

## کاربرد نظریه کنترل بهینه در تعیین مسیر بهینه حجم نقدینگی ایران

مصطفی رجبی\*

همایون رنجبر\*\*

فوزان تدین\*\*\*

### چکیده

از آنجا که فرایند توسعه اقتصادی در ایران متکی بر برنامه های پنج ساله توسعه و اجرای این برنامه ها نیازمند منابع مالی و گسترش نقدینگی برای دستیابی به اهداف برنامه ها می باشد. لذا تعیین مسیر بهینه نقدینگی بر اساس اهداف برنامه های توسعه می تواند سیاست گذاران را در رسیدن به اهداف اقتصادی یاری نماید. بر این اساس، هدف اصلی مقاله حاضر پیش بینی مسیر بهینه نقدینگی طی دوره پنجم توسعه بر اساس اهداف برنامه می باشد.

بدین منظور با بکارگیری نتایج حاصل از دستگاه معادلات همزمان منطبق بر ساختار اقتصاد کشور در نظریه کنترل بهینه حجم نقدینگی استخراج شده است. در این راستا سعی شده با استفاده از سری زمانی داده های مربوط به متغیرها طی دوره ۱۳۸۶-۱۳۴۲ جهت برآورد دستگاه معادلات همزمان به روش حداقل مربعات سه مرحله ای، مقادیر بهینه نقدینگی طی دوره ۱۳۹۴-۱۳۸۷ از طریق نظریه کنترل بهینه پیش بینی شود. لذا با در نظر گرفتن نرخ رشد اهداف اقتصادی بر مبنای برنامه های توسعه از نظر سیاست گذاران مسیر بهینه حجم نقدینگی تعیین شده است.

**واژگان کلیدی:** نظریه کنترل بهینه، دستگاه معادلات همزمان، مسیر مطلوب نقدینگی، سیاست پولی

طبقه بندی JEL: E۶۳, E۵۲, C۶۱, C۳۲

### مقدمه

بحران بزرگ در اوایل دهه ۱۹۳۰، اعتبار اقتصاد کلاسیک در خصوص تعادل ذاتی و ناکارآمدی سیاست های کلان در تحریک متغیرهای واقعی را مورد تردید قرار داد. کینز نوسانات تقاضای کل را منبع اساسی و محوری تغییرات در فعالیت های اقتصادی در سطح کلان می داند. با شناخت ریشه های تاریخی و علمی عدم تعادل های پدیدار شده در اقتصاد، پیشنهاد می نماید. که دولت ها باید در مقیاس کلان اقتصادی از طریق اعمال سیاست های طرف تقاضا، اقتصاد را اداره و نظارت کنند. پس از آن و با توجه به شرایط حاکم بر اقتصاد در دهه های بعدی، الگوهای عدم تعادل توسط اقتصاد دانان ارائه گردید. نظریه پردازان این الگوها ایده های

E.mail: rajabi@iaukhsh.ac.ir

E.mail: hranjbar @ khuisf.ac.ir

E.mail: tadayon.fojan@ gmail.com

\*استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر

\*\*استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان

\*\*\*کارشناسی ارشد اقتصاد توسعه و برنامه ریزی (عضو باشگاه پژوهشگران جوان واحد خمینی شهر)

کینزی در مورد عدم تعادل هایی نظیر تقاضای موثر، رجحان نقدینگی و بازده نهایی سرمایه گذاری را به طور صریح گسترش دادند. آنها نشان دادند جهت جلوگیری از محدودیت ها و تأثیرات آنها در بازارهای متفاوت بر یکدیگر، لازم است سیاست های اقتصادی مناسب در راستای تنظیم تقاضا ایجاد شود.<sup>۴</sup>

مقایسه اثرات این محدودیت ها با الگوهای اولیه آشکار ساخت که توابع مصرف و سرمایه گذاری ناپایدار می باشد. این ناپایداری که به دلیل بیکاری و عدم اطمینان عوامل اقتصادی نسبت به چشم اندازهای مناسب اقتصاد به وجود آمده است، بر کل اقتصاد تأثیر گذاشته و آن را نیز ناپایدار می نماید. و لزوم اتخاذ سیاست های تثبیت را ایجاب می نماید.

در بازار پول نیز با در نظر گرفتن مسئله ی دام نقدینگی بر سیاست های مالی به جای سیاست های پولی تأکید می گردد. ولی، ترویج اندیشه های پولی توسط اقتصاددانان پول گرا کارایی سیاست های مالی را مورد تردید قرار داده اند. طرفداران این مکتب با توجه به تعدیل جزئی انتظارات توسط عوامل اقتصادی تأثیر سیاست پولی را تنها در کوتاه مدت بر تولید و اشتغال مورد تأکید قرار داده و اثر آن را در بلندمدت صرفاً بر متغیرهای اسمی همچون قیمت می دانند. بر اساس دیدگاه پول گرایان مبنی بر پولی بودن تورم، واکنش بهینه بانک مرکزی زمانی اتفاق می افتد که به نوسانات نرخ تورم توجه لازم شود. در دهه ۸۰ تمرکز اصلی نظریه های اقتصادی بر الگو های ادوار تجاری حقیقی بود که کیدلند و پرسکات از اوایل دهه هشتاد به معرفی آن پرداختند. از اوایل دهه ۹۰ کاپارل و کاندیل نشان دادند که حتی ادوار تجاری حقیقی نیز ریشه پولی و مالی دارند.<sup>۵</sup> با وجود تحولات شگرف در عرصه نظریات اقتصاد کلان کماکان تأثیر و جهت اثرگذاری سیاست های پولی و مالی مورد اختلاف نظر اقتصاددانان است.

