فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
شماره چهل و چهارم / پائیز ۱۳۹۹

بررسی وجود ویژگی فراکتال در قیمت و بازده سهام شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل غیر خطی ARIFMA

امیرحسین عبدالملکی[۱]
محسن حمیدیان[۲]
علی باغانی[۳]

تاریخ دریافت مقاله : ۹۸/۱۰/۱۵ تاریخ پذیرش مقاله : ۹۸/۰۱/۰۵

چکیده

شواهد بسیاری حاکی از پیچیده بودن سری‌های زمانی مانند قیمت‌های بازار سهام و تصادفی بودن آن است که این امر باعث می‌شود تا تغییرات آنها را غیرقابل پیش‌بینی کند. این درحالی است که احتمال دارد این سری‌های زمانی فرآیندی غیرخطی پویای معین یا به عبارت بهتر آشوبی بوده و در نتیجه می‌توانند قابلیت پیش‌بینی داشته باشند. لذا در این پژوهش قیمت سهام و بازده سهام شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران در طی دوره زمانی ۱۳۹۳-۱۳۹۷ و در بازه‌های ماهانه مورد آزمون قرار گرفته است تا مشخص شود آیا این متغیرها دارای ویژگی فراکتال در رفتار خود هستند یا خیر. برای دست‌یابی به هدف فوق از برآورد مدل خود توضیح کسری جمعی میانگین متحرک استفاده شده است. یافته‌های حاصل از آزمون‌های فوق بیان‌گر این است که قیمت سهام و بازده سهام، فرآیندی آشوبی و معین را تجربه می‌کند. که این امر دلالت بر ناکارایی بازار سرمایه دارد و به دلیل وجود حافظه بلندمدت می‌تواند در پیش‌بینی بلندمدت کارایی داشته باشد و رهنمودی برای شناخت بهتر عوامل ناکارایی بازار مانند عدم شفافیت جریان اطلاعات و اقدام در راستای برطرف نمودن آن داشته باشد.

کلمات کلیدی

قیمت سهام، بازده سهام، ویژگی فراکتال، آشوب و شاخص هرست.

۱-گروه حسابداری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی،تهران، ایران. amirhosein_1651@yahoo.com
۲-گروه حسابداری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی،تهران، ایران. (نویسنده مسئول) hamidian_2002@yahoo.com
۳-گروه حسابداری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی،تهران، ایران. ali.baghani.58@gmail.com

مقدمه

در دهه‌ی ۱۹۶۰ برخی از هواشناسان، ریاضی‌دانان، فیزیک‌دانان و زیست‌شناسان به شواهدی دست پیدا کردند و مباحثاتی میان آنان شروع شد که باعث طیفی از ناراحتی‌ها، علایق، اعجاب‌ها و حتی عصبانیت‌ها شد. آن‌ها نمی‌توانستند باور کنند که طبیعت به‌گونه‌ای که شواهدش را به تازگی مشاهده می‌کردند رفتار کند. آزمایش‌ها نشان می‌داد که طبیعت دارای رفتار غیرقابل پیش‌بینی است و الگوها و طرح‌های تصادفی و پیچیده‌ای را ایجاد می‌کند که با محاسبه‌ها و فرمول‌های خطی قابل انطباق نیست، بلکه در نقاط و وضعیت‌های مشخصی شاخه‌شاخه می‌شود و راه خود را از دیدگاه‌های از پیش تعیین‌شده جدا می‌کند. ابر، صاعقه و حباب‌هایی که در پای آبشارها تشکیل می‌شوند نمونه‌هایی از این نوع پدیده‌ها هستند. به‌دنبال این مشاهدات و آزمایش‌ها نظریه‌ی جدیدی به‌نام «نظریه‌ی آشوب» شکل گرفت[۱۵].

بنیان نظریه‌ی آشوب توسط ریاضی‌دانانی مانند ادوارد لورنز و جیمز یورک در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ میلادی شکل گرفت. طرفداران این نظریه بر این باورند که در میان الگوهای به ظاهر تصادفی پدیده‌های مختلف از سیستم‌های هواشناسی گرفته تا سازمان‌ها و بازارهای مالی، نوعی نظم وجود دارد. تلاش چالش‌برانگیز پژوهش‌گران سیستمی در این است که قواعدی را برای پیش‌بینی رفتار سیستم‌های پیچیده‌ی به‌ظاهر غیرقابل پیش‌بینی نامنظم کشف کنند. هیلز (۱۹۹۰) به نقل از رهنمای رودپشتی و صالحی (۱۳۸۹) آشوب یا بی‌نظمی را این‌گونه تعریف می‌کند: بی‌نظمی و آشوب نوعی بی‌نظمی منظم یا نظم در بی‌نظمی است. بی‌نظمی از آن‌رو که نتایج آن غیرقابل پیش‌بینی است و منظم بدان جهت که از نوعی قطعیت برخوردار است. به عقیده‌ی ویتلی هنگامی یک سیستم را غیرقابل پیش‌بینی 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 نمی‌آید، اما طبق نظریه‌ی آشوب اگر چنین سیستمی برای مدت کافی تحت‌نظر گرفته شود، با بررسی حالت‌های سیستم در لحظه‌های مختلف زمان سیستم یاد شده همواره نظم ذاتی خودش را به نمایش می‌گذارد؛ حتی غیرقابل پیش‌بینی‌ترین (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 [۱].

یکی از مهم‌ترین کاربردهای نظریه‌ی آشوبناک در حسابداری و امور مالی پیش‌بینی روند متغیرهای اصلی (قیمت - مقدار) 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 پر رونق ناگهان تنزل می‌یابند و رفتار آن‌ها تصادفی به‌نظر می‌رسد [۷].۱. دو گروه از سرمایه‌گذاران در این

مدل دخیل هستند؛ گروه اول سرمایه‌گذاران آگاه‌که منابعی از اطلاعات را در اختیار دارند 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 به جز رفتار دو گروه سرمایه‌گذار هیچ جزء تصادفی را مشاهده نمی‌کنند و نشان می‌دهندکه تغییر قیمت سهام به طور کامل تعیین شده است [۸]. مطالعه‌ی پدیده آشوب در بازار سرمایه می‌تواند اطلاعات مفیدی به هر دو گروه سرمایه‌گذاران ارائه نماید. لذا در این پژوهش با استفاده از روش سری زمانی و تحلیل مدل خود توضیح کسری جمعی میانگین متحرک (ARFIMA) برای اندازه‌گیری ابعاد فراکتال قیمت سهام و بازده سهام استفاده می‌شود. بر پایه این تحلیل، وجود اثر حافظه بلندمدت را می‌توان ازاطلاعات مربوط‌به قیمت‌و بازده ماهانه سهام‌شرکت‌ها به دست آورد.

مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

در بازار پایا تمامی شرکت‌کنندگان می‌توانند با یکدیگر معامله کنند هر یک دارای سطح معینی از ریسک هستند و هر فرد این سطح مشخص از ریسک را با مقیاس زمان یا افق سرمایه‌گذاری خود تطبیق می‌دهد. در مباحث آتی خواهیم دید که توزیع فراوانی بازده برای معامله‌گران روزانه، هفتگی، سه ماهه یکی خواهد بود این یعنی معامله‌گر ۵ دقیقه‌ای با ریسکی مواجه است که یک معامله‌گر هفتگی مواجه است اگر معامله‌گر روزانه در مقیاس زمانی‌اش معادل چهار سیگما سقوط ناگهانی کند بازار پایدار خواهدماند اگر مابقی سرمایه‌گذاران دارای افق سرمایه‌گذاری متفاوت باشند .در حالتی که افق سرمایه‌گذاری تمامی سرمایه‌گذاران بازار کوچک شود و هر نفر یک معامله‌گر یک دقیقه‌ای شود در این حالت بازار ناپایدار غیر قابل پیش‌بینی خواهد شد. بنابر این بازار در حالتی شوک‌ها را جذب می‌کند که دارای خصوصیت فراکتالی باشد[۱۱].

