Asset Management and Financing
Vol. 8, Issue. 4, No. 31, Winter 2021
Document Type: Research Paper
Received: 21/04/2020 Accepted:06/06/2020
PP: 39-62

فصلنامه علمی- پژوهشی مدیریت دارایی و تأمین مالی
سال هشتم، شماره.چهارم، شماره پیاپی (۳۱)، زمستان ۱۳۹۹
نوع مقاله: پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۱۷
صص: ۳۹-۶۲

Time-varying long-term Memory in the Tehran Stock Exchange: the Generalized Hurst Exponents and the Rolling Window Approach

Elham Farzanegan*
Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, University of Nahavand, Nahavand, Iran
e.farzanegan@nahgu.ac.ir

Abstract

Objective: This study is the first to examine the issue of time-varying long-term memory in the Tehran Stock Exchange, using a new efficiency index through a rolling window technique. To test the robustness of the results, this estimation technique is repeated with time windows with 5-day shifts. Furthermore, the wild bootstrap versions of the Automatic Portmanteau test (AQ) and the Automatic Variance Ratio test (AVR) have been performed with 14- and 5-day shifts.

Method: The sample employed in this paper consists of daily observations on the Tehran Stock Exchange Index (TEPIX), covering the period from December 2008 to October 2019, making up a total of 2621 observations. The TEPIX series are collected from the Rahavard Novin software. The hypotheses are analyzed by Excel, EViews, R, and MATLAB software.

Results: The findings show that in the Tehran Stock Exchange the estimated values of the generalized Hurst exponents (GHE) for all windows with 14-day shifts are over the efficiency indicator 0/5. Therefore, a kind of long-term memory exists on the Tehran Stock Exchange. Moreover, a high degree of inefficiency ratio is observed in the market. Furthermore, the Tehran Stock Exchange does not become more efficient over time. Finally, the results from the time windows with 5-day shifts as well as wild bootstrap versions of the AQ and AVR tests with 14- and 5-day shifts indicate that the previously-mentioned empirical results are robust. The findings from the study provide important implications for investors, portfolio managers, and policy-makers.

Keywords: Time-varying long-term memory, Rolling window approach, Market efficiency, Generalized Hurst Exponents (GHE), Tehran Stock Exchange.

بررسی حافظهٔ بلندمدت زمان متغیر در بورس اوراق بهادار تهران: رویکرد نماهای هرست تعمیم‌یافته و پنجرهٔ متحرک

الهام فرزانگان*
استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکدهٔ فنی و مهندسی، دانشگاه نهاوند، نهاوند، ایران
e.farzanegan@nahgu.ac.ir

چکیده

اهداف: در این مقاله برای نخستین‌بار موضوع حافظهٔ بلندمدت زمان متغیر در بورس اوراق بهادار تهران با به‌کارگیری شاخص کارایی جدیدی ازطریق رویکرد از پنجرهٔ متحرک بررسی شده است. به‌منظور بررسی و قوت نتایج، این روش تخمین برای پنجره‌های با تعداد روزهای انتقال ۵ روز نیز انجام و از ورژن بوت‌استرپ ریسکی آزمون کلی‌نگر اتوماتیک (AQ) و آزمون نسبت واریانس اتوماتیک (AVR)، برای تعداد روزهای انتقال ۱۴ و ۵ روز نیز استفاده شده است.

روش: مجموعهٔ قیمت‌های p_t استفاده‌شده در این مقاله شامل ۲۶۲۱ مشاهدهٔ روزانه از شاخص کل قیمت بورس اوراق بهادار تهران (TEPIX)، طی دورهٔ زمانی۱۳۸۷/۹/۲۳ تا ۱۳۹۸/۸/۱ است و از نرم‌افزار ره‌آورد نوین گردآوری شده است. فرضیه‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای اکسل، ایویوز، آر و متلب آزمون شده‌اند.

نتایج: براساس نتایج، در بورس اوراق بهادار تهران، مقدار به‌دست‌آمده از نماهای هرست تعمیم‌یافته (GHE) برای کلیهٔ پنجره‌ها با روزهای انتقال ۱۴ روز، بیشتر از شاخص کارایی (مقدار ۰/۵) است؛ از این رو، حافظهٔ بلندمدت در بورس اوراق بهادار تهران وجود دارد؛ همچنین، درجهٔ بالایی از نسبت عدم کارایی در این بازار مشاهده شده است و بورس اوراق بهادار تهران در طی زمان کاراتر نشده است. درپایان، نتایج حاصل از تخمین پنجره‌های زمانی با روزهای انتقال ۵ روز و نتایج حاصل از تخمین ورژن بوت‌استرپ ریسکی آزمون‌های AQ و AVR برای روزهای انتقال ۱۴ و ۵ روز، بر صحت و قوت نتایج تجربی قبلی دلالت دارد. یافته‌های این مقاله برای سرمایه‌گذاران، مدیران سبد و سیاست‌گذاران دستاوردهایی نیز دارد.

واژه‌های کلیدی: بورس اوراق بهادار تهران، حافظهٔ بلندمدت زمان متغیر، رویکرد پنجرهٔ متحرک، کارایی بازار، نماهای هرست تعمیم‌یافته (GHE).

Copyright©2021, University of Isfahan. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/BY-NC-ND/4.0), which permits others to download this work and share it with others as long as they credit it, but they can't change it in any way or use it commercially.

Doi: 10.22108/amf.2020.122453.1530

مقدمه

بورس اوراق بهادار تهران به‌علت فرصت‌ها و چالش‌های پیش رو، سال‌هاست توجه بسیاری از سیاست‌گذاران، سرمایه‌گذاران و اقتصاددانان را به خود جلب کرده است. یکی از مهم‌ترین موضوعاتی که تاکنون در ادبیات مالی رفتاری بسیار گسترده مطالعه و بررسی شده، بحث کارایی بازار است. فرضیهٔ کارایی بازار[1] (EMH) (مالکیل و فاما[2]، ۱۹۷۰) یکی از نظریه‌های بنیادی در تجزیه و تحلیل دارایی‌های مالی است. در ادبیات، سه فرم از کارایی بازار مطرح شده است. معمول‌ترین آنها فرم ضعیف کارایی است که طبق آن سرمایه‌گذاران براساس اطلاعات گذشته به سودهای غیرنرمال سازگاری دست نمی‌یابند و از این رو سری بازده سهام پیروی فرآیندی از گام تصادفی است؛ یعنی تغییرات قیمت آینده (فردا) تنها اخبار دربارهٔ آینده (فردا) را منعکس می‌کند و به‌دلیل پیش‌بینی‌نشدنی‌بودن ورود اخبار، تغییرات قیمت‌ها باید تصادفی باشد.

در ادبیات نشان داده شده است مفهوم حافظهٔ بلندمدت در بازده دارایی‌های مالی (وابستگی با دامنهٔ بلندمدت[3] یا ماندگاری[4]) وجود دارد (مندلبورت[5]، ۱۹۷۱؛ فاما و فرنچ[6]، ۱۹۸۸؛ لو و مکینلی[7]، ۱۹۸۸؛ براک، لاکونیشوک و لبارون[8]، ۱۹۹۲). حافظهٔ بلندمدت، زمانی اتفاق می‌افتد که وابستگی آماری در سری بازده قیمت سهام، طی زمان به‌آهستگی تنزل یابد؛ به بیان دیگر وجود حافظهٔ بلندمدت در بازده دارایی‌ها، موجب وابستگی معناداری میان مشاهدات و فاصلهٔ زمانی دور می‌شود و از این رو مشاهدات مستقل از هم نخواهد بود و نوعی خودهمبستگی بین آنها به وجود می‌آید؛ درنتیجه گذشته به پیش‌بینی آینده کمک می‌کند و سرمایه‌گذاران در بازارهای مالی، سودهای غیرنرمال کسب می‌کنند؛ بنابراین وجود حافظهٔ بلندمدت در بازده دارایی‌ها، فرضیهٔ فرم ضعیف کارایی بازار را نقض می‌کند.

وجود حافظهٔ بلندمدت مشکلات دیگری نیز دارد: حافظهٔ بلندمدت افق زمانی سرمایه‌گذاری را به فاکتوری ریسکی برای سرمایه‌گذاران تبدیل می‌کند (مندلبورت، ۱۹۹۷)؛ زیرا قابلیت پیش‌بینی ممکن است فقط در بلندمدت وجود داشته باشد. درواقع، تصمیم‌گیری راجب پس‌انداز، مصرف بهینه و تشکیل سبد دارایی ممکن است به‌طرز بالایی به افق سرمایه‌گذاری حساس شود، چنانچه سری بازده سهام ویژگی وابستگی با دامنه بلندمدت داشته باشد. مشکل دیگر به‌وجودآمده در شرایط حافظه بلندمدت به قیمت‌گذاری اوراق مشتقه (از قبیل مدل بلک و شولز[9] (۱۹۷۳) برای قراردادهای آتی و اختیار معامله) با استفاده از روش‌های مارتینگال مربوط می‌شود؛ زیرا اکثر فرآیندهای تصادفی پیوسته در زمان، در شرایط وجود حافظهٔ بلندمدت، در عمل ناسازگار خواهند شد؛ برای نمونه مدل قیمت‌گذاری اختیار معامله، تحت فرض پیش‌بینی‌نشدنی‌بودن سری بازده قرار دارد. آزمون‌های مبتنی‌بر مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای و نظریهٔ قیمت‌گذاری آربیتراژ (بلک، جنسن و شولز[10]، ۱۹۷۲) هم برای سری‌های زمانی با ویژگی حافظهٔ بلندمدت، معتبر نیستند. مدل‌های فوق برپایهٔ تکنیک‌های رگرسیون با فرض وجودنداشتن همبستگی سریالی در جملات پسماند،

1. Efficiency Market Hypothess
2. Malkiel and Fama
3. Long-Range Dependency
4. Persistency
5. Mandelbort
6. Fama and French
7. Lo and Mackinley
8. Brock, Lakonishok, & LeBaron
9. Black and Scholes
10. Black, Jensen, & Scholes

قرار دارند؛ از این رو، در شرایط وجود وابستگی با دامنهٔ بلندمدت، این مدل‌ها در عمل اعتبار آماری نخواهند داشت (لو[1]، ۱۹۹۱)؛ به‌علاوه آزمون‌های تجربی مربوط به فرضیهٔ بازارهای کارا یا فرضیهٔ عقلانیت در بازار سهام، براساس فرض وجود نداشتن حافظهٔ بلندمدت هستند (اندروز[2]، ۱۹۹۱). وجود حافظهٔ بلندمدت در بازده سهام اعتبار آماری این دسته نظریه‌ها را نیز مخدوش کرده و نشان‌دهندهٔ لزوم تعمیم این نظریه‌ها در شرایط وجود ویژگی حافظهٔ بلندمدت در بازده سهام است.

به‌طور کلی، بازارهای درحال توسعه ازجمله بورس اوراق بهادار تهران، در مقایسه با بازارهای سهام کشورهای توسعه‌یافته کوچک هستند. اندازهٔ کوچک و نقدینگی اندک این بازارها موجب شده است به موضوع کارایی و تحولات قیمت‌ها در طی زمان در این بازارها توجه شود. در چنین شرایطی، بررسی دقیق رفتار پویای بازده و امکان وجود حافظهٔ بلندمدت در داده‌های بازار اوراق بهادار مطرح می‌شود و ممکن است دستاوردهای مهمی درزمینهٔ کارایی بازار در تعیین قیمت اوراق بهادار برای مدیران سبد، سیاست‌گذاران و پژوهشگران داشته باشد.

از این رو، در این مطالعه برای نخستین‌بار موضوع حافظهٔ بلندمدت زمان متغیر[3] در شاخص کل قیمت بورس اوراق بهادار تهران (TEPIX) بررسی می شود. طبق مرور ادبیات در بخش مبانی نظری و پیشینهٔ پژوهش، باوجود اینکه در ادبیات، پیرامون این موضوع مطالعات متعددی در دوره‌های زمانی مختلف و برای هر دو دستهٔ بازارهای درحال توسعه و توسعه‌یافته انجام شده است، رفتار حافظهٔ بلندمدت در طی زمان و پویایی‌های کارایی برای بورس اوراق بهادار تهران چندان بررسی نشده است. بر این اساس، در این مقاله هدف گسترش ادبیات پیرامون بورس اوراق بهادار تهران و پرکردن این شکاف است.

بدین منظور، در این مقاله از رویکرد جدید نمای هرست تعمیم‌یافته[4] (GHE) استفاده شده است (باباسی و ویچک[5]، ۱۹۹۱؛ دی‌ماتئو، آسته و داکوروگنا[6]، ۲۰۰۳ و ۲۰۰۵). در مقایسه با سایر روش‌های تخمین نماهای هرست که تاکنون در ادبیات معرفی شده است، نمای GHE کمترین واریانس را حاصل می‌کند و نسبت به مشاهدات دورافتاده، صرف‌نظر از اندازهٔ نمونه حساسیت کمتری دارد (بارونیک و کریستوفک[7]، ۲۰۱۰).

