

Presenting a model for predicting currency crises in Iran

Mehdi Davari*, Mohammad Hasannejad, Mohammad
Esmaeel Fadayeinejad*****

Research Paper

Abstract

Identifying the pattern of exchange rate fluctuations makes it easier to predict currency crises and can help prevent or reduce their harmful consequences. The present study seeks to provide a model to better identify the pattern of exchange rate fluctuations and also predict the likelihood of a currency crisis in Iran in the future. The degree of government intervention in the foreign exchange market affects how this variable fluctuates; therefore, exchange rate fluctuations in Iran (managed floating exchange rate system) can't be similar to exchange rate fluctuations in developed countries (floating exchange rate system). Despite the large differences in the exchange rate fluctuations of Iran and developed countries, domestic researchers have used Markov's 2-regime model to identify the pattern of Rial changes. using 3 criteria: maximum likelihood, Akaike, and Hannan Quinn, we show that for detecting the pattern of rial changes, the Markov switching 3-regime model is better than Markov switching 2-regime model. The results also show that 2-regime model fits better with euro and pound fluctuations. Forecasts show that the probability of Iran's presence in the Currency Crisis Regime in the next one or two years is decreasing and the probability of Relative Stable Regime is increasing. Therefore, we predict that in the coming years, Iran will enter a new period of Relative Stable Regime. The present study has been conducted in the period of 1387 to 1400.

Keywords: Markov Switching Model; Currency Crisis; Foreign Exchange Rate System; Exchange Rate Pattern.

Received: 2021. May. 13, Accepted: 2021. September. 17.

* Ph.D. Candidate in Finance-Financial Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

E-Mail: m_davari@sbu.ac.ir

** Assistant Prof., Department of Finance and Insurance, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. (Corresponding Author). E-Mail: m_hasannezhad@sbu.ac.ir

*** Associate Prof., Department of Finance and Insurance, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

E-Mail: m-fadaei@sbu.ac.ir

ارائه مدلی برای پیش بینی بحران های ارزی در ایران

مهدی داوری*، محمد حسن نژاد**، محمد اسماعیل فدایی نژاد***

مقاله پژوهشی

چکیده

شناسایی درست الگوی تغییرات نرخ ارز، پیش بینی بحران های ارزی را آسان تر کرده و می تواند به جلوگیری یا کاهش تبعات زیان بار آن ها کمک کند. پژوهش حاضر در پی ارائه مدلی برای شناسایی بهتر الگوی تغییرات نرخ ارز و همچنین پیش بینی احتمال وقوع بحران ارزی در یک و دو سال آینده ایران است. میزان دخالت دولت ها در بازار ارز بر نحوه نوسانات این متغیر اثرگذار است؛ بنابراین نوسانات نرخ ارز در ایران (دارای نظام ارزی شناور مدیریت شده) نمی تواند شبیه به نوسانات نرخ ارز در کشورهای پیشرفته (دارای نظام ارزی شناور آزاد) باشد. با وجود اختلاف فراوان در نحوه نوسانات نرخ ارز ایران و کشورهای پیشرفته، محققان داخلی برای شناسایی الگوی تغییرات ریال، از مدل دو رژیمی مارکوف استفاده کرده اند. در پژوهش حاضر با استفاده از ۳ معیار تشخیصی حداکثر درست نمایی، آکائیک، و حنان کوئین نشان داده می شود که مدل سه رژیمی مارکوف از مدل دو رژیمی در تشخیص الگوی تغییرات ریال بهتر عمل می کند و بنابراین برای پیش بینی بحران ارزی در ایران باید به جای مدل دو رژیمی از مدل سه رژیمی انتقال رژیم مارکوف استفاده کرد. همچنین نتایج حاکی از تناسب بهتر مدل دو رژیمی مارکوف با نوسانات ارزهای یورو و پوند نسبت به مدل سه رژیمی دارد. پس از اعتبارسنجی مدل برازش شده به پیش بینی احتمال حضور ایران در رژیم بحران ارزی پرداخته شد. پیش بینی ها نشان می دهد که احتمال حضور در رژیم بحران ارزی در یک و دو سال آینده روندی نزولی و احتمال حضور در رژیم ثبات نسبی روندی صعودی دارد. بنابراین پیش بینی می شود که در سال های آینده، ایران وارد دوره جدیدی از ثبات نسبی شود. پژوهش حاضر از نظر ماهیت داده ها، روش شناسی، و هدف به ترتیب، جزو پژوهش های کمی، استقرایی و کاربردی بوده و در بازه زمانی ۱۳۸۷ تا ۱۴۰۰ صورت پذیرفته است.

کلیدواژه ها: مدل انتقال رژیم مارکوف؛ بحران ارزی؛ نظام مدیریت بازار ارز؛ الگوی تغییرات نرخ ارز.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۲/۲۳، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۶/۲۶.

* دانشجوی دکتری مالی-مهندسی مالی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

E-Mail: m_davari@sbu.ac.ir

** استادیار، گروه مالی و بیمه، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران (نویسنده مسئول).

E-Mail: m_hasannezhad@sbu.ac.ir

*** دانشیار، گروه مالی و بیمه، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

E-Mail: m-fadaei@sbu.ac.ir

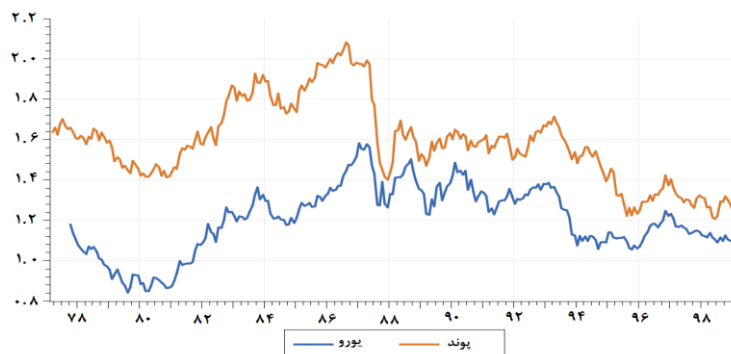
۱. مقدمه

نرخ ارز اثرات بلندمدتی بر قیمت کالا و خدمات، نرخ بیکاری، قدرت خرید، تراز تجاری، ساختار واردات، درآمد دولت، رشد و سایر فاکتورهای اقتصادی یک کشور دارد. به همین دلیل دولت‌ها در مدیریت بازار ارز خود، حساسیت ویژه‌ای نشان می‌دهند. ریکاردز (۲۰۱۲) اهمیت این بازار برای دولت‌ها را در حدی می‌داند که معتقد است، جنگ‌های ارزی بین کشورها ممکن است منجر به جنگ واقعی بین آن‌ها شود [۳۶]. برای درک علت این اهمیت می‌توان به تغییر منافع اقتصادی حاصل از تجارت بین‌الملل در اثر تغییرات نرخ ارز (نظریه مزیت نسبی ریکاردو-۱۹۵۵) نیز اشاره کرد [۳۵]. افزایش نرخ ارز (کاهش ارزش پول ملی) تهدیدی جدی برای اقتصاد کشورهای واردات محور و دارای منابع ارزی محدود، محسوب شده و ممکن است آن‌ها را با یک بحران ارزی روبرو کند. بحران ارزی به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن منابع ارزی در دسترس، پاسخگوی حملات سوداگرانه نبوده و در پی آن ارزش پول ملی به شدت کاهش یابد [۲۱]. منفی بودن دائمی تراز تجاری ایران، گواهی بر واردات محور بودن این کشور است.^۱ به‌علاوه در شرایط فعلی به دلیل تحریم‌های نفتی و به‌ویژه تحریم‌های بانکی، ورود منابع ارزی به کشور محدود شده و عرضه ارز را با مشکل روبرو کرده است. بنابراین اقتصاد ایران می‌تواند مستعد وقوع بحران‌های ارزی باشد. فیشر (۲۰۰۱) بر این باور است که: اگر کشورهای در حال توسعه برای تثبیت نرخ ارز خود تلاش کنند، باید آماده بحران‌های ارزی باشند و محدودسازی جریان سرمایه تنها این بحران را به تعویق می‌اندازد [۱۷]. پیش‌بینی بحران ارزی اهمیت بسیار زیادی برای اقتصاد یک کشور دارد و می‌تواند به اخذ تصمیمات به‌موقع کمک کند. برای پیش‌بینی بحران‌های ارزی باید الگوی نوسانات نرخ ارز به‌درستی شناسایی شود. اگر الگوی نوسانات نرخ ارز به‌درستی تشخیص داده شود، پیش‌بینی بحران‌های ارزی آسان‌تر خواهد بود.

سیستم‌های ارزی مختلف از جمله شناور آزاد، شناور مدیریت‌شده و ثابت بر اساس میزان دخالت بانک‌های مرکزی در بازار ارز، از یکدیگر تفکیک می‌شوند. بسته به میزان دخالت بانک‌های مرکزی در این بازار، سری زمانی تغییرات نرخ ارز می‌تواند الگوی متفاوتی به خود بگیرد. نمودار ۱ نرخ برابری یک واحد ارزهای یورو و پوند را در برابر دلار آمریکا نشان می‌دهد. این دو نرخ در اثر نیروهای عرضه و تقاضای بازار، بین دو حالت افزایش و کاهش ارزش در نوسان هستند (دارای نظام ارزی شناور آزاد). نمودار ۲ نرخ برابری یک واحد ریال در برابر دلار آمریکا را نشان می‌دهد. ریال از سیستم ارزی شناور مدیریت‌شده تبعیت می‌کند و این به معنی دخالت بانک مرکزی در نگهداشتن نرخ ارز در محدوده یا نرخ‌های مشخص است؛ به همین دلیل

^۱ - بر اساس اطلاعات گمرک جمهوری اسلامی ایران، حتی در سال‌هایی که ایران فروش نفت زیادی داشته و گرفتار تحریم‌های اقتصادی نبوده، تراز تجاری منفی بوده است.

قابل مشاهده است که الگوی تغییرات ارزش ریال در برخی مقاطع زمانی، نوسان بسیار کم یا نزدیک به صفر دارد. به عبارتی ریال علاوه بر حالت‌های افزایش ارزش و کاهش ارزش، حالت سومی را نیز نشان داده و آن ثابت نسبی است.



