

Inflation Expectations in the Iranian Economy A Random Forest Approach

Abolfazl Dehghani¹, Kazem Yavari² , Mehdi Hajamini³,
Mohammad Hassan Zare⁴

1. Ph. D. Student of Economics, Department of Economics, Yazd University, Yazd, Iran.
E-mail: abolfazl.dehghaniea@gmail.com
2. Full Professor of Economics, Department of Economics, Yazd University, Yazd, Iran.
(Corresponding Author) E-mail: kyavari@yazd.ac.ir 0000-0002-6195-2481
3. Associate Professor of Economics, Department of Economics, Yazd University, Yazd, Iran.
E-mail: hajamini.mehdi@yazd.ac.ir
4. Associate Professor of Economics, Department of Economics, Yazd University, Yazd, Iran.
E-mail: mhzarea@yazd.ac.ir

Abstract

Measuring unobservable variables such as inflation expectations or potential output is inherently challenging. Inflation expectations, as a key variable, play a central role in many macroeconomic and monetary models. In Iran, despite decades of persistent double-digit inflation, no official survey-based data on inflation expectations has been produced, unlike in many other countries. However, the literature suggests that comparing model-based approaches with survey data can yield valuable insights. This study aims to estimate and present quarterly inflation expectations for Iran during 1996–2021 using the Random Forest regression method within the framework of rational expectations. After training the model, in-sample predictions were generated and evaluated based on rational expectations properties. The analysis also ranked the importance of variables contributing to the formation of inflation expectations. The results indicate that inflation expectations in Iran can be reasonably explained within the rational expectations framework, with no evidence of systematic forecast errors. Among the informational variables considered, inflation lags, exchange rate, and economic sanctions were identified as the most influential factors.

Article information

Review History:

Received: Mar. 04, 2024

Revised: Apr. 09, 2024

Accepted: June.09, 2024

Keywords:

Expectations
Inflation Expectations Rational
Expectations
Random Forest Regression

JEL Classification:

E31, E37, C40

Corresponding Author:

kyavari@yazd.ac.ir



Aim and Introduction

Measurement and examination of unobservable variables directly such as inflation expectations or potential output, is really challenging. Inflation expectations have been considered a key variable in many macroeconomic models, particularly in the realm of monetary economics. Macroeconomic models assume that economic agents make consumption, savings, and labor market decisions based on their perception of future inflation levels, and these decisions play a great role in realizing economic variables, including inflation. The role of inflation expectations differs from other inflation-generating factors. While factors such as money supply, budget deficit, exchange rate, and to some extent, economic sanctions can be considered as policy tools. Inflation expectations normally result from the interaction of other factors and may potentially predict future inflation. For example, an increase in the budget deficit, if not addressed independently by the Central Bank, can lead to an increase in money supply, inflation, and intensification of inflation expectations. Thus, inflation expectations can be considered as a variable that evolves within society and changes due to other inflation-generating factors. However, once formed, these expectations themselves become significant factors in inflation and other economic variables. Unlike many countries, in Iran, despite the importance of inflation due to decades of double-digit inflation, no action has been taken to produce and provide survey data related to this variable. However, according to existing literature, comparing the results of alternative methods incorporating inflation expectations with survey data can provide valuable insights. In practice, incorporating inflation expectations can improve the performance of inflation prediction models.

Methodology

Empirical research indicates that methods that consider inflation expectations along with its fluctuations and dynamics outperform models that do not consider these dynamics. Therefore, paying proper attention to how inflation expectations form and fluctuate, as well as avoiding simple methods, is necessary in calculating inflation expectations. In this research, an attempt was made to calculate and present data related to this variable in the framework of rational expectations for the period of 1996 to 2021 using the random forest regression method, considering the strengths and weaknesses of each method of mapping inflation expectations. Subsequently, after learning the random forest-based model, by conducting an in-sample prediction, the data were extracted and the features related to rational expectations regarding these data were examined.

Findings

The coefficient of determination value for the test data was found to be 80%, indicating that, on average, 80% of inflation variations are correctly predicted by economic factors using the model inputs or features. Based on this and by examining the features related to estimation residuals, it was determined that economic factors in predicting inflation do not exhibit systematic errors and, with a sufficiently large time interval and having an adequate information set, can have a proper understanding of inflation behavior. Moreover, the results of comparing

inflation expectations based on random forest regression-based predictions show superiority of this approach compared to competing methods such as the Hodrick-Prescott filter. After that, the importance of each of the factors in the basket of information related to inflation expectations was ranked. It should be noted that the selection of features for predicting inflation expectations was not based on the direct attention of households and economic factors to these features. Rather, economic factors and households may find the effect of these features in other evidence. For example, the effect of an increase in the exchange rate on the prices of goods that are somehow related to this variable may be apparent to households, and fundamentally, the prevalent interpretation of rational expectations in the literature of this field is based on this approach. The results of this ranking indicate that among the entire information set, factors such as inflation breaks, exchange rates, and economic sanctions had the highest importance in shaping inflation expectations.

Discussion and Conclusion

It is worth mentioning that inflation breaks have been identified as the most important factor among the entire information set as a manifestation of the adaptive section of inflation expectations. However, this does not mean that expectations are entirely adaptive. Based on the research findings, it is clear that if economic factors rely solely on the adaptive section to predict inflation, zero estimation error, unpredictability of errors, and consequently the formation of rational expectations will not be achieved. Using a combination of three approaches: gradient boosting algorithm, random forest algorithm, and linear regression, a voting regression was also performed, showing a 3% improvement in determination coefficient compared to random forest (83%). Moreover, other results, such as the order and intensity of feature importance, and predicted inflation values, are similar to the random forest method with slight variations which means, estimating rational expectations is reliable.

برآورد انتظارات تورمی در اقتصاد ایران: رویکرد انتظارات

عقلایی با به کارگیری جنگل تصادفی

ابوالفضل دهقانی^۱، کاظم یآوری^۲ , مهدی حاج امینی^۳، محمدحسن زارع^۴

abolfazl.dehghaniea@gmail.com

۱. دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشگاه یزد، یزد، ایران

kyavari@yazd.ac.ir

۲. استاد دانشگاه یزد، یزد، ایران (نویسنده مسئول)

hajamini.mehdi@yazd.ac.ir

۳. دانشیار دانشگاه یزد، یزد، ایران

mhzarea@yazd.ac.ir

۴. استادیار دانشگاه یزد، یزد، ایران

چکیده	اطلاعات مقاله
اندازه‌گیری و بررسی متغیرهای غیرقابل مشاهده (مانند انتظارات تورمی یا تولید بالقوه) به‌طور مستقیم دشوار است. انتظارات تورمی به‌عنوان یک متغیر کلیدی، در بسیاری از مدل‌سازی‌های اقتصاد کلان، به‌خصوص حوزه اقتصاد پولی لحاظ شده است. در ایران، برخلاف بسیاری از کشورها، به‌رغم اهمیت مسئله تورم، به‌دلیل دهه‌های توأم با تورم دو رقمی، اقدامی جهت تولید و ارائه داده‌های نظرسنجی مربوط به این متغیر صورت نگرفته است. درحالی‌که براساس ادبیات موجود، مقایسه نتایج روش‌های جایگزین لحاظ انتظارات تورمی با داده‌های نظرسنجی، می‌تواند حاوی اطلاعات ارزشمندی باشد. در این پژوهش، تلاش شد با ذکر نقاط ضعف و قوت هر کدام از روش‌های نگاشت انتظارات تورمی، داده‌های مربوط به این متغیر در بستر انتظارات عقلایی به‌صورت فصلی و برای دوره زمانی ۱۳۷۵ تا ۱۴۰۰ با استفاده از روش رگرسیون جنگل تصادفی محاسبه و ارائه شود. در این راستا، پس از یادگیری مدل مبتنی بر جنگل تصادفی، با انجام یک پیش‌بینی درون‌نمونه‌ای، این داده‌ها استخراج شده و ویژگی‌های مربوط به انتظارات عقلایی در مورد این داده‌ها، مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت، اهمیت هر یک از عوامل موجود در سید اطلاعاتی مربوط به انتظارات تورمی، رتبه‌بندی شدند. نتایج تحقیق، حاکی از آن است که انتظارات تورمی در ایران، در بستر انتظارات عقلایی قابل توضیح است و پیش‌بینی‌کنندگان، دچار خطای قاعده‌مند در پیش‌بینی تورم نیستند. همچنین از بین مجموعه اطلاعاتی کل، سه عامل وقفه تورم، نرخ ارز و تحریم‌های اقتصادی، بیشترین اهمیت را در شکل‌گیری انتظارات تورمی داشتند.	تاریخچه داوری: دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱۴ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۱/۲۱ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۲۰ کلمات کلیدی: انتظارات انتظارات تورمی انتظارات عقلایی رگرسیون جنگل تصادفی طبقه‌بندی JEL: C40, E37, E31 نویسنده مسئول: kyavari@yazd.ac.ir

۱. مقدمه

در نگاه بسیاری از اقتصاددانان در ایران، از بین عوامل مؤثر بر تورم مانند حجم نقدینگی، نرخ ارز، کسری بودجه، تحریم‌های اقتصادی، تغییرات در نرخ‌های بهره و غیره، انتظارات تورمی به‌خصوص از دهه ۱۳۹۰ خورشیدی، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است و بسیاری از مطالعات نیز بر نقش این متغیر در ایجاد و تشدید تورم از کانال افزایش تقاضا و کاهش عرضه و همچنین نقش آن، بر سکون یا اینرسی تورم^۱ تأکید کرده‌اند. البته تبعات انتظارات، به تورم خلاصه نمی‌شود. برای نمونه، تشدید انتظارات تورمی با از بین بردن انگیزه عوامل اقتصادی جهت سرمایه‌گذاری در فعالیتهای تولیدی، منابع مالی را به سمت فعالیتهای نامولد مانند فعالیتهای واسطه‌گری سوق می‌دهد.

نقش انتظارات تورمی از سایر عوامل ایجادکننده تورم متفاوت است. در حالی که عواملی مانند حجم نقدینگی، کسری بودجه و نرخ ارز و تا حدی موضوع تحریم‌های اقتصادی، می‌توانند به‌عنوان یک ابزار سیاستی منظور شوند، انتظارات تورمی، نتیجه برهم کنش سایر عوامل و احتمالاً پیش‌بینی‌کننده تورم آتی خواهد بود. برای مثال، افزایش کسری بودجه در صورت عدم استقلال بانک مرکزی، می‌تواند موجب افزایش حجم نقدینگی و افزایش تورم و تشدید انتظارات تورمی شود. بنابراین، انتظارات تورمی، متغیری است که در جامعه ایجاد و بر اثر سایر عوامل ایجادکننده تورم، دستخوش تغییر می‌شود؛ اما هنگامی که این انتظارات شکل گرفت، خود عامل مهمی در تغییرات تورم و سایر متغیرهای اقتصادی خواهد بود. بر این اساس است که گاهی، از وقفه تورم به‌عنوان جانشینی برای متغیر غیرقابل مشاهده انتظارات تورمی استفاده می‌شود.

در مدل‌های اقتصاد کلان، فرض می‌شود که عوامل اقتصادی بر اساس درک خود از سطوح تورم آتی، تصمیمات مصرف، پس‌انداز و بازار کار خود را اتخاذ می‌کنند که البته، این تصمیمات در محقق شدن متغیرهای اقتصادی از جمله تورم ایفای نقش می‌نمایند. در همین راستا، اغلب پژوهش‌ها به بررسی اثر انتظارات تورمی بر تورم، مصرف یا سایر متغیرهای اقتصادی پرداخته‌اند و کمتر به انتظارات تورمی به‌عنوان یک متغیر هدف نگاه شده است.

در بسیاری از کشورها، داده‌های مربوط به انتظارات تورمی در قالب داده‌های پیمایشی^۲، در دسترس هستند که امکان مقایسه این نوع داده‌ها را با مقادیر به‌دست آمده از روش‌های دیگر، ممکن می‌سازد؛ اما برآورد پیمایشی انتظارات تورمی و تمرکز پژوهش‌ها بر شکل‌گیری و محاسبه آن در ایران اتفاق نیفتاده است؛ در حالی که، ارزیابی چگونگی شکل‌گیری انتظارات تورمی و شیوه به‌دست آوردن مقادیر مربوط به آن، هم در مقام تبیین روابط پولی در اقتصاد و هم، از منظر سیاست‌گذاری در حوزه‌هایی مانند مهار تورم و ثبات اقتصادی، حائز اهمیت است.