فراین<sup>۶</sup> (۱۹۷۴) و بارو<sup>۷</sup> (۱۹۷۷) نشان دادند که معمولاً سیاست گذاران پولی تمایل به هماهنگ شدن با سیاست مالی را دارند. برخی نیز از رابطه منفی بین سیاست مالی با سیاست پولی بحث می نمایند که از آن جمله می توان به کیسی<sup>۸</sup> (۱۹۷۶) و گاردون<sup>۹</sup> (۱۹۷۷) اشاره کرد. آنها نشان دادند سیاست های پولی به جای تطبیق پیدا کردن با سیاست های مالی در دور کردن متغیر از هدف واکنش نشان می دهند. داگلاس، مک میلیان و توماس<sup>۱۰</sup> ۱۹۸۰ معتقدند در صورت وجود استقلال بانک مرکزی به همراه هماهنگی واکنش بانک مرکزی با سیاست های مالی انبساطی دولت، تشدید در افزایش عرضه پول به وجود خواهد آمد.

اگر چه تحولات انجام شده در نظریه های کلان اقتصادی به طور آشکار بر لزوم مداخله دولت و بانک مرکزی مستقل در اقتصاد و هماهنگی سیاست های پولی و مالی تأکید می نماید. اما آنچه مسلم است به این نکته اشاره دارند که بایستی سیاست های اقتصادی و انتخاب متغیرهای سیاستی، بهینه باشند. لذا اهداف این تحقیق پیش بینی مسیر بهینه ی نقدینگی در طول برنامه پنجم توسعه با توجه به اهداف در نظر گرفته شده برای این برنامه می باشد که از طریق در نظر گرفتن یک الگوی اقتصاد کلان و به کارگیری نتایج آن در نظریه کنترل خواهد بود. لذا می توان فرضیات زیر را مورد آزمون قرارداد:

۲. King , Robert G (۱۹۹۳)

۱. Froyen ( ۱۹۷۴)

۲. Barro (۱۹۷۷)

۳. Cacy (۱۹۷۶)

۴. Gordon (۱۹۷۷)

۵. Douglas & Mcmillin & Thomas (۱۹۸۰)

الف - کنترل حجم نقدینگی طبق نرخ رشد در نظر گرفته شده برای آن در برنامه های توسعه، نرخ تورم را به اهداف برنامه توسعه پنجم می رساند.

ب - انحراف مسیر بهینه تورم از مسیر مطلوبش به هنگام تأکید بر کنترل حجم نقدینگی کاهش نمی یابد.

### نظریه کنترل بهینه

وجود کنش متقابل متغیرها در اقتصاد لزوم استفاده از روش هایی را می طلبد که بتواند چنین تأثیرپذیری را نشان دهد. یکی از روش های بهینه یابی پویا جهت تعیین مسیر زمانی متغیرها روش کنترل بهینه می باشد. زمینه اصلی نظریه کنترل بهینه بر اساس حساب تغییرات است که توسط والتین (۱۹۳۷) و مک شین (۱۹۳۹) مطرح گردید. پس از آن «پونتریاگن» و همکارانش شرایط بهینه یابی آن را به وسیله اصل حداکثر (حداقل) پونتریاگن بسط دادند. اگر چه این نظریه ابتدا در علوم مهندسی و فیزیک بوجود آمد ولی با توجه به قابلیت کنترل و هدایت متغیرها در اقتصاد نیز به کار گرفته شده است که نمونه های آن را در کارهای پیندایک<sup>۱۱</sup> (۱۹۷۳)، چاو<sup>۱۲</sup> (۱۹۷۵)، کندریک<sup>۱۳</sup> (۱۹۷۶) و لسپرانس<sup>۱۴</sup> مشاهده می شود. بعد از آن نیز این نظریه در کارهای اقتصادی و بررسی سیاست های بهینه مورد استفاده قرار گرفته، که از آن جمله می توان به تیلور (۱۹۷۹)، گاندلوف و پتیت<sup>۱۵</sup> (۱۹۸۶)، برگستر<sup>۱۶</sup> (۱۹۸۷)، پتیت (۱۹۸۹) و سی چتی و ارمان<sup>۱۷</sup> (۲۰۰۰)، سوئدان و کالاجی<sup>۱۸</sup> (۲۰۰۵) و میرر<sup>۱۹</sup> (۲۰۰۸) یاد کرد.

نظریه کنترل بهینه در الگو های اقتصادی بدنبال یافتن مسیر بهینه ای است، که کمترین زیان اجتماعی را در بر داشته باشد. لذا می توان تابع زیان اجتماعی را بیان نمود، که به صورت مجذور انحراف متغیرهای واقعی کنترل و هدف از مطلوبشان تعریف شده و با محدودیت ساختارهای اقتصادی ناشی از عملکرد متغیرها کمینه می گردد.

(۱)

که در آن  $S(t), f(t)$  به ترتیب بردار انحراف مقادیر واقعی از مطلوب برای متغیرهای کنترل و هدف و بردار نظر گرفتن  $Q$  و  $R$  به عنوان ماتریس های قطری شبه معین مثبت ( ) بیانگر هزینه نسبی انحراف مقادیر واقعی متغیرهای کنترل و هدف از مقادیر مطلوب شان، به ترتیب با ابعاد  $m \times m$  و  $n \times n$  می باشند. در این تابع شرایط مرزی  $X(t_0) = X_0, X(t_F) = X_{tF}$  و لحاظ شده است.  $X_0, X_{tF}$  مقادیر مشخص و معین می باشند. مقادیر بدست آمده از این روش، مسیر بهینه متغیر کنترل می باشد که حداقل هزینه اجتماعی رسیدن متغیرهای هدف به مقادیر مطلوبشان را فراهم می کند.

