

## ارزیابی مدل رشد نئوکلاسیک در تبیین چرخه‌های تجاری ایران

زهرا افشاری<sup>۱</sup>

نوشین محمودی<sup>۲</sup>

رضا بوستانی<sup>۳\*</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۲۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۱۶

### چکیده

در این مقاله یک مدل رشد نئوکلاسیک جهت تبیین چرخه‌های تجاری در اقتصاد ایران به کار گرفته شد. ابتدا چرخه‌های تجاری در اقتصاد ایران از داده‌های تحقق‌یافته فصلی مصرف، سرمایه‌گذاری و هزینه‌های مصرفی دولت استخراج شد. سپس یک مدل رشد نئوکلاسیک به گونه‌ای تعمیم یافت که تکانه‌های فن‌آوری و هزینه‌های مصرفی دولت را شامل شود. پارامترهای مدل با استفاده از ویژگی‌های سری‌های زمانی در اقتصاد ایران مقادیردهی شد. برای ارزیابی مدل، چرخه‌های تجاری تحقق‌یافته در ایران با متناظر آنها در مدل شبیه‌سازی شده مقایسه گردید. نتایج نشان می‌دهد که مدل می‌تواند نوسانات اقتصاد ایران را به خوبی بازتولید کند. همچنین نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که عامل اصلی نوسانات در اقتصاد ایران تکانه‌های فن‌آوری است و سهم تکانه‌های دولت در نوسانات اقتصادی بسیار اندک است.

**کلید واژه‌ها:** مدل رشد نئوکلاسیک، چرخه‌های تجاری حقیقی، تکانه فن‌آوری و تکانه هزینه‌های مصرفی دولت

طبقه‌بندی JEL: E13, E32, E17

Email: zafshari@alzahra.ac.ir

Email: n\_mahmoodi\_z@yahoo.com

Email: r\_boostani2000@yahoo.com

۱. استاد گروه اقتصاد دانشگاه الزهرا

۲. کارشناسی ارشد اقتصاد دانشگاه الزهرا

۳. دکتری اقتصاد، محقق بانک مرکزی (نویسنده مسئول)

## ۱. مقدمه

یکی از روش‌های مورد استفاده برای مطالعه چرخه‌های تجاری به کارگیری مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی<sup>۱</sup> است. در سال‌های اخیر به کارگیری این مدل‌ها به‌طور چشم‌گیری در میان اقتصاددانان توسعه یافته است. مدل رشد نئوکلاسیک<sup>۲</sup> هسته مرکزی مدل‌های تعادل عمومی را تشکیل می‌دهد. بنابراین این مقاله عملکرد مدل رشد نئوکلاسیک در تبیین چرخه‌های تجاری در اقتصاد ایران را بررسی می‌نماید.

نظریه چرخه‌های تجاری حقیقی<sup>۳</sup> اولین بار مدل رشد نئوکلاسیک را برای مطالعه چرخه‌های تجاری به کار گرفت. در این نظریه فرض می‌شود نوسانات اقتصادی (رکود و رونق) به علت تکانه‌های تصادفی به فن‌آوری (بهره‌وری عوامل تولید) پدید می‌آید. براساس این نظریه، چرخه‌های تجاری پاسخ طبیعی و بهینه اقتصاد به تغییر در فن‌آوری است. اگر چه مدل‌های ارائه شده در این نظریات بسیار ساده هستند، ولی این مکتب فکری دست‌آوردهای مهمی برای علم اقتصاد به‌همراه داشت. مهم‌ترین دست‌آورد این نظریه ارائه روش جدید در مطالعات اقتصادی بود که هم‌اکنون به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در این مقاله ابتدا چرخه‌های تجاری در اقتصاد ایران از سری‌های زمانی فصلی استخراج می‌شود. در ادامه مدل رشدی به کار گرفته می‌شود که شامل خانوار، بنگاه تولیدی و دولت است. البته بنگاه‌های تولیدی در این مدل با تکانه‌های فن‌آوری و دولت با تکانه‌های در بخش هزینه‌های مواجهه‌اند. خانوارها نیز که مالیات می‌پردازند و از طریق تعامل با بنگاه‌ها درآمد کسب می‌کنند باید نسبت به تکانه‌ها واکنش مناسب اتخاذ کنند. پارامترهای مدل با استفاده از روش مقداردهی تعیین می‌شود. در پایان نیز چرخه‌های تجاری شبیه‌سازی شده در مدل و چرخه‌ها در سری‌های زمانی با یکدیگر مقایسه می‌شود. همچنین نشان داده می‌شود که این مدل می‌تواند به‌خوبی نوسانات تجاری در سرمایه‌گذاری را شبیه‌سازی کند. اما این مدل نمی‌تواند چرخه‌های تجاری در مصرف را به‌خوبی توضیح دهد.

این مقاله در هشت بخش تدوین شده است. در بخش دوم چرخه‌های تجاری و مطالعات داخلی در این زمینه مرور می‌شود. در بخش سوم چرخه‌های تجاری از سری‌های زمانی فصلی برای اقتصاد ایران استخراج می‌شود. مدل رشد نئوکلاسیک در بخش چهارم ارائه می‌شود. بخش پنجم به تعادل رقابتی در این اقتصاد و حل مدل می‌پردازد. در بخش ششم مقداردهی پارامترها ارائه می‌شود. نتایج شبیه‌سازی مدل در بخش هفتم و نتیجه‌گیری در بخش پایانی ارائه شده است.

1. Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE)

2. Neoclassical Growth Model

3. Real Business Cycle Theory

## ۲. پیشینه تحقیق

در سه دهه گذشته چرخه‌های تجاری موضوع مطالعات زیادی بوده، و در ایران نیز تحقیقات زیادی در این زمینه انجام شده است. در یک دسته‌بندی کلی از نظر روش تحقیق مطالعات انجام شده را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد. دسته اول تحقیقاتی که با استفاده از سری‌های زمانی ویژگی‌های چرخه‌های تجاری را مورد بررسی قرار می‌دهند. مطالعه برنز و میشل<sup>۱</sup> (۱۹۴۶) از اولین مطالعات در این زمینه است که نشان‌دهنده‌ی سابقه بسیار طولانی این روش است. در ایران نیز مطالعات زیادی به این روش انجام شده است (هادیان و هاشم‌پور، ۱۳۸۲؛ صمدی و جلائی، ۱۳۸۳؛ طیب‌نیا و قاسمی، ۱۳۸۵؛ هوشمند و همکاران، ۱۳۸۷؛ مجاب و برکچیان، ۱۳۹۱؛ برکچیان و عینیان، ۱۳۹۱). مشابه این دسته از مطالعات و در بخش سوم مقاله حاضر چرخه‌های تجاری از سری‌های زمانی فصلی اقتصاد ایران استخراج می‌شود.

