



The Investigation of Time Varying Efficiency in Financial Markets of Iran: Case Study of Foreign Exchange and Gold Markets

Siavash Mohammadpoor

*Corresponding author, Ph.D. Candidate, Department of Economics, Institute for Management and Planning Studies, Tehran, Iran. E-mail: siavash.mohammadpoor@gmail.com

Ali Rezazadeh

Assistant Prof., Department of Economics, Urmia University, Urmia, Iran. E-mail: a.rezazadeh@urmia.ac.ir

Abstract

Objective: The Efficient Market Hypothesis is one of the cornerstones of modern financial economics. It's also an important topic for investors in terms of making extra profit. In this way, the main objective of this study is to test the weak form of market efficiency in Iran foreign exchange and gold markets using monthly data during 1980M04-2018M09 and 1985M04-2018M09 respectively for foreign exchange market and gold market.

Methods: Due to inability of linear models in capturing structural breaks and nonlinearities in financial time series, in this paper, for testing the efficiency in foreign exchange and gold markets the Markov Switching Unit Root method has been used.

Results: The result of the linear unit root test show that both the foreign exchange and gold markets are efficient; But the results of the Markov Switching unit root test is slightly different and show that market efficiency has a time varying nature. Results also show that the main source of market inefficiency is the government's interference in the market.

Conclusion: Results of this research show that the linear unit root tests which have been used so far in literature for testing the weak form of efficiency in asset markets suffer from the lack of power for testing EMH. The reason is straightforward, since most financial time series are nonlinear in nature, therefore modelling such time series with linear methods inevitably will result in biased results.

Keywords: Asset markets, Market efficiency, MS unit root test.

Citation: Mohammadpoor, S., & Rezazadeh, A. (2019). The Investigation of Time Varying Efficiency in Financial Markets of Iran: Case Study of Foreign Exchange and Gold Markets. *Financial Research Journal*, 21(3), 448- 471. (in Persian)

Financial Research Journal, 2019, Vol. 21, No.3, pp. 448- 471

DOI: 10.22059/frj.2019.272213.1006790

Received: October 25, 2018; Accepted: March 06, 2019

© Faculty of Management, University of Tehran

بررسی کارایی متغیر طی زمان در بازارهای طلا و ارز ایران

سیاوش محمدپور

* نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری، گروه اقتصاد، مؤسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی، تهران، ایران. رایانامه: siavash.mohammadpoor@gmail.com

علی رضازاده

استادیار، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. رایانامه: a.rezazadeh@urmia.ac.ir

چکیده

هدف: فرضیه بازار کارا، از نظریه‌های بنیادین در علوم مالی محسوب می‌شود. کارایی یا ناکارایی بازار در راستای هدف کسب سود برای سرمایه‌گذاران در بازارهای دارایی بسیار حائز اهمیت است. در این راستا، هدف اصلی این پژوهش، بررسی شکل ضعیف کارایی در بازارهای ارز و طلا در ایران طی دوره زمانی فروردین ۱۳۵۹ تا شهریور ۱۳۹۷ برای بازار ارز و فروردین ۱۳۶۴ تا شهریور ۱۳۹۷ برای بازار طلا است.

روش: با توجه اینکه روش‌های خطی نمی‌توانند امکان وجود شکست ساختاری و رفتار غیرخطی در سری‌های زمانی مربوط به قیمت دارایی‌ها را مدل‌سازی کنند، در این مطالعه برای آزمون کارایی بازارهای ارز و طلا، از آزمون ریشه واحد غیرخطی مارکوف - سوئیچینگ استفاده شده است.

یافته‌ها: یافته‌های حاصل از برآورد مدل نشان می‌دهد، بر اساس روش خطی، در هر دو بازار ارز و طلا کارایی وجود دارد. این در حالی است که بر اساس آزمون ریشه واحد غیرخطی مارکوف - سوئیچینگ، کارایی در هر دو بازار به‌صورت متغیر در زمان برقرار است. به بیان بهتر، در هر دو بازار، در برخی دوره‌ها کارایی ضعیف است و در برخی دوره‌ها ضعیف نیست. همچنین یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد دلیل ناکارایی موجود در بازارهای مورد بررسی در برخی از دوره‌ها، دخالت دولت در بازار بوده است.

نتیجه‌گیری: بر اساس یافته‌های این پژوهش، آزمون‌های ریشه واحد خطی که تاکنون از آنها برای بررسی کارایی ضعیف در بازارهای دارایی استفاده می‌شد، برای بررسی دقیق این فرضیه توان کافی ندارد. دلیل آن نیز این است که سری‌های قیمتی در بازارهای دارایی، به‌صورت ذاتی رفتاری غیرخطی دارند، بنابراین، مدل‌سازی این متغیرها با روش‌های خطی به نتیجه‌گیری اشتباه منجر خواهد شد.

کلیدواژه‌ها: بازارهای دارایی، کارایی بازار، آزمون ریشه واحد مارکوف - سوئیچینگ.

استناد: محمدپور، سیاوش؛ رضازاده، علی (۱۳۹۸). بررسی کارایی متغیر طی زمان در بازارهای طلا و ارز ایران. *تحقیقات مالی*، ۲۱(۳)، ۴۴۸-۴۷۱.

تحقیقات مالی، ۱۳۹۸، دوره ۲۱، شماره ۳، صص. ۴۴۸-۴۷۱

DOI: 10.22059/frj.2019.272213.1006790

دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۰۳، پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۱۵

© دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

مقدمه

یکی از موضوع‌های مهم در خصوص قیمت‌داری‌ها که در پژوهش‌های نظری و تجربی به آن توجه می‌شود، بررسی کارا یا ناکارا بودن تعیین قیمت آنها در بازار است. همان‌طور که فاما^۱ (۱۹۷۰) اشاره می‌کند، بازار کارا بازاری است که در آن، اطلاعات مرتبط با تعیین قیمت به‌صورت آنی در خود آن قیمت منعکس می‌شود، از این رو امکان کسب سودهای غیرعادی در یک بازار کارا امکان‌پذیر نخواهد بود.

طی دهه‌های اخیر، فرضیه بازار کارا (EMH)^۲ از مباحث پایه‌ای در علوم مالی بوده است. آزمون تجربی کارایی بازارهای سرمایه بین انواع بازارهای دارایی، دارای سابقه تاریخی طولانی است. برای مثال مطالعه اصلی فاما روی بازارهای سهام متمرکز شده بود. رول^۳ (۱۹۷۲) و دانتین^۴ (۱۹۷۷) نخستین افرادی بودند که درباره کارایی بازارهای کالا مطالعه کردند. هم‌زمان به بررسی کارایی نرخ‌های ارز نیز توجه شد (فرنکل^۵، ۱۹۷۶ و کورنل و دیتریش^۶، ۱۹۷۸). انحلال سیستم ارزی برتون وودز در سال ۱۹۷۱، باعث گرایش مطالعات کارایی به سمت قیمت‌های ارز و طلا شد (بوث و کان^۷، ۱۹۷۹).

در یک بازار ارز کارا، کسی توانایی بهره‌مندی از اطلاعات موجود به شکل رانت در راستای پیش‌بینی نوسان‌های آتی نرخ ارز و کسب سودهای شایان توجه را نخواهد داشت. به بیان دیگر، امکان سفته‌بازی در یک بازار ارز کارا وجود ندارد (کی، وو و ژانگ^۸، ۲۰۰۰). آگاهی از کارایی یا ناکارایی بازار ارز، برای دولت و برنامه‌ریزان اقتصادی کشور، در زمینه تصمیم‌گیری در خصوص سیاست‌های ارزی بسیار مهم است، به‌طوری که در بازار کارا نیاز به دخالت دولت به حداقل می‌رسد، ولی اگر بازار ارز ناکارا باشد، دولت‌ها می‌توانند با سیاست‌های اقتصادی مناسب، نرخ‌های ارز را تحت تأثیر قرار داده و آثار سیاست‌های اعمال‌شده بر نرخ‌های ارز را ارزیابی کند (پیل بیلم^۹، ۱۹۹۲).

یکی دیگر از بازارهای دارایی که حائز اهمیت زیادی برای برنامه‌ریزان و فعالین اقتصادی است، بازار طلا است. بازار طلا با سایر بازارهای دارایی، هم‌بستگی زیادی دارد و شناخت دقیق این بازار نیز در راستای توسعه بازارهای دارایی، امری ضروری محسوب می‌شود. طلا یکی از محصولات استراتژیک در سطح بازارهای جهانی است که قیمت آن از فعالیت بازارهای دیگر، ذخایر طلا و نظایر آن تأثیر می‌پذیرد. اگر بازار طلا کارا باشد، امکان کسب سود سیستماتیک ناشی از پیش‌بینی وجود نداشته و مبادلات آن بر حسب تصادف گاهی با سود و گاهی با زیان همراه خواهد بود. به بیان دیگر در این بازار نیز، امکان کسب سود بالاتر بدون تحمل ریسک بالاتر امکان‌پذیر نخواهد بود (مالکیل^{۱۰}، ۲۰۰۳).

مرور ادبیات موضوع بیانگر آن است که اغلب مطالعات تجربی، در رد فرضیه صفر آزمون، مبنی بر وجود ریشه واحد در سری زمانی قیمت دارایی موفق نبوده‌اند و نتیجه‌گیری کرده‌اند که بازار دارایی مد نظر کارا بوده است. یکی از دلایل

1. Fama

3. Roll

5. Frankel

7. Booth & Kaen

9. Pilbeam

2. Efficient market hypothesis (EMH)

4. Danthine

6. Cornell & Dietrich

8. Qi, Wu & Zhang

10. Malkiel

اصلی این امر، به توان آزمون پایین آزمون‌های ریشه واحد خطی متعارف نسبت داده شده است. اگر سری زمانی قیمت دارایی دارای رفتار غیرخطی ناشی از اصطکاک بازار، محدودیت‌های نهادی و هزینه‌های مبادلاتی باشد، توان آزمون تکنیک‌های خطی آزمون ریشه واحد متعارف پایین خواهد بود (شن و هولمز^۱، ۲۰۱۴). همچنین غیرخطی بودن قیمت دارایی ممکن است به دلیل وجود شکست ساختاری باشد (نارایان و همکاران^۲، ۲۰۱۳). شکست ساختاری می‌تواند ناشی از رویدادهایی باشد که به تغییر رژیم در پویایی‌های رفتار قیمت دارایی مالی منجر می‌شوند. بنابراین ضروری است این نوع تغییرات رژیم بالقوه در آزمون‌های مورد استفاده لحاظ شوند. آزمون ریشه واحد مارکوف - سوئیچینگ می‌تواند تغییرات رخ داده در پویایی‌های رفتار قیمت دارایی را در آزمون وجود ریشه واحد ملحوظ کند. از این رو با توجه به اهمیت بررسی فرضیه بازار کارا در بازارهای دارایی با لحاظ امکان تغییر رژیم، این مطالعه به دنبال آن است تا با استفاده از تکنیک غیرخطی آزمون ریشه واحد مارکوف - سوئیچینگ، کارایی بازارهای ارز (دلار) و سکه طلا در ایران را طی دوره زمانی فروردین ۱۳۵۹ تا شهریور ۱۳۹۷ برای بازار ارز و فروردین ۱۳۶۴ تا شهریور ۱۳۹۷ برای بازار طلا بررسی و ارزیابی کند. مطالعه حاضر، نخستین مطالعه‌ای خواهد بود که کارایی در بازارهای ارز و طلا را (در سطح داخلی و خارجی) با استفاده از آزمون ریشه واحد مارکوف - سوئیچینگ بررسی می‌کند. استفاده از این آزمون چند مزیت اساسی داد. نخست اینکه با استفاده از این آزمون، می‌توان رفتار غیرخطی سری‌های زمانی قیمتی را مدل‌سازی کرده و به نتایج دقیق‌تری دست یافت. دومین مزیت این آزمون این است که با استفاده از آن، امکان بررسی کارایی متغیر در زمان فراهم می‌شود. مزیت سوم و بسیار مهم این آزمون این است که با به‌کارگیری آن می‌توان به‌صورت کاملاً دقیق، زمان دوره‌های کارایی و ناکارایی بازار را شناسایی کرد.

