

## بررسی رفتار مصرف و پس انداز در چارچوب مدل رشد نئوکلاسیکی (مطالعه موردی: اقتصاد ایران)

ابراهیم رضائی

عضو هیأت علمی دانشکده اقتصاد دانشگاه ارومیه

تاریخ دریافت: ۸۸/۵/۵ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۶

### چکیده

در این مطالعه، رفتار مصرف و پس انداز در اقتصاد ایران در چارچوب مدل رشد رمزی - کس - کوپمنز، به عنوان یک چارچوب مهم تئوریک در اقتصاد کلان، مورد بررسی قرار گرفته است. در حقیقت، هدف، بررسی پویایی های این متغیرها و تحلیل حساسیت آن ها در برابر تغییرات پارامترها و سایر متغیرها است. در راستای این اهداف، ما با تشکیل تابع لاگرانژ نسبت به قیود خاص اقدام به تصریح معادله ی اولر و سایر معادلات مسیر رشد متعادل کرده و سپس مسیر زمانی متغیرهای درونزا  $(k, c)$  را با استفاده از الگوریتم شوتینگ محاسبه کرده و در چارچوب روش شبیه سازی اقدام به مشخص کردن مسیر زمانی متغیرهای پس انداز و مصرف نموده، سپس آن ها را با داده های تحقق یافته مورد مقایسه قرار داده و براساس معیار MAPE و سایر معیارهای مشابه به این نتیجه رسیدیم که سری های زمانی ایجاد شده از مدل رشد نئوکلاسیکی قادر به توضیح بیش از ۸۵ درصد داده های تحقق یافته هستند. هم چنین در مرحله ی بعد، اثر هر کدام از متغیرهای برونزا را بر پس انداز شبیه سازی شده مورد مطالعه قرار داده و با تغییر فروض مدل درباره ی رشد TFP و شکل گیری آن در چارچوب انتظارات تطبیقی و نیز فرایند استوکاستیک به این نتیجه ی مهم رسیدیم که TFP نقش اساسی در توضیح نوسانات رفتار پس انداز دارد.

طبقه بندی JEL: F32, F31, F14

کلید واژه: مصرف و پس انداز، مدل رشد نئوکلاسیک، الگوریتم شوتینگ، شبیه سازی

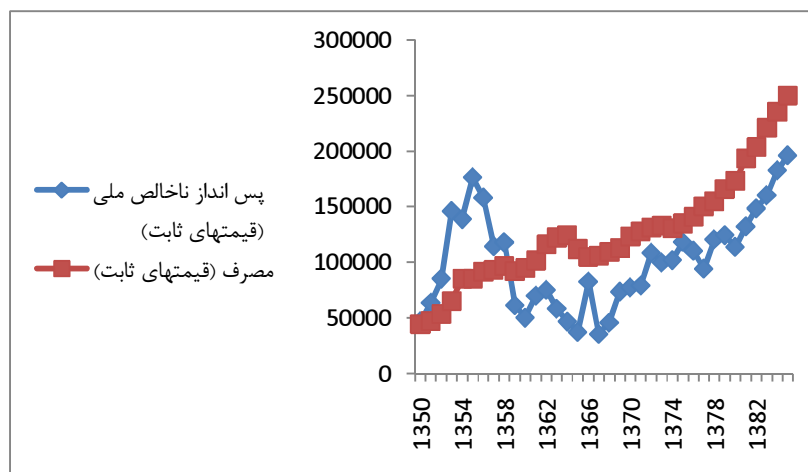
## ۱- مقدمه

در راستای بررسی متغیرهای مورد نظر در اقتصاد ایران در چارچوب تئوری رشد، در این مقاله از مدلی استفاده می‌شود که نظریه پردازان مکتب ادوار تجاری برای مطالعه‌ی ادوار (رافائل برگوئینگ و تیموتی ۲۰۰۱<sup>۱</sup>، تیموتی و کارلوس ۲۰۰۷<sup>۲</sup>، کیدلند و زارازاگا ۲۰۰۷<sup>۳</sup>) و برخی دیگر برای مطالعه‌ی رفتار متغیرهای کلان (براون و دیگران ۲۰۰۶<sup>۴</sup>، گوست و مک دونالد<sup>۵</sup> ۲۰۰۵، چن و دیگران ۲۰۰۷<sup>۶</sup>، کائيجی چن و ایمره‌هو ۲۰۰۶<sup>۷</sup>) از آن بهره گرفته‌اند. استفاده از این چارچوب در ادبیات اقتصاد کلان شرایطی را فراهم کرده است که پرسکات و تیموتی (۲۰۰۱)<sup>۸</sup>، از «مدل رشد تعادل عمومی» با اصطلاح «بارکش»<sup>۹</sup> اقتصاد کلان پیشرفته یاد کرده و آن را چارچوب پذیرفته شده‌ای برای مطالعه‌ی بسیاری از پدیده‌های اقتصاد کلان مانند ادوار تجاری، سیاست مالیاتی، سیاست پولی و رشد قلمداد می‌کنند.

در حقیقت، چارچوب مورد نظر ما برای بررسی رفتار مصرف و پس‌انداز، همان مدل رشد رمزی - کس - کوپمنز می‌باشد، با این تفاوت و تصریح که ما بین ساعات کاری و کل موجودی زمان برای یک فرد، فرق قائل خواهیم شد. مدل رمزی - کس - کوپمنز، یکی از مهم‌ترین چارچوب‌های تئوریک در اقتصاد کلان است که هنوز هم مطالب جدید بر پایه‌ی این تئوری‌ها ارائه می‌شود. با این حال، پویایی‌های مسیر نرخ پس‌انداز خیلی پیچیده‌تر از آن چیزی است که اغلب در تئوری‌های مذکور مشاهده می‌شود و به‌دست آوردن ویژگی‌های آن بسیار سخت است. لازم به ذکر است که کس و کوپمنز، فرض نرخ پس‌انداز ثابت را از مدل سولو حذف کردند و در مدل خود رفتار پویای نرخ پس‌انداز را در نظر گرفتند. به تازگی بارو و سالائی مارتین (۱۹۹۵)، پویایی‌های نرخ پس‌انداز را با تابع تولید کاب داگلاس بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که نرخ پس‌انداز می‌تواند به‌صورت یکنوا، افزایش و کاهش یابد یا در تمام مسیرگذار ثابت باشد، اما اسمیت و هبل (۱۹۹۶) و لوآیزا (۲۰۰۰)، در مطالعات خود درباره‌ی رفتار پس‌انداز،

- 1- Bergoing Raphael and P.J.Timothy.(2001).
- 2- Timothy,J and Carlos Juan.(2007).
- 3- Kydland Finn E. and Carlos Zarazaga.(2007).
- 4- Braun R.Anton and Daisuke Ikeda and Douglas H.Joines (2006)
- 5- Guest ,R.S and McDonald,I.M(2005)
- 6- Chen Kijan and Ayese Imrohoroglu and Selahattin Imrohoroglu (2007).
- 7- Chen Kaiji and Ayse Imrohoroglu and Selahattin Imrohoroglu.(2006) .
- 8- Prescott, Edward. C and Timothy J.(2001).
- 9- Workhorse.

الگوهای رفتار غیریکنوا را در کشورهای مختلف مشاهده کردند، که البته با گفته‌های قبلی سازگاری چندانی نداشت. در همین راستا، گومز (۲۰۰۸)، مقاله‌ی «پویایی‌های نرخ پس‌انداز در مدل رشد نئو کلاسیک» را در مجله‌ی «پویایی‌های اقتصاد کلان»<sup>۱</sup> کمبریج منتشر کرد، تا نشان دهد که پویایی‌های پس‌انداز می‌تواند به میزان و ترکیب پارامترهای به‌کار گرفته شده در مدل وابستگی داشته باشد. در این مقاله نیز، به دنبال بررسی رفتار مصرف و پس‌انداز در یک دوره‌ی زمانی مشخص (۱۳۵۰-۱۳۸۵) و در چارچوب تئوری رشد نئوکلاسیکی خواهیم بود. علت این‌که متغیرها را در چارچوب مدل رشد بررسی خواهیم کرد این است که اولاً، به دنبال پویایی رفتار این متغیرها و ثانیاً، درصدد شناخت نحوه‌ی اثرات متغیرهای برون‌زایی هستیم که بر این متغیرها تأثیر گذاشته و قادرند مسیر سری زمانی این متغیرها (مصرف و پس‌انداز) را تغییر دهند.



IELDB3

ماخذ: مرکز تحقیقات اقتصاد ایران (۱۳۸۶)، دانشکده‌ی اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی، نرم افزار نمودار ۱ - داده‌های پس‌انداز ملی و مصرف در اقتصاد ایران

شایان ذکر است این‌که چرا به دنبال بررسی رفتار این متغیرها هستیم، مشاهدات اولیه‌ی رفتار مصرف و پس‌انداز به روایت داده‌ها در اقتصاد ایران است. این دو متغیر به‌عنوان مهم‌ترین متغیرهای اقتصاد کلان باید دارای رفتار شناخته شده‌ای باشند تا

سیاست‌گذار اقتصادی با شناخت کافی از رفتار آن‌ها اقدام به سیاست‌گذاری و پیش‌بینی در امور مهمی چون امر سرمایه‌گذاری کند. کاهش ۲۰ ساله‌ی نرخ پس‌انداز در اقتصاد ایران و افزایش مداوم مصرف، کم‌تر مورد توجه تحقیقات داخل کشور قرار گرفته است. به همین منظور، در ادامه‌ی این بحث ابتدا به‌صورت خلاصه ادبیات موضوع و تئوری مقاله و سپس به معرفی مدل، مراحل حل و نحوه‌ی شبیه‌سازی آن پرداخته می‌شود و در نهایت نتیجه‌گیری بحث ارائه خواهد شد.