نمودار ۱: سری زمانی پوند و یورو

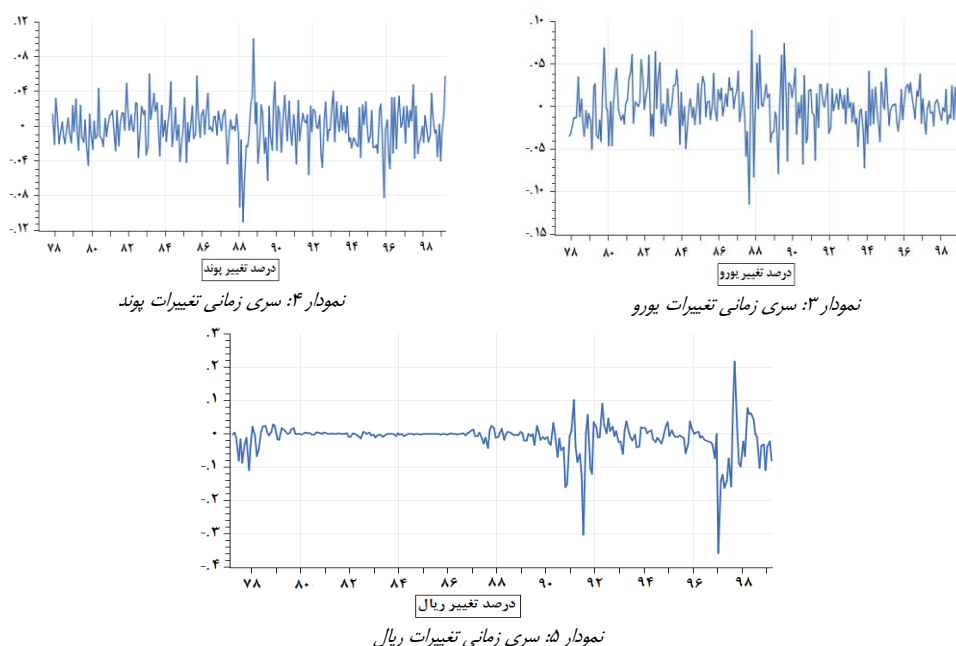


نمودار ۲: سری زمانی ریال

این مسئله از طریق بررسی سری زمانی تغییرات نرخ‌های ارز نیز قابل مشاهده است. نمودارهای ۳، ۴ و ۵ به ترتیب درصد تغییرات نرخ‌های یورو، پوند و ریال را نشان می‌دهند. همان‌طور که قابل مشاهده است، نمودارهای ۳ و ۴ در اثر نیروهای بازار دائماً در نوسان هستند؛ اما نوسان ریال در بازه‌هایی از زمان، تقریباً صفر است.

مطالعات هامیلتون (۱۹۸۹) منجر به استفاده فراوان از مدل انتقال رژیم مارکوف در مالی و اقتصاد شده است. با استفاده از مدل‌های انتقال رژیم می‌توان ویژگی‌های سری زمانی را در رژیم‌های متفاوت دسته‌بندی کرد. دو مورد از کاربردهای فراوان این مدل در مباحث مالی و اقتصاد، شامل مطالعات جهش‌های ارزی (انگل و هامیلتون (۱۹۹۰) و کلاس (۲۰۰۵)) و چرخه‌های تجاری (بگارسیا و پرون (۱۹۹۶)) است. فرض اساسی این مدل‌ها مستقل بودن آینده از گذشته و مشروط بودن به زمان حال است. به عبارتی، تمام اطلاعات مورد نیاز برای پیش‌بینی آینده در زمان حال وجود دارد. بیشتر سرمایه‌گذاران در بازار ارز بر اساس اطلاعات موجود در

زمان حال تصمیم‌گیری می‌کنند؛ از این رو و بر اساس نتایج مطالعات پیشین در خصوص تناسب مدل انتقال رژیم مارکوف در توضیح نوسانات نرخ ارز [۴، ۱۱، ۳۴]، انتظار می‌رود مدل انتقال رژیم مارکوف همخوانی مناسبی با الگوی نوسانات نرخ ارز داشته باشد. در مطالعات پیشین که بیشتر آن‌ها در کشورهای پیشرفته صورت گرفته، از مدل دو رژیمی مارکوف برای توضیح الگوی نوسانات نرخ ارز استفاده شده و تعداد رژیم‌های انتخابی با نظام ارزی آن‌ها (اکثراً شناور آزاد) همخوانی دارد؛ اما به نظر می‌رسد با توجه به تلاش‌های محسوس بانک مرکزی ایران در ثابت نگه داشتن نرخ ارز (زمان‌های بدون نوسان)، مدل دو رژیمی همخوانی مناسبی با الگوی تغییرات نرخ ارز این کشور نداشته و مدل سه رژیمی مارکوف، توانایی بیشتری در توضیح تغییرات این متغیر داشته باشد. پژوهش حاضر با استفاده از مدل سه رژیمی مارکوف در پی شناسایی الگوی نوسانات نرخ ارز است که پس از اعتبارسنجی مدل برازش شده، احتمال حضور در رژیم بحران ارزی در یک و دو سال آینده ایران مورد بررسی قرار می‌گیرد.



۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

مرور تاریخ اقتصادی کشورها نشان می‌دهد که کشورهای زیادی بحران‌های ارزی را تجربه کرده‌اند که تکرار این بحران در برخی از آن‌ها بسیار زیاد بوده است. به دلیل وقوع مکرر این بحران‌ها و همچنین اهمیت آن‌ها از جوانب مختلف (اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و ...)، مطالعات

^۱ در این خصوص اصطلاح معروفی بین معامله گران وجود دارد: حافظه تاریخی سرمایه‌گذاران ضعیف است

زیاد و متنوعی در این حوزه صورت گرفته‌است. برخی از مطالعات در پی کشف چرایی و چگونگی ایجاد این بحران‌ها بوده تا بتوانند تصویر واضح و ساده‌تری از آن شرایط در اختیار تصمیم‌گیرندگان و فعالان اقتصادی قرار دهند. عده‌ای دیگر تلاش در طراحی مدل‌هایی دارند که وقوع این بحران‌ها را پیش از وقوع به اطلاع فعالان اقتصادی برسانند. با توجه به در هم تنیدگی بخش‌های مختلف یک اقتصاد، بسیاری از مطالعات نیز به بررسی سرایت ریسک بحران ارزی به سایر بازارهای موازی پرداخته‌اند. وجود و میزان این سرایت‌پذیری، سؤال برخی دیگر از محققان در خصوص تأثیر بحران‌های ارزی بر بخش‌های مختلف یک اقتصاد را ایجاد کرده است. به‌طور کلی با بررسی پیشینه بحران‌های ارزی می‌توان بیشتر مطالعات انجام شده در این حوزه را در یکی از چهار گروه زیر قرار داد:

۱. مطالعاتی که در پی توضیح بحران‌های ارزی پیشین و کشف عوامل و متغیرهای ایجادکننده این بحران‌ها هستند: گانگوپادهای (۲۰۲۰) بحران ارزی را نتیجه از دست رفتن تدریجی ذخایر ارزی می‌داند [۱۹]. هریکبالدی، ویدودو و اکواتی (۲۰۱۹) برای توضیح بحران‌های ارزی با استفاده از رویکرد تعادل رفتاری نرخ ارز نشان دادند که خالص دارایی‌های خارجی و تفاضل نسبی بهره‌وری بخشی^۱ به‌طور معناداری بر تعادل نرخ ارز تأثیر می‌گذارند [۲۴]. ناکاتانی (۲۰۱۷) حجم صادرات و توان بازپرداخت بدهی‌های ارزی را متغیرهایی بسیار مهم در جلوگیری از وقوع بحران‌های ارزی می‌داند [۳۲]. ناکاتانی (۲۰۱۸) نشان می‌دهد که شوک‌های بهره‌وری و صرف‌ریسک باعث بروز بحران ارزی می‌شوند [۳۳]. کورگمن (۱۹۷۹) نشان داد دلیل اصلی بحران ارزی، ضعف بنیاد یک اقتصاد است که در سیاست‌های مالی و پولی نمود پیدا کرده و منجر به ازدست‌دادن دائمی ذخایر ارزی می‌شود [۲۹]. بیلسون (۱۹۸۰) معتقد است بهترین شاخص‌های توضیح‌دهنده بحران ارزی، شاخص‌های ایجادکننده تورم هستند [۶]. اقیون و همکاران (۲۰۰۱) بر این باورند که وجود اختلال در نظام بانکی و بازارهای مالی عامل بروز بحران‌های ارزی است [۲]. بورن سایید و همکاران (۲۰۰۴) علت بروز بحران‌های ارزی را تضمین‌های ضمنی و آشکار دولت بر ادامه فعالیت و عدم ورشکستگی مؤسسات مالی می‌دانند. از نظر آن‌ها حمایت‌های مختلف دولت باعث می‌شود این مؤسسات بیش از اندازه بر بدهی‌های خارجی تکیه کرده و اقتصاد را در مقابل تکانه‌های ارزی آسیب‌پذیر کنند [۹]. طیبی و محمدزاده (۲۰۱۰) آزادسازی جریان سرمایه در کشورهای در حال توسعه را عامل تشدیدکننده بحران‌های ارزی در این کشورها می‌داند [۴۰].

۲. مطالعاتی که در پی طراحی سیستم‌های هشداردهنده پیش از وقوع (EWS) یا پیش‌بینی بحران‌های ارزی آتی هستند: چونگ و یان (۲۰۱۸) یک مدل آستانه چندعاملی را برای ارائه

^۱ Relative Sectoral Productivity Differential

^۲ Early Warning Systems

هشدار بحران ارزی مطرح کردند [۱۲]. الامینوس و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده از درخت تصمیم عصبی عمیق (DNDTs) که الگویی مبتنی بر درخت تصمیم و شبکه عصبی یادگیری عمیق است یک مدل جهانی (به تفکیک کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه) برای پیش‌بینی بحران‌های ارزی ارائه دادند [۳]. خو، کینکیو و هاموری (۲۰۱۸) با ترکیب ایده‌های جنگل‌های تصادفی^۲ و گذار موجی^۳ مدلی برای پیش‌بینی بحران‌های ارزی ارائه دادند [۴۲]. کامینسکی، لیزوندو و رین هارت (۱۹۹۸) با تعیین آستانه‌های مشخص برای ارزش پول ملی و میزان ذخایر ارزی و ایجاد مکانیزم هشدار در صورت عبور مقدار متغیرها از سطح آستانه، یک سیستم هشداردهنده پیش از وقوع برای بحران ارزی ارائه کردند [۲۶]. باسیر و فراتچر (۲۰۰۶) یک مدل EWS مبتنی بر مدل لاجیت چندجمله‌ای ارائه کردند [۱۰]. عبدالسلام و عبداللطیف (۲۰۲۰) با ترکیب رویکردهای میانگین مدل پویا (DMA)^۴ و میانگین موزون (EW)^۵ به یک سیستم هشداردهنده پیش از وقوع بحران‌های ارزی رسیدند [۱]. سویم و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از مدل‌های شبکه عصبی، درخت تصمیم و رگرسیون لجستیک، یک سیستم هشداردهنده پیش از وقوع برای پیش‌بینی بحران‌های ارزی ارائه کردند [۳۹]. سلمانی، اصغریور و کلامی (۲۰۱۹) با استفاده از رویکرد لاجیت و انتقال رژیم مارکوف خودرگرسیو برداری الگوی هشداردهنده زودهنگام برای بحران‌های ارزی در ایران ارائه کردند [۳۸]. طیب نیا، مهرآرا و اختری (۲۰۱۹) با استفاده از الگوسازی حباب‌های سفته‌بازی عقلایی مبتنی بر یک مدل انتقال رژیم مارکوف مدلی برای هشداردهی زود هنگام بحران‌های ارزی در ایران ارائه دادند [۴۱].