همچنین، در ادبیات نشان داده شده است برای مطالعهٔ حافظهٔ بلندمدت و پویایی‌های کارایی در بازارهای مالی، به‌جای رویکردهای ایستا، باید نوعی رویکرد زمان متغیر استفاده شود (یانقونگ، هی و ویهوا[8]، ۲۰۱۸)؛ از این رو پویایی‌های کارایی در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از رویکرد پنجرهٔ متحرک[9] بررسی می‌شود. بدین منظور، پنجره‌های زمانی مختلفی در نظر گرفته می‌شود؛ به طوری که روزهای پایانی در هر پنجره به روزهای بعدی منتقل می‌شود و نتایج مقبول و تجزیه و تحلیلی استوار[10] به دست می‌آید. قراردادن نمای هرست تعمیم‌یافته در کنار تکنیک پنجرهٔ متحرک را نخستین‌بار مورالس، دی‌ماتئو، گراماتیکا و آسته[11] (۲۰۱۲) پیشنهاد کردند و آن را برای ارزیابی وضعیت ثبات بنگاه‌های مالی در بازار سهام آمریکا به کار بردند. این پژوهشگران

1. Lo
2. Andrews
3. Time-varying Long-Term Memory

4. Generalized Hurst Exponent
5. Barabasi and Vicsek
6. Di Matteo, Aste, & Dacorogna
7. Barunik and Kristoufek
8. Yonghong, He, & Weihua
9. Rolling Window Approach
10. Robust
11. Morales, Di Matteo, & Aste

معتقدند چنین رویکردی ممکن است در جایگاه شاخصی هشداردهنده برای بحران‌های مالی استفاده شود. اخیراً، جیانگ، نی و رووان [1] (۲۰۱۸) برای بررسی حافظهٔ بلندمدت زمان متغیر در بازار ارز دیجیتال، نماهای هرست زمان متغیر [2] را تخمین زده‌اند. یانقونگ، هی و ویهوا (۲۰۱۸) نیز در پژوهشی حافظهٔ بلندمدت در بازار ارز دیجیتال بیت‌کوین با استفاده از روش GHE در چارچوب پنجره‌های متحرک را بررسی کرده‌اند. در این مقاله به پیروی از پژوهش‌های تجربی گذشتهٔ پژوهشگران و با تأکید بر متدولوژی یانقونگ، هی و ویهوا (۲۰۱۸)، حافظهٔ بلندمدت زمان متغیر و پویایی‌های کارایی در بورس اوراق بهادار تهران تجزیه و تحلیل شده است.

لازم به ذکر است، بازهٔ زمانی در نظر گرفته شده در این پژوهش، شامل دوره‌هایی با بی‌ثباتی‌های اقتصادی و سیاسی متعدد صورت‌گرفته از جانب عوامل متعددی ازجمله تحریم‌های آمریکا و غرب علیه ایران و کاهش شدید قیمت نفت ایران، است؛ از این رو نتایج این پژوهش به نوعی تأثیر این بی‌ثباتی‌ها بر کارایی بازار اوراق بهادار ایران را نیز مشخص می‌کند. شاخص کارایی زمان متغیر معرفی‌شده در این پژوهش به‌ویژه ممکن است درزمینهٔ تجزیه و تحلیل آثار حوادث برون‌زا بر سطح کارایی بازار مفید باشد.

درپایان، برای اطمینان از استواری نتایج تجربی، حافظهٔ بلندمدت برای پنجره‌های با تعداد روزهای انتقال ۵ روز نیز دوباره ارزیابی می‌شود؛ همچنین ورژن بوت‌استرپ ریسکی [3] آزمون کلی‌نگر اتوماتیک [4] (AQ) (اسکانسیانو و لوباتو [5]، ۲۰۰۹) و آزمون نسبت واریانس اتوماتیک [6] (AVR) (چوی [7]، ۱۹۹۹)، برای تعداد روزهای انتقال ۱۴ و ۵ روز، به کار گرفته می‌شود.

ادامهٔ مقاله به این شرح است: بخش دوم مبانی نظری و مطالعات تجربی انجام‌شده درزمینهٔ حافظهٔ بلندمدت و کارایی را معرفی می‌کند. بخش سوم روش پژوهش و مدل نظری استفاده‌شده در این مقاله را تشریح می‌کند. بخش چهارم داده‌ها و نتایج تجربی را معرفی می‌کند. در ادامه برای بررسی صحت نتایج، از برخی آزمون‌های قوت نتایج نیز استفاده می‌شود. جمع‌بندی، نتیجه‌گیری، دستاوردهای سیاستی، پیشنهادهای کاربردی و پیشنهادهای آتی در بخش پنجم گزارش می‌شوند.

مبانی نظری

حافظهٔ بلندمدت دستاوردهای مهمی برای فرضیهٔ کارایی بازار (EMH) و از این رو نحوهٔ تخصیص دارایی‌های مالی دارد. وجود وابستگی با دامنهٔ بلندمدت بر عدم کارایی بازار و قابلیت پیش‌بینی قیمت‌های آیندهٔ سهام دلالت دارد؛ از این رو سال‌هاست پژوهشگران پیرامون موضوع حافظهٔ بلندمدت در سری بازده دارایی‌ها و آزمون فرم ضعیف کارایی بحث و بررسی کرده‌اند. نخستین بار، مندلبورت (۱۹۷۱) به اهمیت وابستگی آماری ماندگار در بازده دارایی‌ها توجه کرد و اعتبار نظریهٔ گام تصادفی را به چالش کشید. به‌دنبال این یافته، پژوهشگران تلاش کردند تا در مطالعات تجربی خود به نتایجی هم‌راستا با مندلبورت (۱۹۷۱) دست یابند؛ مثلاً گرین و فیلیتز [8] (۱۹۷۷) ویژگی وابستگی با دامنهٔ بلندمدت را در بازده روزانهٔ بسیاری از اوراق بهادار

1. Jiang, Nie, & Ruan
2. Time - varying Hurst Exponents
3. Wild Bootstrap
4. Automatic Portmanteau Test
5. Escanciano and Lobato
6. Automatic Variance Ratio Test
7. Choi
8. Greene and Fielitz

پذیرفته‌شده در بورس سهام نیویورک نتیجه گرفتند. چیانگ و لی[1] (۱۹۹۵) نشان دادند سری زمانی نشان‌دهندهٔ رفتار حافظهٔ بلندمدت، دارای ویژگی وابستگی سریالی است. آنها معتقدند وجود شواهدی از حافظهٔ بلندمدت در سری زمانی مالی مشخص می‌کند برخلاف پیش بینی فرضیهٔ EMH، بازار به‌طور آنی به اطلاعات جدید واکنش نمی‌دهد و واکنش به اطلاعات جدید به‌تدریج و در طی دوره‌ای از زمان انجام می‌شود. درمقابل، چو، دنینگ، فریس و نورونها[2] (۱۹۹۵) به هیچگونه شواهدی مبنی‌بر وجود حافظهٔ بلندمدت در بازده سهام دست نیافتند.

تاکنون بهترین روش استفاده‌شده برای اندازه‌گیری حافظهٔ بلندمدت در سری‌های زمانی مالی، مؤلفهٔ هرست[3] (هرست[4]، ۱۹۵۱) است. در ادبیات، آزمون‌های متعددی برای تخمین مؤلفهٔ هرست معرفی شده است. نخستین‌بار هرست (۱۹۵۱) روش R/S[5] را برای تجزیه و تحلیل وابستگی با دامنهٔ بلندمدت معرفی کرد. این رویکرد را پژوهشگران دیگری تعمیم داده‌اند (مندلبورت و والیس[6]، ۱۹۶۹؛ مندلبورت، ۱۹۷۵). لو (۱۹۹۱) استفاده از آمارهٔ R/S تعمیم‌یافته[7] را برای کشف وابستگی با دامنهٔ بلندمدت در بازار سهام آمریکا پیشنهاد کرد. وی هیچ گونه شواهدی از حافظهٔ بلندمدت را در بازده این بازار نتیجه نگرفت. جویک و پورتر - هاداک[8] (۱۹۸۳) روش رگرسیون طیفی[9] را برای سری بازده شاخص سهام به کار بردند و به هیچ‌گونه شواهدی از وابستگی با دامنهٔ بلندمدت دست نیافتند.

تعداد بسیاری از پژوهش‌ها نیز خانوادهٔ مدل‌های خودهمبستگی را برای بررسی حافظهٔ بلندمدت در بازارهای مالی استفاده کرده‌اند. گرو - چارلز[10] (۲۰۰۵) سطح معناداری برای فرآیندهای حافظهٔ کوتاه‌مدت از قبیل AR، MA و ARCH و فرآیند حافظهٔ بلندمدت از قبیل ARFIMA، را با استفاده از رویکرد بوت‌استرپ بلوک حلقوی و فرآیند پسابلوک‌کردن[11] محاسبه کرد. آل - یهیایی، منسی و یون[12] (۲۰۱۸) با رویکرد چندفراکتلی نوسان‌های روندزدایی‌شده[13] (MFDFA)، نتیجه گرفتند بازار ارز دیجیتال در مقایسه با بازارهای سهام، طلا و ارز پایین‌ترین سطح کارایی را دارد؛ همچنین شواهد بیانگر وجود ویژگی‌های حافظهٔ بلندمدت و چندفراکتالی در همهٔ این بازارها است. منسی، جانگ‌لی، آل - یهیایی، سنسوی و مین‌یوون[14] (۲۰۱۹) شواهدی از شکست ساختاری، حافظهٔ بلندمدت و چندفراکتالی نامتقارن را در بازارهای بیت‌کوین و اتریم[15] یافتند. آل - یهیایی، منسی، کو، یون و کانگ[16] (۲۰۲۰) نوسان‌های چندفراکتالی، فرآیند حافظهٔ بلندمدت و فرضیهٔ کارایی برای شش پول رمزنگاری‌شدهٔ[17] مهم را (ارز دیجیتال بیت‌کوین، ارز دیجیتال لایت‌کوین[18]، ارز دیجیتال مونرو[19]، ارز دیجیتال دش[20] و ارز دیجیتال ریپل[21]) با رویکرد MFDFA زمان متحرک[22] مطالعه کردند. نتایج تجربی نشان می‌دهد در همهٔ این بازارها شواهدی از

1.Cheung, and Lai
2. Chow, Denning, Ferris, & Noronha
3. Hurst Exponent
4. Hurst
5. Rescaled Range (*R/S*) Approach
6. Mandelbrot and Wallis
7. Modified Rescaled Range (*R/S*) Approach
8. Geweke and Porter - Hudak
9. Spectral Regression
10. Grau - Carles
11. Post - Blackening Circular Block Bootstrap
12. Al-Yahyaee, Mensi, & Yoon
13. Multifractal Detrended Fluctuation Analysis (MFDFA)
14. Mensi, Jung Lee, Al - Yahyaee, Sensoy, & Min Yoon
15. Ethereum
16. Al - Yahyaee, Mensi, Yoon, & Kang
17. Cryptocurrencies
18. Litecoin
19. Monero
20. Dash
21. Ripple
22. time-rolling MFDFA Approach

ویژگی حافظهٔ بلندمدت و ویژگی چندفراکتالی وجود دارد؛ همچنین ناکارایی این بازارهای ارز رمز پایه طی زمان متغیر است.

اخیراً، پژوهشگران رویکرد جدید نمای هرست تعمیم‌یافته (GHE) را برای بررسی حافظهٔ بلندمدت در سری‌های زمانی مالی معرفی کرده‌اند. سنسوی[1] (۲۰۱۳) کارایی بازارهای سهام منطقهٔ منا[2] (MENA) با استفاده از GHE و در چارچوب پنجرهٔ متحرک را مطالعه کرده است. نتایج تجربی از درجه‌های متفاوتی از وابستگی با دامنهٔ بلندمدت در بازارهای منطقهٔ منا (MENA) حکایت دارد. وی معتقد است حملهٔ اعراب آثار منفی بر کارایی این بازارها داشته است. سنسوی و تاباک[3] (۲۰۱۵) با شاخص کارایی جدیدی، عدم کارایی زمان متغیر در چند بازار سهام اروپا را مدل‌سازی کرده‌اند و درجه‌های متفاوتی از حافظهٔ بلندمدت زمان متغیر را در این بازارها نتیجه گرفته‌اند. شواهد تجربی هم نشان‌دهندهٔ آثار نامطلوب بحران مالی سال ۲۰۰۸ بر وضعیت کارایی اکثر بازارهای سهام اروپا است. سنسوی و تاباک (۲۰۱۶) با رویکرد GHE، پویایی‌های کارایی بازار سهام و نرخ ارز در کشورهای اجراکنندهٔ رژیم سیاست پولی با هدف‌گذاری تورم و دارای رژیم نرخ ارز شناور را بررسی کرده‌اند. طبق نتایج درجهٔ وابستگی با دامنهٔ بلندمدت بعد از بحران ۲۰۰۸ در بازارهای سهام این کشورها تغییر کرده است و شامل اقتصادهای نوظهور هم می‌شود. بیانچی و پیانیس[4] (۲۰۱۸) نیز حافظهٔ بلندمدت را با روش مؤلفهٔ هرست زمان متغیر مطالعه کرده‌اند. در مطالعه‌ای تجربی، نوین، پروکوپژوک و سیبرتسن[5] (۲۰۲۰) نشان داده‌اند حافظهٔ بلندمدت در نوسان‌پذیری بازده مقطعی سهام شرکت‌ها در ایالات متحده آمریکا وجود دارد و برای حافظهٔ بلندمدت قیمت‌گذاری منفی است. موضوع حافظهٔ بلندمدت و کارایی برای سایر بازارها نیز با روش GHE بررسی شده است (فان، لوی، یین، تیان و لیانگ[6]، ۲۰۱۹؛ فرناندس و همکاران[7]، ۲۰۲۰).

