



پژوهشنامه‌ی اقتصاد کلان (علمی)

دانشگاه مازندران

سال پانزدهم شماره‌ی ۲۹ نیمه‌ی اول ۱۳۹۹

## بررسی تاثیر متغیرهای کلان اقتصادی بر نرخ ارز با رویکرد پویایی‌های سیستم

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۰۷

محمدهادی دمیری \*

پرویز سعیدی \*\*

حسین دیده‌خانی \*\*\*

ابراهیم عباسی \*\*\*\*

doi: 10.22080/iejm.2021.15414.1643

### چکیده

هدف از پژوهش حاضر، تحلیل حساسیت روند و قیمت نرخ ارز نسبت به عوامل اساسی موثر بر آن است. به منظور تحلیل حساسیت نرخ ارز، ابتدا روند تغییرات نرخ ارز با استفاده از روش پویایی‌های سیستم برای دوره زمانی ۱۳۸۳ تا ۱۴۰۱ پیش‌بینی شده و سپس، تاثیر تغییرات عواملی همچون بهره‌وری، پایه پولی، سهم هزینه‌های عمرانی دولت، تحریم‌ها و نرخ بهره بر نرخ ارز مورد ارزیابی قرار گرفته است. بدین صورت که ابتدا تاثیر تغییر هر یک از متغیرها به صورت مجزا بر روند نرخ ارز مورد ارزیابی قرار گرفت و سپس تاثیر تغییر متغیرهای فوق به صورت همزمان، بر روند نرخ ارز بررسی شد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد افزایش یا کاهش هر یک از این متغیرها (بهره‌وری، تحریم، هزینه‌های عمرانی دولت، نرخ بهره و پایه پولی) با فرض ثابت بودن سایر عوامل، نرخ ارز را تحت تاثیر قرار می‌دهد. همچنین نتایج حاکی از آن است که تغییرات همزمان چند متغیر، نرخ ارز را بیشتر از تغییر صرفاً یک متغیر تحت تاثیر قرار می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: تحلیل حساسیت، نرخ ارز، پویایی‌های سیستم، عوامل موثر بر نرخ ارز

طبقه‌بندی موضوع: C22، C53

\* دانشجوی دکتری گروه مدیریت مالی، واحد علی‌آباد کتول، دانشگاه آزاد اسلامی، علی‌آباد کتول، ایران. Damirihadi@yahoo.com

\*\* نویسنده مسئول، دانشیار گروه حسابداری و مدیریت، واحد علی‌آباد کتول، دانشگاه آزاد اسلامی، علی‌آباد کتول، ایران.

dr.parvizaeeedi@yahoo.com

\*\*\* استادیار گروه مهندسی مالی، واحد علی‌آباد کتول، دانشگاه آزاد اسلامی، علی‌آباد کتول، ایران. h.didehkhani@gmail.com

\*\*\*\* دانشیار گروه مدیریت، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی، دانشگاه الزهرا (س)، ایران. abbasiabrahim2000@alzahra.ac.ir



## ۱- مقدمه

نرخ ارز یکی از متغیرهای کلان اقتصادی است که به شدت متغیرهای حقیقی اقتصاد از جمله سرمایه‌گذاری، تولید و اشتغال را تحت تاثیر قرار می‌دهد. از این رو این متغیر و پیش‌بینی روند آتی آن هم برای سیاست‌گذاران و هم برای سرمایه‌گذاران خصوصی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. در واقع، نرخ ارز به عنوان یکی از متغیرهای مهم در تعیین وضعیت اقتصادی یک کشور نقش دوگانه‌ای را در سیاست‌ها و تحلیل‌های اقتصادی ایفا می‌کند. از یک سو افزایش نرخ ارز (کاهش ارزش پول ملی) باعث حفظ قدرت رقابت و ایجاد تعادل در بخش تجارت خارجی و از سوی دیگر تثبیت آن باعث ثبات اقتصادی می‌شود (ابراهیمی و پدرام، ۱۳۹۲). متغیرهای متعددی چه در سطح خرد و چه در سطح کلان نرخ ارز را تحت تاثیر قرار می‌دهند و همچنین تحت تاثیر نوسانات نرخ ارز نیز قرار می‌گیرند، از جمله مخارج خانوارها، صادرات، واردات، تورم، رشد اقتصادی و جریان سرمایه‌گذاری (سپهوند و همکاران، ۱۳۹۳). با توجه به تاثیر متقابل نرخ ارز بر بسیاری از متغیرهای مهم اقتصادی و اهمیت آن، شناسایی عوامل موثر بر نرخ ارز و پیش‌بینی رفتار آن از موضوعات مهم و اساسی اقتصاد بین‌الملل بوده که توجه بسیاری از اقتصاددانان و سیاست‌گذاران را به خود جلب کرده است. نگاهی به روند نرخ ارز در کشور ایران طی سالیان گذشته نشان می‌دهد که اقتصاد ایران با جهش‌های عمده‌ای در این مدت مواجه بوده است. با توجه به این که نوسانات نرخ ارز آثار مخربی بر متغیرهای حقیقی اقتصاد دارد، آگاهی از تغییرات نرخ ارز می‌تواند مقامات پولی را برای طراحی یک سیاست پولی کارا به منظور تثبیت قیمت‌ها و افزایش سطح اشتغال مهیا کند.

پیش‌بینی یکی از ابزارهای مدیریت صحیح و برنامه‌ریزی‌های اقتصادی محسوب می‌شود و مدل‌سازی و پیش‌بینی روند تغییرات نرخ ارز به منظور ارائه سیاست‌ها و راهنمایی‌های اقتصادی امری مهم و ضروری به نظر می‌رسد. پیرامون موضوع پیش‌بینی نرخ ارز مطالعات مختلفی صورت گرفته است تا جایی که یکی از سوالات مهم اقتصاد

بین‌الملل، قابل پیش‌بینی بودن نرخ ارز است (شاه‌حسینی و رضایی، ۱۳۹۶). از مهم‌ترین روش‌های معرفی شده در این زمینه می‌توان به روش‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی<sup>۱</sup> (ANN)، خودرگرسیون میانگین متحرک انباشته<sup>۲</sup> (ARIMA) و روش حداقل مربعات<sup>۳</sup> (LS) اشاره کرد. مدل پویایی‌های سیستم<sup>۴</sup> یکی دیگر از روش‌هایی است که جهت مدل‌سازی و پیش‌بینی معرفی شده است. با توجه به در نظر گرفتن و استفاده از تمام عوامل موثر بر نرخ ارز و همچنین پویایی عوامل موجود در سیستم، این مدل، مفید و کاربردی به نظر می‌رسد.

در این پژوهش به منظور بررسی حساسیت نرخ ارز نسبت به متغیرهای مهم اقتصادی، ابتدا روند تغییرات نرخ ارز با استفاده از ۴۲ متغیر موثر بر آن (نگاه شود به جدول ۱) با روش پویایی‌های سیستم و با استفاده از نرم‌افزار ونسیم، مدل‌سازی شده و پس از آن میزان حساسیت نرخ ارز نسبت به تغییرات پنج متغیر کلان اقتصادی (بهره‌وری، هزینه‌های عمرانی دولت، تحریم، پایه پولی و نرخ بهره) مورد بررسی قرار گرفته است. به همین منظور مقاله حاضر به صورت زیر سازماندهی شده است. در بخش دوم مبانی نظری پژوهش تشریح شده است. سپس در بخش سوم پیشینه پژوهش‌های داخلی و خارجی ارائه شده است. بخش چهارم، روش‌شناسی پژوهش را به تصویر کشیده است. در این بخش همچنین متغیرهای مورد استفاده در الگوی مورد نظر بیان شده است. در بخش پنجم، الگوی پژوهش شبیه‌سازی و اعتبارسنجی شده و در بخش‌های ششم و هفتم به ترتیب تحلیل حساسیت‌ها و نتیجه‌گیری و بحث ارائه شده است.

## ۲- مبانی نظری

در اقتصاد پولی امروز، مبادله کالاها و خدمات گوناگون بین کشورهای مختلف امری اجتناب‌ناپذیر است. برخلاف تبادل درون‌مرزی کالاها و خدمات در یک کشور که با پول

<sup>۱</sup> Artificial Neural Network

<sup>۲</sup> Auto-Regressive Integrated Moving Average

<sup>۳</sup> Least Squares

<sup>۴</sup> System Dynamics

ملی همان کشور انجام می‌شود، برای خرید کالاهای خارجی لازم است که از پول رایج کشور صادرکننده استفاده کرد. به عنوان مثال وقتی یک ایرانی می‌خواهد کالای آمریکایی بخرد باید در ازای آن دلار آمریکا بپردازد، بنابراین باید بر اساس یک رابطه مبادله تعریف شده (نرخ ارز) ریال بدهد و دلار بگیرد (شاگری، ۱۳۹۵). بر این اساس، می‌توان گفت نرخ ارز معیار ارزش برابری پول ملی یک کشور در برابر پول کشورهای دیگر و منعکس‌کننده وضعیت اقتصادی آن کشور در مقایسه با شرایط اقتصادی سایر کشورهاست. این نرخ تعیین‌کننده روند تجاری، جریان‌ات سرمایه و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، تورم و پرداخت‌های بین‌المللی در یک اقتصاد است (عزیز، ۲۰۰۸). یکی از ویژگی‌های اقتصاد ایران وجود محیط اقتصادی بی‌ثبات همراه با نوسانات شدید است. نوسانات اقتصادی موجود در کشور از عوامل داخلی مانند بی‌ثباتی تورمی و کسری بودجه و عوامل خارجی به‌ویژه وجود نوسانات شدید در نرخ ارز و ذخایر ارزی که خود متأثر از عوامل مختلفی است، ناشی می‌شود. بی‌ثباتی در فضای اقتصاد کلان ایران می‌تواند روابط بین متغیرهای اقتصادی را تحت تأثیر قرار دهد (بیگی و مهدوی، ۱۳۹۸). در بین متغیرهای کلان اقتصادی عدم ثبات نرخ ارز بیش از سایر متغیرهای دیگر مشهود بوده است به طوری که همواره طی سالیان گذشته افزایش داشته است (راسخی و همکاران، ۱۳۹۳). نرخ ارز نقشی دوگانه در اقتصاد یک کشور دارد. از یک سو افزایش آن، افزایش قدرت رقابت خارجی را به دنبال دارد و باعث توسعه صادرات و بهبود تراز بازرگانی کشور می‌شود و از سوی دیگر، در صورتی که امکان توسعه صادرات وجود نداشته باشد، افزایش آن باعث افزایش سطح عمومی قیمت‌ها در کشور می‌گردد (راسخی و همکاران، ۱۳۹۳).

در مورد دلایل افزایش نرخ ارز در ایران استدلال‌های فراوانی با پشتوانه‌های نظری متفاوتی و بعضاً بدون هیچ پشتوانه نظری صورت گرفته است. که انجام پژوهشی مستقل و به دور از پیش‌داوری‌های غیرعلمی برای بررسی دلایل تغییرات نرخ ارز، در اقتصاد کشور امری ضروری به نظر می‌رسد.

