

## کاربرد بررسی نظریه آشوب در تحلیل پیش‌بینی‌های مالی

سعید آقاسی\*<sup>۱</sup>

محمد جوزدانی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۰۱ تاریخ چاپ: ۱۳۹۹/۱۲/۱۲

### چکیده

تغییر قیمت در بازارهای مالی یکی از متغیرهای مهمی است که می‌تواند تاثیر چشمگیری بر اقتصاد کشورها، مدیریت و تخمین ریسک مالی پرتفوی سهام در شرکت‌های سرمایه‌گذاری داشته باشد؛ بنابراین شناخت ساختار قیمت کالاها همواره مورد توجه پژوهشگران اقتصادی بوده است و تلاش‌هایی برای پیش‌بینی رفتار بازارهای مالی صورت گرفته است. از این رو در این پژوهش سعی در شکافتن اصل تئوری آشوب و ارائه کارایی‌های مختلف آن بر اساس پژوهش‌های پیشین در بازارهای مالی است.

### واژگان کلیدی

تئوری آشوب، بازار سهام، بازارهای مالی

<sup>۱</sup> استادیار گروه مدیریت واحد دهقان، دانشگاه آزاد اسلامی، دهقان، ایران. (نویسنده مسئول)

<sup>۲</sup> دانشجوی دکتری مدیریت مالی، واحد دهقان، دانشگاه آزاد اسلامی، دهقان، ایران.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

## ۱. مقدمه

سودآوری شرکت‌ها همواره مورد توجه افراد ذینفع در شرکت‌ها بوده و قابلیت سودآوری شرکت‌ها در آینده و توان پیش‌بینی قیمت‌های سهام آن‌ها می‌تواند کمک بسیار مفیدی به تصمیم‌گیری آن‌ها در خرید و فروش سهام و دادن اعتبار به شرکت‌ها و همچنین هشداری به مدیران جهت بهبود عملکرد خود و ... باشد، همچنین در حوزه مدیریت مالی استفاده از تکنیک‌ها، روش‌ها و مدل‌های علمی، عموماً در جهت کمک به اخذ تصمیمات معقول در حیطه امور مالی شرکت‌ها و سایر سازمان‌ها به شدت رواج پیدا کرده است و از یک سو پیشرفت سریع فناوری رشد اقتصاد را سریع‌تر نموده و از سوی دیگر رقابت روزافزون شرکت‌ها دستیابی به سود را محدود و احتمال ورشکستگی را افزایش داده است، به این ترتیب تصمیم‌گیری‌های مالی نسبت به گذشته راهبردی‌تر شده است و به دنبال آن تحقیقات حسابداری و مالی متعددی معطوف به ایجاد کردن مدلی برای پیش‌بینی وضعیت مالی و اقتصادی شرکت‌ها گردیده است (پورزمانی و همکاران، ۱۳۸۸)

اکنون دانشمندان به نقش خلاقانه بی‌نظمی و آشوب پی برده‌اند و جهان را مجموعه‌ای از سیستم‌هایی می‌دانند که به شیوه‌های خود سازمانده و تصادفی عمل می‌کنند و این در شرایطی است این سیستم‌ها: از نظم به بی‌نظمی و از بی‌نظمی به نظم ختم می‌شوند. این تئوری پارادوکس گونه نظریه بی‌نظمی است که به آن خواهیم پرداخت.

## ۲. ادبیات پژوهش

### ۱.۲. نظریه آشوب

تئوری آشوب در دهه‌های ۶۰ و ۷۰ میلادی شکل گرفته و طرفداران این نظریه براین باورند که در میان الگوهای ظاهراً تصادفی پدیده‌های مختلف - از سیستم‌های هواشناسی گرفته تا نظام‌ها و بازارهای بورسی - نوعی نظم وجود دارد (هاشمی و حری، ۱۳۹۵؛ به نقل از ویس ۱۹۹۹)

