

# سیاستگذاری اقتصادی برنامه‌های توسعه در چارچوب یک الگوی کنترل بهینه

عباس شاکری\*  
تیمور محمدی\*\*  
یوشع موسالو\*\*\*

هدف اصلی از نگارش مقاله حاضر طراحی مسیرهای بهینه برای متغیرهای کنترل (سیاسی) و حالت<sup>۱</sup> (درونزا) اقتصاد ایران طی برنامه‌های مختلف توسعه است. بدین منظور با بکارگیری مدل اقتصادسنجی کلان ایران در نظریه کنترل بهینه<sup>۲</sup> مقادیر متغیرهای مزبور طی سالهای مختلف

---

\*. دکتر عباس شاکری؛ عضو هیأت علمی دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی.

E. mail: shakeri@atu.ac.i

\*\* . دکتر تیمور محمدی؛ عضو هیأت علمی دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی.

E. mail: tmmohammadi@yahoo.com

\*\*\* . یوشع موسالو؛ کارشناس ارشد اقتصاد- دانشگاه علامه طباطبائی.

E. mail: y.moosalou@gmail.com

<sup>1</sup>. State and Control Variables

<sup>2</sup>. Optimal Control Theory

برنامه‌های دوم و سوم و چهارم استخراج شده‌است. نتایج حاصل از بکارگیری روش کنترل بهینه حاکی از این واقعیت است که برخی از اهداف در نظر گرفته شده در برنامه‌ها بعضاً در تعارض بوده و قابل دسترس نیستند. در این ارتباط سناریوهای مختلفی برای آنالیز حساسیت اهداف از پیش تعیین شده نسبت به مقادیر متغیرهای سیاسی طراحی شده‌است. مطالعه حاضر نتایج مهم دیگری نیز داشته‌است. به عنوان مثال: بنا به تحقیق انجام شده اتخاذ نرخ رشد ثابت برای عرضه پول سازگاری بیشتری با مسیرهای بهینه طراحی شده دارد.

### کلید واژه‌ها:

تئوری کنترل بهینه، مدل اقتصادسنجی کلان، برنامه‌های توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، سیاستهای پولی و مالی

## مقدمه

سیاستگذاران اقتصادی جهت تأثیرگذاری بر اقتصاد در جهات مورد نظر و نیل به اهداف اقتصادی، نظیر رشد اقتصادی و اشتغال کامل، از سیاستهای اقتصادی متعددی بهره می‌جویند، بنابراین، آنها باید آگاهی هر چه دقیقتری نسبت به میزان استفاده از ابزارهای سیاستی که آنان را به اهداف مورد نظر سوق می‌دهد، و نتایج سیاستهای اتخاذی خود داشته باشند. دسترسی به اهداف اقتصادی برای تمامی اقتصاددانان دارای مطلوبیت است؛ ولی، در مورد اینکه تا چه حد یکی برای دستیابی به دیگری باید فدا شود، توافق کمتری بین آنها وجود دارد و راجع به این سوال که کدام یک از ابزارهای سیاستهای اقتصادی برای رسیدن به کدام نتایج، مناسبترین است؟ حتی از این هم کمتر توافق دارند.<sup>۱</sup> بنابراین در مورد نتایج این سیاستهای اعمال شده بین اقتصاددانان اختلاف نظر وجود دارد.

برای سیاستگذاریهای اقتصادی در ایران بیشتر از روشهای اقتصادسنجی - که برای پیش بینی مسیره‌های زمانی متغیرهای اقتصادی مورد استفاده قرار می‌گیرد و می‌توان با آن خطوط کلی سیاستهای اقتصادی را ترسیم کرد - استفاده شده است. روابط بین اهداف مورد نظر برای متغیرهای درونزا را مشکل می‌توان در چارچوب الگوهای اقتصادسنجی یا فرم تقلیل یافته (تبدیلی) آنها تبیین و مشخص کرد و با توجه به اینکه در تئوری کنترل بهینه - که برای سیاستگذاری استفاده می‌گردد - می‌توان چندین هدف و چندین ابزار سیاستی را در نظر گرفته و کارآیی نسبی سیاستها را در رسیدن به اهداف در نظر گرفت و همچنین نشان داد که با کدام ابزار به کدام هدف می‌توان رسید و برای رسیدن به هدف مشخص از کدام ابزار باید استفاده کرد، در این تحقیق از کنترل بهینه برای سیاستگذاری استفاده شده است.

محتوای مقاله حاضر در بخشهای زیر سازماندهی شده است؛ در بخش نخست سیاستگذاری و کنترل بهینه معرفی شده و در بخش دوم؛ پایه‌های آماری و ارائه مدل و تصریح آن برای استفاده کنترل بهینه و در بخش سوم نیز؛ سیاستگذاری با استفاده از کنترل بهینه بیان شده و نتیجه‌گیری نیز در بخش پایانی ذکر شده است.

<sup>۱</sup> ایمون باتلر، *اندیشه‌های اقتصادی میلتون فریدمن*، ترجمه فریدون تفضلی (تهران، نشر نی، ۱۳۷۷)، ص ۲۰۳.

## سیاستگذاری اقتصادی و کنترل بهینه

در تئوری‌های سیاستگذاری اقتصادی، مقادیر مورد نظر متغیرهای هدف را تعیین کرده، و برای یافتن مقادیر متغیرهای سیاستگذاری؛ بطوریکه اهداف مورد نظر را تأمین نماید، تلاش می‌شود.<sup>۱</sup> با توجه به اینکه در مسئله سیاستگذاری و کنترل، در پی تعیین مسیر بهینه برای متغیرهای کنترل (ابزارهای سیاستگذاری) در طول زمان هستیم؛ بنابراین، مسائل سیاستگذاری اقتصادی و کنترل باهم پیوند می‌خورند.

الگوهای کلاسیک که در فاصله بین سالهای ۱۷۷۶؛ یعنی زمان انتشار کتاب «ثروت ملل آدام اسمیت» تا سال ۱۸۷۱؛ یعنی انتشار کتاب «اصول اقتصاد سیاسی مارشال»، مسلط بودند؛ با استناد به دو اصل مهم و پایه‌ای خود؛ یعنی قانون بازارهای سی<sup>۲</sup> و نظریه مقداری پول معتقد بودند که اقتصاد به سمت تعادل همراه با اشتغال کامل تمایل دارد و هر گونه انحراف از تعادل، موقتی است و در بلندمدت بطور خودکار و توسط عملکرد نیروهای درون سیستم به وضعیت تعادلی باز خواهد گشت. در این دیدگاه سیاستهای پولی و مالی بر روی متغیرهای حقیقی اقتصاد، هیچ تأثیری ندارند و پول در مدل کلاسیک‌ها، کاملاً خنثی و بی‌طرف بوده و سیاستهای مالی در شرایط کلاسیک به علت جانمایی جبری کامل، کارآیی خود را از دست می‌دهند. موضوع بیکاری، بیانگر دستمزدهای واقعی بسیار بالاست که خود می‌تواند ناشی از چسبندگی دستمزدهای اسمی یا واقعی به سمت پایین باشد، چنین استدلال می‌شود که سیاست مناسب جهت رفع بیکاری نیروی کار عبارت از تعدیل حداقل دستمزدهای تنظیم شده از طریق کنترل و محدود کردن اتحادیه‌های کارگری و یا افزایش عرضه پول، جهت افزایش قیمت‌ها و در نتیجه، کاهش دستمزدهای حقیقی به سمت سطح تعادل بازار خواهد بود.<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> عبدالحمید ترکی عقدا، «سیاستگذاری مدل اقتصاد کلان ایران با استفاده از تئوری کنترل بهینه»، *پایان نامه کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی سیستمهای اقتصادی*، دانشکده صنایع و تحلیل سیستمها، دانشگاه صنعتی اصفهان، (اردیبهشت ۱۳۸۸)، ص ۴.

<sup>۲</sup> S. Says Law

<sup>۳</sup> ناصر قدیمی نیا، «فرضیه انتظارات عقلایی و سیاستهای پولی: مطالعه تطبیقی اوپک و کشورهای آسیای جنوب شرقی با رشد سریع»، *پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد*، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، (خرداد ۱۳۷۴).

الگوهای نئوکلاسیک مربوط به سالهای ۱۸۷۱ تا سال ۱۹۳۶؛ یعنی فاصله انتشار دو کتاب اصول اقتصاد سیاسی مارشال و نظریه عمومی کینز می‌باشد که توجه اصلی خود را به رفتار فرد و تصمیم‌گیری بهینه متوجه ساخته است، براساس این الگو اعتقاد بر این بود که تغییرات در عوامل پولی می‌تواند بر عوامل حقیقی اقتصاد، مانند نرخ اشتغال و سطح تولید ناخالص ملی اثر بگذارد و نقش پول در ایجاد تغییرات و تحرکات در سطوح فعالیتهای اقتصادی نقطه نظر مسلط نئوکلاسیک‌ها بود.

الگوهای کینزی، مربوط به سالهای ۱۹۷۰-۱۹۳۶ است و بیانگر آن است که نوسانات تقاضای کل منبع اساسی و محوری تغییرات در فعالیت اقتصادی در سطح کلان است. دستمزد پولی نسبت به سایر قیمت‌های پولی کندتر تعدیل شده و از چسبندگی بیشتری برخوردارند، این تعدیل‌کننده و آرام‌دلالت بر این دارد که تغییرات در متغیرهای اسمی همانند عرضه پول می‌تواند اثرات زیادی بر روی متغیرهای حقیقی اشتغال و محصول داشته باشد. طرفداران الگوهای کینزی در هنگام رکود، استفاده از سیاست مالی فعالانه را توصیه می‌کنند و سیاست مالی را بر پولی ترجیح می‌دهند، و با توجه به نظریه شکاف تورمی کینز علت شکاف تورمی را فزونی تقاضای کل بر عرضه کل می‌دانند.