فرضیه بازار کارا

از مهمترین تئوری‌هایی که در زمینه سرمایه‌گذاری مطرح شده است، تئوری بازار سرمایه کارا می‌باشد. مفهومی که از کارایی در اینجا مد نظر قرار می‌گیرد اشاره به این مسأله دارد که تا چه میزان بازار در تعیین قیمت اوراق بهادار موفق عمل کرده است. نشانه موفقیت بازار به این معنی است که قیمت‌ها به طور پیوسته منعکس کننده اطلاعات جدید باشند. به عبارت دیگر قیمت اوراق بهادار در چنین بازاری متأثر از این مجموعه اطلاعات می‌باشد.بنابراین بازاری رامی‌توان کارا نامید که کارائی وتوان لازم برای پردازش اطلاعات را داشته باشد. در یک بازار کارا قیمت‌ها در هر زمان نشان دهنده ارزیابی

صحیحی از اطلاعات موجود است. در نتیجه قیمت‌ها منعکس‌کننده کامل اطلاعات موجود خواهند بود. کارایی به دو جنبه مهم در تعیین قیمت‌ها توجه دارد که عبارتند از سرعت و کیفیت تعیین قیمت‌ها. اگر قیمت‌های جاری منعکس کننده اطلاعات با ارزشی باشند بسیار مشکل خواهد بود که اوراق بهادار ارزانی را بیابیم که بازده بالایی ایجاد کند و یا در اوراق بهاداری سرمایه‌گذاری کنیم که قیمت آن بالا و بازده آن پایین باشد، تنها در صورتی می توانیم سرمایه گذاری خوبی داشته باشیم که بتوانیم آینده را به خوبی پیش‌بینی کنیم.

ویژگی‌های بازار کارا

بازار کارا دارای ویژگی‌هایی است که به آنها اشاره می شود: ۱- شرایط بازار رقابت : آنچه در کتاب‌های اقتصادی در مورد شرایط برقراری رقابت در بازار می‌خوانیم، مطالبی است که در این مورد قابل ذکر است. نکته‌هایی از قبیل تعداد فراوان وکافی عرضه‌کننده و تقاضاکننده دربازار و یا آزاد بودن ورود و خروج به بازار برای همه مردم و نبودن مانع و شرط و شروطی برای این کار، شرایط مهم برای حضور تعداد بسیاری شرکت‌کننده در بازار است، یعنی بازار وقتی کارا می‌شود که تعداد افرادی که اقدام به خرید و فروش می‌کنند بسیار زیاد باشد. در بازاری که معامله کم بوده و افراد مشارکت کننده در آن محدود باشند، کارایی وجود ندارد. ۲- اطلاعات باید به سرعت و فوریت و با حداقل هزینه به اطلاع دست اندرکاران بازار و شرکت کنندگان در معاملات برسد. ۳- کسی که در این بازار خرید و فروش می‌کند باید احساس امنیت کند و اطمینان بیابد که آنچه بابت اوراق بهادارش دریافت و یا پرداخت می‌کند به ارزش ذاتی آن نزدیک است یعنی قیمت عادلانه ای برای کالای خود دریافت و یا پرداخت می کند. ۴- معامله در بازار کارا نباید گران باشد، مخارج معامله کردن بسیار کم و به وضعیت بدون خرج بودن نزدیک باشد. ۵- هیچ معامله‌گری آنچنان قدرتی نداشته باشد که بازار را زیر نفوذ خود بگیرد و تأثیر مهمی بر بازار بگذارد. ۶- در این بازار هرکسی می تواند با نرخ‌های رایج بازار مالی (نرخ رایج بهره) قرض بدهد و قرض بگیرد. این مورد به معنی عدم وجود هزینه‌های معامله کردن و مالیات در بازار هم هست. ۷- افراد مطلع در بازار وجود دارند. و این افراد با اطلاعاتی که دارند بازار را به کارایی می‌رسانند اما آنها نمی‌توانند از اطلاعات و دانش افزونترشان نتایج بهتر و سود بیشتری به دست آورند. در این محیط، فرد متخصص تروآگاه‌تر، نسبت به فرد عامی سود بیشتری نمی‌برند، افراد ناوارد در بازارکارا مغبون نمی‌شوند. قیمت بازار طوری تعیین می‌شود که منعکس کننده تمام اطلاعات خوب و بد باشد [۳].

انواع کارائی

بازارهای سرمایه، محلی برای انجام معاملات بر روی اوراق بهادار می‌باشند. در این محل است که

عرضه‌کنندگان اوراق بهادار نیازهای مالی خود را با فروش اوراق بهادار تأمین می‌نمایند و سرمایه‌گذاران تیز سرمایه‌های خود را به خرید اوراق بهادار مورد نظر خود اختصاص می‌دهند. در بازارهای مالی دو نوع اوراق بهادار وجود دارد. یک نوع آن اوراقی است که خریداران قبلی جهت فروش عرضه می‌کنند و نوع دیگر اوراق جدیدی است که توسط شرکت‌های نیازمند به تأمین مالی انتشار می‌یابد از این جهت بازارهای اولیه و بازارهای ثانویه جهت انجام خرید و فروش انواع اوراق بهادار مورد نیاز است. این دو نوع بازار نیازهای نقدی شرکت‌ها و افراد را در حداقل زمان ممکن برطرف می سازد. البته باید توجه داشت که افراد با خرید و نگهداری و فروش اوراق بهادار سعی در به حداکثر رساندن سود خود دارند و معمولا به دنبال اوراق بهاداری هستند که به سهولت به وجه نقد تبدیل گردد و به همین خاطر مجموعه‌هایی را تشکیل می‌دهند که درجه نقدینگی آن در سطح بالایی باشد [۳]. شاید در نگاه اول، واژه کارایی در مفهوم عادی ابتدایی خود بیشتر به کارایی تشکیلاتی و اداری بازار اوراق بهادار مربوط باشد،اما همانطوریکه قبلا هم اشاره شد کارایی دارای سه جنبه مهم می‌باشد (کارایی تخصیصی، کارایی عملیاتی و کارایی اطلاعاتی).

تعریف فراکتال

فراکتال دارای خصوصیات مشخصی می باشد که قابل اندازه‌گیری است و همچنین دارای خصوصیاتی است که با اهداف مدل تشریح می‌شود. اولین خصوصیت آن خودشباهتی است. مانند مثلث سایرپنیسکی که هر مثلث کوچک معادل مثلثی بزرگتر است. در دنیای واقعی خودشباهتی کیفی است و فرآیندی است که در مقیاس‌های مختلف شبیه است هر مقیاس شبیه مقیاس‌های دیگر است نه معادل یا مانند آن. هر شاخه درخت به صورت کیفی شبیه دیگر شاخه‌هاست ولی هر شاخه یکتاست. این خصوصیات خودشباهتی باعث شده که فراکتال مقیاس ثابت داشته باشد [۹][۲].