۳. مطالعاتی که در پی بررسی و توضیح سرایت‌پذیری بحران‌های ارزی به سایر بازارها هستند: لین، لی، یانگ و ژانگ (۲۰۱۸) نشان می‌دهند که در بحران‌های ارزی آسیا و بحران مالی آمریکا سرریز یک‌طرفه ریسک از جانب بازار سرمایه آمریکا به سایر بازارهای سرمایه، وجود داشته است [۳۰]. ایجفینگر و کاراتاس (۲۰۱۹) نشان می‌دهند که گاهی بحران‌های بانکی مقدم بر بحران‌های ارزی و گاهی بحران‌های ارزی مقدم بر بحران‌های بانکی هستند. به بیان آن‌ها بحران‌های ارزی از طریق شوک‌های خارجی، بازارهای مالی لیبرال^۶ یا بخش‌های بانکی با اهرم بالا^۷ به‌طور غیرمستقیم بر احتمال وقوع بحران‌های بانکی آتی اثر می‌گذارند [۱۴]. فراتچر (۲۰۰۳) نشان می‌دهد که سرایت ریسک، به دلیل درجه بالای ادغام واقعی^۸ و وابستگی مالی بین کشورها، توضیحی کلیدی برای بحران‌های اخیر بازارهای نوظهور است [۱۸]. صادقی عمروآبادی

^۱ Deep Neural Decision Trees

^۲ Random Forests

^۳ Wavelet Transform

^۴ Dynamic Model Averaging

^۵ Equal Weighting

^۶ Liberalized Financial Markets

^۷ Highly-Leveraged Banking Sectors

^۸ Real Integration

و محمودی نیا (۲۰۲۰) نشان دادند که بحران‌های ارزی، بانکی و بدهی بر یکدیگر اثرگذار هستند به‌طوری‌که بحران‌های بانکی و ارزی منجر به افزایش بدهی دولت شده و ممکن است منجر به بحران بدهی شوند [۳۷].

۴. مطالعاتی که در پی بررسی آثار بحران‌های ارزی بر بخش‌های مختلف پولی و واقعی اقتصاد هستند: بودارت و کارپنتر (۲۰۲۰) شواهد تجربی جدیدی را در خصوص رابطه ریزش‌های ارزی و تولید واقعی به دست آوردند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که بحران‌های ارزی بیشتر در کشورهای وابسته به کالاهای اساسی رخ می‌دهد (هر ۱۷ سال ۱ بحران در برابر هر ۳۰ سال ۱ بحران در کشورهای مستقل از کالاهای اساسی) [۷]. آریا و وارون (۲۰۱۹) نشان می‌دهند که بانک‌های ترکیه، یونان، نیوزلند، ایتالیا، اسپانیا، آلمان و فرانسه به‌طور معناداری تحت تأثیر یکی از محرک‌های بحران ارزی یعنی نکول احتمالی وام‌ها قرار دارند [۵]. اصلانی‌نیا و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که بحران‌های ارزی در کوتاه‌مدت بر تولید ناخالص داخلی اثر منفی و معناداری دارند [۳۱].

۳. روش‌شناسی پژوهش

تشخیص درست الگوی تغییرات نرخ ارز در هر کشور می‌تواند به شناسایی و پیش‌بینی نقاط بحران ارزی کمک کرده و در نتیجه باعث جلوگیری از وقوع بحران و یا دست کم، باعث کاهش تبعات ناشی از آن شود.

پر واضح است که متغیرهای مالی، در مقاطع زمانی مختلف نوسانات متفاوتی دارند. معرفی خانواده فرآیندهای ARCH توسط انگل (۱۹۸۲)، در مدل‌سازی نوسانات سری‌های زمانی، یک موفقیت قابل توجه بود. این موفقیت با بسط‌های زیادی روبرو شد و از میان این بسط‌ها نهایتاً فرآیند GARCH بالرسلو (۱۹۸۷) پدید آمد. مشخصه رایج این ساختارهای ناهمسان شرطی خودرگرسیو^۱ این است که واریانس شرطی (به‌عنوان معیار نوسانات قیمت دارایی و عدم اطمینان) به‌طور کامل به اطلاعات گذشته متغیر بستگی دارد. به این معنی که سیر تکامل نوسانات شرطی، فقط بر اساس تغییرات گذشته قیمت دارایی تعیین می‌شود. کلارک (۱۹۷۳) فرض می‌کند که نوسانات قیمت دارایی، فرآیندی پنهان و مجزا بوده و با تعریف یک عبارت جدید، در یک معادله نوسان لگاریتمی^۲ به دست می‌آید که از یک فرآیند ساده AR(1) تبعیت می‌کند. این مدل به مدل نوسانات تصادفی^۳ (SV) معروف است. فرآیندهای نوسانات تصادفی و GARCH هر دو محبوبیت قابل توجهی در بین محققان به دست آوردند. فرض دو مدل بیان شده این است که

^۱Autoregressive Conditional Heteroscedastic Constructions

^۲Log-volatility

^۳Stochastic Volatility

هیچ جابجایی ساختاری^۱ در طول بازه زمانی داده‌ها وجود ندارد. این فرض به محققان اجازه می‌دهد که تمام پارامترهای برآورد شده را در طول زمان ثابت در نظر بگیرند. اما نوسانات خوشه‌ای^۲ (پدیده‌ای رایج در سری‌های زمانی مالی) این فرض را زیر سؤال می‌برد. به عبارتی به دلیل وجود شکست‌های ساختاری در سری‌های زمانی، نمی‌توان چنین فرضی را درست دانست [۲۵]. به بیان دیگر عدم توانایی این مدل‌ها در تشخیص جابجایی‌های گسسته^۳ رژیم‌های اقتصاد، ممکن است منجر به نتایج گمراه کننده شود. بنابراین یک مدل مناسب باید توان در نظر گرفتن تغییرات احتمالی رژیم‌ها را داشته باشد. یکی از معروف‌ترین مدل‌های دارای این توانایی، مدل انتقال رژیم مارکوف (MS) است.

پژوهش حاضر قصد دارد با استفاده از مدل سه رژیم مارکوف، الگویی مناسب برای توضیح نوسانات نرخ ارز ریال ارائه داده تا در پی آن بتوان بحران‌های ارزی را به‌صورت بهتری شناسایی کرد.

مدل انتقال رژیم مارکوف

مدل‌های انتقال رژیم مدلی هستند که با استفاده از آن‌ها می‌توان ویژگی‌های سری زمانی را در رژیم‌های متفاوت دسته‌بندی کرد. در این مدل‌ها جابجایی بین رژیم‌ها بر اساس یک فرآیند مارکوف و به‌صورت تصادفی انجام می‌شود. اگر e_t تعداد دلار لازم برای خرید یک واحد از سایر ارزها باشد، تغییرات نرخ ارز ریال، یورو و پوند به‌صورت $R_t = \log(e_t/e_{t-1})$ تعریف می‌شود. با توجه به اینکه بر اساس مدل انتقال رژیم مارکوف داده‌های آینده فقط به اطلاعات موجود در دوره قبل از خود وابسته هستند، معادله مارکوف نرخ ارز به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$R_t = \mu_{S_t} + \phi_{S_t} R_{t-1} + \sigma_{S_t} e_t \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن:

$$e_t \sim i.i.d.N(0, \sigma_{S_t}^2) \quad S_t = 1, 2, \dots, k \quad t = 1, 2, \dots, T \quad \text{رابطه (۲)}$$

معادله (۱) مدلی پویا با قابلیت جابجایی بین رژیم‌های مختلف را نشان می‌دهد. میانگین μ و ضریب رگرسیون ϕ می‌توانند k مقدار مختلف داشته باشند که حاکی از انتظارات متفاوت در k رژیم مختلف است. واریانس خطاها نیز می‌توانند در هر رژیم مقدار متفاوتی داشته باشند. σ_{S_t} و e_t به ترتیب انحراف از معیار خطای مدل و خطای مدل با توزیع نرمال دارای میانگین صفر و واریانس $\sigma_{S_t}^2$ هستند.

^۱Structural Shifts

^۲Volatility Clustering

^۳Discrete Shifts

S_t متغیر غیرقابل مشاهده (پنهان) مارکوف است که بر اساس احتمالات گذار زیر تکامل پیدا می‌کند:

$$P = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1k} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{k1} & P_{k2} & \dots & P_{kk} \end{pmatrix} \quad \text{رابطه (۳)}$$

$P_{ij} = \Pr(S_t = j | S_{t-1} = i)$ معادل احتمال انتقال از رژیم i به رژیم j است و:

$$\sum_{j=1}^k P_{ij} = 1 \quad \forall i. \quad \text{رابطه (۴)}$$

تابع درستنمایی لگاریتمی متناظر با معادلات ۱ و ۳ برابر خواهد بود با:

$$\log L = \sum_{t=1}^T \log f(R_t | S_t) \quad \text{رابطه (۵)}$$

که:

$$f(R_t | S_t) = \frac{1}{\sigma_{S_t} \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma_{S_t}^2} (R_t - \mu_{S_t} - \phi_{S_t} R_{t-1})^2 \right\} \quad \text{رابطه (۶)}$$

از آنجایی که S_t قابل مشاهده نیست، فرآیند تخمین نمی‌تواند به صورت مستقیم انجام شود. بنابراین با پیروی از هامیلتون (۱۹۹۴) از روش زیر استفاده می‌شود:

$$f(R_t, S_t | \Psi_{t-1}) = f(R_t | S_t, \Psi_{t-1}) P(S_t | \Psi_{t-1}) \quad \text{رابطه (۷)}$$

Ψ_{t-1} نماینده اطلاعات موجود تا زمان $t-1$ است و:

$$f(R_t | \Psi_{t-1}) = \sum_{S_t=1}^k f(R_t | S_t, \Psi_{t-1}) P(S_t | \Psi_{t-1}) \quad \text{رابطه (۸)}$$

به‌طوری‌که معادله ۵ را می‌توان به صورت زیر بازنویسی کرد:

$$\log L = \sum_{t=1}^T \log \sum_{S_t=1}^k f(R_t | S_t, \Psi_{t-1}) P(S_t | \Psi_{t-1}) \quad \text{رابطه (۹)}$$

برآورد احتمال‌های هر رژیم $P(S_t = j)$ از طریق الگوریتم زیر محاسبه می‌شود:

احتمال‌های ثابت هر رژیم برآورده می‌شود. $P(S_1 = 1 | \Psi.)$ و $P(S_1 = 2 | \Psi.)$ و ... و

$$P(S_1 = k | \Psi.)$$

برای $t = 1, 2, \dots, T$

الف: در زمان t احتمال هر یک از رژیم‌ها به شرط اطلاعات موجود در زمان $t-1$ (Ψ_{t-1})

به صورت زیر به دست می‌آید:

$$P(S_t = j | \Psi_{t-1}) = \sum_{i=1}^k P_{ij} P(S_t = i | \Psi_{t-1}) \quad \text{رابطه (۱۰)}$$