دسته دوم شامل مطالعاتی است که از طریق شبیه‌سازی - و با استفاده از مدل‌های تعادل عمومی - اقدام به بازتولید متغیرهای اقتصادی کرده‌اند. نیومری و پری<sup>۲</sup> (۲۰۰۵)، آگیار و گوپینات<sup>۳</sup> (۲۰۰۷) و گارسیا-سیکو<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۰) مطالعاتی در این زمینه هستند. این روش در مطالعات داخلی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بوستانی (۱۳۹۲) یک مدل تعادل عمومی را با استفاده از داده‌های فصلی ایران تخمین زده و مدل شبیه‌سازی شده را با ویژگی‌های چرخه‌های تجاری در سری‌های زمانی مقایسه کرده است. مطالعه حاضر به مطالعه بوستانی (۱۳۹۲) شبیه است. البته با اضافه کردن هزینه‌های مصرفی دولت مدل تعمیم یافته است.

البته مدل‌های تعادل عمومی برای مطالعه موضوعات دیگر در ایران استفاده شده است. به‌طور مثال، عباسی‌نژاد و همکاران (۱۳۸۸) یک مدل چرخه‌های تجاری حقیقی را براساس رهیافت حداکثر راست‌نمایی و روش فیلتر کالمن، برای اقتصاد ایران برآورد کرده‌اند. یکی از مهم‌ترین نتایج به‌دست آمده از بررسی داده‌ها، حاکی از آن است که ثبات اقتصادی در دوره‌های (۱۳۸۴-۱۳۷۶) بهبود یافته است. همچنین براساس نتایج، تکانه‌های فن‌آوری در اقتصاد ایران نسبتاً پایدارند و اثرات تکانه‌های وارد بر اقتصاد مدت زمان زیادی اقتصاد ایران را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

همچنین رضائی (۱۳۸۹) به بررسی رفتار مصرف و پس‌انداز در چهارچوب مدل رشد نئوکلاسیکی پرداخته و به این نتیجه رسیده که سری‌های زمانی ایجاد شده از مدل رشد نئوکلاسیک قادر به توضیح

1. Burns and Mitchell
2. Neumeyer and Perri
3. Aguiar and Gopinath
4. Garcia-Cicco

بیش از ۸۵ درصد داده‌های تحقق یافته است. فخر حسینی (۱۳۹۰) برای تحلیل تأثیر نوسانات درآمدهای نفتی و نقدینگی بر متغیرهای کلان از یک مدل تعادل عمومی استفاده کرده و نتایج مطالعه نشان می‌دهد در این الگوی بدون چسبندگی‌های اسمی پول خنثی است.

### ۳. چرخه‌های تجاری در ایران

برنز و میشل (۱۹۴۶) چرخه‌های تجاری را نوعی از نوسانات در کل فعالیت‌های اقتصادی کشورها می‌دانند که فعالیت‌هایشان به‌طور عمده توسط شرکت‌های تجاری انجام می‌شود؛ یک چرخه شامل انبساط تقریباً هم‌زمان در بسیاری از فعالیت‌های اقتصادی است که به دنبال آن رکود و کساد ایجادمی‌شود و تا دوره انبساط بعدی ادامه می‌یابد. این تغییرات تکرارپذیر، اما غیردوره‌ای هستند و طول چرخه‌های تجاری از یک سال تا ۱۰ یا ۱۲ سال متغیر است.

برای استخراج چرخه‌های تجاری از سری‌های زمانی فصلی استفاده شده است.<sup>۱</sup> سری‌های زمانی فصلی از ابتدای سال ۱۳۶۷ در دسترس است، اما به دلیل شرایط بعد از جنگ و نوسانات تجاری شدید در دوره سازندگی که ناشی از تکانه‌های شدید نرخ ارز بود سال‌های ابتدایی این سری‌ها، کنار گذاشته شده است. چرخه‌های تجاری از سری‌های زمانی مصرف، سرمایه‌گذاری و هزینه‌های مصرفی دولت استخراج می‌شود. همچنین تولید ناخالص داخلی به‌صورت حاصل جمع مصرف، سرمایه‌گذاری و هزینه‌های دولت تعریف شده است. دوره مورد مطالعه فصل سوم سال ۱۳۷۴ تا پایان سال ۱۳۸۹ را شامل می‌شود.

چرخه‌های تجاری یک متغیر اقتصادی انحرافات آن متغیر حول روند بلندمدت خودش است. لذا برای بررسی چرخه‌های تجاری لازم است نوسانات از روند بلندمدت سری‌های زمانی جدا شود. با استفاده از فیلتر هدریک-پرسکات<sup>۲</sup> (با ضریب هموارسازی ۱۶۰۰) چرخه‌های تجاری از شکل لگاریتمی سری زمانی تعدیل فصلی شده استخراج شد.

برای مطالعه ویژگی‌های چرخه‌های تجاری می‌توان از شاخص‌های آماری تغییرپذیری و هم‌حرکتی استفاده کرد. برای محاسبه شاخص هم‌حرکتی میان دو متغیر  $x$  و  $y$  از ضریب همبستگی میان آن دو ( $\rho_{xy}$ ) استفاده می‌شود. این شاخص شدت وابستگی بین دو متغیر را نشان می‌دهد. از آنجا که تولید ناخالص داخلی متغیر بسیار مهمی در مطالعات اقتصادی است، ضریب همبستگی هر متغیر با تولید ناخالص داخلی گزارش شده است.

۱. حساب‌های ملی فصلی در پایگاه اطلاعاتی بانک مرکزی در دسترس عموم است.