آشوب در لغت به معنای درهم‌ریختگی، آشفتگی و بی‌نظمی است و مترادف آن در مکانیک تلاطم است. این واژه به معنی فقدان هر گونه ساختار یا نظم است و اغلب در محاوره‌های روزمره، آشوب و آشفتگی نشانه‌ی بی‌نظمی و ساختار نیافتگی بوده و جنبه‌ی منفی در بردارد؛ اما در واقع با پیدایش نگرش جدید و روشن شدن ابعاد علمی و نظری آن امروزه، دیگر بی‌نظمی و آشوب به مفهوم سازمان نیافتگی، ناکارایی و در هم ریختگی تلقی نمی‌شود. بلکه بی‌نظمی وجود جنبه‌های غیرقابل پیش‌بینی و اتفاقی در پدیده‌های پویاست که ویژگی خاص خود را دارد. بی‌نظمی نوعی نظم غایی در بی‌نظمی است (رستمی و همکاران، ۱۳۹۵). نظریه آشوب ضمن نشان دادن بی‌نظمی، حاوی نوعی نظم نهفته در درون خود هستند و بیانگر رفتارهای نامنظم، غیرخطی و غیرقابل پیش‌بینی و پیچیده‌اند (اکوانی، موسوی نژاد، ۱۳۹۲).

طبق این دیدگاه هر چند که امور جهان بی‌نظم، تصادفی و در نتیجه، غیرقابل پیش‌بینی به نظر می‌رسند. به عقیده‌ی ویتلی هنگامی یک سیستم را غیرقابل پیش‌بینی می‌نامند که تعیین جایگاه بعدی آن غیرممکن باشد و هیچ‌گونه امکان پیش‌بینی در آن وجود نداشته باشد. چنین سیستمی هرگز دوبار در یک مکان فرود نمی‌آید، اما طبق نظریه آشوب اگر چنین سیستمی برای مدت کافی تحت نظر گرفته شود، با بررسی حالت‌های سیستم در حالت‌های مختلف زمان سیستم یاد شده همواره نظم ذاتی خودش را به نمایش می‌گذارد؛ حتی غیرقابل پیش‌بینی‌ترین (آشفتنه‌ترین) 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 به طور شگفت‌انگیزی زیبا است (تهرانی و همکاران، ۱۳۸۷).

## ۲.۲. پیش‌بینی بازارهای مالی

نظریه‌های متفاوتی در خصوص پیش‌بینی بورس در بازارهای سازمان یافته مطرح شده است. در اوایل قرن بیستم، گروهی از متخصصان صاحب تجربه در ارزیابی اوراق بهادار اعتقاد راسخ بر این امر داشتند که می‌توان از طریق مطالعه و تجزیه و تحلیل روند تاریخی تغییرات قیمت سهام، تصویری را برای پیش‌بینی قیمت آینده سهام ارائه نمود. مطالعات علمی‌تر با تأکید بر شناسایی دقیق رفتار قیمت سهام، گرایش به سمت مدل‌های ارزشیابی قیمت سهام را به وجود آورد. در ابتدا نظریه‌ی گام‌های تصادفی به عنوان یک شروع در تعیین رفتار قیمت سهام مطرح شد. سپس به ویژگی‌ها و ساختار بازار سرمایه توجه شد که نتیجه‌ی این مطالعات و بررسی‌ها منجر به فرضیه‌ی بازار کارای سرمایه گردید. در بازار کارای سرمایه، اعتقاد بر این است که قیمت سهام انعکاسی از اطلاعات جاری مربوط به آن سهم است و تغییرات قیمت سهام دارای الگوی خاص پیش‌بینی نیست. نظریات مطرح شده تا دهه‌ی ۱۹۸۰ میلادی به خوبی تعیین‌کننده‌ی رفتار قیمت سهام در بازار بودند تا اینکه تحولات بازار سهام نیویورک در سال ۱۹۸۷، اعتبار فرضیات بازار کارای سرمایه را به شدت زیر سؤال برد. در دهه‌ی ۱۹۹۰ میلادی و بعد از آن، بیشتر توجه متخصصان به یک رفتار آشوب‌گرایانه همراه با نظم معطوف شد و تلاش در جهت طراحی مدل‌های غیرخطی به منظور پیش‌بینی قیمت سهام اهمیت روز افزونی یافت. بسیاری از مطالعات اخیر نشان داده‌اند بازار سهام، در حقیقت یک سیستم غیرخطی و آشوبناک است که به عوامل سیاسی، اقتصادی و روانی وابسته است (زمانی و همکاران؛ ۱۳۹۲؛ به نقل از آذر و همکاران، ۱۳۸۱)