ب: با استفاده از پارامترهای مدل‌ها در هر رژیم که شامل $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_k, \mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k$ ،
 $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_k$ و $P_{11}, P_{22}, \dots, P_{kk}$ هستند $\log L$ در هر رژیم در زمان t محاسبه می‌شود.
 ج: احتمال هر رژیم به‌صورت زیر به‌روز رسانی می‌شود:

$$P(S_t = j | \Psi_{t-1}) = \frac{f(R_t | S_t = j, \Psi_{t-1})P(S_t = j | \Psi_{t-1})}{\sum_{j=1}^k f(R_t | S_t = j, \Psi_{t-1})P(S_t = j | \Psi_{t-1})} \quad \text{رابطه (۱۱)}$$

برای تشخیص میزان تناسب الگوی نوسانات ریال با مدل دو و سه رژیمی مارکوف، نتایج
 برآزش مدل‌ها از لحاظ معیارهای تشخیصی حداکثر درست‌نمایی ($\log L$)، آکاییک (AIC)،
 اسکوارتز (SC) و حنان کوئین (HQC) با یکدیگر مقایسه می‌شود. رابطه تابع حداکثر
 درست‌نمایی با سایر معیارها به‌صورت زیر است:

$$\begin{aligned} AIC &= -2 \log L + 2m \\ SC &= -2 \log L + m \log(T) \\ HQC &= -2 \log L + 2m \log(\log(T)) \end{aligned} \quad \text{رابطه (۱۲)}$$

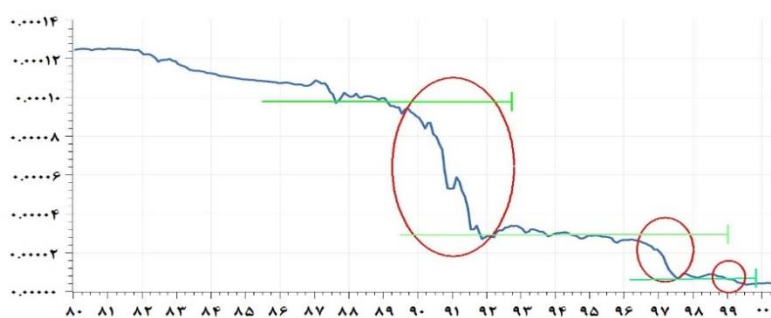
L تابع درست‌مانی و m نماینده تعداد پارامترهای در نظر گرفته‌شده در مدل است. هر مدلی
 که معیار حداکثر درست‌نمایی آن بیشتر و معیارهای AIC ، SC و HQC آن کمتر باشد، مدل
 مناسب‌تری برای توضیح نوسانات نرخ ارز است.

بحران ارزی به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن منابع ارزی در دسترس، پاسخگوی حملات
 سوداگران نبوده و در پی آن ارزش پول ملی به‌شدت کاهش یابد. سابقه ریزش‌های شدید ارزش
 پول ملی در سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۲ (حدود ۲ سال)، اواسط سال ۱۳۹۶ تا اواسط سال
 ۱۳۹۷ (حدود ۱ سال) و اواسط سال ۱۳۹۸ تا اواسط سال ۱۳۹۹ (حدود ۱ سال) و شرایط حاکم بر
 بازار ارز و سایر بازارهای موازی در این بازه‌های زمانی، حاکی از تلاطم شدید و عدم ثبات در
 شرایط اقتصادی کشور بود. همانطور که از نمودار ۶ مشخص است، ریال در این بازه‌های زمانی
 به ترتیب، حدود ۷۰، ۸۰ و ۶۰ درصد کاهش ارزش را تجربه می‌کند. لازم به توضیح است که
 هرچه داده‌ها کوچک‌تر باشند تغییرات آن‌ها در نمودارها کمتر محسوس خواهد بود. مقایسه
 تغییرات نرخ ارز در بازه زمانی اواسط سال ۱۳۹۸ تا اواسط سال ۱۳۹۹ (حدود ۶۰ درصد کاهش
 ارزش) و بازه زمانی اوایل سال ۱۳۸۷ تا آذرماه ۱۳۸۷ (حدود ۱۰ درصد کاهش ارزش) این مساله
 را به روشنی بیان می‌کند.

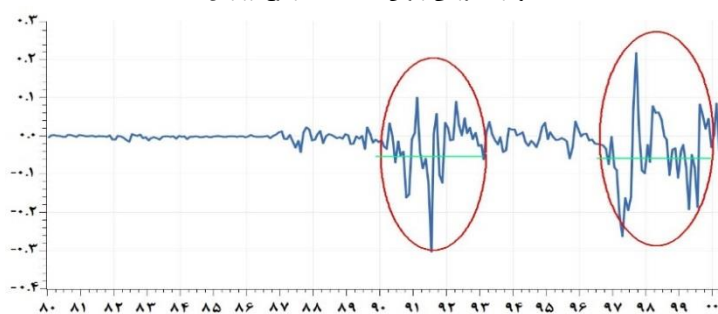
^۱Akaike info criterion

^۲Schwarz criterion

^۳Hannan-Quinn criterion



نمودار ۶: بررسی ریزش‌های شدید در نرخ ارز ریال



نمودار ۷: بررسی ریزش‌های شدید در نرخ ارز ریال

همچنین از نمودار ۷ مشخص است که در بازه‌های زمانی مذکور نرخ ارز دچار نوسانات بسیار شدید بوده است. علاوه با بررسی جراید مختلف متوجه می‌شویم که کشور در این بازه‌های زمانی به دلیل تحریم‌های اقتصادی از کاهش منابع ارزی رنج می‌برده است. بنابراین طبق تعریف بحران ارزی و با در نظر گرفتن نکات بیان شده در مورد بازه‌های زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۲، اواسط ۱۳۹۶ تا اواسط ۱۳۹۷ و اواسط ۱۳۹۸ تا اواسط ۱۳۹۹، می‌توان این بازه‌های زمانی را به عنوان نماینده‌ای از شرایط بحران ارزی در کشور ایران در نظر گرفت.

مدل انتقال رژیم مارکوف رژیم‌ها را بر اساس اندازه میانگین و میزان نوسان و با پیروی از یک فرآیند تصادفی مارکوف از یکدیگر تفکیک می‌کند. در این مدل نیازی به تعیین دقیق میزان تغییرات نرخ ارز برای شناسایی رژیم بحران ارزی نیست. طبق تعریف بحران ارزی و همچنین بررسی‌های صورت گرفته در نمودارهای ۶ و ۷ و همچنین با در نظر گرفتن ویژگی مدل انتقال رژیم مارکوف که تغییرات مشابه را در یک رژیم خاص قرار می‌دهد، رژیمی که نشان‌دهنده منفی‌ترین میانگین تغییرات ماهانه (کاهش شدید در ارزش پول ملی) بوده و همچنین دارای نوسان شدید در ارزش پول ملی باشد، به عنوان رژیم بحران ارزی در نظر گرفته خواهد شد. علاوه بررسی‌های مقدماتی صورت گرفته نشان می‌دهد که بازه‌های زمانی مشخص شده، که

دارای پایین‌ترین میانگین و بالاترین نوسان هستند، توسط مدل انتقال رژیم مارکوف در قالب یک رژیم دسته‌بندی شده است.

برای بررسی احتمال وقوع بحران ارزی در یک و دو سال آینده ایران، از خاصیت رابطه بردار احتمال رژیم‌ها در هر مقطع زمانی با ماتریس احتمال‌های گذار استفاده می‌شود. در مدل انتقال رژیم مارکوف از حاصل ضرب بردار احتمال رژیم‌های زمان $t - 1$ در ماتریس احتمال گذار مدل، بردار احتمال رژیم‌های زمان t به دست خواهد آمد. به عبارتی اگر x_t معادل بردار احتمال رژیم‌های یک مدل مارکوف $(x_t = [P(S_t = 1) \ P(S_t = 2) \ P(S_t = 3)])$ و P ماتریس احتمال‌های گذار این مدل باشد، رابطه زیر برقرار است:

$$x_t = x_{t-1}P \quad \text{رابطه (۱۳)}$$

در نهایت احتمال وقوع بحران ارزی در دوره‌های زمانی مختلف آینده را از طریق بردار احتمال رژیم‌های به دست آمده می‌توان پیش‌بینی کرد. لازم به ذکر است که دقت این پیش‌بینی به برازش درست ماتریس احتمال‌های گذار و تناسب مدل سه رژیمی مارکوف با الگوی نوسانات نرخ ارز ایران بستگی دارد. نیکویی برازش مدل نیز از طریق بررسی احتمال‌های هموار شده^۱ و تطابق آن با نمودار تغییرات نرخ ارز بررسی خواهد شد.

سری زمانی نرخ‌های ارز ریال به دلار، یورو به دلار و پوند به دلار به ترتیب از بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران^۲، بانک اتحادیه اروپا^۳ و بانک مرکزی انگلیس^۴ استخراج شده است. پژوهش حاضر در بازه زمانی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۴۰۰ و با استفاده از داده‌های ماهانه انجام شده است.

لازم به ذکر است که پژوهش حاضر به دلیل استفاده از داده‌های تاریخی واقعی نرخ ارز، در حیطه پژوهش‌های کمی قرار دارد. در این پژوهش به پیش‌بینی نرخ ارز و بررسی احتمال وقوع بحران ارزی پرداخته شده است، لذا از نظر روش، پژوهش حاضر در حیطه پژوهش‌های کاربردی قرار دارد. همچنین از آنجا که نتایج پژوهش قابل استفاده برای سرمایه‌گذاران و سیاست‌گذاران ارزی کشور است، از نظر هدف، پژوهش حاضر جزو پژوهش‌های کاربردی قلمداد می‌شود.

^۱Smoothed probabilities

^۲<https://www.cbi.ir/>

^۳<https://www.ecb.europa.eu/>

^۴<https://www.bankofengland.co.uk/>

۴. تحلیل داده‌ها و یافته‌ها

در این بخش از پژوهش و پس از برازش مدل‌های دو و سه رژیم مارکوف برای ارزش‌های ریال، پوند و یورو، ابتدا به بررسی میزان تناسب این مدل‌ها با هر یک از ارزش‌های مذکور پرداخته می‌شود؛ در ادامه با استفاده از بردار احتمال رژیم‌ها و ماتریس احتمال گذار، احتمال حضور ایران در رژیم بحران ارزی در سال‌های آینده مورد بررسی قرار می‌گیرد.

خلاصه برازش ۴ معیار تشخیصی تناسب مدل، شامل: حداکثر درست‌نمایی ($\log L$)، آکائیک (AIC)، اسکوارتز (SC) و حنان کوئین (HQC) برای مدل‌های دو و سه رژیم مارکوف ارزش‌های ریال، یورو و پوند در جدول ۱ گزارش شده است.

