

بر آورد سری زمانی موجودی سرمایه در اقتصاد ایران طی دوره زمانی ۱۳۳۸-۱۳۸۱

نویسندگان: علیرضا امینی*
حاجی محمد نشاط**

چکیده

در این مطالعه، آمارهای سری زمانی موجودی سرمایه ثابت به تفکیک بخش‌های کشاورزی، نفت و گاز، صنعت و معدن، آب و برق، ساختمان، حمل و نقل و انبارداری، ارتباطات، مستغلات و سایر خدمات در دوره ۱۳۳۸-۱۳۸۱ بر مبنای قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶ تخمین زده شده است. علاوه بر این، نرخ‌های استهلاك سرمایه ثابت نیز به تفکیک بخش‌های مذکور برآورد شده است. نرخ‌های استهلاك تخمین زده شده با برآورد قبلی در مطالعه امینی، صفاری پور و نهاوندی در سال ۱۳۷۷ و سایر مطالعات نیز هم‌هنگی داشته و تفاوت چندانی با آن ندارد ولی مقادیر مطلق ارزش موجودی سرمایه ثابت متفاوت با مطالعات قبلی است که دلیل آن اختلاف در سال پایه و تفاوت موجود در روش‌های محاسبه حساب‌های ملی به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۶۱ و سال ۱۳۷۶ می‌باشد.

* استادیار دانشکده اقتصاد و حسابداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی و کارشناس دفتر اقتصاد کلان سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
** کارشناس دفتر اقتصاد کلان سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

۱. مقدمه

یکی از مهم‌ترین عوامل در فرآیند رشد و توسعه اقتصادی کشورها، سرمایه می‌باشد. موجودی سرمایه به مفهوم مجموع کالاهای سرمایه‌ای مختلف است که با یک واحد مشترک تبدیل و با هم جمع می‌شوند.

در مطالعات اقتصادی و برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری نیاز به استفاده از آمارهای موجودی سرمایه است. در حالی که در کشورهای در حال توسعه نظیر ایران، به دلیل نبود داده‌های موجودی سرمایه به صورت سری زمانی قابل اعتماد، برآورد تابع تولید با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی با مشکلات فراوانی روبه‌رو بوده، به طوری که در اکثر مطالعات، روش‌های خام برای برآورد تابع تولید مورد استفاده قرار گرفته است. به عبارت دیگر، به جای استفاده از متغیر موجودی سرمایه، فرمول تعدیل شده سرمایه را در تابع تولید جایگزین، و بدین وسیله از متغیر سرمایه‌گذاری استفاده کرده‌اند. علاوه بر این، برای محاسبه شاخص‌های بهره‌وری سرمایه و کل عوامل و برآورد توابع سرمایه‌گذاری و اشتغال نیز به آمارهای سری زمانی موجودی سرمایه نیاز است. شایان ذکر است، اطلاعات مربوط به سرمایه‌گذاری ثابت ناخالص داخلی در چارچوب حساب‌های ملی ایران موجود است، ولی به دلیل مشکلات محاسباتی در مورد استهلاک سرمایه‌های ثابت، موجودی سرمایه ثابت به سادگی قابل استخراج نمی‌باشد.

در این مطالعه روش‌های متداول برآورد موجودی سرمایه در کشورهای در حال توسعه اجمالاً بررسی، و سپس روش مناسب برای برآورد داده‌های آماری موجودی سرمایه ثابت به تفکیک نه بخش معرفی می‌شود و نهایتاً آمارهای موجودی سرمایه ثابت برای دوره ۱۳۳۸-۱۳۸۱ محاسبه می‌گردد. قابل توجه است، در سال‌های اخیر روش‌های محاسبه حساب‌های ملی و سال پایه تغییر کرده است و برآورد آمارهای سری زمانی جمعیت شاغل به تفکیک بخش‌های اقتصادی مورد تجدید نظر قرار گرفته است، نتیجه اینکه برآورد مجدد موجودی سرمایه ثابت بخش‌های اقتصادی براساس قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶ و جدیدترین آمارهای موجود ضروری به نظر می‌رسد.

۲. مروری بر برخی از روش‌های برآورد موجودی سرمایه

در این بخش، روش‌ها و تکنیک‌های متداول برآورد موجودی سرمایه مورد بررسی قرار می‌گیرد. با توجه به این بررسی‌ها، می‌توان مطالعات انجام شده در این زمینه را به دو گروه زیر تقسیم‌بندی کرد:

۱-۲. گروه اول، مطالعاتی است که با استفاده از نظریات اقتصادی، الگوهای رشد، شرایط تعادل و تعاریف مختلف، موجودی سرمایه را برآورد کرده‌اند.

۲-۲. گروه دوم، مطالعاتی است که در برآورد موجودی سرمایه از روش‌های غیرمستقیم استفاده کرده‌اند. در این شیوه، پس از جایگزینی متغیرهای مناسب به جای موجودی سرمایه و با اتخاذ فروض و تکنیک‌هایی به برآورد تابع تولید می‌پردازند. پس از برآورد تابع تولید و با استفاده از پارامترهای به‌دست آمده، موجودی سرمایه را محاسبه می‌کنند.

۲-۱. گروه اول

این گروه مطالعات را می‌توان به سه دسته تقسیم بندی نمود:

الف) این دسته از مطالعات، با استفاده از روش نسبت سرمایه به تولید^۱ به برآورد موجودی سرمایه می‌پردازند. این شیوه در مطالعات سازمان ملل، بانک مرکزی ایران، ذوالنور و شهشهانی به کار گرفته شده است.