## ۲.۳. نقش تئوری آشوب در پیش‌بینی بازارهای مالی

مدل‌های پویا برای اقتصاددانان به هیچ وجه جدید نیستند؛ اما اکثر مدل‌های پویای مورد استفاده اقتصاددان ناپیوسته و خطی بوده‌اند. دلیل استفاده از مدل‌های ناپیوسته شاید این باشد که کار برآورد ضرایب متغیرها در این مدل‌ها در مقایسه با مدل‌های پیوسته آسانتر است. دلیل تأکید بر مدل‌های پویای خطی نیز احتمالاً امکان حل تحلیلی آن‌ها بوده است. جواب تحلیلی مدل‌های پویای خطی، رفتار سیستم را در وضعیت پایدار و در هر نقطه از زمان تشریح می‌کند. معمولاً پاسخ سیستم‌های پویای خطی از تجزیه آن‌ها به بخش‌های مختلف، یافتن پاسخ برای هر بخش و سپس جمع کردن مجدد بخش‌های مجزا از هم به دست می‌آید؛ بنابراین می‌توان رفتار یک سیستم پویای خطی را مجموعه رفتار اجزای آن دانست (مشیری، ۱۳۸۱).

تحلیل سیستم‌های آشوبی، اغلب با محاسبه بعد همبستگی شروع می‌شود. این محاسبات به دنبال پیدا کردن شواهدی سازگار با آشوب هستند؛ به عبارتی می‌توان آن‌ها را آزمون‌هایی برای تأیید شاخص غیرخطی بودن الگو پنداشت، زیرا غیر خطی بودن تنها یک شرط لازم و یک شاخصی برای فرآیند آشوبی است (شاگری و همکاران، ۱۳۹۴؛ به نقل از اسمال و تی‌سه، ۲۰۰۳).

در حقیقت اساس کلیه سیستم‌های پویای اقتصادی حلقه‌های بازخور مثبت و منفی است. حلقه‌های بازخور مثبت فرآیندهایی را ارائه می‌دهند که با یک مکانیزم خودفشار مجدد رشدنمایی یا کاهش در سیستم‌های پویا ایجاد می‌کنند. حلقه‌های بازخور منفی فرآیندهایی را نشان می‌دهند که در آن‌ها سیستم به تدریج به سوی مقدار معینی حرکت می‌کند. در این فرآیندها، تمایزی بین شرایط ایده‌ال و شرایط موجود سیستم وجود دارد و در صورتی که این دو با یکدیگر یکسان

نباشند، حلقه منفی فعال شده، سیستم را در جهت رسیدن به شرایط ایده آل هدایت می کند. به این ترتیب می توان گفت که فرآیندهایی با حلقه های بازخور منفی یک مکانیزم خود تصحیح کن دارند که سیستم را به سوی ثبات و پایداری پیش می برند. برای هر یک از حلقه های بازخور مثبت و منفی می توان مثال های اقتصادی ارائه کرد. در مورد حلقه های بازخور مثبت می توان به رابطه بین حجم بدهی یک کشور و مقدار بهره پرداختی آن اشاره کرد. هر چه مقدار بدهی بیشتر شود، با فرض ثبات سایر شرایط، مقدار بهره پرداختی نیز افزایش خواهد یافت که این خود، موجب افزایش بیشتر بدهی و مجدداً افزایش افزایش مقدار بهره پرداختی خواهد شد (مشیری، ۱۳۸۱).

