

شبیه‌سازی اثر هدفمندی یارانه‌ها بر روند رشد اقتصادی، تورم و بیکاری در ایران با استفاده از الگوریتم کنترل بهینه تصادفی OPTCON2

رحیم گودرزی*، دکتر محمود صبحی**، دکتر ناصر شاهنوشی***،
دکتر حسین مهربانی**** و دکتر ماشاالله سالارپور*****

تاریخ پذیرش: ۱۶ تیر ۱۳۹۲

تاریخ دریافت: ۵ تیر ۱۳۹۱

یارانه با تحریف قیمت‌ها، مانع تخصیص بهینه منابع می‌شود و رشد اقتصادی را کاهش می‌دهد و از سوی دیگر با ایجاد کسری بودجه و افزایش هزینه‌های اجتماعی بر اقتصاد کشور آثار جبران‌ناپذیری بر جای می‌گذارد. اجرای سیاست هدفمندسازی، متغیرهای کلان اقتصادی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. اگر روند تغییر این متغیرها مشخص شود، سیاست‌گذاران اقتصادی با انتخاب بسته‌های حمایتی و سیاست‌های مالی و پولی متناسب به اهدافشان نزدیک‌تر می‌شوند. یکی از روش‌هایی که با در نظر گرفتن اهداف و محدودیت‌ها می‌تواند راه حل بهینه ارائه دهد، الگوریتم کنترل بهینه تصادفی OPTCON است. در این مطالعه ابتدا روابط میان متغیرهای کلان اقتصادی با استفاده از روش 2SLS برآورد و سپس الگوریتم کنترل بهینه تصادفی OPTCON2 با استفاده از زبان برنامه‌نویسی سی شارپ C# در محیط ویژوال استودیو نوشته شد. شبیه‌سازی اجرای طرح هدفمندی یارانه‌ها در برنامه چهارم و پنجم توسعه نشان داد، رشد اقتصادی در سال اول اجرای طرح هدفمندی یارانه‌ها کاهش و سپس با یک نرخ کم افزایش می‌یابد. همچنین این یافته‌ها نشان داد که در اثر اجرای سیاست هدفمندی یارانه‌ها، نرخ تورم ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد. بررسی روند نرخ بیکاری

goodarzi95@yahoo.com

msabuhi39@yahoo.com

naser.shahnousi@gmail.com

dr.h.mehrabi@mail.uk.ac.ir

hossalarpour@gmail.com

1. Visual studio

* دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل

** دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل

*** دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

**** دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه کرمان

***** استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل

نشان داد که در سال آغاز اجرای طرح هدفمندی یارانه‌ها افزایش و سپس با یک شیب ثابت کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: الگوریتم کنترل بهینه تصادفی، رشد اقتصادی، نرخ تورم، نرخ بیکاری.
طبقه‌بندی JEL: C02، D9، E31، J64.

۱. مقدمه

اقتصاد ایران با اجرای طرح هدفمندسازی یارانه‌ها درگیر تغییر و تحولات جدی خواهد شد. ماهیت پویای متغیرهای اقتصادی به گونه‌ای است که در طول زمان اثرات فراوانی بر سایر متغیرهای اقتصادی می‌گذارد. این تأثیرات در چارچوب مجموعه‌ای از روابط و رفتار متغیرهای اقتصادی و ساختارهایی شکل می‌گیرد که درون یک سیستم اقتصادی می‌تواند چگونگی حرکت، نحوه تأثیرگذاری و تأثیرپذیری متغیرها را تبیین کند و با شناخت کنش متقابل متغیرها، سیاست‌گذاران اقتصادی را قادر نماید تا با کنترل و هدایت برخی آن‌ها، دیگر متغیرها را نیز تحت تأثیر قرار داده و به سطوح مورد نظر نزدیک نمایند.^۱

هدف تحقیق حاضر، بررسی اثرات ناشی از تغییرات پویایی متغیرهای کنترل دولت بر روی متغیرهای حالت با استفاده از الگوریتم کنترل بهینه تصادفی OPTCON2 است. بر این اساس، سعی می‌شود در قالب این الگوریتم، مسیرهای بهینه متغیرهای کنترل و حالت طی برنامه چهارم توسعه اقتصادی تعیین شود. ابتدا روابط بین متغیرهای کنترل و حالت به منظور تعیین محدودیت مدل کنترل بهینه تصادفی برآورد می‌شود و سپس در مرحله بعد با تعیین تابع هدف مدل با توجه به محدودیت تعیین شده در قبل به حل عددی این مدل در قالب سناریوهای مختلف پرداخته می‌شود. هر تغییر در متغیرهای کلان اقتصادی می‌تواند بر متغیرهای بخش‌های دیگر اقتصاد تأثیرگذار باشد و منجر به تغییر مسیر حرکت هر یک از آن‌ها در طول زمان شود. این مسئله سبب می‌شود که یک مدل کلان اقتصادی سیستمی جهت تعیین نحوه تأثیرپذیری و تأثیرگذاری متغیرها طرح شود. در این الگوریتم مدل کلان سیستمی برآورد شده، محدودیت تابع هدف کنترل بهینه تصادفی خواهد

بود. با توجه به ماهیت کنترل بهینه، بایستی متغیرهای کنترل در مدل کلان سیستمی به صورت برونزا در نظر گرفته شوند.^۱

بنابراین، این عوامل منجر به تشکیل یک مدل کلان اقتصادسنجی جهت برآورد روابط بین متغیرها با استفاده از اطلاعات سری زمانی ۱۳۸۹-۱۳۵۷ با استفاده از روش حداقل مربعات دو مرحله‌ای 2SLS می‌گردد. در مرحله بعد نتایج این سیستم به عنوان محدودیت برای الگوریتم کنترل بهینه تصادفی مورد استفاده قرار می‌گیرد. سپس نتایج ناشی از اثرات هدفمندی یارانه‌ها بر متغیرهای کلان اقتصادی در برنامه چهارم و پنجم توسعه، شبیه‌سازی و با همدیگر مقایسه شدند.

۲. پیشینه تحقیق

الگوریتم کنترل بهینه تصادفی OPTCON از جمله مدرن‌ترین روش‌های تقریبی به شمار می‌رود که نسبت به الگوریتم‌های مشابه که امروزه در اقتصاد استفاده می‌شوند، از کارایی بیشتری برخوردار است. این الگوریتم با ارائه مقالاتی توسط نک^۲، ماتولکا^۳ و کارباز^۴ اوایل دهه ۱۹۹۰ معرفی شد و از اواخر دهه ۱۹۹۰ توسط پرفسور ویشتراس گسترش یافته است.^۵

ویشتراس^۶ در سال ۱۹۹۹، مطالعه‌ای تحت عنوان سیاست‌های پولی و مالی بهینه تحت رژیم نرخ‌های ارز مختلف با استفاده از الگوریتم کنترل بهینه OPTCON برای کشور اسلونی انجام داد. نتایج نشان داد که وقتی نرخ ارز رسمی ثابت است، بایستی از سیاست پولی برای حذف نوسانات نرخ ارز استفاده شود. وی نشان داد که روند افزایش تورم نسبت به تورم هدف بسیار آهسته بوده و روند بهینه نرخ بیکاری در مقایسه با نرخ بیکاری هدف به آرامی کاهش یافته است.

نک^۷ و ویشتراس^۷ در سال ۲۰۰۳، با استفاده از تئوری کنترل بهینه تصادفی مطالعه‌ای تحت عنوان سیاست‌های اقتصادی بهینه و مجموعه‌ای از ابزارهای سیاستی انجام دادند. نتایج نشان داد که اگر متوسط نرخ مالیات بر دستمزد کارگران به عنوان یک ابزار سیاستی فعال باشد، اختلاف معناداری بین رژیم نرخ‌های ارز ثابت و شناور وجود ندارد. به عبارت دیگر، اگر متوسط نرخ

۱. واعظ‌برزانی و همکاران (۱۳۸۶)

2. R. Neck
3. J. Matulka
4. S. Karbus

۵. جعفری صمیمی و طهرانچیان (۱۳۸۵)

6. K. Weyrstrass
7. R. Neck and K. Weyrstrass

مالیات بر دستمزد ثابت فرض شود نتایج نشان داد که سیستم نرخ ارز رسمی، مهم‌ترین عامل برای تعیین سیاست است.