بر اساس آنچه عنوان شد، این پژوهش به دنبال پاسخ‌گویی به این پرسش اساسی است که آیا بازارهای ارز و طلا در اقتصاد ایران از کارایی برخوردار هستند یا خیر؟ همچنین پرسش دیگر پژوهش این است که آیا کارایی در همه دوره‌ها در این دو بازار وجود دارد یا اینکه در برخی دوره‌ها کارایی ضعیف برقرار بوده و در برخی دیگر از دوره‌ها برقرار نیست؟ در این راستا در ادامه مطالعه، پیشینه نظری و تجربی پژوهش به‌صورت مجزا در دو بخش مرور شده است. در بخش چهارم روش اجرای پژوهش بیان شده و یافته‌های تجربی در بخش پنجم ارائه شده‌اند. بخش پایانی نیز به ارائه نتیجه‌گیری کلی و توصیه‌های سیاستی اختصاص یافته است.

پیشینه نظری

مفهوم کارایی بازار، برای سرمایه‌گذاران در بازارهای دارایی اهمیت زیادی دارد. ایده فرضیه بازار کارا (EMH) ابتدا توسط فاما در سال ۱۹۷۰ مطرح شد. وی طی مقاله‌ای با عنوان «بازارهای سرمایه کارا: مروری بر کارهای نظری و تجربی» به تبیین این فرضیه پرداخت (گوپتا و سینگلا^۳، ۲۰۱۸). بر اساس نظر فاما (۱۹۷۰)، چنانچه اطلاعات موجود یا جدید در بازار به‌سرعت در قیمت دارایی انعکاس یابد، بازار کارا محسوب می‌شود و در این وضعیت قیمت بازار بهترین برآورد از ارزش

دارایی خواهد بود. با این حال ممکن است در یک بازار کارا، قیمت در شرایطی با ارزش ذاتی دارایی برابر نباشد، اما این انحراف از ارزش واقعی باید به صورت تصادفی باشد (فدایی نژاد، صالح آبادی، اسدی، وزیری و طاعتی، ۱۳۹۷).

سه شکل از کارایی توسط فاما تشریح شده است که عبارت‌اند از کارایی شکل ضعیف^۱، کارایی شکل نیمه قوی^۲ و کارایی شکل قوی^۳ (نمازی و شوشتریان، ۱۳۷۴). این تقسیم‌بندی بر مبنای مجموعه اطلاعاتی بیان شده است که بر قیمت‌ها تأثیر می‌گذارند (اسجلتروپ^۴، ۲۰۰۰).

- **کارایی ضعیف:** در این شکل از کارایی، مجموعه اطلاعاتی که بر سطح قیمت‌ها تأثیر می‌گذارند، صرفاً به دوره‌های گذشته مربوط هستند (میلیونیس^۵، ۲۰۰۷). این شکل از فرضیه به‌طور مشخص عنوان می‌کند که بر اساس اطلاعات گذشته نمی‌توان از طریق تحلیل تکنیکی اطلاعات اضافی به دست آورد و با استفاده از آن به پیش‌بینی نوسان‌های آتی قیمت دارایی پرداخت. به بیان دیگر، با استفاده از داده‌های سری زمانی قیمت نمی‌توان سود غیرعادی کسب کرد (تان و همکاران^۶، ۲۰۱۲).
- **کارایی نیمه‌قوی:** در این شکل از کارایی، مجموعه اطلاعات موجود شامل تمامی اطلاعات عمومی است. یعنی علاوه بر اطلاعات گذشته، تمامی اطلاعات عمومی و آشکار دیگر نیز روی قیمت دارایی تأثیر می‌گذارند. پس در این شکل از کارایی، نه تنها تحلیل تکنیکی، بلکه تجزیه و تحلیل بنیادی نیز در کسب سود غیرمعمول مؤثر نیست (اسجلتروپ، ۲۰۰۰).
- **کارایی قوی:** در این شکل از کارایی، همه اطلاعات اعم از عمومی و خصوصی روی قیمت‌ها تأثیر می‌گذارند. یعنی حتی اطلاعات محرمانه و داخلی بازار نیز باعث برتری یک سرمایه‌گذار به دیگران نخواهد شد. به بیان بهتر، در این سطح از کارایی، تمام اطلاعات آشکار و پنهان در قیمت‌های دارایی منعکس می‌شوند و هیچ کس نمی‌تواند سود غیرمعمول کسب کند. این شکل افراطی از کارایی به‌طور عمده به‌عنوان یک حالت حدی در نظر گرفته می‌شود و امکان برقراری آن در دنیای واقع غیرمحتمل به نظر می‌رسد (آدلگان^۷، ۲۰۰۳ به نقل از فدایی نژاد و همکاران، ۱۳۹۷).

بر اساس گفته گروسمن و استیگلیتز (۱۹۸۰)، با توجه به اینکه اطلاعات اغلب رایگان نبوده و کسب آنها مستلزم پرداخت هزینه است، امکان ندارد بازاری کاملاً کارا باشد. پس به‌ناچار باید امکان برقراری ناکارایی‌های هرچند کوچک در بازار را در نظر گرفت (جونز و نتر^۸، ۲۰۰۸). فاما (۱۹۹۱) اظهارات پیشین خود را چنین تکمیل می‌کند که پیش‌فرض فرضیه بازارهای کارا این است که هزینه انعکاس اطلاعات و نیز هزینه‌های مبادله صفر است. در تعریف کلی‌تری از کارایی می‌تواند چنین بیان شود که سطح قیمت اطلاعات را تا جایی انعکاس می‌دهند که سود نهایی اطلاعات برابر با هزینه نهایی کسب آنها شود (نارایان و همکاران^۹، ۲۰۱۰).

1. Weak form efficiency

3. Strong form efficiency

5. Milionis

7. Adelegan

9. Narayan, Narayan & Zheng

2. Semi-strong form efficiency

4. Skjeltorp

6. Tan, Galagedera & Maharaj

8. Jones & Netter

به‌طور کلی، در ادبیات موجود به دو موضوع در خصوص دلایل کارایی بازار اشاره شده است. دلیل نخست حضور غالب معامله‌گران آگاه ذکر شده است. این دسته از معامله‌گران که فریدمن (۱۹۵۳) آنها را سفته‌بازان تثبیت‌کننده می‌نامد، به‌همراه سفته‌بازان اختلال‌زا در بازار دارایی مالی فعالیت می‌کنند. این افراد، عواملی غیرعقلایی محسوب می‌شوند که اغلب تصمیم‌های خود را بر اساس تمایلات غیرمرتبط با بنیان‌ها اتخاذ می‌کنند و عملیات سوداگری خود را بر مبنای روش‌های قیاسی^۱ تنظیم می‌کنند. حال اگر سفته‌بازان آگاه، در بازار نقش غالب داشته باشند، سفته‌بازانی که اغلب بر اساس احساسات تصمیم می‌گیرند، دارایی خود را به آنها خواهند باخت. بنابراین در این حالت، سفته‌بازی بی‌ثبات‌کننده سودآور نبوده و باعث خواهد شد در نهایت سوداگران اختلال‌زا از بازار خارج شوند. بنابراین در شرایط توضیح‌داده‌شده، برآیند عملیات سفته‌بازی تثبیت بازار بوده و بازار به سمت کارا شدن حرکت خواهد کرد (کالتن برونر و نیسانکه^۲، ۲۰۰۹).

دلیل دوم کارایی بازار، دخالت دولت و بانک مرکزی ذکر شده است. دولت‌ها می‌توانند با کاربرد مدل‌های پیش‌بینی و تکنیک‌های آماری، نوسان‌های نرخ ارز، قیمت طلا و ... را پیش‌بینی کرده و وارد عملیات سفته‌بازی تثبیت‌کننده و سودآور شوند. مداخله می‌تواند از نوسان قیمت دارایی مالی کاسته و قیمت‌های بازار را به سطوح تعادلی خود بازگرداند (بکر و سینکلیر^۳، ۲۰۰۴).

برای آزمون اشکال مختلف کارایی بازار، روش‌های مختلفی ارائه شده که در همه آنها به یک مشکل اشاره شده است. به‌دلیل ارتباط مستقیم فرضیه کارایی بازار و انتظارات افراد، پژوهشگری که فرضیه بازار کارا را رد می‌کند، نمی‌تواند به‌درستی تشخیص دهد که آیا این عدم پذیرش، به ناکارایی بازار اشاره می‌کند یا ناشی از برآورد اشتباه بازدهی انتظاری و سطح انتظارات جامعه است (سلامی، ۱۳۸۰). در مطالعات تجربی، برای تشخیص کارایی یا عدم کارایی بازار روش‌های زیر استفاده شده‌اند:

لویج^۴ (۱۹۷۸) برای آزمون کارایی شکل ضعیف، از روند گام تصادفی استفاده می‌کند. کو و لی^۵ (۱۹۹۱) بیان می‌کنند که اگر فرضیه گام تصادفی برقرار باشد، باید شکل ضعیف فرضیه بازار کارا نیز برقرار باشد (راسخی و شهرازی، ۱۳۹۱). آزمون‌های ریشه واحد دیکر فولر تعمیم‌یافته (ADF) و فیلیپس - پرون (PP) از جمله روش‌های پرکاربرد برای آزمون کارایی ضعیف بوده است. برای بررسی کارایی شکل نیمه قوی نیز از روش‌های هم‌انباشستگی بهره گرفته شده است. با توجه به رفتار غیرخطی اغلب سری‌های زمانی دارایی‌ها، از روش‌های خطی به‌شدت انتقاد شده و در سال‌های اخیر، استفاده از روش‌های غیرخطی برای آزمون کارایی بازارهای دارایی متداول شده است.

پیشینه تجربی

تاکنون مطالعات تجربی متعددی با استفاده از روش‌های مختلف به بررسی کارایی بازار دارایی‌ها پرداخته‌اند. در این قسمت برخی از مطالعات مهم خارجی و داخلی در ارتباط با کارایی بازارهای ارز و طلا مرور شده‌اند.