2. Hodrick- Prescott

تغییرپذیری شاخصی است که میزان پراکندگی متغیرها نسبت به میانگین‌شان را اندازه می‌گیرد و با انحراف معیار اندازه‌گیری می‌شود. هرچه انحراف معیار نوسانات متغیری بیشتر باشد، آن متغیر نوسانات شدیدتری را تجربه می‌کند. همچنین می‌تواند تغییرپذیری هر متغیر را به‌طور نسبی اندازه گرفت. در این صورت انحراف استاندارد نوسانات هر متغیر ( $\sigma_x$ ) نسبت به انحراف معیار تولید ناخالص داخلی ( $\sigma_y$ ) گزارش می‌شود.

چرخه‌های تجاری در اقتصاد ایران در جدول (۱) گزارش شده است. نوسانات تولید کمتر از نوسانات دیگر متغیرها است. البته سرمایه‌گذاری و هزینه‌های دولت نسبت به تولید نوسانات بسیار شدیدتری را تجربه می‌کند. همان‌گونه که مشخص است مصرف خصوصی، سرمایه‌گذاری و هزینه‌های دولت هم‌جهت با تولید حرکت می‌کنند. البته رابطه میان سرمایه‌گذاری و تولید بسیار قوی‌تر از رابطه مصرف و هزینه‌های دولت با تولید است.

جدول ۱: چرخه‌های تجاری در اقتصاد ایران (۱۳۸۹:۴-۱۳۷۴:۳)

تغییرپذیری ( $\sigma$ )	تغییرپذیری نسبت به تولید ( $\frac{\sigma_x}{\sigma_y}$ )	هم‌حرکتی نسبت به تولید ( $\rho_{xy}$ )	هم‌حرکتی نسبت به مصرف ( $\rho_{xc}$ )	
۰/۰۲۳	۱	۱		تولید (Y)
۰/۰۲۹	۱/۲۶	۰/۵۲	۱	مصرف (C)
۰/۰۵۵	۲/۳۹	۰/۶۹	-۰/۱۸	سرمایه‌گذاری (I)
۰/۰۵۱	۲/۲۲	۰/۲۸	-۰/۱۲	هزینه‌های دولت (G)

#### ۴. مدل

مدل براساس نظریه چرخه‌های تجاری حقیقی ساخته شده است. این مدل شامل خانوارها، بنگاه‌ها و دولت است. در این اقتصاد تعداد زیادی خانوار وجود دارند که منابع تولید (نیروی کار و سرمایه) را در اختیار دارند. بنگاه‌ها منابع را از خانوار اجاره می‌کنند و محصول نهایی را تولید و در بازار رقابت کامل عرضه می‌کنند. دولت نیز برای تأمین هزینه‌های خود مالیات سرانه وضع می‌کند. در این اقتصاد بازارها کامل هستند و قیمت‌ها به‌سرعت تعدیل می‌شوند. تکانه‌های فن‌آوری و هزینه‌های دولت می‌توانند این اقتصاد را از وضعیت پایدار خود منحرف کنند. لذا این مدل یک مدل چرخه‌های تجاری حقیقی است.

### ۴-۱ خانوار

در این مدل اقتصادی، تعداد زیادی خانوار وجود دارند که روی بازه صفر و یک پراکنده‌اند،  $j \in [0,1]$ . این خانوارها در مورد میزان مصرف، ساعات کار و سرمایه‌گذاری در هر دوره تصمیم می‌گیرند. هر خانوار مقدار ثابتی زمان ( $T$ ) در اختیار دارد که باید آن را به کارکردن ( $h$ ) و فراغت ( $l$ ) تخصیص دهد،  $T = h + l$ . هدف خانوار انتخاب بهینه مصرف ( $c$ ) و ساعات فراغت است، به گونه‌ای که مطلوبیت انتظاری تنزیل شده او حداکثر شود. تابع مطلوبیت انتظاری تنزیل شده برتی خانوار نمونه به صورت زیر است:

$$\max E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t (\ln(c_t) + \theta \ln(l_t)) \quad (1)$$

که در آن،  $\beta$  عامل تنزیل ذهنی و  $\theta$  ضریب استراحت در تابع مطلوبیت است. ذکر این نکته لازم است که متغیر  $x_t$  ارزش متغیر  $x$  را در دوره  $t$  نشان می‌دهد. خانوارها صاحبان اصلی سرمایه ( $k$ ) هستند و در ازای آن اجاره ( $r$ ) دریافت می‌کنند. کل زمانی که خانوار در اختیار دارد یک در نظر گرفته شده است،  $T = 1$ . خانوار بخشی از زمان خود را به صورت نیروی کار در بازار عرضه می‌کند و در ازای آن دستمزد ( $w$ ) دریافت می‌کند. دولت از هر خانوار مالیات سرانه  $\tau$  دریافت می‌کند که منابع درآمدی دولت را تشکیل می‌دهد. قید بودجه خانوار در هر دوره به صورت زیر است.

$$c_t + i_t \leq w_t h_t + r_t k_t - \tau_t \quad (2)$$

درآمد ناشی از نیروی کار ( $wh$ ) و درآمد ناشی از اجاره سرمایه ( $rk$ ) منهای مالیات منابع خانوار را در هر دوره تشکیل می‌دهد. این منابع در هر دوره به مصرف و سرمایه‌گذاری ( $i$ ) تخصیص داده می‌شود. خانوار نمونه تابع مطلوبیت (۱) را نسبت به قید بودجه (۲) حداکثر می‌کند. سرمایه‌گذاری فعلی خانوار به تشکیل سرمایه و افزایش توان تولیدی آتی کمک می‌کند. سرمایه‌گذاری بر اساس قانون تشکیل سرمایه (۳) موجب انباشت سرمایه می‌شود.

$$k_{t+1} = (1 - \delta)k_t + i_t \quad 0 < \delta < 1 \quad (3)$$

در قانون تشکیل سرمایه نرخ استهلاک با  $\delta$  نشان داده شده است.

