

کنترل بهینه واردات در برنامه‌ریزی برای رشد اقتصادی

امیرمنصور طهرانچیان^۱
روزبه بالونژاد نوری^۳

احمد جعفری صمیمی^۲

تاریخ دریافت: ۹۱/۸/۲۵

تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۲۹

چکیده

در مقاله حاضر، مقادیر بهینه واردات کشور در سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۸۸، با استفاده از نظریه کنترل بهینه تصادفی محاسبه شده‌اند. برای این منظور، یک تابع هدف خطی - درجه دوم (LQ)، از نوع زیان رفاهی، طراحی و در آن بر مجذور انحراف نرخ رشد اقتصادی از اهداف مصوب در برنامه چهارم توسعه، جریمه وضع می‌شود. تابع هدف بین دوره‌ای فوق، با توجه به یک سیستم معادلات پویا و اقتصادسنجی و با استفاده از معادلات بلمن حداقل شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، مقادیر بهینه واردات، کمتر از مقادیر مصوب برنامه چهارم و نیز مقادیر تحقق یافته‌اند. همچنین با فرض عدم تغییر در سیاست‌های پولی و مالی اجرا شده، کنترل واردات در سطح محاسبه شده، می‌توانست نرخ رشد اقتصادی را از یک روند باثبات و نزدیک به اهداف برنامه چهارم توسعه برخوردار نماید. استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی فوق در تعیین حجم بهینه واردات و نیز کنترل واردات در برنامه پنجم توسعه، از مهم‌ترین پیشنهادهای این پژوهش محسوب می‌شوند.

کلیدواژه‌ها: تابع هدف، برنامه‌ریزی پویای تصادفی، واردات، نرخ رشد اقتصادی.

طبقه‌بندی JEL: O24, C22, C02

۱. استادیار دانشکده اقتصاد و علوم اداری دانشگاه مازندران، a.tehranchian@umz.ac.ir

۲. استاد دانشکده اقتصاد و علوم اداری دانشگاه مازندران، jafarisa@umz.ac.ir

۳. دانشجوی دکترای اقتصاد دانشگاه مازندران (نویسنده مسئول)، roozbeh_noury@yahoo.com

۱. مقدمه

دستیابی به نرخ رشد اقتصادی بالا و پایدار، یکی از مهم‌ترین اهداف سیاستگذاران و برنامه‌ریزان اقتصادی محسوب می‌شود. مصرف، توزیع درآمد، سرمایه‌گذاری، سطح قیمت‌ها و اشتغال، از متغیرهای بسیار مهم اقتصادی هستند که تحت تأثیر نرخ رشد اقتصادی قرار دارند. در دنیای واقعی، از آنجا که تولید ملی و رشد اقتصادی، برآیند کنش بین متغیرها و نیز برنامه‌های اقتصادی اجرا شده هستند، بنابراین نرخ رشد اقتصادی تحقق یافته، یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی عملکرد اقتصادی کشورها محسوب می‌شود. بنا بر این ملاحظات است که در خلال نیم قرن اخیر، بخش قابل توجهی از ادبیات اقتصاد و توسعه، به مطالعه عوامل موثر بر رشد اقتصادی اختصاص داده شده است. از جمله این عوامل می‌توان به واردات اشاره کرد. با وجودی که از یک سو واردات کالاهای مصرفی غیررقابتی، نقش مهمی در دستیابی اقتصاد به سطح رفاه بالاتر از مرزهای تولیدی جامعه ایفا می‌کند و از سوی دیگر، واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای به ظرفیت‌سازی و افزایش تولید منجر می‌شوند (فرجادی و لعلی، ۱۳۷۶)، اما در چارچوب حساب‌های ملی، واردات یک منبع نشت محسوب می‌شود. به همین دلیل، با عنایت به تقاضای شرطی نهاده‌ها^۱، افزایش واردات، حتی با نگرانی‌هایی در خصوص اشتغال و روند رشد اقتصادی همراه است (اصفهانی و صالحی، ۱۹۹۱).

در این پژوهش، میزان بهینه واردات کشور در سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۵، با استفاده از روش برنامه‌ریزی پویای تصادفی، محاسبه و با مقادیر هدف‌گذاری شده آنها در برنامه چهارم توسعه اقتصادی - اجتماعی و نیز مقادیر تحقق یافته آنها مقایسه می‌شود. برای این منظور، پژوهش حاضر در پنج بخش سازماندهی شده است. در بخش دوم از مقاله، پیشینه و در بخش سوم، روش تحقیق معرفی می‌شود. در بخش چهارم، یافته‌های پژوهش ارائه شده و بخش پایانی به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهاد اختصاص می‌یابد.

۲. پیشینه تحقیق

در نظریه‌های اقتصادی، در مورد وجود رابطه دوطرفه میان صادرات و رشد اقتصادی، مبانی نظری بسیاری وجود دارد. به همین دلیل، در کارهای تجربی زیادی نیز به بررسی این موضوع پرداخته شد. اما در مقایسه با مطالعات تجربی انجام شده در زمینه صادرات، مطالعات اندکی در

مورد رابطه بین واردات و رشد اقتصادی انجام شده است. این امر به این دلیل است که رابطه بین واردات و رشد اقتصادی، پیچیده‌تر از رابطه صادرات و رشد اقتصادی است. تقاضا برای واردات کالاها، تابع عوامل اقتصادی و غیراقتصادی از قبیل نرخ ارز (یا قیمت‌های نسبی)، فعالیت‌های اقتصادی، شرایط اقتصادی داخلی و خارجی، هزینه‌های تولید و پیشامدهای سیاسی است. با این حال، عوامل اصلی تعیین‌کننده میزان تقاضا برای واردات، قیمت‌های نسبی کالاها و درآمد است. همچنین، مطالعات اخیر در الگوهای رشد نشان می‌دهد که واردات فناوری و دانش، از عوامل موثر بر رشد هستند (تانگاولو و راجاگورا^۱، ۲۰۰۴، (مازومدار^۲، ۲۰۰۱)، (لی^۳، ۱۹۹۵) و (گروسمن و هلپمن، ۱۹۹۱).