در دیدگاه سیستمی، سیستم‌های ژئومورفیک (ژئوسیستم‌ها)، سیستم‌هایی پویا با رفتار پیچیده‌ی غیرخطی هستند. پاسخ‌های غیرخطی این سیستم‌های باز در شرایط نامتعادل، ساختارها و الگوهای ناپایدار را در آستانه‌های تعادلی رقم می‌زنند. مطالعه‌ی نظم و تکرار موجود در بسیاری از پدیده‌های طبیعی مانند شکل ابرها، رشته کوه‌ها، شبکه آبراهه‌ای، الگوهای زهکشی و پوشش گیاهی، منجر به خلق روابط ریاضی موجود میان این الگوهای تکرارشونده در قالب مفهوم هندسه فراکتال شده است. واژه‌ی فراکتال از واژه لاتین فراکتوس به معنی سنگی شکسته و خردشده گرفته شده است [۱۰] و به عنوان زیرشاخه‌ای از آنالیز مختلط برای رفع ضعف‌های اقلیدسی در بیان و مدل‌سازی از پدیده‌های طبیعی گسترش یافته است. واژه‌ی فراکتال در سال ۱۹۶۷ توسط مندلبروت[۳]، هنگام مطالعه روی الگوهای موجود

در خطوط ساحلی غرب بریتانیا مطرح شد. ویژگی فراکتالی شبکه‌های زهکشی، یکی از اولین نمونه‌های رفتار فراکتالی بود که در سال ۱۹۸۲ توسط مندلبروت ارائه شد [۱۴][۴]. هندسه‌ی فراکتال بیانگر یک الگوی تکرارشونده در اشیا و تصاویر می‌باشد، یعنی اگر هر تصویر یا شکل دارای این خاصیت، به قسمت‌های کوچک‌تر (براساس مقیاس فراکتال) تقسیم شود، هر کدام از این قسمت‌های کوچک‌تر خود یک کپی کوچک شده از شکل اولیه می‌باشد که در دیدگاه سیستمی این رفتار نوعی خود سازماندهی بحرانی به حساب می‌آید. هدف هندسه‌ی فراکتالی، محاسبه و یافتن این بعد هندسی به منظور پیش‌بینی رفتار طبیعت و دینامیک الگوهای موجود در آن است [۱۶][۵].

تئوری آشوب و علم فراکتال در مالی

هدف از تئوری آشوب و علم فراکتال در علوم فیزیک و مالی، بررسی رفتارهای غیر خطی وغیر دوره‌ای می‌باشد. سیستمی که ناشی از حساسیت به شرایط اولیه و تمایل به دنبال کردن مسیر دارد که ناشی از جاذبه قوی است. رفتارهای غیر منظم، خصوصیات محلی سیستم است ولی الگوهای متمایز در رفتار بازار وجود دارد. به همین علت این پارادایم‌های جدید وارد فضای مالی شد. این رویکردها بازار را دارای حالت تصادفی عملی و قطعیت جهانی می‌بینند که فقط در ساختار فراکتالی دیده می‌شود. بنابراین با تطبیق دیدگاه فراکتالی به بازار می‌توان درک بهتری از دینامیک بازار بد ست آورد. در بحران مالی سال ۲۰۰۸، بسیاری از نظریه‌های اقتصادی غالب و چشم‌اندازهای مالی به چالش کشیده شدند. فرضیه بازار کارا[۶] به‌طور موقت در زمان بحران نتوانست پاسخگو باشد. به‌طور مستقیم، تحلیل تکنیکال در نظریه فراکتالی قرار می‌گیرد: مبنای تحلیل تکنیکال بر حرکات قیمتی دارایی تحت این واقعیت است که تاریخ تکرار می‌شود. پس این چارچوب با تحلیل افق سرمایه‌گذار، نقش نقدینگی و تأثیر اطلاعات در چرخه کسب‌وکار شکل می‌گیرد [۱۳][۷].

فرآیند و تئوری آشوب در بازارهای سرمایه

در مدل‌هایی که بر اساس چارچوب سیستمی می‌باشند تلاش پژوهش‌گران بر این است که از روابط ساده‌شده استفاده نمایند و بر این مبنا پیش‌بینی می‌کنند که با این وضعیت سیستم چگونه رفتار خواهد کرد؛ بنابراین دلیل و تأثیر در این مدل‌ها به صراحت تعریف می‌شوند [۱۲]. برای مثال فرض اصلی مدل‌های قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای این است که برگشت سرمایه تابعی خطی یا تناسبی از مخاطره است. دو فرض وابستگی و رابطه‌ی خطی به پژوهش‌گر اجازه می‌دهند یک مدل ساده‌ی ریاضی برای توضیح این مدل ارتباط تدوین نماید. فرض مشترک دیگر مدل‌های ساده‌شده این است که سیستم‌های تحت مطالعه هر گاه به خود وانهاده شود به سمت تعادل پیش می‌رود؛ اما امکان کاربردی

شدن یک مدل بسیار کاهش می‌یابد و تحت فرضیه‌های مدل ساده‌شده نمی‌توان بر بسیاری از مسایل فائق آمد. دانش نوین مطالعه‌ی رفتار پویای مدل‌های غیرخطی را تحت عنوان رفتار آشوبی فراهم آورده است. شاید بزرگ‌ترین کمک نظریه‌ی آشوب انگیزه‌بخشی برای پژوهش در رفتار پیچیده‌ی سیستم‌های پویا باشد [۱۲].۸. به‌عنوان نمونه اگر نمودار پلات بازده بازار سهام به‌صورت ساعتی، روزانه، ماهیانه یا سالیانه بدون هرگونه نشانی از زمان ترسیم شود، به احتمال زیاد تشخیص الگویی مبنی بر تمیز ادوار زمانی میسر نخواهد بود؛ اما با استفاده از نظریه‌ی آشوب می‌توان نشان داد که سری‌های زمانی آشوبی اغلب چرخه‌هایی نامتناوب و رفتار روندی قوی را نشان می‌دهند؛ به عبارت دیگر می‌توان الگوهای ادواری را تشخیص داد، اما زمان شروع و پایان آن‌ها قابل پیش‌گویی نیستند به‌طوری‌که گذار از هر مرحله به مرحله‌ی دیگر غیرقابل پیش‌بینی و ناگهانی است. بر این اساس رفتار آشوب‌گونه جزء جدا نشدنی یک سیستم است، اما اگر الگوی مشخص و قابل پیش‌بینی و با دوره‌ی تناوب ثابت در رفتار بازار به‌وجود آید؛ این الگو دلیل بر وجود حافظه‌ی بلندمدت در بازار و عدم وجود رفتار آشوب‌گونه است [۲].

ابعاد فراکتالی

یک روش اولیه برای محاسبه بعد فراکتالی پوشش منحنی با دایره‌هایی با شعاع r است تعداد دایره‌هایی که منحنی را پوشش می‌دهد را می‌شماریم سپس شعاع را افزایش می‌دهیم:

$N*(۲*r)^{d}=1$

N = تعد دایره‌ها

r=شعاع

چون مقیاس خط براساس مقیاس خطی است ابعاد فراکتالی آن یک می‌باشد یک فرآیند گشت تصادفی که شانس ۵۰-۵۰ برای کم و زیاد شدن دارد بعد فراکتالی آن ۱/۵ است اگر بعد فراکتالی بین ۱ تا ۱/۵ باشد سوی زمانی بیشتر از یک خط و کمتر از حالت گشت تصادفی است. این فرایند گشت تصادفی صافتر از یک خط راست دنده دنده‌ای‌تر است.

$$d = \log(N)/\log\left(\frac{1}{2*r}\right)$$

ابعاد فراکتالی می‌تواند حل شود مانند شیب شکل log/log برای سری‌های زمانی ما می‌توانیم شعاع را افزایش دهیم مانند افزایش زمان و آنگاه تعداد دایره‌هایی را که برای پوشش منحنی لازم است می‌شماریم بنابر این ابعاد فراکتالی یک سری زمانی تابعی از مقیاس آن در زمان است. ابعاد فراکتالی

سری‌های زمانی از این جهت اهمیت دارد که مشخص می‌کند که فرآیند حالتی بین کاملاً قطعی (خط با بعد فراکتالی ۱) و تصادفی (با بعد فراکتالی ۱/۵) است. در حقیقت ابعاد فراکتالی یک خط می‌تواند بین ۱ و ۲ تغییر کند در حالت ۲>d>۱/۵ سری زمانی بسیار دنده‌ای‌تر از سری زمانی تصادفی است [۶].