### بهره‌وری و نرخ ارز

منافی انور و همکاران (۱۳۹۴) نشان دادند که بهره‌وری رابطه مستقیمی با نرخ ارز دارد به طوری که با افزایش بهره‌وری در بخش تولید کالاهای قابل مبادله، بهره‌وری نیروی کار و در نتیجه دستمزدها در این بخش افزایش می‌یابد و با فرض تحرک کامل نیروی کار در میان بخش‌ها، سبب افزایش قیمت کالاهای غیرقابل مبادله شده و در نهایت باعث تقویت پول ملی می‌شود و نرخ واقعی ارز را در بلندمدت کاهش می‌دهد. از طرف دیگر، یکی از محرکه‌های اصلی رشد یک کشور در کنار انباشت سرمایه، رشد بهره‌وری است (نگاه شود به نظریه رشد سولو در شاکری، ۱۳۹۵). بنابراین انتظار بر این است که با افزایش بهره‌وری، رشد اقتصادی و صادرات افزایش یافته و در نتیجه ارزش پول ملی تقویت شود (نرخ ارز کاهش یابد).

مدل ثئوریک اثر استاندارد بالاسا - ساموئلسون نیز به تاثیر بهره‌وری بر نرخ ارز اشاره دارد. بالاسا با در نظر گرفتن دنیای دوکشوری و دوکالای سنتی در تجارت بین‌الملل، عنوان می‌کند در صورتی که اختلاف بین‌المللی بهره‌وری در تولید کالاهای قابل تجارت نسبت به تولید کالاهای غیرقابل تجارت بزرگ‌تر باشد، کشورهای با بهره‌وری بالاتر با افزایش ارزش پولی ملی خود (کاهش نرخ ارز) مواجه هستند (طیبی و رزی، ۱۳۹۰).

### نرخ بهره و نرخ ارز

می‌توان گفت با افزایش نرخ بهره، سرمایه‌گذاری کاهش یافته و در نتیجه تولید ملی و صادرات نیز کاهش می‌یابد. بنابراین عرضه ارز کم می‌شود و نرخ ارز افزایش می‌یابد. از طرف دیگر با افزایش نرخ بهره تقاضای سوداگرانه پول کاهش می‌یابد (زیرا هزینه نگهداری پول افزایش پیدا می‌کند) و در نتیجه کل تقاضای پول نیز کاهش خواهد یافت و با کاهش تقاضا برای پول ملی، ارزش آن در برابر ارز خارجی افزایش می‌یابد (کاهش نرخ ارز). بنابراین تاثیر نرخ بهره بر نرخ ارز نامشخص و مبهم است (محمدلو و

خداویسی، ۱۳۹۶). دورنبش<sup>۱</sup> (۱۹۷۶) ارتباط بین نرخ بهره و نرخ ارز را در کوتاه مدت معکوس و در بلندمدت مستقیم می‌داند. در حالی که روگوف<sup>۲</sup> (۱۹۸۳) بر خلاف دورنبوش معتقد است که بین نرخ بهره و نرخ ارز رابطه معکوس برقرار است. همچنین ادیسون و ملیک<sup>۳</sup> (۱۹۹۹) نشان دادند که نرخ بهره و نرخ ارز رابطه معکوسی دارند و این در حالی است فرانسیسکو سیمون و رازک<sup>۴</sup> (۱۹۹۹) معتقدند که بین نرخ بهره و نرخ ارز رابطه مستقیم وجود دارد همان‌گونه که دورنبوش (۱۹۷۶) و فرنکل<sup>۵</sup> (۱۹۷۹) نیز پیش‌تر به این نتیجه رسیده بودند. دلیل این عدم مشابهت نتیجه‌گیری‌ها، ساختارهای اقتصادی کشورها، سیاست‌ها و داده‌های مورد استفاده و روش‌های بررسی آن می‌باشد اما تناقض در نتایج نشان می‌دهد نمی‌توان یک قاعده کلی برای رابطه نرخ ارز و نرخ بهره بیان نمود و مشخص نمودن نوع این رابطه نیازمند مطالعات بیشتر در این زمینه است (محمدلو و خداویسی، ۱۳۹۶).

#### تحریم و نرخ ارز

تحریم‌ها به عنوان یکی از موانع انتقالات ارزی نقش تعیین کننده‌ای در میزان ورود و خروج ارز ایفا می‌کند. به طوری که از طریق تاثیر مستقیم بر واردات و صادرات، میزان ورود و خروج نرخ ارز را متاثر می‌سازد (ورتابیان کاشانی، ۱۳۹۲) یکی از ریشه‌های این تاثیرگذاری، وابستگی شدید اقتصاد به فروش نفت و تک محصولی بودن اقتصاد است. (اسماعیلی رزی و طیبی، ۱۳۹۳). بر اساس مطالعاتی که در کنگره آمریکا انجام گرفته بیش از نیمی از درآمد ایران از محل فروش نفت است، به همین دلیل کشورهای تحریم‌کننده تمام تلاش خود را کرده‌اند تا با محدودسازی صادرات نفت ایران، اقتصاد کشور را تحت تاثیر قرار دهند (طیبی و صادقی، ۱۳۹۶). همان‌گونه که ایلر<sup>۶</sup> (۲۰۰۷)

<sup>1</sup> Dornbusch

<sup>2</sup> Rogoff,

<sup>3</sup> Edison & Melick

<sup>4</sup> Francisco Simone and Razzak

<sup>5</sup> Frankel

<sup>6</sup> Eyler

نشان داد تحریم‌ها، بویژه تحریم واردات از کشور هدف (ایران) ثروت آن کشور را از طریق کاهش دریافتی‌های ارزی کاهش می‌دهد و این به معنای کاهش درآمدهای ارزی آن کشور است (ایلر؛ ۲۰۰۷). به گفته استیل و لیتان<sup>۱</sup> (۲۰۰۶) ایجاد یک بحران ارزی در جایی که ارزش ارز کشور هدف در مخاطره قرار دارد، در اثر تحریم‌های مالی هدف‌گیری شده انجام می‌شود که منجر به سقوط ماریپیچی و فزاینده نرخ ارز کشور تحریم‌شونده می‌گردد (استیل و لیتان؛ ۲۰۰۶). به طور کلی تحریم‌ها روند مناسبات مالی و تجاری کشور تحریم‌شونده را مختل و یا متوقف می‌کند و از انجام گرفتن فعالیت‌های آن کشور جلوگیری می‌نماید. به این ترتیب تحریم‌ها شرایط دشوارتر و هزینه‌های بیشتری را از طریق افزایش قیمت ارز برای کشور تحریم‌شونده به وجود می‌آورد (هافباور<sup>۲</sup> و همکاران؛ ۲۰۰۷).

#### هزینه‌های دولت و نرخ ارز

در کنار عوامل موثر بر نرخ ارز، دولت‌ها نیز می‌توانند با اعمال سیاست‌های مالی در راستای تاثیرگذاری در سطح تقاضای عمومی در اقتصاد، نرخ ارز را متاثر سازند. دولت‌ها در تلاشند که اهداف اقتصادی نظیر ثبات قیمت‌ها اشتغال کامل و رشد اقتصادی را بدست آورند. بنابراین با افزایش یا کاهش هزینه‌های خود یا با تغییر میزان و نرخ مالیات‌ها سیاست‌های مالی خود را اعمال می‌نمایند. این افزایش یا کاهش هزینه‌های دولت می‌تواند نرخ ارز را تحت تاثیر قرار دهد (شریف آزاده و حقیقت؛ ۱۳۸۴).  
تأثیر افزایش هزینه‌های دولت بر نرخ واقعی ارز به دو شکل قابل بررسی است. به گفته مونتیل<sup>۳</sup> (۱۹۹۹) افزایش هزینه‌های دولت بر روی کالاهای قابل تجارت باعث ایجاد کسری تراز تجاری خواهد شد، در نتیجه با افزایش نرخ رسمی ارز، نرخ واقعی ارز افزایش خواهد یافت. از سوی دیگر افزایش نرخ اسمی ارز باعث کاهش مصرف بخش خصوصی از کالاهای قابل تجارت خواهد شد که باعث تعدیل در

<sup>۱</sup> Steil & Litan

<sup>۲</sup> Hufbauer

<sup>۳</sup> Montiel



تراز پرداخت‌ها می‌شود، اما به‌طور معمول کاهش مصرف بخش خصوصی کمتر از افزایش مخارج دولتی است. بنابراین در مجموع انتظار می‌رود افزایش هزینه‌های دولت بر کالاهای قابل تجارت باعث افزایش نرخ واقعی ارز شود (مونتیل ۱۹۹۹).

رزی و طیبی (۱۳۹۲) نشان دادند که از یک سو افزایش هزینه‌های دولت بر روی کالاهای غیرقابل تجارت سطح عمومی قیمت‌های بخش غیرقابل تجارت را افزایش می‌دهد که باعث کاهش نرخ واقعی ارز و یا افزایش ارزش پول ملی خواهد شد. از سوی دیگر تقاضای بخش خصوصی برای کالاهای غیرقابل تجارت به دلیل افزایش سطح قیمت کالاهای غیرقابل تجارت با کاهش مواجه خواهد شد که این کاهش تقاضا ضمن تأثیر کاهشی بر قیمت‌های بخش غیرقابل تجارت باعث افزایش نرخ واقعی ارز خواهد شد (رزی و طیبی؛ ۱۳۹۲).

#### پایه پولی و نرخ ارز

افزایش در پایه پولی منجر به افزایش در نقدینگی می‌شود که این افزایش، افزایش تورم و نهایتاً افزایش نرخ ارز را به دنبال دارد (شریف آزاده و حقیقت؛ ۱۳۸۴). افزایش خالص مطالبات بانک مرکزی از بخش دولتی، افزایش خالص دارایی‌های خارجی بانک مرکزی و افزایش مطالبات بانک مرکزی از بانک‌های تجاری (شامل وام‌ها و اعتبارات اعطایی به بانک‌های تجاری) باعث افزایش پایه پولی می‌شود (نیلی و همکاران؛ ۱۳۹۲). با افزایش پایه پولی میزان نقدینگی افزایش پیدا می‌کند و حجم بالای نقدینگی از طریق افزایش تقاضای سفته‌بازی منجر به افزایش نرخ ارز می‌گردد (شاکری؛ ۱۳۸۷). به گفته کاشانی (۱۳۹۲) این بخش از نقدینگی که از آن تحت عنوان انباره مضر نقدینگی یاد می‌شود نقدینگی را از حوزه معاملات مرتبط با GNP خارج کرده و صرف پوشش معاملات نامرتبط با تولید ناخالص ملی می‌کند. بنابراین در بدترین حالت ممکن نقدینگی مضر رشد یافته وارد فعالیت‌های سفته‌بازی و سوداگرانه می‌شود که این اتفاق ناخوشایند در بازار ارز حادث شده و افزایش نرخ ارز را به دنبال دارد (ورتایان کاشانی؛ ۱۳۹۲).

## ۳- پیشینه پژوهش

## مطالعات انجام شده در خارج از کشور

کراین و دیگران<sup>۱</sup> (۲۰۰۰) با استفاده از مدل معادلات دیفرانسیل تصادفی و داده‌های روزانه پوند انگلیس برای سال‌های ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۸ به پیش‌بینی نرخ ارز پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که در پروسه خلق داده، مدل معادلات دیفرانسیل تصادفی نوسانات و پرش‌های موجود در سری زمانی داده‌های واقعی نرخ ارز را به خوبی برآورد می‌کند.

استفان<sup>۲</sup> (۲۰۰۹) در پژوهشی ارتباط بین تغییرات سیاست پولی و تأثیرپذیری نرخ ارز را در کشور کانادا بررسی کرده است. وی با معرفی کردن تأثیرپذیری به وسیله‌ی فرم خلاصه شده‌ی معادله‌ی منحنی و همراه با قانون سیاست پولی سبک DSGE فیلیپس و همچنین با استفاده از مدل اقتصاد باز تیلور نشان داده است که یک رابطه‌ی منفی قوی و معنی‌داری بین تأثیرپذیری نرخ ارز و سیاست پولی وجود دارد.