ویرمانی^۴ (۲۰۰۹) در مطالعه خود، با استفاده از الگوهای رشد درون‌زا نشان داد که کشورهای کمتر توسعه‌یافته می‌توانند با واردات کالاهای با فناوری بالا از کشورهای پیشرفته، از سرریز^۵ و مزایای دانش انباشته در آن کشورها، در جهت رشد اقتصادی استفاده کنند. اوگور^۶ (۲۰۰۸) با استفاده از الگوهای VAR چندمتغیره برای ترکیب نشان داد که بین رشد اقتصادی، واردات کالاهای سرمایه‌ای و مواد اولیه، رابطه‌ای دوطرفه و بین رشد اقتصادی و واردات کالاهای مصرفی، رابطه‌ای یک‌طرفه از رشد به واردات این کالاها، برقرار است. آووکو^۷ (۲۰۰۷)، با طراحی یک الگوی VAR چندمتغیره، به بررسی اثر واردات و صادرات در بلغارستان، جمهوری چک و لهستان پرداخت. وی بیان کرد که تمرکز تنها بر نقش صادرات و در نظر نگرفتن اهمیت واردات در رشد اقتصادی، موجب گمراهی در اتخاذ سیاست‌ها می‌شود. مطالعات راموس^۸ (۲۰۰۱) نشان داد که یک اثر بازخوردی بین صادرات، رشد تولید و واردات وجود دارد. آیتینگ و اولیویر^۹ (۲۰۰۱) نشان دادند این دیدگاه که واردات موجب کاهش رشد اقتصادی می‌شود، نادرست است. آنها با طراحی یک الگوی اقتصاد باز دو کشوری، با استفاده از الگوهای رشد نسل‌های همپوشان^{۱۰}، نشان دادند اگر واردات کالاها از نوع سرمایه‌ای باشد، باعث رشد اقتصادی بیشتری می‌شود. همچنین عنوان کردند که در این بین، برای کشورهای در حال توسعه، دسترسی و

-
1. Thangavelu and Racjaguru
 2. Mazumdar
 3. Lee
 4. Veeramani
 5. Spillover
 6. Ugur
 7. Awokuse
 8. Ramos
 9. Ai Ting and Olivier
 10. Overlapping Generation Models

واردات کالاهای سرمایه‌ای ارزان‌تر، بسیار حائز اهمیت است. هامپیچ^۱ (۲۰۰۰) نشان داد که یک رابطه مثبت بین واردات و رشد اقتصادی وجود دارد. با این حال، محقق بیان کرد که جهت این رابطه کمتر قابل اطمینان است. طبق این مطالعه، جهت علیت به طور عمده از درآمد به واردات و در برخی دوره‌ها، بی‌معنی است.

۳. روش تحقیق

در پژوهش حاضر، داده‌های آماری و نیز اطلاعات مورد نیاز به روش کتابخانه‌ای جمع‌آوری شده‌اند. حدود مکانی این تحقیق محدود به اقتصاد ایران و حدود زمانی آن شامل اطلاعات سری زمانی سال‌های ۱۳۳۸-۱۳۸۸ است. در این تحقیق، از ابزارهای اقتصادسنجی و اقتصاد ریاضی به طور هم‌زمان استفاده می‌شود. بخش اقتصادسنجی این پژوهش، شامل برآورد مجموعه معادلات رگرسیونی است که در تحقیق به عنوان سیستم معادلات، محدودیت مسأله بهینه‌سازی را تشکیل می‌دهند. بهینه‌سازی مسأله پژوهش به روش برنامه‌ریزی پویای تصادفی، بخش دوم از مراحل اجرای پژوهش را تشکیل می‌دهد. در فرآیند تصمیم‌گیری، اهداف و محدودیت‌ها باید به دقت تصریح شوند. سپس خروجی هر تصمیم، با اهداف از پیش تعیین‌شده مقایسه می‌شود و تصمیمی که اهداف فوق را با کمترین تورش تأمین کند، به عنوان تصمیم بهینه انتخاب می‌شود. به همین دلیل، مدل‌های ریاضی می‌توانند کاربردهای قابل توجهی در امر تصمیم‌گیری‌ها داشته باشند. ماهیت بین دوره‌ای^۲ مسأله تصمیم، نااطمینانی، اطلاعات ناقص و امکان تداخل و تعارض بین اهداف، سبب شد تا به خصوص در خلال سه دهه اخیر، نظریه کنترل بهینه^۳ از کاربرد وسیعی در اقتصاد برخوردار شود. با این حال، از آنجا که بیشتر مدل‌های اقتصادی از ماهیت غیرخطی برخوردار هستند، راه حل‌های تقریبی^۴ به منظور حل آنها مورد استفاده قرار می‌گیرند (کندریک^۵، ۱۹۸۱) و (پینچ^۶، ۱۹۹۳). این راه حل‌ها در قالب الگوریتم‌های بهینه‌سازی پویا معرفی شده‌اند که الگوریتم کنترل بهینه تصادفی^۷، جدیدترین و کامل‌ترین آنها به شمار می‌رود (طهرانچیان و صمیمی، ۲۰۰۵).