۱. pindyck

۲. Chow

۳. Kendrick

۴. L'Esperance

۵. Gandlfo & Petit

۶. Bergstrom (۱۹۸۳, ۱۹۸۵, ۱۹۸۶)

۷. Cecchetti & Ehrmann (۲۰۰۰)

۸. Osama Sweidan and Fadwa kalaji

۹. Roberto Meurer

امتیازی که این روش در تعیین مسیر های بهینه و ارائه سیاست نسبت به سایر روش ها خواهد داشت، کم هزینه بودن آن؛ توجه به زمان و مشخص نمودن مقدار و هزینه اجتماعی رسیدن به هدف مورد نظر می باشد. به همین علت برای دستیابی به مسیر بهینه نقدینگی از نظریه کنترل بهینه با توجه به ساختار اقتصادی ایران لازم است دستگاهی از معادلات همزمان به نحوی در نظر گرفته می شود تا بتواند نوع و میزان اثرگذاری متغیرها و کنش متقابل<sup>۲۰</sup> آنها را با توجه به ساختارهای اقتصاد ایران نشان دهد.

## الگوی اقتصاد کلان

بر این اساس، الگوی مورد بررسی مبتنی بر متغیرهای اقتصاد کلان ایران و در قالب یک الگوی جدیدکینزی شامل معادلات طرف تقاضا و معادله قیمت (بیانگر طرف عرضه) در نظر گرفته می شود که هم مبانی نظری برای تحلیل های متعاقب ناشی از ساز و کار انتقال (عبور از یک وضعیت به وضعیت دیگر) در اثر رشد نقدینگی بر متغیرهای هدف در آن فراهم گردد و هم متناسب با ویژگی ها و مشخصه های اقتصاد ایران باشد.

متغیرهای الگو با توجه به اهداف سیاست گذاران شامل: مصرف بخش خصوصی، سرمایه گذاری بخش خصوصی، مخارج دولت (مصرفی و سرمایه گذاری)، صادرات و واردات در بخش حقیقی اقتصاد می باشد که با توجه به اهداف و اهمیت آنها، چگونگی رفتار متغیرها و در چارچوب الگو کینزین ها می توان با فرض تعادل در تراز تجاری الگو را بدون دو متغیر آخری نیز در نظر گرفت. همچنین معادلات مسیر نقدینگی و تغییرات پایه پولی به منظور فراهم نمودن اثرات ناشی از رشد نقدینگی در کل دستگاه معرفی شده است. در نهایت، رابطه تورم نیز به جهت نشان دادن رفتار بخش تولید در الگو وارد می گردد.

با توجه به مانا بودن کلیه متغیرها در سطح و همچنین خطاهای دستگاه معادلات همزمان برازش شده (وجود همجمعی در خطاهای دستگاه معادلات همزمان طبق آزمون دیکی فولر تعمیم یافته<sup>۲۱</sup>، احتمال دستیابی ضرایب غیر قابل اطمینان در اثر ایجاد پدیده رگرسیون کاذب منتفی خواهد بود. جهت مسئله ی تشخیص<sup>۲۲</sup> دو شرط مرتبه و رتبه در نظر گرفته شده است. براین اساس، پس از بررسی های انجام شده در مسئله تشخیص معادلات الگو با استفاده از معیار های شرط رتبه و مرتبه مشخص گردید که تمام معادلات در این دستگاه بیش از حد قابل مشخص بوده است. لذا دستگاه معادلات قابلیت تشخیص و تخمین را دارا می باشد.

دستگاه معادلات همزمان در نظر گرفته شده به صورت زیر، بیانگر تعادل همزمان برای داده های اقتصاد ایران طی دوره ۱۳۸۶-۱۳۴۲ که از روش حداقل مربعات سه مرحله ای برآورد گردیده است. این روش از آن حیث که با استفاده از اطلاعات کامل انجام می پذیرد و برآوردها در آن سازگار و به طور جانبی کارا می باشند نسبت به سایر روش ها ارجحیت دارد<sup>۲۳</sup>.

$$C_t = -1.006.59C_{t-1} + 1.151Y_t + 0.545M2_t \quad (2)$$

$$RMSE = 4578.57 \quad R^2 = 98\%, U_{thiel} = 0.01$$

$$I_t = .467I_{t-1} - 376653.99Di_t + .201Y_t - .0004DY_{t-1} \quad (3)$$

$$RMSE = 16078.7698 \quad R^2 = 99\%, U_{thiel} = 0.32$$

### ۱۰. Interaction

#### ۱. Augmented Dicky fuller (ADF)

#### ۲. Identification

۳. به دلیل استفاده از اطلاعات ماتریس کواریانس خطا در برآورد ضرایب رگرسیون

$$R^2 = 99\%, U_{thiel} = 0.004 \quad RMSE = 2530.9615 \quad (4)$$

$$G_t = .484G_{t-1} + .064Y_t + .039M2_t$$

$$IM_t = 1.1IM_{t-1} + .02Y_t \quad (5)$$

$$RMSE = 8704.1440 \quad R^2 = 99\%, U_{thiel} = 0.03$$

$$Y_t = C_t + I_t + G_t + X_t - IM_t \quad (6)$$

$$M2_t = .652M2_{t-1} - 88764.014i_t + 10.083DBOM_t \quad (7)$$

$$RMSE = 8514.5848 \quad R^2 = 96\%, U_{thiel} = 0.04$$

$$DBOM_t = .15DBOM_{t-1} + .022Y_t + .16DBD_t + 7361.704i_t \quad (8)$$

$$RMSE = 7765.9309 \quad R^2 = 82\%, U_{thiel} = 0.09$$

$$p_t = 1.608p_{t-1} - .0001DY_t + .0009M2_t - .0014M2_{t-1} \quad (9)$$

$$RMSE = 2152.869 \quad R^2 = 49\%, U_{thiel} = 0.19$$

جدول ۲. معرفی متغیرهای مورد استفاده در الگو ساختاری

متغیرهای درون زا		
$C_t$ : مخارج مصرفی بخش خصوصی	$Y_t$ : تولید ناخالص داخلی	$IM_t$ : واردات
$DBOM_t$ : تغییرات در پایه پولی	$G_t$ : مخارج دولت	$M2_t$ : نقدینگی
$I_t$ : سرمایه گذاری کل اقتصاد (خصوصی و دولتی)	$P_t$ : شاخص قیمت کالا و خدمات	
$i_t$ : نرخ بهره <sup>۲۴</sup>	$Di_t$ : تغییرات نرخ بهره	
متغیرهای برون زا		
$X_t$ : صادرات	$DBD_t$ : تغییرات در کسری بودجه دولت	