اساس اکثر مطالعات این گروه نسبت سرمایه به تولید است که مستلزم فروض الگوی رشد هارود-دومار است. اما به دلایل مختلف این فروض در کشورهای درحال توسعه غیر واقعی هستند:

۱. فرض شده است که میل متوسط به پس‌انداز و نسبت سرمایه به تولید ثابت است. اگر چه در کوتاه مدت ممکن است این نسبت‌ها ثابت باشند ولی در بلندمدت این نسبت‌ها تغییر می‌کنند.
۲. فرض برابری پس‌انداز و سرمایه‌گذاری به ویژه در کشورهای در حال توسعه همواره برقرار نمی‌باشد.

۳. فرض ثابت بودن نسبت سرمایه به تولید مستلزم آن است که فرآیند سرمایه‌گذاری طبق الگوی شتاب نئوکلاسیک و براساس تابع تولید لئوتیف شکل گرفته باشد، در حالی که مشخص‌نمایی تابع تولید بدین صورت برای کشورهای در حال توسعه مستلزم دلایل محکم‌تری است.

اشکال عمده در روش ذوالنور آن است که نرخ استهلاک برابر ۴ درصد در نظر گرفته شده است، و از آنجا که نحوه استخراج نرخ استهلاک از داده‌های آماری بانک مرکزی خالی از اشکال نیست سری زمانی موجودی سرمایه قابل اعتماد نمی‌باشد.

۱. Capital-Output Ratio Method

ب) دسته دومی از مطالعات وجود دارند که با استفاده از روش روند نمایی سرمایه‌گذاری خالص به برآورد موجودی سرمایه پرداخته‌اند. این روش در مطالعات عرب مازار و کلانتری به کار گرفته شده است.

در مطالعات کلانتری و عرب مازار نیز برای محاسبه سرمایه‌گذاری از داده‌های آماری استهلاک بانک مرکزی استفاده شده است. همچنین با توجه به وقوع حوادث غیر عادی در اقتصاد ایران نظیر وقوع انقلاب اسلامی، بروز جنگ تحمیلی و تحریم اقتصادی، وجود رشد یکنواخت و ثابت در سرمایه‌گذاری مورد تردید است. از سوی دیگر، موجودی سرمایه به دست آمده برای سال پایه K_0 براساس تخمین نرخ رشد سرمایه‌گذاری سال‌های بعدی به دست آمده، و اگر سرمایه‌گذاری روند دیگری غیر از روند نمایی می‌داشت چنین نتیجه‌ای به دست نمی‌آمد. در ضمن فرض تلویحی این روش آن است که واحدهای پولی سرمایه‌گذاری در هر دوره، در انتهای دوره مورد نظر به بهره‌برداری می‌رسد، یعنی به موجودی سرمایه تبدیل می‌شود، در حالی که برخی از اقلام سرمایه‌گذاری پس از چند سال به بهره‌برداری می‌رسد.

ج) سرانجام اینکه دسته سوم از مطالعات با استفاده از روش PIM^۱ موجودی سرمایه را برآورد کرده‌اند. این روش به پیشنهاد سازمان ملل متحد، به طور تقریبی توسط اکثر کشورها و از جمله ایران مورد استفاده قرار گرفته است. معصومه قارون در برآورد موجودی سرمایه بخش‌های اقتصاد ایران و بانک مرکزی برای برآورد استهلاک، از این روش استفاده نموده‌اند.^۲

انتقادات وارده بر روش PIM نیز به شرح زیر است:

۱. در این روش میزان استهلاک تشکیل سرمایه ثابت با استفاده از روش خط مستقیم برآورد شده است. این روش به خاطر استفاده از درصدهای ثابت برای کلیه سال‌های عمر مفید یک کالای سرمایه‌ای خاص مورد انتقاد است. در این روش لازم است از ابتدا عمر مفید کالاهای سرمایه‌ای مشخص باشد. حال آنکه با توجه به تنوع ماشین‌آلات، تأسیسات و ساختمان‌ها و کمبود اطلاعات، تعیین عمر مفید کالاهای سرمایه‌ای در هر یک از بخش‌های اقتصادی و یا کل اقتصاد با مشکلات فراوانی همراه است.

۱. Perpetual Inventory Method

۲. برای اطلاع از شرح کامل مطالعات انجام شده در این سه گروه رک به: بغزیان، ۱۳۸۱.

۲. معمولاً عمر مفید ماشین‌آلات و ساختمان در اقتصاد ایران به ترتیب ۱۸ و ۴۰ سال در نظر گرفته می‌شود. با توجه به اینکه آمارهای سرمایه‌گذاری به صورت مستند از سال ۱۳۳۸ به بعد موجود است، لذا اولین برآورد موجودی سرمایه ماشین‌آلات که از این روش به دست می‌آید مربوط به سال ۱۳۵۵ و برای ساختمان سال ۱۳۷۷ می‌باشد. بنابراین با توجه به اینکه در این روش، رابطه تعدیل موجودی سرمایه مفهومی ندارد^۱، در نتیجه امکان برآورد موجودی سرمایه ماشین‌آلات برای سال‌های قبل از ۱۳۵۵ و برای ساختمان قبل از ۱۳۷۷ وجود ندارد.

۳. این روش در شرایط جنگ کاربرد ندارد. به علت وقوع جنگ بسیاری از سرمایه‌ها مستهلک می‌شوند و لذا تعیین میزان استهلاک بدون در نظر گرفتن خسارات جنگ مقدور نخواهد بود.

۴. این روش هیچ‌گونه برآوردی از نرخ استهلاک برای زیر بخش‌های اقتصادی به دست نمی‌دهد. تنها نرخ استهلاک محاسبه شده بر اساس عمر مفید ماشین‌آلات و ساختمان است و بنابراین موجودی سرمایه در هر زیر بخش بدون اطلاع از عمر مفید ماشین‌آلات و ساختمان در هر زیر بخش، حتی با استفاده از این روش، قابل محاسبه نخواهد بود.