با ورود پروفسور فریدمن در سال ۱۹۴۶ به دانشگاه شیکاگو مکتب پولگرایان وارد مراحل اوج شکوفایی شد. دیدگاه مکتب پولگرایان ریشه در نظریه‌مقداری پول دارد که در دوره اقتصاددانان کلاسیک بیان شده است و از نظر روانی به نظریه‌کینزی نزدیک است؛ ولی، بیشتر به نقش پول و کمتر به سیاستهای اقتصادی فعال تأکید دارد<sup>۱</sup> و طرفداران آن، کنترل بسط یا توسعه اعتبارات داخلی را پیشنهاد می‌کنند. طرفداران این مکتب معتقدند که سیاستهای پولی به علت تعدیل جزئی و نه کامل انتظارات واحدهای اقتصادی، در کوتاه‌مدت بر متغیرهای حقیقی اثر می‌گذارد و در بلندمدت صرفاً قیمت‌ها را تغییر می‌دهد و نسبت به توانایی دولت‌ها با تردید می‌نگرد. آنها با توجه به قابل کنترل بودن عرضه پول توسط اولیای

<sup>۱</sup>. محمدرضا اسماعیلی، «سیاستهای پولی و مالی در مکتب‌های اقتصادی»، بورس، شماره ۱۲، (نیمه آذر و نیمه دی ۱۳۷۷):

امور پولی، دولت را مسئول آغاز یا ختم تورم می‌دانند<sup>۱</sup>. و برای پرهیز از تورم، قاعده پولی و اجتناب از سیاستهای دلخواه را توصیه می‌کنند.

از سالهای ۱۹۷۰ به بعد، دو مکتب کلاسیک‌های جدید و کینزی‌های جدید پا به عرصه وجود گذاشتند. کلاسیک‌های جدید شاخه جدید پولگرایان هستند که معتقدند با توجه به فرض وجود انتظارات عقلایی مردم و آگاهی آنها از چگونگی عملکرد اقتصاد و رفتار دولت و نیز فرض انعطاف‌پذیری قیمت‌ها و دستمزدها، هرگاه سیاستهای اقتصادی دولت قابل پیش‌بینی باشد، دولت نتوانسته بر تولید واقعی یا بیکاری اثرگذار باشند، فقط سیاستهای پیش‌بینی نشده بر تولید و اشتغال اثر خواهند گذاشت. آنها عامل کلیدی در دوره‌های تجاری را سوءبرداشتها می‌دانند.

کینزین‌های جدید نظریاتشان را از ترکیب نظریات مکتب پولی و دو فرض رفتار عقلایی و رقابت ناقص شکل داده‌اند و فرض شفافیت بازار نئوکلاسیک‌ها را قبول نداشته و می‌گویند که حداقل در کوتاه‌مدت دستمزدهای پولی و اشتغال جهت شفافیت بازار اشتغال تعدیل نمی‌شود و اگر قدرت تعدیل سیاستهای دولت در برابر تنش‌های تصادفی بیشتر از بخش خصوصی باشد، سیاستهای فعال برای تثبیت مؤثر خواهند بود. به اعتقاد آنان شوک‌ها و تنش‌های غیرقابل پیش‌بینی و قابل پیش‌بینی در تقاضای کل با هم ترکیب شده و باعث پیدایش دوره‌های تجاری می‌شوند، کینزین‌های جدید بطور کلی در صدد تبیین عدم تعادل، حتی با وجود انتظارات عقلایی هستند. اینها نتیجه خنثی بودن سیاستها را در مدل‌های کلاسیک جدید ناشی از فرض انتظارات عقلایی نمی‌دانند؛ بلکه این مسئله را ناشی از سایر فروض حاکم بر ساختار بازار مانند رقابتی بودن بازارها و اطلاعات متقارن و کامل، یگانه بودن

<sup>۱</sup>. علی طیب نیا، *تئوری‌های تورم با نگاهی به فرایند تورم در ایران*، (تهران، جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران، پائیز ۱۳۷۴).

تعادل و خطی بودن روابط - که نقض هر یک از این فروض در صورت قبول فرضیه انتظارات عقلایی نتیجه‌اش عدم تعادل و لزوم سیاست‌های فعال اقتصادی خواهد بود - تلقی می‌کنند.<sup>۱</sup>

امروزه به مقیاس وسیعی از نظریه کنترل بهینه در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری اقتصادی استفاده می‌شود. این تئوری برای استفاده در مسائل و مدل‌های پویا و مواجهه با شرایط احتمالی غیرمعیین مناسب است و چون در دنیای واقعی اغلب مسائل پویا و احتمالی هستند از تئوری کنترل بطور روز افزون در زمینه‌های مختلف استفاده می‌شود. تئوری کنترل بهینه بیشتر نتیجه پیشرفت در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ است که شروع آن با بکارگیری اصل بهینه‌یابی<sup>۲</sup> بلمن مقارن می‌باشد؛ همزمان در شوروی نیز این تئوری با نگرش تئوریک متفاوتی که اصل «ماکزیمم پونتریاگین»<sup>۳</sup> نامیده می‌شود و اساساً، می‌توان این اصل را بسط حساب تغییرات<sup>۴</sup> دانست که توسط «والتین»<sup>۵</sup> و «مکشین»<sup>۶</sup> مطرح گردیده بود.

اساساً یک مسئله کنترل بهینه، شامل اجزای زیر می‌باشد: (a) یک مجموعه معادلات دیفرانسیل در حالت زمان پیوسته و یا تفاصلی در حالت زمان گسسته، که در بسیاری از مدل‌های اقتصادسنجی بزرگ مقیاس بکارگرفته شده است و نشانگر سیستمی است که باید کنترل گردد. (b) یک تابع هدف یا هزینه یا شاخص عملکردی که باید حداقل گردد. (c) یک مجموعه شرایط مرزی<sup>۷</sup> در متغیرها و خلاصه؛ (d) یک مجموعه محدودیتها در متغیرهای سیستم است.

۱. سعید مشیری، «مروری بر آموزش و پژوهش در تحولات اقتصاد کلان در جهان و ایران»، مجموعه مقاله‌های اولین همایش دستاوردهای آموزشی و پژوهشی علم اقتصاد در ایران، تهران، مرکز تحقیقات اقتصاد ایران، وابسته به دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی، شماره‌های ۱۸ و ۱۹، (اردیبهشت ۱۳۸۱)، ص ۱۴۰.

۲. Principle of Optimality

۳. Ponprveginf Maximum Principle

۴. Calculus of Variations: متدی ریاضی بوده که در دهه ۱۹۳۰ استفاده از آن به خصوص در دانشگاه شیکاگو در علم فیزیک به اوج خود رسیده بود.

۵. Valetnin (1937).

۶. Mc Shin (1939).

۷. Boundary Condition

در حل مسئله کنترل توسط روشهای بهینه‌سازی می‌توان به روشهای زیر اشاره کرد: حساب تغییرات، روش برنامه‌ریزی پویا و روش اصل ماکزیمم<sup>۱</sup>. در روش کنترل بهینه برخلاف حساب تغییرات، هدف؛ تعیین مسیر بهینه برای متغیر کنترل است، وقتی که مسیر بهینه متغیر کنترل بدست آمد، مسیر بهینه وضعیت متناظر با آن نیز حاصل خواهد شد. روش بهینه دارای این خاصیت است که وضعیت و تصمیم اولیه؛ یعنی کنترل، هر چه باشد، تصمیمات بعدی باید یک روش بهینه را با توجه به وضعیت بدست آمده از تصمیم‌گیری اولیه تشکیل دهند، که به این روش اصل بهینگی گویند.

با فرض تابع هدف (تابع زیان)<sup>۲</sup> از نوع درجه دوم، که فقط تقریبی از عملکرد سیاستگذاران است و یک مدل اقتصادسنجی که تقریبی از دنیای واقعی می‌باشد؛ به حل مسئله کنترل بهینه پرداخته می‌شود. حل مسئله در حالتی انجام می‌گیرد که سیستم معادلات به شکل سیستم مرتبه اول یا متغیر-حالت<sup>۳</sup> نوشته شده و تابع هزینه؛ هم شامل متغیرهای کنترل و هم متغیرهای هدف می‌باشد. (تعریف متغیرهای حالت جدید به عنوان جایگزینی برای متغیرهایی که در مدل با وقفه‌های بالاتر از یک ظاهر شده‌اند) در نهایت ما سیستم معادلات و تابع هدفی به شکل زیر خواهیم داشت:

$$y_t = A_t y_{t-1} + Cx_t + b_t + u_t \quad (1)$$

$$E_0 W = E_0 \sum (y_t - a_t)' K_t (y_t - a_t) \quad (2)$$

$$y_0^* = y_0 \quad (3)$$

۱. میشل. د. ایتر یلیگنور، *بهینه‌سازی ریاضی*، ترجمه حسین علی پور کاظمی، (تهران، دانشگاه شهیدبهشتی، ۱۳۶۸)، صص ۲۰۰-۲۲۷.

۲. Loss Function

۳. State-Variable



که در آن  $E^0$  نشانگر امید مورد انتظار می‌باشد.  $K_t$  نشان‌دهنده یک ماتریس متقارن (معمولاً قطری) و نیمه معین مثبت بدون هیچ عنصر در ارتباط با متغیرهای تأخیری (درونزا و برونزا) است که هزینه کنترل اقتصاد را نسبت به هزینه‌های انحراف اقتصاد از مسیر ایده‌آل نشان می‌دهد،  $a_t$  بردار اهداف برای متغیرهای هدف شامل متغیرهای جاری و (احتمالاً) با تأخیر متغیرهای وابسته و همچنین متغیرهای کنترل جاری و احتمالاً با تأخیر است. مقادیر مطلوب سطوحی از متغیرها است که خواسته سیاستگذاران بوده و از طرق مختلفی بدست می‌آید.  $u_t$  به عنوان بخش احتمالی سیستم می‌باشد و  $b_t, x_t, y_{t-1}, y_t$  به ترتیب متغیرهای درونزا، درونزای باوقفه، کنترل و غیرقابل کنترل هستند. متغیرهای حالت، متغیرهایی هستند که حالت سیستم اقتصادی را در هر نقطه از زمان شرح می‌دهند<sup>۱</sup> و تصمیم گیرنده با تغییر متغیرهای تصمیم می‌تواند روی آنها اثر بگذارد. متغیرهای کنترل متغیرهای سیاستی هستند که در اختیار و کنترل دولتها بوده و دولتها با استفاده از این اهرمها می‌توانند بر روی عملکرد اقتصاد تأثیر گذاشته و آن را در جهت مشخصی هدایت کنند، به این اهرمها در مدل اقتصادسنجی متغیرهای تصمیم و یا ابزارهای سیاستگذاری می‌گویند. متغیرهای غیرقابل کنترل، متغیرها یا داده‌هایی هستند که در خارج از سیستم تعیین می‌شوند و قابل کنترل نیست، تمام متغیرهای کنترل، غیرقابل کنترل و درونزای باوقفه، متغیرهای از پیش تعیین شده بوده و متغیرهای کنترل و غیرقابل کنترل متغیرهای برونزا را تشکیل می‌دهند.