-
1. Humpage
 2. Inter Temporal
 3. Optimal Control Theory
 4. Approximate Solution
 5. Kendrick
 6. Pinch
 7. OPTCON (Optimal Control of Nonlinear Stochastic Models)

۱.۳. معرفی الگوی تحقیق

الگوریتم فوق، توسط رینهارد نک و جوزف ماتولکا^۱ (۱۹۹۲) طراحی شده و با توجه به مقالات متعدد ویشتراوس^۲ در دهه ۱۹۹۰ و اوایل دهه ۲۰۰۰ گسترش یافته است (ویشتراوس و نک، ۲۰۰۰). این الگوریتم به منظور بهینه‌سازی، یک تابع هدف بین‌دوره‌ای را با توجه به محدودیت‌هایی، توسط یک سیستم معادلات پویا و غیرخطی در شرایط مختلف قطعی و تصادفی بهینه‌سازی می‌کند. در اینجا تابع هدف از نوع زیان است که روی انحراف متغیرهای کنترل (U) و وضعیت (X) از مقادیر مطلوب آنها و در خلال دوره زمانی $t=s, \dots, T$ جریمه‌ای با وزن W بسته می‌شود.

$$L_t(X_t, U_t) = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} X_t - \bar{X}_t \\ U_t - \bar{U}_t \end{bmatrix}' \cdot W_t \cdot \begin{bmatrix} X_t - \bar{X}_t \\ U_t - \bar{U}_t \end{bmatrix} \quad (1)$$

که در آن X و U به ترتیب بردارهای n بُعدی و m بُعدی هستند. در صورتی که s زمان شروع و T زمان پایانی در دوره برنامه‌ریزی باشد، ماتریس وزن (w)، به صورت زیر قابل تعریف است:

$$W_t = \begin{bmatrix} W_t^{xx} & W_t^{xu} \\ W_t^{ux} & W_t^{uu} \end{bmatrix} \quad t = s, \dots, T \quad (2)$$

که در آن x عامل تنزیل است. با فرض اینکه w ماتریس متقارن است:

$$\begin{pmatrix} W_t^x \\ W_t^u \end{pmatrix} = -W_t \begin{pmatrix} \bar{X}_t \\ \bar{U}_t \end{pmatrix} \quad (3)$$

$$W_t^c = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} \bar{X}_t \\ \bar{U}_t \end{pmatrix} = -W_t \begin{pmatrix} \bar{X}_t \\ \bar{U}_t \end{pmatrix} \quad (4)$$

بنابراین تابع هدف به صورت زیر قابل بازنویسی است:

$$L_t(X_t, U_t) = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} X_t \\ U_t \end{pmatrix}' W_t \begin{pmatrix} X_t \\ U_t \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} X_t \\ U_t \end{pmatrix}' \begin{pmatrix} W_t^x \\ W_t^u \end{pmatrix} + W_t^c \quad (5)$$

محدودیت مسأله بهینه‌سازی توسط سیستم معادلات تفاضلی و غیرخطی زیر تعریف می‌شود:

1. Reinhard Neck and Josef Matulka

2. Weyerstrass

$$X_t = F(X_{t-1}, X_t, U_t, \dots, Z_t) + V_t, \quad t = s, \dots, T \quad (6)$$

که در آن بردار p بُعدی از پارامترهای سیستم، Z بردار متغیرهای برون‌زای بدون کنترل و V بردار اجزای اخلال سیستم هستند.

به منظور اجرای الگوریتم کنترل بهینه تصادفی، ورودی‌های زیر مورد نیاز هستند: سیستم معادلات پویا $f(\dots)$ ، مقادیر اولیه متغیرهای وضعیت $(X_{s-1} = \dot{X}_{s-1})$ ، مقادیر آزمایشی متغیرهای کنترل $((U_t)_{t=s}^0)$ ، مسیر زمانی متغیرهای برون‌زای بدون کنترل $((Z_t)_{t=s}^T)$ ، مقادیر مورد انتظار پارامترهای سیستم (\dots) ، ماتریس کوواریانس پارامترهای سیستم $(\sum \dots)$ ، ماتریس کوواریانس اجزای اخلال سیستم (\sum^{VV}) ، ماتریس‌های وزن تابع هدف W^{xx}, W^{ux}, W^{uu} ، عامل تنزیل تابع هدف (x) ، مقادیر هدف متغیرهای وضعیت $(\overline{X}_t)_{t=s}^T$ و مقادیر هدف متغیرهای کنترل $(\overline{U}_t)_{t=s}^T$. الگوریتم کنترل بهینه تصادفی در محیط برنامه‌نویسی گاوس^۱ قابل اجراست. مقادیر بهینه متغیرهای کنترل از طریق فرآیند تکرار در مراحل زیر حاصل می‌شود.

مرحله ۱: با استفاده از الگوریتم گاوس - سایدل و توسط مسیره‌های آزمایشی متغیرهای کنترل و سیستم معادلات، مسیر آزمایشی متغیرهای وضعیت $((X_t)_{t=s}^T)$ محاسبه می‌شوند.
 مرحله ۲: مراحل (a) تا (e)، تا حصول همگرایی تکرار شود. همگرایی زمانی حاصل می‌شود که مقادیر محاسبه‌شده متغیرهای کنترل و وضعیت از یک مقدار بسیار کوچک بیشتر نشود.
 (a): مقادیر اولیه را در معادلات برگشتی قرار می‌دهیم:

$$H_{T+1} = 0_{n \times n} \quad (7)$$

$$h_{T+1}^x = 0_n \quad (8)$$

$$h_{T+1}^c = 0 \quad (9)$$

$$h_{T+1}^s = 0 \quad (10)$$

$$h_{T+1}^p = 0 \quad (11)$$

(b) مراحل (I) تا (vii) را برای $t = s, \dots, t$ تکرار می‌کنیم:
 (I) مقادیر مورد انتظار پارامترهای سیستم معادلات خطی شده را محاسبه می‌کنیم:

