

مدل‌سازی پویایی‌های تورم؛ رویکرد مدل پی‌استار (با استفاده از مدل‌های ARDL و فضا-حالت)

رضا طالبلو^۱
تیمور محمدی^۲
حمید رضا پور^۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۲۰

تاریخ ارسال: ۱۳۹۳/۱۱/۰۹

چکیده

رابطه بین پول و قیمت از دیرباز مورد بحث مکاتب مختلف اقتصادی بوده است. با وجود نظرات مختلف، اکثریت اقتصاددانان بر پولی بودن تورم در بلندمدت اتفاق نظر دارند. اگرچه در شکل‌گیری تورم عوامل مختلفی نقش دارند، اما در این زمینه اقتصاددانان مکتب کلاسیک معتقدند که تورم یک پدیده پولی بوده و رشد نقدینگی عامل اصلی بروز آن است. در راستای تبیین پولی بودن تورم، پیش‌بینی آن و آگاهی از چگونگی حرکت آن در اقتصاد، مدل‌های مختلفی طراحی شده است. یکی از مدل‌هایی که به تازگی مدنظر قرار گرفته است، مدل پی‌استار است که ریشه در نظریه مقداری پول دارد. چارچوب مدل پی‌استار بر این اساس است که تورم در بلندمدت پدیده‌ای پولی است و سطح قیمت‌ها متناسب با مقدار عرضه پول در اقتصاد حرکت می‌کند. در این مقاله دو نسخه مدل پی‌استار با استفاده از شکاف نقدینگی، شکاف سرعت گردش پول و شکاف تولید با استفاده از داده‌های فصلی بین سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۶۷ مورد آزمون قرار گرفتند. به منظور تخمین شکاف نقدینگی با استفاده از مدل ARDL به تخمین تابع تقاضای نقدینگی پرداختیم. برای محاسبه شکاف سرعت گردش پول، فیلتر هادریک-پرسکات مورد استفاده قرار گرفت و با استفاده از مدل‌های فضا-حالت و فیلتر کالمن شکاف تولید تخمین زده شد. نتایج حاکی از آن است که مدل پی‌استار با استفاده از شکاف حجم نقدینگی و همچنین شکاف سرعت گردش نقدینگی و شکاف تولید از قدرت توضیح‌دهندگی مناسبی برای تورم ایران برخوردار است. طبق نتایج به‌دست‌آمده از مدل، سهم متغیرهای نامبرده از تورم ایران حدود ۵۵ درصد است. طبق نتایج آزمون‌های پیش‌بینی مدل پی-استار با شکاف نقدینگی از قدرت پیش‌بینی بیشتری برای تورم ایران برخوردار است.

واژگان کلیدی: تورم، مدل پی‌استار، سرعت گردش پول، شکاف تولید

طبقه‌بندی JEL: E37, E31, E41, C22

۱- استادیار گروه اقتصاد نظری دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی - نویسنده مسئول Talebloo.r@gmail.com

۲- دانشیار گروه اقتصاد نظری دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی tmmohammadi@yahoo.com

۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی hamid.rezapour67@gmail.com

۱- مقدمه

تورم وضعیتی است که در آن سطح عمومی قیمت‌ها به‌طور مستمر و همه‌گیر و به‌مرور زمان افزایش می‌یابد. از آثار نامطلوب تورم شدید می‌توان به مواردی از جمله کندی رشد اقتصادی، رکود، ناکارایی وظیفه ذخیره ارزش بودن پول، افزایش درآمد بعضی از طبقات درآمدی به‌ضرف سایر گروه‌های درآمدی، انحراف منابع از تولید کالاهای ضروری به تولید کالاهای لوکس و از همه مهم‌تر پدید آمدن عدم اطمینان نسبت به قیمت‌های آینده و ناطمینانی در فعالیت‌های اقتصادی اشاره کرد که موجب می‌شود هزینه ریسک فعالیت‌های اقتصادی بسیار افزایش یابد و این خود سبب افزایش شدیدتر تورم و محدود شدن رشد سرمایه‌گذاری و کاهش بهره‌وری می‌شود.

از آنجا که یکی از مشکلات عمده اقتصادی کشور ایران در چند سال اخیر پدیده تورم شدید و آثار سوء ناشی از آن بر پیکره اقتصاد کشور بوده است، ثبات قیمت و رسیدن به یک نرخ تورم متناسب با ساختار اقتصاد کشور برای مقامات پولی و سیاست‌گذاران اقتصادی از اهمیت فراوانی برخوردار است. از این‌رو، تعداد بسیاری از مطالعات اقتصادی به تحلیل و بررسی پدیده تورم از ابعاد مختلف و همچنین پیش‌بینی روند آتی قیمت‌ها اختصاص یافته‌اند.

اگرچه در شکل‌گیری تورم عوامل مختلفی نقش دارند، اما در این زمینه اقتصاددانان مکتب کلاسیک معتقدند که تورم یک پدیده پولی بوده و رشد نقدینگی عامل اصلی بروز آن است.

در راستای تبیین پولی بودن تورم، پیش‌بینی آن و آگاهی از چگونگی حرکت آن در اقتصاد، مدل‌های مختلفی طراحی شده است. یکی از مدل‌هایی که به تازگی مدنظر قرار گرفته، مدل پی‌استار^۱ است که برای اولین بار توسط هالمن، پورتر و اسمال^۲ (۱۹۸۹، ۱۹۹۱) ارائه شده است. این مدل، شبیه‌سازی نظریه اصلی مقداری پول است به طوری که عوامل تعیین‌کننده پویایی کوتاه‌مدت قیمت‌ها را با قیمت‌های تعادلی بلندمدت ارتباط می‌دهد.

1- P-Star Model

2- Jeffrey J. Hallman, Richard D. Porter, David H. Small

در مقاله حاضر، با استفاده از دو نسخه مدل پی‌استار و داده‌های فصلی^۱ ۱۳۸۹-۱۳۶۷، تورم در اقتصاد ایران مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. به این منظور، بعد از شکل دادن مدل، از آزمون L برای مقایسه قدرت توضیح‌دهندگی دو برداشت از مدل پی‌استار استفاده خواهد شد. همچنین با مقایسه قدرت پیش‌بینی دو آلترناتیو مدل پی‌استار می‌توان مشاهده کرد که آیا مسئولان پولی می‌توانند از مدل پی‌استار به‌عنوان شاخص خوبی برای تورم آینده استفاده کنند یا خیر. در تخمین مدل، افزون بر شکاف تولید، شکاف سرعت گردش پول و شکاف حجم پول با استفاده از دو تعریف متفاوت پول، یعنی $M1$ و $M2$ نیز لحاظ می‌شود.

این مقاله در هشت بخش تنظیم شده است؛ در بخش دوم سوابق تحقیق مرتبط با مدل پی‌استار بررسی شده است. در بخش سوم مبانی نظری و نحوه تصریح مدل پی‌استار و متغیرهایی که باید تخمین زده شوند مورد بررسی قرار گرفته است. در بخش چهارم شکاف پول و نقدینگی که از متغیرهای توضیحی مدل است، تخمین زد شده است. در بخش پنجم شکاف سرعت گردش پول که یکی دیگر از متغیرهای تاثیرگذار بر مدل ماست به دست آمده است. بخش ششم به تخمین شکاف تولید با استفاده از فیلتر کالمن اختصاص دارد. در بخش هفتم، تخمین نهایی مدل پی‌استار با استفاده از مقادیر تخمین زده شده شکاف حجم نقدینگی، شکاف سرعت گردش پول و شکاف تولید ارائه شده است. در بخش هشتم و پایانی نیز نتیجه‌گیری و پیشنهادات مطرح شده است.

۲- سوابق تحقیق

مدل پی‌استار در ابتدا توسط هالمن و دیگران (۱۹۹۱-۱۹۸۹) مطرح شد. آنان برای اولین بار در فدرال رزرو آمریکا با استفاده از این مدل به پیش‌بینی تورم پرداختند. آنان با کاربرد این روند به این نتیجه رسیدند که شکاف قیمت و حجم پول در مدل، تورم را بهتر از حالتی که شکاف سرعت گردش پول استفاده می‌شود، پیش‌بینی می‌کند و نیز اینکه تورم در بلندمدت یک پدیده پولی است، هرچند در کوتاه‌مدت نیز سیاست‌های پولی اثرات بسیاری بر تورم خواهند داشت.

۱- این داده‌ها از بانک اطلاعات سری زمانی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران گرفته شده‌اند.

از دو دهه گذشته تاکنون، اقتصاددانان بسیاری از این مدل استفاده کرده‌اند. به‌طور مثال، گرالش و اسونسون^۱ (۲۰۰۳) در مقاله خود شاخص‌های تورم برای کشورهای اروپایی را با مطالعه رابطه بین تورم، تولید، پول و نرخ بهره مورد آزمون قرار دادند. یافته‌های آنها حاکی از آن بود که شکاف حجم پول حقیقی از قدرت بیشتری در پیش‌بینی تورم برخوردار است و شاخص رشد پول اروپایی (تفاوت بین رشد پول اسمی و یک مقدار مرجع) برای پیش‌بینی تورم، اطلاعات کمی دربر دارد و قابل کاربرد نیست.

پورتر و ارفندایز^۲ (۱۹۹۸) با استفاده از تکنیک‌های بازگشتی به تخمین سطح تعادلی سرعت $M2$ برای پیش‌بینی تورم با استفاده از مدل پی‌استار پرداختند. آنان برای تخمین سرعت تعادلی از روش‌های رگرسیون درختی و حداقل مربعات استفاده کردند و سرعت تعادلی را به‌عنوان سطح سرعتی که انتظار می‌رود به دست آید، اگر نرخ‌های پس‌انداز در مقادیر تعادلی بلندمدت خود باشند، تعریف کردند. نتیجه مقاله آنان حاکی از آن بود که اگر در مدل پی‌استار سرعت گردش ثابت فرض شود، پیش‌بینی دقیقی از تورم به دست نخواهد آمد و باید مدل بر اساس تغییرات سرعت گردش تعادلی $M2$ باشد تا نتیجه بهتری حاصل شود.

زوداج^۳ (۲۰۱۱) سه نسخه قابل آزمون از مدل پی‌استار را ارائه می‌کند و قابلیت پیش‌بینی این مدل‌ها را با استفاده از تکنیک‌های رایج مورد ارزیابی قرار می‌دهد. وی با استفاده از داده‌های ماهانه بین سال‌های ۱۹۹۵-۲۰۱۰، سعی دارد به این پرسش پاسخ دهد که آیا رویکرد مدل پی‌استار در پیش‌بینی تورم کوتاه‌مدت در منطقه اروپا نسبت به سایر روش‌ها ترجیح دارد یا خیر. وی نتیجه می‌گیرد که مدل پی‌استار، یک شاخص خوب برای پیش‌بینی تورم کوتاه‌مدت در منطقه یورو است. با توجه به تحقیق وی، تابع تقاضای پول پایدار، یکی از پیش‌شرط‌ها برای نتایج قابل اطمینان از مدل پی‌استار است.