نک و همکاران^۱ در سال ۲۰۰۵، مطالعه‌ای تحت عنوان ترکیب بهینه سیاست‌های کلان اقتصادی برای کشور اسلونی بعد از ورود به اتحادیه اروپا انجام دادند. آن‌ها با استفاده از الگوریتم کنترل بهینه تصادفی با یک تابع هدف درجه دوم و مدل کلان اقتصادسنجی به عنوان محدودیت، سیاست‌های مالی و پولی بهینه را برای کشور اسلونی تعیین کرد. نتایج نشان داد که بهینه‌ترین روند برای متغیرهای کلان اقتصادی تحت رژیم نرخ ارز میخکوب خزنده^۲ است.

طهرانچیان و بهراوش^۳ در سال ۲۰۱۰، تئوری کنترل بهینه تصادفی را برای بررسی سیاست‌های بهینه مالی در ایران به کار بردند. نتایج نشان داد که مقادیر بهینه مخارج سرمایه‌گذاری دولت و درآمدهای مالیاتی به ترتیب بیشتر و کمتر از مقدار هدف در برنامه چهارم توسعه است.

جعفری صمیمی و همکاران^۴ در سال ۲۰۱۰، مطالعه‌ای تحت عنوان ترکیبات بهینه مخارج دولت برای مراحل رشد اقتصادی در ایران انجام دادند. آن‌ها دریافتند که مقادیر بهینه مخارج جاری و سرمایه‌گذاری دولت بیشتر از مقادیر هدف است. همچنین، آن‌ها نشان دادند که استفاده از ترکیب بهینه مخارج دولت بدون تأثیر نامطلوب روی نرخ بیکاری رشد اقتصادی را بهبود خواهد داد.

بلاسچک-نیکولیوا و همکاران^۵ در سال ۲۰۱۰، مطالعه‌ای تحت عنوان کنترل بهینه مدل‌های اقتصادسنجی پویای غیرخطی و الگوریتم کنترل بهینه تصادفی و کاربرد آن انجام دادند. آن‌ها نسخه جدیدی از تئوری کنترل بهینه تصادفی با یک تابع هدف درجه دوم برای مدل‌های اقتصادسنجی غیرخطی با پارامترهای تصادفی جدایی‌پذیر و جمع‌پذیر را به صورت تقریب عددی حل نمودند. آن‌ها با استفاده از بسته نرم‌افزاری #C این الگوریتم را برنامه‌نویسی کردند. آن‌ها دریافتند که همگرایی در این الگوریتم زمانی حاصل می‌شود که تعداد تکرارها از یک مقدار از پیش تعیین شده فراتر نرود و یا مقادیر متغیرهای کنترل و حالت از یک تکرار به تکرار دیگر از مقدار از پیش تعیین شده بیشتر نباشد.

-
1. R. Neck and K. Weyerstrass and G. Haber.
 2. Crawling Peg Exchange Rate Regime
 3. A.M. Tehranchian and M. Behravesht
 4. A. Jafari Samimi A.M. Tehranchian and M. Abdi
 5. V. Blüschke-Nikolaeva and D. Blüschke and R. Neck

شبیه‌سازی اثر هدفمندی یارانه‌ها بر روند رشد اقتصادی، تورم و ... ۱۳۹

خلیلی عراقی و رمضان‌پور در سال ۱۳۷۷ در مطالعه خود برای ایران در طی دوره ۷۷-۱۳۴۲ چهار شاخص نرخ تورم، کسری بودجه، تغییرات نرخ واقعی ارز و رابطه مبادله را به عنوان متغیرهای مورد بی‌ثباتی در نظر گرفته‌اند که نتایج مطالعه آن‌ها مبین این است که اثر هر چهار متغیر بر رشد و سرمایه‌گذاری منفی بوده و بی‌ثباتی در ایران مانعی برای رشد محسوب خواهد شد. جعفری صمیمی و طهرانیچیان در سال ۱۳۸۵ با مطالعه تأثیر سیاست‌های مالی بر شاخص‌های کلان در شرایط سیاست‌های پولی درون‌زا با استفاده از تئوری کنترل بهینه تصادفی نشان دادند که در شرایط نظام نرخ ثابت و میخکوب خزنده ارز که در آن‌ها سیاست‌های پولی درون‌زا و غیرفعالند، سیاست‌های مالی بهینه اثباتی‌تر از مقادیر مصوب برنامه سوم می‌باشند. همچنین آن‌ها دریافتند که در غیاب سیاست‌های پولی همراهی‌کننده نرخ بیکاری، کسری بودجه دولت و نرخ تورم از شرایط نامطلوبی برخوردار می‌شوند.

۳. روش تحقیق

مسئله بهینه‌سازی در الگوریتم OPTCON، حداقل‌سازی یک تابع هدف بین دوره‌ای از نوع تابع زیان (تابع هدف درجه دوم) با توجه به یک سیستم معادلات پویای غیرخطی است. در تابع هدف بر مجذور انحرافات متغیرهای کنترل u_t و حالت x_t از مقادیر مطلوب آن‌ها \bar{u}_t و \bar{x}_t جریمه‌ای با ضریب w_t بسته می‌شود، به طوری که تابع هدف بین دوره‌ای به صورت:

$$L = \begin{bmatrix} x_t - \bar{x}_t \\ u_t - \bar{u}_t \end{bmatrix} \cdot w_t \cdot \begin{bmatrix} x_t - \bar{x}_t \\ u_t - \bar{u}_t \end{bmatrix} \quad (1)$$

که در آن، w_t بیانگر ضریب جریمه تورش متغیرهای حالت و کنترل از مقادیر مطلوب آن‌ها می‌باشد. چنانچه دوره برنامه‌ریزی $t = S \dots T$ باشد، آنگاه با توجه به عامل تنزیل α می‌توان نوشت:

$$w_t = \alpha^t \cdot w \quad (2)$$

که در آن w ماتریس مقارن و α ضریب تعدیل است. همچنین محدودیت مسئله بهینه‌سازی شامل یک سیستم پویای غیرخطی به شکل زیر است.

$$x_t = f(x_{t-1}, u_t, \hat{\theta}, z) + \varepsilon_t \quad (3)$$

که در آن θ, u_t, x_{t-1}, z و ε_t به ترتیب بردار مقادیر با وقفه متغیرهای حالت (درون‌زا)، بردار متغیرهای کنترل، بردار مقادیر مورد انتظار پارامترهای مدل، بردار متغیرهای برون‌زای بدون کنترل و بردار اجزای اختلال سیستم می‌باشد. این الگوریتم، متغیرهای حالت را که ضرایب تخمینی آن‌ها معنادار نباشد، تصادفی در نظر می‌گیرد.^۱

نسخه دیگری از الگوریتم کنترل بهینه تصادفی OPTCON2 است که همه متغیرهای حالت را تصادفی در نظر می‌گیرد و تابع هدف آن به صورت زیر است:

$$J = E \left[\sum_{T=S}^T L_t(x_t, u_t) \right] \quad (۴)$$

با:

$$L_t(x_t, u_t) = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} x_t - \tilde{x}_t \\ u_t - \tilde{u}_t \end{pmatrix} W_t \begin{pmatrix} x_t - \tilde{x}_t \\ u_t - \tilde{u}_t \end{pmatrix} \quad (۵)$$

x_t برداری n بعدی از متغیرهای حالت است که چگونگی تغییر روند این متغیرها در سیستم اقتصادی در هر نقطه از زمان را توضیح می‌دهد. u_t برداری m بعدی از متغیرهای کنترل و $\tilde{x}_t \in R^n$ و $\tilde{u}_t \in R^m$ به ترتیب سطوح مطلوب یا هدف متغیرهای حالت و کنترل می‌باشد. S زمان ابتدایی و T زمان انتهایی برنامه است. W_t ماتریس وزن است که به صورت رابطه زیر نوشته می‌شود.^۲

$$W_t = \begin{pmatrix} W_t^{xx} & W_t^{xu} \\ W_t^{ux} & W_t^{uu} \end{pmatrix}, t = S, \dots, T \quad (۶)$$