1. Inflation inertia

2. Survey data

با توجه به توضیحات بالا، در این پژوهش، با فرض پیروی عوامل اقتصادی از انتظارات عقلایی^۱، به برآورد دقیقی از انتظارات تورمی پرداخته می‌شود. پس از ارائه مبانی نظری مربوطه در بخش دوم، کاستی‌های روش‌های نگاشت متغیر انتظارات تورمی در مطالعات گذشته، در بخش سوم بیان می‌شود. سپس در بخش چهارم، با استفاده از روش رگرسیون جنگل تصادفی^۲، داده‌های انتظارات تورمی استخراج و تحلیل می‌شوند. در پایان، نتیجه‌گیری مقاله آورده شده است.

۲. مبانی نظری

مدل‌سازی شکل‌گیری انتظارات عوامل اقتصادی به‌خصوص در قرن بیستم، مورد توجه نظریه‌پردازان مکاتب مختلف اقتصادی قرار گرفت و امروزه نیز کماکان، یکی از موارد مورد توجه اقتصاددانان است. بر همین اساس، در این قسمت، به ارائه شرحی از مفهوم انتظارات و سیر تکاملی آن در علم اقتصاد با تأکید بر مفهوم انتظارات تورمی، پرداخته می‌شود.

انتظارات تورمی، باورهایی هستند که یک فرد یا گروهی از افراد در مورد نرخ رشد قیمت‌ها در آینده دارند. افراد یا گروه‌هایی که معتقدند، سطح قیمت‌ها با سرعت بیشتری رشد خواهد کرد، انتظارات تورمی بالاتری دارند و کسانی که معتقدند، سطح قیمت‌ها کندتر رشد خواهد کرد، انتظارات تورمی کمتری دارند. بر اساس تئوری اقتصادی، انتظارات تورمی، نقش مهمی در تعیین تورم واقعی دارد؛ زیرا انتظارات یک فرد یا شرکت از قیمت‌های آتی، بر تصمیمات قیمت‌گذاری آن فرد یا شرکت در دوره جاری تأثیر می‌گذارد. همچنین در تحلیل رابطه بین تورم و بیکاری در کوتاه‌مدت و بلندمدت (منحنی فیلیپس)، چگونگی تعریف و لحاظ انتظارات، اهمیت بسیاری دارد (شفر^۳، ۲۰۲۲).

اهمیت انتظارات در تعیین متغیرهای مهم اقتصادی مانند تولید و رشد اقتصادی، برای نخستین بار توسط اقتصاددانان کلاسیک بیان شد. با وجود این، تا زمان کینز، انتظارات به صورت برونزا با درجه‌ای از اطمینان در مدل‌های اقتصادی منظور شده، و برای آن، مدل‌سازی خاصی صورت نگرفته بود. در عوض جهت تسویه بازارها، اقتصاددانان به صورت ضمنی فرض می‌کردند که عوامل اقتصادی دارای انتظارات ایستا با حرکت حول یک مقدار ثابت هستند. البته برخی از جمله سارجنت^۴ (۱۹۸۳)، این نقصان را ناشی از فقدان ابزارهای تحلیلی در دسترس تا زمان کینز می‌دانند (مینفورد^۵، ۱۹۸۶). امروزه باور عمومی بر این است که تورم به‌شدت تحت تأثیر انتظارات تورمی است. این امر، در نظر گرفتن مدیریت انتظارات تورمی را به‌عنوان بخش مهمی از سیاست پولی توجیه می‌کند. اگر انتظارات تورمی، ثابت باشد یا به اصطلاح در سطوح پایین به شکل باثباتی لنگر انداخته باشد، می‌تواند به ثبات تورم کمک کند. اما اگر اخبار بد یا نرخ‌های تورم بالا، احتمال افزایش تورم آتی را زیاد کند،

1. Rational expectations
2. Random Forest regression
3. Schafer (2022)
4. Sargent (1983)
5. Minford (1986)

تورم ناگزیر از افزایش انتظارات متأثر می‌شود. بنابراین، انتظارات تورمی قطعاً عاملی اثرگذار بر ثبات تورم است. البته اینکه اثرگذاری تا چه اندازه مستقیم و قدرتمند است، بلندمدت است یا کوتاه‌مدت، در قالب یک رابطه علت و معلولی عمل می‌کند یا صرفاً یک رابطه همبستگی است، می‌تواند بسته به سایر شرایط اقتصاد کلان، متفاوت باشد (ورنینگ، ۲۰۲۲).

انتظارات ایستا به‌عنوان ابتدایی‌ترین مدل‌سازی انتظارات در اقتصاد در نظر گرفته می‌شود. در این تئوری، فرض می‌شود که عوامل اقتصادی، انتظار دارند که سطح فعلی متغیر پیش‌بینی شده در طول افق پیش‌بینی حفظ شود که این امر دلالت بر دستیابی اقتصاد به یک تعادل پایدار دارد. بنابراین، انتظارات ایستا از تورم را می‌توان به وسیله رابطه (۱) بیان کرد:

$$E_t[\pi_{t+h}] = \pi_t = p_t - p_{t-h} \quad (1)$$

با لحاظ $p_t = \ln(P_t)$ ، این بیان فرض می‌کند، انتظارات مربوط به نرخ تورم در h دوره آینده برابر با سطح فعلی تورم است. نرخ انتظاری تغییر در سطح قیمت‌ها در دوره t غیر صفر بوده و برابر است با نرخ تغییرات مشاهده شده بین دوره $t-h$ و t . اگر عوامل اقتصادی انتظار داشته باشند که سطح قیمت‌ها در طول افق پیش‌بینی ثابت باشد، انتظارات تورمی برابر صفر خواهد بود (هریس، ۲۰۱۴):

$$E_{t-h}[p_t] = p_{t-h} \quad (2)$$

$$E_{t-h}[\pi_t] = E_{t-h}[p_t] - p_{t-h} = 0 \quad (3)$$

دلالت تئوری انتظارات ایستا در روابط (۲) و (۳)، این است که هیچ ارتباطی بین انتظارات جاری $E_t[\pi_{t+h}]$ و وقعه تورم $[\pi_{t-h}]$ وجود ندارد. بنابراین، تئوری انتظارات ایستا فرض می‌کند که تنها تورم جاری در مجموعه اطلاعاتی فرد برای تصمیم‌گیری ورود می‌کند و سایر اطلاعات از جمله مقادیر گذشته تورم، نادیده گرفته می‌شود. پس این تئوری، نه تنها دچار نزدیک‌بینی است، بلکه از معضل عدم یادآوری^۲ نیز رنج می‌برد (شاو، ۱۹۸۴).

مدل انتظارات ایستا توسط هیکس^۳ (۱۹۳۹)، تحت عنوان انتظارات رگرسیونی یا بازگشتی بسط داده شد که بر اساس آن، انتظارات متأثر از آخرین مقدار مشاهده شده از متغیر، به‌همراه برخی تعدیلات مربوط به رونده متغیر در افق پیش‌بینی است:

$$E_t[\pi_{t+h}] = \pi_t + \gamma(\pi_t - \pi_{t-h}) \quad (4)$$

با توجه به رابطه ۴، نحوه واکنش انتظارات به روند تورم، توسط γ مشخص می‌شود؛ به شکلی که $\gamma > 1$ بیانگر انتظارات برون‌یابانه^۴ و $\gamma < 1$ بیانگر انتظارات بازگشتی است. دو حالت خاص این

1. Werning (2022)

۲. در ادبیات اقتصادسنجی، به این حالت عدم توجه به حافظه تاریخی گفته می‌شود که موضوعی رایج در مدل‌های ساختاری فاقد عناصر سری زمانی است.

3. Shaw (1984)

4. Hicks (1939)

5. Trend

6. Extrapolated expectations

رابطه، مربوط به زمانی است که $\gamma = -1$ یا $\gamma = 0$ باشد. در حالت اول، انتظارات تورمی جاری از h دوره آینده، برابر است با وقفه مرتبه h نرخ تورم و در حالت دوم، انتظارات صرفاً بر اساس تجربیات فعلی شکل می‌گیرند. این مدل به صورت تجربی توسط فیگلوسکی و واجتل (۱۹۸۱)، با استفاده از داده‌های پیمایشی لیوینگستون^۲ بین سال‌های ۱۹۴۷ تا ۱۹۷۵ مورد آزمون قرار گرفت که بر اساس آن، $0 < \gamma < 1$ به دست آمد. این رابطه در پژوهش‌های دیگری نیز مانند لاهاری^۳ (۱۹۷۶) و تورنوفسکی^۴ (۱۹۷۰)، مورد آزمون قرار گرفت که در مورد اول، انتظارات به صورت بازگشتی و در مورد دوم، برون‌یابانه تشخیص داده شدند. بنابراین، در رویکرد انتظارات بازگشتی، نتایج به دست آمده علاوه بر تأثیر از عامل زمان، ممکن است به شرایط کلان اقتصاد نیز منوط باشد.

در تئوری انتظارات ایستا، فرض می‌شود که عوامل اقتصادی در پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی، دچار نزدیک‌بینی هستند. در واکنش به این نقصان، طی دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ میلادی، تئوری انتظارات تطبیقی به‌عنوان یک رویکرد جایگزین توسط کیگان^۵ (۱۹۵۶)، فریدمن^۶ (۱۹۵۷) و نرلو^۷ (۱۹۵۸) بسط داده شد. البته در این رویکرد، توجه به مقادیر گذشته، کماکان به‌عنوان یک عنصر مهم لحاظ می‌شد. کیگان (۱۹۵۶)، اذعان می‌دارد: «نرخ تغییر مورد انتظار قیمت‌ها در هر دوره زمانی متناسب با تفاوت بین نرخ واقعی تغییر در قیمت‌ها و نرخ تغییر مورد انتظار در گذشته، تعدیل می‌شود». در نتیجه، مطابق فرضیه انتظارات تطبیقی، انتظارات عوامل اقتصادی در مورد تورم با توجه به مقادیر محقق شده تورم در گذشته، تعیین می‌شود.

فرضیه کیگان را می‌توان توسط رابطه ۵ نشان داد:

$$E_t[\pi_{t+h}] - E_{t-h}[\pi_t] = \lambda(\pi_t - E_{t-h}[\pi_t]) \quad (۵)$$

با توجه به رابطه ۵، نرخ‌ی که انتظارات در هر دوره توسط آن تعدیل می‌شود، توسط λ مشخص می‌گردد که کیگان آن را ضریب انتظارات می‌نامد و بر اساس آن، انتظارات مربوط به نرخ تورم h دوره آتی، توسط وقفه مرتبه h تورم به‌همراه تعدیلات مربوط به آخرین خطای پیش‌بینی شکل می‌گیرد. در نتیجه، در صورت صفر بودن خطای پیش‌بینی، انتظارات بدون تغییر باقی می‌مانند. با بازنویسی رابطه ۵، می‌توان فرضیه انتظارات تطبیقی را به‌صورت یک مدل میانگین موزون از تورم جاری و وقفه مرتبه h انتظارات نوشت:

$$E_t[\pi_{t+h}] = \lambda\pi_t + (1 - \lambda)(E_{t-h}[\pi_t]) \quad (۶)$$

-
1. Figlewski and Wachtel (1981)
 2. Livingston survey data
 3. Lahari (1976)
 4. Turnovsky (1970)
 5. Cagan (1956)
 6. Friedman (1957)
 7. Nerlove (1958)

در اینجا نیز دو حالت حدی، عبارتند از $\lambda = 0$ که بر اساس آن، انتظارات نسبت به تورم جاری، حساس نیست و $\lambda = 1$ که در این حالت، به مدل انتظارات ایستا تبدیل می‌شود. مقدار مربوط به ضریب تعدیل توسط فیگولسکی و واچتل (۱۹۸۱)، جهت بیان باورهای عوامل اقتصادی، استفاده شده است. زمانی که خطاهای پیش‌بینی در پاسخ به یک شوک دائمی رخ داده باشد، مقدار λ به شکل قابل‌توجهی بزرگ‌تر از زمانی است که رفتار تورم عمدتاً متأثر از شوک‌های گذرا است. بیان دیگر رابطه ۶ به صورت تغییر در انتظارات را می‌توان به شکل رابطه ۷ نشان داد (هریس، ۲۰۱۴):

$$E_{t-h}[\pi_t] = \lambda(\pi_{t-h}) + (1 - \lambda)(E_{t-2h}[\pi_t]) \quad (۷)$$

با کسر رابطه ۷ از رابطه ۶، تغییر در انتظارات بین دو دوره $t-h$ و t را می‌توان میانگین موزون تغییرات تورم و تغییرات انتظارات تورمی در گذشته دانست و به شکل رابطه ۸ نشان داد:

$$E_t[\pi_{t+h}] - E_{t-h}[\pi_t] = \lambda(\pi_t - \pi_{t-h}) + (1 - \lambda)(E_{t-h}[\pi_t] - E_{t-2h}[\pi_t]) \quad (۸)$$

$$E_t[\pi_{t+h}] - E_{t-h}[\pi_t] = \lambda_1(\pi_t - E_{t-h}[\pi_t]) + \lambda_2(\pi_{t-h} - E_{t-2h}[\pi_{t-h}]) \quad (۹)$$

مدل پیشنهاد شده توسط کیگان، توسط کارلسون و پارکین^۱ (۱۹۷۵)، بسط داده شد. در این حالت، انتظارات نه‌تنها بر اساس آخرین مشاهدات از تورم تعدیل می‌شود، بلکه نسبت به نرخ تغییر تورم نیز واکنش نشان می‌دهد. در واقع، انتظارات متأثر از تجربیات ناشی از برآیند دو خطای پیش‌بینی قبلی است.

