

**Applied Economics Studies, Iran (AESI)**

P. ISSN:2322-2530 & E. ISSN: 2322-472X

Journal Homepage: <https://aes.basu.ac.ir/>

Scientific Journal of Department of Economics, Faculty of Economic and Social Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran.

Publisher: Bu-Ali Sina University. All rights reserved.

Copyright©2022, The Authors. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons.



Investigating the Relationship between Exchange Rate and Interest Rate in Iran's Economy: A Wavelet Coherence Approach

Kazemi M. A.¹, Nademi, Y.², Khochiani, R.³, Rezaei S.⁴

Type of Article: Research

<https://dx.doi.org/10.22084/AES.2022.26386.3466>

Received: 2022.06.06; Accepted: 2022.06.23

Pp: 137-172

Abstract

In the present study, by presenting the wavelet method (economic and physical analysis) and coherence analysis, the relationship between the real exchange rate and the real interest rate in the Iranian economy was re-explained based on the theory of purchasing power parity in the form of a monetary dual model in the short-term, medium-term and long-term time horizons. For this purpose, the data in available monthly and used during the period from April 1359 to March 1399. The results of the Granger causality test reject the assumption of causality in all time periods from the real interest rate to the real exchange rate, however, in the short term and in some periods, the causality relationship from the exchange rate Real is towards the real interest rate. Based on the results obtained (based on monthly data), for the real exchange rate index and the real interest rate, many correlation areas have been observed in intervals of less than one year, almost throughout the time period. This shows a strong correlation between the two variables in the short term. Also, the results indicate that the intensity and direction of the relationship between the two variables is not constant in the short term and has changed repeatedly, so that the monetary model cannot be interpreted with sticky prices. By moving from the short term to the long term, the relationship between the real interest rate and the real exchange rate index is in phase, and the real interest rate variable is leading and the real exchange rate is declining; Therefore, in the medium-term and long-term horizon, a direct relationship between these two variables can be seen to an extent that confirms the theory of purchasing power parity (monetary model with flexible prices).

Keywords: Wave Theory, Interest Rate, Exchange Rate, Economic Growth and Convergence.

JEL Classification: .E43, O23, O24.

1. PhD student in Monetary Economics, Department of Economics, Aligudertz Branch, Islamic Azad University, Aligudertz, Iran.

2. Assistant Professor, Department of Economics, Ayatollah Boroujerdi University, Borujerd, Iran (Corresponding Author).

Email: younesnademi@abru.ac.ir

3. Assistant Professor, Department of Economics, Ayatollah Boroujerdi University, Borujerd, Iran

4. Assistant Professor of Mathematics Department, Aligudarz Branch, Islamic Azad University, Aligudarz, Iran

Citations: Kazemi, M.; Nademi, Y.; Khochiany, R. & Rezaei, S., (2022). "Investigating the Relationship between Exchange Rate and Interest Rate in Iran's Economy: A Wavelet Coherence Approach". *Journal of Applied Economics Studies in Iran*, 11(43): 137-172. doi: 10.22084/aes.2022.26386.3466.

Homepage of this Article: https://aes.basu.ac.ir/article_4677.html?lang=en

1. Introduction

Continuation of economic growth and development requires, first of all, accuracy in the factors that create it. The studies conducted in developing economies show the influence of various variables on economic growth and development. Among the important variables that have been the focus of many economists and policymakers and have a very important role in the economic growth of societies, we can mention the exchange rate and interest rate variables. In recent years Special attention has been paid to the relationship between these two variables in advanced, emerging and developing countries. However, they have not given an unambiguous answer to the data related to this issue. A number of studies that have examined the time series relationship between interest rate and exchange rate variables tend to have contradictory results. which is dependent on the sample of the country or the time period under study. The relationship between the exchange rate and the interest rate is not only for researchers but also for policymakers. Considering that exchange rate fluctuations have important consequences for monetary policies from the perspective of policymakers, the analysis of the transition paths between these Markets are important in order to adopt appropriate policies and predict the full impact of their decisions (Walker, 2020). The studies conducted show problems such as negative effects on economic growth. Due to the rule of the floating exchange rate system for some countries such as Iran, while in developed countries, negative effects are not observed. The adverse effects of exchange rate fluctuations on Iran's economy are not hidden. Accordingly, this study intends to study the relationship between this variable and the interest rate (money price), which is one of the most important variables that determine banking health. This study tries to re-explain the relationship between exchange rate and interest rate in Iran's economy in the form of two monetary models based on the theory of purchasing power parity by presenting the wavelet theory method using available monthly data for a period of almost 40 years.

2. Theory of purchasing power parity

The theory of purchasing power parity is one of the famous theories in international finance to analyze the relationships of real variables, which is actually based on the law of unit price. According to the single price law, in the absence of trade barriers, transportation costs and tariffs, competition will lead to the equality of the price of goods that are traded among countries (if all prices are expressed in a single currency), (Pormaqim, 2014).

2-1. Monetary model

Since the beginning of the floating currency in the early 1970s, the monetary approach has been used as the most important model for determining the exchange rate. The model developed by Dornbusch (1976) is a combination of two diametrically opposed monetary models. This model includes price stickiness, which is a short-term feature, and a monetary model with a flexible price, which is a long-term feature. According to this model, interest rates and exchange rates have a negative relationship in the short term, which is the result of monetary shocks, and a positive relationship in the long term. They have that this requires variable prices. Therefore, the monetary model is divided into two parts.

2-1-1- Monetary model with flexible prices (FPM) in which the price of goods is completely flexible and is used to explain the long-term behavior of the exchange rate.

2-1-2- The monetary model of sticky balances (SPM) in which the price of goods is completely sticky. It is used to explain the short-term behavior of the exchange rate (the short-term equilibrium path of the exchange rate), (Nasrullahi and Shajri, 1387).

3. Research method

In this research, we are trying to simultaneously analyze the relationship between exchange rate and interest rate in time and frequency by wavelet analysis.

4. Description of experimental data and results

The correlation results of the wavelet of the real exchange rate index and the real interest rate are presented on a monthly basis in Chart 1. The horizontal axis in this diagram shows the time period. In this graph, the time period is from April 2019 to March 2019, and according to the monthly nature of the data, a total of 492 observations are placed in this axis. The vertical axis in these graphs shows the frequency range of the scale. In wavelet analysis, scale and frequency have an opposite relationship, so that a smaller scale corresponds to a higher frequency. By using wavelet correlation analysis, it is possible to discover the relationship of time series in different time intervals. In diagram 1, the high correlation of the time series is marked with warmer colors (red color) and the arrows inside this color spectrum show the correlation of these time series. In addition, correlation with separating lines is specified for significant distances. Contrary to the above situation, the areas outside significant distances are marked with a colder color such as blue, which indicates less correlation of time series.

Based on the results presented in Figure 1, the real exchange rate index and the real interest rate have been observed in the areas of high correlation in intervals of less than one

year almost throughout the time period. This shows a strong correlation between the two variables in the short term.

In the medium term, the relationship between these two variables was established only during the years 1362 to 1372, and in higher frequencies and in the long term, a significant relationship is observed only in a few years. Also, the results indicate that the intensity and direction of the relationship between the real exchange rate index and the real interest rate is not constant in the short term and has changed frequently.

By moving from the short term to the long term, the relationship between the real interest rate and the real exchange rate index is in phase, and the real interest rate variable is leading and the real exchange rate is declining; Therefore, in the medium and long-term horizon, a direct relationship between these two variables can be seen to some extent.

5. Conclusion

The intensity and direction of the relationship between the real exchange rate index and the real interest rate is not constant in the short term and has changed repeatedly. In some periods of movement, two variables were in phase and had a direct relationship (monetarist analysis), which does not confirm the monetary model with sticky prices. In some years, the relationship between the two variables has changed and the behavior of the two-time series has been out of phase and had an inverse relationship (Dorenbusch analysis), which confirms the monetary model with sticky prices.

In the medium term, the relationship between these two variables was established only during the years 1362 to 1372, and in higher frequencies and long term, a significant relationship was observed in several years, specifically, during April 1365 to Asfand 1372 and also from 1377 to 1380, the relationship between the real interest rate and the rate index The real currency is in phase and the real interest rate variable is leading and the real exchange rate is falling; Therefore, in the medium and long-term horizon, a direct relationship between these two variables can be seen to some extent, which confirms monetary models with flexible prices.



فصلنامه علمی مطالعات اقتصادی کاربردی ایران

شاپای چاپی: ۲۵۳۰-۲۳۲۲؛ شاپای الکترونیکی: ۴۷۲X-۲۳۲۲

وبسایت نشریه: <https://aes.basu.ac.ir>

نشریه گروه اقتصاد، دانشکده علوم اقتصادی و علوم اجتماعی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران



بررسی رابطه بین نرخ ارز و نرخ بهره در اقتصاد ایران: رویکرد هم‌دوسی موجک

میرعلی کاظمی^۱، یونس نادمی^۲، رامین خوچپانی^۳، شایسته رضایی^۴

نوع مقاله: پژوهشی

شناسه دیجیتال: <https://dx.doi.org/0.22084/AES.2022.26386.3466>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۱۶، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۰۲

صص: ۱۳۷-۱۳۷

چکیده

در مطالعه حاضر، با ارائه روش موجک (تحلیل اکتونو فیزیک) و تحلیل هم‌دوسی به تبیین مجدد ارتباط نرخ ارز حقیقی با نرخ بهره حقیقی در اقتصاد ایران براساس نظریه برابری قدرت خرید در قالب دو مدل پولی در افق‌های زمانی کوتاه‌مدت، میان مدت و بلندمدت پرداخته شد. بدین منظور، داده‌های در دسترس به صورت ماهانه و طی دوره زمانی فروردین ۱۳۵۹ تا اسفند ۱۳۹۹ به کار گرفته شده است. نتایج آزمون علیت گرنجری فرض وجود علیت در کلیه دوره‌های زمانی از نرخ بهره حقیقی به نرخ ارز حقیقی را رد می‌کند؛ با این حال، در کوتاه‌مدت و در برخی از دوره‌ها رابطه علیت از نرخ ارز حقیقی به سمت نرخ بهره حقیقی است. براساس نتایج به دست آمده (مبتنی بر داده‌های ماهانه)، برای شاخص نرخ ارز حقیقی و نرخ بهره حقیقی نواحی هم‌بستگی (هم‌دوسی) زیادی در تناوب‌های کمتر از یک سال، تقریباً در سرتاسر دوره زمانی مشاهده شده است. این موضوع نشان از هم‌دوسی شدید بین دو متغیر در کوتاه‌مدت دارد؛ هم‌چنین نتایج حاکی از آن است که شدت و جهت رابطه بین دو متغیر در کوتاه‌مدت ثابت نیست و به صورت مکرر تغییر کرده است که مدل پولی با قیمت‌های چسبنده قابل تفسیر نیست. با حرکت از کوتاه‌مدت به سمت بلندمدت رابطه بین نرخ بهره حقیقی و شاخص نرخ ارز حقیقی هم‌فاز بوده و متغیر نرخ بهره حقیقی پیشرو و نرخ ارز حقیقی پسرونده است؛ لذا در افق میان‌مدت و بلندمدت ارتباط مستقیمی بین این دو متغیر تا حدی دیده می‌شود که نظریه برابری قدرت خرید (مدل پولی با قیمت‌های انعطاف‌پذیر) را تأیید می‌کند.

کلیدواژگان: تئوری موجک، نرخ بهره، نرخ ارز، رشد اقتصادی و هم‌دوسی.

طبقه‌بندی JEL: E43, O23, O24.

۱. دانشجوی دکترای اقتصاد پولی، گروه اقتصاد، واحد الیگودرز، دانشگاه آزاد اسلامی، الیگودرز، ایران.

Email: m.alikazemi18836@gmail.com

۲. استادیار گروه اقتصاد، دانشگاه آیت الله العظمی بروجردی (ره)، بروجرد، ایران (نویسنده مسئول).

Email: younesnademi@abru.ac.ir

۳. استادیار گروه اقتصاد، دانشگاه آیت الله العظمی بروجردی (ره)، بروجرد، ایران.

Email: khochiany@abru.ac.ir

۴. استادیار گروه ریاضی، واحد الیگودرز، دانشگاه آزاد اسلامی، الیگودرز، ایران.

Email: khochiany@abru.ac.ir

۱. مقدمه

تداوم رشد و توسعه اقتصادی قبل از هرچیز مستلزم دقت در عوامل ایجادکننده آن است. مطالعات انجام شده در اقتصادهای درحال توسعه، تأثیرگذاری متغیرهای مختلفی را در رشد و توسعه اقتصادی نشان می‌دهد. از متغیرهای مهم که موردتوجه بسیاری از اقتصاددانان و سیاست‌گذاران بوده و نقش بسیار مهمی در رشد اقتصادی جوامع دارد می‌توان به متغیرهای نرخ ارز و نرخ بهره اشاره کرد. در سال‌های اخیر توجه ویژه‌ای به رابطه بین این دو متغیر در کشورهای پیشرفته، نوظهور و درحال توسعه شده است؛ با این حال، به داده‌های مربوط به این موضوع پاسخ غیرمبهم نداده‌اند. تعدادی از مطالعات که رابطه سری‌زمانی بین متغیرهای نرخ بهره و نرخ ارز را بررسی کرده‌اند، تمایل دارند نتایج متناقضی که به نمونه کشورهای و یا دوره زمانی مورد مطالعه وابسته می‌باشد، پیدا کنند. رابطه بین نرخ ارز و نرخ بهره نه تنها برای محققان، بلکه موردتوجه سیاست‌گذاران نیز می‌باشد. بانک مرکزی در کشورهای نوظهور برای کنترل و کاهش نرخ تورم معمولاً از سیاست‌های نرخ ارز و نرخ بهره استفاده می‌کنند. باتوجه به این که نوسانات نرخ ارز پیامدهای مهمی برای سیاست‌های پولی دارد از دیدگاه سیاست‌گذاران، تجزیه و تحلیل مسیرهای گذار بین این بازارها به منظور اتخاذ سیاست‌های مناسب و پیش‌بینی تأثیر کامل تصمیمات آن‌ها مهم است (والکر^۱، ۲۰۲۰). ادبیات اقتصادی مطالعات تجربی انجام شده در اقتصاد توسعه، تأثیرگذاری متغیرهای مختلفی را در رشد و توسعه اقتصادی نشان می‌دهند؛ ازجمله این متغیرهای مهم که توجه بسیار زیاد اندیشمندان اقتصادی را به خود جلب کرده است و نقشی به‌سزا در بهبود رشد اقتصادی جوامع دارد، متغیرهای نرخ بهره و نرخ ارز می‌باشند؛ از این رو بررسی رابطه نرخ ارز و نرخ بهره یکی از مباحث موردهمراهی اقتصاددانان و سیاست‌گذاران اقتصادی بوده است (تفضلی، ۱۳۹۳). مطالعه اقتصاد کشورهای درحال توسعه نشان می‌دهد که این کشورها با نوسانات بسیار زیاد نرخ ارز مواجه هستند. بسیاری از کشورها برای جلوگیری از نوسانات نرخ ارز ارزش پول خود را در مقابل ارزهای خارجی که از اهمیت بالایی برخوردار هستند تثبیت می‌کنند. با این وجود برخی دیگر از کشورها از تثبیت نرخ ارز امتناع کرده و نرخ ارز شناور را می‌پذیرند (گرانویل و مالیک^۲، ۲۰۱۰). مطالعات انجام شده نشان‌دهنده مشکلاتی نظیر اثرات منفی بر رشد اقتصادی به دلیل حاکمیت سیستم نرخ ارز شناور برای برخی از کشورهایی مانند ایران بوده است؛ درحالی که در کشورهای توسعه یافته اثرات منفی مشاهده نمی‌شود. این دوگانگی باعث می‌گردد که نوسانات نرخ ارز تأثیر مهمی بر متغیرهای اقتصادی، ازجمله نرخ بهره داشته باشد. با توجه به این که نرخ بهره نیز یکی از مهم‌ترین متغیرهای کلان اقتصادی است که بر سرمایه‌گذاری و بخش واقعی اقتصاد مؤثر می‌باشد؛ از این جهت شناخت رابطه نرخ ارز و نرخ بهره بسیار مهم است. شناسایی و روابط میان این دو متغیر و عوامل مؤثر بر آن از موضوعاتی است که همواره توجه اقتصاددانان و سیاست‌گذاران را به خود جلب نموده است. مطالعه تاریخی اقتصاد ایران نشان می‌دهد یکی از مشکلات اساسی که اقتصاد ایران همواره با آن روبه‌رو بوده نوسانات نرخ ارز و اثرات آن بوده است. نرخ ارز در ایران به‌عنوان متغیر قیمتی کلیدی در اقتصاد، بسیاری از سیاست‌گذاری‌های دولت و تصمیمات عاملین اقتصادی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. هرگونه بی‌ثباتی و تلاطم در قیمت ارز تأثیر نامطلوبی چه در سطح خرد و چه در سطح کلان برجای می‌گذارد. بررسی تحولات بازار ارز در کشور حاکی از وجود تلاطم در این بازار و نوسانات