ماتریس‌های W_t^{xx} ، W_t^{xu} ، W_t^{ux} و W_t^{uu} به ترتیب دارای ابعاد $(n \times n)$ ، $(n \times m)$ ، $(m \times n)$ و $(m \times m)$ می‌باشد. محدودیت‌ها به صورت یک سیستم معادلات تفاضلی غیرخطی پویا به صورت زیر نوشته می‌شوند:

$$x_t = f(x_{t-1}, x_t, u_t, \theta, z_t) + \varepsilon_t \quad t = S, \dots, T \quad (۷)$$

در رابطه بالا θ یک بردار p بعدی از پارامترهای ناشناخته یا نامعلوم، z_t یک بردار l بعدی از متغیرهای برون‌زای غیرکنترلی و ε_t یک بردار n بعدی از اجزای اختلال یا سیستم خطا است. فرض می‌شود که θ و ε_t بردارهای تصادفی مستقل با امید ریاضی معلوم $\hat{\theta}$ و O_n و ماتریس‌های

۱. جعفری صمیمی و طهرانچیان (۱۳۸۵)

2. Neck, et al (2010)

واریانس-کوواریانس \sum^{∞} و $\sum^{\theta\theta}$ می‌باشد. f بردار ارزش تابع و $f^i(\dots)$ ، i امین جزء از $f(\dots)$ ، $i = 1, 2, \dots, n$ می‌باشد.^۱

الگوریتم با محاسبه مسیرهای آزمایشی برای متغیرهای حالت (درون‌زا) آغاز می‌شود. برای این منظور، باید برای کل دوره برنامه‌ریزی T, \dots, S, \dots, t سیستم معادلات $f(\dots)$ را با توجه به مقادیر اولیه متغیرهای کنترل، متغیرهای برون‌زای بدون کنترل حل نمود. سپس در مرحله بعد سیستم معادلات غیرخطی و پویا $f(\dots)$ در اطراف مقادیر اولیه متغیرهای حالت خطی می‌شود.^۲

در این مطالعه، عمل بهینه‌سازی، با استفاده از الگوریتم کنترل بهینه تصادفی OPTCON2 و مدل کلان اقتصادسنجی تعمیم‌یافته برای اقتصاد ایران مورد استفاده قرار گرفت. یک مدل کلان اقتصادسنجی مجموعه‌ای از معادلات رفتاری و روابط تعریفی است که به نمایندگی از ساختار و عملکرد اقتصاد، بخش‌های اقتصادی و رفتار کارگزاران اقتصادی شکل می‌گیرد. مدل کلان اقتصادسنجی به صورت یک محدودیت در مرحله بهینه‌سازی به کار می‌رود. نتایج مدل کلان اقتصادسنجی به صورت داده برای الگوریتم کنترل بهینه تصادفی استفاده می‌شود. این مدل برای اقتصاد و بخش کشاورزی ایران براساس ترکیبی از دیدگاه‌های کینزی و نئوکلاسیکی طراحی شده است.

سیستم پویا و غیرخطی $f(\dots)$ ، یک مدل کلان سنجی کینزی است که شامل معادلات رفتاری و تعریفی است که به صورت روابط (۵۸)–(۱۶) نشان داده شده است. این مدل شامل ۱۵ معادله رفتاری برای مصرف شخصی، سرمایه‌گذاری شخصی، تجارت خارجی (صادرات، واردات)، بازار پول (تقاضای پول، نرخ بهره کوتاه‌مدت و بلندمدت)، بازار ارز خارجی، بازار کار (تقاضای و عرضه کار)، دستمزد، شاخص قیمت مصرف‌کننده، بخش دولت (مخارج و درآمد دولت) و شاخص ضمنی قیمت و ۲۶ اتحاد است که در جدول ۴ نشان داده شده است.

مخارج مصرفی بخش خصوصی به وسیله تابع خطی کینز تعریف شده که با درآمد قابل تصرف و نرخ بهره واقعی بلندمدت وابسته است (رابطه (۱۶)). از آنجایی که تغییر در ذخیره سرمایه همان سرمایه‌گذاری است، پس می‌تواند به وسیله تغییر در مقدار تقاضا توضیح داده شود. متغیر دیگری که بر روی سرمایه‌گذاری تأثیر می‌گذارد، نرخ بهره واقعی است (رابطه (۱۷)).

1. Neck, et al (2010)

2. Ibid

صادرات کالاها و خدمات وابسته به نرخ ارز واقعی و تولید ناخالص شریک تجاری است. واردات کالاها و خدمات به تقاضای نهایی داخلی و نرخ ارز واقعی وابسته است (روابط (۱۹)–(۱۸)). بازار پول وقتی در تعادل است که عرضه و تقاضای پول برابر باشند. تقاضای پول به تولید ناخالص داخلی واقعی و نرخ واقعی بلندمدت ارز وابسته است. نرخ بهره بلندمدت یک فرم خلاصه شده از بازار پول است (روابط (۲۲)–(۲۰)).

بازار نرخ ارز ترکیبی از نرخ ارز بلندمدت و کوتاه‌مدت است که با یکدیگر لینک شده‌اند (رابطه (۲۳)).

بازار نیروی کار شامل معادلات عرضه و تقاضای نیروی کار است. عرضه نیروی کار به نرخ دستمزد واقعی، نیروی کار با یک وقفه و جمعیت وابسته است. تابع تقاضای نیروی کار به تولید ناخالص داخلی و نرخ دستمزد بستگی دارد. تابع نرخ دستمزد به وسیله شاخص قیمت مصرف‌کننده و نرخ بیکاری تعریف شده است (روابط (۲۶)–(۲۴)). شاخص قیمت مصرف‌کننده به نرخ بهره‌وری نیروی کار و نرخ ارز بستگی دارد (رابطه (۲۷)).

بخش عمومی (دولت) شامل معادلات مخارج دولت و درآمدهای مالیاتی دولت می‌باشد. کل مخارج دولت به مخارج مصرفی دولت و پرداخت‌های انتقالی دولت به بخش خصوصی (یارانه‌ها) وابسته است. متغیر پرداخت‌های انتقالی دولت به بخش خصوصی متغیر کنترل است که اثر هدفمندسازی به وسیله آن انجام گرفته است. درآمدهای دولت به درآمدهای مالیاتی دولت وابسته است (روابط (۲۹)–(۲۸)). تابع تولید بالقوه به نرخ بهره‌برداری از ظرفیت و تابع سرمایه‌گذاری وابسته است که طرف عرضه اقتصاد را به طرف تقاضا ارتباط می‌دهد (رابطه (۳۰)).

در معادلات اقتصادسنجی، e_1 تا e_{17} اجزای اخلال مدل‌های رگرسیون می‌باشد. همچنین، مقادیر با وقفه متغیرهای وابسته به منظور پویایی مدل و با توجه به الگوی تعدیل جزئی وارد سیستم معادلات شده‌اند.

در تابع هدف، متغیرهای کنترل شامل پرداخت‌های انتقالی دولت (یارانه‌ها) به بخش خصوصی، مخارج مصرفی دولت، مخارج سرمایه‌گذاری دولت و درآمدهای مالیاتی دولت می‌باشند که در جدول ۴ نشان داده شده‌اند. اما، از بین متغیرهای حالت که بر انحراف از مقادیر مطلوب آن‌ها، جریمه بسته می‌شود، می‌توان متغیرها را به دو گروه تقسیم کرد. گروه اول متغیرهایی است که در ارزیابی عملکرد اقتصاد از اهمیت بیشتری برخوردارند. این گروه که

شبیه‌سازی اثر هدفمندی یارانه‌ها بر روند رشد اقتصادی، تورم و ... ۱۴۳

متغیرهای اصلی هدف نامیده می‌شوند، شامل نرخ رشد اقتصادی، نرخ تورم و نرخ بیکاری می‌باشد. دومین گروه از متغیرهای حالت تابع هدف، متغیرهای فرعی هدف نامیده می‌شوند. در الگوریتم OPTCON معمولاً مقادیر ۱۰، ۱۰۰ یا ۱۰۰۰ به عنوان وزن به متغیرهای اصلی هدف و مقادیر ۱ و ۱۰ به عنوان وزن به متغیرهای فرعی هدف داده می‌شود. معیار انتخاب وزن‌ها و عامل تنزیل، معنی‌دار بودن مقادیر متغیرهای حاصل از بهینه‌سازی به لحاظ اقتصادی است. سیستم معادلات همزمان پویای غیرخطی $f(\dots)$ با استفاده از نرم‌افزار Eviews و روش دومرحله‌ای حداقل مربعات معمولی برآورد گردید. الگوریتم OPTCON2 با استفاده از بسته نرم‌افزاری سی شارپ #C در محیط ویژوال استودیو Visual Studio 2010 برنامه‌نویسی گردید.