## ۴-۲ بنگاه‌ها

در اقتصاد بنگاه‌های زیادی وجود دارند که در بازار رقابت کامل فعالیت می‌کنند و با به‌کارگیری تابع تولید با بازدهی ثابت نسبت به مقیاس کالای نهایی تولید می‌نمایند. این فروض ایجاب می‌کند که حداکثر سود بنگاه اقتصادی صفر باشد. بنابراین برای راحتی، فرض می‌کنیم که تنها یک بنگاه در اقتصاد وجود دارد که در بازار رقابت کامل فعالیت می‌کند و نمی‌تواند با تصمیمات خود بر قیمت‌های بازار اثر بگذارد. همچنین کالای نهایی با استفاده از تابع کاب-داگلاس تولید می‌شود.

$$Y_t = e^{A_t} K_t^\alpha H_t^{1-\alpha} \quad 0 < \alpha < 1 \quad (۴)$$

که در آن تولید کالای نهایی،  $K_t$  سرمایه،  $H_t$  تقاضا برای نیروی کار و  $\alpha$  سهم سرمایه از تولید است. بهره‌وری کل عوامل تولید یا فن‌آوری ( $A_t$ ) تغییر در محیط کسب و کار را نشان می‌دهد؛ به‌طور مثال، افزایش بهره‌وری موجب می‌شود با مقدار ثابت نهاده‌های تولید (سرمایه فیزیکی و نیروی کار)، مقدار بیشتری محصول تولید شود. تغییر در قیمت انرژی، تغییر در فضای کسب و کار، عوامل طبیعی (سیل، زلزله و خشکسالی) و تغییرات سیاسی (تغییر دولت‌ها) مثال‌هایی از تکانه‌های فن‌آوری هستند. همچنین فرض شده است بهره‌وری کل عوامل تولید از فرآیند خود رگرسیو مرتبه اول (۵) تبعیت می‌کند.

$$A_t = \rho_A A_{t-1} + \varepsilon_t^A \quad (۵)$$

که  $\rho_A$  ضریب خودرگرسیو فن‌آوری است. همچنین  $\varepsilon_t^A$  تکانه فن‌آوری است که از توزیع نرمال با میانگین صفر و انحراف معیار  $\sigma_A$  تبعیت می‌کند.

## ۴-۳ دولت

هزینه‌های دولت ( $G$ ) از محل جمع‌آوری مالیات‌ها تامین مالی می‌شود،  $G_t = \int \tau_t$ . هزینه‌های دولت از یک فرآیند خودرگرسیو مرتبه اول (۶) تبعیت می‌کند.

$$\ln(G_t) = (1 - \rho_G) \ln(\bar{G}) + \rho_G \ln(G_{t-1}) + \varepsilon_t^G \quad (۶)$$

همچنین،  $\bar{G}$  مقدار هزینه‌های دولت در وضعیت پایدار است، و  $\varepsilon_t^G$  تکانه هزینه‌های دولت است که از توزیع نرمال با میانگین صفر و انحراف معیار  $\sigma_G$  تبعیت می‌کند. همان‌طور که در قسمت مقاداردهی توضیح داده خواهد شد، پارامترهای  $\rho_G$  و  $\sigma_G$  با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی و چرخه‌های تجاری استخراج شده از سری‌زمانی هزینه‌های دولت تخمین زده می‌شود.

همان‌طور که در جدول (۱) نشان داده شد، تولید و هزینه‌های مصرفی دولت با یکدیگر همبستگی مثبت دارند. به عبارت دیگر این دو متغیر در یک جهت حرکت می‌کنند و افزایش تولید یا افزایش هزینه‌های دولت همراه است. لذا برای اینکه مدل بتواند این رابطه را نشان دهد فرض شد که تکانه فن‌آوری و هزینه‌های دولت با یکدیگر همبستگی مثبت دارند. البته با توجه به اینکه سهم عمده‌ای از هزینه‌های دولت در ایران از محل فروش نفت تأمین می‌شود، این فرض دور از واقعیت نیست. زیرا این فرض به‌طور ضمنی بیان می‌کند که هرگاه اقتصاد با تکانه مثبت فن‌آوری (مانند افزایش درآمدهای نفتی) مواجه شود و درآمد خانوارها افزایش یابد، دولت نیز هزینه‌های خود را افزایش می‌دهد و این هزینه‌ها را از طریق اعمال مالیات سرانه تأمین مالی می‌کند.

## ۵. حل مدل

برای حل مدل ابتدا باید تعادل رقابتی در این اقتصاد تعریف شود. تعادل رقابتی عبارت است از مجموعه قیمت‌ها  $\{w_t, r_t\}_{t=0}^{\infty}$  و تخصیص‌ها  $\{Y_t, C_t, H_t, K_t\}_{t=0}^{\infty}$  به‌گونه‌ای که تجمیع‌های  $K_t = \int_0^1 k_t dj$  و  $H_t = \int_0^1 h_t dj$  و  $C_t = \int_0^1 c_t dj$  برقرار باشد و شرایط زیر محقق شود:

- در قیمت‌های داده شده  $\{w_t, r_t\}_{t=0}^{\infty}$ ، تخصیص‌های  $\{c_t, h_t, k_t\}_{t=0}^{\infty}$  مطلوبیت خانوار (۱) را نسبت به قیدهای بودجه (۲) و قانون تشکیل سرمایه (۳) حداکثر نماید.
- در قیمت‌های داده شده  $\{w_t, r_t\}_{t=0}^{\infty}$ ، تخصیص‌های  $\{Y_t, H_t, K_t\}_{t=0}^{\infty}$  سود بنگاه را حداکثر کند.
- بودجه دولت در همه دوره‌ها متوازن باشد.
- بازارها تسویه می‌شوند.

از آنجا که کلیه خانوارها در اقتصاد یکسان هستند و تجمیع آنها یک است، مقدار انفرادی هر متغیر با مقدار تجمعی آنها در کل اقتصاد برابر است. لذا در ادامه تنها از حروف بزرگ برای نشان دادن متغیرها استفاده می‌شود. همان‌طور که در تعریف تعادل مشخص است، برای حل مدل باید مسأله بهینه‌یابی خانوار و بنگاه حل شود. با قرار دادن قید بودجه دولت و قانون انباشت سرمایه (۳) می‌توان قید بودجه خانوار را به‌صورت زیر نوشت.

$$C_t + K_{t+1} + G_t = w_t H_t + (1 + r_t - \delta) K_t \quad (7)$$

از حداکثر کردن مطلوبیت خانوار (۱) نسبت به قید (۷) شروط مرتبه اول به‌صورت زیر به‌دست خواهد آمد.