در تابع هدف درجه دوم؛ سیاستگذار اقتصادی مایل است مجذور انحراف مقادیر متغیرهای سطح یا هدف و نیز مجذور انحراف مقادیر متغیرهای کنترل یا سیاستگذاری از مقادیر برنامه‌ریزی شده آنها را براساس اولویتهایی که برای هدفهای خود قایل است به حداقل برساند.<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>. David.A. Kendrick, *Stochastic Control for Economic Models; Past, Present and the Paths Ahead*, (Texas: Austin, June 2002), p.5.

<sup>۲</sup>. مهدی عسلی، «کنترل تعهدات خارجی در جریان رشد اقتصادی، کاربردی از نظریه کنترل بهینه در یک مدل اقتصاد کلان»، *مجله برنامه و بودجه*، سال اول، شماره هفتم، (آبان ۱۳۷۵)، ص ۱۸.

هدف سیاست بهینه، تعیین سلسله  $x_1$  تا  $x_T$  است که تابع زیان را نسبت به محدودیتهای مدل پویای (۱) و فرض اولیه (۳) مینیمم کند، در آن صورت سلسله بهینه  $x_t$  در  $t$  تابعی خطی معین از حالت جاری  $y_{t-1}$  خواهد بود.

برای حل مسئله کنترل معین می‌توان از روش ضریب لاگرانژ- که در مسائل غیرخطی به کار گرفته می‌شود- استفاده کرد. روش ضریب لاگرانژ در اینجا تابع متغیرها را در نقاط مختلف زمانی در معرض محدودیتهای یک سیستم معادلات پویا مینیمم می‌کند، راه حل پویا به سادگی توسط تعریف متغیرهای  $\bar{y}_t, \bar{a}_t, \bar{\lambda}_t$  در نقاط مختلف زمانی به عنوان متغیرهای مجزا بیان شده است.

از حاصل مشتق‌گیری‌ها، می‌توان مجهولهای متغیرهای کنترل و حالت را بدست آورد، با حل سیستم معادلات بدست آمده و شروع از دوره  $t=T$  و ادامه آن به عقب در زمان برای  $t=T-1, \dots, 1$  یک روش کارا برای حل حاصل می‌شود.

$$x_t = G_t y_{t-1} + g_t \quad (۴)$$

$$G_T = -(C_T' H_T C_T)^{-1} C_T' H_T A_T \quad (۵)$$

$$g_T = -(C_T' H_T C_T)^{-1} C_T' (H_T b_T h_T) \quad (۶)$$

$$H_t = K_t + (A_{t+1} + C_{t+1} G_{t+1})' H_{t+1} (A_{t+1} + C_{t+1} G_{t+1}) \quad (۷)$$

$$h_{T-1} = K_{T-1} a_{T-1} - A_T' H_T (b_T + C_T g_T) + A_T' h_T \quad (۸)$$

ماتریس‌های  $G_t$  از طریق (۵) و (۷) محاسبه شده، بردارهای  $g_t$  با استفاده از روابط (۶) و (۸) با شروط اولیه  $H_T = K_T$  و  $h_T = K_T a_T$  محاسبه شده و ماتریس‌های  $G_t$  و بردارهای  $g_t$ ، مستقل از مقادیر  $x$  و  $y$  است. بنابراین قبل از اینکه مشاهده‌ای از

$y_0, \dots, y_T$  داشته باشیم، تصمیم یا سیاست مطلوب  $x_t$ ، که به وسیله رابطه (۴) تعیین می‌گردد، با استفاده از  $G_t$  و  $g_t$  و مشاهدات  $y_{t-1}$  بدست می‌آید و سپس مسیرهای بهینه حالتها با استفاده از (۱) از  $t=1$  تا  $t=T$  محاسبه می‌شود.

## مدل سازی الگو و تصریح آن برای استفاده در کنترل بهینه

متغیرهای موجود در مدل که آمار و اطلاعات متغیرها از نشریات و مجلات سازمان برنامه و بودجه و بانک مرکزی ایران اقتباس گردیده است و اطلاعات سالانه مربوط به دوره ۱۳۷۹-۱۳۴۲ نیز برای تخمین مدل مورد استفاده قرار گرفته است، به صورت زیر معرفی شده‌اند.

الف) متغیرهای درونزا عبارتند از: مصرف بخش خصوصی (PCO)، سرمایه‌گذاری بخش خصوصی (PI)، واردات کالا و خدمات (M)، صادرات کالاهای غیرنفتی (XNO)، تقاضای واقعی پول (M1R)، تقاضای نیروی کار (LD)، تولید ناخالص داخلی (GDP)، درآمد قابل تصرف (YD)، حجم واقعی اعتبارات اعطایی به بخش خصوصی (DCPR)، شاخص قیمت خرده فروشی کالاها و خدمات (CPI).

ب) متغیرهای برونزای قابل کنترل: حجم اسمی پول (M1)، حجم اعتبارات اسمی اعطایی به بخش خصوصی (DCP)، نرخ سود سپرده‌های مدت‌دار بانکی (I)، سرمایه‌گذاری دولتی (GI)، مصرف دولتی (GCO).

ج) متغیرهای برونزای غیرقابل کنترل: موجودی سرمایه (K)، متغیرمجازی جنگ (DWAR)، متغیر مجازی انقلاب (DREV)، نسبت شاخص قیمت کالاها و خدمات وارداتی به شاخص قیمت تولید و مصرف داخلی (PMD)، شاخص قیمت کالاها و خدمات صادراتی به شاخص قیمت تولید و مصرف داخلی (PXD)، نرخ ارز بازار آزاد (EM)، دستمزد واقعی (WR)، صادرات نفتی (XO)، ارزش افزوده نفت (VO)، مالیاتهای مستقیم (TD)، استهلاک سرمایه‌های ثابت (KDEP)، عرضه نیروی کار (LS).

به کارگیری روشهای سنتی و معمول اقتصادسنجی در برآورد ضرایب الگو با استفاده از داده‌های سری‌زمانی بر این فرض استوار است که متغیرها مانا<sup>۱</sup> هستند؛ یعنی میانگین، واریانس و ضرایب خودهمبستگی آنها در طول زمان ثابت باقی می‌ماند. وجود متغیرهای نامانا در الگو سبب می‌شود تا آزمونهای  $F, t$  معمول از اعتبار لازم برخوردار نباشند و منجر به رگرسیون جعلی<sup>۲</sup> شوند. از این رو در برخورد با سری‌های زمانی، ابتدا متغیرها را از نظر مانایی مورد آزمون قرار می‌دهیم تا مانایی آنها بررسی گردد و سپس، تخمینهای لازم برآورد می‌شود. آماره<sup>۳</sup> مورد استفاده در این تحقیق دیکی فولر تعمیم یافته<sup>۴</sup> (ADF) می‌باشد. آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته، فرضیه وجود ریشه واحد را در مقابل مانا بودن متغیر، آزمون می‌کند. این آزمون برای کلیه متغیرهای درون الگو؛ یعنی معادلات رفتاری، با استفاده از نرم افزار (4) microfit در هر دو حالت با عرض از مبدأ و روند و با عرض از مبدأ و بدون روند بررسی شده است. در تعیین تعداد وقفه<sup>۴</sup> بهینه متغیر وابسته در آزمون ریشه واحد، از مقدار حداکثر ضابطه شوارتز<sup>۴</sup> با اعمال سه وقفه استفاده شده است، دلیل استفاده از این معیار به دلیل کم هزینه بودن مدل و صرفه جویی در تعداد وقفه‌ها، با در نظر گرفتن مشاهدات است. در این آزمون اگر قدرمطلق آماره دیکی فولر تعمیم یافته مطابق با وقفه<sup>۴</sup> بهینه با توجه به معیار شوارتز در سطح معنی‌داری پنج درصد کوچکتر از قدرمطلق مقادیر بحرانی دیکی فولر تعمیم یافته باشد، فرضیه وجود ریشه واحد یا نامانایی متغیر رد نمی‌شود و متغیر نامانا است. اگر نامانایی متغیر رد نشود، بررسی می‌کنیم که آیا تفاضل مرتبه اول متغیر نامانا است یا نه؟ اگر نامانایی تفاضل اول متغیر رد شود، نتیجه می‌گیریم که متغیر انباشته از مرتبه اول است. براساس این آزمون کلیه متغیرهای انتخابی برای وارد شدن در معادلات رفتاری الگو، بجز متغیر موجودی سرمایه که انباشته از مرتبه دوم است؛ انباشته از مرتبه یک بوده یا  $I(1)$  هستند. نتایج این آزمون در جدول زیر ارائه می‌شود.

<sup>1</sup>. Stationary

<sup>2</sup>. Spurious Regression

<sup>3</sup>. Augmented Dikey-Fuller test

<sup>4</sup>. Schwarz Baysian Criterion

جدول شماره ۱. نتایج آزمون مانایی دیکی فولر تعمیم یافته در سطح و تفاضل اول متغیرها

نام متغیر	سطح متغیرها		تفاضل اول متغیرها	
	حالت وجود عرض از مبدأ و نبود روند خطی در داده‌ها**	حالت وجود عرض از مبدأ و روند خطی در داده‌ها*	حالت وجود عرض از مبدأ و نبود روند خطی در داده‌ها**	وضعیت مانایی متغیر حالت وجود عرض از مبدأ و روند خطی در داده‌ها*
	آماره ADF بر اساس معیار SBC	آماره ADF بر اساس معیار SBC	آماره ADF بر اساس معیار SBC	آماره ADF بر اساس معیار SBC
GDP	-0.837	-2.80	-3.24	-3.18
YD	-0.351	-2.56	-3.73	-3.69
LD	2.59	-1.52	-3.6	-4.15
DCPR	-1.95	-2.40	-3.36	-3.34
I	-0.374	-1.61	-6.1	-6.06
GI	-2.35	-2.29	-6.1	-6.05
K	-0.88	-2.25	-2.27	-2.25
PXD	-1.84	-2.46	-4.58	-4.54
PMD	-0.355	1.03	-4.34	-5.22
PCO	-0.372	-2.6	-3.66	-3.6
MIR	-1.61	-0.92	-4.88	-5.04
XNO	-0.829	-1.92	-5.82	-5.81
M	-2.09	-2.42	-4.36	-4.39
PI	-2.45	-3.17	-4.77	-4.70
WR	-2.19	-2.08	-5.26	-5.23
EM	1.83	-0.279	-7.48	-8.28

\* مقدار بحرانی ADF در سطح اطمینان ۹۵ درصد برای سطوح و تفاضل مرتبه اول با روند ۳/۵۴- و ۳/۵۵-  
 \*\* مقدار بحرانی ADF در سطح اطمینان ۹۵ درصد برای سطوح و تفاضل مرتبه اول بی‌روند ۲/۹۴- و ۲/۹۵-

قبل از تخمین مدل باید به مسئله شناسایی<sup>۱</sup> معادلات پرداخته شود، در رابطه با موضوع تشخیص الگو که همیشه مقدم بر مسئله تخمین مطرح است، در مراحل الگوسازی پس از آنکه تخصیص الگو انجام گرفت، باید بررسی کرد که آیا معادله و یا معادلات الگوی تخصیص داده شده را می‌توان شناسایی کرد یا خیر؟ یعنی؛ آیا می‌توان مقادیر پارامترهای الگوی ساختاری را از شکل خلاصه شده آن بدست آورد؟ پس از آنکه مسئله تشخیص معادلات الگو با استفاده از معیارهای شرط مرتبه و رتبه<sup>۲</sup> انجام شد و معادلات مشخص، یا بیش از حد مشخص<sup>۳</sup> بودند، آنگاه به بررسی روش برآورد الگو می‌پردازیم. بنا به مطالب گفته

1. Identification  
 2. Order and Rank Condition  
 3. Just or Over Identified

شده تمام معادلات در سیستم ما بیش از حد، قابل تشخیص هستند؛ بنابراین با استفاده از روش 2SLS به تخمین معادلات پرداخته شده است.