1. Walker

2. Granville & Mallick

شدید در طی سال‌های اخیر می‌باشد؛ به طوری که از اواسط سال ۱۳۸۹ پس از تشدید تحریم‌ها، اختلال در مبادلات و نقل و انتقالات ارزی کشور ایجاد شد و از آن به بعد در بازار ارز، نرخ ارز از نرخ رسمی فاصله گرفت و وضعیت دونرخی و حتی چندنرخی در بازار ارز شکل گرفت و ادامه دارد. در شکل‌گیری و تداوم وضعیت نامطلوب ارزی کشور عوامل متعددی با درجه تأثیرگذاری متفاوت و هریک از مجرای خاص ایفای نقش نموده‌اند که در این میان تحریم‌های اقتصادی، رشد نقدینگی، شرایط ساختار بازار ارز و دستوری بودن نرخ بهره از اهمیت بیشتری برخوردار هستند. از آنجا که اثرات نامطلوب نوسانات نرخ ارز بر اقتصاد ایران پوشیده نیست؛ بر همین اساس این مطالعه قصد دارد رابطه بین این متغیر را با نرخ بهره (قیمت پول) که یکی از مهم‌ترین متغیرهای تعیین‌کننده سلامت بانکی است مورد مطالعه قرار دهد. شواهد نشان می‌دهد که نرخ بهره در برخی از کشورها حتی منفی و یا در کمترین حد خود قرار دارد؛ در حالی که ایران جزو پنج کشورهایی است که بالاترین نرخ بهره را دارد؛ به همین دلیل، این مطالعه سعی دارد در قالب دو مدل پولی براساس نظریه برابری قدرت خرید با ارائه روش تئوری موجک به تبیین مجدد رابطه میان نرخ ارز و نرخ بهره (قیمت پول) در رشد اقتصادی ایران با استفاده از داده‌های در دسترس ماهانه (نرخ سود تسهیلات و نرخ ارز مؤثر) مورد نیاز مستخرج از بانک‌های اطلاعاتی اداره حساب‌های اقتصادی و حساب‌های ملی بانک مرکزی و سایر دستگاه‌های اجرایی مرتبط، برای دوره زمانی تقریباً ۴۰ سال بپردازد.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱. نرخ بهره

واژه Interest در لغت به معنی بهره و ربح به کار می‌رود (توانایان فرد، ۱۳۸۵) و در اصطلاح، پرداختی است که در ازای استفاده از وجوه به کار گرفته شده، در تولید سرمایه انجام می‌شود و در واقع قیمتی است که وام‌گیرنده بابت استفاده از پول وام‌دهنده می‌پردازد (فرهنگ، ۱۳۸۴)؛ و به صورت درصدی از پول یا وجوه قابل استقراض بیان می‌شود (زمانی‌فرهانی، ۱۳۷۱). طبق این تعریف، پول همانند هر کالایی دارای ارزش و قیمتی است که قیمت خدمات آن را بهره گویند (تفضلی، ۱۳۹۳). در واقع، بهره، قیمتی است که وام‌گیرنده بابت استفاده از پول وام‌دهنده می‌پردازد. هرگاه مبلغی پول برای مدت معینی به وام داده شود، مبلغی که وام‌گیرنده در آینده به وام‌دهنده می‌پردازد، بیش از مبلغ دریافتی اولیه خواهد بود. این پرداخت اضافی یا نرخ بهره را می‌توان به صورت نسبت مابه‌التفاوت مبلغ بازپرداخت در پایان یک دوره معین به کل پول دریافتی بیان کرد (گلریز، ۱۳۸۰).

اقتصاددان‌های کلاسیک معتقدند، نرخ بهره تحت تأثیر نیروهای بازار در نقطه‌ای قرار می‌گیرد که میزان سرمایه‌گذاری به آن نرخ، با میزان پس‌انداز به همان نرخ برابر می‌شود. به اعتقاد آن‌ها نرخ بهره توسط عرضه پس‌انداز و تقاضا برای سرمایه‌گذاری مشخص می‌شود. تقاضا برای سرمایه‌گذاری، تابع غیرمستقیم نرخ بهره است. زمانی که نرخ بهره بالا رود، در شرایط برابر، مقدار مورد تقاضا برای سرمایه‌گذاری کاهش می‌یابد و بالعکس، با کاهش نرخ بهره مقدار مزبور افزایش پیدا می‌کند؛ از طرف دیگر، فرض می‌شود که پس‌انداز تابع مستقیم نرخ بهره است؛ یعنی با افزایش نرخ بهره حجم پس‌انداز افزایش یافته و با کاهش نرخ بهره مقدار پس‌انداز کم می‌شود. زمانی که عرضه پس‌انداز با تقاضای سرمایه‌گذاری برابر شود، نرخ بهره تعادلی به دست می‌آید (تفضلی، ۱۳۹۳).

«جان مینارد کینز»^۱ در نظریه تعیین درآمد، تعیین نرخ بهره تعادلی را براساس برابری پس انداز و سرمایه‌گذاری ندانسته و می‌گوید: عرضه و تقاضا برای پول، نرخ بهره را تعیین می‌کند. وی بهره را به‌عنوان پرداخت برای عدم نقدینگی، مورد توجه قرار داده است (محتشم‌دولت‌شاهی، ۱۳۷۹). ساختار زمانی نرخ بهره عبارت است از رابطه میان نرخ بهره پرداختی بر یک قرضه و تعداد سال‌هایی که بعد از اتمام آن، فرد می‌تواند قرضه را بفروشد. با فرض نگاه‌داری اوراق قرضه برای یک یا دو سال، اگر افرادی بخواهند برای دو سال سرمایه‌گذاری کنند، می‌توانند اوراق قرضه دو ساله خریداری کنند؛ یا در مرحله اول اقدام به خرید اوراق قرضه یک‌ساله کرده و سپس در شروع سال بعد دوباره این عمل را تکرار کنند. در اینجا نرخ بهره، مهم‌ترین عامل مؤثر در تصمیمات افراد است. اگر افراد، انتظار افزایش نرخ بهره در آینده را داشته باشند، اوراق قرضه یک‌ساله را انتخاب می‌کنند. در حالت عکس، اگر نرخ بهره اوراق قرضه دوساله، بیشتر از اوراق قرضه یک‌ساله باشد، خریدار اوراق قرضه دوساله را ترجیح خواهد داد (قرباغانیان، ۱۳۷۲). نظریات زیادی پیرامون نرخ بهره وجود دارد که برخی از مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: نرخ بهره طبیعی و بازاری؛ «ویکسل»^۲ معتقد است که با وجود تفاوت‌های میان دو نرخ بهره بازاری و نرخ بهره طبیعی که بیان شد، عدم تعادل میان دو بازار پول و سرمایه ایجاد می‌شود و بعدها به دیگر بازارها اعم از بازار کار و کالاها سرایت می‌کند. در واقع امکان دارد، نرخ بهره بازاری از نرخ بهره طبیعی پایین‌تر باشد. در این صورت، کارفرمایان اقدام به استقراض و سرمایه‌گذاری می‌کنند و صاحبان بانک‌ها تقاضای سرمایه‌ای آن‌ها را به کمک ساز و کارهای ایجاد پول بانکی و تحریری و با وجود اختلاف دو نرخ بهره ارضا می‌کنند. در این شرایط، سیر سرمایه‌گذاری شکل انباشتگی به خود می‌گیرد و منجر به تشکیل امواج تکاثری یا به هم فزاینده تولید و درآمد می‌شود و به دنبال آن سطح تقاضای کل و در نتیجه قیمت‌ها و هم‌چنین نرخ بهره سرمایه‌گذاری‌ها بالا می‌رود و در آخر سیر رونق اقتصاد را فرامی‌گیرد؛ برعکس آن، اگر نرخ بهره بازاری، بالاتر از نرخ بهره طبیعی باشد، پس‌اندازها اغلب به بازار پولی روی می‌آورند و اقتصاد با کمبود سرمایه‌گذاری مواجه می‌شود و در نهایت عدم تعادل به صورت رکود، کلیه بازارها و اقتصاد ملی را فرامی‌گیرد (منتظرظهور، ۱۳۷۸).

نرخ بهره پولی؛ «گونار میردال»^۳ برنده جایزه نوبل اقتصاد در سال ۱۹۷۴ با تبدیل نرخ بهره طبیعی و ویکسل به نرخ بهره پولی ثابت کرد که نرخ بهره بلندمدت با نرخ بهره بازدهی سرمایه مبتنی بر عوامل پولی و کوتاه‌مدت است؛ زیرا به عقیده او سرمایه‌گذار، نرخ پولی سرمایه‌های مورد نیاز برای تأمین مالی سرمایه‌گذاری‌های خود را با نرخ بازده پولی سرمایه‌گذاری‌ها مقایسه می‌کند و بر پایه این محاسبه اقتصادی، برای سرمایه‌گذاری تصمیم می‌گیرد (منتظرظهور، ۱۳۷۸).

عدم امکان بررسی مستقل نرخ بهره؛ «جون رابینسون»^۴ معتقد است که سرمایه را نمی‌توان به شکل مستقل از نرخ بهره اندازه‌گیری کرد و نرخ بهره نیز فقط به بهره‌وری نهایی سرمایه وابسته نیست.

1. John Maynard Keynes

2. Wicksel

3. Gunnar Myrdal

2. Joan robinson

بیش از ۷۰ سال قبل، «ایروینگ فیشر»^۱ نظریه تعیین نرخ بهره را ارائه کرد که امروز به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ فیشر معتقد بود که پرداخت بهره اسمی به دو طریق پس‌اندازکنندگان را منتفع می‌کند.

۱. کاهش قدرت خرید پس‌اندازکنندگان را جبران می‌کند.

۲. صرفه بیشتری را برای پس‌اندازکنندگان فراهم می‌کند تا از مصرف کنونی چشم‌پوشی کنند.

سرمایه‌گذاران به دنبال سبد کارای سرمایه‌گذاری هستند؛ از این‌رو، سبد دارایی‌های خود را از ترکیبات مختلفی مانند: پول نقد، سهام، سپرده بانکی، اوراق قرضه و... پر می‌کنند. با توجه به تجربیات به‌دست آمده از نتایج بازدهی سرمایه‌گذاری در بازار سهام ایران و ریسکی بودن آن، سرمایه‌گذاران بازده دریافتی ناشی از سرمایه‌گذاری در بازار سهام را در قبال مخاطره آن کافی نمی‌دانند؛ از سوی دیگر، وجود نرخ سود سپرده‌های بانکی بدون ریسک در ایران باعث می‌شود که این متغیر کلان اقتصادی به‌عنوان یک رقیب برای سرمایه‌گذاری در بازار سهام درآید (دایی کریم‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲).

۲-۲. نرخ ارز

تغییر نرخ ارز، مجموعه‌ای از تغییرات متفاوت و حتی متضاد را در بخش خارجی و داخلی اقتصاد به‌همراه دارد که برآیند آن می‌تواند عملکرد اقتصاد کشور را تحت تأثیر مثبت یا منفی قرار دهد. تعیین نرخ ارز از یک‌طرف نقش مؤثری در صادرات و واردات و به‌تبع آن تنظیم و تعدیل تراز تجاری و تراز پرداخت‌های کشور دارد؛ و از طرف دیگر، از نقش مؤثری در تعیین قدرت رقابتی تولیدکنندگان داخلی در برابر رقبای خارجی در بازارهای داخلی و خارجی و به‌تبع آن تعیین میزان تولید و اشتغال برخوردار است. تعیین نرخ ارز هم‌چنین می‌تواند بر سطح عمومی قیمت‌ها و به‌تبع آن تورم نیز مؤثر باشد؛ بنابراین با توجه به پیامدهای گسترده تغییر نرخ ارز برای عملکرد اقتصاد ایران، مدیریت نرخ ارز اهمیت بسیار بالایی دارد (درگاهی و گچلو، ۱۳۸۰). این امر در شرایط فعلی اقتصاد کشور، به‌خصوص پس از اجرای طرح هدفمندکردن یارانه‌ها، افزایش تحریم‌های اقتصادی، جهش نرخ غیررسمی ارز در بازار آزاد و بازگشت به نظام ارزی دونرخی اهمیت بیشتری نیز یافته است. مسأله مهمی که اکنون سیاست‌گذاران اقتصاد ایران در مورد مدیریت نرخ ارز با آن مواجهند، این است که در آینده، نرخ ارز باید در چه مسیری هدایت شود؟ پاسخ به این پرسش، از یک‌طرف نیازمند بررسی سازوکار مدیریت نرخ ارز در اقتصاد ایران؛ و از طرف دیگر نیازمند تعیین مسیر بهینه نرخ ارز در کشور است. تعیین مسیر بهینه نرخ ارز نیز نیازمند بررسی پیامدهای ناشی از مدیریت نرخ ارز و تعیین اهداف سیاست ارزی است. پس از تعیین مسیر بهینه نرخ ارز و بررسی سازوکار مدیریت نرخ ارز، می‌توان سیاست ارزی مناسب را براساس اهداف سیاست ارزی و ابزارهای در دسترس جهت هدایت نرخ ارز به‌سوی مسیر بهینه طراحی کرد. این چارچوب اصلی جهت مدیریت نرخ ارز در اقتصاد ایران در نمودار ۱، نشان داده شده است.

1. Irving Fisher



شکل ۱: چارچوب کلی نرخ ارز در اقتصاد ایران (کابوسی، ۱۳۹۱).

Fig. 1: The general framework of the exchange rate in Iran's economy (Kabousi, 2012)

۲-۳. عوامل مؤثر بر نرخ ارز

از سال‌های که نرخ‌های ارز به صورت شناور مدیریت شده، و در سطح اقتصاد جهانی مطرح گردیده (سال‌های ۱۹۷۰م. به بعد) سعی شده تا متغیرهایی که می‌توانند نوسانات نرخ ارز را توضیح دهند، شناسایی شده و اثرات آن‌ها روی نرخ ارز تعیین گردد. به دلیل تغییر و تحول عمیق در نظام‌های ارزی، متغیر نرخ ارز بیش از پیش به عنوان عامل کلیدی و اثرگذار در سیاست‌های اقتصادی خودنمایی کرده است؛ لذا برخی از عوامل اثرگذار بر نرخ ارز در اقتصاد ایران عبارتند از: تفاوت نرخ رشد درآمد واقعی در داخل و خارج، تفاوت نرخ رشد تورم در داخل نسبت به خارج، تفاوت نرخ بهره واقعی داخلی و خارجی، نرخ رشد عرضه پول در داخل در مقایسه با خارج، قیمت و میزان تولید نفت، رابطه مبادله، دلاریزه شدن اقتصاد (جایگزینی پول ملی)، پیشرفت و ابداع تکنولوژی، قیمت طلا در داخل نسبت به قیمت جهانی آن، تغییر ترجیحات به سمت مصرف کالاهای خارجی یا داخلی، هزینه‌های دولت، فرار سرمایه به خارج، انتظارات مردم، سرعت گردش پول داخل نسبت به خارج، قوانین و مقررات ارزی، تعرفه بر واردات، کسری بودجه دولت، نرخ رشد جمعیت نسبت به GDP، نرخ سرمایه‌گذاری نسبت به GDP، درجه باز بودن اقتصاد، کارایی تولید، وضعیت تراز پرداخت‌ها و ذخائر ارزی، تأثیر نرخ تورم بر نرخ ارز، تأثیر سفته‌بازی بر نرخ ارز و تأثیر نرخ بهره بر نرخ ارز (شریف‌آزاد، ۱۳۸۴).

۲-۴. نظریه برابری قدرت خرید

تئوری برابری قدرت خرید به عنوان یکی از نظریه‌های معروف در مالیه بین‌الملل جهت تحلیل روابط متغیرهای واقعی می‌باشد که در حقیقت بر مبنای قانون قیمت واحد بنا شده است. بر اساس قانون قیمت واحد، در صورت عدم وجود موانع تجاری، هزینه‌های حمل و نقل و تعرفه‌ها، رقابت منجر به برابری قیمت کالایی خواهد شد که در بین کشورها تجارت می‌شود (اگر تمام قیمت‌ها به یک واحد پولی بیان شود)، (پورمقیم، ۱۳۹۴).

۲-۴-۱. مدل پولی

از زمان آغاز ارز شناور در اوایل دهه ۱۹۷۰م، رهیافت پولی به‌عنوان مهم‌ترین مدل تعیین نرخ ارز پا به عرصه اقتصاد گذاشته و مورد استفاده قرار گرفته است. مدل تنظیم شده توسط «دورن بوش»^۱ (۱۹۷۶) ترکیبی از دو مدل پولی کاملاً متضاد است. این مدل شامل چسبندگی قیمت که به‌صورت یک ویژگی کوتاه‌مدت و مدل پولی با قیمت انعطاف‌پذیر که یک ویژگی بلندمدت است. براساس این مدل نرخ بهره و نرخ ارز در کوتاه‌مدت رابطه منفی با هم دارند که این رابطه، نتیجه شوک‌های پولی است و در بلندمدت رابطه مثبتی با هم دارند که این مستلزم قیمت‌های متغیر است؛ لذا مدل پولی به دو بخش تقسیم می‌شود؛ ۱- مدل پولی با قیمت‌های انعطاف‌پذیر، ۲- مدل پولی با قیمت‌های چسبنده.