در کشورهای درحال توسعه، رویکردهای دیگری نیز برای تخمین مؤلفهٔ هرست معرفی شده است. سادیق و سیلواپول[8] (۲۰۰۱) مؤلفهٔ حافظهٔ بلندمدت در بازده سهام هفت کشور ژاپن، کره، نیوزیلند، مالزی، سنگاپور، آمریکا و استرالیا را بررسی کرده‌اند. نتایج تجربی حاصل از آزمون های نیمه‌پارامتریک هوداک[9] (GPH)، آزمون نمره نسبت به فراوانی[10] و آزمون نمره نسبت به زمان[11] نشان می‌دهد بازده سهام کشورهای کره، مالزی، سنگاپور و نیوزلند با دامنهٔ بلندمدت وابستگی دارند و درنتیجه ناکارا هستند. کاستا و واسکونسلوز[12] (۲۰۰۳) اثر حافظه‌ای که تا شش ماه طول می‌کشد را در بازار سهام برزیل یافته‌اند. بارکولاس، بام و تراولوس[13] (۲۰۰۰) و پاناس[14] (۲۰۰۱) شواهدی مبنی‌بر وجود فرآیند حافظهٔ بلندمدت را در بازار سهام یونان نتیجه گرفته‌اند. تولوی[15] (۲۰۰۳) و رجی و مارتین[16] (۲۰۱۱) به ترتیب شواهدی از اثر حافظهٔ بلندمدت را در بازار سهام فنلاند و پرتغال یافته‌اند.

1. Sensoy
2. Middle - East and North Africa Region (MENA)
3. Sensoy and Tabak
4. Bianchi and Pianese
5. Nguyen, Prokopczuk & Sibbertsen
6. Fan, Lv, Yin, Tian and Liang
7. Fernandes, Araujo, Silva, Leite, Lima, Stosic & Ferreira
8. Sadique and Silvapulle
9. Hudak's Semiparametric Method
10. Frequency Domain Score Test
11. Time - domain Score Test
12. Costa and Vasconcelos
13. Barkoulas, Baum, & Travlos
14. Panas
15. Tolvi
16. Rege and Martin

کاژویرو و تاباک[1] (۲۰۰۸) مؤلفهٔ هرست را با متدولوژی‌های R/S و نسبت واریانس[2] (V/S)، محاسبه و آزمون وابستگی با دامنهٔ بلندمدت در بازده و نوسان‌پذیری سهام را بررسی کرده‌اند. آنها به این نتیجه رسیدند که سری بازده در بازارهای نوظهور وابستگی با دامنهٔ بلندمدت قوی‌تری را نسبت به اقتصادهای توسعه‌یافته نشان می‌دهد؛ برعکس دربارهٔ نوسان‌پذیری، مقدار نمای هرست برای هر دو گروه بازارهای نوظهور و بازارهای توسعه‌یافته، به‌طور شایان توجهی بالا است. بتاچرایا و بتاچرایا[3] (۲۰۱۲) با استفاده از آمارهٔ R/S، آمارهٔ لو[4]، آمارهٔ GPH و فرم تعدیل‌شدهٔ آن، حافظهٔ بلندمدت را برای ده بازار سهام نوظهور مطالعه کرده‌اند. نتایج تجربی بیانگر وجود حافظهٔ بلندمدت در نوسان‌پذیری و بازده این بازارها است؛ همچنین شواهد به‌دست‌آمده اثر تیلور را در این بازارها تأیید می‌کند. آل - شبول و انوار[5] (۲۰۱۶) حافظهٔ بلندمدت در بازده و نوسان‌پذیری شاخص پنج صنعت بانکداری، بیمه، خدمات و شاخص کل بورس سهام عمان را بررسی کرده‌اند. نتایج تجربی حاصل از تکنیک های نیمه‌پارامتریک لگاریتم پریودوگرام[6] و وایتل محلی[7] بیانگر وجود حافظهٔ کوتاه‌مدت در بازده صنایع پذیرفته‌شده در بورس عمان و وجود حافظهٔ بلندمدت در معیارهای نوسان‌پذیری است؛ به‌علاوه آنها نشان داده‌اند وجود حافظهٔ بلندمدت به‌علت شکست‌های ساختاری بوده است. چارفدین و آجمی[8] (۲۰۱۳) و بلالاه، آلوی و ابوب[9] (۲۰۰۵) شواهدی از رفتار بلندمدت را در بازار سهام تونس یافته‌اند.

آساف[10] (۲۰۰۶) در میان کشورهای مصر، اردن، مراکش و ترکیه، شواهدی از حافظهٔ بلندمدت را در سری بازده کشورهای مصر و مراکش یافته است. موخرجی، سن و سارکار[11] (۲۰۱۱) ویژگی خودهمبستگی را در بازده سهام بازار هند نتیجه گرفته‌اند. لیو، چنگ، یانگ، یان و لی[12] (۲۰۱۹) کارایی صندوق‌های سرمایه‌گذاری املاک و مستغلات[13] (REITs) هنگ‌کنگ را طی زمان، بر مبنای مؤلفهٔ هرست زمان متغیر بررسی کرده‌اند. طبق نتایج در بازار REITs هنگ‌کنگ، حافظهٔ بلندمدت وجود دارد و طی دورهٔ تحت بررسی این بازار هنوز به فرم ضعیف کارایی خود نرسیده است. پرناگالو و توریسی[14] (۲۰۱۹) با استفاده از رویکرد نمای هرست، درجه‌ای از حافظهٔ بلندمدت را در سری بازده چند بازار نوظهور نتیجه گرفته‌اند. جو و هانگ[15] (۲۰۱۹) مؤلفه‌های GHE را تعیین کرده‌اند و نتیجه گرفته‌اند نوسان‌های مشاهده‌شده در شاخص بورس اوراق بهادار چین[16] (SZSE) ماهیت چندفراکتالی دارد و آن را به همبستگی بلندمدت در سری زمانی شاخص SZSE نسبت داده‌اند.

در سال‌های اخیر، موضوع حافظهٔ بلندمدت در بورس اوراق بهادار تهران را نیز چندین پژوهشگر بررسی کرده‌اند. نیکومرام، سعیدی و عنبرستانی (۱۳۹۰) حافظهٔ بلندمدت در شاخص قیمت و بازده نقدی و شاخص صنعت در بورس اوراق بهادار تهران را آزموده‌اند. نتایج حاصل از مدل خودرگرسیون میانگین متحرک انباشتهٔ جزئی بیانگر وجود حافظهٔ بلندمدت در این دو شاخص است. سیدحسینی،

1. Cajueiro and Tabak
2. Rescaled Variance (*V/S*) Approach
3. Bhattacharya and Bhattacharya
4. Lo Statistic
5. Al - Shboul and Anwar
6. log - Periodogram
7. Local Whittle
8. Charfeddine and Ajmi
9. Bellalah, Aloui, & Abaoub
10. Assaf
11. Mukherjee, Sen, & Sarkar
12. Liu, Cheng, Yang, Yan, & Lai
13. Real Estate Investment Trusts (REITs)
14. Pernagallo and Torrisi
15. Gu and Haung
16. Shenzhen Component Index (SZSE)

باباخانی، هاشمی‌نژاد و ابراهیمی (۲۰۱۳) با رویکرد بوت‌استرپ، پارامتر حافظهٔ بلندمدت در شاخص قیمت روزانهٔ بورس اوراق بهادار تهران را طی دورهٔ زمانی دسامبر ۲۰۰۶ تا ژوئن ۲۰۱۰ تخمین زده‌اند. نتایج تجربی از بهبود تخمین این پارامتر حکایت دارد. موسوی شیری، وقفی و آهنگری (۲۰۱۴) با استفاده از الگوی ARFIMA وجود حافظهٔ درازمدت را در شاخص کل قیمت صنعت داروسازی نتیجه گرفته‌اند. محقق‌نیا، کاشی، دلیری و دنیایی (۲۰۱۵) با مدل‌های GPH، GSP[1] و ARFIMA، وجود حافظهٔ بلندمدت را در میانگین شرطی و واریانس شرطی شاخص قیمت بورس اوراق بهادار تهران نتیجه گرفته‌اند و طبق یافته‌های آنها بازار اوراق بهادار تهران، ازنظر سرعت انتقال اطلاعات، بازاری کارا نیست. برکیش (۲۰۱۵) با استفاده از روش‌های GPH، R/S و تعدادی آزمون‌های نیمه‌پارامتریک و ناپارامتریک نشان داده است حافظهٔ بلندمدت در سری زمانی بازده شاخص قیمت بورس اوراق بهادار تهران وجود دارد و به‌علت وجود شکست‌های ساختاری طی دورهٔ زمانی پژوهش بوده است. کمیجانی، نادری و علیخانی (۲۰۱۵) وجود حافظهٔ بلندمدت در بازده و نوسان‌های شاخص قیمت بورس اوراق بهادار تهران را با کمک مدل ARFIMA(1,2) - FIGARCH بررسی کرده‌اند. نتایج تجربی حاصل از برازش، حاکی از وجود حافظهٔ بلندمدت در میانگین و واریانس سری مذکور است. مولایی و بهمنی (۲۰۱۵) با الگوی ARFIMA شواهدی از حافظهٔ بلندمدت را در بورس اوراق بهادار تهران نتیجه گرفته‌اند. کارنامه حقیقی و رستمی (۲۰۱۹) دریافتند نظریهٔ ارزش فرین و الگوی FIAPARCH برای سنجش ارزش در معرض خطر و حافظهٔ بلندمدت در بازار سهام ایران، اعتبار مناسب دارد. دانیالی و منصوری (۲۰۱۲) و نیکومرام، قایی و علیرضایی (۲۰۰۵) نیز موضوع کارایی بورس اوراق بهادار را بررسی کرده‌اند. در ایران، پدیدهٔ حافظهٔ بلندمدت علاوه‌بر بورس اوراق بهادار تهران برای بازارهای دیگر بررسی شده است. محمودی، محمدی و چیت‌سازان (۲۰۱۰) وجود حافظهٔ بلندمدت را در بازارهای جهانی نفت، بررسی کرده‌اند. دموری و میرزاد (۲۰۱۸) وجود حافظهٔ بلندمدت را در بازده سهام نتیجه گرفته‌اند و با استفاده از الگوی GARCH student - هیچ‌گونه ارتباطی بین نرخ ارز و بازده سهام پیدا نکرده‌اند.

برخلاف مطالعات خارجی مربوط به بازارهای نوظهور و مطالعات داخلی فوق که حافظهٔ بلندمدت و کارایی در بازارهای مالی را با رویکردهای ایستا بررسی کرده‌اند، در این مقاله از یک رویکرد زمان متغیر استفاده شده است. درواقع، به‌جای رویکردهای آماری مشهور R/S (هرست، ۱۹۵۱) و R/S تعدیل‌شده (لو، ۱۹۹۱)، از رویکرد جدید نمای هرست تعمیم‌یافته (GHE) استفاده شده است. این رویکرد را نخستین‌بار باربasi و ویچک (۱۹۹۱) معرفی و دی‌ماتئو، آسته و داکوروگنا (۲۰۰۳ و ۲۰۰۵) هم از آن استفاده کرده‌اند. برخلاف روش R/S که ویژگی وابستگی بلندمدت را از ویژگی وابستگی کوتاه‌مدت متمایز نمی‌کند، رویکرد GHE در کنار داشتن حساسیت به نوع وابستگی در داده‌ها، چارچوب ساده‌ای نیز دارد. در مقایسه با آمارهٔ R/S، رویکرد GHE با مقادیر بیشینه و کمینهٔ داده‌ها سروکاری ندارد و نسبت به مشاهدات دورافتاده حساسیت کمتری دارد؛ با این حال، اغلب مطالعات تجربی نشان از به‌طور نرمال توزیع‌نشدن بازده سهام و ویژگی دنبالهٔ پهن[2] آن دارد. بارونیک و کریستوفک (۲۰۱۰) با

1. Gaussian semi - parametric (GSP)

2. Fat-Tail

روش‌های تجزیه و تحلیل نسبت R/S، تجزیه و تحلیل چند فراکتلی نوسان‌های روندزدایی‌شده (MFDFA)، میانگین متحرک روندزدا[1] (DMA) و رویکرد نمای هرست تعمیم‌یافته (GHE)، نمای هرست در سری‌های زمانی مستقل با ویژگی دنباله‌های سنگین[2] را تخمین زده‌اند و نشان داده‌اند به‌طور کلی رویکرد GHE در مقایسه با سایر روش‌ها نسبت به وجود دنباله‌های پهن در فرآیندهای تصادفی سری‌های زمانی استوار است و واریانس پایین‌تری را نیز حاصل می‌کند.

