

Dynamics of Exchange Rate Pass-Through and Inflation in Iran: An Application of the Markov Regime-Switching Model

Alireza Ghobashi

Ph.D. in Economics, Faculty of Economics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.
Researcher at the Foreign Exchange Statistics and Research Department, Central Bank of the Islamic
Republic of Iran.

Email: a_ghobashi@atu.ac.ir

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9592-6027>

Abstract

This study examines the short- and long-run dynamics between the exchange rate and inflation in the Iranian economy over the period from February 2002 to September 2025. To this end, a Markov regime-switching model is employed to capture the effects of structural changes and behavioral differences in the variables under different economic conditions (expansion and recession). The results indicate that during expansionary periods, exchange-rate shocks affect the price level gradually and in the medium run, and their pass-through is incomplete. This outcome reflects price stickiness, delays in the transmission of import costs, and the relative anchoring of inflation expectations. In contrast, during recessionary periods, the exchange-rate pass-through to inflation is nearly complete, and even small exchange-rate fluctuations can generate substantial inflationary pressures.

Granger causality tests and variance decomposition further reveal that the exchange rate plays a leading role in determining the path of inflation, consistent with Iran's historical experience in facing exchange-rate volatility and external sanctions. The findings also highlight the necessity of dynamic and long-term exchange-rate management, showing that monetary and fiscal policies alone are insufficient; rather, their coordination with exchange-rate policies and the management of economic expectations -especially during recessions- is essential for mitigating severe inflationary fluctuations and preserving macroeconomic stability.

Keywords: Inflation, Exchange Rate, Markov Regime Switching, Exchange Rate Pass-Through, Exchange Rate Policy

JEL Classification: E31, F31, C32, E52

introduction

Price stability and exchange rate stability are fundamental to the health of any economy. In recent decades, exchange rate fluctuations have emerged as a primary source of instability in both domestic prices and economic activity. In Iran, the exchange rate has experienced significant variation over the period from February 2002 to September 2025 due to factors such as exchange rate unification policies, multiple exchange rates, international sanctions and oil price volatility. Given the import-oriented structure of many sectors and the high share of imported goods in consumption, changes in the exchange rate have a direct and substantial impact on domestic prices. This study investigates the short-term and long-term interactions between exchange rates and inflation, focusing on the differential effects during periods of economic boom and recession. A Markov regime-switching vector autoregressive (MS-VAR) model is employed to capture structural breaks and behavioral differences of the variables under distinct economic regimes. The model allows for a detailed analysis of the dynamic transmission mechanisms of exchange rate shocks to inflation and the role of business cycles in amplifying or dampening these effects.

The findings indicate that during economic booms, characterized by high output and elevated inflation, exchange rate shocks affect price levels gradually and incompletely. This incomplete pass-through is largely due to price stickiness, delays in the transmission of import costs, and the management of inflation expectations by economic agents. In contrast, during recession periods, when economic activity is subdued and inflation is moderate, the pass-through of exchange rate fluctuations to domestic prices is almost complete, and even small currency movements can generate significant inflationary pressures. Granger causality and variance decomposition analyses further reveal that the exchange rate plays a leading role in determining the trajectory of inflation, whereas inflation itself has little impact on the exchange rate. These results are consistent with Iran's historical experience facing exchange rate volatility and sanctions.

The study highlights the importance of dynamic and long-term exchange rate management in combination with monetary and fiscal policies, particularly during recessions, to mitigate severe inflation fluctuations and maintain macroeconomic stability. Policymakers are advised to continuously monitor the exchange rate–inflation relationship, diversify monetary policy instruments, and incorporate additional indicators such as economic uncertainty, government fiscal policy, public debt, and external shocks to design more effective and resilient stabilization strategies.

Methods

To investigate the complex dynamics of exchange rate pass-through on inflation, this study employs a Markov regime-switching vector autoregressive (MS-VAR) model. This approach allows for the analysis of dynamic interactions among variables while accounting for structural changes and regime-dependent behavior, such as periods of economic expansion and recession. Unlike traditional VAR models, the MS-VAR framework captures nonlinear relationships and can reflect how economic variables respond differently under varying macroeconomic conditions.

The MS-VAR model provides flexibility by allowing certain parameters, such as the baseline level of relationships between variables, to vary across regimes, while other parameters, such as autoregressive effects and variances, remain constant. This structure enables a more accurate representation of dynamic economic behavior and the transmission of shocks, particularly under conditions of uncertainty or external disturbances.

Estimation of the model is conducted using the Expectation-Maximization (EM) algorithm or Bayesian methods, both of which are well-suited for dealing with unobserved regime states and complex likelihood functions. The model's design also allows for the identification of causal

relationships among variables through Granger causality tests and the assessment of dynamic responses to shocks via impulse response functions.

By employing the MS-VAR approach, this study can capture the differential effects of exchange rate fluctuations on inflation across different economic regimes and provide insights into the underlying mechanisms of price transmission. This methodological framework is particularly useful for understanding how monetary and exchange rate policies interact with business cycle dynamics, offering policy-relevant guidance for stabilizing inflation in the Iranian economy.

Results

The study utilizes monthly data spanning from February 2002 to September 2025, including the Consumer Price Index (CPI) as a measure of inflation and the nominal exchange rate in the Iranian open market. The series were transformed to natural logarithms to reduce heteroskedasticity and facilitate interpretation. Preliminary tests confirmed the presence of trends and long-term dependencies in both series, justifying the use of a regime-switching vector autoregressive (MS-VAR) model.

A two-regime MS-VAR model was selected as optimal, reflecting periods of economic stability and recession. The estimation results indicate that during stable periods, inflation and the exchange rate exhibit persistent but moderate changes, while in recessionary periods, exchange rate adjustments occur more rapidly, and inflation remains positive due to price stickiness and liquidity constraints. Lag coefficients suggest that inflation has a strong persistence, with shocks affecting several subsequent periods, whereas exchange rate effects on inflation are primarily short-term but cumulative.

Impulse response analysis reveals asymmetric dynamics between inflation and the exchange rate. Inflation responds gradually and persistently to exchange rate shocks, reflecting a strong pass-through effect, while the reaction of the exchange rate to inflationary shocks is limited and temporary. Granger causality tests further confirm that exchange rate movements significantly predict inflation, but the reverse effect is weak, highlighting the dominant role of the exchange rate as a driver of price dynamics in Iran.

Variance decomposition shows that exchange rate shocks account for a substantial portion of short-term inflation volatility, though their explanatory power diminishes in the long term. These findings imply that exchange rate fluctuations are a key source of inflationary pressure, particularly during economic downturns, and that effective monetary policy requires active exchange rate management combined with expectation guidance to stabilize prices.

Overall, the results underscore the importance of accounting for regime-specific behavior, price inertia, and asymmetric transmission mechanisms. Policy implications suggest that in periods of economic expansion, exchange rate shocks are transmitted gradually and partially, whereas during recessions, even minor exchange rate disturbances can have amplified inflationary effects. Therefore, a proactive and dynamic approach to exchange rate management is essential to support monetary stability and control inflation in Iran.

Conclusion

The two-regime MS-VAR analysis demonstrates that the impact of exchange rate shocks on inflation in Iran is highly dependent on the prevailing macroeconomic conditions. During periods of economic expansion and stability, exchange rate shocks are transmitted gradually and incompletely to prices due to price stickiness, delayed pass-through of import costs, and controlled inflation expectations. In contrast, during recessions or unstable periods, even small exchange rate fluctuations can generate significant inflationary pressures, reflecting weak domestic demand,

reduced economic activity, and liquidity constraints. Granger causality and variance decomposition analyses confirm that the exchange rate acts as a leading driver of inflation, while inflation exerts limited feedback on the exchange rate. These findings highlight the persistence of inflation shocks and the short-lived response of the exchange rate to domestic price pressures, emphasizing the importance of regime-dependent policy considerations.

Policy implications are clear: effective inflation management requires dynamic and forward-looking exchange rate interventions. Coordinated monetary and exchange rate policies are crucial, particularly during recessions, to moderate the impact of currency shocks and stabilize inflation expectations. Attention to regime-specific dynamics is necessary; during recessions, policy measures must address nearly complete pass-through of exchange rate shocks, whereas during expansionary periods, incomplete pass-through allows for gradual stabilization of prices. Complementary tools, including fiscal policy, debt management, and monitoring external shocks, can enhance policy effectiveness. Furthermore, clear communication and expectation management are essential to mitigate the speed and magnitude of shock transmission to prices.

Finally, while this study focuses on the interaction between exchange rates and inflation, incorporating additional macroeconomic variables and high-frequency data in future research could further refine the understanding of transmission mechanisms. Recognizing the nonlinear, regime-dependent nature of the exchange rate–inflation relationship is vital for designing sustainable policies that reduce volatility in both currency and prices and enhance macroeconomic stability in Iran.

Acknowledgments

I am grateful to the editors of the journal and the insightful comments of the respected reviewer, which significantly enriched this work.

Author's Contribution

The paper has been written by one author

Funding

This study received no funding from any organization or individual.

Conflict Interests

The author declare no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

پویایی اثر انتقالی نرخ ارز و تورم در ایران: کاربردی از مدل تغییر رژیم مارکف

علیرضا قباشی

دکتری اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

محقق اداره آمار و تحقیقات ارزی بانک مرکزی ج.ا.ا.

<https://orcid.org/0009-0002-9592-6027>

ایمیل: a_ghobashi@atu.ac.ir

چکیده

این مطالعه به بررسی پویایی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت میان نرخ ارز و نرخ تورم در اقتصاد ایران طی دوره بهمن ۱۳۸۰ تا شهریور ۱۴۰۴ پرداخته است. برای این منظور با استفاده از مدل تغییر رژیم مارکف، امکان تحلیل اثرات تغییرات ساختاری و تفاوت‌های رفتاری متغیرها در شرایط اقتصادی متفاوت (رونق و رکود) فراهم شد. نتایج نشان داد که در دوره‌های رونق، شوک‌های ارزی به‌صورت تدریجی و میان‌مدت بر سطح قیمت‌ها تأثیر می‌گذارند و اثر آن‌ها ناقص است، این امر ناشی از چسبندگی قیمتی، تأخیر در انتقال هزینه‌های وارداتی و کنترل انتظارات تورمی فعالان اقتصادی است؛ در حالی که در دوره‌های رکود، اثر نرخ ارز بر تورم تقریباً کامل است و نوسانات کوچک ارزی می‌تواند فشارهای تورمی شدیدی ایجاد کند. تحلیل علیت گرنجر و تجزیه واریانس نشان داد که نرخ ارز نقش پیشرو در تعیین مسیر تورم دارد که با تجربه تاریخی اقتصاد ایران در مواجهه با نوسانات ارزی و تحریم‌ها همخوانی دارد. یافته‌ها همچنین بر ضرورت مدیریت پویا و بلندمدت نرخ ارز تأکید دارند و نشان می‌دهند که سیاست‌های پولی و مالی به تنهایی کافی نیستند و ترکیب آن‌ها با سیاست‌های ارزی و مدیریت انتظارات اقتصادی، به‌ویژه در دوره‌های رکود، برای کاهش نوسانات شدید تورم و حفظ ثبات اقتصاد کلان ضروری است.

واژه‌های کلیدی: تورم، نرخ ارز، انتقال رژیم مارکف، اثر انتقالی نرخ ارز، سیاست ارزی

طبقه‌بندی JEL: E31, F31, C32, E52.

مقدمه

ثبات قیمت‌ها و پایداری نرخ ارز از مهم‌ترین ارکان سلامت اقتصادی هر کشور به شمار می‌روند. در دهه‌های اخیر، نوسانات نرخ ارز به‌عنوان یکی از منابع اصلی بی‌ثباتی در سطح قیمت‌ها و فعالیت‌های اقتصادی شناخته شده است. در این چهارچوب، سیاست پولی نقشی کلیدی در مدیریت این پویایی‌ها ایفا می‌کند. به‌طور کلی، سیاست‌های اقتصادی در افق کوتاه‌مدت بر دو هدف اساسی متمرکز هستند؛ کاهش تورم از طریق حفظ ثبات قیمتی در سطحی که زمینه‌ساز عملکرد مطلوب اقتصاد باشد و تحقق اشتغال کامل که معمولاً بر اساس سطح تولید بالقوه سنجیده می‌شود. انتخاب سیاست پولی مناسب، به میزان زیادی به هدف مورد نظر بستگی دارد و مستلزم بررسی دقیق مجموعه‌ای از متغیرهای کلیدی است که در میان آن‌ها نرخ بهره جایگاهی محوری دارد. میزان تسلط و کنترل مقامات پولی بر نرخ بهره اغلب بیش از اندازه برآورد می‌شود، لذا موضوع رشد نقدینگی در مدیریت سطح عمومی قیمت‌ها اهمیت می‌یابد (تارنوتون^۱، ۲۰۱۴). این دیدگاه توسط وگ^۲ (۲۰۰۱) نیز تأیید شده است؛ به‌گونه‌ای که وی نشان می‌دهد دستیابی به نرخ‌های پایین تورم صرفاً از طریق تنظیم نرخ بهره ممکن نیست، بلکه پیروی از قواعد رشد نقدینگی نیز نقشی اساسی در تحقق ثبات قیمتی ایفا می‌کند.

¹ Thornton

² Végh

علاوه بر مدیریت نرخ بهره و رشد نقدینگی، سیاست‌گذاران پولی ناگزیرند در شرایطی از نااطمینانی اقتصادی قابل توجه، واکنش‌های مناسبی نشان دهند. از این‌رو، درک پیامدهای ناشی از سیاست‌های پولی در شرایط نااطمینانی و تأثیر آن بر فعالیت‌های اقتصادی و متغیرهای کلان، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با این حال، تحلیل این مسئله پیچیده و چالش برانگیز است؛ زیرا نااطمینانی ماهیتی درونی و غیرقابل مشاهده دارد و به سختی می‌توان آن را به عنوان متغیری ورودی در مدل‌های تجربی کمی‌سازی کرد. افزون بر این، همبستگی میان سیاست پولی و نااطمینانی ناشی از آن، همراه با عواملی همچون چرخه‌های تجاری، موجب بروز چالش‌های جدی در برآورد اثرات واقعی سیاست پولی می‌شود. در چنین شرایطی، مطالعات اخیر نشان می‌دهند که نااطمینانی سیاست پولی یکی از عوامل اصلی نوسانات اقتصاد کلان است و آثار منفی قابل توجهی بر فعالیت‌های اقتصادی بر جای می‌گذارد. در همین راستا، پژوهش کریل و وو^۱ (۲۰۱۷) با بررسی رابطه میان نااطمینانی سیاست پولی، سازوکارهای انتقال آن و نوسانات اقتصادی، نشان می‌دهد که افزایش نااطمینانی سیاست پولی با کاهش فعالیت‌های اقتصادی همراه است؛ به عبارت دیگر، میان نااطمینانی سیاست پولی و سطح فعالیت اقتصادی رابطه‌ای منفی برقرار است.

در چنین فضایی، یکی از کانال‌های اصلی انتقال اثرات نااطمینانی و سیاست‌های پولی به اقتصاد واقعی، نرخ ارز است. نرخ ارز نه تنها بر تراز تجاری و رقابت‌پذیری تأثیر می‌گذارد، بلکه نقشی مستقیم در شکل‌دهی انتظارات تورمی و پویایی سطح قیمت‌ها دارد. نرخ ارز آثار خود را از طریق سه کانال اصلی بر متغیرهای کلان اقتصادی وارد می‌کند. نخست، از منظر تولید و تورم؛ تقویت ارزش پول ملی معمولاً موجب کاهش فشارهای تورمی می‌شود زیرا افزایش ارزش پول ملی باعث می‌شود هزینه کالاهای وارداتی به سرعت رشد نکند و در نتیجه، سطح عمومی قیمت‌ها محدود گردد. با این حال، این پدیده می‌تواند با تغییر در الگوی هزینه‌ها و رقابت‌پذیری تولید داخلی، به کاهش تولید ناخالص داخلی حقیقی بینجامد. دوم، نوسانات نرخ ارز از طریق تأثیرگذاری بر سرمایه‌گذاری و مصرف - که از اجزای اصلی تقاضای کل هستند - بر فعالیت اقتصادی اثر می‌گذارد. به طور خاص، کاهش ارزش پول ملی می‌تواند به کاهش دارایی خالص واقعی منجر شود و در نتیجه مصرف خانوارها را کاهش دهد. سوم، تضعیف ارزش پول ملی ممکن است موجب افزایش ارزش تعهدات مالی خارجی شود و از این طریق، فشار مضاعفی بر بخش مالی و ترازنامه بنگاه‌ها وارد آورد. در مجموع، تغییرات نرخ ارز آثار قابل توجهی بر سطح قیمت‌ها، سرمایه‌گذاری و ثبات اقتصادی دارد. از این‌رو، برای تدوین مؤثر سیاست پولی، درک میزان و سازوکار تأثیر نرخ ارز بر سطح قیمت‌ها ضروری است؛ پدیده‌ای که در ادبیات اقتصادی از آن با عنوان «اثر انتقالی نرخ ارز»^۲ یاد می‌شود.