۱- مدل پولی با قیمت‌های انعطاف‌پذیر (FPM^۲): در این مدل قیمت کالاها کاملاً انعطاف‌پذیر است و به‌منظور تبیین رفتار بلندمدت نرخ ارز به‌کار می‌رود. شکل اصلی رهیافت پولی نسبت به تعیین نرخ ارز با مدل «فرانکل»^۳ که انعطاف‌پذیری قیمت‌ها را در نظر می‌گیرد، شروع شده است. مدل پولی معمولاً به‌عنوان مدل دو کشور و دو پول ارائه می‌گردد که در آن همه کالاها قابل تجارت بوده و قانون قیمت واحد برقرار است. مدل پولی با قیمت‌های انعطاف‌پذیر براساس دو فرضیه برابری قدرت خرید^۴ (PPP) و وجود تابع تقاضای پول باثبات برای اقتصادهای داخلی و خارجی استوار است. تابع تقاضای پول استاندارد می‌تواند به‌صورت زیر تصریح شود (نصراللهی و شجری، ۱۳۸۷).

$$- \beta i_t \quad (1)$$

$$m_t = P_t + \alpha y_t$$

به‌طور کلی m_t تقاضای اسمی پول، P_t سطح عمومی قیمت‌ها، y_t سطح درآمد ملی و i_t نرخ بهره اسمی را نشان می‌دهد. در این الگو تمام متغیرها به‌جز نرخ بهره به‌صورت لگاریتمی می‌باشند؛ لذا با توجه به رابطه (۱) می‌توان تابع تقاضای پول کشور خارجی را به این صورت نوشت:

$$m_t^* = P_t^* + \alpha y_t^* - \beta i_t^* \quad (2)$$

در رابطه (۲) علامت * نشان‌دهنده مقادیر متغیرهای تابع تقاضای پول کشور خارجی می‌باشد. α و β پارامترهای ثابتی می‌باشند که برای دو کشور یکسان فرض شده است. اگر نرخ ارز حقیقی را با e_t^r نشان دهیم آن‌گاه خواهیم داشت:

$$e_t^r = \left(\frac{P_t^*}{P_t} e_t \right) = 1 \quad (3)$$

$$\frac{P_t^*}{P_t} e_t = 1 \quad (4)$$

$$P_t = P_t^* e_t \quad (5)$$

برابری نرخ بهره بدون پوشش عبارت است از:

1. Dornbusch

2. Flexible pricing model

3. Frankl

4. Purchasing Power Parity

$$\Delta e_t = i_t - i_t^* \quad (6)$$

با گرفتن لگاریتم طبیعی از رابطه (۵):

$$\ln(P_t) = \ln(P_t^*) + \ln(e_t) \quad (7)$$

با فرض برابری قدرت خرید (PPP) داریم:

$$P_t = P_t^* + e_t \quad (8)$$

در رابطه (۸)، e_t بیانگر لگاریتم نرخ ارز اسمی، P_t قیمت داخلی و P_t^* قیمت خارجی است؛ PPP فقط به عنوان شرط تعادل بلندمدت در این مدل مورد استفاده قرار گرفته است. اگر شرط PPP به طور پیوسته صادق باشد، لگاریتم نرخ ارز واقعی، q_t ، مساوی صفر خواهد بود و در الگوی PPP قیمت‌های خارجی برای اقتصاد داخلی برون‌زا بوده و از طریق عرضه پول خارجی تعیین می‌گردد و عرضه پول داخلی نیز سطح عمومی قیمت‌های داخلی را تعیین می‌کند؛ بنابراین نرخ ارز از طریق عرضه پول‌ها تعیین می‌گردد. از جاگذاری روابط ۱ و ۲ در رابطه ۸:

$$e_t = (m_t - m_t^*) - \alpha(y_t - y_t^*) + \beta(i_t - i_t^*) \quad (9)$$

در رابطه (۹) برای سادگی فرض شده که کشش درآمدی (a) و شبه کشش نرخ بهره‌های (β) تقاضای پول برای دو کشور یکسان است؛ در نهایت این که مدل پولی، برای نرخ بهره پوشش داده نشده (UIP) را در نظر می‌گیرد. بر اساس UIP، نرخ بهره خارجی به علاوه تغییر انتظاری نرخ ارز، برابر است با نرخ بهره داخلی معادله (۶). معادله (۹) به مدل «فرنکل-بیلسون»^۱ معروف است؛ بر اساس این رابطه افزایش نقدینگی، نرخ بهره و کاهش درآمد ملی باعث تنزل ارزش پول ملی کشور «داخلی» می‌شود. با فرض این که در بلندمدت رفتار عقلایی است و سطح نسبی قیمت‌ها و نرخ ارز متناسب با رشد نسبی پول صورت گیرد، می‌توان معادله (۹) را به صورت زیر نوشت:

$$e_t^l = (y_t - y_t^*) + \beta(i_t - i_t^*)\alpha - m_t^* - m_t \quad (10)$$

معادله (۱۰) مسیر تعادلی بلندمدت مدل پولی را نشان می‌دهد.

معادله (۱۰) شکل اصلی و پایه پولی تعیین نرخ ارز می‌باشد که در بلندمدت رابطه بین مجموعه ساده‌ای از متغیرهای پولی برقرار می‌سازد. «مارک» و «سول» تأکید می‌کنند که معادله (۱۰) نشان‌دهنده نوعی نرخ ارز تعادلی بلندمدت با به کارگیری نظریه‌های جدید تعیین نرخ ارز می‌باشد.

۲- مدل پولی با قیمت‌های چسبنده (SPM^2): در این مدل، قیمت کالاها کاملاً چسبنده می‌باشد؛ که به منظور تبیین رفتار کوتاه‌مدت نرخ ارز (مسیر تعادلی کوتاه‌مدت نرخ ارز) مورد استفاده قرار می‌گیرد (نصراللهی و شجری، ۱۳۸۷).

تقاضای پول در کشورهای داخلی و خارجی از روابط (۱ و ۲) پیروی می‌نماید؛ و برابری نرخ بهره بدون پوشش نیز رابطه‌ای همانند رابطه زیر فرض می‌شود.

1. Frankel- Belson

2. Sticky pricing model

$$\Delta e_t = i_t - i_t^* \quad (11)$$

در این مدل فرض می‌شود که درصد مورد انتظار تنزل ارزش پول کشور داخلی تابعی مثبت از تفاضل نرخ تورم انتظاری بلندمدت بین دو کشور و شکاف بین نرخ نقدی ارز و نرخ تعادلی بلندمدت آن است:

$$\Delta e_t = \theta(\bar{e}_t - e_t) + (P^e - P^{e*}) \quad (12)$$

اگر معادله (۱۲) را در معادله (۱۱) جایگزین نماییم و آن را براساس تفاوت نرخ ارز بلندمدت مرتب نماییم، خواهیم داشت:

$$(\bar{e}_t - e_t) = \frac{1}{\theta}(i_t - P^e) - \frac{1}{\theta}(i_t^* - P^{e*}) \quad (13)$$

«فرانکل» (۱۹۷۹) معتقد است که عبارت فوق را می‌توان به‌عنوان تفاضل نرخ بهره واقعی دانست. از دید وی اگر نرخ بلندمدت ارز با نرخ نقدی ارز در بلندمدت برابر باشد خواهیم داشت:

$$\bar{i}_t - \bar{i}_t^* = \pi_t - \pi_t^* \quad (14)$$

باتوجه به نظریه برابری قدرت خرید در بلندمدت خواهیم داشت:

$$\bar{e}_t = \bar{P}_t - \bar{P}_t^* = (\bar{m}_t - \bar{m}_t^*) - \beta(\bar{y}_t - \bar{y}_t^*) + \delta(\pi_t - \pi_t^*) \quad (15)$$

با جای‌گذاری معادله (۱۵) در معادله (۱۳) و این فرض که مقدار تعادلی عرضه پول و سطوح درآمد از طریق سطوح واقعی آن‌ها در زمان حال تعیین شود، رابطه زیر را خواهیم داشت:

$$e_t = (m_t - m_t^*) - \beta(y_t - y_t^*) - \frac{1}{\theta}(i_t - i_t^*) + \frac{1}{\theta}(\delta)(\pi_t - \pi_t^*) \quad (16)$$

در اکثر مطالعاتی که بر مبنای مدل‌های پولی صورت گرفته است، عرضه پول و متغیرهای مانند نرخ بهره، تولید و تورم که تعیین‌کننده تقاضای پول هستند نوسانات نرخ ارز را تحت تأثیر قرار می‌دهند؛ «مارک» فرض می‌کند اختلافی بین نرخ بهره داخلی و خارجی نیست. در مقابل «مسی و راگوف»^۱ برخلاف مارک معتقد هستند که تفاوت نرخ بهره در کشورهای مختلف در تعیین نرخ ارز از اهمیت بالایی برخوردار است که به این دلیل، تفاوت نرخ بهره داخلی و خارجی و تورم انتظاری را وارد مدل پولی کرده‌اند و مدل پولی را به شکل زیر مطرح کرده‌اند:

$$e_t = (m_t - m_t^*) - \beta(y_t - y_t^*) - \alpha(i_t - i_t^*) + \phi(\pi_t - \pi_t^*) + u_t \quad (17)$$

رابطه (۱۷) را می‌توانیم به صورت زیر بنویسیم:

$$e_t = \alpha_0 + \alpha_1(m_t - m_t^*) - \alpha_2(y_t - y_t^*) + \alpha_3(i_t - i_t^*) + \alpha_4(\pi_t - \pi_t^*) + u_t \quad (18)$$

در معادله (۱۸) e_t نشان‌دهنده نرخ ارز، m_t عرضه پول، y_t تولید ناخالص داخلی، i_t نرخ بهره و π_t نرخ تورم برای کشور داخلی و متغیرها با علامت * نشان‌دهنده متغیرهای کشور خارجی می‌باشد؛ اکنون می‌توان تأثیرگذاری متغیرهای توضیحی بر نرخ ارز را به این صورت توضیح داد.

با برقراری PPP افزایش حجم پول باعث افزایش نرخ ارز می‌گردد که انتظار می‌رود ضریب متغیر حجم نقدینگی (α_1) مثبت باشد. اگر فرض کنیم درآمد واقعی افزایش یابد؛ افزایش درآمد واقعی باعث تقویت پولی داخلی و کاهش نرخ ارز خواهد شد، پس ضریب تفاضل درآمد واقعی (α_2) منفی خواهد شد. اما در مورد اثر نرخ بهره پول‌گرایان معتقدند که افزایش نرخ بهره داخلی هزینه فرصت نگهداری پول را افزایش می‌دهد و باعث کاهش

¹. Messi & Ragoff

تقاضای پول می‌شود که این کاهش تقاضای پول منجر به مازاد عرضه پول می‌گردد. برای دستیابی به تعادل در بازار پول، قیمت‌ها افزایش می‌یابند که این افزایش منجر به افزایش نرخ ارز (کاهش ارزش پول داخلی) خواهد شد؛ بنابراین علامت ضریب تفاضل نرخ بهره (α_3) مثبت خواهد بود؛ از طرفی، مدل تنظیم شده توسط «دورن بوش» (۱۹۷۶) ترکیبی از دو مدل کاملاً متضاد است. این مدل شامل چسبندگی قیمت در بازارهای تولید، به صورت یک ویژگی کوتاه‌مدت است. تعدیل قیمت در بلندمدت در راستای رساندن آن به یک تعادل جدید، ویژگی مشخصه مدل پولی با قیمت انعطاف‌پذیر است. نرخ بهره و نرخ ارز در کوتاه‌مدت رابطه منفی (α_3 منفی) با هم دارند و این رابطه، نتیجه شوک‌های پولی است؛ نرخ بهره و نرخ ارز در بلندمدت رابطه مثبتی با هم دارند که این مستلزم قیمت‌های متغیر است. مدل «موندل-فلمینگ»^۱ تحرک سرمایه بین‌المللی و قیمت‌های چسبنده (تغییرناپذیر) را در کوتاه‌مدت فرض می‌کند. این مدل هم یک رابطه منفی بین نرخ بهره و نرخ ارز پیش‌بینی می‌کند (α_3 منفی). اما از آنجایی که تورم واقعی با تورم انتظاری رابطه مثبت دارد؛ به طوری که افزایش تورم انتظاری باعث افزایش تورم واقعی می‌شود؛ لذا با افزایش سطح عمومی قیمت‌های داخلی امکان رقابت‌پذیری کالاها و خدمات داخلی کاهش خواهد یافت و در نتیجه با افزایش کسری تراز پرداخت‌ها و بروز مازاد تقاضای ارز خارجی در بازار ارز ارزش پول داخلی کاهش و ارزش پول خارجی افزایش خواهد یافت که این اتفاق منجر به افزایش سطح عمومی قیمت‌های داخلی نسبت به قیمت‌های خارجی خواهد شد؛ در نهایت با افزایش نرخ ارز روبه‌رو خواهیم شد و (α_4) مثبت خواهد بود (پورمقیم، ۱۳۹۴).

۵-۲. پیشینه پژوهش

۱-۵-۲. پیشینه تئوری اقتصادی

در اغلب مدل‌های نظری، نرخ ارز (نرخ مبادله ارز) توسط مبانی اقتصادی تعیین می‌شود. تفاضل نرخ بهره بین داخل (کشور خود) و خارج، یکی از مهم‌ترین عوامل اقتصادی است که بر نرخ ارز تأثیر می‌گذارد. از لحاظ تئوری، مدل‌های مختلفی وجود دارد که هم‌بستگی‌های مختلف بین نرخ‌های بهره و نرخ‌های ارز را توضیح می‌دهند. مدل‌های موازنه اوراق بهادار (برانسون ۱۹۸۳؛ برانسون و هالتون^۲ ۱۹۷۹؛ برانسون و همکاران، ۱۹۷۷) یک رابطه منفی را بین نرخ ارز و نرخ بهره پیشنهاد می‌کنند. تغییرات در نرخ بهره، تخصیص مجدد اوراق بهادار را تعیین خواهد کرد. دارایی‌های بهره‌دار (سودآور) یک کشور در مواردی جذاب‌تر می‌گردد که نرخ بهره‌های محلی افزایشیابد و سرمایه‌گذاران ترغیب شوند که دارایی‌های بیشتری داشته باشند. این منجر به ترقی قیمت ارز آن کشور می‌گردد. مدل موندل-فلمینگ تحرک سرمایه بین‌المللی و قیمت‌های چسبنده (تغییرناپذیر) را در کوتاه‌مدت فرض می‌کند. در این حالت، نرخ بهره پایین‌تر کشور اصلی، خروج سرمایه را تعیین می‌کند و باعث کسری تراز پرداخت‌ها می‌شود؛ این کسری توسط افزایش خالص صادرات، از طریق کاهش بهای ارز داخلی رفع می‌شود. این مدل یک رابطه منفی را بین نرخ بهره و نرخ ارز پیش‌بینی می‌کند.

1. Mundell-Fleming

2. Branson & Haltonen

در مدل اولیه «ریداکس»^۱ که اولین بار توسط «آبسفلد» و «راگوف»^۲ (۱۹۹۵) توسعه داده شد، هیچ کاهش بها یا افزایش بهای پیش‌بینی شده‌ای در صورت دوگانگی آشکار نرخ بهره وجود ندارد. شوک‌های پولی باعث می‌شوند که نرخ بهره‌های اسمی در هر دو کشور به یک اندازه تغییر کنند. «بتز» و «دوروکس»^۳ (۲۰۰۰) با شامل‌سازی قیمت‌گذاری برای بازار، از طریق قیمت‌گذاری ارز محلی (پول داخلی)، این مدل را بهبود داده‌اند. آن‌ها پی‌بردند که در این شرایط، توسعه پولی می‌تواند منجر به کاهش تفاضل نرخ بهره، همراه با رشد ناگهان نرخ ارز گردد. از طرف دیگر، ما از دو فرضیه شروع می‌کنیم؛ فرضیه اول همان فرضیه «فیشر»^۴ (۱۹۳۰) است که بیان می‌کند: هر افزایشی در تورم پیش‌بینی شده باید با افزایش در نرخ بهره اسمی آن کشور مطابقت داشته باشد، فرضیه فیشر یک فرضیه معتبر است. فرضیه دوم ما این است که نرخ بهره کشور اصلی به صورت برون‌زاد افزایش می‌یابد، نه این که به علت اختلالات در بازار پول افزایش یابد. پس افزایش در سطوح قیمت به علت کاهش تقاضا برای پول می‌تواند منجر به نرخ ارز بالاتری گردد؛ بنابراین نظریه برابری قدرت خرید (PPP) رابطه مثبتی را بین نرخ بهره و نرخ ارز پیش‌بینی می‌کند (هکر و همکاران، ۲۰۱۲؛ ۲۰۱۴). این مدل بر انعطاف‌پذیری کامل قیمت در بلندمدت متکی است. توجیه دیگری برای رابطه مثبت بین نرخ بهره و نرخ ارز را می‌توان در یک رویکرد کینزی پیدا کرد. نرخ ارز بالاتر منجر به افزایش در موازنه تجاری آن کشور می‌گردد. این مسأله به علت افزایش در تقاضای کل برای محصولات یک کشور در کوتاه‌مدت با قیمت‌های چسبنده، می‌تواند نرخ بهره آن کشور را افزایش دهد. مدل تنظیم شده توسط «دورن بوش» (۱۹۷۶) ترکیبی از دو مدل کاملاً متضاد است. این مدل شامل چسبندگی قیمت در بازارهای تولید، به صورت یک ویژگی کوتاه‌مدت است. تعدیل قیمت در بلندمدت در راستای رساندن آن به یک تعادل جدید، ویژگی مشخصه مدل پولی با قیمت انعطاف‌پذیر است. نرخ بهره و نرخ ارز در کوتاه‌مدت رابطه منفی با هم دارند و این رابطه، نتیجه شوک‌های پولی است؛ نرخ بهره و نرخ ارز در بلندمدت رابطه مثبتی با هم دارند که این مستلزم قیمت‌های متغیر است.