به هر حال، براساس بررسی‌ها، حافظهٔ بلندمدت زمان متغیر و پنجرهٔ متحرک، هرگز پیش از این برای بورس اوراق بهادار تهران مطالعه و بررسی نشده است. در ایران، تنها رئوفی و محمدی (۲۰۱۷) از رویکرد پنجرهٔ متحرک برای بررسی وضعیت کارایی بورس اوراق بهادار طی زمان، استفاده کرده‌اند؛ اما وجود حافظهٔ بلندمدت در بازده بورس اوراق بهادار تهران را ازطریق آزمون‌های R/S، R/S تعدیل‌شده و GPH نتیجه گرفته‌اند. قراردادن نمای هرست تعمیم‌یافته در کنار تکنیک پنجرهٔ متحرک را نخستین‌بار مورالس، دی‌ماتئو، گراماتیکا و آسته (۲۰۱۲) پیشنهاد داده‌اند و آن را برای ارزیابی وضعیت ثبات بنگاه‌های مالی در بازار سهام آمریکا به کار برده‌اند. این پژوهشگران معتقدند چنین رویکردی ممکن است در جایگاه شاخصی هشداردهنده برای بحران‌های مالی استفاده شود. برای بازار سایر کشورها، سنسوی و هاکی‌هاسانوگلو[3] (۲۰۱۴) نیز به‌منظور بررسی وجود حافظهٔ بلندمدت در بین چند قرارداد آتی انرژی، نماهای هرست زمان متغیر را تخمین زده‌اند. مطالعهٔ آنها دیدگاه جدیدی را در ادبیات، درزمینهٔ مطالعهٔ کارایی بازار دارایی‌های مالی معرفی کرده است.

اخیراً، جیانگ، نی و رووان (۲۰۱۸) حافظهٔ بلندمدت زمان متغیر در بازار ارز دیجیتال بیت‌کوین ازطریق رویکرد پنجرهٔ متحرک و یک شاخص کارایی را بررسی کرده‌اند. نتایج تجربی آنها بیانگر وجود حافظهٔ بلندمدت در بازار ارز دیجیتال بیت‌کوین است؛ به‌علاوه آنها نشان داده‌اند کارایی این بازار طی زمان افزایش نیافته است. یانقونگ، هی و ویهوا (۲۰۱۸) نیز در پژوهشی حافظهٔ بلندمدت در بازار ارز دیجیتال بیت‌کوین با استفاده از روش GHE در چارچوب پنجره‌های متحرک را بررسی کرده‌اند؛ بنابراین در این مقاله به پیروی از پژوهش‌های تجربی گذشتهٔ پژوهشگران و با تأکید بر متدولوژی یانقونگ، هی و ویهوا (۲۰۱۸)، حافظهٔ بلندمدت زمان متغیر و پویایی‌های کارایی در بورس اوراق بهادار تهران تجزیه و تحلیل شده است و برای اطمینان از استواری نتایج تجربی، حافظهٔ بلندمدت علاوه‌بر پنجره‌های با تعداد روزهای انتقال ۱۴ روز، برای پنجره‌های با تعداد ۵ روز انتقال دوباره بررسی می‌شود؛ به‌علاوه ورژن بوت استرپ ریسکی آزمون کلی نگر اتوماتیک (AQ) (اسکانسیانو و لوباتو، ۲۰۰۹) و آزمون نسبت واریانس اتوماتیک (AVR) (چوی، ۱۹۹۹) برای تعداد روزهای انتقال ۱۴ و ۵ روز، به کار گرفته شده است. هدف این مقاله، بررسی وجود وابستگی با دامنهٔ بلندمدت در شاخص قیمت بورس اوراق بهادار تهران و مطالعهٔ ادبیات پیرامون عدم کارایی زمان متغیر در بورس اوراق بهادار تهران است. انتظار می‌رود نتایج این مقاله کارایی اطلاعاتی بازار را برای سرمایه‌گذاران و سیاست‌گذاران افزایش دهد. نوآوری این مقاله این است که تاکنون هیچ مطالعه‌ای حافظهٔ بلندمدت زمان متغیر در چارچوب پنجره‌های متحرک و رویکرد GHE برای بورس اوراق بهادار تهران را بررسی نکرده است. به بررسی حافظهٔ بلندمدت برای

1. Deterending Moving Average (DMA)
2. Heavy Tail
3. Sensoy and Hacihasanoglu

کشورهای درحال توسعه توجه فراوانی شده است؛ زیرا اینگونه بازارها ویژگی‌های منحصربه‌فردی در مقایسه با کشورهای توسعه‌یافته دارند؛ ازجمله واکنش کند سرمایه‌گذاران به اطلاعات جدید و تأثیرات شدید معامله های غیرهم‌زمان و ناهمسان[1] (کاژویرو و تاباک، ۲۰۰۴). با توجه به مباحث بیان‌شده، فرضیه‌های پژوهش به شرح زیر مطرح می‌شود:

فرضیهٔ اول: حافظهٔ بلندمدت زمان متغیر در بورس اوراق بهادار تهران وجود دارد.

فرضیهٔ دوم: کارایی بازار اوراق بهادار تهران طی زمان بهبود نمی‌یابد.

روش پژوهش

در ادبیات سابق، حافظهٔ بلندمدت در سری‌های زمانی عمدتاً براساس دو رویکرد نسبت R/S تعدیل‌شده و آزمون‌های نسبت واریانس بررسی شده است. در این مقاله، برای آزمون فرضیه‌ها و با هدف بررسی حافظهٔ بلندمدت زمان متغیر و پویایی کارایی، روش جدیدی با نام رویکرد نماهای هرست تعمیم‌یافته، استفاده می شود. در این رویکرد، برای اندازه‌گیری حافظهٔ بلندمدت در فرآیند تصادفی لگاریتمی $S(t)$ مفروض، از تابع $H(q)$ در نقش معیاری از وابستگی با دامنهٔ بلندمدت استفاده می‌شود. متغیر t به صورت $t = (1, 2, \dots, \Delta t)$ در طول پنجرهٔ زمانی Δt با فواصل زمانی یک واحد، تعریف می‌شود. تابع $H(q)$ با استفاده از گشتاورهای مرتبه qام از توابع توزیع نموها[2]، ارزیابی می‌شود (هرست، ۱۹۵۱) و مشخصه‌ای مناسب از پیشروی آماری[3] تابع $S(t)$ است. معادلهٔ $K_q(\tau)$ رفتار مقیاس‌بندی[4] نموهای مطلق[5] را به ازای $q = 1$ توصیف می‌کند. $K_q(\tau)$ نسبتی[6] از تابع خودهمبستگی $C(t,\tau) = \langle S(t+\tau) - S(t) \rangle$ است و به‌صورت زیر بیان می‌شود (دی‌ماتئو، آسته و داکوروگنا، ۲۰۰۵):

$$K_q(\tau) = \frac{\langle |S(t+\tau) - S(t)|^q \rangle}{\langle |S(t)|^q \rangle} \qquad (۱)$$

در معادلهٔ بالا، τ بین ۱ تا τ_{max} تغییر می‌کند و $\langle \dots \rangle$ مقدار متوسط نمونه در طول پنجرهٔ زمانی مفروضی را اندازه می‌گیرد. بر این اساس، $H(q)$ برای هر مقیاس زمانی τ و برای هر پارامتر q، به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$K_q(\tau) \propto \tau^{qH(q)} \qquad (۲)$$

از رابطهٔ (۲)، نتیجه گرفته می‌شود $\ln K_q(\tau) = qH(q) \ln \tau + C$؛ بنابراین $H(q)$ به‌سادگی ازطریق برازش حداقل مربعات خطی و با استفاده از مجموعه‌ای از اعداد متناظر با مقادیر مختلفی از τ_{max}، در معادلهٔ (۱) محاسبه می‌شود. برای هر مقدار از q، $H(q) = 0/5$ بیانگر آن است که فرآیند $S(t)$، حافظهٔ بلندمدت را نمایش نمی‌دهد و $H(q) > 0/5$ و $H(q) < 0/5$ به ترتیب دلالت دارند بر اینکه $S(t)$ در طی زمان ماندگار است و $S(t)$ رفتار برگشت به میانگین دارد.

با استفاده از رویکردهای بوت‌استرپ پسابلوک‌کردن[7] (PB) و پیش‌سفیدکردن[8] (PW)، خطاهای معیار برای تخمین های $H(1)$ محاسبه می‌شود. این روش را گرو - چارلز (۲۰۰۵) پیشنهاد کرده است و کاژویرو و تاباک (۲۰۰۸ و ۲۰۱۰) و سوزا، تاباک و

1. non - Synchronous Trading
2. Increments
3. Statistical Evolution
4. Scaling Behavior
5. Absolute Increments
6. Proportional to
7. Post - Blackening
8. pre - Whitening

کاژیرو[1] (۲۰۰۸) نیز از آن استفاده کرده‌اند. روش کار در قالب گام‌های زیر بیان می‌شود:

۱. $H(1)$ براساس لگاریتم قیمت‌ها p_t برآورد می‌شود.

۲. سری لگاریتم بازده r_t با استفاده از لگاریتم قیمت‌ها p_t، به دست می‌آید.

۳. فرآیند پیش‌سفیدکردن (PW) ازطریق مدل‌سازی سری r_t براساس فرآیندی خودرگرسیونی از مرتبه p ($AR(p)$)، به‌صورت $r_t = \alpha_1 r_{t-1} + \alpha_2 r_{t-2} + \ldots + \alpha_p r_{t-p} + \varepsilon_t$ و با تعداد وقفه‌های به اندازهٔ کافی بزرگ p، انجام می‌شود. تعداد وقفه‌های p براساس معیار اطلاعات AIC انتخاب می‌شود. فرآیند PW با هدف حذف اجزای خودهمبستگی معنادار از سری r_t و ایجاد یک سری بازده مستقل ازنظر آماری، انجام می‌شود.

۴. پسماندهای[2] ε_t از مدل AR تخمین‌زده‌شده، استخراج می‌شوند.

۵. بلوک‌های پسماندهای ε_t حاصل از مدل AR برآوردشده در گام ۳، با استفاده از رویکرد بوت‌استرپ بلوک حلقوی[3] (CBB) بازنمونه‌گیری تصادفی، با جایگذاری می‌شوند؛ سپس از به هم پیوستن این بلوک‌های بوت‌استرپی، سری زمانی از بوت‌استرپ شبیه‌سازی‌شدهٔ ε_t^* به روش CBB تولید می‌شود (پولیتیس و رومانو[4]، ۱۹۹۲). در اینجا طول مناسب بلوک براساس قاعدهٔ پولیتیس و وایت[5] (۲۰۰۴) انتخاب می‌شود (طول هر بلوک برابر با $N^{\frac{1}{5}}$ است)؛ اما چون روشِ بوت‌استرپ بلوک‌ها ممکن است ساختار همبستگی در سری زمانی داده‌های اصلی را به‌طور کامل حفظ نکند، در ادبیات استفاده از روش پسابلوک‌کردن (PB) پیشنهاد شده است (داویدسون و هینکلی[6]، ۱۹۹۷).

۶. بدین منظور، با استفاده از رویکرد PB، نمونه‌ای از بوت‌استرپ لگاریتم بازده ساختگی[7] r_t^* تولید می‌شود. در روش PB، سری زمانی پسماندهای بازنمونه‌گیری‌شدهٔ ε_t^*، به روش CBB، پسابلوک می‌شوند؛ به این شکل که مدل AR با پارامترهای تخمین‌زده‌شده در فرآیند پیش‌سفیدکردنِ سری زمانیِ بازده r_t (گام‌های ۳ و ۴)، برای پسماندهای بازنمونه‌گیری‌شدهٔ ε_t^* به کار گرفته می‌شود تا نمونهٔ بوت‌استرپ سری r_t^* تولید شود (داویدسون و هینکلی، ۱۹۹۷).

۷. لگاریتم قیمت‌های ساختگی p_t^* به‌طور متناوب از نمونه‌های بوت‌استرپ لگاریتم بازده ساختگی r_t^*، بازیابی می‌شود.

۸. برای هر لگاریتم قیمت ساختگی p_t^*، آمارهٔ $H_b(1)$ تخمین زده می‌شود.