در اقتصاد ایران، نرخ ارز طی سال‌های گذشته تحت تأثیر سیاست‌های ارزی مختلف همچون یکسان‌سازی نرخ ارز، چندنرخ‌شدن و نیز شوک‌های بیرونی نظیر تحریم‌های بین‌المللی و نوسانات قیمت نفت، تغییرات قابل ملاحظه‌ای را تجربه کرده است. از آنجا که ساختار تولیدی کشور در بسیاری از بخش‌ها واردات‌محور است و بخش قابل توجهی از کالاهای مصرفی نیز از طریق واردات تأمین می‌شود، تغییرات نرخ ارز اثر مستقیمی بر قیمت‌های داخلی بر جای می‌گذارد. از این‌رو، بررسی میزان و چگونگی انتقال تغییرات نرخ ارز به سطح قیمت‌های داخلی از اهمیت ویژه‌ای برای سیاست‌گذاران برخوردار است.

مطالعات مختلف نشان داده‌اند که اثر نرخ ارز بر قیمت‌های داخلی در کشورهای مختلف، در دوره‌های زمانی متفاوت و میان بخش‌های گوناگون اقتصادی، بسته به ساختار بازار، درجه باز بودن اقتصاد و انتظارات تورمی، متفاوت است. بنابراین، تحلیل دقیق اثر انتقالی نرخ ارز در هر کشور مستلزم در نظر گرفتن شرایط خاص اقتصادی آن کشور است. برای اقتصاد ایران نیز شناسایی و برآورد میزان اثر انتقالی نرخ ارز^۳ می‌تواند ابزار مؤثری برای درک بهتر سازوکار انتقال تورم و طراحی سیاست‌های کارآمد کنترل قیمت‌ها باشد. با توجه به این پیش‌زمینه، پژوهش حاضر با هدف تبیین ارتباط میان نرخ ارز و تورم از دیدگاهی متمایز انجام شده است. این مطالعه با تمرکز بر دوره‌های رونق و رکود، تلاش دارد تعیین کند که نرخ ارز در شرایط اقتصادی متفاوت چگونه بر تورم تأثیر می‌گذارد. در

¹ Creal & Wu

² Exchange Rate Pass-Through (ERPT)

^۳ در این مقاله منظور از «اثر انتقالی نرخ ارز»، اثر تغییرات نرخ ارز بر شاخص قیمت مصرف‌کننده است. البته ترجمه‌های دیگری نیز از این عبارت وجود دارد که می‌توان از «گذر نرخ ارز»، «ضریب نفوذ نرخ ارز» و «درجه عبور نرخ ارز» نام برد.

دوره‌های رونق، که با تولید بالا و تورم شدید همراه هستند، مکانیزم‌های اثر انتقالی نرخ ارز ممکن است با آنچه در دوره‌های رکود مشاهده می‌شود متفاوت باشد؛ دوره‌هایی که در آن‌ها فعالیت اقتصادی کاهش یافته و تورم در سطح متوسط یا پایین قرار دارد. با تحلیل این روابط، این مطالعه سعی دارد جزئیات و سازوکار انتقال شوک‌های نرخ ارز را به نحو دقیق‌تری درک کند و نقش چرخه‌های تجاری در تقویت یا تضعیف اثرات نرخ ارز بر تورم را روشن سازد. به منظور دستیابی به این هدف، از یک رویکرد روش‌شناختی دقیق مبتنی بر مدل خودرگرسیون برداری با تغییر رژیم مارکف^۱ می‌شود. این مدل امکان بررسی رفتار پویای متغیرها را در رژیم‌های متفاوت اقتصادی فراهم می‌کند و چهارچوبی مناسب برای تحلیل پویایی‌های میان نرخ ارز، تورم و چرخه‌های تجاری ارائه می‌دهد. نتایج این پژوهش می‌تواند در طراحی سیاست‌های پولی کارآمدتر، به‌ویژه در مدیریت نوسانات نرخ ارز و هدف‌گذاری تورمی، مورد استفاده سیاست‌گذاران قرار گیرد.

ساختار مقاله به این صورت است که در ابتدا مبانی نظری مرتبط با پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرد. در بخش بعد به روش‌شناسی و در ادامه نتایج مدل و تحلیل داده‌ها ارائه می‌شود. نتایج حاصل می‌تواند برای سیاست‌گذاران پولی در جهت طراحی ابزارهای هدف‌گذاری تورمی و مدیریت نوسانات نرخ ارز در شرایط اقتصادی متفاوت، راهگشا باشد.

ادبیات نظری

دیدگاه‌های نظری اثر انتقالی نرخ ارز

پدیده «اثر انتقالی نرخ ارز» به میزان واکنش قیمت‌های داخلی به تغییرات نرخ ارز اشاره دارد. به عبارت دیگر، این مفهوم نشان می‌دهد که تغییر در نرخ ارز تا چه حد و با چه سرعتی در سطح قیمت‌های وارداتی، تولیدکننده و مصرف‌کننده منعکس می‌شود. این مفهوم، از دهه ۱۹۸۰ به یکی از محورهای اصلی تحلیل سیاست‌های پولی و ارزی تبدیل شد، زیرا میزان و جهت اثر انتقالی نرخ ارز، نقش تعیین‌کننده‌ای در پویایی تورم، رقابت‌پذیری صادرات و ثبات اقتصادی ایفا می‌کند (کامپا و گلدبرگ^۲، ۲۰۰۵؛ گلدبرگ و کنت^۳، ۱۹۹۷). ادبیات گسترده و روبه‌رشدی در زمینه «اثر انتقالی نرخ ارز» شکل گرفته است که به درک بهتر سازوکار این پدیده کمک شایانی کرده و از رویکردهای متنوع تجربی و نظری بهره برده است. در مجموع، توافق عمومی میان پژوهشگران وجود دارد مبنی بر اینکه اثر انتقالی نرخ ارز در طول زنجیره قیمتی به تدریج کاهش می‌یابد؛ به بیان دیگر، افزایش نرخ ارز در یک کشور می‌تواند به افزایش سطح قیمت‌ها منجر شود، اما این اثر کامل و آنی نیست. با این حال، تأثیر دقیق تغییرات نرخ ارز بر تورم همچنان به‌طور کامل روشن نیست و در ادبیات اقتصادی محل بحث باقی مانده است.

بسیاری از مطالعات، بر ماهیت پیچیده و ناقص اثر انتقالی نرخ ارز به قیمت‌ها تأکید کرده‌اند. مطالعات اولیه، این ناقص‌بودن انتقال را نشأت گرفته از عوامل خرد اقتصادی تلقی می‌نمودند. در این زمینه، کروگمن^۴ (۱۹۸۷) و دورنبوش^۵ (۱۹۸۷) بر اهمیت استراتژی‌های قیمت‌گذاری بر مبنای بازار هدف^۶ در توضیح رفتار متفاوت بنگاه‌ها در مواجهه با نوسانات نرخ ارز تأکید داشتند. در مقابل، گروهی دیگر از پژوهشگران به عوامل کلان اقتصادی همچون درجه بازبودن تجاری اقتصاد توجه داشته‌اند تا پویایی اثر انتقالی نرخ ارز را توضیح دهند. برای مثال، تیلور (۲۰۰۰) نشان داد که نرخ تورم انتظاری پایین و ثبات پولی می‌تواند موجب کاهش اثر انتقالی نرخ ارز شود. در واقع، هرچه اعتبار بانک مرکزی در کنترل تورم بیشتر باشد، بنگاه‌ها تغییرات نرخ ارز را موقتی‌تر تلقی کرده و اثر آن را کمتر به قیمت‌ها منتقل می‌کنند. با این حال، مطالعات جدیدتر^۷ از جمله پژوهش‌های شامباگ^۸ (۲۰۰۸) و فاربس و همکاران^۸ (۲۰۱۸) - با

^۱ Markov Switching Vector Autoregressive Model (MS-VAR)

^۲ Campa & Goldberg

^۳ Goldberg & Knetter

^۴ Krugman

^۵ Dornbusch

^۶ Pricing-to-Market

^۷ Shambaugh

^۸ Forbes et al.

بهره‌گیری از مدل خودرگرسیون برداری ساختاری نشان داده‌اند که شدت و ماهیت اثر انتقالی نرخ ارز به قیمت‌ها به نوع شوک برون‌زایی که موجب تغییر نرخ ارز می‌شود، وابسته است.

عوامل تعیین‌کننده شدت اثر انتقالی نرخ ارز

شدت و پایداری اثر انتقالی نرخ ارز به قیمت‌ها تحت تأثیر مجموعه‌ای از عوامل ساختاری، رفتاری و سیاستی در اقتصاد قرار دارد. در واقع، انتقال تغییرات نرخ ارز به سطح عمومی قیمت‌ها فرآیندی یکنواخت و ثابت نیست، بلکه به شرایط رقابتی بازار، ویژگی‌های تجاری اقتصاد، سیاست‌های پولی و حتی نوع رژیم ارزی وابسته است.

یکی از نخستین عوامل اثرگذار، ساختار بازار و درجه‌ی رقابت‌پذیری است. در بازارهایی که رقابت شدید وجود دارد، بنگاه‌ها برای حفظ سهم بازار خود نمی‌توانند تمامی افزایش هزینه‌های ناشی از تضعیف پول ملی را به قیمت نهایی منتقل کنند. در نتیجه، اثر انتقالی نرخ ارز ناقص و تدریجی خواهد بود (کروگمن، ۱۹۸۷؛ دورنبوش، ۱۹۸۷). در مقابل، در بازارهایی با ساختار انحصاری یا رقابت محدود، بنگاه‌ها از قدرت قیمت‌گذاری بیشتری برخوردارند و می‌توانند بخش بیشتری از تغییرات نرخ ارز را به مصرف‌کنندگان منتقل کنند، که به اثر انتقالی قوی‌تر منجر می‌شود (منون، ۱۹۹۵).

عامل دوم، درجه‌ی بازبودن تجاری و وابستگی وارداتی اقتصاد است. در کشورهایی که سهم کالاهای وارداتی در سبد مصرفی و نهاده‌های تولید بالا است، تغییر نرخ ارز تأثیر مستقیم‌تری بر شاخص قیمت مصرف‌کننده دارد. به بیان دیگر، هرچه وابستگی وارداتی بیشتر باشد، حساسیت تورم نسبت به نوسانات نرخ ارز نیز افزایش می‌یابد (کامپا و گلدبرگ، ۲۰۰۵). در مقابل، در اقتصادهایی که بخش عمده‌ی مصرف و تولید بر پایه‌ی کالاهای داخلی است، تغییرات نرخ ارز اثر محدودتری بر سطح عمومی قیمت‌ها خواهد داشت. سومین عامل مهم، سیاست‌های پولی و میزان اعتبار بانک مرکزی است. مطابق با دیدگاه تیلور^۳ (۲۰۰۰)، در اقتصادهایی که تورم انتظاری پایین و ثبات پولی بالا است، بنگاه‌ها تغییرات نرخ ارز را موقتی تلقی می‌کنند و از انتقال کامل آن به قیمت‌ها خودداری می‌نمایند. در مقابل، در کشورهایی که سیاست پولی بی‌ثبات یا اعتبار بانک مرکزی ضعیف است، تغییرات نرخ ارز با سرعت بیشتری به تورم داخلی منتقل می‌شود. به عبارت دیگر، کاهش اثر انتقالی نرخ ارز به‌طور مستقیم با افزایش اعتبار سیاست‌گذار پولی در کنترل تورم مرتبط است.

چهارمین عامل، نوع رژیم ارزی است. در نظام‌های ارزی شناور، نوسانات نرخ ارز معمولاً شدیدتر و سریع‌تر است؛ از این‌رو، انتقال آن به قیمت‌ها در کوتاه‌مدت ممکن است قوی‌تر باشد، هرچند اثر آن در بلندمدت می‌تواند تعدیل شود. برعکس، در نظام‌های تثبیت‌شده ارزی، نوسانات محدودتر است و اثر انتقالی نرخ ارز معمولاً ضعیف‌تر و تدریجی‌تر رخ می‌دهد (گانون و اریگ، ۲۰۰۴). این چهارچوب، یافته‌های بسیاری از پژوهش‌های تجربی نشان داده‌اند که رژیم‌های ارزی منعطف‌تر با اثر انتقالی نرخ ارز بالاتری همراه‌اند، زیرا قیمت‌ها بیشتر به تغییرات بازار ارز واکنش نشان می‌دهند.

در مجموع، می‌توان نتیجه گرفت که اثر انتقالی نرخ ارز یک پدیده‌ی چندوجهی و وابسته به شرایط اقتصادی، نهادی و رفتاری است. شدت و پایداری آن در اقتصادهای مختلف می‌تواند بسته به درجه رقابت، ساختار تجاری، اعتبار سیاست‌گذار پولی و نوع رژیم ارزی تفاوت معناداری داشته باشد. این تفاوت‌ها یکی از دلایل اصلی توجه گسترده‌ی ادبیات تجربی اخیر به مدل‌های غیرخطی بوده است، زیرا چنین مدل‌هایی قادرند تأثیر این عوامل را در چهارچوب رژیم‌های اقتصادی متفاوت (مانند دوره‌های تورمی یا رکودی) آشکار سازند (کرولیزیک^۵، ۱۹۹۷ فاربس و همکاران^۶، ۲۰۱۸).

¹ Menon

² Campa & Goldberg

³ Taylor

⁴ Gagnon & Ihrig

⁵ Krolzig

⁶ Forbes et al.

مکانیزم انتقال نوسانات نرخ ارز به قیمت‌ها

انتقال نوسان نرخ ارز به قیمت‌ها معمولاً از دو مسیر یا مرحله رخ می‌دهد؛ مرحله اول، اثر مستقیم که به قیمت کالاهای وارداتی مربوط می‌شود. در این مرحله، تغییرات نرخ ارز مستقیماً بر قیمت کالاها و خدمات وارداتی اثر می‌گذارد. کاهش ارزش پول ملی باعث می‌شود هزینه خرید یک واحد ارز خارجی افزایش یابد و در نتیجه قیمت کالاهای وارداتی به پول داخلی بالاتر رود. این افزایش قیمت معمولاً در کوتاه‌مدت و از طریق قیمت‌های مرزی^۱ مشاهده می‌شود. اثرات این مرحله بیشتر در کالاهای وارداتی مصرفی و مواد اولیه‌ای که در فرآیند تولید به کار می‌روند، محسوس است. به بیان دیگر، بخش قابل توجهی از تورم کوتاه‌مدت می‌تواند ناشی از انتقال مستقیم نوسانات ارزی به قیمت کالاهای وارداتی باشد.

بر اساس دیدگاه دورنبوش (۱۹۸۷)، تغییرات نرخ ارز از طریق تعدیل در قیمت‌های نسبی و واکنش ساختارهای صنعتی به نوسانات ارزی منتقل می‌شود. وی با استفاده از چارچوب تعادل جزئی و مفاهیم اقتصاد خرد، نشان داد که عواملی مانند درجه تمرکز بازار، همگنی محصول، قابلیت جانشینی کالاها و سهم نسبی بنگاه‌های داخلی و خارجی در میزان و سرعت انتقال نرخ ارز به قیمت‌ها نقش تعیین‌کننده دارند. در ادامه، گلدبرگ و کنتز (۱۹۹۷) مفهوم «اثر انتقالی نرخ ارز» را به صورت درصد تغییر قیمت واردات در برابر یک درصد تغییر در نرخ ارز تعریف کردند. اگر انتقال به صورت کامل (یک‌به‌یک) باشد، اثر انتقالی کامل رخ داده است؛ در غیر این صورت، اثر انتقالی ناقص خواهد بود. این اثر زمانی به طور کامل اتفاق می‌افتد که هزینه نهایی تولید و حاشیه سود تولیدکنندگان ثابت باشد. اما در عمل، بنگاه‌ها معمولاً در واکنش به تغییر نرخ ارز، تبعیض قیمتی اعمال کرده یا مارک‌آپ^۲ خود را تنظیم می‌کنند؛ بنابراین، انتقال تغییرات نرخ ارز به قیمت‌ها اغلب ناقص است.

مرحله دوم، شامل اثرات غیرمستقیم و بلندمدت نوسانات نرخ ارز است که از طریق کانال‌های هزینه تولید، رفتار قیمت‌گذاری بنگاه‌ها و عوامل واقعی اقتصاد بروز می‌کند. کاهش ارزش پول ملی باعث افزایش هزینه‌های تولید می‌شود، زیرا قیمت نهاده‌های وارداتی مانند مواد اولیه، تجهیزات و ماشین‌آلات افزایش می‌یابد. شرکت‌ها برای حفظ حاشیه سود (مارک‌آپ) خود، قیمت فروش محصولات داخلی را تنظیم می‌کنند و این فرآیند نهایتاً به افزایش تورم مصرف‌کننده منجر می‌شود.

مطابق با دیدگاه ساکس^۳ (۱۹۸۵)، انتقال غیرمستقیم از دو مسیر عمده صورت می‌گیرد؛ اول اثر رقابتی که در آن تغییر نرخ ارز موجب تغییر در قیمت نسبی کالاهای داخلی و خارجی می‌شود. کاهش ارزش پول ملی باعث افزایش تقاضا برای کالاهای داخلی و فشار صعودی بر قیمت‌های داخلی می‌گردد. دوم، اثر تورم دستمزدی که با افزایش قیمت کالاهای وارداتی و کاهش قدرت خرید کارگران، دستمزدهای اسمی افزایش یافته و این امر به رشد هزینه تولید و در نهایت تورم دامن می‌زند.

