

Investigating Exchange Rate Persistence in Iran in the Face of Structural Shocks: A Fourier-ARFIMA Approach

Elham Vafaei*

Original Article	Receive Date: 2026 Apr 19	Accept Date: 2026 Aug 1	Page: 23-39
------------------	---------------------------	-------------------------	-------------

Abstract

This study investigates the degree of exchange rate persistence in Iran and its variations in response to structural shocks over the period from April 1992 to March 2026. To this end, we employ a Fractionally Integrated Autoregressive Moving Average (ARFIMA) model augmented with a Fourier approximation (Fourier-ARFIMA). Furthermore, we apply the Bai–Perron test to detect endogenous structural breaks, dividing the full sample into distinct sub-periods and estimating the persistence parameter separately for each regime. Findings indicate that the fractional integration parameter (d) is positive and statistically significant over the entire period and two sub-periods, estimated at approximately 0.24, suggesting the presence of moderate long memory in exchange rate behavior. In contrast, in one of the sub-periods, the parameter d was not statistically significant, and no sufficient evidence was found to confirm long memory during that period. Furthermore, the significance of Fourier components indicates that, in addition to short-run and long-run dynamics, the exchange rate is also influenced by gradual structural changes. The results of this study show that although economic and political shocks have persistent effects on the foreign exchange market, the intensity of this persistence is lower than near-unit-root processes, and the exchange rate maintains its ability to revert to its equilibrium path in the long run. Therefore, exchange rate policy should focus on reducing macroeconomic uncertainties, coordinating monetary and fiscal policies, and adopting sustainable approaches to mitigate the persistent effects of shocks and enhance exchange market stability.

Keywords: Exchange Rate Persistence, Fractional Integration, Iranian, Long Memory, Structural Breaks.

JEL Classification: C22, F31.

* Assistant Professor, The Center for Development Research and Foresigh, Tehran, Iran

elham.vafaei@yahoo.com

بررسی پایداری نرخ ارز در ایران در مواجهه با تکانه‌های

ساختاری:

کاربرد مدل خودرگرسیون میانگین متحرک انباشته کسری با

تقریب فوریه

الهام وفائی*

نوع مقاله: پژوهشی	تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۱/۳۰	تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۵/۱۰	شماره صفحه: ۲۳-۳۹
-------------------	--------------------------	-------------------------	-------------------

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی درجه پایداری نرخ ارز بازار آزاد ایران و تغییرات آن در مواجهه با تکانه‌های ساختاری طی دوره فروردین ۱۳۷۱ تا اسفند ۱۴۰۴ انجام شده است. بدین منظور، از مدل خودرگرسیون میانگین متحرک انباشته کسری با تقریب فوریه (Fourier-ARFIMA) استفاده شده است. همچنین با به کارگیری آزمون شکست ساختاری بای-پرون، دوره مورد مطالعه به زیردوره‌هایی تقسیم و پایداری نرخ ارز در هر یک به طور مجزا برآورد شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که پارامتر انباشتگی کسری (d) در کل دوره و دو زیردوره مثبت و معنادار بوده و در حدود ۰/۲۴ برآورد شده است که بیانگر وجود حافظه بلندمدت با شدت متوسط در رفتار نرخ ارز است. در مقابل، در یکی از زیردوره‌ها پارامتر d از نظر آماری معنادار نبوده و شواهد کافی برای تأیید حافظه بلندمدت در آن دوره مشاهده نشد. همچنین، معناداری مؤلفه‌های فوریه نشان می‌دهد که نرخ ارز علاوه بر پویایی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت، تحت تأثیر تغییرات ساختاری تدریجی نیز قرار دارد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که اگرچه شوک‌های اقتصادی و سیاسی آثار ماندگاری بر بازار ارز دارند، اما شدت این ماندگاری کمتر از فرآیندهای نزدیک به مرز عدم ایستایی است و نرخ ارز در بلندمدت قابلیت بازگشت به مسیر تعادلی خود را حفظ می‌کند؛ بنابراین، سیاست‌گذاری ارزی باید با تمرکز بر کاهش نااطمینانی‌های اقتصاد کلان، هماهنگی سیاست‌های پولی و مالی و اتخاذ رویکردهای پایداری، زمینه کاهش آثار ماندگار شوک‌ها و افزایش ثبات بازار ارز را فراهم کند.

واژه‌های کلیدی: انباشتگی کسری، ایران، پایداری نرخ ارز، حافظه بلندمدت، شکست ساختاری

طبقه‌بندی JEL: F31، C22.

* استادیار، مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری، تهران، ایران

elham.vafaei@yahoo.com

فصلنامه مجلس و اقتصاد، سال چهارم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۵

DOI: 10.22034/mec.2026.19254.1214

۱ - مقدمه

نرخ ارز از مهم‌ترین متغیرهای اقتصاد کلان است که نقشی اساسی در تعیین رقابت‌پذیری بین‌المللی، تجارت خارجی، سرمایه‌گذاری و تورم ایفا می‌کند. از این‌رو، شناخت رفتار پویای نرخ ارز و میزان ماندگاری تکانه‌های وارد بر آن، از مهم‌ترین دغدغه‌های سیاست‌گذاران پولی و ارزی به شمار می‌رود. در این میان، پایداری^۱ نرخ ارز اطلاعات مفیدی درباره پیامدهای سیاست‌های اقتصادی در مواجهه با تکانه‌های ناگهانی ارائه می‌کند (Barros et al, 2011). هرچه درجه پایداری بیشتر باشد، آثار تکانه‌ها برای مدت طولانی‌تری در نرخ ارز باقی می‌ماند و بازگشت آن به مسیر تعادلی با سرعت کمتری انجام می‌شود؛ در نتیجه، هزینه اجرای سیاست‌های تثبیتی افزایش‌یافته و دستیابی به ثبات اقتصاد کلان دشوارتر خواهد شد. اقتصاد ایران طی چند دهه اخیر با تکانه‌های متعددی از جمله تشدید تحریم‌های اقتصادی و تنش‌های ژئوپلیتیک، نوسانات درآمدهای نفتی، محدودیت‌های تجاری و تغییرات سیاست‌های ارزی مواجه بوده است. در این میان، تنش‌های ژئوپلیتیک با ایجاد اختلال در زنجیره تأمین و افزایش محدودیت‌های عرضه، می‌تواند نوسانات قابل توجهی در متغیرهای کلان اقتصادی از جمله نرخ ارز ایجاد کند (Caporin et al, 2026).

این رویدادها موجب شده‌اند که نرخ ارز در بسیاری از دوره‌ها از مسیر بلندمدت خود فاصله گرفته و پرسش مهمی درباره ماهیت این انحرافات مطرح شود؛ اینکه آیا تکانه‌های وارد شده بر نرخ ارز موقتی هستند و در بلندمدت از بین می‌روند یا آنکه آثار آن‌ها به صورت پایدار در اقتصاد باقی می‌ماند. پاسخ به این پرسش، برای طراحی سیاست‌های ارزی، پولی و تجاری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ زیرا نوع واکنش سیاست‌گذار به تکانه‌های موقتی با شوک‌های پایدار متفاوت خواهد بود.

با وجود اهمیت این پرسش‌ها، پژوهش‌های پیشین در زمینه پایداری نرخ ارز در ایران با کاستی‌های جدی مواجه هستند. نخست، اغلب مطالعات داخلی از مدل‌های مرسوم مانند GARCH یا مدل‌های خودرگرسیون معمولی استفاده کرده‌اند که توانایی تشخیص حافظه بلندمدت را ندارند و ممکن است به برآوردهای اریب‌دار منجر شوند. دوم، تعداد معدودی از پژوهش‌هایی که از مدل‌های انباشتگی کسری بهره گرفته‌اند، معمولاً وجود شکست‌های ساختاری را نادیده گرفته یا با استفاده از متغیرهای موهومی یا تقسیم‌بندی ساده دوره‌ها، آن را به صورت برون‌زا در نظر گرفته‌اند. این رویکردها می‌توانند برآورد پارامتر انباشتگی را به طور دچار سوگیری کرده و حتی وجود حافظه بلندمدت را به طور کاذب نشان دهند. سوم و مهم‌تر از همه، پژوهش‌های موجود نشان نداده‌اند که آیا با وقوع هر یک از تکانه‌های ساختاری بزرگ (مانند تحریم‌ها، همه‌گیری کووید-۱۹، تنش‌های ژئوپلیتیک)، درجه پایداری نرخ ارز به طور معناداری تغییر کرده است یا خیر و اگر تغییر کرده، سرعت تعدیل نرخ ارز در دوره‌های مختلف چگونه تحت تأثیر قرار گرفته است. به عبارت دیگر، دانش کنونی درباره پویایی‌شناسی تغییرات پایداری نرخ ارز در واکنش به رویدادهای خاص، دچار خلأ اساسی است. بر این اساس، مسأله اصلی پژوهش حاضر این است که با توجه به وقوع تکانه‌های ساختاری متعدد در اقتصاد ایران طی سه دهه اخیر، درجه پایداری نرخ ارز در طول زمان چگونه تغییر کرده است؟ آیا شوک‌های بزرگ توانسته‌اند خاصیت بازگشت‌پذیری نرخ ارز را از بین ببرند یا اینکه علی‌رغم افزایش تدریجی پایداری، نرخ ارز همچنان به میانگین بلندمدت خود بازمی‌گردد؟

با توجه به وضعیت اخیر اقتصاد ایران، انجام این پژوهش از چند جهت ضروری است. نخست، اقتصاد ایران در سال‌های اخیر با تکانه‌های متعددی مانند تشدید تحریم‌ها، همه‌گیری کووید-۱۹ و تنش‌های ژئوپلیتیک مواجه بوده که شناخت دقیق رفتار نرخ ارز را به یک نیاز اجرایی برای سیاست‌گذاران تبدیل کرده است. دوم، تمایز بین شوک‌های موقتی و دائمی در بازار ارز، یکی از چالش‌های اساسی سیاست‌گذاران است و پژوهش حاضر با برآورد دقیق درجه پایداری، می‌تواند

¹ Persistence

راهنمای مناسبی برای اتخاذ واکنش‌های صحیح ارائه دهد. سوم، شکاف علمی موجود در ادبیات پژوهشی ایران درباره تغییرات پایداری نرخ ارز در واکنش به رویدادهای خاص، انجام این پژوهش را ضروری می‌سازد. چهارم، نتایج این پژوهش می‌تواند به‌طور مستقیم در طراحی سیاست‌های ارزی، مدیریت ذخایر و کاهش ناپایداری‌های اقتصادی مورد استفاده قرار گیرد.