۴. نتایج

ابتدا نتایج حاصل از برآورد سیستم معادلات همزمان پویا ارایه می‌شوند و سپس خروجی الگوریتم کنترل بهینه تصادفی OPTCON2 با استفاده از تکنیک شبیه‌سازی نتایج تأثیر سیاست هدفمندی یارانه‌ها بر روی متغیرهای کلان اقتصادی در برنامه چهارم توسعه ارائه می‌گردد. معادلات رگرسیونی به روش 2SLS و با استفاده از حداکثر اطلاعات موجود در سری زمانی ۱۳۸۹-۱۳۵۷، با استفاده از نرم‌افزار Eviews برآورد شده‌اند. نتایج حاصل از برآورد مدل‌های رگرسیونی در جدول ۱ خلاصه شده است.

جدول ۱. نتایج حاصل از برآورد سیستم معادلات همزمان

شماره معادله	متغیر وابسته	معادله برآورد شده
۱	مخارج مصرفی بخش خصوصی به قیمت ثابت ۱۳۷۶	$CPR_t = 639/6 + 0/11YDR_t - 0/012LRR_{t-1} + 0/183CPR_{t-1}$ $t \quad (24/3) \quad (21/3) \quad (-1/1) \quad (34/7)$ $R^2 = 0/88 \quad D_t = 1/96$
۲	مخارج سرمایه‌گذاری بخش خصوصی به قیمت ثابت ۱۳۷۶	$IPR_t = 2030 - 0/96LRR_t + 0/089YR_t + 0/18KA_{t-1} + 0/034IPR_{t-1}$ $t \quad (9/3) \quad (-11/3) \quad (1/1) \quad (34/7) \quad (2/1)$ $R^2 = 0/71 \quad D_t = 2/11$

۱۴۴ فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران سال هفدهم شماره ۵۳

۳	صادرات به قیمت ثابت ۱۳۷۶	$XR_t = 878/18 + 0/9 REX_t + 0/88 XR_{t-1} + 7/17 YF_t$ $t \quad (0/97) \quad (19/3) \quad (26/4) \quad (3/97)$ $R^2 = 0/96 \quad D_t = 1/98$
۴	واردات کل به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶	$ZR_t = 2190 + 0/9 YR_t - 0/87 REX_t + 0/92 ZR_{t-1}$ $t \quad (1/3) \quad (2/3) \quad (-0/72) \quad (30/4)$ $R^2 = 0/93 \quad D_t = 1/98$
۵	تقاضای واقعی پول	$MDR_t = -507 + 0/31 YR_t + 0/91 MDR_{t-1} - 1/1 LRR_{t-1}$ $t \quad (-2/9) \quad (3/3) \quad (38/2) \quad (-0/63)$ $R^2 = 0/99 \quad D_t = 2/12$
۶	نرخ بهره کوتاه‌مدت اسمی (۳ ماهه)	$SNR_t = 17/36 + 0/38 \log(MDR_t) + 1/4 \log(YR_t) - 0/87 SNR_{t-1}$ $t \quad (0/95) \quad (0/99) \quad (0/88) \quad (-19/63)$ $R^2 = 0/44 \quad D_t = 1/77$
۷	نرخ بهره اسمی بلندمدت (نرخ سود سپرده‌های بلندمدت)	$LNR_t = 1/99 + 0/89 SNR_{t-1} + 0/9 LNR_{t-1}$ $t \quad (2/48) \quad (1/2) \quad (23/5)$ $R^2 = 0/81 \quad D_t = 1/90$
۸	نرخ اسمی ارز	$NEX_t = 86/23 + 0/36 iDIF_t + 1/43 PR_t$ $t \quad (412) \quad (0/01) \quad (2/11)$ $R^2 = 0/54 \quad D_t, W = 2/11$
۹	نیروی کار (جمعیت فعال)	$\log(LFO_t) = -2 + 0/82 \log(POP_t) + 0/33 \log(WR_t) + 0/92 \log(LFO_{t-1})$ $t \quad (-0/19) \quad (2/9) \quad (1/4) \quad (36/1)$ $R^2 = 0/99 \quad D_t = 2/21$
۱۰	لگاریتم جمعیت شاغل	$\log(EMP_t) = 0/13 + 1/01 \log(DEM_t) + 0/05 \log(RW_t) + 0/2 \log(EMP_{t-1})$ $t \quad (0/14) \quad (107/2) \quad (0/19) \quad (0/98)$ $R^2 = 0/99 \quad D_t = 2/13$
۱۱	متوسط دستمزد اسمی	$NW_t = -888/8 + 722/4 CPI_t - 0/43 UR_t + 7399/8 PRD_t$ $t \quad (-3/8) \quad (37/56) \quad (-4/2) \quad (4/1)$ $R^2 = 0/98 \quad D_t, W = 1/90$
۱۲	شاخص بهای مصرف کننده در ایران	$CPI_t = -113/06 + 0/12 NE_{t-1} - 2/39 UTI_t + 2/75 NEX_t$ $t \quad (-1/4) \quad (67/9) \quad (-6/2) \quad (3/14)$ $R^2 = 0/98 \quad D_t, W = 1/79$

۱۳	کل مخارج اسمی دولت	$TGE_t = 64824 + 0.06GN_t + 0.18TRP_t$ $t \quad (36/4) \quad (0/88) \quad (0/35)$ $R^2 = 0.76 \quad D, W = 1.77$
۱۴	کل درآمد اسمی دولت	$TGR_t = 12584 / 4 + 0.14TAX_t$ $t \quad (5/8) \quad (1/9)$ $R^2 = 0.98 \quad D, W = 2.01$
۱۵	شاخص ضمنی قیمت در ایران	$YDEF_t = -4 / 45 + 0.56CPI_t + 0.58YDEF_t$ $t \quad (-3/4) \quad (10/2) \quad (13/6)$ $R^2 = 0.99 \quad D, W = 1.67$

در جدول ۱ مقادیر t ، D, W ، R^2 به ترتیب، آماره t ، آماره دوربین واتسون، آماره دوربین و ضریب تعیین می‌باشند. تمام پارامترهای بدست آمده دارای علامت و مقادیر مورد انتظار هستند.

نتایج حاصل از شبیه‌سازی تأثیر سیاست هدفمندسازی یارانه‌ها بر متغیرهای هدف (نرخ رشد اقتصادی، تورم و بیکاری) در برنامه چهارم توسعه

برای بررسی هدفمندسازی یارانه‌ها بر نرخ رشد اقتصادی، تورم و بیکاری از قانون هدفمندسازی یارانه‌ها در مرحله اول هدفمندی یارانه‌ها استفاده شد. در مرحله اول هدفمندسازی یارانه‌ها حدود ۵۰ درصد از یارانه‌های که توسط دولت به طور غیرمستقیم (یارانه بر روی کالاها و خدمات) به مردم پرداخت می‌شد، هدفمند گردید. در این مطالعه برای بررسی این سیاست از تغییر در متغیر کنترلی پرداخت‌های انتقالی دولت به بخش خصوصی (یارانه‌ها) TPR استفاده شد. در جدول ۲، مقادیر مطلوب متغیرهای نرخ رشد اقتصادی، تورم و بیکاری در اثر اجرای طرح هدفمندی یارانه‌ها با مقدار مصوب و واقعی برنامه چهارم توسعه مقایسه شده‌اند.