کاپوراله<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از تکنیک شبیه‌سازی پویا و در قالب مدل اقتصاد کلان دو کشوری به مطالعه تأثیر شوک‌های مالی بر روی نرخ ارز حقیقی در شش کشور آمریکای لاتین در دوره زمانی ۱۹۸۰ - ۲۰۰۶ پرداخته‌اند. نتایج با استفاده از ساختار تصحیح خطای برداری و تکنیک‌های شبیه‌سازی پویا نشان داد که شوک‌های مالی تأثیر به‌سزایی بر نوسانات نرخ ارز داشته و یکی از تعیین‌کننده‌های پویای آن محسوب می‌شود.

کیا<sup>۴</sup> (۲۰۱۳) در پژوهشی با عنوان عوامل تعیین‌کننده نرخ ارز واقعی در یک کشور کوچک باز بر اساس داده‌های کشور کانادا، یک مدل پولی نرخ ارز واقعی را ایجاد

<sup>۱</sup> Craine, R and Lochstoer, Lars.A and Syrtveit, K.

<sup>۲</sup> Stephen

<sup>۳</sup> Caporale

<sup>۴</sup> Kia

کرد. نتایج نشان می‌دهد که همه متغیرها به جز عرضه واقعی پول، نرخ بهره واقعی داخلی و خارجی و تأمین مالی خارجی در GDP از نظر آماری تأثیر معناداری بر نرخ ارز واقعی کانادا دارند. هر چند در کوتاه مدت متغیرهای مالی داخلی تأثیری بر نرخ ارز واقعی ندارند.

لی، تسیاکاس و وانگ<sup>۱</sup> (۲۰۱۵) با بررسی مدل‌های رگرسیونی در پیش‌بینی نرخ ارز با استفاده از مدل رگرسیون سینک آشپزخانه (استفاده از همه متغیرهای پیش‌بینی کننده نرخ ارز در رگرسیون) به قابل اعتماد بودن این مدل برای پیش‌بینی نرخ ارز و کاهش اثرات متغیرهایی که کمتر حاوی اطلاعات مهم است پی بردند.

سرن و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای به مدل‌سازی و تحلیل دینامیکی نرخ ارز دلار نسبت به لیر ترکیه بر پایه ارتباط بین نرخ بهره، تورم، نرخ ارز و بازار پولی پرداختند. نتایج بیان می‌کند که مقابله با بحران‌های اقتصادی علاوه بر سیاست‌های پولی، به ادراک و رفتار مردم نیز بستگی دارد. بنابراین سیاست‌هایی که بر جلوگیری از بدبینی و اضطراب بین مردم تمرکز دارند با اهمیت هستند به‌ویژه در زمینه نوسانات نرخ ارز.

یانگ<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی به پیش‌بینی نرخ ارز با استفاده از مدل ترکیبی گاوس و شبکه عصبی فازی پرداختند و نشان دادند که قیمت‌های پیش‌بینی شده کمی پایین‌تر از قیمت‌های واقعی و بسیار نزدیک به هم هستند.

راجاشری<sup>۴</sup> (۲۰۱۸) به تجزیه و تحلیل عملکرد یک شبکه عصبی مرتبه بالاتر با یک الگوریتم شتاب دهنده قورباغه در پیش‌بینی نرخ ارز پرداخت و یافته‌های پژوهش نشان داد که مدل شبکه عصبی مرتبه بالاتر Pi-Sigma در مقایسه با مدل‌های قبلی یک برآورد کننده برتر است.

<sup>1</sup> Li, Jiahan, Tsiakas, Ilias and Wei Wang

<sup>2</sup> Ceren Çehrelî, İpek Dursun, Yaman Barlas

<sup>3</sup> Yong

<sup>4</sup> Rajashree

## مطالعات انجام شده در داخل کشور

شریف آزاده و حقیقت (۱۳۸۴) به بررسی عوامل موثر بر نرخ ارز در ایران با استفاده از اطلاعات سال‌های ۱۳۴۰ - ۱۳۷۹ پرداختند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد تاثیر متغیرهای نرخ رشد حجم پول، قیمت نفت و سرمایه‌گذاری بخش خصوصی بر نرخ ارز منفی بوده و اثر متغیرهای نرخ بهره، هزینه‌های دولت، درآمد ناخالص داخلی و قیمت طلا بر نرخ ارز مثبت می‌باشد.

طاهری فرد (۱۳۷۸) در بررسی تأثیر تغییر درآمدهای نفتی بر نرخ واقعی ارز در ایران نشان داد افزایش درآمد حاصل از صدور نفت و افزایش مالیات بر واردات موجب کاهش نرخ ارز واقعی شده است.

تقوی و محمدی (۱۳۹۰) در تحقیقی به بررسی عوامل موثر بر نرخ ارز و تراز پرداخت‌ها در ایران پرداخته‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که تورم و مخارج دولت تأثیر منفی و تولید ناخالص داخلی و درآمدهای نفتی و مالیاتی تأثیر مثبت بر ارزش پول ملی دارند.

شیرازی و نصراللهی (۱۳۹۲) با استفاده از الگوهای پولی مختلف به پیش‌بینی نرخ ارز پرداخته و نتایج آن را با مدل الگوی گام تصادفی مقایسه کرده‌اند. نرخ ارز در این مدل با استفاده از روش‌های  $VECM^1$  برآورد شده است. نتایج نشان می‌دهد که مدل‌های گام‌برداری تصادفی عملکرد بهتری نسبت به مدل‌های پولی دارد و در میان مدل‌های پولی، روش فرانک-دورنبوش عملکرد بهتری نسبت به دیگر مدل‌ها دارد.

احسانی فر و احتشام‌رایی (۱۳۹۳) به پیش‌بینی نرخ ارز در بازار سرمایه با استفاده از مدل‌های میانگین متحرک خودرگرسیون انباشته و شبکه عصبی پرداخته‌اند. از این دو روش برای پیش‌بینی نرخ روزانه ارز در دوره‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۲ استفاده شده است. نتایج این مطالعه نیز نشان از بهینه بودن مدل شبکه‌های عصبی دارد اما برای معاملات کوتاه مدت و نوسان‌گیری در بازارهای مالی این تحلیل کارایی کمتری دارد. همچنین

---

<sup>1</sup> Vector error correction model

مدل شبکه‌های عصبی نسبت به مدل‌های میانگین متحرک خودرگرسیون انباشته برتری دارد.

سپهوند و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی با عنوان تعیین عوامل مؤثر بر نرخ ارز در ایران با استفاده از داده‌های سری زمانی ۱۳۵۷ - ۱۳۹۲ و با بهره‌گیری از روش خود توضیحی با وقفه‌های توزیعی (ARDL<sup>۱</sup>) نشان دادند که در بلندمدت تولید ناخالص داخلی تاثیر منفی، و حجم نقدینگی و واردات تاثیر مثبت و معناداری بر نرخ ارز دارند. تاثیر متغیرهای نرخ بهره و صادرات بر نرخ ارز از لحاظ آماری معنادار نبوده است. همچنین تاثیر شوک‌ها بر نرخ ارز مثبت و معنادار بوده است.

منافی انور و همکاران (۱۳۹۴). به بررسی عوامل مؤثر بر تغییرات نرخ ارز و تاثیر آن بر شاخص رقابت‌پذیری در اقتصاد ایران طی سال‌های ۱۳۵۸ الی ۱۳۹۲ پرداختند. نتایج پژوهش با استفاده از الگوی VAR نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت درآمدهای نفتی، نقدینگی و محصول ناخالص داخلی دارای تاثیر مثبت و کسری بودجه دارای تاثیر منفی بر نرخ ارز می‌باشند. در بلندمدت درآمدهای نفتی و کسری بودجه دارای تاثیر منفی و حجم نقدینگی و محصول ناخالص داخلی دارای تاثیر مثبت بر نرخ ارز واقعی هستند.

یارمحمدی و محمودوند (۱۳۹۵) با مدل سازی و پیش‌بینی نرخ روزانه دلار به ریال با روش تحلیل مجموعه مقادیر تکین و مدل میانگین متحرک خودهمبسته یک‌پارچه به این نتیجه رسیدند که روش تحلیل مجموعه مقادیر تکین نسبت به مدل میانگین متحرک خودهمبسته یک‌پارچه یک برآورد کننده برتر است.

شاه‌حسینی و رضایی (۱۳۹۶) با استفاده از مدل خود رگرسیونی میانگین متحرک خودهمبسته یک‌پارچه همراه با عامل‌های مداخله‌ای و مقایسه آن با مدل گام تصادفی به پیش‌بینی نرخ رسمی ارز در ایران پرداخته است. داده‌های استفاده شده در این پژوهش شامل نرخ رسمی ارز از سال ۱۳۵۷ تا ۱۳۹۴ است و نرخ رسمی ارز برای

---

<sup>۱</sup> Autoregressive distributed lag

سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۴ پیش‌بینی شده است. نتایج حاکی از عملکرد بهتر مدل میانگین متحرک خودهمبسته یکپارچه نسبت به مدل گام تصادفی است.

#### ۴- روش‌شناسی پژوهش

با توجه به موضوع پژوهش و الگوی پویایی شناسی سیستم، متغیرهای متعددی در الگوی این مطالعه به کار رفته است که در جدول (۱) قابل مشاهده می‌باشد. برای تبیین ارتباط بین متغیرها ابتدا به ارائه تصویری کلی که مبنای مدل است، پرداخته می‌شود. بدین منظور، کلیه عوامل تاثیرگذار بر متغیر نرخ ارز (جدول ۱) تعیین و روابط علت- معلولی با الهام از مبانی نظری ساختار بندی می‌گردد.

رویکرد سیستمی این مدل به این صورت است که هر عامل بر عامل یا عوامل دیگر تاثیر می‌گذارد و از عامل یا عوامل دیگر تاثیر می‌پذیرد و تشکیل حلقه‌های تقویتی یا تعادلی می‌دهد و در نهایت با در نظر گرفتن تمام عوامل و حلقه‌ها و روابط، الگوی کلی پیش‌بینی نرخ ارز شکل می‌گیرد. لازم به ذکر است به دلیل وجود حلقه‌های فراوان در مدل، تنها به تعدادی از مهم‌ترین حلقه‌های تقویت کننده و تعادلی به عنوان نمونه اشاره می‌شود.

حلقه‌های تقویتی که با R نشان داده می‌شوند به حلقه‌هایی گفته می‌شود که در آن تغییر (افزایش / کاهش) در یک متغیر، طی فرآیند و تاثیرات متغیرهای موجود در حلقه باعث تغییر در همان جهت (افزایش / کاهش) آن متغیر می‌شود و حلقه‌های تعدیلی که با B نشان داده می‌شوند به حلقه‌هایی گفته می‌شود که در آن تغییر (افزایش / کاهش) در یک متغیر، طی فرآیند و تاثیرات متغیرهای موجود در حلقه باعث تعدیل تغییر اولیه (کاهش / افزایش) می‌شود. وجود علامت مثبت و منفی بر روی پیکان‌ها، جهت رابطه را نشان می‌دهد. به طوری که علامت مثبت نشان می‌دهد تغییرات (افزایش / کاهش) یک متغیر، متغیر بعدی را نیز در همان جهت (افزایش / کاهش)، تغییر می‌دهد. و علامت منفی نیز نشان می‌دهد، تغییرات (افزایش / کاهش) یک متغیر، متغیر بعدی را در جهت عکس (کاهش / افزایش)، تغییر می‌دهد.