فرضیات بازار فراکتال

در مقابل فرضیات بازار کارا می‌توان فرضیات بازار فراکتال را که توسط پیترز (۲۰۰۵) مطرح شده است نیز ارائه نمود: ۱.وقتی بازار از سرمایه‌گذارانی با افق‌های مختلف سرمایه‌گذاری تشکیل شده باشد بازار پایدار خواهد بود. و این موضوع به ما اطمینان می‌دهد که مقدار نقدینگی لازم جهت معامله در بازار وجود دارد. ۲. مجموعه اطلاعات در کوتاه مدت بیشتر به فاکتورهای تکنیکی و حساسیت بازار بستگی دارد تا در بلند مدت. ۳. اگر اتفاقی رخ دهد که اعتبار اطلاعات بنیادی زیر سوال برود آنگاه سرمایه‌گذاران بلندمدت فعالیت خود را متوقف کرده یا بر اساس افق کوتاه‌مدت عمل می کنند. وقتی افق سرمایه گذاری تمامی فعالان بازار به یک سطح یکنواخت برسد بازار ناپایدار می شود آنگاه سرمایه‌گذاران بلند مدت که وظیفه آنها پایدار کردن بازار از طریق توزیع نقدینگی به سرمایه‌گذاران کوتاه‌مدت است دیگر در بازار حضور نخواهند داشت. ۴. قیمت‌ها منعکس‌کننده ترکیب معاملات تکنیکی کوتاه‌مدت و ارزش‌های بنیادی بلندمدت است. بنابراین تغییر قیمت‌های کوتاه‌مدت نوسانی‌تر یا نویزی تر از معاملات بلندمدت است. روندهای بنیادی بازار نشان‌دهنده تغییر در درآمدهای مورد انتظار است که ناشی از رفتار گله‌ای است. لزومی ندارد که انتظار داشته باشیم که طول روندهای کوتاه مدت به روندهای اقتصادی بستگی داشته باشد. ۵. اگر سهام وابستگی به سیکل‌های اقتصادی نداشته باشد. بنابراین روندهای بلندمدت وجود نخواهند داشت. بنابراین معامله‌گری نقدی و اطلاعات کوتاه‌مدت بر بازار مساط خواهد شد.

پیشینه پژوهش

منسی و همکاران (۲۰۱۸)۹ کارایی ضعیف، حافظه بلندمدت و ویژگی مولتی فراکتالی در بازار سهام کشورهای اروپایی را مورد تجزیه و بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد حافظه بلندمدت در هر دو مقطع زمانی کوتاه‌مدت و بلندمدت وجود دارد. همچنین میزان حافظه بلندمدت در مقطع زمانی بلندمدت مشهودتر می‌باشد. همچنین نتایج حاکی از کارا بودن بورس اوراق بهادار کشور یونان نسبت به بقیه بازارهای سهام مورد بررسی است و کشورهای پرتقال و ایرلند دارای ناکارایی در بازار سهام خود هستند.

هو و همکاران (۲۰۱۸)[۱۰] تحلیل مولتی فراکتالی را برای شاخص قیمت سهام در تایوان بکار بردند و وجود ویژگی‌های مولتی فراکتالی در بازار سهام تایوان را تأیید کردند. آن‌ها نتیجه گرفتند که وجود اطلاعات بازار به صورت فرآیندی زنجیر های باعث چندفراکتالی می‌شود.

سرلیتین و شینتانی (۲۰۱۶)[۱۱] 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 می‌دهدکه سری زمانی شاخص داوجونز بیشتر از یک روند تصادفی پیروی می‌کند تا اینکه از یک روند آشوبناک پیروی کند.

بیگلر و همکاران (۱۳۹۷) تاثیر خاصیت فراکتالی شبکه بازار سهام بر بازده سهام را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. به‌منظور انجام پژوهش از بین ۳۸۲ شرکت عضو در بورس اوراق بهادار تهران ۳۴۹ شرکت را که در بین سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۵ دارای اطلاعات کامل بوده‌اند، به عنوان نمونه انتخاب نموده و با استفاده از تجزیه و تحلیل اطلاعات و بر اساس فرمول‌های ارائه شده ساخت شبکه بازار سهام بورس اوراق بهادار تهران انجام شد و با توجه به شبکه ایجاد شده و تحلیل آن خاصیت فراکتالی شبکه مورد نظر مورد بررسی قرار گرفت . نتایج آزمون نشان داد شبکه بازار سهام بورس اوراق بهادار تهران شبکه ای که با استفاده از سهام به عنوان راس‌ها در آن و ارتباط میان سهم‌ها به عنوان یال‌ها ساخته شده است غیر فراکتال می باشد .

خواجوی (۱۳۹۵) به تجزیه و تحلیل تجربی ابعاد فراکتال بر قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداخت، نمونه آماری پژوهش قیمت در دوره زمانی ۱۳۸۲-۱۳۹۱ می‌باشد. 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. یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که سری زمانی قیمت مستقل و تصادفی نیست و دارای حافظه بلندمدت می‌باشد.

رودپشتی وکلانتری دهقی (۱۳۹۳) مدل‌های مولتی فراکتال در علوم مالی: ریشه، ویژگی‌ها و کاربردهای آنها را مطالعه کردند. در ابتدا ریشه این روش که از مدل‌های مشابه جریانات آشفته در فیزیک آماری، نشأت گرفته شده است معرفی و سپس جزئیاتی در مورد مشخصات و ویژگی‌های مدل‌های سری زمانی مولتی فراکتالی در مالی، روش‌های در دسترس برای تخمین آنها و وضعیت کنونی کاربردهای تجربی این مدل‌ها ذکر می شود. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که پویایی بازار سرمایه موجب شده است

که رویکردها، شیوه ها و مدل‌های تحلیل بازار در حال تحول باشد، همچنین در خوشه‌بندی نوسانات سری‌های زمانی مالی، مقیاس‌های کوچکتر مدنظر قرار می‌گیرد.

فرضیه‌های پژوهش

با عنایت به مدل آماری و اهداف عنوان شده پژوهش، فرضیه‌های این پژوهش ، به این شرح تدوین شده است: ۱. سری زمانی قیمت سهام دارای ویژگی فراکتال بوده و بر اساس آزمون‌های تئوری آشوب قابل پیش‌بینی است. ۲. سری زمانی بازده سهام دارای ویژگی فراکتال بوده و بر اساس آزمون‌های تئوری آشوب قابل پیش‌بینی است.

روش شناسی پژوهش

این پژوهش از نظر ماهیت و محتوا از نوع تجربی و از نظر هدف کاربردی است؛ زیرا به بررسی مشاهدات در سری زمانی قیمت سهام و بازده سهام می‌پردازد. همچنین از جنبه‌ی اجرا و روش گردآوری داده‌ها، پژوهشی توصیفی – پیمایشی است. داده‌های مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل موضوع، داده‌های شاخص قیمت و بازده شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران طی دوره زمانی ۱۳۹۳-۱۳۹۷ می‌باشد. از آنجایی که جوامع آماری معمولاً از حجم و وسعت جغرافیایی زیادی برخوردارند و محققان نمی‌توانند به تمام آن‌ها مراجعه کنند، بنابراین ناگزیرند به انتخاب جمعی از آن‌ها به عنوان نمونه و تعمیم نتایج آن به جامعه مورد مطالعه اکتفا کنند. در پژوهش حاضر از روش نمونه‌برداری حذف سیستماتیک استفاده گردیده است که از جامعه آماری مورد نظر، شرکت‌های نمونه با توجه به شرایط و محدودیت‌های زیر انتخاب گردیده است:

۱-به منظور همگن شدن نمونه آماری شرکت قبل از سال ۱۳۹۳ در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پذیرفته شده و تا پایان سال ۱۳۹۷ در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران فعال باشد. ۲-شرکت نباید از گروه شرکت‌های سرمایه‌گذاری، هلدینگ‌ها و واسطه‌گری مالی باشد. زیرا ساختار حاکمیت شرکتی، انگیزه سرمایه‌گذاری و کیفیت افشای اطلاعات مالی در این شرکت‌ها متفاوت با سایر شرکت‌ها می‌باشد.۳-به لحاظ افزایش قابلیت مقایسه، سال مالی شرکت منتهی به ۲۹ اسفند باشد و طی بازه زمانی تحقیق تغییر سال مالی نداشته باشد.۴-اطلاعات مالی شرکت‌ها در دسترس باشد. بعد از انجام محدودیت‌های بالا تعداد ۱۵۲ شرکت به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند و برای تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش از نرم‌افزار R و EVIEWS استفاده شده است.