$$X_t = A_t X_{t-1} + B_t U_t + C_t + e_t, \quad t = s, \dots, T \quad (12)$$

$$A_t = (I_n - F_{x_t})^{-1} \cdot F_{x_{t-1}} \quad (13)$$

$$B_t = (I_n - F_{x_t})^{-1} \cdot F_{u_t} \quad (14)$$

$$C_t = \overset{\circ}{X}_t - A_t \overset{\circ}{X}_{t-1} - B_t \overset{\circ}{U}_t \quad (15)$$

$$e_t = (I_n - F_{x_t})^{-1} \cdot v_t \quad (16)$$

$$\text{cov}_{t-1}(e_t, e_t) = (I_n - F_{x_t})^{-1} \Sigma^w \left[(I_n - F_{x_t})^{-1} \right] \quad (17)$$

(ii) مشتق پارامترهای سیستم خطی شده را نسبت به محاسبه می‌کنیم:

$$D^{A_t} = \left[(I_n - F_{x_t})^{-1} \otimes I_p \right] \left[F_{x_t, n} A_t + F_{x_{t-1}, n} \right] \quad (18)$$

$$D^{B_t} = \left[(I_n - F_{x_t})^{-1} \otimes I_p \right] \left[F_{x_t, n} B_t + F_{u_t, n} \right] \quad (19)$$

$$D^{C_t} = \text{vec} \left[\left((I_n - F_{x_t})^{-1} F_{x_t} \right)' \right] - D^{A_t} \overset{\circ}{X}_{t-1} - D^{B_t} \overset{\circ}{U}_t \quad (20)$$

(iii) اثر پارامترهای تصادفی را با استفاده از روابط زیر محاسبه می‌کنیم:

$$\left[\mathbb{E}_t^{AKA} \right]_{i,j} = T_r \left[K_t \cdot D^{a_t,j} \cdot \text{cov}_{t-1}(u, u) (D^{a_t,i})' \right] \quad (21)$$

$$\left[\mathbb{E}_t^{BKA} \right]_{i,j} = T_r \left[K_t \cdot D^{a_t,j} \cdot \text{cov}_{t-1}(u, u) (D^{b_t,i})' \right] \quad (22)$$

$$\left[\mathbb{E}_t^{BKB} \right]_{i,j} = T_r \left[K_t \cdot D^{b_t,j} \cdot \text{cov}_{t-1}(u, u) (D^{b_t,i})' \right] \quad (23)$$

$$\left[V_t^{AKC} \right]_{i,j} = T_r \left[K_t \cdot D^{c_t} \cdot \text{cov}_{t-1}(u, u) (D^{a_t,i})' \right] \quad (24)$$

$$\left[V_t^{BKC} \right]_{i,j} = T_r \left[K_t \cdot D^{c_t} \cdot \text{cov}_{t-1}(u, u) (D^{b_t,i})' \right] \quad (25)$$

$$\left[V_t^{BKC} \right]_{i,j} = T_r \left[K_t \cdot D^{c_t} \cdot \text{cov}_{t-1}(u, u) (D^{c_t})' \right] \quad (26)$$

(iv) تابع هدف را به فرم درجه دوم عمومی می‌نویسیم:

$$W_t^{xx} = r^{t-1} \cdot W^{xx} \quad (27)$$

$$W_t^{ux} = r^{t-1} \cdot W^{ux} \quad (28)$$

$$W_t^{uu} = r^{t-1} \cdot W^{uu} \quad (29)$$

$$W_t^x = -W_t^{xx} \bar{X}_t - W_t^{xu} \bar{U}_t \quad (30)$$

$$W_t^u = -W_t^{ux} \bar{X}_t - W_t^{uu} \bar{U}_t \quad (31)$$

$$W_t^c = \frac{1}{2} X_t^{-1} W_t^{xx} + \bar{U}'_t W_t^{ux} \bar{X}_t + \frac{1}{2} \bar{U}'_t W_t^{uu} \bar{U}_t \quad (32)$$

(v) پارامترهای تابع زیان تجمعی (انباشته) را محاسبه می‌کنیم:

$$K_t = W_t^{xx} + H_{t+1} \quad (33)$$

$$K_t^x = W_t^x + H_{t+1}^x \quad (34)$$

$$X_t^{xx} = \Psi_t^{AKA} + E_{t-1}(A_t)' k_t E_{t-1}(A_t) \quad (35)$$

$$X_t^{xu} = (X_t^{ux})' \quad (36)$$

$$X_t^{ux} = \Psi_t^{BKA} + E_{t-1}(B_t)' k_t E_{t-1}(A_t) + W_t^{ux} E_{t-1}(A_t) \quad (37)$$

$$X_t^{uu} = \Psi_t^{BKB} + E_{t-1}(B_t)' k_t E_{t-1}(B_t) + 2E_{t-1}(B_t)' W_t^{xu} + W_t^{uu} \quad (38)$$

$$\}^x_t = V_t^{AKC} + E_{t-1}(A_t)' k_t E_{t-1}(C_t) + E_{t-1}(A_t)' k_t^x \quad (39)$$

$$\}^u_t = V_t^{BKC} + E_{t-1}(B_t)' k_t E_{t-1}(C_t) + E_{t-1}(B_t)' k_t + W_t^{ux} E_{t-1}(C_t) + W_t^{uu} \quad (40)$$