شبیه‌سازی اثر هدفمندسازی یارانه‌ها بر روی نرخ رشد اقتصادی در برنامه چهارم توسعه

با توجه به نمودار ۱ و جدول ۲، مقایسه نرخ رشد اقتصادی مطلوب با عملکرد نشان می‌دهد که در برنامه چهارم توسعه نرخ رشد اقتصادی در سال اول اجرای طرح کاهش و سپس با یک شیب نسبتاً ثابت افزایش می‌یابد. این در حالی است که مقدار هدف و مقدار مطلوب هر چند با هم فاصله دارند اما این فاصله ثابت است. آمارهای واقعی بخش اقتصاد نشان می‌دهد که رشد تولید ناخالص داخلی (به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶) در شش ماه اول ۸۷ به ۲/۷ درصد کاهش یافته است. کاهش رشد اقتصادی تا سطحی کمتر از ۳ درصد در تجربه سال‌های گذشته امری بی‌سابقه بوده است.

۱۴۶ فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران سال هفدهم شماره ۵۳

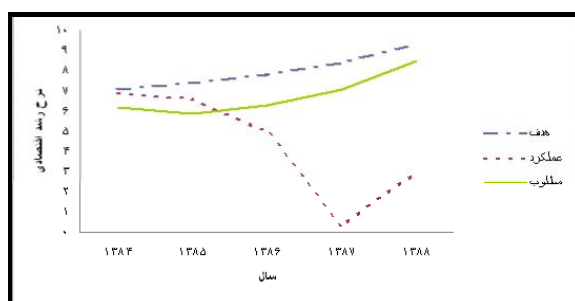
یکی از این دلایل این است که منابع نفتی تزریق شده به اقتصاد در سال ۸۷ از هر سالی بیشتر بوده است. بخش عمده دیگری از رشد پایین اقتصادی، نتیجه چرخه رونق نفتی سال‌های گذشته و سیاست‌های پولی، مالی، ارزی و تجاری دولت بوده است.

جدول ۲. نتایج شبیه‌سازی تأثیر سیاست هدف‌مندی یارانه‌ها بر متغیرهای هدف در برنامه توسعه چهارم

متغیرهای هدف	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	
نرخ رشد اقتصادی درصد	اهداف برنامه چهارم	۷/۱	۷/۴	۷/۸	۸/۴	۹/۳
	عملکرد	۶/۹	۶/۶	۵/۰	۰/۳	۳/۰
	مطلوب (شبیه‌سازی)	۶/۱	۵/۹	۹/۳	۹/۱	۷/۸
نرخ تورم درصد	اهداف برنامه چهارم	۱۴/۶	۱۱/۹	۹/۱	۷/۸	۶/۸
	عملکرد	۱۰/۴	۱۱/۵	۱۸/۴	۲۵/۴	۲۵/۴
	مطلوب (شبیه‌سازی)	۱۶/۳	۱۷/۲	۱۷/۶	۱۶/۳	۱۵/۱
نرخ بیکاری درصد	اهداف برنامه چهارم	۱۲/۴	۱۱/۴	۱۰/۴	۹/۴	۸/۴
	عملکرد	۱۰/۳	۱۱/۵	۱۱/۳	۱۰/۵	۱۲/۱
	مطلوب (شبیه‌سازی)	۱۴/۳	۱۴/۷	۱۳/۳	۱۲/۱	۱۱/۱

مأخذ: ارقام مربوط به نتایج شبیه‌سازی در نرم‌افزار OPTOCN، توسط محقق محاسبه شده‌اند.

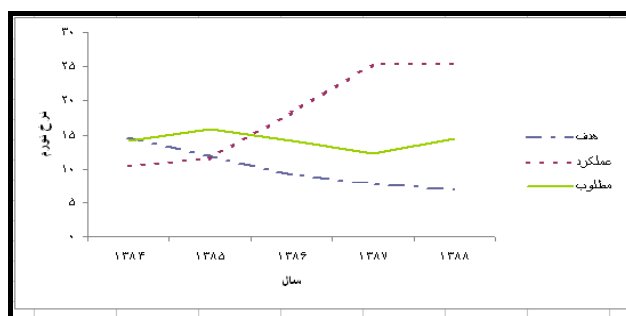
داده‌های مربوط به برنامه چهارم توسعه، با توجه به برنامه چهارم توسعه تعیین شده‌اند.



نمودار ۱. مقادیر مطلوب، عملکرد و هدف رشد اقتصادی در برنامه چهارم توسعه

مأخذ: جدول ۲

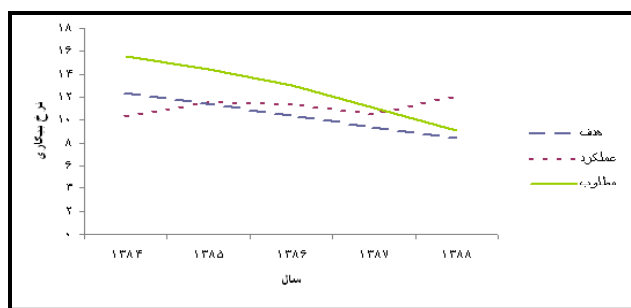
شبیه‌سازی اثر هدفمندی یارانه‌ها بر روی نرخ تورم در برنامه چهارم توسعه داده‌ها و اطلاعات جدول ۲ و نمودار ۲ نشان می‌دهد که مقادیر مطلوب (شبیه‌سازی) نرخ تورم در ابتدایی طرح هدفمندی یارانه‌ها با یک شیب کم افزایش و در سال‌های بعدی کاهش پیدا می‌کند. این در حالی که نرخ تورم واقعی از سال ۸۵ به بعد با یک شیب افزایشی در حال صعود می‌باشد. مقایسه مقدار مطلوب و هدف نرخ تورم در برنامه چهارم نشان می‌دهد که هر دو از یک روند کاهشی برخوردارند اما فاصله آن‌ها نسبتاً زیاد است. تحولات پولی و اعتباری سال ۱۳۸۷ بسیار مهم است. در سال مذکور نرخ تورم معادل ۲۵/۴ درصد گزارش شده است که بالاترین مقدار بعد از نرخ تورم ۴۹/۴ درصدی سال ۱۳۷۴ است. نرخ رشد نقدینگی که در سال ۸۶ معادل ۲۷/۷ درصد بوده است در سال ۸۷ با کاهشی شدید به ۱۵/۹ درصد رسید. این در حالی است که پایه پولی با نرخ رشد بی‌سابقه‌ای معادل ۴۸ درصد افزایش نشان می‌دهد. عامل مهم تعیین‌کننده رشد پایه پولی، بدهی بانک‌ها به بانک مرکزی است که در سال ۸۷ به میزان قابل‌ملاحظه‌ای افزایش پیدا کرد. تداوم تسلط سیاست‌های مالی دولت بر اجرای سیاست‌های پولی باعث افزایش فشار برای اعطای تسهیلات به بانک‌ها شد.



نمودار ۲. مقادیر مطلوب، عملکرد و هدف نرخ تورم در برنامه چهارم توسعه
مأخذ: جدول ۲

شبیه‌سازی اثر هدفمندی یارانه‌ها بر روی نرخ بیکاری در برنامه چهارم توسعه با اجرای طرح هدفمندی یارانه‌ها نرخ بیکاری مطلوب (شبیه‌سازی) در سال اول برنامه چهارم افزایش و سپس با یک شیب ثابت کاهش می‌یابد (نمودار ۳). باید توجه داشت که در اقتصاد ایران، سیاست‌های پولی انقباضی شدید اثر منفی بر رشد تولید دارد. بنابراین هرگونه بحثی در مورد

راهکارهای پرونرفت از رکود باید شرایط تورمی اقتصاد را هم در نظر گرفت. در شرایط رکود تورمی ایران نمی‌توان رشد اقتصادی و تورم را جدای از هم هدف‌گذاری نمود. بنابراین اگر بدون توجه به بخش عرضه اقتصاد به سمت سیاست‌های پولی انبساطی برویم، اگرچه ممکن است در کوتاه‌مدت افزایش رشد را تجربه کنیم، ولی در بلندمدت با ایجاد تورم آثار مثبت سیاست از بین می‌رود و برعکس اگر با هدف کنترل تورم در کوتاه‌مدت، سیاست‌های انقباضی شدید اجرا شود، تعمیق رکود و بیکاری در بلندمدت را در پی خواهد داشت.