جدول ۱- متغیرهای استفاده شده در مدل پویایی شناسی سیستم

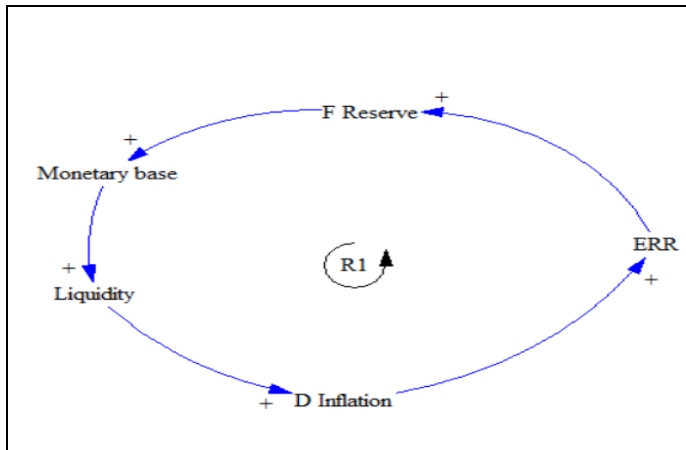
منبع	نماد	متغیر	شماره	منبع <sup>۱</sup>	نماد	متغیر	شماره
رحمانی، تیمور. اقتصاد کلان ۲، ۱۳۹۰	Money Multiplier	ضریب فزاینده پولی	۲۲	رحمانی، تیمور. اقتصاد کلان ۱، ۱۳۹۲	B Deficit/Surplus	کسری/مازاد بودجه دولت	۱
بانک مرکزی	N Consumption	مصرف (هزینه‌های ملی)	۲۳	رحمانی، تیمور. اقتصاد کلان ۱، ۱۳۹۲	D Inflation	نرخ تورم داخلی	۲
بانک مرکزی	N Incom	درآمد ملی	۲۴	بانک مرکزی	D Interest Rate	نرخ بهره داخلی	۳
رحمانی، تیمور. اقتصاد کلان ۱، ۱۳۹۲	GNP	درآمد ناخالص ملی	۲۵	هژبر و همکاران (۱۳۸۸)	D Investment	سرمایه‌گذاری داخلی	۴
شریف‌آزاده و حقیقت، ۱۳۸۴	OPN	درجه باز بودن اقتصاد	۲۶	کینز (۱۹۳۶)	MPS	میل به پس‌انداز	۵
صمدی و همکاران (۱۳۹۱)	Oil Incom	درآمد نفتی دولت	۲۷	کینز (۱۹۳۶)	MPC	میل به مصرف	۶
بانک مرکزی	Other Assests	سایر دارایی‌های بانک مرکزی	۲۸	معاونت بررسی‌های اقتصادی. اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران اسفند ۱۳۹۳	Development Cost	هزینه‌های عمرانی	۷
بانک مرکزی	Other Import	سایر واردات	۲۹	نصراللهی و همکاران، ۱۳۹۲	ERR	نرخ ارز واقعی	۸
رحمانی، تیمور. اقتصاد کلان ۱، ۱۳۹۲	P Investment	سرمایه‌گذاری خصوصی	۳۰	غلامی و فطرس (۱۳۹۵)	Export	صادرات	۹

<sup>۱</sup> از منابع یاد شده متغیرهای موثر بر نرخ ارز استخراج شده است.

ردیف	متغیر	نماد	منبع <sup>۱</sup>	ردیف	متغیر	نماد	منبع
۱۰	صادرات غیر نفتی	Export NO	تقوی و نعمتی‌زاده، ۱۳۸۳	۳۱	بهره‌وری کل سرمایه	Productivity	سازمان ملی بهره‌وری ایران
۱۱	صادرات نفتی	Export Oil	غلامی و فطرس(۱۳۹۵)	۳۲	سهم هزینه‌های عمرانی از کل هزینه‌های دولت	S Development Cost	محاسبات پژوهش
۱۲	سرمایه خارجی در دسترس	F Capital Investment Available	شریفی رنایی و همکاران(۱۳۹۴)	۳۳	سهم صادرات غیر نفتی از کل تولیدات	S Export NO	شریف آزاد و حقیقت(۱۳۸۴)
۱۳	نرخ تورم خارجی	F Inflation	بانک جهانی	۳۴	سهم کالاهای مصرفی خارجی از کل هزینه‌های ملی	S F Commodity	شریف آزاد و حقیقت(۱۳۸۴)
۱۴	سرمایه‌گذاری خارجی	F Investment	هژبر و همکاران (۱۳۸۸)	۳۵	سهم سایر واردات از کل واردات	S Other Import	محاسبات پژوهش
۱۵	ارزش دارایی‌های خارجی بانک مرکزی	F Reserves	رحمانی، تیمور، اقتصاد کلان ۲، ۱۳۹۰	۳۶	سهم سایر درآمدها از کل درآمدهای دولت	S Other Incom	محاسبات پژوهش
۱۶	هزینه‌های دولتی	G Cost	رحمانی، تیمور، اقتصاد کلان ۲، ۱۳۹۰	۳۷	اثر تحریم	Sanction	استفاده از پژوهش آقای و همکاران، ۱۳۹۶
۱۷	بدهی دولت به بانک مرکزی	G Debt	رحمانی، تیمور، اقتصاد کلان ۲، ۱۳۹۰	۳۸	ذخایر ارزی بانک مرکزی	Stock Exchang	صندوق توسعه ملی
۱۸	درآمد دولت	G Incom	رحمانی، تیمور، اقتصاد کلان ۱، ۱۳۹۲	۳۹	عرضه ارز بانک مرکزی	Supply CB	ابراهیمی (۱۳۸۸)
۱۹	واردات	Import	غلامی و فطرس(۱۳۹۵)	۴۰	سرمایه‌گذاری کل	T Investment	شریفی رنایی و همکاران(۱۳۹۴)
۲۰	نقدینگی	Liquidity	رحمانی، تیمور، اقتصاد کلان ۲، ۱۳۹۰	۴۱	درآمدهای مالیاتی دولت	Tax Incom	رحمانی، تیمور، اقتصاد کلان ۱، ۱۳۹۲
۲۱	پایه پولی	Monetary Base	رحمانی، تیمور، اقتصاد کلان ۲، ۱۳۹۰	۴۲	تراز تجاری	Trade balance	رحمانی، تیمور، اقتصاد کلان ۱، ۱۳۹۲



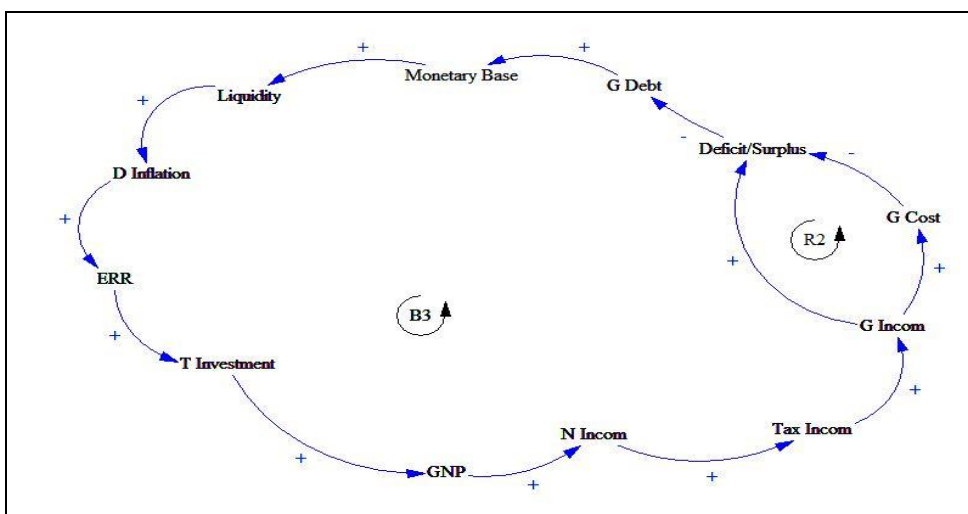
همان‌طور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود، در حلقه تقویت‌کننده  $R1$  با افزایش نرخ ارز، دارایی‌های بانک مرکزی افزایش می‌یابد و افزایش دارایی‌های بانک مرکزی پایه پولی را تقویت می‌کند که خود منجر به افزایش نقدینگی می‌شود. با افزایش نقدینگی، نرخ تورم افزایش پیدا می‌کند و نهایتاً منجر به افزایش مجدد نرخ ارز می‌شود.



شکل (۱) حلقه تقویت‌کننده  $R1$  (دارایی خارجی بانک)

حلقه تقویت‌کننده  $R2$  در شکل (۲) نشان می‌دهد که افزایش نرخ ارز سرمایه‌گذاری کل و به دنبال آن تولید ناخالص ملی را افزایش می‌دهد که این نیز به نوبه خود منجر به افزایش درآمد ملی و پس از آن درآمد مالیاتی، درآمد دولتی و همچنین هزینه‌های دولت می‌شود. افزایش هزینه‌های دولت باعث کاهش کسری-مازاد بودجه دولت می‌شود و این موضوع بدهی دولت را افزایش می‌دهد. با افزایش بدهی دولت پایه پولی افزایش می‌یابد و این افزایش، افزایش نقدینگی را در پی دارد و با افزایش نقدینگی، تورم افزایش می‌یابد که نهایتاً منجر به افزایش مجدد نرخ ارز می‌گردد.

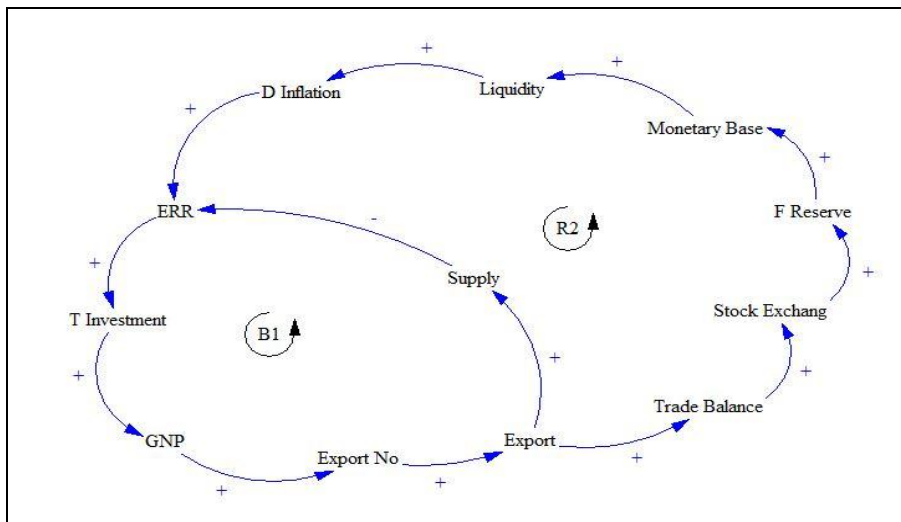
در حلقه تعادلی B3 مطابق حلقه تعادلی R2 افزایش نرخ ارز منجر به افزایش سرمایه‌گذاری کل، سرمایه‌گذاری کل، سرمایه‌گذاری کل موجب افزایش تولید ناخالص ملی و به دنبال آن افزایش درآمد ملی و درآمد ملی نیز باعث افزایش درآمد مالیاتی و درآمد کل دولت می‌شود. افزایش درآمد دولت کسری-مازاد بودجه دولت را افزایش می‌دهد که نتیجه آن کاهش بدهی دولت است و کاهش بدهی دولت پایه پولی را کاهش می‌دهد و با کاهش پایه پولی تورم کاهش یافته و نهایتاً منجر به کاهش نرخ ارز می‌شود. به عبارتی دیگر کاهش تورم افزایش اولیه نرخ ارز را تعدیل می‌کند.