با توجه به اینکه رابطه تطبیقی ۶، باید برای همه زمان‌ها صادق باشد، می‌توان حالت عمومی این رابطه را به صورت یک مدل وقفه توزیعی هندسی^۲ مطابق ۱۰ و ۱۱ نشان داد:

$$E_t[\pi_{t+h}] = \lambda(\pi_t) + \lambda(1 - \lambda)\pi_{t-h} + \lambda(1 - \lambda)^2\pi_{t-2h} + \dots + \lambda(1 - \lambda)^n\pi_{t-nh} \quad (۱۰)$$

$$E_t[\pi_{t+h}] = \lambda(\pi_t) + \sum_{j=1}^n \lambda(1 - \lambda)^j \pi_{t-jh} \quad (۱۱)$$

مادامی که $0 < \lambda < 1$ است، سهم وقفه‌های تورم در تعیین مقدار مورد انتظار تورم، کاهش خواهد یافت و در وقفه‌های مرتبه بالاتر، این سهم کوچک‌تر خواهد شد. مطابق رویکرد کیگان که توسط روابط ۱۰ و ۱۱ نشان داده شده، تجربیات اخیر در شکل‌گیری انتظارات فعلی بسیار مهم هستند و هرچه طول وقفه‌ها افزایش یابد، اطلاعات با ضریب کوچک‌تری به مجموعه اطلاعاتی جهت تصمیم‌گیری وارد می‌شوند.

پژوهش‌های تجربی نشان می‌دهند که در اقتصادهایی که تورم دارای نوسان زیادی است، این رویکرد، عملکرد ضعیف‌تری دارد^۳. برای نمونه، بال (۲۰۰۰)، نشان می‌دهد که در شرایط هدف‌گذاری

1. Carlson and Parkin (1975)

2. Geometrically distributed lag model

۳. در رویکرد انتظارات تطبیقی، به دلیل اتکاء نتایج به مجموعه اطلاعاتی محدود و غیرشامل، ضرائب تطبیق، به‌خصوص زمانی که متغیر هدف واریانس بالایی دارد، در طول زمان، دچار تزلزل (عدم پایداری) بالایی هستند که این امر، موجب کم اعتبار شدن این رویکرد تحت شرایط یاد شده می‌شود.

تورم، پیش‌بینی مبتنی بر انتظارات تطبیقی، همبستگی سریالی منفی دارد؛ زیرا تلاش بخش سیاست کلان در جهت کاهش تورم بوده، در حالی که رویکرد انتظارات تطبیقی، صرفاً مبتنی بر مقادیر گذشته و تصحیح خطاهای پیش‌بینی است. بنابراین، پیش‌بینی مبتنی بر انتظارات تطبیقی، دچار خطای سیستماتیک خواهد بود. در عوض، نقد لوکاس^۱، بیانگر این است که عوامل اقتصادی آینده‌نگرتر هستند و اهداف سیاست را در مجموعه اطلاعات خود و متعاقباً انتظارات خود وارد می‌کنند. بنابراین، برای تطبیق رفتار عاملان اقتصادی در رژیم‌های پولی مختلف و لحاظ پویایی‌های تورم، رویکرد جامع‌تری برای شکل‌گیری انتظارات مورد نیاز است.

با توجه به انتقادات وارد به رویکرد انتظارات تطبیقی و ضعف‌های روش‌شناختی منسوب به این روش، مناسب بودن آن به‌ویژه برای دوره‌هایی که اقتصاد کلان دچار نوسان زیادی است، مورد تردید واقع شد^۲. بر این اساس، فرضیه انتظارات عقلایی (REH) مطرح شده و توسعه یافته است.

مفهوم انتظارات عقلایی، نخستین بار توسط میوت^۳ (۱۹۶۱)، در بستر اقتصاد خرد پیشنهاد و سپس در دهه ۱۹۷۰ به‌طور گسترده توسط اقتصاددانان کلان پذیرفته شد. رابرت لوکاس و توماس سارجنت، نقش بسزایی را در این امر ایفا کردند و امروزه انتظارات عقلایی، به یکی از پایه‌های مدل‌های اقتصاد کلان بدل شده و حتی در اکثر مدل‌های کینزی جدید نیز فرض می‌کنند که انتظارات به صورت عقلایی شکل می‌گیرد.

یکی از فروض اساسی انتظارات عقلایی، استفاده کارآمد از تمام اطلاعات موجود است. بنابراین، پیش‌بینی‌های منطبق بر انتظارات عقلایی، عاری از خطاهای سیستماتیک است. عوامل اقتصادی از تمام اطلاعات موجود استفاده می‌کنند که این امر، بازتابی از همان پیش‌بینی نظریه اقتصادی است. در فضای تجربی، آزمون‌های متعددی جهت بررسی سازگاری انتظارات عوامل اقتصادی با رویکرد انتظارات عقلایی، پیشنهاد و ارائه شده‌اند. نکته مهمی که باید به آن توجه شود، این است که در رویکرد انتظارات عقلایی بر خلاف تطبیقی، انتظارات جاری، مستقل از خطاهای گذشته هستند؛ زیرا ماهیت تصادفی آن‌ها موجب می‌شود، حاوی اطلاعات مرتبطی در مورد مسیر آینده متغیر مورد پیش‌بینی نباشند.

یک پیش‌بینی عقلایی، باید بتواند دو ویژگی ناریبی و کارآیی را تأمین کند. برای تحقق یک پیش‌بینی ناریب، مهم است که خطاهای پیش‌بینی به صورت سیستماتیک از مقادیر واقعی، انحراف

1. The Lucas critique

۲. داده‌های پیمایشی مربوط به انتظارات تورمی در ایالات متحده توسط بانک مرکزی نیویورک و دانشگاه میشیگان (university of michigan and new york fed inflation expectation measure)، ارائه می‌شوند و در مطالعات متعددی به بررسی تطابق پیش‌بینی مربوط به انواع مدل‌های انتظارات با این داده‌ها پرداخته‌اند که برخی از آن‌ها مانند مادیرا و ظفر (Madeira and Zafar, 2012)، بر عدم تطبیق مناسب پیش‌بینی مبتنی بر انتظارات تطبیقی با داده‌های نظرسنجی صحه گذاشته‌اند.

3. Muth (1961)

نداشته باشند^۱. ویژگی دقیق تر از ناریبی، کارآیی^۲ نام دارد که بر اساس آن، فرد از تمام اطلاعات در دسترس به نحوی استفاده می کند که خطاهای حاصل از پیش بینی کاملاً ماهیت تصادفی داشته باشند و در نتیجه، غیرقابل پیش بینی هستند (منکیو^۳، ۲۰۰۳). این امر می تواند با سازگاری مقادیر خطا با فرایند نوفه سفید^۴ تأمین شود (آدام و پادولا^۵، ۲۰۱۱).

پس، عوامل اقتصادی اشتباهات گذشته خود را تصحیح می کنند و خطاها نمی توانند به صورت پیوسته با اطلاعات موجود در ارتباط باشند. در نتیجه، انحرافات تورم محقق شده از تورم پیش بینی شده، تصادفی هستند که یکی از دلالت های این موضوع، عدم همبستگی اجزاء خطای مربوط به پیش بینی در طول زمان است. این بیان را می توان توسط رابطه ساده ای مانند رابطه ۱۲ نشان داد:

$$\pi_t = E(\pi_t) + \varepsilon_t \quad (12)$$

که در این رابطه، ε_t نشان دهنده جمله خطای ناهمبسته با میانگین صفر است.

اختلاف نظرهای زیادی درخصوص اطلاعات مورد نیاز برای انتظارات عقلایی وجود دارد. اطلاعات در دسترس بین افراد مختلف، دارای تفاوت های قابل ملاحظه ای است که بستگی به سطح سواد، علاقه، باز بودن محیط و فناوری اطلاعات و یا هزینه فرصت نداشتن اطلاعات دارد. اطلاعات در دسترس فرد، می تواند از هیچ تا خیلی زیاد تغییر کند. انتظارات عقلایی به کارگیری تمام اطلاعات موجود بدون توجه به حجم و دقت اطلاعات را مبنا قرار می دهد.

در عمل، لحاظ تمام این اطلاعات جهت سنجش انتظارات عقلایی دشوار است. یک راه حل برای لحاظ انتظارات عقلایی عوامل اقتصادی، استفاده از قیمت ابزارهای مالی است. مزیت استفاده از چنین رویکردهایی در این است که می توان با استخراج تابع احتمال کل، نااطمینانی مربوط به متغیر مورد نظر در آینده را برآورد کرد. مزیت دیگر در مقایسه با داده های نظرسنجی در این است که تغییر در انتظارات در زمان واقعی قابل مشاهده است، در حالی که بر اساس رویکرد نظرسنجی، ممکن است فرد در هنگام تصمیم گیری، رفتاری متفاوت از آنچه اظهار کرده، از خود نشان دهد (گیمنو^۶، ۲۰۱۷).

۱. در فضای تجربی، این ویژگی برای پیش بینی مربوط به خانوارها، در بخش قابل توجهی از مطالعات مورد تأیید است. برای مثال، مطالعاتی مانند گرملیچ (Gramlich, 1983) و منکیو (Mankiw, 2003)، رأی به نقض این ویژگی می دهند؛ در حالی که مطالعات بیشتری مانند برایان و گوین (Bryan and Gavin, 1986)، ریچ (Rich, 1989)، توماس (Thomas, 1999)، مرا (Mehra, 2002) و کرتین (Curtin, 2005) با استفاده از داده های پیمایشی میشیگان، نتوانستند فرضیه صفر مبنی بر ناریبی پیش بینی برای خانوارها را رد کنند. بنابراین در یک دوره زمانی به اندازه کافی بزرگ، خانوارها قادرند متغیر مورد نظر را با دقت بالایی پیش بینی کنند.

2. Efficiency

3. Mankiw (2003)

4. White noise

5. Adam and Padula (2011)

6. Gimeno (2017)

در عمل، گنجانیدن انتظارات تورمی، می‌تواند عملکرد مدل‌های پیش‌بینی تورم را بهبود دهد. نتایج تحقیقات تجربی نشان می‌دهند، روش‌هایی که انتظارات تورمی را با توجه به نوسانات و پویایی‌های آن در نظر می‌گیرند، از مدل‌هایی که این پویایی‌ها را لحاظ نمی‌کنند، عملکرد بهتری دارند. بنابراین، در محاسبه انتظارات تورمی، توجه شایسته به نحوه شکل‌گیری انتظارات و نوسانات این متغیر و همچنین اجتناب از روش‌های ساده، ضروری است (شفر، ۲۰۲۲).

۳. پیشینه پژوهش

در این بخش، به ارائه شرحی از پژوهش‌های انجام شده در مورد نحوه نگاشت متغیر انتظارات تورمی و نحوه ایفای نقش آن در فرایندهای اقتصادی پرداخته می‌شود.

هنری^۱ (۲۰۱۳)، در مطالعه‌ای، به برآورد انتظارات تورمی در جامائیکا با استفاده از مدل خودتوضیح جمعی میانگین متحرک فصلی^۲ پرداخت. وی نتایج را با داده‌های پیمایشی انتظارات تورمی در جامائیکا مقایسه می‌کند و نشان می‌دهد که این مدل، برآورد مناسبی از انتظارات تورمی در جامائیکا ارائه می‌دهد. در این پژوهش، از متغیرهای شکاف تولید ناخالص داخلی^۳، هزینه‌های مالی، تغییرات نرخ ارز، تغییرات در میانگین قیمت سوخت و شاخص قیمت جهانی غلات (به‌عنوان نمودی از تورم وارداتی)، نرخ بهره حقیقی (نرخ اسناد خزانه شش‌ماهه) و تغییرات در عرضه پول استفاده شده است. نتیجه آنکه، متغیرهای پولی، تأثیری ضعیف اما معنی‌دار بر انتظارات تورمی دارند، در حالی که تأثیر نرخ ارز و قیمت جهانی سوخت، قابل توجه است.

