



مقاله پژوهشی

ارتباط رژیم های ارزی و بازار سرمایه در ایران<sup>۱</sup>

مهدی داوری<sup>۲</sup>، محمد حسن نژاد<sup>۳</sup>، محمد اسماعیل فدایی نژاد<sup>۴</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۷

چکیده

فعالان بازار سرمایه به کرات شاهد واکنش های متفاوت بازار سرمایه به تغییرات نرخ ارز بوده اند. در بررسی این مهم، هدف پژوهش حاضر ارائه مدلی برای شناسایی بهتر الگوی اثرات نرخ ارز بر بازار سرمایه و پیش بینی یک و دو سال آینده بازار سرمایه ایران بر اساس رژیم های ارزی است. در این راستا با استفاده از ۴ معیار تشخیصی حداکثر در دستنمایی، آکاتیک، شوارتز و حنان کوتین، میزان تناسب مدل های دو و سه رژیمی انتقال مارکوف با نوسانات نرخ ارز و رابطه نوسانات نرخ ارز و بازار سرمایه مقایسه شده و در ادامه با استفاده از ویژگی های مدل مارکوف به پیش بینی بازار سرمایه پرداخته می شود.

نتایج پژوهش حاکی از آن است که مدل سه رژیمی از مدل دو رژیمی در تشخیص الگوی اثرات نرخ ارز بر بازار سرمایه بسیار بهتر عمل می کند. بر اساس یافته های پژوهش اگر بازار ارز دچار نوسان شدید باشد افزایش نرخ ارز حتما باعث افزایش بازده بازار سرمایه می شود اما در شرایط ثبات بازار ارز، اثر این متغیر بر بازار سرمایه می تواند مثبت یا منفی باشد. با توجه به احتمال های برآورد شده انتظار می رود در سال های آینده نرخ ارز در فضایی کم نوسان اثری مثبت بر بازار سرمایه داشته باشد.

**واژگان کلیدی:** بازار سرمایه، رژیم های ارزی، مدل انتقال رژیم مارکوف.

**طبقه بندی موضوعی:** E37, E17, C24.

۱. کد DOI مقاله: 10.22051/JFM.2023.39842.2668

۲. دکتری، گروه مالی-مهندسی مالی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. E-mail: M\_davani@sbu.ac.ir

۳. استادیار، گروه مدیریت مالی و بیمه، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. نویسنده

مسئول. E-mail: M\_hasannezhad@sbu.ac.ir

۴. دانشیار، گروه مدیریت مالی و بیمه، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. E-mail: M\_fadaie@sbu.ac.ir

## مقدمه

اهمیت نرخ ارز بر بخش واقعی و پولی اقتصاد هر کشور، غیر قابل انکار است. ریکاردز<sup>۱</sup> (۲۰۱۲) اهمیت این متغیر برای دولت‌ها را در حدی می‌داند که معتقد است، جنگ‌های ارزی بین کشورها ممکن است منجر به جنگ واقعی بین آنها شود (ریکاردز، ۲۰۱۲). نرخ ارز در اکثر حوزه‌های اقتصادی کشور ایران نقش غیرقابل انکاری دارد. به همین دلیل یکی از چالش‌های همیشگی سیاست‌گذاران کشور، مدیریت بازار ارز بوده است. همچنین، نرخ ارز اهمیت بالایی در حجم صادرات و واردات و به تبع آن تنظیم و تعدیل تراز تجاری و تراز پرداخت‌های کشور دارد. این متغیر تعیین‌کننده میزان قدرت رقابتی تولیدکنندگان داخلی در برابر تولیدکنندگان خارجی بوده و بنابراین، میزان تولید و سطح اشتغال را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد. از آنجا که بازار سرمایه از هر دو بخش واقعی و پولی اقتصاد متأثر می‌شود، انتظار می‌رود نرخ ارز بر بازار سرمایه اثر معنی‌داری داشته باشد. این مهم توسط محققان زیادی همچون ماهاپاترا و بوداری<sup>۲</sup>، نارایان، دوورا و وانگ<sup>۳</sup> فریريو، سالیسو و وو<sup>۴</sup> مورد تایید قرار گرفته است. با توجه به دلاری بودن قسمت عمده‌ای از بازار سرمایه ایران، اثر معنی‌دار نرخ ارز بر این بازار نیز کاملاً قابل تصور است (محسنی، صادقی شهدانی<sup>۵</sup>، ۲۰۱۹). از این رو مدیران سرمایه‌گذاری در مدیریت سبدهای سرمایه‌گذاری خود اهمیت زیادی برای نرخ ارز قائل هستند. شناسایی درست الگوی تغییرات نرخ ارز و نحوه اثرگذاری این متغیر بر بازار سرمایه، از جهت افزایش توان پیش‌بینی این متغیر و کمک به مدیریت بهتر بازار ارز و شناسایی نقاط بحران ارزی توسط مسئولان بانک مرکزی و همچنین، مدیریت بهتر پرتفویهای سرمایه‌گذاری ضرورت دارد.

بر اساس ماده ۴۱ قانون برنامه چهارم توسعه ایران، نظام ارزی شناور مدیریت‌شده به عنوان نظام ارزی کشور معرفی شده است (مصطفی‌پور و سخایی، ۱۳۹۰). بر اساس میزان دخالت دولت‌ها در بازار ارز، الگوی تغییرات نرخ ارز، متفاوت خواهد بود. برای نمونه در نمودارهای ۱ و ۲ قابل مشاهده است که ارزهای یورو و پوند (دارای نظام ارزی شناور آزاد) در اثر نیروهای عرضه و تقاضای بازار، بین دو حالت افزایش ارزش و کاهش ارزش در نوسان هستند. اما ریال (دارای نظام ارزی شناور مدیریت‌شده) به دلیل تلاش‌های بانک مرکزی در نگه داشتن نرخ ارز در محدوده‌های مشخص، در برخی مقاطع، نوسان بسیار کم یا نزدیک به صفر را تجربه می‌کند.



نمودار ۲. سری زمانی نرخ ارز ریال



نمودار ۱. سری زمانی نرخ‌های ارز یورو و پوند

1. Rickards
2. Mahapatra & Bhaduri
3. Narayan, Devpura, & Wang
4. Ojea Ferreiro; Salisu & Vo,
5. Mohseni & Sadeghi Shahdani

بررسی مطالعات پیشین در حوزه رابطه نرخ ارز و بازار سرمایه نشان می‌دهد که تقریباً تمامی محققان این حوزه در خصوص معنی‌داری رابطه نرخ ارز و بازار سرمایه به اجماع رسیده‌اند اما، در مورد جهت اثر و همچنین، مثبت یا منفی بودن این اثر، اختلاف نظرات فراوانی به چشم می‌خورد. برخی از مطالعات، شواهدی را در خصوص تغییر نوع و میزان رابطه این دو متغیر در طول زمان ارائه کرده‌اند (لی و وان<sup>۱</sup>، ۲۰۱۲؛ سنسوی، سوباکی سنسوی و الالی<sup>۲</sup>، ۲۰۱۴). به علاوه، عدم در نظر گرفتن شکست‌های ساختاری در سری زمانی دو متغیر، ممکن است نتایج پژوهش را به کلی تغییر دهد (مالیک<sup>۳</sup>، ۲۰۲۱). لذا، برای بررسی رابطه نرخ ارز و بازار سرمایه باید از مدلی استفاده شود که هم امکان تغییر نوع رابطه در طول زمان را داشته باشد و هم شکست‌های ساختاری سری زمانی را در نظر بگیرد.

مدل‌های انتقال رژیم، مدل‌هایی هستند که با استفاده از آنها 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<sup>۴</sup> (۱۹۹۰) و کلاسن<sup>۵</sup> (۲۰۰۵)) و چرخه‌های تجاری (گاریسیا و پرون<sup>۶</sup> (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. مطالعات زیادی تناسب مدل‌های انتقال رژیم با سری زمانی نرخ ارز و رابطه این متغیر با بازار سرمایه را تایید کرده‌اند (چکیلی و نگوین<sup>۷</sup>، ۲۰۱۴؛ ولید، چاکر، مسعود و فرای<sup>۸</sup>، ۲۰۱۱؛ ذوالفقاری و صحابی<sup>۹</sup>، ۲۰۱۷) اما تعداد رژیم این مدل‌ها باید با توجه به شرایط ویژه سری‌های زمانی انتخاب شود.