به پیروی از پیندایک و رویینفیلد (۱۹۹۱)، جهت خوبی برآزش از «ضریب نابرابری تایل» استفاده شد که گویای بالا بودن قدرت توضیح دهندگی و پیش بینی بالای الگو و مناسب بودن توان شبیه سازی الگو از رفتار حاکم بر اقتصاد ایران است. همچنین بالا بودن جذر میانگین مربع خطاها (RMSE) مبین این مطلب است که الگو از قدرت توضیح دهندگی بالایی برخوردار است.<sup>۲۵</sup>

۱. در این پژوهش از نرخ بهره موزون به عنوان متغیر جانشین نرخ بهره استفاده شده است. این متغیر از میانگین وزنی نرخ سپرده های کوتاه مدت و بلندمدت با دادن وزنی که بیانگر حجم این سپرده ها می باشد تعیین شده است.

#### ۱. Theil Inequality Coefficient (U) & Root Mean Square Error (RMSE)

دو شاخص ضریب تایل و جذر میانگین مربع خطا از طریق خطاهای برآوردی دستگاه معادلات تعریف شده و معیاری برای میزان قابل قبول بودن دستگاه شبیه سازی شده برای متغیرهای درون زا بوده و به صورت زیر برآورد می گردند.

برآوردها نشان می دهند که علامت ضرائب در سیستم با انتظارات نظری موافق بوده و در معادله‌ی مربوط به بازار پول (رابطه ۷) متغیرهای تأثیر گذار بر نقدینگی شامل نرخ بهره اسمی و تغییرات در پایه‌ی پولی است. عکس العمل بانک مرکزی تحت عنوان تغییرات پایه‌ی پولی در معادله شماره (۸) به تصویر کشیده شده است. در این رابطه ارتباط مثبت بین تولید، کسری بودجه و نرخ بهره اسمی به عنوان متغیرهای نماینده حجم اقتصاد، رفتار دولت و بانک مرکزی نشان داده شده که مبتنی بر نظریه‌های پولی می‌باشد. نهایتاً رابطه شاخص کل قیمت نشان می دهد که تغییرات تولید ناخالص داخلی اثر معکوسی بر شاخص قیمت داشته و تأثیر حجم پول تأخیری بر سطح قیمت ها، دلالت بر اطلاعات ناقص و توهم پولی در زمان جاری دارد. به طوری که توهم پولی بعد از یک دوره انتقال اطلاعات اثرات واقعی خود را از دست می دهد و خنثی می گردد.

### تحلیل عملکرد مسیر بهینه نقدینگی از روش کنترل بهینه

از مهمترین ابزارهای سیاست گذاران پولی کنترل نقدینگی است که در فرآیند برنامه‌های توسعه به لحاظ نیازمندی به منابع مالی و گسترش بازارهای پولی برای جلوگیری از آثار سوء آن، مانند تورم لازم است که کنترل گردد. ولی محدود نمودن آن و انقباض بازارها نیز مشکلات دیگری را بوجود می‌آورد که کاهش سرمایه گذاری را به دنبال دارد. بر این اساس در پژوهش حاضر با بکارگیری سیستم پویای مطرح شده مبتنی بر اهداف اصلی اقتصاد شامل تولید ناخالص داخلی و شاخص قیمت کالاها و خدمات، و بر مبنای اولویت اهداف پولی اقتصاد به عنوان اهداف مشترک دولت و بانک مرکزی وضعیت های مختلفی، با تغییر وزن‌های ماتریس ضرایب  $R$  و  $Q$ ، در قالب سناریوی اهداف بررسی شده است. در این سناریو مخارج مصرفی دولت بعنوان ابزار سیاست گذار مالی و نقدینگی بعنوان ابزار سیاست گذار پولی جهت رسیدن به اهداف انتخاب گردیده‌اند. علاوه بر آن مسیر بهینه متغیرهایی همچون تغییرات پایه پولی و شاخص قیمت ها نیز بعنوان اهداف میانی سیاست گذاران مورد توجه قرار گرفته است.

### بررسی عملکرد نقدینگی در برنامه پنجم توسعه

با در نظر گرفتن نرخ رشد حجم نقدینگی بر مبنای اهداف برنامه های توسعه از نظر سیاست گذاران مسیر بهینه حجم نقدینگی از روش کنترل بهینه تعیین می گردد. اما این سوال مطرح می شود که آیا کنترل نقدینگی و مخارج دولت می تواند عاملی جهت دستیابی متغیرهای هدف برای هدایت به سوی مقادیر مطلوبشان<sup>۲۶</sup> بر اساس برنامه توسعه پنجم باشد؟. لذا اهداف برنامه ها بر اساس جدول زیر به عنوان میزان رشد مسیر مطلوب متغیر ها در این سناریو مورد استفاده قرار گرفته و با مسیر بهینه بدست آمده براساس نظریه کنترل بهینه مقایسه گردیده است.

$$U = \frac{\sqrt{\frac{1}{T} \sum (Y_t - F_t)^2}}{\sqrt{\frac{1}{T} \sum Y_t^2 + \frac{1}{T} \sum F_t^2}} \quad ; \quad RMSE = \frac{\sum e^2}{n} \quad 0 < U < 1$$

به طوری که شاخص تایل  $Y_t$  مقدار شبیه سازی شده در الگو؛  $F_t$  مقدار واقعی و  $T$ ؛ تعداد مشاهدات می‌باشد. در یک پیش بینی مطلوب، شاخص تایل به عدد صفر نزدیک تر می باشد. در شاخص جذر میانگین خطا مجموع مربع خطاها بر تعداد مشاهدات تقسیم می گردد. برای مطالعه بیشتر به منبع (پیندایک و دانیل ۱۹۹۱ و پیندایک و روبینفیلد ۱۹۸۱) مراجعه شود.

