

فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی (سال ششم، شماره ۳ «پیاپی ۱۹»، پاییز ۱۳۹۱، صفحات ۵۸-۴۱)

هدف گذاری تورم: کاربردی از نظریه کنترل بهینه

میرحسین موسوی* زهرا مستعانی**
تاریخ دریافت: ۹۱/۰۳/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۹/۲۸

چکیده

هدف این مقاله هدف گذاری تورم و استخراج روند حرکتی تورم طی دوره زمانی برنامه پنجم توسعه (۱۳۸۷-۱۳۹۵) توسط مقام پولی با استفاده از نظریه کنترل بهینه است. برای این منظور با استفاده از داده های سری زمانی طی دوره (۱۳۸۶-۱۳۵۷) از طریق حداقل سازی تابع زیان بانک مرکزی با توجه به رفتار تولید، تورم و تغییرات نرخ ارز، اقدام به استخراج تابع عکس العمل نرخ بهره (نرخ سود سپرده های بانکی) برای هدف گذاری تورم شده است. یافته‌های مقاله نشان می‌دهد که مقام پولی باید برای کنترل تورم طی دوره‌ای نرخ سود سپرده‌های بانکی را افزایش دهد تا از این طریق از یک طرف نقدینگی‌های سرگردان در بازار و در دسترس مردم را جمع‌آوری کند و از طرف دیگر با تزریق نقدینگی جمع‌آوری شده به بخش تولید، هزینه‌های تامین مالی سرمایه‌گذاری بخش تولید راکاهش دهد. این سیاست باعث خواهد شد تورم روند کاهشی در پیش گرفته و به سمت مقدار هدف گذاری شده حرکت کند.

طبقه‌بندی JEL: E58, E32, E31

واژگان کلیدی: هدف گذاری تورم، نظریه کنترل بهینه، قاعده تیلور.

*استادیار دانشگاه الزهراء (س)، گروه اقتصاد، تهران، ایران (نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی:

hmousavi_atu@yahoo.com
zmostaani@gmail.com

**دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه الزهراء، پست الکترونیکی:

_____ فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی (سال ششم، شماره ۳ «پیاپی ۱۹»، پاییز ۱۳۹۱)

۱. مقدمه

به وجود آمدن برخی معضلات در اجرای سیاستهای پولی موجب شده است که شماری از کشورهای صنعتی دامنه‌ای از تغییرات سطح عمومی قیمت‌ها را به عنوان یک لنگر اسمی و یک چارچوب سیاستی انتخاب کنند. در این میان کشورهای در حال توسعه در اجرای این سیاست در مقایسه با کشورهای صنعتی دچار مشکلاتی شدند که از آن جمله می‌توان به نرخ تورم سرسام آور که منجر به دشوارتر نمودن پیش بینی های نرخ تورم آتی، عدم استقلال بانک مرکزی در اجرای سیاست‌های پولی، وجود نوسانات شدید نرخ ارز و بالاخره عدم وجود اطلاعات کافی در زمینه داده‌های اقتصادی اشاره نمود. با توجه به برخی نظریات اقتصادی موجود، وجود تورم در یک دامنه‌ای لازمه رشد اقتصادی است (سارل^۱، ۱۹۹۶). تورم و رشد اقتصادی در دهه‌های اخیر توجه بسیاری از سیاست‌گذاران و اقتصاددانان را به خود جلب نموده است به نحوی که بحث سازگاری یا عدم سازگاری زمانی^۲ دستیابی به اهداف تورم، طیف وسیعی از ادبیات اقتصادی را به خود اختصاص داده است. تورم بی تردید هزینه‌هایی برای اقتصاد به دنبال دارد به همین دلیل دولت برای جلوگیری از هزینه‌های اقتصادی، سیاسی و اجتماعی تورم باید به تثبیت و تعیین دامنه‌ای بهینه برای تغییرات سطح عمومی قیمت‌ها به عنوان هدف اصلی سیاست‌های خود مبادرت نماید. در طول دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ میلادی بسیاری از کشورها نرخ‌های بالای تورم را تجربه کردند بنابراین بسیاری از سیاستگذاران و صاحب نظران اقتصادی به فکر یافتن یک ابزار سیاستی جدید جهت کنترل تورم افتادند. از آن سال‌ها به بعد سیاست هدف گذاری تورم به عنوان یک سیاست جایگزین برای سایر ابزارهای سیاست پولی در امر کنترل تورم مطرح شد.

امروزه هدف گذاری تورم به یک فرایند عملکردی استاندارد برای بانک‌های مرکزی سراسر جهان تبدیل شده است. در دهه‌های اخیر به واسطه وجود شوک‌های نفتی و ارزی و در نتیجه به دلیل وجود محیط بسیار تورمی، بسیاری از بانک‌های مرکزی در مورد اثرات بالقوه تغییرات ارزش پول‌های ملی بر تورم نگران شدند. کشورهایی مثل استرالیا، کانادا و انگلستان از سیستم هدف گذاری تورم استفاده کردند که در نتیجه اجرای سیاست پولی از حمایت‌های لازم

1. Sarel

2. Time Inconsistency

هدف گذاری تورم: کاربردی از نظریه کنترل بهینه

برخوردار است. اعتقاد بر این است که این سیستم به طور مثال، برای کنترل پول در جهت کاهش تورم بهتر عمل می کند (اسونسون، ۱۹۹۷)^۱. در این نظریه، بانک مرکزی به جای تامین هدف های پولی، از پول های در اختیار خودش برای تعیین نرخ های بهره کوتاه مدت و بنابراین کنترل مستقیم تورم استفاده می کند. در این سیستم کنترل انتظارات تورمی بسیار ضروری می نماید. زیرا اگر بنگاه ها انتظار داشته باشند که تورم هدف گذاری شده تغییر می کند، شوک های تورمی بروز خواهد کرد. همچنین در اواسط سال ۲۰۰۸، بیشتر بانک های مرکزی کشورهای عضو سازمان توسعه و همکاری های اقتصادی و بسیاری از کشورهای در حال توسعه، هدف گذاری نرخ تورم را برگزیدند کشورهای پیرامون ایران مانند ترکیه نیز شروع به استفاده از سیستم هدف گذاری نرخ تورم به همراه قاعده سیاست پولی کرده اند (ایزنمن و همکاران^۲، ۲۰۱۰ و ایچنگرین^۳، ۲۰۰۲).

اقتصاد ایران از گذشته همواره شاهد تورم بالا بوده و در سال های اخیر به دلیل تشدید تحریم های یک طرفه علیه این کشور و همچنین اجرای برخی سیاست ها مانند هدفمندسازی یارانه ها این معضل تشدید شده است. در این راستا هدف این مقاله هدف گذاری تورم و استخراج روند حرکتی تورم طی دوره زمانی برنامه پنجم توسعه (۱۳۹۵-۱۳۸۷) توسط مقام پولی با استفاده از نظریه کنترل بهینه است.

در ادامه سازماندهی مقاله به صورت زیر است: در بخش دوم به مروری بر ادبیات موضوع پرداخته می شود. در بخش سوم اقدام به حداقل سازی تابع زیان بانک مرکزی با توجه به رفتار تولید، تورم و تغییرات نرخ ارز، جهت استخراج تابع عکس العمل نرخ بهره (نرخ سود سپرده های بانکی) شده است. بخش چهارم مقاله به برآورد مدل تصریح شده و اظهار نظر در مورد نتایج به دست آمده می پردازد. در پایان نتیجه گیری و رایه پیشنهاد های سیاستی رایه می شود.

1. Svensson, L.E.O.
2. Aizanman, Hutchison and Noy
3. Eichengreen

۲. ادبیات نظری

۲-۱. هدف گذاری تورم

نقطه شروع نظری در اقتصاد پولی بر این اصل مبتنی است که رابطه بلندمدتی بین تورم و فعالیت‌های حقیقی اقتصادی وجود ندارد. سیاست‌های پولی می‌تواند بدون تاثیرگذاری بر تولید بالقوه، شکاف محصول را تحت تاثیر قرار دهند. بنابراین متوسط نرخ تورم می‌تواند توسط بانک مرکزی کنترل شود بدون اینکه در بلندمدت هزینه‌ای مانند از دست دادن محصول یا کاهش اشتغال برای اقتصاد به دنبال داشته باشد (کریستنسن و هسن^۱، ۲۰۰۵). هدف گذاری تورم یکی از جدیدترین سیاست‌های پولی در سال‌های اخیر بوده است. به کارگیری این سیاست از دهه ۱۹۸۰، زمانی که شوک‌های نفتی باعث ایجاد تورم‌های بالا شده بود، شروع شد. معضل تورم در این دوره باعث گردید تا بسیاری از مؤسسات و نهادهای پولی خود را ملزم به مبارزه با تورم نمایند. با توجه به شکست رابطه بین پول و متغیرهای نهایی مثل تورم، اخیراً بسیاری از کشورها چارچوب هدف‌گذاری تورم را به عنوان نظام سیاست پولی خود برگزیده‌اند. هدف‌گذاری تورم چارچوبی برای هدایت سیاست‌های پولی است که در آن تصمیمات سیاستی به وسیله مقایسه تورم آتی مورد انتظار با هدف اعلام شده برای تورم، اتخاذ می‌گردند. در این چارچوب مقامات پولی یک مقداری برای تورم آتی به عنوان هدف در نظر می‌گیرند. اگر تورم مورد پیش‌بینی آنها برای افق زمانی خاصی در آینده متفاوت از هدف اعلام شده باشد، اقدام به اعمال سیاست پولی جدیدی خواهند کرد تا پیش‌بینی تورم منطبق بر مقدار مورد هدف قرار گیرد. از آنجاکه تورم آتی قابل مشاهده نمی‌باشد، هدف گذاری تورم می‌تواند به مثابه یک فرآیند دو مرحله‌ای تعبیر شود که در مرحله اول، مقامات پولی یک پیش‌بینی از تورم به عمل می‌آورند تا بررسی کنند که آیا تحت سیاست‌های فعلی، تورم بر هدف اعلام شده منطبق می‌گردد یا خیر. اگر این احتمال داده شود که تورم آتی با تورم مورد هدف برابر نیست، اجرای مرحله دوم ضروری می‌شود. در این مرحله، سیاست‌گذاران با استفاده از تغییر ابزار سیاست پولی سعی می‌کنند انحراف تورم آتی مورد انتظار را از تورم مورد هدف رفع کنند (گرین^۲، ۱۹۹۶). دو پیش نیاز اساسی برای هدف‌گذاری تورم نبود تسلط مالی^۳ و عدم تضاد با سایر

1. Christensen and Hansen
2. Green
3. Fiscal Dominance

اهداف سیاستی است. در عین حال که توافق کلی در خصوص تعریف هدف گذاری تورم وجود دارد، عمده اختلافها بر سر به کارگیری تعریف هدف گذاری به لحاظ تجربی در کشورها است (لاندرش، کوریو و اشمیت هبل^۱، ۲۰۰۱). لازم به ذکر است که گرچه هدف گذاری تورم شیوه مرسوم دهه ۱۹۹۰ میلادی است ولی این ایده که سیاست پولی باید آشکارا سطح قیمت را مورد هدف قرار دهد، قدمتی طولانی و قابل توجه دارد. فیشر (۱۹۹۳)^۲ و کینز^۳ (۱۹۳۰)، هر دو از هدف گذاری شاخص قیمت حمایت کرده اند. سوئدی ها نیز در دهه ۱۹۳۰ به پیروی از نوشته ها و عقاید اولیه ویکسل^۴، به منظور اجتناب از رکود حاصل از از فروپاشی نظام استاندارد طلا، یک هدف قیمت اتخاذ کردند.