از این‌رو، با توجه به اهمیت نرخ ارز در اقتصاد ایران و نقش آن در انتقال آثار تکانه‌های اقتصادی به سایر بخش‌ها، اندازه‌گیری دقیق درجه پایداری آن ضرورتی اجتناب‌ناپذیر برای سیاست‌گذاران اقتصادی محسوب می‌شود. برآورد صحیح میزان ماندگاری تکانه‌ها می‌تواند در ارزیابی کارایی سیاست‌های تثبیتی، بهبود پیش‌بینی رفتار نرخ ارز و اتخاذ تصمیم‌های مناسب در حوزه سیاست‌های پولی و ارزی نقش مؤثری ایفا کند. افزون بر این، اقتصاد ایران در سال‌های اخیر با مجموعه‌ای از تحولات مهم از جمله خروج آمریکا از برجام، همه‌گیری کووید-۱۹، تشدید تنش‌های منطقه‌ای و جنگ دوازده‌روزه مواجه بوده است. وقوع این رخدادها این احتمال را مطرح می‌کند که رفتار نرخ ارز و میزان پایداری آن در طول زمان ثابت نبوده و در دوره‌های مختلف دستخوش تغییر شده باشد. از این‌رو، بررسی پایداری نرخ ارز نه تنها برای کل دوره زمانی، بلکه در دوره‌های مختلف اقتصادی نیز می‌تواند شناخت دقیق‌تری از رفتار این متغیر در مواجهه با تکانه‌های بزرگ فراهم آورد.

بر این اساس، هدف اصلی پژوهش حاضر بررسی درجه پایداری نرخ ارز در اقتصاد ایران با استفاده از چارچوب انباشتگی کسری است. بدین منظور، ابتدا پایداری نرخ ارز برای کل دوره با استفاده از مدل ARFIMA مبتنی بر تقریب فوریه (ARFIMA-Fourier) برآورد می‌شود. سپس با استفاده از آزمون شکست ساختاری Bai-Perron، شکست‌های ساختاری به‌صورت درون‌زا شناسایی شده و دوره مورد مطالعه به زیر دوره‌هایی تقسیم می‌شود. در ادامه، درجه پایداری نرخ ارز در هر یک از زیر دوره‌ها به‌طور جداگانه برآورد خواهد شد تا تغییرات احتمالی پایداری نرخ ارز در مواجهه با تکانه‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گیرد. سازمان‌دهی پژوهش حاضر به شرح زیر است:

در ادامه، این پژوهش ابتدا به مبانی نظری مرتبط با مفهوم پایداری و روش‌های سنجش حافظه بلندمدت در سری‌های زمانی نرخ ارز می‌پردازد. سپس پیشینه پژوهش‌های داخلی و خارجی در حوزه پایداری نرخ ارز و کاربرد مدل‌های حافظه بلندمدت مرور می‌شود. در بخش بعد، چارچوب روش‌شناسی تحقیق شامل مدل‌سازی مبتنی بر ARFIMA همراه با تقریب فوریه ارائه خواهد شد. در ادامه، نتایج تجربی برای کل دوره و نیز زیر دوره‌های شناسایی شده بر اساس تکانه‌های مهم اقتصادی بررسی می‌شود. در نهایت، مقاله با جمع‌بندی یافته‌ها، نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهاد‌های سیاستی به پایان می‌رسد.

۲- ادبیات تحقیق

۲-۱. مبانی نظری

یکی از مفاهیم اساسی در تحلیل سری‌های زمانی اقتصادی، پایداری است که به میزان ماندگاری اثر تکانه‌ها و سرعت بازگشت متغیر به مسیر بلندمدت خود پس از وقوع شوک اشاره دارد (Gil-Alana & Barros, 2012). در ادبیات اقتصادسنجی، پایداری معمولاً در چارچوب حافظه بلندمدت^۱ تبیین می‌شود. حافظه بلندمدت بیانگر آن است که وابستگی میان مقادیر یک سری زمانی حتی در فواصل زمانی طولانی نیز حفظ می‌شود و تابع خودهمبستگی، برخلاف فرآیندهای متعارف که با نرخ نمایی کاهش می‌یابد، با نرخ هذلولی و به آرامی مستهلک می‌شود (Dias et al, 2021).

¹ Long Memory

در چنین شرایطی، تکانه‌های وارد شده به متغیر برای مدت نسبتاً طولانی در رفتار آن باقی می‌مانند و فرآیند تعدیل با سرعت کمتری انجام می‌شود. از این رو، هرچه حافظه بلندمدت یک متغیر قوی‌تر باشد، درجه پایداری آن نیز بیشتر خواهد بود و آثار شوک‌ها با تأخیر بیشتری از بین می‌رود.

برای درک بهتر مفهوم پایداری و بازگشت به تعادل در بازار ارز، مراجعه به مبانی نظری اقتصاد کلان بین‌الملل ضروری است. یکی از تأثیرگذارترین چارچوب‌های نظری در این زمینه، مدل اضافه‌جهش دورنبوش است (Dornbusch, 1976). دورنبوش نشان داد که در کوتاه‌مدت، به دلیل چسبندگی قیمت‌ها در بازار کالا، نرخ ارز بیش‌ازحد تعدیل می‌شود و از سطح تعادلی بلندمدت خود فاصله می‌گیرد. به بیان دیگر، وقتی یک تکانه پولی یا واقعی به اقتصاد وارد می‌شود، نرخ ارز ابتدا واکنشی شدیدتر از واکنش بلندمدت خود نشان می‌دهد (اضافه‌جهش) و سپس به تدریج به سمت مقدار تعادلی بلندمدت خود بازمی‌گردد (Frankel, 1979; Rogoff, 1996). این بازگشت به میانگین یکی از مفاهیم بنیادین در اقتصاد بین‌الملل است که بر اساس آن، نرخ ارز در بلندمدت به سمت سطح تعادلی تعیین‌شده توسط عوامل بنیادین مانند نظریه قدرت خرید (PPP) یا تفاوت نرخ بهره‌ها همگرا می‌شود (Taylor & Taylor, 2004).

باین حال، در اقتصادهای در حال توسعه مانند ایران که با تکانه‌های ساختاری مکرر (تحریم‌ها، نوسانات نفتی، تنش‌های ژئوپلیتیک) مواجه هستند، فرآیند بازگشت به تعادل بلندمدت می‌تواند بسیار کند و همراه با ماندگاری بالا باشد (Bahmani-Oskooee & Kutun, 2009; Ahmad et al, 2020). به عبارت دیگر، اگرچه نظریه دورنبوش بازگشت به میانگین را پیش‌بینی می‌کند، اما سرعت این بازگشت در اقتصادهای با ناپایداری بالا می‌تواند به شدت تحت تأثیر تکانه‌های ساختاری قرار گیرد. اینجاست که مفهوم حافظه بلندمدت و انباشتگی کسری به عنوان ابزاری مناسب برای سنجش کمی سرعت بازگشت نرخ ارز به تعادل بلندمدت مطرح می‌شود.

در ادبیات کلاسیک سری‌های زمانی، متغیرها معمولاً به دو گروه ایستا و ناپایسته طبقه‌بندی می‌شوند، اما شواهد تجربی نشان داده است که بسیاری از متغیرهای اقتصاد کلان رفتاری بین این دو حالت دارند و نمی‌توان آن‌ها را صرفاً با آزمون‌های متعارف ریشه واحد توصیف کرد. برای رفع این محدودیت، گرنجر و جوپوکس^۱ (۱۹۸۰) مفهوم انباشتگی کسری^۲ را معرفی کردند که امکان اندازه‌گیری درجات مختلف پایداری را از طریق پارامتر انباشتگی کسری (d) فراهم می‌کند. این چارچوب مدل‌سازی با تعریف پارامتر d ، اجازه می‌دهد که ویژگی ناپایستایی داده‌ها با خاصیت بازگشت به میانگین همپوشانی داشته باشد (Canarella et al, 2021). در این چارچوب، اگر $d = 0$ باشد، فرآیند دارای حافظه کوتاه‌مدت است و اثر تکانه‌ها به سرعت تخلیه می‌شود. در بازه $(0 < d < 0.5)$ ، سری زمانی اگرچه ایستا است، اما از حافظه بلندمدت برخوردار بوده و تکانه‌ها به آرامی مستهلک می‌شوند. هنگامی که $(0.5 \leq d < 1)$ باشد، سری زمانی ناپایسته است، اما همچنان خاصیت بازگشت به میانگین^۳ را حفظ می‌کند و اثر شوک‌ها در بلندمدت از بین می‌رود؛ در حالی که برای $(d > 1)$ ، بازگشت به میانگین از بین رفته و تکانه‌ها آثار دائمی بر متغیر بر جای می‌گذارند (Alana & Yaya, 2020).