۱. مسیر مطلوب از مقدار متغیر در ابتدای دوره شروع و با یک نرخ رشد با ثبات به گونه ای ادامه می‌یابد که در انتهای دوره مقدار حاصل از مسیر مطلوب بر مقدار واقعی منطبق باشد.

جدول ۳: مقایسه اهداف در برنامه های سوم و چهارم

هدف برنامه چهارم*	هدف برنامه سوم	متغیر
۱۴.۱	۱۵.۹	تورم
۲۸.۹	۱۶.۴	نقدینگی
۴		تولید ناخالص داخلی

\*:اهداف برنامه پنجم همانند برنامه چهارم می باشد

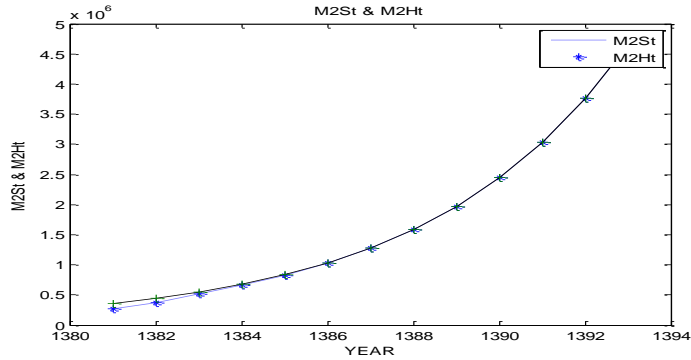
در این سناریو با تمرکز بر کنترل همزمان مخارج مصرفی دولت و حجم نقدینگی بر مبنای نرخ رشد تعیین شده برنامه های توسعه، مسیر بهینه بر اساس اولویت های سیاست گذاران برآورد گردیده است. با توجه به سیستم همزمان در نظر گرفته شده بعنوان محدودیت ساختاری اقتصاد ایران جهت بهینه نمودن مسیرهای متغیرهای موجود در سیستم، در این سناریو هر دو ابزار کنترل مخارج دولت و نقدینگی در جهت مسیرهای مطلوب خود برای رسیدن به اهداف نهایی در نظر گرفته شده است. بدین ترتیب برای سیاست گذاران هر دو ابزار دارای اولویت یکسان بوده و ضرایب ماتریس R برای متغیر مخارج مصرفی دولت و نقدینگی یکسان می باشد. بنابراین ماتریس R و Q به صورت زیر تعریف می گردند:

$$Q = \begin{bmatrix} 13 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 11 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 10 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 12 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 110 \times 10^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 10 \times 10^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 19 \times 10^2 \end{bmatrix} \quad R = \begin{bmatrix} 11 \times 10^9 & 0 \\ 0 & 11 \times 10^9 \end{bmatrix}$$

ضرایب مساوی در ماتریس R نشان از آن دارد که سیاست گذاران در رسیدن به اهداف مورد نظر این سناریو (نرخ های رشد برنامه های توسعه) اولویت یکسان برای ابزارهای سیاستی قائل هستند و وزن اختصاص یافته به متغیرها در ماتریس Q هزینه اجتماعی رسیدن به این اهداف را نسبت به اهداف دیگر نشان می دهد.

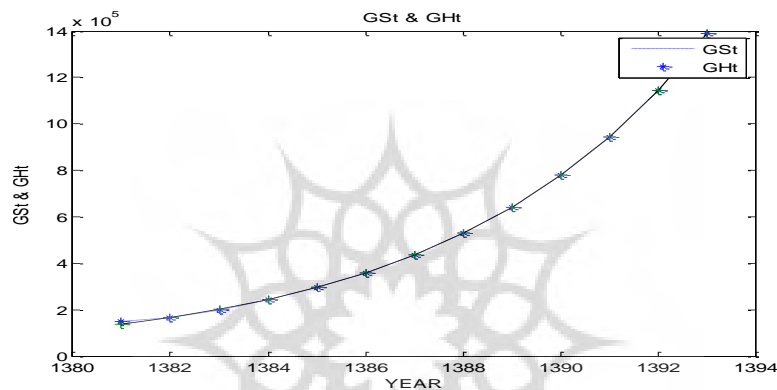
نتایج حاصل از این سیاست در نمودارهای (۱) الی (۶) نشان داده شده است. همانگونه که در نمودارها مشاهده می شود انتخاب دو ابزار برای رسیدن به اهداف نهایی اقتصاد؛ اولاً مسیر بهینه این متغیر را بر مقادیر مطلوب خود منطبق نموده (نمودارهای ۱ و ۲) و ثانیاً باعث کنترل تغییرات پایه پولی بر مسیر مطلوب خود با توجه به برنامه های توسعه اقتصادی شده است (نمودار شماره ۳).