فورتس و گیمنو^۴ (۲۰۱۷)، متغیر غیرقابل مشاهده انتظارات تورمی را با استفاده از تغییرات ماهانه قیمت ابزارهای مالی بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۷ توضیح می‌دهند. آن‌ها با مقایسه آمریکا و منطقه یورو، نشان دادند که این معیار، به تصمیمات اقتصادی و پولی اتخاذ شده در سال‌های مورد بررسی، واکنش نشان داده و به‌طور متوسط، تورم مورد انتظار بر اساس این شاخص، در منطقه یورو نسبت به ایالات متحده، دارای مقدار و نوسان کمتری است.

روندینا^۵ (۲۰۱۸)، از مدل اقتصادسنجی بیزی^۶ جهت مهندسی معکوس روند انتظارات تورمی توضیح داده شده توسط منحنی فیلیپس هیبریدی کینزین‌های جدید^۷ و داده‌های فصلی سال‌های ۱۹۶۰ تا ۲۰۱۷، استفاده می‌کنند. انتظارات برآورد شده با این روش، سازگاری قابل قبولی با روش‌های دیگر نگاشت انتظارات تورمی مانند داده‌های پیمایشی در دسترس و متغیرهای جایگزین از داده‌های مالی از خود نشان می‌دهد. به‌ویژه داده‌های برآوردی، همبستگی بالایی با داده‌های نظرسنجی دانشگاه

1. Henry (2013)
2. Seasonal autoregressive integrated moving average model
3. GDP gap
4. Fuertes and Gimeno (2017)
5. Rondina (2018)
6. Bayesian econometrics
7. Hybrid new Keynesian Phillips curve

میشیگان برای خانوارها دارد. به علاوه، نتایج پژوهش نشان می‌دهد که انتظارات تورمی، در بلندمدت در دوره تورم هدف‌گذاری شده قرار دارد.

ولکوپ و ویدرهولت^۱ (۲۰۱۹)، با استفاده از داده‌های پیمایشی دانشگاه تیلبرگ^۲، مدلی کمی از انتظارات تورمی جهت پاسخ به این سؤال که انتظارات تورمی چگونه بر تصمیمات مصرفی خانوارها اثر می‌گذارد، ارائه کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که با افزایش یک درصدی انتظارات تورمی خانوارها در طول زمان، ارزش خالص پس‌اندازشان به‌طور متوسط بین ۲۵۰ تا ۴۰۰ یورو کاهش می‌یابد. همچنین خانوارهایی که انتظارات تورمی بالاتری دارند، با احتمال بیشتری به خرید خودرو یا مسکن گران‌قیمت مبادرت می‌ورزند.

بلمارن^۳ و همکاران (۲۰۲۰)، با استفاده از داده‌های دو نظرسنجی مهم یعنی بانک مرکزی نیویورک و بانک کانادا در بستر انتظارات عقلایی با توجه به ناهمگونی انتظارات، به مدل‌سازی انتظارات تورمی پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که سهم عوامل توضیح دهنده منطبق بر انتظارات عقلایی نسبت به انتظارات تطبیقی در کانادا، تقریباً ۷۵ به ۲۵ درصد است. این نسبت برای آمریکا به صورت ۵۰ درصد برای هر رویکرد توزیع شده است. بنابراین، می‌توان گفت که انتظارات تورمی در کانادا در مقایسه با آمریکا، سازگاری بیشتری با رویکرد انتظارات عقلایی و سازگاری کمتری با رویکرد انتظارات تطبیقی دارد. این امر، می‌تواند ناشی از اهمیت بیشتر هدف‌گذاری تورم (نسبت به رشد اقتصادی بیشتری) در کانادا در مقایسه با آمریکا باشد.

شفر^۴ (۲۰۲۲)، با استفاده از متغیرهای مبتنی بر بازارهای مالی و داده‌های نظرسنجی آمریکا، به بررسی چگونگی شکل‌گیری انتظارات مصرف‌کنندگان و شرکت‌ها و نحوه اثرگذاری سیاست‌های پولی بر شکل‌گیری انتظارات تورمی می‌پردازد. نتایج این پژوهش، حاکی از آن است که چسبندگی‌های اطلاعاتی، اثر معنی‌داری بر فرایند شکل‌گیری انتظارات تورمی دارند. همچنین، شواهدی مبنی بر تورش پیش‌بینی‌های فردی از سطوح آتی تورم وجود دارد که در صورت کاهش چسبندگی‌های اطلاعاتی، تورش پیش‌بینی‌های فردی نیز کاهش خواهد یافت.

برت و آدامز^۴ (۲۰۲۲)، با تأکید بر این باور بانک‌های مرکزی که انتظارات تورمی بالا، می‌تواند تورم را تشدید کند، مدل خودتوضیحی برداری ساختاری را برآورد می‌کنند. این پژوهش با استفاده از داده‌های آمریکا، به این موضوع پی می‌برد که یک شوک مثبت در انتظارات تورمی، موجب کاهش تولید و نرخ بهره حقیقی می‌شود که این امر، با مدل‌های استاندارد نئوکینزی که در آن‌ها تغییرات نرخ بهره و تورم هم‌جهت تلقی می‌شود، ناسازگار است.

-
1. Vellekoop and Wiederholt (2019)
 2. Tilburg university
 3. Bellemare (2020)
 4. Barrett and Adams (2022)

مک‌کاوایج و ریکاردز (۲۰۲۳)، در مطالعه‌ای تحت عنوان «انتظارات تورمی و سواد اقتصادی»، بیان می‌کنند که سطح آگاهی و درک جامعه از مسائل اقتصادی، می‌تواند بر توانایی بانک مرکزی برای دستیابی به اهدافش اثرگذار باشد. داده‌های مربوط به انتظارات تورمی، از یک نظرسنجی گسترده از بزرگسالان در استرالیا برای دوره‌های زمانی کوتاه‌مدت و میان‌مدت استخراج شده است. نتایج نشان داده پاسخ به پرسش‌ها در مورد تورم آتی بر اساس ویژگی‌های اجتماعی و جمعیت‌شناختی پاسخ‌دهندگان و سطح سواد اقتصادی‌شان متفاوت است. در این پژوهش، بر ضرورت توجه بانک‌های مرکزی به این تفاوت‌ها جهت هدف‌گذاری تورم تأکید می‌شود.

در مورد انتظارات تورمی در اقتصاد ایران، پژوهش‌های بسیاری انجام گرفته که برخی از مهم‌ترین آن‌ها، در ادامه مرور می‌شوند.

متقی (۱۳۷۷)، به بررسی میزان اعتبار منحنی فیلیپس بین سال‌های ۱۳۳۸ تا ۱۳۷۵ در ایران با توجه به نقش انتظارات تورمی می‌پردازد. وی نرخ بیکاری با تورم غیرشتابان را با استفاده از فیلتر کالمن^۲ برآورد می‌کند و به این نتیجه می‌رسد که میزان متوسط این نرخ در ایران طی دوره یاد شده، ۸/۶ است. برای لحاظ متغیر انتظارات تورمی در این پژوهش، از وقفه متغیر تورم استفاده شده است. افشاری و همکاران (۱۳۸۸)، با استفاده از آزمون همگرایی یوهانسن^۳ طی دوره ۱۳۴۰ تا ۱۳۸۶، به بررسی صحت فرضیه نرخ بیکاری طبیعی در ایران پرداخته‌اند. در این پژوهش، جهت لحاظ انتظارات تورمی با توجه معیارهای اطلاعاتی آکائیک و شوارتز^۴، از سه وقفه تورم استفاده شده و به این نتیجه رسیده‌اند که به‌استثنای سال ۱۳۸۶، نرخ بیکاری واقعی، بالاتر از نرخ بیکاری با تورم غیرشتابان بوده است.

حسینی و شکوهی (۱۳۹۲)، در تحقیقی، به بررسی عوامل مؤثر بر تورم با تأکید بر نقش انتظارات گذشته‌نگر و آینده‌نگر پرداختند. برای لحاظ متغیر انتظارات تورمی، فرض شده که نرخ تورم انتظاری برای دوره (t+1) به نرخ تورم پایه مشاهده شده و انحراف کوتاه‌مدت تورم واقعی از نرخ تورم پایه، مرتبط بوده، و بنابراین، نرخ تورم انتظاری برای دوره (t+1) به صورت روابط ۱۳ و ۱۴ در نظر گرفته شده است:

$$\pi_{t+1}^e = \bar{\pi}_t + (1 - \alpha)(\pi_t - \bar{\pi}_t), \quad 0 < \alpha < 1 \quad (13)$$

$$\pi_{t+1}^e = \alpha \bar{\pi}_t + (1 - \alpha)\pi_t \quad (14)$$

سپس با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته و داده‌های مربوط به سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۷، به برآورد منحنی فیلیپس هیبریدی در ایران پرداخته‌اند. نتایج این پژوهش حاکی از اثر معنی‌دار

-
1. McCowage and Rickards (2023)
 2. Kalman filter
 3. Johansen convergence test
 4. Akaike and Schwarz information criteria
 5. Generalized method of moments

انتظارات گذشته‌نگر و آینده‌نگر با لحاظ اثر مهم‌تری برای انتظارات گذشته‌نگر به همراه متغیرهای شکاف تولید، نرخ ارز و حجم پول است.

باستانی‌فر (۱۳۹۵)، به برآورد تابع تقاضای پول تعدیل شده کیگان در اقتصاد ایران برای سال‌های ۱۳۵۸ تا ۱۳۹۲ پرداخته است. وی از روش‌های خودتوضیح جمعی میانگین متحرک با متغیر توضیحی و خودتوضیحی برداری استفاده کرده است. در این پژوهش، برای لحاظ متغیر انتظارات تورمی، از روش فیلتر هودریک-پرسکات^۱ استفاده شده و این نتیجه حاصل آمده است که انتظارات تورمی با سه وقفه بر حجم پول، اثر منفی دارد، در حالی که تأثیر تعاملات خارجی و قیمت نفت، مثبت است. منجذب و علمبردانی (۱۴۰۰)، به بررسی تأثیر انتظارات تورمی بر مصرف در ایران طی دوره ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۵ می‌پردازند. آن‌ها با استفاده از مدل فضا-حالت^۲، مقادیر انتظارات تورمی عقلایی و تطبیقی را برآورد می‌کنند و در ادامه، نشان می‌دهند، تأثیر انتظارات تورمی عقلایی در بلندمدت بر مصرف مثبت و معنی‌دار است؛ به شکلی که با افزایش یک درصدی انتظارات تورمی، مصرف حدود ۶ درصد افزایش می‌یابد. البته در کوتاه‌مدت ارتباط معنی‌داری بین انتظارات تورمی و مصرف وجود ندارد. وجود رابطه مثبت بین تورم انتظاری تطبیقی و مصرف نیز تأیید می‌شود، به گونه‌ای که کشش مصرف نسبت به تورم انتظاری تطبیقی، حدود ۲ درصد است.

در اغلب پژوهش‌ها انتظارات تورمی در مقام یک متغیر توضیح‌دهنده به کار گرفته شده که از داده‌های پیمایشی، وقفه‌های متغیر تورم، میانگین چند وقفه از تورم، فیلتر هودریک-پرسکات و یا متغیرهای جایگزین دیگری مانند شاخص قیمت سهام، نرخ بهره خارجی و تغییرات نرخ ارز استفاده شده است. استفاده از چنین روش‌هایی جهت نگاشت متغیر انتظارات تورمی، ممکن است موجب نتایج نادرست شود. برای مثال، استفاده از فیلتر هودریک-پرسکات با هموارسازی داده‌ها، نوسانات و پویایی‌های متغیر را نادیده می‌گیرد. یا استفاده از متغیرهای جایگزین مانند قیمت سهام، در صورتی که بازار سهام در کشور مورد بررسی، به اندازه کافی بزرگ و کارا نباشد، نمی‌تواند نماینده خوبی برای انتظارات تورمی باشد. به همین دلیل، در پژوهش حاضر، روش رگرسیون جنگل تصادفی که بر اساس توضیحات داده شده در بخش روش، با هدف پژوهش سازگار و متناسب است، مبنا قرار گرفته تا بتوان ضمن توجه شایسته به نوسانات و پویایی‌های انتظارات تورمی، برآورد دقیق‌تری از این متغیر به دست آورد. همچنین پس از تخمین داده‌های مربوط، ویژگی‌های مربوط به انتظارات عقلایی در مورد این داده‌ها، مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

لازم به ذکر است که هرچند استفاده از داده‌های پیمایشی دارای نقصان‌هایی برای لحاظ انتظارات تورمی است و مشکلات و محدودیت‌هایی را در فرایندهای برآورد ایجاد می‌کند، ولی همان گونه که در بخش پیشینه مطالعات خارجی مشاهده شد، مقایسه نتایج سایر روش‌ها با داده‌های پیمایشی می‌تواند حاوی اطلاعات ارزشمندی باشد. بنابراین، خلأ چنین داده‌هایی در یک مقیاس گسترده که در نتیجه، چنین مقایسه‌هایی را ناممکن می‌سازد، یک مشکل جدی در پژوهش‌های این حوزه به شمار می‌رود.