(vi) پارامترهای قاعده برگشتی (پس‌خور) را محاسبه می‌کنیم:

$$G_t = -(X_t^{uu})^{-1} X_t^{ux} \quad (41)$$

$$g_t = -(X_t^{uu})^{-1} \}^u_t \quad (42)$$

(vii) پارامترهای تابع حداقل زیان انباشته را محاسبه می‌کنیم:

$$H_t = X_t^{xx} - X_t^{xu} (X_t^{uu})^{-1} X_t^{ux} \quad (43)$$

$$h_t^x = \}^x_t - X_t^{xu} (X_t^{uu})^{-1} X_t^u \quad (44)$$

$$h_t^c = \}^c_t - \frac{1}{2} (\}^u_t)' (X_t^{uu})^{-1} X_t^u \quad (45)$$

$$h_t^s = \}^s_t \quad (46)$$

$$h_t^p = \}^p_t \quad (47)$$

(c) مسیرهای رو به جلو: مراحل (i) و (ii) را برای $t = s, \dots, T$ تکرار می‌کنیم:

(i) مقادیر بهینه و مورد انتظار متغیرهای کنترل را محاسبه می‌کنیم:

$$U_t^* = G_t X_{t-1} + g_t \quad (48)$$

(ii) با استفاده از الگوریتم گاوس - سایدل مقادیر بهینه متغیرهای وضعیت X_t^* را محاسبه می‌کنیم:

$$(\overset{\circ}{X})_{t=s}^T = (X^*)_{t=s}^T \quad (49)$$

$$(\overset{\circ}{U}_t)_{t=s}^T = (U^*)_{t=s}^T \quad (50)$$

(e) در پایان، تابع زیان انباشته مورد انتظار محاسبه می‌شود^۱:

$$j_s^* = X_s' H_s X_{s-1}' + X_{s-1}' + h_{s-1}^x + h_{s-1}^c + h_{s-1}^p + h_{s-1}^s \quad (51)$$

در پژوهش حاضر، به منظور افزایش توان تطبیق الگو با دنیای واقعی، فرض شده است که حجم اسمی نقدینگی و مخارج دولت، برابر مقادیر تحقق یافته آنها در طول سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۵ که در حقیقت دوره زمانی بهینه‌سازی را تشکیل می‌دهند، باشند. متغیر کنترل مسأله بهینه‌سازی، کل واردات است. در جدول (پیوست ۱)، فهرست کلیه متغیرها آورده شده است. در تابع هدف، با فرض ثابت بودن ترجیحات سیاستگذار در طول سال‌های فوق، ماتریس وزن تابع هدف به صورت:

$$W_t = r^{-t} \cdot W, \quad t=1, \dots, \varepsilon$$

تعریف شده است که در آن عامل تنزیل و W ماتریس جریمه‌های ثابت در تابع هدف هستند. در ماتریس W برای رشد اقتصادی وزن ۱۰۰ و برای واردات وزن ۱۰ داده شده است. انتخاب وزن برای متغیرها بر اساس روش پیشنهادی نک و کارباز (۱۹۹۵) است. سایر عناصر ماتریس « W » برابر صفر و با توجه به فرض ثابت بودن ترجیحات سیاستگذار $= 1$ فرض شده است. مقادیر مطلوب متغیرهای تابع هدف، مقادیر هدف‌گذاری شده (نرخ رشد اقتصادی و واردات) در برنامه چهارم توسعه هستند. بهینه‌سازی تابع هدف فوق با توجه به سیستم معادلات پویا و غیرخطی که در جدول (پیوست ۲) آورده شده است، انجام می‌شود. سیستم معادلات، شامل دو گروه معادلات اقتصادسنجی و روابط تعریفی است. معادلات اقتصادسنجی فوق در حقیقت شامل مجموعه معادلات طرف تقاضاست که شامل معادلات بازار کالاها و خدمات و بازار پول است. این معادلات بر اساس نظریه‌های مرسوم و متعارف در ادبیات اقتصاد تعریف شده‌اند. در بازار کالاها و خدمات، صادرات غیرنفتی (XNOR)، درآمد مالیاتی (TAXRN)، سرمایه‌گذاری

۱. برای اطلاعات بیشتر رجوع شود به: Neck & Matulka (1992)

بخش خصوصی (IPR) و مصرف بخش خصوصی (CPR)، معادلات مربوط به متغیرهای حالت و درون‌زای سیستم معادلات مسأله بهینه‌سازی را تشکیل می‌دهند. در این خصوص، مطابق با نظریه‌های متعارف در اقتصاد کلان، صادرات غیرنفتی تابعی از نرخ ارز حقیقی در نظر گرفته شده است. همچنین درآمدهای مالیاتی نیز تابعی از تولید ناخالص داخلی است. علاوه بر این، در سیستم معادلات، سرمایه‌گذاری بخش خصوصی تابعی از تولید و نرخ بهره و مصرف بخش خصوصی نیز تابعی از درآمد قابل تصرف و حجم واقعی نقدینگی (به‌عنوان یک متغیر جانشین برای ثروت)، در نظر گرفته شده است. همچنین در این پژوهش، مخارج دولت و صادرات نفتی به‌صورت برون‌زا در نظر گرفته شده‌اند. در اینجا، به منظور انطباق بیشتر الگو با شرایط دنیای واقعی، مقادیر تحقق‌یافته مخارج دولت (TGER) و کل صادرات نفتی (XOR)، در رابطه تعریفی تولید ناخالص داخلی آورده شده‌اند. در سیستم معادلات پویای تصادفی، معادله شماره ۶، در حقیقت شامل حجم اسمی پول و سطح عمومی قیمت‌هاست. این معادله بر اساس نظریه پولیون مبنی بر پولی بودن تورم در الگو آورده شده است. همچنین در معادلات پیشنهادی، مقادیر با وقفه متغیرهای درون‌زا، به‌منظور پویایی سیستم معادلات به پیشنهاد طراحان الگو (رینهارد نک و جوزف ماتولکا (۱۹۹۲))، در معادلات وارد شده‌اند.