$$\theta C_t = w_t(1 - H_t) \quad (۸)$$

$$C_t^{-1} = \beta E_t[C_{t+1}^{-1}(1 + r_{t+1} - \delta)] \quad (۹)$$

معادله (۸) عرضه نیروی کار توسط خانوار و معادله (۹) معادله اولر است که تصمیم‌گیری برای پس‌انداز را نشان می‌دهد. بنگاه سود خود را نسبت به قید فن‌آوری (۴) حداکثر می‌سازد. شروط مرتبه اول مسأله بنگاه به صورت زیر به دست می‌آید.

$$r_t = \alpha Y_t / K_t \quad (۱۰)$$

$$w_t = (1 - \alpha) Y_t / H_t \quad (۱۱)$$

لازم به ذکر است که معادله (۱۰) نشان می‌دهد که بنگاه سرمایه را به مقداری استفاده می‌کند که هزینه نهایی آخرین واحد سرمایه ( $r_t$ ) با تولید نهایی آن برابر باشد. معادله (۱۱) نشان می‌دهد که تقاضا برای نیروی کار بستگی به تولید نهایی آن دارد. با قراردادن معادلات (۱۰) و (۱۱) در قید (۷)، قید محدودیت منابع (۱۲) به دست می‌آید.

$$C_t + I_t + G_t = Y_t \quad (۱۲)$$

سیستم معادلات (۳)، (۴)، (۵)، (۶)، (۸)، (۹)، (۱۰)، (۱۱) و (۱۲) پویایی مدل را تبیین می‌کند. در این مدل تکانه‌های فن‌آوری و هزینه‌های دولت باعث انحراف متغیرهای از وضعیت پایدارشان می‌شود. در وضعیت پایدار<sup>۱</sup> مقدار هر متغیر در طول زمان تغییر نمی‌کند ( $\bar{x} = x_t = x_{t+1}$ ). با اعمال این قید وضعیت پایدار برای همه متغیرها به دست می‌آید.

## ۶. مقداردهی پارامترها

پارامترهای مدل باید با توجه به ویژگی سری‌های زمانی مقداردهی<sup>۲</sup> شوند. پارامترها به گونه‌ای انتخاب شده‌اند که هر دوره در مدل معادل یک فصل باشد. پارامترهای عامل تنزیل ( $\beta$ ) و سهم سرمایه در تولید ( $\alpha$ ) به ترتیب از مطالعات بوستانی (۱۳۹۲) و رضایی (۱۳۸۹) گرفته شده است. نرخ استهلاک سرمایه ( $\delta$ ) نیز به گونه‌ای انتخاب شده است که نسبت مصرف به تولید در مدل، معادل این نسبت در سری‌های زمانی شود. در سری‌های زمانی نسبت تولید به مصرف ۵۴ درصد است. مقدار هزینه‌های دولت در وضعیت پایدار

1. Steady-State

2. Calibration

( $\bar{G}$ ) برابر ۰/۳۴ انتخاب شده است، به طوری که نسبت هزینه‌های دولت به تولید در وضعیت پایدار در مدل با این نسبت در سری‌های زمانی برابر باشد. نسبت هزینه‌های دولت به تولید در سری‌های زمانی به طور متوسط ۱۲ درصد است. همچنین ضریب نیروی کار در تابع مطلوبیت ( $\theta$ ) برابر ۲/۳ به گونه‌ای تعیین شده که خانوار حدود ۳۰ درصد زمان خود را به کار کردن اختصاص دهد.

پارامترهای ماندگاری،  $\rho_G$ ، و انحراف معیار،  $\sigma_G$ ، در فرآیند تصادفی هزینه‌های دولت با استفاده از چرخه تجاری استخراج شده از سری‌های زمانی هزینه‌های دولت در دوره ۱۳۷۴:۳ تا ۱۳۸۹:۴ برآورد شده است. فرآیند تصادفی هزینه‌های دولت (۶) را می‌توان به صورت نوسانات حول وضعیت پایدار ( $\bar{G}$ ) بازنویسی کرد. در این صورت متغیرهای  $\rho_G$  و  $\sigma_G$  از تخمین معادله (۱۳) به دست می‌آید.

$$g_t = \hat{\rho}_G g_{t-1} + \hat{\varepsilon}_t^G \quad (13)$$

که در آن  $g_t = \ln(G_t) - \ln(\bar{G})$  درصد نوسانات هزینه‌های دولت حول روند بلندمدت آن است. معادله (۱۳) از روش حداقل مربعات معمولی تخمین زده شده و تخمین ماندگاری تکانه هزینه‌های دولت،  $\hat{\rho}_G$ ، برابر با ۰/۰۹۱ است. انحراف معیار پسماند معادله ۰/۰۵ و تخمینی از انحراف معیار تکانه هزینه دولت است.

عباسی‌نژاد و همکاران (۱۳۸۸) ماندگاری تکانه فن‌آوری،  $\rho_A$ ، برای داده‌های سالانه را ۰/۷۲ گزارش کرده‌اند. اما از آنجا که مدل حاضر فصلی است، مقدار ۰/۹۲ برای ماندگاری تکانه فن‌آوری انتخاب شده است. همچنین انحراف معیار تکانه فن‌آوری ( $\sigma_A$ ) به گونه‌ای انتخاب شده است که نوسانات تولید در مدل با نوسانات تولید در سری‌های زمانی یکسان باشد. در مطالعه عباسی‌نژاد و همکاران (۱۳۸۸)، میزان انحراف معیار تکانه فن‌آوری ۰/۰۴۵ گزارش شده، اما در این مطالعه از این مقدار استفاده نشده است چرا که در مدل مورد بررسی تولید شامل بخش خارجی نمی‌باشد و به همین دلیل انحراف معیار تکانه فن‌آوری کاهش می‌یابد. انحراف معیار فن‌آوری نیز طوری تعیین شده که نوسانات تولید در مدل و سری زمانی برابر باشد و همبستگی تکانه‌های فن‌آوری و هزینه‌های دولت نیز به گونه‌ای انتخاب شده که همبستگی تولید و هزینه‌های دولت در مدل و در سری‌های زمانی برابر باشد. مقادیر پارامترها در جدول (۲) گزارش شده است.

## ۷. چرخه‌های تجاری در سری‌های زمانی و مدل

برای ارزیابی مدل مورد نظر با اقتصاد ایران، شاخص‌های به دست آمده از داده‌های تحقیق‌یافته و شبیه‌سازی مدل را می‌توان با یکدیگر مقایسه کرد. این شاخص‌ها در جدول (۳) آورده شده است. اینکه

نوسانات تولید و هزینه‌های دولت در مدل و سری‌های زمانی با هم برابرند تعجب‌آور نیست. چرا که فرآیند هزینه‌های دولت برون‌زا است، و نوسانات تولید هدف مقداردهی انحراف معیار تکانه‌های فن‌آوری بوده است. مقایسه نوسانات سرمایه‌گذاری نشان می‌دهد که مدل به خوبی می‌تواند چرخه‌های تجاری را در این متغیر توضیح دهد. اما مدل در تبیین نوسانات مصرف چندان موفق نیست و نوسانات مصرف در مدل نصف نوسانات مصرف در سری‌های زمانی است.

جدول ۲: مقداردهی پارامترها

توضیحات	مقدار	پارامتر	
بوستانی (۱۳۹۲)	۰/۹۹	عامل تنزیل	$\beta$
رضائی (۱۳۸۹)	۰/۴۷	سهم سرمایه در تولید	$\alpha$
نسبت مصرف به تولید ۵۴ درصد	۰/۰۲۷	نرخ استهلاک سرمایه فیزیکی	$\delta$
عرضه ۳۰ درصد زمان در بازار کار	۲/۳	مطلوبیت منفی نیروی کار	$\theta$
نسبت هزینه دولت به تولید ۱۲ درصد	۰/۳۴	هزینه‌های دولت در وضعیت پایدار	$\bar{G}$
تخمین از سری زمانی	۰/۰۹۱	ماندگاری فرآیند هزینه‌های دولت	$\rho_G$
تخمین از سری زمانی	۰/۰۵	انحراف معیار تکانه هزینه‌های دولت	$\sigma_G$
عباسی‌نژاد و همکاران (۱۳۸۸)	۰/۹۲	ماندگاری فرآیند فن‌آوری	$\rho_A$
انحراف معیار تولید، ۲۳ درصد	۰/۰۰۷۵	انحراف معیار تکانه فن‌آوری	$\sigma_A$
همبستگی تولید و هزینه‌های دولت، ۰/۲۸	۰/۷	همبستگی تکانه فن‌آوری و هزینه‌های دولت	$\rho_{AG}$

مدل همبستگی متغیرهای مصرف و سرمایه‌گذاری را با تولید به خوبی بازتولید می‌کند. البته به‌طور کلی مدل این همبستگی‌ها را بیشتر از آن‌چه در سری‌های زمانی وجود دارد نشان می‌دهد.

**پاسخ آنی مدل:** با ارائه نمودارها می‌توان اثرات متغیرهای مورد نظر را با اعمال تکانه‌های فن‌آوری و هزینه‌های دولت مورد بررسی و تفسیر قرار داد.

جدول ۳: چرخه‌های تجاری در سری‌های زمانی و مدل

متغیر	تغییرپذیری ( $\sigma$ )		تغییرپذیری نسبی ( $\frac{\sigma_X}{\sigma_Y}$ )		هم‌حرکتی ( $\rho_{XY}$ )	
	مدل	داده‌ها	مدل	داده‌ها	مدل	داده‌ها
تولید (Y)	۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	۱	۱	۱	۱
مصرف (C)	۰/۰۲۹	۰/۰۱۲	۱/۲۶	۰/۵۲	۰/۷۳	۰/۵۲
سرمایه‌گذاری (I)	۰/۰۵۵	۰/۰۵۱	۲/۳۹	۲/۲۳	۰/۶۹	۰/۹۳
هزینه‌های دولت (G)	۰/۰۵۱	۰/۰۵	۲/۲۲	۲/۲	۰/۲۸	۰/۲۹

نمودارهای (۳) واکنش متغیرهای مدل و انتشار آنها را در یک افق سی دوره‌ای نسبت به تکانه فن‌آوری نشان می‌دهد. تکانه مثبت فن‌آوری متغیرها را از وضعیت پایدار خارج می‌کند و همگی در جهتی هم‌سو با تکانه حرکت می‌کنند. با وارد شدن تکانه فن‌آوری، بهره‌وری سرمایه و نیروی کار بالا می‌رود و در نتیجه تقاضای نیروی کار و سرمایه توسط بنگاه‌ها افزایش می‌یابد، و دستمزد نیروی کار و نرخ اجاره سرمایه در بازار افزایش می‌یابد. با افزایش نرخ اجاره سرمایه و دستمزد نیروی کار، عرضه‌کنندگان سرمایه و نیروی کار عرضه خود را افزایش می‌دهند که منجر به افزایش تولید خواهد شد.

همان‌طور که در نمودارها مشاهده می‌شود همگی متغیرها پس از خروج از حالت تعادل دوباره به سمت تعادل باز می‌گردند. افزایش مالیات سبب کاهش درآمد قابل تصرف می‌شود که کاهش مصرف و افزایش عرضه نیروی کار را در پی دارد که خود سبب کاهش دستمزد می‌شود. از طرفی افزایش مالیات کاهش بهره‌وری سرمایه را منجر می‌شود در نتیجه نرخ بهره افزایش یافته و سرمایه‌گذاری کاهش می‌یابد. کاهش مصرف و سرمایه‌گذاری نیز باعث کاهش تولید می‌شود.

تجزیه واریانس نشان می‌دهد که ۹۹/۹۸ درصد نوسانات تولید به‌واسطه تکانه فن‌آوری و ۰/۰۲ درصد نوسانات تولید به‌خاطر تکانه هزینه‌های دولت است. همچنین در مورد مصرف ۹۹/۸۳ درصد از تغییرات را تکانه فن‌آوری و ۰/۱۷ درصد را تکانه هزینه‌های دولت به‌وجود آورده است. تکانه فن‌آوری ۹۶ درصد و تکانه هزینه‌های دولت ۴ درصد از تغییرات سرمایه‌گذاری را توضیح می‌دهد. همان‌طور که مشخص است این مدل پیش‌بینی می‌کند که تکانه‌های فن‌آوری منشاء چرخه‌های تجاری در اقتصاد ایران است. تغییرات فن‌آوری بواسطه تغییر در تولید نهایی سرمایه و نیروی کار (مکانیزم انتشار) باعث می‌شود خانوار به‌طور بهینه‌ای در مقابل این تغییرات واکنش نشان دهد و این مکانیزم انتشار باعث شدت گرفتن تغییرات در اقتصاد می‌شود. در حالی که تغییرات هزینه‌های دولت فاقد مکانیزم انتشار است و این باعث می‌شود اثرگذاری تکانه‌های هزینه‌های دولت در اقتصاد محدود باشد.

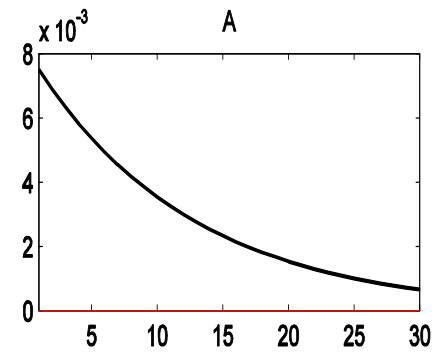
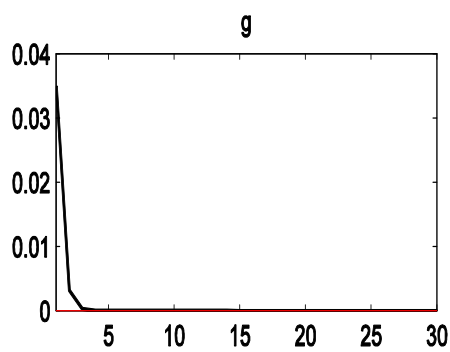
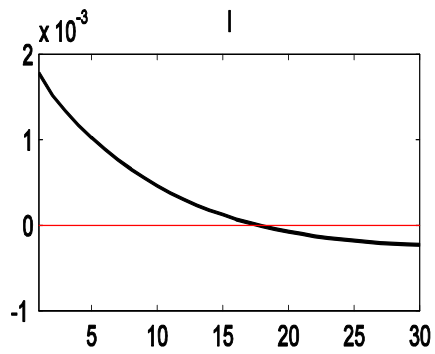
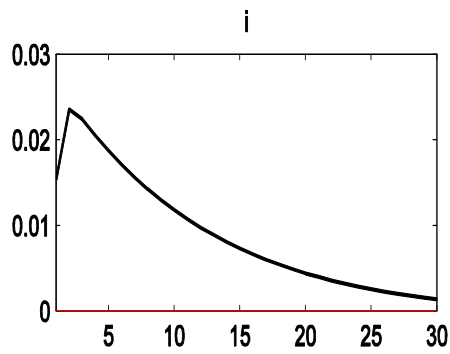
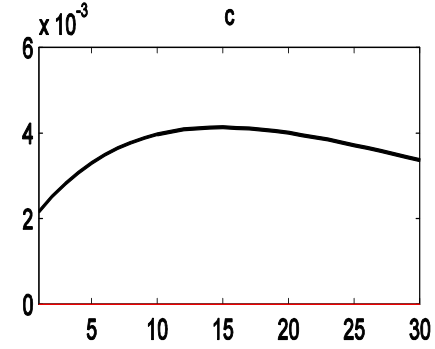
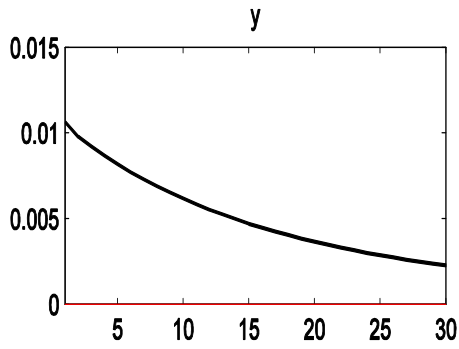
## نتیجه‌گیری

در این پژوهش با استفاده از سری‌های زمانی فصلی مصرف، سرمایه‌گذاری و هزینه‌های دولت (سال ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۹) خصوصیات چرخه‌های تجاری در اقتصاد ایران به دست آمد. مصرف خصوصی، سرمایه‌گذاری و هزینه‌های دولت هم‌جهت با تولید تغییر می‌کنند. سرمایه‌گذاری دارای همبستگی بالا با تولید است، اما این متغیر نوسانات بسیار شدیدی را نسبت به دیگر متغیرها تجربه می‌کند.

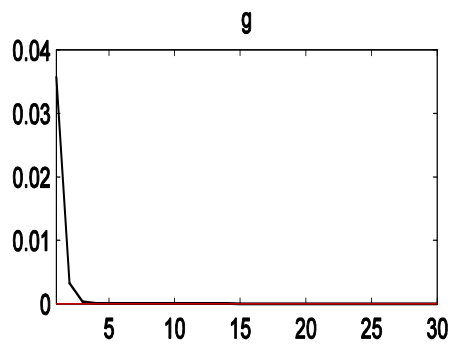
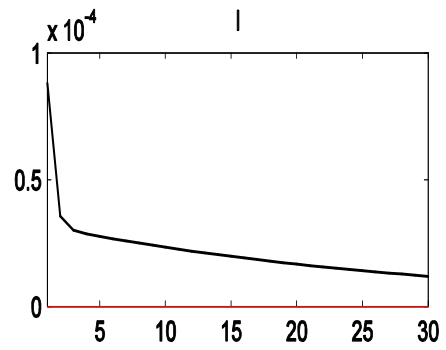
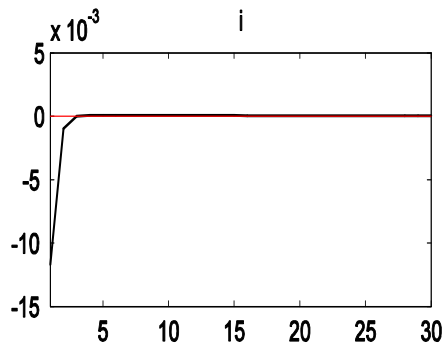
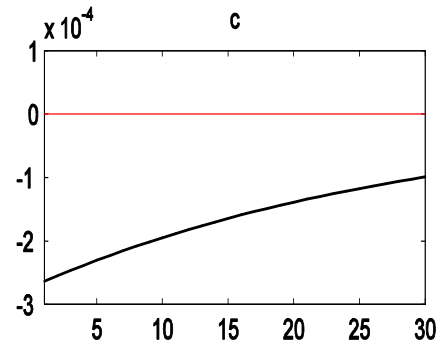
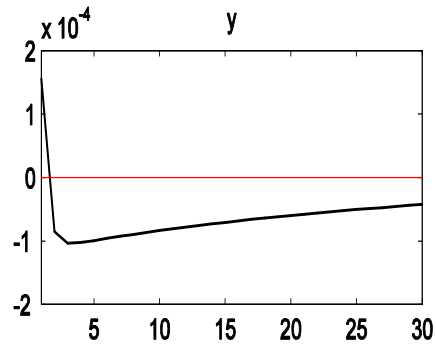
در ادامه از یک مدل رشد نئوکلاسیک برای تبیین چرخه‌های تجاری ایران استفاده شد. بدین‌منظور مدل به‌گونه‌ای تعدیل شد تا تکانه‌های فن‌آوری و هزینه‌های مصرفی دولت را شامل شود. سپس پارامترهای مدل مقداردهی شد تا برخی از ویژگی‌های مهم موجود در سری‌های زمانی را بازتولید کند. نتایج شبیه‌سازی مدل به‌خوبی می‌تواند نوسانات سرمایه‌گذاری را توضیح دهد، اما مدل در تبیین نوسانات مصرف خصوصی موفق نیست و نوسانات مصرف را بسیار کمتر از واقعیت نشان می‌دهد. آزمون تجزیه واریانس نشان می‌دهد که فن‌آوری منشأ اصلی چرخه‌های تجاری در اقتصاد ایران است و نوسانات هزینه‌های مصرفی دولت قدرت توضیح نوسانات تجاری را ندارد.

مدلی که در این مقاله استفاده شده است از بسیاری جهات ساده است. به‌طور مثال مدل حاضر مربوط به یک اقتصاد بسته است که در آن تنها بخش واقعی نشان داده شده است. بنابراین لازم است مدل به گونه‌ای تعمیم یابد که ویژگی‌های دیگر اقتصاد ایران را نیز شامل شود. به‌طور مثال می‌توان با اضافه کردن بخش تجارت خارجی (صادرات و واردات) و بخش اسمی جنبه‌های دیگر اقتصاد ایران را نیز مطالعه کرد.

نمودار ۱: واکنش متغیرها به تکانه فن‌آوری



نمودار ۲: واکنش متغیرها به تکانه هزینه‌های دولت



## منابع

- برکچیان، سیدمهدی و عینیان، مجید (۱۳۹۱): شناسایی و تاریخ‌گذاری چرخه‌های تجاری اقتصاد ایران، بیست و دومین همایش سالانه سیاست‌های پولی و ارزی، ۴۰۱ - ۴۶۰.
- بوستانی، رضا (۱۳۹۲): اثر تکانه‌های زودگذر و پایدار بر چرخه‌های تجاری، فصلنامه راهبرد اقتصادی، شماره ۶: ۴۱-۵۸.
- رضائی، ابراهیم (۱۳۸۹): بررسی رفتار مصرف و پس‌انداز در چهارچوب مدل رشد نئوکلاسیکی (مطالعه موردی: اقتصاد ایران)، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۹۲: ۱۵۲-۱۲۵.
- صمدی، سعید و جلائی، سیدعبدالمجید (۱۳۸۳): تحلیل ادوار تجاری در اقتصاد ایران، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۱۳۹: ۶۶-۱۵۳.
- طیبنیا، علی و قاسمی، فاطمه (۱۳۸۵): نقش تکانه‌های نفتی در چرخه‌های تجاری اقتصادی ایران، پژوهشنامه اقتصادی، شماره ۲۳: ۴۹ - ۸۰.
- عباسی‌نژاد، حسین؛ شاهمرادی، اصغر و کاوند، حسین (۱۳۸۸): برآورد یک مدل چرخه‌های تجاری واقعی برای اقتصاد ایران با استفاده از رهیافت فیلتر کالمن و حداکثر راستایی، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۸۹: ۱۸۵-۲۱۴.
- فخرحسینی، سیدفخرالدین (۱۳۹۰): الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی برای چرخه‌های تجاری پولی اقتصاد ایران، فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، شماره ۳: ۱ - ۲۴.
- گرچی، ابراهیم و اقبالی، علیرضا (۱۳۸۸): بررسی و برآورد سیکل‌های تجاری در اقتصاد ایران، پژوهشنامه اقتصادی، شماره ۳۳: ۷۱-۹۵.
- مجاب، رامین و برکچیان، سیدمهدی (۱۳۹۱): شناسایی چرخه‌های تجاری در اقتصاد ایران (مقایسه روش‌های بر پایه مدل و بدون مدل)، بیست و دومین همایش سالانه سیاست‌های پولی و ارزی، ۴۶۱ - ۴۹۲.
- هادیان، ابراهیم و هاشم‌پور، محمدرضا (۱۳۸۲): شناسایی چرخه‌های تجاری در اقتصاد ایران، پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۱۵: ۹۳-۱۲۰.
- هوشمند، محمود و فلاحی، محمدعلی و توکلی‌قوچانی، سپیده (۱۳۸۷): تحلیل ادوار تجاری در اقتصاد ایران با استفاده از فیلتر هادریک پرسکات، دانش و توسعه، شماره ۲۲: ۲۹-۵۵.
- Aguiar, M. & Gopinath, G. (2007); Emerging Market Business Cycles: The Cycle is the Trend, *Journal of Political Economy*, Vol. 115(1), pp 69-102.
- Burns, A. & Mitchell, W. (1946); *Measuring Business Cycles*, National Bureau of Economic Research, New York.
- García-Cicco, J., Pancrazi, R. & Uribe, M. (2010); Real Business Cycles in Emerging Countries? *American Economic Review*, Vol 5, pp. 2510-31.
- Neumeyer, P. & Perri, F. (2005); Business Cycles in Emerging Economies: the Role of Interest Rates, *Journal of Monetary Economics*, Vol. 52, pp. 345-380.
- Prescott, E. C. (1986); *Theory Ahead of Business Cycle Measurement*, Federal Reserve Bank of Minneapolis, Quarterly Review.