

Investigating and predicting the inflation in Iran's economy using Bayesian averaging method

Yazdan Naghdi^{*1}, Soheila Kaghazian², Farshid Efati³

Received: 17-07-2023

Accepted: 30-08-2023

Extended Abstract

Purpose: One of the most important economic problems in Iran during the last few decades is the phenomenon of high and double-digit inflation. So, improving the conditions caused by high inflation has always been one of the important goals of the country's development programs. Achieving this goal requires the creation of a precise and targeted mechanism in the economic policy-making process. In its standard form, it includes forecasting, goal setting and policy analysis. The general purpose of this study is to predict the inflation rate using economic variables that affect it. In this research, the Bayesian averaging method is used to investigate the best estimation model that can predict the inflation in Iran. In this regard, the previous studies conducted in this field are first reviewed, and then the most important economic variables affecting the inflation are identified and used to predict the inflation rate.

Methodology: Friedman believes that inflation is always and everywhere a monetary phenomenon. Monetarists believe that inflation comes from the disproportionate growth of nominal money supply. So, the higher this growth, the higher the inflation rate is. There is a direct and proportional relationship between money growth and inflation. According to this theory, changes in money supply have no effect on real variables such as production, employment and real wages; they only affect nominal variables such as prices and nominal wages proportionally. Monetarists consider the real growth of the economy in the long term to be independent of the change in the money supply and generally believe that this growth is determined by factors such as production capacity, increase in labor force due to population growth, advancement of technical knowledge and natural resources.

In order to control or curb inflation, the influencing factors must be identified. The results of the studies on the factors that cause inflation are different or even inconsistent, because it is based on the researcher's specific attitude. In this article, to

¹. Corresponding Author. Assistant Professor, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: y_naghdi@yahoo.com

². Assistant Professor, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: skaghazian@hotmail.com

³. PhD of Economics, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: farshidefati@yahoo.com

avoid falling into such a vortex, the Bayesian averaging method is used to predict inflation. The seasonal data of 1990-2022 have been used to predict the inflation rate in Iran.

Results and discussion: Forecasting inflation is one of the most important but difficult issues in macroeconomics. Many different approaches have been proposed in this field. Perhaps the most popular of these approaches are those based on the Phillips curve. However, the general framework includes a dependent variable such as inflation (or change in inflation) and explanatory variables such as inflation breaks, unemployment rate and other predictive factors. Meanwhile, return and regression-based methods have been somewhat more successful.

The results show that dynamic model averaging leads to significant improvements in forecasting compared to other approaches such as OLS, ARMA, and ARDL. Also, among the variables influencing inflation, the most influential for predicting the inflation rate relates to household consumption expenditure, unemployment rate, and workers' wage rate.

Conclusions and policy implications: The general purpose of this study was to predict the inflation rate using the economic variables that affect it. In this research, the Bayesian averaging method served to investigate the best estimation model that can predict the inflation in Iran. In this regard, the previous studies conducted in this field were first examined and then the most important economic variables affecting the inflation were identified and used to predict the inflation rate. For this purpose, the seasonal data of the variables during the period of 1990-2022 were used. In this research, the methods of ordinary least squares (OLS), auto regression moving average (ARMA), auto regression with distributed lag (ARDL), Bayesian dynamic averaging (DMA) and Lasso regression were used to predict the inflation and evaluate the prediction accuracy.

Therefore, based on the results obtained in this research, attention should be paid to the behavioral economic parameters of households when choosing the optimal policy. Factors such as the increase in household food prices, the high increase in workers' wages, the increase in money supply, the increase in interest rates and the increase in residential rental rates have definitely caused the formation of inflationary expectations in the society and can cause instability in the future and make the inflation deviate from equilibrium. Thus the measures to take include controlling the household food market, controlling the housing market, reforming the wage pattern in the country, controlling the interest rates in banks, and using contractionary monetary policies. These help to control and reduce inflationary expectations among the people.

Keywords: Inflation, Bayesian model, Phillips curve

JEL Classification: E31, E37, C11, C53.

بررسی و پیش‌بینی تورم در اقتصاد ایران با استفاده از روش میانگین‌گیری بیزی

یزدان نقدی^{۱*}، سهیلا کاغذیان^۲، فرشید عفتی^۳

دریافت: ۱۴۰۲-۰۴-۲۶

پذیرش: ۱۴۰۲-۰۶-۰۸

چکیده

یکی از مهمترین مشکلات اقتصادی در ایران طی چند دهه اخیر پدیده تورم بالا و دو رقمی است، به طوری که بهبود شرایط ناشی از وجود تورم بالا همواره یکی از اهداف مهم برنامه‌های توسعه کشور بوده است. دستیابی به این هدف مستلزم ایجاد ساز و کاری دقیق و هدفمند از فرآیند سیاست‌گذاری اقتصادی است که در شکل استاندارد خود، پیش‌بینی، هدف‌گذاری و تحلیل سیاستی را شامل می‌شود. برای کنترل یا مهار تورم باید عوامل تاثیرگذار بر آن شناسایی شود. نتایج مطالعات درباره عوامل موثر تورم متفاوت یا حتی ناسازگارند، زیرا بر نگرش خاص پژوهشگر استوار است. در این مقاله برای پرهیز از افتادن در چنین گردابی، از روش میانگین‌گیری بیزی برای پیش‌بینی تورم استفاده شده است. برای پیش‌بینی نرخ تورم در ایران از داده‌های فصلی سال‌های ۱۴۰۱:۴-۱۳۶۹:۱ استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که میانگین‌گیری مدل پویا منجر به بهبودهای قابل توجهی در پیش‌بینی نسبت به رویکردهای دیگر مانند OLS، ARMA و ARDL می‌شود. همچنین از بین متغیرهای تاثیرگذار بر تورم بیشترین میزان تاثیرگذاری برای پیش‌بینی نرخ تورم مربوط به متغیرهای هزینه‌های مصرفی خانوارها، نرخ بیکاری و نرخ دستمزد کارگران بوده است. بنابراین کنترل بر بازار خواربار مصرفی خانوارها، کنترل بر بازار مسکن، اصلاح الگوی دستمزد در کشور، کنترل نرخ بهره در بانک‌ها، استفاده از سیاست‌های پولی انقباضی می‌تواند موجب کنترل و کاهش انتظارات تورمی نزد مردم شود.

واژگان کلیدی: تورم، مدل بیزی، منحنی فیلیپس

طبقه‌بندی JEL: E31, E37, C11, C53

^۱. نویسنده مسئول. استاد یار اقتصاد، گروه اقتصاد، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران،

ایران. y_naghdi@yahoo.com

^۲. استادیار اقتصاد، گروه اقتصاد، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. skaghazian@hotmail.com

^۳. دکتری اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی. farshidefati@yahoo.com

۱- مقدمه

پیش‌بینی تورم یکی از مهم‌ترین، اما دشوارترین مسائل در اقتصاد کلان است. رویکردهای مختلف بسیاری نیز در این زمینه پیشنهاد شده است. شاید محبوب‌ترین این رویکردها آن‌هایی باشند که مبتنی بر منحنی فیلیپس هستند؛ مانند انگگ و همکاران^۱ (۲۰۰۷)، اتکسون و اوهانیان^۲ (۲۰۰۱)، گرن و همکاران^۳ (۲۰۱۳) و استاک و واتسون^۴ (۱۹۹۹). جزئیات این مقالات متفاوت است، اما چارچوب کلی شامل یک متغیر وابسته مانند تورم (یا تغییر در تورم) و متغیرهای توضیحی از جمله وقفه‌های تورم، نرخ بیکاری و سایر عوامل پیش‌بینی‌کننده است. در این بین، روش‌های بازگشتی و مبتنی بر رگرسیون تا حدودی موفقیت‌آمیزتر بوده‌اند.

سه موضوع در هنگام استفاده از روش‌های پیش‌بینی تورم وجود دارد. اول اینکه ضرایب متغیرهای پیش‌بینی‌کننده تورم می‌توانند در طول زمان تغییر کنند. به گونه‌ای که معمولاً تصور می‌شود شیب منحنی فیلیپس در طول زمان تغییر می‌کند. اگر چنین باشد؛ ضرایب متغیرهای پیش‌بینی‌کننده‌ای که این شیب را تعیین می‌کنند، تغییر خواهند کرد. در سطحی وسیع‌تر، ادبیات گسترده‌ای در اقتصاد کلان وجود دارد که شکست‌های ساختاری و انواع دیگری از تغییر پارامتر را در بسیاری از متغیرهای سری زمانی مطرح کرده‌اند (استاک و واتسون، ۱۹۹۹).

دوم اینکه تعداد متغیرهای پیش‌بینی‌کننده بالقوه می‌تواند زیاد باشد. گرن و همکاران (۲۰۰۸) تعداد ۱۰ متغیر پیش‌بینی‌کننده تورم را در نظر گرفتند. محققانی که با مدل‌های عاملی کار می‌کنند، مانند استاک و واتسون (۱۹۹۹) به طور معمول تعداد بیشتری از این متغیرها را در نظر می‌گیرند. وجود تعداد بسیاری از متغیرهای پیش‌بینی‌کننده تورم منجر به تعداد زیادی از مدل‌ها می‌شود. اگر m پیش‌بینی‌کننده بالقوه وجود داشته باشد، محقق 2^m مدل دارد. این امر مشکلات آماری اساسی را برای انتخاب مدل ایجاد می‌کند.