شکل (۲) حلقه تقویت کننده R2 و حلقه تعادلی B3 (مازاد یا کسری بودجه)

حلقه تعادلی B1 نشان داده شده در شکل (۳) بیان می‌کند که افزایش نرخ ارز سرمایه‌گذاری کل و به دنبال آن تولید ناخالص ملی را افزایش می‌دهد و با افزایش تولید ناخالص داخلی صادرات غیرنفتی و صادرات کل افزایش خواهد یافت. در نتیجه با افزایش صادرات عرضه ارز نیز افزایش یافته و با افزایش عرضه ارز، نرخ ارز کاهش خواهد یافت. به عبارت دیگر در این حلقه افزایش عرضه ارز افزایش اولیه نرخ ارز را تعدیل

می‌کند. همچنین در شکل (۳) حلقه تعادلی  $R2$  بیان می‌کند افزایش نرخ ارز باعث افزایش سرمایه‌گذاری کل شده که افزایش سرمایه‌گذاری نیز باعث افزایش تولید ناخالص ملی خواهد شد و با افزایش تولید ناخالص ملی، صادرات غیرنفتی و صادرات کل افزایش یافته و موجب بهبود تراز تجاری می‌شود. بنابراین بهبود تراز تجاری نیز ذخایر ارزی و به دنبال آن ذخایر خارجی بانک مرکزی را افزایش خواهد داد. این افزایش ذخایر ارزی که افزایش در دارایی‌های خارجی را نیز به دنبال دارد موجب افزایش پایه پولی و همچنین نقدینگی می‌شود و به دنبال آن تورم نیز افزایش یافته که این خود موجب افزایش نرخ ارز خواهد شد. بنابراین، افزایش اولیه نرخ ارز طی حلقه  $R2$  تشدید خواهد شد.

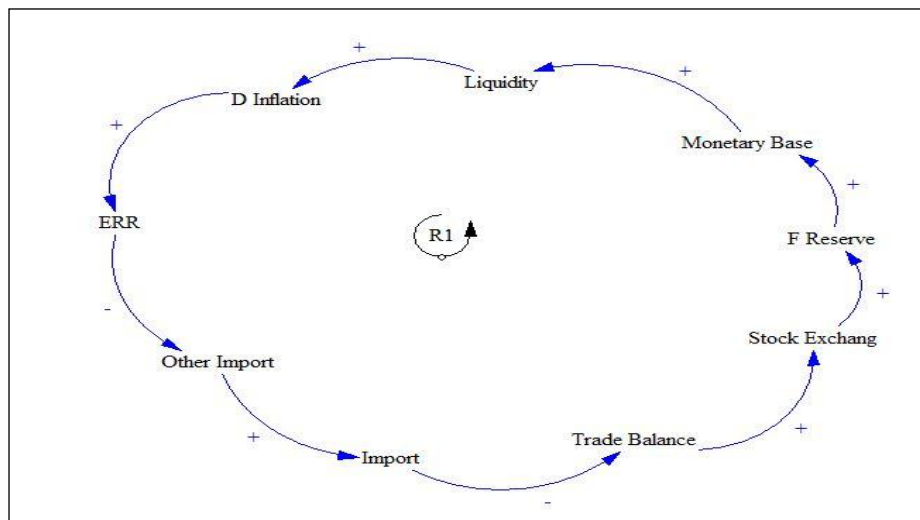


شکل (۳) حلقه‌های تعادلی  $B1$  و افزایشی  $R2$  (صادرات و عرضه ارز)

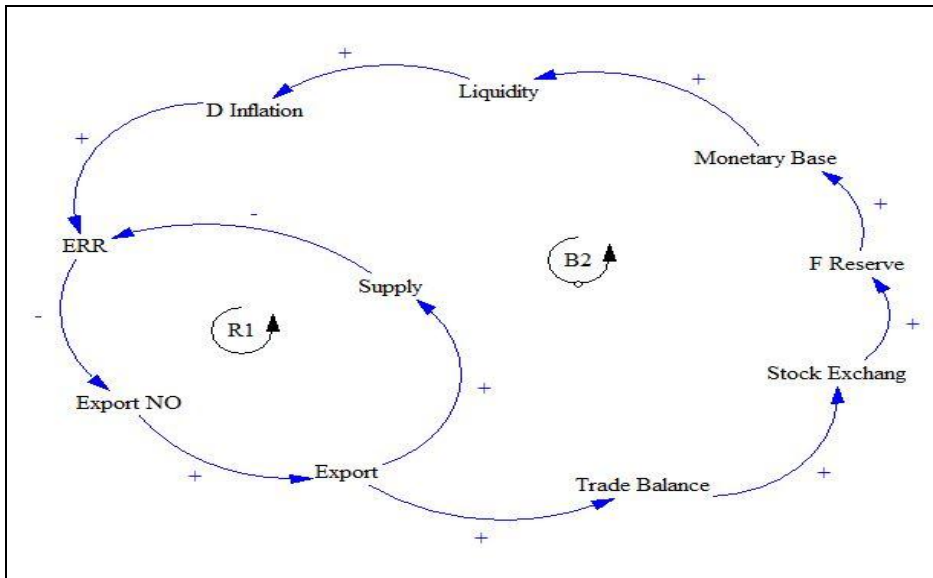
حلقه تقویتی شکل (۴) نشان می‌دهد که در اثر افزایش نرخ ارز واردات کاهش می‌یابد. کاهش در واردات موجب افزایش در تراز تجاری می‌شود. با افزایش در تراز تجاری، ذخایر ارزی افزایش یافته و این نیز موجب افزایش دارایی‌های خارجی بانک

مرکزی می‌شود. با افزایش دارایی‌های خارجی بانک مرکزی، پایه پولی و به دنبال آن نقدینگی و همچنین تورم افزایش می‌یابد. در نهایت افزایش تورم نیز باعث افزایش نرخ ارز می‌گردد به عبارت دیگر در این حلقه در نهایت افزایش تورم موجب تشدید در افزایش اولیه نرخ ارز می‌شود.

مطابق با شکل (۵) در حلقه  $R1$  با ثابت بودن سایر عوامل، در صورت افزایش نرخ ارز ارزش دلاری صادرات غیر نفتی و به دنبال آن صادرات کل کاهش می‌یابد. با کاهش صادرات، عرضه ارز نیز کاهش یافته و در نتیجه با کاهش عرضه ارز نرخ ارز افزایش می‌یابد. همچنین در حلقه تعادلی  $B2$  با افزایش نرخ ارز و کاهش ارزش صادرات، تراز تجاری نیز کاهش می‌یابد. کاهش تراز تجاری موجب کاهش ذخایر ارزی و به دنبال آن کاهش دارایی‌های خارجی بانک مرکزی می‌شود. با کاهش دارایی‌های خارجی بانک مرکزی، پایه پولی و در نتیجه نقدینگی کاهش می‌یابد و با کاهش نقدینگی نیز تورم کم می‌شود. و در نهایت با کاهش تورم نرخ ارز نیز کاهش می‌یابد. به عبارتی دیگر افزایش اولیه نرخ ارز در موجب کاهش تورم شده و کاهش تورم نیز موجب تعدیل این افزایش اولیه می‌گردد.

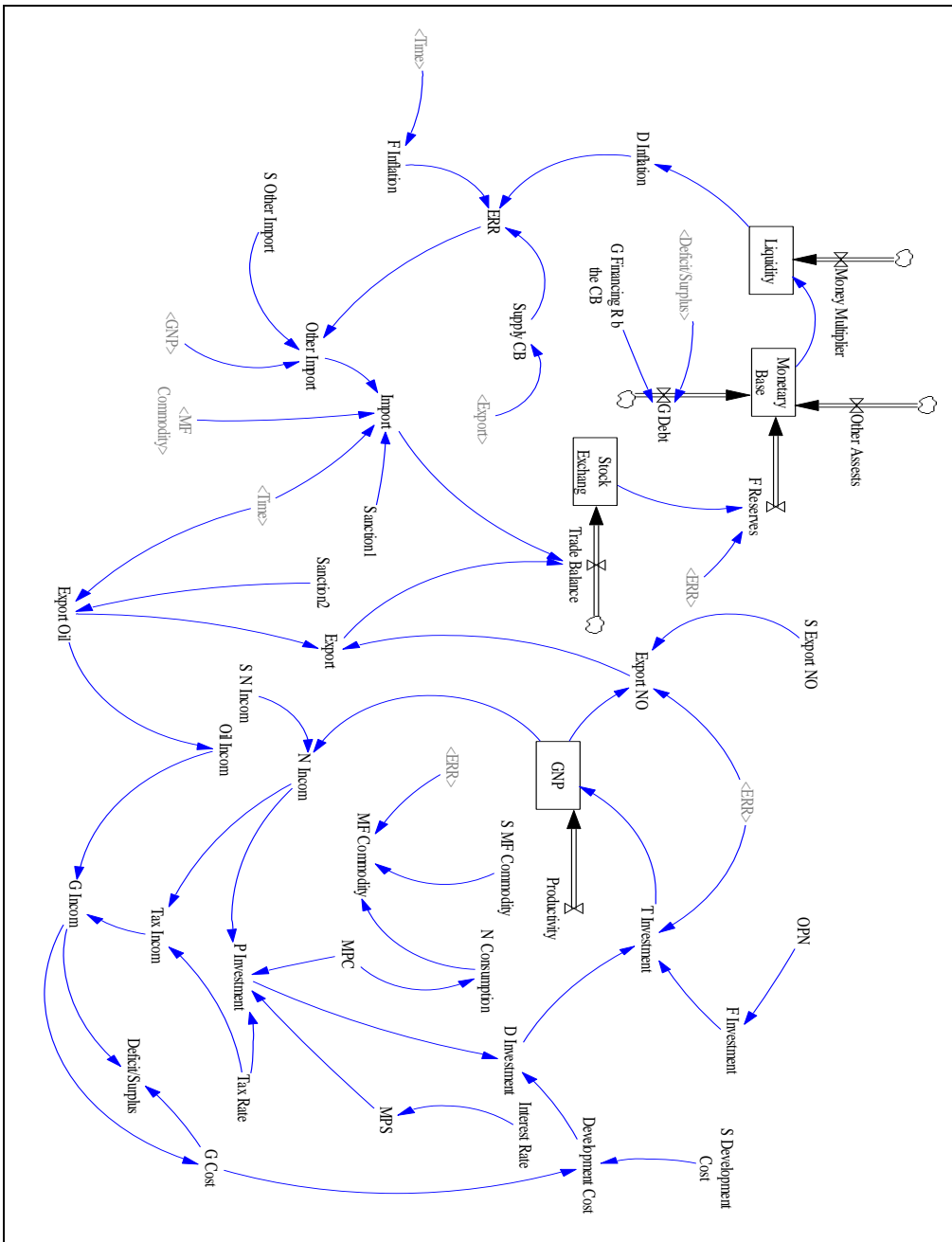


شکل (۴) حلقه تقویت کننده  $R1$  (واردات)



شکل (۵) حلقه‌های تقویت کننده  $R1$  و تعدیل کننده  $B2$  (صادرات)

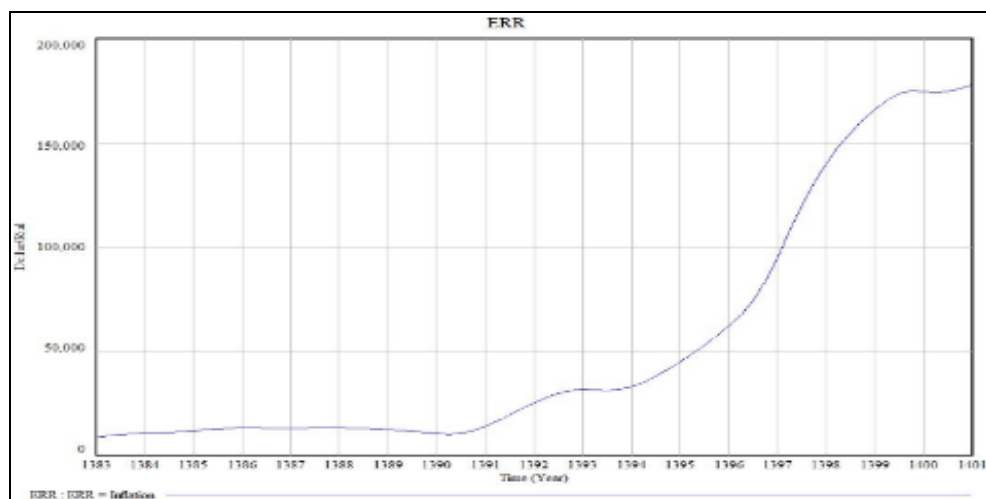
پس از تعریف روابط بین متغیرها و با در نظر گرفتن تمام عوامل موثر بر نرخ ارز و حلقه‌های بازخوردی ایجاد شده در سیستم، در نهایت الگوی کلی سیستم نرخ ارز ترسیم شد (شکل ۶).



شکل ۶- الگوی کلی نرخ ارز

### ۵. شبیه سازی و اعتبار سنجی الگوی مدل

پس از رسم روابط علت و معلولی و بررسی حلقه‌های تقویتی و تعادلی موجود در سیستم و همچنین تعیین جهت تاثیرگذاری متغیرها در سیستم و در نهایت فرمول نویسی تمام متغیرها با توجه به مبانی نظری مربوط به هر متغیر، قیمت و روند تغییرات نرخ ارز به صورت ( شکل ۷) پیش‌بینی شد.



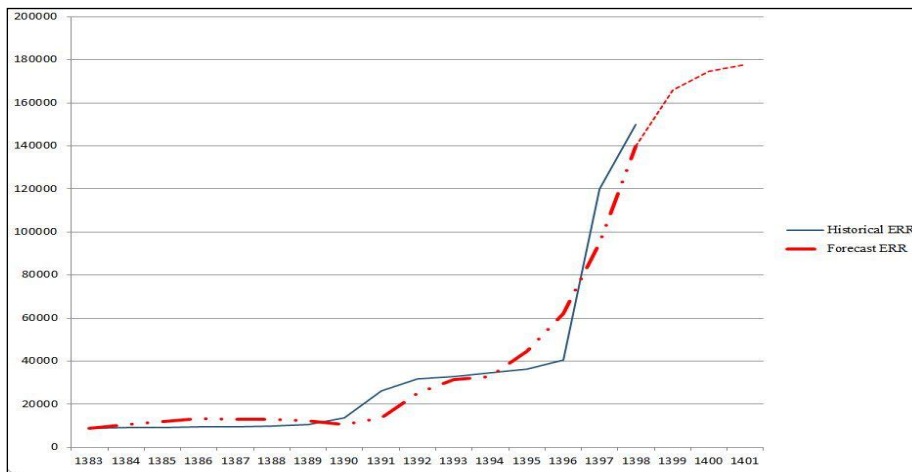
شکل (۷) پیش‌بینی روند تغییرات نرخ ارز

منبع: یافته‌های پژوهش

با مقایسه قیمت و روند پیش‌بینی شده در این پژوهش با روند و قیمت واقعی طی سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۷، مشاهده می‌شود که روند پیش‌بینی شده دقیقاً مشابه روند واقعی است. حتی دو شکست (افزایش شیب) در سال‌های ۱۳۹۱-۹۲ و ۱۳۹۷-۹۸ نیز مشابه روند واقعی است. همچنین در مقایسه قیمت پیش‌بینی ارز با قیمت‌های واقعی، مشاهده می‌شود که قیمت پیش‌بینی شده، تقریباً برابر با قیمت‌های واقعی است. هرچند قیمت‌های واقعی اندکی کمتر از مقادیر پیش‌بینی شده دیده می‌شوند.

اعتبارسنجی مدل‌های پویایی‌های سیستم برای ایجاد اطمینان جهت درستی و سودمندی مدل در پیش‌بینی نرخ ارز است. در این پژوهش برای اطمینان از اعتبار عملکرد الگو و روابط تعریف شده از آزمون رفتار مجدد و آزمون محاسبه میزان خطا استفاده شده است.

الف) آزمون رفتار مجدد: در این حالت رفتار شبیه‌سازی شده برای الگو بازتولید می‌شود تا نتایج شبیه‌سازی شده برای اطمینان از صحت عملکرد رفتار الگو با داده‌های واقعی مقایسه شود. در شکل (۸) اطلاعات واقعی نرخ ارز و نتایج شبیه‌سازی شده در سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۸ نشان داده شده است. این نمودار نشان می‌دهد رفتار متغیر مورد بررسی، به خوبی شبیه‌سازی شده است.



شکل (۸) مقایسه روند پیش‌بینی شده و واقعی تغییرات نرخ ارز

منبع: یافته‌های پژوهش

ب) آزمون محاسبه میزان خطا: علاوه بر بازتولید رفتار الگو برای اطمینان از نتایج شبیه‌سازی شده، خطای متغیر کلیدی نیز براساس روش زیر محاسبه شده است.



میانگین مجموع مجذورات خطا (RMSE): براساس این شاخص هرچه میزان تفاوت بین داده‌های واقعی و شبیه سازی شده کمتر باشد، به نتایج شبیه سازی بیشتر می‌توان اعتماد کرد. میزان خطا در این روش براساس رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (Y_t^S - Y_t^A)^2}{N}}$$

که در این رابطه  $Y_t^S$  نتایج شبیه سازی شده،  $Y_t^A$  داده های واقعی و  $N$  تعداد مشاهدات می‌باشد. هرچنه میزان  $RMSE$  به صفر نزدیک تر باشد، به مفهوم خطای کمتر و نزدیک بودن به صد درصد نیز نشان دهند خطای بیشتر است. نتایج حاصل از آزمون محاسبه خطا در جدول (۲) نشان داده شده است. با توجه به نتایج ارائه شده میزان خطای متغیر مورد بررسی در سطح قابل قبولی است.

جدول (۲) نتایج آزمون آماری اعتبارسنجی الگو

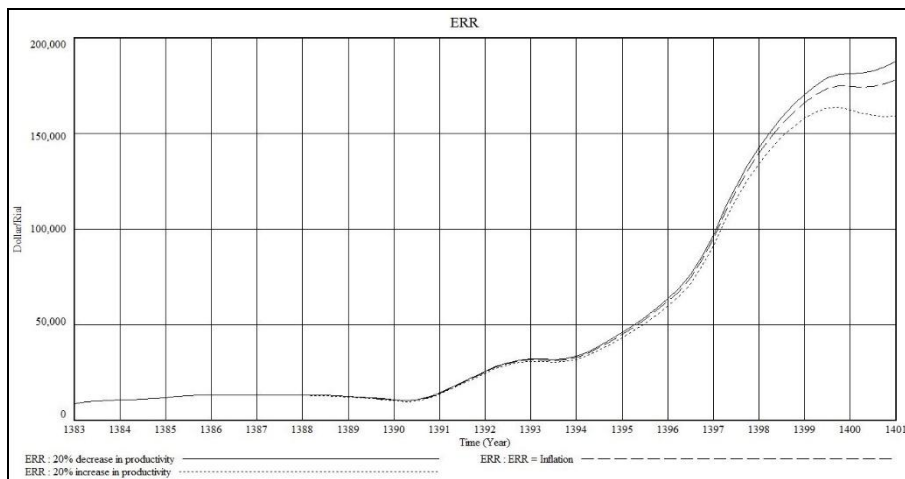
متغیر	آزمون
۰.۰۱۲	RMSE

منبع: یافته‌های پژوهش

#### ۶- تحلیل حساسیت

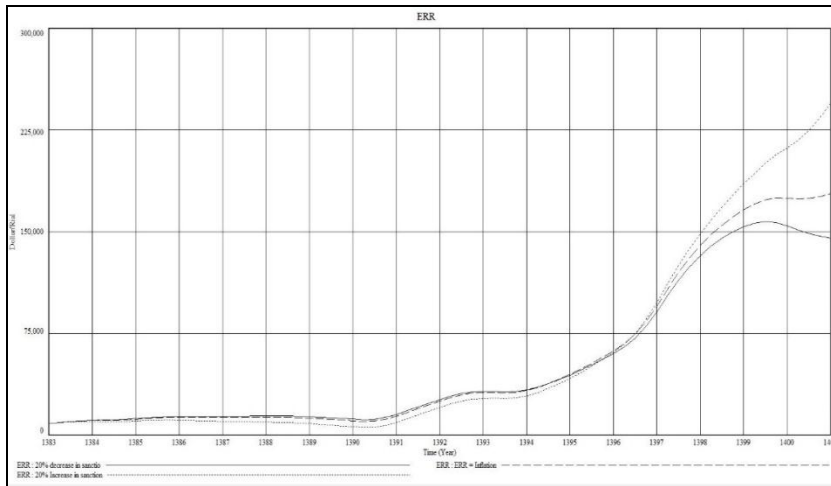
پس از الگوسازی و پیش‌بینی نرخ ارز و همچنین پس از اطمینان از اعتبار مدل، حساسیت نرخ ارز نسبت به هر یک از عوامل اساسی موثر بر آن مورد سنجش قرار گرفته است. همان‌گونه که در شکل (۹) مشاهده می‌شود، افزایش و کاهش بهره‌وری اثر قابل ملاحظه‌ای بر نرخ ارز داشته است. بر اساس نظریه بالاس - ساموئلسون اختلاف بهره‌وری بخشی در دو کشور موجب تغییرات در نرخ واقعی ارز می‌شود. بنابراین افزایش (کاهش) بهره‌وری شرکای تجاری ایران با فرض ثابت بودن بهره‌وری ایران، موجب

افزایش (کاهش) نرخ ارز می‌گردد. همچنین با ثابت بودن بهره‌وری شرکای تجاری ایران، افزایش (کاهش) بهره‌وری در ایران، موجب کاهش (افزایش) نرخ ارز می‌گردد. شکل (۱۰) تاثیر تغییرات تحریم بر نرخ ارز را نشان می‌دهد. به طوری که افزایش و یا کاهش ۲۰ درصدی تحریم‌ها باعث افزایش یا کاهش قابل ملاحظه نرخ ارز شده است. تحریم‌ها روند مناسبات مالی و تجاری کشور را مختل کرده و با ایجاد محدودیت‌هایی در صادرات به ویژه صادرات نفت (با توجه به سهم پایین دریافتی‌های ارزی از محل صادرات غیر نفتی و نبودن منابع جایگزین)، میزان عرضه ارز را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش داده و نرخ ارز را تحت تاثیر قرار می‌دهد.



شکل (۹) حساسیت نرخ ارز نسبت به تغییر در بهره‌وری سرمایه

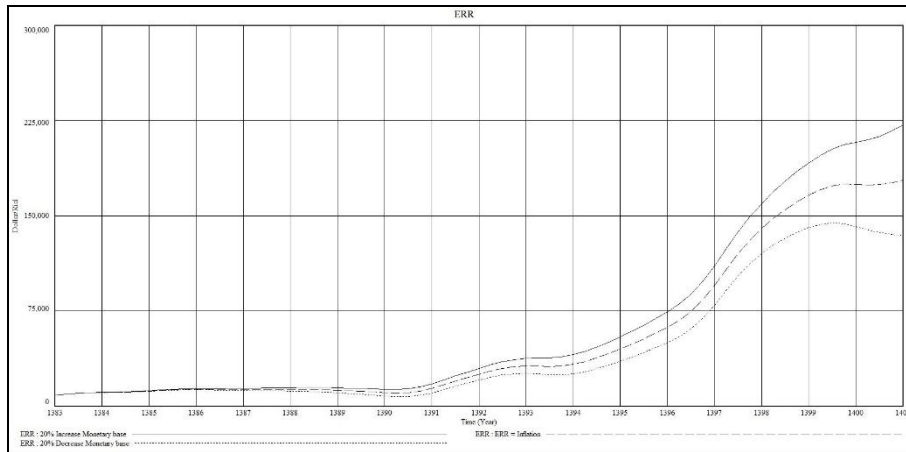
منبع: یافته‌های پژوهش



شکل (۱۰) حساسیت نرخ ارز نسبت به تغییرات تحریم

منبع: یافته‌های پژوهش

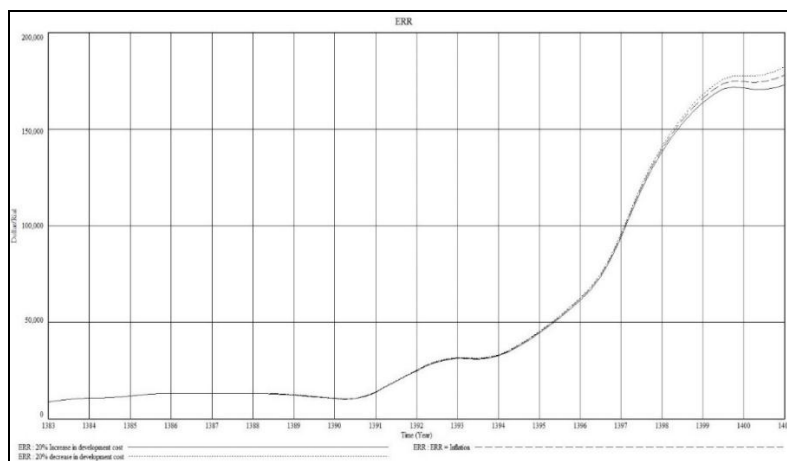
شکل (۱۱) تاثیر تغییرات پایه پولی بر نرخ ارز را نشان می‌دهد. افزایش در پایه پولی منجر به افزایش چند برابر آن (معادل ضریب فزاینده پولی) در کل عرضه پول می‌شود که این افزایش، افزایش نقدینگی، افزایش تقاضای سفته بازی و نهایتاً افزایش نرخ را به دنبال دارد. از طرف دیگر افزایش نرخ ارز نیز باعث افزایش پایه پولی می‌شود و این چرخه را تقویت می‌کند. با توجه به اینکه ارزش خالص دارایی‌های بانک مرکزی به ریال سنجیده و در پایه پولی وارد می‌شود، بنابراین نرخ ارز در آن مستتر است. لذا در صورتی که نرخ ارز افزایش پیدا کند، ارزش خالص دارایی‌های بانک مرکزی نیز افزایش یافته و بنابراین پایه پولی و متعاقب آن حجم پول افزایش می‌یابد که منجر به افزایش مجدد نرخ ارز می‌گردد.



شکل (۱۱) حساسیت نرخ ارز نسبت به تغییرات پایه پولی

منبع: یافته‌های پژوهش

شکل (۱۲) نشان می‌دهد که تغییرات ۲۰ درصدی هزینه‌های عمرانی دولت، تاثیر اندکی بر نرخ ارز دارد. هزینه‌های دولت با تحت تاثیر قرار دادن درآمد ملی و همچنین تولید ناخالص ملی، واردات و صادرات را تحت تاثیر قرار می‌دهد و از این طریق نرخ ارز نیز تحت تاثیر قرار می‌گیرد. با افزایش هزینه‌های دولت، درآمد ملی افزایش می‌یابد و باعث افزایش مقدار واردات گردیده و در نتیجه نرخ ارز را افزایش می‌دهد.

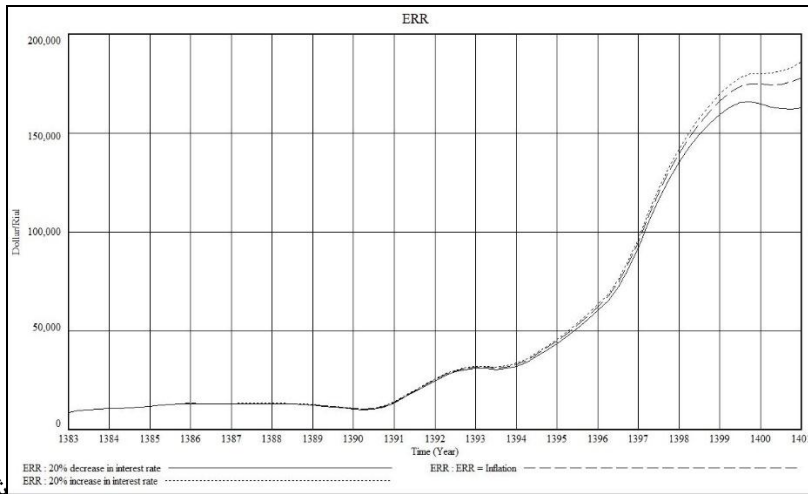


شکل (۱۲) حساسیت نرخ ارز نسبت به تغییرات سهم هزینه‌های عمرانی دولت

منبع: یافته‌های پژوهش

شکل (۱۳) نشان‌دهنده تاثیر تغییرات ۲۰ درصدی نرخ بهره بر نرخ ارز است. همان‌گونه که انتظار می‌رفت تاثیر نرخ بهره بر نرخ ارز مثبت است، زیرا افزایش نرخ بهره کاهش سرمایه‌گذاری را به دنبال دارد و به تبع آن تولید ملی و صادرات را کاهش می‌دهد که با کاهش صادرات منجر به کاهش عرضه ارز و افزایش نرخ ارز می‌شود.

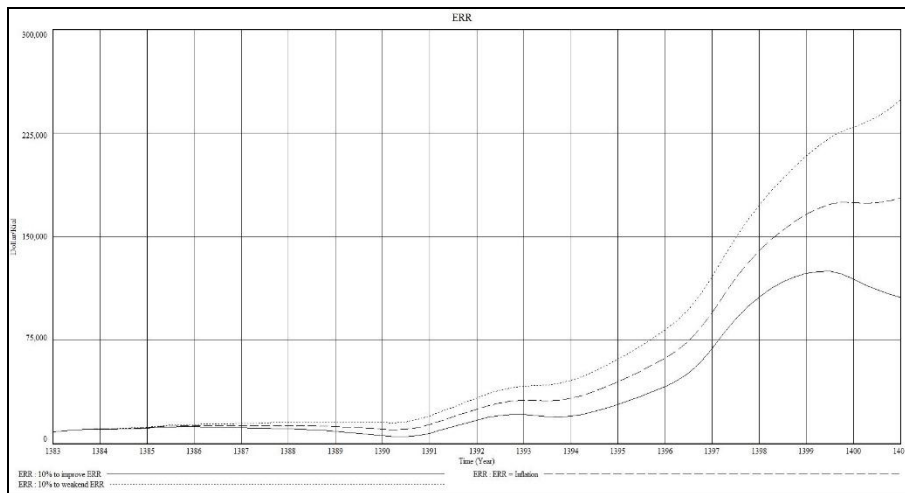
شکل (۱۴) اثر تغییرات ۱۰ درصدی تمامی عوامل (بهره‌وری، سهم هزینه‌های عمرانی دولت، تحریم‌ها، پایه پولی و نرخ بهره) بر نرخ ارز را نشان می‌دهد. این تغییرات یک بار در جهت بهبود (کاهش) نرخ ارز و یک بار در جهت عکس اعمال شده است. همان‌طور که انتظار می‌رود با تغییر ۱۰ درصدی چندین عامل کلان اقتصادی به صورت هم‌زمان، نرخ ارز بیشتر از تغییر ۲۰ درصدی تنها یک عامل تغییر کرده است.



شکل (۱۳)

( حساسیت نرخ ارز نسبت به تغییرات نرخ بهره

منبع: یافته‌های پژوهش



شکل (۱۴) حساسیت نرخ ارز نسبت به تمامی عوامل

منبع: یافته‌های پژوهش

## ۷- نتیجه‌گیری و بحث

در این پژوهش با توجه به تاثیرات متقابل عوامل موثر بر نرخ ارز و پویایی آن با استفاده از الگوی پویایی‌شناسی سیستم‌ها روند و قیمت نرخ ارز پیش‌بینی شده و برای اطمینان از صحت عملکرد مدل، نتایج پیش‌بینی شده با روند و قیمت واقعی نرخ ارز مقایسه شده است که صحت عملکرد مدل را تایید می‌کند و پس از آن به تحلیل حساسیت نرخ ارز نسبت به تغییرات متغیرهای کلان اقتصادی پرداخته شده است.

نتایج حاصل از مدل‌سازی نرخ ارز نشان می‌دهد که تا سال ۱۳۹۰ روند تغییرات نرخ ارز همانند روند نرخ ارز واقعی به خوبی پیش‌بینی شده است و پس از آن با شدت گرفتن تحریم‌ها و محدودیت‌های واردات و صادرات شاهد یک جهش ارزی بودیم که در مدل پیش‌بینی شده به خوبی نشان داده شده است و این روند تقریباً مطابق با روند واقعی نرخ ارز می‌باشد. در این مدت دولت با سیاست سرکوب کردن نرخ ارز و همچنین اعمال محدودیت‌هایی در میزان تقاضای ارز، سعی در کنترل نسبی نرخ ارز داشته که همین موضوع باعث ایجاد شکاف بین نرخ ارز پیش‌بینی شده و نرخ ارز بازار بوده است. از سال ۱۳۹۴ که توافق‌نامه برجام بین ایران و گروه ۵+۱ به نتیجه رسید، با برداشتن بخشی از تحریم‌ها توسط آمریکا و افزایش میزان صادرات نفتی و غیر نفتی، میزان عرضه ارز افزایش یافت و همین امر موجب توقف رشد نرخ ارز شد و تا اردیبهشت ۹۷ ثبات نسبی در بازار ارز برقرار بود تا اینکه با خروج آمریکا از برجام و تشدید تحریم‌ها، یک بار دیگر نرخ ارز جهش یافت. و این بار نیز در روند پیش‌بینی شده نرخ ارز مشاهده می‌شود که فاصله چندانی با روند واقعی نرخ ارز ندارد.