نمودار ۱- مسیر بهینه و مطلوب نقدینگی در اجرای ۱



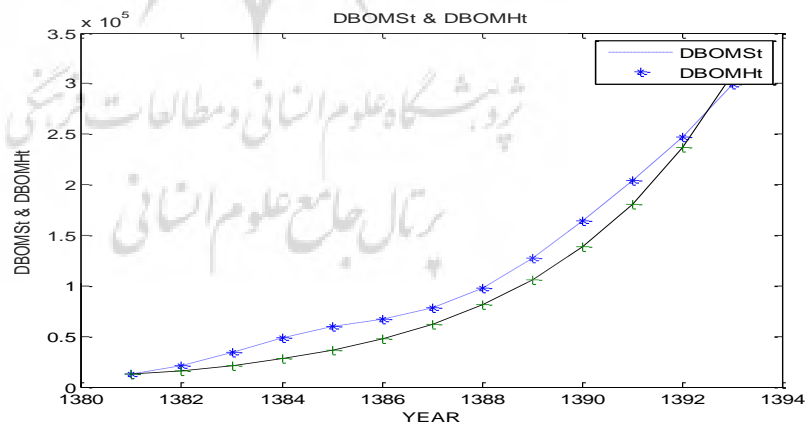
M2St: مسیر بهینه نقدینگی، M2Ht: مسیر مطلوب نقدینگی

نمودار ۲- مسیر بهینه و مطلوب مخارج بخش دولتی در اجرای ۱



GSSt: مسیر بهینه مخارج بخش دولتی، GHt: مسیر مطلوب مخارج بخش دولتی

نمودار ۳- مسیر بهینه و مطلوب تغییرات پایه پولی در اجرای ۱



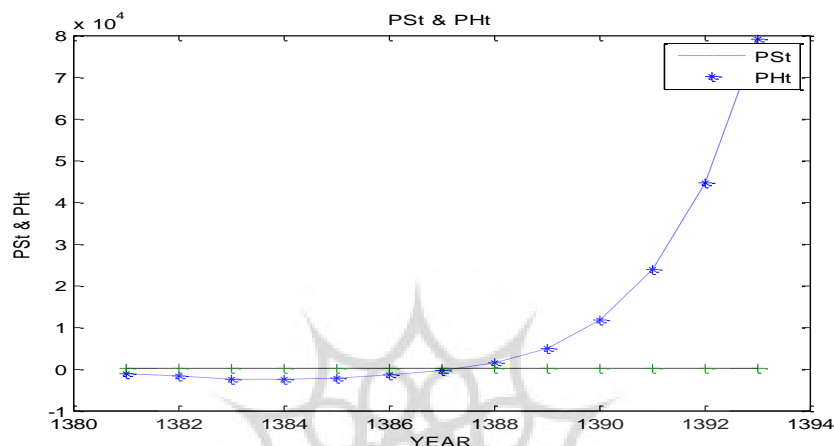
DBOMSt: مسیر بهینه تغییرات پایه پولی، DBOMHt: مسیر مطلوب تغییرات پایه پولی

اثر این سیاست گذاری بر شاخص قیمت ها در نمودار شماره (۴) حاکی از آن است که کنترل نقدینگی منطبق با برنامه های توسعه گرچه تاحدی توانسته رشد اقتصادی را به همراه آورد اما هدف رشد تولید ناخالص داخلی براساس برنامه قابل دسترس نبوده و گسترش نقدینگی همراه با کنترل افزایش مخارج دولت به سمت مخارج مولد تنها تا سال ۱۳۸۸ تاحدودی نزدیک بر اهداف تورمی برنامه بوده ولی از آن سال به بعد منجر به رشد شدید قیمت ها شده است. این مسئله را شاید بتوان ناشی از واردات فزاینده در سال-



های اخیر دانست که با رشد درآمد های نفتی و رشد تولید سبب کاهش اثر رشد نقدینگی بر تورم تا سال ۱۳۸۸ شده است ولی پس از آن با رشد نقدینگی تقاضا در جامعه افزایش می یابد و باعث آثار تورمی شدید می گردد به عبارت دیگر می توان گفت رشد بالای پایه پولی، ظرفیت بالقوه بزرگی برای رشد شدید نقدینگی و تورم و فشار تورمی ایجاد می کند که این ظرفیت بالقوه، با کاهش ضریب فزاینده پول خنثی و مهار شده است. از سوی دیگر با افزایش تورم تولید ناخالص داخلی به صورت اسمی کاهش یافته و با هدف رشد اقتصادی برنامه تناقض پیدا می نماید که به منظور اختصار نمودار آن آورده نشده است.

نمودار ۴: مسیر بهینه و مطلوب شاخص کل قیمت در اجرای ۱



PSt: مسیر بهینه شاخص کل قیمت، PHt: مسیر مطلوب شاخص کل قیمت

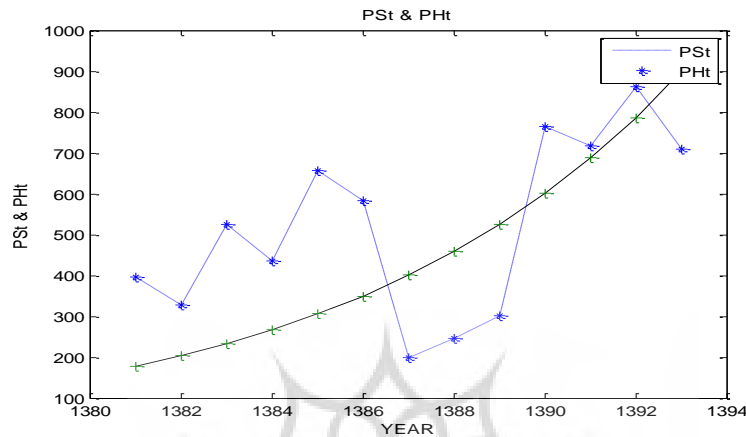
سناریو ۲: تعیین مسیر بهینه نقدینگی جهت رسیدن به هدف تورم مطلوب برنامه ی توسعه در این سناریو در صدد پاسخ به این سوال که "جهت رسیدن به هدف تورم مطلوب برنامه های توسعه مسیر بهینه نقدینگی چگونه است؟" خواهیم بود. بر این اساس هدف مشترک سیاست گذاران پولی و مالی رسیدن به رشد قیمت های مطلوب برنامه خواهد بود، لذا وزن اختصاص یافته به این هدف در ماتریس Q آنقدر افزایش یافته تا مسیر بهینه و مطلوب برای این متغیر بر هم منطبق شوند. از سوی دیگر همانند سناریو ۲ مخارج دولت و حجم نقدینگی رها شده تا جهت رسیدن به این هدف مسیر بهینه نقدینگی فراهم گردد. بنابراین ماتریس R و Q به صورت زیر معرفی می گردند:

$$Q = \begin{bmatrix} 13 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 11 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 10 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 12 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 110 \times 10^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 10 \times 10^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 19 \times 10^8 \end{bmatrix} \quad R = \begin{bmatrix} 11 \times 10^3 & 0 \\ 0 & 11 \times 10^3 \end{bmatrix}$$