در مطالعات پیشین که بیشتر آن‌ها در کشورهای پیشرفته و اقتصادهای نوظهور صورت گرفته، از مدل دو رژیمی مارکوف برای توضیح رابطه بازار سرمایه و نرخ ارز استفاده شده و تعداد رژیم‌های انتخابی با نظام ارزی آن‌ها (عمدتاً شناور آزاد) هم‌خوانی دارد (چکیلی و نگوین، ۲۰۱۴؛ ولید و همکاران<sup>۱۰</sup>، ۲۰۱۱). محققان داخلی نیز همانند مطالعات انجام شده در کشورهای پیشرفته برای بررسی ارتباط بازار سرمایه و نرخ ارز، از مدل دو رژیمی مارکوف استفاده کرده‌اند (برقی اسکویی و شهبازی<sup>۱۱</sup>، ۲۰۱۴؛ فضل زاده، آقاجانزاده و حقیقت<sup>۱۲</sup>، ۲۰۱۷؛ ذوالفقاری و صحابی، ۲۰۱۷). اما، بر اساس تفاوت الگوی تغییرات ارز در کشورهای پیشرفته و ایران (نمودارهای ۱ و ۲) انتظار می‌رود سری نرخ ارز در ایران از سه رژیم مختلف تشکیل شده و در پی آن ۳ رژیم مختلف برای نحوه اثرپذیری بازار سرمایه از بازار ارز وجود داشته باشد. بنابراین، انتظار

1. Liu & Wan
2. Sensoy, Sobaci, Sensoy, & Alali
3. Malik
4. Engel, C., & Hamilton
5. Klaassen
6. Garcia, R., & Perron, P
7. Chkili & Nguyen,
8. Walid, Chaker, Masood, & Fry
9. Zolfaghari & Sahabi
10. Walid et al.,
11. Barghi oskooyi & Shahbazzade Kheyavi ; Zolfaghari & Sahabi,
12. Fazlzadeh, Aghajanzadeh, & Haghighat,

می‌رود مدل ۳ رژیم مارکوف در مقایسه با مدل دو رژیمی، توان بیشتری در توضیح رابطه نرخ ارز و تغییرات بازار سرمایه ایران داشته باشد.

در پژوهش حاضر، ابتدا میزان تناسب مدل دو و سه رژیمی مارکوف در تشخیص الگوی نرخ ارز توسط معیارهای تشخیصی حداکثر درست‌نمایی ( $\log L$ )، آکاییک ( $AIC^1$ )، شوارتز ( $SC^2$ ) و حنان کوئین ( $HQC^3$ ) بررسی شده و پس از اطمینان از وجود ۳ رژیم مجزا در سری زمانی نرخ ارز، به بررسی رابطه بازار سرمایه و نرخ ارز تحت ۳ رژیم بیان شده پرداخته می‌شود. در همین راستا، میزان تناسب مدل دو و سه رژیمی مارکوف برای توضیح رابطه نرخ ارز و بازار سرمایه نیز با یکدیگر مقایسه خواهند شد. در ادامه، پس از اعتبارسنجی مدل ارائه شده، به پیش‌بینی بازار سرمایه ایران بر اساس رژیم‌های ارزی مشخص شده پرداخته خواهد شد.

### مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش:

نرخ ارز عبارت است از مقداری از پول ملی که برای به دست آوردن یک پول خارجی (ارز) باید پرداخت شود. اگر  $e_t$  تعداد ریال لازم برای خرید یک واحد دلار باشد، تغییرات نرخ ارز ریال به صورت  $E_t = \log(e_t/e_{t-1})$  تعریف می‌شود. این نرخ از نظر بنیادی تحت تاثیر عوامل زیادی قرار دارد. از مهمترین این عوامل می‌توان به نرخ بهره، تورم، کسری حساب جاری، بدهی‌های عمومی، تراز پرداخت‌ها و ثبات سیاسی و اقتصادی یک کشور اشاره کرد. نرخ ارز در کنار تاثیرپذیری از متغیرهای اقتصادی، بر بسیاری از متغیرهای اقتصادی اثرگذار بوده و بعضاً این اثر به صورت رفت و برگشتی عمل می‌کند. برای مثال افزایش تورم باعث افزایش نرخ ارز شده و افزایش نرخ ارز نیز باعث افزایش تورم می‌شود. نوسانات نرخ ارز بر اقتصاد هر کشور اثرات قابل توجهی دارد. به همین دلیل در طول سال‌های گذشته مدل‌های مختلفی برای تشریح الگوی تغییرات نرخ ارز و پیش‌بینی این متغیر ارائه شده است. بسیاری از محققان از رویکردهای مبتنی بر متغیرهای بنیادی برای پیش‌بینی نرخ ارز استفاده کرده اند (سارنو<sup>۴</sup>، ۲۰۰۵؛ هسینگ<sup>۵</sup>، ۲۰۰۶؛ راسخی و رستم‌زاده<sup>۶</sup>، ۲۰۱۱). برخی دیگر از محققان بر عملکرد مناسب مدل‌های شبکه عصبی از جمله مدل‌های MLP<sup>۷</sup>، RBFN<sup>۸</sup> و FLANN<sup>۹</sup> در پیش‌بینی نرخ ارز تاکید کرده اند (بوس، یاداو، شریواستاوا و

1. Akaike info criterion
2. Schwarz criterion
3. Hannan-Quinn criterion
4. Sarno
5. Hsing
6. Rasekhi & Rostemzadeh
7. Multi-layer Prediction
8. Radial Bias Function Neutral Network
9. Functional Link Artificial Neural Network

سیبرنتیس<sup>۱</sup>، آک، فینک، ژبو و سیستمز<sup>۲</sup>، ۲۰۱۰). عده زیادی از محققان نیز برای پیش بینی نرخ ارز از مدل های آماری چون مدل حرکت تصادفی<sup>۳</sup>، مدل GARCH<sup>۴</sup>، مدل انباشت رگرسیون، مدل های ARMA و ARIMA<sup>۵</sup> استفاده کرده اند (انگان<sup>۶</sup>، ۲۰۱۶؛ شیتو و یاوا<sup>۷</sup>، ۲۰۰۹). از بین مدل های آماری بسیاری از محققان با اشاره به ویژگی های خاص مدل های انتقال رژیم، به تناسب مدل های انتقال رژیم مارکف با الگوی تغییرات نرخ ارز اشاره کرده اند. لی و چن<sup>۸</sup> (۲۰۰۶) به طور خاص با بررسی ویژگی های مدل انتقال رژیم مارکف، نشان دادند که فرآیند سری زمانی انتقال رژیم مارکف برای توضیح تغییرات اکثر نرخ های ارز در جهان مناسب است (لی و چن، ۲۰۰۶).

بازار سرمایه یکی از انواع بازارهای مالی است که در آن به خرید و فروش اوراق بهادار، با سررسید بیشتر از یک سال و دارایی های بدون سررسید، پرداخته می شود. بازار سرمایه در نقش یک واسطه مالی، پس اندازهای خرد و کلان جامعه را به واحدهای تولیدی و سرمایه گذاری منتقل می کند. این فرآیند از طریق رشد حجم پس انداز و سرمایه گذاری، باعث تسریع رشد اقتصادی می شود. در حال حاضر بیش از نیمی از شرکت های بازار سرمایه ایران در چهار صنعت محصولات شیمیایی، فلزات اساسی، فرآورده های نفتی و کانی های فلزی فعالیت می کنند که به نوعی با اقتصاد بین الملل و به خصوص قیمت مواد اولیه اساسی<sup>۹</sup> در ارتباط هستند. بر اساس گزارش فروش شرکت های فعال در بازار سرمایه و همچنین گزارش های آماری معاملات بورس کالای ایران، مواد اولیه اساسی چه در بازارهای صادراتی و چه در بورس کالای داخلی، با قیمت روز دلار معامله و ارزش گذاری می شوند. شرکت های سرمایه گذاری نیز با خرید سهام شرکت های موجود در ۴ صنعت بیان شده، به طور غیرمستقیم با قیمت های جهانی و نرخ ارز رابطه دارند. همچنین صنایعی که بخش عمده ای از نهاده ها و کالاهای واسطه ای خود را از خارج وارد می کنند، به قیمت ارز وابسته هستند و انتظار می رود رابطه ای معکوس با این متغیر داشته باشند. برخی از شرکت های فعال در بخش خدمات و شرکت هایی که نهاده های خود را از داخل تامین و محصولات خود را در بازارهای داخلی عرضه می کنند به صورت غیرمستقیم از اثرات تورمی ناشی از افزایش نرخ ارز اثر می پذیرند. بنابراین با کمی اغماض انتظار می رود که نرخ ارز اثری مثبت و معنی دار بر بازده بازار سرمایه ایران داشته باشد اما با بررسی پیشینه این دو متغیر، شاهد واکنش های متفاوت بازار سرمایه به افزایش نرخ ارز بوده ایم. بازدهی بازار سرمایه عبارت است از درصد تغییر در شاخص بورس اوراق بهادار تهران. اگر  $I_t$  شاخص بورس اوراق بهادار در زمان  $t$  باشد بازدهی بازار سرمایه در زمان  $t$  برابر خواهد بود با:  $R_t = \log(I_t/I_{t-1})$ . سازو کار اقتصادی و بازار

1. Burse, Yadav, Shrivastava, & Cybernetics
2. Ak, Fink, Zio, & Systems
3. Random Walk
4. Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity
5. Autoregressive Integrated Moving Average
6. Ngan
7. Shittu & Yaya
8. Lee & Chen
9. Commodities



سرمایه در سایر کشورهای جهان متفاوت از ایران است جالب توجه است که در سایر کشورها نیز در خصوص نوع، میزان و جهت اثرات نرخ ارز و بازار سرمایه قانون مشخص و دقیقی وجود ندارد. تفاوت در واکنش های بازار سرمایه به بازار ارز و بالعکس، باعث تکاپوی محققان زیادی برای کشف رابطه این دو متغیر شده، که در ادامه به طور خلاصه مهمترین این پژوهش ها مطرح می شود:

هوانگ، وانگ و ژانگ<sup>۱</sup> (۲۰۲۱) با استفاده از یک مدل TVP-VAR<sup>۲</sup>، معنی داری اثرات نرخ ارز بر بازار سرمایه کشورهای BRICS<sup>۳</sup> را تایید کرده و نشان دادند که تفاوت و تشابهاتی در جهت، مدت زمان و حوزه اثرات نرخ ارز بر بازار سرمایه بین کشورهای BRICS وجود دارد. سالیسو و وو<sup>۴</sup> (۲۰۲۱) با استفاده از داده های پنل به این نتیجه رسیدند که: در محیط های دارای نرخ بهره پایین، نرخ ارز اثری بلندمدت و مستقیم و در محیط های دارای نرخ بهره بالا، نرخ ارز اثری کوتاه مدت و منفی بر بازار سرمایه دارد. ناباران و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۲۰) نشان دادند که کاهش ارزش یین باعث افزایش بازده سهام در بازار سرمایه ژاپن می شود. به بیان این محققان، این ارتباط بین نرخ ارز و بازار سرمایه ژاپن در دوره فراگیری ویروس کرونا (ژانویه ۲۰۲۰ تا اگوست ۲۰۲۰) نسبت به دوران قبل از این بحران، قوی تر است. خی، چن و وو<sup>۶</sup> (۲۰۲۰) با استفاده از آزمون علیت گرانجر و داده های پنل نشان دادند که قیمت سهام برای پیش بینی نرخ ارز مفید فایده است اما نرخ ارز برای پیش بینی قیمت سهام مفید فایده نیست. به عبارتی علیت از سمت سهام به سمت نرخ ارز است. دینگ<sup>۷</sup> (۲۰۲۱) مدلی را برای توضیح رابطه متغیر زمانی بین نرخ ارز و قیمت سهام ارائه داد. به بیان این محقق قیمت های سهام در هر دو کشور صنعتی همبسته هستند اما حساسیت های متفاوتی به عوامل ریسک مشترک دارند. زمانی که عامل مشترک مثبت جهانی برای سهام اتفاق بیفتد، کشوری که حساسیت بیشتری به عامل ریسک دارد سرمایه بیشتری را در بازار سهام خود جذب کرده و بنابراین باعث افزایش تقاضای ارز این کشور در بازار ارز شده و منجر به افزایش ارزش آن خواهند شد. مالیک<sup>۸</sup> (۲۰۲۱) با در نظر گرفتن جایجایی های ساختاری و با استفاده از مدل دو متغیره GARCH با الگوریتم مجموع مربعات تکراری تجمعی (ICSS<sup>۹</sup>) نشان می دهد که اگر جایجایی های ساختاری در نوسانات را نادیده بگیریم انتقال نوسان معنی داری از بازار سهام آمریکا به سمت بازار ارز دلار وجود دارد اما برعکس این رابطه صادق نیست. اما با لحاظ کردن جایجایی های ساختاری، هیچ انتقال نوسان معنی داری بین دو بازار به چشم نمی خورد. آیکی و هو<sup>۱۰</sup> (۲۰۲۱) با استفاده از یک مدل آربیتراژ چند عاملی نشان دادند که صنایع مختلف کشور آفریقای

1. Huang, Wang, & Zhang
2. Time Varying Parameter Vector Auto Regressions

۳. برزیل، روسیه، هند، چین و آفریقای جنوبی

4. Salisu & Vo
5. Narayan et al.
6. Xie, Chen, & Wu
7. Ding
8. Malik
9. Iterative Cumulative Sum of Square
10. Iyke & Ho

جنوبی در دوران فراگیری ویروس کرونا، حساسیت بیشتری را به نرخ ارز نشان می‌دهند. آنها در ادامه پژوهش خود نشان می‌دهند که تقریباً تمام صنایع این کشور از افزایش نرخ ارز آسیب می‌بینند و تعداد معدودی از این صنایع نیز ممکن است از افزایش ریسک نرخ ارز در این کشور منتفع شوند. اجیا فریریو<sup>۱</sup> (۲۰۲۰) معنی‌داری بودن اثر ارزش یورو بر بازار سهام اروپا را تایید کرده و نشان می‌دهد که وقتی قیمت یورویی نفت به دلیل کاهش قیمت دلاری نفت، کاهش می‌یابد، و همچنین زمانی که قیمت یورویی نفت به دلیل کاهش ارزش یورو در برابر دلار، افزایش می‌یابد، ریزش‌های بیشتری را در بازار سهام اروپا شاهد هستیم. مورالس زوماکورو و سوسویلا ریورو<sup>۲</sup> (۲۰۱۸) با بررسی سرریز ریسک بین بازار ارز و بازار سهام ۷ کشور تشکیل دهنده عمده معاملات بازار ارز جهانی (انگلیس، آمریکا، منطقه اروپا، استرالیا، سوئیس، کانادا و ژاپن) و با استفاده روش C-GARCH و SVAR نشان دادند که: ۱- اجزای دائمی و موقت واریانس شرطی در دوره‌های رشد اقتصادی و عدم ثبات مالی نقطه اوج نوسانات خود را تجربه می‌کنند. ۲- در طول دوره بحران‌های مالی گذشته، روابط نوسانی بلندمدت نسبت به روابط نوسانی کوتاه‌مدت قوی‌تر هستند. ۳- بازارهای سرمایه در تمام فضای نمونه به جز دوره بحران مالی جهانی، نقش بسزایی در انتقال نوسانات کوتاه و بلند مدت بازی کرده و بازارهای نرخ ارز اصلی‌ترین عامل نوسانات بلندمدت هستند. بارترام و بدنار<sup>۳</sup> (۲۰۱۲) با بررسی بازار سرمایه ۳۷ کشور بیان داشتند که صرف‌ریسک نرخ ارز در بازارهای سرمایه معنی‌دار است. همچنین میزان اثرپذیری بازده‌ها از ریسک نرخ ارز، به طور مستقیم با اندازه و علائم تغییرات نرخ ارز در ارتباط است. ماهاپاترا و بهادوری<sup>۴</sup> (۲۰۱۹) با استفاده از یک مدل آربیتراژی با ضرایب تصادفی نشان دادند که بازار سرمایه هند به طور معنی‌داری به نوسانات نرخ از واکنش نشان می‌دهد. جو و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۱۸) با استفاده از دو روش تئوری ماتریس تصادفی<sup>۶</sup> و حداقل درخت پوششی<sup>۷</sup> نشان دادند که تنها چند بخش خاص در بازار سرمایه کره جنوبی به مقدار زیادی تحت تاثیر نرخ ارز قرار داشته اما عمده بخش‌ها اثرات کمی از نرخ ارز می‌پذیرند. سنسوی و همکاران<sup>۸</sup> (۲۰۱۴) با استفاده از مفهوم انتقال موثر آنتروپی (معیاری برای علیت غیرخطی)، در چند کشور دارای اقتصاد نوظهور نشان می‌دهند که قبل از بحران مالی ۲۰۰۸ ارتباط کمی بین بازار ارز و بازار سرمایه وجود داشته است اما در طول دوران بحران و پس از آن رابطه دوجبهته و قدرتمندی بین دو بازار شکل گرفته است. و جهت این اثر از سمت بازار سرمایه به سمت بازار ارز است. لیو و وان<sup>۹</sup> (۲۰۱۲) با استفاده از آزمون‌های خطی و غیرخطی علیت گرانجر نشان دادند

1. Ojea Ferreiro
2. Morales-Zumaquero & Sosvilla-Rivero
3. Bartram & Bodnar
4. Mahapatra & Bhaduri
5. Jo, Kim, Lim, & Kim
6. random matrix theory
7. minimum spanning tree
8. Sensoy et al
9. Liu & Wan



که قبل از بحران مالی ۲۰۰۸ هیچ گونه علیتی بین دو بازار ارز و سرمایه چین وجود ندارد اما بعد از بحران مالی علیت غیرمستقیمی از بازار ارز به سمت بازار سرمایه وجود دارد. چکلی و نگوین (۲۰۱۴) با استفاده از یک مدل دو رژیمی مارکوف نشان می دهند که نوسانات بازار سرمایه کشورهای BRICS<sup>۱</sup> را می توان به دو رژیم "نوسان کم" و "نوسان زیاد" تفکیک کرد. نتایج این پژوهش حاکی از اثرگذاری بازار سرمایه بر بازار ارز در طول هر دو رژیم بیان شده است. تسای<sup>۲</sup> (۲۰۱۲) با استفاده از رویکرد رگرسیون چارکی<sup>۳</sup>، نشان داد که در زمان هایی که نرخ های ارز بسیار بالا یا بسیار پایین است، بین بازار سرمایه و نرخ ارز رابطه ای منفی و معنی دار وجود دارد. پاترو، والد و وو<sup>۴</sup> (۲۰۰۲) با استفاده از رویکرد GARCH یک مدل قیمت گذاری دارایی را برای ۱۶ کشور OECD<sup>۵</sup> اجرا کرده و نشان دادند که صرف ریسک سبد ارزی این ۱۶ کشور بر شاخص بازار سرمایه آنها اثر معنی داری دارد. مون<sup>۶</sup> (۲۰۰۷) نشان می دهد که نوسان بیشتر نرخ ارز در یک کشور، همبستگی بازار سرمایه آمریکا و بازار سرمایه آن کشور را کاهش می دهد. ولید و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۱۱) با استفاده از یک مدل EGARCH انتقال رژیم مارکوف در ۴ کشور دارای اقتصاد نوظهور نشان دادند که رابطه بازار سرمایه و نرخ ارز به شدت به رژیم های مختلف بستگی دارد. ذوالفقاری و سهایی (۲۰۱۷) نشان دادند که برای برآورد ارزش در معرض ریسک بازده سهام شرکت های نفتی بازار سرمایه ایران، مدل GARCH انتقال رژیم مارکوف، عملکرد بهتری نسبت به مدل ARIMA-GARCH داشته و نوسانات بازده این شرکت ها را بهتر توضیح می دهد. محسنی و صادقی شاهدانی (۲۰۱۹) با استفاده از مدل گارچ چند متغیره نشان دادند که اثر شوک های ارزی بر بازار سرمایه دارای پایداری کوتاه مدت منفی و پایداری بلندمدت مثبت است. همچنین سرریز نوسان به صورت نامتقارن و مثبت از بازار ارز بر بازار سرمایه وجود دارد. برقی اسکویی و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از مدل های غیرخطی مارکوف سوئیچینگ نشان می دهند که تغییرات متغیر برون زای نرخ ارز واقعی و قیمت نفت خام با یک وقفه تأخیر، تأثیر مثبت و معنی دار بر شاخص قیمت سهام داشته و اثر تغییرات این متغیرها با دو وقفه تأخیر بر شاخص قیمت سهام، منفی و معنی دار است. محرابیان و چگینی (۲۰۱۴) با استفاده از مدل خودرگرسیون برداری (VAR) نشان می دهند که بین نرخ ارز، نوسانات آن و شاخص قیمت سهام رابطه تعادلی بلندمدت معنی دار وجود دارد. به گونه ای که نرخ ارز بر شاخص قیمت سهام اثر منفی و نوسانات آن دارای اثر مثبت است. فضل زاده و همکاران (۲۰۱۷) با استفاده از رویکرد مارکوف-سوئیچینگ و مدل یوهانسن جوسیلیوس نشان می دهند که نرخ ارز اثرات نامتقارنی بر شاخص بازار سرمایه ایران دارد بطوری که افزایش نرخ ارز تأثیر مثبت زیادی بر شاخص

۱. برزیل، روسیه، هند، چین و آفریقای جنوبی

2. Tsai
3. Quantile Regression Approach
4. Patro, Wald, & Wu
5. Organization for Economic Co-operation and Development
6. Mun
7. Walid et al



کل می‌گذارد اما در کاهش نرخ ارز میزان اثرگذاری منفی آن بر شاخص کل به مراتب کمتر از اثرگذاری مثبت آن است.

### روش شناسی پژوهش

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 خودرگرسیون<sup>۱</sup> 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<sup>۲</sup> به دست می‌آید که از یک فرآیند ساده AR(1) تبعیت می‌کند. این مدل به مدل نوسانات تصادفی SV<sup>۳</sup> 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 هیچ جابجایی ساختاری<sup>۴</sup> 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<sup>۵</sup> (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 (هوانگ و همکاران<sup>۶</sup>، ۲۰۰۴). به بیان دیگر عدم توانایی این مدل‌ها در تشخیص جابجایی‌های گسسته<sup>۷</sup> 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. مدل‌های انتقال رژیم مدل‌هایی 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 به صورت تصادفی انجام می‌شود. توانایی مدل‌های انتقال رژیم مارکوف در جابجایی بین رژیم‌های مختلف یک سری زمانی، از طریق اجرای رگرسیون‌های انتقال رژیم، قابل تعمیم به رابطه دو سری زمانی نیز هست. اگر  $R_t$  بازده شاخص بورس و  $E_t$  تغییرات نرخ ارز باشد. مدل انتقال رژیم مارکوف برای رابطه نرخ ارز و شاخص بازار سرمایه به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$R_t = \mu_{S_t} + \phi_{S_t} E_t + \sigma_{S_t} e_t \quad (1)$$

که در آن:

1. Autoregressive Conditional Heteroscedastic Constructions
2. Log-volatility
3. Stochastic Volatility
4. Structural Shifts
5. Volatility Clustering
6. Hwang, Satchell, & Pereira
7. Discrete Shifts



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

معادله ۱ مدلی پویا با قابلیت جابجایی بین رژیم های مختلف را نشان می دهد. عرض از مبدا  $\mu$  و ضریب رگرسیون  $\phi$  می توانند  $k$  مقدار مختلف داشته باشد که حاکی از انتظارات متفاوت در  $k$  رژیم مختلف است. واریانس خطاها نیز می توانند در هر رژیم مقدار متفاوتی داشته باشند.

$S_t$  متغیر غیر قابل مشاهده (پنهان) مارکوف است که بر اساس احتمالات گزار زیر تکامل پیدا می کند:

$$P = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1k} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2k} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ P_{k1} & P_{k2} & \dots & P_{kk} \end{pmatrix} \quad (3)$$

$$P_{ij} = Pr\left(S_t = j \mid S_{t-1} = i\right)$$

$$\sum_{j=1}^k P_{ij} = 1 \quad \forall i. \quad (4)$$

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

$$\log L = \sum_{t=1}^T \log f(R_t | S_t) \quad (5)$$

که:

$$f(R_t | S_t) = \frac{1}{\sigma_{S_t} \sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma_{S_t}^2} (R_t - \mu_{S_t} - \phi_{S_t} E_t)^2\right\} \quad (6)$$

از آنجایی که  $S_t$  قابل مشاهده نیست، فرآیند تخمین نمی تواند به صورت مستقیم صورت گیرد. بنابراین با پیروی از هامیلتون (۱۹۹۰) از روش زیر استفاده می کنیم:

$$f\left(R_t, S_t \mid \Psi_{t-1}\right) = f\left(R_t \mid S_t, \Psi_{t-1}\right) P\left(S_t \mid \Psi_{t-1}\right) \quad (7)$$

$\Psi_{t-1}$  نماینده اطلاعات موجود تا زمان  $t-1$  است. و:

$$f(R_t | \Psi_{t-1}) = \sum_{S_t=1}^k f(R_t | S_t, \Psi_{t-1}) P(S_t | \Psi_{t-1}) \quad (8)$$

به طوری که معادله ۵ را می توان به صورت زیر بازنویسی کرد:

$$\log L = \sum_{t=1}^T \log \sum_{S_t=1}^k f(R_t | S_t, \Psi_{t-1}) P(S_t | \Psi_{t-1}) \quad (9)$$

برآورد احتمال های هر رژیم  $P(S_t = j)$  از طریق الگوریتم زیر محاسبه می شود:

۱. احتمال های ثابت هر رژیم برآورد می شود  $P(S_1 = 1 | \Psi_0)$  و  $P(S_1 = 2 | \Psi_0)$  و ... و

$$P(S_1 = k | \Psi_0)$$

۲. برای  $t = 1, 2, \dots, T$

الف: در زمان  $t$  احتمال هر یک از رژیم ها به شرط اطلاعات موجود در  $t-1$   $(\Psi_{t-1})$  به صورت زیر

محاسبه می شود:

$$P(S_t = j | \Psi_{t-1}) = \sum_{i=1}^k P_{ij} P(S_t = i | \Psi_{t-1}) \quad (10)$$

ب: با استفاده از پارامترهای مدل ها در هر رژیم که شامل  $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k$  ،  $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_k$  ،

$\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_k$  و  $P_{11}, P_{22}, \dots, P_{kk}$  هستند  $\log L$  در هر رژیم در زمان  $t$  محاسبه می شود.

ج: احتمال هر رژیم به صورت زیر بروز رسانی می شود:

$$P(S_t = j | \Psi_{t-1}) = \frac{f(R_t | S_t = j, \Psi_{t-1}) P(S_t = j | \Psi_{t-1})}{\sum_{j=1}^k f(R_t | S_t = j, \Psi_{t-1}) P(S_t = j | \Psi_{t-1})} \quad (11)$$

برای مقایسه میزان تناسب الگوی نوسانات نرخ ارز کشور ایران با مدل سه رژیمی مارکوف نسبت به

مدل دو رژیمی، معادله انتقال رژیم روی یک سری زمانی با یک وقفه زمانی به صورت زیر اجرا می شود:

$$E_t = \mu_{S_t} + \phi_{S_t} E_{t-1} + \sigma_{S_t} e_t \quad (12)$$

نتایج برازش مدل ها از لحاظ معیارهای تشخیصی حداکثر درستنمایی ( $\log L$ )، آکایک (AIC)،

شوارتز (SC) و حنان کوئین (HQC) با یکدیگر مقایسه می شود. رابطه تابع حداکثر درستنمایی با سایر

معیارها به صورت زیر است:

$$AIC = -2 \log L + 2m$$

$$SC = -2 \log L + m \log(T) \quad (13)$$

$$HQC = -2 \log L + 2m \log(\log(T))$$

در رابطه فوق،  $L$  تابع درستمایی و  $m$  نماینده تعداد پارامترهای در نظر گرفته شده در مدل است. هر مدلی که معیار حداکثر درستمایی آن بیشتر و معیارهای AIC، SC و HQC آن کمتر باشد مدل مناسب‌تری برای توضیح نوسانات نرخ ارز است. همچنین، مجزا بودن رژیم‌های مطرح شده از طریق آزمون والد مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در ادامه، برای مقایسه میزان تناسب مدل دو و سه‌رژیمی انتقال رژیم مارکوف رابطه نرخ ارز و بازار سرمایه نیز از ۴ معیار تشخیصی مطرح شده استفاده خواهد شد. برای پیش‌بینی یک سال آینده بازار سرمایه ایران با استفاده از مدل انتقال رژیم مارکوف، از خاصیت رابطه بردار احتمال رژیم‌ها در هر مقطع زمانی با ماتریس احتمال‌های گذار استفاده خواهد شد. در مدل انتقال رژیم مارکوف از حاصلضرب بردار احتمال رژیم‌های زمان  $t-1$  در ماتریس احتمال گذار مدل، بردار احتمال رژیم‌های زمان  $t$  بدست خواهد آمد. به عبارتی اگر  $x_t$  معادل بردار احتمال رژیم‌های یک مدل مارکوف  $(P(S_t = 1) \quad P(S_t = 2) \quad P(S_t = 3))$  و  $P$  ماتریس احتمال‌های گذار مدل انتقال رژیم مارکوف باشد، رابطه زیر برقرار است:

$$x_t = x_{t-1} P \quad (14)$$

لازم به ذکر است که دقت این پیش‌بینی به برازش درست ماتریس احتمال‌های گذار و تناسب مدل سه‌رژیمی مارکوف با الگوی رابطه نرخ ارز با بازار سرمایه ایران دارد. نیکویی برازش این مدل نیز از طریق بررسی احتمال‌های هموار شده است و تطابق آن با نمودار تغییرات نرخ ارز و شاخص بازار سرمایه بررسی خواهد شد. به‌علاوه سری زمانی نرخ ارز ریال از بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، و سری شاخص بورس، از سایت سازمان بورس و اوراق بهادار استخراج شده است.

### تجزیه و تحلیل داده‌ها و آزمون فرضیه‌ها:

در ابتدای این بخش از پژوهش، میزان تناسب مدل‌های دو و سه‌رژیمی مارکوف با سری زمانی نرخ ارز ریال با یکدیگر مقایسه می‌شود. خلاصه برازش ۴ معیار تشخیصی تناسب مدل، شامل: حداکثر درستمایی ( $\log L$ )، آکائیک (AIC)، شوارتز (SC) و حنان کوئین (HQC) برای مدل‌های دو و سه‌رژیمی مارکوف در جدول ۱ گزارش شده است.

جدول ۱. مقایسه معیارهای تشخیصی مدل‌های دو و سه‌رژیمی مارکوف

HQC	SC	AIC	Log L	تعداد رژیم	نرخ ارز
-۲/۴۰	-۳/۳۴	-۲/۵۰	۲۷۶	۲	ریال
-۲/۴۴	-۳/۲۲	-۲/۵۲	۲۸۴	۳	

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۱ نشان می‌دهد که از نظر ۳ معیار  $\log L$ ، AIC و HQC، برای توضیح نوسانات نرخ ارز ریال، مدل سه‌رژیمی نسبت به مدل دو رژیمی بهتر عمل می‌کند ( $\log L: 276 > 284$ ، AIC:  $-3/52 > -3/50$ ، HQC:  $-3/44 > -3/40$ ). تنها معیار SC این مساله را با اختلاف بسیار ناچیزی تأیید نمی‌نماید (SC:  $-3/34 > -3/22$ ).

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 گرفت:

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 \\ H_1: \text{برابری انحراف معیارها عدم} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \\ H_1: \text{برابری میانگین‌ها عدم} \end{array} \right.$$

جدول ۴. آزمون برابری انحراف معیارهای ۳ رژیم		جدول ۳. آزمون برابری میانگین‌های ۳ رژیم	
احتمال معنی‌داری	آماره	احتمال معنی‌داری	آماره
۰/۰۰۰۰	F	۰/۰۰۰۰	F
۰/۰۰۰۰	$\chi^2$	۰/۰۰۰۰	$\chi^2$

منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که از نتیجه آزمون‌های F و کای‌دو 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 بیان‌شده کاملاً از یکدیگر قابل تفکیک هستند.

با اطمینان از وجود سه رژیم مجزا در سری زمانی نرخ ارز ریال، انتظار می‌رود رابطه نرخ ارز و بازار سرمایه ایران نیز قابل تفکیک به سه رژیم مختلف باشد. برای بررسی این مهم مدل‌های رگرسیونی دو و سه‌رژیمی مارکوف برای رابطه نرخ ارز و بازار سرمایه مورد مقایسه قرار می‌گیرد. لازم به توضیح است که در مدل‌های رگرسیونی اجرا شده، داده‌های نرخ ارز معکوس شده و به صورت ارزش پول ملی در نظر گرفته شده است. جدول ۵ خلاصه ۴ معیار تشخیصی را برای مقایسه این دو مدل گزارش می‌کند:

**جدول ۵. مقایسه معیارهای تشخیصی مدل‌های رگرسیونی انتقال رژیم اثر نرخ ارز بر بازار سرمایه**

HQC	SC	AIC	Log L	تعداد رژیم
-۲/۳۲	-۲/۲۳	-۲/۳۹	۱۹۱	۲
-۲/۳۶	-۲/۱۹	-۲/۴۸	۲۰۵	۳

رگرسیون انتقال رژیم اثر نرخ ارز بر بازار سرمایه

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد از نظر ۳ معیار  $\log L$ ، AIC و HQC برای توضیح رابطه ارزش ریال و بازدهی بازار سرمایه، مدل سه‌رژیمی نسبت به مدل دو رژیمی بهتر عمل می‌کند ( $\log L: 191 > 205$ ، AIC:



۲/۴۸ > -۲/۳۹، -HQC: ۲/۳۶ > -۲/۳۲). فقط معیار SC این مساله را تایید نمی نماید (۲/۲۳ > -۲/۱۹). عرض از مبدا، ضریب رگرسیون و انحراف معیار هر یک از رژیم های مدل دو و سه رژیمی رابطه نرخ ارز و بازار سرمایه به همراه ضریب معنی داری آنها در جدول ۶ گزارش شده است. ضرایب رگرسیون نشان می دهد که رابطه نرخ ارز و بازار سرمایه رابطه ای همواره مثبت نیست. بر اساس نتایج جدول ۶ در مدل دو رژیمی تنها در یکی از رژیم ها، ضریب اثرگذاری نرخ ارز بر بازار سرمایه معنی دار است. اما در مدل ۳ رژیمی ضریب اثرگذاری نرخ ارز بر بازار سرمایه در هر سه رژیم معنی دار است. همچنین جالب توجه است که در مدل دو رژیمی نشانی از رابطه منفی بازار سرمایه و نرخ ارز مشخص نشده است. اما در مدل سه رژیمی یکی از رژیم ها به رابطه منفی این دو بازار اشاره دارد. با توجه به اینکه فعالان بازار سرمایه بارها شاهد رابطه معکوس بازار ارز و بازار سرمایه بوده اند و همچنین بر اساس معنی داری ضرایب رگرسیون مطرح شده می توان نتیجه گرفت که مدل سه رژیمی بسیار بهتر از مدل دو رژیمی نوع اثرگذاری نرخ ارز بر بازار سرمایه را تشریح کرده است. این مساله تاییدی بر نتایج جدول ۵ است که نشان داد سه معیار از چهار معیار تشخیصی، برتری مدل ۳ رژیمی در توضیح اثرگذاری نرخ ارز بر بازار سرمایه را تایید می کند<sup>۱</sup>. با دقت در نتایج مدل ۳ رژیمی می توان رابطه بازار سرمایه و بازار ارز را به سه رژیم زیر تفکیک کرد:

رژیم اول: واکنش منفی بازار سرمایه به افزایش نرخ ارز در شرایط کم نوسان؛

رژیم دوم: واکنش مثبت بازار سرمایه به افزایش نرخ ارز در شرایط پر نوسان؛

رژیم سوم: واکنش مثبت بازار سرمایه به افزایش نرخ ارز در شرایط کم نوسان.

**جدول ۶.** عرض از مبدا، ضریب رگرسیون و واریانس مدل های رگرسیونی انتقال رژیم نرخ ارز و بازار سرمایه

تعداد رژیم	عرض از مبدا	ضریب $\phi$	واریانس	احتمال $P_{jj}$	
۲	رژیم اول	٪ ۴/۸ (۰/۰۲۷۹)	- ۰/۵۱ (۰/۰۳۱۷)	٪ ۱۲/۵۰ (۰/۰۰۰۰)	$P_{11} = ۰/۹۸۸$
	رژیم دوم	٪ ۲/۱۴ (۰/۰۰۰۱)	- ۰/۰۰۲ (۰/۹۸۴۸)	٪ ۵/۴۱ (۰/۰۰۰۰)	$P_{22} = ۰/۹۹۳$
۳	رژیم اول	٪ ۷/۱۷ (۰/۰۰۰۰)	۰/۸۲ (۰/۰۰۶۷)	٪ ۳/۷۰ (۰/۰۰۰۰)	$P_{11} = ۰/۷۰۶$
	رژیم دوم	٪ ۴/۸۳ (۰/۰۳۱۸)	- ۰/۴۷ (۰/۰۳۷۴)	٪ ۱۲/۵۱ (۰/۰۰۰۰)	$P_{22} = ۰/۹۸۹$
رژیم سوم	٪ - ۰/۸۴ (۰/۱۶۲۹)	- ۰/۲۹ (۰/۰۰۲۵)	٪ ۳/۶۷ (۰/۰۰۰۰)	$P_{33} = ۰/۸۵۳$	

منبع: یافته های پژوهش

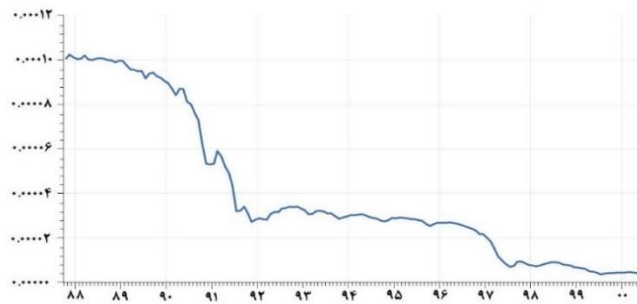
۱. لازم به توضیح است از آنجاکه سری زمانی نرخ ارز به صورت یک واحد ریال در برابر دلار در نظر گرفته شده است، ضریب  $\phi$  مثبت در جدول ۶ به معنی اثر منفی نرخ ارز بر بازار سرمایه است.

معادله ۱۵ ماتریس احتمال‌های گذار مدل سه‌رژیمی را نشان می‌دهد. بر اساس این ماتریس احتمال باقی ماندن در هر رژیم نسبت به جایجایی بین رژیم‌ها بسیار بیشتر است. همچنین احتمال باقی ماندن سیستم در رژیم دوم بیشتر از احتمال باقی ماندن در رژیم‌های اول و سوم است.

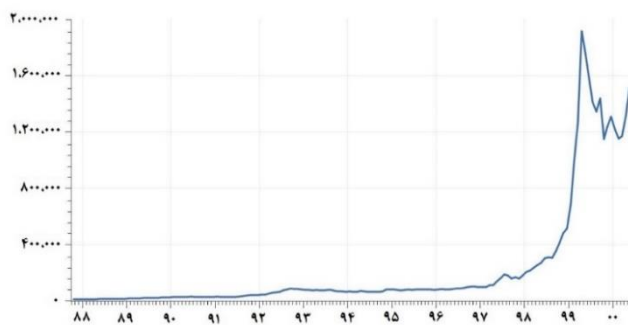
$$P = \begin{pmatrix} 0,706 & 0,001 & 0,293 \\ 0,001 & 0,989 & 0,010 \\ 0,137 & 0,008 & 0,853 \end{pmatrix} \quad (15)$$

یکی از جنبه‌های بررسی میزان تناسب مدل انتقال رژیم مارکف با سری زمانی داده‌ها و همچنین، اعتبار ماتریس احتمال‌های گذار، بررسی همخوانی احتمال‌های هموار شده رژیم‌ها (نمودارهای ۷ تا ۹) با سری واقعی متغیرهای به کار گرفته شده در مدل (نمودارهای ۳ تا ۶) است.

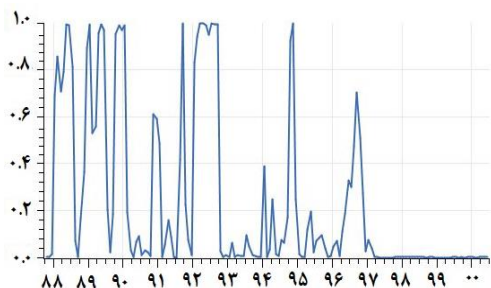
علاوه بر جدول ۶، نمودارهای ۳ و ۴ نیز به خوبی نشان می‌دهند که رابطه نرخ ارز و بازار سرمایه ایران قابل تفکیک به سه رژیم مختلف است. در رژیم اول با افزایش نرخ ارز (کاهش ارزش پول ملی) بازده بازار سرمایه کاهش می‌یابد (در این رژیم هر دو بازار کم نوسان هستند). در رژیم دوم کوچکترین تغییری در نرخ ارز با واکنش معنی‌دار و همجهت بازار سرمایه روبرو بوده است (در این رژیم هر دو بازار پر نوسان هستند). در رژیم سوم نیز افزایش نرخ ارز اثری مثبت بر بازده بازار سرمایه دارد (در این رژیم تنها بازار ارز دچار نوسان شدید است). بنابراین می‌توان استدلال کرد که اگر بازار سرمایه دچار نوسان شدید باشد و به عبارتی شرایط بحرانی را تجربه کند، افزایش نرخ ارز حتماً باعث افزایش بازده بازار سرمایه می‌شود اما در شرایط دیگر اثر نرخ ارز بر بازار سرمایه می‌تواند مثبت یا منفی باشد.



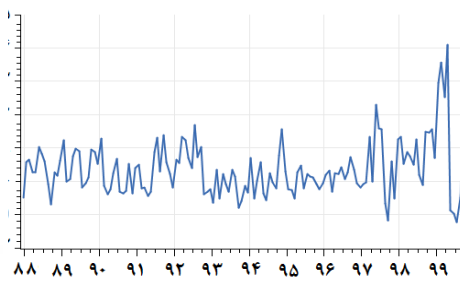
نمودار ۳. روند ارزش نرخ ارز ریال



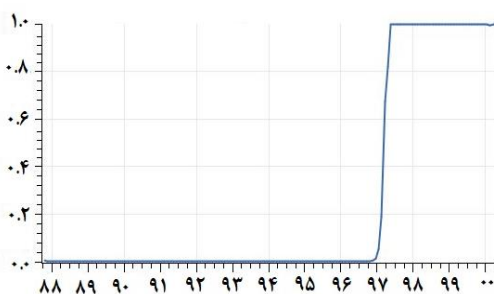
نمودار ۴. روند شاخص بورس



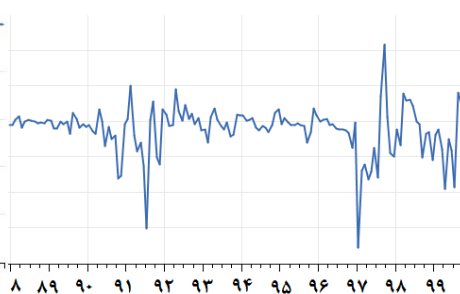
نمودار ۷. احتمال رژیم اول



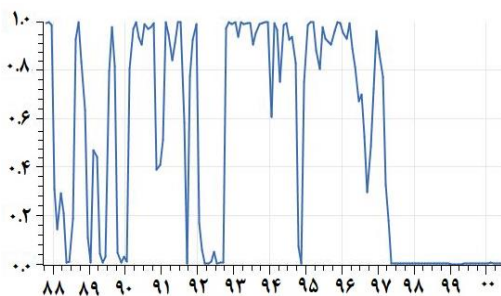
نمودار ۵. درصد تغییرات شاخص بورس



نمودار ۸. احتمال رژیم دوم



نمودار ۶. درصد تغییرات نرخ ارز ریال



نمودار ۹. احتمال رژیم سوم

احتمال های رژیم اول و سوم نشان می دهد که در سال های قبل از ۱۳۹۷ همواره بین اثر مثبت و منفی نرخ ارز بر بازار سرمایه جابجایی وجود داشته است اما از سال ۱۳۹۷ به بعد بازار سرمایه به شدت به نوسانات بازار ارز حساس شده و همجهت با تغییرات نرخ ارز تغییر می کند. همخوانی نوسانات و داده های واقعی دو بازار ارز و سرمایه با احتمال های هموار شده نشان می دهد که رژیم های تشخیص داده شده توسط مدل انتقال رژیم مارکف و همچنین ماتریس احتمال های گذار برآوردی توسط این مدل قابلیت اتکای لازم را دارند.



در ادامه با استفاده از بردار احتمال رژیم‌ها و ماتریس احتمال گذار، به پیش‌بینی احتمال وقوع رژیم‌های مختلف در آینده پرداخته شد. 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 به صورت زیر بدست می‌آید:

$$[0,0001 \quad 0,9975 \quad 0,0023]$$

با توجه به ماهانه بودن داده‌ها، پیش‌بینی بردار احتمال رژیم‌های رابطه نرخ ارز و بازار سرمایه در یک و دو سال آینده به صورت زیر انجام می‌شود:  
یکسال آینده:

$$[0,0001 \quad 0,9975 \quad 0,0023] \times \begin{pmatrix} 0,706 & 0,001 & 0,293 \\ 0,001 & 0,989 & 0,010 \\ 0,137 & 0,008 & 0,853 \end{pmatrix}^{12} = \begin{matrix} (16) \\ [0,0338 \quad 0,8778 \quad 0,0872] \end{matrix}$$

دو سال آینده:

$$[0,0001 \quad 0,9975 \quad 0,0023] \times \begin{pmatrix} 0,706 & 0,001 & 0,293 \\ 0,001 & 0,989 & 0,010 \\ 0,137 & 0,008 & 0,853 \end{pmatrix}^{24} = \begin{matrix} (17) \\ [0,0651 \quad 0,7799 \quad 0,1509] \end{matrix}$$

بر اساس بردار احتمال رژیم‌های پیش‌بینی شده، محتمل‌ترین رژیم برای یک سال آینده ایران (شهریور ۱۴۰۱)، رژیم دوم (اثر مثبت نرخ ارز بر بازار سرمایه در فضای پر نوسان) است (۰/۸۷۷). اما این احتمال نسبت به شهریور ۱۴۰۰ کمتر شده است. همچنین بر اساس نتایج معادله ۱۷ احتمال قرار داشتن در رژیم دوم در دو سال آینده (شهریور ۱۴۰۲) همچنان بالا بوده اما نسبت به سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ کمتر شده و نشان از روندی نزولی برای احتمال حضور در رژیم دوم دارد. احتمال قرار داشتن در رژیم‌های اول و سوم در شهریور ۱۴۰۱ به ترتیب ۰/۰۳۳ و ۰/۰۸۷ است. بر اساس بردار احتمال معادله ۱۷ احتمال قرار داشتن در رژیم‌های اول و سوم در شهریور ۱۴۰۲ نیز به ترتیب ۰/۰۶۵ و ۰/۱۵۰ است. پیش‌بینی احتمال‌های هموار شده برای ۳، ۴ و ۵ سال آینده در جدول ۷ نشان می‌دهد که احتمال حضور در رژیم دوم رو به نزول و احتمال حضور در رژیم سوم با سرعت رو به صعود است. بنابراین انتظار می‌رود در سال‌های آینده نیز شاهد اثر مثبت نرخ ارز بر بازار سرمایه بوده اما این اثر در فضایی کم نوسان‌تر نسبت به سال‌های اخیر رخ دهد.



**جدول ۷.** پیش بینی احتمال رژیم های اثرگذاری نرخ ارز بر بازار سرمایه در ۳ تا ۵ سال آینده

۳ سال آینده	۴ سال آینده	۵ سال آینده
[۰,۰۹۰۲ ۰,۶۹۹۸ ۰,۲۰۱۹]	[۰,۱۱۰۱ ۰,۶۳۳۹ ۰,۲۴۲۴]	[۰,۱۲۶۰ ۰,۵۷۹۸ ۰,۲۷۴۵]

منبع: یافته های پژوهش

### نتیجه گیری و بحث

در پژوهش حاضر با توجه به این مهم که تلاش های بانک مرکزی برای ثبات بازار ارز و داشتن سیستم ارزی شناور مدیریت شده باعث می شود الگوی تغییرات نرخ ارز ایران متفاوت از الگوی تغییرات نرخ ارز کشورهای پیشرفته (دارای سیستم ارزی شناور آزاد) شود، مدل سه رژیمی مارکوف برای توضیح اثرگذاری نرخ ارز بر بازار سرمایه این کشور به کار گرفته شد. در این پژوهش که در بازه زمانی ۱۳۸۷ تا ۱۴۰۰ انجام شده است در ابتدا با استفاده از معیارهای حداکثر درستی، آکائیک و حنان کوئین مشخص شد که مدل سه رژیمی مارکوف برای توضیح نوسانات نرخ ارز ایران بسیار مناسب تر از مدل دو رژیمی است. با دستیابی به این مهم در ادامه اثر نرخ ارز بر بازار سرمایه نیز با مدل سه رژیمی مارکوف سنجیده و با نتایج مدل دو رژیمی مقایسه شد. بر اساس معیارهای حداکثر درستی، آکائیک و حنان کوئین، نتایج حاکی از عملکرد بسیار مطلوب تر مدل سه رژیمی در توضیح رابطه نرخ ارز و بازار سرمایه بود.

نتایج همچنین نشان می دهد که در خصوص اثرگذاری نرخ ارز بر بازار سرمایه، سه رژیم مجزا به صورت "واکنش منفی بازار سرمایه به افزایش نرخ ارز در شرایط کم نوسان"، "واکنش مثبت بازار سرمایه به افزایش نرخ ارز در شرایط پر نوسان" و "واکنش مثبت بازار سرمایه به افزایش نرخ ارز در شرایط کم نوسان" قابل تعریف است. نتایج حاکی از آن است که در مدل دو رژیمی تنها در یکی از رژیم ها، ضریب اثرگذاری نرخ ارز بر بازار سرمایه معنی دار است. اما در مدل ۳ رژیمی ضریب اثرگذاری نرخ ارز بر بازار سرمایه در هر سه رژیم معنی دار است. بعلاوه در مدل دو رژیمی نشانی از رابطه منفی بازار سرمایه و نرخ ارز مشخص نشده است. اما در مدل سه رژیمی یکی از رژیم ها به رابطه منفی این دو بازار اشاره دارد. با توجه به اینکه فعالان بازار سرمایه بارها شاهد رابطه معکوس بازار ارز و بازار سرمایه بوده اند و همچنین بر اساس معنی داری ضرایب رگرسیون مطرح شده می توان نتیجه گرفت که مدل سه رژیمی بسیار بهتر از مدل دو رژیمی نوع اثرگذاری نرخ ارز بر بازار سرمایه را تشریح کرده است. در خصوص ویژگی های سه رژیم شناسایی شده مشخص شد که در رژیم اول با افزایش نرخ ارز (کاهش ارزش پول ملی) بازده بازار سرمایه کاهش می یابد (در این رژیم هر دو بازار کم نوسان هستند). در رژیم دوم کوچکترین تغییری در نرخ ارز با واکنش معنی دار و همجهت بازار سرمایه روبرو بوده است (در این رژیم هر دو بازار پر نوسان هستند). در رژیم سوم نیز افزایش نرخ ارز اثری مثبت بر بازده بازار سرمایه دارد (در این رژیم تنها بازار ارز دچار نوسان شدید است). بنابراین می توان استدلال کرد که اگر بازار ارز دچار نوسان شدید باشد و به عبارتی شرایط بحرانی را تجربه

کند، افزایش نرخ ارز حتما باعث افزایش بازده بازار سرمایه می‌شود اما در شرایط دیگر اثر نرخ ارز بر بازار سرمایه می‌تواند مثبت یا منفی باشد.

در ادامه برای پیش‌بینی نوع رژیم اثر نرخ ارز بر بازار سرمایه در یک و دو سال آینده ایران، ابتدا اعتبار مدل ارائه شده از طریق بررسی همخوانی احتمال‌های هموار شده رژیم‌ها با داده‌های واقعی نرخ ارز و بازار سرمایه سنجیده شده و سپس بر اساس رابطه ماتریس احتمال‌های گذار و بردار احتمال رژیم‌ها به پیش‌بینی آینده پرداخته شد. نتایج حاکی از همخوانی بسیار بالای احتمال رژیم‌های تشخیص داده شده توسط مدل با داده‌های واقعی سری نرخ ارز و شاخص بازار سرمایه است. بر اساس بردار احتمال رژیم‌های پیش‌بینی شده، محتمل‌ترین رژیم برای یک سال آینده ایران (شهریور ۱۴۰۱)، رژیم دوم (اثر مثبت نرخ ارز بر بازار سرمایه در فضای پر نوسان) است (۰/۸۷۷). اما این احتمال نسبت به شهریور ۱۴۰۰ کمتر شده است. همچنین احتمال قرار داشتن در رژیم دوم در دو سال آینده (شهریور ۱۴۰۲) همچنان بالا بوده اما نسبت به سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ کمتر شده و نشان از روندی نزولی برای احتمال حضور در رژیم دوم دارد. احتمال قرار داشتن در رژیم‌های اول و سوم در شهریور ۱۴۰۱ به ترتیب ۰/۰۳۳ و ۰/۰۸۷ است. بنابراین انتظار می‌رود در سال‌های آینده نیز شاهد اثر مثبت نرخ ارز بر بازار سرمایه بوده اما این اثر در فضایی کم نوسان تر نسبت به سال‌های اخیر رخ دهد.

نتایج پژوهش حاضر از حیث معنی‌دار بودن اثر نرخ ارز بر بازار سرمایه با مطالعات محسنی و صادقی شهیدانی (۲۰۱۹)، سالیسو و وو (۲۰۲۱)، آیکی و هو (۲۰۲۱)، اجیا فریریو (۲۰۲۰)، نایاران و همکاران (۲۰۲۰)، و بارترام و بندار (۲۰۱۲)، همخوانی و با مطالعات خی و همکاران (۲۰۲۰) و بهاتاچاریا و موخری (۲۰۰۳) عدم همخوانی دارد. همچنین نتایج از حیث اثرات متفاوت نرخ ارز بر بازار سرمایه در مقاطع زمانی مختلف با نتایج پژوهش فضل زاده و همکاران (۲۰۱۷) و هوانگ و همکاران (۲۰۲۱) همخوانی دارد.

با توجه به توان مناسب مدل سه‌رژیمی مارکوف در تفکیک و توضیح اثر نرخ ارز بر بازار سرمایه ایران، به فعالان بازار سرمایه به ویژه مدیران سرمایه‌گذاری، توصیه می‌شود با استفاده از مدل بیان شده شمایی کلی از نوع اثر نرخ ارز بر بازار سرمایه بدست آورده و بسته به نوع رژیمی که در آن قرار دارند تحلیل‌ها و تصمیمات سرمایه‌گذاری خود را تنظیم نمایند. همچنین با توجه به رابطه مثبت و قوی نرخ ارز بر بازار سرمایه در شرایط پر نوسان، به سرمایه‌گذاران توصیه می‌شود در زمان تلاطم‌های ارزی به جای سرمایه‌گذاری در بازار ارز به سرمایه‌گذاری در بازار سرمایه توجه نمایند تا هم از فشار تقاضا بر نرخ ارز کاسته شده و تورم انتظاری ناشی از آن تقلیل یابد و هم سرمایه‌های خرد به سمت بخش مولد اقتصاد حرکت داده شود و باعث ایجاد رشد اقتصاد و رفاه بیشتر برای جامعه شود. از آنجا که نتایج پژوهش نشان داد، در شرایط نوسان شدید بازار ارز، افزایش این متغیر به احتمال خیلی زیاد باعث افزایش بازده بازار سرمایه می‌شود (اما در شرایط کم نوسان بازار ارز این اثر می‌تواند مثبت یا منفی باشد) به سیاست‌گذاران بازار سرمایه توصیه می‌شود با تاکید بر این نتیجه، در شرایط تلاطم‌های ارزی تبلیغات مناسب در جهت حرکت سرمایه‌های خرد

1. Salisu & Vo
2. Bhattacharya & Mukherjee

به سمت بازار سرمایه را در دستور کار خود قرار دهند تا از حرکت بیشتر نقدینگی به سمت بازار ارز جلوگیری شده و احتمال وقوع بحران ارزی کاهش یابد. با توجه به تشابه نوسانات نرخ ارز کشورهای دارای نظام ارزی شناور مدیریت شده، به سایر محققان پیشنهاد می شود رابطه بازار سرمایه و بازار نرخ ارز سایر کشورها را با مدل بیان شده در پژوهش حاضر بررسی کرده و در خصوص ارتباط بازار سرمایه و بازار ارز در کشورهای با سیستم ارزی شناور مدیریت شده و تعداد رژیم های مدل انتقال رژیم مارکوف نتیجه مشخصی حاصل نمایند.

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

### ملاحظات اخلاقی

حامی مالی: مقاله حامی مالی ندارد.

مشارکت نویسندگان: تمام نویسندگان در آماده سازی مقاله مشارکت داشته اند.

تعارض منافع: بنا بر اظهار نویسندگان در این مقاله هیچ گونه تعارض منافی وجود ندارد.

تعهد کپی رایت: طبق تعهد نویسندگان حق کپی رایت رعایت شده است.

## References

- Ak, R., Fink, O., Zio, E. & systems, I. (2015). Two machine learning approaches for short-term wind speed time-series prediction. *IEEE Trans Neural Netw Learn* 27(8), 17-34
- Barghi oskooyi, M. A., & Shahbazzade Khiyavi. (2014). Modeling nonlinear effects of the changes in real exchange rate and crude oil prices on Tehran stock exchange (The Markov Switching approach) *Journal of Economic Modeling Research*. 4(14), 85-109 .(In Persian)
- Bartram, S. M., & Bodnar, G. M. (2012). Crossing the lines: The conditional relation between exchange rate exposure and stock returns in emerging and developed markets. *Journal of International Money and Finance*, 31(4), 766-792.
- Bhattacharya, B., & Mukherjee, J. (2003). *Causal relationship between stock market and exchange rate, foreign exchange reserves and value of trade balance: A case study for India*. Paper presented at the Fifth Annual Conference on Money and finance in the Indian economy.
- Bollerslev, T. (1987). A conditionally heteroskedastic time series model for speculative prices and rates of return. *The review of economics statistics*, 69, (3) 542-547 .
- Burse, K., Yadav, R. N., Shrivastava, S. J. I. t. o. s., man., & cybernetics, P. C. (2010). Channel equalization using neural networks: A review. *IEEE Press*. 40(3), 352-357.
- Chkili, W., & Nguyen, D. K. (2014). Exchange rate movements and stock market returns in a regime-switching environment: Evidence for BRICS countries. *Research in International Business and Finance*, (31) C, 46-56.
- Clark, P. K. J. E. j. o. t. E. S. (1973). A subordinated stochastic process model with finite variance for speculative prices. *Econometrica*, 41, 135-155 .
- Ding, L. (2021). Conditional correlation between exchange rates and stock prices. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, (80), 452-463.
- 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?, *American Economic Review*,(80)4 , 689-713 .
- Engle, R. F. J. E. J. o. t. e. s. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica*, (50),4, 987-1007 .
- Fazlzadeh, Aghajanzadeh, & Haghigat. (2017). *Asymmetric effects of exchange rate on the index of Tehran Stock Exchange with Markov switching approach*. Tabriz University, Master thesis (In Persian)
- Garcia, R., & Perron, P. (1996). An analysis of the real interest rate under regime shifts. *The review of economics statistics*, (78)1 111-125 .
- 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. *Econometrica*, (57)2 357-384 .

Hsing, Y. (2006). Analysis of Short-term Exchange Rate Movements in Korea: Application of an Extended Mundell–Fleming Model. *Global Economic Review*, 35(2), 145-151 .

Huang, Q., Wang, X., & Zhang, S. (2021). The effects of exchange rate fluctuations on the stock market and the affecting mechanisms: Evidence from BRICS countries. *The North American Journal of Economics and Finance*, (11)39, 113-148.

Hwang, S., Satchell, S. E., & Pereira, P. L. V. (2004). *How persistent is volatility? An answer with Markov regime switching stochastic volatility models*. (34)6, 1002-1024

Iyke, B. N., & Ho, S.-Y. (2021). Exchange rate exposure in the South African stock market before and during the COVID-19 pandemic. *Finance Research Letters*, (43)1, 102-142.

Jo, S. K., Kim, M. J., Lim, K., & Kim, S. Y. (2018). Correlation analysis of the Korean stock market: Revisited to consider the influence of foreign exchange rate. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, (49)1, 852-868.

Klaassen, F. (2010). Long swings in exchange rates: are they really in the data? *Journal of Business Economic Statistics*, 23(1), 87-95 .

Lee, H.-Y & Chen, S.-L. J. E. M. (2006). Why use Markov-switching models in exchange rate prediction? , *Economic Modelling*. 23(4), 662-668 .

Liu, L., & Wan, J. (2012). The relationships between Shanghai stock market and CNY/USD exchange rate: New evidence based on cross-correlation analysis, structural cointegration and nonlinear causality test. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 391(23), 6051-6059.

Mahapatra, S., & Bhaduri, S. N. (2019). Dynamics of the impact of currency fluctuations on stock markets in India: Assessing the pricing of exchange rate risks. *Borsa Istanbul Review*, 19(1), 15-23.

Malik, F. (2021). Volatility spillover between exchange rate and stock returns under volatility shifts. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, (80), 605-613.

Mehrabian, A., & Chegini, E. (2014). the effect of Exchange rate and exchange rate volatility on stock market index in Iran. *Practical Economy*, 4(13), 65-78 .(In Persian)

Mohseni, H., & Sadeghi Shahdani, M. (2019). Exchange Rate Volatility Spillovers to Iran Capital Market Quarterly. *Journal of Applied Theories of Economics*. 6(1), 77-96 .(In Persian)

Morales-Zumaquero, A., & Sosvilla-Rivero, S. (2018). Volatility spillovers between foreign exchange and stock markets in industrialized countries. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, (70), 121-136.

Mostafapoor, M. Sakhayee, E. (2011). A review on exchange rate policies and the appropriate framework for exchange rate determination. *Economic journal*. (11)3, 101-110

Mun, K.C. (2007). Volatility and correlation in international stock markets and the role of exchange rate fluctuations. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 17(1), 25-41.

Narayan, P. K., Devpura, N., & Wang, H. (2020). Japanese currency and stock market—What happened during the COVID-19 pandemic? *Economic Analysis and Policy*, (68), 191-198.

Ngan, T.M. (2016). Forecasting Foreign Exchange Rate by using ARIMA Model: A Case of VND/USD Exchange Rate. *Research Journal of Finance and Accounting*, 7, 38-44.

Ojea Ferreiro, J. (2020). Disentangling the role of the exchange rate in oil-related scenarios for the European stock market. *Energy Economics*, (89)C, 104-126.

Patro, D. K., Wald, J. K., & Wu, Y. (2002). Explaining exchange rate risk in world stock markets: A panel approach. *Journal of Banking & Finance*, 26(10), 1951-1972.

Rasekhi, S., & Rostemzadeh, M. (2011). Fundamental modeling exchange rate using genetic algorithm: a case study of European countries. *Journal of Economics*. (3), 352-359

Rickards, J. (2012). *Currency wars: the making of the next global crisis*: Penguin.

Salisu, A. A., & Vo, X. V. (2021). The behavior of exchange rate and stock returns in high and low interest rate environments. *International Review of Economics & Finance*, (74), 138-149.

Salisu, A. A., & Vo, X. V. (2021). The behavior of exchange rate and stock returns in high and low interest rate environments *International Review of Economics & Finance*, (74), 138-149.

Sarno, L. (2005). Towards a solution to the puzzles in exchange rate economics: Where do we stand? *Canadian Journal of Economics Revue canadienne d'économique*, 38(3), 673-708 .

Sensoy, A., Sobaci, C., Sensoy, S., & Alali, F. (2014). Effective transfer entropy approach to information flow between exchange rates and stock markets. *Chaos, Solitons & Fractals*, (68), 180-185.

Shittu, O. I., & Yaya, O. S. J. E. j. o. s. r. (2009). Measuring forecast performance of ARMA and ARFIMA models: An application to US Dollar/UK pound foreign exchange rate. *Asian Journal of Pure and Applied Mathematics*. 32(2), 167-176

Tsai, I. C. (2012). The relationship between stock price index and exchange rate in Asian markets: A quantile regression approach. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 22(3), 609-621.

Walid, C., Chaker, A., Masood, O., & Fry, J. (2011). Stock market volatility and exchange rates in emerging countries: A Markov-state switching approach. *Emerging Markets Review*, 12(3), 272-292.

Xie, Z., Chen, S.-W., & Wu, A.C. (2020). The foreign exchange and stock market nexus: New international evidence. *International Review of Economics & Finance*, (67), 240-266.

Zolfaghari, M., & Sahabi, B. (2017). Impact of foreign exchange rate on oil companies risk in stock market: A Markov-switching approach. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, (317), 274-289. (In Persian)



#### COPYRIGHTS

This license allows others to download the works and share them with others as long as they credit them, but they can't change them in any way or use them commercially.