بعد از تخمین مدل با استفاده از روش 2SLS به منظور پرهیز از پدیده رگرسیون جعلی برای تک تک معادلات رفتاری، آزمون هم انباشتگی انگل گرنجر<sup>۱</sup> انجام می‌شود و چنانکه متغیرها انباشته از مرتبه یکسان باشند یا بعضی از متغیرها انباشته از مرتبه یک و بعضی انباشته از مرتبه دو باشند به تخمین مدل به وسیله 2SLS (یا OLS) پرداخته و سپس آزمون ریشه واحد برای پسماندهای هر کدام از معادلات رفتاری انجام می‌گیرد. چنانچه جملات اختلال کلیه معادلات برآورد شده، انباشته از مرتبه صفر باشند دلالت بر عدم وجود رگرسیون جعلی داشته و می‌توان نتیجه گرفت که کلیه معادلات برآورد شده در بلندمدت با ثبات هستند و در نتیجه رابطه تعادلی بلندمدتی بین متغیر وابسته و متغیرهای توضیحی آن -بگونه‌ای که در الگو مطرح شده است- برقرار است.

در معادلات رفتاری مصرف بخش خصوصی، واردات، صادرات غیرنفتی، تقاضای پول واقعی و تقاضای نیروی کار، مانند تمامی متغیرها، انباشته از مرتبه اول هستند؛ بنابراین، برای انجام آزمون هم انباشتگی انگل گرنجر، آزمون ریشه واحد، برای پسماندهای مدل‌ها انجام می‌شود و نتایج نشان می‌دهد که همواره مقدار آماره دیکی فولر تعمیم یافته از مقادیر بحرانی مک کینون به صورت قدرمطلق بزرگتر بوده، در نتیجه فرضیه صفر وجود ریشه واحد در جملات پسماند رد می‌شود؛ یعنی پسماندها مانا بوده و متغیرهای توابع نیز هم‌انباشته هستند. در معادلات رفتاری سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و تولید، به علت اینکه تعدادی متغیرهای موجود در رگرسیون انباشته از مرتبه دو بوده و تعدادی از متغیرها نیز انباشته از مرتبه یک هستند و این با یکی از شروط آزمون هم انباشتگی انگل گرنجر - که بیان می‌کند متغیرها باید دارای مرتبه انباشتگی یکسان باشند- در تضاد است. در این حالت اگر ما بتوانیم ترکیبی خطی از متغیرهای انباشته از مرتبه یک و مرتبه دو پیدا کنیم؛ که از مرتبه صفر انباشته باشند، در این حالت «هال دراپ»<sup>۲</sup> نشان می‌دهد که کمیّت بحرانی ADF به تعداد

<sup>۱</sup>. Engle-Granger Test Cointegration

<sup>۲</sup>. Haldrup (1994)

متغیرهای توضیح دهنده  $I(1)$  و  $I(2)$  رابطه رگرسیون بستگی دارد، بنابراین اگر در رگرسیون هم‌انباشتگی ترکیبی از متغیرهای  $I(1)$  و  $I(2)$  وجود داشته باشد، باید از مقادیر بحرانی محاسبه شده توسط هال دراپ استفاده کرد<sup>۱</sup>.

با توجه به مطالب بیان شده و نتایج کامپیوتری، مشاهده می‌شود که آماره ADF مربوط به پسماندهای معادلات از مقادیر بحرانی مک کینون به صورت قدرمطلق بزرگتر است، بنابراین، پسماندها مانا بوده و متغیرهای توابع ذکر شده نیز هم‌انباشته هستند. در جدول زیر نتایج آزمون هم‌انباشتگی متغیرهای معادلات رفتاری بیان شده است.

جدول شماره ۲. آزمون هم‌انباشتگی

معادله رفتاری	آماره ADF	مقدار بحرانی ADF در سطوح اهمیت آنها		
		۱٪	۵٪	۱۰٪
PCO	-5.314	-2.628	-1.95	-1.62
PI	-4.86	-2.628	-1.95	-1.62
M	-5.757	-2.628	-1.95	-1.62
XNO	-6.116	-2.628	-1.95	-1.62
MIR	-5.576	-2.628	-1.95	-1.62
GDP	-5.98	-2.628	-1.95	-1.62
LD	-6.02	-2.628	-1.95	-1.62

معیارهای مربوط به ارزیابی میزان قابل قبول بودن سیستم شبیه‌سازی شده، مربوط به متغیرهای درونزای معادلات رفتاری بیان شده است (با توجه به اینکه خوبی برازش در اتحادها، بطور مستقیم با متغیرهای رفتاری سیستم در ارتباط است). اساس معیارهای موجود برای ارزیابی عملکرد معادلات در مرحله شبیه‌سازی تاریخی<sup>۲</sup> بر مقایسه برازش تک تک معادلات با مقادیر واقعی متغیرهای درونزا استوار است؛ از جمله متداول‌ترین معیارها، می‌توان به معیار ریشه میانگین مجذور خطاها<sup>۳</sup> و ضریب نابرابری تایل<sup>۴</sup> و سه جزء نابرابری تایل؛ یعنی سهم تورش<sup>۵</sup>؛ که نشانگر میزان خطای سیستماتیک شبیه‌سازی است، سهم واریانس<sup>۶</sup>؛ که

<sup>۱</sup>. محمد نوفرستی، ریشه واحد و هم‌جمعی در اقتصاد سنجی، (تهران، انتشارات رسا، ۱۳۷۸)، ص ۸۵.

<sup>۲</sup>. Ex.post Simulation

<sup>۳</sup>. Root Mean Square Error (rms error)

<sup>۴</sup>. Theil Inequality Coefficient

<sup>۵</sup>. Bias Proportion

<sup>۶</sup>. Variance Proportion

نشانگر میزان خطا در انعکاس پراکندگی است و سهم کواریانس<sup>۱</sup>؛ که نشانگر میزان خطاهای غیرسیستماتیک است، اشاره کرد. مقادیر این معیارها بیانگر آن است که سیستم طراحی شده تا حد زیادی از توان شبیه‌سازی مناسب و توضیح رفتار حاکم بر اقتصاد کلان ایران برخوردار می‌باشد. بدین ترتیب، الگوی بدست آمده را می‌توان به منظور سیاست‌گذاری به کار برد.

جدول شماره ۳. معیارهای مربوط به ارزیابی شبیه‌سازی معادلات رفتاری

تفکیک نابرابری تایل			نابرابری تایل	خطای rms	نام متغیر وابسته
نسبت کواریانس	نسبت واریانس	نسبت تورش			
0.997	0.0019	0.00009	0.021	818.68	PCO
0.938	0.0618	0.000024	0.062	798.64	PI
0.6362	0.363	0.00019	0.153	2172.53	M
0.927	0.0714	0.00060	0.156	662.99	XNO
0.993	0.0064	0.000017	0.042	771.178	MIR
0.996	0.0028	0.00025	0.017	1181.79	GDP
0.912	0.027	0.059	0.0076	166.02	LD

از آنجا که محدودیت مسئله کنترل بهینه، ناشی از مدل ساختاری اقتصاد کلان به عنوان یک مدل پویای دینامیکی خطی با یک تأخیر مطرح شده است، پس، در حل مسئله کنترل، با حل مجموعه‌ای از معادلات تفاضلی مرتبه اول سروکار داریم. اگر تمامی معادلات یک سیستم از نوع خطی باشند، در این صورت برای چنین سیستمی، معادله مشخصه‌ای قابل استخراج است که ریشه‌های آن در واقع پاسخ عمومی سیستم معادلات تفاضلی را بدست می‌دهد. مهمترین ویژگی این سیستم در مقادیر اختیار شده توسط ریشه‌های مشخصه آن خلاصه می‌شود، در حالتی سیستم مورد نظر خاصیت ثبات و همگرایی خواهد داشت که قدر مطلق مقدار تمام ریشه‌های مشخصه، کوچکتر از یک باشند. این ریشه‌ها سرعت میل به تعادل را برای سیستم بیان می‌کنند. با توجه به اینکه در سیستم، بعضی روابط، حالتی غیرخطی دارند با استفاده از بسط تیلور با تغییر شکل مناسب، متغیرها به حالت خطی معمولی درآورده

<sup>۱</sup>. Covariance Proportion



می‌شوند<sup>۱</sup>. ما سعی می‌کنیم تعدادی از اتحادها را حذف کنیم. خطی سازی حول سال مبدأ؛ یعنی اولین سال سیاستگذاری، صورت می‌پذیرد؛ بنابراین، انتخاب سال مبدأ فرایند همگرایی را می‌تواند تا حدی به مخاطره اندازد. پس از خطی‌سازی روابط غیرخطی بعضی از روابط (اتحادی) در صورت لزوم با جایگذاری در روابط دیگر حذف خواهند شد. سپس معادلاتی را که مربوط به متغیرهای کنترل هستند و در تابع هدف باید وجود داشته باشند به بردار متغیرهای هدف اضافه کرده و مقادیر هدفی نیز برای آنها در نظر گرفته خواهد شد. در نهایت الگوی پیشنهادی برای اقتصاد ایران به‌عنوان محدودیت برای الگوی کنترل به شکل زیر در خواهد آمد.