همچنین تیلور (۲۰۰۰) به نقش انتظارات تورمی در انتقال نرخ ارز اشاره می‌کند و معتقد است که اگر تغییرات نرخ ارز تداوم داشته یا از قبل پیش‌بینی شده باشند، تعدیل قیمت‌ها سریع‌تر و اثر انتقالی نرخ ارز بالاتر خواهد بود.

در مسیر انتقال نوسانات ارزی، شاخص‌های قیمتی به صورت زنجیره‌ای واکنش نشان می‌دهند؛ به گونه‌ای که ابتدا شاخص قیمت واردات تحت تأثیر قرار می‌گیرد، سپس شاخص قیمت تولیدکننده و در نهایت شاخص قیمت مصرف‌کننده تغییر می‌کند. بر این اساس، شدت اثر انتقالی نرخ ارز به عواملی مانند درجه رقابت بازار، ساختار قیمت‌گذاری بنگاه‌ها، سهم کالاهای وارداتی در سبد مصرفی و سیاست‌های تثبیت ارزی بستگی دارد (مک‌کارتی^۴، ۲۰۰۰).

به طور کلی، هرچه سهم کالاهای وارداتی در ترکیب مصرف خانوار بیشتر باشد، میزان انتقال تغییرات نرخ ارز به شاخص قیمت مصرف‌کننده بیشتر خواهد بود. از این رو، در اقتصادهای واردات‌محور مانند ایران، شدت و سرعت اثر انتقالی نرخ ارز می‌تواند قابل توجه باشد و بررسی دقیق آن برای کنترل تورم و تدوین سیاست‌های پولی ضروری است.

¹ Border Prices

² Markup

³ Sachs

⁴ McCarthy

از سوی دیگر، نوسانات نرخ ارز از طریق کانال‌های واقعی اقتصاد نیز اثرگذاری دارند. افزایش نرخ ارز باعث افزایش قیمت کالاهای وارداتی (به پول داخلی) و کاهش قیمت کالاهای صادراتی (به ارز خارجی) می‌شود. این تغییرات می‌تواند خالص صادرات را تحریک کرده و از طریق افزایش تولید ناخالص داخلی حقیقی، تقاضای نیروی کار و سطح دستمزدها را افزایش دهد. در نتیجه، فشار بر سطح عمومی قیمت‌ها افزایش یافته و تورم شکل می‌گیرد.

نقش نااطمینانی و تغییر رژیم‌های اقتصادی در اثر انتقالی نرخ ارز

شدت و جهت تأثیر نرخ ارز بر تورم، در طول زمان و تحت شرایط اقتصادی متفاوت، الزاماً ثابت نیست. یکی از عوامل مهمی که می‌تواند بر پویایی این رابطه اثرگذار باشد، میزان نااطمینانی اقتصادی است. نوسانات نرخ ارز خود می‌تواند منبعی از نااطمینانی در اقتصاد باشد و تصمیم‌گیری‌های بنگاه‌ها و سیاست‌گذاران را تحت تأثیر قرار دهد. بر اساس دیدگاه نظری آگیون و همکاران^۱ (۲۰۰۹) و بلوم^۲ (۲۰۱۴)، افزایش نااطمینانی موجب می‌شود بنگاه‌ها در تصمیمات قیمت‌گذاری و سرمایه‌گذاری خود جانب احتیاط را در پیش گیرند؛ در نتیجه واکنش قیمت‌ها به تغییرات نرخ ارز ممکن است کندتر، ناقص‌تر و غیرخطی‌تر شود.

به بیان دیگر، در دوره‌های رونق اقتصادی، که اطمینان نسبت به آینده بیشتر است، واکنش قیمت‌ها به نوسانات نرخ ارز سریع‌تر و شدیدتر خواهد بود، در حالی که در دوره‌های رکود و نااطمینانی بالا، بنگاه‌ها تمایل دارند شوک‌های ارزی را موقتی تلقی کرده و از انتقال کامل آن به قیمت‌ها خودداری کنند. این رفتار منجر به تفاوت در شدت اثر انتقالی نرخ ارز به قیمت‌ها میان رژیم‌های مختلف اقتصادی می‌شود.

مدل‌های خطی کلاسیک (نظیر خودرگرسیون برداری استاندارد) قادر به انعکاس این تفاوت‌ها نیستند، زیرا فرض می‌کنند ساختار روابط اقتصادی در تمام دوره‌ها ثابت است. در مقابل، مدل‌های غیرخطی با تغییر رژیم مارکوف این امکان را فراهم می‌کنند که واکنش متغیرهایی همچون نرخ ارز و تورم در شرایط متفاوت اقتصادی — مثلاً در رژیم‌های با تورم بالا و پایین — به صورت مجزا تحلیل شود. از این منظر، تغییر رژیم‌ها می‌تواند بیانگر تغییر در سطح نااطمینانی یا شرایط اقتصاد کلان باشد که بر سازوکار اثر انتقالی نرخ ارز اثر می‌گذارد. به همین دلیل، استفاده از مدل خودرگرسیون برداری با تغییر رژیم مارکوف^۳ در این پژوهش، امکان درک دقیق‌تر و پویاتر از نحوه انتقال شوک‌های ارزی در حضور نااطمینانی و تغییر رژیم‌های اقتصادی را فراهم می‌کند.

با توجه به مکانیزم‌های مستقیم و غیرمستقیم انتقال نرخ ارز به قیمت‌ها، انتظار می‌رود که افزایش نرخ ارز (کاهش ارزش پول ملی) منجر به افزایش سطح قیمت‌ها و تورم شود. شدت و سرعت این اثرات به ویژگی‌های ساختاری اقتصاد از جمله درجه باز بودن تجاری، سهم واردات در سبد مصرف، ساختار بازار و درجه رقابت‌پذیری، همچنین سیاست‌های پولی و اعتبار بانک مرکزی وابسته است (تیلور، ۲۰۰۰؛ بلوم، ۲۰۱۴). از سوی دیگر، شرایط اقتصادی و سطح نااطمینانی می‌تواند بر نحوه واکنش بنگاه‌ها تأثیرگذار باشد؛ در دوره‌های رونق اقتصادی، اثر نرخ ارز بر قیمت‌ها سریع‌تر و کامل‌تر است، در حالی که در شرایط رکود و نااطمینانی بالا، انتقال نرخ ارز به قیمت‌ها ناقص‌تر و کندتر رخ می‌دهد. بنابراین، مطالعه حاضر بر اساس این انتظار نظری طراحی شده است که تغییرات نرخ ارز به شیوه‌ای غیرخطی و وابسته به رژیم‌های اقتصادی مختلف، بر سطح قیمت‌ها و تورم تأثیر می‌گذارد.

پیشینه تجربی

ادبیات گسترده‌ای به بررسی دقیق پدیده اثر انتقالی نرخ ارز^۴ پرداخته است، که عمدتاً شامل مطالعات کشورهای توسعه‌یافته و همچنین کشورهای در حال توسعه می‌شود. این پژوهش‌ها از روش‌های متنوع تجربی و نظری بهره گرفته‌اند و به طور مداوم نشان داده‌اند که حساسیت قیمت‌ها نسبت به نوسانات نرخ ارز در مراحل مختلف انتقال از تولید تا مصرف کاهش می‌یابد.

¹ Aghion et al.

² Bloom

³ Markov-Switching Vector Autoregression (MS-VAR)

⁴ Exchange Rate Pass-Through

ولاگو و همکاران^۱ (۲۰۲۳) نشان دادند که کاهش مستمر ارزش پول در غنا نگرانی‌های قابل توجهی را نه تنها درباره تورم، بلکه درباره کل اقتصاد ایجاد کرده است. مطالعه آن‌ها به بررسی دقیق اثر آستانه اثر انتقالی نرخ ارز و الگوهای تورمی پرداخت. در این پژوهش، اهمیت حیاتی آستانه نرخ ارز، به ویژه در چهارچوب اصل تیلور^۲ مورد توجه قرار گرفت. برای تحلیل این پویایی‌ها از رویکرد خودرگرسیون به عنوان چهارچوب روش‌شناختی استفاده شد. نتایج نشان داد که کاهش نرخ ارز فراتر از آستانه ماهانه ۰.۷ درصد، اثر مثبت و معناداری بر روند تورم دارد که اهمیت این سطح آستانه را تأیید می‌کند. همچنین، یافته‌ها نشان داد که نرخ ارز تأثیر قابل توجه و معناداری بر نرخ تورم دارد و رابطه پیچیده میان نوسانات نرخ ارز و سیاست پولی را برجسته می‌سازد. بر اساس این نتایج، پژوهشگران پیشنهاد کردند که مدنظر قراردادن دقیق نرخ ارز در چهارچوب سیاست‌های کلان می‌تواند به عنوان یک اقدام پیشگیرانه در برابر کاهش بیش از حد ارزش پول ملی عمل کرده و اثرات تورمی ناشی از نوسانات نرخ ارز را کاهش دهد.

آندرل و کامپورال^۳ (۲۰۲۳) به بررسی عمیق پویایی اثر انتقالی نرخ ارز به قیمت مصرف‌کننده و واردات پرداختند. مطالعه آن‌ها بر تحلیل مقایسه‌ای پنج کشور با هدف‌گذاری تورم (بریتانیا، کانادا، استرالیا، نیوزیلند و سوئد) و سه کشور فاقد این سیاست (ایالات متحده، منطقه یورو و سوئیس) متمرکز بود. یافته‌ها نشان داد که اثر انتقالی نرخ ارز به قیمت‌ها در چهارچوب غیرخطی در کشورهایی که هدف‌گذاری تورم ندارند، اثر پیچیده‌تر و شدیدتری دارد و در برخی موارد حتی به انتقال کامل^۴ نزدیک می‌شود. مهم‌تر اینکه، این اثر به ویژه در رژیم دوم که با انتظارات تورمی بالای بازار و مصرف‌کننده مشخص می‌شود، قوی‌تر است. این یافته بر اهمیت لنگر انداختن انتظارات تورمی به عنوان راهکاری برای کاهش اثرات انتقالی نرخ ارز تأکید می‌کند. همچنین، این مطالعه نشان داد که ارتباط میان انتظارات تورمی و اثر انتقالی نرخ ارز در کشورهایی که سیاست هدف‌گذاری تورم دارند، اهمیت بیشتری دارد و مزایای بالقوه این سیاست‌ها را برجسته می‌کند.

میرزا^۵ و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی افزایش جهانی هزینه‌های انرژی پرداختند که مانعی مهم برای بانک‌های مرکزی در سراسر جهان در دستیابی به ثبات قیمتی ایجاد می‌کند. آن‌ها امکان حفظ ثبات قیمت‌ها با تمرکز بر نرخ تورم و در مواجهه با نوسانات نرخ ارز و شوک‌های قیمت انرژی را ارزیابی کردند. در این پژوهش از مدل خودرگرسیون برداری با وقفه‌های توزیعی غیرخطی^۶ استفاده شد. نتایج نشان داد که کاهش ارزش پول ملی باعث افزایش پایدار قیمت‌های داخلی می‌شود، در حالی که قدرت گرفتن ارزش پول داخلی به کاهش آن‌ها کمک می‌کند. همچنین، افزایش هزینه‌های انرژی فشارهای تورمی را در اقتصادهایی که بر کنترل تورم تأکید دارند، تشدید می‌کند.

چروفا و چتورو^۷ (۲۰۲۳) تعامل پیچیده و نامتقارن میان نرخ ارز و تورم در تونس را بررسی کردند. آن‌ها از مدل خودرگرسیون برداری با وقفه‌های توزیعی غیرخطی چندآستانه‌ای^۸ و تحلیل علیت گرانجر^۹ برای بررسی روابط علیتی دقیق بین نوسانات نرخ ارز و تغییرات تورم بهره گرفتند. یافته‌ها نشان داد که اثرات نرخ ارز بر تورم چندوجهی و وابسته به شدت نوسانات است و در بازه‌های زمانی کوتاه‌مدت و بلندمدت متفاوت ظاهر می‌شود. بررسی علیت نیز نشان داد که در کوانتیل‌های بالاتر، تورم می‌تواند بر رفتار نرخ ارز تأثیر قابل توجهی داشته باشد.

¹ Valogo et al.

² Taylor principle

³ Anderl & Caporale

⁴ Full Pass-Through

⁵ Mirza

⁶ Nonlinear Autoregressive Distributed Lag (NARDL)

⁷ Chroufa & Chtourou

⁸ Multiple Threshold Nonlinear Autoregressive Distributed Lag Model (MTNARDL)

⁹ Granger causality

نورو و گرزیر^۱ (۲۰۲۳) پیامدهای نامتقارن تغییرات نرخ ارز بر تورم در اقتصاد کوچک باز، به ویژه آفریقای جنوبی را با استفاده از مدل خودرگرسیون برداری آستانه‌ای^۲ تحلیل کردند. یافته‌ها نشان داد که شوک‌های نرخ ارز اثرات غیرخطی بر تورم دارند و این اثرات در شرایط تورم بالا نسبت به تورم پایین کمی برجسته‌تر هستند.

ال‌ابودی و همکاران^۳ (۲۰۲۳) به بررسی رابطه میان نرخ ارز و شاخص‌های تورم و پیامدهای آن بر رشد اقتصادی در مراکش با استفاده از مدل خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی^۴ پرداختند. آن‌ها نشان دادند که در کوتاه‌مدت، تعامل میان نرخ ارز و تورم اثر قابل توجهی بر مسیر رشد اقتصادی دارد، اما در بلندمدت رشد اقتصادی پایدار لزوماً به همگرایی نوسانات نرخ ارز و نیروهای تورمی وابسته نیست. پژوهش‌های متعددی در سال‌های اخیر به بررسی رابطه میان نوسانات نرخ ارز و تورم در کشورهای مختلف پرداخته‌اند و مکانیزم‌های اثر انتقالی نرخ ارز به قیمت‌ها را تحلیل کرده‌اند. کابا و سیتسی^۵ (۲۰۲۳) تأکید کردند که حق ریسک^۶ ناشی از نوسانات نرخ ارز از طریق افزایش سطح قیمت‌ها به مصرف‌کننده منتقل می‌شود و اثر آن به صورت غیرخطی است؛ به گونه‌ای که با افزایش نااطمینانی نرخ ارز، شدت اثر بر تورم کاهش می‌یابد. ساری و همکاران^۷ (۲۰۲۳) با استفاده از مدل خودرگرسیون برداری و شاخص‌های قیمت مصرف‌کننده و تولیدکننده نشان دادند که اثر انتقالی نرخ ارز بر قیمت‌ها ناقص است و افزایش تورم به طور مستقیم متناسب با تغییرات نرخ ارز نیست. نورو و گرزیر^۸ (۲۰۲۳) با مدل خودرگرسیون برداری آستانه‌ای^۹ اثرات نامتقارن شوک‌های نرخ ارز بر تورم را بررسی کردند و نشان دادند که اثرات بلندمدت در محیط‌های تورمی پایین نسبتاً کم است، اما در شرایط تورم بالا کمی برجسته‌تر می‌شود. پیر و بیگ^{۱۰} (۲۰۲۳) به نقش سیاست هدف‌گذاری تورم^{۱۱} در کاهش اثر انتقالی نرخ ارز پرداختند و دریافتند که اجرای این سیاست منجر به کاهش اثر انتقالی نرخ ارز در دوره‌های بعد از هدف‌گذاری تورم می‌شود. مسعودی و همکاران^{۱۲} (۲۰۲۳) با استفاده از تبدیل موجک گسسته^{۱۳} نشان دادند که رابطه علی میان تورم و نرخ ارز در بلندمدت از تورم به نرخ ارز برقرار است، که اهمیت تثبیت انتظارات تورمی را تأکید می‌کند. شفر و سیتاتو^{۱۴} (۲۰۲۳) با استفاده از مدل خودرگرسیون برداری ساختاری^{۱۵} نشان دادند که در اتیوپی، افزایش یک واحدی در نرخ مؤثر اسمی ارز منجر به کاهش ۰/۰۵۹ در قیمت‌های مصرف‌کننده طی یک سال می‌شود و تحلیل‌های پاسخ ضربه‌ای اثرات قیمت انرژی و هزینه‌های دولتی را نیز مشخص کرد. جامادورج^{۱۶} (۲۰۲۳) نشان داد که اجرای سیاست هدف‌گذاری تورم باعث کاهش اثر انتقالی نرخ ارز می‌شود، زیرا انتظارات بازیگران اقتصادی شکل می‌گیرد و واکنش قیمت‌ها به شوک‌های ارزی محدود می‌شود.

در شرایط پس از اپیدمی کووید-۱۹ بحران‌های ژئوپولیتیکی، الکسیس و هولمبرگ^{۱۷} (۲۰۲۳) با استفاده از مدل خودرگرسیون برداری بیزی^{۱۸} دریافتند که اثر انتقالی نرخ ارز با افزایش نوسانات ارزی شدت می‌یابد و اثر تقویت ارز نسبت به کاهش ارز قوی‌تر

¹ Nuru & Gereziher

² Threshold VAR

³ El Aboudi et al.

⁴ Autoregressive Distributed Lag(ARDL)

⁵ Kaya & Citci

⁶ Risk Premium

⁷ Sari et al.

⁸ Nuru & Gereziher

⁹ Threshold VAR

¹⁰ Peer & Baig

¹¹ Inflation Targeting

¹² Masoudi et al.

¹³ Discrete Wavelet Transform(DWT)

¹⁴ Sheferaw & Sitotaw

¹⁵ Structural Vector Autoregression(SVAR)

¹⁶ Jambaldorj

¹⁷ Alexius & Holmberg

¹⁸ Bayesian Vector Autoregression(BVAR)

است. سولورزانو^۱ (۲۰۲۳) و کاکر و کایا^۲ (۲۰۲۳) نشان دادند که اثر انتقالی نرخ ارز در ترکیه و مکزیک به شدت وابسته به ساختار اقتصادی، سیاست پولی و ویژگی‌های منطقه‌ای و بخشی است و نرخ انتقال در صنایع و مناطق مختلف متفاوت است. اوزداگان (۲۰۲۲) و ایلایسو و سانوسی^۳ (۲۰۲۲) با استفاده از مدل خودرگرسیون برداری و بررسی رژیم‌های نرخ ارز در نیجریه و ترکیه نشان دادند که انتقال ناقص و تدریجی است و مداخلات شفاف می‌تواند هزینه‌های تورمی را کاهش دهد. نین‌هانگ و همکاران^۴ (۲۰۲۲) در ویتنام با مدل‌های خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی خطی و غیرخطی یا اثر نرخ ارز و عرضه پول بر شاخص قیمت مصرف‌کننده را بررسی کردند و انتقال نامتقارن نرخ ارز را تأیید کردند.

فاندامو و همکاران^۵ (۲۰۲۳) و تیامیو^۶ (۲۰۲۲) اثرات نامتقارن نرخ ارز را در زامبیا و نیجریه بررسی کردند و نشان دادند که کاهش ارزش ارز اثر بیشتری بر قیمت‌های مصرف‌کننده دارد و شوک‌های کاهش مدت طولانی‌تری دارند. کوتلو و هاشین^۷ (۲۰۲۲) با مدل خودرگرسیون برداری ساختاری نشان دادند که اثرات انتقالی ناقص نرخ ارز در ترکیه بیشتر بر قیمت‌های تولیدکننده نسبت به مصرف‌کننده تأثیر دارد. همچنین، فام و همکاران^۸ (۲۰۲۲) در ویتنام با استفاده از مدل خودرگرسیون برداری ساختاری نشان دادند که سطح تورم بالا، فضای اقتصادی باز و رژیم نرخ ارز به افزایش اثر انتقالی نرخ ارز کمک کرده و تفاوت‌های بخشی و منطقه‌ای اهمیت زیادی در درک پویایی‌های اثر انتقالی نرخ ارز دارند.

الامید و همکاران^۹ (۲۰۲۲) به بررسی پویایی‌های نوسانات نرخ ارز، تورم و رشد اقتصادی در آفریقای جنوبی پرداختند. آن‌ها از مدل‌های میانگین‌گیری پویای تعادل طولانی‌مدت^{۱۰}، مدل میانگین‌گیری گروهی^{۱۱}، تخمین اثرات ثابت پویا^{۱۲} و خودهمبستگی شرطی با واریانس متغیر^{۱۳} استفاده کردند و دریافتند که افزایش نوسانات نرخ ارز، رابطه منفی بین تورم و رشد اقتصادی را تشدید می‌کند. همچنین، افزایش تورم باعث می‌شود اثرات اثر انتقالی نرخ ارز به قیمت‌ها سریع‌تر نمایان شود و این نشان‌دهنده اهمیت تقویت ارزش ارزهای محلی است.

جمار و آیمون^{۱۴} (۲۰۲۱) بر این موضوع تأکید داشته‌اند که انتقال نوسانات نرخ ارز از طریق کانال‌های مختلف می‌تواند بر ثبات قیمت‌ها تأثیرگذار باشد. این تأثیرات هم به صورت مستقیم، از جمله بر قیمت کالاهای وارداتی مانند کالاهای مصرفی، و هم به صورت غیرمستقیم، از جمله بر دستمزدها، سود تولیدکنندگان، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و سایر متغیرهای کلان اقتصادی اعمال می‌شود.

صادقی و همکاران (۱۴۰۲) در مقاله‌ای با عنوان «تحلیل اثرات عبور نرخ ارز با تأکید بر محیط تورمی اقتصاد ایران و رفتار مداخله‌ای بانک مرکزی»، با استفاده از مدل آستانه‌ای^{۱۵} و داده‌های فصلی ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۸، نقش سیاست‌های بانک مرکزی را در تعدیل عبور نرخ ارز بررسی کردند. نتایج نشان داد که در رژیم نرخ ارز پایین، افزایش نرخ ارز منجر به کاهش شاخص قیمت می‌شود، اما در رژیم

¹ Solórzano

² Cakir & Kaya

³ Iliyasu & Sanusi

⁴ Nguyen Hong et al.

⁵ Fandamu et al.

⁶ Tihamiyu

⁷ Hüseyin & Kutlu

⁸ Pham et al.

⁹ Olamide et al.

¹⁰ Pooled Mean Group(PMG)

¹¹ Group Mean(GM)

¹² Dynamic Fixed Effects(DEF)

¹³ Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity(GARCH)

¹⁴ Jamar & Aimon

¹⁵ Smooth Transition Autoregressive (STAR)

نرخ ارز بالا، اثر آن معکوس بوده و موجب افزایش شاخص قیمت می‌گردد. همچنین، ضرایب مدل نشان دادند که مداخلات بانک مرکزی عمدتاً با هدف کنترل رشد نرخ ارز و مهار تورم انجام گرفته است.

برکچیان و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی با عنوان «برآورد گذر نرخ ارز در ایران: اثر تغییرات نرخ ارز بر شاخص قیمت مصرف‌کننده» با استفاده از تحلیل بسامدهای موجک^۱، رابطه‌ی پویای نرخ ارز و شاخص قیمت مصرف‌کننده را طی سه دهه اخیر بررسی کردند. نتایج آزمون علیت گرنجری و تحلیل بسامدها نشان داد که در افق‌های بلندمدت، نرخ ارز یکی از عوامل کلیدی در توضیح پویایی‌های تورم ایران است. همچنین یافته‌ها بیانگر آن است که در دوره‌های وفور درآمد ارزی و تثبیت نرخ اسمی ارز، شدت عبور نرخ ارز کاهش یافته است، اما در هنگام شوک‌های ارزی (مانند اوایل دهه ۷۰ و ۹۰) جهش در عبور نرخ ارز مشاهده می‌شود.

عزتی شورگلی و خداویسی (۱۳۹۸) در مقاله‌ای با عنوان «برآوردی از درجه عبور نرخ ارز به قیمت‌های داخلی در اقتصاد ایران: کاربردی از مدل‌های پارامتر متغیر»، با استفاده از داده‌های فصلی دوره‌ی ۱۳۶۹:۱ تا ۱۳۹۷:۲، از الگوی خودرگرسیون برداری ساختاری عامل افزوده با نوسانات تصادفی و پارامترهای متغیر در زمان برای بررسی پویایی زمانی عبور نرخ ارز استفاده کردند. نتایج نشان داد که درجه عبور نرخ ارز در ایران ثابت نبوده و طی زمان تغییر کرده است. همچنین یافته‌ها بیانگر آن بود که فعالیت‌های سوداگرانه در برخی دوره‌ها (۱۳۷۳-۱۳۷۵، ۱۳۷۷-۱۳۷۸ و ۱۳۹۰-۱۳۹۱) بیشترین نقش را در تشدید تورم داشته‌اند. تجزیه واریانس تاریخی نیز نشان داد که عمده نوسانات در درجه عبور نرخ ارز توسط تورم، نوسانات نرخ ارز و شکاف تولید قابل توضیح است. این مطالعه تأکید می‌کند که برای درک بهتر رفتار پویای عبور نرخ ارز در ایران، در نظر گرفتن ساختار متغیر در زمان و نقش متغیرهای کلان و خرد اقتصادی ضروری است.

حسینی و همکاران (۱۳۹۶) در مقاله‌ای با عنوان «درجه‌ی عبور نرخ ارز بر شاخص قیمت واردات ایران: رویکرد رگرسیون انتقال ملایم»، به آزمون فرضیه‌ی تیلور درباره‌ی نقش محیط تورمی پرداختند. با استفاده از داده‌های فصلی ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۴ و مدل خودرگرسیون انتقال ملایم^۲، نتایج نشان داد که درجه‌ی عبور نرخ ارز در رژیم تورمی بالا بیشتر از رژیم تورمی پایین است؛ به گونه‌ای که در رژیم تورمی پایین ضریب عبور در کوتاه‌مدت ۰/۳۰۴ و در بلندمدت ۰/۰۹۱، و در رژیم تورمی بالا به ترتیب ۰/۵۸۲ و ۰/۷۲۰ برآورد شد. این یافته‌ها تأیید می‌کنند که سیاست‌های ضدتورمی می‌توانند اثرات انتقالی نرخ ارز را کاهش داده و به ثبات قیمت واردات منجر شوند.

ابراهیمی و مدنی‌زاده (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای با عنوان «تغییرات گذر نرخ ارز و عوامل مؤثر بر آن در ایران» با بهره‌گیری از مدل خودرگرسیون برداری ساختاری و داده‌های فصلی طی سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۳، به بررسی درجه عبور نرخ ارز و عوامل تعیین‌کننده آن در اقتصاد ایران پرداختند. نتایج نشان داد که درجه عبور نرخ ارز به قیمت‌های داخلی بین ۳۰ تا ۴۰ درصد برآورد شده است. همچنین یافته‌ها بیانگر آن بود که عبور نرخ ارز به قیمت‌های مصرف‌کننده بیش از قیمت‌های تولیدکننده است. افزون بر این، افزایش درجه بازبودن اقتصاد موجب افزایش عبور نرخ ارز و در مقابل، کاهش نوسانات تورم و نرخ ارز موجب کاهش شدت عبور نرخ ارز می‌شود. نویسندگان نتیجه گرفتند که در بسیاری از کشورها، اجرای سیاست‌های پولی باثبات و هدف‌گذاری تورم موجب کاهش اثر عبور نرخ ارز شده و چنین سیاستی می‌تواند برای ایران نیز کارآمد باشد.

طیپی و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی با عنوان «تحلیل اثر عبور نرخ ارز بر تورم در ایران» به بررسی میزان تأثیر تغییرات نرخ ارز بر شاخص‌های مختلف قیمت در دوره زمانی ۱۳۷۰:۱ تا ۱۳۹۱:۴ پرداختند. در این مطالعه، از رهیافت الگوی خودرگرسیون برداری ساختاری و متغیرهایی مانند درآمدهای نفتی، شکاف تولید، نرخ ارز بازار آزاد، شاخص قیمت واردات، شاخص قیمت تولیدکننده، شاخص قیمت مصرف‌کننده و حجم پول استفاده شد. نتایج برآوردها در قالب توابع ضربه-واکنش و تجزیه واریانس نشان داد که عبور نرخ ارز به تورم شاخص‌های قیمتی ناقص است، اما تغییرات نرخ ارز سبب نوسان در شاخص‌های مختلف قیمت شده و بخشی از تغییرپذیری تورم داخلی را توضیح می‌دهد. همچنین سهم قابل توجه تورم وارداتی در نوسانات تورم داخلی، وابستگی بالای اقتصاد

¹ Wavelet Analysis

² Smooth Transition Regression (STR)

ایران به واردات را نشان می‌دهد. بر این اساس، تحلیل اثر عبور نرخ ارز بر شاخص قیمت‌ها در سیاست‌گذاری‌های ضدتورمی در کشورهای دارای تورم بالا نظیر ایران اهمیت دارد.

عیسی‌زاده روشن (۱۳۹۲) در مقاله‌ی مروری «عبور نرخ ارز: مورد مطالعه اقتصاد ایران» با بهره‌گیری از مدل جارتا-دوآسا^۱ و داده‌های فصلی ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۱، رابطه‌ی نرخ ارز با قیمت واردات و صادرات را بررسی کرد. در این مطالعه از الگوی تصحیح خطا برداری، تجزیه واریانس و تابع واکنش آنی استفاده شده است. نتایج نشان داد که اثر افزایش نرخ ارز بر قیمت صادرات مثبت اما ناقص است و انتقال نرخ ارز به قیمت صادرات در ایران کامل نیست. همچنین، حدود ۲۵ درصد از نوسانات قیمت واردات ناشی از تغییرات نرخ ارز است که اهمیت بالای آن در شکل‌دهی تورم وارداتی را نشان می‌دهد.

خوشبخت و اخباری (۱۳۸۶) در پژوهشی با استفاده از مدل خودرگرسیون برداری و با تأکید بر نقش انتظارات در فرآیند انتقال نرخ ارز، نشان دادند که عبور نرخ ارز به تورم در شرایطی که تغییرات نرخ ارز مورد انتظار و تداوم‌دار باشد، شدت بیشتری دارد. نتایج همچنین بیانگر آن است که انتظارات تورمی عمومی موجب تسریع در تعدیل قیمت‌ها و افزایش اثر نوسانات ارزی بر تورم می‌شود. به‌طور خلاصه، مرور دیدگاه‌های نظری و مطالعات پیشین نشان می‌دهد که اثر انتقالی نرخ ارز به قیمت‌ها پدیده‌ای پویا، ناقص و وابسته به شرایط اقتصادی و ویژگی‌های ساختاری بازار است. اثرات نرخ ارز بر تورم نه تنها در کوتاه‌مدت و بلندمدت متفاوت است، بلکه تحت تأثیر رژیم‌های اقتصادی، انتظارات تورمی، سیاست‌های پولی و درجه باز بودن تجارت اقتصاد نیز تغییر می‌کند. بسیاری از پژوهش‌ها این رابطه را در قالب مدل‌های خطی و با فرض ثبات ساختار در کل دوره بررسی کرده‌اند، در حالی که شوک‌های ارزی و نااطمینانی‌های اقتصادی می‌توانند موجب تفاوت معنادار در شدت، سرعت و ناقص بودن انتقال نرخ ارز به قیمت‌ها شوند. از این رو، بهره‌گیری از مدل‌های غیرخطی با تغییر رژیم مارکف، رویکردی مناسب برای تحلیل واکنش‌های متفاوت قیمت‌ها به نوسانات نرخ ارز در شرایط اقتصادی مختلف و بررسی اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت آن به شمار می‌آید. این چهارچوب نه تنها امکان تفکیک اثرات در رژیم‌های رونق و رکود را فراهم می‌کند، بلکه به درک بهتر مکانیزم‌های انتقال شوک‌های ارزی و نامتقارن بودن واکنش تورم کمک می‌کند.

روش‌شناسی

با هدف درک پدیده پیچیده اثر انتقالی نرخ ارز پژوهشگران از مجموعه متنوعی از مدل‌ها استفاده کرده‌اند. در میان آن‌ها، اوزیورت^۲ (۲۰۱۶)، گلدبرگ و کامپا^۳ (۲۰۱۰) از مدل‌های تک‌معادله‌ای سری زمانی بهره گرفته و در مقابل، کامونال و کوناوا^۴ (۲۰۱۷) و فارسی و همکاران (۲۰۱۸) از روش خودرگرسیون برداری استفاده کرده‌اند. همچنین، رالت و بن‌جیک^۵ (۲۰۱۷) از رویکرد پنل پویا با برآورد گشتاورهای تعمیم‌یافته^۶ بهره بردند. در مطالعه حاضر، با هدف تبیین پیامدهای اثر انتقالی نرخ ارز بر تورم با تمرکز ویژه بر نوسانات چرخه تجاری یک کشور و به‌منظور دستیابی به دیدگاه جامع‌تر و در نظر گرفتن پیچیدگی‌ها از خودرگرسیون برداری با تغییر رژیم مارکف استفاده می‌شود.

مدل خودرگرسیون برداری با تغییر رژیم مارکف یک چهارچوب غیرخطی چندمتغیره ارائه می‌دهد که در آن برخی پارامترها می‌توانند به صورت پویا در طول زمان و مطابق با وضعیت‌های مشخص تغییر کنند، در حالی که سایر پارامترها ثابت باقی می‌مانند. این ویژگی به مدل امکان می‌دهد حتی در دوره‌های انتقال رژیم، برآورد ضریب‌ها را به‌طور مؤثر انجام شود. مدل‌های خودرگرسیون برداری سنتی اغلب با چالش‌هایی ناشی از عدم قطعیت شرایط کلان اقتصادی مواجه هستند، به‌ویژه در زمان بحران‌های مالی یا بدهی که

¹ jarita Duasa

² Ozyurt

³ Goldberg & Campa

⁴ Comunale & Kunovac

⁵ Ben Cheikh & Rault

⁶ Generalized Method of Moments (GMM)

سیستم اقتصادی هنوز در حال بازیابی است. در چنین شرایطی، مدل مارکف به عنوان راه حل قدرتمند عمل می کند و احتمال های انتقال سیستم از یک رژیم به رژیم دیگر را مشخص می سازد.

همیلتون^۱ (۲۰۱۰) با معرفی مفهوم روش مارکف سوچینگ بیان می کند که سیستم های اقتصادی در وضعیت های مختلف ویژگی های متفاوتی دارند و این تفاوت ها معمولاً در پارامترهای مدل های اقتصادی منعکس می شوند. بنابراین، روابط بین متغیرها ممکن است در واکنش به شوک های مختلف تغییر کنند. کروزلیگ^۲ (۱۹۹۸) مدل خودرگرسیون برداری سنتی را با رویکرد مارکف ترکیب کرد و مدل خودرگرسیون برداری با تغییر رژیم مارکف را به وجود آورد. این مدل جدید برخلاف مدل های خودرگرسیون برداری سنتی، اثرات تغییرات عوامل کلان اقتصادی ناشی از شوک های مختلف را به طور مؤثر ثبت می کند.

اصل اساسی مدل بر این فرض است که بردار سری های زمانی قابل مشاهده وابسته به حالت پنهان است. به بیان ساده، در هر رژیم S_t ، بردار سری زمانی Y_t توسط فرآیند مدل های خودرگرسیون برداری با تعداد مشخصی از تأخیرها (p) تولید می شود. این ویژگی به مدل امکان می دهد تغییرات دینامیک در رفتار اقتصادی را با توجه به چندین حالت و مجموعه متفاوتی از پارامترهای مدل های خودرگرسیون برداری ثبت کند و ارتباط پیچیده بین متغیرها را حتی در تغییر شرایط اقتصادی به دقت آشکار سازد. این امر به ویژه در مواقعی که سیستم اقتصادی به شوک های برونزا واکنش نشان می دهد و تغییر وضعیت بین حالت ها رخ می دهد، اهمیت دارد. مدل های خودرگرسیون برداری با تغییر رژیم مارکف نیز با ساختار مارکف پنهان^۳ این امکان را فراهم می سازد تا وابستگی های پیچیده در سیستم های اقتصادی پویا تشخیص داده شده و تحلیل دقیق تری از دینامیک های چندوجهی پدیده های اقتصادی ارائه شود. مدل خودرگرسیون برداری با تغییر رژیم مارکف شامل دو جزء است:

۱. Y_t که ارزیابی متغیرهای قابل مشاهده را توصیف می کند.

۲. S_t که تعداد حالت ها را توصیف می کند و یک جزء پنهان است که مقادیری بین $\{1, \dots, M\}$ می گیرد و یک زنجیره مارکف مرتبه اول را مدل می کند.

معادلات مدل به صورت زیر ارائه می شوند:

$$Y_t = \begin{cases} \beta_{01} + \beta_{11}Y_{t-1} + \dots + \beta_{p1}Y_{t-p} + A_1\varepsilon_T & \text{if } s_t = 1 \\ \beta_{0M} + \beta_{1M}Y_{t-1} + \dots + \beta_{pM}Y_{t-p} + A_M\varepsilon_T & \text{if } s_t = M \end{cases} \quad (1)$$

که در آن A ماتریس وابسته به رژیم است. همان طور که پیش تر ذکر شد، یکی از ویژگی های تعریف کننده چهارچوب خودرگرسیون برداری با تغییر رژیم مارکف انعطاف پذیری آن در میان متغیرهاست. این انعطاف پذیری از آنجا ناشی می شود که برخی پارامترها تابع تغییرات خاص رژیم هستند، در حالی که دیگر پارامترها ثابت باقی می مانند.

به طور مشخص، در چهارچوب مدل های خودرگرسیون برداری که سه پارامتر کلیدی-عرض از مبدأ (میانگین)، واریانس، و ضریب خودبازگشتی-را در بر می گیرد، چندین توسعه مهم در مدل خودرگرسیون برداری با تغییر رژیم مارکف قابل شناسایی است. کروزلیگ (۱۹۹۸) این مفهوم را معرفی کرد که تنها عرض از مبدأ هر رگرسیون در وضعیت های مختلف تغییر می کند، در حالی که ضرایب خودبازگشتی و واریانس در تمامی وضعیت ها ثابت می مانند. به بیان دیگر، عرض از مبدأ که نقطه شروع یا سطح پایه رابطه بین متغیرها را نشان می دهد، می تواند در پاسخ به تغییرات رژیم اقتصادی جابجا شود، در حالی که ضرایب خودبازگشتی و واریانس بدون تغییر باقی می مانند.

به این ترتیب، ساختار خودرگرسیون برداری با تغییر رژیم مارکف یک درک دقیق از نحوه تأثیر تغییرات رژیم بر جنبه های مختلف روابط اقتصادی ارائه می دهد. با اجازه دادن به تغییرات خاص رژیم در عرض از مبدأ و حفظ ضرایب خودبازگشتی و واریانس ثابت، مدل خودرگرسیون برداری با تغییر رژیم مارکف به طور مؤثر دینامیک پیچیده متغیرها را در شرایط اقتصادی متغیر ثبت می کند. فرمول ساده شده مدل به صورت زیر است:

¹ Hamilton

² Krolzig

³ Hidden Markov Model

$$Y_t = \begin{cases} \beta_{01} + \sum_{i=1}^p \beta_i Y_{t-i} + A\varepsilon_{t-i} & \text{if } s_t = 1 \\ \beta_{0M} + \sum_{i=1}^p \beta_i Y_{t-i} + A\varepsilon_{t-i} & \text{if } s_t = M \end{cases} \quad (2)$$

برای نمونه کاربرد چهارچوب خودرگرسیون برداری با تغییر رژیم مارکف و عرض از مبدأ وابسته به حالت^۱، وی و همکاران^۲ (۲۰۱۳) از آن برای تشخیص تغییرات شاخص‌های بورس از دوره‌های رکودی به دوره‌های رشد استفاده کردند. دایدی و لباری^۳ (۲۰۲۱) نیز از آن برای بررسی ارتباط بین تجارت بین‌الملل و ثبات کلان اقتصادی در نیجریه بهره بردند.

ویژگی متمایز مدل خودرگرسیون برداری با تغییر رژیم مارکف و عرض از مبدأ وابسته به حالت، توانایی آن در پذیرش نوسانات خاص رژیم در ماتریس واریانس-کوواریانس است، در حالی که سایر پارامترها در تمامی رژیم‌ها ثابت باقی می‌مانند. این ویژگی امکان ثبت تغییرات پراکندگی داده‌ها حول میانگین را فراهم می‌کند و نشان‌دهنده تغییرات نوسان سیستم تحت شرایط اقتصادی متفاوت است. فرمول MSI-VAR به شکل زیر بیان می‌شود:

$$Y_t = \begin{cases} \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i Y_{t-i} + A\varepsilon_{t-i} & \text{if } s_t = 1 \\ \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i Y_{t-i} + A\varepsilon_{t-i} & \text{if } s_t = M \end{cases} \quad \varepsilon_t \sim (0, \sigma^2) \quad (3)$$

در این چهارچوب، واریانس هر رژیم، که با σ_i^2 نشان داده می‌شود، می‌تواند در رژیم‌های اقتصادی مختلف متفاوت باشد. با این حال، دو پارامتر کلیدی عرض از مبدأ β_0 و ضریب خودبازگشتی β_i در تمامی رژیم‌ها ثابت باقی می‌مانند. این ویژگی ساختار مدل را حفظ کرده و تغییرات دینامیک مطابق با انتقال‌های واقعی اقتصادی را امکان‌پذیر می‌سازد.

روش خودرگرسیون برداری با تغییر رژیم مارکف، به عنوان ابزاری قدرتمند برای باز کردن شبکه پیچیده عوامل زمینه‌ای که باعث تغییر شرایط اقتصادی می‌شوند، عمل می‌کند و بینش‌هایی درباره محرک‌های اصلی نوسانات و انتقال‌ها ارائه می‌دهد (لانی و همکاران^۴، ۲۰۱۰).

یک نوع منحصر به فرد از این مدل وجود دارد که در آن تمامی پارامترها می‌توانند در طول وضعیت‌ها تغییر کنند. به عبارت ساده‌تر، هر وضعیت با ضرایب خودبازگشتی متفاوت مشخص می‌شود و منجر به میانگین و واریانس متفاوت می‌شود. این تغییر پارامترها در طول وضعیت‌ها، طبیعت پویا انتقال‌های اقتصادی را ثبت می‌کند، جایی که هر وضعیت با روابط مختلف بین متغیرها و نوسانات در مقادیر همراه است.

ساختار انعطاف‌پذیر مدل به پژوهشگران امکان می‌دهد تا جزئیات دقیق تغییرات اقتصادی را بررسی کنند و تصویر جامع‌تری از چگونگی تحول بخش‌های مختلف اقتصاد در شرایط متغیر ارائه دهند. مدل به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Y_t = \begin{cases} \beta_{01} + \sum_{i=1}^p \beta_i Y_{t-i} + A\varepsilon_t & \text{if } s_t = 1 \\ \beta_{0M} + \sum_{i=1}^p \beta_i Y_{t-i} + A\varepsilon_t & \text{if } s_t = M \end{cases} \quad (4)$$

در آغاز تحلیل، بردار Y_t معرفی شد که شامل متغیرهای قابل مشاهده تا زمان t است و نمایی جامع از داده‌های تجربی در آن زمان ارائه می‌دهد. همچنین، بردار θ به عنوان جزء محوری در فرایند مورد استفاده قرار گرفت. این بردار شامل پارامترهایی است که باید برآورد شوند، از جمله عرض از مبدأ، ضرایب خودبازگشتی، واریانس، و احتمال‌های انتقال بین وضعیت‌ها.

مدل خودرگرسیون برداری با تغییر رژیم مارکف می‌تواند با استفاده از دو روش برآورد شود: الگوریتم بیشینه‌سازی انتظاری^۵ و روش بیزین^۶. بر اساس ایده کرولزیک^۷ (۱۹۹۸)، برای یک رژیم مشخص S_t و متغیرهای درون‌زا با تأخیر به صورت زیر است:

$$y_t = (y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-n}) \quad (5)$$

¹ Markov Switching Intercept Vector Autoregression (MSI-VAR)

² Wai et al.

³ Lebari & Didi

⁴ Lanne et al.

⁵ Expectation-Maximization (EM)

⁶ Bayesian

⁷ Krolzig

تابع چگالی احتمال شرطی به صورت زیر است:

$$f(y_t | s_t, y_{t-1}) = (2\pi)^{-\frac{1}{2}} \sigma^{-1} \exp(-1/2(y_t - \bar{y}_s)^2 \sigma^{-2}) \quad (6)$$

که در آن $\epsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$ و میانگین شرطی به شکل زیر است:

$$\bar{y}_s = E(y_t | s_t, y_{t-1}) \quad (7)$$

با فرض اینکه داده‌های در دسترس تا زمان $t-1$ شامل نمونه‌های جمع‌آوری شده از زنجیره مارکف تا هستند، توزیع شرطی به شکل ترکیبی از توزیع‌های گاوسی است:

$$f(y_t | s_{t-1} = i, Y_{t-1}) = \sum_{m=1}^M f(y_t | s_{t-1}, y_{t-1}) P(s_t = m | s_{t-1} = i) \quad (8)$$

$$f(y_t | s_{t-1} = i, Y_{t-1}) = \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^M ((2\pi)^{-\frac{1}{2}} \sigma^{-1} \exp(1/2(y_t - \bar{y}_s)^2 \sigma^{-2}) P_{im} \quad (9)$$

دو عامل مانع استفاده مستقیم از حداکثر راستنمایی^۱ برای برآورد خودرگرسیون برداری با تغییر رژیم مارکف می‌شوند؛ وجود متغیرهای پنهان مانند رژیم S_t و توزیع شرطی y_t . بنابراین، از الگوریتم بیشینه‌سازی انتظاری EM^۲ استفاده شد (دپستر^۳، ۱۹۹۷). این الگوریتم شامل دو مرحله است:

۱. مرحله انتظار (E-step): ارزش مورد انتظار بر اساس متغیرهای مشاهده شده و پارامترهای حاصل از تکرار قبلی^۴ محاسبه می‌شود:

$$\Phi(\theta_t | \theta^{(0)}) = E_{s|y, \theta^{(0)}} [\ln P(y, S | \theta)] \quad (10)$$

۲. مرحله بیشینه‌سازی (M-step): با استفاده از تقریب اطلاعات ناشناخته، تابع بیشینه‌سازی بهینه شده و پارامترها برای تکرار بعدی اصلاح می‌شوند:

$$\theta^{(m+1)} = \operatorname{argmax}_{\theta} \{E_{s|y, \theta^{(0)}} [\ln P(y, S | \theta)]\} \quad (11)$$

این دو مرحله به طور پیوسته تکرار می‌شوند تا زمانی که تفاوت بین تاب درست‌نمایی در تکرار مرحله m و $m+1$ تغییر نکند. الگوریتم انتظار-بیشینه‌سازی^۴ به عنوان روش مرسوم برای استنتاج بهترین مدل خودرگرسیون برداری با تغییر رژیم مارکف شناخته می‌شود. با این حال، یک رویکرد آماری جایگزین نیز وجود دارد که به آن آمار بیزی^۵ گفته می‌شود. این رویکرد حوزه‌ی آمار را از دیدگاه تفسیر بیزی پوشش می‌دهد، جایی که احتمال، سطح اطمینان نسبت به وقوع یک رویداد را در بر می‌گیرد. برای توضیح بیشتر، مثال زیر را در نظر بگیرید: وقتی با دو رویداد A و B مواجه هستیم، یک باور اولیه نسبت به وقوع رویداد A وجود دارد که با $P(A)$ نشان داده می‌شود. با فرض وقوع رویداد A ، تأثیر آن بر رویداد B درک می‌شود و با $P(B|A)$ نشان داده می‌شود. احتمال اولیه $P(A)$ می‌تواند با در نظر گرفتن رویداد B تغییر یابد، که این کار با استفاده از قضیه بیز انجام می‌شود:

$$P(A | B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)} \quad (12)$$

$P(A|B)$ به عنوان احتمال پسین^۶ شناخته می‌شود، در حالی که $P(A)$ به عنوان احتمال پیشین^۷ شناخته می‌شود و شامل انتظارات مربوط به وقوع رویداد A قبل از رخداد رویداد B است. $P(B|A)$ به عنوان تابع درست‌نمایی^۸ عمل می‌کند و نشان‌دهنده احتمال وقوع رویداد B با فرض این است که رویداد A قبلاً رخ داده است. $P(B)$ نمایانگر احتمال وقوع رویداد B است و محاسبه آن به شکل زیر انجام می‌شود:

¹ Maximum Likelihood (ML)

² Dempster et al.

³ Iteration

⁴ Expectation–Maximization Algorithm (EM Algorithm)

⁵ Bayesian statistics

⁶ posterior probability

⁷ prior probability

⁸ likelihood function

$$P(B) = \sum_i P(B | A_i)P(A_i) \quad (13)$$

اصل آماری علیت گرنجر بر مفهوم پیش‌بینی‌پذیری استوار است. بر اساس این اصل، اگر متغیر y_1 به صورت علیت گرنجر^۱ متغیر y_2 باشد، به این معناست که مقادیر گذشته‌ی y_1 حاوی اطلاعاتی هستند که می‌توانند پیش‌بینی y_2 را بهبود دهند و فراتر از اطلاعات موجود در مقادیر گذشته‌ی y_2 عمل کنند. در مقابل، فرضیه‌ی صفر آزمون علیت گرنجر بیان می‌کند که هیچ رابطه‌ی علی میان دو متغیر وجود ندارد؛ یعنی مقادیر گذشته‌ی y_1 نقشی در توضیح یا پیش‌بینی مقادیر کنونی y_2 ندارند. به بیان ساده‌تر، در صورت پذیرش فرضیه صفر، گفته می‌شود y_1 علت گرنجر y_2 نیست. این رابطه معمولاً با آزمون آماری بر روی ضرایب وقفه‌های y_1 در معادله‌ی y_2 بررسی می‌شود تا مشخص شود آیا این ضرایب به طور معناداری از صفر متفاوت هستند یا خیر.

$$C_{y_1 \rightarrow y_2} = \log \frac{\det V_{\varepsilon}[y_2 | y_2, t-1]}{\det V_{\varepsilon}[y_2 | y_2, t-1, y_1, t-1]} \quad (14)$$

آماره‌ی آزمون به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\delta = TC_{y_1 \rightarrow y_2} \quad (15)$$

اگر مقدار δ کمتر از مقدار آستانه‌ی آماری^۲ باشد، فرضیه‌ی صفر پذیرفته می‌شود. بدین معنا که متغیر y_1 علت گرنجر y_2 نیست و هیچ رابطه‌ی علی معناداری بین آن‌ها وجود ندارد.

واکنش به یک تغییر بیرونی، که اغلب به آن شوک برون‌زا گفته می‌شود، از طریق تابع پاسخ ضربه‌ای^۳ قابل تبیین است. این مفهوم به مجموعه‌ای از معادلات اشاره دارد که متغیرهای خودرگرسیون چندمتغیره را به یکدیگر مرتبط می‌سازند. به طور کلی، توابع پاسخ ضربه‌ای بینشی نسبت به الگوهای پویایی ارائه می‌دهند که متغیرهای مختلف سیستم هنگام مواجهه با تغییرات ناگهانی از خود بروز می‌دهند. به بیان ساده‌تر، توابع واکنش کمک می‌کنند تا این موضوع درک شود که متغیرهای گوناگون سیستم در اثر شوک‌ها یا تأثیرات غیرمنتظره، چگونه در طول زمان واکنش نشان داده و تحول می‌یابند.

تحلیل داده

در این مطالعه از داده‌های ماهانه برای دوره زمانی بهمن ۱۳۸۰ تا شهریور ۱۴۰۴ استفاده شده است. شاخص قیمت مصرف‌کننده (CPI) به عنوان نماینده نرخ تورم از مرکز آمار ایران اخذ شده است. همچنین سری زمانی نرخ ارز اسمی بازار آزاد از پایگاه داده‌های سری زمانی اقتصاد ایران (بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران) و گزارش‌های رسمی منتشرشده توسط بانک مرکزی گردآوری شده است. برای کاهش ناهمسانی واریانس و تفسیر آسان‌تر ضرایب، سری‌های مزبور به لگاریتم طبیعی تبدیل شده‌اند. این روش در ادبیات اقتصاد کلان برای مدل‌های تغییر رژیم مارکف مرسوم است، زیرا امکان تحلیل پویایی‌های نسبی و کششی متغیرها را فراهم می‌کند. پس از هم‌ترازی دوره زمانی، داده‌ها مورد بررسی اولیه شامل آزمون‌های ایستایی، روند، و ساختار شکست قرار گرفتند تا از مناسب بودن آن‌ها برای برآورد مدل خودرگرسیون برداری با تغییر رژیم مارکف اطمینان حاصل شود. استفاده از این مدل این امکان را فراهم می‌کند تا اثرات تغییرات ساختاری و تفاوت‌های رفتاری متغیرها در شرایط اقتصادی متفاوت (رونق و رکود) به دقت شناسایی شود و تحلیل‌های بلندمدت و کوتاه‌مدت به صورت همزمان انجام گردد.

ایستایی متغیرها

¹ Granger-causes

² P-value

³ Impulse Response Function (IRF)

آزمون کاوازاکی-فیلیپس-اشمیت - شین^۱ برای ارزیابی ایستایی نشان داد که سری LCPI دارای مقدار آماری $1/92$ و سری LEX برابر $1/86$ است، که هر دو به طور قابل توجهی بالاتر از مقادیر بحرانی در سطوح 1% ، 5% و 10% قرار دارند. این نتایج حاکی از آن است که سری‌ها رونددار هستند و وابستگی بلندمدت دارند، بنابراین تحلیل روابط بلندمدت و استفاده از مدل‌هایی که مانایی سری‌ها را لحاظ می‌کنند، ضروری است.

تعیین تعداد وقفه بهینه

مدل خودرگرسیون برداری استاندارد برای تعیین تعداد تاخیر بهینه بر اساس معیارهای اطلاعاتی AIC و BIC برآورد شد. نتایج نشان داد که تعداد بهینه تاخیر دو دوره‌ای است، که با یافته‌های پیشین در اقتصاد پولی همسو بوده و نشان می‌دهد که تغییرات کوتاه‌مدت نرخ ارز و تورم نقش کلیدی در انتقال اثرات قیمتی و انتظارات دارند (گوش و همکاران^۲، ۱۹۹۳؛ چونگ و لی^۳، ۱۹۹۳). همچنین برای تعیین تعداد بهینه رژیم‌ها در مدل تغییر رژیم مارکف، مدل‌های یک، دو و سه‌رژیمی به صورت جداگانه برآورد و معیارهای اطلاعاتی AIC و BIC میان آن‌ها مقایسه شد. نتایج نشان داد که مدل دورژیمی کمترین مقادیر معیارهای اطلاعاتی و همچنین مقدار بالاتری از تابع درست‌نمایی را نسبت به سایر مدل‌ها دارد. علاوه بر این، در مدل سه‌رژیمی، رژیم سوم از نظر آماری شناسایی پذیر نبود و ضرایب آن رفتار مشخص و قابل تفسیر ارائه نمی‌کرد؛ در حالی که در مدل دورژیمی، تفاوت میان دو رژیم از لحاظ پویایی نرخ ارز و تورم معنادار بوده و با شرایط رونق و رکود اقتصاد ایران همخوانی دارد. بنابراین، مدل دورژیمی به عنوان ساختار بهینه برای برآورد مدل انتخاب شد.

برآورد مدل MS-VAR

به منظور بررسی پویایی‌های متقابل میان تورم (LCPI) و نرخ ارز (LEX) در اقتصاد ایران، مدل خودرگرسیونی برداری با میانگین‌های وابسته به رژیم مارکف^۴ با دو رژیم متمایز برآورد شد. این دو رژیم به ترتیب بیانگر شرایط اقتصادی پایدار و شرایط رکودی یا ناپایدار هستند. چنین مدلی با اجازه دادن به تغییر میانگین‌ها در هر رژیم، امکان تحلیل تفاوت واکنش متغیرها در دوره‌های رونق و رکود را فراهم می‌سازد. نتایج برآورد نشان داد که در رژیم نخست، متناظر با دوره‌های ثبات اقتصادی، مقدار ثابت تورم برابر با $(-0/51)$ و برای نرخ ارز $(-2/32)$ به دست آمده است. این ضرایب از نظر آماری معنادار هستند و نشان می‌دهند که در دوره‌های رونق، تورم و نرخ ارز روندی پایدار و افزایشی دارند. در مقابل، در رژیم دوم که شرایط رکودی و نوسانی اقتصاد را بازتاب می‌دهد، مقدار ثابت تورم تقریباً $(-0/51)$ ولی مقدار ثابت نرخ ارز $(-2/22)$ است؛ این یافته بیانگر آن است که در دوره‌های رکود، فشارهای ارزی کاهش یافته و بازار ارز نسبتاً تعدیل می‌شود، در حالی که تورم به دلیل چسبندگی قیمتی همچنان مثبت باقی می‌ماند. جدول (۱) مقادیر ثابت هر رژیم را نشان می‌دهد.

جدول ۱- برآورد ضرایب ثابت در رژیم‌های مدل تغییر رژیم مارکف

متغیر	رژیم ۱ (پایدار)	رژیم ۲ (رکود)
LCPI	-۰/۵۱	-۰/۵۱
LEX	-۲/۳۲	-۲/۲۲

منبع: یافته‌های تحقیق

¹ Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS)

² Ghosh et al.

³ Cheung & Lai

⁴ Markov-Switching Means Vector Autoregression (MS-Means VAR)

ضرایب مربوط به وقفه‌ها نیز رفتار درون‌زای متغیرها را توضیح می‌دهند. ضریب تورم با وقفه یک‌دوره‌ای ($LCPI(-1)$) برابر با ($1/37$) است که نشان‌دهنده تداوم و اینرسی قیمتی در اقتصاد ایران است؛ به عبارت دیگر، شوک‌های قیمتی تمایل دارند در چند دوره متوالی تداوم یابند. ضریب تورم با وقفه دودوره‌ای ($-0/38$) است و نشان می‌دهد که بخشی از افزایش‌های قیمتی در دوره‌های بعدی تعدیل می‌شود. درخصوص نرخ ارز، ضرایب وقفه‌ها نشان می‌دهد که اثرات آن بر تورم عمدتاً کوتاه‌مدت هستند: نرخ ارز یک دوره قبل با ضریب ($0/07$) بر تورم اثرگذار است، اما این اثر در وقفه دوم به ($-0/06$) کاهش می‌یابد، که با نظریه اثر انتقالی نرخ ارز به قیمت‌ها سازگار است. از سوی دیگر، نرخ ارز خود نیز رفتار حافظه‌دار دارد؛ ضریب ($1/54$) برای وقفه اول و ($-0/55$) برای وقفه دوم بیانگر آن است که شوک‌های ارزی در کوتاه‌مدت تداوم یافته و در میان‌مدت به تدریج تخلیه می‌شوند. جدول (۲) ضرایب وقفه‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۲- ضرایب وقفه‌ای برآوردشده در رژیم‌های مدل تغییر رژیم مارکف

متغیر	رژیم ۱ (پایدار)	رژیم ۲ (رکود)
LCPI(-1)	۱/۳۷	-۰/۴۹
LCPI(-2)	-۰/۳۸	۰/۵۰
LEX(-1)	۰/۰۷	۱/۵۴
LEX(-2)	-۰/۰۶	-۰/۵۵

منبع: یافته‌های تحقیق

تحلیل ماتریس کوواریانس خطاها ($SIGMA$) نشان داد که در رژیم پایدار، نوسانات تورم و نرخ ارز نسبتاً پایین و باثبات‌اند، در حالی که در رژیم رکودی واریانس نرخ ارز افزایش یافته و نوسانات تورم کمی بیشتر شده است، بدین معنا که در دوره‌های رکود، واکنش متغیرها به شوک‌ها محدود و اقتصاد در حالت نسبی سکون قرار دارد (جدول ۳).

جدول ۳- ماتریس کوواریانس خطاها در رژیم‌های مدل تغییر رژیم مارکف

متغیر	رژیم ۱	رژیم ۲
LCPI	۰/۰۰۰۱۰	۰/۰۰۰۱۶
LEX	۰/۰۰۰۱۶	۰/۰۰۰۱۶

منبع: یافته‌های تحقیق

در ادامه، ماتریس انتقال میان رژیم‌ها برآورد شد تا پویایی تغییرات بین دوره‌های پایدار و رکودی مشخص شود. ضرایب برآوردی جدول مربوط به تابع لینک مدل مارکف هستند و به‌صورت مستقیم نمایانگر احتمال باقی‌ماندن در هر رژیم نیستند. برای فهم بهتر، این ضرایب نشان‌دهنده گرایش اقتصاد به ماندن در همان رژیم یا انتقال به رژیم دیگر هستند. با تبدیل مناسب این ضرایب به احتمالات واقعی، مشخص شد که احتمال باقی‌ماندن در رژیم پایدار حدود $0/94$ درصد و در رژیم رکود حدود $0/89$ درصد است. بر اساس این مقادیر، مدت زمان متوسط حضور در رژیم پایدار تقریباً ۱۷ ماه و در رژیم رکود حدود ۹ ماه برآورد می‌شود. این یافته‌ها نشان می‌دهند که ساختار اقتصادی ایران گرایش بیشتری به ثبات دارد و تغییرات ساختاری عمدتاً به صورت تدریجی رخ می‌دهند^۱ (جدول ۴).

^۱ ضرایب منفی یا مثبت جدول به معنای احتمال منفی یا بیشتر از یک نیستند؛ این ضرایب تنها پارامترهای مدل هستند که از طریق تبدیل داخلی مدل به احتمالات واقعی قابل تفسیر می‌شوند.

جدول ۴- ضرایب برآورد شده ماتریس گذار بین رژیم‌ها در مدل مارکف

پارامتر	ضریب	انحراف معیار	آماره t	Prob
P11	۳/۴۸	۰/۳۹	۸/۸۸	۰/۰۰
P21	-۰/۲۹	۰/۶۱	-۰/۴۷	۰/۶۳

منبع: یافته‌های تحقیق

بر اساس این برآوردها، می‌توان پیامدهای اقتصادی را چنین تفسیر کرد که در رژیم پایدار، تورم و نرخ ارز گرایش به تثبیت دارند و شوک‌ها به آرامی تخلیه می‌شوند، در حالی که در رژیم رکود، نرخ ارز نسبت به شوک‌ها سریع‌تر تعدیل می‌شود اما تورم به دلیل چسبندگی قیمتی و محدودیت‌های نقدینگی همچنان مثبت و پایدار باقی می‌ماند. ضرایب وقفه نشان می‌دهند که تورم دارای حافظه قوی است و شوک‌ها چند دوره متوالی ادامه می‌یابند، در حالی که نرخ ارز بیشتر تحت تأثیر شوک‌های کوتاه‌مدت است. ماتریس کوواریانس نیز تأیید می‌کند که نوسانات در رژیم رکود بیشتر است و اقتصاد نسبت به شوک‌ها حساس‌تر می‌شود.

این یافته‌ها پیامدهای سیاستی مهمی دارند. در دوره‌های رونق، اثر شوک‌های ارزی تدریجی و ناقص منتقل می‌شود و ناشی از چسبندگی قیمتی، تأخیر در انتقال هزینه‌های وارداتی و کنترل انتظارات تورمی است. در دوره‌های رکود، اثر نرخ ارز بر تورم تقریباً کامل است و حتی شوک‌های کوچک ارزی می‌توانند فشارهای تورمی شدیدی ایجاد کنند. این الگو نشان می‌دهد که کانال انتقال نرخ ارز به تورم قوی‌تر و ماندگارتر از کانال تورم به نرخ ارز است و سیاستگذار باید در مدیریت بازار ارز فعال و پویا عمل کند. ترکیب سیاست‌های پولی و ارزی همراه با مدیریت انتظارات برای کنترل تورم و حفظ ثبات اقتصاد کلان ضروری است. همچنین به‌منظور برای تکمیل تحلیل و بررسی جهت اثرگذاری متغیرها، آزمون علیت گرنجر با دو تاخیر زمانی انجام شد.

جدول ۵- نتایج آزمون علیت گرنجر بین تورم و نرخ ارز

فرض صفر	تعداد مشاهدات	آماره F	احتمال (p-value)
نرخ ارز علیت گرنجر تورم نیست		۱۵/۲۲	۰/۰۰
تورم علیت گرنجر نرخ ارز نیست		۱/۹۸	۰/۱۳

منبع: یافته‌های تحقیق

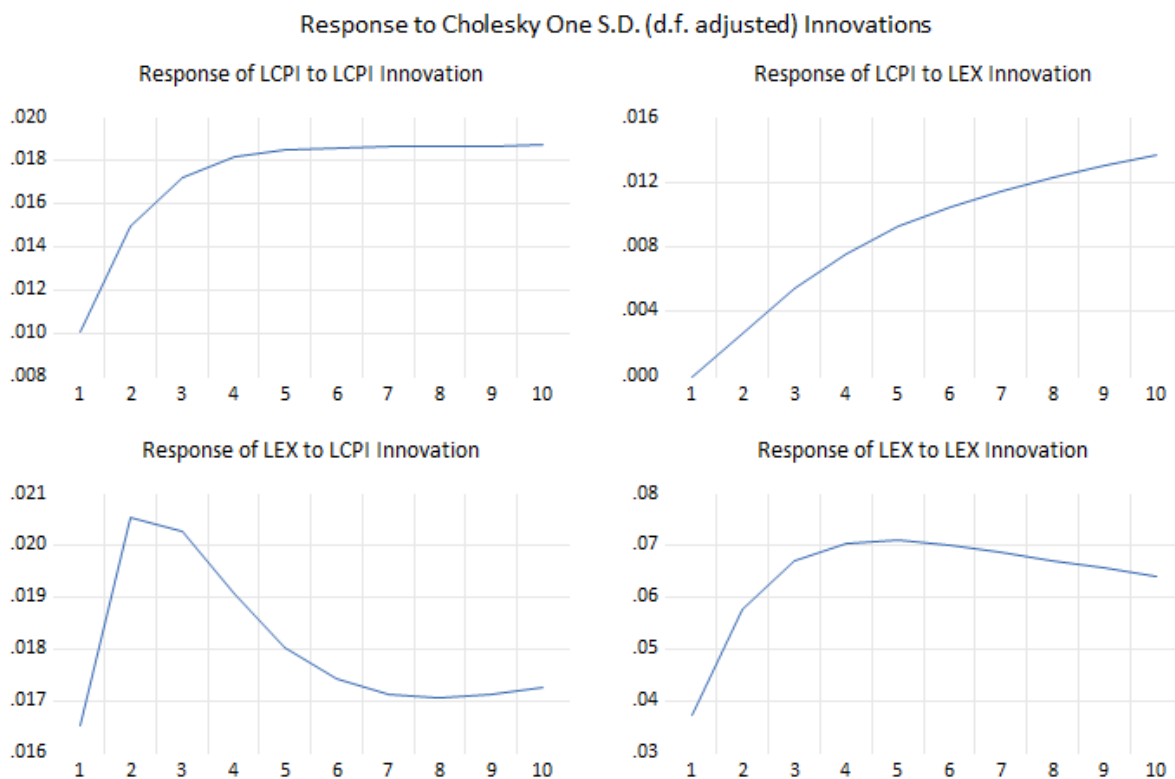
تحلیل نتایج در جدول (۵) نشان داد که تغییرات نرخ ارز به‌طور معناداری تورم را پیش‌بینی می‌کند، در حالی که تورم اثر قابل توجهی بر نرخ ارز ندارد. این یافته‌ها همسو با نتایج مدل خودرگرسیون برداری با تغییر رژیم مارکف هستند و تأکید می‌کنند که نرخ ارز محرک اصلی تورم در اقتصاد ایران است و شوک‌های ارزی می‌توانند تأثیر قابل توجهی بر سطح عمومی قیمت‌ها باشند. همچنین چسبندگی قیمتی تورم و واکنش تدریجی آن به تغییرات نرخ ارز باعث می‌شود که اثرات سیاست‌های ارزی در میان‌مدت قابل مشاهده باشد. در نهایت، ابزارهای پولی به تنهایی کافی نیستند و ترکیب سیاست‌های پولی با سیاست‌های تثبیت نرخ ارز و مدیریت شوک‌های خارجی ضروری است. به‌طور کلی، تحلیل خودرگرسیون برداری با تغییر رژیم مارکف و آزمون علیت گرنجر با هم نشان می‌دهند که تغییرات نرخ ارز نقش محوری در شکل‌دهی به تورم دارند.

تحلیل تابع واکنش

در نمودار حاضر، واکنش‌های ضربه‌ای حاصل از مدل خودرگرسیون برداری با تغییر رژیم مارکف نشان می‌دهند که رابطه میان تورم (LCPI) و نرخ ارز (LEX) واجد پویایی و انتقال‌های غیرمتقارن است. رفتار دو متغیر در برابر شوک‌های خود و متقابل، الگوی روشنی از تأثیرات متقاطع و درجه پایداری متفاوت را ترسیم می‌کند. همان‌گونه که روندها نشان می‌دهند، واکنش تورم نسبت به شوک‌های خود سریع، مثبت و با دامنه افزایش‌یابنده است؛ مقادیر LCPI پس از ورود شوک ابتدایی در دوره نخست جهش محسوسی دارد و در چند دوره بعدی به رشد خود ادامه می‌دهد تا در حدود دوره چهارم تثبیت شود. این پایداری در سطح بالاتر از مقدار اولیه

نشان‌دهنده چسبندگی شدید سطح قیمت‌ها و نوعی اینرسی تورمی است؛ به بیان دیگر، شوک‌های قیمتی در این ساختار به‌سادگی مستهلک نمی‌شوند و در سطوح بالاتر قفل می‌شوند. چنین الگویی بیان می‌کند که فرآیند تعدیل قیمت در اقتصاد کند و ناقص است، و تورم دارای حافظه و ماندگاری در واکنش به شوک‌های خود می‌باشد.

نمودار - نمودار واکنش‌های ضربه‌ای تورم و نرخ ارز در چارچوب مدل مارکف-سوئیچینگ



منبع: یافته‌های تحقیق

در مقابل، رفتار تورم نسبت به شوک‌های نرخ ارز ماهیتی تدریجی و فزاینده دارد. مسیر واکنش تورم به شوک ارزی به‌طور پیوسته صعود می‌کند و تا انتهای افق بررسی (دوره دهم) همچنان در حال افزایش است، بی‌آنکه نشانه‌ای از بازگشت یا تعدیل مشاهده شود. این ویژگی بازتاب‌دهنده اثر انتقالی نرخ ارز به قیمت‌ها قوی و تقریباً پایدار است؛ به بیان دیگر، افزایش نرخ ارز به تدریج ولی قطعاً به افزایش سطح عمومی قیمت‌ها می‌انجامد. این روند می‌تواند ناشی از سازوکارهای انتقال انتظارات تورمی، تأثیر تدریجی افزایش هزینه‌های وارداتی و همچنین واکنش‌های قیمتی بنگاه‌ها به تغییرات نرخ ارز باشد. در چنین شرایطی، اثر شوک ارزی نه تنها خنثی نمی‌شود بلکه در میان‌مدت نیز ادامه می‌یابد که نشان‌دهنده فعال بودن کانال انتقال نرخ ارز به تورم است. نبود رفتار نوسانی یا بازگشت منفی در این منحنی می‌تواند مؤید این باشد که بازار کالا در برابر تغییرات نرخ ارز از انعطاف محدودی برخوردار است و انتظارات تورمی به‌سرعت تثبیت می‌شوند.

از سوی دیگر، واکنش نرخ ارز به شوک‌های تورمی رفتاری موقتی و نسبتاً متعادل دارد. نرخ ارز در ابتدا نسبت به افزایش قیمت‌ها واکنش مثبت و تند از خود نشان می‌دهد اما این واکنش به سرعت فروکش می‌کند و در چند دوره بعدی در سطحی پایین‌تر تثبیت می‌شود. این الگوی افت سریع پس از اوج اولیه دلالت بر آن دارد که کانال انتقال از تورم به نرخ ارز ضعیف و کوتاه‌مدت است؛ بازار

ارز در برابر شوک‌های قیمتی داخلی واکنش نشان می‌دهد، اما نیروهای تعادلی و یا مداخلات سیاستی مانع از تداوم آن می‌شوند. به بیان دیگر، اثر تورم بر نرخ ارز گذراست و رابطه علیت غالب در این ساختار از جهت نرخ ارز به سمت تورم عمل می‌کند، نه برعکس. در بخش دیگر، یعنی واکنش نرخ ارز به شوک‌های خود، پویایی درونی بازار ارز به‌خوبی نمایان است. منحنی مربوطه نشان می‌دهد شوک اولیه موجب جهش شدید نرخ ارز می‌شود، اما پس از چند دوره اثر آن به تدریج فروکش می‌کند. این رفتار نشان از بازاری دارد که از یک سو واکنش‌پذیری بالایی در برابر شوک‌های بیرونی یا درون‌زا دارد و از سوی دیگر تمایل به بازگشت تدریجی به تعادل دارد. وجود چنین الگویی بیانگر فضای انتظارات ناپایدار و واکنش‌های لحظه‌ای در کوتاه‌مدت است که در صورت نبود سیاست‌های تثبیت‌گر می‌تواند به نوسانات گسترده‌تر بینجامد.

در مجموع، از الگوهای مشاهده‌شده می‌توان چنین استنباط کرد که در این ساختار، نقش نرخ ارز به‌عنوان متغیر پیش‌رو در تعیین مسیر تورم بسیار پررنگ‌تر است. شوک‌های ارزی موجب تغییرات قابل توجه و ماندگار در سطح عمومی قیمت‌ها می‌شوند، در حالی که شوک‌های تورمی تأثیر محدودی بر مسیر نرخ ارز دارند. این رابطه حاکی از ساختاری است که در آن سیاست‌های ارزی و مدیریت انتظارات نقش کلیدی در کنترل تورم ایفا می‌کنند. واکنش‌های تورم به شوک ارزی بدون نوسان و با روند صعودی آرام، نشان می‌دهد که اثر انتقالی نرخ ارز به تورم نه آنی بلکه تجمعی و میان‌مدت است و در نتیجه سیاست‌گذار نباید انتظار تأثیر فوری از کنترل ارزی بر شاخص قیمت‌ها داشته باشد. همچنین پایداری نسبی پاسخ LCPI به شوک‌های خود نشان‌دهنده ضرورت سیاست‌های مکمل پولی برای افزایش سرعت تعدیل قیمت‌هاست.

به طور کلی، تحلیل این نمودار مؤید وجود یک رابطه علی نامتقارن از نرخ ارز به تورم با دامنه قوی‌تر و ماندگارتر است. فعال بودن این کانال انتقال بیان می‌کند که در شرایط بی‌ثبات یا تورمی، نوسانات ارزی می‌توانند به سرعت به سطح عمومی قیمت‌ها سرایت کنند. از این رو، ثبات نرخ ارز نه تنها یک هدف مستقل بلکه پیش‌شرطی برای ثبات قیمتی محسوب می‌شود و کارایی سیاست‌های پولی در کنترل تورم تا حد زیادی وابسته به پایداری بازار ارز و مدیریت مؤثر انتظارات در این حوزه است. در حالی که تحلیل توابع واکنش ضربه‌ای قویاً از علیت غالب و ناهمسان از نرخ ارز به تورم حمایت می‌کند - که در آن شوک‌های ارزی یک اثر فزاینده و ماندگار بر قیمت‌ها دارند - نتایج تجزیه واریانس این عدم تقارن را در مقیاس بلندمدت تأیید می‌کند. نکته مهم دیگر؛ در افق ده دوره‌ای، سهم شوک‌های نرخ ارز در توضیح نوسانات تورم تنها ۵/۳۷ درصد است که بر نسبتاً ضعیف بودن قدرت توضیح‌دهندگی مستقیم نرخ ارز در بلندمدت دلالت دارد؛ در مقابل، به طرز قابل توجهی، شوک‌های تورمی توضیح‌دهنده ۳۶/۱۶ درصد از نوسانات آتی نرخ ارز هستند. این امر نشان می‌دهد که در حالی که نرخ ارز در کوتاه‌مدت "پیش‌رو" است، تورم در بلندمدت یک نیروی محرکه قوی و پایدار برای نوسانات خود نرخ ارز محسوب می‌شود، که در مجموع، بر نامتقارن بودن و پیچیدگی کانال‌های انتقال بین این دو متغیر کلیدی در اقتصاد تأکید می‌کند.

برای اطمینان از پایداری و اعتبار نتایج مدل خودرگرسیون برداری با تغییر رژیم مارکف، تحلیل حساسیت محدودی انجام شد. این تحلیل شامل تغییر تعداد وقفه‌ها و افزودن یک متغیر مکمل (مانند شاخص محدود شوک‌های نفتی) بود تا تأثیر آن بر رابطه نرخ ارز و تورم بررسی شود. نتایج نشان دادند که یافته‌های اصلی، به ویژه نقش پیش‌روی نرخ ارز در تعیین مسیر تورم و تفاوت‌های رفتاری بین دو رژیم، در برابر تغییرات مدل تا حد زیادی پایدار باقی می‌مانند. این آزمایش محدود، اطمینان بیشتری به درستی نتایج و قابلیت تعمیم آن‌ها می‌دهد و نشان می‌دهد که یافته‌ها تحت تغییرات کوچک در مشخصات^۱ مدل تغییرات اساسی نمی‌کنند.

جمع‌بندی و پیشنهادات

تحلیل مدل خودرگرسیون برداری با تغییر رژیم مارکف دو رژیم نشان می‌دهد که اثر شوک‌های نرخ ارز بر تورم در اقتصاد ایران به شدت وابسته به وضعیت کلان و رژیم اقتصادی است. در دوره‌های رونق و ثبات، شوک‌های ارزی به صورت تدریجی و میان‌مدت بر سطح قیمت‌ها منتقل می‌شوند و اثر آن‌ها ناقص است. این الگو منعکس‌کننده ترکیبی از عوامل اقتصادی است؛ از یک سو، چسبندگی

¹ specification

قیمتی و تأخیر در انتقال هزینه‌های وارداتی باعث می‌شود تغییرات نرخ ارز به سرعت در قیمت کالاها منعکس نشود و از سوی دیگر، انتظارات تورمی کنترل شده فعالان اقتصادی موجب می‌شود واکنش بازار به شوک‌های کوتاه‌مدت کند باشد. در مقابل، در دوره‌های رکود و ناپایداری اقتصادی، اثر نرخ ارز بر تورم تقریباً کامل است و حتی نوسانات کوچک ارزی می‌تواند فشارهای تورمی شدیدی ایجاد کند. این امر ناشی از ضعف تقاضای داخلی، کاهش فعالیت اقتصادی و محدودیت‌های نقدینگی است که نقش عوامل تعدیل‌کننده را کم می‌کند و هر گونه شوک ارزی، حتی کوچک، اثر قابل توجهی بر تورم دارد.

تحلیل علیت و تجزیه واریانس نشان می‌دهد که نرخ ارز نقش پیشرو در تعیین مسیر تورم دارد و تورم اثر معناداری بر نرخ ارز ندارد؛ این واقعیت با تجربه اقتصادی ایران در دوره‌های تحریم و نوسانات ارزی شدید همخوانی دارد. بررسی رفتار متغیرها در دو رژیم اقتصادی همچنین نشان می‌دهد که تورم دارای اینرسی قابل توجه است و شوک‌های کوتاه‌مدت چند دوره متوالی ادامه می‌یابند و سپس تعدیل می‌شوند، در حالی که نرخ ارز نسبت به شوک‌های تورمی واکنش محدودی دارد. این یافته‌ها تأکید می‌کنند که اگرچه کانال انتقال نرخ ارز به تورم در کوتاه‌مدت قوی‌تر است، اما ماهیت غیرخطی این رابطه و تأثیرپذیری از رژیم اقتصادی، اهمیت مدیریت مستمر و پویا در بلندمدت را برجسته می‌سازد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که سیاست‌های کوتاه‌مدت به تنهایی نمی‌توانند اثرگذار باشند و برنامه‌ریزی میان‌مدت و بلندمدت برای تثبیت تورم ضروری است. از منظر سیاست‌گذاری، مدیریت نرخ ارز به عنوان محور اصلی کنترل تورم باید به صورت مستمر و پویا به گونه‌ای انجام شود که نوسانات ارزی به تدریج و با پیش‌بینی‌پذیری در سطح قیمت‌ها منتقل شود و ثبات بازار ارز تقویت گردد. تجربه ایران نشان داده است که جهش‌های ناگهانی دلار، حتی در شرایط رکود، می‌تواند فشار تورمی شدید ایجاد کنند و برهم‌ریزی تعادل اقتصادی را به همراه داشته باشند، در حالی که سیاست‌های هماهنگ، شفاف و مبتنی بر شناخت وضعیت کلان اقتصاد، اثرات میان‌مدت و بلندمدت شوک‌ها را تعدیل می‌کند و ثبات اقتصاد کلان را تقویت می‌نماید.

برای افزایش اثرگذاری سیاست‌ها، ترکیب ابزارهای پولی و مالی با سیاست‌های ارزی و مدیریت انتظارات اقتصادی ضروری است و باید تحلیل‌های تکمیلی شامل شاخص‌های عدم قطعیت، سیاست مالی دولت، بدهی عمومی و شوک‌های خارجی در نظر گرفته شوند تا سیاست‌ها واقع‌بینانه و کاربردی باشند. این رویکرد به سیاستگذار امکان می‌دهد اثرگذاری تصمیمات خود را در شرایط مختلف اقتصادی پیش‌بینی کند، از انتقال ناگهانی شوک‌ها به تورم جلوگیری نماید و ثبات میان‌مدت اقتصاد ایران را حفظ کند. در نهایت، یافته‌ها تأکید می‌کنند که شناخت غیرخطی بودن رابطه نرخ ارز و تورم و تطبیق سیاست‌ها با شرایط کلان اقتصادی، کلید موفقیت سیاست‌گذاری پایدار و کاهش نوسانات شدید بازار ارز و تورم در ایران است.

پیشنهادهای سیاستی

با توجه به یافته‌های مدل خودرگرسیون برداری با تغییر رژیم مارکف، اثر نرخ ارز بر تورم وابسته به رژیم اقتصادی است و شدت و سرعت عبور شوک‌ها در دوره‌های رکود و رونق متفاوت است. این تفاوت‌ها نشان می‌دهند که سیاست‌های تثبیت نرخ ارز و کنترل تورم باید متناسب با شرایط اقتصادی و با در نظر گرفتن پیشرو بودن نرخ ارز طراحی شوند. بنابراین، پیشنهادات سیاستی زیر مبتنی بر تحلیل کمی مدل و تفاوت‌های جزئی بین ضرایب دو رژیم ارائه شده‌اند و هدف آن‌ها ایجاد چارچوب عملی و قابل اجرا برای مدیریت ثبات قیمت‌ها در ایران است:

استقرار نظام مدیریت پویا و پیش‌نگر نرخ ارز: مدل نشان داد که نرخ ارز متغیر پیشرو در تعیین مسیر تورم است و اثر آن به صورت تجمعی و غیرخطی است. این یافته نشان می‌دهد که یک نظام مدیریت پویا و واکنش‌پذیر، با پایش مستمر بازار ارز، انتظارات تورمی و شرایط کلان، می‌تواند از جهش‌های ناگهانی و انتقال سریع شوک‌های ارزی به سطح قیمت‌ها جلوگیری کند. به صورت عملی، این چارچوب می‌تواند شامل مداخلات هدفمند در بازار ارز، تعیین محدوده مجاز نوسانات، و اطلاع‌رسانی شفاف برای کاهش ناطمینانی فعالان اقتصادی باشد.

هماهنگی سیاست‌های ارزی و پولی: یافته‌ها نشان دادند که شدت اثر نرخ ارز بر تورم در شرایط اقتصادی مختلف متفاوت است و ابزارهای پولی می‌توانند اثر این رابطه را تعدیل کنند. بنابراین، اجرای سیاست‌های پولی و ارزی هماهنگ، به ویژه در دوره‌های رکود، می‌تواند اثرات شوک‌های ارزی را کاهش داده و نوسانات تورمی را کنترل کند. به طور مثال، سیاست‌های ضدچرخه‌ای پولی همراه با تثبیت نرخ ارز می‌تواند مانع از افزایش فشار تورمی شود.

توجه به ویژگی‌های رژیم‌های اقتصادی: نتایج خودرگرسیون برداری با تغییر رژیم مارکف تفاوت‌های جزئی اما معناداری بین رژیم‌های رونق و رکود نشان دادند. در دوره رکود، عبور نرخ ارز به تورم تقریباً کامل است و فشارهای ارزی حتی کوچک می‌توانند تورم را افزایش دهند، بنابراین لازم است سیاست‌های حمایتی مالی و پولی هدفمند اجرا شوند. در دوره‌های رونق، اثر نرخ ارز ناقص است و سیاست‌های تثبیت نرخ ارز و کنترل نقدینگی می‌تواند از شکل‌گیری انتظارات تورمی جلوگیری کند.

گنجاندن مؤلفه‌های مکمل و توسعه ابزارهای سیاستی: حساسیت نتایج به شوک‌ها و تغییرات ساختاری نشان می‌دهد که شاخص‌های عدم قطعیت، سیاست مالی دولت، بدهی عمومی و شوک‌های خارجی می‌توانند اثرات مهمی داشته باشند. بنابراین، پیشنهاد می‌شود این مؤلفه‌ها در پایش و طراحی سیاست‌ها لحاظ شوند. همچنین، تنوع ابزارهای پولی و توسعه بازار بدهی و ابزارهای مشتقه ارزی، امکان مدیریت نقدینگی و کنترل نوسانات نرخ ارز را افزایش می‌دهد و انتقال سیاست پولی به بخش واقعی اقتصاد را تسهیل می‌کند. مدیریت انتظارات و ارتباطات سیاستی: مدل نشان داد که اثر نرخ ارز بر تورم تا حد زیادی تحت تأثیر انتظارات فعالان اقتصادی است. سیاست‌گذار باید با اطلاع‌رسانی شفاف و ارائه سیگنال‌های منسجم، فرآیند شکل‌گیری انتظارات را مدیریت کند تا شدت و سرعت عبور شوک‌های ارزی به تورم کاهش یابد. برای مثال، انتشار گزارش‌های ماهانه و شفاف از سیاست‌های ارزی و نرخ بهره می‌تواند به تثبیت انتظارات کمک کند.

هماهنگی سیاست مالی و ارزی: ناهماهنگی میان سیاست مالی دولت و سیاست ارزی بانک مرکزی یکی از دلایل اصلی بی‌ثباتی بازار ارز است. توصیه می‌شود سیاست مالی انضباط‌محور و هماهنگ با سیاست ارزی اجرا شود تا از فشارهای اضافی بر بازار ارز جلوگیری شود. به طور عملی، این کار می‌تواند شامل تنظیم بودجه دولت با توجه به نیاز بازار ارز و جلوگیری از اقدامات مالی غیرمنسجم باشد.

محدودیت‌های پژوهش

این مطالعه با وجود ارائه تحلیل دقیق مدل خودرگرسیون برداری با تغییر رژیم مارکف، دارای محدودیت‌هایی است که باید در تفسیر نتایج مدنظر قرار گیرند. تمرکز اصلی پژوهش بر دو متغیر کلیدی نرخ ارز و تورم بوده و سایر عوامل مؤثر مانند رشد نقدینگی، شوک‌های نفتی و سیاست مالی دولت به‌طور مستقیم در مدل لحاظ نشده‌اند، اگرچه اثرات غیرمشاهده‌شده آن‌ها تا حدی در چارچوب تغییر رژیم ضمنی دیده شده است. در واقع مطالعات آینده می‌توانند با افزودن متغیرهای کلیدی و آزمون‌های گسترده‌تر پایداری نتایج¹، اعتبار درونی بیشتری به نتایج بیفزایند. علاوه بر این، داده‌های مورد استفاده محدود به سری‌های ماهانه رسمی نرخ ارز و شاخص قیمت مصرف‌کننده بوده و ممکن است برخی نوسانات کوتاه‌مدت یا اثرات جزئی سیاست‌ها کمتر منعکس شده باشد. همچنین، تحلیل مبتنی بر دو رژیم است و افزودن رژیم‌های بیشتر یا متغیرهای مکمل می‌تواند به تعمیق و دقت نتایج کمک کند. با این حال، این محدودیت‌ها درک واقع‌بینانه از یافته‌ها را ممکن می‌سازند و مسیر روشنی برای مطالعات آینده فراهم می‌کنند.

منابع

¹ Robustness

- Aimer, N. M., & Lusta, A. A. (2021). Exchange rates and oil price under uncertainty and regime switching: A Markov-switching VAR approach. *Economic Journal of Emerging Markets*, 13, 200–215. <https://doi.org/10.2139/econjem.2021.13.200>
- Alexius, A., & Holmberg, M. (2024). Pass-through with volatile exchange rates and inflation targeting. *Review of World Economics*, 160(2), 377–387. <https://doi.org/10.1007/s10290-023-00502-8>
- Anderl, C., & Caporale, G. M. (2023). Nonlinearities in the exchange rate pass-through: The role of inflation expectations. *International Economics*, 173, 86–101. <https://doi.org/10.1016/j.inteco.2022.10.003>
- Ben Cheikh, N., & Rault, C. (2017). Investigating first-stage exchange rate pass-through: Sectoral and macro evidence from euro area countries. *The World Economy*, 40(12), 2611–2638. <https://doi.org/10.1111/twec.12499>
- Bessac, J., Ailliot, P., Cattiaux, J., & Monbet, V. (2016). Comparison of hidden and observed regime-switching autoregressive models for (u, v)-components of wind fields in the northeastern Atlantic. *Advances in Statistical Climatology, Meteorology and Oceanography*, 2, 1–16. <https://doi.org/10.5194/ascmo-2-1-2016>
- Cakir, M., & Kaya, A. E. (2023). Does exchange rate pass-through change over time in Türkiye?. *Istanbul Journal of Economics–İstanbul İktisat Dergisi*, 73, 359–383. <https://doi.org/10.26650/IJE.2023.1010637202>
- Chroufa, M. A., & Chtourou, N. (2023). Asymmetric relationship between exchange rate and inflation in Tunisia: Fresh evidence from multiple-threshold NARDL model and Granger quantile causality. *SN Business & Economics*, 3, 121. <https://doi.org/10.1007/s43546-023-00420-3>
- Citci, S. H., & Kaya, H. (2023). Exchange rate uncertainty and the connectedness of inflation. *Borsa Istanbul Review*, 23, 723–735. <https://doi.org/10.1016/j.bir.2022.11.001>
- Comunale, M., & Kunovac, D. (2017). Exchange rate pass-through in the euro area. *Working Paper Series*, No. 2003. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2910939
- Creal, D. D., & Wu, J. C. (2017). Monetary policy uncertainty and economic fluctuations. *International Economic Review*, 58, 1317–1354. <https://doi.org/10.1111/iere.12243>
- Dempster, A., Laird, N., & Rubin, D. (1977). Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 39(1), 1–22. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1977.tb01600.x>
- Dornbusch, R. (1987). Collapsing exchange rate regimes. *Journal of Development Economics*, 27, 71–85. [https://doi.org/10.1016/0304-3878\(87\)90033-6](https://doi.org/10.1016/0304-3878(87)90033-6)
- Ebrahimi, S., & Madanizadeh, S. A. (2016). Exchange rate pass-through and its determinants in Iran. *Research Institute of Monetary and Banking Studies, Central Bank of Iran, Working Paper*. (in Persian)
- Eisi-Zadeh Roshan, Y. (2013). Exchange rate pass-through: The case of Iran. *Journal of Economics, University of Mazandaran*, 15(1), 25–50. (in Persian)
- El Aboudi, S., Allam, I., & El Bakkouchi, M. (2023). ARDL modeling and analysis of the impact of the interaction between the exchange rate and inflation on economic growth in Morocco. *Revue Francaise d'Economie et Gestion*, 4, 168–187. [https://doi.org/10.21511/rfeg.04\(4\).2023.14](https://doi.org/10.21511/rfeg.04(4).2023.14)
- Ezati Shurgoli, A., & Khodavisi, H. (2020). An estimate of exchange rate pass-through to domestic prices in Iran: An application of time-varying parameter models. *Journal of*

International Economics and Economic Management, Urmia University, 13(2), 45–66. (in Persian)

- Fandamu, H., Ndulo, M., Mudenda, D., & Fandamu, M. (2023). Asymmetric exchange rate pass through to consumer prices: Evidence from Zambia. *Foreign Trade Review*, 58, 1–17. <https://doi.org/10.1177/00157325221143886>
- Forbes, K., Hjortsoe, I., & Nenova, T. (2018). The shocks matter: Improving our estimates of exchange rate pass-through. *Journal of International Economics*, 114, 255–275. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2018.03.001>
- Gereziher, H. Y., & Nuru, N. Y. (2023). Exchange rate pass-through to inflation in South Africa: Is there non-linearity?. *African Journal of Economic and Management Studies*, 14, 615–629. <https://doi.org/10.1108/AJEMS-07-2022-0121>
- Goldberg, L., & Campa, J. M. (2010). The sensitivity of the CPI to exchange rates: Distribution margins, imported inputs, and trade exposure. *Review of Economics and Statistics*, 92(2), 392–407. <https://doi.org/10.1162/rest.2010.1151>
- Hamilton, J. D. (2010). Regime switching models. In M. P. Clements & D. F. Hendry (Eds.), *Macroeconometrics and time series analysis* (pp. 202–209). London: Palgrave Macmillan.
- Hansen, B. E. (1996). Erratum: The likelihood ratio test under nonstandard conditions: Testing the Markov switching model of GNP. *Journal of Applied Econometrics*, 7, 195–198. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1255\(199603\)7:2<195::AID-JAE413>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1255(199603)7:2<195::AID-JAE413>3.0.CO;2-L)
- Hosseini, N. S., Asgharpour, H., & Haghighat, J. (2017). Exchange rate pass-through on import price index of Iran: A smooth transition regression approach. *Journal of Economics, Tabriz University*, 12(3), 123–145. (in Persian)
- Huseyin, O., & Kutlu, M. (2022). Revisiting the exchange rate pass-through in Turkey economy: Evidence from structural VAR model. *International Journal of Contemporary Economics and Administrative Sciences*, 12, 732–747. <https://doi.org/10.1108/IJCEAS-07-2022-0103>
- Ilyasu, J., & Sanusi, A. R. (2022). The role of announced exchange rate policies on exchange rate pass-through to consumer prices in an oil-based small open economy. *SN Business & Economics*, 3, 10. <https://doi.org/10.1007/s43546-022-00174-y>
- Jamar, N., & Aimon, H. (2021). Analysis of the effectiveness of monetary policy transmission through the exchange rate channel in maintaining price stability in emerging market countries. In *Proceedings of the Sixth Padang International Conference on Economics Education, Economics, Business and Management, Accounting and Entrepreneurship (PICEEBA 2020)* (pp. 252–261). Amsterdam: Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.210519.038>
- Jambaldorj, B. (2023). Inflation targeting and pass-through effect in Mongolia. In *Challenges in Fiscal and Monetary Policies in Mongolia* (pp. 181–197). Singapore: Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-19-1643-6_11
- Koop, G., Pesaran, M. H., & Potter, S. M. (1996). Impulse response analysis in nonlinear multivariate models. *Journal of Econometrics*, 74, 119–147. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(95\)01725-1](https://doi.org/10.1016/0304-4076(95)01725-1)
- Krolzig, H.-M. (1998). Econometric modelling of Markov-switching vector autoregressions using MSVAR for Ox. *Discussion Paper*. Oxford: Nuffield College.
- Krugman, P. (1987). The narrow moving band, the Dutch disease, and the competitive consequences of Mrs. Thatcher: Notes on trade in the presence of dynamic scale economies. *Journal of Development Economics*, 27, 41–55. [https://doi.org/10.1016/0304-3878\(87\)90032-4](https://doi.org/10.1016/0304-3878(87)90032-4)

- Lanne, M., Lutkepohl, H., & Maciejowska, K. (2010). Structural vector autoregressions with Markov switching. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 34, 121–140. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2009.09.007>
- Lebari, T., & Didi, E. (2021). Markov-switching vector autoregressive modelling (intercept adjusted): Application to international trade and macroeconomic stability in Nigeria (2000M1–2019M6). *Asian Journal of Probability and Statistics*, 12, 41–57. <https://doi.org/10.9734/ajpas/2021/v12i130404>
- Masoudi, M., Masoudi, M., & Namdar, M. (2023). Application of discrete wavelet transform in investigating the relationship between inflation and exchange rate in the Iranian economy. *BioGecko*, 12, 252–260. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8114672>
- McCarthy, J. (2000). Pass-through of exchange rates and import prices to domestic inflation in some industrialized economies. *Federal Reserve Bank of New York Staff Reports*, No. 111. <https://doi.org/10.2139/ssrn.229493>
- Mirza, N. B. N., Rizvi, S. K. A., & Boubaker, S. (2023). Exchange rate pass-through and inflation targeting regime under energy prices shocks. *Energy Economics*, 124, 106761. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.106761>
- Monbet, V., & Ailliot, P. (2017). Sparse vector Markov switching autoregressive models: Application to multivariate time series of temperature. *Computational Statistics & Data Analysis*, 108, 40–51. <https://doi.org/10.1016/j.csda.2016.08.007>
- Ndou, E. (2022). The exchange rate passthrough to consumer price inflation in South Africa: Has the inflation target band induced a structural change in the size of passthrough?. *SN Business & Economics*, 2, 51. <https://doi.org/10.1007/s43546-022-00125-7>
- Nguyen Hong, N., Vo Thi Kim, L., Pham Hoang, A., & Tran Quoc Khanh, C. (2022). Understanding exchange rate pass-through in Vietnam. *Cogent Economics & Finance*, 10, 2139916. <https://doi.org/10.1080/23322039.2022.2139916>
- Olamide, E., Ogujiuba, K., & Maredza, A. (2022). Exchange rate volatility, inflation and economic growth in developing countries: Panel data approach for SADC. *Economies*, 10, 67. <https://doi.org/10.3390/economies10040067>
- Ozdogan, Z. (2022). An analysis of exchange rate pass-through to domestic prices: Evidence from Turkey. *Eurasian Journal of Business and Economics*, 15, 67–86. <https://doi.org/10.17015/ejbe.2022.015.04>
- Ozyurt, S. (2016). Has the exchange rate pass-through recently declined in the euro area?. *Working Paper Series*, No. 1955. Frankfurt: ECB.
- Papadamou, S., & Markopoulos, T. (2018). Interest rate pass through in a Markov-switching vector autoregression model: Evidence from Greek retail bank interest rates. *The Journal of Economic Asymmetries*, 17, 48–60. <https://doi.org/10.1016/j.jeca.2018.01.002>
- Peer, A. H., & Baig, M. A. (2023). Inflation targeting and exchange rate pass-through in India: Lessons from international experience. *Theoretical & Applied Economics*, XXX, 239–254. <https://doi.org/10.13106/tae.2023.XXX.239>
- Pham, T. A., Nguyen, H. H., Nguyen, D. N., & Vu, L. M. (2022). Exchange rate pass-through and its heterogeneity under the pegged regime: A case of Vietnam. *Journal of the Asia Pacific Economy*, 29, 612–633. <https://doi.org/10.1080/13547860.2022.2030843>
- Sachs, J. D. (1985). The dollar and the policy mix. *Brookings Papers on Economic Activity*, 16(1), 117–197. <https://doi.org/10.2307/2534422>

- Sadeghi, M., Totonchi, J., Abtahi, S. Y., & Tabatabaeinasab, Z. (2023). Analysis of exchange rate pass-through with emphasis on the inflationary environment and central bank intervention in Iran. *Iranian Economic Research Journal*, 30(2), 1–25. (in Persian)
- Sari, Y. P. I. Y., Akbar, U. U., & Anis, A. (2023). Exchange rate pass-through during the COVID-19 pandemic in Indonesia. In *Proceedings of the Ninth Padang International Conference on Economics Education, Economics, Business and Management, Accounting and Entrepreneurship (PICEEBA 2022)* (pp. 141–147). Amsterdam: Atlantis Press.
<https://doi.org/10.2991/aebmr.k.230216.025>
- Shahrestani, P., & Rafei, M. (2020). The impact of oil price shocks on Tehran Stock Exchange returns: Application of the Markov switching vector autoregressive models. *Resources Policy*, 65, 101579. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101579>
- Shambaugh, J. (2008). A new look at pass-through. *Journal of International Money and Finance*, 27, 560–591. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2007.12.002>
- Sheferaw, H. E., & Sitotaw, K. W. (2023). Empirical investigation of exchange rate transmission into general inflation level in Ethiopia: SVAR approach. *Cogent Business & Management*, 10, 2243662. <https://doi.org/10.1080/23311975.2023.2243662>
- Solórzano, D. (2023). Heterogeneous exchange rate pass-through in Mexico: What drives it?. *Latin American Journal of Central Banking*, 4, 100100.
<https://doi.org/10.52950/LAJCB.2023.4.100100>
- Tayebi, S. K., Nasrollahi, Kh., Yazdani, M., & Malek Hosseini, S. H. (2012). Analysis of exchange rate pass-through to inflation in Iran (1991–2012). *International Journal of Economic Research*, 8(4), 55–78. (in Persian)
- Thornton, D. (2014). Monetary policy: Why money matters (and interest rates don't). *Journal of Macroeconomics*, 40, 202–213. <https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2014.01.002>
- Tiamiyu, K. (2022). Exchange rate pass-through to inflation: Symmetric and asymmetric effects of monetary environment in Nigeria. *Munich Personal RePEc Archive*.
<https://mpira.ub.uni-muenchen.de/113223/>
- Valogo, M. K., Duodu, E., Yusif, H., & Baidoo, S. T. (2023). Effect of exchange rate on inflation in the inflation targeting framework: Is the threshold level relevant?. *Research in Globalization*, 6, 100119. <https://doi.org/10.1016/j.resglo.2023.100119>
- Végh, C. (2001). Monetary policy, interest rate rules, and inflation targeting: Some basic equivalences. *NBER Working Paper*, No. 8684. <https://doi.org/10.3386/w8684>
- Wai, S., Ismail, M. T., & Sek, S. K. (2013). A study of intercept adjusted Markov switching vector autoregressive model in economic time series data. *Information Management and Business Review*, 5, 379–384. <https://doi.org/10.22610/imbr.v5i8.380>