جدول ۱: مقایسه معیارهای تشخیصی مدل‌های دو و سه رژیم مارکوف

HQC	SC	AIC	Log L	تعداد رژیم	نرخ ارز
-۳/۴۰	-۳/۳۴	-۳/۵۰	۲۷۶	۲	ریال
-۳/۴۴	-۳/۲۲	-۳/۵۲	۲۸۴	۳	
-۴/۳۹	-۴/۳۰	-۴/۴۵	۳۴۹	۲	یورو
-۴/۲۴	-۴/۰۶	-۴/۳۶	۳۴۸	۳	
-۴/۵۱	-۴/۴۱	-۴/۵۷	۳۵۷	۲	پوند
-۴/۳۳	-۴/۱۵	-۴/۴۵	۳۵۵	۳	

$\log L$ بیشتر و AIC، SC، HQC کمتر، نشان‌دهنده تناسب و نیکویی برازش بیشتر مدل است. جدول ۱ نشان می‌دهد که از نظر ۳ معیار $\log L$ ، AIC و HQC، برای توضیح نوسانات ریال، مدل سه رژیمی نسبت به مدل دو رژیمی بهتر عمل می‌کند ($\log L$: ۲۷۶ > ۲۸۴، AIC: -۳/۵۰ > -۳/۵۲، HQC: -۳/۴۴ > -۳/۴۰). تنها معیار SC این مساله را با اختلاف بسیار ناچیزی تأیید نمی‌نماید (SC: -۳/۳۴ > -۳/۲۲).

همچنین نتایج جدول ۱ حاکی از تناسب بهتر مدل دو رژیمی نسبت به مدل سه رژیمی برای ارزش‌های یورو و پوند است (هر ۴ معیار این مساله را تأیید می‌نماید). بر اساس نتایج به‌دست‌آمده و با توجه به تفاوت الگوی رفتاری نرخ‌های ارز مذکور می‌توان با اطمینان قابل توجهی بیان داشت که برای توضیح نوسانات نرخ ارز ایران، باید به جای مدل دو رژیمی، از مدل سه رژیمی مارکوف و برای ارزش‌های یورو و پوند از مدل ۲ رژیمی مارکوف استفاده کرد. به دلیل تفاوت نظام ارزی ایران (شناور مدیریت شده) با نظام ارزی یورو و پوند (شناور آزاد) این اختلاف تناسب مدل‌ها را می‌توان به نوع نظام ارزی این کشورها مربوط دانست. چراکه نوع نظام ارزی، طریقه نوسانات نرخ ارز را به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد.

میانگین‌ها، ضرایب رگرسیون، واریانس‌ها و احتمال‌های گذار رژیم‌های مختلف مدل‌های دو و سه رژیمی مارکوف، برای ارزش‌های ریال، یورو و پوند در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج این جدول سری زمانی نرخ ارز ایران به رژیم‌های مختلف زیر قابل تفکیک است:

رژیم اول: کاهش ارزش شدید: میانگین ۲/۳۷- درصد و انحراف معیار ۸/۵۳ درصد (میانگین منفی زیاد - نوسان زیاد)

رژیم دوم: ثبات نسبی با میانگین ۰/۴۱- درصد و انحراف معیار ۲/۰۴ درصد

رژیم سوم: کاهش ارزش کم: میانگین ۱/۱- درصد و انحراف معیار ۰/۰۶ درصد

برای اطمینان از مجزا بودن سه رژیم بیان شده، فرضیه برابری میانگین‌ها و فرضیه برابری انحراف معیارها در سه رژیم از طریق آزمون والد مورد بررسی قرار می‌گیرد:

$$\left\{ \begin{array}{l} H.: \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 \\ H_1: \text{عدم برابری انحراف معیارها} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} H.: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \\ H_1: \text{عدم برابری میانگین‌ها} \end{array} \right.$$

آزمون برابری انحراف معیارهای ۳ رژیم

آماره	احتمال معناداری
F	۰/۰۰۰۰
χ^2	۰/۰۰۰۰

آزمون برابری میانگین‌های ۳ رژیم

آماره	احتمال معناداری
F	۰/۰۰۰۰
χ^2	۰/۰۰۰۰

همان‌طور که از نتیجه آزمون‌های F و کای دو مشخص است فرضیه برابری میانگین‌ها در سه رژیم و همچنین فرضیه برابری انحراف معیارها در سه رژیم با اطمینان زیادی رد می‌شود. به این معنی که رژیم‌های بیان شده کاملاً از یکدیگر قابل تفکیک هستند.

جدول ۲: میانگین، ضریب رگرسیون و انحراف معیار مدل‌های دو و سه رژیمی مارکوف

نوع ارز	تعداد رژیم	رژیم	میانگین	ضریب ϕ	انحراف معیار	احتمال P_{ij}
ریال	۲	رژیم اول	٪ -۳/۳۳ (۰/۰۳۷۹)	۰/۴۲ (۰/۰۰۰۲)	٪ ۸/۲۰ (۰/۰۰۰۰)	$P_{11} = ۰/۹۷۵$
		رژیم دوم	٪ -۰/۴۰ (۰/۰۷۲۱)	۰/۳۰ (۰/۰۰۳۵)	٪ ۱/۹۰ (۰/۰۰۰۰)	$P_{22} = ۰/۹۷۸$
	۳	رژیم اول	٪ -۲/۳۷ (۰/۰۰۵۶)	۰/۴۱ (۰/۰۰۱۱)	٪ ۸/۵۳ (۰/۰۰۰۰)	$P_{11} = ۰/۹۲۱$
		رژیم دوم	٪ -۰/۴۱ (۰/۱۰۵۲)	۰/۳۶ (۰/۰۱۴۰)	٪ ۲/۰۴ (۰/۰۰۰۰)	$P_{22} = ۰/۹۸۰$
		رژیم سوم	٪ -۱/۱ (۰/۰۰۰۰)	۰/۵۷ (۰/۰۰۰۰)	٪ ۰/۰۶ (۰/۰۰۰۰)	$P_{33} = ۰/۲۱۸$
	۲	رژیم اول	٪ -۰/۰۷ (۰/۰۰۰۰)	۰/۱۰ (۰/۰۰۰۰)	٪ ۰/۰۱ (۰/۰۰۰۰)	$P_{11} = ۰/۰۰۱$

		(۰/۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰)		
$P_{\pi} =$	۰/۹۴۵	% ۲/۶ (۰/۰۰۰۰)	- ۰/۰۹ (۰/۲۶۸۷)	% -۰/۱۱ (۰/۶۲۶۰)	رژیم دوم	
$P_{\eta} =$	۰/۴۴۴	% ۱/۳۵ (۰/۰۰۰۰)	- ۰/۰۷ (۰/۳۳۰۲)	% ۰/۹۶ (۰/۰۹۷۵)	رژیم اول	۳
$P_{\pi} =$	۰/۰۰۰۱	% ۳/۸۰ (۰/۰۰۰۰)	-۰/۱۷ (۰/۵۲۱۴)	-۰/۶۱ (۰/۳۵۲۹)	رژیم دوم	
$P_{\pi} =$	۰/۰۲۴	% ۰/۹۱ (۰/۰۰۰۰)	-۰/۰۵ (۰/۴۴۹۱)	% -۱/۶۳ (۰/۰۰۰۱)	رژیم سوم	
$P_{\eta} =$	۰/۹۷۳	% ۲/۵۲ (۰/۰۰۰۰)	-۰/۰۷ (۰/۳۸۳۹)	% -۰/۰۳ (۰/۸۷۴۲)	رژیم اول	۲
$P_{\pi} =$	۰/۰۰۱	% ۰/۰۰ (۰/۰۰۰۰)	۰/۰۱ (۰/۰۰۰۰)	% ۰/۰۷ (۰/۰۰۰۰)	رژیم دوم	
$P_{\eta} =$	۰/۸۹۵	% ۲/۵۹ (۰/۰۰۰۰)	-۰/۰۴ (۰/۶۱۶۸)	% ۰/۱۱ (۰/۶۳۲۸)	رژیم اول	۳
$P_{\pi} =$	۰/۰۹۰	% ۰/۰۷ (۰/۰۰۰۰)	-۰/۰۳ (۰/۶۲۶۲)	% -۰/۰۷ (۰/۶۳۸۶)	رژیم دوم	
$P_{\pi} =$	۰/۰۰۰	% ۰/۱۴ (۰/۰۰۰۰)	-۰/۲۷ (۰/۰۰۰۰)	% -۱/۷۹ (۰/۰۰۰۰)	رژیم سوم	

*احتمال‌های معناداری در داخل پرانتز بیان شده است

بر خلاف تصور ابتدایی در خصوص وجود سه رژیم به‌صورت: «ثبات نسبی»، «کاهش ارزش» و «افزایش ارزش» در سری زمانی نرخ ارز ایران، نتایج نشان می‌دهد که در این سری زمانی، سه رژیم به‌صورت: «کاهش ارزش شدید» (معادل بحران ارزی)، «ثبات نسبی» و «کاهش ارزش کم» وجود دارد. به عبارتی به دلیل کم بودن مقاطع رشد ارزش ریال، مدل انتقال رژیم مارکوف، رژیمی به‌عنوان «افزایش ارزش» در این سری زمانی تشخیص نداده‌است.

احتمال معناداری میانگین‌ها در مدل ۳ رژیمی ریال، حاکی از آن است که متوسط کاهش ارزش ۲/۳۷ درصدی در ماه در رژیم بحران ارزی، و کاهش ارزش ۱/۱ درصدی در ماه برای رژیم کاهش ارزش کم از نظر آماری معنادار بوده و صفر بودن آن‌ها تایید نمی‌شود. اما در رژیم ثبات نسبی که میانگین کاهش ارزش ۰/۴۱ درصدی در ماه را نشان می‌دهد، احتمال معناداری نشان می‌دهد که این میانگین از نظر آماری صفر است. میانگین تغییرات صفر در این رژیم تاییدی است بر عنوان ثبات نسبی انتخاب‌شده برای این رژیم. جالب توجه است که ضرایب رگرسیون (ϕ) در هر دو مدل دو و سه رژیمی ریال معنادار بوده اما در مدل‌های دو و سه رژیمی ارزهای یورو و پوند این ضریب تنها برای یکی از رژیم‌ها معنادار است. این مساله نشان‌دهنده این است که ریال در تمام رژیم‌های ارزی خود به شدت تحت تاثیر مقادیر خود در دوره زمانی قبل بوده اما ارزهای یورو و پوند تنها در یک رژیم خاص تحت تاثیر مقادیر خود در دوره زمانی قبل

هستند. تمامی مدل‌های دو و سه رژیمی برای ارزش‌های ریال، یورو و پوند معناداری نوسانات نرخ ارز را با اطمینان بسیار بالایی تایید می‌نمایند. این مساله نشان می‌دهد که در تفکیک رژیم‌ها توسط مدل‌های انتقال رژیم برازش شده، میزان نوسان نقشی اساسی داشته است.

کیم و نلسون (۱۹۹۹) نشان دادند که در مدل‌های انتقال رژیم مارکوف، مدت زمان باقیماندن در هر رژیم ($E[D]$) را می‌توان از رابطه زیر به دست آورد [۲۷]:

$$E[D] = \sum_{j=1}^{\infty} jP(D=j) \approx \frac{1}{1 - P_{jj}} \quad \text{رابطه (۱۴)}$$

بنابراین با توجه به احتمال‌های P_{jj} بیان شده در جدول ۲ مدت زمان باقی‌ماندن در رژیم‌های اول (کاهش ارزش شدید)، دوم (ثبات نسبی) و سوم (کاهش ارزش کم) نرخ ارز ریال به ترتیب: ۱۲، ۵۱ و ۱۰۵ ماه است. با توجه به سابقه ریزش‌های شدید ارزش پول ملی در سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۲ (حدود ۷۰ درصد کاهش ارزش در ۲ سال)، اواسط سال ۱۳۹۶ تا اواسط سال ۱۳۹۷ (حدود ۸۰ درصد کاهش ارزش در ۱ سال) و اواسط سال ۱۳۹۸ تا اواسط سال ۱۳۹۹ (حدود ۶۰ درصد کاهش ارزش در ۱ سال) می‌توان دریافت که مدل زمان باقی‌ماندن در رژیم بحران ارزی توسط مدل انتقال رژیم مارکوف به درستی و حدود ۱۲ ماه تشخیص داده شده است.