با توجه به نکات مذکور و با عنایت به اینکه در حساب‌های ملی ایران از این روش برای برآورد استهلاک سرمایه‌های ثابت در دوره ۱۳۵۳-۱۳۶۶ استفاده شده است، سری زمانی استهلاک از دقت کافی برخوردار نیست.

۲-۲. گروه دوم

این گروه از مطالعات برای برآورد موجودی سرمایه از تابع تولید استفاده می‌نمایند. بدین ترتیب که تخمین تابع تولید از طریق جایگزین کردن روابطی به جای موجودی سرمایه صورت می‌گیرد. سپس بر اساس تخمین به دست آمده از پارامترها، موجودی سرمایه برآورد خواهد شد. در این گروه مطالعات، مشخص‌نمایی تابع تولید، در دقت برآورد موجودی سرمایه بسیار مؤثر است.^۲

۱. رک. به بغزیان، ۱۳۷۱، فصل سوم.

۲. برای کسب اطلاع بیشتر درباره فرم‌های مختلف تابع تولید رک. به امینی، ۱۳۷۳.

روش غیرمستقیم برآورد موجودی سرمایه در مطالعات صدیقی، دادخواه، صدیقی - کردبچه، زاهدی - دادخواه، باهر، اکافه^۱، هاگ-لاهییری-مونتیل^۲، کوپاهی، سلطانی و خبازان مورد استفاده قرار گرفته است.^۳ در الگوی اکافه، باهر، هاگ-لاهییری - مونتیل و کوپاهی از تابع تولید کاب داگلاس و در سایر مطالعات مذکور از تابع تولید با ضرایب ثابت استفاده شده است. تابع تولید با ضرایب ثابت، تنها به یک عامل محدودکننده تولید نقش مهم‌تری می‌دهد و تأثیرات سایر نهاده‌ها را نادیده می‌گیرد. بنابراین برآوردها به سمت خاصی سوق می‌یابد که لزوماً برآوردهای مطلوب نخواهند بود. در مورد تابع تولید کاب- داگلاس نیز وضعیت مشابهی وجود دارد. در صورتی که فرم تابعی مناسب برای تابع تولید کل اقتصاد و یا بخش‌های اقتصادی به صورت کاب- داگلاس نباشند، استفاده از فرم تابعی کاب- داگلاس نتایج مطلوبی به بار نخواهد آورد.

با توجه به انتقادات وارده بر مطالعات برشمرده، آلبرت بغزبان به معرفی روش دیگری پرداخته که خلاصه روش کار آن به شرح زیر است:^۴

محقق در مرحله اول، تولید بالقوه در فعالیت‌های اقتصادی و کل اقتصاد ایران را طی سال‌های ۱۳۳۸-۱۳۵۶ با تلفیقی از روش «رشد تولید واقعی» و «خط روند اوج‌های تعدیل‌شده» برآورد نموده است. طبق این روش، ابتدا تولید بالقوه برای دوره‌های زمانی که تولید واقعی روند منظمی داشته، براساس بهترین روند تولید بالفعل برآورد شده است. در دوره‌هایی که تولید روند منظمی نداشته است، ابتدا بر اساس روند زمانی به دست آمده، ارقام تولید بالقوه محاسبه گردیده و سپس با توجه به روش «خط روند اوج‌های تعدیل شده» و نیز با

۱. ECAFE

۲. Haque, Lahiri and Montiel

۳. برای اطلاع بیشتر رجوع کنید به: خبازان (۱۳۶۹)، سلطانی (۱۳۷۰)، صدیقی و کردبچه (۱۳۶۰)، کوپاهی (۱۳۷۰)، توفیق (۱۳۵۹).

Baher (۱۹۸۱), Dadkhah (۱۹۸۴), Dougherty (۱۹۷۲), Haque (۱۹۹۰), Kouros (۱۹۷۵).

۴. رک. به امینی، صفاری‌پور و نهاوندی (۱۳۷۷).

توجه به اینکه برخی از نقاط برآورد شده کمتر از مقادیر واقعی تولید هستند، بالاترین اختلاف بین تولید بالقوه برآورد شده و تولید بالفعل طی دوره مورد نظر محاسبه شده و تمامی مقادیر بالقوه به میزان این اختلاف افزایش می‌یابند. به عبارت دیگر، در حقیقت تنها یک نقطه در طول دوره، نقطه اوج انتخاب می‌گردد.

در مرحله دوم، استخراج رابطه محاسباتی موجودی سرمایه بررسی شده است. در این باره میزان مانده هر سرمایه‌گذاری ناخالص که در زمان v انجام پذیرفته و هنوز در زمان t مورد استفاده قرار می‌گیرد، جزء موجودی سرمایه در زمان t محسوب گردیده و فرض شده که این سرمایه‌گذاری از زمان v تاکنون، یعنی پیوسته با یک نرخ استهلاک ثابت مستهلک شده است. چنانچه I_v معرف کل سرمایه‌گذاری در سال v ، $t \geq v$ باشد، خواهیم داشت:

زمان	سرمایه‌گذاری ناخالص انجام شده	استهلاک سرمایه‌گذاری	سرمایه‌گذاری خالص باقی‌مانده
تا انتهای سال (v) ام	I_v	۰	I_v
ابتدای سال ($v+1$) ام	-	۰	I_v
ابتدای سال ($v+2$) ام	-	$P I_v$	$(1-P) I_v$
ابتدای سال ($v+3$) ام	-	$P (1-P) I_v$	$(1-P)^2 I_v$
.	-	.	.
.	-	.	.
.	-	.	.
ابتدای سال ($t-1$) ام	-	$P(1-P)^{(t-v-1)} . I_v$	$(1-P)^{(t-v-1)} . I_v$
ابتدای سال (t) ام	-	$P (1-P)^{(t-v)} . I_v$	$(1-P)^{(t-v)} . I_v$

با توجه به اینکه I_v سرمایه‌گذاری ناخالص انجام شده در طول سال (v) ام می‌باشد، بنابراین در زمان v ، هیچ استهلاکی ندارد. بدین ترتیب، به میزان I_v ، سرمایه‌گذاری خالص به ابتدای سال ($v+1$) منتقل می‌شود، که با به‌کارگیری این میزان سرمایه‌گذاری در جریان تولید، استهلاک

سرمایه‌گذاری شروع می‌شود و در نتیجه تا ابتدای سال $(v+1)$ ام، استهلاک سرمایه‌گذاری PI_v خواهد بود. براساس روند استهلاک ذکر شده می‌توان نوشت:

$$K(v, t) = (1 - P)^{t-v-1} \cdot I_v \quad (1)$$

که در آن $K(v, t)$ ، خالص سرمایه‌گذاری باقی‌مانده در ابتدای سال (t) ام از سرمایه‌گذاری انجام شده در سال (v) ام می‌باشد. رابطه (۱)، فرم گسسته رشد (منفی) I_v را طی $(t-v)$ سال نشان می‌دهد. فرم پیوسته این رابطه به صورت زیر است:

$$K(v, t) = e^{-p(t-v-1)} \cdot I_v \quad (2)$$

حال می‌توان موجودی سرمایه در ابتدای سال t را از طریق جمع‌کردن مانده سرمایه‌گذاری‌های انجام شده طی گذشته دور $(-\infty)$ تا انتهای سال $(t-1)$ ام را به دست آورد. بنابراین خواهیم داشت:

$$K_t = \int_{-\infty}^{t-1} K(v, t) dv = \int_{-\infty}^{t-1} I_v \cdot e^{-p(t-v-1)} \cdot dv \quad (3)$$

که در آن K_t میزان موجودی سرمایه در ابتدای سال t است. حال برای برآورد موجودی سرمایه از رابطه (۲)، لازم است I_v و P مشخص باشند. از آنجا که رابطه مذکور برای هر بخش اقتصادی صادق است، می‌توان K_t هر بخش را طی مراحل زیر برآورد کرد:

الف) بهترین روند زمانی تشکیل سرمایه ثابت ناخالص (در بخش‌ها و کل اقتصاد) انتخاب می‌شود. ب) پس از تعیین بهترین روند و جایگزینی آن در رابطه (۲)، K_t برحسب P به دست می‌آید. با احتساب $0.2 \leq P \leq 0.02$ سری‌های مختلف موجودی سرمایه برآورد می‌گردد.

ج) تابع تولید $Q_t = f(L_t, K_t)$ را در نظر بگیرید که در آن Q معرف حداکثر تولید ممکن (تولید بالقوه) در حالت اشتغال کامل کار و سرمایه در زمان t است. با توجه به سری‌های زمانی مختلف موجودی سرمایه، تولید بالقوه (که در مرحله اول برآورد شد) و اشتغال، تابع تولید در فرم‌های تابعی مختلف (متعالی، لگاریتمی متعالی، دبرتین و کاب-داگلاس) برآورد شده و در نهایت آن سری زمانی موجودی سرمایه که بهترین برازش را برای تابع تولید حاصل نماید، در نظر گرفته شده و نرخ استهلاک متناظر با آن به عنوان برآورد مطلوب نرخ استهلاک در نظر گرفته می‌شود.

براساس برآوردهای متعدد از روندهای مختلف تشکیل سرمایه ثابت ناخالص داخلی برای همه بخش‌های اقتصادی وکل اقتصاد، روند نمایی، یعنی $I_v = I_0 e^{\alpha v}$ به عنوان بهترین روند تشکیل سرمایه ناخالص در نظر گرفته شده، ولی به دلیل فرم خاص این نوع تابع، محاسبه نرخ استهلاک با استفاده از روش جست‌وجو با مشکلات جدی روبه‌روست. از آنجا که روند درجه سوم یعنی $I_v = a_0 + a_1 v^2$ از نظر برازش بعد از روند نمایی قرار دارد، بنابراین از روند درجه سوم برای برآورد نرخ استهلاک و از روند نمایی برای برآورد موجودی سرمایه استفاده شده است. به عبارت دیگر، پس از محاسبه نرخ استهلاک با استفاده از روند درجه سوم، موجودی سرمایه را می‌توان بر اساس روند نمایی به صورت زیر برآورد کرد:

$$K_t = \int_{-\infty}^{t-1} I_v \cdot e^{-p(t-v-1)} dv = \int_{-\infty}^{t-1} I_0 e^{\alpha v} \cdot e^{-p(t-v-1)} dv = \frac{I_0 e^{-\alpha(t-1)}}{P + \alpha} \quad (4)$$

از آنجا که روند درجه سه، $I_v = a_0 + a_1 v^2$ ، در مقطعی از زمان، a تشکیل سرمایه ثابت ناخالص را صفر می‌کند و در سال‌های قبل از a نیز مقدار تشکیل سرمایه ثابت ناخالص را منفی می‌کند، لذا موجودی سرمایه K_t باید از سال a (ونه از گذشته بسیار دور یعنی $-\infty$) شروع شود. از این رو، می‌توان رابطه موجودی سرمایه را به دو جزء تقسیم کرد:

$$K_t = \int_{-\infty}^{t-1} I_v \cdot e^{-p(t-v-1)} dv = \int_{-\infty}^a I_v \cdot e^{-p(t-v-1)} dv + \int_a^{t-1} I_v \cdot e^{-p(t-v-1)} dv \quad (5)$$

مقدار انتگرال اول صفر فرض شده و از رابطه فوق این نتیجه به دست می‌آید:

$$K_t = \int_a^{t-1} I_v \cdot e^{-p(t-v-1)} dv \quad (6)$$

طبق روند درجه سه، $I_v = \alpha_0 + \alpha_1 v^2$ ، موجودی سرمایه متناظر این روند بر حسب نرخ استهلاک نامشخص، p ، عبارت خواهد بود از:

$$K_t = \left(\frac{\alpha_0}{P} - \frac{\hat{\alpha}_1}{P^2} \right) [1 - E] + \frac{\hat{\alpha}_1}{P^2} [(t-1) - aE] - \frac{\check{\alpha}_1}{P^2} [(t-1)^2 - a^2 E] + \frac{\alpha_1}{P} [(t-1)^2 - a^2 E] \quad (7)$$

که در آن $E = e^{-P(t-a)}$ و $a = \sqrt{-\frac{\hat{\alpha}_0}{\hat{\alpha}_1}}$ است. رابطه (۷) فرمول محاسبه موجودی سرمایه

طبق روند درجه سه برای سرمایه‌گذاری ناخالص با حذف سال‌هایی که سرمایه‌گذاری ناخالص منفی می‌شود، ($v < a$) می‌باشد.

۳. انتخاب روش مناسب برآورد موجودی سرمایه

در این تحقیق ابتدا با استفاده از روش معرفی شده آلبرت بغزیان نرخ‌های استهلاک طی سال‌های ۱۳۳۸-۱۳۵۶ و موجودی سرمایه در سال ۱۳۳۸ برآورد می‌گردد و سپس با استفاده از رابطه تعدیل موجودی سرمایه و با احتساب خسارات وارده بر موجودی سرمایه طی سال‌های جنگ تحمیلی، موجودی سرمایه برای سال‌های ۱۳۳۹-۱۳۸۱ تخمین زده می‌شود. قابل توجه است، به دلیل عدم انتشار داده‌های آماری سرمایه‌گذاری به تفکیک بخش‌های اقتصادی طی سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۸۳، امکان تخمین دقیق موجودی سرمایه برای این سال‌ها وجود ندارد. شایان ذکر است، رابطه تعدیل موجودی سرمایه برای سال‌های ۱۳۳۹-۱۳۸۱ به صورت زیر است:

$$K_t = (1-p)K_{t-1} + I_t - DAM_t \quad (8)$$

که در آن DAM_t میزان خسارات وارده بر موجودی سرمایه (به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶) در سال t می‌باشد.^۱ جدول ۱ و ۲ برآورد خسارات وارده بر امکانات سرمایه‌ای کشور را بر حسب قیمت‌های جاری و ثابت سال ۱۳۷۶ نشان می‌دهد که خسارات وارده بر امکانات سرمایه‌ای هر بخش با استفاده از شاخص تعدیل‌کننده سرمایه‌گذاری بخش مربوط به قیمت ثابت تبدیل شده است.

۱. در این فرمول به طور ضمنی فرض می‌شود سرمایه‌گذاری انجام شده در هر دوره در انتهای همان دوره به بهره‌برداری می‌رسد در حالی که در دنیای واقعی با یک وقفه این امر صورت می‌گیرد. این فرمول در بسیاری از مطالعات تجربی مورد استفاده قرار گرفته و اشکال ذکر شده بر آن وارد است که به لحاظ نظری پاسخی برای آنها ارائه نشده است و در تحلیل نتایج باید احتیاط نمود.

۴. برآورد موجودی سرمایه بخش‌های اقتصادی

برای برآورد موجودی سرمایه به تفکیک بخش‌های اقتصادی لازم است ابتدا توابع روندهای سرمایه‌گذاری به تفکیک بخشی تخمین زده شود. نتایج حاصل از تخمین توابع سرمایه‌گذاری بخش‌های اقتصادی در دو فرم نمایی و درجه سوم به شرح زیر است:

۱. بخش کشاورزی

$$LI = 5/898 + 0/129t + 0/92MA(1) \\ (32/79) \quad (8) \quad (18/76) \quad \bar{R}^T = 0/936, DW = 1/78, n = 18$$

$$I = 664/28 + 0/42t^T + 1237D + 0/98MA(1) \\ (8/57) \quad (9/5) \quad (6/7) \quad (34/2) \quad \bar{R}^T = 0/986, DW = 1/97, n = 18$$

۲. بخش نفت و گاز

$$LI = 6/45 + 0/129t - 0/43D \\ (42/18) \quad (10/13) \quad (-2/92) \quad \bar{R}^T = 0/89, DW = 1/32, n = 18$$

$$I = 897/1 + 0/94t^T + 7055D + 0/52AR(1) \\ (2/06) \quad (6/7) \quad (12/1) \quad (1/76) \quad \bar{R}^T = 0/96, DW = 1/73, n = 18$$

۳. بخش صنعت و معدن

$$LI = 6 + 0/19t + 0/30AR(1) - 0/97MA(2) \\ (67/7) \quad (27/9) \quad (2/47) \quad (-39/9) \quad \bar{R}^T = 0/985, DW = 1/89, n = 18$$

$$I = 1431/35 + 1/55t^T + 7610/6D - 0/95MA(1) \\ (21/2) \quad (28/6) \quad (14/6) \quad (-28/2) \quad \bar{R}^T = 0/985, DW = 1/77, n = 18$$

۴. بخش آب و برق

$$LI = 4/57 + 0/28t + 0/49MA(1) \\ (15/65) \quad (10/56) \quad (2/26) \quad \bar{R}^T = 0/933, DW = 1/59, n = 18$$

$$I = 454/3 + 1/66t^T + 3545D - 0/97MA(2) \\ (5/58) \quad (26/57) \quad (4/37) \quad (-24877) \quad \bar{R}^T = 0/978, DW = 1/45, n = 18$$

۵. بخش ساختمان

$$LI = 6/39 + 0/12t + 0/91MA(2) \quad \bar{R}^2 = 0/86, D.W = 1/96, n = 18$$

$$(29/3) \quad (6/7) \quad (27/6) \quad (4/8)$$

$$I = 990 + 0/82t^2 - 0/95MA(1) \quad \bar{R}^2 = 0/87, D.W = 1/72, n = 18$$

$$(17/87) \quad (26/44) \quad (-20/83)$$

۶. بخش حمل و نقل

$$LI = 7/25 + 0/10t + 0/53MA(1) \quad \bar{R}^2 = 0/95, D.W = 1/80, n = 18$$

$$(75/6) \quad (12/2) \quad (2/4)$$

$$I = 2296/7 + 1/35t^2 + 1048/7D + 0/98MA(1) \quad \bar{R}^2 = 0/97, D.W = 1/7, n = 18$$

$$(7/7) \quad (9/1) \quad (2/17) \quad (2274)$$

۷. بخش ارتباطات

$$LI = 2/44 + 0/33t + 0/61AR(1) \quad \bar{R}^2 = 0/96, D.W = 1/40, n = 18$$

$$(4/76) \quad (8/57) \quad (2/7)$$

$$I = 45/3 + 0/68t^2 + 0/68AR(1) \quad \bar{R}^2 = 0/973, D.W = 1/31$$

$$(0/15) \quad (8/33) \quad (3/06)$$

۸. بخش مستغلات

$$LI = 7/41 + 0/12t + 0/31D \quad \bar{R}^2 = 0/97, D.W = 1/55, n = 18$$

$$(148) \quad (25/8) \quad (4)$$

$$I = 2900 + 2/26t^2 + 6656D + 0/64MA(1) + 0/70MA(2) \quad \bar{R}^2 = 0/98, D.W = 2/17, n = 18$$

$$(6/3) \quad (11/7) \quad (8/1) \quad (2/81) \quad (4/76)$$

۹. سایر خدمات

$$LI = 7/26 + 0/165t + 0/66MA(1) + 0/59MA(2) \quad \bar{R}^2 = 0/985, D.W = 1/55, n = 18$$

$$(59) \quad (15/7) \quad (4/85) \quad (3/7)$$

$$I = 2046/7 + 4/69t^2 + 359D + 0/87MA(1) \quad \bar{R}^2 = 0/98, D.W = 1/52, n = 18$$

$$(3/43) \quad (20/25) \quad (3/16) \quad (3/9)$$

در روابط فوق متغیر D بیانگر متغیر مجازی مشاهده یا مشاهدات دور افتاده است.^۱ پس از تخمین معادلات فوق، سری‌های مختلف موجودی سرمایه برای بخش‌های مختلف و به ازای مقادیر $0.2 \leq p \leq 0.2$ محاسبه شده است. در ضمن در جدول زیر مقادیر پارامتر a در رابطه (۶) ارائه شده است.

\hat{a}	$\hat{\alpha}_1$	$\hat{\alpha}_2$		
-۱۱,۶۰	۶۶۴,۲۸۹	۰,۴۲۵	کشاورزی	۱
-۹,۸۲	۸۹۷,۱۲۹	۰,۹۴۶	نفت و گاز	۲
-۹,۷۳	۱۴۳۱,۳۵۶	۱,۵۵۳	صنعت و معدن	۳
-۶,۴۹	۴۵۴,۳۳۶	۱,۶۶۲	آب و برق	۴
-۱۱,۷۸	۹۹۰,۳۴۸	۰,۸۲۸	ساختمان	۵
-۱۱,۹۲	۲۲۹۶,۷۶۱	۱,۳۵۵	حمل و نقل	۶
-۴,۰۵۶	۴۵,۳۶۸	۰,۶۸۰	ارتباطات	۷
-۱۰,۸۶	۲۹۰۰,۱۴۴	۲,۲۶۳	مستغلات	۸
-۷,۵۸	۲۰۴۶,۷۹۳	۴,۶۹۳	سایر خدمات	۹

در مرحله دوم تولید بالقوه بخش‌های اقتصادی مطابق روشی که قبلاً توضیح داده شد محاسبه گردیده است.

بنابراین با فراهم شدن سری‌های موجودی سرمایه، اشتغال، تولید بالقوه و بالفعل بخش‌های اقتصادی، توابع تولید بالفعل و بالقوه هر یک از بخش‌های اقتصادی در فرم‌های تابعی مختلف (کاب-

۱. Outlier

داگلاس، متعالی، لگاریتمی متعالی و دبرترین) و به ازای سری‌های مختلف موجودی سرمایه تخمین زده شد و بهترین فرم تابعی انتخاب گردید. نتایج حاصل از تخمین عبارتند از:

بخش	متغیر وابسته	بهترین فرم تابع تولید	نرخ استهلاک مطالعه حاضر	نرخ استهلاک مطالعه قبلی [۲]
۱. کشاورزی	تولید بالفعل	کاب- داگلاس	$P = \%5/9$	$\%5 \leq P \leq \%5/7$
۲. نفت و گاز	تولید بالقوه	متعالی	$P = \%6/2$	$P = \%6/9$
۳. صنعت و معدن	تولید بالفعل	کاب- داگلاس	$P = \%4/7$	$P = \%4/1$
۴. آب و برق	تولید بالقوه	متعالی	$P = \%3/9$	$P = \%4/8$
۵. ساختمان	تولید بالقوه	کاب- داگلاس	$\%7/8 \leq P \leq \%7/9$	$\%7/6 \leq P \leq \%7/8$
۶. حمل و نقل	تولید بالفعل	متعالی	$\%4/5 \leq P \leq \%4/7$	$P = \%4/3$
۷. ارتباطات	تولید بالقوه	متعالی	$P = \%3/6$	$P = \%3/3$
۸. مستغلات	تولید بالفعل	متعالی	$\%3 \leq P \leq \%3/1$	-
۹. سایر خدمات	تولید بالفعل	کاب- داگلاس	$\%3/7 \leq P \leq \%4/3$	$P = \%4/1$

نرخ استهلاک تخمین زده شده برای هر بخش اقتصادی به ترتیب جدول فوق است. نرخ‌های استهلاک تخمین زده شده برای بخش‌های کشاورزی ۵/۹ درصد، نفت و گاز ۶/۲ درصد، صنعت و معدن ۴/۷ درصد، آب و برق ۳/۹ درصد و ارتباطات ۳/۶ درصد به دست آمده است. در مورد بخش ساختمان، نرخ استهلاک ۷/۸ درصد به عنوان برآورد نهایی در نظر گرفته می‌شود که با مطالعه قبلی نیز هماهنگی دارد. قابل توجه است به دلیل اینکه سرمایه‌گذاری در بخش ساختمان فقط از نوع ماشین‌آلات، تجهیزات و ابزار و لوازم کسب و کار است، لذا عمر مفید این نوع سرمایه‌ها کم بوده و

نرخ استهلاک آنها بالا می‌باشد. نرخ استهلاک بخش حمل و نقل حدود ۴ درصد، مستغلات ۳/۱ درصد و سایر خدمات ۴ درصد است. همانگونه که ملاحظه می‌شود، پایین‌ترین نرخ استهلاک مربوط به بخش خدمات مستغلات است، زیرا سرمایه‌های این بخش از نوع ساختمان و تأسیسات می‌باشد که عمر مفید بالایی دارند و بالطبع نرخ استهلاک آنها پایین می‌باشد.

با جایگزین کردن مقدار نرخ استهلاک در رابطه (۴) و یا (۷) می‌توان موجودی سرمایه هر یک از بخش‌های اقتصادی را برای سال ۱۳۳۸ به دست آورد. پس از آن با استفاده از رابطه (۸) موجودی سرمایه برای سال‌های ۱۳۳۹-۱۳۸۱ محاسبه می‌شود.

با استفاده از نرخ استهلاک به دست آمده برای هر بخش اقتصادی، نرخ استهلاک تلفیقی برای کل اقتصاد از طریق مناسب‌ترین روش میانگین‌گیری موزون هندسی برای نه بخش اقتصادی به صورت ذیل محاسبه می‌شود:

$$\hat{P} = \frac{1}{\frac{1}{9}} \sqrt[9]{\prod_{i=1}^9 \hat{P}_i \left(\frac{\bar{I}_i}{I} \right)}$$

که در آن: \hat{P} نرخ استهلاک به دست آمده برای هر بخش.

$\left(\frac{\bar{I}_i}{I} \right)$: میانگین حسابی سهم سرمایه‌گذاری ناخالص بخش به کل سرمایه‌گذاری.

Π : حاصل ضرب برای نه بخش است.

با توجه به این فرمول نرخ استهلاک کل اقتصاد حدود ۳/۶۹ درصد برآورد شده است. شایان ذکر است، در مطالعه بغزبان این نرخ معادل ۳/۶ درصد و در مطالعه امینی، صفاری پور و نهبانندی ۳/۷۵ درصد تخمین زده شده بود. بنابراین، نتایج مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که برآوردهای نرخ استهلاک برای کل اقتصاد بسیار نزدیک بوده و در محدوده ۳/۶ درصد تا ۳/۷۵ درصد قرار دارد.

در خاتمه نمودارهای روند موجودی سرمایه ثابت در دوره ۱۳۳۸-۱۳۸۱ ترسیم شده است. موجودی سرمایه ثابت در بخش‌های کشاورزی، نفت و گاز، صنعت و معدن، ساختمان و سایر خدمات در دوره ۱۳۵۹-۱۳۶۷ به دلیل خسارات زیاد وارد شده برامکانات سرمایه‌ای روندی نزولی داشته و در سایر بخش‌ها نیز نرخ رشد آن کاهش یافته است. در مورد بخش نفت و گاز روند کاهشی موجودی

سرمایه ثابت تا سال ۱۳۷۲ ادامه یافته و در مورد بخش ساختمان تا سال ۱۳۸۱ این وضعیت به طور نوسانی وجود دارد. کاهش موجودی سرمایه ثابت بخش‌های مذکور به دلیل ارقام بسیار پایین اعلام شده در خصوص سرمایه‌گذاری‌های ثابت توسط بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران است که از این نظر جای تردید دارد.

بنابراین، اگر آمار و ارقام ارائه شده از سوی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران از اعتبار لازم برخوردار باشد، می‌توان نتیجه گرفت که سرمایه‌گذاری‌های ثابت انجام شده تکافوی استهلاک سرمایه‌های ثابت را نداشته است. اظهارنظر در خصوص این موضوع در صلاحیت کارشناسان مطلع و صاحب‌نظر در زمینه فعالیت‌های نفت و گاز، فعالیت‌های ساختمانی و حسابداری درآمد و تولید ملی است.

۵. نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر حساب‌های ملی ایران چه از حیث روش محاسبه و چه از سال پایه دستخوش تغییراتی شده که محاسبه موجودی سرمایه را براساس قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶ اجتناب‌ناپذیر کرده است. علاوه بر این، در آمارهای سری زمانی اشتغال نیز تجدید نظر شده که لازم است برآورد موجودی سرمایه نیز مورد تجدید نظر قرار گیرد. در این باره، در مطالعه حاضر سعی شده است ابتدا روش‌های متداول مختلف برآورد موجودی سرمایه از لحاظ نظریه و کاربرد مورد بررسی قرار گیرند و نقص‌ها و مشکلات استفاده از این روش‌ها که در مطالعات به چشم می‌خورد بیان شود. شایان ذکر است، مشکل عمده اکثر این مطالعات فقدان داده‌های آماری قابل اعتماد در زمینه استهلاک سرمایه‌های ثابت و در نتیجه نرخ استهلاک سرمایه‌ها چه در کل اقتصاد و چه در سطح بخش‌های اقتصادی است. سپس روشی مناسب برای رفع این مشکلات مطرح شده است که برآوردهای دقیق‌تری به دست آید.

در مطالعه حاضر ابتدا با استفاده از داده‌های آماری سال‌های ۱۳۳۸-۱۳۵۶ و فروض کمتر محدودکننده به برآورد نرخ‌های استهلاک پرداخته شده و سپس موجودی سرمایه سال ۱۳۳۸ تخمین زده شده است. برآورد انجام شده در خصوص نرخ استهلاک کل اقتصاد با مطالعات قبلی هماهنگی داشته و تفاوت ناچیزی با آنها دارد. نرخ استهلاک کل اقتصاد حدود ۳/۷ درصد و برای بخش‌های

کشاورزی ۵/۹ درصد، نفت و گاز ۶/۲ درصد، صنعت و معدن ۴/۷ درصد، آب و برق ۳/۹ درصد، ساختمان ۷/۸ درصد، حمل و نقل و انبارداری ۴/۶ درصد، ارتباطات ۳/۶ درصد، مستغلات ۳/۱ درصد و سایر خدمات ۴ درصد تخمین زده شده است. در این مطالعه، با استفاده از رابطه تعدیل موجودی سرمایه، موجودی سرمایه سال‌های ۱۳۳۹-۱۳۸۱ برآورد شده است. در برآورد موجودی سرمایه به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶، از برآوردهای خسارات وارده بر امکانات سرمایه‌ای کشور در طول جنگ تحمیلی و جدیدترین آمارهای سری زمانی اشتغال استفاده شده است. با توجه به این که آمارهای سرمایه‌گذاری ناخالص به تفکیک بخش‌های اقتصادی برای سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۸۳ را بانک مرکزی منتشر نکرده، لذا از برآورد موجودی سرمایه برای دوره مذکور اجتناب شده است.

منابع

الف) فارسی

امینی، علیرضا (۱۳۷۳). تعیین مقدار بهینه استفاده از کودشیمیایی در کشت محصول گندم آبی در هریک از استانهای کشور، (پایان نامه کارشناسی ارشد)، دانشکده اقتصاد و علوم سیاسی دانشگاه شهید بهشتی.

امینی، علیرضا، مسعود صفاری پور و مجید نهبوندی (۱۳۷۷). برآورد آمارهای سری زمانی اشتغال و موجودی سرمایه در بخشهای اقتصادی ایران، سازمان برنامه و بودجه، دفتر اقتصادکلان. بغزیان، آلبرت (۱۳۷۱). برآورد موجودی سرمایه در زیربخشهای عمده اقتصادی (۵۶-۱۳۳۸)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد و علوم سیاسی دانشگاه شهید بهشتی. توفیق، ف. (ک) (۱۳۵۹). درآمدی بر برنامه‌ریزی اقتصادی، با نگاهی به وضع ایران، مجموعه آموزش و توسعه کتاب سوم، چاپ فاروس ایران.

خبازان، فاطمه (۱۳۶۹). بررسی توابع تولید در برخی از صنایع ایران ۵۶-۱۳۴۵، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس.

سازمان برنامه و بودجه، گزارش نهایی برآورد خسارات اقتصادی جنگ تحمیلی ۱۳۶۹. سلطانی، منصور (۱۳۷۰). برآورد تابع تولید بخش کشاورزی اقتصاد ایران، (پایان نامه کارشناسی ارشد)، دانشکده علوم اقتصادی، دانشگاه شهید بهشتی.

صدیقی، کوروس و محمد کردبچه (۱۳۶۰). الگوی تابع تولید و برآورد موجودی سرمایه در بخش غیرنفتی اقتصاد ایران ۵۸-۱۳۴۵، سازمان برنامه و بودجه، دفتر برنامه‌سنجی و اقتصاد کلان، معاونت برنامه‌ریزی و ارزشیابی.

منصور کوپاهی، فاطمه (۱۳۷۰). برآورد تابع تولید در بخشهای مختلف اقتصادی کشور، (پایان نامه کارشناسی ارشد)، دانشکده اقتصاد، دانشگاه شهید بهشتی.

ب) انگلیسی

Baher, H. (۱۹۸۱). *Planning in Iran*. Plan and Budget Organization, Tehran.

- Dadkhah, K. and Zahedi, F. (۱۹۸۴). "Simultaneous Estimation of Production Functions and Capital Stocks for Developing Countries", *Review of Economics and Statistic*, Vol. ۶۸(۳).
- Dougherty GRS. (۱۹۷۲). "Estimates of Labor Aggregation Functions", *Journal of Political Economics*, Vol. ۸۰, pp. ۱۱۰۱-۱۹.
- Haque, H. , Lahiri, K. Montiel, P. (۱۹۹۰). "A Macro Econometric Model for Developing Countries", *IMF Staff Papers*. Vol. ۳۷(۳).
- Kouros, S. and Kamran, M. D. (۱۹۷۵). "Sectoral Capital Stock for the Iranian Preliminary Estimates", *Plan and Budget Organization*, November.