۴. روش پژوهش و داده‌ها

همان‌طور که در بخش پیشینه پژوهش اشاره شد، از رویکردهای متعددی جهت نگاشت متغیر انتظارات تورمی استفاده شده است. جدول ۱ مزایا و معایب هر کدام از این رویکردها را نشان می‌دهد. در این پژوهش، انتظارات تورمی در بستر انتظارات عقلایی با استفاده از دو روش رگرسیون جنگل تصادفی و رگرسیون رأی‌گیری برآورد خواهد شد. جهت ارزیابی از پیش‌بینی درون‌نمونه‌ای برای داده‌های فصلی دوره زمانی ۱۳۷۵:۱ تا ۱۴۰۰:۴ استفاده می‌شود.

جدول ۱: مزایا و معایب روش‌های نگاشت متغیر انتظارات تورمی

Table 1: Advantages and Disadvantages of Inflation Expectations Mapping Methods

روش	مزایا	معایب
داده‌های پیمایشی	عدم نیاز به پیش‌فرض خاصی در مورد نحوه شکل‌گیری انتظارات واقعی بودن داده‌ها	هزینه‌بر بودن وابستگی شدید نتایج به نمونه مشکلات عمومی روش‌های پیمایشی (امکان پاسخ‌های اغراق‌آمیز، عدم شمول، مشکلات مربوط به انتخاب نمونه و ...) و نبود انگیزه لازم برای پیش‌بینی صحیح
فیلتر هودریک-پرسکات	امکان تفکیک اثر یک شوک وارده به اجزای دائمی و موقتی مبتنی بودن بر یک فرایند بهینه‌یابی	انتخاب داوطلبانه پارامتر λ ، در نظر نگرفتن شکست‌های ساختاری، محو کردن نوسانات (به‌ویژه در داده‌های با نوسان بالا)، ناطمینانی از صحت تفکیک شوک‌ها (امکان موقتی بودن شوک‌های طرف عرضه یا تأثیر دائمی یک شوک طرف تقاضا)
شاخص قیمت سهام یا سایر دارایی‌ها، نرخ بهره و نرخ ارز	دسترسی سریع به‌سادگی	احتمال بالای تورش محاسباتی، عدم شمول احتمال نامربوط بودن
وقفه‌های تورم	سادگی معطوف به رویکرد گذشته‌نگر	فرض شکل‌گیری انتظارات به صورت تطبیقی، عدم شمول احتمال تورش محاسباتی
تخمین متغیر انتظارات تورمی	امکان توجه همزمان به رویکردهای عقلایی و تطبیقی، امکان توجه شایسته به نوسانات (در مقایسه با استفاده از فیلتر هودریک-پرسکات یا وقفه‌ی تورم)، شامل بودن توضیح‌دهندگی بالا	دشواری درخصوص انتخاب متغیرهای توضیحی، مشکلات آماری مدل‌های برآوردی مانند هم‌خطی

مأخذ: طبقه‌بندی پژوهش

رگرسیون جنگل تصادفی ابتدا توسط هو (۱۹۹۵)، معرفی و سپس توسط بریمن و کاتلر^۲ در سال ۲۰۰۱ توسعه یافت. این روش، مبتنی بر یادگیری جمعی^۳ است که برای مسائل طبقه‌بندی^۴ و رگرسیونی کاربرد دارد و جزء الگوریتم‌های یادگیری نظارت‌شده^۵ قرار می‌گیرد. در روش‌های نظارت‌شده، عموماً داده‌ها به دو گروه داده‌های تمرین^۶ و داده‌های آزمون^۷ تقسیم می‌شوند. در مرحله یادگیری، تلاش می‌شود الگوی تبعی موجود یا به بیانی نحوه ارتباط متغیر وابسته با هر یک از متغیرهای توضیحی شناسایی گردد که میزان اعتبار این یادگیری به‌وسیله داده‌های آزمون سنجیده می‌شود. با توجه به شکل ۱، در فرایند یادگیری الگوریتم جنگل تصادفی، درختان به‌صورت مستقل و موازی آموزش می‌بینند؛ به این معنی که هنگام ساخت درختان، هیچ تعاملی بین آن‌ها وجود ندارد. روش جنگل تصادفی با ساخت تعداد زیادی از درختان تصمیم در زمان آموزش، نتایج پیش‌بینی هر درخت را ترکیب کرده^۸ و نتیجه نهایی را ارائه می‌دهد.

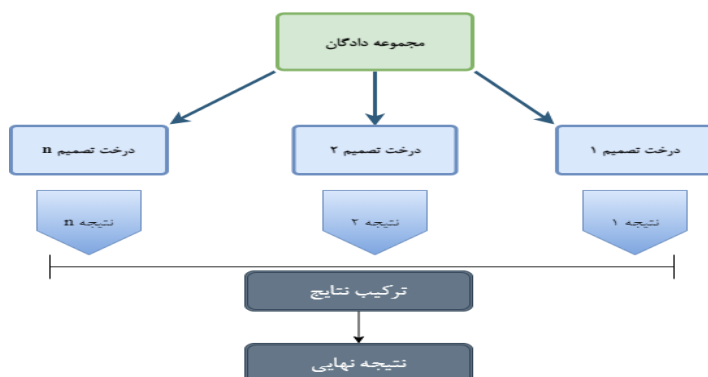
دو رویکرد اصلی در یادگیری جمعی، عبارتند از بسته‌بندی^۹ و توان‌افزایی^{۱۰}. در رویکرد بسته‌بندی، فرایند یادگیری و یافتن الگوی نهایی از زیر مجموعه‌های اطلاعاتی، به صورت مستقل انجام می‌شود که در رگرسیون جنگل تصادفی نیز از این الگو استفاده می‌شود؛ اما در رویکرد توان‌افزایی، یادگیری به شکل تطبیقی اتفاق می‌افتد؛ به‌صورتی که مدل نهایی، منوط به استراتژی‌های آموخته‌شده از توانایی‌های قبلی یادگیری است^{۱۱}. با توجه به اینکه در رویکرد انتظارات عقلایی، انتظار نمی‌رود مجموعه‌های اطلاعاتی همه افراد، در پیش‌بینی تورم یکسان باشد و در واقع، افراد از مجموعه سبد اطلاعاتی، عناصر مشابهی را در نظر نمی‌گیرند؛ بنابراین، روش رگرسیون جنگل تصادفی که یک روش مبتنی بر بسته‌بندی است، سازگار خواهد بود.

-
1. Ho (1995)
 2. Breiman and Cutler (2001)
 3. Ensemble learning method
 4. Classification
 5. Supervised learning algorithms
 6. Training data
 7. Test data

۸. این ترکیب می‌تواند توسط یک تابع تجمیعی (aggregate function) از جنس میانگین انجام شود.
۹. در ادبیات علم داده، Bagging به تجمیع پردازی یا گردآوری خودراهن‌انداز نیز ترجمه شده است؛ ولی در این متن، از همان ترجمه ساده‌تر بسته‌بندی استفاده می‌شود.

10. Boosting

۱۱. جهت مطالعه بیشتر، به مولو و گایدو (۲۰۱۶) مراجعه شود.



شکل ۱: عملکرد روش جنگل تصادفی

Scheme 1: Performance of the Random Forest Algorithm

مأخذ: تقسیم‌بندی پژوهش

برای اغنای مجموعه اطلاعات مرتبط با تورم، ویژگی‌ها از ادبیات اقتصاد پولی و پژوهش‌های تجربی صورت گرفته در این حوزه، جمع‌آوری شده‌اند که در جدول ۲ مشاهده می‌شوند.

جدول ۲: مجموعه اطلاعاتی

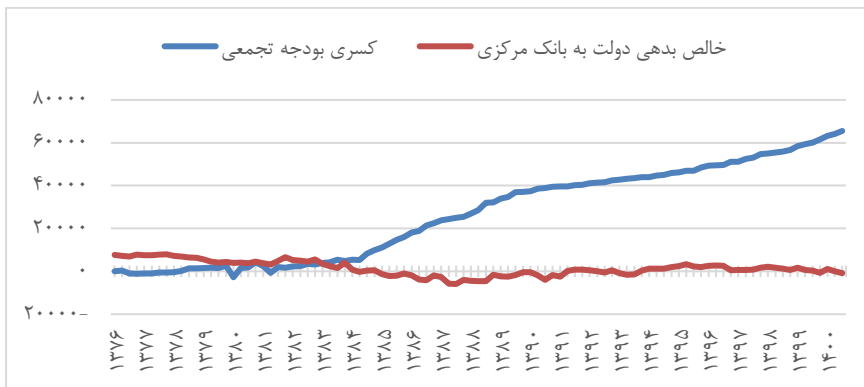
Tabel 2: Dataset

منبع	توضیح	نماد	متغیر
بانک مرکزی ایران	-	Liquidity-growth	رشد نقدینگی
بانک مرکزی ایران	نسبت بدهی دولت به بانک مرکزی به تولید ناخالص داخلی	% debt of G to C/GDP	بدهی دولت به بانک مرکزی
محاسبات پژوهش	محاسبه تولید بالقوه حقیقی با فیلتر هودریک-پرسکات	GDP-GAP	شکاف تولید
بانک مرکزی ایران	نرخ رشد نرخ ارز غیررسمی	Ex-rate-growth	نرخ ارز آزاد
بانک مرکزی ایران	میانگین موزون نرخ‌های سود سپرده‌های سرمایه‌گذاری	Nominal-i-r	نرخ بهره اسمی
بانک جهانی	شاخصی از تورم وارداتی	Food-price-index	شاخص قیمت غذا
بانک جهانی	شاخصی از تورم وارداتی	Metal-price-index	شاخص قیمت فلزات
بانک مرکزی ایران، لامعی (۱۳۸۴)	حقیقی شده با شاخص قیمت	B-D	کسری بودجه

متغیر	نماد	توضیح	منبع
تحریم	sanctions	شاخص مستخرج از میزان پرداختن به موضوع تحریم‌های ایران توسط روزنامه‌های مهم	پسران (۲۰۲۱)
وقفه تورم	Inf-lag	وقفه مرتبه اول تورم	محاسبات پژوهش
تورم مصرف‌کننده	Inflation-cpi	رشد شاخص قیمت مصرف‌کننده	بانک مرکزی ایران

مأخذ: طبقه‌بندی پژوهش

ایران جزء کشورهای صادرکننده نفت محسوب می‌شود و به همین دلیل، شاخص مربوط به این بخش، به‌عنوان نمادی از تورم وارداتی لحاظ نشده، و آثار متعاقب تغییرات قیمت نفت نیز در سایر متغیرهای مربوط به بخش دولتی، دیده شده است. در ایران نرخ بهره به‌صورت دستوری تعیین می‌شود و طبیعتاً تحرک و واکنش‌پذیری قابل‌توجهی نسبت به زمان ندارد. در نتیجه ممکن است، در مدل اطلاعات مفیدی را ارائه ندهد. به هر حال، در روش جنگل تصادفی - بر خلاف روش‌های مبتنی بر فرایندهای بهینه‌یابی مانند حداقل مربعات - برای متغیرهای مورد استفاده، ضریبی ارائه نمی‌شود و مسئله هم‌خطی موضوعیت ندارد. بنابراین، استفاده از نرخ بهره اسمی مشکلی را ایجاد نخواهد کرد. در مورد دو متغیر بدهی دولت به بانک مرکزی و کسری بودجه دولت، ممکن است این فرضیه مطرح شود که بدهی دولت به بانک مرکزی، با مقادیر تجمعی کسری بودجه هم‌پوشان است و لحاظ هم‌زمان این دو متغیر، زائد است؛ اما طبق شواهد به‌دست آمده، این ادعا صحیح نیست (نمودار ۱). همان‌طور که ملاحظه می‌شود، بدهی دولت به بانک مرکزی، تقریباً دارای یک روند با ثبات است؛ در حالی که مقادیر تجمعی کسری بودجه، دارای یک روند افزایشی است. با توجه به اینکه مازاد بودجه انگشت شمار اتفاق افتاده است و بدهی دولت به بانک مرکزی نیز متناسباً افزایش نیافته، بنابراین، کسری بودجه قاعدتاً از کانال‌هایی مانند فروش دارایی‌ها، افزایش نرخ ارز، برداشت از حساب ذخیره ارزی یا صندوق توسعه ملی، انتشار اوراق مشارکت و ... تأمین شده است. البته کانال‌های تأمین‌کننده کسری بودجه، ممکن است افزایش خالص دارایی‌های خارجی بانک مرکزی را نیز موجب شده و از آن طریق، به افزایش پایه پولی و نقدینگی بیانجامد.



نمودار ۱: مقایسه روند کسری بودجه تجمعی و بدهی دولت به بانک مرکزی (میلیارد ریال)

Figure 1: Comparison of the Cumulative Budget Deficit Trend and Government Debt to the Central Bank (billion rials)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

همچنین لازم است به این نکته اشاره شود که در این پژوهش، مانند اکثر پژوهش‌ها در حوزه تورم، از درصد تغییرات شاخص قیمت مصرف‌کننده (CPI) استفاده شده، در حالی که ممکن است ادعا شود که تورم بر اساس شاخص تعدیل‌کننده قیمت^۱، رفتار متفاوتی را تجربه کرده باشد. به همین جهت، هم‌خوانی این دو متغیر نیز بررسی شد.

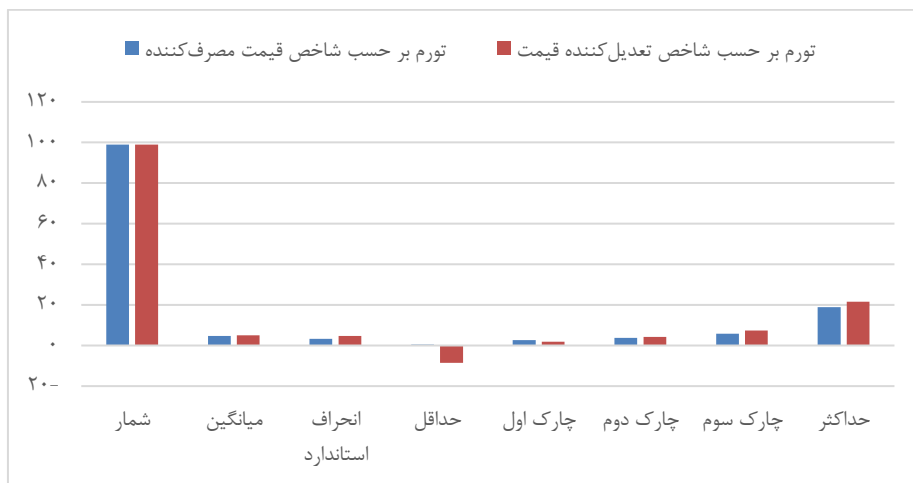
جدول ۳: نتایج آزمون برابری میانگین

Table 3: Results of the Mean Equality Test

حالت آزمون	آماره t	احتمال آماره
فرض برابری واریانس‌ها	-۰/۴۴۴۸	۰/۶۵۶۹
عدم فرض برابری واریانس‌ها	-۰/۴۰۰۰	۰/۶۱۸۷

مأخذ: محاسبات پژوهش

در جدول ۳، نتایج مربوط به آزمون برابری میانگین دو نمونه در دو حالت فرض برابری واریانس و عدم فرض برابری واریانس گزارش شده است. در هر دو حالت، نمی‌توان فرض صفر مبنی بر برابری میانگین‌ها را رد کرد و این دو متغیر، همان‌طور که از نمودار ۲ نیز مشخص است، روند و ویژگی‌های یکسانی داشته‌اند.



نمودار ۲: مقایسه ویژگی‌های آماری تورم مبتنی بر شاخص قیمت مصرف کننده و تعدیل کننده قیمت

Figure 2: Comparison of the Statistical Properties of Inflation Based on the Consumer Price Index and the GDP Deflator

مأخذ: محاسبات پژوهش

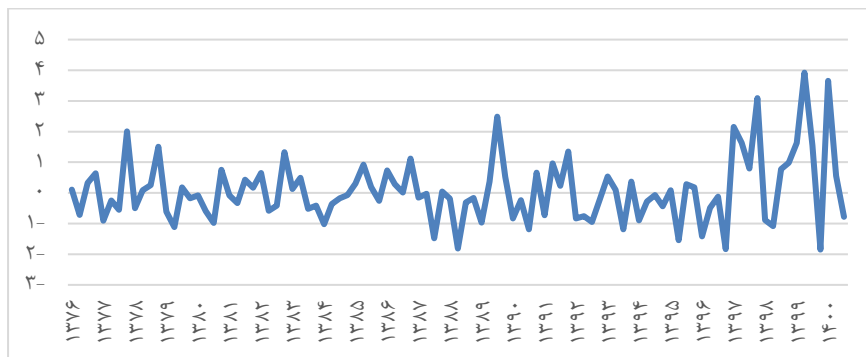
با توجه به آنچه در این بخش مطرح شد، می‌توان با به‌کارگیری یک مجموعه اطلاعاتی، به اندازه کافی شامل و با استفاده از روش جنگل تصادفی پس از مرحله یادگیری مدل، به انجام یک پیش‌بینی درون‌نمونه‌ای جهت استخراج داده‌های انتظارات تورمی مبتنی بر انتظارات عقلایی مبادرت ورزید. لازم به ذکر است که حضور وقفه اول تورم به‌عنوان یک متغیر توضیحی، هیچ منافاتی با رویکرد انتظارات عقلایی ندارد، چراکه رویکرد انتظارات عقلایی، نافی بخش تطبیقی انتظارات نیست، بلکه آن را ناقص می‌انگارد.

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش، از منابع بانک مرکزی ایران و بانک جهانی استخراج شده‌اند. برای لحاظ اثر تحریم‌های اقتصادی از داده‌های مربوط به مطالعه پسران (۲۰۲۱) با عنوان «شناسایی آثار تحریم‌ها بر اقتصاد ایران با استفاده از روش پوشش روزنامه‌ای» استفاده به‌عمل آمده و با استفاده از متن‌کاوی^۱ با توجه به تعداد دفعات پرداختن به موضوع تحریم‌های ایران، شاخصی از شدت و ضعف تحریم‌ها ارائه، و همچنین جهت تحلیل داده‌ها و ارزیابی‌های آماری از زبان برنامه‌نویسی پایتون استفاده شده است.

۵. یافته‌های پژوهش

جهت برآورد مقادیر انتظارات تورمی، به صورت تصادفی، ۸۰ درصد داده‌ها به‌عنوان داده‌های تمرین و ۲۰ درصد از داده‌ها به‌عنوان داده‌های آزمون منظور شد. معمولاً مقادیر پیش‌فرض مربوط به

پارامترهای این روش، در شرایط استاندارد، بهترین عملکرد را دارد. بنابراین با توجه به اینکه نتایج حاصل از بازتنظیم پارامترهای مدل، کمک شایانی به بهبود عملکرد مدل نکرده و از حالت پیش‌فرض تنظیم شده برای پارامترها استفاده شده است. مقدار مربوط به ضریب تعیین الگو برای داده‌های آزمون، معادل ۸۰ درصد به دست آمد که نشان می‌دهد، با استفاده از ورودی‌های مدل یا همان ویژگی‌ها، به طور متوسط، ۸۰ درصد تغییرات تورم به درستی پیش‌بینی می‌شود. جهت بررسی نارایی برآورد، خصوصیات آماری مربوط به باقیمانده‌ها بررسی شد.



نمودار ۳: رفتار باقیمانده‌ها

Figure 3: Residual Behavior

مأخذ: یافته‌های پژوهش

بر اساس نمودار ۳، به صورت شهودی، رفتار تصادفی باقی‌مانده‌ها قابل استنباط است. همچنین مطابق جدول ۴، بر اساس آزمون t ، فرض صفر بودن میانگین خطاها رد نمی‌شود. از طرفی، با توجه به مقدار آماره مربوط به آزمون جارک-برا، نمی‌توان فرض صفر این آزمون مبنی بر اینکه چولگی و کشیدگی مقادیر باقی‌مانده، اختلاف معنی‌داری از توزیع نرمال ندارد را رد کرد.

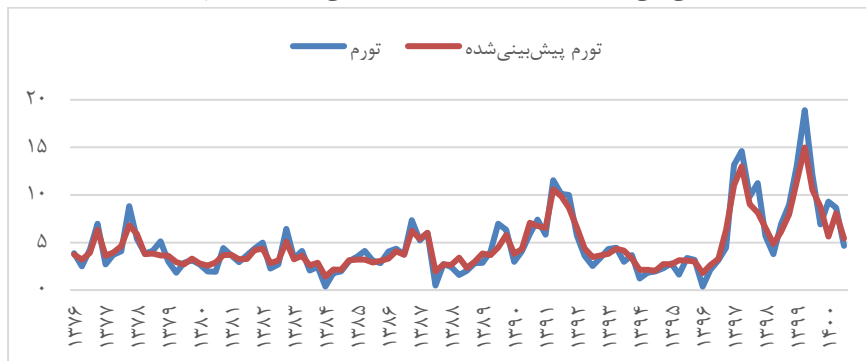
جدول ۴: ویژگی‌های آماری باقی‌مانده‌ها

Table 4: Statistical Properties of Residuals

۰/۰۶۰۲	میانگین
۱/۰۵۷۸	انحراف معیار
-۰/۸۰۵۸	حداقل
۳/۸۹۴۷	حداکثر
۰/۵۷۲۱	احتمال آزمون t صفر بودن میانگین
۳/۸۲۸۸	احتمال آزمون نرمالیتی جارک-برا

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نمودار ۴، مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده تورم را نشان می‌دهد که بر اساس آن، عوامل اقتصادی در بستر انتظارات عقلایی می‌توانند در بلندمدت درک صحیحی از رفتار تورم داشته باشند.

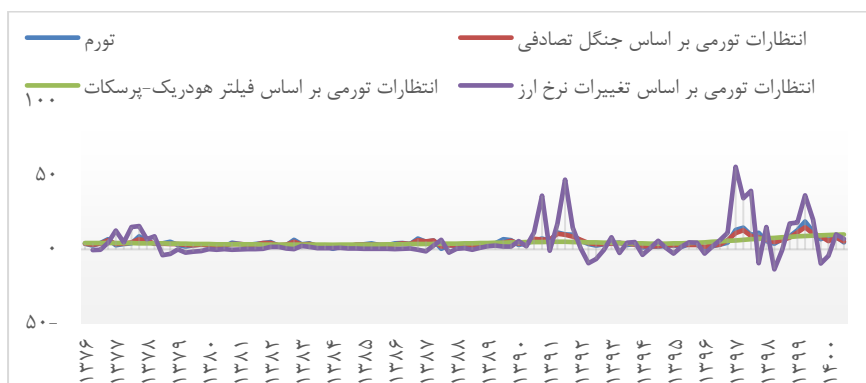


نمودار ۴: مقایسه مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده تورم

Figure 4: Comparison of Actual and Predicted Inflation Values

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نمودار ۵، نشان‌دهنده مقادیر انتظارات تورمی بر اساس روش جنگل تصادفی در مقایسه با دو رویکرد رقیب است. یکی از رایج‌ترین روش‌های مطالعات داخلی برای اندازه‌گیری انتظارات تورمی، فیلتر هودریک-پرسکات است. با توجه به نمودار ۵، مشخص است که استفاده از این رویکرد به دلیل عدم توجه به نوسانات و پویایی‌های متغیر در طول زمان، می‌تواند نتایج نادرستی به همراه داشته باشد. از طرف دیگر، استفاده از متغیرهای جایگزین مانند تغییرات نرخ ارز نیز ممکن است در برخی دوره‌های زمانی مناسب به نظر برسد، ولی به دلیل تأثیرپذیری متفاوت دو متغیر نرخ ارز و انتظارات تورمی از برخی عوامل، این رویکرد نیز گزینه مطمئنی نیست.



نمودار ۵: مقایسه انتظارات تورمی بر اساس جنگل تصادفی با دو رویکرد رقیب

Figure 5: Comparison of Inflation Expectations Based on Random Forest with Two Competing Approaches

مأخذ: یافته‌های پژوهش

از آنجایی که یکی از اصول اساسی فرضیه انتظارات عقلایی، غیرسیستماتیک بودن یا به بیانی دیگر، عدم پیروی خطاها از الگویی خاص بوده که در نتیجه، موجب غیرقابل پیش‌بینی بودن خطاها می‌شود، لازم است ویژگی مهم‌تر یک فرایند تصادفی یعنی عدم خودهمبستگی آزمون شود. می‌توان فرضیه توأم صفر بودن ضرایب خودهمبستگی تا m وقفه را با استفاده از آماره Q که توسط باکس و پیرس در سال ۱۹۷۰ توسعه یافت، آزمون کرد:

$$Q = T \sum_{k=1}^m \tau_k^2 \quad (15)$$

البته این آزمون، برای نمونه‌های کوچک، عملکرد مناسبی نداشته و در نتیجه، بهتر است از آزمون لجانگ-باکس^۱ (۱۹۷۸) که دارای اطمینان بیشتری به‌ویژه برای نمونه‌های کوچک است، استفاده شود:

$$Q^* = T(T+2) \sum_{k=1}^m \frac{\tau_k^2}{T-k} \sim \chi_m^2 \quad (16)$$

با توجه به رابطه ۱۶، مشخص است که به‌صورت مجانبی، یعنی با افزایش حجم نمونه به سمت بی‌نهایت، مقادیر $(T+2)$ و $(T-k)$ یکدیگر را خنثی می‌کنند، به شکلی که با آماره باکس پیرس برابر می‌شود. با توجه به ماهیت فصلی داده‌ها، این آزمون تا ۴ وقفه برای باقی‌مانده‌ها انجام شده که نتایج مربوط به آن، در جدول ۵ ارائه شده است. با توجه به نتایج جدول ۵، هیچ‌کدام از ضرایب خودهمبستگی تا وقفه چهارم معنی‌دار نیستند. بنابراین، با توجه به نتایج آزمون‌های مربوط به باقی‌مانده‌ها، غیرسیستماتیک بودن، تصادفی بودن و در نتیجه، غیرقابل پیش‌بینی بودن خطاها توجیه می‌شود که منطبق بر رویکرد انتظارات عقلایی است.

جدول ۵: آماره‌های مربوط به آزمون غیرقابل پیش‌بینی بودن خطاها

Tabel 5: Metrics for unpredictability test of residuals

وقفه	آماره	احتمال
۱	۰/۴۰۶۸	۰/۵۲۳۵
۲	۰/۴۳۱۶	۰/۸۰۵۸
۳	۳/۶۱۱۱	۰/۳۰۶۶
۴	۳/۹۷۴۲	۰/۴۰۹۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش

یکی از خصوصیات مطلوب روش جنگل تصادفی، این است که می‌توان ضریب اهمیت هر کدام از ویژگی‌ها را در پیش‌بینی متغیر وابسته بررسی کرد. نمودار ۶، این ویژگی را به نمایش می‌گذارد که بر اساس آن، تغییرات گذشته تورم، مهم‌ترین عامل در پیش‌بینی تورم به‌شمار می‌رود. این امر، بیانگر آن است که بخش قابل‌توجهی از انتظارات در ایران، ماهیت تطبیقی دارد. ضریب اهمیت بالای وقفه

تورم به عنوان عنصری مهم در پیش‌بینی مقادیر آتی تورم، حاوی این پیام است که در کنار عناصر ساختاری مانند رشد نقدینگی و کسری بودجه که می‌توانند به عنوان ابزار سیاستی مورد استفاده قرار گیرند، توجه ویژه به اعتبار سیاست پولی در بلندمدت، امری ضروری جهت کنترل تورم به شمار می‌رود.

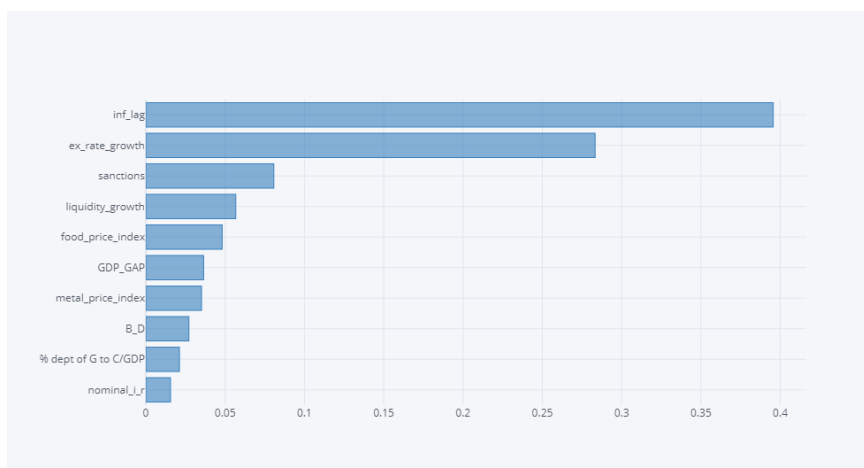
توجه شود که بحث اصلی در مورد نقدهای وارده بر انتظارات تطبیقی، بحث عدم کفایت است. در واقع، هرچند وقفه تورم مهم‌ترین عامل است، اما به هیچ عنوان کافی نیست و واضح است که اگر تنها به انتظارات تطبیقی تکیه شود، صفر بودن میانگین خطاها، نرمال بودن خطاها، رفتار عقلایی و ...، زیر سؤال می‌رود. بنابراین، نتایج این قسمت از حیث ارجح بودن شکل‌گیری انتظارات به صورت عقلایی با مبانی نظری سازگار است.

نمودار ۶، گویای آن است که مقادیر گذشته تورم، تغییرات نرخ ارز، شدت و ضعف تحریم‌ها و رشد نقدینگی، مهم‌ترین عناصری هستند که عوامل اقتصادی برای پیش‌بینی تورم به آن‌ها توجه می‌کنند. مقامات پولی با آگاهی از نحوه شکل‌گیری انتظارات تورمی، می‌توانند سیاست‌های مناسب جهت جلوگیری از تشدید تورم از کانال انتظارات تورمی را اتخاذ کنند. در این راستا و با توجه به عوامل مهم شناسایی شده در این پژوهش، باید توجه کرد که در ایران، متغیر سیاستی پولی، نقدینگی است؛ در حالی که امروزه در جهان، بانک‌های مرکزی، نرخ بهره را نیز به عنوان ابزار سیاست پولی قلمداد می‌کنند؛ و تقاضای پول در واکنش به تغییرات نرخ بهره، تغییر خواهد کرد. در این حالت، اگر بانک مرکزی بخواهد تعادل را برقرار کند، تغییرات تقاضای پول را با عرضه پول همراه خواهد کرد و در این صورت، عرضه پول درونزا خواهد بود. از آنجا که نرخ بهره در ایران، به صورت دستوری تعیین می‌شود، عملاً چنین سازوکاری در حوزه سیاست پولی وجود ندارد.

یکی از راه‌های جلوگیری از افزایش انتظارات تورمی، کنترل رشد نقدینگی است؛ اما بر اساس نتایج پژوهش‌های پیشین، ارقام مربوط به رشد نقدینگی حاضر، نتیجه انباشت ناترازی‌های بودجه‌ای و مالی طی سالیان متمادی است و حداقل در کوتاه‌مدت، تنها اتکا به این مورد منطقی به نظر نمی‌رسد. بنابراین، با توجه به شرایط اقتصاد ایران و نحوه رفتار متغیرهای کلان و با توجه به اهمیت بالای تغییرات نرخ ارز و تحریم‌های اقتصادی بر انتظارات تورمی و همچنین اثر مستقیم تحریم‌های اقتصادی بر نوسانات نرخ ارز، تمرکز بر شکل‌گیری یک بازار باثبات نرخ ارز و تلاش برای رفع و یا کاهش تحریم‌های اقتصادی، منطقی‌ترین گزینه جهت کنترل انتظارات تورمی در کوتاه‌مدت است. در بلندمدت نیز توجه به عوامل شکل‌دهنده هسته اصلی تورم، به ویژه رشد نقدینگی، باید در دستور کار مقام پولی قرار گیرد.

مطالعات متعددی نیز بر اهمیت این عوامل در خصوص تورم تأکید کرده‌اند. باید توجه داشت که مطابق پژوهش‌های تجربی در زمینه علل تورم، عوامل مذکور علاوه بر اثرگذاری مستقیم بر انتظارات

تورمی، با کنترل مقادیر جاری تورم، می‌توانند انتظارات تورمی محقق شده در آینده را نیز کنترل کنند که این امر، ضرورت توجه به این عوامل را دوچندان می‌کند (مقادیر تورم در زمان t ، همان وقفه تورم در زمان $t+1$ هستند که با توجه به نتایج تحقیق، عاملی مهم در توضیح انتظارات تورمی هستند). تورم وارداتی که به وسیله دو متغیر شاخص قیمت غذا و شاخص قیمت فلزات ارائه شده نیز در کنار شکاف تولید، دارای اهمیت بیشتری از کسری بودجه هستند. البته باید توجه داشت که ممکن است، با لحاظ وقفه‌های کسری بودجه، این متغیر نقش پررنگ‌تری در انتظارات تورمی ایفا کند. سرانجام نرخ بهره اسمی، کم‌اهمیت‌ترین متغیر، از بین ویژگی‌های موجود به‌شمار می‌رود. بنابراین، عوامل اقتصادی برای شکل‌دهی انتظارات تورمی از بین ویژگی‌های موجود، به موارد ملموس‌تر مانند تورم گذشته، نرخ ارز و تحریم‌های اقتصادی، توجه بیشتری دارند.



نمودار ۶: مقایسه اهمیت ویژگی‌ها در پیش‌بینی تورم بر اساس روش جنگل تصادفی

Figure 6: Comparison of Feature Importance in Inflation Forecasting Using the Random Forest Method

مأخذ: یافته‌های پژوهش

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادهای سیاستی

بر مبنای نتایج پژوهش، انتظارات تورمی در ایران می‌تواند بر اساس نظریه انتظارات عقلایی توضیح داده شود. هرچند در مسیر تحول موضوع انتظارات در اقتصاد، فراز و نشیب‌های زیادی طی شده، ولی در میان گزینه‌های موجود، کماکان انتظارات عقلایی، استحکام خود در حوزه تجربی و اعتبار خود در حوزه تئوری را حفظ کرده است. در ایران، داده‌های پیمایشی مناسبی برای انتظارات تورمی وجود ندارد؛ در حالی که بحث انتظارات تورمی بارها در فضای تجربی و اقتصاد سیاسی ایران توسط اقتصاددانان و صاحب‌نظران مورد تأکید واقع شده است. بنا به این فقدان، نقش انتظارات تورمی به شکل شایسته‌ای در فضای تجربی، مورد بررسی قرار نگرفته است.

بر اساس آنچه در بخش مبانی نظری در مورد انتظارات عقلایی ذکر شد، در صورت به کارگیری تمام اطلاعات، عوامل اقتصادی در پیش‌بینی تورم، دچار خطای قاعده‌مند نخواهند بود که نتایج این پژوهش نیز مؤید این موضوع است. همچنین یکی از مهم‌ترین متغیرهایی که عوامل اقتصادی در ایران برای پیش‌بینی تورم به آن توجه می‌کنند، نرخ ارز است که بر اساس یافته‌های پژوهش، این مورد نیز به همراه وقفه تورم، با اختلاف، از سایر عوامل مهم‌تر هستند.

به علاوه، در حوزه سیاست‌گذاری، مجادلات متعددی بر سر اثر تحریم‌های اقتصادی بر فضای اقتصادی ایران وجود دارد. نتایج تحقیق حاضر، دال بر اثرگذاری معنی‌دار تحریم‌های اقتصادی بر انتظارات تورمی در ایران است. نکته مهم دیگری که باید به آن توجه شود، این است که در پژوهش حاضر، صرفاً اثر مستقیم متغیرها در نظر گرفته شده است؛ در حالی که اثر غیرمستقیم متغیرها نیز حائز اهمیت است. برای مثال، امکان دارد که کاهش تحریم‌های اقتصادی از کانال کاهش نوسانات نرخ ارز، انتظارات تورمی را کاهش دهد که توجه به این بُعد از جزئیات، برای پژوهش‌های آتی این حوزه پیشنهاد می‌شود. آنچه در این پژوهش مورد تأکید بوده، عبارت است از ارائه داده‌های انتظارات تورمی بر مبنای فرضیه انتظارات عقلایی، به شکلی که بتوان اثر انتظارات تورمی را به‌طور شایسته در پژوهش‌ها بررسی کرد. بر اساس نتیجه بررسی اهمیت ویژگی‌ها، سه ویژگی قابل توجه برای مدیریت انتظارات تورمی در ایران، به ترتیب، وقفه تورم (پایستگی تورم)، نرخ ارز و تحریم‌های اقتصادی هستند. لازم به ذکر است که انتخاب ویژگی‌ها برای پیش‌بینی انتظارات تورمی بر مبنای توجه مستقیم خانوارها و عوامل اقتصادی، به این ویژگی‌ها نبوده است؛ بلکه امکان دارد که عوامل اقتصادی و خانوارها، اثر این ویژگی‌ها را در شواهد دیگری بیابند. برای مثال، ممکن است اثر افزایش نرخ ارز در قیمت کالاهایی که تولیدشان به نوعی با این متغیر در ارتباط بوده، برای خانوارها نمایان شود و اساساً خوانش رایج انتظارات عقلایی در ادبیات این حوزه نیز بر همین رویکرد استوار است.

در نهایت، بر اساس نتایج پژوهش، موارد زیر پیشنهاد می‌شود:

۱- بنا به نقش مهم و اثبات شده انتظارات تورمی، داده‌های پیمایشی مربوط به این متغیر توسط مراجع مربوط (مانند مرکز آمار یا بانک مرکزی) به شکل جامع و گسترده مانند بسیاری از کشورها ایجاد و ارائه شود تا بتوان در پژوهش‌های آتی، از آن‌ها استفاده کرد.

۲- با توجه به اهمیت تورم گذشته، لازم است جهت آینده‌نگری در مدیریت انتظارات تورمی، متغیرهای مهمی که بر تورم اثرگذار هستند (مانند رشد نقدینگی و کسری بودجه)، مورد مذاقه قرار گیرند. نتایج بسیاری از پژوهش‌ها نشان داده‌اند، تعدیلات پولی، ممکن است دچار وقفه‌های طولانی باشند که این امر در مورد ایران، با سابقه تورم دو رقمی حدود نیم‌قرن، بسیار محتمل است.

۳- اینکه در اقتصاد ایران، عموماً بر لنگر نرخ ارز برای مهار تورم تکیه شده، در عمل، نه به حل مسئله تورم مزمّن و نه به کاهش انتظارات تورمی انجامیده است. با توجه به حساسیت روزافزون

مسئله تورم در ایران و اثر قابل توجه انتظارات تورمی بر تورم و کلیدی بودن نقش ارز، توصیه می‌شود، توجه ویژه به یک نظام نرخ ارزی مناسب که امکان سیاست پولی مستقل را نیز فراهم آورد، مد نظر قرار گیرد. این رویکرد، به ایجاد ثبات اقتصادی در زمینه پولی و ارزی کمک خواهد کرد که البته به دلیل تأخیر در تعدیلات پولی، در یک دوره زمانی طولانی مدت به شکلی باورپذیر، ثبات انتظارات عوامل اقتصادی را تحت تأثیر قرار خواهد داد.

سپاسگزاری: موردی وجود ندارد.

تاییدیه های اخلاقی: موردی وجود ندارد.

تعارض منافع: نویسندگان نبود تضاد منافع را اعلام می‌دارند.

سهام نویسندگان در مقاله: چهار نویسنده سهم برابر دارند.

منابع مالی / حمایت‌ها: وجود ندارد

References

- Adam, K., & Padula, M. (2011). Inflation dynamics and subjective expectations in the United States. *Economic Inquiry*, 49, 13-25.
- Afshari, Z., & Yazdan Panah, A. (2014). Comparison of forecasting power of new hybrid Phillips Keynes curve and ARIMA model of inflation. *Financial Economics (Financial Economics and Development)*, 8(26):1-11. [In Persian]
- Afshari, Z., Yazdan Panah, A., & Bayat, M. (2009). NAIRU and economic policy in Iran. *Economic research*, 44(87): 1-26. [In Persian]
- Arnold, E. A. (2013). The Role of Data Revisions and Disagreement in Professional Forecasts. National Bank of Poland.
- Ball, L. (2000). *Near-Rationality and Inflation in Two Monetary Regimes*. Cambridge MA: NBER.
- Barret, Ph., and Adams, J. (2022). Shocks to inflation expectations. *IMF Working Papers*.
- Bastanifar, I. (2016). Estimating Keegan's adjusted money demand function with exogenous impulses in Iran's economy. *Economic research*, 51(4): 759-776. [In Persian]
- Bellemare, Ch., Tossou, R., and Moran, K. (2020). the determinants of consumers' inflation expectations: Evidence from the US and Canada. *Staff Working Paper*, Bank of Canada.
- Branch, W.A. (2004). The theory of rationally heterogeneous expectations: Evidence from survey data on inflation expectations. *Econ.J.*, 114(497), 592-621.
- Bray, M. M., & Savin, N. E. (1986). Rational expectations equilibria, learning and model specification. *Econometrica*, 54, 1129-1160.
- Breiman, L. (2001). Random Forests. Ensemble machine learning: Methods and applications, 157-175.
<https://www.stat.berkeley.edu/~breiman/randomforest2001.pdf>
- Cagan, P. (1956). *The Monetary Dynamics of Hyperinflation*. In: Friedman, M. (ed.) *Studies in the Quantity Theory of Money*. Chicago: University of Chicago Press.
- Carlson, J. A., & Parkin, M. (1975). Inflation Expectations. *Economica*, 42, 123-138.
- Curtin, R. T. (2005). *Inflation Expectations: Theoretical Models and Empirical Tests*. University of Michigan.
- Evan, G.W., & Honkapohja, S. (2001). *Learning and Expectations in Macroeconomics*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Figlewski, S., & Wachtel, P. (1981). The Formation of Inflationary Expectations. *The Review of Economics and Statistics*, 63.
- Friedman, M. (1968). The role of monetary policy. *The American Economic Review*, 58, 1-17.
- Fuertes, A., & Gimeno, R. (2017). Inflation expectation indicators based on financial instrument prices. *Economic Bulletin*.

- Gali, J., & Gertler, M. (1999). Inflation dynamics: A structural econometric analysis. *Journal of monetary Economics*, 44(2), 195-222.
- George, W. Evans, & Seppo Honkapohja. (2001). *Learning and Expectations in Macroeconomics*. Princeton University Press.
- Gorgi, E., & Fouladi, M. (2009). A comparative comparison of the New Keynesian Phillips curve with conventional Phillips curves for Iran's economy". *Journal of Economic Research*, 48(13): 7-18. [In Persian]
- Gramlich, E. M. (1983). Models of inflation expectations formation: A comparison of household and economist forecasts. *Journal of Money, Credit and Banking*, 15, 155-173.
- Handa, J. (2009). *Monetary Economy* (Translation by Ali Suri). light of science. [In Persian]
- Henry, R. (2013). Exploring the formation of inflation expectations in Jamaica: A pragmatic approach. Research Services Department, *Bank of Jamaica*. 21, 46-52.
- Hicks, J. R. (1939). *Value and Capital*. New York, Oxford University Press. 51, 581-606.
- Ho, T.K. (1995). Random Decision Forest. *Proceedings of the 3rd International Conference on Document Analysis and Recognition*, Montreal, 14-16 August 1995, 278-282.
- Hoseini, S., & Shokouhi, M. (2013). Investigating factors affecting inflation with emphasis on the role of adaptive and prospective expectations. *Economic Research Quarterly*, 15: 209-228. [In Persian]
- Jalaei, A., & Shirafkan, M. (2009). The effect of monetary policies on the level of unemployment through the analysis of the Phillips New Keynesian curve in Iran. *Research Journal of Economic Sciences*. 18(24), 91-152. [In Persian]
- Kazerouni, A., Asgharpour, H., & Nafisimoghadam, M. (2017). Investigating the factors affecting inflation in Iran: The application of New Keynesian hybrid Phillips curve (Quantile regression approach). *Financial Monetary Economics Research*, 24(13), 115-134. [In Persian]
- Keane, M. P., & Runkle, D. E. (1990). Testing the rationality of price forecasts: New evidence from panel data. *The American Economic Review*, 80, 714-735.
- Keynes, J. M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest and Money*. London, Macmillan.
- Lahari, K. (1976). Inflationary expectations: Their formation and interest rate effects. *The American Economic Review*, 66, 124-131.
- Lai, K. (1990). An evaluation of survey exchange rate forecasts. *Economics Letters*, 32, 61-65.
- Lucas, E. R. (1976). Econometric policy evolution: A Critique. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, North-Holland Publishing Co., Amsterdam, 19-46.

- Lucas, R. E. (1972). Expectations and the neutrality of money. *Journal of Economic Theory*, 4(2), 103-124.
- Madeira, C., & Zafar, B. (2012). Heterogeneous inflation expectations. *Journal of Money, Credit and Banking*, 5, 867-896.
- Mankiw, N. G. (2007). Comments presented at Federal Reserve conference price dynamics: Three open questions. *Journal of Money, Credit and Banking*, Supplement to Vol. 39, No. 1, 187-192.
- Mankiw, N. G., Reis, R. & Wolfers, J. (2003). Disagreement about inflation expectations. *NBER Macroeconomics Annual*, 18, 209-248.
- Maugeri, N. (2012). How rational are rational expectations? New evidence from well known survey data. *European University Institute and University of Sienna*. <https://nbp.pl/wp-content/uploads/2023/01/Maugeri.pdf>
- McCowage, M., & Rickards, P. (2023). inflation expectations and economics literacy. *Reserve bank of australia*. ECONIS - Online Catalogue of the ZBW.
- Mehra, Y. P. (2002). Survey measures of expected inflation: Revisiting the issues of predictive content and rationality. *Federal Reserve Bank of Richmond Economic Quarterly*, 88, 17-36.
- Minford, P. (1986). Expectations and the economy. *The Institute of Economic Affairs*, 86, 329-336.
- Monjazebeh, M., & Alimardani, M. (2021). Investigating the impact of inflation expectations on consumption in Iran: Adaptive versus rational expectations (Kalman filter approach). *Quantitative Economics Quarterly (Former Economic Reviews)*, 18(2): 27-42. [In Persian]
- Motaghi, L. (1998). The exchange between inflation and unemployment and the test of the natural rate of unemployment and NAIRU in Iran. PhD Thesis, University of Tehran. [In Persian]
- Muller, A., Guido, S. (2016). *Introduction to Machine Learning with Python: A Guide for Data Scientists*. <https://www.nrgroupindia.com/e-book/Introduction>.
- Muth, J. F. (1961). Rational expectations and the theory of price movements. *Econometrical*, July, 29, 315-335.
- Nerlove, M. (1958). *The Dynamics of Supply: Estimation of the Farmers' Response to Price*. Baltimore, John Hopkins University Press.
- Rich, R. W. (1989). Testing the rationality of inflation forecasts from survey data: Another look at the SRC expected price change data. *The Review of Economics and Statistics*, 71, 682-686.
- Rodina, F. (2018). Estimating unobservable inflation expectations in the New Keynesian Phillips curve. *Working Paper*, Department of Economics, University of Ottawa.
- Sargent, J. (1996). Expectations and the nonneutrality of Lucas. *Journal of Monetary Economics*, 37(3), 535-548.

- Sargent, J. (1983). An economist's foreword to prediction and regulation by Linear Least-Squares methods. *Journal of Monetary Economics*, 72, 382-389.
- Sargent, J. Th. (1982). *The Ends of Four Big Inflations*. in Robert E. Hall(ed.), University of Chicago Press, Chicago, pp. 21-30.
- Schafer, J. (2022). *Inflation Expectations and Their Formation*. Washington, D.C. press, 26, 5-14.
- Schafer, J. (2022). Inflation Expectations and Their Formation. *Working Paper Series*, Washington, D.C. press.
- Shaw, G. K. (1984). *Rational Expectations: An Elementary Exposition*. Great Britain, Wheatsheaf Books Ltd.
- Tanzi, V. (1980). Inflationary expectations, economic activity, taxes, and interest rates. *The American Economic Review*, 70, 12-21.
- Tavakolian, H. (2012). Investigating the New Phillips-Keynesian curve in the form of a stochastic dynamic general equilibrium model for Iran. *Journal of Economic Research*. 47(3): 1-22. [In Persian]
- Thomas, L. B. Jr. (1999). Survey measures of expected U.S. inflation. *Journal of Economic Perspectives*, 13, 125-144.
- Turnovsky, S. J. (1970). Empirical evidence on the formation of price expectations. *Journal of the American Statistical Association*, 65.
- Vellekoop, N., & Wiederholt, M. (2019). *Inflation Expectations and Choices of Households*. University of Frankfurt press.
- Walsh, C. (2015). *Monetary theory and policy*. (Translated by Mohammad Javadi, Amirreza Abdulli), World of Economy. [In Persian]
- Werning, I. (2022). Expectations and the rate of inflation . National Bureau of Economic Research. *Working Paper* No. w30260.
- Zamanzadeh, Hamid, Maryam Hemmati, Seyed Ahmadreza Jalali Naeini. (2003). *Inflation-Targeting Framework and the Mechanism for Achieving the Target Inflation Rate*. Monetary and Banking Research Institute, Central Bank of the Islamic Republic of Iran, No.10.