۲-۵-۲. مطالعات تجربی

«ایچان بوم» و «ایوانز»^۵ (۱۹۹۵) با استفاده از داده‌های به‌دست آمده از دوره نرخ ارز انعطاف‌پذیر، اثبات کرده‌اند که شوک‌های گسترشی (انبساطی) به سیاست پولی منجر به کاهش بهای شدید و مداومی در نرخ‌های ارز اسمی و واقعی آمریکا، و همچنین افزایش‌های شدید و مداوم در گسترش بین نرخ بهره‌های داخلی آمریکا و نرخ بهره‌های خارجی مختلف می‌گردد. یکی از ابزارهای سنجش شوک‌های سیاست پولی، شوک‌های تعامدی به نرخ صندوق‌های فدرال است. «دریزن» و «هابریچ»^۶ (۲۰۰۶) پی‌بردند که در طی بحران مکانیزم نرخ ارز اروپا (ERM) در سال ۱۹۹۲، پیش‌بینی‌های ارز واکنش غیریکنواختی به افزایش‌های نرخ بهره نشان داد، که افزایش قیمت‌های کوتاه‌مدت با کاهش قیمت‌های بلندمدت ارزش‌های پیش‌بینی شده ارز همراه بود. در منطقه یورو، نرخ ارز تأثیر منفی و البته

1. Redux

2. Absfeld & Ragoff

3. Betts & Devereux

4. Fischer

5. Eichenbaum & Evans,

6. Drazen & Hubrich

کوچکی بر روی نرخ بهره بانک مرکزی اروپا بین سال‌های ۱۹۹۹ و ۲۰۱۰م. داشت؛ این نشان می‌دهد که بانک مرکزی اروپا بر نرخ‌های ارز متمرکز نبوده است، اگرچه در طی تصمیمات سیاسی آن‌ها را مدنظر قرار داده است (دمیر، ۲۰۱۴).

مقالات تجربی (کالوو، ۲۰۰۱؛ کالوو و رینهارت، ۲۰۰۲؛ ۲۰۰۵؛ سپیدس و همکاران، ۲۰۰۴؛ ایچن‌گرین، ۲۰۰۶) بر تفاوت‌های مهم بین اقتصادهای پیشرفته و اقتصاد بازارهای نوظهور (EME) تأکید کرده‌اند. اقتصاد بازارهای نوظهور را می‌توان با خصوصیات روبه‌رو توصیف کرد: حضور دلار گزینی بدهی‌ها، مشکلات اعتبار، درجه بالایی از تجربه نرخ ارز، و عدم ایستایی در فرآیند تورم. این ویژگی‌های اختصاصی اقتصاد بازارهای نوظهور، مسئول درجه نسبتاً پایینی از انعطاف‌پذیری نرخ ارز هستند، این پدیده‌ای است که «ترس از شناور شدن» نامیده می‌شود (کالوو و رینهارت، ۲۰۰۲). «کازورزی»^۱ و همکاران (۲۰۰۷) اثبات کرده‌اند که همه اقتصاد بازارهای نوظهور درجاتی از تجربه نرخ ارز بالاتر از درجات مشاهده شده در اقتصادهای درحال توسعه را نشان نمی‌دهند. آن‌ها همچنین تفاوت‌هایی بین اقتصاد بازارهای نوظهور پیدا کردند: میزان این تجربه در کشورهای واقع در مرکز و شرق اروپا، و آمریکای لاتین بالا می‌باشد، اما در بسیاری از اقتصادهای آسیایی پایین است. تحقیق درباره نمونه‌ای از بازارهای نوظهور بزرگ نشان داد که یک شوک سیاست پولی انقباضی منجر به افزایش مداوم قیمت در نرخ‌های ارز واقعی در تمام کشورها به‌جز آفریقای جنوبی می‌گردد (مالیک و سوسا، ۲۰۱۲)؛ به‌ویژه اگر مورد روسیه را در نظر بگیریم، تمرکز سیاست پولی بر روی پایداری نرخ ارز است، نه بر روی پایداری قیمت؛ بنابراین نرخ‌های بهره بیشتر به شوک‌های نرخ ارز واکنش نشان می‌دهند (گرانویل و مالیک، ۲۰۱۰).

«ویت‌هسونتی»^۲ (۲۰۱۴) رابطه بین نرخ ارز و نرخ بهره را در دوره ۲۰۱۱-۲۰۰۳م. در تایلند بررسی می‌کند و نشان می‌دهد که در طی دوره‌های تفاضلات نرخ بهره بالا، یک افزایش غیرمترقبه در نرخ سیاست منجر به کاهش قیمت اساسی بات (واحد پول تایلند)^۱ نسبت به دلار آمریکا و پوند بریتانیا می‌گردد.

«هناتکوسکا»^۳ و همکاران (۲۰۱۳) پی‌بردند که رابطه بین نرخ بهره و نرخ ارز یک رابطه غیریکنواخت است. آن‌ها خصوصاً مشاهده کردند که واکنش نرخ ارز به اندازه افزایش نرخ بهره و به سطح اولیه نرخ بهره بستگی دارد. «چین» و «مردیت»^۴ (۲۰۰۴؛ ۲۰۰۵) رابطه مثبتی را بین لگاریتم نرخ ارز و تفاضل نرخ بهره با استفاده از داده‌های اوراق قرضه موعده کوتاه و داده‌های اوراق قرضه موعده بلند پیدا کردند. آن‌ها در هنگام استفاده از داده‌های موعده بلند، رابطه مثبتی را بین این متغیرها پیدا کردند، اما در هنگام استفاده از داده‌های موعده کوتاه، نتایج مغایری را پیدا کردند؛ «فلاد» و «تیلور»^۵ (۱۹۹۶) از داده‌های اوراق قرضه موعده متوسط (میان‌مدت) استفاده کردند و رابطه مثبتی را برآورد کردند، اما در هنگام استفاده از داده‌های اوراق قرضه متوسط، رابطه منفی را پیدا کردند.

«چوی» و «پارک»^۶ (۲۰۰۸) رابطه بین نرخ‌های بهره و نرخ‌های ارز در طی دوره بحران آسیا را با استفاده از مدل VAR بررسی کردند؛ آن‌ها استفاده از یک سیاست پولی کساد (نرخ بهره‌های بالا) در تثبیت نرخ‌های ارز را

1. Ca' Zorzi

2. Vithessonthi

3. Hnatkovska

4. Chinn & Meredith

5. Flood & Taylor

6. Choi & Park

رد کردند. «باسورتو» و «گاش»^۱ (۲۰۰۱) با استفاده از یک مدل پولی استاندارد برای تعیین نرخ ارز، نشان دادند که سیاست پولی کساد در حقیقت با ترقی نرخ ارز در طی بحران‌های ارز در سال ۱۹۹۷م. در سه کشور آسیایی، و در طی بحران ارز در مکزیک در سال ۱۹۹۴م. همراه بود.

«باتیستا»^۲ (۲۰۰۳) تعامل «نرخ بهره-نرخ ارز» را با استفاده از یک تحلیل هم‌بستگی مشروط پویا (DCC) بررسی کرده است؛ این روش GARCH چند متغیری با داده‌های هفتگی فیلپین از سال ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۰م. است. نتایج نشان می‌دهد که هم‌بستگی بین این متغیرها به‌هیچ عنوان ثابت نیست. در ترکیه، شوک‌های فراریت تغییرات ناگهانی را در هم‌بستگی‌های پویای نرخ بهره و بازارهای ارز خارجی ایجاد کردند، اما این تغییرات فقط در کوتاه‌مدت ایجاد شدند. این رفتار در بلندمدت پایدار نبود (سنسوی و سوپاسی، ۲۰۱۴).

بعضی از مقالات رابطه بین نرخ‌های ارز و نرخ‌های بهره را با استفاده از «تجزیه و تحلیل مبتنی بر موجک» مورد تحلیل قرار داده‌اند. تجزیه و تحلیل مبتنی بر موجک، این مزیت را دارد که می‌تواند سری‌های زمانی را به مقیاس‌های زمانی مختلف تجزیه کند؛ به طوری که رابطه بین متغیرها را بتوانیم در کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت تحلیل کنیم (هکر و همکاران، ۲۰۱۲؛ ۲۰۱۴). «هکر» و همکاران (۲۰۱۴) از تجزیه و تحلیل مبتنی بر موجک برای بررسی علیت بین نرخ نقدی ارز (نرخ روز ارز) و تفاضل نرخ بهره اسمی برای هفت جفت کشور استفاده می‌کنند. نرخ بهره‌های استفاده شده در این مطالعه، میانگین‌های ماهیانه هستند که از اسناد خزانه سه ماهه به‌دست می‌آیند، و نرخ‌های ارز هم میانگین قیمت‌های مورد مطالبه (فروشنده) هستند. آن‌ها از آزمون‌های فهمیدند که شواهد تقویتی وجود دارد که تفاضل نرخ بهره اسمی سبب افزایش نرخ ارز می‌شود، وقتی که مقیاس زمانی موجک افزایش می‌یابد؛ هم‌چنین در هنگام بررسی واکنش‌های آنی (تکانی) به نحوه تأثیرگذاری تفاضل نرخ بهره بر نرخ ارز، به‌نظر می‌رسد که شواهدی برای روابط منفی‌تر در مقیاس‌های زمانی کوتاه‌تر، و روابط مثبت‌تر در مقیاس‌های زمانی بلندتر وجود داشته باشد.

«آندریش»^۳ و همکاران (۲۰۱۴) الگوهای حرکت هم‌زمان نرخ بهره، قیمت سهام، و نرخ ارز در هند را برای دوره ژوئیه ۱۹۹۷ تا دسامبر ۲۰۱۰ اثبات کرده‌اند؛ آن‌ها از روش‌شناسی مبتنی بر موجک استفاده کرده‌اند. یافته‌های تجربی آن‌ها نشان می‌دهد که جفت «نرخ بهره-نرخ ارز» به‌صورت متناوب، اما فقط برای فاصله زمانی کوتاهی (۲۰۰۵-۲۰۰۷م.) برقرار بود؛ این نشان می‌دهد که مقامات پولی از هر دو کانال به‌عنوان یک مکانیزم انتقال پولی استفاده کرده‌اند. بحران مالی بین‌المللی، هیچ‌الگویی را از این حرکت هم‌زمان نشان نداده است.

«والکر» (۲۰۲۰) به بررسی رابطه بین تغییرات نرخ بهره و بازده سهام کشور اسپانیا بر مبنای موجک برای دوره زمانی ژانویه ۱۹۹۳ تا دسامبر ۲۰۲۰ پرداختند که در این مطالعه از تبدیل موجک HTW استفاده کرده‌اند و نتیجه گرفتند که تغییرات در بازدهی‌های اوراق قرضه ۱۰ سال دولت اسپانیایی به‌نظر می‌رسد که اثر کمی روی بازده سهام یک گروه گسترده از صنایع مانند: مواد شیمیایی و کاغذ، مالی، ساخت‌وساز و بهداشت دارد در مقابل بر خدمات شهری، بانک‌داری، غذا و نوشیدنی و املاک و مستغلات تأثیر چشمگیری دارد؛ هم‌چنین ارتباط بین تغییرات

1. Basurto & Ghosh

2. Bautista

3. Andrieş

در نرخ بهره و بازده حقوق صاحبان سهام در مقیاس‌های کوتاه‌تر ضعیف و همین ارتباط در بلندمدت به تکرارهای پایین قوی‌تر شده است؛ هم‌چنین نتیجه گرفتند که نقش نرخ بهره به عنوان یک عامل اصلی عملکرد بازار سهام اسپانیا فقط در درازمدت و برای صنایع خاص حفظ می‌شود.

۳. روش پژوهش

در این تحقیق سعی داریم با ارائه تحلیل موجک (تحلیل اکونوفیزیک) به تبیین مجدد ارتباط میان نرخ ارز و نرخ بهره در اقتصاد ایران با استفاده از داده‌های در دسترس ماهانه مستخرج از بانک‌های اطلاعاتی اداره حساب‌های اقتصادی، حساب‌های ملی بانک مرکزی و بانک داده‌های جهانی بپردازیم. از ویژگی مهم موجک‌ها می‌توان به قابلیت بالای آن‌ها در تحلیل پویایی رابطه علیت بین سری‌های زمانی اشاره کرد. از آنجا که طول موجک به‌طور بهینه در مقیاس‌های مختلف زمانی تغییر می‌کند، امکان بررسی هم‌زمان علیت کوتاه‌مدت و علیت بلندمدت بین سری‌های زمانی اقتصادی فراهم می‌شود. روش مطالعه این تحقیق به‌لحاظ هدف از نوع تحقیق کاربردی و به‌لحاظ تجزیه و تحلیل از نوع تحقیقات تحلیلی است.

۳-۱. تحلیل موجک و روش‌ها

تبدیل موجک، ابزاری بسیار کارا برای مواجهه با خواص نامانایی سری‌های زمانی است. استفاده از روش موجک در تحلیل مالی مزایای عمده‌ای دارد. به‌طور خلاصه می‌توان آن‌ها را در سه بخش عمده دسته‌بندی کرد؛ اول این‌که می‌توانیم مستقیماً به مطالعه سری‌های زمانی نامانا بپردازیم. ثانیاً می‌توانیم خواص کوتاه‌مدت موضعی را در رفتار مالی بررسی کنیم. ثالثاً می‌توانیم مدل‌ها و رفتارهای مالی را در زمان مقیاس‌های متفاوت مقایسه کنیم. به‌طور کلی می‌توان گفت که تحلیل موجک نسخه اصلاح شده و پالایش شده تحلیل «فوریه» است. قبل از ظهور تحلیل فوریه، دانشمندان سیگنال‌ها (سری‌های زمانی) را تنها با مطالعه در حوزه زمان بررسی می‌کردند. گرچه این کار ما را قادر می‌کند تا به بسیاری از خواص تکرار شونده در سری‌های زمانی پی ببریم، اما در تحلیل سیگنال‌های پیچیده با اجزای چندگانه عاجز خواهیم بود. به‌کارگیری تابع خود هم‌بستگی در سری‌های زمانی ما را قادر می‌کند که اطلاعاتی در مورد فرکانس‌های موجود در سیگنال به‌دست آوریم. با این‌وجود این تکنیک‌ها مقدار محدودی اطلاعات در اختیار ما قرار می‌دهند (پرسیوال^۱ و والدن^۲؛ ۲۰۰۰). نیاز به به‌دست آوردن اطلاعات بیشتر از سری‌های زمانی به شاخه‌ای از ریاضیات منجر شد که در آن هر سیگنال با استفاده از یک سری توابع متعامد بازنمایی می‌شود. ریشه این مسأله به تحقیقات ژوزف فوریه برمی‌گردد. تفاوت بین فوریه معمول (موج سینوسی) و یک موجک در خاصیت موضعی شدن^۳ است. موج سینوسی تنها در حوزه فرکانس موضعی می‌شود؛ درحالی‌که موجک هم در حوزه فرکانس و هم در حوزه زمان موضعی می‌شود.

1. Percival

2. Walden

3. Localization

۳-۲. تبدیل فوریه

در سال ۱۸۰۷م. ریاضی‌دان فرانسوی، «ژوزف فوریه»^۱ اثبات کرد که هر تابع متناوب با دوره تناوب (2π) را می‌توان به صورت مجموعی از سینوس‌ها و کسینوس‌ها بیان کرد. سری فوریه و ضرایب آن با استفاده از فرمول زیر به دست می‌آید (شلیچر، ۲۰۰۲):

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos(kx) + b_k \sin(kx)) \quad (19)$$

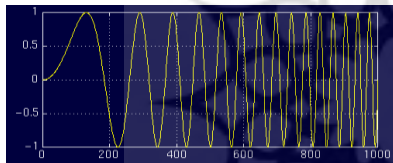
که در فرمول فوق داریم:

$$b_k = \int_0^{2\pi} f(x) \sin(kx) dx \quad a_k = \int_0^{2\pi} f(x) \cos(kx) dx \quad (20)$$

با استفاده از قاعده «ویلر» که بیان می‌دارد $i = \sqrt{-1}$ ؛ $e^{ix} = \cos(x) + i \sin(x)$ ، تبدیل فوریه که به شکل زیر بیان می‌شود به عنوان پلی بین حوزه زمان و حوزه فرکانس عمل می‌کند:

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-i\omega x} dx \quad (21)$$

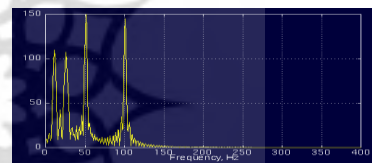
به عنوان مثال، تبدیل فوریه سری شکل ۱ در شکل ۲ دیده می‌شود. دقت شود که در تبدیل فوریه سری، مشخص نیست که محتوای فرکانسی موجود در سری چه موقعی از زمان رخ می‌دهد.



شکل ۳: سری نامانا

Fig. 3: un stationary series

(حسینی نسب و خضری، ۱۳۹۰).



شکل ۱: تبدیل فوریه سری

Fig. 2: Fourier transform of the series

(حسینی نسب و خضری، ۱۳۹۰).