اساس و پایه نظریه های کلان اقتصادی نئوکلاسیک های جدید نیز یک چارچوب نظری و مدلسازی برای تجزیه و تحلیل سیاست های پولی ارایه می نماید. در این مدل ها پیشنهاد می شود که بانک مرکزی باید سیاست فعال در جهت هدف گذاری تورم تعقیب نماید (گودفردن و کینگ^۵، ۱۹۹۷). فراگا و همکاران^۶ (۲۰۰۳) نشان داده اند که متوسط نرخ تورم در آن دسته از اقتصادهای نوظهور و در حال توسعه که سیاست هدف گذاری تورم را پذیرفته اند، بعد از به کارگیری این سیاست کاهش یافته است. نظریه پردازان دیگری از جمله فریدمن^۷ (۲۰۰۴) با به کارگیری سیاست هدف گذاری تورم در کشورهای دارای نرخ پایین تورم مخالفت نموده و معتقدند که این سیاست بانک های مرکزی را در دستیابی به اهداف خود با مشکل مواجه می نماید. البته فریدمن فواید حاصل از بکارگیری این سیاست را نفی نکرده و بر پذیرش آن برای برخی از کشورها اشاره می نماید.

به طور کلی ادبیات تجربی صورت گرفته در حوزه هدف گذاری تورم در قالب دو رویکرد بوده است. رویکرد اول، اثرات هدف گذاری تورم را بر تورم، نوسانات تورم و سایر متغیرهای کلان اقتصادی اندازه می گیرد. دومین رویکرد به ویژگی های روش های عملکرد بانک مرکزی

1. Landerretche, Corbo and Schmidt-Hebbel
2. Fisher
3. Maynard Keynes
4. Wicksell
5. Goodfriend and King
6. Fraga, Goldfajn and Minella
7. Feridman

فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی (سال ششم، شماره ۳ «پیاپی ۱۹»، پاییز ۱۳۹۱)

وبه‌ویژه بررسی تمایز عملکرد سیاستی کشورهایی که هدف گذاری تورم را برگزیدند و کشورهایی که این روش را بکار نمی‌برند، می‌پردازد (چاو^۱، ۱۹۷۵). این تحقیق به رویکرد اول پرداخته است.

۲-۲. اثرات کلان اقتصادی هدف گذاری تورم

جانسون^۲ (۲۰۰۲) با استفاده از داده‌های ترکیبی ۵ کشور صنعتی پیشرفته که از هدف گذاری تورم استفاده می‌کنند و ۶ کشور که از این روش استفاده نمی‌کنند به این نتیجه رسید که اعلام نرخ تورم مورد هدف از طریق کنترل اثر چرخه‌های تجاری، تورم گذشته و اثرات ثابت باعث کاهش تورم انتظاری می‌شود. میشکین و اشمیت- هبل^۳ (۲۰۰۷) در چارچوب رگرسیون با داده‌های ترکیبی به‌طور مشابه نتیجه گرفتند که هدف گذاری تورم در کشورهای صنعتی پیشرفته، کمک می‌کند تا این کشورها در بلندمدت تورم کمتری داشته باشند و نیز نسبت به شوک‌های نفتی و نرخ ارز پاسخ تورمی کمتری ایجاد شود. ایشان دریافتند که عملکرد هدف گذاری تورم در کشورهای نوظهور به خوبی عملکرد آن در کشورهای پیشرفته نیست گرچه پس از هدف گذاری تورم، کاهش تورم بسیار قابل توجه بوده است. رز^۴ (۲۰۰۷) نشان داد که هدف گذاری تورم نسبت به سایر نظام‌های پولی بیشتر در بلندمدت پاسخ می‌دهد و کشورهایی که هدف گذاری تورم را بکار برده‌اند هم نوسانات نرخ ارز کمتر و هم توقف ناگهانی جریان‌های سرمایه‌ای کمتری داشته‌اند. اما بال و شریدن^۵ (۲۰۰۵) طی مطالعه‌ای با استفاده از داده‌های مقطعی، هرگونه تفاوت بلندمدت بین کشورهای صنعتی پیشرفته که از هدف گذاری تورم استفاده می‌کنند و کشورهایی که از این سیستم استفاده نمی‌کنند را رد می‌کند. بال و شریدن به مقایسه این سیستم در چهل و دو کشور نوظهور پرداختند که در مورد سیزده کشور از هدف گذاری تورم استفاده نموده و در مورد ۲۹ کشور دیگر از این سیستم استفاده نمی‌کنند. نتیجه مطالعه آنها نشان داد که هدف گذاری تورم باعث کاهش ۸/۴ درصد میانگین تورم و ۶/۳ درصد انحراف معیار آن به نسبت سایر راهبردهای پولی شده است.

-
1. Chow
 2. Johnson
 3. Mishkin and Schmidt-Hebbel
 4. Rose
 5. Ball and Sheridan

گنکالو و سلز^۱ (۲۰۰۸) و لین و یه^۲ (۲۰۰۹) دریافتند که هدف گذاری تورم به میانگین تورم کمتری می‌انجامد و در مقایسه با کشورهای که از این نظام استفاده نمی‌کنند، میزان نوسانات تورمی کمتری دارند. دملو و موکرو^۳ (۲۰۱۱) نیز نتایج مثبت ناشی از اتخاذ سیاست هدف گذاری تورم را نشان می‌دهند. نتایج مطالعه بریتو و بیستد^۴ (۲۰۱۰) نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن روند زمانی، مزایای هدف گذاری تورم ناپدید می‌شود و حتی تحت این سیاست، دوره-هایی با تورم پایین بسیار، رکودی هستند.

در مورد عملکرد سیاستی بانک مرکزی، کلاریدا و همکاران^۵ (۱۹۹۹) با مطالعه ۶ کشور صنعتی عمده نشان دادند که ۳ کشور آلمان، ژاپن و ایالات متحده از سال ۱۹۷۹ به‌طور غیرمستقیم از هدف گذاری تورم استفاده کرده‌اند. گواه اصلی این نتیجه آن است که بانک‌های مرکزی این کشورها آینده‌نگر بوده و نسبت به تورم پیش‌بینی شده بیشتر از تورم گذشته عکس‌العمل نشان می‌دهد. همچنین موفقیت این ۳ کشور در پایین نگه‌داشتن تورم ناشی از به کارگیری غیر مستقیم این نظام است. کوریو و همکارانش^۶ (۲۰۰۱) با مطالعه ۱۷ کشورهای عضو سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی دریافتند ضرایب شکاف تورمی (پاسخ به تورم) نسبت به ضریب شکاف تولید در کشورهایی که از هدف گذاری تورم استفاده می‌کردند، بیشتر است گرچه همه ضرایب نزدیک به صفر بوده‌اند. اقیون، بچتا، رانسیر و روگوف^۷ (۲۰۰۹) نشان نشان دادند که تولید کشورهایی با بخش‌های مالی کمتر توسعه یافته ممکن است به دلیل نوسانات نرخ ارز، ضرر کنند. در این موارد نگرانی بیشتری نسبت به نوسانات نرخ ارز، بانک مرکزی این کشورها را وادار می‌سازد تا از قاعده سیاست پولی (قاعده تیلور) استفاده کنند. ایزمن، هاتچیسان و نوی^۸ (۲۰۱۰) نشان دادند که راهبرد هدف گذاری تورم که در کشورهای نوظهور انتخاب می‌شوند اغلب از سیاست پولی گذشته بسیار فاصله دارند.

1. Goncalves and Salles

2. Lin and Ye

3. De Mello and Moccerro

4. Brito and Bystedt

5. Clarida, Gail, and Gertler

6. Corbo, Landerretche, and Schmidt-Hebbel

7. Aghion, Bacchetta, Ranciere, and Rogoff

8. Aizman, Hutchison, and Noy

۲-۳. مشکلات هدف‌گذاری تورم در کشورهای در حال توسعه

کشورهای در حال توسعه گرفتاری‌هایی دارند که هدف‌گذاری نرخ تورم را در مقایسه با کشورهای صنعتی دشوارتر می‌کند. اول این که، در بسیاری از کشورهای در حال توسعه هنوز نرخ تورم سرسام‌آور است و در نتیجه پیش‌بینی تورم آتی کاری بسیار دشوار است؛ دوم این که، یکی از پیش‌نیازهای هدف‌گذاری نرخ تورم نداشتن تعهد به هر نوع هدف اسمی دیگر است. از آنجا که در بسیاری از کشورهای در حال توسعه سهم بزرگی از دارایی‌ها و بدهی‌ها از نظر ارزش بر حسب پول خارجی حساب می‌شوند، نوسان‌های شدید ارزی می‌تواند بر تورم اثر معکوس و بسیار ناگوار بگذارد؛ سوم اینکه، در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، استقلال بانک مرکزی با تردید همراه است، زیرا تصمیم‌های بانک مرکزی عمدتاً متأثر کسری بودجه است و نوعی سلطه مالی در این بانک‌ها حاکم است؛ چهارم این که، پاره‌ای از کشورهای در حال توسعه در تأمین اطلاعات و آمار پیچیده لازم برای پیش‌بینی تورم با دشواری‌هایی روبه‌رو هستند. در نهایت بانک‌های مرکزی در اجرای سیاست هدف‌گذاری نرخ تورم باید به طور منظم گزارش‌هایی درباره سیاست‌های پولی خود منتشر کنند و وضع تورم را نشان دهند و خط سیر آینده سیاست پولی را معلوم کنند و فاصله وضع موجود را با وضع مطلوب نشان دهند.

به طور کلی و بر اساس تجارب کشورهایایی که از سیستم هدف‌گذاری تورم استفاده کرده‌اند، می‌توان واقعیات زیر را استنتاج کرد: اول این که استقلال بانک مرکزی و شفافیت سیاست‌های پولی در کشورهایایی که هدف‌گذاری تورم را مد نظر قرار داده‌اند بیشتر شده است؛ دوم این که به کارگیری سیاست هدف‌گذاری تورم تحت شرایط رژیم ارزی شناور عمومیت بیشتری دارد، به طوری که تقریباً تمامی کشورهایایی که هدف‌گذاری تورم را دنبال کرده‌اند رژیم ارزی شناور را پذیرفته بودند؛ سوم این که در برخی از کشورهای در حال توسعه که سیستم هدف‌گذاری تورم را پذیرفته‌اند کانال‌های اثرگذاری نرخ بهره بر متغیرهای پولی ضعیف بوده است. این دسته از کشورها نیازمند توسعه ابزارهای سیاست پولی و بازارهای مالی هستند و باید از دخالت دولت در بازارهای مالی اجتناب نمایند؛ چهارم این که برخی کشورهای در حال توسعه که این سیاست را پذیرفته‌اند مشکلاتی از قبیل بدهی‌های عمومی باعث شده‌اند تا موانعی بر سر راه ثبات قیمت‌ها پدیدآید و نهایتاً اینکه کشورها در شرایطی

سیاست هدف گذاری تورم را انتخاب کرده‌اند که دارای تورم‌های بالا همراه با کاهش ارزش پول خود بوده‌اند.

بنابراین در کل به منظور اجرای سیاست هدف گذاری تورم یک سری پیش شرط‌های اساسی لازم است که از آن جمله می‌توان به استقلال بانک مرکزی، قابلیت پیش بینی دقیق نرخ تورم، قابلیت کنترل ابزارهای سیاست پولی برای اهداف عملیاتی، اثر بخشی کانال نرخ بهره بر قیمت‌ها، شفافیت، سازگاری و اعتبار پذیری سیاست‌های پولی، اشاره کرد.

۳. تصریح مدل

تیلور (۱۹۹۳) قاعده ای را معرفی کرد که در آن نرخ بهره به تورم و شکاف تولید با وزن‌هایی عکس‌العمل نشان می‌دهد. اصل تیلور بیان می‌دارد که تغییر نرخ بهره اسمی در مقابل تغییر تورم باید به نسبت بیش از یک باشد. در غیر این صورت، زمانی که تورم افزایش پیدا می‌کند به جای این که نرخ بهره حقیقی افزایش یابد، کاهش پیدا می‌کند که همین امر باعث ناکارایی سیاست پولی در کنترل تورم خواهد بود. قاعده تیلور را می‌توان به دو بخش تفکیک کرد. بخش اول متشکل از دو جزء نرخ بهره حقیقی و تورم هدف گذاری شده است. نرخ بهره حقیقی به ساختار اقتصاد بستگی دارد که خارج از کنترل بانک مرکزی است. تورم هدف گذاری می‌تواند از سوی بانک مرکزی تعیین شود. بخش دوم بیانگر انحراف از هدف است. انحراف تورم از مقدار نشانه گذاری شده آن در نظر گرفته می‌شود و انحراف تولید همان شکاف تولید است که به صورت تفاضل بین سطح واقعی تولید با سطح تولید بالقوه یا سطح تولید اشتغال کامل تعریف می‌شود.

$$i_t = \theta i_{t-1} + (1 - \theta)\lambda(\pi_t - \bar{\pi}) + (1 - \theta)\Psi(Y_t - \bar{Y}) \quad (1)$$

که $\bar{\pi}, \bar{Y}$ سطوح تورم و محصول هدف گذاری شده و i نرخ بهره اسمی هستند و λ و Ψ ضرایبی هستند که بر اساس آنها بانک مرکزی به انحرافات تورم و تولید از مقدار هدف آنها واکنش نشان می‌دهد. با صفر در نظر گرفتن هر یک از این ضرایب، بانک مرکزی تنها به انحراف تورم از مقدار هدف گذاری شده آن یا شکاف تولید واکنش نشان خواهد داد. این

فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی (سال ششم، شماره ۳ «پیاپی ۱۹»، پاییز ۱۳۹۱)

قانون به منظور تعیین و تعدیل نرخ‌های حساسی که اقتصاد را در کوتاه مدت تثبیت کرده و رشد بلند مدت را تضمین می‌کنند ارائه شد. این قانون بر سه عامل مبتنی است:

(۱) تورم نشانه گذاری شده در سطوح مقابل تورم واقعی؛

(۲) اشتغال کامل در مقابل سطوح اشتغال واقعی؛

(۳) نرخ بهره کوتاه مدت متناسب با اشتغال کامل.

این قاعده پیشنهاد می‌کند زمانی که تورم بالا بوده و یا هنگامی که سطح اشتغال بیش از سطح اشتغال کامل است، بانک مرکزی نرخ بهره را افزایش دهد و برعکس. این روش کنترل نرخ بهره کاملاً با تصمیمات سیاستی نرخ بهره سازگار است، حتی اگر بانک مرکزی آشکارا به این قاعده متعهد نشود (تیلور^۱، ۱۹۹۳، ۲۰۹).

مدل کنترل بهینه ارائه شده در این مقاله مبتنی بر قاعده تیلور ایچنگرین^۲ (۲۰۰۲) است. مدل ایچنگرین به ویژگی‌های عمده بازارهای نوظهور می‌پردازد که توسط معادلات ۱ تا ۳ به شرح زیر ارائه می‌شود:

$$\pi_t^* = \pi_t + \beta_1(y_t - \bar{y}) + \beta_2(e_t - e_{t-1}) + \varepsilon_{t+1} \quad (2)$$

$$y_{t+1} - \bar{y} = \alpha_1(y_t - \bar{y}) + \alpha_2(i_t - i_t^*) + \alpha_3 e_t + \gamma_{t+1} \quad (3)$$

$$E(e_{t+1}) - e_t = i_t - i_t^* + u_t \quad (4)$$

π_t^* و π_t به ترتیب نرخ تورم و نرخ تورم هدف گذاری شده هستند. $(y_t - \bar{y})$ انحراف محصول از سطح بالقوه آن است، e_t نرخ ارز (قیمت دلاری پول کشور)، i_t و i_t^* به ترتیب نرخ‌های بهره داخلی، خارجی و نرخ بی‌اثر را نشان می‌دهند. ε_t و η_t جملات اخلال و u_t اختلال مالی [شووک کالوو] (کالوو، ۲۰۰۲) هستند. معادله (۱) منحنی فیلیپس انتظاری و معادله (۲) تقاضای کل را در یک اقتصاد باز نشان می‌دهند. α_2 اثر نرخ بهره را روی محصول نشان می‌دهد. معادله (۳) برابری بهره بدون پوشش است که هنگام مشتق گرفتن از قاعده تیلور فرض می‌شود $E(e_{t+1})$ ثابت است.

1. Taylor
2. Eichengreen
3. Calvo and Reinhart

مدل کنترل بهینه به دنبال به دست آوردن تابع عکس العمل نرخ بهره است. این تابع از حداقل سازی تابع ضرر بانک مرکزی حاصل می شود. تابع ضرر (۴) برای ۷ سال ۱۳۹۵-۱۳۸۷ با توجه به رفتار محصول، تورم و تغییرات نرخ ارز حداقل می شود. یعنی:

$$E_0 W = E_0 \sum_{t=1}^7 \mu_{1,t} (y_t - y_t^*)^2 + \mu_{2,t} (\pi_t - \pi_t^*)^2 \quad (5)$$

s.t.

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \alpha_2 i_t + \varepsilon_t \quad (6)$$

$$\pi_t = \beta_0 + \beta_1 \pi_{t-1} + \beta_2 (e_t - e_{t-1}) + \beta_3 y_t + \eta_t \quad (7)$$

$$e_t - e_{t-1} = \gamma_0 + \gamma_1 (e_{t-1} - e_{t-2}) + u_t \quad (8)$$

که در آن $E_0 W$ تابع ضرر (با قرار دادن مقادیر محصول، تورم و نرخ ارز در $t=0$) است. $\mu_{1,t}$ و $\mu_{2,t}$ به ترتیب هزینه نرسیدن به سطح محصول مطلوب (y_t^*) و تورم هدف (π_t^*) است. معادله (۵) مسیر محصول را به عنوان تابعی از نرخ بهره نشان می دهد. معادله (۷) از برابری بهره بدون پوشش و یک مدل خود رگرسیون تفاضل مرتبه اول و با در نظر گرفتن $\Delta[E_t(e_{t+1})] = E_t \Delta e_{t+1} = E_t \Delta e_{t+1} - \Delta e_t = \delta_1 \Delta(i_t - i_t^*)$ معادله $E_t \Delta e_{t+1} = \gamma_1 \Delta e_{t-1} + \gamma_2 (\pi_{t-1} - \pi_t^*)$ با نوشتن قاعده تشکیل انتظارات، یعنی $\pi_t - \pi_t^* = \gamma_1 (\pi_{t-1} - \pi_t^*) + \gamma_2 (\pi_{t-1} - \pi_t^*)$ معادله تفاضل اول، یعنی $\pi_t - \pi_t^* = \gamma_1 (\pi_{t-1} - \pi_t^*) + \gamma_2 (\pi_{t-1} - \pi_t^*)$ به صورت معادله تفاضل اول، یعنی $\pi_t - \pi_t^* = \gamma_1 (\pi_{t-1} - \pi_t^*) + \gamma_2 (\pi_{t-1} - \pi_t^*)$ پس از ساده سازی، معادله (۷) به دست می آید. برای به دست آوردن تابع عکس العمل مورد نظر برای هر ۷ دوره باید از روش دیفرانسیل تابع لاگرانژین زیر استفاده کرد:

$$L_1 = \frac{1}{2} \sum_{t=1}^7 (y_t - a_t)' K_t (y_t - a_t) - \sum_{t=1}^7 \lambda' (y_t - A_t y_{t-1} - C_t x_t - b_t) \quad (9)$$

که

$$y_t = \begin{bmatrix} Y_t \\ \pi_t \\ \Delta e_t \\ i_t \end{bmatrix}, K_t = \begin{bmatrix} \mu_{1,t} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \mu_{2,t} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, a_t = \begin{bmatrix} Y_t^* \\ \pi_t^* \\ \Delta e_t^* \\ i_t^* \end{bmatrix}, x_t = [i_t] \quad (10)$$

یک مزیت استفاده از تابع عکس العمل نرخ بهره (۱۰) آن است که بانک مرکزی می تواند بهترین نرخ بهره را با توجه به اثرات آن روی دوره های متوالی انتخاب کند. مزیت دیگر

رویکرد کنترل بهینه این است که اجازه می‌دهد تا پارامترهای مدل‌های تئوری موجود در A_t و C_t را با استفاده از تخمین‌های اقتصادسنجی کالیبره کنیم. ماتریس‌های A_t و C_t و بردار b_t پارامترهای فرم کاهش‌یافته معادلات (۵) تا (۷) هستند و ثابت فرض می‌شوند. معادله (۸) به حداقل‌سازی تابع ضرر $W = \frac{1}{2} \sum_{t=1}^7 (y_t - a_t)' K_t (y_t - a_t)$ با توجه به معادلات (۵) تا (۷) اشاره دارد که به صورت سیستم معادلات تفاضل مرتبه اول نوشته شده‌اند، یعنی $y_t = A_t y_{t-1} + C_t x_t + b_t$. همان تابع ضرر (۴) است که با استفاده از ماتریس‌های K_t و a_t به صورت ماتریسی نوشته شده است. X ماتریس متغیرهای کنترل است.

با دیفرانسیل گرفتن از معادله (۸) نسبت به x_t ، y_t و λ_t و در نظر گرفتن بخش غیر تصادفی معادلات (۵) تا (۷) جواب این مساله که تابع عکس‌العمل نرخ بهره (۱۰) است، به دست می‌آید (چاو، ۱۹۷۵):^۱

و $H_t = K_t$ و $h_t = K_t a_t$ برای 7 دوره هستند.

$$[i_t] = G_t \begin{bmatrix} Y_{t-1} \\ \pi_{t-1} \\ \Delta e_{t-1} \\ i_{t-1} \end{bmatrix} + g_t \quad (11)$$

که در آن $G_t = [\theta_{1,t} \quad \theta_{2,t} \quad \theta_{3,t} \quad \theta_{4,t}]$ و

$$G_t = -(C_t' H_t C_t)^{-1} C_t' H_t C_t \quad (12)$$

$$g_t = -(C_t' H_t C_t)^{-1} C_t' (H_t b_t - h_t) \quad (13)$$

بنابراین با در نظر گرفتن بخش غیر تصادفی معادلات (۵) تا (۷) و نوشتن آن‌ها به صورت فرم کاهش یافته خواهیم داشت:

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \alpha_2 i_t \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \pi_t &= \beta_0 + \beta_1 \pi_{t-1} + \beta_2 (\gamma_0 + \gamma_1 (e_{t-1} - e_{t-2})) + \beta_3 (\alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \alpha_2 i_t) \\ \varphi_0 &= \beta_0 + \beta_2 \gamma_0 + \beta_3 \alpha_0, \varphi_1 = \beta_1, \varphi_2 = \beta_2 \gamma_1, \varphi_3 = \beta_3 \alpha_1, \varphi_4 = \beta_3 \alpha_2 \\ \Delta e_{t-1} &= e_{t-1} - e_{t-2} \end{aligned} \quad (15)$$

با نوشتن دو معادله فوق به صورت ماتریسی داریم:

$$\begin{bmatrix} y_t \\ \pi_t \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_0 \\ \varphi_0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_1 & 0 & 0 & 0 \\ \varphi_3 & \varphi_1 & \varphi_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ \pi_{t-1} \\ \Delta e_{t-1} \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_2 \\ \varphi_4 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} [i_t] \quad (16)$$

که رابطه فوق را می توان چنین نوشت $Y_t = b + Ay_{t-1} + Cx_t$. اینجا نرخ بهره متغیر کنترل است. با توجه به معادلات (۱۱) و (۱۲) و جایگذاری داده های مربوط به سال ۱۳۸۶ نرخ بهره سال ۱۳۸۷ با توجه به مسیر تورم به دست می آید. برای به دست آوردن نرخ بهره سال ۱۳۸۸ به ماتریس y_{t-1} نیاز داریم که با استفاده از معادله (۱۶) (همان منبع، ۱۵۹-۱۵۷) به دست می آید.

$$y_t = (A + CG)y_{t-1} + Cg \quad (17)$$

با استفاده از نتایج توابع تخمین زده شده که در بخش بعد ارایه می شوند و استفاده از معادلات (۱۰) و (۱۶) تابع عکس العمل نرخ بهره و نتیجتاً مسیر بهینه نرخ بهره برای کاهش تورم طی سال های ۱۳۸۷-۱۳۹۵ به دست می آید.

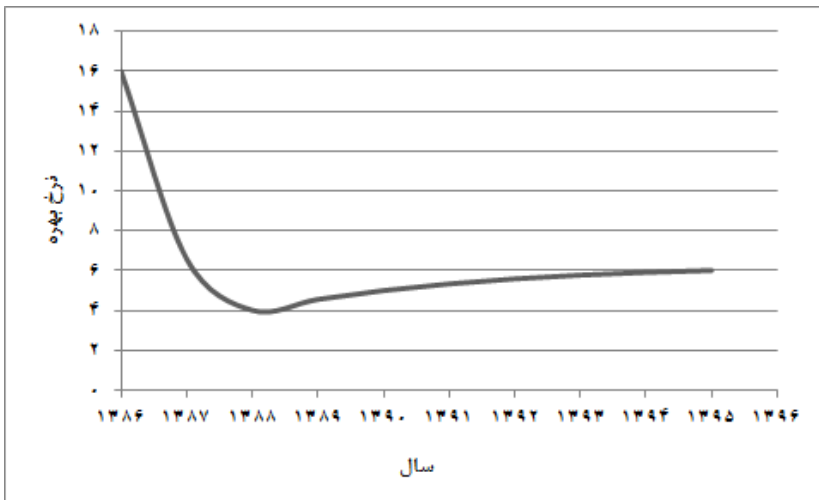
۴. تحلیل داده ها و نتایج

معادلات (۵) تا (۷) با استفاده از داده های سری زمانی سال های ۱۳۸۶-۱۳۵۷ که از بانک سری زمانی بانک مرکزی اخذ شده است از طریق رگرسیون به صورت لگاریتمی تخمین زده شده است. در جدول (۱) ضرایب این معادلات آورده شده است. در جدول (۱) ضرایب α_0 و β_0 حضور ندارند زیرا این ضرایب معنا دار نبودند. ضریب وقفه اول تولید ناخالص داخلی در سطح معناداری کمتر از ۱٪ و ضریب نرخ بهره در سطح معناداری ۵٪ قابل قبول هستند. با توجه به جدول (۱) (تابع تورم) دیده می شود که ضریب وقفه اول نرخ تورم در سطح معنا-داری ۵٪، ضریب تفاضل مرتبه اول نرخ ارز در سطح معناداری ۱۰٪ و ضریب تولید ناخالص داخلی در سطح معناداری ۱٪ قابل قبول هستند. ضریب عرض از مبدا در سطح معناداری ۵٪ و ضریب تفاضل مرتبه دوم نرخ ارز در سطح معناداری ۱۰٪ قابل قبول هستند. همچنین مشاهده می شود که تمامی ضرایب با نظریه های اقتصاد کلان سازگار هستند.

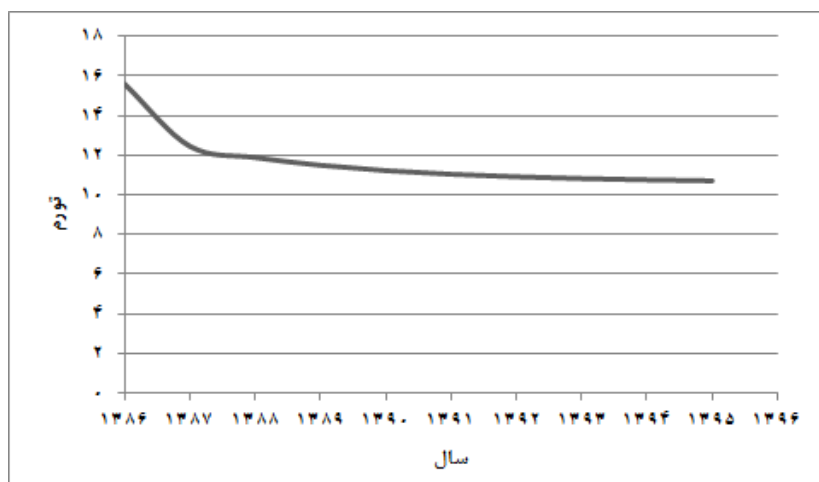
جدول ۱. نتایج حاصل از رگرسیون تابع تولید ناخالص داخلی، تابع تورم، تابع تفاضل مرتبه اول نرخ ارز

نتایج حاصل از رگرسیون تابع تولید ناخالص داخلی					
متغیر مستقل	وقفه اول متغیر وابسته Y_{t-1}	نرخ بهره (i_t)	آزمون ضریب لاگرانژ (LM test) با ۲ وقفه	آزمون ARCH با ۲ وقفه	
متغیر وابسته					
تولید ناخالص داخلی (GDP)	۰/۹۸ (۱۲۵/۲۶)	-۰/۰۹ (۲/۴۱)	P= ۰/۰۷	p= ۰/۰۸	
نتایج حاصل از رگرسیون تابع تورم					
متغیر مستقل	وقفه اول متغیر وابسته π_{t-1}	تفاضل مرتبه اول نرخ ارز (DLEXINF)	تولید ناخالص داخلی (GDP)	آزمون ضریب لاگرانژ (LMtest) با ۲ وقفه	آزمون ARCH با ۲ وقفه
متغیر وابسته					
نرخ تورم (π)	۰/۹۸ (۲/۳۸)	۱/۲۴ (۲/۵)	۰/۱۳ (۳/۷)	P= ۰/۱۱	۰/۰۷ p=
نتایج حاصل از رگرسیون تابع تفاضل مرتبه اول نرخ ارز					
متغیر مستقل	عرض از مبدا	تفاضل مرتبه دوم نرخ ارز (LEXINF(-1))	آزمون ضریب لاگرانژ (LM test) با ۲ وقفه	آزمون ARCH با ۲ وقفه	
متغیر وابسته					
تفاضل مرتبه اول نرخ ارز (DLEXINF)	۰/۰۷۸ (۲/۱)	۰/۴۴ (۲/۵)	P= ۰/۰۷	p= ۰/۸۵	

همچنین برای آزمون عدم وجود همبستگی بین جملات خطا از آزمون ضریب لاگرانژ (LMtest) و آزمون ARCH با ۲ وقفه و رسم نمودار همبستگی جملات خطا استفاده شد با توجه به جدول (۱) مشاهده می‌شود که فرضیه وجود همبستگی بین جملات خطا رد می‌شود. در شکل‌های (۱) و (۲) به ترتیب مسیر بهینه نرخ بهره و تورم تخمین زده شده رسم شده است. همانطور که مشاهده می‌شود رابطه نرخ بهره با نرخ تورم مثبت است.



شکل ۱. مسیر بهینه نرخ بهره



شکل ۲. نرخ‌های تورم که در ارتباط با نرخ‌های بهره تخمین زده شده است.

۵. نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج رگرسیون مربوط به تابع تولید ناخالص داخلی ارایه شده در جدول ۱، اثر نرخ بهره بر روی تولید ناخالص داخلی منفی است به طوری که با افزایش (کاهش) نرخ بهره به اندازه یک واحد، تولید ناخالص داخلی $0/09$ واحد کاهش (افزایش) می‌یابد که منحنی IS مؤید این نتیجه است. نتیجه حاصل از رگرسیون تابع تورم نیز نشان می‌دهد که یک واحد تغییر در تولید ناخالص داخلی باعث $0/13$ واحد تغییر در تورم می‌شود که مؤید رابطه مثبت بین تولید ناخالص داخلی و تورم در کوتاه مدت است. همچنین اثر تغییرات نرخ ارز بر تورم مثبت است طوری که با یک واحد افزایش (کاهش) تغییرات نرخ ارز، تورم به میزان $1/24$ واحد افزایش (کاهش) می‌یابد که این رابطه با نظریات اقتصاد کلان تطابق دارد.

همچنین بر اساس یافته‌های مقاله، مقام پولی برای کنترل تورم طی دوره‌ای باید نرخ سود سپرده‌های بانکی را افزایش دهد تا از این طریق از یک سو نقدینگی‌های سرگردان در بازار و در دسترس مردم را جمع‌آوری کند و از طرف دیگر با تزریق نقدینگی جمع‌آوری شده به بخش تولید، هزینه‌های تامین مالی سرمایه‌گذاری بخش تولید را کاهش دهد. این سیاست باعث خواهد شد تورم روند کاهشی در پیش گرفته و به سمت مقدار هدف گذاری شده حرکت کند.

البته ذکر این نکته مهم است که به منظور اجرای سیاست هدف گذاری تورم یک سری پیش شرط‌های اساسی لازم است که از آن جمله می‌توان به استقلال بانک مرکزی، قابلیت پیش‌بینی دقیق نرخ تورم، قابلیت کنترل ابزارهای سیاست پولی برای اهداف عملیاتی، اثر بخشی کانال نرخ بهره بر قیمت‌ها، شفافیت، سازگاری و اعتبار پذیری سیاست‌های پولی، اشاره کرد.

منابع

- Aghion, P., & Bacchetta, P., & Ranciere, R., & Rogoff, K. (2009) Exchange rate volatility and productivity growth: The role of financial development. *Journal of Monetary Economics*, 56(4): 494–513.
- Aizanman, J., & Hutchison, M., & Noy, I. (2010). Inflation targeting and real exchange rates in emerging markets. *Journal of World Development* 39(5): 712–724.
- Ball, L., & Sheridan, N. (2005). Does inflation targeting matter? IMF Working Paper 129.
- Brito, R. D., & Bystedt, B. (2010). Inflation targeting in emerging economies: Panel evidence. *Journal of Development Economics*, 91(2):198–210.
- Calvo, G. A., & Reinhart, C. M. (2002). Fear of floatin. NBER Working Papers No. 7993.
- Chow, G. C. (1975). Analysis and control of dynamic economic system, John Wiley & Sons, New York.
- Christensen, A.M., & Hansen, N.L. (2005). The monetary policy regime and the development in central macroeconomic variables in the OECD countries 1970-2003. Denmark National Bank Working Papers No.31.
- Clarida, R., & Gail J., & Gertler, M. (1999). The science of monetary policy: A new Keynesian perspective. *Journal of economic Literature*, 37(4):1661-1707.
- Corbo, V., & Landerretche, O., & Schmidt-Hebbel, K. (2001). Assessing inflation targeting after a decade of world experience. *International Journal of Finance and Economics*, 6(4):343–368.
- De Mello, L., & Moccero, D. (2011). Monetary policy and macroeconomic stability in Latin America: The cases of Brazil, Chile, Colombia and Mexico. *Journal of International Money and Finance*, 30(1): 229-245.
- Eichengreen, B. (2002). Can emerging markets float? Should they inflation target? Brazilian Central Bank Working Paper 36.
- Fisher, S. (1993). The role of macroeconomic factors in growth. *Journal of Monetary Economics*, 32(3):485-512.
- Fraga, A., & Goldfajn, I., & Minella, A. (2003). Inflation targeting in emerging market economies. NBER Working Paper 10019.

- Friedman, B. M. (2004). Why the federalreserve should not adopt inflation targeting. *Journal of International Finance*, 7(1):129-136.
- Goncalves, C. E. S., &Salles, J. M. (2008).Inflation targeting in emergingeconomies: What do the data say?*Journal of Development Economics*,85(1-2):312–318.
- Goodfriend, M. S., & King,R. G. (1997). The new neoclassical synthesis and the role of monetary policy.NBER Macroeconomics Annual 1997, Vol. 12.
- Green, J. H. (1996). Inflation targeting: Theory and policy implications. IMF Staff Papers, Vol. 43, No.4.
- Johnson, D. (2002). The effect of inflation targeting on the behavior ofexpected inflation: Evidence from an 11country panel. *Journal of Monetary Economics*, 49(8): 1521–1538.
- Landerretche, O., & Corbo, V., & Schmidt-Hebbel, K. (2001). Does inflation targeting make a difference? Central Bank of ChileWorking Papers, No.106, September.
- Lin, S., & Ye, H. (2009). Does inflation targeting make a difference in developing countries? *Journal of Development Economics*, 89(1):118–123.
- Mishkin, F.S., & Schmidt-Hebbel,K. (2007). Does inflation targeting make a difference? NBER Working Paper 12876.
- Rose, A. (2007). A stable international monetary system emerges: Inflationtargeting is Bretton Woods, reversed. *Journal of International Money and Finance*, 26(5): 663–681.
- Sarel, M. (1996). Nonlinear effects of inflation on economic growth. IMF Staff Papers No.43 (March): 199-215.
- Svensson, L.E.O. (1997). Inflation forecast targeting: Implementing and monitoring inflation targets. *Journal of European Economic Review*, 41(6):1111–1146.
- Taylor, J.B. (1993). Discretion versus policy rules in practice.Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, 39,1: 195-214