#### جدول شماره ۴. الگوی تصریح شده برای کنترل بهینه

(1)	$PCO-0.427 YD-0.206 M1R= 237.11+0.359 PCO(-1)$ (5.66) (92.32) (.73) (2.78)
(2)	$PI -0.368GDP-0.24DCPR= -0.45 K(-1)-0.45GI$ (3.95) (1.66) (-3.11) (-2.2)
(3)	$M-0.109 GDP = 5293.84+0.612 M(-1) -3704.48 PMD-2926.74 DREV$ (2.19) (2.14) (3.5) (-1.84) (-2.03)
(4)	$XNO-0.048 GDP=-757.43+0.511 XNO(-1)+651.72PXD+0.15 EM-763.1DREV$ (1.76) (-2.09) (1.75) (3.28) (1.81) (-2.14)
(5)	$M1R-0.184GDP = -566.01+0.443 M1R(-1)-197.071-0.35EM+3029.86 DREV$ (4.63) (-1.65) (2.14) (-2.32) (-4.99) (1.67)
(6)	$GDP-2.79 LD-0.94PI = -10623.13+0.301 K(-1)+0.90 GI-1893.06 DWAR$ (8.41) (6.16) (-4.3) (2.35) (4.71) (-2.43)
(7)	$LD-0.013GDP = 651.81+0.92 LD(-1) -0.58 WR(-1)+262.06 DREV$ (1.67) (2.49) (20.04) (-2.98) (2.06)
(8)	$STD -GDP+PCO+PI+XNO-M = -XO -GI-GCO$
(9)	$YD-GDP = -VO-TD-KDEP$
(10)	$UE+LD = LS$
(11)	$DCPR=10413.5+0.268 DCP-27.96 CPI$
(12)	$CPI= 372.4+0.009 M1-0.033 M1R$
(13)	$M1= M1$
(14)	$DCP= DCP$
(15)	$I= I$
(16)	$GI= GI$
(17)	$GCO= GCO$

\* اعداد داخل پرانتز، آماره  $t$  را برای ضرایب برآورد شده، نشان می‌دهد.

<sup>۱</sup>. یان کمستا، *مبانی اقتصاد سنجی*، ترجمه هژبر کیانی، (تهران، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۷۲)، صص ۷-۵۵۶.

معادلات ۱ تا ۵ مربوط به طرف تقاضای اقتصاد هستند. در این مدل، فرض شده که سرمایه‌گذاری دولتی و مصرف دولتی نیز برونزا هستند.

در معادله اول در تصریح تابع مصرف خصوصی از متغیرهای درآمد قابل‌تصرف و مصرف در دوره قبل (به منظور در نظر گرفتن عاداتهای مصرفی)، متغیر حجم واقعی پول به عنوان متغیر جانشینی برای ثروت واقعی به عنوان متغیرهای توضیحی استفاده شده است<sup>۱</sup>، سیاست پولی از طریق تغییر در مقدار پولی - که جزئی از ثروت خالص خانوارها است - می‌تواند مصرف را تحت تأثیر قرار دهد.

معادله ۲، مربوط به سرمایه‌گذاری بخش خصوصی است. با توجه به اصل شتاب انعطاف‌پذیر که در آن سرمایه مطلوب در زمان  $t$  را می‌توان تابعی از GDP و سرمایه‌گذاری دولتی و اعتبارات اعطایی بانکی به بخش خصوصی در نظر گرفت؛ بنابراین، سرمایه‌گذاری بخش خصوصی را تابعی از GDP و سرمایه‌گذاری دولتی و اعتبارات اعطایی بانکی به بخش خصوصی و موجودی سرمایه با یک وقفه در نظر گرفته شده است.

معادله ۳ واردات کالاها و خدمات را نشان می‌دهد. بر اساس نظریه تابع تقاضای واردات به درآمد داخل و نسبت قیمت کالاها و وارداتی به کالاهای داخلی؛ یعنی به شاخص کالاها و خدمات مصرفی در داخل بستگی دارد، علاوه بر این، اگر فرض شود که تعدیل حجم واردات به سمت کمیت مطلوب آن از یک فرایند تعدیل جزئی که در بر گیرنده عادات مصرفی متقاضیان داخلی است، پیروی نماید؛ در این صورت واردات با وقفه در سمت راست معادله ظاهر خواهد شد.

معادله ۴ مربوط به صادرات غیرنفتی است که این صادرات در چنین الگویی از تابع عرضه صادرات و با در نظر گرفتن عملکرد فرآیند تعدیل قابل استخراج است؛ صادرات غیرنفتی تابعی از تولیدخالص داخلی، نرخ ارز بازار آزاد، قیمت نسبی و جزء صادرات غیرنفتی با یک وقفه زمانی در نظر گرفته شده است. در این حالت تولید خالص داخلی نشانگر ظرفیت تولید؛ نرخ ارز بازار آزاد؛ نمایانگر تأثیرپذیری صادرات از متغیرهای پولی؛ قیمت نسبی؛ بیانگر

<sup>۱</sup> مستندات برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران ۱۳۸۳-۱۳۷۹، جلد پنجم ساختار کلی الگوی اقتصادسنجی کلان، (تهران، سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۷۸)، صص ۶۷-۶۶.

تأثیرپذیری رفتار عرضه کننده از روند قیمتها و در نهایت صادرات غیرنفتی با یک وقفه زمانی؛ نشانگر تبعیت طرف عرضه از رفتارهای قبلی است.

معادله ۵ تقاضای پول را نشان می‌دهد که در آن میزان مطلوب تقاضا برای پول در زمان  $t$  به متغیرهای تولید ناخالص داخلی، نرخ سود سپرده‌های مدت‌دار و نرخ ارز و نرخ تورم بستگی دارد. با توجه به اینکه تعدیل تقاضا برای پول واقعی به دلیل تغییر در متغیرهای مرتبط با آن به صورت آنی صورت نمی‌گیرد و نیازمند زمان است، الگوی تعدیل جزئی برای در نظر گرفتن وقفه تعدیل مورد استفاده قرار گرفته است.

معادلات ۶-۷ مربوط به طرف عرضه مشتمل بر بازار کار و تولید است و عرضه نیروی کار- که متأثر از تحولات جمعیتی است- برونزا در نظر گرفته شده است.

رابطه ۶ مربوط به تولید است که در آن تابع تولید، تابعی خطی از کار و سرمایه تلقی شده است. در این تابع به جای موجودی سرمایه، سه متغیر موجودی سرمایه در سال قبل، سرمایه‌گذاری خصوصی و سرمایه‌گذاری دولتی وارد شده است.

رابطه ۷ مربوط به تقاضای نیروی کار است که در آن تقاضای نیروی کار به میزان تولید، دستمزد واقعی و اشتغال در دوره‌های قبلی بستگی دارد. اشتغال باوقفه به این علت در نظر گرفته شده، که هزینه تغییر و جابجایی شغلی برای کارفرمایان زیاد است.

رابطه ۸ نشانگر تفاوت کل تولید ناخالص داخلی و هزینه ناخالص داخلی با عنوان مغایرتهای آماری است که شامل تغییر در موجودی انبار می‌باشد.

رابطه ۹ مربوط به اتحاد تبیین بیکاری است. دو رابطه ۱۰ و ۱۱ نشانگر روابط غیر خطی  $DCPR=DCP/CPI$  و  $M1P=M1/CPI$  می‌باشند که به فرم خطی تبدیل شده‌اند و به علت اینکه هدف تحقیق هم سیاستگذاری برای آینده و هم ارزیابی سیاستهای گذشته است، نسبت به سالهای ۱۳۷۴ و ۱۳۷۹ بطور مجزا به فرم خطی درآورده شده‌اند. پنج معادله آخر نیز معادلات سیاستی هستند.

### تابع هدف و مقادیر مطلوب متغیرها

با وجود سیستم روابط  $y_t = A_t y_{t-1} + Cx_t + b_t + u_t$  در پی تعیین سیاستهای مناسب برای هدایت این سیستم به سوی اهداف مورد نظر هستیم؛ با توجه به اینکه برای تحلیل کمی سیاست مدلی که روابط متغیرها را توضیح می‌دهد و یک تابع زبان هماهنگ با آن مدل نیاز دارد، بنابراین، گام اول مسئله انتخاب تابع هدف می‌باشد. که در اینجا تابع هدف با فرم درجه دو در نظر گرفته شده است.

$$J = \sum [(y_t - a_t)' K (y_t - a_t)] \quad (I)$$

که در آن  $y_t$  بردار متغیرهای حالت و کنترل و  $a_t$  بردار مقادیر مطلوب متغیرهای هدف (متغیرهای حالت و کنترل) و  $K$  ماتریس ضرایب اهمیت نیل به اهداف و  $J$  تابع زبان (یک اسکالر) هستند.

پس از انتخاب متغیرهای موجود در تابع هدف، در مرحله دوم باید مسیرهای مطلوب این متغیرها مشخص شود.

بردار  $a_t$  که در بردارنده مقادیر مطلوبی است که متغیرهای هدف در سالهای مذکور باید به آنها برسند، با در نظر گرفتن مقادیر متغیرهای هدف در سال پایه و احتساب یک نرخ رشد برای هر کدام از متغیرها محاسبه شده است. سالهای ۱۳۷۴ و ۱۳۷۹، به عنوان سالهای پایه در نظر گرفته شده‌اند، نرخ رشد متغیرها را می‌توان با توجه به ساختارهای اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی تعیین کرد، تا آنجا که ممکن بوده از مقادیر مربوطه در برنامه دوم توسعه اقتصادی برای تعیین مقادیر مطلوب متغیرهای حالت و کنترل برای دوره برنامه دوم و از مقادیر مربوطه در برنامه‌های سوم و چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی و با توجه به روابط بین متغیرها برای تعیین مقادیر مطلوب متغیرهای کنترل و حالت برای سالهای آتی (۸۸-۱۳۸۰) استفاده شده است.

## سیاستگذاری مدل اقتصادکلان ایران با استفاده از روش کنترل بهینه

برای سیاستگذاری و ارزیابی برنامه دوم و سیاستگذاری برنامه سوم و چهارم آزمایشهای مقایسه‌ای<sup>۱</sup> مختلفی با تغییر وزنه‌های ماتریس ضرایب اهمیت نیل به اهداف در  $K$  انجام داده شده و فرض شده که برای سادگی ماتریس،  $K$  ماتریس قطری و غیرمتغیر در زمان می‌باشد.