ارتباط این مبانی نظری با روش تحقیق به کار گرفته‌شده در پژوهش حاضر از این جهت حائز اهمیت است که مدل دورنبوش، بازگشت نرخ ارز به تعادل بلندمدت را پیش‌بینی می‌کند، اما در مورد سرعت این بازگشت در اقتصادهای مواجه با شوک‌های ساختاری، پاسخ نظری روشنی ارائه نمی‌دهد. در اینجا، مدل‌های انباشتگی کسری با برآورد پارامتر d ، این سرعت بازگشت را به صورت کمی اندازه‌گیری می‌کنند. به عبارت دیگر، پارامتر d در مدل ARFIMA معیاری عینی برای

¹ Granger & Joyeux

² Fractional Integration

³ Mean Reversion

سنجش میزان انحراف از پیش‌بینی دورنبوش (بازگشت سریع به تعادل) و نزدیک‌تر شدن به وضعیت پایداری بالا (بازگشت کند و طولانی‌مدت) است؛ بنابراین، انتخاب مدل ARFIMA نه یک انتخاب فنی صرف، بلکه پاسخی به یک پرسش نظری بنیادین است که نرخ ارز در اقتصاد ایران با چه سرعتی به تعادل بلندمدت خود بازمی‌گردد و آیا این سرعت در طول زمان و در مواجهه با تکان‌های مختلف تغییر کرده است؟

یکی از شناخته‌شده‌ترین روش‌های پارامتریک برای برآورد حافظه بلندمدت، مدل خودرگرسیون میانگین متحرک انباشتگی کسری^۱ است که توسط گرنجر و جوویکس (۱۹۸۰) توسعه یافت. این مدل تعمیمی از الگوی ARIMA محسوب می‌شود و علاوه بر در نظر گرفتن وابستگی‌های کوتاه‌مدت از طریق اجزای خودرگرسیونی و میانگین متحرک، قادر است حافظه بلندمدت را نیز به‌طور هم‌زمان مدل‌سازی کند. از این‌رو، مدل ARFIMA نسبت به مدل‌های متعارف، چارچوب انعطاف‌پذیرتری برای تحلیل پایداری فراهم می‌آورد و به دلیل قابلیت برآورد مستقیم پارامتر انباشتگی کسری، به‌طور گسترده در مطالعات مربوط به متغیرهای اقتصاد کلان مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین، وجود حافظه بلندمدت نشان می‌دهد که اطلاعات گذشته همچنان در تعیین مقادیر آینده متغیر نقش دارد؛ بنابراین، استفاده از مدل‌های خطی متعارف ممکن است قادر به توصیف کامل پویایی‌های سری زمانی نباشد و مدل‌های مبتنی بر انباشتگی کسری عملکرد مناسب‌تری در تحلیل و پیش‌بینی این متغیرها ارائه دهند (ابوالحسنی پوراشکدر و همکاران، ۱۴۰۳). با وجود این، یکی از مهم‌ترین چالش‌های برآورد پایداری، وجود شکست‌های ساختاری در سری‌های زمانی است. نادیده گرفتن این شکست‌ها می‌تواند نتایج آزمون‌های پایداری را تحت تأثیر قرار دهد و به نتایج گمراه‌کننده منجر شود (Cai & Saadaoui, 2022). در اقتصادهایی مانند ایران که طی دوره‌های مختلف با شوک‌های ناشی از تحریم‌های اقتصادی، تغییر رژیم‌های ارزی، بحران‌های سیاسی و سایر تکان‌های برون‌زا مواجه بوده‌اند، احتمال وقوع شکست‌های ساختاری بسیار بالاست. به همین دلیل، به‌کارگیری تقریب فوری برای مدل‌سازی تغییرات ساختاری نرم و با فرم تابعی ناشناخته، برتری قابل‌توجهی نسبت به روش‌هایی مانند استفاده از متغیرهای مجازی دارد. این رویکرد بدون نیاز به تعیین تعداد، زمان یا شکل شکست‌ها، قادر است تغییرات تدریجی موجود در روند سری زمانی را مدل‌سازی کرده و برآورد دقیق‌تری از درجه پایداری ارائه دهد (Gil-Alana & Yaya, 2020). از این منظر، ترکیب مدل ARFIMA با تقریب فوری، چارچوبی مناسب برای سنجش پایداری نرخ ارز در اقتصادی مانند ایران فراهم می‌کند که رفتار آن تحت تأثیر تکان‌های متعدد و تغییرات ساختاری مکرر قرار دارد.

۲-۲. پیشینه پژوهش

۲-۲-۱. مطالعات خارجی

سبکا و دریبک^۲ (۲۰۲۶) به بررسی نحوه تعدیل نرخ ارز در مواجهه با شوک‌های ریسک ژئوپلیتیک و تفاوت این تعدیل در میان کشورهای با چارچوب‌های نهادی و پولی متفاوت با استفاده از روش پیش‌بینی‌های موضعی پانلی پرداخته‌اند. نتایج حاکی از آن است که ناهمگنی قابل‌توجهی در سراسر گروه‌های کشورها در انتقال ریسک ژئوپلیتیک وجود دارد. بیشترین و پایدارترین تعدیل‌ها در رژیم‌های ارزی شبه‌ثابت رخ می‌دهد، جایی که ارزها با تأخیر اما واکنش‌های قابل‌توجهی به شوک‌های ژئوپلیتیک نشان می‌دهند. این یافته‌ها بر اهمیت رژیم‌های ارزی در شکل‌دهی به انتقال مالی بین‌المللی ریسک ژئوپلیتیک تأکید دارد و شواهد جدیدی ارائه می‌دهد که بازارهای ارز کانال کلیدی برای انتشار تنش‌های ژئوپلیتیک در سراسر اقتصاد جهانی محسوب می‌شوند.

^۱ Autoregressive Fractionally Integrated Moving Average (ARFIMA)

^۲ Sabkha and Dribek

عثمان و گیل-آلانا^۱ (۲۰۲۵) با استفاده از داده‌های ماهانه کشورهای G7 و تفکیک دوره قبل و بعد از همه‌گیری کووید-۱۹ و جنگ روسیه و اوکراین نشان دادند که پایداری تورم ویژگی ثابتی نیست و وقوع تکانه‌های بزرگ می‌تواند درجه پایداری را تغییر دهد.

کاپورال و همکاران^۲ (۲۰۲۲) با بررسی داده‌های ماهانه تورم کشورهای گروه G7 طی دوره ژانویه ۱۹۷۳ تا مارس ۲۰۲۰، وجود پایداری بالای تورم را گزارش کردند.

تولبرگن^۳ (۲۰۲۱) با استفاده از داده‌های ماهانه شاخص قیمت مصرف‌کننده قزاقستان، پایداری زیرگروه‌های تورم شامل مواد غذایی، غیرغذایی و خدمات را بررسی کرد و نشان داد که درجه پایداری در گروه‌های مختلف یکسان نیست. بوزوکل و همکاران^۴ (۲۰۲۰) برتری تقریب فوریه را در حضور شکست‌های غیرخطی تأیید کردند و نشان دادند که نادیده گرفتن این شکست‌ها می‌تواند موجب تورش در برآورد درجه انباشتگی شود.

گیل-آلانا و یایا^۵ (۲۰۲۰) با معرفی چارچوب انباشتگی کسری مبتنی بر تقریب فوریه نشان دادند که این رویکرد، بدون نیاز به تعیین زمان وقوع شکست‌ها، قادر به مدل‌سازی شکست‌های ساختاری نرم و ناشناخته بوده و برآورد دقیق‌تری از پارامتر پایداری ارائه می‌دهد.

کاپورال و همکاران (۲۰۲۰) با بهره‌گیری از داده‌های ماهانه تورم بریتانیا در دوره پس از نظام برتون وودز، پایداری بالای تورم را تأیید کردند.

دیوید و همکاران^۶ (۲۰۱۷) با استفاده از داده‌های روزانه قیمت ذرت، سویا، شکر و قهوه و مقایسه مدل ARFIMA با مدل ARIMA، نشان دادند که مدل‌های حافظه بلندمدت توانایی بیشتری در پیش‌بینی قیمت کالاهای کشاورزی دارند.

موسیوکی و همکاران^۷ (۲۰۱۴) به بررسی نامیزانی نرخ ارز با استفاده از روش خود رگرسیون برداری و طی دوره زمانی ۱۹۹۳-۲۰۰۳ پرداختند. نتایج مطالعات آن‌ها حاکی از آن است که علت نامیزانی نرخ ارز، ارزش‌گذاری بیش‌ازحد نرخ واقعی ارز است.