مدل انتقال رژیم برازش‌شده نشان می‌دهد که احتمال باقیماندن در رژیم ثبات نسبی حدود ۵۱ ماه است (حدود ۴ سال). مساله فتر فشرده‌شده ارزی در سیستم اقتصادی ایران برای تمام فعالان اقتصادی و بازار سرمایه مساله‌ای آشنا و پرتکرار است. به این معنی که به دلایل مختلف، مسئولان اقتصادی ایران اجازه رشد نرخ ارز به اندازه تورم را نداده و در نهایت بعد از گذشت چندین سال سرکوب رشد این نرخ، کشور دچار جهش‌های شدید ارزی شده است. بررسی تاریخ اقتصادی ایران نشان می‌دهد که سرکوب رشد نرخ ارز معمولاً در بازه‌های زمانی طولانی مدت چند ساله رخ می‌دهد. بنابراین مدل انتقال رژیم مارکوف مدت زمان باقیماندن در رژیم ثبات نسبی را به درستی و حدود ۴ سال تشخیص داده است.

بررسی احتمال حضور در رژیم بحران ارزی در ایران

برای بررسی احتمال حضور در هر یک از رژیم‌های ارزی ابتدا باید ماتریس احتمال گذار مدل انتقال رژیم مارکوف مشخص شود. این ماتریس احتمال انتقال رژیم i در زمان $t-1$ به رژیم j در زمان t را نشان می‌دهد. ماتریس احتمال‌های گذار برای مدل سه رژیمی مارکوف در رابطه ۱۵ بیان شده است:

$$P = \begin{pmatrix} 0.921 & 0.024 & 0.053 \\ 0.001 & 0.980 & 0.019 \\ 0.781 & 0.001 & 0.218 \end{pmatrix} \quad \text{رابطه (۱۵)}$$

ماتریس احتمال‌های گذار در مورد رژیم سوم یعنی کاهش ارزش کم نشان می‌دهد که اگر در ماه $t-1$ نرخ ارز ایران در رژیم کاهش ارزش کم قرار داشته باشید تنها ۲۱ درصد احتمال دارد که در ماه بعد در همان رژیم قرار داشته باشد و به احتمال ۷۸ درصد در ماه بعد وارد رژیم بحران ارزی خواهد شد. به عبارتی قرار گیری در رژیم کاهش ارزش کم می‌تواند مقدمه‌ای برای ورود به رژیم بحران ارزی شود. تطبیق این مهم با روند تغییرات نرخ ارز در گذشته نیز چندان دشوار نیست. نرخ ارز ایران برای سال‌ها (حدود ۴ سال) در شرایط ثبات نسبی نگه‌داشته می‌شود و اجازه رشد آن با تورم داده نمی‌شود. بعد از اینکه فنر نرخ ارز به اندازه کافی فشرده شد، کوچک‌ترین تلاطمی در بازار ارز می‌تواند منجر به یک بحران ارزی شود. افزایش نرخ ارز در بازه زمانی حدود ۱ تا ۲ ماهه مقدمه‌ای خواهد بود برای افزایش تقاضا در بازار ارز و با توجه به محدود بودن سمت عرضه، شروعی برای نابسامانی و ریزش‌های شدید در ارزش پول ملی.

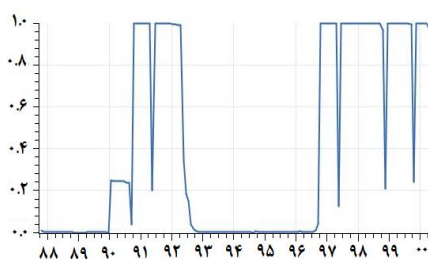
یکی از جنبه‌های بررسی میزان تناسب مدل انتقال رژیم مارکوف با سری زمانی داده‌ها و همچنین اعتبار ماتریس احتمال‌های گذار، بررسی احتمال‌های هموار شده است. احتمال‌های هموار شده برای سه رژیم ارزی ریال در نمودارهای ۱۰ تا ۱۲ نشان داده شده است.



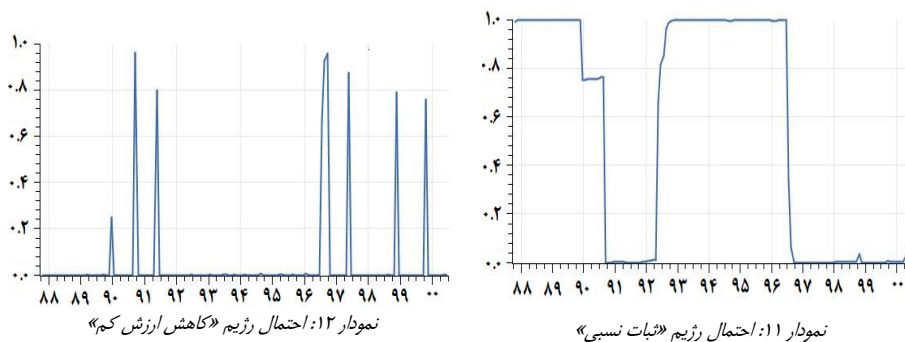
نمودار ۸: نرخ ارز ریال



نمودار ۹: تغییرات نرخ ارز ریال



نمودار ۱۰: احتمال رژیم «کاهش ارزش شدید»



قابل مشاهده است که نمودارهای احتمال‌های هموار شده به‌خوبی با نمودار داده‌های واقعی نرخ ارز (نمودارهای ۸ و ۹)، همخوانی دارند. نمودار ۸ نشان می‌دهد که ریال در بازه‌های زمانی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۲، اواسط سال ۱۳۹۶ تا اواسط سال ۱۳۹۷ و اواسط سال ۱۳۹۸ تا اواسط سال ۱۳۹۹ ریزش‌های شدیدی را تجربه کرده است. همچنین نمودار ۹ در همین بازه‌های زمانی نوسانات شدیدی را نشان می‌دهد. این ریزش‌های همراه با نوسان زیاد (رژیم کاهش ارزش شدید: بحران ارزی) با نمودار ۱۰ کاملاً همخوانی دارد. بر اساس نمودار ۱۰ در بازه زمانی مطرح شده احتمال وقوع رژیم کاهش ارزش شدید (بحران ارزی) نزدیک به یک است. نمودار ۹ نشان می‌دهد که در بازه زمانی سال‌های ۸۸ تا ۹۰ و اواسط ۹۲ تا اواسط ۹۶ نرخ ارز تقریباً ثابت و نوسانی نزدیک به صفر دارد (رژیم ثبات نسبی). نمودار ۱۱ با همخوانی بالا نشان می‌دهد که در همین بازه‌های زمانی احتمال وقوع رژیم ثبات نسبی نزدیک به یک است. بنابراین در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که مدل انتقال رژیم برآورد شده توانسته است به خوبی الگوی تغییرات نرخ ارز ریال را تشخیص داده و احتمال‌های برآورد شده توسط این مدل قابلیت اتکای لازم را دارد.

بر اساس یکی از ویژگی‌های مهم مدل انتقال رژیم مارکوف، با در اختیار داشتن بردار احتمال رژیم‌ها و ماتریس گذار می‌توان با استفاده از معادله ۱۳ احتمال وقوع رژیم‌های مختلف در آینده را پیش‌بینی کرد. به عبارتی بردار احتمال رژیم‌های یک مدل مارکوف در زمان t از طریق ضرب بردار احتمال‌های زمان $t - 1$ در ماتریس احتمال‌های گذار قابل حصول است. در زمان انجام پژوهش حاضر، آخرین داده در دسترس سری زمانی نرخ ارز ریال (مستخرج از بانک مرکزی)، داده ماه ششم سال ۱۴۰۰ است. با اجرای مدل انتقال رژیم مارکوف، بردار احتمال رژیم‌ها در این مقطع زمانی به‌صورت زیر بدست می‌آید:

$$\begin{bmatrix} \text{رژیم سوم} & \text{رژیم دوم} & \text{رژیم اول} \\ 0.00001 & 0.05902 & 0.94097 \end{bmatrix}$$

با توجه به ماهانه بودن داده‌ها، پیش‌بینی بردار احتمال رژیم‌ها در یک و دو سال آینده به صورت زیر انجام می‌شود:

یک سال آینده:

$$\begin{bmatrix} 0.94097 & 0.05902 & 0.00001 \end{bmatrix} \times \begin{pmatrix} 0.921 & 0.024 & 0.053 \\ 0.001 & 0.980 & 0.019 \\ 0.781 & 0.001 & 0.218 \end{pmatrix}^{12} = \begin{bmatrix} 0.6800 & 0.2483 & 0.0529 \end{bmatrix} \quad 21$$

دو سال آینده:

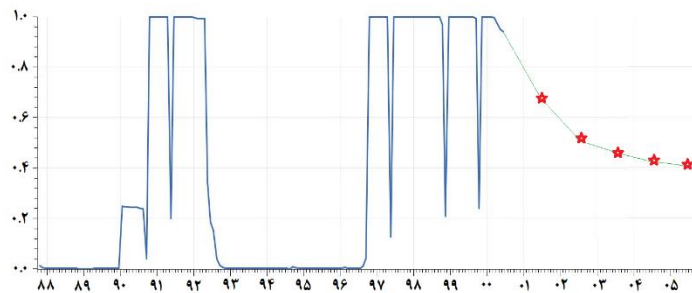
$$\begin{bmatrix} 0.94097 & 0.05902 & 0.00001 \end{bmatrix} \times \begin{pmatrix} 0.921 & 0.024 & 0.053 \\ 0.001 & 0.980 & 0.019 \\ 0.781 & 0.001 & 0.218 \end{pmatrix}^{24} = \begin{bmatrix} 0.5636 & 0.3554 & 0.0473 \end{bmatrix} \quad 22$$

بر اساس بردار احتمال رژیم‌های پیش‌بینی شده، احتمال داشتن در رژیم کاهش ارزش شدید (بحران ارزی) در یک سال آینده (شهریور سال ۱۴۰۱) حدود ۶۸ درصد است. این احتمال با توجه به تغییرات نرخ ارز در ماه‌های اخیر (از شهریور ماه ۱۴۰۰ تا دی ماه ۱۴۰۰) از حدود ۲۷۰۰۰ هزار تومان تا ۳۰۰۰۰ تومان نشان دهنده کاهش ارزش حدود ۲/۷ درصد در ماه بوده و با میانگین رژیم کاهش ارزش شدید (۲/۳۷- درصد) مطابقت دارد. اما باید توجه داشته که احتمال حضور در رژیم بحران ارزی در شهریور ۱۴۰۱ نسبت به شهریور ۱۴۰۰ کاهش یافته و حاکی از فاصله گرفتن نظام ارزی ایران از این رژیم است. حسب نتایج معادله ۲۲، احتمال حضور در رژیم بحران ارزی در شهریور ۱۴۰۲ حدود ۵۶ درصد است. این احتمال از احتمال حضور در رژیم بحران ارزی در شهریور ۱۴۰۱ کمتر بوده و نشان دهنده روندی نزولی این احتمال است. نمودار ۱۰ نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر، ریال با احتمال‌های نزدیک به ۱ در رژیم بحران ارزی قرار داشته است. این احتمال از ماه‌های اولیه سال ۱۴۰۰ روبه کاهش گذاشته و پیش‌بینی‌های انجام شده در دو سال آینده نیز ادامه این روند نزولی را نشان می‌دهد. برای اطمینان از این روند، احتمال‌های هموار شده برای ۳، ۴ و ۵ سال آینده نیز برآورد شده و نتایج آن در جدول ۳ گزارش شده است.

جدول ۳: پیش‌بینی احتمال رژیم‌های ارزی در ۳ تا ۵ سال آینده

۳ سال آینده	۴ سال آینده	۵ سال آینده
[۰.۴۹۴۱ ۰.۴۱۵۶ ۰.۰۴۳۹]	[۰.۴۵۱۹ ۰.۴۴۸۶ ۰.۰۴۱۷]	[۰.۴۲۵۷ ۰.۴۶۵۷ ۰.۰۴۰۳]

نتایج حاکی از آن است که در طول سال‌های آینده احتمال حضور در رژیم کاهش ارزش شدید روندی نزولی و احتمال حضور در رژیم ثبات نسبی روندی صعودی دارد. به بیان دیگر پیش‌بینی می‌شود که در سال‌های آینده همانند گذشته وارد دوره‌ای از ثبات نسبی برای نرخ ارز شده و برآیند تغییرات این متغیر نزدیک به صفر باشد. روند نزولی احتمال حضور در رژیم کاهش ارزش شدید در نمودار ۱۳ نمایش داده شده است.



نمودار ۱۳: پیش‌بینی احتمال حضور در رژیم کاهش ارزش شدید

۵. بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس تجربه رویت مدیریت بازار ارز در سال‌های گذشته می‌توان دریافت که متأسفانه در کشور ایران سیاست‌گذار مالی (بودجه‌ای)، یعنی سازمان برنامه و بودجه، نقشی اساسی در تغییرات پایه پولی دارد. در صورتی که پایه پولی از ابزارهای بازار پول بوده و مدیریت آن باید به طور کامل در دست بانک مرکزی باشد. اما متأسفانه نقش بانک مرکزی در بازار پول کشور بیشتر به نقش عاملیت تنزل پیدا کرده و توان مدیریت نقدینگی را از دست این نهاد مهم که وظیفه کنترل تورم را بر دوش می‌کشد، خارج کرده است. سازمان برنامه و بودجه در سال‌های گذشته همواره بودجه دولت را به صورت ناتراز تنظیم کرده و مجلس شورای اسلامی با وجود نواقص و عواقب زیان بار این مساله، بودجه را به تصویب رسانده است. در این مسیر همواره کسری بودجه دولت از روش‌های مستقیم یا غیر مستقیم منجر به افزایش پایه پولی شده و پر واضح است که نتیجه افزایش پایه پولی تورم شدید در بازار کالا و خدمات (بخش واقعی اقتصاد) خواهد بود. بررسی تاریخ اقتصادی ایران در چند دهه گذشته نشان می‌دهد بانک مرکزی به عنوان مسئول کنترل تورم وقتی توان مدیریت پایه پولی را نداشته باشد دست به دامان نرخ ارز خواهد شد. به عبارتی بانک مرکزی برای جلوگیری از تورم شدید در اثر رشد پایه پولی، تلاش می‌کند تا با پایین نگه داشتن نرخ ارز، ارزش کالاهای وارداتی را پایین نگه دارد. این مساله نمونه‌ای بارز از

یک شکست بازار و مقاومت در برابر قیمت‌های تعادلی در اقتصاد است. فارغ از فسادهای ناشی از نرخ‌های دستوری باید توجه داشت که این مساله باعث فشرده‌شدن فنر نرخ ارز در طول زمان شده و ضرورت نزدیکی به قیمت‌های تعادلی منجر به آزاد شدن فنر و تعدیل ناگهانی قیمت‌ها خواهد شد. به عبارتی قیمت‌های دستوری تعیین‌شده قبلی با شرایط واقعی اقتصاد بسیار فاصله گرفته و نیازمند قیمت دستوری جدید و به مراتب بالاتری خواهد بود. این طریقه مدیریت قیمت‌ها از طریق ثابت نگه داشتن نرخ ارز، راهکاری موقتی بوده و هر چند وقت یک بار کشور را با یک جهش ارزی روبرو خواهد کرد. این شیوه مدیریت بازار ارز در کشور ایران کاملاً متفاوت از شیوه مدیریت ارز در کشورهای پیشرفته است. به عبارتی در کشورهای پیشرفته اصلاً نیازی به مدیریت بازار ارز نیست. چراکه در این کشورها معمولاً درآمدهای حاصل از منابع تجدیدناپذیر وجود ندارد و اگر هم وجود دارد درآمدهای آن‌ها صرف سرمایه‌گذاری در خارج از کشور می‌شود. چراکه ورود این درآمدها به کشور و تبدیل آن‌ها به پول ملی باعث افزایش پایه پولی و در نهایت تورم خواهد شد. بعلاوه از آنجا که کشورهای پیشرفته موانع کمی در مسیر ورود و خروج سرمایه به کشور خود دارند نرخ ارز همواره به نقاط تعادلی نزدیک بوده و در اثر مدیریت تراز تجاری به صورت خودکار به قیمت‌های تعادلی نزدیک شده و نیازی به دخالت خارجی در این بازار نیست. اما کشور ایران به دلایل مختلف اتم از درآمدهای حاصل از فروش منابع تجدیدناپذیر، ناترازی در تراز تجاری کشور، ناترازی مالی که همواره منجر به ناترازی پولی شده و ... نیازمند مدیریت دقیق بازار ارز است. اما روش پیش گرفته شده توسط سازمان برنامه و بودجه و بانک مرکزی دور باطلی را ایجاد کرده که باعث جهش‌های ارزی در مقاطع خاصی از زمان شده است. لذا پر واضح است که نحوه نوسانات نرخ ارز ریال بسیار متفاوت از نحوه نوسانات ارزهایی همچون پوند و یورو خواهد بود. به دلیل تلاش‌های بانک مرکزی ایران در ثابت نگه داشتن نرخ ارز برای کنترل تورم، سری زمانی نرخ ارز ریال در مقطعی از زمان تقریباً بدون نوسان بوده و حالت ثبات نسبی را تجربه می‌کند. این درحالی است که نرخ ارز کشورهای پیشرفته به دلیل عدم دخالت‌های مستقیم و سیستم شناور آزاد، همواره بین دو حالت افزایش ارزش و کاهش ارزش در نوسان است. محققان داخلی بدون توجه به تفاوت ساختاری نوسانات ارز ریال با ارز کشورهای پیشرفته از مدل دو رژیم مارکوف برای مدل‌سازی نوسانات این متغیر استفاده کرده‌اند. در پژوهش حاضر با استفاده از معیارهای تشخیصی حداکثر درست‌نمایی، آکائیک، و حنان کوئین نشان داده شد که مدل سه رژیم مارکوف برای توضیح نوسانات نرخ ارز ایران بسیار مناسب‌تر از مدل دو رژیم است. نتایج نشان می‌دهد که در سری زمانی ریال، سه رژیم به صورت: «کاهش ارزش شدید» (معادل بحران ارزی) «ثبات نسبی»، و «کاهش ارزش کم» قابل تعریف و مدت زمان باقی‌ماندن در این رژیم‌ها به ترتیب: ۱۲، ۵۱ و ۱،۵ ماه است. به دلیل کم بودن مقاطع رشد ارزش ریال، مدل انتقال مارکوف، رژیم به عنوان «افزایش ارزش» در این سری زمانی تشخیص نداده

است. تلاش‌های بانک مرکزی در حفظ نرخ ارز در محدوده مشخص باعث می‌شود سیستم در رژیم ثبات نسبی، مدت زمان بیشتری نسبت به رژیم‌های دیگر باقی بماند (۵۱ ماه). بررسی تاریخ اقتصادی ایران نشان می‌دهد که سرکوب رشد نرخ ارز معمولاً در بازه‌های زمانی طولانی مدت چند ساله رخ می‌دهد. بنابراین مدل انتقال رژیم مارکوف مدت زمان باقی‌ماندن در رژیم ثبات نسبی را به درستی و حدود ۴ سال تشخیص داده است. با توجه به سابقه ریزش‌های شدید ارزش پول ملی در سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۲ (حدود ۷۰ درصد کاهش ارزش در ۲ سال)، اواسط سال ۱۳۹۶ تا اواسط سال ۱۳۹۷ (حدود ۸۰ درصد کاهش ارزش در ۱ سال) و اواسط سال ۱۳۹۸ تا اواسط سال ۱۳۹۹ (حدود ۶۰ درصد کاهش ارزش در ۱ سال) می‌توان دریافت که مدل انتقال رژیم مارکوف زمان باقی‌ماندن در رژیم بحران ارزی را نیز به درستی و حدود ۱۲ ماه تشخیص داده شده است. برای اطمینان از مجزا بودن سه رژیم مطرح شده در الگوی تغییرات نرخ ارز ریال، با استفاده از آزمون والد مشخص شد که فرضیه برابر بودن میانگین و انحراف معیارها در سه رژیم رد می‌شود. همچنین در مقایسه میزان تناسب مدل‌های دو و سه رژیمی مارکوف با الگوی تغییرات نرخ‌های یورو و پوند، نتایج حاکی از عملکرد بهتر مدل دو رژیمی مارکوف در تشخیص الگوی تغییرات نرخ‌های مذکور است. بنابراین می‌توان با اطمینان قابل توجهی بیان داشت که برای توضیح الگوی تغییرات نرخ ارز ایران، باید به جای مدل دو رژیمی، از مدل سه رژیمی مارکوف استفاده کرد. به دلیل تفاوت نظام ارزی ایران (شناور مدیریت‌شده) با نظام ارزی یورو و پوند (شناور آزاد) این اختلاف تناسب مدل‌ها را می‌توان به نوع نظام ارزی این کشورها مربوط دانست. چراکه نوع نظام ارزی، طریقه نوسانات نرخ ارز را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد.