در آزمایش اول فرض شده همه متغیرهای هدف؛ یعنی متغیرهای حالت و کنترل، دارای اهمیت یکسان از نظر سیاستگذار هستند؛ البته، باید توجه کرد که چون متغیرهای وارد شده در تابع هدف در واحدهای متفاوتی اندازه‌گیری شده‌اند، به دلیل در نظر گرفتن رشد متغیرها و مقادیر سال پایه نرمال‌سازی‌هایی برای ضرایب اهمیت وزنها در تابع زیان با توجه به مقادیر متوسط مطلوب متغیرها در دوره برنامه‌ریزی اعمال شده و ضرایب اهمیت وزنی، تابع هدف طوری انتخاب گردیده است، تا انحراف یک واحد از متغیرها با یکدیگر قابل مقایسه شود؛ در آزمایش دوم ضرایب اهمیت وزنی مربوط به متغیرهای حالت، مانند آزمایش اول است، درمورد متغیرهای کنترل ضرایب اهمیت وزنی ابزارهای سیاستی پولی ده برابر بزرگتر و ضرایب اهمیت وزنی متغیرهای سیاستی مالی ده برابر کوچکتر شده است؛ در آزمایش سوم متغیرهای حالت همان ضرایب اهمیت وزنی آزمایش اول را داشته، ضرایب اهمیت وزنی متغیرهای سیاستی پولی را ده برابر کوچکتر و ضرایب اهمیت وزنی متغیرهای سیاستی مالی را ده برابر بزرگتر کرده؛ یعنی، در آزمایش دوم با کنترل ابزارهای سیاستی پولی در مسیر مطلوب، از طریق آزاد گذاشتن سیاستهای مالی سعی در کنترل متغیرهای حالت داریم و در آزمایش سوم با تمرکز کنترل بر روی ابزارهای سیاستی مالی آثار آن بر روی متغیرهای حالت، مشاهده می‌گردد. در نتیجه؛ می‌توان با مقایسه این آزمایش‌ها به کارآیی سیاستهای پولی و مالی در مقابل یکدیگر پی‌برد.

<sup>۱</sup>. در پیوست، نتایج این آزمایشهای مقایسه‌ای، برای چند متغیر حالت و کنترل به صورت نمودار ارائه شده است. مقادیری که سیاستگذار می‌خواهد متغیرهای هدف به آن برسند با نام مطلوب، مقادیر تحقق یافته متغیرهای هدف با نام جاری، آزمایش مقایسه‌ای اول با نام بهینه ۱، آزمایش مقایسه‌ای دوم با نام بهینه ۲، و آزمایش مقایسه‌ای سوم با نام بهینه ۳ و آزمایش مقایسه‌ای چهارم با نام بهینه ۴ ارائه شده‌است.

در مورد دوم، به علت متفاوت بودن درجه اهمیت متغیرها از نظر سیاستگذار و اینکه بعضی از متغیرها دارای درجه اهمیت بسیار بالاتری نسبت به بعضی متغیرهای دیگر می‌باشند، سعی شده به این موضوعات نیز پرداخته شود و در تعیین ضرایب اهمیت وزنی متغیرها در تابع هدف، اولویت‌بندی به ترتیب تولید ناخالص داخلی و اشتغال؛ شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی؛ سرمایه‌گذاری خصوصی؛ ابزارهای سیاستی؛ صادرات غیرنفتی و مصرف بخش خصوصی اعمال گردد. چهار آزمایش مقایسه‌ای انجام شده است که در آزمایش مقایسه‌ای اول ضرایب اهمیت وزنی، مطابق آنچه در بالا ذکر شده، می‌باشد، در آزمایش مقایسه‌ای دوم، ضرایب اهمیت وزنی ابزارهای سیاستی پولی بیست برابر بزرگتر و ضرایب اهمیت وزنی سیاستی مالی بیست برابر کوچکتر از آزمایش اول است و در آزمایش سوم؛ ضرایب اهمیت وزنی ابزارهای سیاستی مالی بیست برابر بزرگتر و ضرایب اهمیت وزنی سیاست پولی بیست برابر کوچکتر قرار داده شده است. ولی، در آزمایش مقایسه‌ای چهارم، ضرایب اهمیت وزنی تمامی ابزارها نزدیک صفر قرارداد شده؛ یعنی اینکه ناحیه خاص کنترل قابل قبولی برای آن در نظر گرفته نشده است.

### سیاستگذاری و ارزیابی دوره (۱۳۷۹-۱۳۷۴)

با بررسی نتایج حاصل از کنترل بهینه می‌توان به این نتیجه رسید که اگر سیاستگذار قصد داشته باشد متغیرهای کنترل را مانند متغیرهای حالت به مقادیر مطلوبشان هدایت کند (بهینه ۱) در این صورت با داشتن سرمایه‌گذاری دولت و عرضه اسمی پول تقریباً برابر با اهداف سیاستگذار و یا کمی بالاتر و نرخهای سود سپرده‌های مدت‌دار بانکی بیشتر- که در پایان دوره برنامه‌ریزی به مقادیر مطلوب نزدیکتر می‌گردند- و همچنین با هزینه‌های مصرفی دولتی و اعتبارات بانکی به بخش خصوصی پایین‌تر از اهداف برنامه، می‌توان به اهداف مورد نظر سیاستگذار در مورد متغیرهای درآمد قابل تصرف، مصرف بخش خصوصی، مغایرت آماری، شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی و تولید ناخالص داخلی دست یافت. اهداف در نظر گرفته شده برای تقاضای نیروی کار، بیکاری و حجم اعتبارات اعطایی بانکی به بخش

خصوصی قابل دسترس نیست، ولی می‌توان به حجم بالایی از صادرات غیر نفتی، واردات و سرمایه‌گذاری بخش خصوصی دست یافت.

به منظور بررسی اینکه با کنترل کدامیک از ابزارهای سیاستی پولی و مالی مطابق با اهداف برنامه، بهتر می‌توان به اهداف مورد نظر در مورد سایر متغیرهای هدف دست یافت، دو آزمایش مقایسه‌ای انجام شده است. در یکی از آزمایشهای مقایسه‌ای (بهینه ۲) سعی شده ابزارهای سیاستی پولی را طبق اهداف برنامه، کنترل کرده و ابزارهای سیاستی مالی را تقریباً آزاد گذاشت تا بتوانند از مقادیر مطلوب سیاستگذار فاصله بگیرند. در این حالت مشاهده می‌شود که با داشتن مقادیری تقریباً برابر با اهداف برای ابزارهای سیاستی پولی و داشتن هزینه‌های مصرفی دولتی کمتر از برنامه - که با گذشت زمان کمتر نیز می‌شود - و هزینه‌های سرمایه‌گذاری دولتی؛ که در اول دوره کمتر از مقدار مطلوب بوده و با رشد بسیار سریعی افزایش می‌یابد و از هدف برنامه بالاتر می‌رود؛ می‌توان به سطوح بالاتری در متغیرهای تقاضای نیروی کار، صادرات غیر نفتی، تولید ناخالص داخلی، در آمد قابل تصرف، واردات کالاها و خدمات، حجم واقعی پول و مصرف بخش خصوصی و حجم اعتبارات واقعی بالاتر از آزمایش اول دست یافت. در عین حال می‌توان به سطوح پایین‌تری از سطح بیکاری و شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی نیز رسید. در آزمایش مقایسه‌ای سوم (بهینه ۳) که سعی شده مقادیر ابزارهای سیاستی مالی بر مقادیر هدفشان منطبق گردند، با داشتن حجم اعتبارات اسمی پایین‌تر از مقدار مطلوب، وضعیت متغیرهای هدف بجز در مورد شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی که نسبت به بهینه ۱ بهتر شده؛ نسبت به هر دو آزمایش مقایسه‌ای قبلی بدتر شده است. از این آزمایشات مقایسه‌ای می‌توان نتیجه‌گیری کرد که دولت با سعی در کنترل و هدایت ابزارهای سیاستی پولی مطابق با مقادیر مطلوبشان بهتر می‌تواند به اهداف مورد نظر خود دست یابد. یا می‌توان گفت که دولت باید سعی می‌کرد که نرخ رشد ثابتی را که برای ابزارهای سیاستی پولی در نظر گرفته شده بود، اعمال کند؛ ولی در مورد ابزارهای سیاستی مالی می‌توانست رشد ثابتی در نظر نگیرد.

در مورد سیاستهای اعمال شده توسط دولت و بانک مرکزی می‌توان گفت که دولت به سطوح بالاتری از مقادیر بهینه اشتغال محاسبه شده توسط آزمایشهای مقایسه‌ای

دست‌یافته است، که بازهم از مسیر مطلوب پایین‌تر است، ولی این عملکرد بالاتر از بهینه محاسبه شده به قیمت بالا بودن شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی بوده است که می‌توانست نرخ تورم پایین‌تری را همراه با دسترسی به بسیاری از اهداف دیگر داشته باشد. با توجه به اینکه در کنترل بهینه در پی تعیین روند زمانی متغیرهای سیاست‌گذاری هستیم، که می‌تواند مقادیر متغیرهای عمده اقتصادکلان، در طول دوره برنامه‌ریزی را تا سر حد امکان به اهداف تعیین شده نزدیک کند- البته ممکن است گاه این اهداف متناقض یکدیگر نیز باشند- می‌توان بیان کرد که اهداف در نظر گرفته شده برای بعضی از متغیرها قابل دسترس نبوده یا برای دسترسی به آن اهداف باید هزینه‌های بسیار بالایی را تحمل کرد؛ برای مثال در مورد بیکاری، رسیدن به هدف مطلوب غیرممکن است، حتی برای نزدیک شدن به میزان مطلوب باید تورم بسیار بالایی را تجربه کرد. سایر متغیرها نیز از مقدار مطلوبشان بسیار فاصله می‌گیرند. در مورد تورم دسترسی به میزان مطلوب امکان‌پذیر است؛ ولی بانک مرکزی با اعمال سیاست پولی انبساطی و افزایش حجم اسمی پول بالاتر از مسیر مطلوب، باعث شده نرخ تورم خیلی بالاتر از سطح مطلوبش قرار گیرد.