نمودار ۳. مقادیر مطلوب، عملکرد و هدف نرخ بیکاری در برنامه چهارم توسعه
مأخذ: جدول ۲

نتایج حاصل از شبیه‌سازی تأثیر سیاست هدفمندی یارانه‌ها بر متغیرهای هدف (نرخ رشد اقتصادی، تورم و بیکاری) در برنامه پنجم توسعه

در برنامه پنجم اقتصادی ۱۳۹۴-۱۳۹۰ مقادیر کمی متغیرهای هدف طبق قانون برنامه پنجم همان مقادیر هدف در برنامه چهارم هستند. مقادیر عملکرد در برنامه پنجم، مقادیر مطلوب در برنامه چهارم در نظر گرفته شده است.

شبیه‌سازی اثر هدفمندی یارانه‌ها بر روی نرخ رشد اقتصادی در برنامه پنجم توسعه

نتایج تأثیر هدفمندی یارانه‌ها بر روی نرخ رشد اقتصادی در برنامه پنجم توسعه نشان می‌دهد که مقدار شبیه‌سازی شده (مطلوب) با یک نرخ تقریباً ثابت یک درصد در سال رشد می‌نماید (جدول ۳ و نمودار ۴). همچنین، نتایج نشان داد که هرچه به انتهای برنامه نزدیک‌تر می‌شویم فاصله مقدار مطلوب و هدف کم‌تر می‌شود.

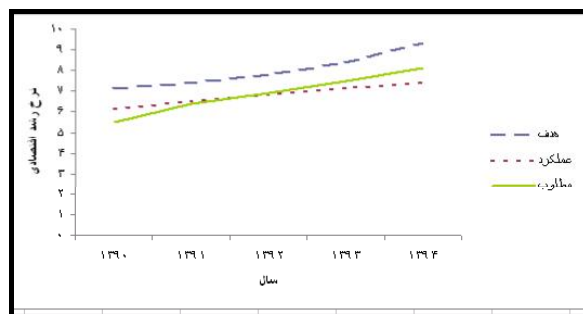
شبیه‌سازی اثر هدفمندی یارانه‌ها بر روند رشد اقتصادی، تورم و ... ۱۴۹

جدول ۳. نتایج شبیه‌سازی تأثیر سیاست هدفمندی یارانه‌ها بر متغیرهای هدف در برنامه توسعه

پنجم

متغیرهای هدف	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	
نرخ رشد اقتصادی	اهداف برنامه پنجم	۷/۱	۷/۴	۷/۸	۸/۴	۹/۳
	عملکرد	۶/۱	۶/۵	۶/۸	۷/۱	۷/۴
	مطلوب (شبیه‌سازی)	۵/۵	۶/۴	۶/۹	۷/۵	۸/۱
نرخ تورم درصد	اهداف برنامه پنجم	۱۴/۶	۱۱/۹	۹/۱	۷/۸	۶/۸
	عملکرد	۱۴/۱	۱۵/۸	۱۴/۱	۱۲/۳	۱۴/۴
	مطلوب (شبیه‌سازی)	۱۳/۲	۱۸/۹	۱۶/۶	۱۴/۳	۱۱/۱
نرخ بیکاری درصد	اهداف برنامه پنجم	۱۲/۴	۱۱/۴	۱۰/۴	۹/۴	۸/۴
	عملکرد	۱۵/۶	۱۴/۴	۱۳	۱۱/۱	۹/۱
	مطلوب (شبیه‌سازی)	۱۴/۷	۱۳/۵	۱۲/۸	۱۰/۶	۸/۸

مأخذ: ارقام مربوط به نتایج شبیه‌سازی در نرم‌افزار OPTOCN، توسط محقق محاسبه شده‌اند.

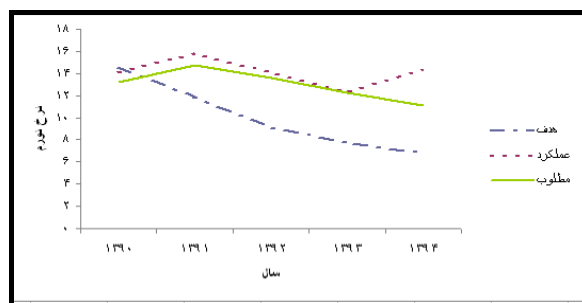


نمودار ۴. مقادیر مطلوب، عملکرد و هدف نرخ رشد اقتصادی در برنامه پنجم توسعه

مأخذ: جدول ۳

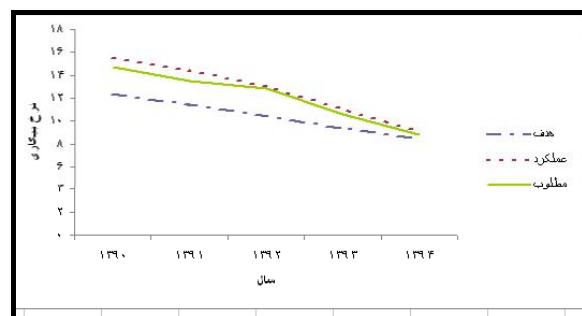
شبیه‌سازی اثر هدفمندی یارانه‌ها بر روی نرخ رشد تورم در برنامه پنجم توسعه نتایج نشان داد که اثر هدفمندی یارانه‌ها در دو سال اول برنامه باعث افزایش حدود ۶ درصدی نرخ تورم می‌شود. اما، در سال‌های بعدی برنامه با یک نرخ تقریباً ثابت کاهش می‌یابد (نمودار ۵). این در حالی است که سیاست هدفمندی یارانه‌ها باعث کاهش فاصله بین مقدار مطلوب و هدف نمی‌گردد. احتمالاً یکی از دلایل افزایش نرخ تورم در سال‌های ابتدایی اجرای طرح افزایش

هزینه‌های تولید بنگاه‌های تولیدی باشد. دلیل دیگر تقاضای اضافی به واسطه یارانه‌های نقدی برای دهک‌های پایین درآمدی است که درآمد واقعی آن‌ها را افزایش داده است.



نمودار ۵. مقادیر مطلوب، عملکرد^۱ و هدف نرخ تورم در برنامه پنجم توسعه
مأخذ: جدول ۳

شبیه‌سازی اثر هدفمندسازی یارانه‌ها بر روی نرخ بیکاری در برنامه پنجم توسعه با توجه به جدول ۳ و نمودار ۶، یافته‌ها نشان داد که شبیه‌سازی تأثیر هدفمندسازی یارانه‌ها بر روی روند مطلوب یا شبیه‌سازی شده نرخ بیکاری دارای دو روند متفاوت است. در دو سال ابتدایی برنامه پنجم با یک شیب بسیار ملایم و در سال‌های بعد با یک شیب تقریباً ثابت تندتر کاهش می‌یابد.



نمودار ۶. مقادیر مطلوب، عملکرد^۲ و هدف نرخ بیکاری در برنامه پنجم توسعه
مأخذ: جدول ۳

۱. مقدار عملکرد در برنامه چهارم مقدار مطلوب در برنامه چهارم می‌باشد.