به‌منظور اجرای الگوریتم فوق، سیستم معادلات، مقادیر اولیه متغیرهای وضعیت، متغیرهای برون‌زای بدون کنترل^۱، مسیرهای آزمایشی برای متغیرهای وضعیت^۲، مقادیر مورد انتظار و ماتریس کوواریانس بردار پارامترهای تصادفی^۳، ماتریس کوواریانس اختلال سیستم^۴، ماتریس وزن تابع هدف و مسیرهای مطلوب برای متغیرهای وضعیت و کنترل^۵ به‌عنوان ورودی‌های الگوریتم مورد نظر هستند.

در این مقاله، مقادیر اولیه متغیرهای برون‌زای بدون کنترل و وضعیت، شامل مقادیر تحقق‌یافته این متغیرها در سال ۱۳۸۴ هستند. همچنین مسیرهای آزمایشی برای متغیرهای وضعیت، با قرار دادن مقادیر متغیرهای برون‌زای بدون کنترل و متغیرهای کنترل در سیستم معادلات و شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزار میپل^۶ محاسبه شده‌اند. در فرآیند شبیه‌سازی، داده‌های مربوط به روند متغیرهای کنترل (مقادیر اولیه) و متغیرهای بدون کنترل برابر مقادیر

1. Non Control Exogenous Variable
2. The Tentative Path for State Variable
3. The Expected Value and The Covariance Matrix of The stochastic Parameter Vector
4. The Covariance Matrix of The Additive System Noise
5. The Desired Path of The state and Control Variables
6. MAPLE

تحقق یافته آنها در خلال سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۵ هستند. الگوریتم طراحی شده، در محیط برنامه‌نویسی گاوس قابل اجراست.

۴. یافته‌های تحقیق

نتایج حاصل از برآورد الگوی اقتصادسنجی پیشنهادی، در جدول ۱ آورده شده‌اند. همان‌طور که از اطلاعات جدول فوق مشاهده می‌شود، علامت ضریب نرخ واقعی ارز، مثبت است. این موضوع نشان می‌دهد با افزایش نرخ واقعی ارز، صادرات غیرنفتی افزایش می‌یابد. همچنین علامت ضریب تولید ناخالص داخلی اسمی، در معادله درآمد مالیاتی مثبت است. این امر بیانگر این است که افزایش تولید موجب افزایش درآمد مالیاتی می‌شود. در سیستم معادلات پویای پیشنهادی، ضریب نرخ بهره دارای علامت منفی است که نشان‌دهنده تأثیر معکوس نرخ بهره بر سرمایه‌گذاری است. در معادله مصرف واقعی بخش خصوصی، ضریب میل نهایی مصرف برابر ۰/۱۶ به دست آمده که مقدار و علامت آن مطابق با مبانی متعارف اقتصاد کلان و نظریه‌های مصرف است. همچنین در این معادله، تأثیر حجم واقعی نقدینگی بر میزان مصرف بخش خصوصی مثبت بوده که این نتیجه مطابق با نظریه اثر ثروت پیگو است.

جدول (۱) نتایج حاصل از برآورد ضرایب سیستم معادلات

معادلات رفتاری				
۱	$XNOR = 0.86 * XNOR(-1) + 0.56 * RER$			
	t:	(۳.۶)	(۲.۵)	R2=0.8 D.W=2
۲	$TAXRN = 390.7 + 0.058 * GDPN$			
	t:	(1.37)	(26.4)	2=0.98 D.W=1.9
۳	$GDPDEF = GDPDEF(-1) + 0.19 * CPID$			
	t:	(16)	(3.07)	R2=0.99 D.W=2.02
۴	$IPR = 0.26 * GDPR - 4213.13 * IRN$			
	t:	(9)	(4.5)	R2=0.82 D.W=2.09
۵	$CPR = 0.49 * CPR(-1) + 0.16 * YDR + 0.071 * M3R$			
	t:	(3.2)	(2.9)	(2.1) R2=0.97 D.W=2
۶	$CPID = 1.5 + 1.14 * CPID(-1) + 1.0000012 * M3N$			
	t:	(1.05)	17.4	1.05 R2=0.99 D.W=1.99

مأخذ: محاسبات تحقیق

در جدول ۲، مقادیر بهینه، مصوب و نیز تحقق‌یافته واردات در سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۵ آورده شده‌اند. بر اساس داده‌های این جدول، مقادیر بهینه واردات کمتر از مقادیر مصوب و تحقق‌یافته بوده و از روند نزولی برخوردار است. به عبارت دیگر مقادیر بهینه واردات با یک روند نزولی از ۷۳۵۵۸/۸ میلیارد ریال در سال ۱۳۸۵، به ۴۶۹۴۴/۵ میلیارد ریال در سال ۱۳۸۸ کاهش می‌یابد. همان‌طور که از اطلاعات جدول ۲ مشاهده می‌شود، در خلال سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۵ میزان حجم واردات بیش از مقادیر مصوب و مقادیر بهینه محاسبه شده است. در جدول ۳، مقادیر مصوب و تحقق‌یافته نرخ رشد اقتصادی، با مقادیر حاصل از کنترل واردات در سطح مقادیر بهینه محاسبه شده آورده شده‌اند. همان‌طور که داده‌های جدول فوق نشان می‌دهند، نرخ رشد اقتصادی تحقق‌یافته پایین‌تر از مقادیر مصوب بوده است. این امر با توجه به اینکه واردات یک منبع نشت بوده و مقادیر تحقق‌یافته واردات بیش از مقادیر مصوب آن بوده‌اند، قابل توجیه است. همچنین بر اساس داده‌های جدول ۳، در صورت کنترل واردات در سطح بهینه محاسبه شده (و با فرض ثابت بودن سایر عوامل)، نرخ رشد اقتصادی هدف برنامه چهارم قابل حصول بوده است.