در بخش تحلیل حساسیت نرخ ارز نسبت به تغییرات متغیرهای کلان اقتصادی، مشاهده شد که افزایش یا کاهش هر یک از این متغیرها نرخ ارز را تحت تاثیر قرار می‌دهد. از یک طرف افزایش در بهره‌وری با افزایش رشد اقتصادی و صادرات، عرضه ارز را افزایش و نرخ ارز را کاهش می‌دهد و از طرف دیگر با افزایش رشد اقتصادی، درآمد ملی و نهایتاً

واردات را افزایش داده و باعث افزایش نرخ ارز می‌شود و این دو اثر متضاد تا حدودی یکدیگر را خنثی می‌کند.

تحریم یکی دیگر از متغیرهای کلان اقتصادی است که تغییرات آن باعث تغییراتی در نرخ ارز می‌شود. تحریم‌ها از طریق ایجاد محدودیت‌هایی در صادرات و واردات و مراودات بانکی، میزان عرضه و تقاضای ارز را تحت تاثیر قرار می‌دهد و همین امر در کنار جو روانی که ایجاد می‌شود می‌تواند باعث افزایش نرخ ارز شود.

تاثیر تغییرات سهم هزینه‌های عمرانی دولت بر نرخ ارز مبهم است. افزایش هزینه‌های دولت از یک طرف باعث افزایش درآمد ملی و همچنین افزایش واردات می‌شود که نرخ ارز را افزایش می‌دهد و از طرف دیگر با افزایش تولید ناخالص ملی و افزایش صادرات عرضه ارز را افزایش می‌دهد که منجر به کاهش نرخ ارز می‌شود.

پایه پولی از طریق تغییر در عرضه پول و تغییرات تورمی بر نرخ ارز تاثیر می‌گذارد. افزایش پایه پولی از طریق افزایش نقدینگی عرضه پول را افزایش می‌دهد و به دنبال آن با افزایش تورم منجر به افزایش نرخ ارز می‌شود. همچنین با افزایش نرخ ارز، خالص دارایی‌های بانک مرکزی افزایش می‌یابد و باعث افزایش پایه پولی می‌شود که نهایتاً منجر به افزایش نرخ ارز می‌شود.

نرخ بهره از طریق تغییر در سرمایه‌گذاری میزان تولیدات و صادرات را تحت تاثیر قرار می‌دهد و از این طریق تغییرات آن نرخ ارز را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

#### فهرست منابع

Adibpour, M. (2016). Measuring the Effect of Exchange Rate Uncertainty on Industrial Corporates Stock Price Index of Tehran Stock Exchange, *Iranian Economic Journal*. 11(22): 105-131. [In Persian]

Aghaei, M., & Rezagholizadeh, M. (2019). Impact of economic and commercial sanctions on Iran's trade relations and their major trading partners. *Journal Management System. Journal of Strategic Studies of Public Policy*, 8 (28): 49-68. [In Persian]



Alimohammadi, M. Rostami, M. M, & Feyz Fallah Shams. (2015). Comparison between trading entities and groups in the incidence of magnetic effect on the range at Tehran Stock Exchange, *Journal of Financial Knowledge of Securities Analysis*. 8(27): 53-68. [In Persian]

Aziz, N. (2008). The role of exchange rate in trade balance: Empirics from Bangladesh. *University of Birmingham, UK*.

Balassa, B.(1964). The Purchasing –Power Parity Doctrine: A Reappraisal. *The Journal of Political Economy*. 72. 5 84-596.

Beigi, A. & Mahdavi, H.(2020). The relationship between exchange rate and Iran's trade balance under uncertainty conditions (nonlinear approach). *Journal of Applied Economic Studies of Iran*, 8(32), 1-17. [In Persian]

Caporale, G., Ciferri, M. & Girardi, A (2011), "Fiscal shocks and real exchange rate dynamics: Some evidence for Latin America", *Journal of International Money and Finance*, 30, 709- 723.

Çehreli, C., Dursun, İ., & Barlas, Y. (2017). Modeling and Analysis of the Speculative Dynamics of Currency Exchange Rates: A Case Study from Turkey. *In Proceedings of 35th International Conference of System Dynamics Society*.

Craine, R., Lochstoer, L. A., & Syrtveit, K. (2000). Estimation of a stochastic-volatility jump-diffusion model. *Revista de Analisis Economico*, 15(1), 61-87.

Dash, R. (2018). Performance analysis of a higher order neural network with an improved shuffled frog leaping algorithm for currency exchange rate prediction. *Applied Soft Computing*, 67, 215-231.

Davis, J. T., Episcopos, A., & Wettimuny, S. (2001). Predicting direction shifts on Canadian–US exchange rates with artificial neural networks. *Intelligent Systems in Accounting, Finance & Management*, 10(2), 83-96.

Dornbusch, R. (1976). Expectations and Exchange Rate Dynamics, *Journal of Political Economy*, 84, 1161–1176.

Ebrahimi, M., & Pedram, M. (2014). The importance and effects of economic variables on exchange rate in case of Iran. *Journal of Economic Development Policy*, 2(2): 121-139. [In Persian]

Edison, H. J. & William R, M. (1999). Alternative Approaches to Real Exchange Rates and Real Interest Rates: 1974-1990, *Journal of Monetary Economics*, 31, 165-187.

Eslamibidgoli, Gh.R. Mahmiudi, V. & Sobhani, M. (2003). Study the Relationship Between Government Deficit, Liquidity and Inflation in Iran During the Years 57 to 87, *Journal of Audit Science*. 12(48): 109-132. [In Persian]

Esmaili Razi, H. & Tayebi, K. (2014). Main Determinants of Iran's Real Exchange Rate, Through Using Auto Regressive Distributed Lag (ARDL) Approach, *Journal of Economic Development Policy*. 2(1): 11-40. [In Persian]

Eyler, R. (2007). Economic Sanctions: International Policy and Political Economy at Work, *Palgrave Macmillan*.

Fartoukzadeh, H. R. (1993). Overview: System Dynamics (3), *Journal of Management Knowledge*. 20(0). [In Persian]

Hadian, E. & Taherifard, E. (1999). The Effect of Changes in Income from Oil Exports on the Real Exchange Rate: Case of Iran, 1360-1376, *The Journal of Planning and Budgeting*. 4(9):31-45. [In Persian]

Kazerooni, A.L. Feshari, M. & Imanpoor, A. (2015). The Impact of Trade Openness on Real Exchange Rate Volatility: The Case of Iran, *Iranian Journal of Trade Studies*. 15(57): 65-85. [In Persian]

Khajeh Mohammad Lou, A. & Khodavaisi, H. (2017). The relationship between the exchange rate, inflation and interest rates under Fisher's theories approach for Iran, *Quarterly Journal of Applied Economics Studies*. 6(24). 199-221. [In Persian]

Li, J., Tsiakas, I., & Wang, W. (2015). Predicting exchange rates out of sample: Can economic fundamentals beat the random walk?. *Journal of Financial Econometrics*, 13(2), 293-341.

Manafianvar, V. Khodadadkashi, F. Biabani, J. & Pasban, F. (2015). Factors Affecting Changes in Real Exchange Rate and Its Influence on Competitiveness Index in Iranian Economy, *Quarterly Journal of Financial Economics*. 9(32): 1-23. [In Persian]

Meadows, D. H., & Wright, D. (2008). Thinking in systems: a primer Chelsea Green Publishing. *White River Junction VT*.

Montiel, L.E. (1999), Exchange Rate Misalignment: Concepts and Measurement for Developing Countries. Oxford University Press, *World Bank*, pp. 497–538.

Moosa, I., & Burns, K. (2013). The monetary model of exchange rates is better than the random walk in out-of-sample forecasting. *Applied Economics Letters*, 20(14), 1293-1297.

Naghi Mosleh Shirazi, A. Hashem Moosavihaghighi, M. & Pashootanzadeh, H. (2018). Simulation of Model Changes by Exchange Rates and Gold Price on the Tehran Stock Exchange Performance with System Dynamics Approach, *Journal Management System*. 7(25): 17-38. [In Persian]

Nasrollahi, Kh. Moghadasfar, S. & Mostolizadeh, M. (2012). Determining the Equilibrium Rate of the Currency and the Effect of Its Deviations from the Real Rate on the Four Sectors of the Iranian Economy, *Economic Journal*. 13(9 &10): 5-22. [In Persian]

Nili, F. Moab, R. Barkchayan, S, M. (2013). Explain the changes in the monetary base and government spending in Iran, *Banking & monetary research*: 1 (17): 6-16. [In Persian]

Oyewale, A. M. (2013). Evaluation of artificial neural networks in foreign exchange forecasting. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, 2(4), 94-101.✓

Rasehki, S. Montazeri, M. & Pashazanos, P. (2015). Asymmetric nonlinear response of the trade balance to real exchange rate changes: A case study of Iran, *Journal of Financial and Economic Policy* 2 (8):41-62. [In Persian]

Razzak W, A. & Nadal, D, F. (1999). Nominal Exchange Rates and Nominal Interest Rate Differentials, *IMF Working Paper*, 99 (141), 41- 60.

Rogoff, k. & Meese, R, A. (1983). Empirical Exchange Rate Models of the Seventies; Do They Fit out of Sample?, *Journal of International Economics*, 14, 73-97.

Sepahvand, E. Niroomand, R. & Zare Mehrjerdi, M.R. (2015). Effective Factors in Iran Exchange Rate, *Journal of Economic Development Research*.4(16): 23-42. [In Persian]

Shahhoseini, S. & Rezaei, A. (2017). Forecast of the official exchange rate in Iran Using the ARIMA Autoregressive model Along with the intervention factors and compare it with Random step model, *Quarterly Journal of Modern Economics and Trade*. 12(1): 51-80. [In Persian]

Sharif Azadeh, & M. Haghghat, A. (2005). The effective determinants of exchange rates in Iran, *Journal of Future Studies Management*. 17(3): 31-43. [In Persian]

Shirazi, H. & Nasrollahi, Kh. (2014). Monetary Models and Exchange Rate Forecast in Iran: From Theory to Empirical Evidences, *Quarterly Journal of Fiscal and Economic Policies*. 1(4): 5-24. [In Persian]

Steil, B. & Litan, R, E. (2006). *Financial Statecraft*, New Haven, CT: Yale University Press.

Stephen, M. (2009). Exchange Rate Pass-through and Monetary Policy : How Strong is The Link?, *Bank of Canada Working Paper*

Tayebi, S, K. & Sadeghi, A. (2017). The effects of international sanctions and other affecting factors on exchange rate in Iran, *Journal of Economic research* 52 (3): 641-661. [In Persian]

Tayebi, S, K. & Smaeili Razi, H. (2011). The effect of partial productivity on the real effective exchange rate in the Iranian economy (Balasa-Samuelson test), *Journal of Economic Research* 47(2): 41-60. [In Persian]

Vartabian Kashani, H. (2014). The Analysis of Exchange Rate Volatilities During (2010-2012), *Quarterly Journal of Fiscal and Economic poilicies*. 1(4):131-154. [In Persian]

Valian, H. Abdoli, M.R. & Kabosi, M. (2013). Investigating the relationship between interest rate and exchange rate on the basis of the Fisher's International Theory of Economics in Iran, *Quarterly Journal of Financial Economics*.7(22): 91-114. [In Persian]

Yarmohammadi, M. & Mahmoudvand, R. (2016). Exchange Rate Prediction Using Singular Spectrum Analysis, *Quarterly Journal of Applied Economics Studies*. 5(18): 133-146. [In Persian]

Yong, Y. L., Lee, Y., Gu, X., Angelov, P. P., Ngo, D. C. L., & Shafipour, E. (2018). Foreign currency exchange rate prediction using neuro-fuzzy systems. *Procedia computer science*, 144, 232-238.