۲. همان

۵. نتیجه‌گیری

اقتصاد ایران در خلال سه دهه اخیر، تورم و بیکاری بالا، کسری تراز پرداخت‌ها و نوسانات قابل ملاحظه در رشد اقتصادی را تجربه کرده است. بدیهی است که بهبود موارد فوق از جمله اهداف سیاست هدفمندسازی یارانه‌ها است. هدف مطالعه حاضر، بررسی روند متغیرهای کلان در اقتصاد و تعیین روند بهینه این متغیرها بعد از اجرای هدفمندسازی یارانه‌ها است. برای این منظور سیستم معادلات پویای غیرخطی $f(000)$ که در جدول ۳ آورده شده با استفاده از روش دومرحله‌ای حداقل مربعات 2SLS برآورد گردید. اطلاعات بدست آمده از این مرحله یعنی مقادیر پارامترها (بدون در نظر گرفتن مقادیر آزمون t) و ماتریس واریانس-کوواریانس متغیرهای کنترل، هدف و برونزای غیرکنترلی برای الگوریتم OPTCON2 مورد استفاده قرار گرفت. الگوریتم کنترل بهینه تصادفی OPTCON2 در محیط ویژوال استودیو^۱ با استفاده از زبان برنامه‌نویسی سی شارپ C# برنامه‌نویسی گردید.

با اجرای الگوریتم کنترل بهینه مقادیر مطلوب نرخ رشد اقتصادی، تورم و بیکاری در برنامه چهارم و پنجم توسعه بدست آمد. یافته‌ها نشان داد که با اجرای طرح هدفمندی یارانه‌ها رشد اقتصادی ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد. همچنین نرخ تورم در ۳ سال ابتدایی اجرای طرح افزایش و سپس با یک نرخ کاهنده، کاهش می‌یابد. نرخ بیکاری در سال‌های آغاز طرح هدفمندی یارانه‌ها افزایش و یا ثابت می‌ماند و سپس با یک نرخ ثابت کاهش می‌یابد. لذا با توجه به یافته‌های این تحقیق پیشنهاد می‌گردد که اولاً، دولت در سال‌های ابتدایی طرح با بسته‌های حمایتی به بخش تولید مانع افزایش هزینه‌های تولید و در نهایت کاهش تولید گردد. ثانیاً، دولت با جهت دادن یارانه‌های نقدی به بخش‌های تولیدی و یا تأمین اجتماعی و ... از بروز تقاضای اضافی جلوگیری نماید. ثالثاً، با اجرای سیاست‌های پولی و مالی هماهنگ و متناسب با اجرای طرح هدفمندی یارانه‌ها از بروز تورم رکودی در سال‌های ابتدایی اجرای طرح جلوگیری شود.

منابع

الف - فارسی

برزانی، م. و دیگران (۱۳۸۹)، «ارزیابی نقش نظارتی دولت در بورس اوراق بهادار ایران در چارچوب یک الگوی کنترل بهینه»، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۷ (۱۰): ۳۰۸-۲۵۸.

- پیرائی، خ. و ب. اکبری مقدم (۱۳۸۴)، «اثر کاهش یارانه بخش کشاورزی (زراعت) و تغییر در نرخ مالیات بر کار و تولید بخشی و رفاه خانوار شهری و روستایی در ایران»، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۷(۲۲): ۳۰-۱.
- توکلی، ا. و ه. شجری (۱۳۷۹)، «تأثیر آزادسازی تجارت خارجی بر مخارج دولت و مصرف خانوارها در ایران (روش کنترل بهینه)»، *مجله تحقیقات اقتصادی*، ۴(۷۹): ۵۹-۳۱.
- جعفری صمیمی، ا. و ا. طهرانچیان (۱۳۸۵)، «تأثیر سیاست‌های مالی بر شاخص‌های کلان در شرایط سیاست‌های پولی درون‌زا»، *مجله دانش و توسعه*، شماره ۶(۱۸): ۳۰-۱۲.
- رجبی، م. (۱۳۸۴)، «اثرات بلندمدت آزادسازی تجاری بر ساختار بودجه دولت روش کنترل بهینه»، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، ۲(۵): ۱۶۰-۱۳۱.
- عراقی، م.، شکوری، ح. و م. زنگنه (۱۳۸۸)، «تعیین قاعده بهینه سیاست پولی در اقتصاد ایران با استفاده از تئوری کنترل بهینه»، ۸(۲۶): ۴۱-۲۴.
- طهرانچیان، ا. (۱۳۸۳)، بررسی اثرات سیاست‌های پولی و مالی بهینه بر شاخص‌های کلان اقتصادی ایران در نظام‌های مختلف ارزی: کاربرد از نظریه کنترل بهینه، رساله دکتری اقتصاد، دانشگاه مازندران.
- مقدسی، ر. و س. یزدانی (۱۳۷۹)، «مطالعه رابطه متغیرهای عمده اقتصادی بخش کشاورزی با سیاست‌های پولی و مالی»، مجموعه مقالات سومین کنفرانس اقتصاد کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

ب- انگلیسی

- Blüschke-Nikolaeva, V., Blüschke, D. and R. Neck (2010), "Optimal Control of Nonlinear Dynamic Econometric Models: An Algorithm and an Application", Comisef Working Papers Series, Marie Curie Research and Training Network Funded by the EU Commission through MRTN-CT-2006, www.comisef.eu.
- Ferrero, A. (2008), The Advantage of Flexible Targeting Rules, federal reserve bank of New York staff reports, No, 339.
- Houck, C., et al (1994), "A Genetic Algorithm For Function Optimization: A Matlab Implementation", North Carolina State University.
- Jafari Samimi, A., Tehranchian, A. M. and M. Abdi (2010), "Optimal Combinations of Government Expenditures to Economic Growth Process in Iran", *Journal of Applied Sciences Research*, 6(5) : 387-392.

- Jafari Samimi, A., Yousefi, S. and A. M. Tehranchian (2006), "An Application of Optimal Control Theory in Economics: Optimal Fiscal and Monetary Policy in Iran", *Applied Mathematics and Computation*, 6(172):198-209.
- Neck, R. and S. Karbuz (1997), "Optimal Control of Fiscal Policies for Australia: Application of a Stochastic Control Algorithm, Nonlinear Analysis Theory", *Methods Application*, 30(2): 1051-1061.
- Neck, R. and J. Matulka (1994), *Stochastic Control of Nonlinear Economic Models New Directions in Computational Economics*, Kluwer Academic Publisher, Netherlands, 207-226.
- Neck, R. and J. Matulka (1992), "OPTCON: An Algorithm for the Optimal Control of Nonlinear Stochastic Models", *Annals of Operations Res.*, 6(37): 375-401.
- Neck, R. Haber, G. and K. Weyerstrass (2010), "Optimal Deterministic and Stochastic Macroeconomic Policies for Slovenia. an Application of the OPTCON Algorithm", *Computational Economics*, 36(1): 37-45.
- Neck, R., Weyerstrass, K. and G. Haber (2003), "Optimal Economic Policies for Slovenia with Different Sets of Policy Instruments, Dynamics of Continuous, Discrete and Impulsive Systems Series B", *Applications and Algorithms*, 3(10): 165-180.
- Neck, R., Weyerstrass, K. and G. Haber (2005), "Optimal Monetary and Fiscal Policies for Slovenia After EU Accession", *International Advances in Economic Research*, 7(1): 20-37.
- Özdemir, K. A. and P. Turner (2005), "A Monetary Disequilibrium Model for Turkey", *Atlantic Economic Journal*, 30(3): 320-34.
- Richyard, C., Gali, J. and M. Grtler (1999), "The Science of Monetary Policy: A New Keynesian Perspective", NBER Working Paper, No 1247.
- Tehranchian, A. M. and M. Abdi (2007), "Optimality of Monetary and Fiscal Policies in Iran: An Application of the Stochastic Optimal Control Theory", *Iranian Economic Review*, 4(13): 1-12.
- Tehranchian, A. M. and M. Behravesht (2010), "Optimal Fiscal Policies Iran: An Application of the Stochastic Optimal Control Theory", *Middle-East Journal of Scientific Research*, 6(2): 170-174.
- Weyerstrass, K., Neck, R. and G. Haber (2001), "SLOPOL1: A Macroeconomic Model for Slovenia", *International Advances in Economic Research*, 1(7):20-37.