در مورد دوم؛ در آزمایش مقایسه‌ای اول که سعی شده با کنترل هر دو ابزارهای سیاستی پولی و مالی مطابق مقادیر مطلوبشان متغیرهای حالت، کنترل شوند، مشاهده می‌شود؛ نسبت به مورد قبل دسترسی به اهداف شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی نسبتاً بهتر شده است. در این مورد در آزمایش مقایسه‌ای دوم نسبت به آزمایش‌های اول و سوم مصرف خصوصی، سرمایه‌گذاری خصوصی، تولید ناخالص داخلی، تقاضای نیروی کار و صادرات غیرنفتی بالاتر است و مقدار بهینه متغیر شاخص قیمت مصرف‌کننده نسبت به آزمایش سوم کمی بدتر بوده و کمی بالاتر و تقریباً برابر آزمایش اول است. در آزمایش چهارم که کنترل خیلی کمی بر روی ابزارهای سیاستی در جهت رسیدن به مسیر مطلوبشان اعمال شد، مقدار بهینه شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی دقیقاً مساوی مقادیر مطلوب گشته و سرمایه‌گذاری بخش خصوصی کمتر شده و به مقدار مطلوب سیاستگذار نزدیک‌تر گردیده است. بقیه متغیرها تقریباً با آزمایش اول یکسان است. نتیجه مهمی که گرفته می‌شود این است که مانند حالت قبل، مقدار مطلوب تقاضای نیروی کار و بیکاری در نظر گرفته شده



توسط سیاستگذار اغراق‌آمیز بوده و قابل دسترسی نمی‌باشد؛ مگر اینکه، هزینه‌های بسیار بالاتری را در سایر متغیرها تحمل کنیم.

### سیاستگذاری دوره برنامه سوم و چهارم (۱۳۷۹-۱۳۷۴)

در مورد اول پس از حل الگو توسط روش کنترل بهینه، نتایج حاکی از این است، که در آزمایش مقایسه‌ای اول مقادیر شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی قابل دسترسی بوده، و حتی، دسترسی به مقادیر پایین‌تر از آن نیز امکانپذیر است. مسیر بهینه درسالهای پایانی برنامه چهارم بالاتر از مسیر مطلوب قرار می‌گیرد. مسیرهای بهینه برای متغیرهای واردات کالاها و خدمات، مصرف بخش خصوصی، درآمد قابل تصرف، سرمایه‌گذاری بخش خصوصی، صادرات غیرنفتی، تقاضای نیروی کار و تولید ناخالص داخلی پایین‌تر از مسیرهای مطلوبشان قرار گرفته‌اند. مسیرهای بهینه ابزارهای سیاستی پولی بجز نرخ سود سپرده‌های مدت‌دار- که پایین‌تر از حد مطلوب است- تقریباً بر مسیر مطلوبشان منطبق هستند. هزینه‌های مصرفی دولتی پایین‌تر از مسیر مطلوب می‌باشد، ولی، مسیر بهینه سرمایه‌گذاری دولتی در سطحی بالاتر از مسیر مطلوب قرار دارد. در بین متغیرهای عمده اقتصاد کلان مسیرهای بهینه شاخص‌های کالاها و خدمات مصرفی در اوایل دوره، پایین‌تر از مسیر مطلوب قرار گرفته؛ ولی در سه سال پایانی برنامه چهارم بالاتر از مسیر مطلوب قرار می‌گیرد. مسیرهای بهینه حجم واقعی پول و اعتبارات اعطایی شبکه بانکی به بخش خصوصی و بیکاری بالاتر از سطح مطلوب قرار می‌گیرد. با این وجود مشاهده می‌شود، که بسیاری از اهداف در نظر گرفته شده توسط سیاستگذاران قابل دسترسی نیستند. بنابراین، برای بررسی اینکه عدم دستیابی به اهداف به دلیل کنترل ابزارهای سیاستی برای هدایت به سوی مقادیر مطلوبشان بوده یا نه؟ دو آزمایش مقایسه‌ای دیگر انجام شده است؛ در یکی از آنها سعی شده ابزارهای پولی به مسیرهای مطلوبشان هدایت شوند و در دیگری ابزارهای سیاستی پولی آزاد گذاشته شده و سعی شده که ابزارهای سیاستی مالی به سوی مسیر مطلوبشان هدایت شوند. نتایج آزمایشهای مقایسه‌ای دوم و سوم حاکی از این است که با هدایت ابزارهای پولی به سمت مقادیر مطلوبشان در مقایسه با آزمایش سوم مقادیر بهینه متغیرهای عمده اقتصاد کلان؛ از قبیل

واردات کالاها و خدمات، حجم واقعی اعتبارات، درآمد قابل تصرف، تولید ناخالص داخلی، صادرات غیرنفتی، سرمایه‌گذاری خصوصی و تقاضای نیروی کار، به مقادیر مطلوبشان نزدیک‌تر شده است. همچنین دستیابی به مقدار مطلوب شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی تقریباً امکانپذیر است، ولی با هدایت ابزارهای مالی به سمت مطلوبشان بهتر می‌توان به این هدف دست یافت. نتیجه‌ای که از این دو آزمایش مقایسه‌ای می‌توان گرفت این است که مسیرهای مطلوب تعیین‌شده برای ابزارهای سیاستی پولی توسط سیاستگذاران بهتر از مسیرهای تعیین‌شده برای ابزارهای مالی توسط آنها است و با هدایت ابزارهای مالی به سمت مقادیر مطلوبشان نمی‌توان به بسیاری از اهداف در نظر گرفته‌شده برای متغیرها دست یافت.

در مورد دوم در آزمایش مقایسه‌ای اول ملاحظه می‌شود که نسبت به مورد اول مسیرهای بهینه به مسیرهای مطلوبشان نزدیک‌تر شده‌اند. نتایج آزمایشهای مقایسه‌ای دوم و سوم که برای بررسی کارایی سیاستهای پولی و مالی در مقابل یکدیگر انجام شده‌اند نشانگر آن است که با اعمال سیاستهای پولی مشخص شده در برنامه‌ها، نسبت به اعمال سیاستهای مالی مشخص شده در برنامه‌ها دستیابی به مسیرهای مطلوب متغیرهای تولید ناخالص داخلی، تقاضای نیروی کار، واردات کالاها و خدمات و نیز صادرات غیرنفتی امکانپذیر می‌باشد و در مورد دستیابی به مسیرهای مطلوب متغیرهای سرمایه‌گذاری بخش خصوصی، مصرف بخش خصوصی، شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی هدایت ابزارهای سیاستی مالی به سمت مقادیر هدفشان نتایج بهتری را ارائه می‌دهد.

با توجه به سه آزمایش مقایسه‌ای بالا می‌توان پی برد، که بسیاری از اهداف تعیین‌شده برای متغیرهای هدف قابل دسترس نبوده است. بنابراین برای بررسی اینکه آیا دستیابی به مسیرهای مطلوب متغیرهای هدف به علت سیاستهای پولی و مالی اتخاذ شده در آزمایشهای ذکر شده در بالا می‌باشد یا اینکه آیا دستیابی به این اهداف حتی با آزاد گذاشتن ابزارهای سیاستی (هدایت نکردن آنها به سمت مقادیر تعیین شده) قابل حصول نمی‌باشد آزمایش مقایسه‌ای چهارم انجام شده است. نتایج نشان می‌دهند با توجه به اینکه در این آزمایش اعمال سیاستهای اقتصادی با پدیده بی‌ثباتی ابزاری همراه است؛ یعنی تحقق اهداف اقتصاد کلان مستلزم تغییرات قابل توجه در ابزارهای سیاستهای اقتصادی یا متغیرهای کنترل

است، اما دستیابی به مقادیر مطلوب بعضی از متغیرهای هدف از قبیل شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی و نیز سرمایه‌گذاری بخش خصوصی کاملاً امکانپذیر شده است و همچنین می‌توان به سطوح بالاتری از مقادیر متغیرهای واردت کالاها و خدمات، تقاضای نیروی کار، صادرات غیرنفتی نسبت به سه آزمایش قبلی و البته پایین‌تر از مقادیر مطلوب دست‌یافت. در عین حال به مقادیری بالاتر از مقادیر مطلوب در متغیرهای تولید ناخالص داخلی و مصرف بخش خصوصی می‌رسیم؛ ولی، همچنان دستیابی به سطوح تقاضای نیروی کار دور از دسترس می‌باشد. با توجه به اینکه بی‌ثباتی ابزاری در مورد متغیرهای کنترل حجم اسمی پول، نرخ سود و سرمایه‌گذاری دولتی مشاهده می‌شود. بنابراین نزدیک شدن به مسیر مطلوب اشتغال احتمالاً با دور شدن سایر متغیرهای هدف از مقادیر مطلوبشان به اندازه زیاد همراه با پدیده بی‌ثباتی ابزاری امکانپذیر باشد.

در ضمن باید توجه کرد که چون مقادیر متغیرهای برونزای غیرقابل کنترل بر مبنای نرخ رشد سالهای قبل از شروع دوره برنامه‌ریزی محاسبه شده‌اند، می‌توانند در مسیرهای بهینه بدست آمده برای متغیرهای حالت و کنترل اثر بگذارند، در نتیجه، با داشتن مقادیر آینده متغیرهای برونزای غیرقابل کنترل دقیقاً با آن مقادیری که آنها در سالهای آتی خواهند داشت، نتایج و مقادیر بهینه بدست آمده مطمئن‌تر و صحیح‌تر خواهند بود. البته ممکن است رسیدن به بعضی از اهداف به‌خاطر متفاوت بودن مقادیر متغیرهای برونزای غیرقابل کنترل با آن مقادیری که ما برای متغیرها فرض کرده‌ایم امکانپذیر باشد و رسیدن به بعضی از اهداف امکانپذیر نگردد. نتایجی که ما بدست آورده‌ایم با فرض ادامه روند گذشته، برای متغیرهای برونزای غیرقابل کنترل بدست آمده‌است.

## نتیجه‌گیری

از حل عددی الگو با استفاده از روش کنترل بهینه در آزمایش‌های مقایسه‌ای متفاوت برای برنامه‌های دوم، سوم و چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی نتایج زیر حاصل شده است.

۱. از آزمایشات مقایسه‌ای در مورد برنامه دوم می‌توان نتیجه‌گیری کرد که دولت با سعی در کنترل و هدایت ابزارهای سیاستی پولی مطابق با مقادیر مطلوبشان، بهتر می‌تواند به اهداف مورد نظر خود دست یابد. می‌توان گفت که دولت باید سعی می‌کرد تا نرخ رشد ثابتی را که برای ابزارهای سیاستی پولی در نظر گرفته شده بود اعمال کند، ولی، برای ابزارهای سیاستی مالی می‌توانست نرخ رشد ثابتی در نظر نگیرد. در مورد سیاستهای اعمال شده توسط دولت و بانک مرکزی می‌توان گفت که در مورد هدف اشتغال، دولت در برنامه دوم به سطوح بالاتری از مقادیر بهینه محاسبه شده توسط آزمایشهای مقایسه‌ای دست یافته که بازهم از مسیر مطلوب پایین‌تر بوده است، ولی این عملکرد بالاتر از مقادیر بهینه محاسبه شده در ازای مقادیر خیلی بزرگتر برای شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی بدست آمده است؛ در حالیکه اگر این سیاستها اعمال نمی‌شد نرخ تورم پایین‌تری همراه با دسترسی به بسیاری از اهداف مورد نظر برنامه امکانپذیر بود. در مورد تورم، دسترسی به میزان مطلوب، امکانپذیر بود؛ ولی بانک مرکزی با اعمال سیاست پولی انبساطی و افزایش حجم اسمی پول بالاتر از مسیر مطلوب باعث شده نرخ تورم بسیار بالاتر از سطح مطلوب قرار گیرد. نتیجه مهمی که گرفته می‌شود این است که مقدار مطلوب تقاضای نیروی کار و بیکاری در نظر گرفته شده توسط سیاستگذار اغراق‌آمیز بوده و قابل دسترسی نمی‌باشد، مگر اینکه هزینه‌های خیلی بالاتری را در سایر متغیرها تحمل کنیم تا به مقادیر مطلوب در نظر گرفته شده برای اشتغال نزدیک شویم.

۲. در دوره برنامه‌های سوم و چهارم نتیجه‌ای که از آزمایش‌های مقایسه‌ای می‌توان گرفت این است، که مسیرهای مطلوب ابزارهای سیاستی پولی بهتر از مسیرهای ابزارهای مالی تعیین شده توسط سیاستگذاران است و با هدایت ابزارهای مالی به سمت مقادیر مطلوبشان نمی‌توان به بسیاری از اهداف در نظر گرفته شده برای متغیرها دست یافت. بدون در نظر گرفتن مسیرهای مطلوب سیاستگذاران برای ابزارهای سیاستی پولی و مالی با آنکه بی‌ثباتی ابزاری را در مورد متغیرهای کنترل حجم اسمی پول، نرخ سود و سرمایه‌گذاری دولتی مشاهده می‌کنیم، نزدیک شدن به مسیر مطلوب اشتغال شاید با دور شدن بسیار زیاد

سایر متغیرهای هدف از مقادیر مطلوبشان و پدیده بی‌ثباتی ابزاری ممکن باشد، که می‌تواند بیان کند که اهداف در نظر گرفته شده برای آن واقعاً اغراق‌آمیز و غیر قابل دسترس است.

با توجه به نتایج حاصله می‌توان پیشنهادات زیر را ارائه داد:

۱. دولت در برنامه‌ریزی خود برای تعیین اهداف برنامه‌ها باید به تعامل و تضادهای بین اهداف توجه کند و مقادیری را که به عنوان اهداف برنامه برای متغیرها در نظر می‌گیرد، طوری تعیین کند که قابل دسترس باشد و با توجه به محدودیت منابع و تناقض بین اهداف و عدم دسترسی همزمان به تمام اهداف، ناگزیر باید هدفها تعدیل شده یا از هدفی به نفع هدف دیگری چشم‌پوشی شود و بین اهداف اولویت‌بندی صورت گیرد.

۲. به نظر می‌رسد که اهداف در نظر گرفته شده برای ابزارهای سیاستی پولی مناسب هستند و در نظر گرفتن نرخ رشد ثابت برای عرضه پول در رسیدن به اهداف کمک می‌کند، ولی، در اهداف در نظر گرفته شده برای ابزارهای سیاستی مالی باید تجدیدنظر شود، در غیر اینصورت با توجه به اهداف در نظر گرفته شده برای ابزارهای سیاستی مالی از اهداف مورد نظر برای متغیرهای اصلی اقتصاد دورتر خواهیم شد.<sup>۱</sup>

---

<sup>۱</sup>. نمودارهای پیوست؛ مقادیر جاری، مطلوب، بهینه متغیرهای هدف (دوره ۷۸-۱۳۷۴ مورد اول) و (دوره ۸۸-۱۳۷۹ مورد اول)، در دفتر فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی موجود است.

## پی‌نوشتها:

۱. اینتر یلیگتور، د. میشل. *بهینه سازی ریاضی*. ترجمه حسین علی پور کاظمی، تهران: دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۶۸.
۲. باتلر، ایمون، *اندیشه‌های اقتصادی میلتون فریدمن*، ترجمه فریدون تفضلی، تهران: نشر نی، ۱۳۷۷.
۳. بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. *اداره حسابهای اقتصادی، حسابهای ملی ایران به قیمت جاری قیمت های ثابت ۱۳۶۹ و ۱۳۷۶، ۱۳۳۸-۱۳۷۹*، (اسفندماه ۱۳۸۱).
۴. برانسون، ویلیام اچ. *تئوری و سیاست‌های اقتصاد کلان*، ترجمه عباس شاکری، تهران: نشر نی، ۱۳۷۸.
۵. پیندیک، رابرت و روبینفیلد، دانیل. *الگوهای اقتصادسنجی و پیش بینی‌های اقتصادی*. ترجمه محمد امین کیانیان، تهران: انتشارات سمت، ۱۳۷۰.
۶. ترکی عقدا، عبدالحمید. «سیاستگذاری مدل اقتصاد کلان ایران با استفاده از تئوری کنترل بهینه». *پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده صنایع و تحلیل سیستم‌ها، دانشگاه صنعتی اصفهان*، (اردیبهشت ۱۳۶۸).
۷. خشادوریان، ادموند و خیابانی، ناصر. *طرح یک الگوی کلان اقتصادسنجی پویا برای سیاستگذاری در اقتصاد ایران*. تهران: انتشارات پایگان، ۱۳۸۰.
۸. ذوالنور، حسین. «روابط بین اهداف اقتصاد کلان در چارچوب یک الگوی کنترل مطلوب». *مجله برنامه و توسعه، مؤسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت برنامه‌ریزی*، دوره سوم، شماره ۳ و ۴، (تابستان و پائیز ۱۳۸۱).
۹. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. *لایحه برنامه چهارم توسعه اقتصادی اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۸۸-۱۳۸۴)*. تهران: انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۸۲.
۱۰. طیب نیا، علی. *تئوری‌های تورم با نگاهی به فرایند تورم در ایران*. تهران: جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران، ۱۳۷۴.
۱۱. عسگری، منوچهر و محمدی، تیمور. «هم‌انباشتگی، مفاهیم، اهمیت اقتصادی و نقاط قوت و ضعف». *مجله پژوهش‌های اقتصادی، دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی*، شماره سوم، (بهار ۱۳۷۷).
۱۲. عسلی، مهدی. «کنترل تعهدات خارجی در جریان رشد اقتصادی، کاربردی از نظریه کنترل بهینه در یک مدل اقتصاد کلان». *مجله برنامه و بودجه*، سال اول، شماره هفتم، (آبان ۱۳۷۵).
۱۳. قدیمی‌نیا، ناصر. «فرضیه انتظارات عقلایی و سیاست‌های پولی: مطالعه تطبیقی اوپک و کشورهای آسیای جنوب شرقی با رشد سریع». *پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی*، (خرداد ۱۳۷۴).
۱۴. کمنتا، یان. *مبانی اقتصادسنجی*. ترجمه هژبر کیانی، تهران: انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۷۲.
۱۵. بیدآباد، بیژن. *مدلسازی اقتصاد ایران*. تهران: بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۷۷.
۱۶. مشیری، سعید. *مروری بر آموزش و پژوهش در تحولات اقتصاد کلان در جهان و ایران*. تهران: مرکز تحقیقات اقتصاد ایران، وابسته به دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی، مجموعه مقاله‌های اولین همایش دستاوردهای آموزشی و پژوهشی علم اقتصاد در ایران، ۱۸ و ۱۹ اردیبهشت ۱۳۸۱.

۱۷. موسالو، یوشع. «کنترل بهینه ابزارهای سیاستی پولی و مالی بر اساس یک الگوی کلان اقتصادیسنجی برای اقتصاد ایران». *پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد*، دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی، (شهریور ۱۳۸۳).
۱۸. نوفرستی، محمد و عرب مازار، عباس. *شناخت ساختار الگوی اقتصادسنجی کلان ایران*. قسمت اول، تهران: وزارت امور اقتصادی و دارایی، ۱۳۷۳.
۱۸. نوفرستی، محمد. *ریشه واحد و همجمعی در اقتصاد اقتصادسنجی*. تهران: انتشارات رسا، ۱۳۷۸.

19. Chiang , C. A *Element of Dynamic Optimization*. Mc GRAW–HILL, New York., 1992.
20. Chow, Gregory, C. "Optimal Control of Linear Econometric Systems with Finite Time Horizon", *International Economic Review*, 13(1),( Feb .1972).
21. Chow, Gregory. C. "Problems of Economic Policy from the View point of Optimal Control", *American Economic Review* 63(5), (Dec. 1973).
22. Chow, Gregory. C. *Analysis of Control of Dynamic Economic System*. New York, John Wiley and Sons., 1975.
23. Chow, Gregory. C. "Control Methods for Macroeconomic Policy Analysis", *American Economic Review*, 66(2), (1976).
24. Deissenberg, Christophe. "Optimal Control of Linear Econometric Methods with intermitted Controls", *Economics of Planning*, 16(1), (1980).
25. Kendrick, David. Andrew. "Stochastic Control for Economic Models", Past, Present and the Paths Ahead", Texas: Austin, June 2002.
26. Kwan, Y. K., & Chow, G. C. "Chows Method of Optimal Control: A Numerical Solution", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 21 (4-5), (May 1997).
27. Moreira, Ajak. R. B, & Cavalcanti, Marco. A. F, H. "Robustness and Stablization Properties of Monetary Policy Rules in Brazil", *Institute of Applied Economic Research (TPEA)*, (May 2001).
28. Norman, Alfred. Lorn & Jung, Woosik. "Linear – Quadratic Control Theory for Models with Long Lags", *Econometrica*, 45 (4), (May 1977).
29. Peerycover. James & Hueng, C. Jams & You, Ruey. "Are Policy Rules Better than the Discretionary System in Taiwan?", *Working Paper*, No.00–01–01, (2000).
30. Pindyck, R. *Optimal Planning for Economic Stabilization*. North Holland, Amesterdum., 1973.
31. Takayama, A., *Mathematical Economics*. Cambridge University Press., 1993: Ch. 9.

32. Weyerstrass, Clase. "Optimal Monetary and Fiscal Policy for Slovenia Under Different Exchange Rate Regimes, Paper to be Presented at the Conference Institution in Transition"., *Maribor*, (October 1999).