در این مقاله، مجموعه‌ای از قیمت‌های سهام p_t شامل ۲۶۲۱ مشاهدهٔ روزانه از شاخص کل قیمت بورس اوراق بهادار تهران، طی دورهٔ زمانی ۱۳۸۷/۹/۲۳ تا ۱۳۹۸/۸/۱، گرفته‌شده از نرم‌افزار ره‌آورد نوین، استفاده می‌شود. برای انجام گام‌های فوق از نرم‌افزارهای Excel، EViews، R و MATLAB استفاده می‌شود.

براساس این گام‌ها، تعداد ۱۰۰۰۰ نمونهٔ بوت‌استرپ اجرا و برای آنها نماهای هرست تخمین زده می‌شود؛ سپس انحراف معیار تخمین‌های نماهای هرست $S(H_b(1))$، محاسبه و در نقش پراکسی برای خطای معیارِ نماهای هرست تعمیم‌یافته GHE، در نظر گرفته می‌شود. درپایان، آمارهٔ والد[8] با $W = \left(\frac{H(1)-0/5}{S(H_b(1))}\right)^2$

1. Souza, Tabak, & Cajueiro
2. Residuals
3. the Circular Block Bootstrap
4. Politis and Romano
5. Politis and White
6. Davidson and Hinkley
7. Synthetic
8. Wald Statistics

توزیع χ_1^2، محاسبه می‌شود. این آماره، فرضیهٔ صفر وجودنداشتن حافظهٔ بلندمدت یا همان فرم ضعیف کارایی بازار و به بیان دیگر، معناداری انحراف مقدار عددی نمای هرست $H(1)$ را از عدد ۰/۵ آزمون می‌کند.

یافته‌ها

در نمودار (۱) مسیر زمانی لگاریتم شاخص TEPIX طی بازهٔ زمانی پژوهش به تصویر کشیده شده است. طبق نمودار، لگاریتم شاخص قیمت سهام، نوسان‌های لحظه‌ای را تجربه می‌کند؛ به طوری که در اسفند سال ۱۳۸۷ به اوج خود رسیده، بعد از آن تا مهر سال ۱۳۹۸با شیب ملایم سقوط کرده و دوباره افزایش یافته است. براساس نمودار، صرف‌نظر از این نوسان‌های شدید، لگاریتم قیمت سهام در کل بازهٔ زمانی پژوهش، روندی افزایشی را نشان داده که نشانگر ویژگی ماندگاری قوی در سری بازده است. بازده شاخص قیمت TEPIX به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$r_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \times 100 \qquad (۳)$$

r_t بازده شاخص قیمت TEPIX و P_t و P_{t-1} شاخص قیمت TEPIX به ترتیب در روزهای t و $t-1$ است. طبق آماره‌های توصیفی مربوط به لگاریتم قیمت‌های P_t و بازده r_t، میانگین لگاریتم قیمت‌ها و بازده به ترتیب ۱۰/۷۷ و ۰/۱۳ است و دارای کشیدگی ۲/۳۱ و ۷/۹۴ و چولگی ۰/۲۵- و ۰/۲۸ است؛ همین‌طور سری لگاریتم قیمت و بازده به‌طور نرمال توزیع نشده است و رفتار دنبالهٔ پهن را به نمایش می‌گذارد[1].

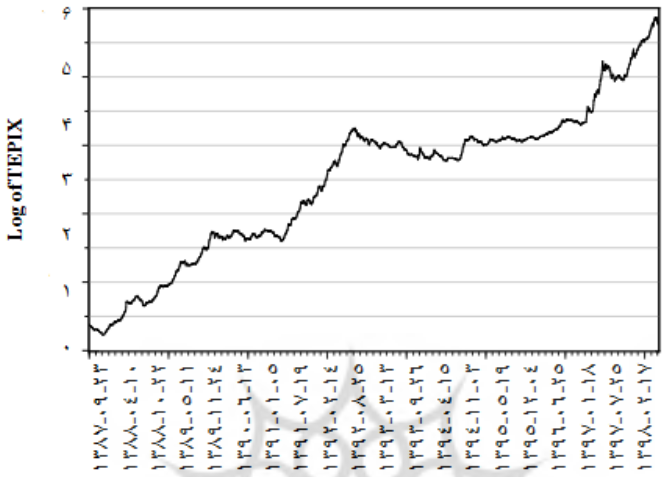
همان‌گونه که گفته شد، بارونیک و کریستوفک (۲۰۱۰) معتقدند در مقایسه با سایر روش‌های تخمین نما های هرست که تاکنون در ادبیات معرفی شده است، نمای GHE کمترین واریانس را حاصل می‌کند و نسبت به مشاهدات دورافتاده، صرف‌نظر از اندازهٔ نمونه حساسیت کمتری دارد و GHE برای سری بازده با توزیع غیرنرمال و دنبالهٔ پهن هم برازش بهتری دارد؛ پس در این مقاله براساس مشخصه های آماری که سری زمانی بازده نشان می‌دهد از رویکرد GHE برای آزمون وجود حافظهٔ بلندمدت استفاده می‌شود و انتظار می‌رود نتایج دقیق‌تری به دست آید.

مطالعات اخیر نشان داده‌اند هنگام تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی مالی، وجود شکست‌های ساختاری نیز باید در نظر گرفته شود؛ اما وجود این پویایی‌ها را نمی‌شود فقط با در نظر گرفتن زیرنمونه های کوچک یا بازه‌های زمانی غیرهمپوش[2] در محاسبات وارد کرد؛ پس در این مقاله، رویکردی از پنجرهٔ متحرک برای بررسی ناکارایی بازار اوراق بهادار به کار گرفته شده است؛ همین‌طور با توجه به اینکه مطالعات اخیر با به‌کارگیری رویکرد پنجرهٔ متحرک نشان داده‌اند کارایی بازار طی زمان درحال نمو است، پنجرهٔ متحرکی با تعداد ℓ مشاهده و انتقال k روز، در نظر گرفته می‌شود؛ در این صورت نمونه‌ای با T مشاهده به سری‌ای متشکل از زیرنمونه‌هایی با اندازهٔ $T-\ell+k$ تقسیم می‌شود. مسلماً هرچه اندازهٔ پنجره بزرگ‌تر باشد، دقت بیشتر می‌شود؛ اما ناهمگنی در هر زیرنمونه نیز افزایش می‌یابد و برعکس، هرچه اندازهٔ پنجره کوچک‌تر باشد باوجود احتمال بهبودیافتن مشکل ناهمگنی، دقت تخمین کاهش خواهد یافت (پسران و تیمرمان[3]، ۲۰۰۷).

۱. با توجه به شیوه‌نامهٔ نگارش مقاله، جدول آمار توصیفی ارائه نشده است.

2. non - Overlapping Intervals
3. Pesaran and Timmermann

برای بررسی وضعیت کارایی در بورس اوراق بهادار تهران، به پیروی از یانقونگ، هی و ویهوا (۲۰۱۸) پنجرهٔ زمانی دو ساله‌ای ($\Delta t = 484$ مشاهده) و انتقالی ۱۴ روزه (۱۴ مشاهده) انتخاب شده است؛ زیرا بنابر اعتقاد این پژوهشگران این اندازهٔ پنجره به حد کافی برای دربرگرفتن آثار کامل بحران‌ها، شوک طرف عرضه و شکست‌های ساختاری، طولانی است و معناداری آماری رضایت‌بخشی را نیز فراهم می‌کند؛ همچنین به اندازهٔ کافی کوچک است که نسبت به تغییرات صورت گرفته طی زمان، حساس باقی بماند (سنسوری و تاباک، ۲۰۱۶).



نمودار (۱) لگاریتم قیمت روزانهٔ TEPIX

برای به دست آوردن آمارهٔ والد W، به پیروی از رویکرد سنسوی و هاکی‌هاسانوگلو (۲۰۱۴)، ابتدا H(1) و خطاهای معیار آن با رویکرد بوت‌استرپ پیش‌سفیدکردن و پسابلوک‌کردن، برای هر پنجرهٔ متحرک محاسبه می‌شود و درپایان، یک سری از H(1)ها برای شاخص TEPIX به دست می‌آید. بعد از محاسبهٔ آمارهٔ W، اگر فرضیهٔ صفر فرم ضعیف کارایی برای آن پذیرفته نشود، پنجره‌ای ناکارا نامیده می‌شود. براساس نتایج به‌دست‌آمده از آمارهٔ والد، پنجره‌ای معنادار[1] نامیده می‌شود هرگاه فرضیهٔ صفر کارایی برای آن پذیرفته نشود و پنجره‌ای بی‌معنا[2] است هرگاه برای آن امکان رد فرضیهٔ کارایی وجود نداشته باشد. مشخص‌کردن اینکه براساس مقدار آمارهٔ آزمون، چند مرتبه فرضیهٔ گام تصادفی رد می‌شود، مزیت رویکرد پنجرهٔ متحرک است؛ بر این اساس نسبت عدم کارایی به‌صورت درصد پنجره‌های ناکارا به تعداد کل پنجره‌ها، تعریف می‌شود؛ به بیان دیگر رویکرد پنجرهٔ متحرک نشان می‌دهد آمارهٔ آزمون انتخابی، فرضیهٔ حافظهٔ بلندمدت را چندمرتبه را رد می‌کند؛ پس درصد پنجره‌های کارا (نسبت کارایی) برای مقایسهٔ کارایی نسبیِ بورس اوراق بهادار تهران استفاده می‌شود.

نمودار (۲)، سری H(1)های زمان متغیر را برای بازار اوراق بهادار تهران نمایش می‌دهد و پذیرفته‌نشدن فرم ضعیف کارایی را به ترتیب در سطوح معناداری ۵ درصد و ۱ درصد مشخص می‌کند. تاریخ بر محور x، به تاریخ انتهای نمونهٔ استفاده‌شده برای تخمین نماهای GHE، اشاره می‌کند؛ برای مثال در تاریخ مهرماه سال ۱۳۹۲ روی این خط، نماهای GHE درمقابل پنجره‌ای با تعداد ۴۸۴ مشاهده و با شروع در مهرماه، ترسیم

1. Significant
2. Insignificant

شده‌اند. براساس شواهد تقریباً همهٔ H(1)ها به‌طور سازگاری بیشتر از مقدار ۰/۵ هستند؛ درنتیجه در سری زمانی بازده شاخص بورس اوراق بهادار تهران حافظهٔ بلندمدت وجود دارد و به معنای ماندگاری قوی در این بازار است؛ همین‌طور روند زمانی H(1) در این نمودار نشان می دهد بازار اوراق بهادار تهران در طی زمان کارآتر نشده است و نوسان‌های بالای H(1) در کل دورهٔ زمانی پژوهش بیانگر تأثیر عوامل برون‌زای تحریم‌های آمریکا و غرب علیه ایران و کاهش قیمت نفت ایران بر کارایی بازار اوراق بهادار تهران است. درواقع، ملاحظه می‌شود در کل دورهٔ نمونه که شاهد حوادث فوق هستیم، بورس اوراق بهادار تهران همواره ازنظر وضعیت کارایی واگرا بوده است.

برای توضیح بیشتر نتایج فوق و بررسی شفاف و دقیق‌تر نحوهٔ توزیع سری H(1) طی زمان، تخمین ناپارامتریک از چگالی[1] نماهای هرست زمان متغیر H(1) در نمودار (۳) رسم شده است. این نمودار بیانگر وجود ویژگی دونمایی[2] در توزیع H(1)، نشانه‌ای از وجود دو نمای هرست و احتمالاً به‌دلیل شکست‌های ساختاری ناشی از عوامل سیاسی است. آماره‌های توصیفی مربوط به سری H(1) زمان متغیر با انتقال ۱۴ روز نیز نشان می‌دهد میانگین سری مذکور مقدار ۰/۷۲، با کشیدگی ۲/۶۱ و چولگی ۰/۵۶ است. برای اینکه مشخص شود تغییرات مشاهده‌شده در نماهای GHE طی زمان (زمان متغیر بودن سری نماهای هرست H(1)) به‌علت اختلال و نه به‌علت خطا در اندازه‌گیری است، در این مقاله چندین آزمون نرمال‌بودن انجام شده است. آمارهٔ آزمون‌های نرمال‌بودن لیلیفورز[3] و شاپیرو – ویلک[4] به ترتیب ۰/۱۱ و ۰/۹۶ به دست‌آمده است که نشان‌دهندهٔ به‌طور نرمال توزیع‌نشدن سری H(1) و تأییدی بر نتایج مشاهده‌شده در نمودار (۳) است[5].

درپایان، جدول (۱) تعداد پنجره‌های معنادار و نسبت‌های عدم کارایی را در سطوح معناداری ۵ درصد و ۱ درصد نمایش می‌دهد. کلیهٔ ۱۵۲ پنجرهٔ موجود در هر دو سطح معناداری ۱ درصد و ۵ درصد، ناکارا هستند؛ درنتیجه بازار اوراق بهادار تهران دارای درجهٔ خیلی بالایی از نسبت عدم کارایی است.