یاب^۴ (۲۰۰۲) مدل پی‌استار را در اقتصاد مالزی اجرا می‌کند. وی همچنین تاثیر نوسانات نرخ ارز بر تورم را با بسط مدل اولیه پی‌استار، مورد آزمون قرار می‌دهد. یافته‌های

1- Stefan Gerlach, Lars E.O. Svensson

2- Richard Porter, Athanasios Orphanides

3- Robert Czudaj

4- Michael Meow-Chung Yap

او نشان می‌دهد که مدل پی‌استار اولیه، تورم را به‌خوبی پیش‌بینی می‌کند، اما اشاره می‌کند که نتیجه مدل گسترده (شامل نرخ ارز) نمی‌تواند رد شود. وی پیشنهاد می‌دهد که مسئولان پولی باید نرخ ارز را در اجرای سیاست پولی در مالزی، مدنظر قرار دهند.

کول و تاتوم^۱ (۱۹۹۴) ضمن اشاره به اینکه در مدل استاندارد پی‌استار، اهمیت نظام نرخ ارز در تورم مورد اغماض و چشم‌پوشی قرار گرفته است، مدل تعمیم‌یافته‌ای از پی‌استار را ارائه و در آن تاثیر نظام ارزی بر تعیین قیمت و تورم را بررسی کردند. آنها از یک گونه تعمیم‌یافته رویکرد پولی به تراز پرداخت‌ها استفاده کردند تا نشان دهند تحت نظام نرخ ارز ثابت، تغییرات قیمت داخلی در یک کشور کوچک در خارج تعیین می‌شود و اینکه پول داخلی درون‌زا می‌شود. همچنین نشان دادند که با توجه به نظام نرخ ارز، شکاف قیمت داخلی و شکاف قیمت بر مبنای قیمت‌های تعادلی تعیین شده در خارج از کشور، می‌تواند تورم کشور را تحت تاثیر قرار دهند.

در مطالعه‌ای توسط بلکه و پولیت^۲ (۲۰۰۶) از مدل پی‌استار و یک مدل تصحیح خطای برداری (VECM) ساختاری استفاده شد. آنها دریافتند که پول از لحاظ آماری، تاثیر مهمی در پیش‌بینی تورم در سوئد دارد. بنابراین پیشنهاد آنها به مسئولان پولی این است که نقش مهم‌تری برای پول در ساختار سیاست پولی در نظر بگیرند.

ناچان و لاکشمی^۳ (۲۰۰۲) توصیه می‌کنند که مدل پی‌استار نمی‌تواند شاخص قابل‌اعتمادی برای تورم آینده در کشورهای کمتر توسعه‌یافته (در نمونه مورد مطالعه کشور هند) باشد، زیرا سری‌های قابل‌اعتمادی برای به دست آوردن تولید بالقوه و وقفه‌ها وجود ندارد. همچنین مشکلاتی در ایجاد تخمین‌های فصلی تولید بالقوه و واقعی وجود دارد.

هال و میلن^۴ (۱۹۹۴) نیز قابلیت کاربرد مدل پی‌استار را با استفاده از داده‌های انگلستان آزمون کردند و به این نتیجه رسیدند که مدل، سوال اساسی علیت را پاسخ نمی‌دهد و تصریح

1- Clemens J.M. Kool, John A. Tatom

2- Ansgar Belke, Thorsten Polleit

3- D.M. Nachane, R. Lakshmi

4- Stephen G. Hall, Alistair Milne

می‌کنند که علیّت از سمت قیمت‌ها به پول است، به خصوص در بلندمدت و نه برعکس. در نتیجه آنها ارتباط مدل پی‌استار و داده‌های انگلستان را رد می‌کنند.

در میان مطالعات بسیار کم انجام شده در ارتباط با مدل پی‌استار در ایران، عزیزی (۱۳۷۹) در رساله دکتری خود، مدل استاندارد و تعمیم‌یافته پی‌استار در دو حالت شکاف قیمت داخلی و شکاف قیمت خارجی برای اقتصاد ایران در دوره ۱۳۷۷-۱۳۴۰ مورد آزمون تجربی قرار داده است. در این ارتباط دو حالت مورد توجه قرار گرفته است:

الف- آزمون مدل پی‌استار در حالت شکاف قیمت داخلی

ب- آزمون مدل پی‌استار در حالت وجود شکاف قیمت خارجی

مدلی که در حالت الف تخمین زده شده است، از نظر آماری معنی‌دار نیست. در مقابل، مدلی که در آن شکاف قیمت داخلی و خارجی لحاظ شده است، در تبیین تورم کشور نقش تعیین‌کننده‌ای دارد.

معدلت (۱۳۸۱) در مقالات پژوهشی بانک مرکزی، رابطه تورم و پول در اقتصاد ایران را بر اساس مدل پی‌استار در دوره زمانی ۱۳۷۹-۱۳۳۸ مورد بررسی قرار داده است و براساس این مدل، تورم را برای سال‌های ۱۳۸۳-۱۳۸۰ پیش‌بینی کرده است. وی مدل پی‌استار را با استفاده از شکاف پول و چند متغیر مجازی که برای لحاظ کردن اثر افزایش درآمدهای نفتی در سال ۱۳۵۳ و آغاز شروع سیاست‌های تعدیل در نظر گرفته شده، برآورد کرد. نتایج پژوهش وی حاکی از آن است که حدود ۹۳ درصد از تورم، ناشی از عامل پول بوده است.

در مطالعه دیگری توسط فرشچی (۱۳۸۷) با استفاده از داده‌های فصلی کشور ایران در دوره ۱۳۸۴-۱۳۶۷، به تجزیه و تحلیل تورم بر اساس مدل پی‌استار پرداخته شده است. نتایج پژوهش وی نشان می‌دهد که مدل پی‌استار از نظر آماری مورد تایید است و قدرت توضیح‌دهندگی خوبی دارد. همچنین سهم شکاف قیمت در تبیین تورم کشور حدود ۵۰ درصد بوده است.

اصلائی (۱۳۸۴) سودمندی مدل پی‌استار را برای تحلیل رفتار قیمت‌ها در اقتصاد ایران مطالعه کرده است. وی در پژوهش خود این فرضیه که طبق مدل پی‌استار، ضریب با

وقفه شکاف قیمت باید معنادار باشد را مورد آزمون و بررسی قرار می‌دهد. نتایج تحقیق وی حاکی از آن است که ضریب با وقفه شکاف قیمت به لحاظ آماری معنادار نیست، بنابراین مدل پی‌استار برای پیش‌بینی تورم در اقتصاد ایران قابل استفاده نیست. در جدول (۱) و (۲)، سوابق تحقیق داخلی و خارجی مرتبط با مدل پی‌استار و نتایج آنها آورده شده‌اند.

جدول (۱) - سوابق تحقیق خارجی مرتبط با مدل پی‌استار

نتایج	متغیرها و روش انجام	کشور و سال مورد بررسی	محقق
شکاف تولید و شکاف حجم پول حقیقی اطلاعات قابل توجهی درباره تورم آینده دربر دارد. شکاف حجم پول حقیقی از قدرت بیشتری در پیش‌بینی تورم برخوردار است	شاخص‌های تورم را با مطالعه رابطه بین تورم، تولید، پول و نرخ بهره مورد آزمون قرار دادند.	کشورهای اروپایی ۲۰۰۱- ۱۹۸۰	گراش و اسونسون (۲۰۰۳)
نتیجه مدل شامل نرخ ارز، نمی‌تواند رد شود. مسئولان پولی باید نرخ ارز را در اجرای سیاست پولی مدنظر قرار دهند.	تاثیر نوسانات نرخ ارز بر تورم را با بسط مدل اولیه پی‌استار، مورد آزمون قرار می‌دهد.	مالزی ۱۹۹۷- ۱۹۷۵	یاب (۲۰۰۲)
مطالعاتی که شکاف تولید و سرعت گردش پول را به‌عنوان روند قطعی مدل‌سازی می‌کنند، منجر به شکست مدل پی‌استار خواهند شد.	استفاده از تکنیک تخمین حداکثر درست‌نمایی	مصر، اردن و مراکش	توادروس (۲۰۰۷)
سوال اساسی علیت را پاسخ نمی‌دهد و تصریح می‌کنند که علیت از سمت قیمت‌ها به پول است، به ویژه در بلندمدت و نه برعکس.	استفاده از تکنیک‌های بازگشتی برای تخمین سطح تعادلی سرعت $M2$	انگلستان	هال و میلن (۱۹۹۴)

جدول (۲) - سوابق تحقیق داخلی مرتبط با مدل پی‌استار

نتایج	متغیرها و روش انجام	کشور و دوره مورد بررسی	محقق
مدلی که در آن شکاف قیمت داخلی و خارجی لحاظ شده است، در تبیین تورم کشور نقش تعیین‌کننده‌ای دارد.	مدل استاندارد و تعمیم‌یافته پی‌استار در دو حالت شکاف قیمت داخلی و شکاف قیمت خارجی	ایران ۱۳۷۷-۱۳۴۰	عزیزی (۱۳۷۹)
حدود ۹۳ درصد از تورم، ناشی از عامل پول بوده است.	استفاده از شکاف پول و چند متغیر مجازی برای لحاظ کردن اثر افزایش درآمدهای نفتی در سال ۱۳۵۳	ایران ۱۳۷۹-۱۳۳۸	معدلت (۱۳۸۱)
مدل پی‌استار از نظر آماری مورد تایید است و قدرت توضیح-دهندگی خوبی دارد.	تجزیه و تحلیل تورم بر اساس مدل پی‌استار	ایران ۱۳۸۴-۱۳۶۷	فرشچی (۱۳۸۷)
ضریب با وقفه شکاف قیمت معنادار نیست و مدل پی‌استار برای پیش‌بینی تورم در اقتصاد ایران قابل استفاده نیست.	ضریب با وقفه شکاف قیمت باید معنادار باشد را مورد آزمون و بررسی قرار می‌دهد	اقتصاد ایران	اصلانی (۱۳۸۴)

۳- مدل پی‌استار

در ادبیات مدل پی‌استار، ابتدا هالمن و دیگران (۱۹۹۱، ۱۹۸۹)، سپس اسونسون (۱۹۹۹) و گرلاش و اسونسون (۲۰۰۳)، این مدل را از نظریه مقداری پول پایه‌گذاری کردند. معادله متداول نظریه مقداری پول به صورت رابطه (۱) است:

$$PY = MV \quad (1)$$

که P : سطح قیمت (به‌عنوان تعدیل‌کننده تولید ناخالص داخلی)، Y : تولید حقیقی، M : انبار پول و V : سرعت گردش پول است. معادله (۱) بیان می‌کند که تولید حقیقی با سطح

قیمت آن برابر است با انباره پول ضربدر تعداد دفعاتی که یک واحد پول برای پرداخت محصول اسمی مورد استفاده قرار می‌گیرد. سطح قیمت تعادلی به صورت رابطه (۲) است:

$$P^* = MV^* / Y^* \quad (۲)$$

که در آن V^* و Y^* سرعت گردش پول و تولید بلندمدت است. در صورتی که از دو طرف معادله (۱) و (۲) لگاریتم بگیریم، رابطه بلندمدت اجزا به دست می‌آید (روابط (۳) و (۴))^۱:

$$p + y = m + v \quad (۳)$$

$$p^* = m - y^* + v^* \quad (۴)$$

با توجه به این نتیجه، هالمن یک شاخص بلندمدت برای ارتباط بین سطح قیمت و انباره پول ایجاد کرد. وی فرض می‌کند که مقادیر تعادلی تولید و سرعت (y^* و v^*) به‌طور مستقل از انباره پول تعیین می‌شوند. در نتیجه، سطح قیمت تعادلی پی‌استار به تناسب انباره پول حرکت می‌کند. اگر معادله (۴) را از معادله (۳) کم کنیم، رابطه (۵) را داریم:

$$p - p^* = (v - v^*) - (y - y^*) \quad (۵)$$

معادله (۵) تصریح می‌کند که شکاف قیمتی شامل یک شکاف سرعت گردش پول و یک شکاف تولید است به گونه‌ای که هر قدر شکاف قیمت بزرگ‌تر باشد، می‌تواند نتیجه یک افزایش در شکاف سرعت یا یک کاهش در شکاف تولید باشد.

هالمن همچنین فرض می‌کند که شکاف قیمت تعادلی به طور نظری می‌تواند مقدار صفر را اختیار کند، بنابراین p تعدیل می‌یابد تا برابر با پی‌استار شود. بر مبنای مدل پی‌استار، تغییر اندازه این شکاف قیمت، ابزاری برای پیش‌بینی تورم است به گونه‌ای که هرگاه سطح قیمت تعادلی بیشتر از سطح قیمت واقعی باشد، انتظار می‌رود که نرخ تورم افزایش یابد و همچنین پیش‌بینی می‌کنیم هرگاه علامت شکاف برعکس باشد، تورم کاهش یابد. به همین نحو، اگر شکاف قیمت را به عنوان یک تورم پیش‌بینی شده فرض کنیم، تحت مکانیزم پی‌استار، اگر تورم محاسبه شده کنونی (مثلاً از شاخص قیمت مصرف‌کننده یا تعدیل‌کننده

تولید ناخالص داخلی) بیشتر از تورم محاسبه شده توسط مدل پی‌استار باشد، در آینده نرخ تورم تمایل به کاهش دارد تا به مقدار تعادلی ($\pi^* = p - p^*$) برسد و برعکس.

هالمن و دیگران (۱۹۹۱) در مقاله خود مدل پی‌استار را به صورت رابطه (۶)

تعریف می‌کنند:

$$\pi_t = (1 - \alpha_{AP})\pi_{t-1} + \alpha_{AP} \Delta P^*_{t-1} - \alpha_P (P_{t-1} - P^*_{t-1}) + \varepsilon_t \quad (6)$$

که در آن $\Delta P^*_t \equiv P^*_t - P^*_{t-1}$ ، $\pi_t \equiv P_t - P_{t-1}$ ، $0 \leq \alpha_{AP} \leq 1$ ، $\alpha_P > 0$ ، و ε_t جزء اخلاص با میانگین صفر است. هالمن در تحلیل خود از فروض مدل، α_{AP} را مساوی صفر قرار داده است. به این ترتیب، مدل پی‌استار طبق فروض هالمن به این صورت رابطه (۷)

تعریف می‌شود:

$$\pi_t = \pi^e_{t,t-1} - \alpha_P (P_{t-1} - P^*_{t-1}) + \alpha_Z Z_t + \varepsilon_t \quad (7)$$

در این رابطه، Z_t متغیری برون‌زا از قبیل شوک عرضه است. با تعمیم معادله (۷) با استفاده از رابطه (۵)، رابطه (۸) را خواهیم داشت:

$$\pi_t = \pi_{t-1} + \beta (y^*_{t-1} - y_{t-1}) + \Psi (v_{t-1} - v^*_{t-1}) + \alpha_Z Z_t + \varepsilon_t \quad (8)$$

در معادله (۸) به منظور اخذ نتایج عمومی‌تر - برای هر دو جزء شکاف تولید و شکاف سرعت گردش پول - ضرایب متفاوتی اعمال شده است.

بعد از هالمن، اسونسون به این نتیجه می‌رسد که به جای شکاف قیمت در مدل پی‌استار، می‌توان از شکاف حجم پول استفاده کرد. با اضافه و کم کردن حجم پول اسمی به شکاف قیمت، رابطه (۹) به دست می‌آید:

$$P_t - P_t^* \equiv -M_t + P_t + M_t - P_t^* \equiv -(m_t - m_t^*) \quad (9)$$

که در آن $m_t \equiv M_t - P_t$ و $m_t^* \equiv M_t - P_t^*$ است. در واقع، m_t لگاریتم حجم پول واقعی و m_t^* لگاریتم حجم پول تعادلی در بلندمدت است.

حال اگر در معادله (۷) که طبق فروض هالمن و دیگران استخراج شده است بجای

شکاف قیمت از شکاف حجم پول استفاده کنیم، رابطه (۱۰) را خواهیم داشت:

$$\pi_t = \pi_{t,t-1}^e - \alpha_m (m_{t-1} - m_{t-1}^*) + \alpha_z Z_t + \varepsilon_t \quad (10)$$

بنابراین با استفاده از مدل پی‌استار می‌توان به دو روش تورم را پیش‌بینی کرد. در این مقاله با استفاده از معادلات (۸) و (۱۰) به تجزیه و تحلیل تورم برای اقتصاد ایران و مقایسه این دو شکل از تصریح مدل پی‌استار می‌پردازیم. همچنین در قالب بردار Z ، رشد نرخ ارز بازار سیاه (EX) و یک متغیر مجازی ($D72$) بر اساس شکست ساختاری در متغیر تورم در سال ۱۳۷۲، در هر دو شکل مدل پی‌استار وارد می‌شود. از آنجا که متغیر نرخ ارز یکی از مهم‌ترین متغیرهای اثرگذار بر سمت عرضه اقتصاد ایران است، این متغیر را وارد مدل کرده‌ایم تا مدل دچار خطای تصریح احتمالی نباشد، بنابراین به‌طور خلاصه معادلاتی که مورد تخمین قرار خواهند گرفت به صورت رابطه (۱۱) و (۱۲) هستند. در این دو معادله $\alpha_m > 0$ و $\alpha_y < 0$ هستند.

$$\pi_t = \pi_{t,t-1}^e + \alpha_m (M_{t-1} - M_{t-1}^*) + \alpha_e EX_t + \alpha_d D72 + \varepsilon_t \quad (11)$$

$$\pi_t = \pi_{t,t-1}^e + \alpha_y (Y_{t-1}^* - Y_{t-1}) + \alpha_v (V_{t-1} - V_{t-1}^*) + \alpha_e EX_t + \alpha_d D72 + \varepsilon_t \quad (12)$$

در روابط (۱۱) و (۱۲)، تورم به عنوان متغیر وابسته لحاظ می‌شود که با توجه به شاخص ضمنی تولید محاسبه می‌شود. همچنان که در روابط بالا نشان داده شده است، برای برآورد مدل نیاز به محاسبه شکاف حجم پول $(m_t - m_t^*)$ ، شکاف نقدینگی $(m_2 - m_2^*)$ ، شکاف تولید $(y^* - y)$ و شکاف سرعت گردش پول $(v - v^*)$ است. در این راستا باید مقادیر تعادلی بلندمدت پول و نقدینگی، سرعت گردش و تولید محاسبه شود. باید توجه داشت که به علت وجود همخطی کامل بین لگاریتم نقدینگی واقعی، سرعت گردش پول و تولید واقعی نمی‌توان در چارچوب یک سیستم VAR با روش یوهانسون به تخمین مسیرهای تعادلی نقدینگی واقعی، سرعت گردش و تولید پرداخت، بنابراین برای برآورد مسیرهای تعادلی متغیرهای ذکر شده از روش‌های مستقل استفاده می‌کنیم.

برای محاسبه شکاف نقدینگی، با استفاده از مدل $ARDL$ و مکانیزم تصحیح خطا (ECM) رابطه تعادلی بلندمدت^۱ نقدینگی محاسبه، سپس با کم کردن مقادیر تعادلی نقدینگی از مقادیر واقعی، شکاف نقدینگی محاسبه می‌شود.

برای محاسبه شکاف سرعت گردش پول نیز ابتدا باید سرعت گردش تعادلی را برآورد کرد. در این مقاله با استفاده از فیلتر هادریک-پرسکات به تخمین شکاف سرعت گردش پول و نقدینگی می‌پردازیم.

برای برآورد شکاف تولید نیز مانند موارد قبلی ابتدا تولید بالقوه محاسبه می‌شود. برای محاسبه تولید بالقوه از مدل فضا-حالت^۲ و روش فیلتر کالمن^۳ استفاده می‌شود که در بخش‌های بعدی به تفصیل شرح داده خواهد شد.

تورم انتظاری نیز از دیگر متغیرهای درون‌زای مدل است که بر مبنای انتظارات تطبیقی و با استفاده از تعداد وقفه‌های مناسب تورم لحاظ خواهد شد.

بعد از محاسبه متغیرهای توضیحی مورد نیاز، به برآزش مدل پی‌استار می‌پردازیم و سپس با استفاده از آزمون J ، قدرت توضیح‌دهندگی دو مدل ذکر شده مقایسه خواهند شد.

۴- شکاف پول و نقدینگی

برای تخمین شکاف پول و نقدینگی ابتدا لازم است تابع تقاضای پول و نقدینگی را به دست آوریم. در این پژوهش با استفاده از تحلیل سری‌های زمانی و با بکارگیری الگوی خودبازگشتی با وقفه‌های توزیعی^۴ ($ARDL$)، مناسب‌ترین تابع تقاضای پول را برای ایران تخمین زده و سپس از آن برای به دست آوردن حجم پول و نقدینگی بلندمدت استفاده خواهیم کرد.

در ارتباط با عوامل موثر بر تقاضای پول، محققان متغیرهای درآمد، ثروت، درآمد مورد انتظار و مخارج ناخالص ملی یا داخلی را به عنوان متغیرهای مقیاس بکار برده‌اند. در

1- Cointegration

2- State-Space Model

3- Kalman Filter

4- Autoregressive Distributed Lags

مورد اینکه کدام متغیر مقیاس می‌تواند تابع تقاضای پول بهتری را ارائه دهد، مطالعات گسترده‌ای صورت گرفته است و نتایج نشان‌دهنده آن است که ثروت نتایج بهتری را در مقایسه با درآمد دائمی و درآمد دائمی نتایج بهتری را نسبت به درآمد جاری در پی خواهد داشت، اما به دلیل دست نیافتن به متغیر ثروت از متغیر تولید ناخالص داخلی ایران به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ به‌عنوان متغیر مقیاس به‌جای ثروت و درآمد دائمی استفاده شده است.

تا قبل از کینز، نرخ بهره به‌عنوان یک عامل موثر بر تقاضای پول نادیده گرفته می‌شد، اما از دوره مکتب کمبریج و ابتدای دوره کینز، نرخ بهره با علامت انتظاری منفی وارد تابع تقاضای پول شد. از آنجا که در ایران نرخ بهره در مدت طولانی ثابت بوده و همچنین با توجه به حذف نرخ بهره از سیستم بانکی، استفاده از این متغیر به‌عنوان متغیر هزینه فرصت نگهداری پول مناسب نیست، از این‌رو در مطالعات تجربی از متغیر تورم انتظاری به‌عنوان نرخ بازدهی دارایی‌های فیزیکی استفاده می‌شود که می‌تواند بنا به اثر فیشر، اثر نرخ بازدهی مالی را نیز در خود داشته باشد. به همین دلیل در این مطالعه از نرخ تورم به‌عنوان ابزاری برای سنجش هزینه فرصت نگهداری پول استفاده شده است. همچنین سود سپرده‌های بلندمدت بانکی به‌عنوان ابزار تاثیرگذار دیگری در اندازه‌گیری هزینه فرصت نگهداری پول بکار برده شده است.

یکی دیگر از متغیرهایی که می‌تواند وارد تابع تقاضای پول شود، نرخ ارز است. دو دیدگاه متفاوت درباره تاثیر نرخ ارز بر تقاضای پول وجود دارد؛ در یک دیدگاه، افزایش نرخ ارز باعث افزایش ارزش دارایی‌های خارجی شهروندان داخلی می‌شود که سبب دارایی خود را بر اساس پول داخلی ارزیابی می‌کنند. برای این دسته از افراد، این افزایش دارایی به صورت افزایش ثروت متجلی می‌شود، از این‌رو تقاضای پول آنها را افزایش می‌دهد که این اثر به «اثر ثروت»^۱ معروف است.

در دیدگاه دیگر، افزایش نرخ ارز یا کاهش ارزش پول داخلی، موجب انتظار کاهش بیشتر ارزش پول داخلی می‌شود که این امر باعث می‌شود مردم پول داخلی کمتری

نگهداری کنند و تقاضا برای پول کاهش یابد. در ادبیات اقتصادی، این ارتباط منفی بین تقاضا برای پول داخلی و نرخ ارز به «اثر جانشینی»^۱ معروف است.

همانند بسیاری از مطالعات اقتصادسنجی روی تابع تقاضای پول، فرض می‌شود که تابع مزبور دارای فرم تصحیح خطا به شکل رابطه (۱۳) باشد (فرشچی، ۱۳۸۷):

$$\Delta m_t = k_0 - k_m [m_{t-1} - k_y y_{t-1} + k_x x_{t-1} + k_l l_{t-1} + k_\pi \pi_{t-1}] + \sum_{i=1}^q (k_{yi} \Delta y_{t-i} + k_{xi} \Delta x_{t-i} + k_{li} \Delta l_{t-i}) + \varepsilon_t \quad (13)$$

در رابطه (۱۳)، l : نرخ سود سپرده‌های بلندمدت، π : تورم، y : تولید ناخالص داخلی، m : حجم پول، x : نرخ ارز بازار غیررسمی و q : تعداد وقفه مناسب است. عبارت داخل کروشه می‌تواند به کمک معادله (۱۴) به عنوان تعادل بلندمدت تقاضای پول تفسیر شود.

$$m_t = k_y y_t - k_x x_t - k_l l_t - k_\pi \pi_t \quad (14)$$

تعادل بلندمدت به عنوان وضعیتی معرفی می‌شود که در آن تولید برابر تولید بالقوه y^* و بقیه متغیرها نیز در سطح تعادلی بلندمدت خود باشند، بنابراین تراز حقیقی پول در تعادل بلندمدت برابر می‌شود با رابطه (۱۵):

$$m_t^* = k_y y_t^* + k^* \quad (15)$$

که در آن (رابطه (۱۶)):

$$k_t^* = k_x x_t^* + k_l l_t^* + k_\pi \pi_t^* \quad (16)$$

در این پژوهش از روشی که توسط پسران و شین^۲ (۱۹۹۹) و پسران و دیگران (۲۰۰۱) با عنوان رویکرد خودبازگشتی با وقفه‌های توزیعی معرفی کرده‌اند، استفاده شده است. این رویکرد از محاسن ویژه‌ای نسبت به روش‌های قبلی برخوردار است. محمدی (۱۳۹۰) در مقاله خود تحت عنوان «خطای متداول در کاربرد مدل‌های سری زمانی: کاربرد

1- Substitution Effect

2- M. Hashem Pesaran and Yongcheol Shin

نادرست مدل *ARDL* در مورد شرایط بکارگیری مدل خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی به نتایج زیر می‌رسد:

۱- مدل *ARDL* تنها در صورتی کاربرد درست می‌یابد که واقعاً متغیرهای سمت راست معادله که عموماً با X نشان داده می‌شوند، علت (در معنای برون‌زایی ضعیف) متغیر وابسته بوده باشند، یعنی معلول متغیر یاد شده نبوده و نسبت به آن درون‌زا نباشند.

۲- حتی در این صورت، اگرچه ترکیب متغیرهای $I(0)$ و $I(1)$ می‌توانند در برآورد مدل *ARDL* وارد شوند، اما لزوماً ادامه مسیر تا تحلیل هم‌انباشتگی درست نخواهد بود مگر آنکه مرتبه انباشتگی متغیرها یکسان باشد یا آنکه هم‌انباشتگی چندگانه وجود داشته باشد.

۳- اگر در این کاربرد نامناسب، هم‌انباشتگی مورد بررسی قرار گیرد، آزمون‌های مرسوم هم‌انباشتگی تعداد غلطی از بردارها را مشخص می‌سازد.

۴- به همین دلیل، عدم توجه به تست‌هایی که بعدها در ادبیات مطرح شده - اما مورد توجه کافی قرار نمی‌گیرند - باعث می‌شود که مدل *ARDL* نتایج اریب‌داری از ضریب *ECM* بدهد.

از آنجا که تمامی شرایط تصریح شده برقرار هستند، بنابراین می‌توانیم مدل تصحیح خطای رویکرد *ARDL* متناسب با معادله تقاضای پول را به شکل رابطه (۱۷) در نظر بگیریم:

$$\ln M_t = b_0 + b_1 \ln GDP_t + b_2 \ln EX_t + b_3 \ln INF_t + b_4 \ln LIR_t + \varepsilon_t \quad (17)$$

به طوری که در این معادله، M_t : تعریف حجم پول و نقدینگی (هر دو آنها در نظر گرفته خواهند شد)، GDP_t : تولید ناخالص داخلی، EX_t : نرخ ارز بازار آزاد، INF_t : نرخ تورم، LIR_t : نرخ سود سپرده‌های بانکی بلندمدت و ε_t : بیانگر جمله اخلال هستند.

۴-۱- تخمین تابع تقاضای پول

برای تخمین مدل با استفاده از نرم‌افزار مایکروفت، پس از انتخاب حداکثر ۳ وقفه از طریق ملاک شوارتز-بیزین، بهترین مدل $ARDL(3,3,0,0,0)$ انتخاب شد. نتایج تخمین ضرایب متغیرهای مدل را در جدول (۳) مشاهده می‌کنید.

جدول (۳) - نتایج حاصل از تخمین کوتاه‌مدت مدل لگاریتمی MI به روش $ARDL$

متغیر	ضرایب	انحراف معیار	آماره t
$LogM1(-1)$	۰/۷۳	۰/۱	۷/۳۵
$LogM1(-2)$	۰/۶۱	۰/۱۱	۵/۳۲
$LogM1(-3)$	-۰/۳۴	۰/۱	-۳/۳۱
$LogGDP$	۰/۰۳۲	۰/۰۷۱	۰/۴۵
$LogGDP(-1)$	-۰/۰۵	۰/۰۶۷	-۰/۸۲
$LogGDP(-2)$	۰/۲۹	۰/۰۵۴	۵/۵
$LogGDP(-3)$	-۰/۳۲	۰/۰۶۱	-۵/۳۱
$LogEX$	-۰/۰۵۷	۰/۰۶	۰/۹۶
INF	-۰/۰۱	۰/۰۰۴	-۲/۶۵
LIR	-۰/۰۴	۰/۰۸	-۰/۵۲
C	۰/۵۱۱	۰/۶۱	۰/۸۳
$۰/۹۹۹۴۸ = R^2$	$۰/۹۹۹۴۱ = \bar{R}^2$	$۱/۹۶۳۴ = DW$	$۱۴۸۱۹/۶ = F$

مأخذ: محاسبات پژوهش

وجود هم‌انباشتگی بین مجموعه‌ای از متغیرهای اقتصادی، مبنای آماری استفاده از الگوهای تصحیح خطا را فراهم می‌کند. به باور انگل و گرانجر، هر رابطه بلندمدت، یک ecm کوتاه‌مدت دارد که دستیابی به آن، تعادل را تضمین می‌کند و برعکس. این مدل‌ها در واقع نوعی از مدل‌های تعدیل جزئی هستند که در آنها با وارد کردن جملات خطا از یک رابطه بلندمدت، نیروهای موثر در کوتاه‌مدت و سرعت نزدیک شدن به مقدار تعادلی بلندمدت اندازه‌گیری می‌شوند.

ضریب تصحیح خطا - یعنی برآورد ضریب $-ecm(-1)$ در صورتی که با علامت منفی ظاهر شود، انتظار می‌رود نشانگر سرعت تصحیح خطا و میل به تعادل بلندمدت باشد. این ضریب نشان می‌دهد در هر دوره چند درصد از عدم تعادل متغیر وابسته تعدیل شده و

به سمت رابطه بلندمدت نزدیک می‌شود. نتایج جدول (۴) نشان می‌دهد ضریب سرعت تعدیل خطا به میزان ۰/۰۶۷- است.

جدول (۴)- نتایج حاصل از تخمین MI با استفاده از الگوی ECM

متغیر	ضرایب	انحراف معیار	آماره t
$dLogM11$	-۰/۲۷	۰/۱	-۲/۷۴
$dLogM12$	۰/۳۴	۰/۱	۳/۱۳
$dLogGDP$	۰/۰۳۲	۰/۰۷	۰/۴۵
$dLogGDP1$	۰/۰۳	۰/۰۴۴	۰/۶۸
$dLogGDP2$	۰/۳۲	۰/۰۶	۵/۳۱
$dLogEX$	۰/۵۷	۰/۰۰۵	۰/۹۶
$dINF$	۰/۱	۰/۰۰۴	۲/۶۵
$dLIR$	-۰/۰۴۴	۰/۰۸	-۰/۵۲
dC	۰/۵۱	۰/۶۱۱	۰/۸۳
$ecm(-1)$	-۰/۰۶۷	۰/۰۱	-۶/۵

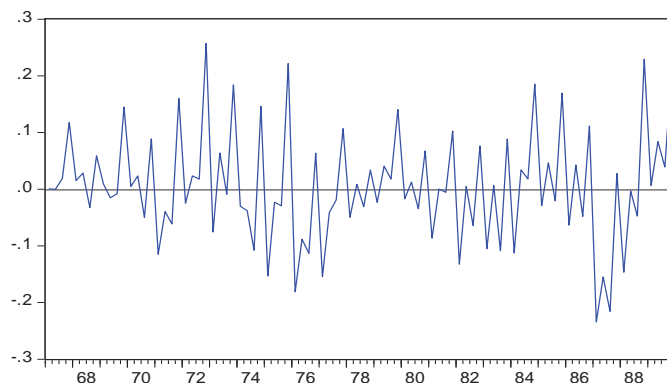
مأخذ: محاسبات پژوهش

در واقع، تابع تقاضای بلندمدت پول با استفاده از الگوی تصحیح خطا به صورت رابطه (۱۸) است:

$$ecm = LnM1_t - 7.75LnGDP_t + 0.84LnEX_t + 0.15INF_t - 0.66LIR_t + 75.5C \quad (18)$$

حال برای محاسبه حجم پول تعادلی بلندمدت (MI) با جایگذاری ضریب GDP - که از الگوی تصحیح خطا به دست آمده- و تولید بالقوه^۱ در معادله (۱۶)، k^* را محاسبه کرده و با جاگذاری در معادله (۱۵) حجم پول تعادلی را به دست می‌آوریم که در نهایت با کسر مقادیر بالفعل از این مقادیر تعادلی، شکاف حجم پول برآورد می‌شود که در نمودار (۱) نشان داده شده است.

۱- روش محاسبه تولید بالقوه در قسمت‌های بعدی به تفصیل شرح داده خواهد شد.



نمودار (۱) - شکاف حجم پول (MI)

۴-۲- تخمین تابع تقاضای نقدینگی

تابع تقاضای نقدینگی (M2) فصلی با انتخاب حداکثر سه وقفه از طریق ملاک شوارتز-بیزین و استفاده از بهترین تصریح مدل، یعنی $ARDL(1,3,0,0,0)$ انتخاب شد. نتایج تخمین ضرایب متغیرهای مدل را در جدول (۵) مشاهده می‌کنید.

جدول (۵) - نتایج حاصل از تخمین کوتاه‌مدت مدل لگاریتمی M2 به روش ARDL

متغیر	ضرایب	انحراف معیار	آماره t
$LogM2(-1)$	۰/۹۹	۰/۰۱	۹۴/۷۴
$LogGDP$	۰/۱۶	۰/۰۲	۶/۵۳
$LogGDP(-1)$	-۰/۱۳۴	۰/۰۲	-۵/۱۲
$LogGDP(-2)$	۰/۲۱	۰/۰۲۵	۸/۴
$LogGDP(-3)$	-۰/۲۲	۰/۰۲۶	-۸/۲۷
$LogEX$	-۰/۰۰۷	۰/۰۰۳۸	-۱/۹۶
INF	۰/۳۸	۰/۲۴	۱/۵۴
LIR	-۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	-۱/۱۸
C	-۰/۱۵۶	۰/۵	-۱/۳
$R^2 = ۰/۹۹۹۸۲$	$\bar{R}^2 = ۰/۹۹۹۸۰$	$DW = ۲/۳۰۱۳$	$F = ۵۴۵۶۷/۳$

مأخذ: محاسبات پژوهش

ضرایب حاصل از تخمین الگوی تصحیح خطا نیز در جدول (۶) گزارش شده است. نتایج نشان می‌دهد ضریب سرعت تعدیل خطا به میزان ۰/۰۸- است.

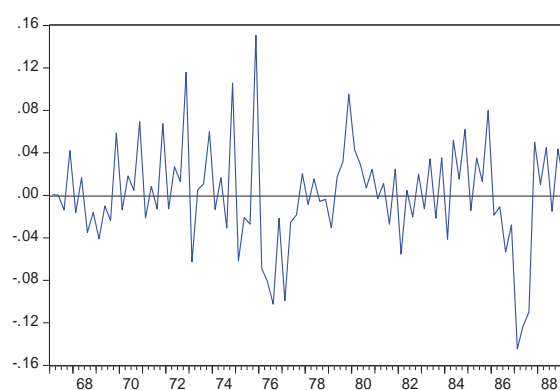
جدول (۶)- نتایج حاصل از تخمین $M2$ با استفاده از الگوی ECM

متغیر	ضرایب	انحراف معیار	آماره t
$dLogGDP$	۰/۱۶	۰/۰۲	۶/۵۳
$dLogGDP1$	۰/۰۱	۰/۰۳۲	۴/۳۲
$dLogGDP2$	۰/۲۲	۰/۰۲۷	۸/۲۷
$dLogEX$	۰/۰۰۷	۰/۰۰۴	۱/۹
$dINF$	۰/۳۸	۰/۲۴	۲/۵۳
$dLIR$	-۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	-۱/۱۸
dC	-۰/۱۵	۰/۵	-۱/۳
$ecm(-1)$	-۰/۰۸	۰/۰۱	-۱/۸

مأخذ: محاسبات پژوهش

تابع تقاضای بلندمدت نقدینگی با استفاده از الگوی تصحیح خطا در معادله (۱۹) آمده است. با کاربرد فرآیندی که در تخمین تابع تقاضای پول توضیح داده شد، شکاف حجم نقدینگی را به دست می‌آوریم که در نمودار (۲) مشاهده می‌شود.

$$ecm = LnM2_t - 2.7LnGDP_t - 0.87LnEX_t - 0.04INF_t + 0.13LIR_t + 18.9C \quad (19)$$



نمودار (۲)- شکاف حجم نقدینگی ($M2$)

۵- شکاف سرعت گردش پول

یکی از مهم‌ترین جنبه‌های مدل تورم پی‌استار که نقش بسیار مهمی در شکل‌گیری نتایج دارد، نوسانات سرعت گردش پول و نحوه تعریف تعادل بلندمدت سرعت گردش پول است. سرعت گردش پول به عواملی از جمله وضع اقتصادی از نظر رکودی یا تورمی بودن، تواتر معاملات، ارزش پول، حجم دادوستد و شرایط اعتبار و وام‌دهی بستگی دارد. همچنین باید توجه داشت که سرعت گردش پول در حالت‌هایی که انتظارات تورمی در جامعه وجود نداشته باشد، پایدار است و در شرایط تورمی معمولاً سرعت گردش پول افزایش می‌یابد.

هالمن و دیگران در تحلیل خود از $M2$ به عنوان انباره پول استفاده و فرض کردند سرعت گردش پول مانا است، در نتیجه سرعت تعادلی می‌تواند با استفاده از میانگین سری‌های سرعت گردش پول به دست آید و داده‌های نمونه‌ای آنها نیز این فرض را تایید کرد.

در پژوهش دیگری توسط هونلر و پورت (۱۹۹۱)، آنها ۲۰ کشور عضو *OECD* را در نظر گرفتند و از فیلتر هادریک-پرسکات (*HP*) برای تشریح مقادیر تعادلی تولید و سرعت گردش پول استفاده کردند.

کول و تاتوم (۱۹۹۴) نیز در تحلیل خود از داده‌های پنج کشور کوچک اروپایی از فیلتر *HP* استفاده کردند و نتیجه گرفتند که به نظر می‌رسد مدل پی‌استار برای کشورهای بزرگ نسبت به کشورهای کوچکی بهتر عمل می‌کند.

باید به این حقیقت اشاره کنیم که تعادل بلندمدت سرعت گردش پول، نباید به عنوان یک عبارت ثابت در نظر گرفته شود که در تحقیقات اولیه نظریه پولی به آن اشاره شده است.

بامول (۱۹۵۲)، توبین (۱۹۵۶) و فلیت‌وود (۱۹۵۸)، این سوال را در پژوهش‌های خود مطرح کرده‌اند و استدلال می‌کنند که به نظر می‌رسد سرعت گردش پول به طور

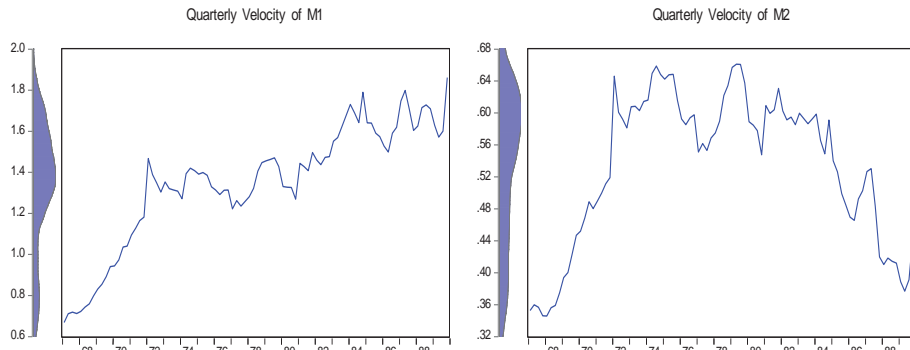
خاص در دوره‌های گذار^۱ از سطح معمول خود منحرف می‌شود. در دو پژوهش اول، آنها سرعت گردش پول را به عنوان یک متغیر درونزا تعیین می‌کنند که به نوسانات نرخ بهره در چارچوب مدل تعادل عمومی پاسخ می‌دهد. در پژوهش سوم، سرعت پول از نسبت درآمد ملی (به قیمت جاری) بر عرضه پول از سال ۱۹۱۴ تا ۱۹۵۳ برای کشورهای فنلاند، سوئد، انگلستان و آمریکا، محاسبه شده است و به این نتیجه می‌رسد که باید تعادل بلندمدت سرعت گردش پول را بجای یک عبارت ثابت، یک متغیر فرض کنیم.

کیم و سوبرامانیان^۲ (۲۰۰۹) با تخمین یک منحنی فیلپس اصلاح شده که از مدل نئوکینزی به دست آمده بود، نشان دادند که چگونه پویایی تورم توسط سرعت پول تحت تاثیر قرار می‌گیرد. آنها از GMM ^۳ به منظور تخمین سرعت از منحنی فیلپس بهبود یافته برای داده‌های آمریکا در دوره سالهای ۱۹۵۱ تا ۲۰۰۵ استفاده کردند و نتایج با مدل سازگار بودند. به عبارت دیگر، تغییرات در سرعت پول می‌تواند منجر به تغییرات تورم شود.

همانطور که ملاحظه می‌شود، روش‌های متعددی برای محاسبه تعادل بلندمدت سرعت گردش پول وجود دارد. در این پژوهش به منظور تبیین سرعت گردش پول در مجموعه داده‌ها، سرعت پول را با لگاریتم گرفتن از نظریه مقداری $(v_t = y_t + p_t - m_t)$ که در آن y_t : لگاریتم طبیعی تولید اسمی، p_t : لگاریتم طبیعی شاخص ضمنی قیمت و m_t : لگاریتم $M1$ و $M2$ هستند محاسبه می‌کنیم.

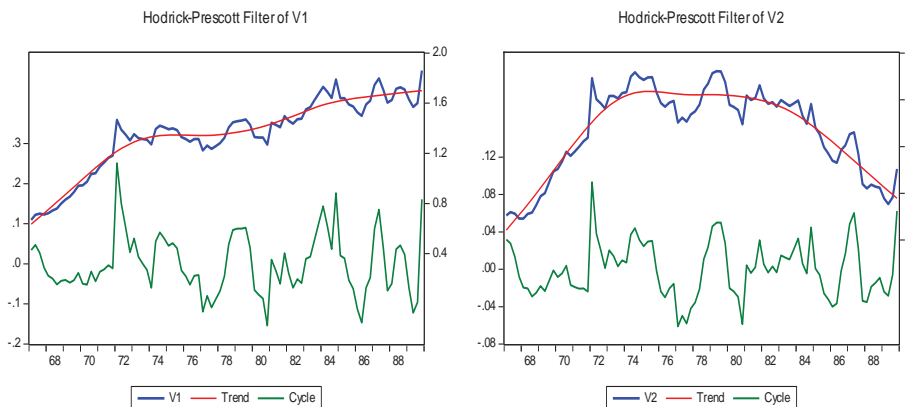
نمودار (۳) روند سرعت گردش پول فصلی برای سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۶۷ را نشان می‌دهد.

-
- 1- Transition Periods
 - 2- Kim and Subramanian
 - 3- Generalized Method of Moments



نمودار (۳) - سرعت گردش پول برای $M1$ و $M2$

در این مقاله، سرعت گردش پول تعادلی را با استفاده از تکنیک فیلتر هادریک-پرسکات (HP) تشکیل می‌دهیم (نمودار (۴)). این فیلتر جهت برآورد ملایم و هموار روند بلندمدت اجزای یک سری زمانی بکار می‌رود. این تکنیک در اساس از یک میانگین متحرک^۱ بلندمدت متقارن به عنوان نوعی از فیلتر ضربه - واکنش محدود^۲ برای روندزدایی از سری‌های زمانی، استفاده می‌کند.



نمودار (۴) - سرعت گردش پول تعادلی (V^*) برای $M1$ و $M2$

- 1- Moving Average
- 2- Finite Impulse Response

از لحاظ آماری، فیلتر *HP*، یک فیلتر خطی دوطرفه است که مجموع مربعات انحراف یک متغیر از روندش را حداقل می‌کند. از مزیت‌های فیلتر *HP* این است که کیفیت تخمین پارامترها را از طریق اجتناب از اریب احتمالی (که می‌تواند ناشی از عدم تصریح درست سرعت گردش پول باشد) افزایش می‌دهد. همچنین این فیلتر اولین روش انتخابی در یافتن روند سری‌های زمانی در کارهای تجربی است.

۶- شکاف تولید

شکاف تولید بیانگر میزان انحراف تولید واقعی از تولید بالقوه در بلندمدت است. مبنای تعریف تولید بالقوه در ادبیات اقتصادی، تعریفی است که اوکان^۱ از آن ارائه نموده است. وی حداکثر مقدار تولید صورت گرفته در یک اقتصاد را بدون اینکه بار اضافی بر خود تحمیل کند و منجر به ایجاد وقایع ناخوشایند شود، تحت عنوان تولید بالقوه نام می‌برد. منظور از وقایع ناخوشایند بیشتر نرخ فزاینده تورم و عواقب بعدی حاصل از آن است. بر اساس تعریف فوق، شکاف *GDP* را می‌توان اختلاف بین *GDP* بالقوه از *GDP* واقعی تعریف کرد.

یکی از مشکلاتی که در اندازه‌گیری تولید بالقوه و شکاف تولید وجود دارد این است که تولید بالقوه به‌طور مستقیم قابل مشاهده نیست. روشی که بر این مشکل فائق آمده است، فیلتر کالمن است این تکنیک دربرگیرنده مدل اجزای مشاهده نشده^۲ است که الگوریتم تخمین مناسب برای اندازه‌گیری تولید بالقوه است. اگرچه این فیلتر یک الگوریتم بسیار توانمند است، اما در مطالعات بسیار اندکی از آن استفاده شده است.

در این پژوهش از فیلتر کالمن در یک چارچوب سری‌های زمانی خطی به‌منظور اندازه‌گیری شکاف تولید و تولید بالقوه برای اقتصاد ایران استفاده خواهیم کرد. برای محاسبه تولید بالقوه، علاوه بر فیلتر کالمن می‌توان از فیلتر هادریک-پرسکات نیز استفاده کرد، اما یکی از اشکالاتی که به فیلتر هادریک-پرسکات در تخمین شکاف تولید گرفته می‌شود این

1- Arthur Okun

2- Unobserved Components Model

است که این روش منجر به یک روند خیلی هموار می‌شود. همچنین سیکل‌های تولیدشده در مدل فضا-حالت دارای نوسانات کمتری نسبت به روش *HP* هستند.

فرض می‌شود لگاریتم تولید واقعی می‌تواند به دو جزء روند^۱ و سیکل^۲ تجزیه شود به گونه‌ای که (روابط (۲۰) تا (۲۳)):

$$Y_t = Y_{p,t} + Y_{c,t} \quad (20)$$

$$Y_{p,t} = Y_{p,t-1} + Y_{p,t-2} + \varepsilon_{1t} \quad (21)$$

$$Y_{c,t} = \gamma_1 Y_{c,t-1} + \gamma_2 Y_{c,t-2} + \varepsilon_{2t} \quad (22)$$

$$\varepsilon_{it} \sim iid N(0, \sigma_i^2) \quad i = 1, 2 \quad (23)$$

که در آن $Y_{p,t}$ و $Y_{c,t}$ به ترتیب نشان‌دهنده روند و سیکل در زمان t هستند. آنگاه سیکل $Y_{c,t}$ به عنوان انحراف تولید واقعی از روند، بیانگر سری شکاف تولید خواهد بود. فرض می‌شود جزء سیکلی $Y_{c,t}$ از یک فرآیند خودرگرسیو^۳ مرتبه دوم $AR(2)$ تبعیت می‌کند و جزء روند $Y_{p,t}$ نیز دارای فرآیند $AR(2)$ است.^۴

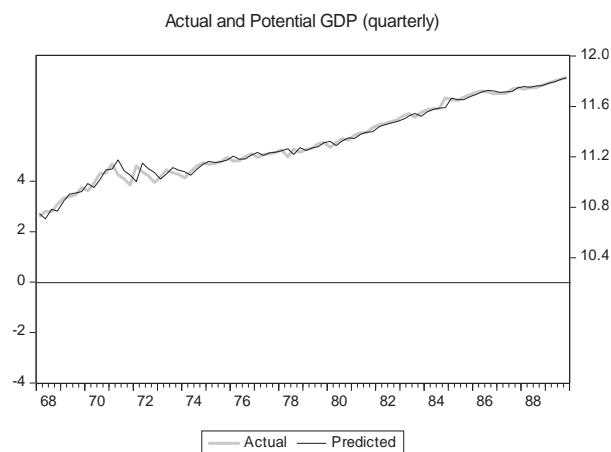
برآورد فیلتر از روابط (۲۱) و (۲۲) در کنار مقادیر واقعی GDP در نمودار (۵) و شکاف تولید برآورد شده در نمودار (۶) تصویر شده است. خط کم‌رنگ نشان‌دهنده مقادیر تولید واقعی و خط پررنگ بیانگر برآورد فیلتر کالمن از رابطه روند برای متغیر GDP است. همچنین در جدول (۷) نتایج تخمین شکاف تولید با استفاده از فیلتر کالمن و مدل فضا-حالت به صورت خروجی نرم‌افزار ایویوز آمده است.

1- Trend

2- Cycle

3- Auto Regressive

۴- با تخمین فرم‌های تبعی مختلف، مدل‌های فوق دارای کمترین مقدار معیارهای انتخاب مدل Akaike و Schwarz و همچنین بیشترین مقدار Log likelihood بودند.

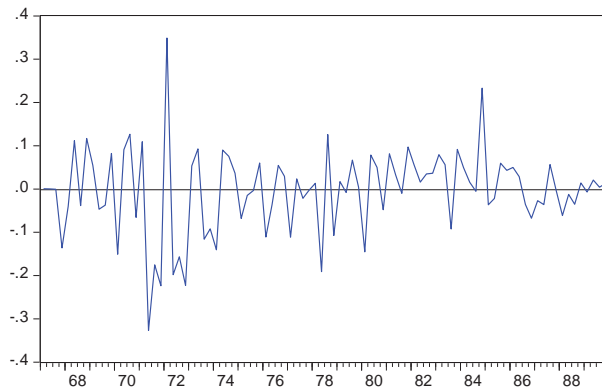


نمودار (۵) - مقادیر تولید واقعی، تولید بالقوه

جدول (۷) - تخمین شکاف تولید با استفاده از مدل فضا-حالت و فیلتر کالمن

Sspace: KF_GDP_2
 Method: Maximum likelihood (Marquardt)
 Date: 19/01/15 Time: 09:24
 Sample: 1367Q1 1389Q4
 Included observations: 92
 Convergence achieved after 66 iterations

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C(1)	-9.100395	2.618890	-3.474905	0.0005
C(2)	0.757854	0.068593	11.04850	0.0000
C(3)	-5.30E-05	6.83E-05	-4.776002	0.0077
C(4)	-6.984608	0.340126	-20.53534	0.0000
	Final State	Root MSE	z-Statistic	Prob.
TREND	11.84028	0.035466	333.8506	0.0000
DTREND	0.011407	0.001306	8.734646	0.0000
GAP	0.001682	0.039573	5.042503	0.0001
GAP2	0.002219	0.033384	9.066477	0.0000
Log likelihood	150.1784	Akaike info criterion	-3.177792	
Parameters	4	Schwarz criterion	-3.068149	
Diffuse priors	4	Hannan-Quinn criter.	-3.133539	



نمودار (۶) - شکاف تولید تخمین زده شده با استفاده از فیلتر کالمن

۷- تخمین نهایی مدل پی‌استار

در این قسمت با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی *OLS* به تخمین مدل نهایی می‌پردازیم.

در روابط رگرسیونی، *INF*: تورم، *INF(-1)*: تورم انتظاری، $(V2 - V2^*)$: شکاف سرعت گردش نقدینگی، $(Y^* - Y)$: شکاف تولید، $(M2 - M2^*)$: شکاف نقدینگی و *EX*: رشد نرخ ارز بازار سیاه است.

نتایج حاصل از تخمین مدل پی‌استار را با استفاده از شکاف نقدینگی در معادله (۲۴) و با استفاده از شکاف سرعت گردش نقدینگی و شکاف تولید در معادله (۲۵) آمده است. اعداد داخل پرانتز آماره *t* مربوط به هر ضریب هستند.

$$INF_t = 6.35 + 0.68 INF_{t-1} + 4744 (M2_{t-1} - M2_{t-1}^*) + 15.1 EX_t + 28.34 D72 \quad (24)$$

(4.28) (11.44) (2.66) (2.18) (4.5)

$$\bar{R}^2 = 0.72$$

$$INF_t = 6.05 + 0.7 INF_{t-1} - 37.97 (V2_{t-1} - V2_{t-1}^*) - 15.07 (Y_{t-1}^* - Y_{t-1}) + 9.04 EX_t + 22.68 D72 \quad (25)$$

(2.9) (8.44) (-2.32) (-2.76) (1.94) (3.41)

$$\bar{R}^2 = 0.72$$

همانطور که مشخص است، تمامی ضرایب معنی‌دار هستند و علامت آنها منطبق بر تئوری است. نتایج نشان می‌دهد شکاف حجم نقدینگی ($M2$) بر تورم ایران تاثیر گذار است و با آن رابطه مستقیم دارد. به عبارت دیگر، هرچه شکاف بین حجم نقدینگی واقعی و حجم نقدینگی تعادلی بیشتر شود، تورم نیز افزایش خواهد یافت. همچنین ضریب منفی شکاف سرعت گردش نقدینگی دوره قبل نشان‌دهنده اثر کاهشی این شکاف بر تورم است.

به عبارت دیگر، اگر شکاف سرعت گردش مثبت باشد (سرعت گردش واقعی دوره قبل بیشتر از مقدار تعادلی اش باشد)، چون تمایل به همگرا شدن با سرعت گردش تعادلی دارد، باعث کاهش تورم در دوره بعد می‌شود. ضریب منفی شکاف تولید نیز نشان‌دهنده اثر کاهشی این متغیر بر تورم است. اگر فرض کنیم که تولید بالقوه بالاتر از تولید واقعی باشد، به علت تمایل تولید واقعی به همگرایی با تولید بالقوه با افزایش تولید واقعی روبه‌رو خواهیم بود که در این صورت، در نتیجه افزایش تولید با کاهش تورم مواجه خواهیم شد. ضریب مثبت رشد نرخ ارز نیز در هر دو مدل، نشان‌دهنده تاثیر مثبت افزایش نرخ ارز بر تورم است.

پس از آنکه ضرایب الگو برآورد شد، مجموعه‌ای از آزمون‌های مشخص مورد استفاده قرار خواهند گرفت تا صحت و اعتبار روابط برآورد شده از نظر آماری مورد ارزیابی قرار گیرد. نتایج این آزمون‌ها در جدول (۸) گزارش شده‌اند.

نتایج آزمون‌ها نشان می‌دهد، الگوی برآورد شده دارای هیچ‌گونه مشکل آماری نیست و تورم را به خوبی توضیح می‌دهد.

جدول (۸) - نتایج حاصل از آزمون‌های انجام‌شده بر معادلات (۲۴) و (۲۵)

نتیجه آزمون	شکاف تولید و سرعت گردش		شکاف نقدینگی		نوع آزمون
	سطح احتمال	آماره آزمون	سطح احتمال	آماره آزمون	
جملات پسماند از مرتبه $I(0)$ هستند.	۰/۰۰۰۰	-۸/۳	۰/۰۰۰۰	-۸/۰۳	دیکی-فولر
همبستگی پیاپی وجود ندارد.	۰/۵۶	۰/۶۹	۰/۳۴	۱/۱۲	بروش-گادفری
جملات خطا دارای توزیع نرمال هستند.	۰/۸۸	۰/۲۴	۰/۳۴	۲/۱۵	جارک-برا
جملات خطا دارای واریانس ناهمسانی نیستند.	۰/۲۷	۱/۲۳	۰/۵۷	۰/۸۵	وایت
خطای تصریح وجود ندارد.	۰/۹۸	۰/۰۱	۰/۶۹	۰/۳۹	رمزی

مأخذ: محاسبات پژوهش

همین آزمون مجدد با توجه به شکاف حجم پول (MI) و سرعت گردش پول (MI) نیز اجرا شد. با وجود معنی‌دار بودن ضرایب، الگوی برآورد شده از نظر آماری دارای اشکال است و نتایج مربوط به برخی آزمون‌های انجام‌شده، صحت مدل را تایید نمی‌کنند، بنابراین نتیجه‌ای حاصل می‌شود که مدل پی‌استار با توجه به شکاف نقدینگی و شکاف سرعت گردش نقدینگی و شکاف تولید از اعتبار بیشتری برخوردار است.

۷-۱ آزمون J

زمانی که دو مدل یک متغیر را توضیح می‌دهند، این سوال پیش می‌آید که کدام یک از دو مدل دارای قدرت توضیح‌دهندگی بیشتری هستند. آزمون J که توسط دیویدسون و مک‌کینون^۱ (۱۹۹۳) ارائه شده است، روشی را بیان می‌کند که با استفاده از آن بتوان بین

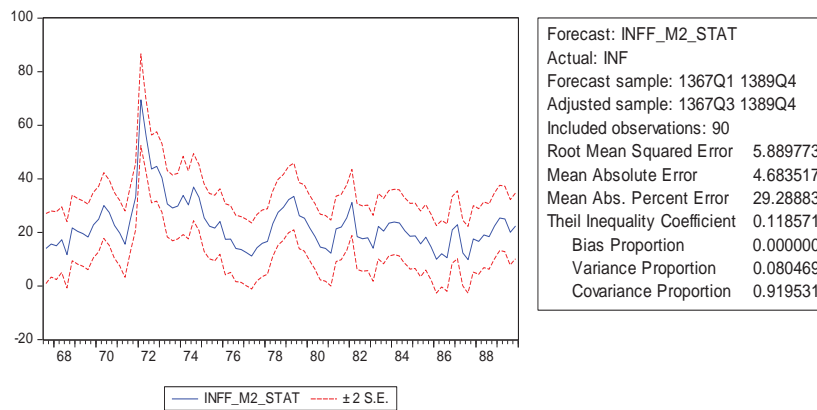
1- Davidson and MacKinnon

دو مدل غیر آشیانه‌ای^۱، یکی را انتخاب کرد. ایده این روش به این صورت است که اگر یک مدل صحیح است، آنگاه مقادیر برازش شده مدل دیگر نباید معنی‌دار باشند و قدرت توضیح دهنده‌گی در آن مدل داشته باشند. به این منظور، دو مدل رقیب در مدل پی‌استار با استفاده از آزمون J مورد بررسی قرار داده شد. نتایج حاکی از آن بود که ضرایب برازش مدل‌ها معنی‌دار نیستند و هر کدام از مدل‌ها داری قدرت توضیح دهنده‌گی خوبی هستند. برای یک معادله که برازش آماری بسیار خوبی دارد، این امکان وجود دارد که دارای یک شبیه‌سازی و یا برازش پیش‌بینی بسیار ضعیفی باشد. به همین دلیل، ما از هر دو پیش‌بینی خارج نمونه‌ای^۲ ایستا و پویا استفاده می‌کنیم. پیش‌بینی ایستا، پیش‌بینی یک مرحله جلوتر^۳ متغیر وابسته تورم را اجرا می‌کند، در حالی که پیش‌بینی پویا متکی بر پیش‌بینی چند مرحله‌ای^۴ از تورم است. به عبارت دیگر، در پیش‌بینی پویا در هر دوره، مقادیر پیش‌بینی شده قبلی تورم در شکل‌گیری پیش‌بینی مقادیر بعدی تورم استفاده می‌شوند. هر دو روش تقریباً نتایج یکسانی را برای دوره پیش‌بینی داشتند.

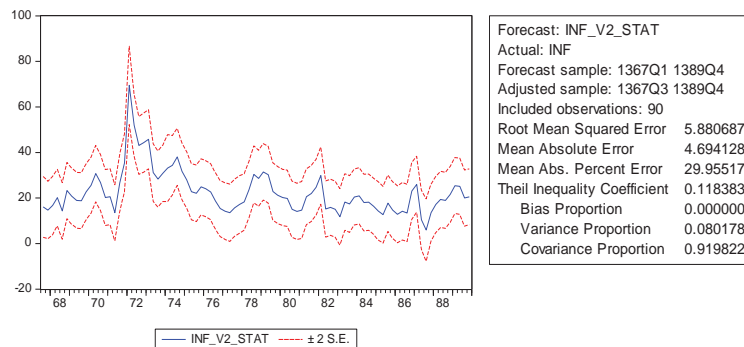
۷-۲-۱ پیش‌بینی ایستا

در نمودارهای (۷) و (۸) پیش‌بینی تورم به‌اضافه و منهای دو خطای استاندارد در بازه پیش‌بینی ۹۵ درصد ارائه شده و یک جدول از نتایج آماری مربوط به ارزیابی پیش‌بینی ایستا را نشان داده‌ایم. همانطور که از نتایج آماری پیش‌بینی ایستا مشخص است مدل پی‌استار با توجه به شکاف حجم نقدینگی از قدرت پیش‌بینی بیشتری برخوردار است.

1- Non-Nested
2- Out of Sample
3- One-Step-Ahead
4- Multi-Step



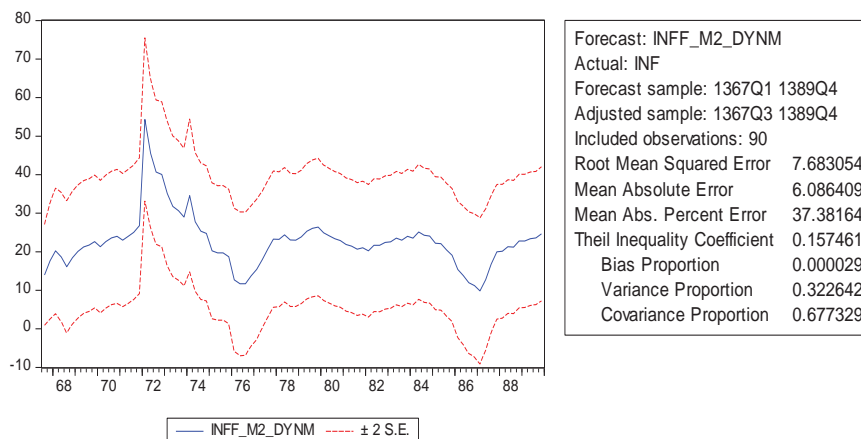
نمودار (۷) - پیش‌بینی ایستای مدل پی‌استار با شکاف حجم نقدینگی



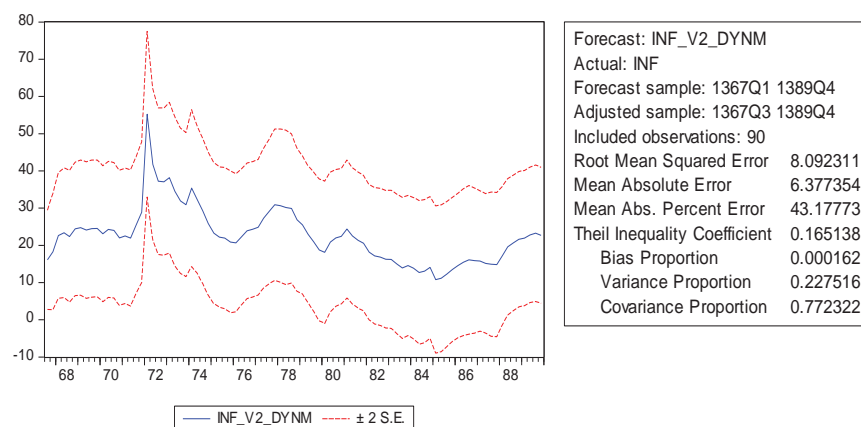
نمودار (۸) - پیش‌بینی ایستای مدل پی‌استار با شکاف تولید و سرعت گردش پول

۲-۲-۷ - پیش‌بینی پویا

در نمودارهای (۹) و (۱۰) پیش‌بینی تورم با اضافه و منهای دو خطای استاندارد در بازه پیش‌بینی ۹۵ درصد و در جدول (۹) نتایج آماری ارزیابی پیش‌بینی پویا نشان داده شده است.



نمودار (۹) - پیش‌بینی پویای مدل پی‌استار با شکاف حجم نقدینگی



نمودار (۱۰) - پیش‌بینی پویای مدل پی‌استار با شکاف تولید و سرعت گردش پول

باز هم مانند مورد پیش‌بینی ایستا، ارزیابی پیش‌بینی منجر به ارزیابی نسبتاً مثبت از مدل تجربی ما می‌شود. ضرایب $RMSE$ و $MAPE$ نسبتاً کوچک هستند. ضریب نابرابری تایل با وجود تغییر چشم‌انداز ما از یک پیش‌بینی ایستا به یک پیش‌بینی پویا تغییر محسوسی نداشته است. در مورد پیش‌بینی پویا نیز با توجه به آماره‌های گزارش شده، مدل پی‌استار با توجه به شکاف حجم نقدینگی از قدرت پیش‌بینی بیشتری برخوردار است.

۸- نتیجه‌گیری

در این پژوهش به عنوان گامی دیگر در تحلیل بعد پولی بودن پدیده تورم در ایران، ارتباط مدل پی‌استار را با اقتصاد ایران مورد بررسی قرار دادیم. اگرچه در سال‌های اخیر رشد تورم و رشد پول هماهنگ نبوده‌اند، اما این به معنی بی‌اعتباری مدل‌های پولی در تبیین تورم نیست و مدل پی‌استار به‌عنوان نمونه قادر است تحولات تورم را در مقایسه با رشد حجم پول توضیح دهد.

طبق نتایج، مدل پی‌استار هم با در نظر گرفتن شکاف نقدینگی و هم با در نظر گرفتن شکاف تولید و سرعت گردش نقدینگی از قدرت توضیح‌دهندگی مناسبی در تبیین تورم ایران برخوردار است، اما از آنجا که ضریب شکاف نقدینگی ($M2$) در مدل معنی‌دار است و الگوی برآورد شده نیز از لحاظ آماری با مشکل مواجه نیست، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در تخمین شکاف پول، بهتر است از تعریف گسترده پول ($M2$) استفاده کرد.

شکاف نقدینگی در مدل معنی‌دار بود، بنابراین برای کاهش نرخ تورم می‌توان از سیاست‌های پولی انقباضی استفاده کرد، اما باید توجه داشت که اثرات تورمی یا ضد تورمی ناشی از رشد (کاهش) حجم پول اقتصاد ایران در یک دوره تخلیه نمی‌شود و این اثرات تا چند دوره تداوم دارد، بنابراین این امر ممکن است موجب بی‌ثباتی در اثرات استفاده از سیاست‌های پولی شود.

با توجه به اینکه تولید یکی از متغیرهای اثرگذار بر تورم است، یکی دیگر از نکات مهم در تحلیل تورم آن است که برای مهار تورم در ایران نمی‌توان فقط بر سیاست‌های پولی تکیه کرد و در بلندمدت باید متغیرهای کلیدی بخش واقعی اقتصاد را نیز مدنظر قرار داد.

از آنجا که ضریب شکاف سرعت گردش نقدینگی ($M2$) در مدل معنی‌دار است و الگوی برآورد شده نیز از لحاظ آماری با مشکل مواجه نیست، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در تخمین سرعت گردش پول، بهتر است از تعریف گسترده پول ($M2$) استفاده کرد. شناسایی الگوی رفتاری این متغیر، اجرای سیاست‌های پولی جهت تحقق اهداف تورمی را که مهم‌ترین وظیفه بانک‌های مرکزی است، تسهیل می‌کند. برای این منظور

اقداماتی مانند معقول و منطقی کردن نرخ‌های سود بانکی، استفاده از ابزارهای جدید و گسترش نهادهای پولی و مالی در جهت بهبود و توسعه بازار پول، بازنگری در قوانین پولی و بانکی همسو با مقتضیات بین‌المللی، ایجاد زمینه فعالیت بانک‌ها و موسسات اعتباری خارجی به علت مجهز بودن بانکداران خارجی به فناوری نوین بانکداری، گسترش امکانات استفاده از کارت‌های اعتباری و بهبود چارچوب ساختاری سیاست‌های پولی، مشرثر خواهد بود.

به علت بی‌ثباتی نرخ ارز و تحت تاثیر قرار گرفتن سرعت گردش پول از آن، کارایی سیاست پولی به‌عنوان یک ابزار کارآمد تحت تاثیر قرار می‌گیرد، از این رو توجه و پیش‌بینی تکانه‌های ارزی و استفاده از ابزارهایی که بتواند اقتصاد کشور را در مواجهه با آنها توانمند سازد، ضروری است، بنابراین اتخاذ سیاست‌های ارزی هماهنگ با سیاست‌های پولی و مالی اهمیت زیادی دارد.

فهرست منابع

- اصلانی، پروانه (۱۳۸۴)، «مدل P^* و میزان کارایی آن برای اقتصاد ایران ۸۲-۱۳۳۸»، *مجله تحقیقات اقتصادی*، شماره ۷۰، صفحات ۱۸۹-۲۰۷.
- بالتاجی، بدیع (۱۳۹۱)، *اقتصادسنجی*، ترجمه رضا طالبلو، شعله باقری، تهران: نشر نی.
- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۸۱)، «بررسی رابطه تورم و پول در اقتصاد ایران بر اساس مدل پیش‌بینی تورم P^* »، *پژوهشهای اقتصادی*، شماره ۲۱.
- بهرامی، جاوید و فرشچی، مریم (۱۳۸۹)، «تجزیه و تحلیل تورم با استفاده از مدل P^* »، *پژوهشنامه اقتصادی*، شماره ۲، صفحات ۱۳۸-۱۱۵.
- خلیلی عراقی، منصور و دیگران (۱۳۹۲)، «برآورد تابع تقاضای پول در ایران با رویکرد مدل‌های تصحیح خطا و همجمعی»، *دوفصلنامه اقتصاد پولی-مالی*، شماره ۵، صفحات ۱-۲۶.
- شاکری، عباس (۱۳۸۷)، *نظریه‌ها و سیاست‌های اقتصاد کلان*، تهران: انتشارات پارس‌نویسا.
- عزیزی، فیروزه (۱۳۷۹)، «پیش‌بینی شکاف تورم بر اساس مدل P^* در مورد ایران»، *جستارهای اقتصادی*، شماره ۲، صفحات ۹-۳۴.
- کاوند، حسین و باقری، فریده (۱۳۸۶)، «محاسبه شکاف تولید ناخالص داخلی واقعی با استفاده از یک مدل فضا-حالت»، *مجله دانش و توسعه*، شماره ۲۱، صفحات ۱۳۵-۱۱۹.
- کمیجانی، اکبر و بوستانی، رضا (۱۳۸۳)، «ثبات تابع تقاضای پول در ایران»، *تحقیقات اقتصادی*، شماره ۶۷، صفحات ۲۵۸-۲۳۵.
- محمدی، تیمور (۱۳۹۰)، «خطای متداول در کاربرد مدل‌های سری زمانی: کاربرد نادرست مدل $ARDL$ ، مدل خودرگرسیون و توزیع با وقفه»، *پژوهشهای اقتصادی ایران*، *فصلنامه علمی-پژوهشگرده علوم اقتصادی*، سال شانزدهم، شماره ۴۷، تابستان، صفحات ۱۸۳-۱۶۳.
- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، بانک اطلاعات سری زمانی.

- Baumol, W. J., (1952) "The Transactions Demand for Cash: An Inventory Theoretic Approach", *Quarterly Journal of Economics*, November, 66, PP. 545-556.
- Belke Ansgar, Thorsten Polleit (2006), "Money and Swedish Inflation", *Journal of Policy Modelling*, Vol. 28, Issue. 8, PP. 931-942.
- Czudaj Robert (2011), "P-star in Times of Crisis: Forecasting Inflation for the Euro Area", *Economic Systems*, Vol. 35, Issue. 3, PP. 390-407.
- Davidson. R and MacKinnon .James G., (1993), *Oxford University Press*, New York.
- Fleetwood, J. E. E., (1958), "The Key Role of the Velocity of Circulation of Money and Credit", *Oxford Economic Papers*, 10(3), PP. 290-315.
- Gerlach Stefan, Lars E.O. Svensson (2003), "Money and Inflation in the Euro Area; A Case for Monetary Indicators?" *Journal of Monetary Economics*, Vol. 50, Issue. 8, PP. 1649-1672.
- Granger C.W.J., P. Newbold (1974), "Spurious Regressions in Econometrics", *Journal of Econometrics*, North-Holland Publishing Company, PP. 111-120.
- Hall G. Stephen, Alistair Milne (1994), "The Relevance of P-Star Analysis to UK Monetary Policy", *Economic Journal*, Vol. 104, Issue. 424, PP. 597-604.
- Hallman Jeffrey, Richard D. Porter, David H. Small (1989), "M2 per Unit of Potential GNP as an Anchor for the Price Level", *Staff Study*, Washington DC: Board of the Federal Reserve Bulletin April, 157.
- Hallman Jeffrey, Richard D. Porter, David H. Small, (1991). "Is the Price Level Tied to the M2 Monetary Aggregate in the Long Run?" *American Economic Review*, Vol. 81, Issue. 4, PP. 841-858.
- Hoeller Peter, Pierre Poret (1991), "Is P-Star a Good Indicator of Inflationary Pressures in OECD Countries?" *OECD Economic Studies*, 17, PP. 7-29.
- Kim, H. and Subramanian, C., (2009), "Velocity of Money and Inflation Dynamics", *Applied Economics Letters*, 16(18), PP. 1777-1781.
- Kool J.M. Clemens, John A. Tatom (1994), "The P-Star Model in Five Economies", *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 3.

- Nachane D.M, R. Lakshmi (2002), "Dynamics of Inflation in India: A P* Approach", *Applied Economics*, Vol. 34, Issue. 1, PP. 101-110.
- Orphanides Athanasios, Richard Porter, (1998), "P* Revisited: Money-Based Inflation Forecasts with a Changing Equilibrium Velocity", *Finance and Economics Discussion Series*, the Federal Reserve Board, No. 26.
- Pesaran M. Hashem, Yongcheol Shin, Richard J. Smith (2001), "Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships", *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 16, PP. 289-326
- Tawadros George (2007), "A Structural Time Series Test of the P-Star Model: Evidence from the Middle East", *Applied Financial Economics*, Vol. 17, Issue. 6, PP. 463-467.
- Tobin, J., (1956) "The Interest Elasticity of the Transactions Demand for Cash", *Review of Economics and Statistics*, 38(3), PP. 241-247.
- Yap Michael, Meow-Chung (2002), "P-Star, Exchange Rate Regime and Inflation Determination: The Malaysian Case", *Journal of the Asia Pacific Economy*, Vol. 7, Issue. 3, PP. 379-407.