



Kharazmi University

Evaluation of the International Islamic Capital Market Behavior in Three Periods Before COVID-19, COVID-19 and Post-COVID-19 Based on Multi-Fractal Analysis

Mahdi Ghaemi Asl^{*1} | Mohamad Nasr Esfahani² | Elham Sadat Mirshafiei³

1. Associate Professor, Faculty of Economics, Kharazmi University, Tehran, Iran.
E-mail: m.ghaemi@khu.ac.ir (0000-0002-2246-2914)
2. Assistant Professor, Faculty of Economics, Kharazmi University, Tehran, Iran.
E-mail: mnasr@khu.ac.ir (0000-0002-0161-9222)
3. Master's student in the field of Islamic financial economics, Kharazmi University, Tehran, Iran. E-mail: e.sadat.mirshafiei@gmail.com (0009-0004-3420-7154)

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received:

26 Nov. 2023

Received in revised form:

18 Jun. 2024

Accepted:

12 Jun. 2024

Keywords:

Capital market,
Islamic capital market,
fossil energy,
corona.

JEL:

G32, C53, C58

ABSTRACT

In this research, the behavior of the international Islamic capital market in the three periods before Corona, Corona and after Corona, as well as multi-fractal analysis is carried out on Sharia-compliant stock markets. Multifractal Detrended Fluctuation Analysis (MF DFA), Multiscale multi-fractal analysis (MMA), are the methods used in this study. We used the Dow Jones index data from 2011 to 2022, the variables are the emerging countries, developed countries, Asia Pacific, America and Europe. The research results shows that Corona has reduced the efficiency of all variables. In all periods, the variables are ineffective, except for the Asia variable in the pre-Corona period, developed countries and America in the post-Corona period. Also, all the variables had persistency in the Corona period. But in the pre-corona period, all the variables had an anti-persistency behavior, except for the variable of emerging countries, which had a persistence behavior, and the variable of Asia, which had a random behavior. In the post-corona period, all the variables have had an anti-persistence behavior, except for the variable of developed countries, which has had a random behavior.

Cite this article: Ghaemi Asl, Mahdi., Nasr Esfahani, Mohamad., & Mirshafiei, Elham Sadat. (2022). Evaluation of the international Islamic capital market behavior in three periods before corona, corona and post-corona based on multi-fractal analysis. *Journal of Economic Modeling Research*, 14 (51), 1-31.

© The Author(s).

Publisher: Kharazmi University



DOI: 00000000000000000000000000000000

Journal of Economic Modeling Research, Vol, 14, No. 51, 2022, pp. 1-31



Kharazmi University

ارزیابی رفتار بازار سرمایه اسلامی بین المللی در سه دوره پیش از کرونا، کرونا و پساکرونا بر اساس تحلیل چند فرکتاله

مهدی قائمی اصل^{۱*} | محمد نصر اصفهانی^۲ | الهام سادات میرشفیعی^۳

۱. نویسنده مسئول، دانشیار گروه آموزشی اقتصاد و بانکداری اسلامی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه خوارزمی.
۲. استادیار، گروه آموزشی اقتصاد و بانکداری اسلامی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه خوارزمی.
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته اقتصاد مالی اسلامی، گروه آموزشی اقتصاد و بانکداری اسلامی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه خوارزمی.

چکیده

اطلاعات مقاله

در این پژوهش رفتار بازار سرمایه اسلامی بین المللی در سه دوره ی قبل کرونا، کرونا و بعد از کرونا بررسی و همچنین تحلیل های چندفرکتالی در مورد بازارهای سهام منطبق با شریعت انجام می شود. تجزیه و تحلیل نوسانات چندفرکتالی بدون روند، تجزیه و تحلیل چند فرکتالی چند مقیاسی، روش های مورد استفاده در این مطالعه هستند و از داده های مربوط به شاخص داوجونز از سال های ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۲ برای متغیرهای کشورهای نوظهور، کشورهای توسعه یافته، آسیا و اقیانوسیه، آمریکا و اروپا استفاده شده است. نتایج پژوهش نشان می دهد که کرونا باعث کاهش کارایی همه متغیرها شده است. در همه دوره ها متغیرها ناکارا هستند غیر از متغیر آسیا در دوره قبل از کرونا کشورهای توسعه یافته و آمریکا در دوره بعد از کرونا. همچنین همه متغیرها در دوره کرونا رفتار پایدار داشته اند. اما در دوره ی قبل از کرونا همه متغیرها رفتار ضد پایدار داشته اند غیر از متغیر کشورهای نوظهور که رفتار پایدار داشته است و متغیر آسیا که رفتار تصادفی داشته است. در دوره بعد از کرونا همه متغیرها رفتار ضد پایدار داشته اند غیر از متغیر کشورهای توسعه یافته که رفتار تصادفی داشته است.	نوع مقاله: مقاله پژوهشی
	تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۰۵
	تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۳/۲۹
	تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۲۳
	واژه های کلیدی: بازار سرمایه، بازار سرمایه اسلامی، کرونا.
	طبقه بندی JEL: G32, C53, C58

استناد: قائمی اصل، مهدی؛ نصر اصفهانی، محمد؛ میرشفیعی، الهام سادات (۱۴۰۲). ارزیابی رفتار بازار سرمایه اسلامی

بین المللی در سه دوره پیش از کرونا، کرونا و پساکرونا بر اساس تحلیل چند فرکتاله. *تحقیقات مدل سازی اقتصادی*، ۱۴ (۵۱)، ۳۱-۱



DOI: 00000000000000000000000000000000

© نویسنده گان.

ناشر: دانشگاه خوارزمی.

۱. مقدمه

حرکات گذشته و فعلی بازار می توانند تعیین کننده ی حرکات آینده ی بازار باشند و توجه به این موضوع، پیش بینی بازار را ممکن می سازد. ممکن است حرکات بازار بر اثر شوک های مربوط به بلایای طبیعی، اخبار و بیماری های همه گیر تغییر پیدا کند. همچنین این عوامل می توانند تاثیر زیادی بر اقتصاد کلان داشته باشند، این شوک ها و ریسک ایجاد شده در اقتصاد در نهایت به بازار سهام منتقل می شوند.

در سال های اخیر همه گیری کرونا باعث ایجاد شوک در اقتصاد و همین طور بازار های سهام بین المللی شده است. در گزارش منتشر شده مجمع جهانی اقتصاد^۱ (۲۰۲۰) درباره ریسک های اقتصاد جهانی، ریسک شیوع و همه گیری بیماری مسری یکی از پنج ریسک عمده برای اقتصاد پیش بینی شده است (ابدالیسوسان و همکاران^۲، ۲۰۲۱). البته میزان اثرگذاری شیوع و ویروس کرونا بر اقتصادهای مختلف یکسان نبوده است و شیوع این ویروس بر اقتصادهای متکی بر درآمد ناشی از گردشگری تأثیر قابل ملاحظه تری داشته است. از جمله اثرات جهانی شیوع ویروس کرونا عبارتند از افزایش بیکاری در جهان، تحمیل شوک های سنگین به اقتصاد دنیا، لطمه سنگین به تجارت خارجی کشورها درگیر کرونا، احتمال بسته شدن درهای دنیا به روی تجارت خارجی (طاهری نمهیل، ۲۰۲۰). در دوره ی کرونا شاخص های سهام تنها در یک روز (۹ مارس ۲۰۲۰) ۹۲ درصد ارزش خود را از دست دادند (دوپورا و نارایان^۳، ۲۰۲۰). با اینکه ایجاد اختلال در تولید و پیامد های اقتصادی شیوع ویروس کرونا و قرنطینه سراسری باعث ریزش بازار های سهام در آمریکا و کل جهان شد اما کشور های خاورمیانه بیشتر آسیب دیدند (خلعتبری و همکاران، ۱۴۰۰: ۶۴).

اما اثر این شوک ها بر بازار سرمایه اسلامی با توجه به ماهیت متفاوت آن نسبت به بازار سرمایه متعارف ممکن است متفاوت باشد. بازار سرمایه اسلامی محل معامله ابزارهای تأمین مالی، ابزارهای مشتقه و سایر اوراق بهاداری هستند که همه براساس آموزه های اسلامی طراحی شده اند (موسویان، ۱۳۹۹).

¹ World Economic Forum

² Abdalisousan

³ Devpura & Narayan

این مطالعه به بررسی بازار سرمایه‌ی اسلامی بین‌المللی در سه دوره پیش از کرونا، کرونا و پساکرونا بر اساس تحلیل چند فرکتاله می‌پردازد. اوشوین شیمکا و همکاران^۱ در سال ۲۰۱۹ در پژوهشی ادعا کردند که سری‌های زمانی مالی در ساختار چندفرکتالی هستند. بنابراین، فرضیه تک فرکتال بودن این سری‌ها احتمالاً نتیجه‌گیری‌های نادرستی را به همراه دارد. به همین دلیل، مطالعات زیادی از روش‌های چندفرکتالی برای آشکار کردن پویایی‌های مالی و میزان کارایی آن استفاده کرده‌اند که در این پژوهش هم از همین روش استفاده شده است.

در این مطالعه تأثیر همه‌گیری کرونا با تجزیه و تحلیل دوره‌های قبل، حین و بعد از همه‌گیری کرونا بر بازار سرمایه اسلامی بررسی شده است. به طور کلی در مطالعات گذشته تأثیر کرونا بر بازارهای سهام متعارف بررسی شده است اما بازارهای سرمایه اسلامی بین‌المللی مورد بررسی قرار نگرفته‌اند و همچنین در مطالعات گذشته، رفتار بازارهای سرمایه اسلامی با یک رویکرد منطقه‌ای مورد بررسی قرار نگرفته است، به ویژه در مورد تفکیک این موضوع به دوره‌ی پیش از کرونا، کرونا و بعد از کرونا مطالعه‌ای صورت نگرفته است و همچنین در مورد رویکرد غیرخطی فراکتال برای بررسی ناکارایی و تعامل بازارها با یکدیگر نیز این پژوهش دارای نوآوری است.

ساختار مقاله به این صورت است که در بخش دوم به مبانی نظری، در بخش سوم به پیشینه‌ی تحقیق، در بخش چهارم به مدل تحقیق و روش برآورد، در بخش پنجم به داده‌ها و نتایج تجربی و در بخش ششم به نتیجه‌گیری پرداخته می‌شود.

۲. مبانی نظری

۲-۱. بازار سرمایه اسلامی بین‌الملل

ظهور بانکداری و صنعت مالی اسلامی در اقتصادهای مدرن، به ویژه در کشورهای عربی خلیج فارس و برخی از کشورهای آسیای جنوب شرقی نشان‌دهنده‌ی تلاش برای ایجاد یک سیستم مالی اسلامی بین‌المللی است. انتشار صکوک شاهد افزایش شدیدی در کشورهای مالزی و شورای همکاری خلیج فارس بوده است، شواهد قوی مبنی بر حمایت اروپا، ژاپن و کره از صکوک در

¹ Pawel Oświęcimka, Jarosław Kwapien, Stanisław Drożdż

کشورهای مربوطه وجود دارد. رشد مستمر صکوک این سوال را ایجاد کرده است که آیا صکوک می تواند نقش یک منبع تامین مالی جایگزین را که ممکن است جایگزین اوراق قرضه معمولی شود، ایفا کند (علم و همکاران^۱، ۲۰۱۳).

جدا از مفاهیم اساسی شرعی که زیربنای ساختارهای مختلف صکوک است، اجرای قراردادها به طور کلی بر اساس اوراق قرضه متعارف انجام می شود (کاکر و راعی، ۲۰۰۷). این بحث، افسانه های رایج پیرامون تفاوت های صکوک و اوراق قرضه متعارف را تضعیف نمی کند. در حالی که میلر، چالونر و عطا^۲ (۲۰۰۷) معتقدند صکوک و بازده آنها از اوراق قرضه متعارف تقلید می کند، کاکر و راعی^۳ (۲۰۰۷) استدلال می کنند که صکوک با اوراق قرضه متفاوت است (علم و همکاران، ۲۰۱۳).

از جمله تفاوت های عمده بین صکوک و اوراق قرضه متعارف، مالکیت دارایی است که از ساختارهای کلی محصولات مالی اسلامی ناشی می شود. تا حد زیادی، دارندگان صکوک دارای بخشی از دارایی های اساسی با توجه به میزان سرمایه گذاری خود هستند. از سوی دیگر، ماهیت اوراق قرضه متعارف اجازه چنین نوع مالکیتی را نمی دهد زیرا اوراق بهادار تعهدات بدهی محسوب می شوند. اوراق قرضه صرفاً تعهدات بدهی هستند که توسط ناشر برای دارندگان اوراق به عنوان دلیلی بر وجود بدهی صادر می شود. هیچ مالکیتی در تجارت، سرمایه گذاری مشترک یا پروژه به دارنده اوراق قرضه اعطا نمی شود. در نتیجه، در حالی که صکوک سهمی را در پروژه، کسب و کار یا سرمایه گذاری مشترک نشان می دهد، اوراق قرضه معمولی صرفاً سهمی از کل بدهی را نشان می دهد (جمال دین^۴، ۲۰۱۲).

¹ Nafis Alam, M. Kabir Hassan, Mohammad Aminul Haque

² Miller, Challoner, and Atta

³ Cakir & Raei

⁴ Jamaldeen

۲-۲. همه‌گیری کرونا

ویروس کرونا (کووید-۱۹) تقریباً در تمام کشورهای جهان جنبه فراگیر شد و تمام ملت‌های جهان را تحت تأثیر خود قرار داد. این ویروس نه تنها جان بسیاری را گرفت بلکه تقریباً اقتصاد جهان را نیز مختل نمود و کشورها و ملت‌ها را از نظر سیاسی - اجتماعی به چالش کشید و به اصطلاح در حوزه اثرگذاری خود عدالت را رعایت کرده است و همه کشورها و ملت‌ها را بدون توجه به نوع، غنا، جنسیت و سایر امور تبعیض آلود تحت تأثیر قرار داده است. اما به نظر می‌رسد پیامدهای این ویروس به ویژه در میان مدت و بلندمدت یکسان و همراه با عدالت‌بوده است و اثرات منفی آن بیشتر متوجه کشورها و ملت‌های فقیر و طبقات پایین بوده است و پیامدهای مثبتی به ویژه در زمینه اقتصادی برای کشورها و ملت‌های غنی به همراه آورد و شکاف میان کشورها و طبقات اجتماعی را گسترده‌تر کرد؛ هر چند شاید در حوزه اثرگذاری بلندمدت خود، جامعه جهانی را به سمت دموکراسی رهنمون شود (میرزایی، ۱۳۹۹).

هر چند گفته می‌شود که کووید-۱۹ از هشتم دسامبر ۲۰۱۷ در چین آغاز شده است و بعد از آن به سرعت و با شدت به سایر کشورهای جهان از جمله به کشورهای غنی ای نظیر ایالات متحده، انگلستان، آلمان، فرانسه، ایتالیا و یا کشورهای در حال توسعه ای نظیر کره جنوبی، هند، ایران و... گسترش یافته است، بررسی‌ها نشان می‌دهد که شیوع این بیماری زودتر اتفاق افتاده و کوتاهی برخی از کشورها و نهادها با سازمان‌های بین‌المللی در شیوع و عالم‌گیری آن، نقش بسزایی داشته است. به نظر می‌رسد همین رخداد به تنهایی بتواند بر رابطه کشورها با یکدیگر و حتی بر رابطه با اعضای اتحادیه‌هایی نظیر اتحادیه اروپا تأثیر گذار باشد و مرزها و روابط ملی و بین‌المللی را تحت تأثیر خود قرار دهد. به نظر می‌رسد کرونا جهان را با مدل یا مدل‌های جدیدی از مناسبات و ارتباطات اجتماعی در حوزه‌های داخلی و بین‌المللی مواجه کرده است. جهان به مدل‌های ارتباطاتی جدیدی نیاز دارد که عملکردهای اقتصادی همکارانه و مشترکی را در رابطه با مدیریت تهدیدهای انسانی مشترک تقویت نماید (بو حجاجی و احمد^۱، ۲۰۲۰: ۹۷).

¹ Buheji & ahmed

۲-۳. تاثیر کرونا بر بازار سرمایه بین المللی

در مطالعات متعددی به اتفاقات مهمی که بازار سهام به آنها واکنش نشان داده، اشاره شده است. به عنوان مثال، بلایای طبیعی (ککوالوسکی و اسپیانوسکی^۱، ۲۰۲۰)، فعالیت های ورزشی (بوهاگیار و همکاران^۲، ۲۰۱۸)، اخبار (لی^۳، ۲۰۱۸)، و اتفاقات سیاسی (شانائف و قیمر^۴، ۲۰۱۹) و عوامل محیطی (ژو و همکاران^۵، ۲۰۲۰) از جمله اتفاقات مهمی هستند که تاثیر آنها بر بازار سهام مورد بررسی قرار گرفته است (رودری و همایونی فر، ۱۴۰۰).

شیوع کرونا و قرنطینه ی سراسری باعث کاهش تولید و اشتغال شد و حتی الگوی مصرفی جامعه نیز دچار تغییر شد. این ریسک در نهایت به بازار سرمایه منتقل شد. در واقع این موضوع بیان می دارد که میان بازارهای مالی آثار سرریز و همبستگی شرطی پویا وجود دارد و نوسانات می تواند به سایر بازارهای مالی نیز سرایت کند (رودری و همایونی فر، ۱۴۰۰).

سانساً در سال ۲۰۲۰ در پژوهشی نشان داد که رابطه معنی داری بین تعداد بیماران مبتلا به کرونا و شاخص بورس اوراق بهادار شانگهای و نیویورک وجود دارد. مازور و همکاران^۶ (۲۰۲۰)، با بررسی بازار مالی ایالات متحده در طی شیوع ویروس کرونا دریافتند که ارزش سهام در بخش های ذخایر گاز طبیعی، غذا، مراقبت های بهداشتی و نرم افزار افزایش یافته است، در حالی که ارزش سهام در بخش های نفت، املاک و مستغلات، سرگرمی و گردشگری به طرز چشمگیری کاهش یافته است (گرچی پور و همکاران، ۱۴۰۰).

¹ Kowalewski and piewanowski

² Buhagiar

³ Buhagiar

⁴ Shanaev & Ghimire

⁵ Guo

⁶ sansa

⁷ Mazur

۲-۴. شاخص داوجونز^۱

شاخص داوجونز یا میانگین صنعتی یکی از قدیمی‌ترین شاخص‌های بورس آمریکا است. این شاخص عملکرد سهام ۳۰ شرکت بزرگ را که در بازار بورس اوراق بهادار آمریکا فعال هستند، اندازه‌گیری می‌کند. سابقه این شاخص به بیش از یک قرن پیش بازمی‌گردد که قدمت و میزان اهمیت این شاخص را نشان می‌دهد. به طوری که اغلب سرمایه‌گذاران، برای مقایسه عملکرد دارایی‌های خود از شاخص داوجونز استفاده می‌کنند. شاخص داوجونز به صورت وزنی محاسبه می‌شود؛ یعنی سهم‌های بزرگ‌تر و با قیمت بیشتر تاثیر بیشتری بر این شاخص می‌گذارند. شاخص بازار اسلامی داوجونز اولین شاخصی بود که برای سرمایه‌گذارانی که به دنبال سرمایه‌گذاری منطبق با قوانین شریعت اسلامی هستند ایجاد شد. این ۳۰ شرکت شامل بخش‌های مختلفی از جمله مواد، کالاهای مصرفی، امور مالی، مراقبت‌های بهداشتی، صنعت، نفت و گاز، فناوری، مخابرات و خدمات عمومی هستند. به این ترتیب شرکت‌های تاثیرگذار در شاخص داوجونز به طور مرتب در حال تغییر هستند.

۳. پیشینه تحقیق

نتایج تجربی مطالعات گذشته نشان می‌دهد که حرکات شدید، گذشته یا فعلی، در یک بازار ممکن است قدرت پیش‌بینی قابل توجهی برای بازار دیگر داشته باشد. همچنین نوسانات گذشته در بازار بورس تاثیر آماری معناداری بر نوسانات جاری این بازار دارد و تاثیر شوک‌های منفی بیشتر از شوک‌های مثبت است.

همچنین بیماری‌های همه‌گیر ممکن است تأثیر قابل توجهی بر بازارهای مالی داشته باشند (لی و عمیر^۲، ۲۰۲۳). همه‌گیری سارس در سال ۲۰۰۳ به طور قابل توجهی بر بازارهای مالی آسیا تأثیر گذاشته و منجر به کاهش قیمت سهام و افزایش نوسانات آن شد. به گفته لیو و همکاران^۳ (۲۰۲۳)، همه‌گیری آنفلوآنزای H1N1 در سال ۲۰۰۹ با کاهش قیمت سهام و افزایش قیمت طلا، بازارهای

¹ Dow Jones

² Li and Umair

³ Liu

مالی را تحت تأثیر قرار داد. طبق گفته فنگ و همکاران^۱ (۲۰۲۲)، این بیماری همه گیر باعث افزایش نوسانات شده است. به طور مشابه (پان و همکاران^۲، ۲۰۲۳) کشف کردند که کرونا به طور قابل توجهی بر بازار سهام پاکستان تأثیر گذاشته و منجر به کاهش قیمت سهام و فعالیت تجاری شد. (لی و همکاران^۳، ۲۰۲۳)

ابدالیسوسان و همکاران^۴ در سال ۲۰۲۱ در پژوهشی به این موضوع اشاره کردند که شیوع کرونا باعث افت شدید بازار های مالی شده است (دهباشی و همکاران، ۱۴۰۲). در یک مطالعه بیکر و همکاران^۵ (۲۰۲۰) رونمایی کردند که طی ۲۲ روز معاملاتی (۲۴ فوریه تا ۲۴ مارس)، ۱۸ جهش در بازار سهام ثبت شده است و ۱۶ تا ۱۸ مورد از آنها در پاسخ به اخبار بد مربوط به کرونا بوده است. دهباشی و همکاران در سال ۱۴۰۲ در پژوهشی به بررسی تاثیر همه گیری کرونا بر قیمت شاخص بازار سرمایه در ایران پرداخته است. یافته های پژوهش نشان می دهد که کرونا بر شاخص قیمت تمامی گروه ها به غیر از دارویی، محصولات غذایی، آشامیدنی و زراعت همچنین دستگاه ها و ارتباطات تاثیر منفی و معنی داری دارد واکسیناسیون بر شاخص قیمت پنج گروه دارویی، غذایی حمل و نقل املاک و چند رشته ی صنعتی تاثیر مثبت و معنی داری داشته به گونه ای که با رفع محدودیت ها و بازگشت نیروی کار این صنایع رونق گرفته اند واکسیناسیون بر شاخص قیمت گروه های دارویی، محصولات غذایی و زراعت که با شیوع کرونا و همه گیری و افزایش نیاز به محصولات آن گروه نیز رشد داشتند تاثیر مثبت داشت اما این موضوع بر صنعت ارتباطات به دلیل استفاده از اینترنت برای کار و آموزش تاثیری نداشت، همچنین واکسیناسیون بر شاخص قیمت گروه بیمه تاثیر منفی داشته است. واکسیناسیون بر شاخص قیمت گروه صنایع شیمیایی و فلزات اساسی و گروه فنی مهندسی که با افزایش مرگ و میر کاهش قیمت شدیدی را تجربه کرده بودند تاثیر معناداری نداشته است.

¹ Fang

² Pan

³ Junji Li

⁴ Abdalisousan

⁵ Baker

محمد امیر و همکاران^۱ در سال ۲۰۲۳ طی پژوهشی با عنوان تاثیر همه گیری کرونا بر بازار سرمایه شانگهای و نیویورک و پاکستان به این نتیجه رسیدند که کرونا تأثیر قابل توجهی بر شاخص داوجونز نیویورک و بازار سهام شانگهای داشته است.

اوجی مهر و همکاران (۱۳۹۹) در مقاله ای با عنوان رتبه بندی کارایی صنایع منتخب فعال در بازار بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از روش تحقیق نوسانات روند زدایی شده چند فراکتالی به رتبه بندی کارایی صنایع منتخب فعال در بازار بورس اوراق بهادار تهران پرداخته است. در این پژوهش از داده های روزانه ده صنعتی که بیشترین ارزش بازار سهام را دارند در دوره ی زمانی فروردین ۱۳۸۷ تا آذرماه ۱۳۹۹ استفاده شده است. برای هر یک از این صنایع نمای هرست تعمیم یافته، نمای تکنیکی و طیف تکنیکی محاسبه شده است. سپس با استفاده از معیارهای مختلف کارایی صنایع مورد مطالعه رتبه بندی شده اند. نتایج این پژوهش نشان دادند که شرکت های چند رشته ای صنعتی و فلزات اساسی کمترین ناکارایی را در بین صنایع مورد بررسی دارند و فرآورده های نفتی و کانه های فلزی به ترتیب ناکارترین صنایع هستند. علاوه بر این، معیار نمای هرست استاندارد نشان می دهد که همه صنایع بررسی شده در این پژوهش نسبت به بازار سهام سایر کشورهای اسلامی، ناکارتر هستند.

دوستی و رحمانی (۱۴۰۰) در مقاله ای با عنوان استفاده از روش چند فرکتالی در رتبه بندی کارایی سبد سهام به بررسی یک سبد سهام متشکل از ۱۱ سهام پذیرفته شده در بازار سرمایه ایران پرداخته اند. در این پژوهش داده های سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۹ مورد استفاده قرار گرفته است. سهام هایی که دارای شاخص کارایی فرکتالی کمتر و بعد فرکتالی بالاتر و در نتیجه شدت نوسانات منسجم بیشتری باشند رتبه کارایی بالاتری دریافت می کنند زیرا قدرت نقد شوندگی سهام بالاتر رفته و برای سرمایه گذاری ایمن خواهد بود.

گرچی پور و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی به بررسی بازده سهام صنایع غذایی، کشاورزی و زراعت، دارویی، صنعت گردشگری و هتلداری در شرایط اپیدمی کرونا با استفاده از روش داده پانل به بررسی تأثیر موارد مرگ و میر روزانه ناشی از کرونا طی دوره ی سال های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۰

¹ Muhammad Aamir

پرداخته اند. نتایج حاکی از آن است که تعداد مرگ و میر ناشی از کووید-۱۹ با بازده سهام صنایع منتخب رابطه ای معنادار و نامتقارنی دارد. سایر متغیرها از جمله نرخ ارز- دلار آمریکا و قیمت طلای ۱۸ عیار نیز مورد بررسی قرار گرفته‌اند و به ترتیب رابطه ای معنادار، مثبت و منفی با بازده سهام صنایع منتخب داشتند. آنالیز بیشتر، اثر نامتقارن مرگ و میر ناشی از کووید-۱۹ بر بازده سهام صنایع مختلف را نشان می‌دهد. به طوری که بازده سهام صنایع گردشگری، هتلداری با مرگ و میر روزانه ناشی از کرونا رابطه ای منفی و قابل توجه داشته‌اند. از طرف دیگر رابطه متغیر تعداد مرگ و میر روزانه بر اثر کووید-۱۹ با بازده سهام صنایع غذایی و دارویی مثبت و از نظر آماری قابل توجه می‌باشد.

۴. مدل تحقیق و روش برآورد

این پژوهش از لحاظ هدف، از نوع تحقیقات کاربردی است. این نوع پژوهش‌ها می‌تواند مورد استفاده سازمان بورس اوراق بهادار، تحلیلگران مالی و کارگزاران بورس و دانشگاه‌ها قرار گیرد. تحقیق کاربردی جزو پژوهش‌هایی می‌باشد که کلیه نظریه‌ها، اصول و قواعدی که در پژوهش‌های پایه مورد تدوین قرار می‌گیرد را برای برطرف کردن مسئله‌های حقیقی مورد استفاده قرار می‌دهد.

از لحاظ روش پژوهش، این تحقیق از نوع توصیفی-تحلیلی است. تحقیق توصیفی به توصیف و تفسیر آنچه که هست بدون دخل و تصرف می‌پردازد. این نوع از تحقیق شامل جمع‌آوری اطلاعات به منظور آزمون فرضیه یا پاسخ به سؤالات مربوط به وضعیت فعلی موضوع مورد مطالعه است.

جامعه آماری عبارت‌اند از بازار سرمایه اسلامی در اروپا، بازار سرمایه اسلامی در آمریکا، بازار سرمایه اسلامی در آسیا و اقیانوسیه، بازار سرمایه اسلامی در کشورهای نوظهور و بازار سرمایه اسلامی در کشورهای توسعه یافته.

دوره مورد مطالعه در این پژوهش دوره ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۲ است. حامل‌های انرژی فسیلی هم نفت و گاز طبیعی هستند. داده‌ها از پایگاه datastream و bloomberg خریداری شده است. اطلاعات

مربوط به بازار سرمایه اسلامی منطقه ای از شاخص جهانی بازار سرمایه اسلامی داو جونز استخراج می شود.

۴-۱: تجزیه و تحلیل نوسانات چندفراکتالی بدون روند (MFDFA)

تجزیه و تحلیل نوسانات روند زدایی شده (DFA) توسط پنگ^۱ و همکاران^۱ (۱۹۹۴) ارائه شده است. این تکنیک برای تعیین همبستگی دراز مدت در سری زمانی ناماننا استفاده شده است سپس کانتلهاردت^۲ و همکاران (۲۰۰۲) این روش را به تجزیه تحلیل نوسانات چند فراکتالی بدون روند چند فراکتالی (MF-DFA) تعمیم دادند که امکان شناسایی رفتار چند فراکتالی داده ها را فراهم می کند (اوجی مهر و همکاران، ۱۳۹۹).

در این تکنیک پروفایل $\gamma(i)$ را به عنوان یک سری زمانی با N به عنوان طول سری در نظر می گیریم، برای $i = 1, \dots, N$. پس از تفریق میانگین $\gamma(i)$ و ادغام نتیجه (یعنی $\gamma(i) - \bar{\gamma}$)، پروفایل $Y(j)$ به صورت زیر ساخته می شود:

$$Y(j) \equiv \sum_{i=1}^j (\gamma(i) - \bar{\gamma}), i = 1, \dots, N \quad (1)$$

پروفایل $Y(j)$ به بخش های $N_s \equiv \text{int}\left(\frac{N}{s}\right)$ با طول های مشابه s که هم پوشانی نداشته باشند، تقسیم می شود. به این علت که اکثراً طول سری زمانی، مضرب صحیحی از مقیاس زمانی s نیست، یک بخش کوچک از انتهای پروفایل باقی می ماند. پس برای نادیده نگرفتن این بخش از سری زمانی، فرایند تقسیم کردن، یکبار دیگر از انتهای سری زمانی انجام می شود. پس در نهایت، $2N_s$ قسمت به دست می آید (اوجی مهر و همکاران، ۱۳۹۹).

در مرحله بعدی، روند محلی^۳ هر یک از $2N_s$ قسمت با استفاده از برازش حداقل مربعات سری زمانی و تعیین واریانس، تخمین زده می شود:

¹ Peng

² Kantelhardt

³ Local trend

$$F^2(s, v) = \frac{1}{s} \sum_{j=1}^s \{Y[(v-1)s+j] - y_v(j)\} \quad (2)$$

این واریانس برای هر قسمت v از سری زمانی محاسبه شده است به این صورت که $(v = 1, \dots, N_s)$ واریانس برای $2N_s, \dots, N_s + 1$ به صورت زیر محاسبه می شود.

$$F^2(s, v) = \frac{1}{s} \sum_{j=1}^s \{Y[(v-N_s)s+j] - y_v(j)\} \quad (3)$$

در این بخش، $y_v(j)$ تناسب چند جمله ای برای $2N_s, \dots, N_s + 1$ است.

در مرحله ی بعدی برای به دست آوردن توابع نوسان از مرتبه q ، یک روش متوسط گیری برای همه بخش ها اعمال می شود:

$$F_q(s) = \left\{ \frac{1}{2N_s} \sum_{j=1}^s [F^2(s, v)]^{q/2} \right\}^{1/q} \quad \text{if } q \neq 0 \quad (4)$$

و

$$F_q(s) = \left\{ \frac{1}{4N_s} \sum_{j=1}^s [F^2(s, v)]^{q/2} \right\}^{1/q} \quad \text{if } q \neq 0 \quad (5)$$

از پارامتر q برای شناسایی بخش هایی که به طور قابل توجهی دارای نوسان هستند از بخش هایی که دارای نوسان کمتر هستند استفاده می شود. تغییرات کوچک با q منفی معرفی می شوند، در حالی که نوسانات بسیار زیاد توسط یک q مثبت معرفی می شود. در همین حال، اگر $q = 2$ باشد تابع نوسانات مشابه DFA خواهد بود.

در مرحله ی بعد تعیین رفتار مقیاس بندی تابع نوسانات با تحلیل لگاریتمی - لگاریتمی $F_q(s)$ بر حسب s برای مقادیر مختلف q می باشد. تابع نوسانات به صورت رابطه ی ۶ نوشته می شود.

$$F_q(s) \propto s^{h_q} \quad (6)$$

نمای هرست تعمیم یافته چیزی است که h_q به آن اشاره می کند. اگر منحنی لگاریتمی - لگاریتمی $F_q(s)$ بر حسب s برای مقادیر مختلف q ترسیم شود شیب خط رگرسیون، نمای

هرست تعمیم یافته است. در موقعیت خاص سری های ثابت، h_2 به عنوان نمای هرست شناخته می شود. برای تعیین کارایی بازار، می توان از نمای هرست استفاده کرد. به طور کلی، اگر مقدار نمای هرست بین ۰.۵ و ۱ قرار گیرد، نشان دهنده یک همبستگی مثبت (رفتار پایدار) است که با اثرات حافظه طولانی تعریف می شود که بدون توجه به دوره زمانی مورد نظر ادامه می یابد. وجود جابجایی های اساسی و ناگهانی با مقادیر نزدیک به ۱ نشان داده می شود.

خود همبستگی منفی با مقدار نمای هرست بین ۰ تا ۰.۵ نشان داده می شود، که نشان دهنده تغییر در روند است (همچنین به عنوان رفتار ضد پایدار شناخته می شود). به گفته ادگار (۱۹۹۴)، مقدار $h(q=0)$ برابر با ۰.۵ مربوط به یک سری زمانی براونی، یا به عبارت دیگر، یک سری تصادفی کلاسیک است. به طور کلی، اگر نمای h_q به q وابسته باشد و با رشد q به طور یکنواخت کاهش یابد، گفته می شود این سری چند فرکتال است. با این حال، اگر h_q به q متکی نباشد، گفته می شود این سری تک فرکتال است. به عنوان یک جایگزین، h_q به دست آمده به وسیله ی MF DFA ممکن است به عنوان تابعی از توان رنی $^1 \tau(q)$ ، نشان داده شود:

$$\tau(q) - qh_q - 1 \quad (7)$$

طیف چند فرکتالی ابزار دیگری برای ارزیابی تک یا چندفرکتالی بودن سری های زمانی است:

$$f(\alpha) \equiv q\alpha - \tau(q) \quad (8)$$

که α توان هولدر است و به صورت زیر نوشته می شود:

$$\alpha = h_q + q \frac{\partial h_q}{\partial q} - \tau(q) \quad (9)$$

طیف چندفرکتالی ارتباط نسبی هر یک از توان های فراکتال را در این سری نشان می دهد. محدوده نمای هرست تعمیم یافته یکی دیگر از شاخص های مفید درجه چندفرکتالیه است و به

¹ Renyi

صورت $\Delta h = \max(h_q) - \min(h_q)$ تعریف می شود. سری های چندفراکتالی بیشتر با مقادیر Δh بزرگتر نشان داده می شوند.

۴-۲. تجزیه و تحلیل چند فراکتالی چند مقیاسی (MMA)

ما علاوه بر این از تکنیک MMA گیرالتوفسکی و همکاران^۱ استفاده می کنیم که از محدوده های مقیاس متغیر استفاده می کند. MMA وابستگی به مقیاس را به MFDDFA اضافه می کند. به منظور عبور از کل مجموعه منحنی های $F_q(s)$ محاسبه شده با استفاده از MFDDFA، یک پنجره کشویی با عرض WW ایجاد می کنیم که در امتداد مقیاس $F_q(s)$ حرکت می کند.

در طول فرآیند کشویی، پنجره گام به گام در طول کشو حرکت می کند که با SL نشان داده شده است. برای مثال، پنجره کشویی زیر را با عرض WW را در نظر بگیرید:

$$w_i = [s_i, WW * s_i] \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (10)$$

و فرض کنید که رابطه ی $s_{i+1} = s_i + SL$ برقرار است. h_{wi} توان مقیاس محلی است که با استفاده از اطلاعات این پنجره تعیین می شود.

می توان $h(s) = \{h_{w1}, \dots, h_{wn}\}$ را در کل محدوده مقیاس برای مقدار خاصی از q بدست آورد. پس از آن، روش های ذکر شده در بالا را برای هر مقدار q در محدوده احتمالات تکرار می کنیم. تراز نمای هرست تعمیم یافته در انتهای این بخش به صورت $h_q(s)$ تعریف می شود:

$$h_q(s) = \frac{\log[\Delta F_q(s)w_i]}{\log(\Delta s_{wi})} \quad (11)$$

¹ J. Gierałowski, J. J. Żebrowski and R. Baranowski

که $\Delta F_q(s)_{wi}$ و S_{wi} زیربخش‌هایی هستند که در پنجره کشویی wi قرار دارند. با توجه به این واقعیت که توابع نوسان $F_q(s)$ در مختصات لگاریتمی - لگاریتمی نمایش داده می‌شوند، پوشش پنجره کشویی wi نیز به صورت زیر مرتب می‌شود:

$$[\log(s_i), \log(WW * s_i)] = [\log(s_i), \log(WW) + \log(s_i)] \quad (۱۲)$$

در نتیجه، حتی اگر پنجره کشویی به صورت لگاریتمی افزایش یابد، به نظر می‌رسد عرض آن ثابت می‌ماند. به منظور سادگی، ما مقدار مقیاس اولیه پنجره کشویی s_i را به عنوان نمایشی از پنجره کشویی معادل مقدار مقیاس اولیه wi در نظر می‌گیریم. از آنجایی که هیچ محاسبات اصلاح شده اضافی بر روی q در MMA وجود ندارد، ممکن است تفسیرهایی برای q به دست آوریم که با آنچه در MFDFA به دست آمده است یکسان باشد. زیرسطح $h_q(s)$ بخش‌های سری زمانی را با نوسانات ملایم زمانی که q کمتر از صفر است مشخص می‌کند، اما زمانی که q بیشتر از صفر است، زیرسطح $h_q(s)$ بخش‌های سری زمانی را با نوسانات قابل توجه مشخص می‌کند. با این وجود، یافته‌های $q > 0$ تمایل بیشتری به پایداری بیشتر دارند، در حالی که نتایج برای $q < 0$ ناپایدارتر هستند.

با استفاده از MMA، می‌توان نمای هرست تعمیم‌یافته، $h_q(s)$ را به دست آورد و بنابراین سری‌های زمانی را از دیدگاه‌های مقیاس مختلف مطالعه کرد. برای مشخص کردن درست تفاوت‌های بین دو سطح، می‌توان میانگین فاصله آنها را به صورت زیر مقایسه کرد:

۱- برای هر سطح، میانگین مقدار $\langle h_q(s) \rangle$ را محاسبه کنید. سپس، یک سطح را به عنوان سطح مرجع $h_{1q}(s)$ و سطح دیگر را به عنوان سطح بررسی، $h_{2q}(s)$ انتخاب کنید.

۲- سطح مورد بررسی، $h_{2q}(s)$ ، باید طبق معادله ۱۱ به سمت بالاتر $\langle h_{1q}(s) \rangle > h_{2q}(s)$ یا به سمت پایین تر $\langle h_{1q}(s) \rangle < h_{2q}(s)$ حرکت کند، تا هر دو سطح دارای مقدار میانگین

یکسانی باشند. تفاوت‌های متوسط در فاصله بین سطحی d ، ممکن است به این ترتیب حذف شود و به ما اجازه می‌دهد تا تنها بر روی تغییرات شکل‌های دو سطح تمرکز کنیم:

$$\widetilde{h}_{2q}(s) = h_{2q}(s) + [\langle h_{1q}(s) - h_{2q}(s) \rangle] \quad (13)$$

۳- معادله ۱۳ ممکن است برای محاسبه فاصله بین سطح استفاده شود، d :

$$d = \left\{ \left[\langle h_{1q}(s) - \widetilde{h}_{2q}(s) \rangle \right]^2 \right\}^{1/2} \left\{ \langle h_{1q}(s) \rangle \right\}^{-1} \quad (14)$$

به گفته کانتلهارت و همکاران، چند فرکتالی در سری‌های زمانی را می‌توان به دو دسته اصلی تقسیم کرد:

(الف) زمانی که یک تابع چگالی احتمال گسترده^۱ برای مقادیر سری‌های زمانی وجود داشته باشد، به عنوان چندفرکتالی توزیع شناخته می‌شود و توسط یک PDF گسترده برای مقادیر سری زمانی القا می‌شود.

(ب) در مورد نوسانات کوچک و بزرگ، چندفرکتالیتیه توسط همبستگی‌های دوربرد بین نوسانات کوچک و بزرگ ایجاد می‌شود که از آن به عنوان همبستگی چندفرکتالی یاد می‌شود.

ساده‌ترین راه برای تمایز بین این دو نوع، مقایسه بین نماهای هرست تعمیم یافته سری‌های زمانی اصلی و نماهای هرست تعمیم یافته سری‌های زمانی تصادفی تطبیقی است که در آن مقادیر به ترتیب تصادفی قرار می‌گیرند، و بنابراین همه همبستگی‌ها در سری‌های زمانی اصلی از بین می‌روند. وقتی سری‌های زمانی اصلی و مخلوط شده را در نظر می‌گیریم، به ترتیب توابع نوسان $F_q(s)$ و $F_{shuf,q}(s)$ را داریم. سپس تفاوت بین این دو تابع نوسانی وجود همبستگی‌ها را در سری‌های زمانی اصلی نشان می‌دهد که با ترسیم نسبت $F_q(s)/F_{shuf,q}(s)$ در مقابل s به بهترین شکل

¹ PDF

نشان داده می‌شود. پس از آن، رفتار مقیاس بندی ضریب را می‌توان به طور خلاصه به شرح زیر خلاصه کرد:

$$F_q(s)/F_{shuf,q}(s) \sim s^{h(q)-h_{shuf}(q)} = s^{h_{cor}(q)} \quad (15)$$

که در آن اختصارات $h(q)$ و $h_{shuf}(q)$ به ترتیب به عنوان نماهای هرست تعمیم یافته سری‌های زمانی اصلی و مختلط استفاده می‌شوند، و $h_{cor}(q)$ نشان دهنده رفتار مقیاس پذیری همبستگی‌های بین نوسانات کوچک و بزرگ در سری زمانی اصلی است. این بدان معناست که رابطه $h(q) = h_{shuf}(q) + h_{cor}(q)$ معتبر است. با توجه به این واقعیت که تکنیک MMA یک نسخه تعمیم یافته از روش MFDFA است، نمای تعمیم یافته هرست همان نتایجی را که روش استاندارد MFDFA پس از عملیات درهم ریختن نمایش می‌دهد، نمایش می‌دهد. بر این اساس، ارتباطی که بین نماهای هرست تعمیم یافته حاکم است، ممکن است به طور گسترده، نقطه به نقطه، به ارتباط معادلی که بین سطوح نماهای هرست تعمیم یافته برقرار است، اعمال شود، که به این معنی است که:

$$h_q(s) = h_{shuf,q}(s) + h_{cor,q}(s) \quad (16)$$

توجه داشته باشید که به هم زدن سری‌های زمانی هیچ تاثیری بر چندفرکتالی بودن توزیع ندارد و با استراتژی به هم زدن نمی‌توان آن را حذف کرد. به بیان دیگر، اگر فقط چندفرکتالی از نوع (الف) در یک سری زمانی رخ دهد، $h_q(s) = h_{shuf,q}(s)$ وابسته به q و $h_{cor,q}(s)$ است. با این حال، چند فراکتال از نوع (ب)، که به عنوان چند فراکتال همبستگی نیز شناخته می‌شود، ممکن است با فرآیند درهم ریختگی حل شود و سری‌های زمانی مخلوط شده رفتار تصادفی ساده ناشی از این تخریب را نشان می‌دهند. اگر فقط نوع (ب) مولتی فرکتالی در یک سری زمانی باقی بماند، آنگاه $h_{cor,q}(s)$ صفر نیست و به مقدار q وابسته است، اما $h_{shuf,q}(s) = 0.5$ و $h_q(s) = 0.5 + h_{cor,q}(s)$ تضمین شده است. نکته دیگری که باید به آن توجه داشت این است که اگر دو نوع چندفرکتالی با هم همزیستی داشته باشند، سری زمانی به هم ریخته چندفرکتالی نسبتاً

ضعیف تری را نسبت به سری های زمانی اصلی منعکس می کند. یعنی $h_{shuf,q}(s)$ و $h_{cor,q}(s)$ به بستگی دارد و $h_q(s) > h_{shuf,q}(s)$ حاصل می شود.

۵. داده ها و نتایج تجربی

داده های مورد استفاده در این پژوهش از پایگاه datastream و bloomberg خریداری شده است. اطلاعات مربوط به بازار سرمایه اسلامی منطقه ای از شاخص جهانی بازار سرمایه اسلامی داو جونز استخراج می شود. متغیرهای مورد بررسی عبارت اند از بازار سرمایه اسلامی کشور های نوظهور، کشورهای توسعه یافته، کشورهای آسیا و اقیانوسیه، آمریکا و اروپا.

ما دامنه کامل داده ها را که از ۲۰۱۱/۸/۳۱ تا ۲۰۲۲/۱۰/۲۴ متغیر است به سه دوره فرعی قبل، حین و پس از کرونا تقسیم می کنیم. ژانویه ۲۰۲۰ معمولاً برای اهداف تجربی به عنوان آغاز همه گیری در نظر گرفته می شود. دوره پساکوئید از اول ژانویه ۲۰۲۱ آغاز شده است، زیرا در آن تاریخ، بسیاری از کشورهای دستورات قرنطینه و سیاست های مرتبط خود را کاهش داده اند. دوره های قبل از کوئید، کوئید و پس از کوئید شامل موارد زیر است:

قبل از کرونا: ۲۰۱۱/۸/۳۱ تا ۲۰۱۹/۱۲/۳۱

کرونا: ۲۰۲۰/۱/۱ تا ۲۰۲۰/۱۲/۳۱

پس از کرونا: ۲۰۲۱/۱/۱ تا ۲۰۲۲/۱۰/۲۴

۵-۱: تجزیه و تحلیل نوسانات تک فراکتالی (MF DFA)

در این تحلیل ابتدا وجود چند فراکتالی را در مورد داده های کشورهای نوظهور، کشورهای توسعه یافته، آسیا، آمریکا و اروپا در سه دوره ی قبل از کرونا، کرونا و پس از کرونا بررسی می کنیم. وجود چند فراکتالی نشان می دهد که استفاده از مدل های خطی نتایج جعلی و غیرقابل اعتمادی را ایجاد می کند، سپس متغیرها از نظر کارایی و پایداری بررسی می شوند.

در نمودار ۱ نتایج گرافیکی توابع نوسان ارائه شده است، این نتایج در مرتبه های q مختلف (۱۰-، ۰، و ۱۰) ارزیابی می شوند. توابع نوسان همه ی متغیرها به خوبی شکل و شیب به سمت بالا دارند و این نشان می دهد که درجه چندفراکتالی با مقیاس زمانی همبستگی مثبت دارد، یعنی با افزایش مقیاس

زمانی، عملکرد چندفراکتالی سری تشدید می‌شود.

در نمودار ۲ با توجه به نماهای هرست تعمیم یافته مشاهده می‌شود که به طور کلی برای همه ی متغیرها نمای هرست تعمیم یافته با افزایش q کاهش می‌یابد. این روند کاهشی نشان دهنده ی وجود چندفراکتالی در این متغیرها است. با این حال، مقادیر آنها در مرتبه های q مختلف، متفاوت است، این مقادیر در جدول ۱ بررسی شده است. همان طور که مشخص است زمانی که $q = -10$ باشد بیشترین نمای هرست مربوط به کشور های توسعه یافته (در دوره ی کرونا) با مقدار $h = 0.84$ و کمترین مربوط به آسیا (در دوره ی کرونا) با مقدار $h = 0.46$ است. زمانی که $q = 10$ باشد، بیشترین نمای هرست مربوط به کشور های توسعه یافته (در دوره ی کرونا) با مقدار $h = 0.46$ و کمترین مربوط به آسیا (در دوره ی پس از کرونا) با مقدار $h = 0.21$ می‌باشد.

مقدار Δh میزان چند فراکتالی را نشان می‌دهد. این مقدار در ستون آخر جدول ۱ محاسبه شده است. هر چه مقدار Δh بیشتر باشد، چند فراکتالی بیشتر است. در جدول ۲ مشخص است که در دوره ی قبل از کرونا بیشترین چند فراکتالی به متغیر گاز با مقدار $\Delta h = 0.66$ و کمترین چند فراکتالی مربوط به متغیر نفت با مقدار $\Delta h = 0.115$ است. در دوره ی کرونا بیشترین چند فراکتالی مربوط به متغیر نفت با مقدار $\Delta h = 0.79$ و کمترین چند فراکتالی مربوط به متغیر آسیا با مقدار $\Delta h = 0.03$ است. در دوره ی بعد از کرونا بیشترین چند فراکتالی مربوط به متغیر گاز با مقدار $\Delta h = 0.683$ و کمترین چند فراکتالی مربوط به متغیر کشور های توسعه یافته با مقدار $\Delta h = 0.26$ است. جدول ۴ کارایی و ناکارایی متغیرها را نشان می‌دهد. زمانی که در $q = 2$ مقدار نمای هرست در آستانه ی ۰.۵ با فاصله ی ۰.۰۲ و یا دقیقاً مساوی ۰.۵ باشد آن متغیر کارا است. بر اساس جدول همان طور که مشخص است در دوره ی قبل از کرونا همه ی متغیرها ناکارا هستند غیر از متغیر آسیا و نفت، در دوره ی کرونا همه ی متغیرها ناکارا هستند و در دوره ی بعد از کرونا همه ی متغیرها غیر متغیر کشور های توسعه یافته و آمریکا کارا هستند.

جدول ۵ روند تغییر کارایی متغیرها را نشان می‌دهد. همان طور که مشخص است کارایی همه ی متغیرها در گذر از دوره ی قبل از کرونا به دوره ی بعد از کرونا روند کاهشی داشته است، غیر از سه متغیر کشور های توسعه یافته، آمریکا و اروپا که این سه متغیر روند افزایشی دارند. در دوران کرونا

شاهد کاهش کارایی همه ی متغیر ها هستیم.

بینش دیگری که اغلب از رفتار چندفراکتالی سری های مالی به دست می آید، تداوم بازده یا رفتار پایدار آنها است. معمولاً نمای هرست تعمیم یافته دقیقاً در $q=2$ به نمای هرست تبدیل می شود که نشان دهنده پایداری بازار سهام است. زمانی که نمای هرست در $q=2$ بین ۰.۵ و ۱ باشد آن متغیر پایدار است و اگر این مقدار بین ۰.۵ و ۰ باشد آن متغیر دارای رفتار ضد پایدار است و اگر دقیقاً مساوی ۰.۵ باشد دارای رفتار تصادفی است. همان طور که در جدول ۶ مشخص شده است، در دوره ی قبل از کرونا متغیر های کشور های نو ظهور، آسیا و نفت رفتار پایدار نشان می دهند. در دوره ی کرونا متغیر های کشور های نو ظهور، کشورهای توسعه یافته، آسیا، آمریکا، اروپا و نفت رفتار پایدار داشته اند و در دوره ی بعد از کرونا فقط متغیر کشور های توسعه یافته رفتار پایدار را نشان می دهد. متغیر گاز در همه ی دوره ها رفتار ضد پایداری دارد.

در مواردی که متغیر رفتار پایدار نشان می دهد، بازده های منفی (مثبت) در دوره های قبلی به احتمال زیاد با بازده های منفی (مثبت) در دوره متوالی همراه خواهد بود. در مقابل، ویژگی ضد پایداری نشان دهنده این واقعیت است که هرگونه تغییر منفی (مثبت) در دوره قبل به احتمال زیاد با تغییر مثبت (منفی) در دوره متوالی همراه خواهد بود. این دو ویژگی، در اصل، نشان می دهند که بازده سهامی که آن ها را به نمایش می گذارند قابل پیش بینی است، که منجر به امکان کسب سود اضافی توسط سفته بازان و آربیتراژ کننده های بازار می شود. از این رو، گفته می شود که این بخش ها هنوز در وضعیت ناکارایی خود هستند. در مقابل، موارد سری تصادفی نشان می دهد که بازده یک دوره خاص را نمی توان با استفاده از اطلاعات گذشته پیش بینی کرد، که منجر به این نتیجه می شود که سری های دارای این ویژگی بازارهای کارا دارند. زمانی که $h(2) = 0.50$ باشد یک سری تصادفی کلاسیک داریم که کارا است. با توجه به اعداد جدول غیر از کشور های توسعه یافته در دوره ی بعد از کرونا و آسیا در دوره ی قبل از کرونا بقیه ی متغیر ها در تمام دوره ها ناکارا هستند. متغیر هایی که در آستانه ی $h(2) = 0.50$ با فاصله ی ۰.۰۲ و کمتر هستند نیز کارایی خیلی زیادی دارند که کارا در نظر گرفته می شوند.

جدول ۴ کارایی و ناکارایی متغیر ها را نشان می دهد. زمانی که در $q=2$ مقدار توان هرست یا در آستانه ی ۰.۵ با فاصله ی ۰.۰۲ و کمتر یا دقیقاً مساوی ۰.۵ باشد آن متغیر کارا است. بر اساس جدول

همان‌طور که مشخص است در دوره‌ی قبل از کرونا همه‌ی متغیرها ناکارا هستند غیر از متغیر آسیا و نفت، در دوره‌ی کرونا همه‌ی متغیرها ناکارا هستند و در دوره‌ی بعد از کرونا همه‌ی متغیرها غیر متغیر کشورهای توسعه‌یافته و آمریکا کارا هستند.

جدول ۵ روند تغییر کارایی متغیرها بر اساس تفاوت مقدار $h(q=2)$ و ۰.۵ بررسی شده است زمانی که مقدار $h(q=2)$ به مقدار ۰.۵ نزدیک‌تر شده باشد می‌گوییم که کارایی روند افزایشی داشته است. همان‌طور که مشخص است کارایی همه‌ی متغیرها در گذر از دوره‌ی قبل از کرونا به دوره‌ی بعد از کرونا روند کاهشی داشته است، غیر از سه متغیر کشورهای توسعه‌یافته، آمریکا و اروپا که این سه متغیر روند افزایشی دارند. در دوران کرونا شاهد کاهش کارایی همه‌ی متغیرها هستیم.

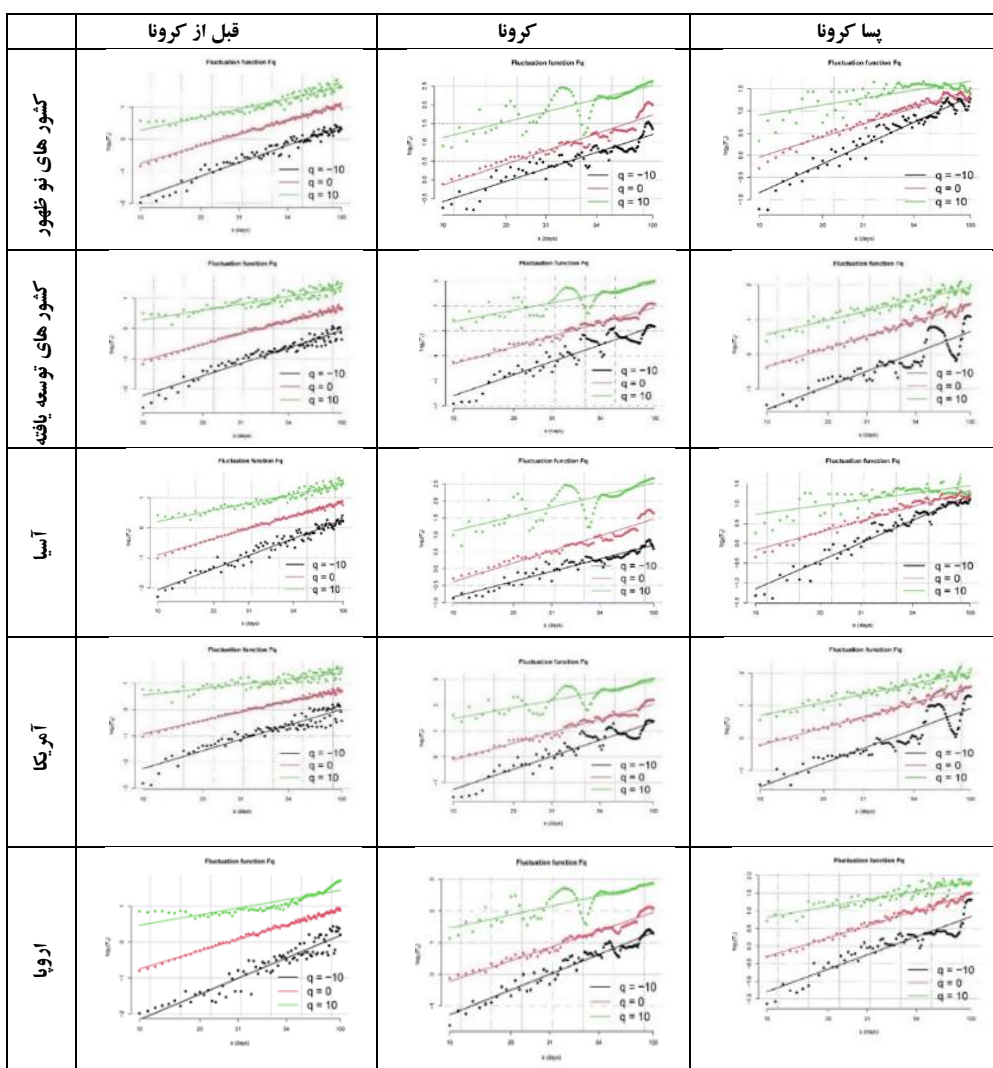
در جدول ۳ تفاوت بین مقدار $h(q=2)$ و ۰.۵ بدست آمده و رتبه‌بندی کارایی انجام شده است. متغیری که مقدار نمای هرست مرتبه دو آن کمترین فاصله را با مقدار ۰.۵ داشته باشد کارا تر است. در جدول ۶ رفتار پایدار یا ضد پایدار متغیرها بررسی شده است. زمانی که نمای هرست مرتبه دو مقداری بیشتر از ۰.۵ داشته باشد آن متغیر دارای رفتار پایدار یا خود همبستگی مثبت است و در صورتی که این مقدار کمتر از ۰.۵ باشد آن متغیر دارای رفتار ضد پایدار یا همبستگی منفی است.

۲-۵. تجزیه و تحلیل چندفراکتالی چندمقیاسی (MMA)

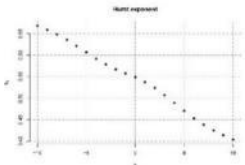
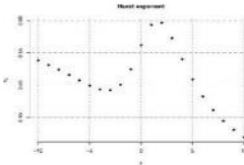
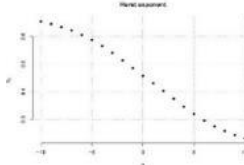
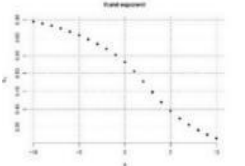
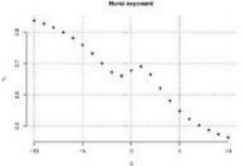
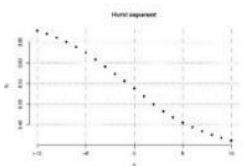
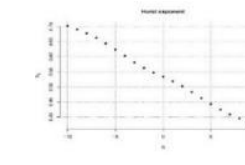
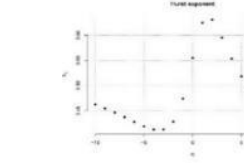
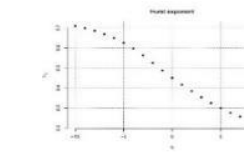
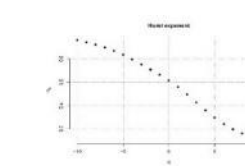
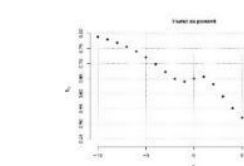
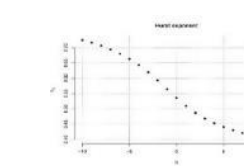
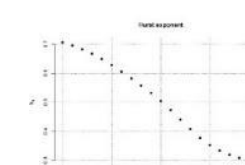
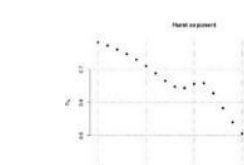
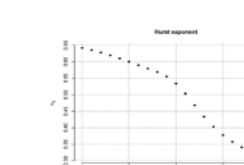
با استفاده از تجزیه تحلیل چندفراکتالی چندمقیاسی می‌توان از دیدگاه چندمقیاسی به سری نگاه کرد و همچنین می‌توان نمای هرست تعمیم‌یافته را به دست آورد. نتایج ارائه شده در نمودار ۳ نشان دهنده یک تغییر قابل مشاهده در رنگ سطح در سراسر مقیاس‌های شناسایی شده است. این نشان می‌دهد که ویژگی‌های چندفراکتالی همه بخش‌ها در واقع پیچیده و ناهمگن هستند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که یک همبستگی چندفراکتالی وجود دارد.

با توجه به نمودار ۳ می‌توان نمای هرست تعمیم‌یافته در $q=2$ را به دست آورد. در دوران قبل از کرونا، فقط در متغیرهای گاز و آمریکا شاهد نمای هرست کمتر از ۰.۵ و در مورد بقیه‌ی متغیرها شاهد نمای هرست بالای ۰.۵ هستیم، در دوران کرونا متغیرهای نفت و گاز دارای نمای هرست کمتر از ۰.۵ هستیم و بقیه‌ی موارد بالای ۰.۵ هستند و در دوران بعد از کرونا در متغیرهای آمریکا و توسعه‌یافته و

اروپا شاهد نمای هرست بالای ۰.۵. بقیه ی موارد بالای ۰.۵ هستیم. نتایج به طور کلی با نتایجی که در تجزیه و تحلیل MF-DFA گزارش شده است مطابقت دارد، اگرچه MMA اطلاعات غنی تری در مورد تغییرات پویا چندفراکتالی سهام بخشی در مقیاس های مختلف ارائه می کند.



نمودار ۱ : توابع نواسانات

	قبل از کرونا	کرونا	پس از کرونا
کشور های نو ظهور			
کشور های توسعه یافته			
آسیا			
آمریکا			
اروپا			

نمودار ۲: نمای هرست تعمیم یافته در سه دوره ی قبل از کرونا، کرونا و بعد از کرونا

جدول ۱: مقادیر نمای هرست تعمیم یافته

$h(-10)$	$h(2)$	$h(10)$	$\Delta h = h(-10) - h(10)$
----------	--------	---------	-----------------------------

	پسا کرونا	کرونا	قبل کرونا	پسا کرونا	کرونا	قبل کرونا	پسا کرونا	کرونا	پسا کرونا	قبل کرونا	کرونا	پسا کرونا
کشورهای نو ظهور	۰.۴۲۷	۰.۱۲	۰.۲۶۵	۰.۶۵۲	۰.۵۳	۰.۵۹۵	۰.۴	۰.۴۰۵	۰.۴۲	۰.۲۲۵	۰.۶۷	۰.۵۴
کشورهای توسعه یافته	۰.۲۶	۰.۳۸	۰.۳۲	۰.۶۸	۰.۴۷	۰.۶۷	۰.۵۰	۰.۳۲	۰.۴۶	۰.۴۲	۰.۶۴	۰.۸۴
آسیا	۰.۴۹۵	۰.۰۳	۰.۳۷	۰.۷۰۵	۰.۵۰	۰.۶۹	۰.۳۹	۰.۳۳	۰.۴۳	۰.۲۱	۰.۷	۰.۴۶
آمریکا	۰.۳۲۵	۰.۳۵	۰.۴۴	۰.۷۲۵	۰.۴۵	۰.۶۳	۰.۴۹	۰.۲۵	۰.۴۴	۰.۴	۰.۶۹	۰.۷۹
اروپا	۰.۳۳	۰.۳۷	۰.۴۱	۰.۶۴	۰.۴۲	۰.۶۳	۰.۴۷	۰.۲۹۵	۰.۴۱	۰.۳۱	۰.۷۰۵	۰.۷۸

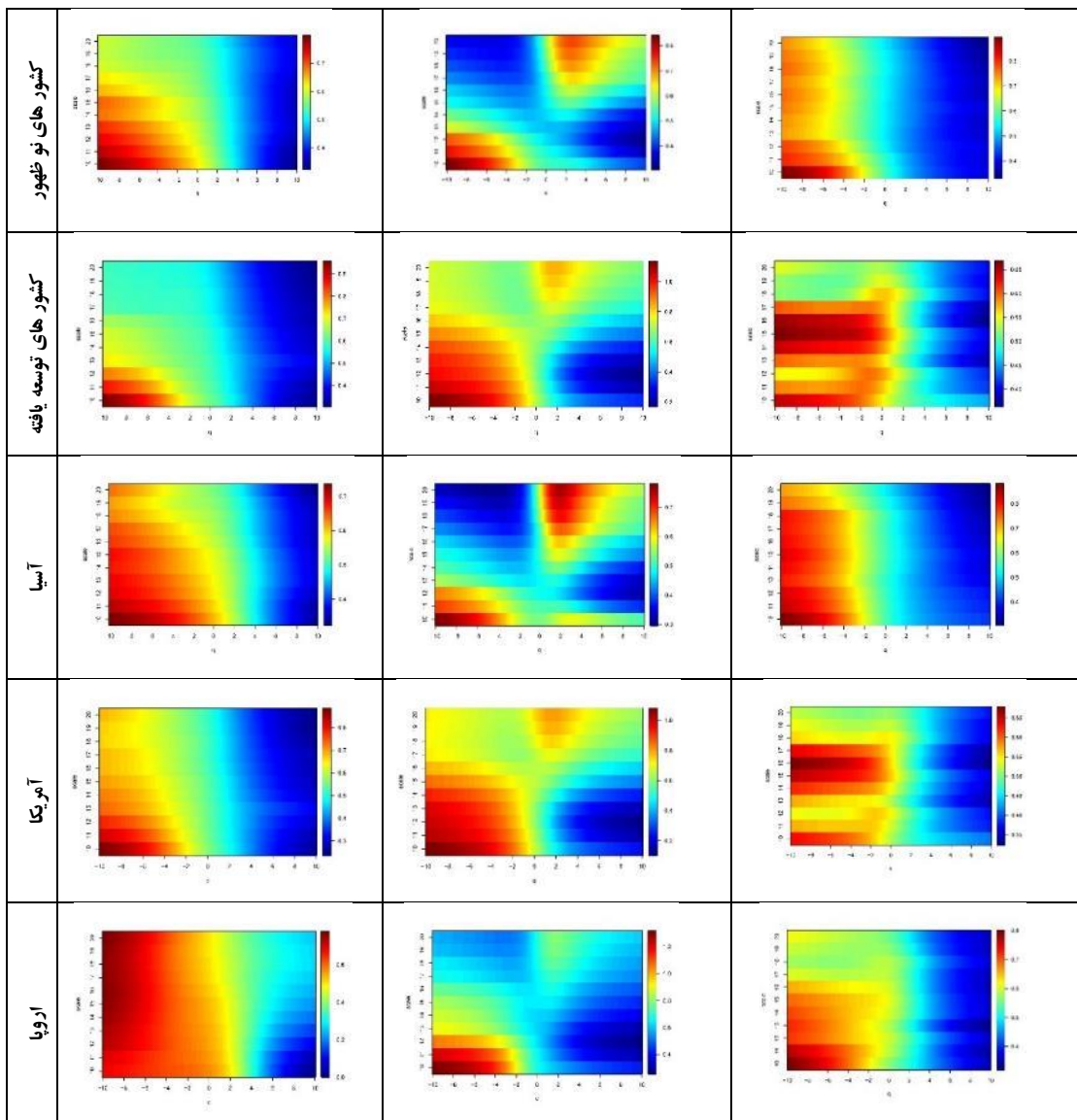
جدول ۲: رتبه بندی متغیرها بر اساس مقدار Δh

رتبه	قبل کرونا		کرونا		بعد از کرونا	
	متغیر	مقدار Δh	متغیر	مقدار Δh	متغیر	مقدار Δh
۱	کشورهای نو ظهور	۰.۲۶۵	آسیا	۰.۰۳	کشورهای توسعه یافته	۰.۲۶
۲	کشورهای توسعه یافته	۰.۳۲	کشورهای نو ظهور	۰.۱۲	آمریکا	۰.۳۲۵
۳	آسیا	۰.۳۷	آمریکا	۰.۳۵	اروپا	۰.۳۳
۴	اروپا	۰.۴۱	اروپا	۰.۳۷	کشورهای نو ظهور	۰.۴۲۷
۵	آمریکا	۰.۴۴	کشورهای توسعه یافته	۰.۳۸	آسیا	۰.۴۹۵

جدول ۳: رتبه بندی متغیرها بر اساس کارایی از بیشترین کارایی تا کمترین کارایی بر اساس تفاوت مقدار $h(q=2)$ با $h(q=5)$ (تک متغیره)

رتبه	قبل کرونا		کرونا		بعد از کرونا	
	متغیر	مقدار تفاوت	متغیر	مقدار تفاوت	متغیر	مقدار تفاوت
۱	آسیا	۰	کشورهای نو ظهور	۰.۰۹۵	کشورهای توسعه یافته	۰
۲	کشورهای نو ظهور	۰.۰۳	آمریکا	۰.۱۳	آمریکا	۰.۰۱
۳	کشورهای توسعه یافته	۰.۰۳	اروپا	۰.۱۳	اروپا	۰.۰۳
۴	آمریکا	۰.۰۵	آسیا	۰.۱۶	کشورهای نو ظهور	۰.۱
۵	اروپا	۰.۰۸	کشورهای توسعه یافته	۰.۱۷	آسیا	۰.۱۱

پسا کرونا	کرونا	قبل از کرونا
-----------	-------	--------------



نمودار ۳: نتایج چند فراکتالی چند مقیاسی تک متغیره برای سه دوره قبل از کرونا، کرونا و بعد از کرونا

جدول ۴: بررسی کارایی و ناکارایی متغیرها در سه دوره ی قبل از کرونا، کرونا و بعد از کرونا

متغیر	قبل از کرونا	کرونا	بعد از کرونا
کشور های نو ظهور	ناکارا	ناکارا	ناکارا
کشور های توسعه یافته	ناکارا	ناکارا	کارا
آسیا	کارا	ناکارا	ناکارا
آمریکا	ناکارا	ناکارا	کارا
اروپا	ناکارا	ناکارا	ناکارا

جدول ۵: بررسی روند تغییر کارایی متغیر ها با تغییر زمان از قبل از کرونا تا بعد از کرونا

متغیر ها	$h(q = 2)$			روند کارایی
	قبل از کرونا	کرونا	بعد از کرونا	
کشور های نو ظهور	۰.۵۳	۰.۵۹۵	۰.۴	روند کاهشی
کشور های توسعه یافته	۰.۴۷	۰.۶۷	۰.۵۰	روند افزایشی
آسیا	۰.۵۰	۰.۶۹	۰.۳۹	روند کاهشی
آمریکا	۰.۴۵	۰.۶۳	۰.۴۹	روند افزایشی
اروپا	۰.۴۲	۰.۶۳	۰.۴۷	روند افزایشی

جدول ۶: رفتار پایدار یا ضد پایدار متغیر ها در سه دوره ی قبل از کرونا، کرونا و بعد از کرونا

متغیر	قبل از کرونا	کرونا	بعد از کرونا
کشور های نو ظهور	پایدار	پایدار	ضد پایدار
کشور های توسعه یافته	ضد پایدار	پایدار	تصادفی
آسیا	تصادفی	پایدار	ضد پایدار
آمریکا	ضد پایدار	پایدار	ضد پایدار
اروپا	ضد پایدار	پایدار	ضد پایدار

۶. نتیجه گیری

نتایج پژوهش نشان می‌دهد که در دوره‌ی قبل از کرونا همه‌ی متغیرها ناکارا هستند غیر از متغیر آسیا و نفت و بیشترین کارایی مربوط به متغیر آسیا، نفت و کشورهای نوظهور و کمترین کارایی مربوط به متغیر گاز بوده است، در دوره‌ی کرونا همه‌ی متغیرها ناکارا هستند و بیشترین کارایی مربوط به متغیر نفت و کشورهای نوظهور و کمترین کارایی مربوط به متغیر آسیا و کشورهای توسعه یافته بوده است و در دوره‌ی بعد از کرونا همه‌ی متغیرها غیر از کشورهای توسعه یافته و آمریکا ناکارا هستند و بیشترین کارایی مربوط به متغیر کشورهای توسعه یافته و آمریکا و کمترین کارایی مربوط به متغیر آسیا و گاز بوده است.

در دوره‌ی قبل از کرونا متغیرهای کشورهای نوظهور و نفت رفتار پایدار داشته‌اند و آسیا رفتار غیر مرتبط و بقیه رفتار ضد پایدار داشته‌اند. در دوره‌ی کرونا همه‌ی متغیرها رفتار پایدار داشته‌اند، به غیر از متغیر گاز و در دوره‌ی بعد از کرونا همه رفتار ضد پایدار داشته‌اند، به غیر از متغیر کشورهای توسعه یافته و آمریکا.

در این پژوهش دوره‌ی قبل از کرونا و بعد از کرونا به عنوان شرایط نرمال و دوره‌ی کرونا به عنوان شرایط غیر نرمال در نظر گرفته شده است. در خصوص بهره‌گیری از بازارهای کارا در سرمایه‌گذاری‌های بین‌المللی پیشنهاد می‌شود که در شرایط نرمال به سراغ این بازارها برویم و در شرایط غیر نرمال به سراغ بازارهای ناکارا برویم. پس در دوره‌ی قبل از کرونا که شرایط نرمال در نظر گرفته می‌شود می‌توانیم برای سرمایه‌گذاری تنها به سراغ بازار سرمایه اسلامی آسیا و اقیانوسیه برویم. دوره‌ی بعد از کرونا که باز هم شرایط نرمال است برای سرمایه‌گذاری فقط کشورهای توسعه یافته و آمریکا که بازار کارا دارند مناسب هستند. در شرایط غیر نرمال یعنی دوره‌ی کرونا باید برای سرمایه‌گذاری به سراغ بازارهای ناکارا برویم و از آنجایی که همه‌ی بازارها در این دوره ناکارا هستند پس همه این بازارها برای سرمایه‌گذاری مناسب هستند. برای سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت به سراغ بازارهای کارا می‌رویم. پس در هر دوره متغیرهایی که ناکارا هستند از سبد سرمایه‌گذاری بلندمدت حذف می‌شوند.

در بازارهای ناکارا به سراغ معاملات روزانه و سرمایه‌گذاری کوتاه مدت می‌رویم. پس در دوره‌ی قبل از کرونا برای سرمایه‌گذاری کوتاه مدت همه بازارها مناسب هستند، به غیر از بازار آسیا و در دوره

کرونا همه بازارها مناسب سرمایه گذاری کوتاه مدت هستند و در دوره ی بعد از کرونا همه ی بازارها مناسب سرمایه گذاری کوتاه مدت هستند، به غیر از بازار کشور های توسعه یافته و آمریکا.

۷. تقدیر و تشکر

با تشکر از اساتید گرامی دانشکده ی اقتصاد دانشگاه خوارزمی آقای دکتر مهدی قائمی اصل و آقای دکتر محمد نصر اصفهانی که با راهنمایی و مشاوره ایشان تدوین این پژوهش میسر گردید.

منابع

- Aloui, Chaker; Asadov, Alam; Al-kayed, Lama; Hkiri, Besma; Danila, Nevi. (2022). Impact of the COVID-19 outbreak and its related announcements on the Chinese conventional and Islamic stocks' connectedness. *The North American Journal of Economics and Finance*, Elsevier, vol. 59(C).
- Amin Kharazian, Nasim; Al emran, Roya; Hassanzadeh, Rasul; Farhang, Amir Ali. (2022). The relationship between oil prices and Iran's stock market index (emphasis on political uncertainty and the Corona pandemic). *Economic Modelling*, 16(58), 37-49 (in Persian).
- Aamir, Muhammad; Khan, Nazeem; Naeem, Muhammad; Bilal, Muhammad; Khan, Faisal; Abdullah, Saleem. (2023). Implications of the COVID-19 pandemic on the shanghai, NewYork, and Pakistan stock exchanges. *Heliyon* (9).
- Asadi, Mehrad; Roubaud, David; Kumar Tiwari, Aviral. (2022). Volatility spillovers amid crude oil, natural gas, coal, stock, and currency markets in the US and China based on time and frequency domain connectedness. *Energy Economics*, science direct, Volume 109.
- Baker, Scott R; Bloom, Nicholas; J Davis, Steven; Kost, Kyle; Sammon, Marco; Viratyosin, Tasaneeeya. (2020). The Unprecedented Stock Market Reaction to COVID-19. *The Review of Asset Pricing Studies*, Volume 10, Issue 4, December 2020, Pages 742–758.
- Baum, Eric. *Mutual Funds Report*, *The New York Times*, October 6. (2002). Section 3, Page 15.
- Clement, Henry; Wilson, Rodney (2004). *The Politics of Islamic Finance*. Edinburgh: Edinburgh University Press.

- Dosti, Mahnaz; Rahmani, Morteza. (2021). Using the multi-fractal method in ranking the efficiency of the stock portfolio. *Scientific Journal of Financial Science and Securities Analysis*, 14(4), 79-89 (in Persian).
- D. Raheem, Ibrahim. Different strokes for different folks: The case of oil shocks and emerging equity markets. (2022). *Energy Economics*, Elsevier, vol. 108(C).
- Gieraltowski, J; Zebrowski, J.J; Baranowski, R. (2012). Multiscale multifractal analysis of heart rate variability recording with a large number of occurrences of arrhythmia. *Physical Review E* 85.
- Gujarati, Damodar. (2011). *Basics of econometrics* (second edition). (H. Abrishmi, translator) Tehran: Tehran University Publications Institute, 2(8) (in Persian).
- Gurjipour, Mohammad Javad; Osmani, Fariba; Ebrahimi Salari, Taqi. (2021). Investigating macroeconomic factors on stock returns during the covid-19 pandemic (a case study of selected industries of Tehran Stock Exchange), *Industrial Economics Research Quarterly*, 5(17), 59-70 (in Persian).
- Khalatbari, Mostafa; Ebrahimi zaker, Shayesteh; Tavana, Mohammadamin; Heidari, Nastaran; Gharehdaghi, Mohammadreza and Abdalisousan, Ashkan. (2021). The Impact of the Corona Virus on the Global Oil and Gas Market and Its Future Prospects. *Sustainability, development and environment*, 2(1). 64-83 (in Persian).
- Khalfaouia , Rabeh ; Sarwarc , Suleman ; Tiwarie , Aviral Kumar. (2019). Analyzing volatility spillover between the oil market and the stock market in oil-importing and oil-exporting countries: Implications on portfolio management. *Resources Policy*, Elsevier, vol. 62(C), pages 22-32.
- Kong, Xiaowei; Jin, Yifan; Liu, Lihua; Xu, Jialu. (2023). Firms' exposures on COVID-19 and stock price crash risk: Evidence from China. *Finance Research Letters* (52).
- Li, Junji; Wang, Rui; Aizhan, Duisebayeva; Karimzade, Mehriban. (2023). Assessing the impacts of Covid-19 on stock exchange, gold prices, and financial markets: Fresh evidences from econometric analysis. *Resources Policy*, 83(c).
- Manimaran, P; Narayana, A.C, (2018). Multifractal detrended cross-correlation analysis on air pollutants of Univeristy of Hyderabad Campus, India. *Physica A* 502, 228.
- Mousaviyan, Seyed Abbas. (2019). *Islamic Capital Market* 1. 48-47 (in Persian).

- Mirzaei, Khalil. (2021). The causes and consequences of the epidemic and globalization of the corona virus. *Social impact assessment*, 1(2). 13-41 (in Persian).
- Oji Mehr, Sakineh; Montakhab, Afshin; Samadi, Ali Hassan. (2019). Efficiency Ranking of Selected Industries of Tehran Stock Exchange Market: Application of Multi-Fractal Detrended Fluctuation Analysis. *Scientific Quarterly of Industrial Economics Research*, 4(1), 11-26 (in Persian).
- Rahimi, hafez. (2019). Investigating the relationship between economy and energy sources and their effects on the environment. The third international research conference in science and technology, 1-15 (in Persian).
- Rasekhi, Saeed; Sahrazi, Mehdi. (2012). The test of currency market efficiency hypothesis: a case study of Iran. *Two Quarterly Journals of Monetary and Financial Economics (former knowledge and development)*, 19(4), 123-143 (in Persian).
- Rodari, Sohail; Homayoni Far, Masoud. (2021). Investigating the impact of the spread of the corona virus on the Iranian stock market in terms of regime changes. *Iran Economic Research*, 26(87), 196-227 (in Persian).
- Suri, Ali. (2012). *Introductory econometrics*, volume 1. 6-5 (in Persian).
- Taheri Namhil, Ibrahim. (2019). Investigating the consequences of the corona virus on the economy of Iran and the world. *Sublime governance*, 1(2), 171-181 (in Persian).
- Tehrani, Reza; Baghzian, Albert; Dehbashi, Masoumeh. (2023). Testing the impact of the corona virus on the capital market price index in Iran. *Investing Knowledge Scientific Research Quarterly*, 13(3), Series 51, 301-318 (in Persian).
- Zhang, Wenting; Hamori, Shigeyuki. (2021). Crude oil market and stock markets during the COVID-19 pandemic: Evidence from the US, Japan, and Germany *International Review of Financial Analysis, Elsevier, Volume 74*.