نتایج در این سناریو در نمودارهای (۵) و (۶) نشان داده شده است. همانگونه که در نمودارها مشاهده می‌شود، اولویت دادن به هدف تورم و حفظ آن در مسیر در نظر گرفته شده در برنامه، باعث شده مسیر بهینه این متغیر حول و حوش مقادیر مطلوبش نوسان نموده و از مقادیر شدید در اجرای اول کمتر باشد (نمودار ۵). در این حالت مسیر بهینه نقدینگی باید روند کاهشی طی نماید. (نمودار ۶)

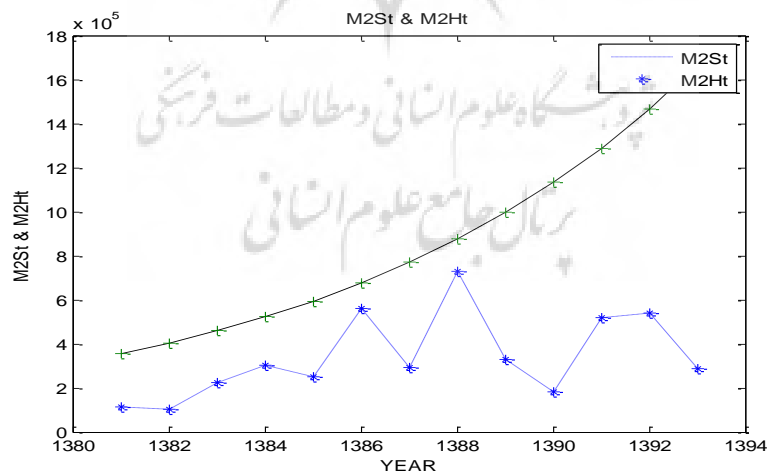
مسیر بهینه نقدینگی در این حالت

نمودار ۵- مسیر بهینه و مطلوب شاخص کل قیمت در اجرای ۲



PHt: مسیر بهینه شاخص کل قیمت، PSt: مسیر مطلوب شاخص کل قیمت

نمودار ۶- مسیر بهینه و مطلوب نقدینگی در اجرای ۲



M2St: مسیر بهینه نقدینگی، M2Ht: مسیر مطلوب نقدینگی

در نهایت پیش بینی نقدینگی از طریق این سناریو برای سال‌های برنامه پنجم توسعه برآورد شده است (جدول ۳).

جدول ۴- پیش بینی حجم نقدینگی با استفاده از روش کنترل بهینه

سال	پیش بینی نرخ رشد نقدینگی
۱۳۸۹	۴۱/۵۱۹۱
۱۳۹۰	۴۲/۷۱۴۸
۱۳۹۱	۴۴/۶۱۱۸
۱۳۹۲	۴۴/۹۵۵۸
۱۳۹۳	۳۷/۷۰۶۳
۱۳۹۴	۴۵/۷۶۸۱

### نتیجه گیری

انتخاب نرخ های رشد هدف برنامه (چهارده و بیست و دو در صد ) و رعایت آنها برای متغیرهای نقدینگی و مخارج دولت باعث فشارهای تورمی شدید در اقتصاد ایران گشته بطوریکه مسیر بهینه متغیر شاخص قیمت به شدت از مسیر مطلوب برنامه ( چهارده درصد) منحرف می گردد (رد فرضیه صفر و تأیید فرضیه مخالف آن در مورد فرضیه الف. به عبارت دیگر حفظ نرخ رشد در نظر گرفته شده در برنامه نرخ تورم را به بالاتر اهداف در نظر گرفته شده در برنامه هدایت مباد نماید). تورم شدید ایجاد شده در طی این دوره با توجه به رعایت هدف برنامه در مورد میزان نقدینگی و مخارج دولت باعث انحراف منابع از بخش های تولیدی به سمت سفته بازی و واسطه گری گشته و بخش تولید را با رکود شدید مواجه می نماید. خروج منابع از بخش های تولیدی و رفتار عوامل اقتصادی در تبدیل دارایی ها به دارایی های خارجی، در سمت تقاضا نیز باعث کاهش بیشتر درآمد خواهد شد.

بنابراین نتایج نشان می دهد مقادیر تعیین شده حجم نقدینگی در برنامه های توسعه نمی تواند اهداف تورم و رشد تولید ناخالص داخلی را طی نماید. به منظور رسیدن به هدف تورم بایستی حجم نقدینگی روند کاهنده ای را طی نماید. در این حالت مقدار تورم گرچه به لحاظ تأثیرگذاری مخارج دولت نوساناتی دارد ولی این نوسانات نسبت به هدف کنترل رشد نقدینگی کمتر می باشد که نشان از رد فرضیه صفر در دومین فرضیه تحقیق و تأیید فرضیه مخالف آن می باشد. این مسئله حاکی از کنترل حجم نقدینگی به عنوان عامل تأثیر گذار بر تورم است که بایستی همواره در اقتصاد کنترل شود.