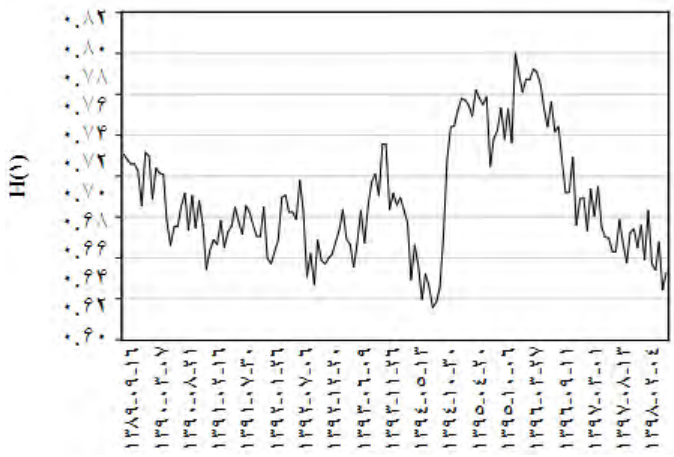
با در نظر گرفتن بحث‌برانگیزبودن انتخاب طول پنجرهٔ زمانی و تعداد روزهای انتقال در رویکرد پنجرهٔ متحرک (بلچیار و اوزدمیر[6]، ۲۰۱۳؛ سنسوی و تاباک، ۲۰۱۶)، این کار با انتقال ۵ روزه نیز تکرار می‌شود تا تجزیه و تحلیلی استوار به دست آید. همهٔ نتایج گزارش‌شده در نمودار (۴) و جدول (۲)، مشابه با یافته‌های قبلی این مقاله و نشان‌دهندهٔ استواری کافی نتایج به‌دست‌آمده در آن هستند.

در این مقاله برای آزمون قوت نتایج، فرضیهٔ فرم ضعیف کارایی با آزمون نسبت واریانس (لو و مک‌کینلی، ۱۹۸۸) وآزمون خودهمبستگی (لیونگ و باکس[7]، ۱۹۷۸) نیز بررسی و ارزیابی می‌شود. بر مبنای آزمون نسبت واریانس، چنانچه بازده دارایی، فرآیند تصادفی محض باشد، واریانس بازده دورهٔ k ام برابر با k ضربدر واریانس بازده دورهٔ اول است؛ از این رو نسبت واریانس V/R(k)، 1/k ضربدر واریانس بازده دورهٔ kام تقسیم بر واریانس بازده دورهٔ اول، باید به ازای تمامی مقادیر k برابر یک باشد. انجام این آزمون، نیازمند انتخاب مقداری برای k است.

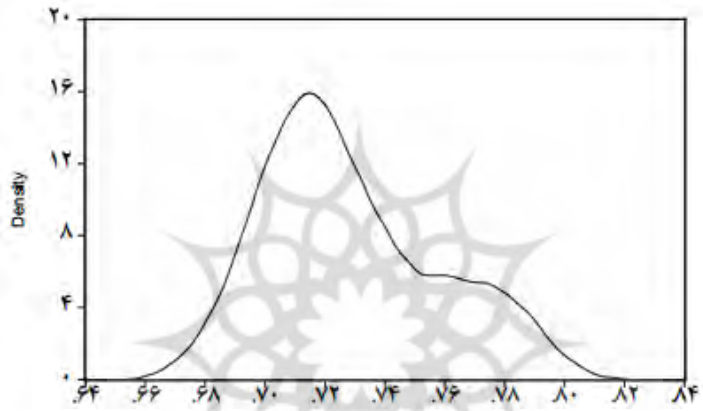
1. Kernel Density
2. Bimodality
3. Lilliefors Test of Normality
4. Shapiro - Wilk Test of Normality

۵. با توجه به شیوه‌نامهٔ نگارش مقاله، جدول آمار توصیفی ارائه نشده است.

6. Balcilar and Ozdemir
7. Ljung and Box



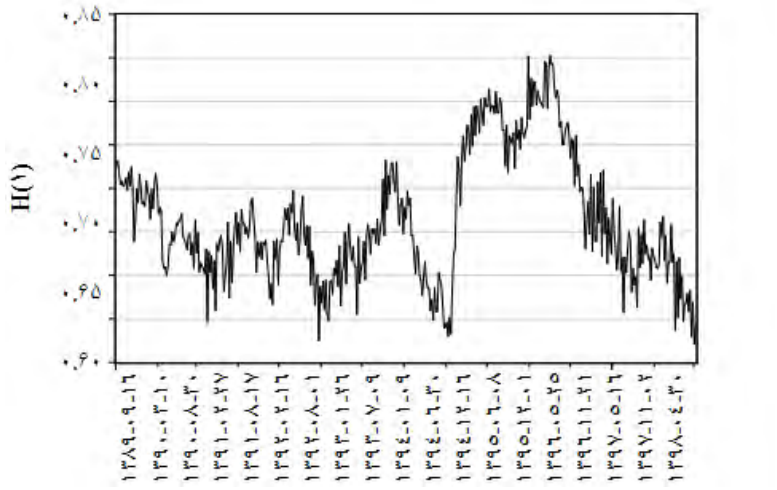
نمودار (۲) H(1) زمان متغیر با انتقال ۱۴ روز برای بورس اوراق بهادار تهران



نمودار (۳) تخمین چگالی برای نماهای هرست زمان متغیر H(1) با انتقال ۱۴ روز برای بورس اوراق بهادار تهران.

جدول (۱) نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه و تحلیل پنجره‌های متحرک با طول ۲ سال و انتقال ۱۴ روز برای بورس اوراق بهادار تهران

بازهٔ زمانی پنجره	تعداد روزهای انتقال	تعداد پنجره‌های معنادار در سطح ۱ درصد	تعداد پنجره‌های معنادار در سطح ۵ درصد	تعداد کل پنجره‌ها	نسبت عدم کارایی در سطح ۵ درصد	نسبت عدم کارایی در سطح ۱ درصد
۴۸۴	۱۴	۱۵۲	۱۵۲	۱۵۲	۱۰۰ درصد	۱۰۰ درصد



نمودار (۴) $H(1)$ زمان متغیر با انتقال ۵ روز برای بورس اوراق بهادار تهران

جدول (۲) نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه و تحلیل پنجره‌های متحرک با طول ۲ سال و انتقال ۵ روز برای بورس اوراق بهادار تهران

بازهٔ زمانی پنجره	تعداد روزهای انتقال	تعداد پنجره‌های معنادار در سطح ۱ درصد	تعداد پنجره‌های معنادار در سطح ۵ درصد	تعداد کل پنجره‌ها	نسبت عدم کارایی در سطح ۵ درصد	نسبت عدم کارایی در سطح ۱ درصد
۴۸۴	۵	۴۲۷	۴۲۷	۴۲۷	۱۰۰ درصد	۱۰۰ درصد

در ادبیات به‌طور معمول در سری بازده با فراوانی روزانه، برای k مقادیر ۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰ و در سری بازده با فراوانی هفتگی، مقادیر ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۳۲ انتخاب می‌شود. این انتخاب‌ها به‌طور دلخواه و بدون هیچ‌گونه توجیه آماری انجام می‌شوند؛ درمقابل چوی (۱۹۹۹) آزمون نسبت واریانس اتوماتیکی (AVR) را معرفی کرد که مقدار بهینهٔ k را با روشی کاملاً وابسته به داده‌ای[1] تعیین می‌کند؛ اما وی این آزمون را تحت فرض واریانس ناهمسانی شرطی به کار نبرده است؛ بلکه ویژگی‌های کوچک نمونه‌ای آزمون AVR را هنگام پیروی سری زمانی بازده از فرآیند تصادفی مستقلی با توزیع یکسان[2] (i.i.d)، به دست آورده است.

در ادبیات اقتصادسنجی، رویکرد معروف دیگری به نام آزمون کلی‌نگر باکس - پیرس[3] برای آزمون همبستگی سریالی وجود دارد؛ اما مبنای این رویکرد دو فرض محدودکننده است: یکی فرض نبود وابستگی در سری زمانی و دیگری انتخاب دلخواه مرتبهٔ خودهمبستگی p. آمارهٔ کلی‌نگر[4] (اسکانسیانو و لوباتو، ۲۰۰۹) این دو مشکل را برطرف کرده است؛ زیرا امکان وابستگی غیرخطی را در نظر می‌گیرد و پارامتر p ثابت فرض نمی‌شود و براساس داده‌ها به‌طور اتوماتیک انتخاب می‌شود.

1. Data - Dependent
2. Independently Identically Distributed (i.i.d)
3. Portmanteau Box–Pierce Test
4. Portmanteau Statistic

اورکوارت[1] (۲۰۱۶) کل دورهٔ نمونه را به دو زیرنمونه تقسیم کرده و با ورژن‌های تعمیم‌یافته‌ای از آزمون لیون - باکس و آزمون نسبت واریانس نتیجه گرفته بازار اوراق بهادار تحت بررسی در دورهٔ آخر (دورهٔ دوم) کارا است؛ اما در این مقاله آزمون کلی‌نگر اتوماتیک (AQ) (اسکانسیانو و لوباتو، ۲۰۰۹) و آزمون نسبت واریانس اتوماتیک (AVR) در چارچوب پنجرهٔ متحرک، برای پنجره‌های زمانی ۴۸۴ روزه و با انتقال‌های ۱۴ و ۵ روزه به کار گرفته می‌شوند؛ همچنین به پیروی از کیم[2] (۲۰۰۹) ورژن بوت‌استرپ ریسکی از آزمون‌های AVR و AQ، استفاده می‌شود. یکی از مزایای شایان توجه این آزمون‌ها استوار باقی‌ماندن نسبت به غیرنرمال‌بودن و واریانس ناهمسانی است که از مشخصه‌های معمول سری بازده سهام هستند.

طبق نتایج تجربی در جدول (۳)، فرضیهٔ صفر تصادفی‌بودن (کارایی بازار سهام)، برای کلیهٔ پنجره‌های زمانی در هر دو آزمون یک‌طرفه AVR وآزمون دوطرفه[3] AQ، در سطح معناداری ۵ درصد رد می‌شود. ملاحظه می‌شود که به نتایج مشابهی با یافته‌های قبلی این مقاله حاصل از آزمون GHE برای پنجره‌های زمانی ۴۸۴ مشاهده و انتقال‌های ۱۴ و ۵ روزه، دست یافته شده است و دلالت بر استواری نتایج تجربی این مقاله دارد.

نتایج و پیشنهادها

حافظهٔ بلندمدت دستاوردهای مهمی برای فرضیهٔ کارایی بازار (EMH) و از این رو برای نحوهٔ تخصیص دارایی‌های مالی دارد. درواقع، وجود وابستگی با دامنهٔ بلندمدت بر عدم کارایی بازار و قابلیت پیش‌بینی قیمت‌های آیندهٔ سهام دلالت دارد. ادبیات مربوط به حافظهٔ بلندمدت و کارایی، عمدتاً در بازارهای سهام توسعه‌یافته متمرکز شده است؛ از این رو مطالعهٔ پیش‌رو برای پوشاندن این شکاف در تلاش است و از شاخص کارایی جدیدی برای آزمون وجود حافظهٔ بلندمدت زمان متغیر در بازار اوراق بهادار تهران، استفاده می‌کند. درواقع، در این مقاله برای نخستین‌بار مفهوم نماهای هرست تعمیم‌یافته برای داده‌های روزانهٔ بورس اوراق بهادار تهران طی دورهٔ ۱۳۸۷/۹/۲۳ تا ۱۳۹۸/۸/۱ ازطریق رویکرد پنجره متحرک، به کار گرفته شده است. نتایج تجربی به‌دست‌آمده بیانگر پذیرش فرضیه‌های اول و دوم است؛ یعنی سری بازده شاخص TEPIX رفتار ماندگاری قوی را در دورهٔ کامل نمونه نشان می‌دهد و بورس اوراق بهادار تهران کارا نیست. نتایج فرضیهٔ اول با یافته‌های سیدحسینی، باباخانی، هاشمی‌نژاد و ابراهیمی (۲۰۱۳)، محقق‌نیا، کاشی، دلیری و دنیایی (۲۰۱۵)، کمیجانی، نادری و علیخانی (۲۰۱۵) و مولایی و بهمنی (۲۰۱۵) مبنی بر وجودداشتن حافظهٔ بلندمدت برای بورس اوراق بهادار تهران، سازگار است؛ با این تفاوت که این پژوهشگران، زمان متغیربودن رفتار حافظهٔ بلندمدت را در بازده شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران بررسی نکرده‌اند و آزمون‌های انجام‌شده در این مقاله را برای بررسی قوت نتایج به کار نبرده‌اند. برای سایر بازارهای سهام نوظهور، نیز چارفدین و آجمی (۲۰۱۳)، بلالاه، آلوی و ابوب (۲۰۰۵) و آساف (۲۰۰۶) تنها وجود وابستگی با دامنهٔ بلندمدت را نتیجه گرفته‌اند.