۳-۳. تبدیل فوریه پنجره‌ای (WFT)^۲

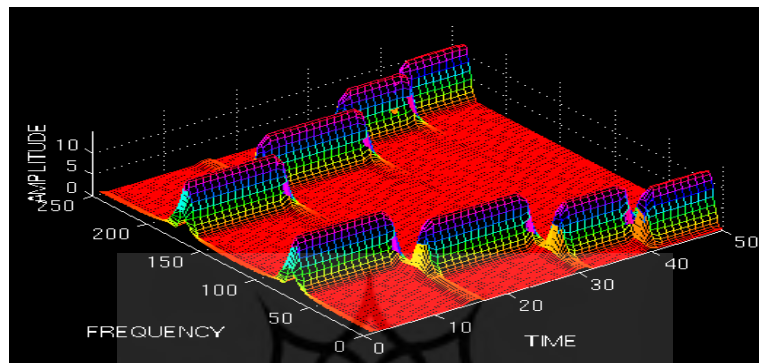
این تابع پنجره‌ای ابتدا در نقطه شروع سیگنال قرار می‌گیرد؛ یعنی تابع پنجره‌ای در $t = 0$ قرار می‌گیرد؛ سپس سیگنال و تابع پنجره‌ای در هم ضرب می‌شوند. با این کار ما تنها بخشی از سیگنال را که به اندازه پهنا پنجره است، انتخاب کرده‌ایم؛ حال سیگنال حاصل از ضرب تابع پنجره در سیگنال اصلی خود سیگنال جدیدی است که باید تبدیل فوریه بر آن اعمال شود. اگر سیگنال در این پهنا مانا باشد (که فرض کردیم این‌گونه است) حاصل این تبدیل بازنمایی فرکانس صحیحی از سیگنال اصلی در پهنا پنجره به ما ارائه می‌دهد. گام بعدی حرکت دادن این پنجره در طول زمان به موقعیت جدید، ضرب تابع پنجره در سیگنال اصلی و اعمال تبدیل فوریه بر حاصل ضرب است. این فرآیند تکرار می‌شود تا به انتهای سیگنال برسیم. فرمول زیر، فرآیندهای فوق را در یک خط خلاصه می‌کند:

¹. Joseph Fourier

². Windowed Fourier Transform

$$WFT_X^{(\omega)}(t', f) = \int_t [x(t) \omega^*(t-t')]. e^{-i2\pi ft} dt \quad (22)$$

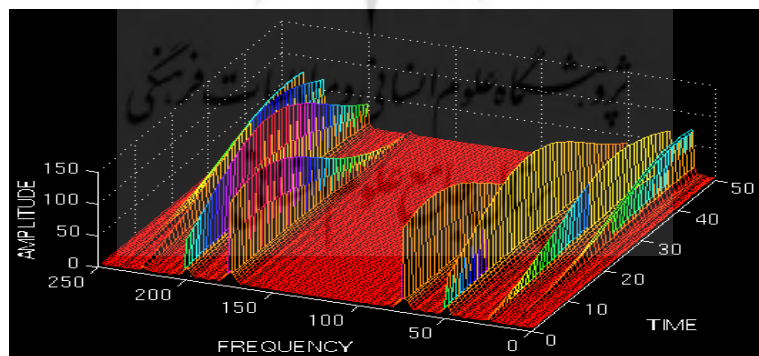
در فرمول فوق $x(t)$ سیگنال اصلی، $\omega(t)$ تابع پنجره و علامت * نشان دهنده مزدوج مختلط آن است. همان گونه که از معادله فوق مشخص است، تبدیل فوریه پنجره‌ای چیزی نیست جز همان تبدیل فوریه که در یک تابع پنجره ضرب شده است. به ازای هر مقدار جدید t' و f یک ضریب تبدیل فوریه پنجره‌ای جدید محاسبه می‌شود؛ با این وجود تبدیل فوریه پنجره‌ای مشکل دقت دارد. این مسأله در شکل‌های ۳ و ۴ کاملاً واضح است. در اینجا بایستی الزاماتی برای پهنای پنجره تعیین شود. تبدیل موجک، راه‌حل این مشکل است (شلیچر، ۲۰۰۲).



شکل ۴: نمودار فرکانس-زمان

Fig 4: Frequency-time diagram

همان طور که در شکل مشخص است نمودارها در بازه فرکانس از هم به وضوح تفکیک شده‌اند، اما در محور زمان هم پوشانی‌هایی دارند که نشانگر این است که وقتی پهنای پنجره بالا باشد، دقت در حوزه زمان پایین و در حوزه فرکانس بالا است (حبیب‌دوست و جلالی، ۱۳۹۱).



شکل ۵: نمودار فرکانس-زمان

Fig 5: Frequency-time diagram

همان طور که در شکل مشخص است نمودارها در بازه زمان از هم به وضوح تفکیک شده‌اند، اما در محور فرکانس هم پوشانی‌هایی دارند که نشانگر این است که وقتی پهنای پنجره کم باشد دقت در حوزه زمان بالا و در حوزه فرکانس پایین است (حبیب‌دوست و جلالی، ۱۳۹۱).

۳-۴. تبدیل موجک پیوسته (CWT)^۱

تبدیل موجک، سری زمانی را به نسخه‌های برگردانده شده و بسط داده شده از موجک مادر تقسیم می‌کند که به خوبی در حوزه زمان و فرکانس (نوسانات متغیر موردنظر در افق‌های زمانی متفاوت) موضعی شده است. در این روش، سری‌های زمانی می‌توانند به فضای زمان فرکانس بسط داده شوند که در آن نوسانات زمان یا فرکانس به روش شهودی و مستقیم مشاهده می‌شود. اغلب دو طبقه از انتقال موجک وجود دارد. انتقال موجک گسسته DWT و انتقال موجک پیوسته DWT که برای کاهش نویز و فشردگی داده‌ها مور استفاده قرار می‌گیرد درحالی‌که CWT برای استخراج ویژگی‌ها و کشف خود مشابهتی داده‌ها مفید است (گرینستد و همکاران، ۲۰۰۴؛ لو، ۲۰۱۳)؛ بنابراین CWT به‌طور گسترده‌ای در اقتصاد و امور مالی مورد استفاده قرار می‌گیرد (اگوار کونراری و همکاران، ۲۰۰۸؛ روا، ۲۰۱۲) با وجود وجود سری زمانی $X(t) \in L^2(\mathbb{R})$ ، CWT آن با توجه به موجک مادر $\psi_{\tau, S}(t)$ به‌عنوان ضرب داخلی $X(t)$ در خانواده $\psi_{\tau, S}(t)$ از موجک‌های به اصطلاح دختر تعریف می‌شود:

$$W_{X, \Psi}(\tau, S) = (X(t), \psi_{\tau, S}(t)) = \int_{-\infty}^{+\infty} X(t) \psi^*_{\tau, S}(t) dt \quad (23)$$

که در آن علامت ستاره* ترکیب پیچیده‌ای را نشان می‌دهد؛ به عبارت دیگر، $\psi^*_{\tau, S}$ توابع ترکیبی پیچیده‌ای از توابع موجک دختر $\psi_{\tau, S}(t)$ است؛ همان‌طور که در بالا بدان اشاره شد از موجک مادر $\psi(t)$ در طول تجزیه است؛ به طوری که

$$\psi_{\tau, S}(t) = |S|^{-1/2} \psi\left(\frac{t-\tau}{S}\right), \tau, S \in \mathbb{R}, S \neq 0 \quad (24)$$

تفاوت پارامتر مقیاس موجک s دلالت بر موجک مادر فشرده ($s < 1$) یا کشیده ($s > 1$) در میان فرکانس‌ها دارد؛ درحالی‌که بازگرداندن آن در طول شاخص زمان موضعی τ دلالت بر انتقال وضعیت موجک $\psi_{\tau, S}(t)$ در زمان دارد. در این روش، می‌توان تصویری ساخت که هم دامنه نوسان هر ویژگی موجود در $X(t)$ را در مقابل مقیاس مختلف نشان دهد، و هم این‌که این دامنه نوسانی چگونه در طول زمان تغییر می‌کند (تورنس و کمبو، ۱۹۸۸)؛ علاوه بر این از آنجایی‌که هم s و هم τ مقادیر واقعی هستند که به‌طور مداوم تغییر می‌کنند (با قید $s \neq 0$)؛ بنابراین $W_{X, \Psi}(\tau, S)$ به‌عنوان موجک پیوسته نام‌گذاری می‌شود. برای موجک مادر CWT، $\psi_{\tau, S}(t)$ باید دو ویژگی را حتماً داشته باشد. $X(t) \in L^2(\mathbb{R})$ ، و دیگری شرط قابل قبول بودن که عبارت است از:

$$0 < C_{\psi} = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{|\Psi(f)|^2}{|f|} df < +\infty \quad (25)$$

که در آن $\Psi(f)$ انتقال فوریه موجک مادر $\psi(t)$ است و f فرکانس فوریه است. با نگاهی به فرمول مشخص است که C_{ψ} از f مستقل است و تنها با موجک $\psi(t)$ تعیین می‌شود این بدان معناست که C_{ψ} مقداری ثابت برای هر تابع موجک مادر داده شده است، که ثابت قابل قبول نیز نامیده می‌شود. اهمیت شرط قابل قبول بودن این است که امکان بهبود سری زمانی $x(t)$ از CWT یعنی $W_{X, \Psi}(\tau, S)$ را به‌صورت زیر تأمین می‌کند:

$$x(t) = \frac{1}{C_{\psi}} \int_{-\infty}^{+\infty} \left[\int_{-\infty}^{+\infty} W_{X, \Psi}(\tau, S) \psi_{S, \tau}(t) d\tau \right] \frac{ds}{s^2}, S \neq 0 \quad (26)$$

¹. Continuous Wavelet Transform

یعنی در این روش می‌توانیم از $X(t)$ به CWT برسیم و از CWT به $X(t)$ بازگردیم؛ لذا می‌توان پذیرفت که $X(t)$ و $W_x, \Psi(T, S)$ دو ارائه متفاوت از عبارت ریاضی یکسان است. مهم‌تر این که انرژی اصلی $X(t)$ می‌تواند از طریق انتقال موجک به صورت زیر حفظ شود.

$$\|x\|^2 = \frac{1}{C_\Psi} \int_{-\infty}^{+\infty} \left[\int_{-\infty}^{+\infty} |W_x(\tau, s)|^2 \Psi_{s, \tau}(t) d\tau \right] \frac{ds}{s^2} \quad (27)$$

که در آن $\|x\|$ به عنوان انرژی $X(t)$ تعریف می‌شود.

انواع مختلفی از موجک مادر وجود دارد که برای اهداف مختلف در دسترس است؛ مانند: هار، مورلت، دابچیز، مکزیکن هت، و... پرکاربردترین موجک مادر برای رسیدن به هدف استخراج ویژگی، موجک مورلت است که برای اولین بار از سوی «گاپیلاد» و همکاران (۱۹۸۴) مطرح شد؛ نسخه تسهیل شده آن به صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$\psi(t) = \pi^{-\frac{1}{4}} e^{-i\omega_0 t} e^{-\frac{t^2}{2}} \quad (28)$$

که در آن $\pi^{-1/4}$ انرژی واحدی را برای موجک مادر تضمین می‌کند. علاوه بر این ω_0 فرکانس بی بعد است و معمولاً در عمل برابر ۱ قرار می‌گیرد؛ چراکه این مقدار می‌تواند تضمین کند که موجک مورلت تقریباً موجکی تحلیلی است و تفسیر رابطه میان مقیاس s و فرکانس فوریه f را آسان می‌کند.

۳-۵. طیف قدرت موجک

در نظریه موجک، طیف قدرت موجک سری زمانی $X(t)$ با $W_x, \Psi(\tau, S)$ داده شده که طیف قدرت موجک خودکار نامیده می‌شود. این طیف می‌تواند به عنوان معیار واریانس موضعی برای $X(t)$ در هر فرکانس تفسیر شود. از آنجایی که انتقال بین موجک دو سری زمانی $X(t)$ و $Y(t)$ که اولین بار «هاجینز» و همکاران (۱۹۹۳) آن را مطرح کردند، طیف قدرت بین موجک به صورت ذیل نوشته می‌شود و معیار همبستگی میان X و Y در هر فرکانس را ارائه می‌دهد (تورنس و کمپو، ۱۹۹۸).

$$|W_{xy}, \psi(\tau, s)|^2 = |\psi_y, \psi * (\tau, s)|^2 |W_x, \psi(\tau, s)|^2 \quad (29)$$

بنابراین در نمودارهای طیف قدرت موجک، نقاطی که با رنگ قرمز و با خطوط پر رنگ مشکی مشخص شده‌اند، نواحی هستند که در مقیاس زمانی مربوطه خود، بیشترین واریانس و یا نوسانات را دارا بوده‌اند؛ همچنین نواحی خارج از منحنی‌های مخروطی شکل، نقاطی هستند که تفسیر آن‌ها به راحتی امکان پذیر نیست و با احتیاط بیشتری می‌بایست، تفسیر شوند.

۳-۶. همبستگی موج و اختلاف فاز

در تحلیل ارتباط پویا میان رشد پول و تورم، توجه به همبستگی (هم‌دوسی) موجک و اختلاف فاز بسیار ضروری است. همبستگی موجک را می‌توان با استفاده از طیف بین موجی و طیف‌های موجک خودکار به صورت زیر محاسبه نمود:

$$R_{xy}^2(\tau, s) = \frac{|s(S^{-1}w_{xy}, \psi(\tau, s))|^2}{|S^{-1}w_x, \psi(\tau, s)|^2 |S^{-1}w_y, \psi(\tau, s)|^2} \quad (30)$$

هم‌بستگی مویک مورد مطالعه به صورت توان دوم ارائه شده است. هم‌بستگی مویکی اگرچه هم‌بستگی را در مقیاس زمانی مختلف نشان می‌دهد، اما از پاسخ به این پرسش که کدام متغیر، علت ایجاد تغییر در متغیر دیگری بوده است را نشان نمی‌دهد. این پاسخ توسط نمودارهای هم‌دوسی و جهت‌های اختلاف فازی موجود در این نمودارها داده می‌شود. با توجه به روش تبدیل طیف بسامدی فوریه، هم‌دوسی مویکی را می‌توان به صورت نسبت طیف بسامدی متقاطع دو سری زمانی به ضرب طیف بسامدی هر یک از سری‌های زمانی تعریف کرد (کونراریا و همکاران، ۲۰۰۸؛ روا، ۲۰۱۲)؛ به عبارت ساده‌تر خود هم‌بستگی در فضای زمانی سری زمانی تعریف می‌شود و هم‌دوسی، همان خودهم‌بستگی اما در فضای بسامدی سری زمانی تعریف می‌شود. در هم‌دوسی می‌توان به خود هم‌بستگی در مقاطع زمانی خاص و هم‌زمان به مقیاس‌های زمانی خاص دست‌یافت. در رابطه (۱۲) متغیر S یک عمل‌گرای هم‌وارساز است؛ لذا پس از هم‌وارسازی، هم‌بستگی مویک توان دوم مقداری بین ۰ و ۱ را در فضای زمان-فرکانس اختیار می‌کند. در تصاویر هم‌بستگی مویک این موضوع با رنگ‌ها نشان داده شده است؛ قرمز نشان‌دهنده بستگی قوی و آبی نشان‌دهنده هم‌بستگی ضعیف است. در این روش، هم‌دوسی مویک منجر به تحلیل سه بُعدی می‌شود که می‌تواند هم‌زمان مؤلفه‌های زمان و فرکانس و نیز میزان هم‌بستگی را نشان دهد؛ بنابراین، به ما کمک می‌کند تا هم‌بستگی موضعی را میان نرخ ارز واقعی و نرخ بهره واقعی از هم متمایز سازیم و تغییرات ساختاری در طول زمان و ارتباطات کوتاه و بلندمدت میان فرکانس‌ها را شناسایی کنیم. از آنجایی که هم‌بستگی مویک به صورت توان دوم است، نمی‌توانیم میان هم‌بستگی‌های مثبت و منفی تمایز قائل شویم؛ بنابراین نیاز به ابزار اختلاف فاز است تا پیشنهادهای مثبت یا منفی در مورد هم‌بستگی‌ها و ارتباطات پیشروی-پسرو میان سری‌های زمانی را ارائه دهد؛ از طرفی چون مویک مورلت تابع پیچیده‌ای است، CWT نیز با توجه به این نوع از مویک مادر، بسیار پیچیده و به دو قسمت واقعی و موهومی تقسیم می‌شود؛ بنابراین بر پایه کار «بلوم فیلد» و همکاران (۲۰۰۴) اختلاف فاز میان x و y به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\phi_{xy} = \tan^{-1} \left(\frac{\Im\{S(s-1W_{xy}, \psi(\tau, s))\}}{\Re\{S(s-1W_{xy}, \psi(\tau, s))\}} \right), \text{ with } \phi_{xy} \in [-\pi, \pi] \quad (31)$$

که در آن J و R به ترتیب بخش‌های موهومی و واقعی انتقال میان مویکی هستند؛ بنابراین به دنبال کار «ویسولسکو» و «اوزوسکین»^۱ (۲۰۱۲) و نیز «گوار کونراریا» و «سورس» (۲۰۱۳) می‌توانیم به سادگی اختلاف فاز را به وقفه زمانی میان X و Y تبدیل کنیم، به طوری که:

$$(\Delta t)_{xy} = \frac{\phi_{xy}}{2\pi f} \quad (32)$$

که در آن $2\pi f$ فرکانس زاویه‌ای با توجه به مقیاس زمانی s است، یعنی فرکانس معمول ω فوریه به صورت $\omega_{\psi} = f$ است.