1. Extrapolative methods
3. Becker & Sinclair
5. Ko & Lee

2. Kaltenbrunner & Nissanke
4. Levich

کارایی بازار ارز

پس از انتشار مطالعه پایه‌ای فاما در خصوص فرضیه بازار کارا، پژوهشگران به بررسی کارایی بازارهای ارز با استفاده از تکنیک‌های مختلف اقتصادسنجی به‌ویژه در کشورهای توسعه‌یافته، به‌صورت جدی توجه شد. از تکنیک‌های اشاره‌شده، اغلب در راستای پاسخ به این پرسش‌ها در مطالعات تجربی استفاده می‌شود: ۱. آیا نرخ‌های نقدی ارز دارای رفتار گام تصادفی هستند؟ ۲. آیا نرخ‌های آتی ارز یک پیش‌بینی بدون تورش از نرخ‌های نقدی در دوره‌های آتی هستند؟ و ۳. آیا بین ارزهای مختلف رابطه هم‌انباشتگی وجود دارد؟

آزمون‌های نوع ۱ به‌عنوان آزمون کارایی ضعیف و آزمون‌های نوع ۲ و ۳ به‌عنوان آزمون کارایی شکل نیمه قوی دسته‌بندی می‌شوند. استفاده مطالعات تجربی از این روش‌های متعدد باعث پدید آمدن ادبیات تجربی مرکب و وسیع در این حوزه مطالعاتی شده است. نوع اول آزمون‌ها چندین تکنیک از قبیل آزمون خودهم‌بستگی، آماره Q لیانگ - باکس، آزمون‌های نسبت واریانس، قاعده فیلتر و ... را شامل می‌شود. همچنین، توسعه تکنیک‌های آزمون وجود ریشه واحد در سری‌های زمانی، روش دیگری برای آزمون وجود رفتار گام تصادفی در نرخ‌های ارز و سایر سری‌های قیمت دارایی‌ها فراهم کرد (بایلی و بولرسلو^۱، ۱۹۸۹ و بلنی^۲، ۱۹۹۸). نوع دوم آزمون‌ها قبل از توسعه روش‌های هم‌انباشتگی، بیشتر با استفاده از تکنیک حداقل مربعات معمولی (OLS) انجام می‌گرفت (لویچ، ۱۹۷۸؛ فرانکل، ۱۹۸۰؛ ادواردز^۳، ۱۹۸۳؛ بوث و لانگ وورث^۴، ۱۹۸۶ و تیلور^۵، ۱۹۸۸).

با توسعه روش‌های هم‌انباشتگی پس از نیمه دهه ۱۹۸۰، استفاده از این تکنیک‌ها برای آزمون کارایی بازارهای دارایی شدت گرفت. تکنیک‌های هم‌انباشتگی توسط برخی پژوهشگران برای آزمون بدون تورش بودن نرخ‌های آتی ارز به‌عنوان پیش‌بینی نرخ‌های نقدی در آینده استفاده شد (نوربین و فرت^۶، ۱۹۹۶ و بارنهارت و همکاران^۷، ۱۹۹۹. برخی مطالعات نیز از این تکنیک‌ها برای آزمون وجود رابطه بلندمدت بین چندین نرخ ارز استفاده کردند (بایلی و بولرسلو، ۱۹۸۹؛ لاژانی، مک‌مانیس و ناکا^۸، ۱۹۹۶ و سانچز - فانگ^۹، ۱۹۹۹). زیووت^{۱۰} (۲۰۰۰) و اسپیت و مک‌میلان^{۱۱} (۲۰۰۱) نیز از تکنیک هم‌انباشتگی و مدل تصحیح خطای برداری برای آزمون کارایی بازارهای ارز استفاده کرده‌اند.

با توجه به اینکه هدف این مطالعه استفاده از آزمون ریشه واحد غیرخطی برای بررسی کارایی بازارهای دارایی است، در ادامه به مطالعاتی که طی دو دهه اخیر با استفاده از تکنیک آزمون ریشه واحد به آزمون کارایی بازار ارز پرداخته‌اند، اشاره می‌شود.

ویکرماسینگه^{۱۲} (۲۰۰۸) کارایی ضعیف در بازار ارز سریلانکا را برای چهار نوع ارز و با استفاده از داده‌های دوره زمانی ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۴ آزمایش کرد. نتایج حاصل از آزمون ریشه واحد KPSS، آزمون خودهم‌بستگی و آماره Q بر رد

1. Baillie & Bollerslev

3. Edwards

5. Taylor

7. Barnhart, McNown & Wallace

9. Sanchez-Fung

11. Speight & McMillan

2. Bleaney

4. Boothe & Longworth

6. Norrbin & Reffert

8. Lajaunie, McManis & Naka

10. Zivot

12. Wickremasinghe

فرضیه بازار کارا دلالت داشتند. نومن و احمد^۱ (۲۰۰۸) کارایی بازار ارز در هفت کشور آسیای جنوبی را طی دوره زمانی ۲۰۰۵-۱۹۸۵ آزمودند. آنها با کاربرد آزمون‌های ریشه واحد و نسبت واریانس نشان دادند بازار ارز در این هفت کشور دارای کارایی شکل ضعیف است. سربینکو و راجف^۲ (۲۰۰۹) با استفاده از آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم‌یافته (ADF) و فیلیپس - پرون (PP)، به بررسی کارایی بازار دلار آمریکا در برابر پوند، دلار کانادا، دلار استرالیا، دلار نیوزلند، یورو و فرانک سوئیس پرداختند و نتیجه گرفتند که در این بازارها، شکل ضعیف کارایی وجود دارد.

ابراهیم، قانی و صالح^۳ (۲۰۱۱) کارایی ضعیف بازار ارز در سی کشور عضو OECD را با استفاده از آزمون‌های ریشه واحد ADF و PP آزمایش کردند. آنها با کاربرد آمار و اطلاعات هفتگی طی دوره زمانی ۲۰۰۷-۲۰۰۰ به این نتیجه رسیدند که نرخ‌های ارز مورد مطالعه از الگوی گام تصادفی تبعیت می‌کنند. کیستو و عمرسینگ^۴ (۲۰۱۴) کارایی ضعیف بازار دلار آمریکا در کشور موریتوس را با استفاده از مشاهدات روزانه نرخ دلار طی دوره ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۴ آزمودند. نتایج حاصل از کاربرد آزمون‌های ریشه واحد دیکی فولر تعمیم‌یافته و فیلیپس پرون بیانگر کارا بودن بازار ارز موریتوس طی دوره مورد مطالعه بوده است.

چیچک^۵ (۲۰۱۴) کارایی ضعیف بازار ارز ترکیه را به همراه کارایی نیمه قوی آزمایش کرد. وی با کاربرد آزمون‌های ریشه واحد به این نتیجه رسید که بازار ارز ترکیه از شکل ضعیف کارایی برخوردار است. محمد و بانو^۶ (۲۰۱۵) کارایی بازار ارز هند را با استفاده از داده‌های ماهانه سه نرخ ارز طی دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ آزمودند. آنها با کاربرد انواع آزمون‌های ریشه واحد که وجود شکست ساختاری را لحاظ می‌کنند، نشان دادند که بازار هر سه نوع ارز از کارایی ضعیف برخوردار است.

اندیکا، هانی و فیتری^۷ (۲۰۱۶) کارایی بازار ارز در پنج کشور آسیایی را طی دوره زمانی ۲۰۱۴-۲۰۰۹ آزمایش کرده و به این نتیجه رسیدند که بازارهای داخلی هر کشور کارایی دارد، ولی بازارهای بین‌کشوری ناکاراست. ماتبژانا، موتلالنگ و جوانا^۸ (۲۰۱۷) کارایی بازار ارز در بوتسوانا را بررسی کردند. آنها با کاربرد داده‌های ماهانه دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ و آزمون‌های ریشه واحد ADF، PP و KPSS به این نتیجه رسیدند که بازارهای ارز موجود در این کشور به جز پوند انگلستان از کارایی شکل ضعیف برخوردار هستند. فیروج و خانم^۹ (۲۰۱۸) کارایی بازار ارز بنگلادش را با استفاده از آزمون‌های ریشه واحد آزمایش کردند. آنها با استفاده از داده‌های ماهانه طی دوره زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۷ نشان دادند که بازار هر هفت ارز مورد مطالعه از کارایی ضعیف برخوردار است.

مطالعات داخل کشور نیز بیشتر به بررسی و آزمون کارایی بازار سهام پرداخته‌اند (عبده تبریزی و جوهری، ۱۳۷۵؛ کیمیاگری و تیزری، ۱۳۸۷ و قالیباف اصل و ناطقی، ۱۳۸۷) و به مطالعه فرضیه بازار کارا در خصوص ارز کمتر توجه شده است. میروکیلی (۱۳۸۹) با کاربرد انواع نسبت‌های واریانس، الگوی گام تصادفی در سه نرخ ارز مهم در ایران را آزمود.

1. Noman, & Ahmed

3. Ibrahim, Ghani & Salleh

5. Çiçek

7. Andika, Hanny & Fitri

9. Firoj & Khanom

2. Serbinenko & Rachev

4. Kisto & Ummersingh

6. Mohamed & Banu

8. Matebejana, Motlaleng & Juana

نتایج به دست آمده با استفاده از داده‌های دوره زمانی ۱۳۸۹-۱۳۸۱ نشان می‌دهند که فرض کارایی ضعیف در بازار ارز ایران رد می‌شود. به بیان دیگر بازار ارز ایران پس از یکسان‌سازی نرخ ارز، از کارایی در سطح ضعیف نیز برخوردار نشده است. راسخی و شهرازی (۱۳۹۱) فرضیه کارایی بازار ارز ایران را با استفاده از داده‌های روزانه طی دوره زمانی ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۹ و آزمون‌های ریشه واحد ADF و PP بررسی کردند. وجود کارایی ضعیف در بازار ارز ایران در دوره مورد مطالعه تأیید شد.

کارایی بازار طلا

برخلاف بازار ارز که مطالعات زیادی کارایی آن را بررسی کرده‌اند، در خصوص بازار طلا مطالعات تجربی اندکی انجام شده است. در این قسمت بدون توجه به روش مورد استفاده، به چند مورد از مهم‌ترین مطالعات خارجی و داخلی که کارایی بازار طلا را بررسی کرده‌اند، اشاره است. تشوگل^۱ (۱۹۷۸، ۱۹۸۰)، بوث و کان (۱۹۷۹) و سولت و سوانسون^۲ (۱۹۸۱) از نخستین افرادی بودند که کارایی شکل ضعیف بازارهای طلا را بررسی کرده و به نتایج مختلفی دست یافتند. بر اساس مطالعات تشوگل، فرضیه صفر مبتنی بر کارایی بازار طلای لندن با استفاده از داده‌های دوره زمانی ۱۹۷۵ تا ۱۹۷۷ رد نشده است. در حالی که در مطالعه سولت و سوانسون فرضیه مبتنی بر تبعیت سری زمانی قیمت طلا از الگوی گام تصادفی در بازار لندن، با استفاده از داده‌های دوره زمانی ۱۹۷۱ تا ۱۹۷۹ رد شده است. در مطالعه بوث و کان نیز که با استفاده از داده‌های روزانه قیمت بازار نقدی طلای ایالات متحده انجام یافته، فرضیه پیش‌بینی‌پذیر بودن قیمت طلا طی دوره زمانی ۱۹۷۷-۱۹۷۲ رد شده است.

بکرز^۳ (۱۹۸۴) و هو^۴ (۱۹۸۵) در مطالعات جداگانه‌ای کارایی بازار طلا در هلند و انگلستان را طی سال‌های ۱۹۷۹ تا ۱۸۰ بررسی کرده و نتوانستند فرضیه کارایی شکل ضعیف در این دو بازار طلا را رد کنند. در سال‌های بعد نیز مطالعات مهمی در قالب روش‌های خطی ساده به بررسی سری‌های زمانی قیمت طلا پرداخته و به رد یا تأیید فرضیه کارایی ضعیف در این بازارها دست یافتند (بال، توروس و شوگل^۵، ۱۹۸۵؛ باسو و کلوز^۶، ۱۹۹۳؛ دویی، گیناکوپولوس و شویبک^۷، ۲۰۰۳ و مانی و وویوری^۸، ۲۰۰۳). با معرفی شدن روش‌های قوی‌تر، مطالعات کارایی نیز از این روش‌ها استفاده کردند. نارایان و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از تکنیک هم‌انباشتگی و رابطه بلندمدت بین قیمت‌های نقدی و آتی طلا و نفت و دوره زمانی ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۹، کارایی بازارهای طلا و نفت را رد کردند.