1. Urquhart
2. Kim
3. Two Tailed

جدول (۳) نتایج آزمون AVR و آزمون AQ برای فرضیهٔ صفر تصادفی‌بودن (کارایی بازار سهام) بورس اوراق بهادار تهران

بازهٔ زمانی پنجره	تعداد روزهای انتقال	تعداد پنجره‌های بی‌معنا در سطح ۵ درصد (آزمون AQ)	تعداد پنجره‌های بی‌معنا در سطح ۵ درصد (آزمون AVR)	تعداد کل پنجره‌ها
۴۸۴	۱۴	۱۵۲	۱۵۲	۱۵۲
۴۸۴	۵	۴۲۷	۴۲۷	۴۲۷

نتایج فرضیهٔ دوم با یافته‌های جیانگ، نی و رووان (۲۰۱۸) و یانقونگ، هی و ویهوا (۲۰۱۸) سازگار است. آنها نشان دادند کارایی بازار تحت بررسی، طی زمان افزایش نیافته است. از آنجایی که بورس اوراق بهادار تهران بازاری نوظهور است، وجود حافظهٔ بلندمدت در این بازار اوراق بهادار تعجب‌آور نخواهد بود و علت آن به وجود رفتارهای غیرعقلایی سرمایه‌گذاران و نبود سازوکار قیمت‌گذاری معقول در این بازار مربوط می‌شود؛ همین‌طور، تحریم‌های صورت‌گرفته علیه ایران خود به دورشدن بازار اوراق بهادار تهران از وضعیت کارایی کمک می‌کند. درواقع، در کل دورهٔ نمونه که شاهد حوادث برون‌زای فوق هستیم بورس اوراق بهادار تهران همواره ازنظر وضعیت کارایی واگرا بوده است؛ پس، نتایج این مطالعه به چند دستاورد مهم برای سرمایه‌گذاران و سیاست‌گذاران دلالت دارد. از یک سو، سرمایه‌گذاران برای اهداف سفته‌بازی نباید قبل از تجزیه و تحلیل و بررسی محتاطانه ارزش واقعی و قیمت‌گذاری بورس اوراق بهادار تهران، این بازار ریسکی را برای سرمایه‌گذاری انتخاب نمایند؛ ازسوی دیگر سیاست‌گذاران باید نظارت بر این نوع بازارهای نوظهور را تقویت کنند. انتظار می‌رود نتایج این پژوهش راهنمایی برای پژوهشگران دانشگاهی نیز باشد. بررسی وضعیت کارایی بازار در چارچوب زمان متغیر، ممکن است دستاوردهای مهمی برای بسیاری از مشارکت‌کنندگان بازار، سیاست‌گذاران و قانون‌گذاران داشته باشد؛ زیرا به کشف دوره‌های زمانی ناپایدار (از قبیل رفتارهای گله‌ای، حباب‌های بازار، فروپاشی‌های بعد از ترکیدن حباب‌ها و دخالت‌ها در بازار) در بازارهای اوراق بهادار کمک می‌کند و از این رو راهنمای سیاست‌گذاران برای بهبودبخشیدن به کارایی بازار اوراق بهادار تهران نیز خواهد بود و به نوبهٔ خود اختلالات در اقتصاد را هم کاهش می‌دهد.

به‌منظور بررسی دقیق‌تر آثار برون‌زای تحریم‌ها و شوک طرف عرضه، پیشنهاد می‌شود دورهٔ زمانی پژوهش متناسب با تاریخ وقوع عوامل فوق به چند زیرنمونه تقسیم و وضعیت کارایی و حافظهٔ بلندمدت در هرکدام از این زیربازه‌ها جداگانه بررسی شود. برای مطالعهٔ بیشتر، پژوهشگران امکان تمرکز بر توسعهٔ کارایی در بورس اوراق بهادار تهران و تعمیم نظریه‌هایی برای قیمت‌گذاری درست آن را دارند؛ همین‌طور پژوهش و بررسی پیرامون منابع و دلایل وجود وابستگی با دامنهٔ بلندمدت در بورس اوراق بهادار تهران موضوع مهم دیگری است که باید بیشتر به آن توجه شود و تخمین اندازهٔ بهینهٔ پنجره‌های زمانی برای محاسبهٔ نمای هرست نیز اهمیت بسیاری دارد که می‌شود در پژوهش‌های آتی آن را بررسی کرد.

به هر حال، این پژوهش این محدودیت را دارد که در بازار سرمایهٔ درحال گسترش ایران انجام شده است؛ بنابراین برای بررسی بیشتر، لازم است پژوهشگران در ادامهٔ آن از داده‌های بازارهای سرمایهٔ درحال توسعه و توسعه‌یافته استفاده کنند؛ در این صورت با مقایسهٔ کشورها، دستاوردهای منطقی در کنار درک عمیق از وضعیت کارایی بازار اوراق بهادار تهران به دست می‌آید.

منابع فارسی

برکیش، ا. (۱۳۹۴). بررسی ویژگی‌های حافظهٔ بلندمدت و شکست ساختاری در بازده شاخص قیمت بورس اوراق بهادار تهران (TEPIX). *فصلنامهٔ پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۶۳، ۱۸۵-۱۴۵.

دانیالی، م.، و منصوری، ح. (۱۳۹۱). بررسی کارایی بورس اوراق بهادار تهران در سطح ضعیف و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر آن. *پژوهشنامهٔ اقتصادی*، ۱۲(۴۷)، ۹۶-۷۱.

دموری، د.، و میرزاد. ن. (۱۳۹۷). بررسی حافظهٔ بلندمدت در نوسان‌های پویا: رابطهٔ بین بازده سهام و نرخ ارز. *فصلنامهٔ مدیریت دارایی و تامین مالی*، ۶(۲۲)، ۱۶۴-۱۴۷.

رئوفی، ع.، و محمدی. ت. (۱۳۹۶). وجود حافظهٔ بلندمدت در قالب پنجرهٔ غلتان پیش‌رونده: مطالعهٔ موردی بورس اوراق بهادار تهران. *فصلنامهٔ ریسک و مهندسی مالی*، ۲(۳)، ۴۲۵-۳۹۸.

سیدحسینی، س. م.، باباخانی، م.، هاشمی‌نژاد، س. م.، و ابراهیمی. س. ب. (۱۳۹۲). رویکردی جدید برای تخمین پارامتر حافظهٔ بلندمدت در سری‌های زمانی مالی. دانش *مالی و تحلیل اوراق بهادار (مطالعات مالی)*، ۶(۱۸)، ۱۱۴-۹۷.

کارنامه حقیقی، ح.، و رستمی. ع. (۱۳۹۷). به‌کارگیری نظریهٔ ارزش فرین و حافظهٔ بلندمدت در بازار سهام ایران (در چارچوب الگوهای GARCH). *فصلنامهٔ مدیریت دارایی و تامین مالی*، ۶(۴)، ۱۵۴-۱۳۵.

کمیجانی، ا.، نادری، ا.، و گندلی علیخانی. ن. (۱۳۹۴). بررسی حافظهٔ بلندمدت در نوسان‌های بازدهی شاخص بورس اوراق بهادار تهران. *فصلنامهٔ مدیریت دارایی و تامین مالی*، ۳(۳)، ۸۵-۶۷.

محقق‌نیا، م. ج.، کاشی، م.، دلیری، ع.، و دنیایی. م. (۱۳۹۳). بررسی حافظهٔ بلندمدت دوگانه با تأکید بر توزیع چوله و دم پهن پسماندها: شواهدی از بورس اوراق بهادار تهران. *فصلنامهٔ مطالعات مدیریت صنعتی*، ۱۲(۳۳)، ۱۸۱-۱۵۱.

محمودی، و.، محمدی، ش.، و چیت‌سازان. ه. (۱۳۸۹). بررسی حافظهٔ بلندمدت در بازارهای جهانی نفت. *فصلنامهٔ تحقیق مدل‌سازی اقتصادی*، ۱(۱)، ۴۸-۲۹.

موسوی شیری، س. م.، وقفی، س. ح.، و آهنگری. م. (۱۳۹۲). بررسی حافظهٔ درازمدت شاخص کل قیمت بورس اوراق بهادار تهران (مطالعهٔ موردی: صنعت داروسازی). *فصلنامهٔ حسابداری سلامت*، ۲(۴)، ۹۶-۷۸.

مولایی، ر.، و بهمنی. م. (۱۳۹۴). بررسی وجود حافظهٔ بلندمدت در بورس اوراق بهادار تهران با تأکید بر متغیرهای مؤثر بر آن با رهیافت ARFIMA-GARCH. *فصلنامهٔ بورس اوراق بهادار*، ۸(۲۹)، ۵۸-۳۹.

نیکومرام، ه.، قایی، ن.، و علیرضایی. م. ر. (۱۳۸۴). ارزیابی کارایی شرکت‌های سرمایه‌گذاری پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران به کمک مدل‌های

محک‌زنی ریاضی تحلیل پوششی داده‌ها. *پژوهشنامهٔ اقتصادی*، ۵(۱۶)، ۱۰۰-۷۷.

نیکومرام، ه.، سعیدی، ع.، و عنبرستانی. م. (۱۳۹۰). بررسی حافظهٔ بلندمدت در بورس اوراق بهادار تهران. *فصلنامهٔ مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، ۲(۹)، ۶۳-۴۷.

References

Al-Shboul, M., & Anwar, S. (2016). Fractional integration in daily stock market indices at Jordan's Amman stock exchange. *The North American Journal of Economics and Finance*. 37: 16-37. https://doi.org/10.1016/j.najef.2016.03.005.

Al-Yahyaee, K. H., Mensi, W., & Yoon, S. M. (2018). Efficiency, multifractality, and the long-memory property of the Bitcoin market: A comparative analysis with stock, currency, and gold markets. *Finance Research Letters*. 27: 228-234. https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.03.017.

AL-Yahyaee, K. H., Mensi, W., Ko, H.U., Yoon, S.M.,& Kang, S. H. (2020). Why cryptocurrency markets are inefficient: The impact of liquidity and volatility. *The North American Journal of Economics and Finance*. 52: 101168. https://doi.org/10.1016/j.najef.2020.101168.

Andrews, D. W. (1991). Heteroskedasticity and autocorrelation consistent covariance matrix estimation. *Econometrica*.59(3): 817-858. https://doi.org/10.2307/2938229.

Assaf, A. (2006). Dependence and mean reversion in stock prices: The case of the MENA region. *Research in International Business and Finance*. 20(3): 286-304. https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2005.05.004.

Balcilar, M., and Ozdemir, Z. A. (2013). The export-output growth nexus in Japan: A bootstrap rolling window approach. *Empirical Economics*. 44(2): 639-660. https://doi.org/10.1007/s00181-012-0562-8.

Barabási, A. L., and Vicsek, T. (1991). Multifractality of self-affine fractals. *Physical Review A*. 44(4): 2730-2733. https://doi.org/10.1103/PhysRevA.44.2730.

Barkish, A. Gh. (2015). Long memory and structural breaks: An application to the Tehran Stock Exchange Index (TEPIX) returns. *Iranian Journal of Economic Research*. 20(63): 185-145. https://doi.org/10.22054/ijer.2015.4097. (in Persian)

Barkoulas, J. T., Baum, C. F.,& Travlos, N. (2000). Long memory in the Greek stock market. *Applied Financial Economics*. 10**:** 177-184. https://doi.org/10.1080/096031000331815.

Barunik, J., &Kristoufek, L. (2010). On hurst exponent estimation under heavy-tailed distributions. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 389(18): 3844-3855. https://doi.org/10.1016/j.physa.2010.05.025.

Bhattacharya, S. N., and Bhattacharya, M. (2012). Long memory in stock returns: A study of emerging markets. *Iranian Journal of Management Studies*. *5*(2): 67-88. https://doi.org/10.22059/ijms.2012.28869.

Bellalah, M., Aloui, C., &Abaoub, E. (2005). Long-range dependence in daily volatility on Tunisian stock market. *International Journal of Business*. 10(3): 191-216.

Bianchi, S. & Pianese, A. (2018). Time-varying Hurst–Hölder exponents and the dynamics of (in)efficiency in stock markets. *Chaos, Solitons & Fractals*. 109: 64-75. https://doi.org/10.1016/j.chaos.2018.02.015.

Black, F., Jensen, M. C., & Scholes, M. (1972). The capital asset pricing model: Some empirical tests. *Studies in the Theory of Capital Markets*. 81(3): 79-121.

Black, F., & Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*.81(3): 637-654. https://www.jstor.org/stable/1831029.

Brock, W., Lakonishok, J., &LeBaron, B. (1992). Simple technical trading rules and the stochastic properties of stock returns. *The Journal of Finance*. 47(5): 1731-1764. https://www.jstor.org/stable/2328994.

Cajueiro, D. O., & Tabak, B. M. (2004). The Hurst exponent over time: Testing the assertion that emerging markets are becoming more efficient. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 336(3-4): 521-537. https://doi.org/10.1016/j.physa.2003.12.031.