متغیرهای پژوهش

در این پژوهش بازدهی سهام و قیمت سهام دو متغیر مستقل پژوهش هستند که به شرح زیر قابل محاسبه می‌باشند:

بازده سهام: بازده کل سهام را نسبت به اولین قیمت و آخرین قیمت به ترتیب فرمول زیر ارائه کرد.

$$\text{بازده کل نسبت به آخرین (اولین) قیمت سهم} = \frac{\text{تفاوت قیمتی سهم + سود نقدی ناخالص هر سهم + مزایای حق تقدم + مزایای سهام جایزه}}{\text{قیمت سهام در پایان (ابتدای) سال مالی}}$$

قیمت سهام:که توسط سازمان بورس برای هرشرکت هرساله و ماهانه و روزانه منتشر می شود.

در این پژوهش، وجود ابعاد فراکتال از طریق بررسی شاخص هرست[۱۲] را می‌توان متغیر وابسته در نظر گرفت. هرست از کارهای انشتین (۱۹۰۸) در مورد حرکتهای براونی آگاه بود. حرکت‌های براونی به عنوان یک مدل اولیه گشت تصادفی محسوب می‌شود. بر اساس یافته‌های انشتین فاصله‌هایی که اجزاء تصادفی پوشش می‌دهند با ریشه دوم زمان افزایش می‌یابد به عبارتی:

$$R = T^{0.5}$$

فاصله پوشش یافته:R 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. فرض ما بر این است که بخش بازده‌ها با ریشه دوم زمان افزایش می‌یابد. هرست با استفاده از این مشخصه، تصادفی بودن طغیان رودخانه نیل را به کمک روابط ریاضی زیر آزمون کرد:

$$X_m = (x_1 + x_2 + ... + x_n)/n$$

$$S_n = \sum_{r=1}^{m} \sqrt{(x_r - x_m)^2}$$

$$Z_r = (x_r - x_m)$$

$$Y_1 = (z_1 + z_r)$$

$$R_n = \max(Y_1, Y_2, ..., Y_n) - \min(Y_1, Y_2, ..., Y_n)$$

اندیس n برای R_n بیان می دارد که این محدوده اصلاح شده برای $x_1, x_2, ..., x_n$ است چون y به میانگین صفر اصلاح شده است ماکزیمم y بزرگتر یا مساوی صفراست و مینیمم آن کوچکتر یا مساوی صفر است و R_nهمیشه غیر منفی است. حال اگر به جای T، n قراردهیم به معادله $R = T^{0.5}$

میرسیم که سری زمانی مستقل است. این روش برای افزایش ارزش n به صورت معادله بالا صرفاً برای سری های زمانی که حرکت براونی دارد، کاربرد پیدا می‌کند. چون آنها میانگین صفر و واریانس ۱ دارند برای استفاده از این مفهوم در سری‌های زمانی که حرکت براونی ندارند باید معادله را عام‌تر کرد وسیستمی را در نظر بگیریم که مستقل نیستند و هرست معادله زیر را عام تر از معادله بالا در نظر گرفت:

$(R/S)_n = cn^H$ که n در $(R/S)_n$ به منظور ارزش R/S برای $x_1, x_2, \ldots, x_n$ و C=a ثابت است. ارزش R/S در معادله بالا به بازه تجدید نظر شده باز می‌گردد چون دارای میانگین صفر است. در حالت عمومی ارزش مقیاس R/S وقتی زمان زیاد می‌شود n با توان H که H به عنوان نمای مدل هرست است. این اولین ارتباط پدیده مدل هرست و هندسه فرکتالی است تمامی مقیاس‌های فرکتالی بر اساس قانون توان می‌باشد و یکی از خصوصیات فرکتالی می‌باشد.

مقیاس مجدد بازه اصلاح شده با تقسیم بر انحراف استاندارد یک شاهکار بزرگ بود. هرست این عمل را شخصاً برای اولین بار انجام داد. از این طریق توانست پدیده‌های متفاوتی را برای اولین بار با هم مقایسه کند. همان‌طور که خواهیم دید مقیاس مجدد این امکان را می‌دهد که بازه‌های زمانی متفاوت را با یکدیگر مقایسه کنیم. برای مقایسه داده های بازده سهام در ۱۹۲۰ و ۱۹۸۰ وجود تورم یک معضل بود که مقیاس مجدد یعنی روش R/S این معضل را حداقل رسانید. با مقیاس مجدد داده‌ها با میانگین صفر و انحراف استاندارد یک امکان مقایسه پدیده‌های متفاوت با بازه‌های زمانی مختلف وجود دارد. هرست حتی استاندارد سازی مجدد در تئوری گروه در فیزیک را پیش‌بینی کرد. تحلیل بازه‌ها با مقیاس مجدد می‌تواند سری‌های زمانی که مشخصات مقیاسی ندارند را تشریح کند که این یکی دیگر از خصوصیات فرکتالی است. نمای هرست می‌تواند توسط شیب خطی که از پلات LOG(R/S) در مقابل LOG(n) ایجاد می‌شود حساب کرد. اگر سیستم به صورت مستقل توزیع شده باشد آنگاه H =۰,۵ خواهد بود. بر اساس اطلاعات رودخانه نیل « هرست» به H =۰,۹ رسید. این بدین مفهوم است که بازه با مقیاس مجدد با نرخی سریعتر نسبت به ریشه مربعات زمان افزایش می‌یابد و سیستم مسافت بیشتری از فرایند تصادفی را پوشش می‌دهد و برای پوشش مسافت بیشتر، تغییرات سالیانه طغیان رودخانه بوسیله یکدیگر اثر می‌کنند که آنها می‌بایست همبسته باشند.

تفسیر نمای هرست

بر اساس تئوری اصلی H =۰,۵ به عنوان یک فرآیند مستقل محسوب می‌شود.تحلیل R/S غیر پارامتریک است و به همین دلیل، نیازی به شکل تابع توزیع ندارد و $0.5 \le H \le 1.00$ مربوط به سری

زمانی پایدار می‌باشد این سری زمانی پایدار بوسیله اثر حافظه بلند مدت مشخص می شود. به صورت نظری یعنی هر اتفاقی که امروز می‌افتد برای همیشه در آینده تاثیر می‌گذارد مطرح شده است. با توجه به اینکه بر اساس دینامیک آشوب، بین رویدادهای آتی با شرایط اولیه یک وابستگی وجود دارد، این حافظه بلند مدت بدون توجه به مقیاس زمانی اتفاق می‌افتد. در حقیقت تمامی تغییرات روزانه با تغییرات روزهای آتی همبستگی دارد و به این ترتیب، تمامی تغییرات هفتگی با تغییرات هفته های آتی همبستگی دارد و در هیچ مشخصات، مقیاس زمانی وجود ندارد. این مشخصه اصلی یا کلیدی یک سری زمانی فرکتالی است. $0 \le H \le 0.5$ نشان‌دهنده ناپایداری است. یک سیستم غیر پایدار فاصله ای کمتر از یک حالت تصادفی را پوشش می‌دهد.

نتایج پژوهش

در جدول زیر شاخص‌های مرکزی از جمله میانگین و شاخص‌های پراکندگی از جمله انحراف معیار، کشیدگی و چولگی برای متغیرهای مختلف محاسبه شده است.

جدول ۱: آمار توصیفی برای متغیرهای پژوهش

نام متغیر	تعداد	میانگین	میانه	حداکثر	حداقل	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی
بازده سهام	۱۹۲۰	۰,۱۱۵۶	۰,۱۰۱	۰,۶۶۲	-۰,۷۸۹	۰,۱۴۰۰۴	-۰,۰۰۵۷	۲,۸۸۶۵۴
قیمت سهام	۱۹۲۰	۴۴۸،۵۳۳	۲۴۸،۳	۶۴۵۳۸	۵۰	۵۸۸۳,۶۳	۳,۶۰۵۰۰	۲۰۹۸۰۹

متغیرهای پژوهش ماهانه محاسبه شده‌اند. بنابراین داریم: ۹۱۲۰=۱۲*۵*۱۵۲، که در این رابطه عدد ۱۵۲ بیانگر تعداد شرکت‌های نمونه مورد مطالعه و عدد 5 بیانگر دوره زمانی پژوهش (۱۳۹۳- ۱۳۹۷) می‌باشند. بنابراین تعداد مشاهدات این پژوهش برای هر متغیر برابر با ۹۱۲۰ سال- ماه می‌باشد. در صورتی که مقادیر میانگین و میانه متغیرها نزدیک به هم است توزیع متغیرها متقارن است/ انحراف معیار یکی از شاخص‌های پراکندگی است که نشان می‌دهد به طور میانگین داده‌ها چه مقدار از مقدار متوسط فاصله دارند. اگر انحراف معیار مجموعه‌ای از داده‌ها نزدیک به صفر باشد، نشانه آن است که داده‌ها نزدیک به میانگین هستند و پراکندگی اندکی دارند؛ در حالی که انحراف معیار بزرگ بیانگر پراکندگی قابل توجه داده‌ها می‌باشد. انحراف معیار برابر با ریشه دوم واریانس است. مزیت آن نسبت به واریانس، این است که هم‌بعد با داده‌ها می‌باشد. به بیان ساده تر انحراف معیار معیاری است برای میزان پراکندگی مشاهدات از میانگین است. همان طور که در جدول (۱) نیز قابل مشاهده است، انحراف معیار متغیرها صفر نبوده و حائز این شرط می‌باشند. همچنین در جامعه آماری مورد بررسی بیشترین و کمترین مقدار این پارامتر

به ترتیب برابر ۵۸۸۳,۶۳۴ (قیمت سهام) و ۰,۱۴۰۰۴۳ (بازده سهام) می‌باشد. نقطه آغازین مربوط به فرآیندهای انباشته‌ی کسری این حقیقت بوده است که بسیاری از سری‌های اقتصادی و مالی نه I(۰) هستند و نه I(۱). آن ها در وقفه‌های بسیار طولانی خودهمبستگی‌های معنی‌داری از خود نشان می‌دهند که از آن به‌عنوان «میرایی هیپربولیک» نام‌برده می‌شود. وقتی از این سری یک بار تفاضل گرفته شود، به نظر می‌رسد یک بار تفاضل‌گیری برای آن زیاد باشد؛ بنابراین، یک طبقه مفید از مدل‌ها برای یک سری زمانی که دارای رفتار حافظه بلندمدت است، فرآیند ARFIMA(P,d,q) است. این فرآیندها بسط فرآیندهای خودرگرسیو میانگین متحرک انباشته ARIMA است که در آن پارامتر تفاضل‌گیری می‌تواند عددی غیر صحیح را اختیار کند. برای سری زمانی $\{xt\}$ مدل ARFIMA(p,d,q) به‌صورت کلی زیر تعریف می‌شود:

$$\Phi(L)\ (1-L)^{d}\ (x_t)= \theta(L)\varepsilon_t$$

که در آن ε نوفه سفید است. L، عملگر وقفه و (1-L)d عملگر تفاضل‌گیری کسری است و $d\in(-0.5, 0.5)$است. چندجمله‌ای‌های $\Phi(L)= 1 - \phi1L - \phi2L2 - \ldots - \phi pLp$ و $\theta(L)= 1 - \theta1L - \theta2L2 -\ldots- \theta qLq$ به ترتیب نشان‌دهنده فرایندهای AR و MA هستند. شرط لازم و کافی برای این که بتوان سری {xt} را دارای یک فرایند ARFIMA دانست، این است که فرایندxt(1-L)d ، یک فرایند ARMA باشد. برای ساخت الگوها ابتدا بایستی مانایی سری مربوطه را با استفاده از آزمون دیکی فولر تعمیم‌یافته بررسی کرد. دلیل نیاز به داده‌های مانا این است که هر مدلی که از این داده‌ها به‌دست می‌آید را می‌توان باثبات دانست و آن را مبنای معتبری برای پیش‌بینی به شمار آورده و ساختار آن را به سایر دوره‌های زمانی تعمیم داد. بدیهی است درصورتی‌که سری زمانی مانا نباشد ساختار آن در قسمتی از سری زمانی را نمی‌توان به بقیه دوره‌های زمانی تعمیم داد. در مرحله بعد برای استفاده از مدل ARIMA باید تعداد جملات خودرگرسیو (p)و تعداد جملات میانگین متحرک(q) ، با استفاده از توابع خودهمبستگی (AC) و خودهمبستگی جزئی (PAC)بر اساس مراحل باکس، جنکینز محاسبه شود. حال باید بررسی کرد چه ترکیبی از AR و MA برای پیش‌بینی بلندمدت قیمت سهام و بازده سهام بهینه است. معادلات مختلف از ترکیب AR و MA بررسی می‌شوند و ترکیبی که معنادار است و کمترین آکائیک را دارد انتخاب می‌کنیم. بعد از بررسی‌های انجام شده مقادیر (۶,۶)=(AR, MA) و (۴,۶)=(AR, MA) به‌ترتیب برای قیمت سهام و بازده سهام مناسب بوده‌اند. همچنین سری‌های زمانی قیمت سهام و بازده سهام بر اساس آزمون دیکی-فولر تعمیم یافته مانا بوده‌اند.درجدول(۱)نتایج آزمون دیکی‌وفولربرای سری زمانی قیمت و بازده را نشان می‌دهد. در واقع داریم:

H_0: سری زمانی بازده یا قیمت دارای ریشه واحد است

H_1: سری زمانی بازده یا قیمت دارای ریشه واحد نیست

جدول ۲ : آزمون دیکی و فولر برای بازده لگاریتمی سری زمانی شاخص کل

متغیر	احتمال	آماره
قیمت سهام	۰,۰۰۰	-۱۵,۷۶۷۵
بازده سهام	۰,۰۰۰	۱۹,۷۱۴

همان‌طور که مشخص است مقدار آماره‌یt برای سری زمانی قیمت سهام و بازده سهام از سطح خطای ۰,۰۵ کمتر است. بنابراین، این سری زمانی مانا می‌باشد. در حالت کلی شاخص قیمت و بازده سهام در این سطح از فرآیند گام تصادفی پیروی نکرده و احتمال وجود فرآیند آشوب‌گونه را تأیید می‌کند. در ادامه مدل ARFIMA برای متغیرهای قیمت سهام و بازده سهام برآورد شده است:

جدول ۳ : نتایج برآورد مدل ARFIMA برای قیمت سهام

پارامترها	مقدار ضرایب	مجذور خطای استاندارد	مقدار t	مقدار احتمال
C	۰,۰۰۰۰۲	۰,۰۰۰۰۱۶	۱,۰۱۴۷۸۳	۰,۳۱۰۲
D	۰,۰۹۱۰۸۰	۰,۰۴۳۸۶۱	۲,۰۷۶۵۴۹	۰,۰۳۷۹
AR(1)	۰,۸۱۴۰۵۲	۰,۰۱۱۹۰۱	۹۸,۴۰۳۷۹	۰,۰۰۰
AR(2)	-۰,۴۲۷۳۵۹	۰,۰۲۸۷۲۴	-۱۴,۸۷۸۲۸	۰,۰۰۰
AR(3)	-۱,۰۸۱۶۹۰	۰,۰۳۶۸۸۶	-۲۹,۳۲۴۹۳	۰,۰۰۰
AR(4)	-۰,۱۰۲۱۸۳	۰,۰۳۵۲۰۵	-۲,۹۰۲۵۵۷	۰,۰۰۳۷
AR(5)	-۰,۲۴۷۶۳۷	۰,۰۲۶۶۸۰	-۹,۲۸۱۹۱۸	۰,۰۰۰
AR(6)	-۰,۵۹۳۲۳۵	۰,۰۳۰۴۰۵	-۱۹,۵۱۱۳۶	۰,۰۰۰
MA(1)	-۰,۰۰۲۱۶۹	۰,۰۵۰۴۱۲	-۰,۰۴۳۰۳۳	۰,۹۶۵۷
MA(2)	۰,۵۰۹۲۴۱	۰,۰۳۰۵۵۶	۱۶,۶۶۵۹۵	۰,۰۰۰
MA(3)	۱,۱۰۶۷۵۹	۰,۰۴۳۷۲۷	۲۵,۳۱۰۷۹	۰,۰۰۰
MA(4)	۰,۰۷۴۶۶۹	۰,۰۴۱۷۸۶	۱,۷۸۶۹۴۳	۰,۰۷۴۰
MA(5)	۰,۴۲۸۷۷۴	۰,۰۲۸۳۰۹	۱۵,۱۴۶۲۵	۰,۰۰۰
MA(6)	۰,۵۳۸۷۷۸	۰,۰۴۲۰۸۴	۱۲,۸۰۲۵۷	۰,۰۰۰
SIGMASQ	۰,۸۷۱۱۷۸	۰,۰۰۹۷۴۲	۸۸,۵۱۴۰۹	۰,۰۰۰
Likelihood		۱۴۳۳۹,۷۸	شوارتز	-۳,۱۳۰۰۳۴
آماره آکائیک		-۳,۱۴۱۷۴۳	MSE	۲۲,۹۹۲۷۴

همان‌طور که بیان شد یکی از روش‌های محاسبه نمای هرست استفاده از مدل ARFIMA است که در آن شاخص هرست بر اساس مقدار H = 0.5 + d محاسبه می‌شود. لذا نمای هرست برای سری زمانی

قیمت سهام بطور غیرمستقیم از رابطه مذکور برآورد شد. از آنجا که مقدار برآورد مرتبه انباشتگی برای بازدهی‌های ماهانه سهام شرکت‌ها برابر ۰,۰۹ برآورد شد، بنابراین نمای هرست تقریبا برابر مقدار ۰,۵۹ می‌باشد بنابراین فرض صفر مبنی بر عدم وجود ویژگی فراکتال در سری زمانی قیمت سهام رد می‌شود و بر اساس آزمون‌های تئوری آشوب قابل پیش‌بینی است. همچنین در ادامه برآورد مدل ARFIMA یرای بازده سهام گزارش شده است:

جدول ۴ : نتایج برآورد مدل ARFIMA برای بازده سهام

پارامترها	مقدار ضرایب	مجذور خطای استاندارد	مقدار t	مقدار احتمال
C	-۰,۰۰۰۱۱۳	۰,۰۰۲۸۹۰	-۰,۰۳۹۰۳۹	۰,۹۶۸۹
D	۰,۱۰۵۲۷۸	۰,۰۱۳۷۴۵	۷,۶۵۹۵۵۳	۰,۰۰۰
AR(1)	-۰,۱۹۶۱۶۱	۰,۲۵۲۶۰۴	-۰,۷۷۶۵۵۵	۰,۴۳۷۴
AR(2)	-۱,۳۸۱۳۸۲	۰,۱۰۶۷۴۹	-۱۲,۹۴۰۵۱	۰,۰۰۰
AR(3)	-۰,۰۱۴۷۰۰	۰,۴۰۴۷۶۲	-۰,۰۳۶۳۱۷	۰,۹۷۱۰
AR(4)	-۰,۶۶۴۷۱۳	۰,۰۹۵۰۶۱	-۶,۹۹۲۴۹۲	۰,۰۰۰
AR(5)	۰,۱۱۹۵۹۷	۰,۲۰۴۷۶۰	۰,۵۸۴۰۸۳	۰,۵۵۹۲
AR(6)	۰,۰۲۱۶۰۹	۰,۰۷۷۶۶۳	۰,۲۷۸۲۳۹	۰,۷۸۰۸
MA(1)	-۰,۱۷۸۸۵۱	۰,۲۴۸۵۶۳	-۰,۷۱۹۵۳۷	۰,۴۷۱۸
MA(2)	۱,۱۶۷۸۸۲	۰,۱۵۵۵۸۴	۷,۵۰۶۴۵۵	۰,۰۰۰
MA(3)	-۰,۵۵۰۶۰۶	۰,۳۷۵۵۶۸	-۱,۴۶۶۰۶۱	۰,۱۴۲۷
MA(4)	۰,۴۵۱۴۸۳	۰,۲۲۰۲۳۹	۲,۰۴۹۹۶۵	۰,۰۴۰۴
MA(5)	-۰,۴۲۴۹۴۵	۰,۱۷۴۱۸۲	-۲,۴۳۹۶۶۲	۰,۰۱۴۷
MA(6)	-۰,۰۸۳۵۳۱	۰,۱۶۰۶۶۰	-۰,۵۱۹۹۲۷	۰,۶۰۳۱
SIGMASQ	۰,۰۰۲۵۲۱	۰,۰۰۰۰۰۰۲	۱۵۲۲,۱۰۰	۰,۰۰۰
Likelihood		۱۴۳۳۹,۷۸	شوارتز	-۳,۱۳۰۰۳۴
آماره آکائیک		-۳,۱۴۱۷۴۳	MSE	۲۲,۹۹۲۷۴

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، مقدار برآورد مرتبه انباشتگی برای بازدهی‌های ماهانه سهام شرکت‌ها برابر 0.1 برآورد شده است، بنابراین نمای هرست تقریبا برابر مقدار 0.6 می‌باشد بنابراین فرض صفر مبنی بر عدم وجود ویژگی فراکتال در سری زمانی بازده سهام رد می‌شود و بر اساس آزمون‌های تئوری آشوب قابل پیش‌بینی است.

نتیجه‌گیری و بحث

تحلیل سری‌های زمانی و پیش‌بینی، همواره یکی از موضوعات مورد بررسی در پژوهش‌ها در طول دهه‌های گذشته و تلاش برای افزایش دقت پیش‌بینی یکی از چالش‌های پیش روی محققین بوده است. سرمایه و نیروی انسانی از ارکان اصلی تولید هستند و تامین این عوامل و تخصیص بهینه آنها لازمه رشد اقتصادی است. این تخصیص مستلزم وجود بازار و عملکرد مطلوب نیروهای بازار است. درارتباطه با سرمایه بازار بورس می‌تواند این وظیفه را بر عهده داشته باشد. مهم‌ترین وظیفه بازار بورس، جذب سرمایه‌های پراکنده و هدایت آنها بسوی فعالیت‌های سرمایه‌گذاری از طریق یک فرآیند تخصیص بهینه است.