در ادامه به پیش‌بینی آینده پرداخته شد. بر اساس بردار احتمال رژیم‌های پیش‌بینی‌شده، احتمال قرار داشتن ایران در رژیم کاهش ارزش شدید (بحران ارزی) در یک سال آینده (شهریور سال ۱۴۰۱) حدود ۶۸ درصد پیش‌بینی شد. این احتمال با توجه به تغییرات نرخ ارز در ماه‌های اخیر (از شهریورماه ۱۴۰۰ تا دی ماه ۱۴۰۰) از حدود ۲۷۰۰۰ هزار تومان تا ۳۰۰۰۰ تومان نشان‌دهنده کاهش ارزش حدود ۲/۷ درصد در ماه بوده و با میانگین رژیم کاهش ارزش شدید (۲/۳۷- درصد) مطابقت دارد. اما این احتمال در شهریور ۱۴۰۱ نسبت به شهریور ۱۴۰۰ کاهش یافته و حاکمی از فاصله گرفتن نظام ارزی ایران از این رژیم است. احتمال قرار داشتن در رژیم‌های ثبات نسبی و کاهش ارزش کم نیز به ترتیب ۰/۲۴۸ و ۰/۰۵۲ پیش‌بینی شد. احتمال حضور در رژیم بحران ارزی در شهریور ۱۴۰۲ نیز حدود ۵۶ درصد پیش‌بینی شد. این احتمال از احتمال حضور در رژیم بحران ارزی در شهریور ۱۴۰۱ کمتر بوده و نشان‌دهنده روندی نزولی این احتمال است. برآورد احتمال‌های هموار شده برای ۳، ۴ و ۵ سال آینده نیز حاکی از آن است که در طول سال‌های آینده احتمال حضور در رژیم کاهش ارزش شدید روندی نزولی و احتمال حضور در رژیم ثبات نسبی روندی صعودی دارد. به بیان دیگر پیش‌بینی می‌شود که در سال‌های آینده

همانند گذشته وارد دوره‌ای از ثبات نسبی برای نرخ ارز شده و برآیند تغییرات این متغیر نزدیک به صفر باشد.

۶. پیشنهادها و محدودیت‌ها

با توجه به توان مناسب مدل سه رژیمی مارکوف در توضیح نوسانات ریال و شناسایی مناسب نقاط بحران ارزی در ایران، به تصمیم‌گیران حوزه ارزی کشور پیشنهاد می‌شود برای جلوگیری از شوک‌های ارزی و کاهش تبعات آن، با استفاده از مدل بیان‌شده شمایی کلی از رژیم ارزی کشور در آینده به‌دست آورند. همچنین بر اساس روند نزولی احتمال قرار داشتن در رژیم بحران ارزی در آینده ایران به سرمایه‌گذاران توصیه می‌شود منابع مالی خود را به سمت بخش‌های مولدتر اقتصاد حرکت دهند.

با توجه به تشابه نوسانات نرخ ارز کشورهای دارای نظام ارزی شناور مدیریت‌شده، به سایر محققان پیشنهاد می‌شود نتیجه پژوهش حاضر را برای سایر کشورهای دارای نظام ارزی شناور مدیریت‌شده بررسی کرده و ارتباط تعداد رژیم‌های مدل مارکوف با نظام ارزی کشورها را تشریح نمایند.

مهم‌ترین محدودیت پژوهش حاضر نقص داده‌های سری زمانی ارز ریال در بانک مرکزی ایران است. داده‌های نرخ رسمی ارز از فروردین تا مرداد ماه ۱۳۹۷ موجود نیست. برای نرخ ارز در ماه‌های مذکور، از متوسط ماه قبل و بعد استفاده شده است.

منابع

1. Abdelsalam, M. A. M., & Abdel-Latif, H. (2020). An optimal early warning system for currency crises under model uncertainty. *Central Bank Review*.
2. Aghion, P., Bacchetta, P., & Banerjee, A. J. E. e. r. (2001). Currency crises and monetary policy in an economy with credit constraints. 45(7), 1121-1150.
3. Alaminos, D., Becerra-Vicario, R., Fernández-Gámez, M. Á., & Cisneros Ruiz, A. J. (2019). Currency Crises Prediction Using Deep Neural Decision Trees. 9(23), 27-52
4. Alstadheim, R., Bjørnland, H. C., & Maih, J. (2021). Do central banks respond to exchange rate movements? A Markov-switching structural investigation of commodity exporters and importers. *Energy Economics*, 96, 105138.
5. Arbaa, O., & Varon, E. (2019). Turkish currency crisis – Spillover effects on European banks. *Borsa Istanbul Review*, 19(4), 372-378.
6. Bilson, J. F. J. T. I. E. (1980). Leading indicators of currency devaluations. 22(3), 21-23.
7. Bodart, V., & Carpentier, J. F. (2020). Currency collapses and output dynamics in commodity dependent countries. *Emerging Markets Review*, 42, 100669.
8. Bollerslev, T. (1987). A conditionally heteroskedastic time series model for speculative prices and rates of return. *The review of economics statistics*, 542-547.
9. Burnside, C., Eichenbaum, M., & Rebelo, S. (2004). Government guarantees and self-fulfilling speculative attacks. *J Journal of Economic Theory*, 119(1), 31-63.
10. Bussiere, M., & Fratzscher, M. (2006). Towards a new early warning system of financial crises. *journal of International Money Finance*, 25(6), 953-973.
11. Chan, J. C. C., & Santi, C. (2021). Speculative bubbles in present-value models: A Bayesian Markov-switching state space approach. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 127, 104101.
12. Chong, T. T. L., & Yan, I. K. (2018). Forecasting currency crises with threshold models. *International Economics*, 156, 156-174.
13. Clark, P. K. J. E. j. o. t. E. S. (1973). A subordinated stochastic process model with finite variance for speculative prices. 135-155.
14. Eijffinger, S. C. W & ,Karataş, B. (2019). Together or apart? The relationship between currency and banking crises. *Journal of Banking & Finance*, 105631.
15. Engel, C., & Hamilton, J. D. J. T. A. E. R. (1990). Long swings in the dollar: Are they in the data and do markets know it? , 689-713.
16. Engle, R. F. J. E. J. o. t. e. s. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. 987-1007.
17. Fischer, S. (2001). *Exchange Rate Regimes and Crisis Prevention in Emerging Market Economies*. Paper presented at the 4th Annual Conference of the Brookings Wharton Papers on Financial Services. International Monetary Fund.
18. Fratzscher, M. (2003). On currency crises and contagion. *J International Journal of Finance Economics*, 8(2), 109-129.
19. Gangopadhyay, P. (2020). A new & simple model of currency crisis: Bifurcations and the emergence of a bad equilibrium. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 538, 122860.
20. Garcia, R., & Perron, P. (1996). An analysis of the real interest rate under regime shifts. *The review of economics statistics*, 111-125.
21. Glick, R., & Hutchison, M. M. (2011). *Currency crises*. Paper presented at the Federal Reserve Bank of San Francisco.

22. Hamilton, J. D. J. E. J. o. t. E. S. (1989). A new approach to the economic analysis of nonstationary time series and the business cycle. 357-384 .
23. Hamilton, J. D. J. P. U. P., Princeton. (1994). Time series econometrics .
24. Heriqbaldi, U., Widodo, W., & Ekowati, D. (2019). Real Exchange Rate Misalignment and Currency Crisis. *J Bulletin of Indonesian Economic Studies*(just-accepted), 1-29 .
25. Hwang, S., Satchell, S. E., & Pereira, P. L. V. (2004). *How persistent is volatility? An answer with Markov regime switching stochastic volatility models*. Retrieved from
26. Kaminsky, G., Lizondo, S., & Reinhart, C. M. J. S. P. (1998). Leading indicators of currency crises. *45*(1), 1-48 .
27. Kim, C.-J., & Nelson, C. R. J. M. P. B. (1999). State-space models with regime switching: classical and Gibbs-sampling approaches with applications. *1* .
28. Klaassen, F. (2005). Long swings in exchange rates: are they really in the data? *Journal of Business Economic Statistics*, *23*(1), 87-95 .
29. Krugman, P.(1979) A model of balance-of-payments crises. *Journal of money, credit banking*, *11*(3), 311-325 .
30. Lien, D., Lee, G., Yang, L., & Zhang, Y. (2018). Volatility spillovers among the U.S. and Asian stock markets: A comparison between the periods of Asian currency crisis and subprime credit crisis. *The North American Journal of Economics and Finance*, *46*, 187-201.
31. Mehin Aslani Nia, N., salmani, b., Fallahi, F., & Asgharpour, H. (2020). The effect of currency crisis on GDP dynamics: *PGLS approach Quarterly Journal of Applied Theories of Economics*. *7*(1), 185-210. (In Persian)
32. Nakatani, R. (2017). Structural vulnerability and resilience to currency crisis: Foreign currency debt versus export. *The North American Journal of Economics and Finance*, *42*, 132-143.
33. Nakatani, R. (2018). Real and financial shocks, exchange rate regimes and the probability of a currency crisis. *Journal of Policy Modeling*, *40*(1), 60 .۷۳-
34. Park, K. Y., & Kim, S. (2019). Detecting currency manipulation: An application of a state-space model with Markov switching. *Japan and the World Economy*, *49*, 50-60.
35. Ricardo, D. (1955). *The Works and Correspondence of David Ricardo: Volume 10, Biographical Miscellany* (Vol. 10): Cambridge University Press.
36. Rickards, J. (2012). *Currency wars: the making of the next global crisis*: Penguin.
37. Sadeghi Amroabadi ,B., & Mahmoudinia, D. (2020). Simultaneous Occurrence of Banking Debt and Currency Crises (Triple Crises) in Iranian Economy and Its Determining Factors During the Period 1980-2017 *Journal of Economic Modeling Research*. *10*(39), 187-240 (In Persian)
38. salmani, b., asgharpour, h., & KALAMI, m. (2019). Designing an Early Warning System for the Currency Crises in Iran Logit and Markov Switching Approaches %J new economy and trad. *14*(3), 97-124 .(In Persian)
39. Sevim, C., Oztekin, A., Bali, O., Gumus, S & ,Guresen, E. (2014). Developing an early warning system to predict currency crises. *European Journal of Operational Research*, *237*(3), 1095-1104.
40. tayebi, S., & Mohammadzadeh, A. (2010). The Impact of Capital Control on Currency Crises in Developing Countries. . *Iranian Journal of Economic Research*., *14*(43), 161-187. (In Persian)

41. Tayebnia, A., Mehrara, M., & Akhtari, A. (2019). Rational Speculative Bubbles in Iran Informal Exchange Rate and Currency Crisis: Time-varying probabilities Markov regime switching approach %J Economics Research. 19(74), 111-164 (In Persian)
42. Xu, L., Kinkyo, T., & Hamori, S. (2018). Predicting Currency Crises: A Novel Approach Combining Random Forests and Wavelet Transform. 11. 86(4).

استناد

داوری، مهدی؛ حسن‌نژاد، محمد و فدایی‌نژاد، محمد اسماعیل (۱۴۰۱). ارائه مدلی برای پیش‌بینی بحران‌های ارزی در ایران. چشم‌انداز مدیریت مالی، ۱۲(۳۷)، ۱۴۷-۱۷۳.

Citation

Davari, Mehdi; Hasannejad, Mohammad & Fadayinejad, Mohammad Esmaeel (2022). Presenting a model for predicting currency crises in Iran. *Journal of Financial Management Perspective*, 12(37), 147 - 173. (in Persian)