هاسفلد^۸ (۲۰۱۰) با بهره‌گیری از داده‌های فصلی دوره ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۶، نرخ ارز مؤثر واقعی تعادلی و میزان انحراف آن را در ایالات متحده و ۱۶ شریک تجاری عمده این کشور موردبررسی قرار داده‌اند. چارچوب تحلیلی مورد استفاده ایشان مبتنی بر رهیافت رفتاری نرخ ارز تعادلی است که امکان تشخیص انحرافات نرخ ارز از سطح تعادلی را فراهم می‌آورد. یافته‌های این پژوهش حاکی از آن است که شواهد معتبری در تأیید اثر بالاسا-ساموئلسون وجود دارد که بر اهمیت بهره‌وری به‌عنوان یکی از عوامل کلیدی مؤثر بر حرکات نرخ ارز تأکید می‌کند. افزون بر این، نتایج نشان می‌دهد که درجه انحراف نرخ ارز واقعی در میان کشورهای مورد مطالعه یکسان نبوده و تفاوت‌های قابل‌توجهی در این زمینه مشاهده می‌شود.

گرنجر و جویو^۹ (۱۹۸۰) با معرفی چارچوب انباشتگی کسری، امکان بررسی درجات مختلف پایداری و حافظه بلندمدت را فراهم کردند و زمینه توسعه مدل‌های ARFIMA را به وجود آوردند.

¹ Usman and Gil-Alana

² Caporale et al.

³ Tolbergen

⁴ Bozoklu et al.

⁵ Gil-Alana and Yaya

⁶ David et al.

⁷ Musyoki et al.

⁸ Hossfeld

⁹ Granger and Joyeux

۲-۲-۲- مطالعات داخلی

رضوانی و همکاران (۱۴۰۵) با استفاده از داده‌های ماهانه قیمت محصولات دامی در سطوح مزرعه و خرده‌فروشی طی دوره فروردین ۱۳۹۳ تا اسفند ۱۴۰۲ و لحاظ کردن تکانه‌هایی نظیر خروج آمریکا از برجام، همه‌گیری کووید-۱۹ و حذف ارز ترجیحی، نشان دادند که شدت و ماندگاری تکانه‌ها در محصولات و سطوح مختلف بازار متفاوت بوده و پایداری قیمت‌ها در مواجهه با این رویدادها تغییر می‌کند.

ابوالحسنی پوراشکذر و همکاران (۱۴۰۳) با بهره‌گیری از داده‌های روزانه نرخ ارز بازار آزاد و شاخص کل بورس تهران طی دوره اول آذر ۱۳۹۰ تا پایان تیر ۱۴۰۲ و استفاده از مدل‌های ARFIMA، FIGARCH و HYGARCH، وجود حافظه بلندمدت را در هر دو بازار تأیید کردند.

طیبه و زمانی (۱۴۰۳) به بررسی سیاست ارزی در متعادل‌سازی انحراف نرخ ارز در ایران طی دوره زمانی ۱۳۷۴-۱۳۹۹ و با استفاده از روش خودرگرسیون برداری پرداخته‌اند. نتایج حاکی از واکنش معنی‌دار انحراف نرخ ارز به اتخاذ سیاست ارزی از طریق یکسان‌سازی نرخ ارز یا بهبود کیفیت نهادها در طول دوره زمانی مورد اشاره بوده است. در مجموع، یک سیاست ارزی مطلوب ناشی از یکسان‌سازی نرخ ارز موجب میرایی انحراف نرخ ارز واقعی می‌شود و به متعادل‌سازی آن کمک می‌کند.

تربتی قره‌باغ و خداویسی (۱۴۰۲) با استفاده از داده‌های هفتگی قیمت گوشت مرغ، گوشت گوساله و گوشت گوسفند در استان آذربایجان غربی طی دوره ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۹، ضمن برآورد مدل ARFIMA، پس از شناسایی شکست‌های ساختاری، دوره زمانی را به چند زیردوره تقسیم کردند و نشان دادند که درجه پایداری در دوره‌های مختلف یکسان نیست.

امیری و همکاران (۱۳۹۶) با استفاده از داده‌های ماهانه تورم و رویکرد انباشتگی کسری به روش‌های کلاسیک و بیزین طی دوره زمانی ۱۳۱۶-۱۳۹۵ دریافتند که نرخ تورم ایران از فرآیندی نیمه‌ایستا با حافظه بلندمدت تبعیت می‌کند. طهرانچیان و بالونژاد (۱۳۹۴) با استفاده از داده‌های فصلی نرخ ارز حقیقی طی دوره ۱۳۵۷ تا ۱۳۹۲، پایداری نامیزانی نرخ ارز حقیقی را با استفاده از روش خودرگرسیون میانگین متحرک انباشته کسری و روش حداکثر درست‌نمایی بررسی و وجود حافظه بلندمدت را تأیید کردند.

مرور ادبیات نشان می‌دهد که اگرچه پژوهش‌های متعددی به بررسی پایداری متغیرهای اقتصادی با استفاده از مدل‌های انباشتگی کسری پرداخته‌اند، اما هنوز خلأهای مهمی در زمینه نرخ ارز ایران وجود دارد.

با وجود گسترش مطالعات مربوط به پایداری و حافظه بلندمدت، همچنان چند خلأ مهم در ادبیات وجود دارد. نخست، اگرچه پژوهش‌هایی از جمله عثمان و گیل‌آلانا (۲۰۲۵) نشان داده‌اند که تکانه‌های بزرگی مانند همه‌گیری کووید-۱۹ و جنگ‌های ژئوپلیتیکی می‌توانند درجه پایداری متغیرهای اقتصادی را تغییر دهند، اما در پژوهش‌های داخلی مرتبط با نرخ ارز، عمدتاً به بررسی وجود حافظه بلندمدت یا پایداری نرخ ارز در کل دوره زمانی اکتفا کرده‌اند و تغییرات درجه پایداری در طول زمان را مورد ارزیابی قرار نداده‌اند. دوم، اگرچه برخی پژوهش‌ها مانند تربتی قره‌باغ و خداویسی (۱۴۰۲) با تقسیم دوره زمانی و رضوانی و همکاران (۱۴۰۵) با استفاده از متغیرهای موهومی، اثر شکست‌های ساختاری را مدنظر قرار داده‌اند، اما رویکردی که به‌طور هم‌زمان از تقریب فوریه برای کنترل شکست‌های ساختاری نرم و از شکست‌های ساختاری شناسایی شده به‌صورت درون‌زا برای ارزیابی تغییرات پایداری در کل دوره و زیردوره‌ها استفاده کند، در مطالعات مربوط به نرخ ارز ایران به کار گرفته نشده است. بر این اساس، هدف پژوهش حاضر بررسی پایداری نرخ ارز بازار آزاد ایران با استفاده از مدل ARFIMA مبتنی بر تقریب فوریه است. بدین منظور، ابتدا درجه پایداری نرخ ارز برای کل دوره زمانی برآورد می‌شود. سپس با استفاده از آزمون شکست ساختاری Bai-Perron، شکست‌های

ساختاری به صورت درون‌زا شناسایی شده و پایداری نرخ ارز در زیر دوره‌های حاصل از این شکست‌ها مجدداً برآورد می‌شود تا مشخص شود آیا وقوع تکانه‌های مهم مانند تشدید تحریم‌ها، خروج آمریکا از برجام، همه‌گیری کووید-۱۹، جهش ارزی سال ۱۴۰۱ و سایر تحولات اقتصادی و ژئوپلیتیکی موجب تغییر در درجه پایداری نرخ ارز شده است یا خیر؟

۳- روش‌شناسی تحقیق

به منظور بررسی پایداری نرخ ارز بازار آزاد ایران، پژوهش حاضر در سه مرحله انجام شده است. در مرحله نخست، با توجه به اینکه وجود شکست‌های ساختاری می‌تواند نتایج آزمون‌های متعارف ریشه واحد را با تورش همراه سازد، ابتدا از آزمون ریشه واحد (BM) برای بررسی ایستایی سری در حالت عادی استفاده می‌شود. سپس، برای اطمینان از نتایج و لحاظ امکان وجود شکست‌های ساختاری با فرم تابعی ناشناخته، از آزمون ریشه واحد مبتنی بر تقریب فوریه اندرز و لی^۱ (۲۰۱۲) استفاده می‌شود. این آزمون با بهره‌گیری از توابع سینوسی و کسینوسی، شکست‌های ساختاری نرم و با فرم تابعی ناشناخته را در سری زمانی لحاظ کرده و امکان بررسی ویژگی‌های سری را در حضور این شکست‌ها فراهم می‌کند. در مرحله دوم، پایداری نرخ ارز با استفاده از مدل خودرگرسیون میانگین متحرک انباشته کسری مبتنی بر تقریب فوریه (Fourier-ARFIMA) برآورد می‌شود. این مدل با استفاده از تقریب فوریه، امکان لحاظ شکست‌های ساختاری نرم و تدریجی را در کنار برآورد پارامتر انباشتگی کسری فراهم می‌کند؛ از این رو برآورد دقیق‌تری از درجه پایداری نرخ ارز ارائه می‌دهد. مدل به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$y_t = f(t) + x_t, \quad t = 1, 2, \dots, \quad (1)$$

که در رابطه (۱) x_t فرآیند انباشه کسری^۲ است که به صورت رابطه (۲) (Palma, 2007) و $f(t)$ تابع فوریه روند هموار^۳ (Gil-Alana and Yaya, 2020) است که به صورت رابطه (۳) تصریح می‌شود.

$$\phi(L)y_t = \theta(L)(1-L)^{-d}u_t \quad (2)$$

$$f(t) = \alpha + \beta t + \sum_{k=1}^n \lambda_k \sin\left(\frac{2\pi j_k t}{T}\right) + \sum_{k=1}^n \gamma_k \cos\left(\frac{2\pi j_k t}{T}\right), \quad n \leq \frac{T}{2} \quad t = 1, 2, \dots \quad (3)$$

که در روابط (۲) و (۳)، Y_t سری زمانی نرخ ارز، $\phi(L) = 1 + \phi_1 L + \dots + \phi_p L^p$ و $\theta(L) = 1 + \theta_1 L + \dots + \theta_q L^q$ به ترتیب عملگرهای AR و MA هستند. $\phi(L)$ و $\theta(L)$ ریشه مشترک ندارند. طبق رویکرد گیل-آلانا و یایا (۲۰۲۰)، برای جلوگیری از بیش‌برازش و حفظ درجات آزادی، مقدار j_k لزوماً عدد صحیح نیست و می‌تواند مقادیر کسری باشد. جهت تعیین فرکانس بهینه (j_k)، از روش داده‌محور دیویس^۴ (۱۹۸۷) بر مبنای جستجوی شبکه‌ای رگرسیونی استفاده شد. در این روش، فرکانس‌ها در بازه‌ی [۰.۲ تا ۵] با گام جستجوی ۰/۱ بررسی شدند و فرکانسی انتخاب گردید که منجر به حداقل‌سازی مجموع مربعات باقیمانده شود (Gil-Alana and Yaya, 2021). همچنین $(1-L)^{-d}$ یک عملگر تفاضل کسری است که توسط بسط دوجمله‌ای تعریف می‌شود:

¹ Enders & Lee

² Fractionally Integrated Process

³ Smooth Trend Fourier Function

⁴ Davies

$$(1-L)^{-d} = \sum_{j=0}^{\infty} \psi_j L^j = \sum_{j=0}^{\infty} \binom{d}{j} -1^j L^j = 1 - dL + \frac{d(d-1)}{2} L^2 - \dots, \quad (4)$$

جهت انتخاب مرتبه بهینه وقفه‌های خود رگرسیون (p) و میانگین متحرک (q) در مدل Fourier-ARFIMA، از معیارهای اطلاعاتی آکائیک (AIC) و بیزین شوارتز (SIC) استفاده می‌شود. همچنین، برآورد درجه انباشتگی کسری با استفاده از روش حداکثر درستنمایی (MLE) و بر پایه رویکرد ساو^۱ (۱۹۹۲) انجام می‌شود. ساو نشان داده است که این روش به دلیل دارا بودن خواص مجانبی مطلوب، از جمله سازگاری و توزیع نرمال، برآوردهای معتبری از حافظه بلندمدت سری زمانی ارائه می‌دهد.

در مرحله سوم، برای بررسی تغییرات پایداری نرخ ارز در مواجهه با رویدادهای مهم اقتصادی و سیاسی، آزمون شکست ساختاری بای و پرون^۲ (۲۰۰۳) بر روی داده‌های ماهانه نرخ ارز اجرا می‌شود. تاریخ‌های شکست به صورت درون‌زا تعیین شده و سپس مدل Fourier-ARFIMA علاوه بر کل دوره زمانی، به صورت تجمعی از ابتدای دوره مطالعه (فروردین ۱۳۷۱) تا هر یک از شکست‌های شناسایی شده نیز به طور جداگانه برآورد می‌شود. دلیل انتخاب رویکرد تجمعی به جای رویکرد تفکیکی (تقسیم به زیردوره‌های مجزا) از چند جهت قابل توجیه است. نخست، در اقتصاد ایران، شوک‌های ساختاری به صورت منفرد رخ نمی‌دهند، بلکه بر روی یکدیگر انباشته می‌شوند و آثار آن‌ها به طور همزمان بر نرخ ارز تأثیر می‌گذارد؛ از این رو، رویکرد تجمعی امکان بررسی تأثیر انباشتی شوک‌ها بر پایداری نرخ ارز را فراهم می‌کند. دوم، ماهیت پارامتر انباشتگی کسری (d) به گونه‌ای است که کل تاریخچه سری زمانی را در برمی‌گیرد؛ بنابراین، استفاده از زیردوره‌های تجمعی با ماهیت این پارامتر همخوانی بیشتری دارد. سوم، رویکرد تجمعی نشان می‌دهد که با افزوده شدن هر تکانه جدید به تکانه‌های قبلی، درجه پایداری نرخ ارز به تدریج افزایش یافته یا کاهش یافته است و این روند افزایشی (یا کاهش) را می‌توان به صورت زنجیره‌ای و پله‌به‌پله مشاهده کرد. چهارم، مطالعات معتبر بین‌المللی نیز برای بررسی تغییرات پایداری در واکنش به رویدادهای ساختاری، عمدتاً از رویکرد زیردوره‌های تجمعی استفاده کرده‌اند. از این رو، این فرآیند برای تمامی شکست‌های استخراج شده تکرار می‌شود تا مشخص شود وقوع تکانه‌هایی نظیر همه‌گیری کووید-۱۹، تشدید تحریم‌ها، تغییرات سیاست‌های ارزی و سایر رویدادهای اقتصادی و سیاسی، موجب تغییر در درجه پایداری نرخ ارز شده‌اند یا خیر. داده‌های مورد استفاده شامل نرخ ارز بازار آزاد ایران با تواتر ماهانه در دوره فروردین ۱۳۷۱ تا اسفند ۱۴۰۴ است که از وبسایت دفتر آینده‌پژوهی، مدل سازی و مدیریت اطلاعات اقتصادی^۳ استخراج شده‌اند. تمامی برآوردهای اقتصادسنجی و آزمون‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار Stata 18 انجام شده است.

۴- نتایج و تحلیل یافته‌های تحقیق

نمودار (۱) روند نرخ ارز بازار آزاد ایران را طی دوره فروردین ۱۳۷۱ تا اسفند ۱۴۰۴، به همراه تابع خودهمبستگی (ACF) و تابع خودهمبستگی جزئی (PACF) تا ۴۰ وقفه نشان می‌دهد. همان گونه که مشاهده می‌شود، نرخ ارز طی دوره مورد بررسی روندی افزایشی همراه با جهش‌های متعدد را تجربه کرده است. نخستین جهش قابل توجه پس از خروج آمریکا از برجام در

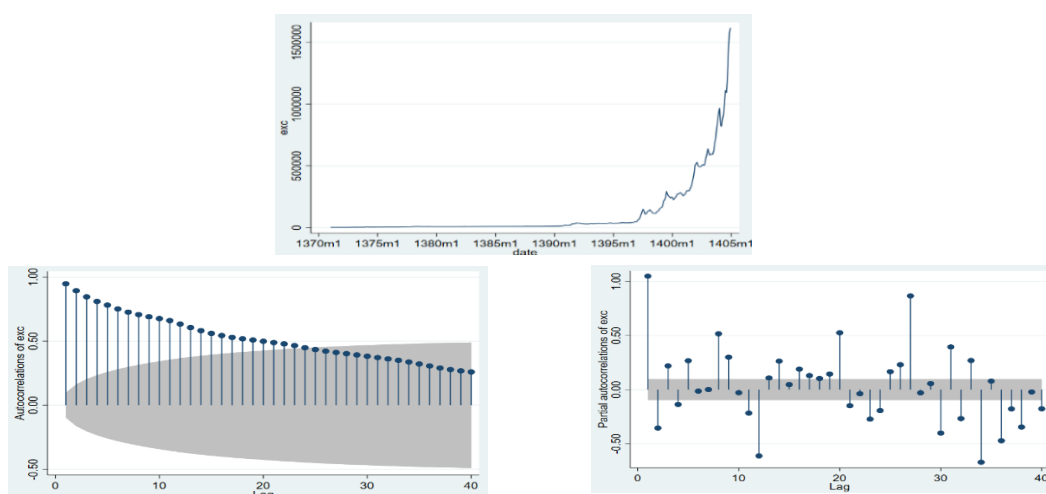
¹ Sowell, F.

² Bai & Perron

³ <https://databank.mefa.ir/>

اردیبهشت ۱۳۹۷ رخ داد، به گونه‌ای که نرخ ارز از حدود ۵۰ هزار ریال در فروردین ۱۳۹۷ به حدود ۱۴۵ هزار ریال در اردیبهشت ۱۳۹۸ افزایش یافت. همه‌گیری کووید-۱۹ نیز با تشدید نااطمینانی‌های اقتصادی، موجب افزایش نرخ ارز از حدود ۱۳۶ هزار ریال در بهمن ۱۳۹۸ به حدود ۲۶۹ هزار ریال در آبان ۱۳۹۹ شد. همچنین طی سال ۱۴۰۱ نرخ ارز از حدود ۲۶۵ هزار ریال در فروردین به بیش از ۵۰۶ هزار ریال در اسفند همان سال رسید. در ادامه نیز از اواخر سال ۱۴۰۲ روند صعودی نرخ ارز شدت بیشتری یافت؛ به طوری که نرخ ارز از حدود ۵۰۴ هزار ریال در آذر ۱۴۰۲ به حدود ۸۲۲ هزار ریال در خرداد ۱۴۰۴ و در نهایت به حدود یک میلیون و ۶۱۹ هزار ریال در اسفند ۱۴۰۴ افزایش یافت. این رفتار بیانگر وقوع تکانه‌های متعدد اقتصادی و سیاسی در طول دوره مورد بررسی و احتمال وجود شکست‌های ساختاری در سری زمانی نرخ ارز است.

به منظور بررسی وابستگی زمانی نرخ ارز، تابع خودهمبستگی (ACF) و تابع خودهمبستگی جزئی (PACF) تا ۴۰ وقفه محاسبه شد. انتخاب ۴۰ وقفه با توجه به ماهانه بودن داده‌ها، امکان بررسی بیش از سه سال وابستگی زمانی را فراهم می‌کند و برای شناسایی الگوهای حافظه بلندمدت مناسب است. همان گونه که در نمودار (۱) مشاهده می‌شود، ضرایب خودهمبستگی با آهنگی کند و به صورت تدریجی کاهش می‌یابند که می‌تواند نشانه‌ای از وجود حافظه بلندمدت بر رفتار سری باشد. همچنین نمودار PACF وجود چندین وقفه معنادار، به ویژه در وقفه‌های ابتدایی و نیز وقفه‌های ۵، ۸، ۹ و ۱۲ را نشان می‌دهد که بیانگر ساختار پویای نسبتاً پیچیده نرخ ارز است و ضرورت استفاده از مدل‌های انباشتگی کسری را تقویت می‌کند.



نمودار ۱. روند متغیر نرخ ارز در بازه زمانی فروردین ۱۳۷۱ تا اسفند ۱۴۰۴، تابع خودهمبستگی و تابع خودهمبستگی جزئی نرخ ارز
منبع: یافته‌های تحقیق.

با توجه به ماهیت ماهانه داده‌ها و احتمال وجود نوسانات فصلی، برای شناسایی ساختار پیچیده‌تر پایداری از آزمون ریشه واحد BM استفاده شد. نتایج جدول (۱) و مقایسه آماره‌ها با مقادیر بحرانی ۵ درصد نشان می‌دهد که آماره t_1 مربوط به فرکانس صفر و ریشه غیرفصلی قدرت کافی برای رد فرضیه صفر را دارد؛ بنابراین، نرخ ارز فاقد ریشه واحد غیر فصلی است. در مقابل، در فرکانس‌های فصلی فرضیه صفر رد نشده و وجود ریشه واحد فصلی در فرکانس $\pi/2$ رد می‌شود.

جدول ۱. نتایج آزمون ریشه واحد BM

$\pi/6$	$5\pi/6$	$\pi/3$	$2\pi/3$	$\pi/2$	π	0	فراوانی
$\pi_{11} = \pi_{12} = 0$	$\pi_9 = \pi_{10} = 0$	$\pi_7 = \pi_8 = 0$	$\pi_5 = \pi_6 = 0$	$\pi_3 = \pi_4 = 0$	$\pi_2 = 0$	$\pi_1 = 0$	فرضیه صفر
F _{11,12}	F _{9,10}	F _{7,8}	F _{5,6}	F _{3,4}	t ₂	t ₁	آزمون
۱۳/۰۵	۱۸/۸۶	۲۳/۹۱	۶/۶۶	۰/۹۳	-۵/۷۶	۳/۹۲	نرخ ارز
۶/۳۷	۶/۳۷	۶/۳۷	۶/۳۷	۶/۳۷	-۲/۷۹	-۲/۷۹	مقدار بحرانی (۵ درصد)

منبع: یافته‌های تحقیق.

به دلیل احتمال وجود شکست‌های ساختاری، آزمون ریشه واحد مبتنی بر تقریب فوریه اندرز و لی (۲۰۱۲) برای بررسی ویژگی‌های سری زمانی نرخ ارز به کار گرفته شد. نتایج این آزمون که در جدول (۲) ارائه شده است، نشان می‌دهد آماره آزمون در سطح یک درصد معنادار بوده و فرضیه وجود ریشه واحد رد می‌شود؛ بنابراین، نرخ ارز در حضور شکست‌های ساختاری از درجه ایستایی لازم برای برآورد مدل Fourier-ARFIMA برخوردار است.

جدول ۲. نتایج آزمون ریشه واحد اندرز و لی (۲۰۱۲)

متغیر	k بهینه	آماره آزمون
نرخ ارز	۱	۶/۳۲***

منبع: یافته‌های تحقیق. (*، **، *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد)

در ادامه، به منظور شناسایی نقاط شکست ساختاری، آزمون بای و پرون بر روی داده‌های ماهانه نرخ ارز اجرا شد. نتایج این آزمون وجود سه شکست ساختاری را در آذر ۱۳۸۹، دی ۱۳۹۴ و بهمن ۱۳۹۹ نشان می‌دهد. بازه‌های اطمینان ۹۵ درصد نیز بیانگر آن است که زمان وقوع این شکست‌ها با دقت مناسبی برآورد شده است. این نتایج مؤید آن است که نرخ ارز طی دوره موردبررسی تحت تأثیر رویدادهای مهم اقتصادی و سیاسی، تغییرات ساختاری قابل توجهی را تجربه کرده است. سه شکست ساختاری شناسایی شده از طریق آزمون بای پرون با برخی از مهم‌ترین تحولات اقتصادی و سیاسی کشور هم‌زمانی قابل توجهی دارند. نخستین شکست در آذر ۱۳۸۹ رخ داده است که با اجرای قانون هدفمندی یارانه‌ها، افزایش نقدینگی و تغییر در انتظارات تورمی هم‌زمان است. دومین شکست در دی ۱۳۹۴، پس از اجرای برجام، مشاهده می‌شود؛ دوره‌ای که اگرچه با بهبود نسبی انتظارات همراه بود، اما تداوم برخی محدودیت‌های اقتصادی و شکل‌گیری انتظارات جدید در بازار ارز، ساختار این بازار را تحت تأثیر قرار داد. سومین شکست در بهمن ۱۳۹۹ نیز با اوج همه‌گیری کووید-۱۹ و افزایش نااطمینانی‌های اقتصادی هم‌زمان است. این هم‌زمانی‌ها نشان می‌دهد که شکست‌های ساختاری نرخ ارز عمدتاً در دوره‌هایی رخ داده‌اند که اقتصاد ایران با تغییرات اساسی در شرایط اقتصادی و سیاسی و تحول در انتظارات فعالان بازار مواجه بوده است. بر این اساس، به منظور بررسی تغییرات پایداری نرخ ارز در مواجهه با این تکانه‌ها، مدل Fourier-ARFIMA علاوه بر کل دوره زمانی، برای زیردوره‌های تجمعی نیز برآورد شد؛ به این صورت که ابتدا دوره فروردین ۱۳۷۱ تا آذر ۱۳۸۹، سپس فروردین ۱۳۷۱ تا دی ۱۳۹۴ و در نهایت فروردین ۱۳۷۱ تا بهمن ۱۳۹۹ موردبررسی قرار گرفت. مقایسه ضرایب انباشتگی کسری در این زیردوره‌ها امکان ارزیابی این موضوع را فراهم می‌کند که آیا وقوع تکانه‌های مهم اقتصادی و سیاسی موجب تغییر در درجه پایداری نرخ ارز شده است یا خیر. همان‌گونه

که در نمودار (۱) مشاهده می‌شود، نرخ ارز در چند مقطع زمانی با جهش‌های قابل توجهی همراه بوده است. مهم‌ترین این جهش‌ها پس از خروج آمریکا از برجام در سال ۱۳۹۷، همه‌گیری کووید-۱۹، افزایش شدید نرخ ارز در سال ۱۴۰۱ و همچنین تشدید تنش‌های ژئوپلیتیکی در سال ۱۴۰۴ مشاهده می‌شود. با این حال، نتایج آزمون بای-پرون نشان می‌دهد که همه این رویدادها الزاماً به عنوان شکست ساختاری آماری شناسایی نشده‌اند و تنها سه شکست ساختاری در آذر ۱۳۸۹، دی ۱۳۹۴ و بهمن ۱۳۹۹ از نظر آماری معنادار بوده‌اند. نتایج برآورد مدل Fourier-ARFIMA برای کل دوره و زیردوره‌های مختلف در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول ۳. نتایج برآورد الگوی ARFIMA-Fourier

متغیر (دوره)	عرض از مبدأ α	روند خطی β	مؤلفه سینوسی λ	مؤلفه کسینوسی γ	فرکانس بهینه	پارامتر d
نرخ ارز (کل دوره زمانی)	۵۱۹۳۴۸*** (۱۸/۲۹)	۳۲۹۴۰۹/۱*** (۲۴/۰۹)	-۲۷۳۸۶۲۱* (-۱/۸۴)	۵۱۸۳۲۶*** (-۱۶/۶۴)	۰/۲	۰/۲۴۱*** (۳/۳۴)
نرخ ارز (فروردین ۱۳۷۱ تا آذر ۱۳۸۹)	۲۲۰۹/۳۲*** (۲۵/۸۰)	۴۳/۰۹*** (۶۲/۲۶)	-۵/۰۶ (-۰/۰۸)	۱۲۲۹/۴۸*** (۲۴/۷۵)	۱/۱	۰/۲۴۶*** (۳/۴۰)
نرخ ارز (فروردین ۱۳۷۱ تا دی ۱۳۹۴)	۲۴۰۰۵۵/۴*** (۱۴/۳۳)	۲۱۵۵/۸*** (۱۸/۷۲)	-۴۳۳۱۱۰۴/۴*** (-۱۹/۵۱)	۲۳۷۷۵۰/۶*** (۱۴/۳۳)	۰/۲	۰/۲۱۶ (۱/۳۷)
نرخ ارز (فروردین ۱۳۷۱ تا بهمن ۱۳۹۹)	۱۴۸۷۸۷۰*** (۱۴/۶۶)	۱۰۹۷۸/۱*** (۱۹/۰۸)	-۲۷۲۷۰۹۷*** (-۲۰/۳۶)	۱۴۶۶۲۷۴*** (۱۴/۸۹)	۰/۲	۰/۲۳۷*** (۲/۳۵)

منبع: یافته‌های تحقیق.

معناداری ضرایب مؤلفه‌های سینوسی (λ) و کسینوسی (γ) در اغلب برآوردها نشان می‌دهد که روند نرخ ارز در طول دوره موردبررسی صرفاً از یک‌روند خطی تبعیت نکرده، بلکه تحت تأثیر تغییرات ساختاری تدریجی و غیرخطی نیز قرار داشته است. این یافته بیانگر آن است که تقریب فوری توانسته است بخش قابل توجهی از تغییرات ساختاری را در قالب توابع سینوسی و کسینوسی مدل‌سازی کند؛ از این رو، استفاده از الگوی Fourier-ARFIMA برای بررسی رفتار پویای نرخ ارز در اقتصاد ایران از پشتوانه آماری مناسبی برخوردار است. به منظور تعیین ساختار مناسب مدل، مرتبه‌های خودرگرسیون و میانگین متحرک با استفاده از معیارهای اطلاعاتی و بررسی نمودارهای ACF و PACF انتخاب شدند. جدول (۴) نتایج انتخاب مدل ARFIMA بر اساس معیارهای اطلاعاتی و معیارهای پیش‌بینی را ارائه می‌دهد. نتایج نشان داد که الگوی ARFIMA(2,d,1) برای کل دوره زمانی و دو زیردوره اول و سوم و الگوی ARFIMA(1,d,2) برای زیردوره دوم مناسب‌ترین ساختار را دارا هستند. نتایج برآوردها نشان می‌دهد که پارامتر انباشتگی کسری (d) در کل دوره زمانی و دو زیردوره اول (فروردین ۱۳۷۱ تا آذر ۱۳۸۹) و سوم (فروردین ۱۳۷۱ تا بهمن ۱۳۹۹) مثبت و از نظر آماری معنادار است و در محدوده ۰/۲۴ برآورد شده است. این یافته بیانگر آن است که نرخ ارز از حافظه بلندمدت برخوردار بوده و آثار شوک‌های واردشده به بازار ارز به تدریج مستهلک می‌شوند. با این حال، مقدار پارامتر d فاصله زیادی مرز نایستایی (۰/۵) دارد؛ از این رو، شدت پایداری بلندمدت نرخ ارز در سطح متوسط ارزیابی می‌شود و شوک‌ها اگرچه برای مدتی در بازار باقی می‌مانند، اما با سرعت بیشتری نسبت به فرآیندهای دارای حافظه بلندمدت قوی تعدیل می‌شوند. در زیردوره دوم (فروردین ۱۳۷۱ تا دی ۱۳۹۴)، اگرچه مقدار برآوردی پارامتر انباشتگی کسری مثبت است، اما از نظر آماری معنادار نیست؛ بنابراین، شواهد کافی برای تأیید وجود حافظه بلندمدت در این زیردوره وجود ندارد. این نتیجه

می‌تواند بیانگر آن باشد که در این مقطع زمانی، پویایی نرخ ارز بیش از آنکه متأثر از وابستگی‌های بلندمدت باشد، تحت تأثیر شوک‌های کوتاه‌مدت و عوامل مقطعی قرار داشته است. همچنین مقادیر معیارهای پیش‌بینی RMSE و MAE نشان می‌دهد که الگوهای منتخب از دقت مناسبی در برازش رفتار نرخ ارز برخوردار هستند و انتخاب مرتبه‌های خودرگرسیون و میانگین متحرک بر اساس معیارهای اطلاعاتی، موجب بهبود عملکرد مدل در مقایسه با الگوهای فاقد این مؤلفه‌ها شده است.

جدول ۴. نتایج انتخاب مدل ARFIMA بر اساس معیارهای اطلاعاتی و معیارهای پیش‌بینی

متغیر (دوره)	مدل انتخاب	AIC	BIC	MAE	RMSE
نرخ ارز (کل دوره زمانی)	ARFIMA (2,d,1)	۹۰۷۵/۸	۹۰۸۳/۹	۵۴۵۹/۲	۱۶۸۳۲/۷
نرخ ارز (فروردین ۱۳۷۱ تا آذر ۱۳۸۹)	ARFIMA (1,d,2)	۹۰۸۳/۹	۹۰۷۵/۸	۹۵۲/۳	۷۳۷۴/۴
نرخ ارز (فروردین ۱۳۷۱ تا دی ۱۳۹۴)	ARFIMA (2,d,1)	۴۵۵۹/۳	۴۵۸۱/۳	۲۸۹/۴	۷۱۰/۹
نرخ ارز (فروردین ۱۳۷۱ تا بهمن ۱۳۹۹)	ARFIMA (2,d,1)	۶۸۴۳/۰	۶۸۴۳/۴	۱۶۲۹/۵	۴۶۵۰/۷

منبع: یافته‌های تحقیق.

پس از تخمین الگوی ARFIMA، برای اطمینان از اینکه باقیمانده‌های مدل به‌درستی نوفه سفید هستند (یعنی هیچ خودهمبستگی معناداری در آن‌ها وجود ندارد)، آزمون Portmanteau (Ljung-Box) بر روی باقیمانده‌ها اجرا شد. جدول (۵) نتایج این آزمون را نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول (۵) مشاهده می‌شود، مقادیر احتمال p -value برای آماره Ljung-Box بزرگ‌تر از پنج درصد (۰/۰۵) است. این بدان معناست که نمی‌توان فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود خودهمبستگی را رد کنیم؛ بنابراین، نتایج آزمون Ljung-Box نشان می‌دهد که باقیمانده‌های الگوی تخمین زده‌شده، رفتاری مشابه نوفه سفید دارند و هیچ الگوی خودهمبستگی معناداری در آن‌ها یافت نشد.

جدول ۵. آزمون Portmanteau (Ljung-Box)

متغیر (دوره)	اماره Ljung-Box	مقدار احتمال p-value
نرخ ارز (کل دوره زمانی)	۱۳/۷۴	۰/۳۴
نرخ ارز (فروردین ۱۳۷۱ تا آذر ۱۳۸۹)	۱۰/۰۹	۰/۴۳
نرخ ارز (فروردین ۱۳۷۱ تا دی ۱۳۹۴)	۱۵/۱۱	۰/۲۹
نرخ ارز (فروردین ۱۳۷۱ تا بهمن ۱۳۹۹)	۱۲/۴۲	۰/۳۷

منبع: یافته‌های تحقیق.

۵ - نتیجه گیری و ارائه پیشنهاد های سیاستی

برآوردهای انجام شده در پژوهش حاضر با بهره گیری از مدل Fourier-ARFIMA و لحاظ شکست های ساختاری درون زای شناسایی شده توسط آزمون بای-پرون نشان داد که رفتار نرخ ارز بازار آزاد ایران طی دوره فروردین ۱۳۷۱ تا اسفند ۱۴۰۴ از پویایی پیچیده ای برخوردار است که هم زمان تحت تأثیر وابستگی های کوتاه مدت، حافظه بلند مدت و تغییرات ساختاری تدریجی قرار دارد. به منظور دستیابی به برآوردهای سازگار، مرتبه های خودرگرسیون و میانگین متحرک برای هر دوره با استفاده از معیارهای اطلاعاتی AIC، BIC و HQ و همچنین نمودارهای ACF و PACF تعیین شد. نتایج نشان داد که الگوی $ARFIMA(2,d,1)$ برای کل دوره و دو زیر دوره اول و سوم و الگوی $ARFIMA(1,d,2)$ برای زیر دوره دوم مناسب ترین ساختار را دارا هستند. نتایج برآوردها نشان داد که پارامتر انباشتگی کسری در کل دوره زمانی و دو زیر دوره اول و سوم مثبت و از نظر آماری معنادار است و در محدوده $0/24$ قرار دارد. این یافته بیانگر آن است که نرخ ارز از حافظه بلند مدت برخوردار است و شوک های وارد شده به بازار ارز به طور کامل در کوتاه مدت از بین نمی روند، بلکه آثار آن ها برای مدتی در رفتار نرخ ارز باقی می ماند. باین حال، فاصله قابل توجه مقدار پارامتر d با مرز $0/5$ نشان می دهد که شدت این حافظه بلند مدت در سطح متوسط قرار دارد. در مقابل، در زیر دوره دوم اگرچه مقدار برآوردی پارامتر d مثبت بود، اما از نظر آماری معنادار نشد؛ بنابراین، شواهد کافی برای تأیید وجود حافظه بلند مدت در این دوره به دست نیامد که می تواند ناشی از غلبه شوک های کوتاه مدت و تغییرات مقطعی بر رفتار نرخ ارز در آن بازه زمانی باشد.

یافته های پژوهش حاضر در سطح بین المللی با نتایج مطالعات کاپوراله و همکاران (۲۰۲۰، ۲۰۲۲)، تولبرگن (۲۰۲۱) و عثمان و گیل آلا (۲۰۲۵) همسو است؛ زیرا این مطالعات نیز وجود پایداری و حافظه بلند مدت در متغیرهای اقتصاد کلان را تأیید کرده اند، هر چند شدت این پایداری در کشورهای مختلف متفاوت گزارش شده است. در سطح داخلی نیز نتایج این پژوهش با یافته های طهرانچیان و بالونژاد (۱۳۹۴)، امیری و همکاران (۱۳۹۶) و ابوالحسنی پوراشکذر و همکاران (۱۴۰۳) مبنی بر وجود وابستگی بلند مدت در نرخ ارز و سایر متغیرهای اقتصاد کلان همخوانی دارد. همچنین، مشابه نتایج تربتی قره باغ و خداویسی (۱۴۰۲) و رضوانی و همکاران (۱۴۰۵)، نتایج این پژوهش نشان می دهد که لحاظ شکست های ساختاری در تحلیل پایداری نرخ ارز ضروری است.

پیامدهای سیاستی این یافته ها از چند جهت حائز اهمیت است. نخست، وجود حافظه بلند مدت در نرخ ارز بیانگر آن است که آثار شوک های اقتصادی، سیاسی و ارزی تنها به دوره وقوع شوک محدود نمی شود و بخشی از آن در دوره های بعد نیز تداوم می یابد؛ بنابراین، سیاست گذاران نباید انتظار داشته باشند که بازار ارز صرفاً با اقدامات کوتاه مدت به سرعت به تعادل بازگردد. دوم، از آنجا که شدت حافظه بلند مدت در سطح متوسط برآورد شده است، اجرای سیاست های باثبات و هماهنگ در حوزه های پولی، مالی و ارزی می تواند فرآیند تعدیل نرخ ارز را تسریع کرده و از تداوم آثار شوک ها جلوگیری کند. سوم، معناداری مؤلفه های فوریه نشان می دهد که بخش قابل توجهی از رفتار نرخ ارز ناشی از تغییرات ساختاری تدریجی است؛ از این رو، طراحی سیاست های ارزی باید با در نظر گرفتن این تغییرات ساختاری و واکنش های مقطعی و کوتاه مدت انجام شود. در نهایت، تقویت شفافیت سیاست های ارزی، کاهش نااطمینانی های اقتصاد کلان، بهبود هماهنگی سیاست های پولی و مالی و افزایش قابلیت پیش بینی سیاست های اقتصادی می تواند نقش مؤثری در کاهش تداوم آثار شوک ها و افزایش ثبات بازار ارز ایفا کند.

منابع

منابع داخلی

- امیری، حسین، سالم، علی اصغر و آبشخور، مرجانه (۱۳۹۶). پایداری تورم در ایران: رویکرد انباشته کسری. *فصلنامه مدل سازی اقتصادی*، ۱۱(۳۹): ۱۴۱-۱۶۲.
- تربتی قره باغ، حبیب و خداویسی، حسن (۱۴۰۲). «بررسی حافظه بلندمدت و حباب قیمتی در گوشت قرمز و گوشت مرغ (بررسی موردی استان آذربایجان غربی)». *فصلنامه اقتصاد کشاورزی*، ۱۷(۳)، ۱۴۳-۱۶۶. doi: 10.22034/iaes.2023.1990400.1981
- طهرانچیان، امیر منصور؛ و بالونژاد نوری، روزبه (۱۳۹۴). آزمون پایداری نامیزانی نرخ ارز حقیقی در ایران. *فصلنامه نظریه های کاربردی اقتصاد*، ۲(۴)، ۱۱-۲.
- رضوانی، محمد، پندار، مهدی و وفائی، الهام (۱۴۰۵). تحلیل حافظه بلندمدت و پایداری قیمت در بازار محصولات دامی ایران: رویکرد مقایسه ای بین سطوح مزرعه و خرده فروشی. *مجله اقتصاد و توسعه کشاورزی*. doi: 10.22067/jead.2026.95871.1387
- ابوالحسنی پوراشکذر، مجتبی، سرلک، احمد، محمدی، تیمور، حاجی، غلامعلی (۱۴۰۳). بررسی ویژگی های حافظه بلندمدت بورس اوراق بهادار در مقایسه با نرخ ارز در بازار آزاد در اقتصاد ایران. *نشریه علمی دانش مالی تحلیل اوراق بهادار*، ۱۷(۲)، ۱۴۶-۱۵۸.

منابع خارجی

- Bahmani-Oskooee, M, & Kutun, A. M. (2009). A Century of PPP: Supportive Results from Nonlinear Unit Root Tests. *Global Business and Economics Review*, 11(1), 19-27.
- Bai, J, & Perron, P. (2003). Computation and Analysis of Multiple Structural Change Models. *Journal of Applied Econometrics*, 18, 1-22. <https://doi.org/10.1002/jae.659>
- Bozoklu, S, & Yilanci, V. & Gorus, M. S. (2020). Persistence in per capita energy consumption: A fractional integration approach with a Fourier function, *Energy Economics*, Elsevier, vol. 91(C). DOI: 10.1016/j.eneco.2020.104926
- Cai, Y, & Saadaoui, J. (2022). Fourier DF Unit Root Test for R&D Intensity of G7 Countries. *Applied Economics*, 54(1), 1-15. 10.1080/00036846.2022.2038776
- Canarella, G., Gil-Alana, L. and Miller, S. M. (2021). Persistence and cyclical dynamics of US and UK house prices, *Urban Studies*, 58(1), 53-82. DOI: 10.1177/0042098019872691
- Caporale, G.M, Gil-Alana, L.A. & Poza, C. (2020). Persistence and long-memory in UK inflation: Implications for monetary policy. *Journal of Policy Modeling*, 42(3), 645-660. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2019.11.003>.
- Caporale, G.M, Gil-Alana, L.A. & Poza, C. (2022). Inflation persistence in the G7 countries: Evidence from fractional integration. *International Review of Economics & Finance*, 79, 478-491.
- David, S.A, Machado, J.A, Trevisan, L.R, Inacio Jr, C. & Lopes, A.M. (2017). Dynamics of commodities prices: Integer and fractional models. *Fundamenta Informaticae*, 151(1-4), 389-408.
- Davies, R.B. (1987). Hypothesis testing when a nuisance parameter is only identified under the alternative. *Biometrika*, 47, 33-43
- Dias, R; Heliodoro, P, Alexandre, P, Santos, H, & Farinha, A. (2021), Long memory in stock returns: Evidence from the Eastern European markets, SHS Web of Conferences 91, 01029, <https://doi.org/10.1051/shsconf/20219101029>
- Dornbusch, R. (1976). Expectations and Exchange Rate Dynamics. *Journal of Political Economy*, 84(6), 1161-1176.
- Enders, W, and Lee, J. (2012). A unit root test using a Fourier series to approximate smooth breaks. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 74(4), 574-599. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2011.00662>

- Frankel, J. A. (1979). On the Mark: A Theory of Floating Exchange Rates Based on Real Interest Differentials. *American Economic Review*, 69(4), 610–622.
- Gil-Alana, L.A & Barros C.P. (2012). An Analysis of USA House Prices: Persistence, Breaks, and Outliers. Mimeo, 2012. <https://doi.org/10.1080/00036846.2014.929630>
- Gil-Alana, L.A. & Yaya, O.S. (2020). Testing fractional unit roots with non- linear smooth break approximations using Fourier functions, *Journal of Applied Statistics*, DOI:10.1080/02664763.2020.1757047
- Granger, C. W. J, & Joyeux, R. (1980). An introduction to long memory time series and fractionally differencing. *Journal of Time Series Analysis*, 1, 15–29.
- Hossfeld, O. (2010). Equilibrium Real Effective Exchange Rates and Real Exchange Rate Misalignments: Time Series vs. Panel Estimates. FIW Working
- Musyoki, D, Pokhariyal, G, & Pundo, M. (2014). The impact of real exchange rate misalignment on economic growth; Kenyan evidence. Research. *Journal of Finance and Accounting*. 5(8). 18-30.
- Palma, W, (2007). *Long-memory time series: Theory and methods*. Wiley.
- Rogoff, K. (1996). The Purchasing Power Parity Puzzle. *Journal of Economic Literature*, 34(2), 647–668.
- Sabkha and Dribek (2026). Geopolitical Risk and Exchange Rate Dynamics Across Country Groups: Evidence from Panel Local Projections. Pre-Publication, Working Paper.
- Sowell, F, 1992. Maximum likelihood estimation of stationary univariate fractionally integrated time series models. *Journal of Econometrics*, 53(1-3), pp.165–188. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(92\)90084-5](https://doi.org/10.1016/0304-4076(92)90084-5)
- Taylor, M. P, & Taylor, A. M. (2004). The Purchasing Power Parity Debate. *Journal of Economic Perspectives*, 18(4), 135–158.
- Tolbergen, A. (2021). Inflation persistence in Kazakhstan: Evidence from fractional integration. *Journal of Asian Economics*, 76, 101356. <https://doi.org/10.1016/j.asieco.2021.101356>.
- Usman, A.F. & Gil-Alana, L.A. (2025). Inflation persistence in the G7 countries: The impact of COVID-19 and the Russia-Ukraine war. *Economic Modelling*, 130, 106567. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2023.106567>
- Caporin, M. Gupta, R. Subramaniam, S. & Torrent, H. S. (2026). Supply Constraints and Conditional Distribution Predictability of Inflation and its Volatility: A Nonparametric Mixed-Frequency Causality-in-Quantiles Approach. *Research in Economics*, 80, 101128.