شفیعی و توپال^۹ (۲۰۱۰) با استفاده از داده‌های ماهانه بازار طلای انگلستان فرضیه کارایی ضعیف در این بازار را رد کردند. بر خلاف این مطالعه، پیردزیوش، ریس و رولوف^{۱۰} (۲۰۱۴) در قالب رویکرد پیش‌بینی لحظه‌ای^{۱۱} و داده‌های ماهانه بازار طلای لندن طی دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ به تأیید کارایی شکل ضعیف در این بازار پرداختند.

1. Tschoegl

3. Beckers

5. Ball, Torous & Tschoegl

7. Dubey, Geanakoplos & Shubik

9. Shafiee & Topal

11. Real-time forecasting approach

2. Solt & Swanson

4. Ho

6. Basu & Clouse

8. Mani & Vuyyuri

10. Pierdzioch, Risse & Rohloff

نتیم و همکاران^۱ (۲۰۱۵) کارایی بازارهای جهانی طلا را بررسی کردند. آنها با استفاده از داده‌های روزانه بازارهای طلای ۲۸ کشور توسعه‌یافته و نوظهور طی دوره زمانی ۲۰۱۴-۱۹۶۸ و کاربرد روش نسبت واریانس پارامتریک و ناپارامتریک نتیجه گرفتند که فرضیه کارایی شکل ضعیف در بازار طلای ۹ کشور رد شده و در ۱۹ کشور برقرار است. گوپتا و سینگلا (۲۰۱۸) کارایی شکل ضعیف بازار طلای هند را با استفاده از داده‌های روزانه دوره زمانی ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۶ و روش‌های خودهم‌بستگی و نسبت واریانس آزمودند. نتایج بیانگر تبعیت کردن سری زمانی قیمت نقدی طلا از الگوی گام تصادفی و تأیید کارایی شکل ضعیف در بازار طلای هند است.

در داخل کشور به آزمون کارایی بازار طلا کمتر توجه شده است. در یکی از این مطالعات، کیمی‌گری، زارعی و افتخارزاده مراغی (۱۳۹۵) کارایی بازارهای نقد و آتی سکه طلا در ایران را با استفاده از دو سری داده، یکی با چارچوب زمانی یک دقیقه‌ای و دیگری با چارچوب زمانی پنج دقیقه‌ای مربوط به سال ۱۳۹۴ بررسی کردند. استفاده از آماره Q و آزمون ریشه واحد نشان داد که بازار آتی طلا کارا بوده ولی بازار نقدی طلا ناکارا است. ولیزاده (۱۳۹۵) کارایی در حال تغییر بازارهای نقدی و آتی سکه طلا در ایران را با استفاده از رویکرد آزمون غلطان بررسی کرده است. نتایج تجربی با استفاده از آمار و اطلاعات دوره زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴، نشان می‌دهد کارایی بازار نقدی و آتی سکه طلا طی بازه مورد بررسی یکنواخت نیست که این، مطابق با فرضیه بازار تطبیقی است و نتایج به‌دست‌آمده نیز نشان‌دهنده شکل ضعیف کارایی بازار نقدی و آتی سکه طلا در اکثریت روزهای تحت بررسی است. فدایی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعه خود کارایی بازار آتی سکه طلا در رژیم‌های پرنوسان و کم‌نوسان را طی دوره زمانی ۱۳۹۶-۱۳۸۷ و با استفاده از تکنیک مارکوف - سوئیچینگ بررسی کردند. نتایج مطالعه نشان داد، بازار آتی سکه در هر دو رژیم پرنوسان و کم‌نوسان از کارایی ضعیف برخوردار نیست.

مرور مطالعات تجربی نشان می‌دهد، پژوهشگران به استفاده از روش‌های غیرخطی برای آزمون کارایی بازارهای ارز و طلا، توجه چندانی نکرده‌اند. مهم‌ترین دلیل تأیید کارایی این بازارها نیز بیشتر به استفاده از روش‌های خطی نسبت داده شده است، زیرا همان‌طور که در بخش مقدمه نیز ذکر شد، رفتار اغلب سری‌های زمانی قیمت دارایی‌ها غیرخطی است. همچنین تاکنون از آزمون ریشه واحد مارکوف - سوئیچینگ برای آزمون کارایی شکل ضعیف بازارهای ارز و طلا چه در مطالعات خارجی و چه در مطالعات داخلی استفاده نشده است.

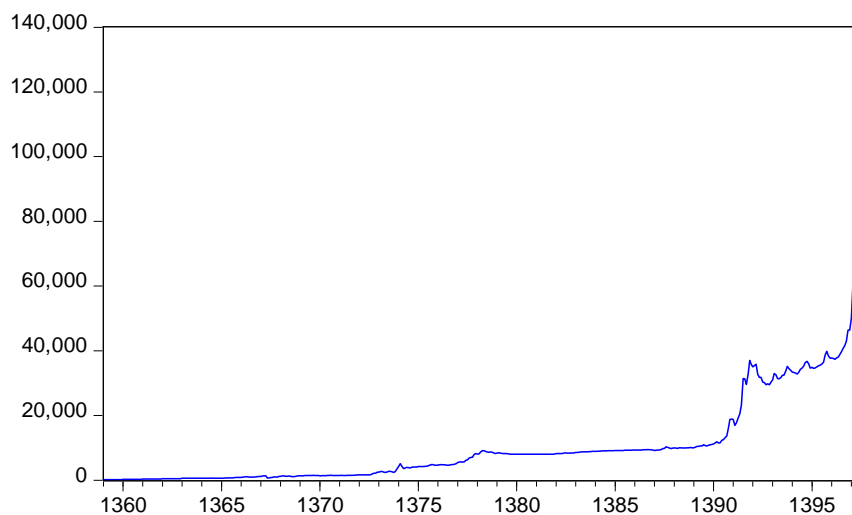
روش‌شناسی پژوهش و معرفی متغیرها

جامعه آماری این پژوهش، بازارهای طلا و ارز در اقتصاد ایران و نمونه آماری استفاده‌شده داده‌های این دو بازار در بازه فروردین ۱۳۵۹ تا شهریور ۱۳۹۷ برای بازار ارز و فروردین ۱۳۶۴ تا شهریور ۱۳۹۷ برای بازار طلا بوده است.^۲ برای بررسی شکل ضعیف کارایی در بازارهای طلا و ارز، در این مطالعه به‌ترتیب از داده‌های ماهانه قیمت اسمی سکه طرح

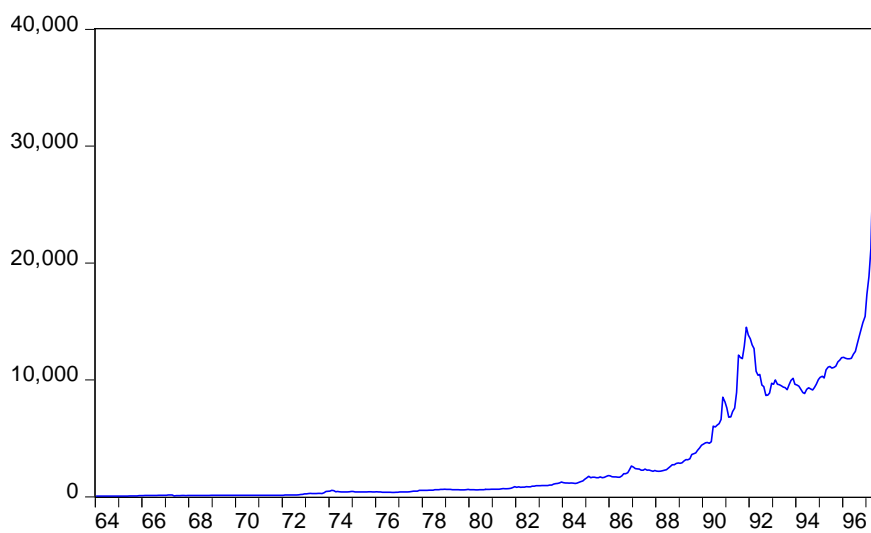
۱. Ntim, & et al.

۲. دوره‌های نام‌برده طولانی‌ترین بازه‌هایی هستند که داده‌ها به‌صورت ماهانه، برای بازارهای ارز و طلا در دسترس بوده‌اند.

قدیم^۱ و نرخ برابری دلار - ریال^۲ (در شکل لگاریتمی) استفاده شده است. منبع استخراج داده‌های ذکر شده، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران بوده است. شکل ۱، روند قیمت اسمی سکه طرح قدیم و شکل ۲، نرخ برابر دلار - ریال را نشان می‌دهد.



شکل ۱. روند نرخ برابری دلار - ریال
مأخذ: بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران



شکل ۲. روند قیمت سکه طرح قدیم (واحد: هزار ریال)
مأخذ: بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران

۱. دلیل استفاده از قیمت سکه طرح قدیم، طولانی‌تر بودن سری زمانی قیمت متغیر ذکر شده در مقایسه با سکه طرح جدید است.
۲. از آنجا که بیشتر مبادلات تجاری کشور با دلار انجام می‌شود و با توجه به عمق بیشتر این بازار در مقایسه با سایر ارزها، انتظار می‌رود بازار دلار در مقایسه با سایر ارزها، از کارایی بیشتری برخوردار باشد. از این رو در این مطالعه، نرخ برابری دلار - ریال به‌عنوان نماینده بازار ارز انتخاب شده است.

جدول ۱ نیز نشان دهنده آمار توصیفی مربوط به متغیرهای اصلی پژوهش است. همان طور که مشاهده می شود، هر دو متغیر در بازه زمانی مورد بررسی این پژوهش دارای نوسان های زیادی بوده اند، به طوری که متغیر نرخ ارز از رقم ۲۰۰ ریال در سال ۱۳۵۹ به رقم ۱۲۶,۳۵۰ ریال در سال ۱۳۹۷ رسیده است. سکه طرح قدیم نیز، روند مشابهی داشته است. قیمت این دارایی از رقم ۴۱,۳۰۰ ریال در سال ۱۳۵۹ به رقم ۳۹,۲۹۵,۰۰۰ ریال در سال ۱۳۹۷ رسیده است. پایین بودن میانگین و میانه متغیرها در مقایسه با مقادیر حداکثر متغیرها نشان می دهد در سال های اخیر شتاب افزایش قیمت این دارایی ها بسیار بالا بوده است. این موضوع در شکل های ۱ و ۲ نیز به طور کامل مشهود است.

جدول ۱. آمار توصیفی مربوط به متغیرهای پژوهش

متغیر	میانگین	میانه	حداقل	حداکثر	انحراف معیار
نرخ برابری دلار-ریال (ex_t - ریال)	۱۰۲۶۵	۷۹۹۴	۲۰۰	۱۲۶۳۵۰	۱۴۲۳۵
قیمت سکه بهار آزادی طرح قدیم ($coin_t$ - ریال)	۳۰۸۰۷۳۱	۶۲۹۱۵۰	۴۱۳۰۰	۳۹۲۹۵۰۰۰	۴۹۹۶۳۰۲

مآخذ: یافته های پژوهش

روش های آماری که در این پژوهش از آنها برای بررسی کارایی استفاده می شود، آزمون های ریشه واحد خطی دیکی فولر تعمیم یافته و آزمون ریشه واحد غیرخطی مارکوف سویچینگ هستند. برای این منظور ابتدا از داده های قیمت ارز و طلا لگاریتم گیری شده و سپس آزمون های ریشه واحد روی داده های لگاریتم گیری شده انجام می شود. در آزمون ریشه واحد مارکوف سویچینگ، برخلاف نسخه خطی آن، فرضیه وجود ریشه واحد در دو رژیم مختلف بررسی می شود. در صورتی که فرضیه ریشه واحد در هر دو رژیم رد نشود، گفته می شود که بازار طی دوره کارا بوده است. همچنین اگر فرضیه ریشه واحد در هر دو رژیم رد شود، نتیجه گیری می شود که بازار طی دوره ناکارا بوده است. اما اگر فرضیه ریشه واحد در یک رژیم رد شود و در رژیم دیگر رد نشود، گفته می شود که کارایی متغیر طی زمان وجود داشته است. به بیان دیگر کارایی در برخی دوره ها (در یک رژیم) وجود داشته و در برخی دوره های دیگر (در رژیم دیگر) برقرار نبوده است. در ادامه، ابتدا به توضیح رابطه بین فرضیه کارایی ضعیف و آزمون های ریشه واحد پرداخته می شود، سپس آزمون های ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته و مارکوف سویچینگ تشریح می شوند.