## منابع

۱. تدین، فوزان، (۱۳۸۸)، تحلیل سیاست های مالی و پولی در اقتصاد ایران؛ کاربردی از نظریه کنترل بهینه، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد واحد خمینی شهر.
۲. رجبی، مصطفی و همکاران، (۱۳۸۹)، به کارگیری روش کنترل بهینه در تحلیل سیاست های پولی و مالی بر متغیرهای اقتصاد ایران با تأکید بر بخش خارجی، مجله اقتصاد بین الملل
۳. رجبی، مصطفی، ۱۳۸۳، اثرات بلند مدت آزاد سازی تجارت بر ساختار بودجه دولت روش کنترل بهینه پژوهشنامه اقتصادی، شماره ۱۷، صفحات ۱۶۱-۱۳۱ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، مجموعه اطلاعات سری زمانی آمارهای اقتصادی اجتماعی، سال های مختلف.
۴. سوری، علی، ۱۳۸۶، اقتصاد ریاضی روش ها و کاربرد ها، انتشارات سمت، چاپ اول.
۵. شاکری، عباس، ۱۳۸۴، مروری تاریخی بر روند شکل گیری نظریه های اقتصاد کلان، فصلنامه پژوهش های اقتصادی ایران، سال هفتم، شماره ۳.
۶. شاکری، عباس و تیمور محمدی، ۱۳۸۶، سیاست گذاری اقتصادی برنامه های توسعه در چارچوب یک الگوی کنترل بهینه، پژوهش های اقتصادی، صفحات ۴۶-۱۵.

۷. Barro.R.J, ۱۹۷۷, "unanticipated Money Growth and Unemployment in the United States.", American Economic Review, pp.۱۵-۱۰۱.
۸. Bergstrom, A.R., ۱۹۸۳, " Gaussian estimation of structural parameters in higher order continuous time dynamic models", *Econometrica* ۵۱, pp.۱۱۱۷-1۱۵۲.
۹. Bergstrom, A.R., ۱۹۸۵, " The estimation of parameters in nonstationary higher-order continuous-time dynamic models", *Econometric Theory* ۱, pp۳۶۹-۳۸۵.
۱۰. Bergstrom, A.R., ۱۹۸۶, " The estimation of open higher order continuous time dynamic models with mixed stock and flow data", *Econometric Theory* ۲, pp۳۵۰-۳۷۳.
۱۱. Bergstrom, A.R., ۱۹۸۷, "Optimal control in wide-sense stationary continuous time stochastic models", *Journal of Economic Dynamics and Control* ۱۱, pp ۴۲۵-۴۴۳.
۱۲. Cacy, J .A, ۱۹۷۵, "Budget Deficits and the money supply." *Federal Reserve Bank of Kansas city monthly Review*, pp ۳-۹.

۱۳. Cecchetti, S.G. and. M.Ehrmann, ۲۰۰۰," Does inflation targeting increase output volatility? An international comparison of policymakers ' preferences and outcomes ", Central Bank of chile, Working Paper no .۶۹, April.

۱۴. David, A.Belsley, ۱۹۸۷,"Two-or Three stage least squares?" Journal computer scieneconomics and management. Department of economics, pp۲۱-۳۰.

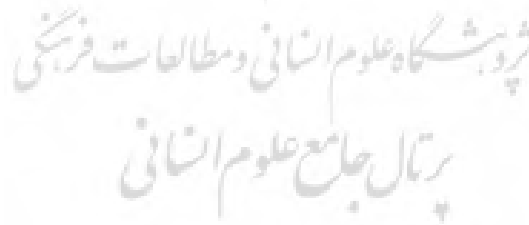
۱۵. Gordon, R.J., ۱۹۷۷, "Can inflation of the ۱۹۷۰s be explained?" Brookings Papers on Economic Activity, pp۷۷-۲۵۳.

۱۶. Pindyck,R.,۱۹۷۳,"optimal planning for economic stabilization, north Holland, Amesterdum.

Pindyck, S.Robert and Daniel L.Rubinfeld, ۱۹۹۱," Econometric Models and Economic Forecasts", Third Edition, pp ۳۴۰-۳۴۲.

۱۷. McMillan Douglas,W. and T.R.Bread ,۱۹۸۰, " the short run impact of fiscal policy on the money supply " , Southern Economic Journal, vol.۴۷, no.۱, pp.۱۳۵-۱۲۲.

۱۸. Froyen, R.T, ۱۹۷۴,"A test of the endogeniety of monetary policy." Journal of Econometrics, pp۸۸-۱۷۵



## Application of optimal theory for Forecast Path of Iran Liquidity

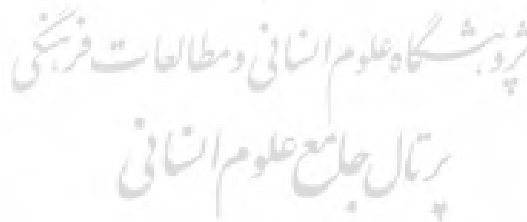
Mostafa Rajabi\*  
Hodayun Ranjbar\*\*  
Fojan Tadayon\*\*\*

### Abstract

Since the process of economic development rests on the five-year program is to develop. Implement these programs require financial resources and liquidity expansion that can lead to negative economic effects may include swelling. The optimal path of liquidity determining based on the objectives of develop programs. Therefore, the comparison of used this path can help to policy makers. Accordingly, the aim of this paper to forecast optimal path of liquidity during developed fifth. So, Liquidity volume is extracted using the results of simultaneous equations based on the structure of the economy in optimal control theory. In this regard, we tried to estimate the simultaneous equations system by a three-stage least squares method using a time series of variables during the period ۱۹۶۳-۲۰۰۷, and the optimum amounts to forecast during the period ۲۰۰۸-۲۰۱۵. In end, optimal path of liquidity by used liquidity growth rate based on development plans goal.

**KeyWords:** Optimal control theory, Simultaneous equations, Optimal path to liquidity, Monetary policy

**JEL Classification:** C۳۲, C۶۱, E۵۲, E۶۳



---

\*Assistan Professor Azad univesity khomeinishahr, E.Mail: rajabi@iaukhsh.ac.ir

\*Assistan Professor Azad univesity Khorasgan, E.Mail: hranjbar@khuisf.ac.ir

\*M.A Student, E.Mail: tadayon.fojan@gmail.com