۹.

عرب مازار یزدی، علی (۱۳۸۴). "اقتصاد سیاه در ایران". تهران: مؤسسه تحقیقات و توسعه علوم انسانی.

فخرحسینی، سید فخرالدین (۱۳۹۰). "الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی برای ادوار تجاری پولی در ایران". *فصلنامه تحقیقات الگوسازی اقتصادی*، شماره ۱، ۲۸-۱.

فخرحسینی، سید فخرالدین؛ شاهمرادی، اصغر و احسانی، محمدعلی (۱۳۹۱). "چسبندگی قیمت و دستمزد و سیاست پولی در ایران". *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی*، سال دوازدهم، شماره ۱، ۳۰-۱.

فطرس، محمد حسن؛ توکلیان، حسین و معبودی، رضا (۱۳۹۴). "تأثیر تکانه‌های پولی و مالی بر متغیرهای کلان اقتصادی- رهیافت تعادل عمومی تصادفی پویای کینزی جدید ۱۳۹۱-۱۳۴۰". *فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، سال پنجم، شماره ۱۹، ۹۴-۷۳.

متوسلی، محمود و ابراهیمی، ایلناز (۱۳۸۹). "نقش سیاست‌های پولی در انتقال اثر تکانه‌های نفتی به اقتصاد ایران". *سیاست‌های اقتصادی*، شماره ۲، ۵۰-۲۷.

متوسلی، محمود؛ ابراهیمی، ایلناز؛ شاهمرادی، اصغر و کمیجانی، اکبر (۱۳۸۹). "طراحی یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی نیوکینزی برای اقتصاد ایران به عنوان یک کشور صادرکننده نفت". *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی*، دانشگاه تربیت مدرس، سال دهم، شماره چهارم، ۱۱۶-۸۷.

مشیری، سعید، پرمهر، شعله و موسوی نیک، سید هادی (۱۳۹۰). "بررسی درجه تسلط سیاست مالی در اقتصاد ایران در قالب مدل تعادل عمومی پویایی تصادفی". *فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، دوره دوم، شماره ۵، ۹۰-۶۹.

مهرگان، نادر و دلیری، حسن (۱۳۹۲). "واکنش بانک‌ها در برابر سیاست‌های پولی بر اساس الگو DSGE". *فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، شماره ۶۶، ۶۷-۳۹.

نصیری‌نژاد، محمدرضا؛ استادی، حسین و هرتمنی، امیر (۱۳۹۳). "بررسی تأثیر مالیات بر جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در کشورهای عضو D-8". *فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، سال چهارم، شماره ۱۴، ۳۸-۲۹.

Aigner, D., Schneider, F. & Ghosh, Gh. (1988). "Me and My Shadow: Estimating The Size of the Us Hidden Economy From Time Series Data". In W. A. Barnett; E. R. Berndt and H. White (eds.): *Dynamic Econometric Modeling,* Cambridge (Mass.): Cambridge University Press, pp. 224-243.

An, S. & Schorfheide, F. (2007). "Bayesian Analysis of DSGE Models". E*conometric Reviews*, 26(2-4), 113-172.

Argentiero, A. & Bollino, C. A. (2013). "The Measurement of Underground Economy: A Dynamic-Simulation Based Approach" (No. 123/2013). Università di Perugia, *Dipartimento Economia*, Finanza e Statistica.

Auty, R. & Gelb, A. (1986). "Oil Windfalls in a Small Parliamentary Democracy: Their Impact on Trinidad and Tobago", *World Development,* 14, 1161–1175.

Bhattacharjee, A. & Thoenissen, C. (2007). "Money and Monetary Policy In Dynamic Stochastic General Equilibrium Models". *The Manchester School*, 75(s1), 88-122.

Buehn, A. & Schneider, F. (2012). "Shadow Economies Around The World: Novel Insights, Accepted Knowledge, and New Estimates". *International Tax and Public Finance,* 19(1), 139-171.

Busato, F. & Chiarini, B. (2004). "Market and Underground Activities in A Two-Sector Dynamic Equilibrium Model". *Economic Theory*, 23(4), 831–861

Busato, F. & Chiarini, B. (2013). "*Public Finance Review"*, 1091142113487006.

Busato, F., Chiarini, B. & Marchetti, E. (2011). "Indeterminacy, Underground Activities and Tax Evasion*"*. *Economic Modelling*, 28(3), 831-844.

Caragata, P. J. & Giles, D. E. A. (2000)

"Simulating The Relationship Between The Hidden Economy and the Tax Level And Tax Mix In New Zealand". In Taxation and the Limits of Government (pp. 221-240). Springer US.

Colombo, E., Onnis, L. & Tirelli, P. (2013). "Shadow Economies at Times of Banking Crises: Empirics And Theory". Working Papers 234, University of Milano-Bicocca, Department of Economics, revised Feb 2013.

Conway, P. & Gelb, A. (1988). "Oil Windfalls in a Controlled Economy: A Fix-Price Equilibrium Analysis of Algeria". *Journal of Development Economics*, 28, 63–81.

Dell'Anno, R. (2007). "The Shadow Economy in Portugal: An Analysis with the MIMIC Approach". *Journal of Applied Economics*, 10, 253-277.

Dell'Anno, R. & Schneider, F. (2003). "The Shadow Economy of Italy and other OECD Countries: What do you know?". *Journal of Public Finance and Public Choice,* 21, 97-120.

Dell'Anno, R. & Solomon, H. O. (2006). "Shadow Economy and Unemployment Rate in U.S.A. Is There A Structural Relationship?". *An Empirical Analysis. For the Annual Meeting of the European Public Choice Society*, Finland, April 20-23, 2006.

Draeseke, R. & Giles, D. E. A. (1999). "A Fuzzy Logic Approach to Modeling the Underground Economy". *Proceedings of the International Conference on Modeling and Simulation*, 2, 453-458.

Elgin, C. & Oztunali, O. (2012). "Shadow Economies Around the World: Model Based Estimates". *Bogazici University Department of Economics Working Papers*, 5.

Feige, E. L. (1990). "Defining and Estimating the Underground and Informal Economies: The New Institutional Economies Approach". *World Development*, 18(7), 989-1002.

Gallaway, J. H. & Bernasek, A. (2002). "Gender and Informal Sector Employment in Indonesia". *Journal of Economic Issues*, 36(2), 313–321.

Giles, D. (1999). "Measuring The Hidden Economy: Implications for Econometric Modeling". *The Economic Journal*, 109, 370–380.

Giles, D. E. A. & Tedds, L. M. (2002). "Taxes and the Canadian Underground Economy**"**. *Canadian Tax paper*, 106, Canadian Tax Foundation, Toronto, Canada.

Giles, D. E. A. (1998). "The Underground Economy: Minimizing the Size of Government**"**. In Grubel, H. (Ed), How to Spend the Fiscal Dividend: Minimizing the Size of Government, Fraser Institute, Vancouver. PP.93-110.

Giles, D. E. A., Tedds, L. M. & Werkneh, G . (2002). "The Canadian Underground and Measured Economies". *Applied Economics,* 34(4), 2347-2352.

Greenwood, J., Hercowitz, Z. & Huffman, G. W. (1988). "Investment, Capacity Utilization, and The Real Business Cycle". *The American Economic Review*, 78(3), 402–417.

Justiniano, A., Primiceri, G. E. & Tambalotti, A. (2010**)**. "Investment shocks and Business Cycles". *Journal of Monetary Economics*, 57(2), 132-145.

Kavand, H. & Shahmoradi, A. (2011). "Oil Price Changes and Total Productivity Fluctuations in an Oil-Exporting Country". *OPEC Energy Review*, 35, 157-173.

Kydland, F. & Prescott, E. (1982). "Time to Build and Aggregate Fluctuations". *Econometrica*, 50, 1350-1372.

Loayza, N. V. (1996). "The Economics of the Informal Sector: A Simple Model and Some Empirical Evidence from Latin America". *Carnegie-Rochester Conf. Series Public Policy*, 45, 129–62.

Marcelli, E. A., Pastor Jr., M. & Joassart, P. M. (1999). "Estimating the Effects of Informal Economic Activity: Evidence from Los Angeles County". *Journal of Economic Issues*, 33(3), 579–607.

Orsi, R., Raggi, D. & Turino, F. (2012). "Estimating the Size of the Underground Economy: A DSGE Approach", Working Papers wp 818, DipartimentoScienzeEconomiche, Universita di Bologna.

Schneider, F. & Enste, D. H. (2000). "Shadow Economies: Size, Causes, and Consequences". *Journal of Economic Literature,*. 38, 77-114.

Schneider, F., Buehn, A. & Montenegro, C. E. (2010). "New Estimates for the Shadow Economies all over the World". *International Economic Journal*, 24, 443–461.

Tanzi, V. (1999). "Uses and Abuses of Estimates of the Underground Economy". *Economic Journal*, 109 (3), 338-347.

Uhlig, H. (1999). "A Toolkit for Analyzing Nonlinear Dynamic Stochastic Models Easily, Computational Methods for the Study of Dynamic Economies". *Oxford University Press*.

Vogel, L. (2012). "Tax Avoidance and Fiscal Limits: Laffer Curves in an Economy with Informal Sector" (No. 448). *Directorate General Economic and Monetary Affairs (DG ECFIN), European Commission*.

## پیوست ۱: شرایط تعادل الگو

شرایط تعادل در الگوی ارائه شده به صورت سیستم معادلات زیر می‌باشد که در ادامه لگاریتم خطی شده است:

$$y_{i,t}^{m} = A_t\left(\Gamma_t h_{i,t}^{m}\right)^{\alpha}\left(k_{i,t}^{m}\right)^{1-\alpha}$$
$$y_{i,t}^{u} = B_t\left(\Gamma_t h_{i,t}^{u}\right)^{\alpha_u}\left(k_{i,t}^{u}\right)^{1-\alpha_u}$$
$$\mathrm{y_{i,t}} = \mathrm{y_{i,t}^{m}} + \mathrm{y_{i,t}^{u}}$$
$$(1-\alpha)\frac{y_{i,t}^{m}}{k_{i,t}^{m}} = \frac{r_t^{m}}{1-\tau_t^{c}}$$
$$(1-\alpha_u)\frac{y_{i,t}^{u}}{k_{i,t}^{u}} = \frac{r_t}{1-ps\tau_t^{c}}$$
$$\alpha\frac{y_{i,t}^{m}}{h_{i,t}^{m}} = \frac{w_t^{m}(1+\tau_t^{s}-\tau_t^{c})}{1-\tau_t^{c}}$$
$$\alpha_u\frac{y_{i,t}^{u}}{h_{i,t}^{u}} = w_t^{u}$$
$$k_{t+1} = \mu_t I_t + (1-\delta_k)k_t$$
$$c_t + I_t = \left(1-\tau_t^{h}\right)(w_t^{m}h_t^{m} + r_t^{m}k_t^{m}) + w_t^{u}h_t^{u} + r_t^{u}k_t^{u}$$
$$k_t^{u} + k_t^{m} = k_t$$
$$\frac{\lambda_t}{\mu_t} = \beta E_t\left\{\lambda_{t+1}\left[\frac{(1-\delta_k)}{\mu_{t+1}} + \left(1-\tau_{t+1}^{h}\right)r_{t+1}^{m}\right]\right\}$$
$$B_0(h_t^{m}+h_t^{u})^{\xi}\vartheta_t = \left(1-\tau_t^{h}\right)w_t^{m}\lambda_t$$
$$B_0(h_t^{m}+h_t^{u})^{\xi}\vartheta_t + B_1(h_t^{u})^{\phi} = w_t^{u}\lambda_t$$
$$r_t^{u} = \left(1-\tau_t^{h}\right)r_t^{m}$$
$$g_t = G_t^{h} + G_t^{c} + G_t^{s} + or_t = \tau_t^{h}(w_t^{m}h_t^{m} + r_t^{m}k_t^{m}) + \tau_t^{c}\left(y_{i,t}^{m} - w_t^{m}h_{i,t}^{m} + ps\left(y_{i,t}^{u} - w_{i,t}^{u}h_{i,t}^{u}\right)\right) + \tau_t^{s}w_t^{m}h_{i,t}^{m} + or_t$$
$$h_t = h_t^{u} + h_t^{m}$$

**مدل خطی شده:**

$$\tilde{y}_{i,t}^{m} = \tilde{A}_t + \alpha\tilde{h}_{i,t}^{m} + (1-\alpha)\tilde{k}_{i,t}^{m}$$
$$\tilde{y}_{i,t}^{u} = \tilde{B}_t + \alpha_u\tilde{h}_{i,t}^{u} + (1-\alpha_u)\tilde{k}_{i,t}^{u}$$
$$\tilde{y}_{i,t} = \left(\frac{\bar{y}^m}{\bar{y}}\right)\tilde{y}_{i,t}^{m} + \left(\frac{\bar{y}^u}{\bar{y}}\right)\tilde{y}_{i,t}^{u}$$
$$\tilde{r}^m = \tilde{y}_{i,t}^{m} - \tilde{k}_{i,t}^{m} - \left(\frac{\bar{\tau}^c}{1-\bar{\tau}^c}\right)\tilde{\tau}_t^c$$
$$\tilde{r}_t^u = \tilde{y}_{i,t}^{u} - \tilde{k}_{i,t}^{u} - \left(\frac{ps\bar{\tau}^c}{1-ps\bar{\tau}^c}\right)\tilde{\tau}_t^c$$
$$\tilde{y}_{i,t}^{m} - \tilde{h}_{i,t}^{m} = \tilde{w}^m - \left(\frac{\bar{\tau}^c}{1+\bar{\tau}^s-\bar{\tau}^c}\right)\tilde{\tau}_t^c + \left(\frac{\bar{\tau}^c}{1+\bar{\tau}^s-\bar{\tau}^c}\right)\tilde{\tau}_t^s + \left(\frac{\bar{\tau}^c}{1-\bar{\tau}^c}\right)\tilde{\tau}_t^c$$
$$\tilde{w}^u = \tilde{y}_{i,t}^{u} - \tilde{h}_{i,t}^{u}$$
$$\tilde{k}_{t+1} = \left(\frac{\gamma-1+\delta_k}{\gamma}\right)\tilde{x}_t + \left(\frac{\gamma-1+\delta_k}{\gamma}\right)\tilde{\mu}_t + \left(\frac{1-\delta_k}{\gamma}\right)\tilde{k}_t$$
$$\tilde{x}_t = (1-\bar{\tau}^h)\left(\frac{\bar{w}^m\bar{h}^m}{\bar{x}}\right)\left(\tilde{h}_t^m + \tilde{w}_t^m\right) + \frac{\bar{r}^m\bar{k}^m}{\bar{x}}\left(\tilde{r}_t^m + \tilde{k}_t^m\right) - \frac{\bar{\tau}^h}{\bar{x}}\tilde{\tau}_t^h\left(\bar{w}^m\bar{h}^m + \bar{r}^m\bar{k}^m\right) + \frac{\bar{r}^u\bar{k}^u}{\bar{x}}\left(\tilde{r}_t^u + \tilde{k}_t^u\right) + \frac{\bar{w}^u\bar{h}^u}{\bar{x}}\left(\tilde{h}_t^u + \tilde{w}_t^u\right) - \frac{\bar{c}}{\bar{x}}\tilde{c}_t$$
$$\tilde{k}_t = \left(\frac{\bar{k}^u}{\bar{k}}\right)\tilde{k}_t^u + \frac{\bar{k}^m}{\bar{k}}\tilde{k}_t^m$$
$$\tilde{c}_t = E_t\{\tilde{c}_{t+1}\} + T^h\left[\frac{\gamma-B(1-\delta_K)}{\gamma\delta(1-\tau^h)}\right]\rho_h\tau_t^h - \frac{\gamma-B(1-\delta_K)}{\gamma\delta}\mathrm{E}+\{\gamma_t^m+1\} - \left(\frac{\gamma-\beta(1-\delta_k)\rho^I}{\gamma\delta}\right)\mu_t$$
$$\tilde{r}_t^u = \tilde{r}_t^m - \left(\frac{\bar{\tau}^h\bar{r}^m}{\bar{r}^u}\right)\tilde{\tau}_t^h$$
$$\xi\tilde{h}_t + \tilde{\xi}_t^h = \tilde{w}_t^m - \sigma\tilde{c}_t - \left(\frac{\bar{\tau}^h}{1-\bar{\tau}^h}\right)\tilde{\tau}_t^h$$
$$\xi\tilde{h}_t + \emptyset\tilde{h}_t^u = \tilde{w}_t^u - \sigma\tilde{c}_t$$
$$\tilde{G}_t^h = \frac{\bar{\tau}^h}{\bar{G}^h}\left(\bar{w}^m\bar{h}^m\left(\tilde{h}_t^m + \tilde{w}_t^m\right)\right) + \bar{r}^m\bar{k}^m\left(\tilde{r}_t^m + \tilde{k}_t^m\right) + \tilde{\tau}_t^h$$
$$\tilde{G}_t^c = \frac{\bar{\tau}^c}{\bar{G}^c}\left(ps\left(\bar{y}^u\tilde{y}_t^u - \bar{w}^u\bar{h}^u\left(\tilde{h}_t^u + \tilde{w}_t^u\right)\right) + \bar{y}^m\tilde{y}^m - \bar{w}^m\bar{h}^m\left(\tilde{w}_t^m + \tilde{h}_t^m\right)\right) + \tilde{\tau}^c$$
$$\tilde{G}^s = \tilde{h}^m + \tilde{w}^m + \tilde{\tau}^s$$
$$\tilde{h}_t = \left(\frac{\bar{h}^u}{\bar{h}}\right)\tilde{h}_t^u + \frac{\bar{h}^m}{\bar{h}}\tilde{h}_t^m$$