همان طور که پیش تر نیز عنوان شد، آزمون های ریشه واحد یکی از اصلی ترین رویکردها برای بررسی کارایی ضعیف در بازارها هستند. دیکی و فولر^۱ (۱۹۷۹) برای نخستین بار، توانستند آزمون آماری را برای بررسی ریشه واحد در سری های زمانی توسعه دهند. آزمون ریشه واحد که توسط دیکی و فولر (۱۹۷۹) توسعه داده شد، دارای فرم ساده زیر بود:

$$y_t = \rho y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (\text{رابطه ۱})$$

در رابطه ۱، اگر قدر مطلق ضریب متغیر $(\rho)y_{t-1}$ به لحاظ آماری برابر ۱ باشد، می توان چنین استنباط کرد که

سری ذکر شده دارای ریشه واحد است. می توان رابطه با کسر عبارت، y_{t-1} از طرفین رابطه ۱، آن را به صورت زیر بازنویسی کرد:

$$\Delta y_t = \beta y_{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{رابطه ۲}$$

که در آن، $\beta = 1 - \rho$ است. فرضیه صفر این آزمون که مبنی بر وجود ریشه واحد است به صورت $\beta = 0$ و فرضیه مخالف یعنی عدم وجود ریشه واحد به صورت $\beta < 0$ خواهد بود.

مفهوم ریشه واحد در سری های زمانی قیمت در بازارهای دارایی دارای دلالت های بسیار مهمی است. اگر فرایندهای تولیدکننده قیمت در بازارهای دارایی از یک رابطه گام تصادفی^۱ مانند رابطه ۳، پیروی کنند، بهترین پیش بینی کننده برای قیمت دارایی در دوره بعد، با استفاده از اطلاعاتی که در دوره حاضر در دسترس است، قیمت کنونی آن دارایی خواهد بود (رابطه ۴). به بیان دیگر، هیچ سرمایه گذاری نخواهد توانست بر اساس اطلاعات گذشته قیمت دارایی، روند آتی آن را پیش بینی کرده و در مقایسه با سایر سرمایه گذاران سود بیشتری کسب کند. در واقع، مفهوم بیان شده، معادل همان مفهومی است که فاما (۱۹۷۰) تحت عنوان مفهوم کارایی وارد ادبیات مالی کرد.

$$y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{رابطه ۳}$$

$$E_t(y_{t+1}) = E_t(y_t) + E_t(\varepsilon_{t+1}) = E_t(y_t) = y_t \quad \text{رابطه ۴}$$

بنابراین بر اساس آنچه عنوان شد، اگر بتوانیم نشان دهیم که سری های زمانی قیمتی در بازارهای دارایی از یک فرایند ریشه واحد پیروی می کنند، می توانیم نتیجه گیری کنیم این بازار یک بازار کارا است. یکی از ایرادهای آزمون ریشه واحد دیکی و فولر (۱۹۷۹)، این است که زمانی که جملات خطای رابطه ۲، دارای خودهم بستگی هستند، نتایج آزمون ریشه واحد دیکی - فولر قابل اتکا نیست. سعید و دیکی^۲ (۱۹۸۴)، برای رفع این مشکل پیشنهاد می کنند که وقفه های متغیر وابسته وارد مدل شوند. در این صورت، می توان آزمون ریشه واحد دیکی - فولر تعمیم یافته (با لحاظ عرض از مبدأ در فرضیه مخالف) را به شکل زیر نوشت:

$$\Delta y_t = \alpha + \beta y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \phi_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad \text{رابطه ۵}$$

رابطه ۵، رابطه کلی آزمون ریشه واحد دیکی - فولر تعمیم یافته است که در بسیاری از مطالعات مربوط به بررسی کارایی بازارها از آن استفاده شده است. یکی از ایرادهایی که در این رویکرد وجود دارد این است که رفتار قیمت دارایی را به صورت خطی در نظر می گیرد. به بیان دیگر، فرض اولیه ای که پشت آزمون کارایی با استفاده از آزمون های ریشه واحد خطی مانند معادله ۵، نهفته است، این است که کارایی بازار را طی زمان ثابت در نظر می گیرد. به بیان بهتر فرض می کند

یا بازار کلاً کارا است یا کلاً کارا نیست. اما می‌توانیم حالتی را متصور باشیم که بازار در برخی از دوره‌ها حائز شرایط کارایی باشد و در برخی دوره‌های دیگر، بازار کارا نباشد. در صورتی که بازار دارای چنین رفتار غیرخطی را از خود نشان دهد، آزمون‌های ریشه واحد خطی امکان مدل‌سازی آن را نخواهند داشت و با خطا همراه خواهند بود. در چنین شرایطی می‌توان از یک آزمون ریشه واحد غیرخطی مانند آزمون ریشه واحد مارکوف سویچینگ که توسط هال، پساآداکیس و سولا^۱ (۱۹۹۹) معرفی شده است، استفاده کرد. هال و همکاران (۱۹۹۹) با ترکیب ایده رگرسیون مارکوف سویچینگ و آزمون ریشه واحد دیکی - فولر تعمیم‌یافته آزمون ریشه واحد مارکوف سویچینگ را به شکل زیر مطرح کرده‌اند:

$$\Delta y_t = \alpha(s_t) + \beta(s_t)y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \phi_i(s_t)\Delta y_{t-i} + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim IID(0, \sigma^2(s_t)) \quad (\text{رابطه ۶})$$

که در آن، s_t متغیر غیرقابل مشاهده رژیم یا همان وضعیت است که می‌تواند مقادیر $M, \dots, 2, 1$ را اتخاذ کند و از فرایند مارکوف مرتبه اول پیروی می‌کند. M نیز تعداد رژیم‌ها یا تعداد وضعیت‌هایی است که می‌توان برای متغیر مد نظر متصور بود. بر اساس معادله ۶ می‌توان آزمون ریشه واحد را در وضعیت‌های (رژیم‌های) مختلف تخمین زد و آزمون فرضیه وجود ریشه واحد به شکل $\beta(s_t) = 0$ را در مقابل $\beta(s_t) < 0$ بررسی کرد. همانند آزمون ریشه واحد خطی دیکی - فولر تعمیم‌یافته در آزمون ریشه واحد مارکوف سویچینگ نیز تحت فرضیه صفر، توزیع پارامتر $\beta(s_t)$ حتی به صورت مجانبی نیز به توزیع نرمال میل نمی‌کند و از این رو نمی‌توان از مقادیر بحرانی مبتنی بر توزیع t (برای نمونه‌های کوچک) برای آزمون فرضیه استفاده کرد. برای اینکه بتوانیم به این مهم دست یابیم، از روش بوت‌استرپ^۲ برای پیدا کردن توزیع پارامتر $\beta(s_t)$ و مقادیر بحرانی مرتبط با آن استفاده می‌کنیم.

رابطه ۶ که در بالا به‌عنوان معادله اصلی آزمون ریشه واحد مارکوف سویچینگ معرفی شده است، به راحتی در نرم افزار قابل برآورد است. برای آزمون فرضیه کارایی کافی است با استفاده از آماره t مربوط به ضریب $\beta(s_t)$ فرضیه ایستایی را در مقابل فرضیه نایستایی بررسی کنیم. تنها مسئله‌ای که وجود دارد این است که برای این آزمون فرضیه، نمی‌توان از مقادیر بحرانی مربوط به توزیع t استفاده کرد. برای آزمون فرضیه، لازم است توزیع غیراستاندارد پارامتر $\beta(s_t)$ را با استفاده از روش شبیه‌سازی بوت‌استرپ محاسبه کنیم. برای محاسبه این توزیع با استفاده از روش بوت‌استرپ به شکل زیر عمل می‌کنیم:

۱. ابتدا معادله ۶ با استفاده از یکی از روش‌های تخمین مدل مارکوف - سویچینگ برآورد می‌شود و پارامترهای مدل محاسبه می‌شوند و مقدار آماره t برای آزمون‌های $(\beta(1) = 0)$ و $(\beta(2) = 0)$ ذخیره می‌شوند.
۲. ضریب متغیر y_{t-1} در هر دو رژیم برابر صفر در نظر گرفته می‌شود $(\beta(1) = 0)$ و $(\beta(2) = 0)$ و این قید به مدل اعمال می‌شود و پارامترهای مدل مجدداً محاسبه می‌شوند. ضرایب به دست آمده و همچنین تابع احتمالات انتقال ذخیره می‌شوند.

۳. بر اساس ضرایب به دست آمده و ایجاد سری‌های تصادفی برای جزء اخلاص، نمونه‌های جدیدی برای متغیر y_t ساخته می‌شود.
۴. بر اساس نمونه جدید به دست آمده، مجدداً معادله ۶ بدون هیچ محدودیتی تخمین زده شده و آماره t مربوط به $\beta(1)$ و $\beta(2)$ محاسبه و ذخیره می‌شود.
۵. مراحل ۳ و ۴، در این پژوهش ۱۰۰۰ بار تکرار می‌شوند.
۶. حال برای هر دو پارامتر $\beta(1)$ و $\beta(2)$ ، ۱۰۰۰ مقدار آماره t در اختیار داریم. بر اساس این مقادیر می‌توانیم توزیع تجربی آزمون را استخراج کنیم و با محاسبه کوانتایل ۵ درصد برای این ۱۰۰۰ مقدار آماره t ، مقادیر بحرانی را برای آزمون استخراج کنیم. با مقایسه مقادیر آماره t که در مرحله نخست به دست آوردیم با مقادیر بحرانی به دست آمده در این مرحله می‌توانیم درباره ایستایی متغیرها اظهار نظر کنیم.
- شایان ذکر است آزمون دیکی - فولر تعمیم یافته در نرم افزار ایویوز ۱۰ و آزمون ریشه واحد مارکوف سویچینگ در نرم افزار Oxmetrics ۷/۲ با استفاده از کدی که پژوهشگران نوشته‌اند، برآورد شده‌اند.

یافته‌های پژوهش

در اینجا برای اینکه بتوانیم نتایج آزمون ریشه واحد مارکوف سویچینگ را با نتایج به دست آمده از آزمون‌های خطی مقایسه کنیم، ابتدا از رویکرد خطی برای بررسی کارایی در هر دو بازار طلا و ارز استفاده می‌کنیم. آزمون استفاده شده برای بررسی کارایی به روش خطی، آزمون دیکی - فولر تعمیم یافته است. نتایج این آزمون در جدول ۲ گزارش شده است.

جدول ۲. نتایج آزمون ریشه واحد دیکی - فولر تعمیم یافته برای متغیر نرخ ارز و قیمت سکه

متغیر	مقدار آماره (ارزش احتمال)
نرخ برابری دلار - ریال (ex_t)	۲/۰۶ - (۰/۵۶۸)
قیمت سکه بهار آزادی طرح قدیم ($coin_t$)	۲/۰۲ - (۰/۵۸۹)

همان‌طور که نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد، هر دو متغیر نرخ ارز و قیمت سکه (در حالت لگاریتمی)، در سطح نایستا هستند. به بیان دیگر، فرایند تولیدکننده قیمت‌ها در هر دوی این بازارها از یک فرایند ریشه واحد تبعیت می‌کند. همان‌طور که پیش‌تر نیز ذکر شد، زمانی که قیمت دارایی دارای چنین خصوصیتی است، بهترین پیش‌بینی قیمت در دوره بعد، قیمت در دوره جاری است. به بیان دیگر، فعالان بازار نمی‌توانند با استفاده از اطلاعات مربوط به گذشته دارایی قیمت آینده آن را پیش‌بینی کنند. در واقع این حالت، معادل وضعیتی است که فاما (۱۹۷۰) از آن تحت عنوان کارایی ضعیف یاد می‌کند. بنابراین بر اساس آزمون خطی دیکی - فولر تعمیم یافته می‌توان نتیجه گرفت که در هر دو بازار طلا و ارز، کارایی ضعیف برقرار است. البته همان‌طور که در بخش روش پژوهش نیز به آن اشاره شد، فرض خطی بودن فرایند

تولیدکننده قیمت در بازارهای دارایی، فرضی ساده‌انگارانه و محدودکننده است و از این رو می‌تواند به نتیجه‌گیری‌های اشتباه در خصوص موضوعات مهمی مانند وجود کارایی در بازارها منجر شود. برای فائق آمدن بر این مسئله، در ادامه، از آزمون ریشه واحد غیرخطی مارکوف سوپچینگ استفاده می‌شود.

پیش از انجام آزمون ریشه واحد مارکوف سوپچینگ، ابتدا باید به بررسی این موضوع پردازیم که آیا غیرخطی کردن الگوی آزمون ریشه واحد سبب برآزش بهتر روی داده‌های مورد بررسی می‌شود یا خیر؟ به بیان دیگر، باید بررسی کنیم که آزمون ریشه واحد مارکوف سوپچینگ به لحاظ آماری در مقایسه با رقیب خطی خود دارای برتری است یا خیر. برای این منظور می‌توان از آزمون نسبت راست‌نمایی استفاده کرد. این آزمون، مقدار تابع راست‌نمایی مدل مارکوف سوپچینگ (مدل غیرخطی) را با مدل خطی مقایسه کرده و در نهایت به لحاظ آماری در خصوص متفاوت بودن این دو مقدار اظهار نظر می‌کند. فرضیه صفر این آزمون برابر بودن مقدار تابع راست‌نمایی دو مدل رقیب (عدم برتری مدل غیرخطی در مقایسه با مدل خطی) و فرضیه مخالف آن متفاوت بودن مقدار تابع راست‌نمایی این دو مدل (برتری مدل غیرخطی در مقایسه با مدل خطی) است.

جدول ۳. نتایج آزمون LR

بازار	مقدار آماره	درجه آزادی	ارزش احتمال
ارز	۷۵۱/۸۷	۶	۰/۰۰۰
طلا	۳۲۶/۹۲	۶	۰/۰۰۰

مشکلی که در آزمون LR برای بررسی غیرخطی بودن الگوی داده‌ها وجود دارد، این است که به‌علت وجود پارامترهای مزاحم در فرضیه صفر آزمون، توزیع مجانبی آماره آن (آماره آزمون نسبت راست‌نمایی) که در حالت استاندارد، یک توزیع کای - دو با درجه آزادی برابر با تعداد محدودیت‌ها است، در اینجا از یک توزیع غیراستاندارد پیروی می‌کند. منظور از پارامترهای مزاحم، پارامترهای مربوط به احتمالات انتقال است که در مدل خطی قابل تعریف نیست (چون فقط یک رژیم وجود دارد و انتقال از یک رژیم به رژیم دیگر مفهوم ندارد). آنگ و بکارت^۱ (۲۰۰۲) نشان دادند که می‌توان مشکل بیان‌شده را با افزودن تعداد پارامترها مزاحم به تعداد محدودیت‌ها مرتفع کرد. در واقع، در آزمون غیرخطی بودن که با استفاده از آزمون LR انجام می‌شود، توزیع آماره آزمون به سمت یک توزیع کای - دو میل می‌کند که درجه آزادی آن برابر تعداد محدودیت‌ها به علاوه تعداد پارامترهای مزاحم است. بنابراین در این پژوهش از این رویکرد برای آزمون غیرخطی بودن و مقایسه روش خطی و غیرخطی استفاده شده است. در جدول ۳ نیز، درجه آزادی گزارش شده، برابر تعداد محدودیت‌ها به علاوه پارامترهای مزاحم است.

همان‌طور که در جدول ۳ قابل مشاهده است، بر اساس آزمون LR، در هر دو بازار ارز و طلا فرضیه صفر آزمون رد

شده است. رد شدن فرضیه صفر آزمون به این معنا است که مقدار تابع راست‌نمایی آزمون ریشه واحد مارکوف سویچینگ در مقایسه با مقدار تابع راست‌نمایی آزمون دیکی - فولر تعمیم‌یافته دارای تفاوت معناداری است یا به بیان بهتر، آزمون ریشه واحد مارکوف سویچینگ دارای برازش بهتری روی داده‌های مورد بررسی است. بنابراین بر اساس نتایج آزمون LR، بهتر است به جای آزمون خطی دیکی - فولر تعمیم‌یافته از آزمون ریشه واحد مارکوف سویچینگ استفاده شود.

جدول ۴، نتایج آزمون ریشه واحد مارکوف سویچینگ را گزارش کرده است. همان‌طور که در جدول ۴ نیز قابل مشاهده است، آزمون ریشه واحد برای نرخ ارز و قیمت سکه، در دو رژیم جداگانه انجام شده و نتایج آن گزارش شده است. مطابق نتایج به دست آمده در بازار ارز، در رژیم یک، فرضیه صفر آزمون مینی بر وجود ریشه واحد رد نشده است. مقدار آماره به دست آمده برای این رژیم، برابر $2/37$ - است که به لحاظ قدر مطلق از هیچ یک از مقادیر بحرانی ۵ و ۱۰ درصد، بزرگ‌تر نیست. بنابراین فرضیه صفر آزمون رد نشده و می‌توان نتیجه گرفت که نرخ ارز در رژیم یک، دارای ریشه واحد است یا به بیان دیگر، بازار ارز در این رژیم کارا است. برای نرخ ارز در رژیم دو، نتیجه کاملاً متفاوتی به دست آمده است. در رژیم دو، مقدار آماره به دست آمده به لحاظ قدر مطلق بزرگ‌تر از مقدار بحرانی ۵ درصد بوده و بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که متغیر نرخ ارز در این رژیم فاقد ریشه واحد بوده و ایستا است. ایستایی نرخ ارز در این رژیم نیز بر عدم برقراری کارایی دلالت دارد. بنابراین مطابق نتایج به دست آمده، نرخ ارز در برخی دوره‌ها ایستا و در برخی دوره‌های دیگر، نایستا بوده است. این امر دال بر کارایی متغیر در زمان است. به بیان بهتر، کارایی در برخی دوره‌ها برقرار بوده و در برخی دوره‌ها نبوده است. مطابق مبانی نظری نیز این نتیجه دور از انتظار نبود. همان‌طور که پیش‌تر نیز ذکر شد، وجود اصطکاک در بازار، محدودیت‌های نهادی و هزینه‌های مبادلاتی می‌توانند باعث به وجود آمدن رفتار غیرخطی در سری‌های قیمتی شده و سبب شکل‌گیری کارایی متغیر در زمان شوند.

درباره بازار طلا نیز، وضعیتی کاملاً مشابه با وضعیت بازار ارز وجود دارد. بازار طلا در رژیم یک دارای ریشه واحد و در رژیم دو (در سطح معناداری ۱۰ درصد) فاقد ریشه واحد است. به بیان دیگر، در بازار طلا نیز، کارایی ضعیف فقط در برخی دوره‌ها برقرار است و نمی‌توان گفت بازار طلا همواره یک بازار کارا به شمار می‌رود.

جدول ۴. نتایج آزمون ریشه واحد مارکوف سویچینگ برای متغیرهای نرخ ارز و قیمت سکه

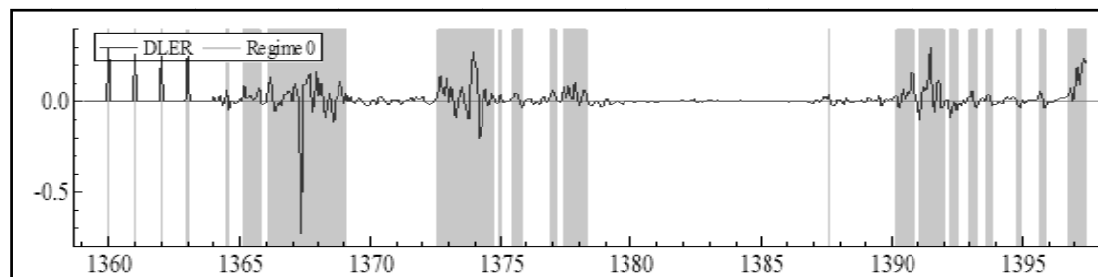
متغیر	رژیم	مقدار آماره	مقدار بحرانی ۵٪	مقدار بحرانی ۱۰٪
نرخ برابری دلار - ریال (ex_t)	رژیم ۱	-۲/۳۷	-۸/۷۶	-۷/۴۵
	رژیم ۲	-۱۳/۴**	-۹/۶۹	-۸/۵۹
قیمت سکه بهار آزادی طرح قدیم ($coin_t$)	رژیم ۱	-۱/۷۸	-۳۵/۷۴	-۳۳/۵۱
	رژیم ۲	-۳۴/۱*	-۳۵/۰۹	-۳۱/۸۶

مقادیر گزارش شده، نشان‌دهنده مقدار آماره t هستند.

تعیین تعداد وقفه‌های بهینه متغیر وابسته برای رفع خودهم‌بستگی بر اساس آماره اطلاعاتی شوارتز انجام شده است. مقادیر بحرانی آزمون، با استفاده از روش شبیه‌سازی بوت‌استرپ و با ۱۰,۰۰۰ بار تکرار محاسبه شده‌اند.