Cajueiro, D. O., & Tabak, B. M. (2010). Fluctuation dynamics in US interest rates

https://doi.org/10.1017/CBO9780511802843.

Di Matteo, T., Aste, T., & Dacorogna, M. M. (2003). Scaling behaviors in differently developed markets. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 324(1-2): 183-188. https://doi.org/10.1016/S0378-4371(02)01996-9.

Di Matteo, T., Aste, T., &Dacorogna, M. M. (2005). Long-term memories of developed and emerging markets: Using the scaling analysis to characterize their stage of development. *Journal of Banking and Finance*. 29(4): 827-851. https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2004.08.004.

Escanciano, J. C., & Lobato, I. N. (2009). An automatic portmanteau test for serial correlation. *Journal of Econometrics*. 151(2): 140-149. https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2009.03.001.

Fama, E. F., & French, K. R. (1988). Permanent and temporary components of stock prices. *Journal of Political Economy*. 96(2): 246-273. https://www.jstor.org/stable/1833108.

Fan, X., Lv, X., Yin, J., Tian, L.,& Liang, J. (2019). Multifractality and market efficiency of carbon emission trading market: Analysis using the multifractal detrended fluctuation technique. *Applied Energy*. 251**:** 113333. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113333.

Fernandes, L. H. S., Araújo, F. H. A., Silva, I. E. M., Leite, U. P. S., De Lima, N. F., Stosic, T.,& Ferreira, T. A. E. (2020). Multifractal behavior in the dynamics of Brazilian inflation indices. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 550: 124158. https://doi.org/10.1016/j.physa.2020.124158.

Geweke, J.,& Porter- Hudak, S. (1983). The estimation and application of long memory time series models. *Journal of Time Series Analysis*. 4: 221-238. https://doi.org/10.1111/j.1467-9892.1983.tb00371.

Grau-Carles, P. (2005). Tests of long memory: A bootstrap approach. *Computational and the role of monetary policy. Finance Research Letters*. 7(3): 163-169. https://doi.org/10.1016/j.frl.2010.03.001.

Cajueiro, D. O.,& Tabak, B. M. (2008). Testing for long-range dependence in world stock markets. *Chaos, Solitons and Fractals*. 37(3): 918-927. https://doi.org/10.1016/j.chaos.2006.09.090.

Charfeddine, L., &Ajmi, A. N. (2013). The Tunisian stock market index volatility: Long memory vs. switching regime. *Emerging Markets Review*. 16: 170-182. https://doi.org/10.1016/j.ememar.2013.05.003.

Cheung, Y.W.,& Lai, K. S. (1995). A search for long memory in international stock market returns. *Journal of International Money and Finance*. 14: 597-615. https://doi.org/10.1016/0261-5606(95)93616-U.

Choi, I. (1999). Testing the random walk hypothesis for real exchange rates. *Journal of Applied Econometrics*. 14(3): 293-308. https://www.jstor.org/stable/223180.

Chow, K. V., Denning, K. C., Ferris, S. & Noronha, G. (1995). Long-term and short-term price memory in the stock market. *Economics Letters*. 49**:** 287-293. https://doi.org/10.1016/0165-1765(95)00690-H.

Costa, R. L.,& Vasconcelos, G. L. (2003). Long-range correlations and nonstationarity in the Brazilian stock market. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 329**:** 231-248. https://doi.org/10.1016/S0378-4371(03)00607-1.

Damoori, D., &Mirzad, N. (2018). The study of long-term memory in dynamic volatility relationship between stock returns and exchange rates. *Asset Management and Financing*. 6(22): 147-164. https://doi.org/10.22108/amf.2018.103992.1106. (in Persian)

Danyali, M., &Mansori, H. (2012). Investigating weak form of efficiency in Tehran Stock Exchange and ranking factors that affect it. *Journal of Economic Research*. 12(47): 71-96. (in Persian)

Davison, A. C., & Hinkley, D. V. (1997). *Bootstrap Methods and Their Application* (Vol. 1). Cambridge University Press.

Lo, A. W. (1991). Long-Term Memory in Stock Market Prices. *Econometrica*. 59: 1279-1313. https://doi.org/10.2307/2938368.

Lo, A. W., &MacKinlay, A. C. (1988). Stock market prices do not follow random walks: Evidence from a simple specification test. *The Review of Financial Studies*. 1(1): 41-66. https://doi.org/10.1093/rfs/1.1.41.

Lo, A. (1991). Long-term memory in stock market prices. *Econometrica*. 59(5): 1279-1313. https://doi.org/10.2307/2938368.

Mahmoudi, V., Mohammadi, S., & Chitsazan, H. (2010). A Study of long memory trend for international oil markets. *Journal of Economic Modeling Research*. 1(1): 29-48. (in Persian)

Malkiel, B. G., & Fama, E. F. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*. 25(2): 383-417. https://doi.org/ 10.2307/2325486.

Mandelbrot, B. B. (1971). When can price be arbitraged efficiently? A limit to the validity of the random walk and martingale models. *The Review of Economics and Statistics*. 53(3): 225-236. https://doi.org/ 10.2307/1937966.

Mandelbrot, B. B. (1975). Limit theorems on the self-normalized range for weakly and strongly dependent processes. *Zeitschrift für Wahrscheinlichkeitstheorie und verwandte Gebiete*. 31: 271-285. https://doi.org/10.1007/BF00532867.

Mandelbrot, B. B.,& Wallis, J. R. (1969). Some long- run properties of geophysical records. *Water resources research*. 5: 321-340. https://doi.org/10.1029/WR005i002p00321.

Mandelbrot, B. B. (1997). *Selecta: Discontinuity, Concentration, Risk. in Fractals and Scaling in Finance* (pp. 371-418). New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-2763-0.

Mensi, W., Lee, Y.J., Al-Yahyaee, K. H., Sensoy, A., & Yoon, S.M. (2019). Intraday downward/upward multifractality and long memory in Bitcoin and Ethereum markets: An asymmetric multifractal detrended fluctuation analysis. *Finance Research Letters*. 31**:** 19-25. https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.03.029.

Economics. 25(1-2): 103-113. https://doi.org/10.1007/s10614-005-6277-6.

Greene, M. T., &Fielitz, B. D. (1977). Long-term dependence in common stock returns. *Journal of Financial Economics*. 4(3): 339-349. https://doi.org/10.1016/0304-405X(77)90006-X.

Gu, D.,& Huang, J. (2019). Multifractal detrended fluctuation analysis on high-frequency SZSE in Chinese stock market. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 521**:** 225-235. https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.01.040.

Haghighi, K. H., & Rostami, A. (2019). Application extreme value theory and long-run memory to stock market in Iran (in framework model-GARCH). *Asset Management and Financing*. 6(23): 135-154. https://doi.org/10.22108/amf.2018.102325.1053. (in Persian)

Hurst, H. E. (1951). Long-term storage capacity of reservoirs. *Transactions of American Society of Civil Engineers*. 116: 770-799.

Jiang, Y., Nie, H., & Ruan, W. (2018). Time-varying long-term memory in Bitcoin market. *Finance Research Letters*. 25: 280-284. https://doi.org/10.1016/j.frl.2017.12.009.

Kim, J. H. (2009). Automatic variance ratio test under conditional heteroskedasticity. *Finance Research Letters*. 6(3): 179-185. https://doi.org/10.1016/j.frl.2009.04.003.

Komijani, A., Naderi, E., &Alikhani. G. N. (2015). Evaluation of long memory in the volatility of Tehran Stock Exchange. *Asset Management and Financing*. 3(3): 67-82. (in Persian)

Liu, J., Cheng, C., Yang, X., Yan, L.,& Lai, Y. (2019). Analysis of the efficiency of Hong Kong REITs market based on Hurst exponent. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 534**:** 122035. https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.122035.

Ljung, G. M., & Box, G. E. (1978). On a measure of lack of fit in time series models. *Biometrika*. 65(2): 297-303. https://doi.org/10.2307/2335207.

Statistical Mechanics and its Applications. 527**:** 121296. https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.121296.

Pesaran, M. H., &Timmermann, A. (2007). Selection of estimation window in the presence of breaks. *Journal of Econometrics*. 137(1): 134-161. https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2006.03.010.

Politis, D. N., & Romano, J. P. (1992). A circular block-resampling procedure for stationary data. *Exploring the Limits of Bootstrap*. 2635270.

Politis, D. N., & White, H. (2004). Automatic block-length selection for the dependent bootstrap. *Econometric Reviews*. 23(1): 53-70. https://doi.org/10.1081/ETC-120028836.

Raoofi, A., &Mohammadi, T. (2017). Empirical study on the existence of long-term memory in TSE returns. *Risk Modeling and Financial Engineering*. 2(3): 425-398. (in Persian)

Rege, S.,& Martín, S. G. (2011). Portuguese stock market: A long-memory process? *Business: Theory and Practice*. 12**:** 75-84. https://doi.org/10.3846/btp.2011.08.

Sadique, S., &Silvapulle, P. (2001). Long-term memory in stock market returns: International evidence. *International Journal of Finance and Economics*. 6(1): 59-67. https://doi.org/10.1002/ijfe.143.

Sensoy, A. (2013). Generalized hurst exponent approach to efficiency in MENA markets. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 392(20): 5019-5026. https://doi.org/10.1016/j.physa.2013.06.041.

Sensoy, A., &Hacihasanoglu, E. (2014). Time-varying long range dependence in energy futures markets. *Energy economics*. 46: 318-327. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.09.023.

Sensoy, A., & Tabak, B. M. (2015). Time-varying long term memory in the European Union stock markets. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 436: 147-158. https://doi.org/10.1016/j.physa.2015.05.034.

Sensoy, A., & Tabak, B. M. (2016). Dynamic efficiency of stock markets and exchange rates. *International Review of Financial*

Mohagheghnia, M. J., Kashi, M., Daliri, A., & Donyaei, M. (2015). Evaluation of dual long memory properties with emphasizing the skewed and fat-tail distribution: evidence from Tehran Stock Exchange. *Industrial Management Studies*.12(33): 181-15. (in Persian)

Molaie, R., & Bahmani, M. (2015). Survey of the existence of long term memory in tehran stock exchange, with emphasis on affecting factors by ARFIMA-GARCH approach. *Journal of Securities Exchange*. 8(29): 39-58.(in Persian)

Morales, R., Di Matteo, T., Gramatica, R., & Aste, T. (2012). Dynamical generalized Hurst exponent as a tool to monitor unstable periods in financial time series. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 391(11): 3180-3189. https://doi.org/10.1016/j.physa.2012.01.004.

Mousavi Shiri, S. M., Vaghfi, S. H., & Ahangary, M. (2014). Investigating the long-term memory of total price index of the Tehran Stock Exchange (A case study: pharmaceutical industry). *Journal of Health Accounting*.2(4): 96-78. (in Persian)

Mukherjee, I., Sen, C., & Sarkar, A. (2011). Long memory in stock returns: Insights from the Indian market. *The International Journal of Applied Economics and Finance*. 5**:** 62-74. https://doi.org/10.3923/ijaef.2011.62.74.

Nguyen, D. B. B., Prokopczuk, M.,& Sibbertsen, P. (2020). The memory of stock return volatility: Asset pricing implications. *Journal of Financial Markets*. 47: 100487. https://doi.org/10.1016/j.finmar.2019.01.002.

Nikomaram, H., Ghaee, N., & Alirezaee, M. R. (2005). Some models for estimating the efficiency of the Tehran Stock Exchange in DEA. *Journal of Economic Research*. 5(16): 77-100. (in Persian)

Panas, E. (2001). Long memory and chaotic models of prices on the London Metal Exchange. *Resources Policy*. 27(4): 235-246. https://doi.org/10.1016/S0301-4207(02)00008-9 .

Pernagallo, G.,& Torrisi, B. (2019). An empirical analysis on the degree of Gaussianity and long memory of financial returns in emerging economies. *Physica A:*

Tolvi, J. (2003). Long memory and outliers in stock market returns. *Applied Financial Economics.* 13: 495-502. https://doi.org/10.1080/0960310021016198 3.

Urquhart, A. (2016). The inefficiency of Bitcoin. *Economics Letters*. 148: 80-82. https://doi.org/10.1016/j.econlet.2016.09.0 19.

Yonghong, J., Nie, H.,& Ruan, W. (2018). Time-varying long-term memory in Bitcoin market. *Finance Research Letters*.25: 280-284. https://doi.org/10.1016/j.frl.2017.12.009.

Analysis. 47: 353-371. https://doi.org/10.1016/j.irfa.2016.06.001.

Seyedhosseini, S. M., Babakhani. M., Hasheminejad, S. M., & Ebrahimi, S. B. (2013). New approach for estimation of long memory parameters in financial time series. *Financial Knowledge of Securities Analysis*. 6(18): 97-114. (in Persian)

Souza, S. R., Tabak, B. M., & Cajueiro, D. O. (2008). Long memory testing for Fed Funds Futures' contracts. *Chaos, Solitons and Fractals*. 37(1): 180-186. https://doi.org/10.1016/j.chaos.2006.08.023

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی