فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری
دوره ۱۲ / شماره ۲ (پیاپی ٤٦) / تابستان ۱٤۰۲
صفحه ۶۳۵ تا ۶۵۶

بررسی تفاوت ابعاد فراکتال و فراکتال گام تصادفی شاخص قیمت، بازده ، ریسک سقوط آتی و سیستماتیک سهام در بورس اوراق بهادار تهران

امیرحسین عبدالملکی
دانشجوی دکترای حسابداری. واحد تهران جنوب. دانشگاه آزاد اسلامی
amirhosein_1651@yahoo.com

محسن حمیدیان
عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، تهران، ایران(نویسنده مسئول)
Hamidian_2002@yahoo.com

علی باغانی
عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، تهران، ایران
Ali.baghani.58@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۰۷

چکیده

بازارهای مالی را می‌توان به‌عنوان سیستم‌های پویای غیرخطی که فعل‌وانفعالات عوامل را در فرایند تجزیه‌وتحلیل فوری اطلاعات در نظر می‌گیرند، ارزیابی نمود. سرمایه‌گذاران با افق‌های زمانی غیر یکسان در بازار ممکن است این اطلاعات را به‌طور متفاوت مورداستفاده قرار دهند که این موضوع موجب پایداری بازار خواهد شد. بنابراین بازار مالی یک ساختار فراکتالی در ارتباط با افق‌های زمانی سرمایه‌گذاری دارد. این پژوهش، از نوع پژوهش کاربردی و از نـوع پس‌رویدادی می‌باشد؛ بدین معنی که پژوهش بر اساس اطلاعات گذشته انجام‌شده است. جامعه آماری پژوهش شامل کلیه شرکت‌های پذیرفته‌شده در بازار سرمایه ایران طی دوره زمانی ۱۳۸۸-۱۳۹۷ می‌باشد. در این پژوهش پس از محاسبه بعد فرکتال گروه تجربی با استفاده از مدل ARFIMA و بعد فراکتال گروه شبیه‌سازی‌شده گام تصادفی با استفاده از آزمون RUN تفاوت این دو بعد در شاخص قیمت، بازده، ریسک سقوط آتی و ریسک سیستماتیک سهام موردبررسی قرار می‌گیرد. تحلیل داده‌ها در دو بازه ۵ ساله و ۱۰ ساله با استفاده از نرم‌افزارهای EVIEWS و SPSS صورت گرفته و نتایج حاکی از آن است که تفاوت بعد فرکتال گروه تجربی و بعد فراکتال گروه شبیه‌سازی‌شده گام تصادفی شاخص بازده و ریسک سقوط آتی و سیستماتیک سهام در بازه‌های کوتاه‌مدت معنی‌دار و در بازه‌های بلندمدت معنی‌دار نیست.

واژه‌های کلیدی: ابعاد فراکتال ، فراکتال گام تصادفی ، شاخص بازده ، ریسک سیستماتیک، ریسک سقوط آتی.

۱- مقدمه

امروزه در تمام کشورها تحرک و رونق بورس اوراق بهادار به‌عنوان یکی از معیارهای سلامت و پویایی اقتصاد شناخته می‌شود. رونق این بازار به‌عنوان یکی از ارکان اصلی بازار سرمایه، پس‌اندازها و منابع مالی محدود موجود در جامعه را به نحو بهینه و در سریع‌ترین زمان به مسیر سرمایه‌گذاری بهینه هدایت می‌کند. بنابراین کارایی و پایداری این بازار نقش بسیار مهمی در تخصیص بهینه منابع مالی داخلی و خارجی ایفا می‌نماید (شیرکوند و همکاران، ۱۳۸۷).

برای سال‌های متمادی این سؤال که تا چه اندازه می‌توان از قیمت‌های قبلی بازار سهام برای پیش‌بینی معنی‌دار قیمت‌های آتی استفاده نمود، یکی از مباحث اصلی و رایج در محافل علمی و تجاری بوده است. برای پاسخگویی به این سؤال مدل‌ها و تئوری‌های مختلفی به وجود آمدند. یکی از این مدل‌ها مدل گام تصادفی می‌باشد که تا دهه‌های اخیر از اهمیت و اعتبار بیشتری برخوردار بوده است. این نظریه فرایند حاکم بر روند قیمت‌ها را تصادفی دانسته و بنابراین تغییرات آن‌ها را غیرقابل‌پیش‌بینی می‌داند. گام تصادفی به این معناست که شوک‌های وارده به قیمت سهام اثر دائمی دارند و قیمت‌ها به مسیر روند قبلی خود برنمی‌گردند. در یک بازار کارا بازده سهام را نمی‌توان بر اساس تغییرات گذشته‌ی قیمت پیش‌بینی کرد. بازگشت به میانگین یکی از این ناهنجاری‌ها می‌باشد. بعد از مطرح‌شدن نظریه گام تصادفی، فرضیه بازارهای کارا برای آزمون آن به وجود آمد. بازارهایی که از فرایند گام تصادفی تبعیت نمایند کارا می‌باشند (افشاری، ۱۳۸۲). تحت فرضیات مدل ساده‌شده نمی‌توان بر بسیاری از مسائل فائق آمد. دانش نوین، مطالعه رفتار پویای مدل‌های غیرخطی را تحت عنوان رفتار آشوبی فراهم آورده است (هدایتی‌فر و همکاران، ۱۳۹۱). شاید بزرگ‌ترین کمک نظریه آشوب، انگیزه بخشی برای پژوهش در رفتار پیچیده سیستم‌های پویا باشد.
فرضیه بازار فراکتالی یک ساختار جدید برای مدل‌سازی دقیق‌تر آشفتگی‌ها و تغییرات دوره‌ای فراهم می‌آورد تا بازارهای سرمایه امروزی را به‌طور دقیق‌تر توصیف نماید. به نظر می‌رسد که فرضیه بازار فراکتالی یک ابزار قوی برای درک تضاد (قطعیت در برابر تصادفی بودن) در بازار باشد.

۲- مبانی نظری

در بحران مالی ۲۰۰۸، بسیاری از نظریه‌های اقتصادی غالب و چشم‌اندازهای مالی به چالش کشیده شدند. فرضیه بازار کارا[1] به‌طور موقت در زمان بحران نتوانست پاسخگو باشد. با توجه به فرضیه بازار کارا و انتظارات منطقی سرمایه‌گذاران و بازار کارا، سرمایه‌گذاران قادر به شکست بازار و کسب بازده نبودند. علاوه براین، سرمایه‌گذاران قادر به خرید یا فروش سهام بی‌ارزش نبودند. به‌منظور دستیابی به بازده بیش‌تر از متوسط بازار، سرمایه‌گذاران باید ریسک مربوط به دارایی ناپایدار را قبول کنند. از سوی دیگر، رابرت شیلر[2]، اقتصاددان مشهور، معتقد است که قیمت دارایی‌ها به‌طور ذاتی ناپایدار است و بنابراین فرض بر کارایی بازار نقض می‌شود. درحالی‌که فرضیه بازار کارا همچنان در خط مقدم نظریه‌های مالی نوین قرار دارد، نظریه‌های جایگزین که نمایش دقیق‌تر بازار را ارائه می‌دهند، ظهور کرده‌اند. به‌طور مثال، تمرکز بر افق سرمایه‌گذاری و نقدینگی بازار و سرمایه‌گذاران، در نظریه فرضیه بازار

[1] EMH
[2] Robert Shiller

کارآمد بسیار محدود است. ساختار نظری بازارهای فراکتالی اما می‌تواند به‌طور شفاف رفتار سرمایه‌گذاران را در دوره‌های بحران و ثبات توضیح دهد.

۲-۱ هندسه فرکتالی

نبوئیت مندلبورت هندسه فرکتالی را در سال‌های ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۰ با کتابی با عنوان فرکتال: فرم، شانس و ابعاد (۱۹۷۷) و کتاب طبیعت فرکتال (۱۹۸۲) توسعه داد، اهمیت این علم به این علت است که اشیاء را نمی‌توان به اجزاء کوچکتر کاملاً متقارن مانند هندسه اقلیدسی تجزیه کرد: در عوض او عدم تقارن ناهمواری و ساختار فرکتالی را کشف کرد. از طریق هندسه فرکتالی: «ابرها کروی نیستند، کوه‌ها مخروطی شکل نیستند نوار ساحلی، دایره‌ای شکل نیستند پوست درخت هموار نیست (مندلبورت ۲۰۰۴)». هندسه اقلیدسی به عنوان زبان مکانیک کلاسیک حرکت و هندسه فرکتالی به عنوان الگوی ایجاد شده توسط آشوب شناخته شده است.

فرکتال، شکلی است که شبیه بخشی از کل می‌باشد، این شکل تقریباً در مقیاسی که مشاهده می‌شود شبیه است. وقتی مقیاس فرکتال با همان مقدار کم یا زیاد شود گفته می‌شود که خود شبیه[1] است. در مقابل، اگر مقیاس آن در یک جهت بیش از بقیه جهات باشد آنگاه خود مربوط[2] نامیده می‌شود و در فرم‌های پیچیده، چند فرکتالی نامیده می‌شود که مقیاس آن در ابعاد مختلف متفاوت است. گوناگونی فرکتال به آن اجازه می‌دهد که بتوان ساختار فرکتالی را در پدیده‌های مختلف از جمله الگوهای آماری و داده‌های مالی یافت.مفهوم فرکتال، پیوند ناگسستنی با ابعاد فرکتالی دارد. در ریاضیات اقلیدسی نقطه فقط یک بعد دارد خط دو بعد دارد و مکعب سه بعد دارد. با توجه به نظریه نسبیت دنیای فیزیک انشتین ، بعد چهارم یا زمان را اضافه کرد. در علم فرکتال، ابعاد به نقطه نظر مشاهده کننده بستگی دارد(توماس[3]، ۲۰۱۶).

یک شیء مشخص می‌تواند بیش از یک بعد داشته باشد و به این بستگی دارد که شما چگونه اندازه گرفته‌اید و هدف شما از اندازه‌گیری چیست. ابعاد نیاز ندارد که یک عدد باشد می‌تواند نسبت باشد. ابعاد فرکتالی اهمیت دارد چون تشخیص می‌دهد که فرآیندها در جایی میان قطعیت و تصادف واقع شده‌اند، علیرغم این واقعیت، هندسه فرکتالی یک ابزار منطقی و ساده می‌باشد. در ریاضیات تابع‌های فرکتالی مانند سیستم‌های آشوبناک عمل می‌کنند، یک تغییر تصادفی در ارزش ابتدائی می‌تواند ارزش تابع را در مسیری غیرقابل پیش بینی اصلاح کند، درون مرزهای سیستم، ترکیب معروف مندلبورت نحوه ارتباط میان فرکتال و تئوری آشوب را آشکار می‌کند(لورا مایلس[4]، ۲۰۲۰).

۲-۲ تئوری آشوب و ویژگی فرکتال در اقتصاد مالی

به عقیده‌ی ویتلی هنگامی یک سیستم را غیرقابل‌پیش‌بینی می‌نامند که تعیین جایگاه بعدی آن غیرممکن باشد و هیچ‌گونه امکان پیش‌بینی در مورد آن وجود نداشته باشد. چنین سیستمی هرگز دو بار در یک مکان فرود

[1] Self-Similar
[2] Self-affine
[3] Thomas,F
[4] Laura.R, Milos.C

نمی‌آید، اما طبق نظریه‌ی آشوب اگر چنین سیستمی برای مدت کافی تحت نظر گرفته شود، با بررسی حالت‌های سیستم در لحظه‌های مختلف زمان سیستم یادشده همواره نظم ذاتی خودش را به نمایش می‌گذارد؛ حتی غیرقابل‌پیش‌بینی‌ترین (آشفته‌ترین) سیستم‌ها نیز همواره در محدوده‌ی مرزهای معینی حرکت می‌کنند و هرگز از آن خارج نمی‌شوند اغلب درون بی‌نظمی و آشوب، الگویی از نظم وجود دارد که به‌طور شگفت‌انگیزی زیبا است (تهرانی و همکاران، ۱۳۸۹).

بر اساس نظریه‌ی آشوب، جهان، نظامی غیرخطی، پیچیده و غیرقابل‌پیش‌بینی است. این نظریه به سیستم‌هایی اشاره دارد که ضمن نشان دادن بی‌نظمی، حاوی نوعی نظم نهفته درون خود هستند و بیان‌گر رفتارهای نامنظم، غیرخطی و غیرقابل‌پیش‌بینی و پیچیده در سیستم‌ها است و قائل به وجود یک الگوی نظم غایی در تمام این بی‌نظمی‌ها است. به دلیل غیرخطی بودن و پیچیدگی سیستم‌های آشوب، ارائه‌ی مدل ازاین‌گونه سیستم‌ها کاری بس مشکل و سخت است. به همین علت سعی شده است به کمک مثال‌ها و مدل‌های رایانه‌ای وجهی از سیستم‌های آشوبناک نشان داده شود (مشیری، ۱۳۸۱).

یکی از مهم‌ترین کاربردهای نظریه‌ی آشوبناک در حسابداری و امور مالی پیش‌بینی روند متغیرهای اصلی در بازارهای پولی و مالی است. برای نشان دادن رفتار آشوبناک قیمت در بازار سهام از مدل دی و هانگ استفاده می‌شود. این مدل تلاش می‌کند که توضیح دهد چگونه بازارهای پررونق ناگهان تنزل می‌یابند و رفتار آن‌ها تصادفی به نظر می‌رسد. دو گروه از سرمایه‌گذاران در این مدل دخیل هستند؛ گروه اول سرمایه‌گذاران آگاه که منابعی از اطلاعات را در اختیاردارند که می‌توانند ارزش ذاتی یک سهم را تعیین کنند، گروه دوم سرمایه‌گذاران غیر آگاه که برخلاف گروه اول درگیر جمع‌آوری اطلاعات از شرکت‌ها نمی‌شوند. این گروه بر اساس اطلاعات افشاشده از طریق سرمایه‌گذاران آگاه و تخمینی که از تفاوت بین قیمت کنونی و ارزش ذاتی می‌زنند، قیمت آتی اوراق بهادار را برآورد می‌کنند. دی و هانگ با بررسی جز به‌جز رفتار دو گروه سرمایه‌گذار هیچ جزء تصادفی را مشاهده نمی‌کنند و نشان می‌دهند که تغییر قیمت سهام به‌طور کامل تعیین‌شده است (بلاک[1]، ۲۰۰۰، ۲۵). مطالعه‌ی پدیده آشوب در بازار سرمایه می‌تواند اطلاعات مفیدی به هر دو گروه سرمایه‌گذاران ارائه نماید.

۳-۲ از فرضیات بازار کارا به فرضیات بازار فرکتال

پیترز (۱۹۹۴) فرضیات بازار فرکتال (FMH) را به‌عنوان یک چارچوب جدید برای مدل کردن تقابل میان حالت تصادفی و قطعی بازار سرمایه پیشنهاد داد. فرضیات بازار فرکتال برای درک نوسانات، گسستگی و غیر تناوبی بودن خصوصیات بازار سرمایه از لحاظ تئوری قوی‌تر و محکم‌تر به نظر می‌رسد، فرضیات بازار فرکتال شرح می‌دهد که بازار مالی مکانی است که امکان ملاقات سرمایه‌گذاران (خریداران و فروشندگان) را در هر زمان فراهم می‌سازد. به‌هرحال، لازم است نقدینگی کافی در بازار وجود داشته باشد تا سرمایه‌گذاران با افق‌های مختلف سرمایه‌گذاری نسبت به انجام معامله‌ای مؤثر در قیمتی نزدیک به قیمت عادلانه اقدام کنند. در حقیقت، نقدینگی در بازار اطمینان

[1] Blak, 2000, 25

می‌دهد که در صورت عدم تعادل میان عرضه و تقاضا هیچ‌گونه بحران یا ترسی رخ ندهد. بنابراین، عملکرد اصلی بازار، ایجاد یک محیط نقد برای فعالیت‌های اقتصادی است.

«بازار در حالتی به پایداری خواهد رسید که سرمایه‌گذاران با افق‌های مختلف، اطلاعات مختلف، درنتیجه، برداشت‌های متفاوت از قیمت عادلانه داشته باشند» (پیترز ۱۹۹۴). بر اساس نظریه پیترز، افراد با افق‌های مختلف زمانی، ارزش‌های اطلاعاتی متفاوت خواهند داشت. برای مثال، معامله‌گر روزانه به قیمت‌های روزانه توجه می‌کند و آن‌ها به روندهای اخیر توجه می‌کنند، به همین خاطر، نسبت به اطلاعات آینده بی‌تفاوت هستند. از طرف دیگر، سرمایه‌گذاران بلندمدت، دارای دیدگاه بلندمدت هستند، به همین علت سرمایه‌گذاران از مفهوم قیمت عادلانه برداشت‌های مختلفی دارند و گردش اطلاعات در بازار تأثیرهای متفاوت بر افق‌های سرمایه‌گذاری دارد، در این حالت، اطلاعاتی که باعث کاهش قیمت برای افق‌های کوتاه‌مدت و خرید سهام توسط سرمایه‌گذاران بلندمدت می‌شود، پایداری بازار را حفظ خواهند کرد. نهایتاً، فرضیات بازار فرکتال بیان می‌دارد: "در بازار سرمایه، ساختار آماری کوتاه‌مدت فرکتالی به دوره‌های اقتصادی بلندمدت اضافه می‌شود و حالت قطعیت را ایجاد می‌کند" (پیترز ۱۹۹۴).

۳- پیشینه

کاپوراله و همکاران[1] (۲۰۲۰) در پژوهشی تحت عنوان قیمت‌های بالا و پایین و دامنه در بازارهای سهام اروپا، رویکردی با حافظه طولانی‌مدت را موردبررسی قراردادند. این مقاله از روش‌های فرکتال برای بررسی رفتار تصادفی قیمت‌های بالا و پایین سهام در اروپا و سپس آزمایش وجود پیوندهای طولانی‌مدت بین آن‌ها با مشاهده دامنه ، یعنی تفاوت بین دو سری ثبت‌شده استفاده کردند. به‌طور خاص ، داده‌های ماهانه ، هفتگی و روزانه در مورد پنج شاخص بازار سهام در اروپا تجزیه‌وتحلیل شد. در همه موارد، ترتیب ادغام محدوده، کمتر از سری اصلی است که این امر به معنی وجود یک رابطه تعادلی بلندمدت بین قیمت‌های بالا و پایین است. بعلاوه ، وقفه‌های متعدد در سری‌های قیمت‌های پایین و بالا مشاهده می‌شود، اما هیچ وقفه‌ای در محدوده دامنه وجود ندارد و فرکتال برآورد شده در همه موارد مثبت است، که نشان‌دهنده وجود حافظه بلندمدت است.

لورا و همکاران (۲۰۲۰)، به بررسی رابطه بازده های هفتگی بازارهای بورس کشورهای اروپای مرکزی و شرقی در فاصله سال های ۱۹۹۷ تا ۲۰۱۸ با استفاده از تجزیه و تحلیل نوسانات سری زمانی جهت تشخیص مولتی فراکتال (DFAو MF) پرداختند. نتایج تحقیق نشان می دهد که بازارهای سهام مزبور از یک روند تصادفی به نحوی که در فرضیه بازار کارا پیش بینی شده است، تبعیت نکرده بلکه فرآیندی تحت تاثیر نوسانات بزرگ و کوچک دارند و دارای حافظه بلندمدت هستند و به بیان دیگر بازارهای سهام مورد نظر کارا نبوده است.

مالیکارجونا و پراباکارا[2] (۲۰۱۹) "ارزیابی روش‌های پیش‌بینی از بازده سهام منتخب بازار " را ارائه کردند. این مطالعه باهدف بررسی عملکرد پیش‌بینی کننده مدل‌های خطی ، غیرخطی ، هوش مصنوعی ، دامنه فرکانس و

[1] Guglielmo Maria Caporale et al.
[2] M. Mallikarjuna & R. Prabhakara Rao

مدل‌های هیبریدی برای یافتن یک مدل مناسب برای پیش‌بینی بازده سهام بازارهای توسعه‌یافته ، نوظهور و پیشرو انجام‌شده است. آن‌ها بازده روزانه بورس شاخص‌های منتخب از این بازارها را برای دوره ۲۰۰۰-۲۰۱۸ در نظر گرفتند تا عملکرد پیش‌بینی‌شده مدل‌های بالا را ارزیابی کنند. نتایج نشان داد که هیچ مدل واحدی از پنج مدل نمی‌تواند به‌طور یکسان در همه بازارها اعمال شود. بااین‌حال ، مدل‌های سنتی خطی و غیرخطی در ارائه پیش‌بینی‌های دقیق ، از هوش مصنوعی و مدل‌های دامنه فرکانسی پیشی گرفته‌اند.

ژانگ و همکاران (۲۰۱۸)، با بررسی شاخص بازده نسبت به تحلیل مولتی فراکتال بازارهای هنگ کنگ و شانگهای قبل و بعد از اتصال برنامه SHSCP[1] اقدام نمودند، این یافته دلالت دارد که هر یک از دو بازار سهام، یک سیستم مولتی فراکتال غیرخطی، خود همبسته و دارای حافظه بلندمدت بوده و فرضیه بازارهای کارا با ویژگی خطی بودن و توزیع نرمال در این دو بازار مورد اشاره موضوعیت ندارد. همچنین نتایج حاصل از ۴۸۰۰ نمونه نشان داد درجه مولتی فراکتال بازار سهام چین از SHSCP تحت تاثیر نوسانات بازار سهام و سقوط سال ۲۰۱۵ بازار سهام شانگهای قرار نمی گیرد که این موضوع می تواند به دلیل سیاسی بودن بازار سهام چین اتفاق افتاده باشد.

هو و همکاران(۲۰۱۸)، تحلیل مولتی فراکتالی را برای شاخص قیمت سهام در تایوان بکار بردند و وجود ویژگی های مولتی فراکتال در بازار سهام تایوان را تایید کردند. آن ها نتیجه گرفتند که وجود اطلاعات بازار به صورت فرآیندی زنجیره ای موجب چند فراکتالی می شود.

شینتانی و لینتن (۲۰۰۳)[2] به بررسی روند گام تصادفی و آشوبناک در شاخص داوجونز بورس سهام امریکا پرداختند. این محققین شاخص روزانه داوجونز بورس سهام امریکا را در دوره زمانی ۱۹۲۸-۲۰۰۰با استفاده از توان لیاپانوف آزمون کردند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که سری زمانی شاخص داوجونز بیشتر از یک‌روند تصادفی پیروی می‌کند تا اینکه از یک‌روند آشوبناک پیروی کند.

توماس (۲۰۱۶)[3]در پژوهشی تحت عنوان" تجزیه‌وتحلیل ابعاد فراکتال بر بازده داراییهای چین "به بررسی وجود گام تصادفی در بازار سهام چین پرداخت. در این پژوهش توماس بازارهای شانگهای و شانزن که دو بازار مهم در چین می‌باشند را موردبررسی قرارداد. او با استفاده از توان هرست که ابزاری جهت آزمون ابعاد فراکتال می باشد، تغییرات شاخص سهام این دو بازار را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. روش توماس به این صورت بود که ابتدا بازارهای شانگهای و شانزن را به‌عنوان دو بازار جدا و مستقل از هم در نظر گرفت. سپس دوره زمانی موردبررسی را از سال ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۶ انتخاب کرد. در مرحله بعد با استفاده از توان هرست ابعاد فراکتال این بازارها را محاسبه و سپس کارایی دو بازار را نسبت به هم مقایسه کرد. همچنین توماس توان هرست دو بازار را با توان هرست گروه شبیه‌سازی‌شده مقایسه کرد. نتایج پژوهش توماس نشان داد که هیچ‌کدام از دو بازار شانگهای و شانزن دارای کارایی در سطح ضعیف نمی‌باشند اما بازار شانگهای کارایی بیشتری نسبت به بازار شانزن دارد.

[1] این برنامه رسماً نوامبر سال ۲۰۱۸ راه اندازی شد، یک حرکت استراتژیک در بازارهای مالی چین، با هدف دسترسی به بازارهای دو طرفه گه برای اولین بار در بورس شانگهای و هنگ کنگ امکان پذیر شد. کانالی قابل کنترل و قابل گسترش برای دسترسی به بازارهای دوطرفه می باشد که این برنامه دسترسی به بازارهای دو طرفه را برای طیف وسیعی از سرمایه گذاران بورس های شانگهای و هنگ کنگ عملی شد که این موضوع راه را برای گشایش ارتباط بیشتر بازارهای مالی چین و بازارهای بین المللی را هموار می سازد.

[2] Serletin and Shintani,2016

[3] Thomas, (2016)

اجاقی و فتحی(۱۴۰۰) مدل پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از فرآیندهای تصادفی را در شرکت‌های انبوه‌سازی املاک و مستغلات در بورس اوراق بهادار تهران موردبررسی قراردادند. این پژوهش به طراحی و تبین مدل پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از فرایندهای تصادفی پرداخته است. جامعه آماری پژوهش کلیه شرکت‌های صنعت انبوه‌سازی املاک و مستغلات در بورس اوراق بهادار تهران از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۸ است. پیش‌بینی رفتار قیمت سهام و شاخص کل صنعت با روش‌های اتورگرسیو و میانگین متحرک برحسب فرایندهای تصادفی نشان داد از الگوی تبیین شده نمی‌توان برای پیش‌بینی رفتار قیمت سهام استفاده کرد اما در برخی از گام‌های تصادفی، خطای پیش‌بینی ناچیز بوده است. در خصوص پیش‌بینی رفتار قیمت سهام، سه‌گام آخر فرآیند، فصل زمستان تأثیر معناداری بر روی پیش‌بینی قیمت سهام‌دارند؛ اما گام اول، تأثیر معناداری در پیش‌بینی رفتار شاخص صنعت دارد. در گام‌های اول خطای پیش‌بینی رفتار شاخص صنعت بسیار اندک است و می‌توان از الگوی تبیین شده برای پیش‌بینی رفتار شاخص در ماه‌های آغازین سال استفاده کرد.

خواجوی(۱۳۹۵) به تجزیه و تحلیل تجربی ابعاد فراکتال بر قیمت سهام شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداخت، نمونه آماری پژوهش قیمت در دوره زمانی ۱۳۸۲-۱۳۹۱ می باشد. در این پژوهش با استفاده از تحلیل R/S و توان هرست به بررسی تصادفی بودن سری زمانی قیمت پرداخته شده است. تحلیل R/S به عنوان یک روش غیرخطی قوی برای بررسی سریهای زمانی تصادفی و تشخیص آنها از سریهای زمانی غیرتصادفی کاربرد دارد که مهمترین مزیت تحلیل R/S عدم وابستگی به نوع توزیع سری زمانی مربوط است. یافته های حاصل از این پژوهش نشان می دهد که سری زمانی قیمت، مستقل و تصادفی نیست و دارای حافظه بلندمدت می باشد.

رهنمای رودپشتی و کلانتری (۱۳۹۳) نیز مدل های مولتی فرکتال در علوم مالی: ریشه، ویژگی ها و کاربردهای آنها را مورد بررسی قرار دادند. مقاله به مرور روش مولتی فرکتال که در سال های اخیر برای پیش بینی و مدلسازی نوسان پذیری قیمت گسترش یافته، پرداخته است. در ابتدا ریشه این روش که از مدل های مشابه جریانات آشفته در فیزیک آماری، نشات گرفته شده است معرفی و سپس جزئیاتی در مورد مشخصات و ویژگی های مدل های سری زمانی مولتی فرکتالی در مالی، روش های در دسترس برای تخمین آن ها و وضعیت کنونی کاربردهای تجربی این مدل ها ذکر می شود. نتایج پژوهش نشان می دهد که پویایی بازار سرمایه موجب شده است که رویکردها، شیوه ها و مدل های تحلیل بازار در حال تحول باشد، همچنین در خوشه بندی نوسانات سری های زمانی مالی، مقیاس های کوچکتر مدنظر قرار می گیرد.

رودپشتی و همکاران (۱۳۹۱)، در پژوهشی آنالیز فرکتالی شاخص بورس اوراق بهادار تهران به روش RS را بررسی کردند. نتایج این پژوهش که بر اساس روش R/S و در بازه زمانی سال های ۱۳۸۰-۱۳۸۹ انجام گرفته نشان می دهد، شاخص قیمت کل روزانه و هفتگی بازار از خاصیت فراکتالی برخوردار است.

۴- روش پژوهش

این پژوهش، از نوع پژوهش کاربردی و ازآنجاکه موضوع این پژوهش بررسی خواص فراکتال بر بازده، قیمت، ریسک سیستماتیک و ریسک سقوط آتی قیمت سهام در بازار سرمایه ایران است، لذا می‌توان این پژوهش را در زمره

پژوهش‌های توصیفی-پیمایشی قرارداد. همچنین، روش‌شناسی پژوهش از نوع پس‌رویدادی می‌باشد؛ بدین معنی که پژوهش بر اساس اطلاعات گذشته انجام‌شده است. جامعه آماری پژوهش شامل کلیه شرکت‌های پذیرفته‌شده در بازار بورس و فرابورس ایران طی دوره زمانی ۱۳۸۸-۱۳۹۷ می‌باشد. نمونه‌گیری این پژوهش نیز به‌صورت هدفمند بوده است، به این معنی که جامعه با در نظر گرفتن شرایطی غربال‌شده و شرکت‌های منطبق با شرایط موردنظر بر اساس روش حذفی سیستماتیک به‌عنوان شرکت‌های نمونه آماری پژوهش مورد تحلیل قرارگرفته است. درنهایت با اعمال شرایطی به‌منظور همگن‌سازی، حذف هلدینگ ها و کنترل سال مالی، تعداد ۱۶۷ شرکت به‌عنوان نمونه موردمطالعه در این پژوهش، انتخاب شدند. با توجه به تغییرات ۵ سال اخیر بسیاری از متغیرهای اقتصادی دچار تغییرات چشمگیر شده‌اند که بر این اساس در این مطالعه به‌منظور بررسی دقیق‌تر وجود ویژگی فرکتالی از دو بازه زمانی ۵ و ۱۰ سال استفاده خواهد شد و نتایج یافته‌ها مبتنی بر این دو بازه ارائه خواهد شد.

۵- متغیرها و فرضیه‌های پژوهش

متغیرهای مورداستفاده در این پژوهش در جدول۱ ارائه‌شده است:

جدول ۱: متغیرهای پژوهش

نام متغیر	علامت اختصاری	نحوه محاسبه
ویژگی فراکتال	Fractal	محاسبه با استفاده از برآورد مدل ARIFMA و شاخص هرست
بازده سهام	R	نسبت به اولین قیمت و آخرین قیمت محاسبه می‌شود.
قیمت سهام	P	با استفاده از اطلاعاتی که توسط سازمان بورس برای هر شرکت هرساله و ماهانه و روزانه منتشر می‌شود.
ریسک سیستماتیک	Beta	با استفاده از شاخص بتا
ریسک سقوط قیمت سهام	W	محاسبه با استفاده از چولگی منفی بازده ماهانه خاص شرکت

که ویژگی فرکتال متغیرها و نحوه محاسبه آن در ادامه ارائه‌شده است:

ویژگی فراکتال: در این پژوهش، وجود ابعاد فراکتال از طریق بررسی شاخص هرست[1] را می‌توان متغیر وابسته در نظر گرفت. هرست از کارهای اینشتین (۱۹۰۸) در مورد حرکت‌های براونی آگاه بود. حرکت‌های براونی به‌عنوان یک مدل اولیه گشت تصادفی محسوب می‌شود. بر اساس یافته‌های اینشتین فاصله‌هایی که اجزاء تصادفی پوشش می‌دهند باریشه دوم زمان افزایش می‌یابد به عبارتی:

$$R = T^{0.5}$$

فاصله پوشش یافته:R

[1] Hurst

شاخص زمانی:T

از رابطه فوق در اقتصاد مالی برای سنجش نوسانات سالیانه با کاربست انحراف استاندارد بازده‌های ماهیانه و ضرب آن‌ها و گرفتن ریشه دوم استفاده می‌شود. هرست[1](۱۹۵۱) و در ادامه مندلبروت[2](۱۹۷۹) به ترتیب در رابطه با پیش‌بینی طغیان‌های رودخانه نیل در مصر و تحلیل سری‌های زمانی مالی از تحلیل دامنه استاندارد (تحت عنوان تحلیل R/S) برای تشخیص سیستم‌های تصادفی از غیر تصادفی، پایداری روندها و طول دوره چرخه‌ها (بلندمدت یا کوتاه‌مدت) در بازارهای سهام استفاده کردند.

بر مبنای این تئوری اصلی چنانچه در سری‌های زمانی مالی پس از محاسبه نمای H (نمای هرست) رابطه ۰.۵≤H≤۱ برقرار باشد، سری زمانی پایدار می‌باشد و این سری زمانی پایدار به‌وسیله اثر حافظه بلندمدت مشخص می‌شود. به‌صورت نظری یعنی هر اتفاقی که امروز می‌افتد برای همیشه در آینده تأثیر می‌گذارد، مطرح‌شده است (رهنما رودپشتی و همکاران،۱۳۹۱). و درنهایت اگر ۰.۵>H>۰ باشد دلالت بر ناپایداری و تصادفی بودن روند یا سیستم می‌باشد. در ادامه بعد فرکتال(D) با استفاده از نمای هرست(H) از رابطه D=2-H قابل‌محاسبه است. چنانچه بعد فرکتال کمتر از ۱.۵ (0.5>H) محاسبه شود سری زمانی بی‌دوام است.

در اوایل دهه ۱۹۸۰ گرنجر و جویکس نگرشی جایگزین را برای مدل‌سازی حافظه بلندمدت با ایجاد مدل خود رگرسیون محرک انباشته جزئی (ARFIMA) ارائه دادند و ازآنجایی‌که بین فرآیند حافظه بلندمدت و فرآیند حافظه کوتاه‌مدت در سری زمانی مالی تمایز قائل می‌شود مزیت ممتازی را نسبت به تجزیه‌وتحلیل کلاسیک R/S که گرایش بسیار زیادی به پذیرش صفر حافظه بلندمدت باوجود فرآیند حافظه کوتاه‌مدت را دارد ایجاد می‌کند. همچنین در این رابطه می‌توان به مطالعه تئوریک هاسکینگ (۱۹۸۱) اشاره داشت که هدف آن آزمون و تخمین چنین مدل‌هایی بود.

در این پژوهش با استفاده از توابع خودهمبستگی (AC) و تابع چگالی طیفی مرتبه ARMA برای سری زمانی برآورد و سپس نسبت به آزمون وجود حافظه بلندمدت در متغیرهای تحقیق با تفاضل گیری مرتبه اول ARFIMA(1,d,1) اقدام شده و در این رابطه به استناد مطالعه هاسکینگ نمای H از طریق محاسبه مرتبه انباشتگی (d) که بر اساس(0,d,0) ARIFMA محاسبه‌شده، از رابطه H=.05+d برآورد شده و بعد فرکتال نیز در ادامه از رابطه D=2-H محاسبه‌شده است. سپس بعد فراکتال گروه شبیه‌سازی‌شده گام تصادفی با استفاده از آزمون نا پارامتری (RUN) محاسبه و درنهایت با استفاده از آزمون t تفاوت بین ابعاد در دوباره زمانی ۵ و ۱۰ سال بررسی‌شده است، بنابراین فرضیه‌های پژوهش به‌صورت زیر خواهد بود:

۱-۵-فرضیه‌های پژوهش

فرضیه ۱: تفاوت معناداری میان بعد فراکتال شاخص بازده و قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته‌شده در بازار سرمایه ایران در بازه زمانی ۱۳۸۸-۱۳۹۷و بعد فراکتال گروه شبیه‌سازی‌شده گام تصادفی وجود دارد.

[1] Hurts
[2] Mandelbrot

فرضیه ۲: تفاوت معناداری میان بعد فراکتال شاخص بازده و قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته‌شده در بازار سرمایه ایران در بازه زمانی ۱۳۹۳-۱۳۹۷و بعد فراکتال گروه شبیه‌سازی‌شده گام تصادفی وجود دارد.
فرضیه ۳: تفاوت معناداری میان بعد فراکتال شاخص بازده و ریسک سیستماتیک سهام شرکت‌های پذیرفته‌شده در بازار سرمایه ایران در بازه زمانی ۱۳۸۸-۱۳۹۷و بعد فراکتال گروه شبیه‌سازی‌شده گام تصادفی وجود دارد.
فرضیه ۴: تفاوت معناداری میان بعد فراکتال شاخص بازده و ریسک سیستماتیک سهام شرکت‌های پذیرفته‌شده در بازار سرمایه ایران در بازه زمانی ۱۳۹۳-۱۳۹۷و بعد فراکتال گروه شبیه‌سازی‌شده گام تصادفی وجود دارد.
فرضیه ۵: تفاوت معناداری میان بعد فراکتال شاخص بازده و ریسک سقوط آتی قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته‌شده در بازار سرمایه ایران در بازه زمانی ۱۳۸۸-۱۳۹۷و بعد فراکتال گروه شبیه‌سازی‌شده گام تصادفی وجود دارد.
فرضیه ۶: تفاوت معناداری میان بعد فراکتال شاخص بازده و ریسک سقوط آتی قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته‌شده در بازار سرمایه ایران در بازه زمانی ۱۳۹۳-۱۳۹۷و بعد فراکتال گروه شبیه‌سازی‌شده گام تصادفی وجود دارد.
فرضیه ۷: تفاوت معناداری میان بعد فراکتال شاخص قیمت و ریسک سیستماتیک سهام شرکت‌های پذیرفته‌شده در بازار سرمایه ایران در بازه زمانی ۱۳۸۸-۱۳۹۷و بعد فراکتال گروه شبیه‌سازی‌شده گام تصادفی وجود دارد.
فرضیه ۸: تفاوت معناداری میان بعد فراکتال شاخص قیمت و ریسک سیستماتیک سهام شرکت‌های پذیرفته‌شده در بازار سرمایه ایران در بازه زمانی ۱۳۹۳-۱۳۹۷و بعد فراکتال گروه شبیه‌سازی‌شده گام تصادفی وجود دارد.

۶- یافته‌ها

پیش از انجام تحلیل‌ها توابع خودهمبستگی و توابع چگالی طیفی متغیرهای پژوهش محاسبه و رسم شده‌اند.

۶-۱- خودهمبستگی[1] و تابع چگالی طیفی[2]

با بررسی تابع خودهمبستگی در سری زمانی داده‌های بازار سهام ایران می‌توان اعتبار فرضیه بازار کارا را بر اساس نمونه موردبررسی، به‌راحتی مورد آزمون قرارداد. درواقع منظور از کارایی این است که تا چه میزان در تعیین قیمت سهام، اطلاعات بازار نقش دارد. بنابراین بازاری را کارا گویند که کارایی لازم را برای پردازش اطلاعات داشته باشد[3].اگر خودهمبستگی را با C(T) نشان داده شود، برای یک سری زمانی(X(t)) موردنظر، می‌توان خودهمبستگی را به‌صورت زیر تعریف کرد.

$$C(\tau) = \frac{\langle x(t+\tau)x(t)\rangle - \langle x(t+\tau)\rangle\langle x(t)\rangle}{\langle x^2(t)\rangle - \langle x(t)\rangle^2}$$

[1]Autocorrelation
[2]Spectral Density Function
[3] كارائي بازار به ترتيب در سه سطح ضعيف، نيمه قوي و قوي با استفاده از سه مجموعه اطلاعاتي مورد بررسي قرار مي گيرد. اين اطلاعات به ترتيب عبارتند از: اطلاعات مربوط به قيمت هاي گذشته، كليه اطلاعات عمومي انتشار يافته، اطلاعات عمومي و اطلاعات خصوصي محرمانه. (اله ياري، ۱۳۸۷). به طور كلي فرض مي شود كه ويژگي هاي بازار كارا عبارتست از: ۱- اطلاعات با سرعت و فوريت و با حداقل هزينه به دست تصميم گيرندگان مي رسد. ۲- شرايط بازار رقابت از نوع كامل است يعني ورود و خروج به بازار آزاد و تعداد فروشندگان و خريداران بسيار زياد است. ۳- هيچ معامله گري آنچنان قدرت ندارد كه بازار را تحت نفوذ خود داشته باشد و تاثير مهمي در بازار بگذارد. ٤-تعديل قيمت ها در نتيجه انتشار اطلاعات جديد به سرعت انجام مي شود. ٥- هزينه معاملات صفر فرض مي شود.

دو خاصیت آماری تحلیل تابع خودهمبستگی و تابع چگالی طیفی سری زمانی، معادل یکدیگر خواهند بود اگر سری زمانی موردبررسی دارای ویژگی فرآیند تصادفی مانا باشد(گوپیکریشمان و همکاران[1]، ۲۰۰۰). بر اساس نتایج آزمون مانایی بر روی چهار متغیر بازده سهام، قیمت سهام، ریسک سیستماتیک و ریسک سقوط قیمت سهام، نشان‌دهنده عدم پذیرش نا مانایی ضعیف می‌باشد. لذا در این مرحله می‌توان آزمون چگالی طیفی را انجام داد. تابع چگالی طیفی استاندارد ($f(w_s)$)به‌صورت تابعی در ادامه نشان داده خواهد شد.

$$f(w_s) = 1 + 2\sum^{m} \lambda_k (\frac{\gamma_k}{\quad}) Cos(kw_s)$$

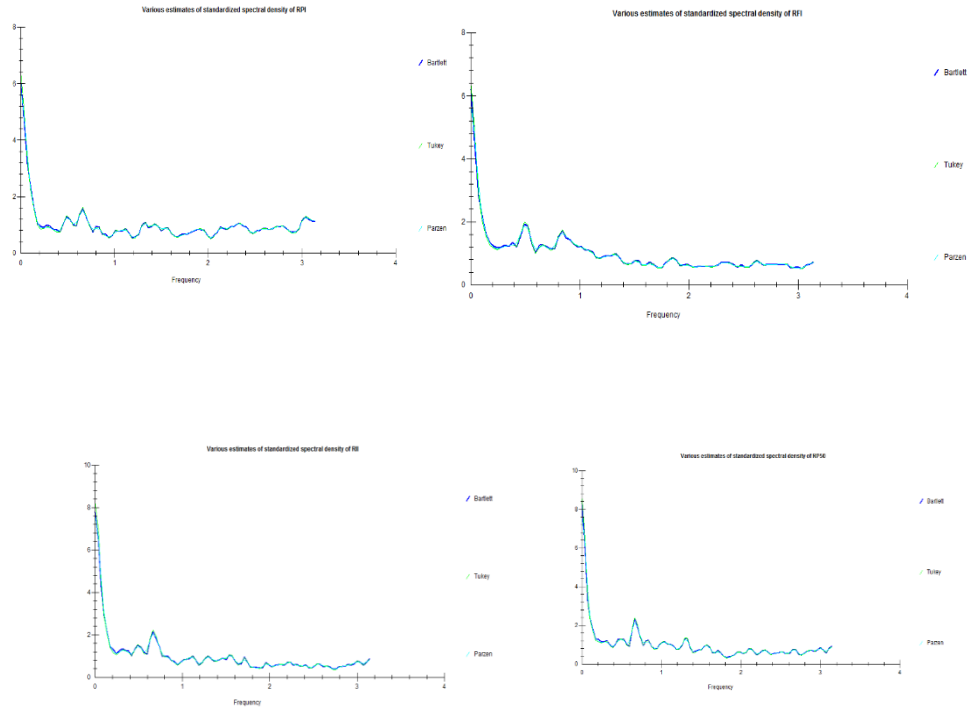
به‌طوری‌که:

$$\gamma_k = n^{-1} \sum^{n} (x_t - \bar{x})(x_{t-k} - \bar{x})$$
$$k = 0,1,2,.....n-1$$
$$0 \le w \le \pi$$

برای بررسی نتایج محاسبه تجربی تابع چگالی طیفی استانداردشده[2] از تکنیک بارتلت[3]، تارکی[4] و پارزن[5] استفاده‌شده که در شکل۱ نشان داده‌شده است.

نتایج نشان می‌دهد که برآورد تابع چگالی طیفی استانداردشده از سه تکنیک بارتلت، تارکی و پارزن بر یکدیگر منطبق می‌باشد. شواهد بیانگر این است که خودهمبستگی در سطحی ضعیف قرار دارد. به عبارت بهتر، فرضیه وجود خودهمبستگی ضعیف رد نمی‌شود. بنابراین به‌عنوان یک نتیجه ضمنی می‌توان عنوان کرد که عدم رد وجود خودهمبستگی ضعیف به عدم رد وجود کارایی ضعیف در بازار سهام ایران منجر خواهد شد.

[1]Gopikrishman. et al.
[2]Standardized Spectral Density Function
[3]Bartlett
[4]Turkey
[5]Parzen



شکل۱: برآورد تابع چگالی طیفی متغیرهای پژوهش(یافته های پژوهش)

۲-۶ نتایج برآورد ویژگی فرکتالی

یکی از روش‌های محاسبه نمای هرست استفاده از مدل ARFIMA است که در آن شاخص هرست بر اساس مقدار $H = 0.5 + d$ و درنتیجه بعد فراکتال از رابطه D=2-H محاسبه می‌شود. لذا نمای هرست برای سری متغیرهای پژوهش در دو بازه زمانی به‌طور غیرمستقیم از رابطه مذکور برآورد شد. مقدار برآورد مرتبه انباشتگی(d) از تفاضل گیری مرتبه اول ARFIMA(1,d,1) برای متغیرهای پژوهش برای دوره زمانی ده‌ساله و پنج‌ساله محاسبه‌شده است. اگر مقدار به‌دست‌آمده بزرگ‌تر از ۱.۵ باشد، ویژگی فرکتالی برای متغیر مورد تائید نیست. خلاصه نتایج مربوط به این ویژگی در جدول ۲ گزارش‌شده است:

جدول ۲ : خلاصه نتایج پارامترهای مرتبط با متغیرهای مستقل پژوهش(یافته های پژوهش)

بازه زمانی	متغیر	مرتبه انباشتگی(d)	نمای هرست(H)	بعد فرکتال (D)	نتیجه
پنج‌ساله	قیمت سهام	۰.۰۸	۰.۵۸	۱.۴۲	دارای بعد فراکتال
	بازده سهام	۰.۰۹	۰.۵۹	۱.۴۱	دارای بعد فراکتال
	ریسک سیستماتیک	-۰.۰۸	۰.۴۲	۱.۵۸	نا پایدار-تصادفی
	ریسک سقوط آتی قیمت سهام	۰.۰۵	۰.۴۵	۱.۵۵	نا پایدار-تصادفی
ده‌ساله	قیمت سهام	۰.۰۷	۰.۵۷	۱.۴۳	دارای بعد فراکتال
	بازده سهام	۰.۱	۰.۶	۱.۴	دارای بعد فراکتال
	ریسک سیستماتیک	-۰.۱۴	۰.۳۶	۱.۶۴	نا پایدار-تصادفی
	ریسک سقوط آتی قیمت سهام	-۰.۰۲	۰.۴۸	۱.۵۲	نا پایدار-تصادفی

با توجه به مشخص شدن نتیجه وجود ویژگی فرکتالی، در ادامه برای آزمون فرضیه‌های پژوهش گام تصادفی ارائه‌شده است:

۳-۶ نتایج برآورد مدل گام تصادفی

فرضیه گام تصادفی مستلزم آن است که نسبت‌های واریانس برای تمامی مقادیر q های انتخابی برابر یک باشند. اساس آزمون نسبت واریانس چندگانه بر مبنای رابطه زیر قرار دارد:

$$pr\left[max|z_1|, \dots |z_m| \leq Z\alpha^*/_2\right] \geq (1-\alpha)$$

$$\alpha^* = (1-\alpha)^{1/m}$$

z_i تا مستقل و دارای توزیع نرمال استاندارد هستند. این دنباله همان آماره‌های استانداردشده تحت فرض واریانس همسانی است که در آزمون نسبت واریانس چندگانه چاو و دنینگ (CD) محاسبه‌شده بود.

همان‌گونه که مشاهده می‌شود برای متغیرهای پژوهش، مقدار بیشینه قدر مطلق که$z^*(q)$ $z(q)$ از مقدار بحرانی کمتر است لذا با توجه به مقدار بحرانی SMM معنادار است؛ بنابراین، گام تصادفی تحت واریانس همسانی تائید خواهد شد. لذا درمی‌یابیم که بر اساس آزمون چندگانه CD، فرضیه گام تصادفی تحت واریانس همسانی و واریانس ناهمسانی برای تمام متغیرهای پژوهش تائید می‌شود.

جدول۳: مقادیر محاسبه‌شده *z(q)* و *z*(q)* در آزمون نسبت واریانس چندگانه چاو و دنینگ (*CD*)

(*α=0.05, SMM=2.569*) (یافته های پژوهش)

دوره زمانی	نام متغیر	*z(q)*	*z*(q)*	*MAE*
ده ساله	بازده سهام	۱.۹۱۱	۱.۲۱۴۴	۱۳۸.۸۳۰۹
	قیمت سهام	۰.۲۹۱۴	۰۲۱۴۴	۸.۴۵۶۶
	ریسک سیستماتیک	۰.۸۰۰۱	۰.۷۴۶۹	۱۱۴.۴۹۹۳
	ریسک سقوط قیمت سهام	۰.۲۵۰۱	۰.۲۱۵۰	۱۰.۵۲۶۲
پنج ساله	بازده سهام	۱.۳۲۲	۱.۳۸۱	۰.۳۱۲۳
	قیمت سهام	۳.۰۰۱	۲.۳۹۷۲	۷۹.۷۹۵۸
	ریسک سیستماتیک	۰.۹۰۱۴	۰.۸۴۱۶	۰.۲۰۶۸
	ریسک سقوط قیمت سهام	۰.۲۱۶	۰.۲۴۶۱	۳۳.۲۰۷۱

۴-۶ نتایج آزمون RUN (گردش)

این روش یک روش نا پارامتری محسوب می‌شود و در آن نیاز به فرضیاتی درباره شکل توزیع احتمالی متغیر تصادفی نداریم ، به‌جز آنکه مراحل اصلی کار به‌صورت پیوسته می‌باشد، آزمون همبستگی زمانی دارای نقاط ضعف مهمی می‌باشد. ازجمله ضریب پیش‌بینی‌شده اثر بر وابستگی این جریان پیوسته درزمانی که واریانس در حد بالایی باشد خواهد داشت. این شکل به‌وسیله آزمون گردش (Run) قابل‌حل خواهد بود. سؤالی که باید به آن جواب داده شود این است که آیا تسلسل و ترتیب تعدادی از مشاهدات یک ترتیب تصادفی است یا خیر ؟

برای جواب دادن به این سؤال باید تعدادی را که مشاهده کرده‌ایم موردبررسی قرار دهیم و ببینیم که چند Runدر سری وجود دارد. یک گردش عبارت از توالی یکسان علائمی است که به دنبال علائم مختلف یا بدون علامت می‌آید . به‌عنوان‌مثال (- ، -، +، ۰) را چهار گردش میگوییم اساسی که تعداد گردش‌ها محاسبه می‌شود به دو صورت است:

اگر میانگین و میانه سری به‌عنوان یک اساس در نظر گرفته شود، گردش را می‌توانیم به‌صورت ذیل تعریف کنیم:

مشاهدات پی‌درپی و بالا و پایین میانگین و میانه را گرفته تا گردش را تعیین کنیم. اگر در مشاهده بخصوصی به این نتیجه برسیم که مشاهدات بالایی متوسط هستند به آن علامت(+) می‌دهیم و اگر مشاهداتی پایین‌تر از متوسط داشته باشیم با علامت (-) نشان می‌دهیم و اگر مشاهدات برابر میانگین باشد، در این صورت مشاهدات را حذف می‌کنیم

اگر جامعه آماری ما یک جامعه پیوسته باشد و نیز تعداد مشاهدات بیشتر از ۲۵ مورد باشد، توزیع نمونه‌ای این تعداد گردش به‌طور جانبی زمان خواهد بود رابرت و والیس[1] در سال۱۹۶۵ تعداد گردش‌های مورد انتظار را شامل

[1] Robert and wallis

کلیه علائم صفر،- و + را فرمول‌بندی کردند و خطای معیار را برای تعداد مورد انتظار گردش به دست آوردند. درنهایت در این پژوهش فرضیه صفر و فرضیه جایگزین که در این بخش مورد آزمون قرارگرفته‌اند، عبارت‌اند از:

H0: سری‌های شبیه‌سازی‌شده، سری‌های تصادفی نیستند

H1: سری‌های مشاهده‌شده، سری‌های تصادفی هستند

غیر تصادفی بودن سری‌ها و در فرضیه جایگزین تصادفی بودن سری‌ها موردبررسی قرار گرفت. سطح معنی‌داری در این بررسی 5% در نظر گرفته‌شده است. چون مقادیر احتمال برای متغیرهای پژوهش، از ۰.۰۵ کمتر است لذا فرض سری‌های تصادفی برای همه متغیرهای پژوهش، موردقبول واقع می‌گردد.

جدول۴: نتایج آزمون *RUN* برای متغیرهای پژوهش(یافته های پژوهش)

دوره زمانی	نام متغیر	آماره z آزمون RUN	مقدار احتمال	نتیجه	نماد هرست H	بعد فراکتال D
ده ساله	بازده سهام	-۲.۶۱	۰.۰۰۴	سری شبیه‌سازی شده سری تصادفی است	۰.۷۱	۱.۲۹
	قیمت سهام	-۲.۱۱	۰.۰۰	سری شبیه‌سازی شده سری تصادفی است	۰.۶	۱.۴۰
	ریسک سیستماتیک	-۱۹.۲۹	۰.۰۰	سری شبیه‌سازی شده سری تصادفی است	۰.۲۱	۱.۷۹
	ریسک سقوط قیمت سهام	-۱۹.۲۹	۰.۴	سری شبیه‌سازی شده سری تصادفی است	۰.۳۷	۱.۶۳
پنج ساله	بازده سهام	-۱.۵۱	۰.۰۱	سری شبیه‌سازی شده سری تصادفی است	۰.۵۲	۱.۴۸
	قیمت سهام	-۱۹.۲۹	۰.۱۰	سری شبیه‌سازی شده سری تصادفی است	۰.۵۴	۱.۴۶
	ریسک سیستماتیک	-۱.۸۶	۰.۰۰	سری شبیه‌سازی شده سری تصادفی است	۰.۲۳	۱.۷۷
	ریسک سقوط قیمت سهام	-۲.۳۸	۰.۰۱	سری شبیه‌سازی شده سری تصادفی است	۰.۴۱	۱.۵۹

نتایج آزمون گردش نشان می‌دهد که در بازه‌های ۱۰ ساله فرضیه‌های پژوهش تائید می‌شوند. بنابراین می‌توان گفت که سری‌های موردمطالعه دارای ارقام غیر تصادفی هستند و روند خاصی در آن‌ها دیده می‌شود و به‌عبارت‌دیگر فرضیه جایگزین تائید می‌گردد.

در این بخش از پژوهش نمای هرست (H) و بعد فراکتال (D) متغیرهای تحقیق جهت گروه شبیه‌سازی‌شده گام تصادفی محاسبه گردید. در ادامه نتایجی مشابه با گروه تجربی به شرح جدول ۵ استخراج گردید:

جدول ۵ : مقایسه بعد فرکتال گروه شبیه‌سازی و تجربی(یافته های پژوهش)

دوره زمانی	متغیر	گروه تجربی		گروه شبیه‌سازی		نتیجه
		نمای H	بعد فراکتال	نمای H	بعد فراکتال	
ده‌ساله	بازده	۰.۶	۱.۴	۰.۷۱	۱.۲۹	دارای بعد فراکتال
	قیمت	۰.۵۷	۱.۴۳	۰.۶	۱.۴	دارای بعد فراکتال
	ریسک سیستماتیک	۰.۳۶	۱.۶۴	۰.۲۱	۱.۷۹	ناپایدار -تصادفی
	ریسک سقوط آتی قیمت سهام	۰.۴۸	۱.۵۲	۰.۳۷	۱.۶۳	ناپایدار -تصادفی
۵ ساله	بازده	۰.۵۹	۱.۴۱	۰.۵۲	۱.۴۸	دارای بعد فراکتال
	قیمت	۰.۵۸	۱.۴۲	۰.۵۴	۱.۴۶	دارای بعد فراکتال
	ریسک سیستماتیک	۰.۴۲	۱.۵۸	۰.۳۳	۱.۷۷	ناپایدار -تصادفی
	ریسک سقوط آتی قیمت سهام	۰.۴۵	۱.۵۵	۰.۴۱	۱.۵۹	ناپایدار -تصادفی

در ادامه جهت آزمون فرضیه‌های پژوهش به بررسی تفاوت معناداری بین بعد فراکتال به‌دست‌آمده از شاخص بازده و ریسک سیستماتیک، شاخص بازده و ریسک سقوط آتی قیمت سهام، شاخص ریسک سیستماتیک و ریسک سقوط آتی قیمت سهام، شاخص بازده و قیمت سهام، شاخص قیمت سهام و ریسک سقوط آتی قیمت و ریسک سیستماتیک و قیمت سهام و بعد فراکتال گروه شبیه‌سازی‌شده پرداخته‌شده که به این منظور از آزمون T استفاده‌شده و نتایج در جدول ۶ ارائه شده است:

جدول ۶: نتایج آزمون t جهت بررسی تفاوت معناداری ابعاد فراکتال متغیرهای پژوهش و گروه شبیه‌سازی‌شده(یافته های پژوهش)

فرضیه	بعد فراکتال	آماره آزمون t	درجه آزادی	مقدار احتمال	میانگین	فاصله اطمینان ۹۵٪		نتیجه
						کران پایین	کران بالا	
اول	بازده و قیمت سهام گروه تجربی و گام تصادفی گروه شبیه‌سازی شده(بلندمدت)	۲۰/۱۱۵	۳	۰.۰۰	۰.۶۲۰۰۰	۰.۵۲۱۹	۰.۷۱۸۱	وجود تفاوت معنادار
دوم	بازده و قیمت سهام گروه تجربی و گام تصادفی گروه شبیه‌سازی شده(کوتاه مدت)	۲/۵۷۳	۳	۰.۰۸۲	۰.۳۰۲۵۰	-۰.۰۷۱۷	۰.۶۷۶۷	عدم وجود تفاوت معنادار
سوم	شاخص بازده و ریسک سیستماتیک گروه تجربی و گام تصادفی گروه شبیه‌سازی شده(بلندمدت)	۸/۲۳۴	۳	۰.۰۰۴	۰.۵۶۵۰۰	۰.۳۴۶۶	۰.۷۸۳۴	وجود تفاوت معنادار

فرضیه	بعد فراکتال	آماره آزمون t	درجه آزادی	مقدار احتمال	میانگین	فاصله اطمینان ۹۵٪		نتیجه
						کران پایین	کران بالا	
چهارم	شاخص بازده و ریسک سیستماتیک گروه تجربی و گام تصادفی گروه شبیه‌سازی شده(کوتاه مدت)	۳/۲۶۰	۳	۰.۰۵۷	۰.۳۲۵۰۰	۰.۰۰۷	۰.۶۴۲۳	عدم وجود تفاوت معنادار
پنجم	شاخص بازده و ریسک سقوط آتی گروه تجربی و گام تصادفی گروه شبیه‌سازی شده(بلندمدت)	۸/۲۳۴	۳	۰.۰۰۴	۰.۵۶۵۰۰	۰.۳۴۶۶	۰.۷۸۳۴	وجود تفاوت معنادار
ششم	شاخص بازده و ریسک سقوط آتی گروه تجربی و گام تصادفی گروه شبیه‌سازی شده(کوتاه مدت)	۲/۷۱۶	۳	۰.۰۷۳	۰.۲۸۵۰۰	-۰.۰۴۸۹	۰.۶۱۸۹	عدم وجود تفاوت معنادار
هفتم	شاخص قیمت و ریسک سیستماتیک گروه تجربی و گام تصادفی گروه شبیه‌سازی شده(بلندمدت)	۶/۵۵۷	۳	۰.۰۰۷	۰.۳۵۷۵۰	۰.۱۸۴۰	۰.۵۳۱۰	وجود تفاوت معنادار
هشتم	شاخص قیمت و ریسک سیستماتیک گروه تجربی و گام تصادفی گروه شبیه‌سازی شده(کوتاه مدت)	۲/۷۲۵	۳	۰.۰۷۲	۰.۴۰۲۵۰	-۰.۰۶۷۶	۰.۸۷۲۶	عدم وجود تفاوت معنادار

نتایج حاصل از مقایسه بعد فراکتال محاسبه‌شده از متغیرهای پژوهش شامل بازده سهام، قیمت سهام، ریسک سیستماتیک و ریسک سقوط قیمت سهام و ابعاد فراکتالی شبیه‌سازی‌شده آن‌ها حاکی از تائید تفاوت معنادار بین این ابعاد در یک بازه پنج‌ساله بوده است درحالی‌که در تمام مقایسه‌های انجام‌شده در بلندمدت این تفاوت معنادار احساس نشده است که می‌توان به وجود تورم در کشور در سال‌های اخیر و همچنین نقدینگی بالا اشاره کرد که این خود موجب ایجاد نوساناتی در بازار سرمایه شده است که توسط گام تصادفی این نوسانات قابل پیش‌بینی نبوده است.

۷- بحث و نتیجه‌گیری

تحول در محیط اقتصادی و مالی از سال ۱۹۷۰ با افزایش قیمت همراه بوده است. حداقل هشت بحران جدی بدون هیچ هشداری به بخش‌های مالی آسیب رسانده است. هرج‌ومرج اقتصادی در آنجا که با بحران اقتصادی ایالات‌متحده آغاز شد ، به‌عنوان یکی از فاجعه‌بارترین بحران‌های مالی قلمداد شد. پارادایم‌های جدید توسعه‌یافته

تضمینی برای بحران‌های آینده شدند. علاوه بر این ، یکی از اصلی‌ترین درس‌های این بحران این است که مدل‌های مالی بر پیش‌فرض‌های کافی استوار نیستند. بدیهی است که نظریه‌های نئوکلاسیک که در اقتصاد و پارادایم‌های مالی رایج است ، توانایی تحلیل پیچیدگی بازارهای مالی را ندارند. واقعیت تئوری بسیار ساده است ، بنابراین آن‌ها فقط می‌توانند مسائلی را که مبتنی بر شرایط عادی و ایده آل هستند حل‌وفصل کنند. پیش‌بینی شاخص‌های مهم بازار سهام می‌تواند گامی در جهت افزایش و شفاف‌سازی اطلاعات در بازار سرمایه باشد. فرضیه بازار فراکتال علاوه بر این ، بازارها را برای آزمایش کارایی ، پایداری و توانایی بازارهای مالی برای جذب شوک ارزیابی می‌کند. مطالعات مختلف فرضیه بازار فراکتال را در بازارهای مالی بین‌المللی ارزیابی کرده‌اند ، اما مطالعات کمی در داخل انجام‌شده است. در این راستا ، تلاش شد این فرضیه برای شاخص قیمت، بازده، ریسک سقوط آتی و ریسک سیستماتیک در بورس اوراق بهادار تهران در این مطالعه آزمون شود. در این مطالعه ، از روش تجزیه‌وتحلیل ARFIMA برای برآورد توان هرست ، که یکی از معیارهای تشخیص حافظه طولانی‌مدت در سری‌های زمانی است ، برای شرکت‌های نمونه در دو بازه زمانی ۵ و ۱۰ ساله استفاده‌شده است. نتایج نشان می‌دهد که دو متغیر شاخص بازده و قیمت سهام دارای ویژگی فرکتال می‌باشند و برای این دو متغیر فرضیه بازار فراکتال بر فرضیه بازار کارآمد در بورس اوراق بهادار تهران اولویت دارد. بنابراین ، برای دستیابی به بازدهی بالاتر از متوسط بازار ، سرمایه گذاران باید ریسک دارایی‌های ناپایدار را بپذیرند. نتیجه این سیاست این است که اگرچه شوک‌ها و اطلاعات جدید در کوتاه‌مدت بر قیمت سهام تأثیر می‌گذارند ، اما تأثیرات تغییرات طولانی‌مدت و پایا است. اما متغیرهای ریسک سقوط آتی و ریسک سیستماتیک در هیچ‌یک از بازه‌های کوتاه‌مدت یا بلندمدت دارای ویژگی فرکتال نبودند

بنابراین ، اگر سیاست‌گذاران بتوانند با اتخاذ سیاست‌های مناسب نوسانات کوتاه‌مدت را کاهش دهند ، گام مهمی در کار آیی بازار برداشته و بازار برای تخصیص بهینه منابع مالی کشور به ابزاری مهم و قابل‌اعتماد تبدیل می‌شوند. نتایج مطابق با تحقیق انجام‌شده توسط کاپوراله و همکاران[1] (۲۰۲۰) ،لورا و همکاران(۲۰۲۰)، مالیکارجونا و پراباکارا[2] (۲۰۱۹)، ژانگ و همکاران(۲۰۱۸)، هو و همکاران(۲۰۱۸)، توماس و همکاران(۲۰۱۶)و رودپشتی و همکاران(۱۳۹۳) و (۱۳۹۱) است. همچنین با پژوهش های توماس و همکاران (۲۰۱۶)، شینتانی و همکاران (۲۰۰۳) و اجاقی و همکاران (۱۴۰۰) هم خوانی ندارد. در پایان نیز پیشنهادهایی به سیاست‌گذاران بازار سرمایه به شرح زیر ارائه می‌شود.

۱) ناکارآمدی بازارها موردعلاقه مدیران پرتفوی و سایر سرمایه گذاران فردی خواهد بود چراکه احتمالاً با سوءاستفاده از ناکارآمدی و اتخاذ استراتژی‌های مناسب، ضمن ایجاد بی‌نظمی در وضعیت بازار، نسبت به دستیابی به بازده‌های غیرعادی اقدام می‌کنند. نتایج این تحقیق می‌تواند از بابت انجام اصلاحات نهادی

[1] Guglielmo Maria Caporale et al.

1. [2] M. Mallikarjuna & R. Prabhakara Rao

در بازار به‌منظور افزایش کارایی بازار سهام و حمایت از رشد پایدار بازارهای مالی به‌منظور جلوگیری از سوءاستفاده از ناکارایی بازار، موردتوجه سیاست‌گذاران بازار سرمایه قرار گیرد، لذا مدل جدیدی برای ارتقاء مؤثر بازار سرمایه باهدف افزایش اعتمادبه‌نفس سرمایه گذاران می‌تواند مدنظر قرار گیرند ولیکن منظور از اتخاذ تدابیر لازم، اتخاذ تدابیر سخت گیرانه کوتاه‌مدت(مخصوصاً با دخالت دولت) باهدف جلوگیری از سقوط منفی بازار که می‌تواند مانع توسعه بلندمدت آن و درنتیجه مانع توسعه بلندمدت اقتصاد گردد، نیست، بلکه می‌توان با استفاده و تقویت حاکمیت شرکتی نسبت به کنترل این موضوع و باسیاست گذاری مناسب اقدام کرد. علاوه بر این شناخت و درک عواملی که باعث ایجاد حافظه بلندمدت می‌گردد، می‌تواند به نهادهای ناظر در بازار، در بهبود کارایی بازار کمک کند.

۲) ضرایب ریسک سقوط آتی قیمت سهام و بتا برای دوره‌های قابل پیش‌بینی (کوتاه‌مدت) جهت شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس برآورد و در اختیار سرمایه گذاران قرارداد تا آن‌ها با توجه به ترجیحات ذهنی خود نسبت به تصمیم‌گیری در معاملات اقدام نمایند. در رابطه با افشاء ضریب بتا می‌توان از سه‌طبقه متوسط، بالا و پایین استفاده کرد، به‌نحوی‌که هر یک از شرکت‌ها را دریکی از این طبقات قرار گیرد.

۳) محاسبه و افشای ارزش ذاتی سهام شرکت‌ها می‌تواند باعث تقویت کارایی بازار سرمایه شود.

۴) برنامه‌های آموزشی مناسب و به شیوه‌های نوین و استفاده از رسانه‌های جمعی مثل صداوسیما باهدف آشنایی سرمایه گذاران خصوصاً افراد جدیدالورود، تدوین گردد. تأکید این قبیل برنامه‌ها می‌تواند آشنایی با صورت‌های مالی، تجزیه‌وتحلیل اطلاعات آن، مفاهیم و روش‌های تحلیل در بازار سرمایه باشد.

فهرست منابع

* افشاری، حسین (۱۳۸۲)، بررسی ساختاری قابلیت پیش بینی قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران، بررسی های حسابداری و حسابرسی، مجله دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، سال دهم، شماره ۳۲ ، ص ۱۰۳-۱۲۶.
* اجاقی, حسین, فتحی, زاداله. (۱۴۰۰). طراحی و تبیین مدل پیش بینی قیمت سهام با استفاده از فرآیندهای تصادفی (مطالعه موردی: شرکت های انبوه سازی املاک و مستغلات در بورس اوراق بهادار تهران) .دانش سرمایه‌گذاری، ۱۰(۳۹) ،۵۳۹-۵۱۵
* تهرانی، رضا، انصاری، حجت‌اله و علی‌رضا سارنج (۱۳۸۹). بررسی وجود پدیده‌ی بازگشت به میانگین در بورس اوراق بهادار تهران، بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، دوره‌ی ۱۵، شماره‌ی ۵۴، صص ۳۲-۱۷.
* رهنما رودپشتی،ف و پدرام، پ. (۱۳۹۱)"آنالیز فرکتالی شاخص بورس اوراق بهادار تهران به روش RS.فصلنامه علمی پژوهش دانش سرمایه گذاری.سال اول، شماره سوم.
* رهنمای رودپشتی، ف.، و کلانتری دهقی، م. (۱۳۹۳). "مدل‌های مولتی فرکتال درعلوم مالی: ریشه،ویژگی‌هاوکاربردهایآن‌ها". دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، شماره ۲۴، ۴۷-۲۵.
* شیرکوند، سعید، فرهنگی، علی اکبر (۱۳۸۷)، بررسی اثر درآمدهای نفتی بر فرآیند مدیریت اقتصاد، دانش مدیریت دوره ۲۱، شماره ۸۰.

* کرمی، غ و عمرانی،ح (۱۳۸۹)،تأثیر چرخه ی عمر شرکت و محافظـه کـاری بـر ارزش شرکت. بررسیهای حسابداری و حسابرسی، ۵۹ :۹۶-۷۹
* مشیری، سعید و امیر بهداد سلامی(۱۳۸۸)، "شبیه سازی بازار سهام با توجه به ویژگیهای ساختاری بازار سهام تهران"، مجله پژوهشنامه اقتصادی، ۳۲: ۱۶۷-۲۰۳.
* هدایتی فر لیلا، تهرانی رضا و نمکی علی (۱۳۹۱)، همبستگی متقابل شاخص های بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از تحلیل چند فراکتالی همبستگی های بدون روند شده (MF-DXA)، (۱۳۹۱)، تحقیقات مالی دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، دوره ۱۴، شماره ۱، ص ۶۸-۵۵.
* Black, E. D. (2000). Financial Market Analysis. 2nd Edition, New York: John Wiley and sons.
* Gopikrishman. P., V. Plerou., Y. liu., L. A. N. Amaral, X. Gabaix and H. E. Stanley., (2000)
* Granger, C. W. J. and Joyeux, R. (1980). An Introduction to Long Memory Time Series Models and Fractional Differencing, Journal of Time Series Analysis, 1(1): 15-29.
* Hosking, J. R. M. (1981). Fractional Differencing, Biometrika: 68(1): 165-176
* Hurst, H.E. (1951). "Long-term storage capacity of reservoirs". Transactions of the American Society of Civil Engineers. 116: 770.
* Ho, S.A., Machado, J.A.T ., Quintino, D.D., Balthazar, J.M. (2018). Partial chaos suppression in a fractional order macroeconomic model, Mathematics and Computers in Simulation, 122:55-68.
* Juan D.Díaz, Erwin Hansen, Gabriel Cabrera (2020) "Resources Policy. Volume 69, 101859
* Laura.R, Milos.C. (2020).”Multifractal Detrended Fluctuation Analysis(MF-MFA) of stock market indexes. Emprical evidence from seven central and eastern European markets.
* Mandelbrot, B. B., M. S. Taqqu(1979), ”Robust R/S analysis of long-run serial correlation“, In Proceedings of the 42nd Session of the International Statistical Institute, Manila, Bulletin of theInternational Statistical Institute. Vol.48, Book2, pp. 69-104.
* Mandelbrot, Benoit B.; Wallis, James R. (1979. "Robustness of the rescaled range R/S in the measurement of noncyclic long run statistical dependence". Water Resources Research. 5 (5): 967–988.
* Mallikarjuna, M., Rao, R.P. Evaluation of forecasting methods from selected stock market returns. Financ Innov 5, 40 (2019). https://doi.org/10.1186/s40854-019-0157-x
* Peters, E. E. (1994).” Chaos and order in the capital markets“. John Wiley& Sons.
* Shintani,M, Linton, O, (2003), IS THERE CHAOS IN THE WORLD ECONOMY? A NONPARAMETRIC TEST USING CONSISTENT STANDARD ERRORS, INTERNATIONAL ECONOMIC REVIEW VOL. 44,NO.1.
* Turcotte, D. L., 1997- Fractal and Chaos in Geology and Geophysics. Cambridge university press. Cambridge. Vicsek, T., 1992- Fractal Growth Phenomena. 2nd ed., World Scientific, Singapore 488 p.
* Thomas,F, (2016), Fractal Generalization of Thomas–Fermi Model, Institute of Applied Mathematics and Automation, ul. Shortanova 89a, Nalchik, 360000 Russia
* Zhang,F.J. (2018), "Multifiractal analysis of shanghai and Hong Kong markets before and after the connect program.
* Wallis and Roberts, "Statistics in Administration," 1965

Financial Economics
Vol. (12) Issue (46) Summer 2023

The difference between dimensions fractal and Fractal random walks of return index and future fall risk and systematic risk in Tehran Stock Exchange

Amirhosein abdolmaleki
PhD student in accounting. South Tehran Branch. Islamic Azad university
amirhosein_1651@yahoo.com

mohsen hamidian
Faculty member of Islamic Azad University, South Tehran Branch, Tehran, Iran(Corresponding Author)
Hamidian_2002@yahoo.com

Ali baghani
Faculty member of Islamic Azad University, South Tehran Branch, Tehran, Iran
Ali.baghani.58@yahoo.com

Abstract
Financial markets can be evaluated as dynamic nonlinear systems that consider the interactions of factors in the process of immediate information analysis. Investors with different time horizons in the market may use this information differently. Thus, the financial market has a fractal structure in relation to investment time horizons. This research is of applied type and of post-event type; the method research is applicable and run based on past information. The statistical population of the study includes all companies listed in the Iranian capital market during the period 2008-2018. In this study, after calculating the fractal dimension of the experimental group using ARFIMA model and the fractal dimension and simulated Fractal random walks group using RUN test, the difference between these two dimensions in price index, return, future fall risk and systematic risk is investigated. Data analysis was performed in both ٥-year and ١٠-year intervals using EVIEWS and SPSS software and the results indicate that the difference between dimensions fractal and f simulated Fractal random walks of the return index and the risk of future and systematic stock falls in short-term intervals means and is not significant in the long-term
Keywords: Fractal Dimensions, Fractal random walks, return Index, systematic risk ,Future Fall Risk