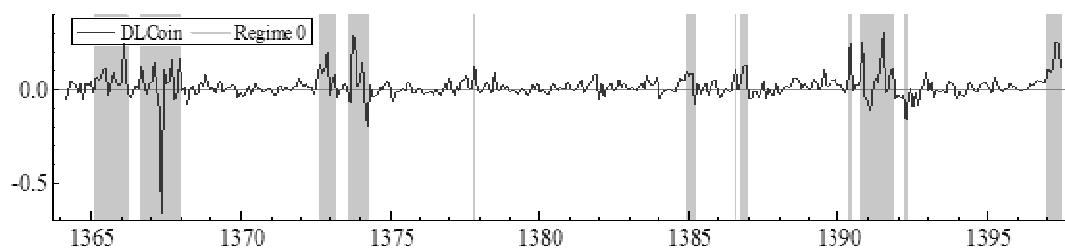
*: معنادار در سطح ۱۰ درصد ***: معنادار در سطح ۵ درصد

برای اینکه درک دقیق‌تری از وضعیت‌های کارا و ناکارای بازارهای ارز و طلا داشته باشیم، در شکل‌های ۳ و ۴ (به ترتیب برای بازارهای ارز و طلا)، دوره مورد بررسی پژوهش بین رژیم یک و دو تفکیک شده‌اند. شکل ۳، تفکیک دوره زمانی مورد بررسی پژوهش را بین رژیم کارا (رژیم یک) و رژیم ناکارا (رژیم دو) در بازار ارز نشان می‌دهد. در این شکل، نمودار خطی مربوط به تفاضل لگاریتم نرخ ارز است که به عنوان متغیر وابسته در معادله ۶ قرار داده شده است. نواحی خاکستری رنگ نیز، دوره‌هایی را نشان می‌دهند که در رژیم یک یا همان رژیم کارا قرار داشته‌اند. همان‌طور که در شکل ۳ نیز قابل مشاهده است، در دوره‌هایی که کارایی در بازار وجود داشته است، شدت نوسان‌ها در مقایسه با دوره‌های ناکارا بیشتر است. تطبیق زمانی رژیم‌های کارا و ناکارا در شکل ۳، با واقعیت‌های اقتصاد ایران، مشخص می‌کند، دوره‌هایی که بازار ناکارا بوده، منطبق بر دوره‌هایی است که بانک مرکزی بیشترین دخالت را در بازار ارز داشته است. در این دوره‌ها بر ثابت نگه داشتن نرخ ارز تلاش شده است. بنابراین طبیعی است که در این دوره‌ها شاهد عدم کارایی در بازار باشیم. در این دوره‌ها زمانی که نرخ ارز از نرخ مد نظر سیاست‌گذار دور می‌شد یا به بیان دیگر، شوکی به آن وارد می‌شد، سیاست‌گذار به سرعت با دخالت در بازار، نرخ ارز را به نرخ مد نظر خود باز می‌گرداند که این در واقع، نوعی بازگشت به میانگین محسوب می‌شود که مترادف با ایستایی و ناکارایی بازار است. بر عکس این حالت برای مواقعی است که کنترل بازار از دست سیاست‌گذار ارزی خارج شده و نیروهای بازار تعیین‌کننده نرخ ارز بوده‌اند. در این دوره‌ها که در سال‌های اخیر نیز چند بار شاهد آن بوده‌ایم (و در رژیم یک قرار دارند در نمودار با رژیم صفر مشخص شده است)، نرخ ارز از یک الگوی دارای ریشه واحد پیروی کرده و بازار کارا بوده است.



شکل ۳. تفکیک رژیم‌های یک (رژیم کارا) و دو (رژیم ناکارا) در بازار ارز

شکل ۴ نیز، تفکیک رژیم‌های کارا (رژیم یک) و ناکارا (رژیم دو) را برای بازار طلا نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل ۴، مشاهده می‌شود، برای بازار طلا نیز الگوی مشابهی وجود دارد. دلیل این موضوع نیز ساده است. قیمت طلا در ایران از دو عامل عمده قیمت جهانی طلا و نرخ برابری دلار - ریال، متأثر می‌شود. با توجه به اینکه بخش عمده‌ای از نوسان‌های بازار طلا، از نوسان‌های ارز منشأ پیدا می‌کند، طبیعی است که رفتار این دو متغیر مشابه هم باشد. البته با مقایسه دقیق شکل‌های ۳ و ۴ می‌توان متوجه شد که انطباق کاملی بین دو نمودار وجود ندارد، اما شباهت زیادی در رفتار این دو بازار وجود دارد.



شکل ۴. تفکیک رژیم‌های یک (رژیم کارا) و دو (رژیم ناکارا) در بازار طلا

نتیجه‌گیری

هدف اصلی این مطالعه بررسی کارایی متغیر در زمان و نشان دادن برتری آزمون‌های ریشه واحد غیرخطی (در مقایسه با آزمون‌های خطی) برای بررسی کارایی در بازارهای دارایی بود. برای این منظور، کارایی بازارهای ارز و طلا با استفاده از داده‌های ماهانه و با به‌کارگیری آزمون ریشه واحد مارکوف سویچینگ بررسی و ارزیابی شد. نتایج به‌دست‌آمده از آزمون ریشه واحد غیرخطی نشان داد که کارایی بازارهای ارز و طلا، متغیر در زمان بوده و طی زمان ثابت نیست. این در حالی است که بر اساس نتایج آزمون ریشه واحد خطی، کارایی در تمام دوره مورد بررسی برقرار بوده است. مقایسه قدرت برازش آزمون ریشه واحد مارکوف سویچینگ با رقیب خطی‌اش نشان داد که این آزمون دارای برازش به‌مراتب بهتری در مقایسه با رقیب خطی‌اش است و سری‌های قیمتی در بازار طلا و ارز دارای الگوی غیرخطی هستند. بالطبع مدل‌سازی چنین متغیرهایی با مدل‌های خطی می‌تواند به نتایج اشتباه منجر شود که در این مطالعه نیز، شاهد آن بودیم.

نتایج این پژوهش برای بازار ارز با نتایج میروکیلی (۱۳۸۹) هم‌راستا بوده و با نتایج مطالعه راسخی و شهرآزای (۱۳۹۱) در تقابل است. بازه زمانی مورد مطالعه در هر دو پژوهش، ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۹ بوده است که در پژوهش حاضر، این دوره به‌عنوان یک دوره ناکارا برای بازار ارز شناسایی شد (این موضوع در شکل ۳ قابل مشاهده است). همچنین برای بازار طلا نیز، نتایج این مطالعه کاملاً با نتایج کیمیاگری و همکاران (۱۳۹۵) هم‌راستا است. دوره مورد بررسی در این مطالعه، سال ۱۳۹۴ است و پژوهشگران به این نتیجه رسیده‌اند که بازار طلا در این دوره ناکارا بوده است. در مطالعه حاضر نیز، سال ۱۳۹۴، به‌عنوان یک دوره ناکارا برای بازار طلا شناسایی شده است (این نتیجه در شکل ۴ قابل مشاهده است). اما نتایج این مطالعه اندکی با نتایج فدایی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۷) در تضاد است. آنها در مطالعه خود به این نتیجه رسیده‌اند که بازار طلا طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۶ ناکارا بوده است. این در حالی است که مطابق نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، در برخی از دوره‌ها در این بازه، بازار طلا دارای شرایط کارایی ضعیف بوده است.

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، تطبیق واقعیت‌های اقتصادی کشور با رژیم‌های کارا و ناکارای بازارهای ارز و طلا نشان داد که رژیم ناکارا در این دو بازار منطبق بر دوره‌هایی است که سیاست‌گذار در بازار دخالت کرده است. در واقع، به این دلیل که سیاست‌گذار تلاش کرده نرخ‌ها را در بازار ثابت نگه دارد، سبب از بین رفتن کارایی در این دو بازار شده است. در واقع، سیاست‌گذار با دخالت‌های زیادی که در بازار داشته، موقعیت‌های سرمایه‌گذاری پیش‌بینی‌پذیری را برای سرمایه‌گذاران فراهم کرده است. سرمایه‌گذاران می‌توانستند پیش‌بینی کنند که اگر قیمت در بازار

از نرخ مد نظر سیاست‌گذار پایین‌تر برود، سیاست‌گذار فوراً دخالت کرده و نرخ را در بازار افزایش خواهد یافت. سرمایه‌گذاران می‌توانستند برعکس این حالت را برای مواقعی پیش‌بینی کنند که قیمت در بازار از نرخ مد نظر سیاست‌گذار بیشتر شده باشد. علاوه بر اینکه سیاست‌گذار با دخالت در بازار، تلاش مضاعفی برای ثابت نگه داشتن قیمت، به خود تحمیل کرده است، باعث ایجاد فرصت‌های سودآوری پیش‌بینی‌پذیر برای سرمایه‌گذاران شده که این موضوع دور از منطق یک بازار آزاد و کاراست.

منابع

- راسخی، سعید؛ شهرازی، مهدی (۱۳۹۱). آزمون فرضیه کارایی بازار ارز: مطالعه موردی ایران. *دوفصلنامه پژوهش‌های اقتصاد پولی، مالی، (۴) ۱۹-۱۲۳-۱۴۳*.
- رضازاده، علی؛ محمدپور، سیاوش؛ فتاحی، فهیمه (۱۳۹۷). کاربرد آزمون ریشه واحد غیرخطی مارکوف - سوئیچینگ در بررسی نظریه برابری قدرت خرید. *نظریه‌های کاربردی اقتصاد، (۲) ۵۵-۸۰*.
- سلامی، امیر. بهداد (۱۳۸۰). بررسی کارایی بازار ارز ایران ۱۳۷۸-۱۳۷۰ (آزمون شکل ضعیف). *پژوهشنامه اقتصادی، (۳) ۱-۱۰۳-۱۱۶*.
- عبده تبریزی، حسین؛ و جوهری، هادی (۱۳۷۵). بررسی کارآمدی شاخص بورس اوراق بهادار تهران. *تحقیقات مالی، (۲) ۳-۴۷-۶۱*.
- فدایی‌نژاد، محمد اسماعیل؛ صالح‌آبادی، علی؛ اسدی، غلامحسین؛ وزیر، محمد تقی؛ طاعتی کاشانی، حسن (۱۳۹۷). کارایی بازار آتی سکه طلا در دو رژیم پرنوسان و کم‌نوسان. *فصلنامه دانش سرمایه‌گذاری، ۲۷، ۳۳۹-۳۶۱*.
- قالیباف اصل، حسن؛ ناطقی، محبوبه (۱۳۸۷). بررسی کارایی در سطح ضعیف در بورس اوراق بهادار تهران (بررسی زیر بخش‌های بازار). *تحقیقات مالی، (۱) ۹-۴۷-۶۶*.
- کیمیاگری، علی محمد؛ زارعی، حمید؛ افتخارزاده مراغی، مسعود (۱۳۹۵). بررسی کارایی بازارهای طلای ایران با کمک تکنیک‌های اقتصادسنجی. *چهارمین کنفرانس ملی مدیریت، اقتصاد و حسابداری، ۲۳ اردیبهشت ۱۳۹۵، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران*.
- کیمیاگری، علی محمد؛ و تیزری، مهتاب (۱۳۸۷). ارائه مدلی جهت آزمون و ارتقاء کارایی بازار سهام. *تحقیقات مالی، (۱) ۹-۶۷-۸۸*.
- میروکیلی، نجمه‌السادات (۱۳۸۹). *بررسی کارایی ضعیف بازار ارز ایران پس از یکسان‌سازی نرخ ارز*. پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد، مؤسسه آموزش عالی رجاء، قزوین، ایران.
- نمازی، محمد؛ شوشتریان، زکیه (۱۳۷۴). بررسی کارایی بازار بورس اوراق بهادار ایران. *تحقیقات مالی، (۷) ۲-۸۲-۱۰۴*.
- ولیزاده، محمد (۱۳۹۵). *بررسی کارایی در حال تحول بازارهای نقدی و آتی سکه طلا با استفاده از رویکرد آزمون غلطان*. پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد، مؤسسه آموزش عالی رجاء، قزوین، ایران.

References

- Abdeh Tabrizi, H., & Johari, H. (1996). The Investigation of the Efficiency of Stock Price Index of TSE. *Financial Research Journal*, 3(2), 47-61. (in Persian)

- Adelegan, O. J. (2003). Capital Market Efficiency and Effects of Dividend Announcement on Share Prices in Nigeria. *African Development Review*, 15(2), 218-236.
- Andika, P.A., Hanny, L., Fitri, S.S. (2016). Are the Asian-5 foreign exchange markets efficient? evidence from Indonesia, Thailand, Malaysia, Singapore, and Philippines: Post-global economic crisis 2008. *Indonesian Capital Market Review*, 8(2), 83-93.
- Ang, A., & Bekaert, G. (2002). Regime switches in interest rates. *Journal of Business & Economic Statistics*, 20(2), 163-182.
- Baillie, R.T., Bollerslev, T. (1989). Common stochastic trends in a system of exchange rates. *Journal of Finance*, 44(1), 167-81.
- Ball, C.A., Torous, W.N., Tschoegl, A.E. (1985). An empirical of the EOE gold options market. *Journal of Banking and Finance*, 9, 101-113.
- Barnhart, S.W., McNown, R., Wallace, M. (1999). Non-informative tests of the unbiased forward exchange rate. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 34(2), 265-91.
- Basu, S., Clouse, M.L. (1993). A comparative analysis of gold market efficiency using derivative market information. *Resources Policy*, 19(3), 217-224.
- Becker, C., Sinclair, M. (2004). Profitability of Reserve Bank Foreign Exchange Operations: Twenty Years after the Float. Discussion Paper 2004-06, *International Department Reserve Bank of Australia Research*.
- Beckers, S. (1984). On the efficiency of the gold options market. *Journal of Banking and Finance*, 8, 459-470.
- Bleaney, M. (1998). Market efficiency and apparent unit roots: An application to exchange rates. *Economic Record*, 74(225), 139-144.
- Booth, G.G., Kaen, F. (1979). Gold and silver spot prices and market informational efficiency. *Financial Review*, 14(1), 21-26.
- Boothe, P., Longworth, D. (1986). Foreign exchange market efficiency tests: Implications of recent empirical findings. *Journal of International Money and Finance*, 5(2), 135-50.
- Çiçek, M. (2014). A cointegration test for Turkish foreign exchange market efficiency. *Asian Economic and Financial Review*, 4 (4), 451-471.
- Cornell, W., Dietrich, J. (1978). The efficiency of the market of foreign exchange under floating exchange rates. *Review of Economics and Statistics*, 60(1), 111-120.
- Danthine, J. P. (1977). Martingale, market efficiency and commodity prices. *European Economic Review*, 10(1), 1-17.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American statistical association*, 74(366a), 427-431.
- Dubey, P., Geanakoplos, J., Shubik, M. (2003). Is Gold an efficient store of value? *Economic Theory*, 21(4), 767-82.
- Edwards, S. (1983). Floating exchange rates, expectations and new information. *Journal of Monetary Economics*, 11(3), 321-36.

- Fadaeinejad, M. E., Salehabadi, A., Asadi, Gh., Vaziri, M. T., & Kashani, H. T. (2018). Efficient Market in Gold Future Market in High and Low Volatility. *Investment Knowledge*, 27, 339-361. (in Persian)
- Fama, E. (1970). Efficient capital market: A review of theory and empirical work. *Journal of Finance*, 25, 383-417.
- Fama, E. (1991). Efficient Capital Markets II. *Journal of Finance*, 46(5), 1575-1617.
- Firoj, M., Khanom, S. (2018). Efficient market hypothesis: Foreign exchange market of Bangladesh. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 8(6), 99-103.
- Frankel, J.A. (1980). Tests of rational expectations in the forward exchange market. *Southern Economic Journal*, 46(4), 1083-1101.
- Frenkel, J. (1976). A monetary approach to the exchange rate: Doctrinal aspects and empirical evidence. *Scandinavian Journal of Economics*, 78(2), 200-224.
- Ghalibaf Asl, H., & Nateghi, M. (2008). The Value Relevance of Dividends, Book Value and Earnings in Tehran Stock Exchange. *Financial Research Journal*, 9(1), 47-66. (in Persian)
- Gupta, N., Singla, R. (2018). Weak form efficiency of gold prices in the Indian market. *International Journal of Engineering Technology Science and Research*, 5(3), 396-401.
- Hall, S. G., Psaradakis, Z., & Sola, M. (1999). Detecting periodically collapsing bubbles: a Markov-switching unit root test. *Journal of Applied Econometrics*, 14(2), 143-154.
- Ho, Y.K. (1985). A test of the incrementally efficient market hypothesis for the London gold market. *Economics Letters*, 19(1), 67-70.
- Ibrahim, J., Ghani, H.A., Salleh, S.I.M. (2011). Weak form of foreign exchange market in the Organisation for Economic Cooperation and Development Countries: Unit root test. *International Journal of Business and Management*, 6(6), 55-65.
- Jones, S. L., & Netter, J. M. (2008). Efficient capital markets. *The Concise Encyclopedia of Economic*, 15.
- Kaltenbrunner, A., Nissanke, M. (2009). The Case for an Intermediate Exchange Rate Regime with Endogenizing market Structures and Capital Mobility. Working Papers UNU-WIDER Research Paper, *World Institute for Development Economic Research*.
- Kimyagari, A. M., & Tizhari, M. (2008). A Model for Testing and Improving Stock Market Efficiency. *Financial Research Journal*, 9(1), 67-88. (in Persian)
- Kimyagari, A. M., Zarei, H., & Eftekhazadeh M. M. (2016). The Investigation of Efficiency in Gold Market Using Econometric Methods. 4th National Conference on Management, Economics and Accounting, Industrial Management Institute, University of Tabriz, Tabriz, Iran. (in Persian)
- Kisto, M., Ummersingh, S. (2014). Efficiency of the foreign exchange market in Mauritius. *Research Journal of Science and IT Management*, 4, 47-53.

- Ko, K. S., & Lee, S. B. (1991). A comparative analysis of the daily behavior of stock returns: Japan, the US and the Asian NICs. *Journal of Business Finance & Accounting*, 18(2), 219-234.
- Lajaunie, J.P., McManis, B.L., Naka, A. (1996). Further evidence on foreign exchange market efficiency: An application of cointegration tests. *Financial Review*, 31(3), 553-64.
- Levich, R.M. (1978). Tests of forecasting models of market efficiency in the international money market. in J.A. Frankel and H.G Johnson (eds), *The Economics of Exchange Rates*. Reading, Mass: Addison-Wesley, 128-58.
- Malkiel, B. G. (2003). The efficient market hypothesis and its critics. *Journal of Economic Perspectives*, 17(1), 59-82.
- Mani, G. S., Vuyyuri, S. (2003). Gold pricing in India: An econometric analysis. *Journal of Economic Research*, 16(1), 29-44.
- Matebejana, G., Motlaleng, G., Juana, J. (2017). Foreign exchange market efficiency in Botswana. *Review of Economic and Business Studies*, 10(1), 103-125.
- Milionis, A. E. (2007). Efficient capital market: A statistical definition and comments. *Statistics and Probability Letters*, 77, 607-613.
- Mirvakili, N. (2010). *Investigation of the Weak form of Efficiency in Iran Exchange Market after Exchange Rate Unification*. M.A Thesis, Raja University, Qazvin, Iran. (in Persian)
- Mohamed, M. S., Banu, M. A. S. (2015). Study on weak-form efficiency of foreign exchange markets of developing economics: Some India evidence. *International Journal of Management*, 6(1), 331-342.
- Namazi, M., & Shooshtarian, Z. (1995). The Investigation of the Efficiency of Iran's Stock Exchange. *Financial Research Journal*, 7(2), 82-104. (in Persian)
- Narayan, P. K., Narayan, S., Mishra, S. (2013). Has the structural break slowed down growth rates of stock markets? *Economic Modelling*, 30, 595-601.
- Narayan, P. K., Narayan, S., Zheng, X. (2010). Gold and oil futures markets: Are markets efficient. *Applied Energy*, 87, 3299-3303.
- Noman, A. M., Ahmed, M. U. (2008). Efficiency of the foreign exchange markets in South Asian Countries. *AIUB Bus Econ Working Paper Series*, No 2008-18. Available in: <http://orp.aiub.edu/abewps-2008>.
- Norrbin, S., Reffertt, K. (1996). Exogeneity and forward rate unbiasedness. *Journal of International Money and Finance*, 15(2), 267-74.
- Ntim, C. G., English, J., Nwachukwu, J., Wang, Y. (2015). On the efficiency of the global gold markets. *International Review of Financial Analysis*, 41, 218-236.
- Pierdzioch, C., Risse, M., Rohloff, S. (2014). On the efficiency of the gold market: Results of a real-time forecasting approach. *International Review of Financial Analysis*, 32, 95-108.
- Pilbeam, K. (1992). *International Finance*. The Macmillan Ltd., London.

- Qi, D., Wu, W., Zhang, H. (2000). Shareholding Structure and Corporate Performance of Partially Privatized Firms: Evidence from Listed Chinese Companies. *Pacific-Basin Finance Journal*, 8, 587-610.
- Rezazadeh, A., Mohammadpoor, S., & Fattahi, F. (2018). The Validity of Purchasing Power Parity Theory in Iran: Evidence from Markov- Switching Unit Root Test. *Quarterly Journal of Applied Theories of Economics*, 5(2), 55-80. (in Persian)
- Roll, R. (1972). Interest rates on monetary assets and commodity price index changes. *Journal of Finance*, 27(2), 251-277.
- Rsekhi, S., Shahrazi, M. (2012). An examination of foreign exchange market efficiency hypothesis: A case study for Iran. *Financial Monetary Economics*, 19(4), 123-143. (in Persian)
- Saed, R., & Mahdi, S. (2012). An Examination of Foreign Exchange Market Efficiency Hypothesis: A Case Study of Iran. *Financial Monetary Economics*, 19(4), 123-143. (in Persian)
- Said, S. E., & Dickey, D. A. (1984). Testing for unit roots in autoregressive-moving average models of unknown order. *Biometrika*, 71(3), 599-607.
- Salami, A. B. (2001). Investigating the Efficiency of Exchange Market 1991-1999 (Testing the Weak Form). *Journal of Economic Research*, 1(3), 103-116. (in Persian)
- Sanchez-Fung, J.R. (1999). Efficiency of the black-market foreign exchange rates and PPP: The case of the Dominican Republic. *Applied Economics Letters*, 6(3), 173-76.
- Serbinenko, A., & Rachev, S.T. (2009). Intraday spot foreign exchange market: Analysis of efficiency, liquidity and volatility. *Journal of Investment Management and Financial Innovations*, 4, 35-45.
- Shafiee, S., & Topal, E. (2010). An overview of global gold market and gold price forecasting. *Resources Policy*, 35, 178-189.
- Shen, X., & Holmes, M. J. (2014). Do Asia-Pacific stock prices follow a random walk? A regime-switching perspective. *Applied Economics Letters*, 21(3), 189-195.
- Skjeltorp, J. (2000). Scaling in the Norwegian stock market. *Physica A*, 283(3/4), 486-528.
- Solt, M.E., & Swanson, P.J. (1981). On the efficiency of the markets for gold and silver. *Journal of Business*, 54(3), 453-478.
- Speight, A., McMillan, D.G. (2001). Cointegration and predictability in pre-reform east European black-market exchange rates. *Applied Economics Letters*, 8(12), 775-59.
- Tan, P. P., Galagedera, D. U., & Maharaj, E. A. (2012). A wavelet based investigation of long memory in stock returns. *Physica A*, 391, 2330-2341.
- Taylor, M.P. (1988). A dynamic model of forward foreign exchange risk with estimates for three major exchange rates. *The Manchester School of Economics and Social Studies*, 56(1), 55-68.
- Tschoegl, A.E. (1978). Weak-form efficiency in the gold market. Working Paper (WP1013-78), Massachusetts: MIT Library.

- Tschoegl, A.E. (1980). Efficiency in the gold market – a note. *Journal of Banking and Finance*, 4, 371-379.
- Valizadeh, M. (2016). *Investigating of time-varying efficiency in spot and future gold markets using of rolling tests*. M. A. Dissertation, Raja University, Qazvin, Iran. (in Persian)
- Wickremasinghe, G. B. (2008). Predictability of exchange rates in SriLanka: A test of the efficient market hypothesis. *Asian Academy of Management Journal of Accounting and Finance*, 3, 43-60.
- Zivot, E. (2000). Cointegration and forward and spot exchange rate regressions. *Journal of International Money and Finance*, 19(6), 785-812.