سوم اینکه مدل مربوط به پیش‌بینی می‌تواند بطور بالقوه در طول زمان تغییر کند. متغیرهای پیش‌بینی‌کننده تورم ممکن است در سیکل‌های رکود و رونق متفاوت باشند. به عبارتی دیگر،

1. Ang et al.

2. Atkeson and Ohanian

3. Groen et al.

4. Stock and Watson

برخی از متغیرها ممکن است در دوران رکود به خوبی تورم را پیش‌بینی کنند و در دوران رونق از عملکرد مناسبی برای پیش‌بینی برخوردار نباشند. علاوه بر این، استاک و واتسون (۲۰۰۸) دریافتند که پیش‌بینی‌های منحنی فیلیس در برخی از دوره‌ها به خوبی عمل می‌کنند، اما در دوره‌های دیگر استراتژی‌های پیش‌بینی تک متغیره، بهتر عمل می‌کنند. پسران و تیمرمن^۱ (۲۰۰۵) در مطالعه‌ای نشان دادند که متغیرها به صورت کارا و مفیدی برای پیش‌بینی بازده سهام در طول زمان تغییر می‌کنند. چنین استدلال‌هایی نشان می‌دهد که مدل پیش‌بینی در طول زمان در حال تغییر است. لازم به ذکر است، این نوع موضوعات بسیار پیچیده است و اقتصادسنجی دشواری را می‌طلبد.

بر اساس نظر استاک و واتسون (۲۰۰۸) از مهمترین مشکلاتی که مدل‌های گذشته (مدل‌های سنتی منطبق بر فروض محدودکننده کلاسیکی) برای پیش‌بینی داشتند این بود که نمی‌توانستند پیش‌بینی درستی در طول زمان انجام دهند و گاه مشاهده شده بود که برخی مدل‌ها می‌توانستند پیش‌بینی را تنها در دوران رکود به خوبی تخمین بزنند و برخی دیگر از مدل‌ها پیش‌بینی را تنها در دوران رونق بهتر تخمین می‌زدند و این باعث شده بود که مدلی را نتوان برشمرد که این مشکل را حل کند به طوری که قادر باشد در تمامی مقاطع زمانی (رونق و رکود) پیش‌بینی‌های قابل اعتمادتری را ارائه دهد. برای رفع این مشکل از روش میانگین‌گیری بیزی استفاده کردند.

علاوه بر این یکی از مزایای مهم این روش نسبت به سایر روش‌های سنتی و متعارف سری زمانی نظیر حداقل مربعات معمولی (OLS) این است که در این رهیافت نیازی به بررسی آزمون‌های ریشه واحد در مورد متغیرهای سری زمانی نیست و هیچ ضرورتی در مورد پایایی متغیر در سطح نیست. از این رو، در این رهیافت محقق نباید نگران ناپایایی متغیرها و تفاضل‌گیری متغیرهای سری زمانی باشد.

هدف کلی این مطالعه پیش‌بینی نرخ تورم با استفاده از متغیرهای اقتصادی تاثیرگذار بر آن است. در این تحقیق سعی بر آن است که با استفاده از روش میانگین‌گیری بیزی بهترین مدل برآوردی که توانایی پیش‌بینی تورم در ایران را دارد مورد بررسی قرار گیرد. در همین راستا ابتدا به بررسی مطالعات قبلی انجام شده در این زمینه پرداخته می‌شود و سپس مهمترین متغیرهای اقتصادی

^۱. Pesaran and Timmermann

تأثیرگذار بر تورم شناسایی و جهت پیش‌بینی نرخ تورم به کار گرفته می‌شوند. مقاله حاضر در پنج بخش نگاهشده شده است. پس از مقدمه حاضر در بخش دوم مبانی نظری و پیشینه تحقیقات داخلی و خارجی در راستای موضوع تحقیق مورد بررسی قرار گرفته است. در بخش سوم روش تحقیق و مدل‌های برآوردی مورد توجه قرار خواهد گرفت. در بخش چهارم نیز به تجزیه و تحلیل یافته‌های تحقیق اشاره خواهد شد و در نهایت در بخش پنجم اقدام به جمع‌بندی نتایج و ارائه پیشنهادات شده است.

۲- مبانی نظری

در خصوص علل ایجاد تورم، نگرش یکسانی بین اقتصاددانان به چشم نمی‌خورد. این تفاوت در خور تأمل است، بطوری که آن‌ها را نمی‌توان در قالب یک نظریه خاص بیان کرد. در زیر به صورت اجمالی به آن‌ها پرداخته می‌شود.

۲-۱- نظریه پولی تورم

فریدمن معتقد است که تورم همیشه و همه جا یک پدیده پولی است؛ پول‌گرایان معتقدند که تورم از رشد نامتناسب عرضه اسمی پول ناشی می‌شود، به طوری که هرچه این رشد بیشتر، نرخ تورم بالاتر خواهد بود؛ یک رابطه مستقیم و متناسب بین رشد پول و تورم وجود دارد. بر اساس این نظریه، تغییرات عرضه پول بر متغیرهای واقعی مانند تولید، اشتغال و دستمزدهای واقعی هیچ تأثیری ندارد و تنها متغیرهای اسمی مانند قیمت‌ها و دستمزد اسمی را به طور متناسب تحت تأثیر قرار می‌دهد. پولگرایان رشد واقعی اقتصاد را در بلندمدت مستقل از تغییر در عرضه پول می‌دانند و به طور کلی معتقدند این رشد به وسیله عواملی مانند ظرفیت تولیدی، افزایش نیروی کار ناشی از رشد جمعیت، پیشرفت دانش فنی و منابع طبیعی تعیین می‌شود. اینان همچنین معتقدند که مجموعه عوامل غیر پولی مانند افزایش تقاضا در شرایط اشتغال کامل، فشار دستمزد، تنگنای اقتصادی و موانع ساختاری زمانی موجب تورم می‌شوند که با تغییرات حجم پول همراه باشند؛ در غیر این صورت، تورمی در کار نخواهد بود. چارچوب این نظریه، متکی بر ماهیت پایدار اقتصاد است که پس از بروز هرگونه آشفتگی یا اختلالی، به طور خودکار به سطح تعادلی اشتغال کامل بر می‌گردد و رشد عرضه پول با سطح تعادلی اشتغال کامل سازگار است؛ همچنین رشد عرضه پول (به هر میزان) اگرچه نرخ‌های تورم متفاوتی را به وجود می‌آورد، ولی با سطح تعادلی اشتغال کامل

سازگار است. پول‌گرایان با کاربرد فعال سیاست‌های تنظیم تقاضا (پولی و مالی) مخالف و در مقابل مدافع کاربرد قواعد بلندمدت یا اهداف از پیش تعیین شده در تنظیم سیاست‌های پولی هستند. اینان معتقدند که تنها راه درمان تورم، کنترل نرخ رشد عرضه پول است؛ یعنی نرخ رشد عرضه پول نباید به سرعت تغییر کند و مقامات پولی باید از تغییرات بسیار سریع در سیاست پولی خودداری کنند. بنابراین اگر نرخ رشد تولید واقعی و نیز سرعت گردش پول برآورد شوند، می‌توان نرخ رشد مطلوب عرضه پول سازگار با ثبات قیمت‌ها را به دست آورد. همچنین بدین باورند که هدف مناسب سیاست پولی، باید به جای کنترل نرخ بهره یا امکانات اعتباری، کنترل عرضه پول باشد، زیرا سیاست کنترل اعتبارات سدی بر سر راه سازوکار بازار است و به تخصیص نامناسب منابع و در نتیجه عدم کارایی در اقتصاد منجر می‌شود و مقامات پولی در بهترین شرایط تنها قادر به کنترل نرخ اسمی بهره هستند. چون انتظارات تورمی جامعه معمولاً صفر نیست، بین نرخ بهره واقعی و اسمی تفاوت وجود دارد، پس نرخ بهره واقعی کمتر امکان‌پذیر است و کنترل حجم پول هدفی قابل انتخاب و مناسب خواهد بود.

۲-۲- نظریه تورم ناشی از فشار هزینه

در این نظریه، علت تورم، افزایش هزینه‌های تولید است. این نظریه، پدیده تورم رکودی را توضیح می‌دهد و آن را معلول افزایش هزینه‌های تولید و انتقال منحنی عرضه کل می‌داند که افزایش هزینه‌ها نیز از افزایش دستمزدها یا افزایش قیمت مواد اولیه ناشی می‌شود. این نظریه، مسئولیت تورم را بیشتر متوجه فعالیت‌های انحصار‌گرایانه اتحادیه‌های کارگری می‌کند. بر این اساس، اگر دستمزدها بیش از افزایش بهره‌وری نیروی کار افزایش نیابد، تورم ایجاد نمی‌شود. اما اگر در یک بخش فشار اتحادیه‌های کارگری باعث شود دستمزدها بیش از بهره‌وری نیروی کار افزایش یابد، بنگاه‌ها برای حفظ سود خود از حجم تولید و اشتغال کاسته و قیمت‌ها را افزایش می‌دهند. از طرف دیگر، سایر بخش‌ها نیز به خاطر حفظ تفاوت دستمزدی به افزایش دستمزد کارگران خود به همان نسبت اقدام می‌کنند و در پی آن قیمت‌ها را افزایش می‌دهند. افزایش قیمت‌ها، دستمزدهای واقعی را کاهش می‌دهد و اتحادیه‌های کارگری را به فشار برای افزایش مجدد دستمزدها تحریک می‌کند و دوباره قیمت‌ها افزایش می‌یابد، در نتیجه مارپیچ دستمزد-قیمت ایجاد می‌شود. پس حتی در شرایطی که از عوامل تولید به نحو کارا استفاده نشود، با وجود

ظرفیت‌های بیکار ممکن است قیمت‌ها و دستمزدها افزایش یابد و جامعه در معرض تورم توأم با رکود قرار گیرد. افزایش هزینه تولید می‌تواند از شوک عرضه ناشی شود. در این شرایط، پیامد اعمال سیاست‌های کینزی برای رفع تورم، بیکاری بیشتر و برای مبارزه با بیکاری، تورم شدیدتر است. پس استفاده از سیاست‌های درآمدی مناسب (کنترل مستقیم قیمت و دستمزد) به سبب تأثیرگذاری بر انتظارات تورمی و در نتیجه افزایش عرضه نیروی کار و به دنبال آن عرضه کل (با اطمینان به مؤثر بودن این سیاست‌ها) کاهش قیمت‌ها را به دنبال خواهد داشت.

۲-۳- انتظارات تورمی

این نظریه بر انتظارات استوار است؛ بشر رفتار خود را بر اساس تجربیات گذشته و انتظارات آتی خود شکل می‌دهد. پیش‌بینی شرایط آتی عامل مهمی در تصمیم‌گیری افراد درباره ثروت، درآمد و مصرف است. اگر فردی انتظار دو برابر شدن قیمت‌ها را داشته باشد، تمایل او به نگهداری دارایی متفاوت با فردی است که انتظار دارد قیمت‌ها ثابت بماند. چنانچه تقاضاکنندگان تداوم روند افزایش قیمت‌ها و کاهش بیشتر ارزش پول ملی را پیش‌بینی کنند (به دلیل کاهش قدرت خرید) کالاهای بیشتری می‌خرند، ولی عرضه‌کنندگان به امید کسب سود بیشتر از عرضه بیشتر امتناع می‌کنند (کفایی و قاسمی، ۱۳۹۱).

۲-۴- پیش‌بینی‌کننده‌های تورم

از مجموع پژوهش‌های انجام شده در زمینه عوامل موثر یا پیش‌بینی‌کننده تورم می‌توان به چندین مولفه مهم دست یافت که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌شود.

درآمدهای نفتی: درآمدهای نفتی و قیمت نفت یکی از مباحث جدی و بحث‌برانگیز

در میان اقتصاددانان است. دیدگاه سنتی این است که شوک‌های قیمت نفت، اثر منفی بر تولید ناخالص داخلی داشته و در عین حال باعث افزایش نرخ تورم طی دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ شده است. این دیدگاه بیان می‌کند شوک‌های قیمت نفت، یک منشأ قابل توجه برای بروز تورم است (سالیسو و ایسا، ۲۰۱۸). تغییرات قیمت نفت می‌تواند بر اساس عوامل مختلفی دسته‌بندی شود؛ از جمله این که آن‌ها عرضه‌محور هستند یا تقاضا‌محور و اینکه آیا آن‌ها برای صادرکنندگان نفت

اتفاق می‌افتد یا برای واردکنندگان نفت (گانتنر^۱، ۲۰۱۳). در یک کشور واردکننده نفت، افزایش قیمت نفت، هزینه‌های تولید و هزینه‌های حمل و نقل را افزایش می‌دهد که منجر به افزایش قیمت تمام شده محصولات وابسته به نفت و به دنبال آن تورم وارداتی خواهد شد. به دلیل افزایش هزینه‌ها، از میزان تولید کاسته خواهد شد و می‌تواند منجر به رکود هم بشود. پس، افزایش قیمت نفت، ممکن است منجر به تورم رکودی در کشور واردکننده نفت شود. در کشورهای صادرکننده نفت نیز، افزایش قیمت نفت منجر به افزایش درآمدهای نفتی خواهد شد. این درآمدها می‌تواند تولید کشور را افزایش دهد و از میزان تورم بکاهد. البته اثر تغییرات قیمت نفت نیز بر مبنای اینکه کشور، مصرف‌کننده نفت است یا تولیدکننده آن، متفاوت است (کاشین و همکاران^۲، ۲۰۱۴). البته بایستی اذعان کرد که در بلندمدت، ممکن است همین نفت و درآمدهای نفتی با تخریب بخش‌های مولد و بازتولید نهادهای توزیع محور و رانت محور، به تخریب محیط کسب و کار و به دنبال آن، وقوع تورم رکودی منجر شود.

حجم پول: تأثیر سیاست پولی در اقتصاد، یکی از مهمترین مسائلی است که در اقتصاد مطرح می‌شود و از دهه ۱۹۸۰ تاکنون به عنوان یکی از عوامل بروز تورم، در تحقیقات تجربی، توجه زیادی را به خود جلب کرده است. سیاست پولی معمولاً به عنوان یک نیروی ضد شوک قیمتی نفت، تعدیل‌کننده نوسانات شدید قیمت نفت در نظر گرفته می‌شود که گاهی می‌تواند منجر به بروز تورم شود (لاوچ و لایبوردا^۳، ۲۰۱۸). اگر دولت با اعمال سیاست‌های انبساطی پولی تصمیم بر کاهش میزان بیکاری داشته باشد، منحنی فیلیپس در جهت عقربه ساعت، حرکت می‌کند و سطح قیمت‌ها افزایش می‌یابد. در این حالت، تورم بسیار زیاد اما بیکاری کمتر از موقعیت اولیه خواهد بود. فریدمن (۱۹۷۷) بحث می‌کرد که یک نرخ تورم بالاتر می‌تواند بدون بیکاری اندک، به دست آید؛ چراکه نیروهای کار، تقاضای دستمزدهای اسمی خود را به هنگام تورم بالاتر، تعدیل می‌کنند. از نظر فریدمن، اثر سیاست‌های انبساطی موقتی خواهد بود و در بلندمدت نرخ بیکاری به سطح طبیعی خود برخواهد گشت، در حالی که سطح قیمت‌ها افزایش خواهد یافت. بنابراین، افزایش حجم پول گرچه به ایجاد یک دوره رونق مصنوعی و موقتی در اقتصاد می‌انجامد، اما در

1. Guntner

2. Cashin et al.

3. Lovch and Laborda

دوره بعدی ممکن است به افزایش نرخ تورم از یک سو و ایجاد رکود اقتصادی از سوی دیگر بیانجامد.

بهره‌وری نیروی کار: کاهش بهره‌وری نیروی کار، منجر به افزایش سطح قیمت‌ها، افزایش هزینه‌های تولید و کاهش میزان سودآوری بنگاه‌ها و واحدهای تولیدی می‌شود. به دنبال آن و با به وجود آمدن تورم داخلی، کاهش تقاضا، کاهش توان رقابت محصولات داخلی در داخل و خارج، کاهش تولید و در نهایت رکود اتفاق می‌افتد. بنابراین حجم سرمایه‌گذاری‌ها و تولید محصولات کاهش یافته و متعاقباً منجر به کاهش صادرات و افزایش واردات می‌شود و این خود عامل موثر در ایجاد تورم خواهد بود (برتولد و گراندلر^۱، ۲۰۱۳).

نرخ دستمزد واقعی: پس از بحران‌های نفتی ۱۹۷۳ تا ۱۹۷۹، مطالعات بسیاری توسط افرادی چون مودگلیانی و پادوا-شیوپا^۲ (۱۹۷۸) و گروپ و همکاران^۳ (۱۹۸۲) صورت گرفت که بر نقش دستمزدها در فرآیند تورم تمرکز داشت. کیلیان^۴ (۲۰۰۹) نیز بیان می‌کند چسبندگی دستمزدهای واقعی می‌تواند باعث تورم شود. افزایش دستمزدها در صورتی که بیشتر از میزان ارتقاء بهره‌وری باشد، خطرناک است. دستمزد نیروی کار می‌تواند بنا به دلایل مختلفی مانند قدرت اتحادیه‌ها و تشکل‌های کارگری، قانون حداقل دستمزد، وجود تورم در سطح جامعه، افزایش نرخ ارز و ... افزایش یابد. در صورتی که افزایش دستمزدها با افزایش بهره‌وری و بازدهی نیروی کار همراه نباشد، افزایش دستمزدها، هزینه‌های بنگاه‌ها را افزایش خواهد داد و به تدریج باعث بروز تورم در سطح جامعه می‌شود.

نرخ ارز حقیقی: نرخ ارز حقیقی معمولاً به عنوان یکی از شاخص‌های رقابت‌پذیری خارجی مطرح است (جعفری صمیمی و قبادی، ۱۳۹۵). هنگامی که ارزش پول یک کشور افزایش می‌یابد، کالاهای تولیدی این کشور در خارج، گران‌تر می‌شود و کالاهای خارجی در آن کشور ارزان‌تر خواهد شد. افزایش ارزش پول یک کشور باعث می‌شود که تولیدکنندگان داخلی نتوانند کالاهای خود را در خارج به راحتی به فروش برسانند و در داخل نیز باید در برابر کالاهای خارجی

1. Berthold and Gründler

2. Modigliani and Padoa-Schioppa

3. Grubb et al.

4. Kilian

به رقابت شدید پردازند؛ چرا که قیمت کالاهای خارجی کمتر است و بالعکس. افزایش قیمت مواد اولیه، کالاهای واسطه‌ای و تجهیزات سرمایه‌ای منجر به افزایش قیمت تمام شده تولیدات خواهد شد (برتولد و گراندر، ۲۰۱۳). در نهایت، افزایش قیمت تمام شده تولیدات منجر به ایجاد تورم می‌شود. در نتیجه اولین قربانی تغییر نرخ ارز، بخش تولید و بنگاه‌های تولیدی خواهند بود.

نرخ سود بانکی: نقش بانک مرکزی در بروز تورم، یک موضوع مهم با سابقه طولانی است که توسط برنانکه و میشکین^۱ (۱۹۹۷) و کیلیان (۲۰۰۹) مورد ارزیابی مجدد قرار گرفته است. آن‌ها ثابت کردند تورم ابتدا به ساکن، یک عنصر و پدیده پولی است. ایده اصلی پشت این رویکرد، نظریه تورم تنبلی^۲ مطرح شده توسط نلسون^۳ (۱۹۹۶) است که عنوان می‌کند اگر یک سیاست پولی انبساطی قوی، منجر به یک افزایش پایدار و مداوم در تورم شود، تورم می‌تواند ناشی از تحریک تقاضا در مدل‌های پویا باشد. به علاوه، نرخ‌های بهره بالاتر، هزینه‌های سرمایه را افزایش می‌دهد و منجر به افزایش در هزینه‌های تولید، افزایش قیمت محصولات و کاهش انباشت سرمایه می‌شود.

تحریم: تحریم اقتصادی از دو کانال روی بهای تمام شده تاثیرگذار است. اول اینکه با تحریم اقتصادی، هزینه ورود برخی از کالاهای وارداتی واسطه‌ای و سرمایه‌ای و قطعات افزایش می‌یابد و از این طریق بر قیمت اثر می‌گذارد. دوم اینکه، اگر چه ممکن است با همان قیمت، کالاهای اقتصادی را بتوان وارد کرد اما این واردات به صورت مستقیم امکان‌پذیر نیست و بایستی در چند مرحله وارد شود و این مسئله هزینه معاملاتی را افزایش می‌دهد (فیشهندلر و همکاران^۴، ۲۰۱۷). این امر نهایتاً منجر به افزایش سطح قیمت‌ها و ایجاد تورم می‌شود. همچنین در شرایط تحریم، به دلیل نااطمینانی از آینده تولید و نرخ ارز، تقاضا برای خرید کالا و ارز افزایش خواهد یافت که منجر به تورم خواهد شد.

کسری بودجه: برونو^۵ (۱۹۹۵) معتقد بود تمامی بحران‌های تورمی به دلیل عدم تعادل در امور مالی دولت اتفاق می‌افتد. به عقیده وی، بحران‌های تورمی ریشه در بروز کسری بودجه قبل از

1. Bernanke and Mishkin

2. Sluggish Inflation

3. Nelson

4. Fischhendler et al.

5. Bruno

بحران دارد. افزایش هزینه‌های دولت به هر دلیلی (کاهش درآمدها، افزایش هزینه‌ها یا هردو)، منجر به بروز کسری بودجه خواهد شد که دولت به منظور از بین بردن کسری بودجه رو به اعمال سیاست‌های پولی از طریق افزایش حجم پول یا سیاست‌های مالی از طریق افزایش مالیات خواهد آورد. با اعمال سیاست پولی انبساطی، تقاضای کل افزایش و به دنبال آن تورم نیز افزایش خواهد یافت (تیواری و همکاران^۱، ۲۰۱۵).

۲-۵- پیشینه تحقیق

در رابطه با پیش‌بینی و بررسی عوامل موثر بر نرخ تورم در دنیا مقالات متعددی با استفاده از روش‌های مختلف اقتصادسنجی، نگارش شده است. برخی محققان برای بررسی عوامل موثر بر تورم و پیش‌بینی آن از روش میانگین‌گیری پویا یا بیزین استفاده کرده‌اند. دوجاو و لوسانیام^۲ (۲۰۲۲) برای پیش‌بینی نرخ تورم در مغولستان با استفاده از روش بیزی به شناسایی پیش‌بینی‌کننده‌های تورم و پیش‌بینی تورم در مغولستان، یکی از اقتصادهای وابسته به کالا می‌پردازد. در این تحقیق اولاً، متغیرهای خارجی (یعنی رشد چین، تورم چین و تغییر قیمت نفت) نقش مهمی در پیش‌بینی تورم بازی می‌کنند و در طول زمان و در افق‌های پیش‌بینی به‌طور قابل توجهی تغییر می‌کنند. دوم، در میان متغیرهای داخلی، تورم دستمزد و رشد نقدینگی بهترین پیش‌بینی‌کننده‌ها برای افق‌های پیش‌بینی کوتاه و بلندتر هستند. سوم، استفاده از روش DMA منجر به بهبود قابل توجهی در عملکرد پیش‌بینی شده و $DMA(2,15)$ با عوامل فراموش‌کننده انتخاب شده بهترین عملکرد در پیش‌بینی تورم برای مغولستان را داشته است. همچنین در اچال^۳ (۲۰۲۰) مقاله‌ای به مدل‌سازی نرخ تورم در ایالات متحده و لهستان با استفاده از میانگین‌گیری مدل پویا (DMA) پرداخته است که نتایج این بررسی نشان داد که در مورد ایالات متحده، روش DMA کاملاً مفید است و پیش‌بینی‌های دقیق‌تری نسبت به روش‌های جایگزین ارائه می‌کند. به‌طور خاص، تمام ویژگی‌های DMA (به عنوان مثال، میانگین‌گیری مدل، پارامترهای متغیر با زمان، وزن‌های به‌روز شده به صورت پویا در میانگین‌گیری مدل) کیفیت پیش‌بینی را بهبود می‌بخشد. اما تحلیل مشابه برای لهستان به چنین نتایجی منتهی نمی‌شود. از آنجایی که دو نوع مدل برای ایالات

1. Tiwari et al.

2. Doojav and Luvsannyam

3. Drachal

متحده (با سری‌های زمانی بلند و کوتاه) در نظر گرفته شده است می‌توان شک کرد که مشکل اعمال DMA در اقتصاد لهستان از طول سری‌های زمانی موجود ناشی می‌شود. همچنین محمدی و همکاران (۱۴۰۰) در مقاله‌ای به مقایسه پیش‌بینی نرخ تورم مصرف‌کننده ایران با استفاده از تعداد بسیاری متغیر پیش‌بینی‌کننده طی دوره زمانی ۹۶-۱۳۶۹ پرداختند. متغیرهای مورد استفاده شامل شاخص قیمت مصرف‌کننده به عنوان متغیر وابسته و ۱۰۷ متغیر مستقل (پیش‌بینی‌کننده) بوده که در نه بلوک (بلوک قیمتی، بلوک تقاضا، بلوک دولت، بلوک خارجی، بلوک ستاده، بلوک پولی، بلوک مالی، بلوک انرژی و بلوک نیروی کار) به منظور استخراج عوامل گنجانده شده‌اند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان می‌دهد که پیش‌بینی مدل‌های گزینشی نمودن (DMS) و متوسط‌گیری الگوی پویا (DMA) نسبت به سایر روش‌های پیش‌بینی سنتی دارای عملکرد کاراتری برای نرخ تورم ایران هستند. یافته‌ها حاکی از آن است که در تمامی افق‌های پیش‌بینی، بلوک‌های پولی و قیمتی دارای بیشترین تعداد در استفاده از مدل بهینه در طول زمان بوده و کمترین تعداد نیز به بلوک دولت اختصاص داشته است. بابایی و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای به پیش‌بینی نحوه اثرگذاری عوامل موثر بر تورم با استفاده از مدل‌های میانگین‌گیری پویا طی بازه زمانی ۱۳۹۴-۱۳۷۰ پرداختند. نتایج تحقیق بر اساس خروجی مدل‌های TVP، DMS، DMA بیانگر این واقعیت است که نرخ رشد نقدینگی ۱۹، نرخ رشد اقتصادی ۷، نرخ بیکاری ۸، نرخ ارز ۳۱، تغییرات نرخ سود تسهیلات بانکی ۱۴، نرخ رشد درآمدهای نفتی ۱۵، نااطمینانی تورم ۱۴ و نرخ رشد کسری بودجه ۴ دوره از ۱۰۰ دوره زمانی تحت بررسی همگی دارای تاثیر معنی‌داری بر تورم هستند. بر این اساس می‌توان بیان داشت که نرخ ارز، رشد نقدینگی و درآمدهای نفتی مهم‌ترین شاخص‌های موثر بر تورم در دوره مورد بررسی بوده‌اند.

برخی محققان نیز به بررسی و پیش‌بینی نرخ تورم با استفاده از روش رگرسیون معمولی پرداختند. ماندالینچی^۱ (۲۰۱۷) در مقاله‌ای به پیش‌بینی نرخ تورم در کشورهای نوظهور طی سال‌های ۲۰۱۵-۱۹۷۹ پرداخت. این مقاله به ارزیابی مدل‌های پیش‌بینی خارج نمونه‌ای مختلف اقتصادسنجی برای پیش‌بینی نرخ تورم در سه بعد زمان، بازارهای نوظهور (EMS) و مدل‌ها می‌پردازد. مدل‌های در نظر گرفته شده شامل مدل‌های تک متغیره و چند متغیره، مدل‌های

1. Mandalinci

پارامترهای ثابت و متغیر در زمان، مدل‌های نوسانات ثابت و تصادفی، مدل‌هایی با استفاده از مجموعه داده‌های کوچک و بزرگ هستند. نتایج نشان می‌دهد که عملکرد پیش‌بینی مدل‌های مختلف به طور قابل توجهی در هر دو بعد زمان و مقطع تغییر می‌کند. مشابه یافته‌های اخیر در ادبیات کشورهای توسعه‌یافته، مدل‌هایی که نوسانات تصادفی و پارامترهای متغیر در زمان را در نظر می‌گیرند، پیش‌بینی‌های دقیق‌تری برای تورم نسبت به کشورهای نوظهور ارائه می‌دهند. همچنین نتایج نشان می‌دهد که قابلیت پیش‌بینی تورم با استقلال بانک مرکزی همبستگی منفی دارد. نظیری و همکاران (۱۳۹۷) در مقاله‌ای به بررسی نقش متغیرهای اقتصاد کلان بر وقوع تورم رکودی در اقتصاد ایران طی دوره ۱۳۹۴-۱۳۵۳ پرداختند. در این مطالعه اثر متغیرهای کسری بودجه دولت، قیمت نفت، درآمدهای نفتی، حجم پول، نرخ سود بانکی، بهره‌وری نیروی کار، نرخ دستمزد، نرخ ارز، تحریم و آزادسازی قیمت حامل‌های انرژی بر تورم رکودی ایران مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاکی از اثر مثبت و معنی‌دار متغیرهای حجم پول، نرخ ارز، نرخ دستمزد و تحریم و اثر منفی و معنی‌دار قیمت نفت، درآمدهای نفتی، نرخ سود بانکی و بهره‌وری نیروی کار بر تورم رکودی است.

برخی محققان نیز برای پیش‌بینی تورم از روش‌های تلفیقی یا جدیدتر استفاده کرده‌اند. البناساوی و الیس^۱ (۲۰۲۲) در مقاله‌ای اثرات ساختار اقتصادی و سیاسی را بر تورم در کشورهای منتخب با استفاده از روش گشتاور تعمیم‌یافته بررسی کرده‌اند. نتایج حاصل شده بیانگر این است که تورم بالاتر با افزایش اندازه بخش منابع طبیعی، اقتصاد سایه، بی‌ثباتی سیاسی بیشتر و سیستم‌های سیاسی کمتر دموکراتیک همراه بوده است. این نتایج برای نمونه‌های فرعی کشورهای در حال توسعه نیز صادق بوده است. المرهوبی^۲ (۲۰۲۱) در مقاله‌ای تأثیر پیچیدگی اقتصادی بر تورم را با استفاده از روش گشتاور تعمیم‌یافته در ۹۴ کشور در دوره ۲۰۱۴-۱۹۷۰ بررسی کرده است. نتایج تجربی نشان می‌دهد که پیچیدگی اقتصادی بر تورم تأثیر منفی دارد. همچنین، از منظر سیاست‌گذاری، یافته‌ها نشان می‌دهند که توسعه ناشی از پیچیدگی بازار، یک جزء مهم پیچیدگی اقتصادی است که سبب تخصصی شدن صادرات و کاهش تورم خواهد شد، که هدف حیاتی

1. Elbahnasawy and Ellis

2. Al Marhubi

سیاست‌های اقتصاد کلان است. ایزدخواستی و همکاران (۱۴۰۱) به بررسی عوامل اثرگذار بر تورم با تأکید بر اقتصاد دانش‌بنیان در کشورهای صادرکننده نفت طی بازه زمانی ۲۰۲۱-۲۰۱۱ و با استفاده از روش گشتاور تعمیم یافته (GMM) پرداختند. نتایج حاصل شده بیانگر این است که وقفه تورم، نرخ رشد نقدینگی، تفاضل رشد تولید ناخالص داخلی از رشد نقدینگی، باز بودن اقتصاد و مخارج مصرفی دولت در سناریوهای مختلف اثر مثبت و رشد تولید ناخالص داخلی حقیقی، رژیم نهادی و مشوق‌های اقتصادی، سرمایه انسانی، تحقیقات و پیچیدگی بازار اثر منفی بر نرخ تورم داشته‌اند. شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات اثرات معنی‌داری بر تورم نداشته است.

همان‌طور که گفته شد در تحقیقات پیشین از روش‌های متعددی برای بررسی و پیش‌بینی تورم در کشورهای مختلف استفاده شده است. در این تحقیق برای بررسی عوامل موثر بر تورم از متغیرهای کلان اقتصادی کمتر بکار گرفته شده در تحقیقات پیشین، و روش میانگین‌گیری بیزی استفاده می‌شود تا مهم‌ترین مولفه‌های تأثیرگذار بر تورم در ایران مشخص شده و امکان پیش‌بینی نرخ تورم برای دوره‌های آتی وجود داشته باشد. همچنین برای بررسی دقت پیش‌بینی انجام شده با روش بیزی، به مقایسه این روش با انواع روش‌های مختلف پیش‌بینی پرداخته می‌شود تا در نهایت بهترین الگو برای پیش‌بینی نرخ تورم ایران حاصل شود.

۳- پیش‌بینی تورم

۳-۱- منحنی فیلیپس تعمیم یافته

بسیاری از مدل‌های پیش‌بینی تورم مبتنی بر منحنی فیلیپس هستند که در آن تورم فعلی تنها به نرخ بیکاری و تاخیرهای تورم و بیکاری بستگی دارد. مقالات نویسندگانی مانند استاک و واتسون (۱۹۹۹) شامل پیش‌بینی‌کننده‌های اضافی هستند که منجر به منحنی فیلیپس تعمیم یافته می‌شود. منحنی فیلیپس تعمیم یافته^۱ به عنوان نقطه شروع در نظر گرفته می‌شود. تمام مدل‌های استفاده شده در این مقاله بر اساس معادله (۱) ساخته شده‌اند:

$$y_t = \phi + x'_{t-1}\beta + \sum_{j=1}^p \gamma_j y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (1)$$

که در آن y_t نرخ تورمی است که به صورت $\ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$ تعریف می‌شود و P_t نیز شاخص قیمت

1. Generalized Phillips Curve

است. همچنین بردار پیش‌بینی‌کننده‌ها است. این معادله با استفاده از اطلاعات داده شده در طول دوره $t-1$ اقدام به پیش‌بینی در زمان t می‌کند. هنگام پیش‌بینی دوره‌های آینده ($h > 1$)، می‌توان از روش مستقیم پیش‌بینی استفاده و γ_t و ε_t را با γ_{t+h-1} و ε_{t+h-1} در معادله (۱) جایگزین کرد.

۲-۳- مدل‌های پارامتر متغیر در طول زمان

در پژوهش‌های اقتصاد کلان تجربی اغلب از مدل‌های پارامتر متغیر در زمان^۱ (TVP) استفاده می‌شود که با استفاده از روش‌های فضا حالت^۲ مانند فیلتر کالمن^۳ تخمین زده می‌شود. برای یک بازه زمانی شامل $t=1, \dots, T$ داریم:

$$y_t = z_t \theta_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\theta_t = \theta_{t-1} + \eta_t \quad (3)$$

در این معادله، y_t تورم، $z_t = [1, x_{t-1}, \gamma_{t-1}, \dots, \gamma_{t-p}]$ یک بردار $1 \times m$ از پیش‌بینی‌کننده‌های تورم است (شامل وقفه‌های تورم)، $\theta_t = [\phi_{t-1}, \beta_{t-1}, \gamma_{t-1}, \dots, \gamma_{t-p}]$ بردار $m \times 1$ ضرایب (حالت)، $\varepsilon_t \sim N(0, H_t)$ و $\eta_t \sim N(0, Q_t)$ خطاهای ε_t و η_t در تمام وقفه‌ها به طور متقابل مستقل فرض می‌شوند. اگر تعداد متغیرهای توضیحی در z_t زیاد باشد، چنین مدل‌هایی اغلب می‌توانند بیش از حد در نمونه برازش کنند و بنابراین، پیش‌بینی ضعیفی دارند.

مدل‌های تعمیم یافته (۲) و (۳) در قالب TVP-VARها نیز شامل مجموعه متغیرهای توضیحی یکسانی در همه زمان‌ها می‌شوند. گرن و همکاران (۲۰۰۸) برای پیش‌بینی تورم، از مدلی استفاده کردند که معادله اندازه‌گیری (۲) را به صورت زیر تغییر می‌دهد:

$$y_t = \sum_{j=1}^m s_j \theta_{jt} z_{jt} + \varepsilon_t \quad (4)$$

که در آن عناصر θ_{jt} و z_{jt} زام θ_t و z_t هستند. ویژگی اضافه شده به مدل این است که $s_j \in \{0, 1\}$. با این شرایط به هر پیش‌بینی‌کننده تورم اجازه بررسی می‌دهد. (اگر $s_j = 1$) یا حذف شود (اگر $s_j = 0$ باشد)، اما s_j در طول زمان تغییر نمی‌کند. یعنی این مدل یا شامل یک پیش‌بینی‌کننده در تمام مقاطع زمانی است یا آن را در تمام مقاطع زمانی استثنا می‌کند. این شرط اجازه نمی‌دهد که مجموعه پیش‌بینی‌کننده‌ها در طول زمان تغییر کنند. این درمان کلیدی توسط روش DMA ارائه

1. Time Varying Parameter

2. State Space

3. Kalman Filter

شده است.

۳-۳- مدل متوسط‌گیری پویا

برای تعریف کاری که در این مقاله انجام می‌شود، فرض کنید مجموعه‌ای از مدل‌های K داریم که با داشتن زیر مجموعه‌های مختلف Z_t به عنوان پیش‌بینی‌کننده مشخص می‌شوند. با نشان دادن $Z^{(k)}$ برای سری $k=1, \dots, K$ ، مدل‌های قبلی را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$y_t = z_t^{(k)} \theta_t^{(k)} + \varepsilon_t^{(k)} \quad (5)$$

$$\theta_{t+1}^{(k)} = \theta_t^{(k)} + \eta_t^{(k)} \quad (6)$$

که در آن $\varepsilon_t^{(k)} \sim N(0, H_t^{(k)})$ و $\eta_t^{(k)} \sim N(0, Q_t^{(k)})$ این واقعیت که ما به مدل‌های مختلف اجازه می‌دهیم در هر نقطه از زمان وجود داشته باشند میانگین‌گیری مدل را انجام می‌دهیم، اصطلاح مدل متوسط‌گیری پویا^۱ (DMA) را توجیه می‌کند. به طور دقیق، هنگام پیش‌بینی متغیرها در زمان t با استفاده از اطلاعات زمان $t-1$ ، DMA شامل محاسبه $\Pr(L_t = k | y^{t-1})$ برای $k=1, \dots, K$ و میانگین‌گیری پیش‌بینی‌ها در بین مدل‌ها با استفاده از این احتمالات است. مدل انتخاب پویا^۲ (DMS) نیز شامل انتخاب مدل یکه با بالاترین مقدار برای $\Pr(L_t = k | y^{t-1})$ و استفاده از آن برای پیش‌بینی است. جزئیات محاسبه $\Pr(L_t = k | y^{t-1})$ در ادامه ارائه می‌شود.

الگوهایی مانند الگوی (۴) به طور بالقوه در اقتصاد کلان تجربی بسیار مورد توجه بوده‌اند، زیرا آن‌ها اجازه می‌دهند مجموعه پیش‌بینی‌کننده‌های تورم در طول زمان تغییر کند و همچنین اجازه می‌دهند تا اثرات حاشیه‌ای پیش‌بینی‌کنندگان در طول زمان تغییر کند. مشکلات چنین چارچوبی این است که بسیاری از مدل‌ها می‌توانند تعداد زیادی پارامتر داشته باشند (و از این رو، ریسک بیش از حد پارامتری شدن را دارند) و بار محاسباتی وقتی که K بزرگ است به وجود می‌آید نشان می‌دهد که تخمین می‌تواند زمان زیادی طول بکشد (یک اشکال بالقوه جدی هنگام پیش‌بینی در زمان واقعی).

برای درک منبع و ماهیت این مشکلات، در نظر بگیرید که چگونه محقق می‌تواند مدل ارائه شده (۴) را تکمیل کند. برای نحوه ورود/خروج پیش‌بینی‌کننده‌های مدل در زمان واقعی به

1. Dynamic Model Averaging

2. Dynamic Model Selection

یک سری ویژگی‌ها نیاز است. یک راه ساده برای انجام این کار از طریق یک ماتریس انتقال P ، با عناصر $p_{ij} = \Pr(L_t = i | L_{t-1} = j)$ برای $i, j = 1, \dots, k$ است. استنتاج بیزی در چنین مدلی از نظر تئوری تا حدودی ساده است، اما از نظر محاسباتی غیرممکن است زیرا P معمولاً یک ماتریس با درجه‌های بالا است. موردی را در نظر بگیرید که در آن تعداد m پیش‌بینی‌کننده بالقوه داریم و مدل‌های ما بر اساس اینکه هر کدام مشمول یا حذف می‌شوند، تعریف می‌شوند. سپس داریم $K = 2^m$ و P یک ماتریس $K \times K$ است. در صورتی که m بسیار کوچک باشد، P پارامترهای زیادی خواهد داشت که استنتاج بسیار غیردقیق و محاسبه بسیار کند خواهد بود. بنابراین، یک رویکرد بیزی کامل به DMA می‌تواند بسیار دشوار باشد. در این مقاله، ما از تقریب‌های پیشنهاد شده توسط رافتری و همکاران^۱ (۲۰۱۰) در یک کاربرد صنعتی استفاده می‌کنیم. این تقریب‌ها این مزیت بزرگ را دارند که می‌توان از روش فضا-حالت استاندارد (مانند فیلتر کالمن) استفاده کرد که امکان پیش‌بینی سریع در زمان واقعی را فراهم می‌کند.

تقریب‌های استفاده شده توسط رافتری و همکاران (۲۰۱۰) شامل دو پارامتر λ و α است که به عنوان عوامل فراموش شده^۲ نامیده می‌شوند و مقدار آن‌ها به صورت ثابت کمتر از یک است. برای توضیح نقش این عوامل، ابتدا مدل فضا حالت استاندارد در (۲) و (۳) را در نظر بگیرید. برای مقادیر داده شده H_t و Q_t ، از فیلتر کردن و هموار سازی نتایج استاندارد می‌توان برای انجام تخمین بازگشتی یا پیش‌بینی استفاده کرد. یعنی فیلتر کالمن با این نتیجه شروع می‌شود که:

$$\theta_{t-1} | y^{t-1} \sim N(\hat{\theta}_{t-1}, \Sigma_{t-1|t-1}) \quad (۷)$$

که در آن پارامترهای $\hat{\theta}_{t-1}$ و $\Sigma_{t-1|t-1}$ استاندارد هستند. البته در اینجا این پارامترها به H_t و Q_t بستگی دارند. سپس فیلتر کالمن از فرمول ذیل استفاده می‌کند.

$$\theta_t | y^{t-1} \sim N(\hat{\theta}_t, \Sigma_t | y^{t-1}) \quad (۸)$$

که در آن:

$$\Sigma_t | y^{t-1} = \Sigma_{t-1|t-1} + Q_t$$

چنین رویکردی مدت‌هاست که در ادبیات مدل فضا حالت استفاده می‌شود که به تحقیقات

1. Raftery et al.

2. Forgetting Factors

فاگین^۱ (۱۹۶۴) و جازوینسکی^۲ (۱۹۷۰) بر می‌گردد. کوپ و کوروبیلیس (۲۰۱۵) توجه مفصلی از این تقریب ارائه می‌دهند و رویکرد حاصل را به روش‌های آماری مرتبط می‌کنند. یک راه جایگزین برای تفسیر λ این است که باید توجه داشت که به اندازه مقدار موثر $\frac{1}{1-\lambda}$ دلالت دارد. به طور معمول مقدار λ نزدیک به یک استخراج می‌شود که بیانگر تکامل تدریجی ضرایب است. رفتاری و همکاران (۲۰۱۰) مقدار λ را ۰/۹۹ محاسبه کرده‌اند.

۳-۴- متغیرهای تحقیق

برای پیش‌بینی نرخ تورم در ایران از داده‌های فصلی طی بازه زمانی ۱۴۰۱-۱۳۶۹ استفاده شده است. برای پیش‌بینی نرخ تورم به روش میانگین‌گیری بیزی از متغیرهای تاثیرگذار زیر بر اساس مبانی نظری استفاده شده است. با توجه به تعریف متغیرها و تحوه محاسبه آن‌ها، مدل تحقیق از نوع Linear-Linear است.^۳

جدول ۱: متغیرهای مدل

متغیر	توضیح
Inf	درصد تغییر در شاخص قیمت‌ها (CPI)
G	درصد تغییر در تولید ناخالص داخلی
Unemp	نرخ بیکاری (درصد)
FixInv	درصد تغییر در سرمایه‌گذاری ثابت خصوصی
Rent	درصد تغییر در نرخ اجاره مسکن
M	درصد تغییر در نقدینگی
I	نرخ بهره (سود بانکی)
Hstart	درصد رشد تعداد واحدهای مسکونی نوساز
Tepix	درصد تغییر در شاخص بورس اوراق بهادار تهران
Exp	درصد تغییر در هزینه زندگی خانوار
Wage	درصد رشد نرخ دستمزد کارگران

منبع: بانک مرکزی و مرکز آمار ایران

برای استخراج داده‌های مورد نیاز تحقیق از پایگاه‌های اطلاعاتی بانک مرکزی ایران، مرکز آمار، بانک جهانی و سازمان بورس اوراق بهادار تهران استفاده شده است. با توجه به اینکه نرخ

1. Fagin

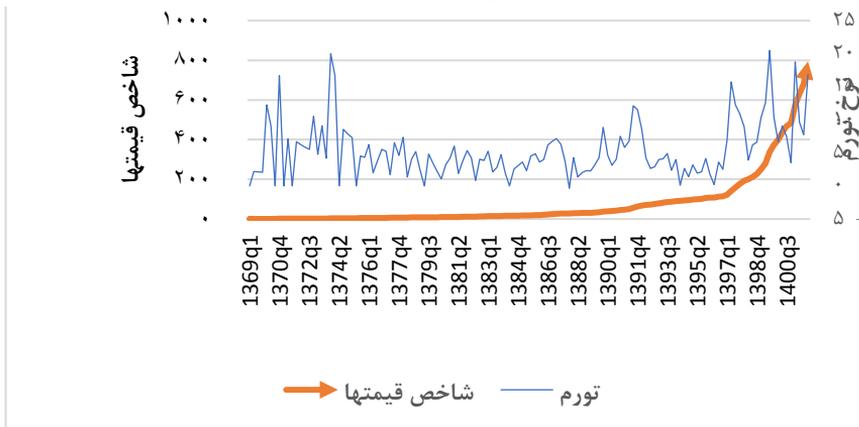
2. Jazwinsky

۳. برای مطالعه بیشتر مراجعه کنید به کتاب تحلیل‌های اقتصادسنجی، نوشته ویلیام اچ گرین، فصل دوم.

تورم فصلی توسط مراجع رسمی اعلام نمی‌شود بنابراین برای محاسبه نرخ تورم فصلی، از درصد تغییر شاخص قیمت‌ها (CPI) بصورت فصلی که توسط بانک مرکزی اعلام می‌شود استفاده شده است. این پژوهش علاوه بر تحقیق پیمایشی، تحقیق پس‌ا رویدادی در حوزه تحقیقات اثباتی اقتصادی و مبتنی بر اطلاعات تاریخی واقعی است. در این تحقیق پس از استخراج اطلاعات کافی از نمونه‌ها و استخراج و محاسبه ارزش هر یک از متغیرها، با استفاده از نرم‌افزارهای EXCEL و STATA18 به تجزیه و تحلیل یافته‌ها و محاسبه ضرایب متغیرها پرداخته شده است.

۴- نتایج و بحث

نمودار ذیل، روند تغییرات شاخص قیمت‌ها و نرخ تورم طی سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۶۹ را نشان می‌دهد.

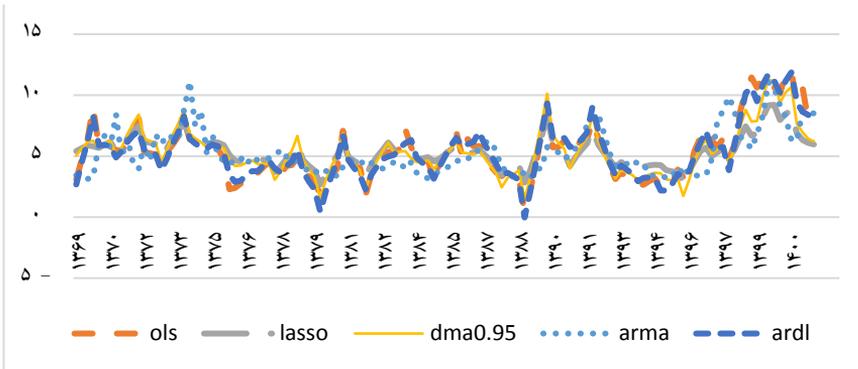


نمودار ۱: روند تغییرات شاخص قیمت‌ها و نرخ تورم در ایران

منبع: بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران

شاخص قیمت‌ها یا همان CPI در نمودار فوق بر مبنای سال پایه ۱۳۹۵ است که همان‌طور که مشخص است مقدار برای پایان سال ۱۴۰۱ به حدود عدد ۸۰۰ رسیده است. همچنین همان‌طور که نمودار (۱) نشان می‌دهد نرخ تورم فصلی در ابتدای دهه ۷۰ و انتهای دهه ۹۰ نوسانات زیادی داشته است اما می‌توان گفت میانگین تورم فصلی در بازه مورد بررسی حدود ۵/۳ درصد بوده است. نوسانات شدید نرخ تورم در چند سال اخیر موجب شده تا پیش‌بینی نرخ تورم کمی مشکل شده و خطای پیش‌بینی افزایش یابد.

جدول (۲) عملکرد پیش‌بینی‌کننده‌های تورم و نمودار (۲) مقایسه مقادیر پیش‌بینی‌شده داخل نمونه‌ای را نشان می‌دهد. در این تحقیق از روش‌های حداقل مربعات معمولی (OLS)، خودرگرسیون میانگین متحرک (ARMA)، خودرگرسیون با وقفه توزیعی (ARDL)، میانگین‌گیری پویای بیزی (DMA) و رگرسیون لاسو (Lasso) جهت پیش‌بینی و مقایسه دقت پیش‌بینی نرخ تورم استفاده شده است. برای مقایسه خطای پیش‌بینی نیز از معیار جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) استفاده شده است.



نمودار ۲: مقایسه پیش‌بینی تورم داخل نمونه‌ای توسط پیش‌بینی‌کننده‌ها

منبع: یافته‌های تحق

جدول ۱: متغیرهای مدل

متغیر	توضیح
Inf	درصد تغییر در شاخص قیمت‌ها (CPI)
G	درصد تغییر در تولید ناخالص داخلی
Unemp	نرخ بیکاری (درصد)
FixInv	درصد تغییر در سرمایه‌گذاری ثابت خصوصی
Rent	درصد تغییر در نرخ اجاره مسکن
M	درصد تغییر در نقدینگی
I	نرخ بهره (سود بانکی)
Hstart	درصد رشد تعداد واحدهای مسکونی نوساز
Tepix	درصد تغییر در شاخص بورس اوراق بهادار تهران
Exp	درصد تغییر در هزینه زندگی خانوار
Wage	درصد رشد نرخ دستمزد کارگران

منبع: بانک مرکزی و مرکز آمار ایران

جدول ۲: مقایسه عملکرد مقادیر پیش‌بینی با مقادیر واقعی تورم

مدل	1401Q1	1401Q2	1401Q3	1401Q4	RMSE
تورم واقعی	۱۸/۷۴	۹/۶۶	۷/۷۳	۱۶/۸۴	-
OLS	۹/۴۰	۱۰/۶۰	۷/۹۷	۷/۸۶	۳/۵۰
ARMA (4,1)	۶/۲۳	۸/۷۰	۸/۴۸	۸/۵۰	۳/۷۸
ARDL (1)	۸/۳۱	۸/۶۳	۶/۶۵	۸/۶۱	۳/۶۲
DMA ($\alpha = \lambda = 0.99$)	۱۰/۷	۱۰/۳	۸/۱	۹/۵۴	۳/۴۸
DMA ($\alpha = \lambda = 0.95$)	۱۰/۸	۱۰/۲	۸/۰۵	۹/۷۹	۳/۴۵
Lasso	۱۰/۸۷	۸/۳۲	۶/۱۰	۸/۵۹	۳/۵۴

ماخذ: یافته‌های تحقیق

مقدار عوامل فراموش شده برای مدل میانگین‌گیری پویای بیزی (DMA) همچون مطالعات رفتاری و همکاران (۲۰۱۰)، کوپ و کورویلیس (۲۰۱۵)، بلمونته و کوپ (۲۰۱۳) و ناصر و علایی (۲۰۱۸) به صورت ($\alpha = \lambda = 0.99$) در نظر گرفته شده است. همچنین مطابق مطالعات دراچل (۲۰۱۶)، باور و همکاران (۲۰۱۶)، فریرا و پالما (۲۰۱۵) و فیلیپو (۲۰۱۵) برای عوامل فراموش شده مقدار ($\alpha = \lambda = 0.95$) نیز در نظر گرفته شده است. همان‌طور که مشخص است روش DMA خطای پیش‌بینی کمتری نسبت به سایر روش‌ها دارد. روش ARMA نیز با در نظر گرفتن کاراترین وقفه‌ها، دارای بیشترین میزان خطا است به این معنا که پیش‌بینی نرخ تورم بدون در نظر گرفتن متغیرهای مستقل تاثیر گذار، خطای پیش‌بینی بیشتری دارد. از بین دو روش DMA محاسبه شده نیز روش DMA با فرض $\alpha = \lambda = 0.95$ (یعنی ضرایب حرکت سریعی در زمان دارند) عملکرد بهتری در پیش‌بینی نرخ تورم داشته است. برای برآورد روش میانگین‌گیری بیزی در نرم‌افزار STATA از دستور رگرسیون میانگین‌گیری بیزی استفاده شده است.

جدول (۳) میزان تاثیر‌گذاری متغیرهای در نظر گرفته شده برای پیش‌بینی نرخ تورم را نشان می‌دهد تا مشخص شود کدام متغیرها تاثیر بیشتری بر تورم دارند.

جدول ۳: میزان تاثیر‌گذاری متغیرها بر نرخ تورم

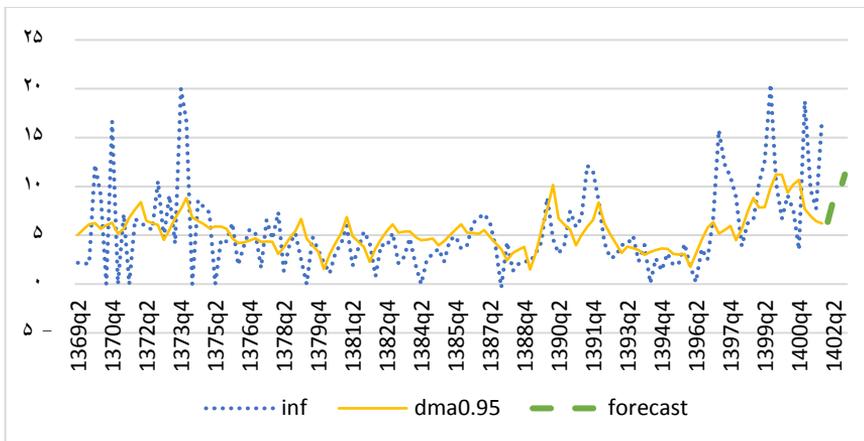
متغیرها	ضریب	PIP
Exp	۰/۷۳	۰/۹۹
Unemp	-۰/۳۰	۰/۴۶

متغیرها	ضریب	PIP
Wage	۰/۱۰	۰/۲۴
Hstart	۰/۰۱۹	۰/۱۶
M	۰/۰۰۸	۰/۱۳
G	۰/۰۰۴	۰/۱۲
FixInv	۰/۰۰۱	۰/۱۱
Rent	۰/۰۰۱	۰/۱۱
I	۰/۰۰۰۱	۰/۱۰
Tepix	۰/۰۰۰۰۹	۰/۰۹

ماخذ: یافته‌های تحقیق

همان‌طور که جدول (۳) نشان می‌دهد متغیرهای Exp یا همان نرخ رشد هزینه‌های مصرفی خانوارها، نرخ بیکاری و نرخ دستمزد کارگران بیشترین تاثیر را بر نرخ تورم در ایران و در طی سال‌های ۶۹ تا ۱۴۰۱ داشته‌اند. شاخص PIP نیز احتمال تاثیر گذاری متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته را در مدل‌های میانگین‌گیری بیزی نشان می‌دهد.

نمودار ذیل، روند پیش‌بینی روش DMA برای دوره مورد بررسی در مقایسه با نرخ تورم واقعی و همچنین پیش‌بینی ۴ فصل جلوتر (سال ۱۴۰۲) را نشان می‌دهد. در این تحقیق دوره ۱۴۰۱:۴ - ۱۳۹۶:۱ دوره تخمین و مقایسه پیش‌بینی‌کننده‌ها و دوره ۱۴۰۲:۴ - ۱۴۰۲:۱ دوره پیش‌بینی با استفاده از روش بیزی است.



نمودار ۳: مقایسه نرخ تورم واقعی و مقدار پیش‌بینی شده با روش DMA

ماخذ: یافته‌های تحقیق

همان‌طور که نمودار (۳) نشان می‌دهد پیش‌بینی نرخ تورم با استفاده از روش میانگین‌گیری بیزی همسو و هم‌جهت با نرخ تورم واقعی بوده و توانسته است پیش‌بینی مناسبی انجام دهد.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

پیش‌بینی تورم یکی از مهم‌ترین، اما دشوارترین مسائل در اقتصاد کلان است. رویکردهای مختلف بسیاری نیز در این زمینه پیشنهاد شده است. شاید محبوب‌ترین این رویکردها آن‌هایی باشند که مبتنی بر منحنی فیلیس هستند؛ اما چارچوب کلی شامل یک متغیر وابسته مانند تورم (یا تغییر در تورم) و متغیرهای توضیحی از جمله وقفه‌های تورم، نرخ بیکاری و سایر عوامل پیش‌بینی‌کننده است. در این بین، روش‌های بازگشتی و مبتنی بر رگرسیون تا حدودی موفقیت‌آمیزتر بوده‌اند. بر اساس نظر استاک و واتسون (۲۰۰۸) از مهمترین مشکلاتی که مدل‌های گذشته (مدل‌های سنتی منطبق بر فروض محدودکننده کلاسیکی) برای پیش‌بینی داشتند این بود که نمی‌توانستند پیش‌بینی درستی در طول زمان انجام دهند و گاه مشاهده شده بود که برخی مدل‌ها می‌توانستند پیش‌بینی را تنها در دوران رکود به خوبی تخمین بزنند و برخی دیگر از مدل‌ها پیش‌بینی را تنها در دوران رونق بهتر تخمین می‌زدند و این باعث شده بود که مدلی را نتوان برشمرد که این مشکل را حل کند به طوری که قادر باشد در تمامی مقاطع زمانی (رونق و رکود) پیش‌بینی‌های قابل اعتمادتری را ارائه دهد. برای رفع این مشکل از روش میانگین‌گیری بیزی استفاده کردند. علاوه بر این یکی از مزایای مهم این روش نسبت به سایر روش‌های سنتی و متعارف سری زمانی نظیر حداقل مربعات معمولی (OLS) این است که در این رهیافت نیازی به بررسی آزمون‌های ریشه واحد در مورد متغیرهای سری زمانی نیست و هیچ ضرورتی در مورد پایایی متغیر در سطح نیست. از این رو، در این رهیافت محقق نباید نگران ناپایایی متغیرها و تفاضل‌گیری متغیرهای سری زمانی باشد.

هدف کلی این مطالعه پیش‌بینی نرخ تورم با استفاده از متغیرهای اقتصادی تاثیرگذار بر آن بود. در این تحقیق سعی بر آن بود که با استفاده از روش میانگین‌گیری بیزی بهترین مدل برآوردی که توانایی پیش‌بینی تورم در ایران را دارد مورد بررسی قرار گیرد. در همین راستا ابتدا به بررسی مطالعات قبلی انجام شده در این زمینه پرداخته و سپس مهمترین متغیرهای اقتصادی تاثیرگذار بر

تورم شناسایی و جهت پیش‌بینی نرخ تورم به کار گرفته شدند. برای این منظور از داده‌های فصلی متغیرهای طی بازه زمانی ۱۴۰۱-۱۳۶۹ استفاده شد. در این تحقیق از روش‌های حداقل مربعات معمولی (OLS)، خودرگرسیون میانگین متحرک (ARMA)، خودرگرسیون با وقفه توزیعی (ARDL)، میانگین‌گیری پویای بیزی (DMA) و رگرسیون لاسو (Lasso) جهت پیش‌بینی و مقایسه دقت پیش‌بینی نرخ تورم استفاده شد. نتایج پیش‌بینی نشان داد روش DMA خطای پیش‌بینی کمتری نسبت به سایر روش‌ها دارد. روش ARMA نیز با در نظر گرفتن کاراترین وقفه‌ها، دارای بیشترین میزان خطا است به این معنا که پیش‌بینی نرخ تورم بدون در نظر گرفتن متغیرهای مستقل تاثیرگذار، خطای پیش‌بینی بیشتری دارد. از بین دو روش DMA محاسبه شده نیز روش DMA با فرض $\alpha = \lambda = 0.95$ (یعنی ضرایب حرکت سریعی در زمان دارند) عملکرد بهتری در پیش‌بینی نرخ تورم داشته است. همچنین متغیرهای Exp یا همان نرخ رشد هزینه‌های مصرفی خانوارها، نرخ بیکاری و نرخ دستمزد کارگران بیشترین تاثیر را بر نرخ تورم داشته‌اند.

بنابراین بر اساس نتایج حاصل شده در این تحقیق می‌توان گفت توجه به پارامترهای اقتصادی رفتاری خانوارها در انتخاب سیاست بهینه مورد توجه سیاست‌گذاران قرار گیرد. عواملی همچون افزایش قیمت خواربار مصرفی خانوارها، افزایش بالای دستمزد کارگران، افزایش حجم پولی، افزایش نرخ بهره و افزایش نرخ اجاره مسکونی قطعاً موجب شکل‌گیری انتظارات تورمی در جامعه شده و می‌تواند موجب بی‌ثباتی و تغییرات تورم آتی از مسیر تعادلی شود. کنترل بر بازار خواربار مصرفی خانوارها، کنترل بر بازار مسکن، اصلاح الگوی دستمزدی در کشور، کنترل نرخ بهره در بانک‌ها، استفاده از سیاست‌های پولی انقباضی می‌تواند موجب کنترل و کاهش انتظارات تورمی نزد مردم شود.

References

- Al Marhubi, F. (2021). Economic Complexity and Inflation: An Empirical Analysis. *Atlantic Economic Journal*, **49**: 259-271.
- Ang, A., & Bekaert, G., & Wei, M. (2007). Do Macro Variables, Asset Markets, or Surveys Forecast Inflation Better?. *Journal of Monetary Economics*, **54**: 1163-1212.
- Atkeson, A., & Ohanian, L. (2001). Are Phillips Curves Useful for Forecasting Inflation?. *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, **25**: 2-11.

- Babaei, M., & Tavakolan, H., & Shakeri, A. (2018). Predicting the Effect of Factors Affecting Inflation using Dynamic Averaging Models. *Economic Research*, **18**(71): 261-311. (In Persian).
- Bernanke, B., & Mishkin, F. (1997). Inflation Targeting: A New Framework for Monetary Policy?. *NBER Working Paper* No.5893.
- Berthold, N., & Grundler, K. (2013). The Determinants of Stagflation in a Panel of Countries. Julius Maximilian University of Würzburg, Chair of Economic Order and Social Policy, *Discussion Paper Series* 117.
- Cashin, P., Mohaddes, K., Raissi, M., & Raissi, M. (2014). The Differential Effects of Oil Demand and Supply Shocks on the Global Economy, *Energy Econ* **44**(1): 113-134.
- Doojav, G-O., & Luvsannyam, D. (2022). Forecasting Inflation in Mongolia: A Dynamic Model Averaging Approach. *Journal of Time Series Econometrics*, **15**(1): 27-48.
- Drachal, K. (2020). Forecasting the Inflation Rate in Poland and U.S. using Dynamic Model Averaging. *Romanian Journal of Economic Forecasting*, **XXIII**(2): 18-34.
- Elbahnasawy, N., & Ellis, M. (2022). Inflation and the Structure of Economic and Political Systems. *Structural Change and Economic Dynamics*, **60**: 59-74.
- Fagin, S. (1964). Recursive Linear Regression Theory, Optimal Filter Theory, and Error Analyses of Optimal Systems. *IEEE International Convention Record*, Part i: 216-240.
- Fischhendler, I., Herman, L., & Maoz, N. (2017). The Political Economy of Energy Sanctions: Insights from a Global Outlook 1938–2017. *Energy Research and Social Science*, **34**(1): 62-71.
- Güntner, J. (2013). How Do Oil Producers Respond to Oil Demand Shocks?. *Economics Working Papers*, Department of Economics. Johannes Kepler University Linz, Austria.
- Groen, J., Paap, R., & Ravazzolo, F. (2013). Real-Time Inflation Forecasting in a Changing World. *Journal of Business and Economic Statistics*, **31**(1): 29-44.
- Izadkhasti, H., Negintaji, Z., & Najafi, M. (2022). Investigating the Factors Affecting on Inflation with Emphasis on Knowledge based Economy in Oil Exporting Countries. *Stable Economy Journal*, **3**(3): 50-71. (In Persian).
- Jafari Samimi, A., Azami, K., & Azizian, J. (2015). The Uncertain Effect of Macroeconomic Variables (Exchange Rate, Inflation and Growth Rate) on Imports of Selected Countries Currently Developing (Including Iran). *Quantitative Economics*, **12**(3): 27-49. (In Persian).
- Jazwinski, A. (1970). *Stochastic Processes and Filtering Theory*. New York: Academic Press.
- Kafaei, M., & Ghasemi, H. (2012). Investigating Factors Affecting Iran's Inflation using the Bayesian Averaging Approach. *Economics and Modelling*, **2**(7&8): 27-58. (In Persian).
- Kilian, L. (2009). Oil Price Shocks, Monetary Policy and Stagflation. *CEPR Discussion Papers* No. 7324.

- Koop, G., & Korobilis, D. (2015). Forecasting Inflation using Dynamic Model Averaging. *International Economic Review*, **53**(3): 867-886.
- Lovch, Y., & Laborda, A. (2018). Monetary Policy Shocks, Inflation Persistence, and Long Memory. *Journal of Macroeconomics*, **55**(1): 117-127.
- Mandalinci, Z. (2017). Forecasting Inflation in Emerging Markets: An Evaluation of Alternative Models. *International Journal of Forecasting*, **33**(4): 1082-1104.
- Mohammadi, T., Bahrami, J., & FahimiFar, F. (2021). Comparing the Forecast of Iran's Consumer Inflation Rate using a Large Number of Predictor Variables. *Quantitative Economics*, **18**(6): 159-190. (In Persian).
- Naziri, M., ShahAbadi, A., & Nemati, M. (2018). The Role of Macroeconomic Variables on the Occurrence of Stagnant Inflation in Iran's Economy. *Economic Policy*, **10**(20): 35-70. (In Persian).
- Raftery, A., Karny, M., & Ettler, P. (2010). Online Prediction under Model Uncertainty via Dynamic Model Averaging Application to a Cold Rolling Mill. *Technical Report 525*, Department of Statistics, University of Washington.
- Salisu, A., & Isah, K. (2018). Predicting US Inflation: Evidence from a New Approach. *Economic Modelling*, **71**(C): 1-25.
- Stock, J., & Watson, M. (1999). Forecasting Inflation. *Journal of Monetary Economics*, **44**: 293-335.
- Stock, J., & Watson, M. (2008). Phillips Curve Inflation Forecasts. *NBER Working Paper No. 14322*.