نوسان قیمت سهام نیز در تمام بازارهای بورس امر طبیعی و عادی است، اما در هر صورت می‌توان با یک پیش‌بینی از قیمت سهام ترکیبی مطلوب از آنها را انتخاب و نوسان‌ها را کاهش داد. پیش‌بینی شاخص‌های مهم بازار بورس می‌تواند گامی در جهت افزایش و شفاف نمودن اطلاعات در بازار سرمایه باشد. فرضیه بازار فراکتالی علاوه بر آزمون کارایی، پایداری و توانایی بازارهای مالی در جذب شوک را ارزیابی می نماید. مطالعات مختلفی فرضیه بازارهای فراکتالی بازارهای مالی بین‌المللی را آزمون نموده‌اند، اما مطالعه بسیار اندکی در مورد بازار سهام تهران صورت گرفته‌است. در این راستا در این پژوهش شد تا این فرضیه در مورد قیمت سهام و بازده سهام در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران مورد آزمون قرار گیرد. در این تحقیق از روش تحلیل ARFIMA برای برآورد نمای هرست که معیاری برای تشخیص حافظه بلندمدت در سری‌های زمانی است، در طی دوره ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۷ برای ۱۵۲ شرکت استفاده شد. نتایج حاکی از وجود اثرات آشوب‌گونه با بعد فراکتالی حدود ۰,۶ برای دو متغیر بازده سهام و قیمت سهام بوده است. این بدان معناست که با توجه به فرضیه بازار کارا و انتظارات منطقی سرمایه‌گذاران، سرمایه‌گذاران قادر به شکست بازار و کسب بازده نبودند و فرضیه بازار فراکتالی بر فرضیه بازار کارا در بورس اوراق بهادار تهران ارجحیت دارد. علاوه براین، سرمایه‌گذاران قادر به خرید یا فروش سهام بی‌ارزش با توجه به قیمت سهام نبودند. لذا به‌منظور دستیابی به بازده بیش‌تر از متوسط بازار، سرمایه‌گذاران باید ریسک مربوط به دارایی ناپایدار را قبول کنند. همچنین نتایج نشان داد که قیمت دارایی‌ها به‌طور ذاتی ناپایدار است و بنابراین فرض بر کارایی بازار نقض می‌شود.بر پایه این استدلال علی رغم اینکه شوک‌ها و اطلاعات جدید بازدهی و قیمت سهام را در کوتاه‌مدت تحت تأثیر قرار می‌دهد اما آثار این تغییرات بلندمدت و پایدار است. بنابراین اگر سیاست‌گذاران با اتخاذ سیاست‌های مناسب بتوانند نوسانات کوتاه‌مدت را بکاهند گام مهمی در کارایی بازار برداشته و این بازار را به عنوان ابزار مهم و مطمئنی جهت تخصیص بهینه منابع مالی کشور تبدیل می شود که در آن سرمایه‌گذاران با افق زمانی

کوتاه‌مدت و بلندمدت منتفع خواهند شد. نتایج تحقیق با یافته‌های نیکومرام و همکاران (۱۳۹۱)، خواجوی و همکاران (۱۳۹۴) و همچنین پژوهش‌های ژو و بائو (۲۰۱۹) و منسی و همکاران (۲۰۱۸) مطابقت داشته ولی با یافته های شعرایی و ثنایی اعلم (۱۳۸۹) و سرلیتین و شینتانی (۲۰۱۶) مطابقت ندارد. از این رو با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان بکارگیری مدل فراکتال را به گروه‌های مختلف استفاده کننده برای اهداف زیر پیشنهاد نمود:

۱. به مدیران وصاحبان شرکت‌ها توصیه می‌گردد که از مدل فراکتال، بازده سهام سال بعد شرکت را پیش‌بینی نمایند و تدابیر لازم را در خصوص هر چه بهتر کردن این بازدهی به انجام برسانند؛ ۲. به مدیران توصیه می‌شود که با توجه به مهمترین عوامل موثر در پیش‌بینی ریسک بازده سهام شرکت‌ها، شناخت کامل از وضعیت بازار کسب کنند و جهت کسب تجربه و تخصص، دوره‌های آموزشی مرتبط با افزایش بازده سهام شرکت را بگذرانند؛ و۳. با توجه به نتایج این پژوهش که نشان‌دهنده‌ی کاربردی بودن مدل فراکتال در بازار بورس اوراق بهادار تهران می‌باشند و با توجه به اینکه تنها منبع اطلاعات این مدل سازمان بورس اوراق بهادار می‌باشد، نسبت به ایجاد یک بانک اطلاعات قوی و دقیق اقدام نمایند و ابزار تحلیلی قدرتمندی را دراختیار مدیران، سرمایه‌گذران و اعتباردهندگان قرار دهند و آنها را درانجام اقدامات پیش بینی‌کننده بازده سهام یاری رسانند.

منابع

۱) تهرانی، رضا، انصاری، حجت‌اله و علی‌رضا سارنج (۱۳۸۹). بررسی وجود پدیده‌ی بازگشت به میانگین در بورس‌اوراق‌بهادارتهران، بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، دوره‌ی۱۵، شماره‌ی۵۴، صص ۳۲-۱۷.

۲) خواجوی، شکراله و هادی عبدی طالب‌بیگی (۱۳۹۵). تجزیه و تحلیل ابعاد فراکتال بر شاخص بازده نقدی و قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، دانش سرمایه‌گذاری، سال پنجم، شماره‌ی ۱۸، صص: ۹۳-۷۹.

۳) دانیالی ده حوض، محمود؛ منصوری، حسین. (۱۳۹۱). بررسی کارایی بورس اوراق بهادار تهران در سطح ضعیف و اولویت بندی عوامل مؤثر بر آن، فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی(رویکرداسلامی- ایرانی)، ۱۲(۴۷): ۷۱-۹۶.

۴) رهنمای رودپشتی، ف.، و کلانتری دهقی، م. (۱۳۹۳). "مدل‌های مولتی فراکتال درعلوم مالی: ریشه،ویژگی‌هاوکاربردهایآن‌ها". دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، شماره ۲۴، ۴۷-۲۵.

۵) کاظمی روچی مصطفی، کیومرث بیگلر و کشاورز بهادری مهدی (۱۳۹۷)، تاثیر خاصیت فراکتالی شبکه بازار سهام بر بازده سهام، پایان نامه کارشناسی ارشد، موسسه آموزش عالی رجاء

۶) محمدی، شاپور و چیت‌سازیان، هستی، (۱۳۹۰). «بررسی حافظه بلندمدت بورس اوراق بهادار تهران». نشریه تحقیقات اقتصادی دانشگاه تهران/ شماره ۹۷/ ص ۲۰۲-۲۲۱.

7) Alvarez-Ramírez, J. & Rodríguez, E. (2012). Temporal variations of serial correlations of trading volume in the US stock market, Physica A, 4128-4135.

8) Black, E. D. (2000). Financial Market Analysis. 2nd Edition, New York: John Wiley and sons.

9) Chen, C., & Wang, Y. (2017). Understanding the multifractality in portfolio excessreturns. Physica A, 466, 346–355.

10) Ho, S.A., Machado, J.A.T., Quintino, D.D., Balthazar, J.M. (2016). Partial chaos suppression in a fractional order macroeconomic model, Mathematics and Computers in Simulation, 122: 55-68.

11) Mensi, W., et al. An analysis of the weak form efficiency, multifractality and long memory of global, regional and European stock markets. The Quarterly Review of Economics and Finance (2018), https://doi.org/10.1016/j.qref.2018.12.001

12) Rosenblum, B. and Kuttner F. (2006). Quantum Enigma: Physics Encounters Consciousness. Oxford University Press, Incorporated.

13) Sensoy, A., & Tabak, B. M. (2015). Time-varying long term memory in the EuropeanUnion stock markets. Physica A, 436, 147–158.

14) Velasquéz .T. (2009). Chaos theory and the science of fractals, and their application in risk management. Cand. merc. Copenhagen Business School, Cand.merc. Finance & Strategic Management, Supervisor: Michael Clemens.
15) Weiss, G. (1992). Chaos hits wall street-the theory, that is, Business Week November. pp. 138-140.
16) Zhang, G., & Li, J. (2018). Multifractal analysis of Shanghai and Hong Kong stockmarkets before and after the connect program. Physica A, 503, 611–622.

یادداشت‌ها :

1 Rodriguez and J., 2012
2 Chen and Wang, 2017
3 Mendelbort
4 Torkat, 2007
5 Zhang, 2018
6 EMH
7 Sensoy and Tabak, 2015
8 Velasquéz, 2009
9 Mensi et. Al., 2018
10 Hoa et. Al., 2018
11 Serletin and Shintani,2016
12 Hurst