## ۲- ادبیات موضوع

در این مطالعه در یک تقسیم‌بندی کلی مطالعات را از نظر روش مورد استفاده به دو دسته‌ی کلی تقسیم‌بندی می‌کنیم؛ دسته‌ی اول، روش‌هایی هستند که در چارچوب مدل‌های اقتصاد سنجی و با بهره‌گیری از سری‌های زمانی و داده‌های مقطعی، این متغیرها (مصرف و پس‌انداز) را مورد بررسی قرار داده‌اند و دسته‌ی دوم، مطالعاتی هستند که در چارچوب مدل تعادل عمومی با استفاده از رویکرد شبیه‌سازی اقدام به بررسی رفتار این متغیرها کرده‌اند. از مهم‌ترین مطالعات دسته‌ی اول می‌توان به مطالعاتی که بر تعیین‌کننده‌های پس‌انداز بین کشورها تأکید دارند و تکنیک‌های اقتصادسنجی را با مجموعه‌ای از داده‌های سری زمانی و مقطعی به کار می‌گیرند، اشاره کرد. نقش تغییرات جمعیتی، سیاست مالی، عمق مالی و رشد اقتصادی از جمله متغیرهایی هستند که در این مطالعات مورد توجه قرار می‌گیرند. هم‌چنین تمرکز اولیه‌ی این تحقیقات بر نقش نرخ بهره در تحریک پس‌انداز بوده، که به دلیل یافته‌های منفی، توجه خود را به مجموعه‌ی گسترده‌ای از تعیین‌کننده‌های ساختاری و نهادی معطوف کرده‌اند. (جیو رانی نی ۱۹۸۵<sup>۱</sup>، ادواردز<sup>۲</sup> ۱۹۹۶، هاریگان<sup>۳</sup> ۱۹۹۶، لوآیزا، اسمیت - هیل و شرون ۱۹۹۶). از مهم‌ترین مطالعات انجام گرفته در داخل کشور نیز می‌توان به مطالعه‌ی کمیجانی و رحمانی (۱۳۷۱)، بهرامی و اصلانی (۱۳۸۴) و ابریشمی و نامورزاده (۱۳۸۵) اشاره کرد که متغیرهای فوق را فقط در اقتصاد ایران مورد بررسی قرار داده‌اند شایان ذکر است که مطالعه‌ی رحمانی و کمیجانی روی پس‌انداز ملی و

1- Giorannini.

2- Edwards.

3- Harrigan.

مطالعه‌ی بهرامی و اصلانی و ابریشمی و نامورزاده با استفاده از روش ARDL روی پس‌انداز بخش خصوصی بوده است.

گروه دوم از مطالعات دسته‌ی اول، بر مساله‌ی علیت بین پس‌انداز و رشد تأکید دارند. (کارول و ویل<sup>۱</sup> ۱۹۹۳) در اشارات ضمنی قوی‌ای که در این تحقیقات است، علیت از طرف رشد به پس‌انداز وجود دارد، اما حالت برعکس، به‌ویژه در افق‌های کوتاه مدت، ضعیف‌تر است. این نتیجه سبب شده است که برخی تحلیل‌گران پیشنهاد دهند که پس‌انداز نباید اهمیت بالایی در طراحی استراتژی‌های رشد داشته باشد. مهم‌ترین نکات نظری در این دسته از مطالعات عبارتند از:

نخست؛ از دهه‌ی ۱۹۷۰ میلادی، نرخ پس‌انداز دنیا در حال کاهش و نرخ بهره در حال افزایش بوده است. دوم؛ نرخ‌های پس‌انداز، الگوهای واگرایی را در بین مناطق طی سی سال گذشته نشان داده‌اند. سوم؛ نرخ‌های پس‌انداز بلندمدت و سطوح درآمد هم بستگی مثبت در بین کشورها دارد. چهارم؛ نرخ‌های پس‌انداز بلندمدت و نرخ‌های رشد هم بستگی مثبت بین کشورها دارند. پنجم؛ نرخ‌های سرمایه‌گذاری و پس‌انداز بلندمدت کشورها به طور قوی ارتباط مستقیمی با هم دارند. ششم؛ پس‌انداز بلندمدت و جریان کمک‌های خارجی به‌صورت منفی در کشورهای دریافت‌کننده با هم ارتباط دارند.

## ۲-۱- مطالعات انجام گرفته به روش شبیه‌سازی

براون و دیگران (۲۰۰۶)، در مقاله‌ی «نرخ پس‌انداز در ژاپن: چرا این نرخ کاهش یافت و چرا در سطح پایین باقی خواهد ماند؟»<sup>۲</sup>، اثرات شوک‌های متغیرهای مختلف را در کاهش اخیر نرخ پس‌انداز کشور ژاپن مورد بررسی قرار داده و در چارچوب یک مدل پویای تعادل عمومی قابل محاسبه، تصویری از مسیر دوره‌های آینده‌ی آن ارائه داده‌اند. این محققان سه منشا تغییر نرخ پس‌انداز را بررسی کرده‌اند: تغییرات در نرخ زاد و ولد، تغییرات در طول عمر و تغییرات در تکنولوژی (TFP). در این مطالعه به این نتیجه‌ی اساسی رسیده‌اند که رشد TFP و جمعیت با درجه‌ی اهمیت برابر، در کاهش نرخ پس‌انداز نقش اساسی داشته‌اند. هم‌چنین برآزش مدل برای دوره‌های آینده نشان می‌دهد که نرخ پس‌انداز در اواخر قرن بیستم از ۳/۳ درصد نخواهد بود.

1- Carroll and Weil.

2- Braun R. Anton and Daisuke Ikeda and Douglas H. Joines (2006).

کائیچی چن و ایمره‌هو (۲۰۰۶)، در مطالعه‌ی خود با عنوان «مصرف و پس‌انداز در اقتصاد آمریکا: ۱۹۶۰-۲۰۰۴»<sup>۱</sup>، در مورد مصرف و پس‌انداز در اقتصاد آمریکا، ضمن بیان این نکته که نرخ پس‌انداز ملی آمریکا از دهه‌ی ۱۹۶۰ کاهش پیدا کرده، در حالی که سهم مصرف در تولید ملی افزایش یافته، به دنبال بررسی این مسأله هستند که آیا مدل رشد متعارف نئوکلاسیکی<sup>۲</sup> رفتار مشاهده شده در متغیرهای کلان (از جمله مصرف و پس‌انداز) را توضیح می‌دهد؟

چن و دیگران (۲۰۰۷)، در مقاله‌ی خود با عنوان؛ نرخ پس‌انداز ژاپن بین سال‌های ۱۹۶۰-۲۰۰۰: بهره‌وری، تغییرات سیاستی و جمعیت<sup>۳</sup>، از یک مدل نسل‌های هم پوش برای مطالعه‌ی عوامل ایجاد کننده‌ی<sup>۴</sup> نرخ پس‌انداز در ژاپن بین سال‌های ۱۹۶۰-۲۰۰۰ استفاده کرده‌اند. مدل مورد نظر چارچوبی را فراهم آورده است که اثرات بهره‌وری کل عوامل (TFP)، سیاست‌های مالی و جمعیت، بر نرخ پس‌انداز ملی مورد بررسی قرار گیرد.

### ۳- مدل رشد

#### ۳-۱- خانوار

در این مدل اقتصادی، تعداد زیادی خانوار وجود دارند که تصمیمات مصرف، کار و سرمایه‌گذاری را طی زمان اتخاذ می‌کنند. هدف هر خانوار انتخاب میزان مصرف،  $\{C_t\}_{t=0}^{\infty}$  و ساعات فراغت است، به گونه‌ای که مطلوبیت انتظاری تنزیل شده‌ی ذیل را ماکزیمم کند:

$$E [\sum \beta^t u_t(C_t, L_t) | X_0] \quad (1)$$

تابع مطلوبیت فوق برای خانوارهای زیادی با اعضای در حال کار ( $L_t$ )، تصریح شده است. در تابع فوق  $X_0$  بیانگر مقدار اولیه‌ی مقادیر است، که فرض می‌شود داده شده هستند. هم‌چنین فرض می‌شود که اندازه‌ی خانوار به طور برون‌زا و با نرخ  $(\mu-1)$  رشد

1- Chen Kaiji and Ayse Imrohoroglu and Selahattin Imrohoroglu.(2006).

2- Neoclassical Standard Growth Theory.

3- Chen Kijian and Ayese Imrohoroglu and Selahattin Imrohoroglu (2007).

4- Generating Factors.

می‌کند که در آن:

$$\mu_t = \frac{N_{t+1}}{N_t}$$

در این چارچوب خانوار نماینده ی تابع مطلوبیت زیر را ماکزیمم می‌کند:

$$\text{Max} \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t N_t (\log c_t + \theta \log(T - l_t)) \quad (2)$$

S.to:

$$C_t + X_t \leq w_t L_t + r_t K_t \quad (3)$$

$$(T = h + 1)$$

که در عبارتهای فوق:  $c_t$  برابر مصرف سرانه،  $T$  کل زمان موجود برای یک نفر<sup>۱</sup>،  $\beta$  عامل تنزیل ذهنی،  $\theta$  سهم فراغت در تابع مطلوبیت،  $X_t$  سرمایه گذاری کل و  $r_t$  نرخ اجاره‌ی سرمایه در دوره‌ی  $t$  را نشان می‌دهد. فرض می‌شود خانوارها صاحبان اصلی سرمایه بوده و آن را به بنگاه‌ها اجاره می‌دهند.

### ۳-۲- بنگاه‌ها

در مدل رشد کس-کوپمنز، بنگاه‌های زیادی وجود دارند که با تابع تولید کاب داگلاس و با بازدهی ثابت نسبت به مقیاس فعالیت می‌کنند. پس تابع تولید کلی که می‌توان برای بنگاه‌ها در نظر بگیریم به صورت زیر می‌تواند باشد:

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha} \quad (4)$$

که در آن:  $Y_t$  تولید کل،  $A_t$  بهره‌وری کل عوامل،  $K_t$  سرمایه‌ی کل،  $L_t$  کل ساعات کاری و  $\alpha$  سهم سرمایه از تولید است.

نرخ رشد عامل TFP را  $(z-1)$  و نرخ رشد  $N$  را  $(\mu-1)$  در نظر می‌گیریم، به گونه‌ای که:

$$z_t = \left(\frac{A_{t+1}}{A_t}\right) \quad \mu_t = \frac{N_{t+1}}{N_t}$$

می‌باشد. انباشت سرمایه با قانون حرکت زیر وارد می‌شود:

$$K_{t+1} = (1-\delta)K_t + I_t \quad (5)$$

1- Endowment.

که در آن  $I_t$  سرمایه گذاری کل و  $\delta$  نرخ استهلاک می‌باشد. سری زمانی TFP به صورت زیر محاسبه شده است:

$$A_t = Y_t / K_t^\alpha (L_t)^{1-\alpha} \quad (۶)$$

### ۳-۳- دولت

رابطه‌ای که برای بیان بخش دولت در این اقتصاد در نظر گرفته شده، به صورت زیر تصریح می‌شود. در این رابطه، دولت درآمدهای خود را از طریق اخذ مالیات تأمین می‌کند.

$$G_t = \tau_t (r_t - \delta_t) K_t + \pi_t \quad (۷)$$

که در آن،  $\tau$  نرخ مالیات و  $\pi$  سایر درآمدهاست. شایان ذکر است که در اقتصاد ایران عمده‌ی درآمدهای دولت از طریق فروش منابع نفت و گاز حاصل می‌شود، که بایستی این مسأله در نظر گرفته شود. به همین منظور، مانند کریستینو و اچین بائوم<sup>۱</sup> (۱۹۹۲)، در کل مدل فرض می‌شود که  $g$  یک فرایند تصادفی غیر قابل کنترل دارد.<sup>۲</sup> علاوه بر آن، فرض می‌شود که  $g$  به مقادیر گذشته و حال متغیرهای درون‌زای مدل وابستگی ندارد. به همین منظور داده‌های مخارج دولت در این اقتصاد با فرایند زیر وارد مدل شده‌اند:

$$\ln(g_t) = \rho_g \ln(g_{t-1}) + (1 - \rho_g) \ln(\bar{g}) + \varepsilon_{gt} \quad (۸)$$

که در آن  $\ln(\bar{g})$  میانگین  $\ln(g_t)$ ،  $|\rho| < 1$  و  $\varepsilon_t$  شوک در  $\ln(\bar{g}_t)$  با انحراف معیار  $\sigma_\varepsilon$  می‌باشد. البته برای سازگار کردن مدل بایستی تغییر دیگری نیز در معادله‌ی فوق ایجاد شود. به همین منظور بر اساس کار اچین بائوم و کریستینو، معادله‌ی فوق به گونه‌ای تصریح می‌شود که شامل  $Z_t$  نیز باشد. یا به عبارت دیگر، در این حالت  $g_t$  دو جزء  $Z_t$  و  $\bar{g}_t$  را خواهد داشت:

$$\ln(g_t) = \ln(z_t) + \rho[\ln(g_{t-1}) - \ln(z_{t-1})] + (1 - \rho)\ln(\bar{g}) + \varepsilon_t \quad (۹)$$

تغییرات  $z_t$  سبب افزایش دائمی در سطح مصرف دولت می‌شود، در حالی که هرگونه تغییر در  $\bar{g}_t$  سبب تغییرات موقتی در مصرف دولت ایجاد می‌کند. با این تصریح، در حقیقت عواملی که موجب انتقال دائمی در مصرف دولت می‌شوند، همان

1- Christiano, L. and M. Eichenbaum (1992).

۲- تحت این فرض،  $g_t$  شوک برون‌زای یکسان بر موجودی‌ها (endowments) خواهد داشت. در نتیجه، قضایای موجود که تعادل رقابتی و مسأله‌ی برنامه‌ریزی اجتماعی را سازگار می‌کنند، قابل کاربرد خواهند بود.



عواملی هستند که قابلیت بهره‌وری اقتصاد<sup>۱</sup> را افزایش می‌دهند. به عبارت دیگر، با وارد کردن متغیر بهره‌وری کل، عوامل متغیر مخارج دولت می‌تواند شوک‌های دائمی در مدل وارد کند.

#### ۴- حل مدل

برای حل این مدل، تابع مطلوبیت زیر با توجه به قیود فوق حداکثر می‌شود:

$$\text{Max} \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t N_t (\log c_t + \theta \log(T - l_t)) \quad (10)$$

s.to :

$$\hat{C}_t + \hat{K}_{t+1} z_{t+1} \mu_{t+1} - (1 - \delta) \hat{K}_t = (1 - \tau_t) \hat{W}_t l_t + r_t \hat{K}_t - \tau(r_t - \delta) \hat{K}_t \quad (11)$$

شروط تعادل برای این مدل عبارت خواهند بود از:

$$\frac{C_{t+1}}{N_{t+1}} = \frac{C_t}{N_t} \beta \{1 + (1 - \tau_{t+1}) [\alpha A_{t+1} K_{t+1}^{\alpha-1} (L_{t+1})^{1-\alpha} - \delta_{t+1}]\}$$

$$K_{t+1} = (1 - \delta_t) K_t + A_t K_t^\alpha (L_t)^{1-\alpha} - C_t - G_t \quad (12)$$

جزئیات و مراحل حل آن عبارت است از:

F.O.C :

$$\frac{\tilde{W}_t (1 - \tau_t)}{\tilde{C}_t} = \frac{\theta}{T - l_t} \quad (13)$$

$$\tilde{C}_{t+1} = \frac{\beta}{z_{t+1}} \hat{C}_t \left\{ 1 + \left( \alpha \frac{\tilde{K}_{t+1}}{\tilde{L}_{t+1}} \right)^{\alpha-1} - \sigma \right\} (1 - \tau)$$

علامت ~ بیانگر روند زدایی به صورت  $\tilde{M}_t = \frac{M_t}{A_t^{1/(1-\alpha)} N_t}$  است، که در آن  $M_t$

بیانگر متغیرها می‌باشد. حال با مرتب‌سازی به صورت ضرب طرفین در  $1/\tilde{C}_t$ ، در مسیر رشد متعادل خواهیم داشت:

$$1 = \frac{1}{z} \beta \{1 + (1 - \bar{\tau}) [\alpha (\bar{k}/\bar{l})^{\alpha-1} - \bar{\delta}]\}$$

$$(\bar{k}/\bar{l})^{\alpha-1} = \frac{1 - \frac{\beta}{\bar{z}}(1 + (1 - \bar{\tau})\bar{\delta})}{\alpha \frac{\beta}{\bar{z}}(1 - \bar{\tau})}$$

با مرتب‌سازی رابطه‌ی فوق، یکی از معادلات اصلی مورد نیاز در مسیر رشد متعادل به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\frac{\bar{k}}{\bar{l}} = \left[ \frac{\bar{z} - \beta + \bar{\delta}(1 - \bar{\tau})\beta}{(1 - \bar{\tau})\alpha\beta} \right]^{1/1-\alpha} \quad (14)$$

هم‌چنین برای به دست آوردن  $l$  در مسیر رشد متعادل از روابط زیر استفاده می‌شود:

$$kz\mu - (1 - \delta)k + \bar{c} = \bar{Y} - \psi\bar{Y} = (1 - \psi)\bar{k}^{\alpha}\bar{l}^{1-\alpha} \quad (15)$$

$$Q = (1 - \psi)\left(\frac{\bar{k}}{\bar{l}}\right)^{\alpha} - \left(\frac{\bar{k}}{\bar{l}}\right)(\bar{z}\mu\bar{\delta} - 1)$$

$$\bar{l} = T - \frac{\theta\bar{c}}{(1 - \alpha)\left(\frac{\bar{k}}{\bar{l}}\right)^{\alpha}(1 - \tau_t)} = T - \frac{\theta\bar{l}Q}{(1 - \alpha)\left(\frac{\bar{k}}{\bar{l}}\right)^{\alpha}(1 - \tau_t)} \Rightarrow$$

$$\bar{l}\left(1 + \frac{\theta Q}{(1 - \alpha)\left(\frac{\bar{k}}{\bar{l}}\right)^{\alpha}(1 - \tau_t)}\right) = T$$

$$\bar{l} = \frac{T}{1 + \frac{\theta Q}{(1 - \alpha)\left(\frac{\bar{k}}{\bar{l}}\right)^{\alpha}(1 - \tau_t)}}$$

$$\bar{y} = \bar{k}^{\alpha}\bar{l}^{1-\alpha} \quad (16)$$

$$\bar{s} = \frac{\bar{k}(\bar{z}\mu - 1)}{\bar{y} - \delta\bar{k}} \quad (17)$$

پس از محاسبه‌ی مسیر زمانی متغیرهای درون‌زا، نرخ پس‌انداز متغیر در طول زمان به صورت زیر شبیه‌سازی می‌شود:

$$S_t = \frac{Y_t - G_t - C_t - \delta_t K_t}{Y_t - \delta_t K_t} \quad (18)$$

## ۵- یافته‌ها

شکل (۱)، نرخ پس‌انداز تحقق یافته و نرخ پس‌انداز شبیه‌سازی شده را در چارچوب مدل پایه، نشان می‌دهد. در فرایند شبیه‌سازی، علاوه بر پارامترهای کالیبره شده، سری زمانی مربوط به متغیرها؛ نرخ رشد TFP، نرخ استهلاک، سهم دولت در اقتصاد، نرخ مالیات بر سرمایه و متغیرهای مربوط به جمعیت و ساعات کاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. همان‌گونه که شکل (۱) نشان می‌دهد، مدل توانسته است داده‌های سری زمانی پس‌انداز را بسیار نزدیک به داده‌های تحقق یافته ایجاد کند، که این داده‌های شبیه‌سازی شده با توجه به معیارهای MAPE<sup>۱</sup> و سایر معیارها، که در زیر گزارش شده‌اند، بیش از ۸۵ درصد داده‌های تحقق یافته را به خوبی توضیح می‌دهند، به‌گونه‌ای که روند نزولی نرخ پس‌انداز در اقتصاد ایران در دهه‌های ۵۰ و ۶۰ شمسی به خوبی توسط مدل توضیح داده شده است. فقط مدل در برخی سال‌ها مثل سال‌های ۶۵ و ۶۶ که داده‌های تحقق یافته نوسان بسیار زیادی داشته و از یک رقم منفی به یک رقم مثبت بالای ۱۲ درصد رسیده و دوباره به رقم منفی سقوط کرده است، نتوانسته داده‌های تحقق یافته را دنبال کند.

در شکل (۲)، مصرف شبیه‌سازی شده به خوبی نوسانات داده‌های تحقق یافته را منعکس می‌کند و فقط در سال‌های ۶۵ تا ۶۷ داده‌های مدل با فاصله‌ی بیش‌تری از داده‌های تحقق یافته قرار گرفته‌اند، ولی در حالت کلی این مدل قادر است که الگوی حرکت متغیرهای مصرف و پس‌انداز را به خوبی در اقتصاد ایران توضیح دهد.

مقدار معیارهای MAPE<sup>۲</sup> و MAE<sup>۳</sup>، که در آن‌ها  $\hat{y}_t$  و  $y_t$  به ترتیب بیانگر داده‌های برازش شده و تحقق یافته هستند و  $h$  بیانگر تعداد داده‌ها می‌باشد، ۲/۵ درصد است، که بیانگر این است که بیش از ۸۵ درصد داده‌های تحقق یافته توسط داده‌های شبیه‌سازی شده توضیح داده می‌شوند.

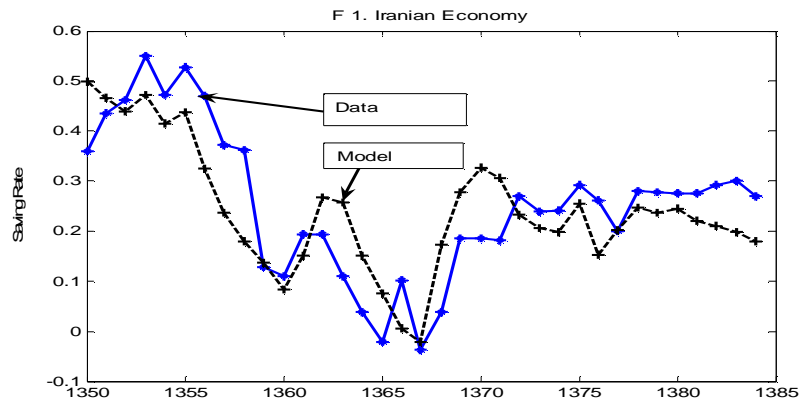
$$MAPE = 100 \cdot \sum_{t=T+1}^{T+h} \left| \frac{\hat{y}_t - y_t}{y_t} \right| / h \quad (19)$$

$$MAP = \sum_{t=T+1}^{T+h} |\hat{y}_t - y_t| / h$$

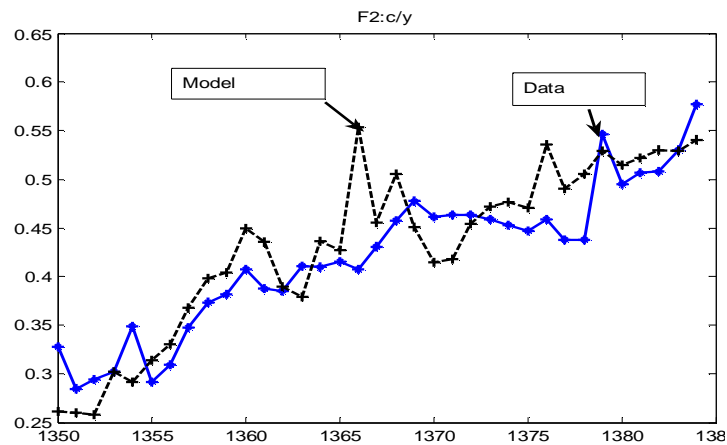
1- Mean Absolute Percentage Error.

1- Mean Absolute Percentage Error.

2- Mean Absolute Error.



شکل ۱- نرخ پس‌انداز تحقق یافته و نرخ پس‌انداز شبیه‌سازی شده در محیط MATLAB



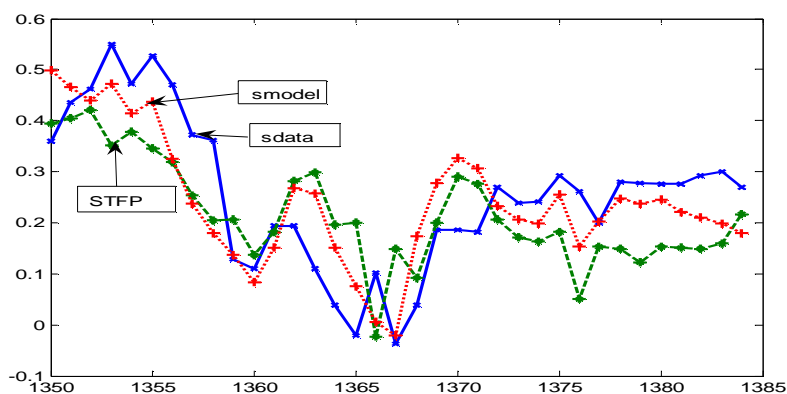
شکل ۲- مصرف شبیه‌سازی شده و تحقق یافته در محیط MATLAB

### ۵-۱- تأثیر متغیرهای برون‌زا

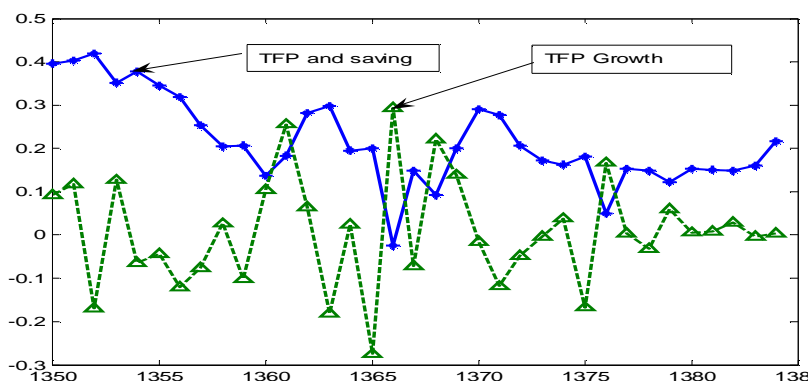
به منظور درک و شناخت دقیق‌تر عوامل مهم اثرگذار بر رفتار متغیرهای پس‌انداز و مصرف در اقتصاد ایران، سناریوهای متفاوتی در مدل به کار گرفته شده است. همان‌گونه که در بالا اشاره شد، در مدل از سری زمانی متغیرها، رشد TFP، نرخ استهلاک، سهم دولت، نرخ مالیات و ساعات کاری استفاده شده است و همان‌طور که داده‌های مربوط به هر کدام از این متغیرها نشان می‌دهد، روند مربوط به هر کدام از این متغیرها در

دوره‌های مختلف، متفاوت بوده است. به‌عنوان مثال TFP در فاصله‌ی سال‌های ۵۵ تا ۶۰ به شدت کاهش یافته و در طول دهه‌ی ۶۰ نوسان شدیدی را تجربه کرده و بعد از سال ۸۰ روند متمایل به نزولی را طی کرده است، بنابراین می‌توان اثر این متغیر و سایر متغیرها را روی رفتار متغیر پس‌انداز مطالعه کرد.

در شکل (۳)، اثر متغیر TFP را بر پس‌انداز مورد بررسی قرار داده‌ایم. سه سری زمانی در این شکل مشاهده می‌شود، که sdata، بیانگر داده‌های تحقق یافته‌ی پس‌انداز، smodel بیانگر پس‌انداز با وجود تغییر تمام متغیرهای تعیین‌کننده و STFP، نشان دهنده‌ی داده‌هایی است که فقط TFP در مدل تغییر می‌کند و سایر متغیرها در حد مقدار مسیر رشد متعادل خود ثابت مانده‌اند. همان‌گونه که STFP نشان می‌دهد، داده‌های شبیه‌سازی شده‌ی پس‌انداز در حالتی که فقط TFP تغییر می‌کند، به خوبی مسیر داده‌های واقعی را تعقیب می‌کند و فقط در دهه‌ی ۵۰، این فاصله اندکی زیاد است، که یک دلیل آن به ثابت ماندن سایر متغیرها و دلیل دیگر آن به خود مدل بر می‌گردد. نکته‌ی بسیار مهمی که باید به آن دقت شود این است که TFP قادر است اثر تعیین‌کننده‌ای بر رفتار پس‌انداز داشته باشد و در دهه‌های ۶۰ و ۷۰ به خوبی بیش‌تر نوسانات پس‌انداز را توضیح دهد. برای این که این جمله بهتر روشن شود، شکل (۴) را نیز رسم کرده‌ایم. در این شکل سری زمانی TFP and Saving داده‌های حاصل از مدل را هنگامی که فقط TFP تغییر می‌کند، نشان می‌دهد و سری زمانی TFP Growth، معروف رشد TFP می‌باشد. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود در دوره‌هایی که TFP روند

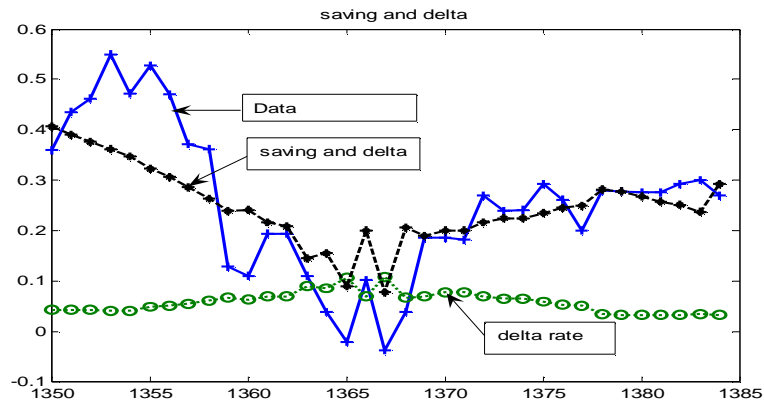


شکل ۳- اثر TFP را بر پس‌انداز



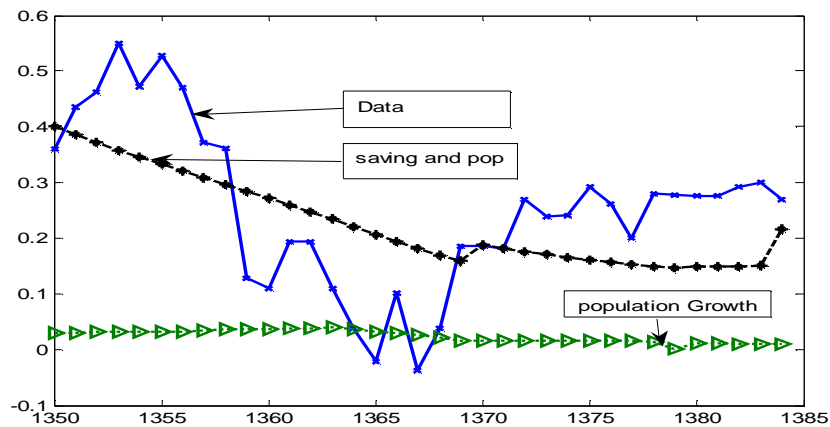
شکل ۴- داده‌های حاصل از مدل فقط با تغییر TFP

نزولی شدید داشته پس‌انداز هم از روند نزولی برخوردار بوده و در دوره‌های بهبود TFP پس‌انداز نیز بهبود یافته است. بیش‌تر نوسانات پس‌انداز، شبیه نوسانات TFP می‌باشد. به عبارت دقیق‌تر، TFP یکی از مهم‌ترین تعیین‌کننده‌های رفتار پس‌انداز در اقتصاد ایران است که پویایی آن را به مراتب بیش‌تر از بقیه‌ی متغیرها تحت تأثیر قرار می‌دهد. در شکل (۵)، حساسیت داده‌های شبیه‌سازی شده‌ی پس‌انداز در برابر تغییرات نرخ استهلاک مورد بررسی قرار گرفته است. سری زمانی Data مربوط به داده‌های تحقق یافته‌ی پس‌انداز، saving and delta، داده‌های شبیه‌سازی شده در حالتی است که فقط استهلاک تغییر می‌کند و delta rate بیانگر نرخ استهلاک می‌باشد. چند نکته در مورد این آزمون قابل ذکر است؛ اولاً؛ در دهه‌ی ۱۳۵۰، نرخ استهلاک چندان نتوانسته متغیری مهم در تعیین رفتار پس‌انداز باشد. ثانیاً؛ در دهه‌ی ۶۰، افزایش نرخ استهلاک به روشنی اثر خود را در سال‌های ۶۵ تا ۶۷ بر نرخ پس‌انداز شبیه‌سازی شده گذاشته و سبب کاهش‌های شدید آن در این سال‌ها شده است. ثالثاً؛ از سال ۱۳۷۰ به بعد و با کاهش نرخ استهلاک، نرخ پس‌انداز شبیه‌سازی شده به شدت به مقدار تحقق یافته‌ی آن نزدیک شده است. شایان ذکر است که در طول دهه‌های ۵۰ و ۶۰ که نرخ استهلاک در اقتصاد ایران افزایش یافته و در برخی سال‌های دهه‌ی ۶۰ این افزایش قابل ملاحظه بوده، نرخ پس‌انداز کاهش چشم‌گیری داشته است.



شکل ۵- حساسیت داده‌های شبیه‌سازی شده‌ی پس‌انداز در برابر تغییرات نرخ استهلاک

شکل (۶)، اثر نرخ رشد جمعیت بر نرخ پس‌انداز شبیه‌سازی شده را نشان می‌دهد. همان‌گونه که سری زمانی ایجاد شده‌ی saving and pop نشان می‌دهد، نرخ رشد جمعیت چندان نمی‌تواند نوسانات رفتار پس‌انداز در اقتصاد ایران را توضیح دهد هر چند کاهش رشد آن در سال‌های دهه‌ی ۱۳۷۰ سبب افزایش نرخ پس‌انداز طی دو سال



شکل ۶- اثر نرخ رشد جمعیت بر نرخ پس‌انداز شبیه‌سازی شده

اولیه‌ی این دهه شده است، ولی در مجموع نمی‌توان اثر آن را به عنوان یک متغیر کلیدی در نظر گرفت و فقط هم‌زمان با سایر متغیرها می‌توان رفتار آن را تحلیل کرد.

به عبارت دیگر، این متغیر به تنهایی نمی‌تواند موجب تغییرات و یا پویایی در متغیر پس‌انداز شود و بایستی در کل مدل وارد شود، در حالی که متغیر بهره‌وری کل عوامل این ویژگی را داشت.

### ۶- تحلیل حساسیت (تغییر فرض درباره‌ی TFP)

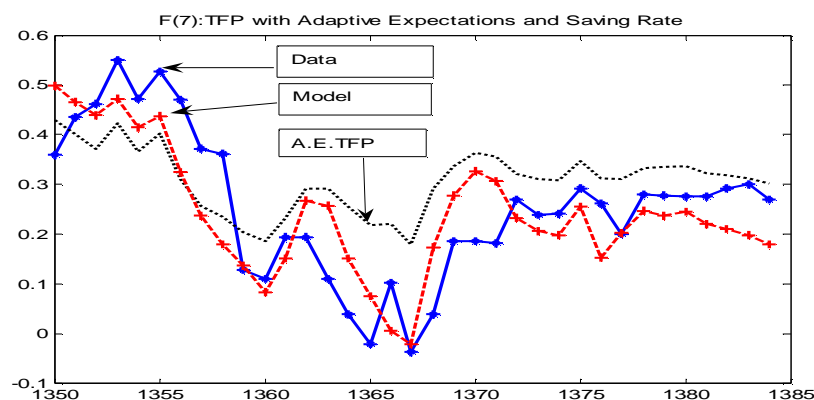
در این قسمت از مقاله، فرض تحقق و قابلیت پیش بینی کامل TFP از سوی عوامل را کنار گذاشته و با دو فرض جداگانه درباره‌ی آن، اثر TFP را بر پس‌انداز مورد مطالعه قرار می‌دهیم.

#### ۶-۱- انتظارات تطبیقی

گزینه‌ی اول در این زمینه این است که فرض کنیم نرخ رشد TFP آینده، در چارچوب انتظارات تطبیقی با معادله‌ی زیر شکل می‌گیرد:

$$Z_{t+1}^e = Z_t^e + \lambda(Z_t + Z_t^e) \quad (20)$$

در این معادله، پارامتر  $\lambda$  نشان‌دهنده‌ی تغییرات در انتظارات برای پوشش خطاهای گذشته است.  $\lambda$  نزدیک به صفر، بیانگر انتظارات نزدیک به ایستاست، در حالی که  $\lambda$  نزدیک به یک، بیانگر این است که انتظارات بسیار نزدیک به عدد اخیراً مشاهده شده در نرخ رشد تحقق یافته‌ی TFP است. آن‌چه مشخص است این‌که هرچه  $\lambda$  نزدیک به صفر در نظر گرفته شود، سری زمانی به دست آمده از شبیه‌سازی بسیار نزدیک‌تر به سری به دست آمده‌ی قبلی (سری model در شکل ۷) خواهد بود. در شکل (۷)، این آزمون را با



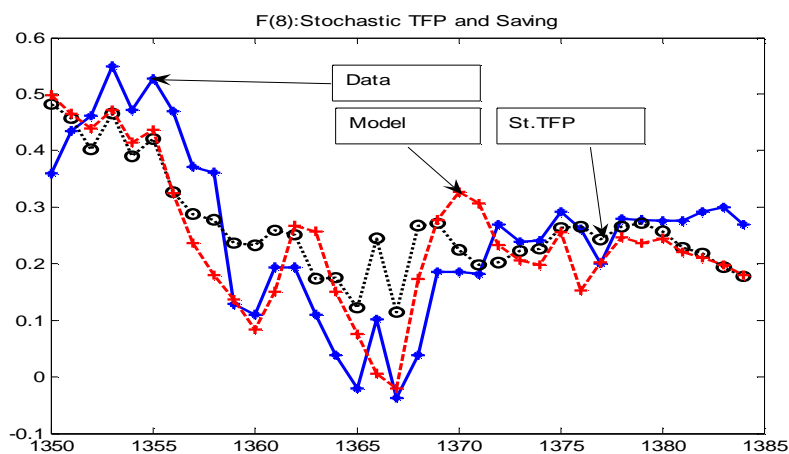
شکل ۷- نرخ پس‌انداز در حالت شکل‌گیری TFP با انتظارات تطبیقی



$\lambda$  های مختلف انجام دادیم، ولی برای نمونه فقط یکی از آن‌ها را با  $\lambda = 0.6$  گزارش کرده‌ایم. سری به‌دست آمده را با A.E.TFP نشان می‌دهیم. این سری نشان می‌دهد که هر چه قدر انتظارات به مشاهدات اخیرتر نزدیک‌تر باشند، سطح پس‌انداز شبیه‌سازی شده بیش‌تر خواهد بود، که این موضوع در سری زمانی به‌دست آمده از سال ۶۰ تا ۸۵ به وضوح مشاهده می‌شود.

### ۲-۶- نرخ رشد استوکاستیک TFP

دومین تغییر در مورد TFP این است که فرض کنیم نرخ رشد TFP از یک فرایند  $AR(1)$  تبعیت می‌کند. بعد از تصریح و تخمین این فرایند بر اساس ملاک‌های مرسوم، ضریب آن  $0.42$  (با عرض از مبدا  $0.4$  و انحراف معیار  $0.12$ ) به دست آمد. سپس با به‌کارگیری داده‌های حاصل از این فرایند در مدل رشد، پس‌انداز شبیه‌سازی شده را در شکل (۸) با  $st.TFP$  نشان داده‌ایم، که به‌طور کلی در این سری دو نکته حائز اهمیت است: اولاً؛ TFP استوکاستیک، نوسانات پس‌انداز را در دهه‌ی ۶۰ بهتر از حالت قبل (داده‌هایی که با برچسب  $model$  نشان داده شده‌اند) توضیح می‌دهد و ثانیاً؛ سری به‌دست آمده به داده‌های تحقق یافته (که با برچسب  $Data$  نشان داده شده‌اند) از سال ۷۰ به بعد بسیار نزدیک‌تر است.



شکل ۸- شکل‌گیری TFP به‌صورت AR و رفتار پس‌انداز

## ۵- نتیجه‌گیری

در این مقاله، از مدل رشد متعارف برای درک عوامل تعیین کننده‌ی رفتار پس‌انداز و مصرف در دوره‌ی ۸۵-۱۳۵۰ بهره‌گرفتیم. با استفاده از داده‌های اقتصاد ایران، پارامترهای مدل را کالیبره کرده و از سری‌های زمانی نرخ رشد TFP، نرخ رشد جمعیت، نرخ استهلاک، نرخ مالیات بر درآمد سرمایه جهت شبیه‌سازی مدل در چارچوب یک برنامه‌ی کامپیوتری در محیط نرم افزار MATLAB استفاده و سپس اثر هر کدام از متغیرهای مذکور را بر پس‌انداز مشخص کردیم مهم‌ترین نتیجه‌ی این آزمون این بود که تغییرات TFP به تنهایی بخش عمده‌ای از حرکات و نوسانات پس‌انداز را توضیح می‌دهد. هم‌چنین با استوکاستیک کردن روند شکل‌گیری TFP و نیز بیان انتظارات تطبیقی آن مشخص شد که رشد TFP می‌تواند اثر قابل ملاحظه‌ای بر پس‌انداز داشته باشد، به گونه‌ای که در حالت استوکاستیک، رفتار پس‌انداز در دهه‌ی ۶۰ بهتر از حالت غیر استوکاستیک TFP توضیح داده شد. به همین جهت به نظر می‌رسد، به منظور درک بهتر رفتار پس‌انداز، نیازمند به درک عوامل تعیین کننده‌ی TFP هستیم. در هر حال، افزایش نرخ استهلاک در دهه‌ی ۶۰ و کاهش آن در دهه‌های ۷۰ و ۸۰، سبب شده است که نرخ پس‌انداز، ابتدا کاهش و سپس با افزایش بسیار ملایمی همراه باشد. نرخ رشد جمعیت به تنهایی نمی‌تواند نوسانات مربوط به پس‌انداز را ایجاد کرده و یا توضیح دهد.

## فهرست منابع

- ۱- ابریشمی حمید و رحیم‌زاده نامور، محسن. (۱۳۸۵) «عوامل تعیین کننده‌ی پس‌انداز خصوصی با تأکید بر عملکرد بازارهای مالی در ایران»، مجله‌ی تحقیقات اقتصادی، شماره‌ی ۷۳، خرداد و تیر، صص ۱-۳۵.
- ۲- استفن چاپمن. «برنامه نویسی MATLAB برای مهندسان» ترجمه‌ی زکایی سعدان و دیگران، انتشارات دانشگاه خواجه نصیر الدین طوسی (۱۳۸۵).
- ۳- امینی، علیرضا. نشاط حاجی محمد (۱۳۸۴). برآورد سری زمانی موجودی سرمایه در اقتصاد ایران طی دوره‌ی زمانی ۱۳۳۸-۱۳۸۱. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، مجله‌ی برنامه و بودجه، شماره‌ی ۱. فروردین و اردیبهشت.

- ۴- بهرامی جاوید و اصلانی پروانه (۱۳۸۴) «بررسی عوامل مؤثر بر پس‌انداز بخش خصوصی در ایران طی دوره‌ی ۱۳۴۷-۱۳۸۰»، فصل‌نامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال هفتم، شماره‌ی ۲۳، تابستان، صص ۱۱۹-۱۴۵.
- ۵- رحمانی تیمور (۱۳۷۱)، تحلیلی از تشکیل سرمایه در اقتصاد ایران و تخمین تابع سرمایه‌گذاری، رساله‌ی کارشناسی ارشد (راهنما: اکبر کمیجانی)، دانشکده‌ی اقتصاد دانشگاه تهران.

- ۶- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، قانون بودجه‌ی کشور، سال‌های مختلف.
- ۷- مرکز تحقیقات اقتصاد ایران (۱۳۸۶)، دانشکده‌ی اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی،

نرم افزار JELDB3.

- 8- Bergoing Raphael and P.J.Timothy.(2001)."A Decade Lost and Found: Mexico and Chile in the 1980s", F.R.Bank of Minneapolis.
- 9- Braun R.Anton and Daisuke Ikeda and Douglas H.Joines (2006)."The Saving Rate in Japan: Why it has Fallen and Why it will Remain Low?", University of Southern California, September.
- 10- Carlos conesa, Juan. Timothy J. Kehoe, Kim J. Ruhl (2007).” Modeling Great Depressions: The Depression in Finland in the 1990s, Federal Reserve Bank of Minneapolis, Research Department Staff Reports.
- 11- Carroll,C. and D.Weil.(1994)."Saving and Growth: A Reinterpretation", Carnegie-Rochester Conference Series on Public policy 40:133-92, North Holland.
- 12- Chen Kaiji and Ayse Imrohoroglu and Selahattin Imrohoroglu. (2006)."Accounting for Consumption and Saving in the United States: 1960-2004", October, Southern California University.
- 13- Chen Kijan and Ayese Imrohoroglu and Selahattin Imrohoroglu (2007)." The Japanese Saving Rate between 1960-2000: Productivity, Policy Changes and Demographics, Economic Theory, July.
- 14- Chen Kijan and Ayese Imrohoroglu and Selahattin Imrohoroglu (2005).”Secular Trends in US Saving and Consumption”, working paper, Southern California University.
- 15- Christiano,L. and M.Eichenbaum(1992)."Current Real Business Cycle Theories and Aggregate Labor-Market Fluctuations", American Economic Review, 82, pp 430-450.
- 16- Dawkins, Christina and John Whally and T.N Srinivasan (2001)."Calibration", Handbook of Econometrics, Volume 5, Edited by J.J. Heckman and E.Leamer, Chapter 58.
- 17- Edvards, S. (1995)."Why Are Latin America's Saving Rates So Low? An International Comparative Analysis," Journal of Development Economics, 51(1):5-44.

- 18- Giovannini, A.(1985)."Saving and the Rate of Interest in LDCs," Journal of Development Economics, 18:197-217.
- 19- Guest, R.S and McDonald, I.M (2005)."Demographic Transition and Optimal Saving in Four Asian Countries", WP, University of Melbourne.
- 20- Hayashi, Fumio and Edward C.Prescott.(2002)."The 1990s in Japan: A Lost Decade."Review of Economic Dynamics,5(1):206-235.
- 21- Judd, Kenneth.(1998)."Numerical Methods in Economics", the MIT Press, pp: 357-360.
- 22- Kydland, Finn E. and Carlos E.J.M.Zarazaga (2001). "Argentina's Lost Decade", Federal Reserve Bank of Dallas, Clae WP NO.0401.
- 23- Kydland Finn E. and Carlos Zarazaga. (2007)." Argentina's Lost Decade and Subsequent Recovery: Hits and Misses of the Neoclassical Growth Model".
- 24- Prescott, Edward. C and Timothy J. (2001)."Great Depressions of the Twentieth Century", Department of Economics, Minneapolis.
- 25- Schmidt-Hebbel, K., L.Serven, and A.Solimano.1996."Saving and Investment: Paradigms, Puzzles, Policies," World Bank Research Observer 11(1):87-117.
- 26- Thomas F.Cooley and Edward C. Prescott (1995)." Economic Growth and Business Cycles"
- 27- Timothy, J and Carlos Juan.(2007)."Modeling Great Depressions: The Depressions in Finland in the 1990s", October.

ضمیمه

محاسبه‌ی مسیر گذار متغیرهای درون‌زا و الگوریتم شوتینگ<sup>۱</sup>

برای محاسبه‌ی مسیر متغیرهای درون‌زا از الگوریتم شوتینگ استفاده شده است. این الگوریتم توسط کنت جاد (۱۹۹۸)<sup>۲</sup>، در کتاب «روش‌های عددی در اقتصاد» ارائه شده است. کنت، در این الگوریتم هدف خود را یافتن مسیر  $c(t)$  و  $k(t)$  به ترتیب مصرف و سرمایه‌ی سرانه، در معادله‌ی زیر بیان کرده است:

$$\dot{c} = \frac{u'(c)}{u''(c)}(\rho - f'(k)),$$

$$\dot{k} = f(k) - c$$

برای این منظور مراحل زیر را طی کرده است:

هدف: حل معادله‌ی فوق برای به دست آوردن مسیرهای  $c(t)$  و  $k(t)$  در دوره‌ی

$$t \in [0, T] \text{ و } k_0 < k^*$$

آماده‌سازی:  $c_H$  یا حد بالای مصرف را برابر با  $f(k_0)$  و  $c_L$  یا حد پایین مصرف را برابر با صفر قرارداده ( $c_L = 0$ ) و ملاک توقف فرایند را  $\varepsilon > 0$  در نظر گرفته است.

$$\text{گام اول: } c_0 \text{ به صورت } c_0 = \frac{(c_L + c_H)}{2} \text{ تعریف می‌شود.}$$

گام دوم: مساله‌ی مقداری اولیه‌ی (IVP) فوق با شروط اولیه‌ی  $c(0) = c_0$  و  $k(0) = k_0$  حل می‌شود، به محض این که  $\dot{c} < 0$  یا  $\dot{k} < 0$  شود، الگوریتم IVP متوقف می‌شود و زمان مربوط به آن را مشخص می‌کند.

گام سوم: اگر  $|c(T) - c^*| < \varepsilon$  باشد، فرایند متوقف می‌شود. اگر  $\dot{c} < 0$  باشد،

$c_L = c_0$  قرار داده می‌شود، در غیر این صورت  $c_H = c_0$  قرار داده شده و به مرحله‌ی

یک (گام اول) می‌رویم، تا زمانی که هم‌گرایی حاصل شود.

در این مقاله نیز ابتدا مرز پایین و بالای  $c$  یا مصرف سرانه را به صورت حدس اولیه‌ی  $c_L = \bar{c}^*/0$  و  $c_H = \bar{c}^*/2$  به مانند کارهایاشی و پرسکات<sup>۴</sup> (۲۰۰۲) قرار می‌دهیم.  $k/y$  اولیه را هم همان نسبت سرمایه به تولید سال ۱۳۵۰ و برابر با ۱/۸۶

1- Shooting Algorithm.

2- Judd, Kenneth.(1998).

3- Initial Value Problem.

4- Hayashi,Fumio and Edward C.Prescott.(2002).

قرار می‌دهیم.  $I_0$  را نیز به صورت حدس اولیه‌ی ۴۴ (ساعت) در نظر می‌گیریم. حال با تنظیم برنامه‌ی مربوط به الگوریتم شوتینگ در محیط نرم افزار MATLAB، الگوریتم را برای رسیدن به جواب شروع می‌کنیم:

برای رسیدن به مقدار حد بالای  $C$ ،  $k$  را به صورت زیر تصریح می‌کنیم:  
(ض.۱)

$$k(t,1) = \frac{((1-\delta(t-1,1))*k(t-1,1) + (1-\psi(t-1,1))*k(t-1,1)^\alpha * Ie(t-1,1)^{1-\alpha} - c(t-1,1))}{z(t-1,1)*\mu(t-1,1)}$$

حال ممکن است  $k < 0$  شود، در این صورت  $C_H$  پایین خواهد بود. از حلقه‌ی While و ساختارهای If، else، elseif تا آن جایی استفاده می‌شود که هم‌گرایی متغیرهای درون‌زا ( $k$  و  $C$ ) در مسیر رشد متعادل حاصل شود، به گونه‌ای که:

$$|c(t) - \bar{c}| < \varepsilon$$

و

$$|k(t) - \bar{k}| < \varepsilon * 10 \quad (\text{ض.۲})$$

$\varepsilon$ ، ملاک هم‌گرایی در الگوریتم شوتینگ می‌باشد و عدد ضرب

شده در آن از کارهایابی و پرسکات گرفته شده است. در این کار و کارهای مشابه، ملاک هم‌گرایی، ۰/۰۱ در نظر گرفته شده است.

## ۱- کالیبراسیون<sup>۱</sup>

در اواخر دهه‌ی ۱۹۹۰ میلادی، مدل‌های به اصطلاح کالیبره شده<sup>۲</sup>، بدون فرموله‌سازی مرسوم اقتصادسنجی، محور اصلی کارهای تجربی قرار گرفتند و واژه‌ی کالیبراسیون به عنوان مقیاسی برای اندازه‌گیری پارامترها مطرح شد. (داوکینز و دیگران ۲۰۰۱)<sup>۳</sup> تعیین مقدار عددی پارامتر در مدل اقتصادی عبارت از بیان مقدار اعدادی مشخص است تا دوباره مدل تعریف شده، داده‌ها را منعکس کند.<sup>۴</sup> یک مدل کالیبره شده می‌تواند برای ارزیابی تغییرات غیرقابل مشاهده یا مخالف واقعیت سیاست‌ها و پارامترها مورد استفاده قرار گیرد با این حال، واژه‌ی «کالیبراسیون»، هنوز به عنوان یک

1- Calibration.

2- Calibrated Models .

3- Dawkins, Christina and John Whally and T.N Srinivasan (2001) .

۴- در اقتصاد و در کالیبره کردن مدل‌های تعادل عمومی، مقدار عددی برخی پارامترهای مدل برون‌زا در نظر گرفته می‌شوند در حالی که در برخی موارد دیگر پارامترهای تعیین شده به صورت درون‌زا مشخص می‌شوند تا داده‌های واقعی را دوباره تولید کنند. به عنوان مثال، کشش جانشینی در تابع تولید CES، پارامتری است که به صورت برون‌زا تعیین می‌شود.

واژه‌ی مبهم، علی‌رغم استفاده‌ی گسترده از آن، باقی مانده است. ولی، سری نی و اسان و دیگران<sup>۱</sup> (۲۰۰۱)، بیان می‌کنند که: «علی‌رغم نکاتی که درباره‌ی این روش وجود دارد ما معتقدیم که کالیبراسیون و تخمین، تفاوت اندکی باهم دیگر دارند. اگر کالیبراسیون عبارت از مشخص کردن مقدار عددی پارامترهای مدل نسبت به معیار، توانایی مدل در ایجاد مجدد داده‌ها باشد و تخمین، استفاده از معیار خوبی برآزش در انتخاب مقادیر عددی پارامترهای مدل است، دو رویه به‌طور تنگاتنگی با هم در ارتباط اند. ایده این است که مدل بتواند دوباره داده‌هایی را تولید کند که به‌عنوان حل و جواب مدل تلقی شوند. این در حالی است که، داده‌های اصلی و اولیه از منابع متعدد گرفته می‌شوند. در ادامه‌ی این قسمت، فرایند کالیبراسیون را برای پارامترها به‌کار می‌گیریم.

#### ۵-۱- برآورد موجودی سرمایه و نرخ استهلاک

در این مطالعه برای ایجاد سری زمانی موجودی سرمایه از قاعده‌ی حرکت سرمایه براساس مدل مرسوم زیر استفاده می‌شود:

$$K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_t \quad (\text{ض. ۳})$$

این رویه مرسوم برای محاسبه‌ی موجودی سرمایه، در حقیقت همان روش موجودی‌گیری مستمر<sup>۲</sup> است. در حقیقت نهاده‌های لازم برای ایجاد سری زمانی موجودی سرمایه در این روش، موجودی سرمایه در ابتدای دوره و مقدار ثابت نرخ استهلاک می‌باشد. مقدار  $\delta$  به‌گونه‌ای انتخاب می‌شود که با نسبت متوسط استهلاک به GDP مشاهده شده در دوره‌ی کاربرد برای کالیبراسیون سازگار باشد. برای اقتصاد ایران، نسبت استهلاک به GDP در طول دوره‌ی ۸۵-۱۳۵۰ به صورت زیر به‌دست آمده است:

$$\frac{1}{36} \sum_{t=1350}^{1385} \frac{\delta K_t}{Y_t} = 0.1262 \quad (\text{ض. ۴})$$

البته آنچه در این مرحله‌ی قابل ذکر است این است که به علت عدم وجود داده‌ای مشخص، برای موجودی سرمایه در ابتدای دوره، ناگزیر از قبول یک قاعده‌ی کما بیش اختیاری برای محاسبه‌ی این داده هستیم. قاعده‌ای که ما به تبعیت از (تیموتی و

1- Srinivasan T.N and et al(Yale University).

2- Perpetual Inventory method.

دیگران (۲۰۰۷)<sup>۱</sup> و فین کیدلند و زارازاگا (۲۰۰۱)<sup>۲</sup> استفاده کرده‌ایم به این صورت است که نسبت سرمایه به تولید ابتدای دوره، باید با متوسط نسبت سرمایه به تولید قسمتی از دوره‌ی مورد بررسی سازگار باشد، بنابراین میزان موجودی سرمایه در سال ۱۳۵۰ را با متوسط موجودی سرمایه‌ی دوره‌ی ۶۰-۱۳۵۱ برابر قرار داده‌ایم:

$$\frac{K_{1350}}{Y_{1350}} = \frac{1}{10} \sum_{t=1351}^{1360} \frac{K_t}{Y_t} \quad (\text{ض.۵})$$

نسبتی که رابطه‌ی فوق را (هم‌زمان با رابطه‌ی ۲۲) سازگار کرد، رقم ۱/۸۶ برای  $K_{1350}/Y_{1350}$  بود که این رقم بسیار نزدیک به رقم مطالعه‌ی آمینی و نشاط (۱/۸۹) و سایر مطالعات (۱۳۸۴) می‌باشد.

سیستم معادلات (۲۱)، (۲۲)، (۲۳) ما را قادر می‌کند تا با استفاده از داده‌های  $I_t$ ، سری زمانی موجودی سرمایه و نرخ استهلاک را محاسبه کنیم. در این سیستم ۳۷ مجهول وجود دارد.

$K_{1350}$ ،  $\sigma$ ،  $K_{1351}$ ، ...،  $K_{1385}$  در ۳۷ معادله بایستی مشخص شوند. ۳۵ معادله در رابطه‌ی (ض.۳) که  $t=1350, \dots, 1385$  و معادلات (ض.۴) و (ض.۵) با حل این سیستم معادلات، موجودی سرمایه و نرخ استهلاک کالیبره شده به دست می‌آید. همان‌گونه که ذکر شد، نسبت سرمایه به تولید در ابتدای دوره، ۱/۸۶ و نرخ استهلاک  $\delta = 6/02$  برای کل اقتصاد به دست آمد، که این رقم در حقیقت بسیار نزدیک به مقادیر به دست آمده در سایر مطالعات است. آسان‌ترین و سریع‌ترین روش برای به دست آوردن این ارقام، استفاده از Solver در نرم افزار Excel می‌باشد. سری زمانی به دست آمده برای موجودی سرمایه با استفاده از شاخص ضمنی به ارقام واقعی تبدیل شده است.

### ۵-۲- سهم سرمایه و نیروی کار در تولید

به طور کلی برای برآورد سهم نیروی کار و سرمایه در ادبیات اقتصاد کلان دو رویکرد کلی وجود دارد، که یکی «رویکرد رگرسیون»<sup>۳</sup> و دیگری «رویکرد حساب‌های درآمد ملی»<sup>۴</sup> است. بنا به باور بیش‌تر اقتصاددانان نظریه‌پرداز در زمینه‌ی رشد اقتصادی و

1- Carlos conesa, Juan. Timothy J. Kehoe, Kim J. Ruhl(2007).

2- Kydland , Finn E. and Carlos E.J.M.Zarazaga(2001).

3- The Regression Approach.

4- The National Accounts Approach.



ادبیات ادوار تجاری (پرسکات<sup>۱</sup> ۱۹۹۵)، (مارتین ارایب ۲۰۰۶)، مشاهدات پایه در ادبیات رشد اقتصادی نشان می‌دهد که سهم نیروی کار و سرمایه تقریباً در طول زمان ثابت است، حتی اگر قیمت‌های نسبی این دو در طول زمان متغیر باشد برای محاسبه سهم این دو از روش تیموتی (۲۰۰۷)<sup>۲</sup>، استفاده کرده و سهم نیروی کار از تولید را برای سال‌های مختلف به صورت زیر به دست می‌آوریم:

(ض.۶)

$$\text{LabourShare} = \frac{\text{Comensatio nofEmploye es}}{\text{GDP} - \text{NetMixedIncome} - \text{NetIndirectTaxes}}$$

که در آن، صورت کسر بیانگر سری زمانی جبران خدمات نیروی کار می‌باشد که عبارت از کل پرداختی نقدی یا غیرنقدی توسط واحد تولیدی به کارکنان به ازای مقدار کار انجام شده در یک دوره‌ی حسابداری است.

سهم سرمایه در اقتصاد ایران در برآوردهای اقتصادسنجی از ۱۷ درصد تا ۶۶ درصد برآورد و بیش‌تر این مطالعات نیز در منابع مختلف علمی منتشر شده است.<sup>۳</sup> بنابراین برای مطالعه‌ی مدل‌های کلان به روش معمول، دریافت پارامترها از مطالعات دیگران کاربرد چندانی ندارد، پس برای محاسبه‌ی پارامترها از روش کالیبراسیون استفاده کردیم، که نتیجه‌ی آن نیز به صورت زیر می‌باشد.

$$\text{LabourShare} = \frac{\text{Comensatio nofEmploye es}}{\text{GDP} - \text{NetMixedIncome} - \text{NetIndirectTaxes}} = ۰/۵۳$$

$$\alpha = ۱ - \text{LabourShare} = ۰/۴۷ \quad (\text{ض.۷})$$

### ۵-۳- نرخ‌های نهایی مالیات بر سرمایه و درآمد نیروی کار

یکی دیگر از پارامترهایی که در مدل کاربرد اساسی دارد، نرخ نهایی مالیات بر کل درآمد سرمایه در اقتصاد است. از آن‌جا که چنین نرخ‌ی معمولاً در حساب‌های درآمد ملی استاندارد منتشر نمی‌شود، بنابراین محققان سعی در محاسبه‌ی این پارامتر برای سال‌های مختلف داشته و با استفاده از آن محاسبات، مقدار این متغیر را در مسیر رشد

1- Thomas F.Cooley and Edward C. Prescott(1995).

2- Timothy , Department of Economic, University of Minnesota.

۳ - مشاهدات محقق از مطالعات مختلف که به منظور صرفه‌جویی، جزئیات آن‌ها گزارش نشده است.

متعادل محاسبه می‌کنند. برای به‌دست آوردن پایه‌های مالیاتی مورد نیاز در مدل، مصرف، درآمد نیروی کار از تولید و درآمد خالص سرمایه به صورت زیر تعریف می‌شود:

(ض.۸)

مصرف = هزینه‌ی نهایی مصرف خانوار (میلیارد ریال جاری) + هزینه‌ی نهایی مؤسسات غیرانتفاعی در خدمت خانوار (میلیارد ریال جاری).

درآمد نیروی کار هم به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$L.Income = (1 - \alpha)(GDP - NetT) \quad (\text{ض.۹})$$

درآمد نیروی کار = سهم نیروی کار در تولید  $\times$  {تولید ناخالص داخلی اسمی (میلیارد ریال) منهای (مالیات‌ها منهای سوبسیدها (میلیارد ریال))}

هم‌چنین درآمد خالص سرمایه عبارت است از:

$$N.C.Income = \alpha [GDP - Net.T] - \sigma K \quad (\text{ض.۱۰})$$

درآمد خالص سرمایه = [سهم سرمایه در تولید  $\times$  (تولید ناخالص داخلی اسمی (میلیارد ریال) منهای (مالیات‌ها منهای سوبسیدها (میلیارد ریال)))] - مصرف سرمایه‌ی ثابت (استهلاک) میلیارد ریال.

حال نرخ‌های مالیاتی به صورت زیر تعریف می‌شوند:

نرخ مالیات بر مصرف:

$$\tau_c = \frac{G.T.G.S}{H.F.C + FCENP - G.T.G.S} \quad (\text{ض.۱۱})$$

که در آن،  $G.T.G.S$  = مالیات بر کالاها و خدمات،  $H.F.C$  = مصرف نهایی خانوار (قیمت‌های اسمی)،  $FCENP$  = مصرف نهایی مؤسسات غیر انتفاعی (قیمت‌های اسمی) و  $\tau_c$  = نرخ مالیات بر مصرف می‌باشد.

به‌دست آوردن مالیات بر درآمد نیروی کار و سرمایه، به صورت زیر است.

ابتدا نرخ نهایی مالیات بر کل درآمد خانوار محاسبه می‌شود:

$$\tau_h = \beta \cdot \left[ \frac{T.o.Income}{COE + ECSS + HGOS \& MI - \sigma K} \right] = T.o.Income \quad (\text{ض.۱۲})$$

که در آن، مالیات بر درآمد (مشاغل + حقوق و دستمزد)،  $COE$  = جبران خدمات کارکنان،  $ECSS$  = سهم کارفرما از بیمه‌ی تأمین اجتماعی،  $HGOS \& MI$  = مازاد عملیاتی و درآمد مختلط،  $\sigma K$  = مصرف سرمایه‌های ثابت و  $\beta$  = ضریب تبدیل مالیات متوسط به نهایی می‌باشد.

در مرحله‌ی دوم، نرخ نهایی مالیات بر درآمد نیروی کار به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\tau_l = \left[ \frac{\tau_h \cdot (\text{COE} - \text{ECSS} + [(1-\alpha)(\text{HGOS} \& \text{MI} - \sigma K)]}{(1-\alpha)[\text{GDP} - \text{Net.T}]} \right] \quad (\text{ض. ۱۳})$$

که در آن،  $\tau_l$  = نرخ نهایی مالیات بر درآمد نیروی کار می‌باشد و در نهایت، نرخ نهایی مالیات بر سرمایه را محاسبه می‌کنیم:

$$\tau_k = \left[ \frac{\tau_h \cdot \alpha [\text{HGOS} \& \text{MI} - \sigma K] + \text{T.o.Income.C} + \text{T.o.IM.Pr} + \text{T.o.F \& Ca}}{\alpha \cdot (\text{GDP} - \text{Net.T}) - \sigma K} \right] \quad (\text{ض. ۱۴})$$

$$= ۰/۳۵۶$$

که در آن:

$\tau_k$  = نرخ نهایی مالیات بر سرمایه،  $\tau_h$  = نرخ نهایی مالیات بر کل درآمد خانوار،  $\alpha$  = سهم سرمایه از تولید،  $\text{T.o.Income.C}$  = مالیات بر درآمد شرکت‌ها،  $\text{T.o.IM.pr}$  = مالیات بر املاک و  $\text{T.o.F\&Ca}$  = مالیات بر معاملات مالی و نقل و انتقال سهام می‌باشد.

#### ۴-۵- عامل تنزیل ذهنی و مطلوبیت منفی نیروی کار

بعد از پیدا کردن سهم نیروی کار و سرمایه در تولید، می‌توان میزان نرخ ترجیح زمانی را نیز مشخص کرد. این پارامتر بر اساس شروط مرتبه‌ی اول و معادله‌ی اولر به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\frac{U_{ct}}{U_{ct+1}} = \frac{C_{t+1}}{C_t} = \beta [1 + (1-\tau)(r_{t+1} - \delta)] \quad (\text{ض. ۱۵})$$

که با توجه به آن،  $\beta$  عبارت است از:

$$\beta = \frac{C_{t+1}/C_t}{1 + (1-\tau)(r_{t+1} - \delta)} = ۰/۹۶ \quad (\text{ض. ۱۶})$$

در معادله‌ی فوق،  $r_{t+1}$  بهره‌وری نهایی سرمایه در دوره‌ی کالیبراسیون می‌باشد که به صورت زیر به دست می‌آید:

$$r_t = \frac{\text{RealGDP}}{\text{RealCapital.S}} = \frac{\text{GDP}}{K} \quad (\text{ض. ۱۷})$$

## ۵-۵- عامل TFP

برای به دست آوردن TFP از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود:

$$Z_t = \frac{Y_t}{K_t^\alpha (L_t)^{1-\alpha}} \quad (\text{ض. ۱۸})$$

جدول ۱- مقادیر عددی پارامترهای کالیبره شده

پارامتر	توضیح	مقدار
$\delta$	نرخ استهلاک	۰/۰۶۱۲
$\beta$	نرخ تنزیل	۰/۹۶۳
$\alpha$	سهم سرمایه	۰/۴۷
$\theta$	مطلوبیت منفی نیروی کار	۱/۴۵
$\tau$	نرخ مالیات بر سرمایه	۰/۳۵۶
$\psi$	سهم دولت در تولید	۰/۱۸
$\bar{\mu}$	نرخ رشد جمعیت	۱/۰۲۵
$z$	نرخ رشد TFP	۱/۰۰۷۷
$\bar{l}$	متوسط ساعات کاری	۴۴

منبع: محاسبات محقق.