توجه کنید که ω_{ψ} نشان‌دهنده فرکانس مویک مادر یا به عبارتی فرکانس بدون بعد ω_0 مویک مورلت است. با استفاده از f با انتخاب $\omega_0=1$ ، f به دست می‌آید؛ بنابراین وقفه زمانی (Δt) به صورت زیر است:

$$(\Delta t)_{xy} = \frac{\phi_{xy} \cdot S}{2\pi} \quad (33)$$

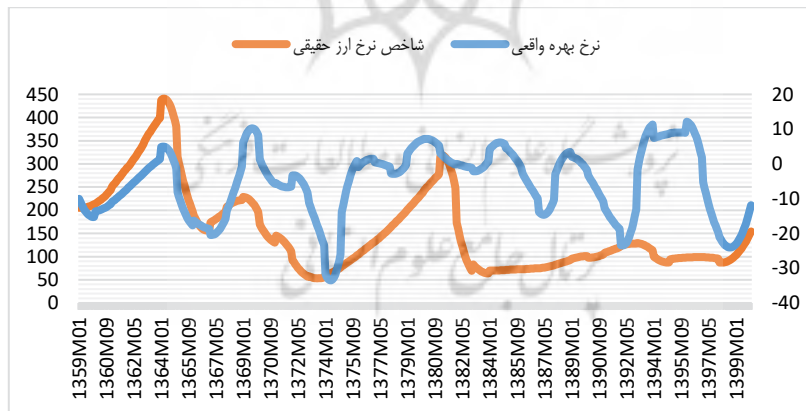
1. Visolsko & Ozoskin

در این مطالعه سعی بر این است تا اختلاف فاز به صورت بردارهایی در نمودارهای وابستگی موجک نشان داده شود. بردارهایی که به سمت راست هستند (x و y) در فاز قرار دارند (یا به صورت مثبت با هم ارتباط دارند)؛ در حالی که بردارهایی که به سمت چپ هستند، یعنی x و y خارج از فاز هستند. (یا ارتباط منفی دارند) بردارهایی که به سمت سایر جهات هستند به معنای ارتباطات پیشروی-پسرو میان آنها است؛ به عبارت دیگر، اختلاف می تواند رابطه علیت میان x و y را نشان دهد.

۴. توصیف داده‌ها و نتایج تجربی

در این مطالعه برای بررسی هم‌دوسی بین نرخ ارز واقعی (داده‌های مربوط به نرخ ارز مؤثر مرتبط با دوره مورد مطالعه از سایت بانک جهانی استخراج و پس از کسر نرخ تورم از آن تبدیل شد به نرخ ارز مؤثر واقعی) و نرخ بهره واقعی (نرخ سود واقعی تسهیلات) (نرخ سود تسهیلات از سایت بانک مرکزی و وزارت اقتصاد و دارای استخراج سپس نرخ تورم از آن کسر گردید) در ایران و تحلیل رابطه علی و معلولی بین آنها از داده‌های ماهانه نرخ ارز مؤثر واقعی و نرخ سود واقعی تسهیلات برای بازه زمانی ۱۳۵۹ تا ۱۳۹۹ استفاده شده است. در ادامه، ابتدا روند متغیرهای پژوهش بررسی شده و سپس ایستایی و هم‌انباشتگی متغیرها مورد آزمون قرار می‌گیرد. در ادامه با استفاده از آزمون علیت طیفی به بررسی وجود و جهت علیت متغیرها طی دوره‌های مختلف زمانی پرداخته می‌شود. در نهایت با استفاده از رویکرد تحلیل موجک رابطه بین نرخ بهره حقیقی و شاخص نرخ ارز حقیقی در فرکانس‌های مختلف زمانی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

۴-۱. بررسی روند متغیرها



نمودار ۱: روند شاخص نرخ ارز حقیقی و نرخ بهره حقیقی

Diag. 1: The trend of real exchange rate and real interest rate index

در نمودار ۱ روند نرخ ارز حقیقی (نرخ ارز مؤثر واقعی) و نرخ بهره واقعی (نرخ سود واقعی تسهیلات) طی فروردین ۱۳۵۹ تا اسفند ۱۳۹۹ ارائه شده است. محور سمت چپ نمودار تغییرات شاخص نرخ ارز حقیقی و محور سمت راست نرخ بهره حقیقی را نشان می‌دهد.

همان‌طور که مشاهده می‌شود تا سال ۱۳۶۶ این دو متغیر هم‌حرکتی بالایی دارند؛ اما با تعیین دستوری نرخ سود در شبکه بانکی و تثبیت نرخ ارز رسمی و به دنبال آن شوک‌های ارزی، ارتباط این دو متغیر در سایر سال‌های مورد بررسی به شدت تضعیف شده است؛ همان‌طور که در نمودار مشاهده می‌شود با خروج آمریکا از معاهده برجام ابتدا نرخ ارز حقیقی در اقتصاد ایران افزایش یافت و در ادامه با تشدید کسری بودجه دولت و افزایش انتشار اوراق دولتی، سیاست‌گذار پولی چاره‌ای جز افزایش نرخ سود نداشته است.

۴-۲. آزمون مانایی متغیرها

با توجه به تواتر ماهانه داده‌های پژوهش باید از آزمون ایستایی مختص این داده‌ها استفاده کرد؛ به این منظور از آزمون «هیلبرگ»^۱ و همکاران (۱۹۹۰) موسوم به «YGEH» استفاده شده است. سطح معناداری این آزمون توسط شبیه‌سازی «مونت کارلو» محاسبه شده است. نتایج آزمون مانایی متغیرهای مورد مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱. آزمون مانایی برای داده‌های ماهانه پژوهش

Tab. 1: stationary test for monthly research data

سطح معناداری شبیه سازی شده		آماره آزمون		فرض صفر
نرخ بهره حقیقی	شاخص نرخ ارز حقیقی	نرخ بهره حقیقی	شاخص نرخ ارز حقیقی	
۰.۱۰۵	۰.۱۵۸	-۴.۴۱۱	-۲.۹۵۳	ریشه واحد غیر فصلی و ماهانه
۰.۱۰۵	۰.۰۰۶	-۸.۵۳۳	-۸.۳۴۵	ریشه واحد (دوماهه)
۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۶۱۶۱۷	۶۱.۰۲۱	ریشه واحد (سه‌ماهه)
۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۸۷.۰۴۳	۸۳.۲۹۹	ریشه واحد (چهارماهه)
۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۷۴.۸۸۶	۷۴.۲۳۴	ریشه واحد (۱۲ ماهه)

نتایج آزمون مانایی متغیرها نشان می‌دهد هر دو متغیر در برخی از فرکانس‌ها ناماننا هستند و با یک‌بار تفاضل‌گیری مانا شده و انباشته از مرتبه اول $I(1)$ می‌باشند؛ در نتیجه باید قبل از بررسی روابط بین متغیرها از وجود هم‌انباشتگی آن‌ها اطمینان حاصل کرد.

نتایج آزمون هم‌انباشتگی «یوهانسن» بدون حضور عرض از مبدأ و روند خطی در رابطه هم‌انباشتگی در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. بررسی وجود بردار هم‌انباشتگی بین نرخ بهره حقیقی و شاخص نرخ ارز حقیقی

Tab. 2: Investigating the existence of the cointegration vector between the real interest rate and the real exchange rate index

سطح معناداری	مقدار بحرانی	آماره اثر	
۰.۰۰۰۹	۱۲.۳۲۱	۲۱.۹۸۰	هیچ رابطه هم‌انباشتگی وجود ندارد
۰.۲۴۱۸	۴.۱۳۰	۱.۵۹۹	حداقل یک رابطه هم‌انباشتگی وجود دارد

¹. Hilberg

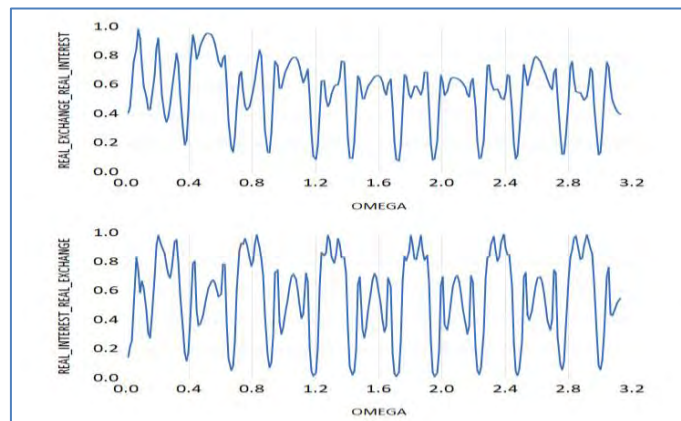
۳-۴. تحلیل آزمون علیت گرنجری برحسب فرکانس

محور عمودی، سطح احتمال رد فرضیه صفر مبنی وجود نداشتن رابطه علی از متغیر دوم به متغیر اول را نشان می‌دهد. محور افقی نشان‌دهنده فرکانس است که فرکانس بالا (پایین) با کوتاه‌مدت (بلندمدت) در ارتباط است؛ همان‌طور که در نمودار ۲ مشاهده می‌شود فرض وجود رابطه علیت در کلیه دوره‌های زمانی از نرخ بهره حقیقی به نرخ ارز حقیقی رد می‌شود؛ با این حال در سطح اطمینان ۹۵٪ در کوتاه‌مدت و برخی از دوره‌ها رابطه علیت از نرخ ارز حقیقی به سمت نرخ بهره حقیقی برقرار است.

جدول ۳: نتایج آزمون علیت گرنجری در دامنه فرکانس‌های مختلف

Tab. 3: The results of the Granger causality test in the domain of different frequencies

فرکانس زاویه‌ای	نرخ بهره علت گرنجر نرخ ارز نیست	نرخ ارز علت گرنجر نرخ بهره نیست	فرکانس زاویه‌ای	نرخ بهره علت گرنجر نرخ ارز نیست	نرخ ارز علت گرنجر نرخ بهره نیست
۱.۷۱۱	۰.۰۹۷	۰.۰۱۸۷	۲.۴۹	۰.۰۹۷	۰.۰۶۹۷
۱.۹۵۴	۰.۰۹۸	۰.۰۱۹۸	۰.۹۰۷	۰.۰۹۸	۰.۰۸۰۲
۱.۱۸۸	۰.۱۱۹	۰.۰۲۲۳	۲.۲۴۸	۰.۱۱۹	۰.۰۸۲۵
۲.۴۷۸	۰.۱۲۴	۰.۰۲۸۲	۱.۴۱۸	۰.۱۲۴	۰.۰۸۳۹
۱.۴۳	۰.۱۰۲	۰.۰۳۲۴	۰.۶۷۷	۰.۱۰۲	۰.۰۸۷۴
۲.۲۳۵	۰.۱۰۳	۰.۰۳۳۸	۲.۹۸۸	۰.۱۰۳	۰.۰۹۱۱
۱.۶۹۹	۰.۲۲	۰.۰۴۱۲	۲.۷۴۶	۰.۲۲	۰.۱۰۳۳
۱.۹۶۷	۰.۲۲۳	۰.۰۴۳۷	۰.۹۱۹	۰.۲۲۳	۰.۱۱۴۴
۱.۲	۰.۰۹۶	۰.۰۴۴۸	۲.۷۷۱	۰.۰۹۶	۰.۱۲۱۸
۱.۷۲۴	۰.۰۸۴	۰.۰۴۸۸	۰.۳۸۳	۰.۰۸۴	۰.۱۲۷۹
۱.۹۴۱	۰.۰۹	۰.۰۴۹۷	۳.۰۱۴	۰.۰۹	۰.۱۳۰۵
۱.۴۴۳	۰.۲۱۴	۰.۰۵۴۴	۰.۶۵۱	۰.۲۱۴	۰.۱۴۲۲
۱.۱۷۵	۰.۲۷۵	۰.۰۵۴۸	۰.۰۱۳	۰.۲۷۵	۰.۱۵۳۷
۲.۴۶۵	۰.۰۹۸	۰.۰۵۵۸	۰.۸۹۴	۰.۰۹۸	۰.۱۶۳۸
۲.۲۲۲	۰.۲۱۵	۰.۰۵۹۴	۰.۲۷	۰.۲۱۵	۰.۱۸۲۵
۰.۶۶۴	۰.۱۸	۰.۰۶۴۵	۱.۶۸۶	۰.۱۸	۰.۱۸۴
۳.۰۰۱	۰.۱۴۴	۰.۰۶۵۶	۰.۳۹۶	۰.۱۴۴	۰.۱۸۶
۲.۷۵۸	۰.۱۳۳	۰.۰۶۶۱	۱.۹۷۹	۰.۱۳۳	۰.۱۹۱۹
۱.۷۱۱	۰.۰۹۷	۰.۰۱۸۷	۲.۴۹	۰.۰۹۷	۰.۰۶۹۷



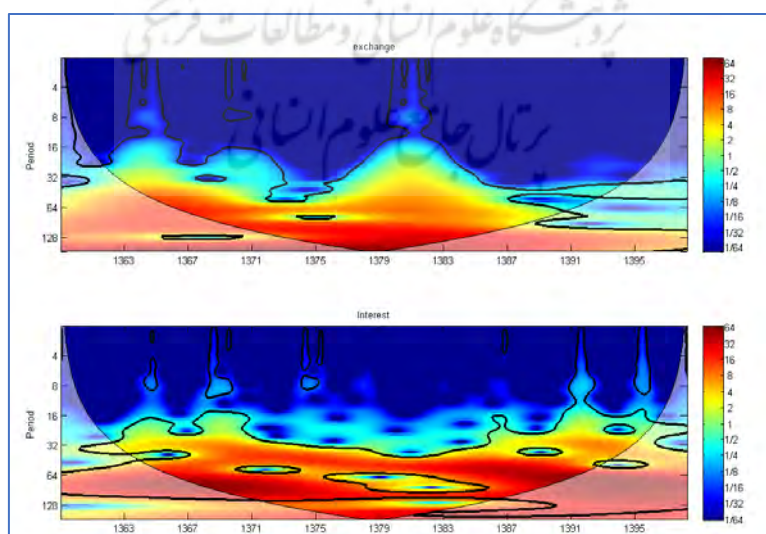
نمودار ۲: آزمون علیت گرنجری در دامنه فرکانس‌های مختلف

Diag. 2: Granger causality test in the domain of different frequencies

در حقیقت تغییرات نرخ ارز حقیقی حداقل در برخی از فرکانس‌ها علت نرخ بهره حقیقی است؛ به بیان دیگر، چارچوب تغییرات نرخ بهره در ایران عمدتاً تحت‌تأثیر نرخ ارز بوده و در پاسخ به کاهش ارزش پول ملی، افزایش کسری بودجه، افزایش تورم و تلاطم در سایر بازارهای مالی و خروج سرمایه، نرخ بهره در اقتصاد ایران تغییر کرده است و استفاده درستی از این ابزار سیاستی در جهت حفظ ارزش پول ملی نشده است.

۴-۴. تحلیل هم‌بستگی بین متغیرها براساس رویکرد موجک

ایده اصلی هم‌بستگی موجک شبیه هم‌بستگی خطی سنتی است. با این تفاوت که هم‌بستگی موجک رابطه دو سری زمانی را براساس منطقه زمانی و تناوب زمانی به هم پیوسته مورد بررسی قرار می‌دهد. محاسبات هم‌بستگی موجک براساس تبدیل موجک مقطعی و طیف‌توانی موجک از هر سری زمانی است که در نرم‌افزار متلب انجام شده است.

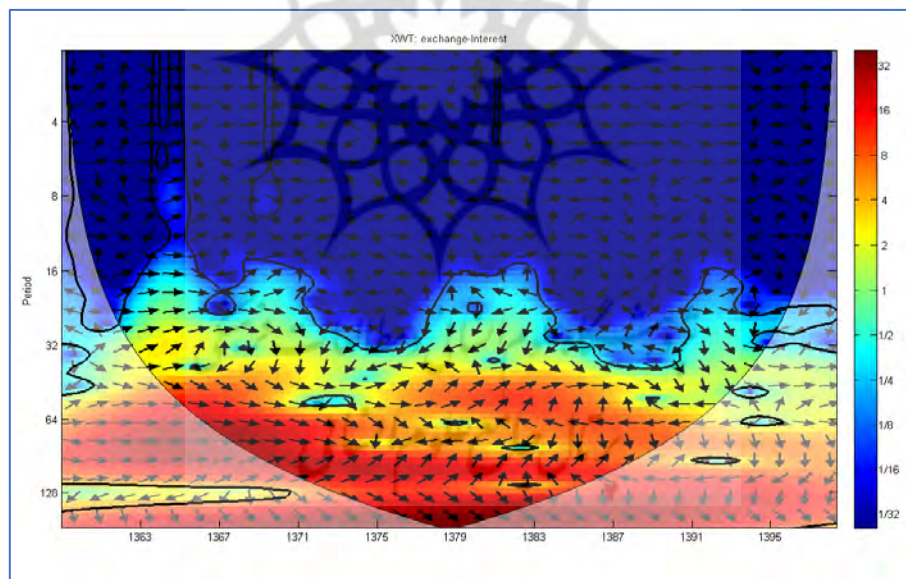


نمودار ۳: شاخص نرخ ارز حقیقی و نرخ بهره حقیقی و طیف توان موجک پیوسته آن‌ها براساس داده‌های ماهانه

Diag. 3: Real exchange rate index and real interest rate and their continuous wave power spectrum based on monthly data

در نمودار ۳، طیف توان موجک شاخص نرخ حقیقی و نرخ بهره حقیقی ترسیم شده است. خط مشکی ضخیم سطح معناداری ۹۵٪ را در برابر نویز قرمز نشان می‌دهد و ناحیه معناداری که در آن ممکن است معناداری را مخدوش کند، به صورت سایه-روشن‌تر نشان داده شده است. طیف توان موجک واریانس موضعی متغیر سری زمانی در مقیاس زمانی s را نشان می‌دهد و نوسانات واریانس در فرکانس‌های مختلف را ارائه می‌دهد. در نمودار ۳، نواحی که به لحاظ آماری در سطح ۵٪ معنی‌دار می‌باشند با خطوط پررنگ مشکی مشخص شده‌اند؛ بنابراین در نمودار طیف توان موجک، نقاطی که با رنگ قرمز و با خطوط پررنگ مشکی احاطه شده‌اند، نواحی هستند که در مقیاس زمانی مشخص شده، بیشترین واریانس و یا نوسانات را دارند؛ همچنین نواحی خارج از منحنی‌های مخروطی شکل، نقاطی هستند که تفسیر آن‌ها به راحتی امکان‌پذیر نبوده و باید با احتیاط بیشتری تفسیر شوند؛ همان‌طور که در نمودار ۳ مشاهده می‌شود طیف توان موجک نرخ بهره حقیقی و نرخ ارز حقیقی شباهت‌هایی با هم دارند؛ به طوری که در فرکانس میان مدت، واریانس هر دو سری طی سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۷ افزایش نسبی داشته است.

تبدیل موجک متقاطع (TWX) امکان تشخیص شدت هم‌بستگی، اختلاف فاز (تأخیر زمانی) و عدم ایستایی را می‌دهد. رویکرد ارائه شده در اینجا از یک تکنیک TWX پیوسته با موجک مورلت به عنوان تابع مادر استفاده می‌کند. توان موجک متقاطع که در نمودار ۴ ارائه شده است، نواحی با توان مشترک بالا را نشان می‌دهد.



نمودار ۴: توان موجک مشترک بین شاخص نرخ ارز حقیقی و نرخ بهره حقیقی براساس داده‌های ماهانه

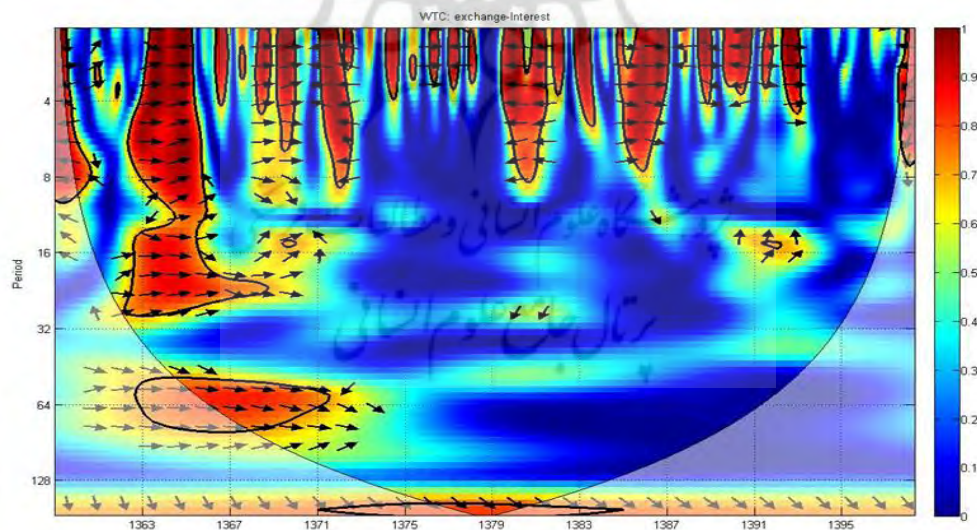
Diag. 4: Common wavelet power between real exchange rate index and real interest rate based on monthly data

معیار مفید دیگر این است که تبدیل موجک متقاطع در فضای فرکانس زمانی چه قدر هم‌بسته هستند. سطح معنی‌داری آماری هم‌دوسی موجک با استفاده از روش مونت کارلو برآورد شده است؛ به این منظور، مجموعه بزرگی از جفت‌های داده جایگزین با ضرایب اتورگرسیو مرتبه اول مشابه به عنوان مجموعه داده‌های ورودی تولید می‌شود.

در ادامه برای هر جفت هم‌دوسی موجک محاسبه می‌شود؛ سپس سطح اهمیت را برای هر مقیاس تنها با استفاده از مقادیر خارج از فضای معناداری تخمین می‌زنیم.

هم‌بستگی (هم‌دوسی) چندگانه موجک همانند هم‌بستگی چندگانه سنتی است، با این توضیح که هم‌بستگی چندگانه موجک مفهوم سنتی هم‌بستگی را به منطقه تناوب زمانی بسط می‌دهد؛ این عمل سبب می‌شود هم‌بستگی سری‌های زمانی برای زمان و تناوب متفاوت کشف شود. هم‌بستگی موجک دو سری زمانی توسط ضرایب هم‌بستگی محلی آن دو در فضای زمان-فرکانس تعریف می‌شود (تورنس و کامپو^۱، ۱۹۹۸). هم‌بستگی موجک به صورت مربع مقدار طیف موجک متقاطع تعریف شده و توسط توان موجک هموار شده برای هر یک از سری‌های زمانی، نرمال شده است. مربع هم‌بستگی موجک عددی بین صفر و یک در فضای زمان-فرکانس است؛ در نتیجه نمودار هم‌بستگی موجک امکان تحلیل در فضای سه‌بعدی (شدت هم‌بستگی، فرکانس و زمان) را فراهم می‌کند. در نمودار ۵، محور افقی زمان، محور عمودی سمت چپ فرکانس (مقیاس زمانی برحسب فصل) و محور عمودی سمت راست ضریب هم‌بستگی را نشان می‌دهد.

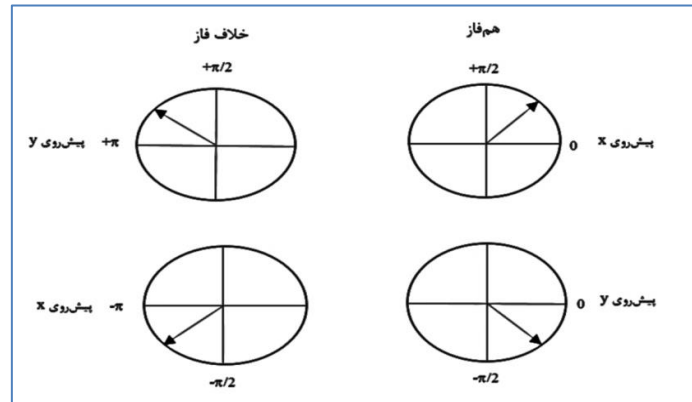
با توجه به این که ضریب هم‌بستگی در تحلیل موجک بین صفر و یک است با استفاده صرف از آن نمی‌توان جهت رابطه بین دو متغیر را تعیین کرد، به همین دلیل شاخص تحت عنوان اختلاف فاز در اینجا مطرح می‌شود. اختلاف فاز صفر نشان‌دهنده این است که دو متغیر با یکدیگر به صورت هماهنگ حرکت می‌کنند. چنانچه در نمودار پیکان حالت عمودی داشته باشد و نوک آن بالا (پایین) باشد، متغیرها هم‌جهت بوده و علیت از متغیر دوم (اول) به اول (دوم) است؛ به‌طور کلی با حرکت از حالت افقی به حالت عمودی، وقفه اثرگذاری بیشتر می‌شود.



نمودار ۵. هم‌بستگی بین نرخ ارز حقیقی و نرخ بهره حقیقی براساس رویکرد موجک و داده‌های ماهانه

Diag. 5: Correlation between real exchange rate and real interest rate based on wavelet approach and monthly data

¹. Torrence&Compo



شکل ۶: نحوه تعیین جهت علیت بین متغیرها در تحلیل موجک (اگیور-کانریرا و سوارس^۱، ۲۰۱۰).

Fig. 6: How to determine the direction of causality between variables in wavelet analysis (Aguirre-Canreira and Soares, 2010).

با افزایش فرکانس، تحلیل در افق زمانی بلندمدت صورت گرفته و در مقابل با کاهش آن، همبستگی افق کوتاهمدت تحلیل می‌شود. به پیروی از «اگیور-کانریرا» و «سوارس» (۲۰۱۰) جهت تحلیل افق کوتاهمدت، مقیاس ۰ تا ۱ سال، برای دوره میانمدت، فرکانس ۱ تا ۴ سال و برای تفسیر بلندمدت، فرکانس بیشتر از ۸ سال در نظر گرفته می‌شود. رنگ قرمز (آبی) بیانگر حداکثر (حداقل) ضریب همبستگی است.

در تبدیل سری زمانی به دلیل نوسان لحظه‌ای موجک، مقادیر تصادفی جایگزین مقادیر واقعی حاصل شده از تبدیل می‌شوند. این مسأله سبب بروز خطا در تبدیل شده و به «اثر لبه» شهرت دارد و با افزایش فرکانس تشدید می‌شود. به مناطقی از طیف که در آن اثر لبه به اوج می‌رسد، «کانون اثر» گفته می‌شود. نتایج به دست آمده از تحلیل زمان-مقیاس مبدل موجک در نواحی لبه غیرقابل اعتماد بوده و باید در تفسیر نتایج آن دقت شود (تورنس و کامپو، ۱۹۹۸). برای این منظور فضای قابل تفسیر در نمودارها، توسط خط سیاه نازک به شکل یک سهمی مرزبندی شده است. افزون بر این در سهمی مذکور، تنها مناطقی قابل تفسیرند که توسط خطوط مشکی پررنگ احاطه شده باشند. مناطق مذکور، فاصله اطمینان ۹۵٪ آماری است که با استفاده از شبیه‌سازی مونت کارلو به دست آمده‌اند.

نتایج همبستگی موجک شاخص نرخ ارز حقیقی و نرخ بهره حقیقی به صورت ماهانه در نمودار ۴، ارائه شده است. محور افقی در این نمودار دوره زمانی را نشان می‌دهد. در این نمودار دوره زمانی از فروردین ۱۳۵۹ تا اسفند ۱۳۹۹ است و با توجه به ماهیت ماهانه داده‌ها در مجموع ۴۹۲ مشاهده در این محور قرار می‌گیرد. محور عمودی در این نمودارها دامنه تناوب از مقیاس (۴ ماه تا بالاترین مقیاس ۱۲۸ ماه، تقریباً ۱۱ سال) را نشان می‌دهد. در تحلیل‌های موجک مقیاس و تناوب رابطه عکس باهم دارند؛ به طوری که مقیاس کمتر متناسب با تناوب بالاتر است. با استفاده از تحلیل همبستگی موجک می‌توان ارتباط سری‌های زمانی را در تناوب‌های مختلف زمانی کشف کرد. در نمودار ۵، همبستگی بالای سری‌های زمانی با رنگ‌های گرم‌تر (رنگ قرمز) مشخص شده است و پیکان‌های داخل این طیف رنگی نشان از همبستگی این سری‌های زمانی دارد. علاوه بر این فاصله‌های معنادار همبستگی با

¹. Aguiar-Canreira & Soares

خطوط جداکننده مشخص شده است؛ برعکس حالت فوق، نواحی بیرون فاصله‌های معنادار با رنگ سردتر مثل آبی مشخص شده که نشان از هم‌بستگی کمتر سری‌های زمانی دارد.

براساس نتایج ارائه شده در نمودار ۵ (مبتنی بر داده‌های ماهانه)، شاخص نرخ ارز حقیقی و نرخ بهره حقیقی نواحی هم‌بستگی زیادی در تناوب‌های کمتر از یک‌سال تقریباً در سرتاسر دوره زمانی مشاهده شده است. این موضوع نشان از هم‌بستگی شدید بین دو متغیر در کوتاه‌مدت دارد. شدت هم‌بستگی در افق کوتاه‌مدت نیز عموماً بیش از ۰.۸ است.

در میان‌مدت (فرکانس‌های ۱۲ تا ۸۴ ماه) ارتباط این دو متغیر تنها طی سال‌های ۱۳۶۲ تا ۱۳۷۲ برقرار بوده و در سایر سال‌ها ارتباط معناداری مشاهده نمی‌شود. در فرکانس‌های بالاتر و بلندمدت نیز تنها در چندسال رابطه معناداری مشاهده شده و در اکثر دوره‌های بلندمدت این دو متغیر هم‌بستگی چندانی با هم ندارند؛ همچنین نتایج حاکی از آن است که شدت و جهت رابطه بین شاخص نرخ ارز حقیقی و نرخ بهره حقیقی در کوتاه‌مدت ثابت نیست و به‌صورت مکرر تغییر کرده است که مدل پولی با قیمت‌های چسبنده را تأیید نمی‌کند. از اوایل سال ۱۳۶۱ تا اواخر سال ۱۳۷۱ دو متغیر حرکت هم‌فاز بوده‌اند و ارتباط مستقیم داشته‌اند؛ اما طی این دوره در فرکانس‌های زمانی کوتاه‌مدت متغیر نرخ ارز حقیقی پیش‌رونده و متغیر نرخ بهره حقیقی پس‌رونده بوده است؛ اما با حرکت از کوتاه‌مدت به سمت بلندمدت، متغیر نرخ بهره حقیقی پیش‌رو و نرخ ارز پس‌رو می‌شود. از سال ۱۳۷۲ تا اواخر سال ۱۳۸۰ ارتباط دو متغیر تغییر کرده و رفتار دو سری زمانی خلاف فاز بوده است؛ دلیل این موضوع به سیاست‌های تعیین نرخ سود و نظام ارزی کشور طی سال‌های مختلف بازمی‌گردد.

با حرکت از کوتاه‌مدت به سمت بلندمدت و به‌طور خاص طی فروردین ۱۳۶۵ تا اسفند ۱۳۷۲ و نیز ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۰ رابطه بین نرخ بهره حقیقی و شاخص نرخ ارز حقیقی هم‌فاز بوده و متغیر نرخ بهره حقیقی پیش‌رو و نرخ ارز حقیقی پس‌رونده است؛ از این‌رو، در افق میان‌مدت و بلندمدت ارتباط مستقیمی بین این دو متغیر تا حدی دیده می‌شود که نظریه برابری قدرت خرید (مدل پولی با قیمت‌های انعطاف‌پذیر) را تأیید می‌کند.

۵. نتیجه‌گیری

رابطه نرخ ارز و نرخ بهره، یکی از بحث‌های مهم علمی و سیاستی برای مدت طولانی بوده است. هدف اصلی این پژوهش پاسخ به این پرسش است که، آیا براساس نظریه برابری قدرت‌خرید در قالب مدل‌های پولی با قیمت‌های چسبنده (کوتاه‌مدت) و قیمت‌های انعطاف‌پذیر (بلندمدت) ارتباطی بین نرخ بهره واقعی و نرخ ارز واقعی در افق‌های زمانی مختلف در اقتصاد ایران وجود دارد یا خیر؟ به عقیده ما، این پژوهش اولین مطالعه‌ای است که در آن رابطه نرخ ارز واقعی و نرخ بهره واقعی در اقتصاد ایران با استفاده از تجزیه و تحلیل مبتنی بر کوچک انجام شده است.

آزمون علیت گرنجری برحسب فرکانس، فرض وجود رابطه علیت در کلیه دوره‌های زمانی مورد مطالعه از نرخ بهره حقیقی به نرخ ارز حقیقی (متغیر اول) رد می‌شود؛ با این حال در سطح اطمینان ۹۵٪ (فاصله اطمینان ۹۵٪ آماری است که با استفاده از شبیه‌سازی مونت کارلو به دست آمده‌اند) در کوتاه‌مدت و برخی از دوره‌ها رابطه علیت از نرخ ارز حقیقی به سمت نرخ بهره حقیقی برقرار است. درحقیقت تغییرات نرخ ارز حقیقی حداقل در برخی از فرکانس‌ها علت نرخ بهره حقیقی است.

نتایج هم‌بستگی (هم‌دوسی) موجک شاخص نرخ ارز حقیقی و نرخ بهره حقیقی به صورت ماهانه برای دوره زمانی فروردین ۱۳۵۹ تا اسفند ۱۳۹۹ می‌باشد و با توجه به ماهیت ماهانه داده‌ها در مجموع ۴۹۲ مشاهده در این محدوده قرار می‌گیرد. براساس نتایج به دست آمده (مبتنی بر داده‌های ماهانه)، برای شاخص نرخ ارز حقیقی و نرخ بهره حقیقی نواحی هم‌بستگی (هم‌دوسی) زیادی در تناوب‌های کمتر از یک سال تقریباً در سرتاسر دوره زمانی مورد مطالعه مشاهده شده است. این موضوع نشان از هم‌بستگی شدید بین دو متغیر در کوتاه‌مدت دارد. شدت هم‌بستگی در افق زمانی کوتاه‌مدت بیش از ۰.۸ است؛ هم‌چنین نتایج حاکی از آن است که شدت و جهت رابطه بین شاخص نرخ ارز حقیقی و نرخ بهره حقیقی در کوتاه‌مدت ثابت نیست و به صورت مکرر تغییر کرده است. از اوایل سال ۱۳۶۱ تا اواخر سال ۱۳۷۱ حرکت دو متغیر هم فاز بوده و ارتباط مستقیم داشته‌اند (تحلیل پول‌گرایان) که مدل پولی با قیمت‌های چسبنده را تأیید نمی‌کند؛ لذا طی این دوره در فرکانس‌های زمانی کوتاه‌مدت متغیر نرخ ارز حقیقی پیش‌رونده و متغیر نرخ بهره حقیقی پس‌رونده بوده است؛ از سال ۱۳۷۲ تا اواخر سال ۱۳۸۰ ارتباط دو متغیر تغییر کرده و رفتار دو سری زمانی خلاف فاز بوده و ارتباط معکوس داشته‌اند (تحلیل دورنبوش) (دلیل این موضوع به سیاست‌های تعیین نرخ سود و نظام ارزی کشور طی سال‌های مختلف بازمی‌گردد) که مدل پولی با قیمت‌های چسبنده را تأیید می‌کند.

در میان‌مدت (فرکانس‌های ۱۲ تا ۸۴ ماه) ارتباط این دو متغیر تنها طی سال‌های ۱۳۶۲ تا ۱۳۷۲ برقرار بوده و در سایر سال‌ها ارتباط معناداری مشاهده نمی‌شود. در فرکانس‌های بالاتر و بلندمدت نیز در چند سال رابطه معناداری مشاهده شده که به طور خاص طی فروردین ۱۳۶۵ تا اسفند ۱۳۷۲ و نیز ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۰ رابطه بین نرخ بهره حقیقی و شاخص نرخ ارز حقیقی هم فاز بوده و متغیر نرخ بهره حقیقی پیش‌رو و نرخ ارز حقیقی پس‌رونده است؛ لذا در افق میان‌مدت و بلندمدت ارتباط مستقیمی بین این دو متغیر تا حدودی دیده می‌شود که مدل‌های پولی با قیمت‌های انعطاف‌پذیر را تأیید می‌کند.

ما انتظار داریم که نتایج حاصل از بررسی رابطه نرخ ارز و نرخ بهره در یک اقتصاد در حال توسعه اساساً با اقتصادهای توسعه‌یافته و نوظهور متفاوت باشد؛ به همین دلیل، نتایج این مطالعه را با نتایج برخی از پژوهش‌های داخلی و خارجی انجام شده مقایسه می‌کنیم. مطالعات داخلی انجام شده در خصوص رابطه نرخ ارز و نرخ بهره عمدتاً در قالب نظریه مقداری پول (تئوری بین‌المللی فیشر) مانند مطالعه «ریعی» و «بیدآبادی» (۱۳۸۸) و «کابوسی» و همکاران (۱۳۹۱) که نتایج این پژوهش‌ها رابطه منفی بین دو متغیر را در اقتصاد ایران نشان می‌دهند که با نتایج برخی از دوره‌های مورد مطالعه در افق زمانی کوتاه‌مدت مطابقت دارد، ولی با نتایج کلیت مطالعه حاضر متفاوت می‌باشند. مطالعه «بتز» و «دوروکس» (۲۰۰۰)، «برانسون» و «هالتون» (۱۹۷۹)، «ایچان‌بوم» و «ایوانز» (۱۹۹۵) در اقتصاد آمریکا و «دریزن» و «هابریج» (۲۰۰۶) در اروپا مانند مدل موندل-فلمینگ که در کوتاه‌مدت فرض می‌کند یک رابطه منفی بین نرخ ارز و نرخ بهره وجود دارد، تا حدودی نتایج افق زمانی کوتاه‌مدت مطالعه حاضر را تأیید می‌کند، ولی با نتایج حاصل از کلیت مطالعه، به خصوص در افق زمانی بلندمدت متفاوت می‌باشد. «هکر» و همکاران (۲۰۱۲؛ ۲۰۱۴) براساس نظریه برابری قدرت خرید، «دورنبوش» (۱۹۷۶) در قالب دو مدل پولی، مدل پولی با قیمت‌های چسبنده (کوتاه‌مدت) و مدل پولی با قیمت‌های انعطاف‌پذیر (بلندمدت)، «فلاد» و «تیلور» (۱۹۹۶)، «چین» و «مردیت» (۲۰۰۵؛ ۲۰۰۴) به بررسی رابطه نرخ ارز و نرخ بهره

پرداخته‌اند که نتایج مطالعاتشان نشان از رابطه منفی در کوتاه‌مدت و رابطه مثبت در بلندمدت بین متغیر دارد که نتایج حاصل از مطالعه حاضر، به‌خصوص در بلندمدت تأیید می‌گردد. «هناتکوسا» و همکارانش (۲۰۱۳) و «باتیستا» (۲۰۰۳) با مطالعه خود درخصوص رابطه نرخ ارز و نرخ بهره به این نتیجه رسیدند که رابطه یک نواخت و هم‌بستگی ثابت بین دو متغیر وجود ندارد که نتایج کوتاه‌مدت را تأیید می‌کند. «کازورزی» و همکاران (۲۰۰۷)، «ویت‌هسونتی» (۲۰۱۴) و «باسرتو» و «گاش» (۲۰۰۱) در مطالعات خود به رابطه مثبت نرخ ارز و نرخ بهره اشاره می‌کنند که نتایج مطالعه را در بلندمدت تأیید می‌کند.

نتایج مطالعه نشان می‌دهد که رفتارهای متفاوت در روابط بین دو متغیر در افق‌های زمانی مختلف وجود دارد. این پژوهش یک بینش جدیدی را در رابطه با مکانیزم انتقال پولی در ایران که یک اقتصاد درحال توسعه است ایجاد می‌کند. بانک مرکزی باید به هر دو متغیر نرخ ارز واقعی و نرخ بهره واقعی توجه کند ضمن داشتن برنامه‌های بلندمدت برای دستیابی به آن از برنامه‌های کوتاه‌مدت و میان‌مدت که پایه اصلی برنامه‌های بلندمدت است، غافل نشود؛ بنابراین «نقش نرخ ارز در مکانیزم انتقال پول چیست؟» یک مسأله مهم برای تحقیقات آینده است. درک نقش نرخ ارز در مکانیزم انتقال پول بسیار مهم است؛ زیرا زمان‌بندی و میزان تأثیر تغییر در نرخ ارز بر نرخ بهره و تورم ممکن است، متفاوت باشد؛ بنابراین بر سیاست مطلوب اثر می‌گذارد، لذا تأثیر نوسانات نرخ ارز بر ثبات مالی نیز باید بیشتر مورد بررسی قرار گیرد.

کتابنامه

- پورمقیم، سید جواد، (۱۳۹۴). *اقتصاد بین‌الملل* (۲). تهران: انتشارات سمت.
- تفضلی، فریدون، (۱۳۹۶). *اقتصاد کلان نظریه و سیاست‌های اقتصادی*. تهران: نشر نی.
- توانایان فرد، حسن، (۱۳۸۵). *فرهنگ تشریحی اقتصاد*. تهران: نشر جهان رایانه.
- زمانی‌فراهانی، مجتبی، (۱۳۷۱). *پول، ارز و بانکداری*. انتشارات صاحب اثر.
- شجری، هوشنگ؛ و نصراللهی، خدیجه، (۱۳۸۷). *مالیه بین‌الملل و سیر تحولات ارزی ایران*. تهران: نشر شابک.
- فرهنگ، منوچهر، (۱۳۸۴). *فرهنگ علوم اقتصادی*. تهران: انتشارات آسیم.
- قره‌باغیان، مرتضی، (۱۳۷۲). *فرهنگ اقتصاد و بازرگانی*. تهران: انتشارات رسا.
- گلریز، حسن، (۱۳۸۰). *فرهنگ توصیفی اصطلاحات پول، بانکداری و مالیه بین‌الملل*. تهران: انتشارات فرهنگ معاصر.
- محشتم‌دولت‌شاهی، طهماسب، (۱۳۷۹). *مبانی علم اقتصاد (اقتصاد خرد، اقتصاد کلان)*. تهران: انتشارات خجسته.
- منتظرظهور، محمود، (۱۳۷۸). *اقتصاد (اقتصاد خرد، اقتصاد کلان)*. تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۲۵۳۵.
- درگاهی، حسن؛ و گچلو، جعفر، (۱۳۸۰). «بررسی رفتار کوتاه مدت و بلندمدت نرخ ارز حقیقی در اقتصاد ایران». *پژوهشنامه بازرگانی*، ۲۱: ۳-۴.
- شیرازی، همایون؛ و نصراللهی، خدیجه، (۱۳۹۲). «مدل‌های پولی و پیش‌بینی نرخ ارز در ایران». *فصلنامه سیاست‌های مالی و اقتصادی*، ۴: ۴-۲۴.
- حبیب‌دوست، امیر؛ و جلائی، سید عبدالمجید، (۱۳۹۱). «بررسی رابطه نوسان‌های نرخ ارز و بازدهی سهام با استفاده از تحلیل موجک در بخش‌های مختلف بورس اوراق بهادار تهران». *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۱۷ (۵۲): ۳۲-۹.

- حسینی نسب، سید ابراهیم؛ خضری، محسن؛ و رسولی، احمد، (۱۳۹۰). «تعیین اثرات نوسانات قیمت نفت بر بازدهی سهام بورس اوراق بهادار تهران: آنالیز موجک و راه گزینی مارکف». *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، ۸ (۲۹): ۳۱-۶۰.
- دائی کریمزاده، سعید، (۱۳۹۴). «بررسی پدیده جانشینی پول و اثر تنش نرخ ارز بر تقاضای پول در ایران». *فصلنامه اقتصاد کاربردی*، ۵ (۱۷): ۶-۷.
- شریف آزاد، محمدرضا، (۱۳۸۴). «عوامل مؤثر بر نرخ ارز در ایران». *فصلنامه اقتصاد و مدیریت*، ۶۶: ۳۱-۴۳.
- کابوسی، مهدی، (۱۳۹۱). «بررسی رابطه نرخ ارز و نرخ بهره براساس تئوری فیشر». *فصلنامه اقتصاد مالی و توسعه*، ۲۲: ۹۱-۱۱۴.

- Aguiar-Conraria, L.; Azevedo, N. & Soares, M. J., (2008). "Using wavelets to decompose the time-frequency effects of monetary policy". *Phys. A: Stat. Mech. Appl.* 387: 2863-2878.
- Aguiar-Conraria, L. & Soares, M. J., (2010). *The continuous wavelet transform: A primer (No. 23/2010)*. NIPE-Universidade do Minho.
- Bautista, C. C., (2003). "Interest rate-exchange rate dynamics in the Philippines: a DCC analysis". *Appl. Econ. Lett.* 10: 107-111.
- Branson, W. H., (1983). "Macroeconomic determinants of real exchange rates". In: Herring, R. J. (Ed.), *Managing Foreign Exchange Risk*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Branson, W. H. & Halttunen, H., (1979). "Asset-market determination of exchange rates: initial empirical and policy results". In: Martin, J. P., Smith, A. (Eds.), *Trade and Payments Adjustment under Flexible Exchange Rates*. Macmillan, London.
- Branson, W. H.; Halttunen, H. & Masson, P., (1977). "Exchange rates in the short run: the Dollar-Deutschmark rate". *Eur. Econ. Rev.* 10: 303-324
- Bureau of Economic Research. Choi, I., Park, D., (2008). Causal relation between interest and exchange rates in the Asian.
- Calvo, G. A. & Reinhart, C. M., (2002). "Fear of floating". *Q. J. Econ.* 107: 379-408.
- Calvo, G. A. & Reinhart, C. M., (2005). "Fixing for your life". In: Calvo, G.A. (Ed.), *Emerging Capital Markets in Turmoil: Bad Luck or Bad Policy?*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Caraianni, P., (2012). Stylized facts of business cycles in a transition economy in time.
- Chinn, M. D. & Meredith, G., (2005). *Testing Uncovered Interest Parity at Short and Long Horizons during the Post-Bretton Woods Era (Working Paper No. 1077)*. National.
- Dai Karimzadeh, S., (2015). "Investigating the phenomenon of money substitution and the effect of exchange rate tension on money demand in Iran". *Applied Economics Quarterly*, 5(17): 6-7.
- Dargahi, H. & Gachlo, J., (2001). "Investigation of the short-term and long-term behavior of the real exchange rate in the Iranian economy". *Business Journal*, 21: 3-4.
- Demir, İ., (2014). "Monetary policy responses to the exchange rate: empirical evidence from the ECB". *Econ. Model.* 39: 63-70.
- Dornbusch, R., (1976). "Expectations and exchange rate dynamics". *J. Political Econ.* 84: 1161-1176.
- Drazen, A. & Hubrich, S., (2006). "A simple test of the effect of interest rate defense". *J. Jpn. Int. Econ.* 20: 612-636.
- Eichenbaum, E. & Evans, C. L., (1995). "Some empirical evidence on the effects of shocks to monetary policy on exchange rates". *Q. J. Econ.* 110: 975-1009.
- Eichengreen, B., (2006). "Can emerging markets float? Should they target inflation?". In: Vernengo, M. (Ed.), *Monetary Integration and Dollarization: No Panacea*. Edward.

- Farhang, M., (2005). *Culture of economic sciences*. Tehran: Asim Publications.
- Gençay, R.; Selçuk, F. & Whitcher, B. J., (2001). *An introduction to wavelets and other filtering methods in finance and economics*: Elsevier.
- Golriz, H., (2001). “Descriptive dictionary of money, banking and international finance terms”. Tehran: Contemporary Culture Publications.
- Granville, B. & Mallick, S., (2010). “Monetary Policy in Russia: identifying exchange rate shocks”. *Econ. Model.* 27: 432–444
- Habibdoost, A. & Jalai, S. A. M., (2012). “Investigating the relationship between exchange rate fluctuations and stock returns using wavelet analysis in different sectors of Tehran Stock Exchange”. *Iranian Economic Research Quarterly*, 17(52): 9-32.
- Hacker, R. S.; Karlsson, H. K. & Månsson, K., (2014). “An investigation of the causal relations between exchange rates and interest rate differentials using wavelets”. *Int. Rev. Econ. Financ.* 29: 321–329.
- Hnatkovska, V.; Lahiri, A. & Vegh, C., (2012). *The exchange rate response puzzle (May 31, 2012)*. Available at SSRN: (<http://ssrn.com/abstract=1996693>).
- Holtemöller, O. & Mallick, S., (2013). “Exchange rate regime, real misalignment and currencycrises”. *Econ. Model.*, 34: 5–14.
- Holtemöller, O. & Mallick, S., (2016). “Global food prices and monetary policy in an emergingmarket economy: the case of India”. *Asian J. Econ.* 46: 56–70.
- Hosseininaseb, S. E.; Khazri, M. & Rasouli, A., (2011). “Determining the effects of oil price fluctuations on stock returns in Tehran Stock Exchange: wavelet analysis and Markov selection”. *Energy Economics Quarterly*, 8(29): 60-31.
- Hylleberg, S.; Engle, R. F.; Granger, C. W. & Yoo, B. S., (1990). “Seasonal integration and cointegration”. *Journal of Econometrics*, 44: 215–238
- Kaboosi, M., (2012). “Investigation of the relationship between exchange rate and interest rate based on Fisher's theory”. *Financial Economics and Development Quarterly*, 22: 91-114.
- Mallick, S. K. & Sousa, R. M., (2012). “Real effects of monetary policy in large emerging economies”. *Macroecon. Dyn.* 16: 190–212.
- Mohtsham Dolatshahi, T., (2000). *Basics of economics (microeconomics, macroeconomics)*. Tehran: Khujasteh Publications.
- Montazerzohor, M., (1999). *Economics (microeconomics, macroeconomics)*. Tehran: Tehran University Press, 2535.
- Percival, D. B. & Walden, A. T., (2000). *Wavelet methods for time series analysis* (Vol. 4). Cambridge university press
- Pourmoqim, S. J., (2015). *International Economy* (2). Tehran: Samit Publications.
- Qarabaghian, M., (1993). *Culture of economics and commerce*. Tehran: Rasa Publications.
- Sensoy, A. & Sobaci, C., (2014). “Effects of volatility shocks on the dynamic linkages between exchange rate, interest rate and the stock market: the case of Turkey”. *Econ. Model*, 43: 448–457.
- Schleicher, Ch., (2002). *An introduction to wavelets for economists*. Bank of Canada working paper ISSN 1192-5434.
- Shajari, H. & Nasrollahi, Kh., (2008). *International finance and the evolution of Iran's currency*. Tehran: Shabak Publishing.
- Sharif-Azad, M. R., (2015). “Effective factors on the exchange rate in Iran”. *Economics and Management Quarterly*, 66: 31-43.
- Shirazi, H. & Nasrallahi, Kh., (2013). “Monetary models and exchange rate forecasting in Iran”. *Financial and Economic Policy Quarterly*, 4: 5-24.
- Tafzali, F., (2017). *Macroeconomics, theory and economic policies*. Tehran: Nashrani.

- Tawanayan Fard, H., (2006). *Descriptive culture of economics*. Tehran: Jahan Computer Publishing.
- Tiwari, A. K.; Mutascu, M. & Andrieş, A. M., (2020). “Decomposing time-frequency relationship between producer price and consumer price indices in Romania through wavelet analysis”. *Econ. Model.* 31: 151–159.
- Torrence, C. & Compo, G. P., (1998). “A practical guide to wavelet analysis”. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 79, 61–78.
- Walker, J. S., (2020). *A primer on wavelets and their scientific applications*. CRC press.
- Zamani Farahani, M., (1992). *Money, currency and banking*. Publications of the author.