جدول (۲) مقادیر بهینه، مصوب و تحقق‌یافته واردات (میلیارد ریال)

واردات	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸
مقادیر مصوب واردات	۱۰۵۷۱۷/۸	۱۱۴۱۷۵/۳	۱۲۳۳۰۹/۳	۱۳۳۱۷۴/۱
مقادیر تحقق‌یافته واردات	۹۹۲۴۱/۱	۱۰۲۳۳۶/۲	۱۱۲۱۳۶/۳	۱۰۴۱۳۱/۱
مقادیر بهینه واردات	۱۳۵۵۸/۸	۵۳۵۷۹/۱	۵۴۴۶۳/۳	۴۶۹۴۴/۵

مأخذ: مقادیر بهینه واردات از نتایج بهینه‌سازی، ارقام نرخ رشد تحقق‌یافته از داده‌های منتشر شده توسط بانک مرکزی و ارقام مربوط به مقادیر مصوب از قانون برنامه پنج‌ساله چهارم توسعه اقتصادی - اجتماعی و فرهنگی کشور استخراج شده است.

جدول (۳) مقادیر مصوب و تحقق‌یافته نرخ رشد اقتصادی (درصد)

رشد اقتصادی	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸
نرخ رشد مصوب برنامه چهارم	۸	۸	۸	۸
نرخ رشد تحقق‌یافته	۶/۶	۶/۷	۲/۳	۳/۷
نرخ رشد در شرایط کنترل واردات در سطح مقادیر بهینه	۷/۹	۷/۹	۷/۸	۷/۹

مأخذ: مقادیر بهینه رشد اقتصادی از نتایج بهینه‌سازی، ارقام نرخ رشد اقتصادی تحقق‌یافته از داده‌های منتشر شده توسط بانک مرکزی و ارقام مربوط به مقادیر مصوب از قانون برنامه پنج‌ساله چهارم توسعه اقتصادی - اجتماعی و فرهنگی کشور استخراج شده است.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهاد

اقتصاد ایران طی نیم قرن اخیر نوسانات قابل توجهی در رشد اقتصادی را تجربه کرده است. به همین دلیل دستیابی به رشد اقتصادی بالا و پایدار با توجه به جایگاه ایران در منطقه «منا»^۱ در سند چشم‌انداز، ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. برای این منظور، کنترل بهینه برخی شاخص‌ها و متغیرهای کلان از اهمیت خاصی برخوردار است. واردات از جمله متغیرهای اثرگذار بر تولید ملی، رشد اقتصادی و اشتغال است که افزایش آن به‌ویژه در سال‌های دهه ۱۳۸۰، با نگرانی مسوولان و برنامه‌ریزان اقتصادی همراه بوده است.

در این پژوهش، از روش برنامه‌ریزی پویای تصادفی برای تعیین مقادیر بهینه واردات به‌عنوان مقادیری که بتوانند اهداف برنامه چهارم در خصوص رشد اقتصادی کشور را با کمترین انحراف تأمین کنند، استفاده شد. برای این منظور یک تابع زیان رفاهی از نوع درجه دوم - خطی برای سیاستگذار طراحی و در آن برای انحراف نرخ رشد اقتصادی از مقادیر مصوب در برنامه چهارم، جریمه وضع شد. تابع هدف پویا و بین‌دوره‌ای فوق با توجه به برآورد یک سیستم کلان‌سنجی کینزی (طرف تقاضا) به روش معادلات بلمن حداقل‌سازی شد. در این پژوهش به‌منظور تطابق بیشتر نتایج با دنیای واقعی، فرض شده است که مقادیر مربوط به مخارج دولت و حجم نقدینگی، مقادیر تحقق‌یافته آن باشد. نتایج به‌دست آمده نشان داد مقادیر مطلوب واردات از مقادیر مصوب آنها در برنامه چهارم توسعه و مقادیر تحقق‌یافته کمتر است. با عنایت به اینکه طی سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۸۸ میزان واردات از مقادیر مصوب آن بیشتر و نرخ رشد اقتصادی کمتر از میزان هدف‌گذاری شده در برنامه چهارم بوده‌اند، بنابراین به نظر می‌رسد میزان نسبتاً بالای واردات، برخی تلاش‌های انجام‌شده در خصوص دستیابی به نرخ رشد بالای اقتصادی را بی‌نتیجه گذاشته است. این امر زمانی بیشتر نمایان می‌شود که کنترل واردات در سطح مقادیر بهینه (به کمتر از مقادیر مصوب است)، رشد اقتصادی کشور را از روند باثبات و نزدیک به مقادیر مصوب برنامه چهارم برخوردار می‌کند. توجه بیشتر به کنترل بهینه واردات (کنترل واردات بر اساس اهداف کلان اقتصادی) و استفاده از نظریه بهینه‌سازی پویای تصادفی در برنامه‌ریزی‌های اقتصادی می‌تواند به‌عنوان توصیه‌های سیاستی و کاربردی این پژوهش محسوب شوند.

1. MENA (Middle East and North Africa Countries)

فهرست منابع

منابع فارسی

فرجادی، غلامعلی و لعلی، محمدرضا. (۱۳۷۶). تأثیر واردات کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای بر رشد اقتصادی ایران. *پژوهشنامه بازرگانی*، شماره ۴، پاییز.

منابع انگلیسی

- Ai Ting, Goh & Olivier, J. (2002). Learning by doing, Trade in Capital Goods and Growth. *Journal of International Economics*, vol. 56, 411-444.
- Awokuse, T.O. (2007). Causality between Exports, Imports and Economic Growth: Evidence from Transition Economies. *Economics Letters* 94:389-95.
- Esfahani, H.S. (1991). Exports, Imports and Economic Growth in Semi-Industrialized Countries. *Journal of Development Economics* 35:93-116.
- Jafari Samimi, A., Tehranchian, Amir Mansoor. (2005). an Application of the Stochastic Optimal Control Algorithm (OPTCON) to the Public Sector Economy of Iran. *Iranian Economic Review*, Vol. 10, No.13, Spring.
- Grossman, G.M., Helpman, E. (1991). Innovation and Growth in The Global Economy. *Cambridge*: MIT Press.
- Humpage, O.F. (2000). Do Imports Hinder or Help Economic Growth?. *Economic Commentary*, Federal Reserve Bank of Cleveland.
- Kendrick, D. (1981). *Stochastic Control for Economic Model*. New York McGraw Hill Press.
- Lee, jong-wha. (1995). Capital Good Imports and Long Run Growth. *Journal of Development Economic*. Vol 98, pp: 500-529.
- Neck, Reinhard & Matulka, Josef. (1992). OPTCON: An Algorithm for the Optimal Control of Nonlinear Stochastic Models. *Annals of Operation Research*. 37-pp: 375-401.
- Mazumdar, J. (2001). Imported Machinery and Growth in LDCs. *Journal of Development Economics* 65:209-24.

- Pinch, Eind. (1993). *Optimal Control and Calculus of Variation*, Oxford University Press.
- Ramos, F.F.R. (2001). Exports, Imports and Economic Growth in Portugal: Evidence from Causality and Cointegration Analysis. *Economic Modeling* 18:613-23.
- Thangavelu, S.M., Racjaguru, G. (2004). Is There An Export or Import Led Productivity Growth in Rapidly Developing Asian Countries? A Multivariate VAR Analysis. *Applied Economics*, 36(10):1083-1094.
- Ugur, Ahmet. (2008). Import and Economic Growth in Turkey: Evidence from Multivariate VAR Analysis, *East-West Journal of Economics and Business*, Vol. XI, pp.54-75.
- Veeramani, Choorikkad. (2009). Impact of Imported Intermediate and Capital Goods on Economic Growth: A Cross Country Analysis, *Journal of International Economic*, Vol. 2, pp 234-345. January.
- Weyerstrass, Klaus & Neck, Reinhard (2000). Towards an Objective Function for Slovenian Fiscal Policy – Making: A Heuristic Approach. Proceeding of The Fourth International Conference On Econometric Precision Models Constructing and Applying Objectivity Decision, *University of Hagan, Hed In Haus Nordhelle*,. No.28-31, pp: 366-389, August.

پیوست‌ها

پیوست ۱- فهرست متغیرهای وضعیت، کنترل و برون‌زای بدون کنترل

متغیرهای وضعیت (درون‌زا)	
GDPR	تولید ناخالص واقعی داخلی
GRCPID	رشد شاخص قیمت مصرف‌کننده
M3R	حجم واقعی نقدینگی
TAXRR	درآمد مالیاتی واقعی دولت
YDR	درآمد قابل تصرف واقعی
RER	نرخ ارز
GDPN	تولید ناخالص اسمی داخلی
GRGDPR	نرخ رشد تولید ناخالص واقعی داخلی
TGER	مخارج واقعی دولت
XNOR	صادرات واقعی غیرنفتی
TAXRN	درآمد مالیاتی اسمی دولت
GDPDEF	شاخص ضمنی قیمت
IPR	مخارج سرمایه‌گذاری واقعی بخش خصوصی
CPR	مخارج مصرفی واقعی بخش خصوصی
CPID	شاخص ضمنی قیمت
متغیر کنترل	
TIMPR	میزان واقعی واردات
متغیرهای برون‌زای بدون کنترل	
NER	نرخ ارز
IRN	نرخ بهره بلندمدت
XOR	صادرات غیرنفتی
CPIF	شاخص قیمت‌های خارجی
M3N	حجم اسمی نقدینگی
TGEN	مخارج اسمی دولت

پیوست ۲- معادلات رفتاری و تعریفی

معادلات رفتاری	
1	$XNOR = \alpha_1 XNOR(-1) + \alpha_2 RER + v_1$
2	$TAXRN = \alpha_3 + \alpha_4 GDPN + v_2$
3	$GDPDEF = \alpha_5 GDPDEF(-1) + \alpha_6 CPID + v_3$
4	$IPR = \alpha_7 GDPDPR + \alpha_8 IRN + v_4$
5	$CPR = \alpha_9 CPR(-1) + \alpha_{10} YDR + \alpha_{11} M3R + v_5$
6	$CPID = \alpha_{12} + \alpha_{13} CPID(-1) + \alpha_{14} M3N + v_6$
معادلات تعریفی	
7	$GDPR = CPR + IPR + TGER + XOR + XNOR - TIMPR$
8	$GRCPID = \frac{CPID - CPID(-1)}{CPID(-1)} \times 100$
9	$M3R = \frac{M3N}{CPID} \times 100$
10	$TAXRR = \frac{TAXRN}{GDPDEF} \times 100$
11	$YDR = GDPR - TAXRR$
12	$RER = \frac{CPIF}{CPID} \times 100$
13	$GDPN = \frac{GDPR \times GDPDEF}{100}$
14	$GRGDPR = \frac{GDPR - GDPR(-1)}{GDPR(-1)} \times 100$

مأخذ: معادلات تحقیق