جدول ۴. سیستم معادلات کلان اقتصاد سنجی

معادلات رفتاری	
$CPR_t = \beta_1 + \beta_2 YDR_t + \beta_3 LRR_{t-1} + \beta_4 CPR_{t-1} + e_1$	۱۶
$IPR_t = \beta_5 - \beta_6 LRR_t + \beta_7 YR_t + \beta_8 KA_{t-1} + \beta_9 IPR_{t-1} + e_t$	۱۷
$XR_t = \beta_{10} + \beta_{11} REX_t + \beta_{12} XR_{t-1} + \beta_{13} YF_t + e_{12}$	۱۸
$ZR_t = \beta_{14} + \beta_{15} YR_t - \beta_{16} REX_t + \beta_{17} ZR_{t-1} + e_{15}$	۱۹
$MDR_t = \beta_{18} + \beta_{19} YR_t + \beta_{20} MDR_{t-1} - \beta_{21} LRR_t + e_{18}$	۲۰
$SNR_t = \beta_{22} + \beta_{23} \log(MDR_t) + \beta_{24} \log(YR_t) - \beta_{25} SNR_{t-1} + e_{22}$	۲۱
$LNR_t = \beta_{26} + \beta_{27} SNR_{t-1} + \beta_{28} LNR_{t-1} + e_{26}$	۲۲
$NEX_t = \beta_{29} + \beta_{30} iDIF_t + \beta_{31} PR_t + e_{29}$	۲۳
$\log(LFO_t) = \beta_{32} + \beta_{33} \log(POP_t) + \beta_{34} \log(WR_t) + \beta_{35} \log(LFO_{t-1}) + e_{32}$	۲۴
$\log(EMP_t) = \beta_{36} + \beta_{37} \log(DEM_t) + \beta_{38} \log(RW_t) + \beta_{39} \log(EMP_{t-1}) + e_{36}$	۲۵
$NW_t = \beta_{40} + \beta_{41} CPI_t - \beta_{42} UR_t + \beta_{43} PRD_t + e_{40}$	۲۶
$CPI_t = \beta_{44} + \beta_{45} NW_{t-1} + \beta_{46} UTL_t + \beta_{47} NEX_t + e_{44}$	۲۷
$TGE_t = \beta_{48} + \beta_{49} GN_t + \beta_{50} TRP_t + e_{48}$	۲۸
$TGR_t = \beta_{51} + \beta_{52} TAX_t + e_{51}$	۲۹
$YDEF_t = \beta_{53} + \beta_{54} CPI_t + \beta_{55} YDEF_t + e_{53}$	۳۰
روابط تعریفی	
$YR_t = CGR_t + CPR_t + IGR_t + IPR_t + XR_t - ZR_t$	۳۱
$YD_t = YR_t - TAX_t + TRP_t$	۳۲
$RTAX_t = \frac{TAX_t}{YDEF_t} \times 100$	۳۳
$LRR_t = LNR_t - gCPI_t$	۳۴
$gCPI_t = \frac{(CPI_t - CPI_{t-1})}{CPI_{t-1}} \times 100$	۳۵
$MSR_t = \frac{MSN_t}{CPI_t} \times 100$	۳۸
$MSN_t = NFA_t + DC_t$	۳۹
$NFA_t = NFR_t + BOP_t$	۴۰
$BOP_t = CA_t + KA_t$	۴۱

$KA_t \% = \frac{KA_t}{YR_t} \times 100$	۴۲
$CA_t = X_t - Z_t + NTR_t$	۴۳
$CA_t \% = \frac{CA_t}{YR_t} \times 100$	۴۴
$REX_t = \frac{NEX_t \times CPI_t^f}{CPI_t}$	۴۵
$PR_t = \frac{CPI_t^f}{CPI_t}$	۴۶
$UN_t = LOF_t - EMP_t$	۴۷
$UR_t = \frac{UN_t}{LOF_t} \times 100$	۴۸
$DEM_t = YR_t + ZR_t$	۵۹
$RW_t = \frac{NW_t}{CPI_t} \times 100$	۵۰
$PRD_t = \frac{YR_t}{EMP_t} \times 100$	۵۱
$UTL_t = \frac{YR_t}{YPT_t} \times 100$	۵۲
$BD_t = TGE_t - TGR_t$	۵۳
$BD_t \% = \frac{BD_t}{YR_t} \times 100$	۵۴
$CGR_t = \frac{CGN_t}{YDEF_t} \times 100$	۵۵
$IGR_t = \frac{IGN_t}{YDEF_t} \times 100$	۵۶
$YN_t = \frac{YR_t \times YDEF_t}{100}$	۵۷
$gYR_t = \frac{YR_t - YR_{t-1}}{YR_{t-1}} \times 100$	۵۸

جدول ۵. فهرست متغیرهای مورد استفاده در الگوریتم OPTCON2

متغیرهای کنترل	
TAX_t	درآمدهای مالیاتی دولت به قیمت جاری
TRP_t	پرداخت‌های انتقالی دولت به بخش خصوصی (یارانه‌ها)
CGN_t	مخارج مصرفی دولت به قیمت جاری
IGN_t	مخارج سرمایه‌گذاری دولت به قیمت جاری
متغیرهای حالت	
CPR_t	مخارج مصرفی بخش خصوصی به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶
IPR_t	مخارج سرمایه‌گذاری ناخالص بخش خصوصی به قیمت ثابت ۱۳۷۶
XR_t	صادرات کل به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶
ZR_t	واردات کل به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶
MDR_t	تقاضای واقعی پول
SNR_t	نرخ بهره کوتاه‌مدت اسمی (۳ ماهه)
LNR_t	نرخ بهره اسمی بلندمدت (نرخ سود سپرده‌های بلندمدت)
NEX_t	نرخ اسمی ارز
LFO_t	نیروی کار (جمعیت فعال)
EMP_t	جمعیت شاغل
NW_t	متوسط دستمزد اسمی
CPI_t	شاخص بهای مصرف‌کننده در ایران
TGE_t	کل مخارج اسمی دولت
TGR_t	کل درآمد اسمی دولت
YPT_t	تولید ناخالص داخلی بالقوه واقعی
$YDEF_t$	شاخص ضمنی قیمت در ایران
YR_t	تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶
YD_t	درآمد قابل تصرف به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶
$RTAX_t$	درآمدهای مالیاتی به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶
LRR_t	نرخ بهره واقعی بلندمدت
$gCPI_t$	نرخ تورم
MSR_t	حجم واقعی پول
MSN_t	حجم اسمی پول
NFA_t	خالص دارایی‌های خارجی به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶

DC_t	اعتبارات داخلی
BOP_t	تراز پرداخت‌ها به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶
$KA_t\%$	نسبت حساب سرمایه به تولید ناخالص داخلی واقعی
CA_t	حساب جاری به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶
$CA_t\%$	درصد حساب جاری به تولید ناخالص داخلی واقعی
REX_t	نرخ واقعی ارز
PR_t	نسبت CPI داخلی به CPI خارجی (آمریکا)
UN_t	جمعیت بیکار
UR_t	نرخ بیکاری
DEM_t	تقاضای کل به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶
RW_t	متوسط دستمزد واقعی نیروی کار
PRD_t	نرخ بهره‌وری نیروی کار
UTL_t	نرخ بهره‌برداری از ظرفیت
BD_t	کسری بودجه به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶
$BD_t\%$	درصد کسری بودجه به تولید ناخالص داخلی واقعی
CGR_t	مخارج مصرفی دولت به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶
IGR_t	مخارج سرمایه‌گذاری دولت به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶
YN_t	تولید ناخالص داخلی به قیمت جاری
gYR_t	نرخ رشد تولید ناخالص داخلی واقعی
متغیرهای برون‌زای غیرکنترلی	
KA_t	حساب سرمایه به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶
YF_t	تولید ناخالص داخلی واقعی کشور آمریکا
$iDIF_t$	نرخ بهره تفاضلی بین ایران و آمریکا
POP_t	کل جمعیت
KR_t	ذخیره سرمایه به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶
OX_t	سایر درآمدهای صادراتی
NFR_t	ذخیره خالص دارایی‌های خارجی
ODC_t	سایر اعتبارات
NTR_t	خالص پرداخت‌های انتقالی کل
CPI_t^f	شاخص قیمت مصرف‌کننده در کشور خارجی (آمریکا)