هدف نظریه آشوب بررسی امکان وجود نظم نهفته در سیستم های بسیار پیچیده ای است که در صورت موفقیت اجازه می دهند تا روند آتی حرکت آن ها بر خلاف باورهای قبلی پیش بینی شود. در نظریه آشوب بیان می شود که سیستم های پیچیده صرفاً ظاهری پر آشوب دارند و در نتیجه نامنظم و تصادفی به نظر می رسند، در حالی که در واقعیت تابع یک جریان معین با یک فرمول ریاضی مشخص هستند. از همین رو موضوع آشوب در ریاضیات معمولاً تحت عنوان آشوب معین مطرح می شود که بر پایه نظریه رشد غیرخطی با بازخور شکل گرفته است (شهیکی تاش، دینارزهی، ۱۳۹۲).

پیش بینی دقیق در بازار مالی منجر به کاهش زیان و افزایش سود سرمایه گذاری و حداقل سازی ریسک (به عنوان یک عنصر نامطلوب) می گردد که تمام این موارد در نهایت منجر به حداکثرسازی مطلوبیت سرمایه گذاری خواهد شد. بازار بورس به عنوان یکی از پایه های اصلی بازار سرمایه، از قاعده بهینه سازی مستثنا نبوده و عرضه کنندگان و متقاضیان سرمایه جهت برنامه ریزی و مدیریت بهینه منابع مالی و به منظور کاهش ریسک سرمایه گذاری، همواره در جستجوی روش های نوینی برای مدل سازی رفتار سری های زمانی مالی از قبیل شاخص بازار، قیمت سهام، بازدهی سهام و نسبت های مالی بوده اند که این مسئله منجر به ظهور رویکردها و تئوری های مالی گردیده است. اهمیت بازارهای مالی در فضای اقتصادی کشورهای پیشرفته و نقش این بازارها در فرایند توسعه از یک سو و از سوی دیگر پیشرفت های صورت گرفته در حوزه های مرتبط، از قبیل علوم آمار و کامپیوتر، منجر به ظهور نسل جدیدی از رویکردهای مدل سازی گردیده که از توانایی آشکارسازی ویژگی های آماری سری های زمانی مالی و انعکاس آن ها در مدل سازی ها برخوردار هستند (حسینی دوست و همکاران، ۱۳۹۴؛ به نقل از آپوستولوس، ۱۹۹۵). پیش بینی حرکت قیمتی سهام همواره یکی از دغدغه های اصلی سهامداران و فعالان بازار سرمایه بوده است. (سارنج و همکاران، ۱۳۹۶). یکی از مهمترین کاربردهای نظریه آشوب در حسابداری و امور مالی پیش بینی 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 می شود. این مدل تلاش می کند که توضیح دهد چگونه بازارهای پر رونق ناگهان تنزل می یابند و رفتار آن ها تصادفی به نظر می رسد. دو گروه از سرمایه گذاران در این مدل دخیل هستند؛ گروه اول سرمایه گذاران آگاه که منابعی از اطلاعات را در اختیار دارند که می توانند ارزش ذاتی یک سهم را تعیین کنند، گروه دوم سرمایه گذاران غیر آگاه که برخلاف گروه اول درگیر جمع آوری اطلاعات از شرکت ها نمی شوند. این گروه براساس اطلاعات افشا شده از طریق سرمایه گذاران آگاه و تخمینی که از تفاوت بین قیمت کنونی و ارزش ذاتی می زنند، قیمت آتی اوراق بهادار را برآورد می کنند. دی و هانگ با بررسی جزو به جزو رفتار دو گروه سرمایه گذار هیچ جزو تصادفی را مشاهده نمی کنند و نشان می دهند که تغییر قیمت سهام به

طور کامل تعیین شده است. مطالعه‌ی پدیده‌ی آشوب در بازار سرمایه می‌تواند اطلاعات مفیدی به هر دو گروه سرمایه‌گذار ارائه نماید (نمازی و همکاران، ۱۳۹۴).

#### ۲.۴. آزمون‌های تئوری آشوب

آزمون‌های متفاوتی برای وجود آشوب در سری‌های زمانی وجود دارد که از جمله این آزمونها؛ بعد همبستگی و حداکثر نمای لیاپانوف است. یکی از مشخصه‌های سیستم‌های پویا "خاصیت حساسیت نسبت به شرایط اولیه" می‌باشد. مهمترین وسیله برای تشخیص وجود حساسیت نسبت به شرایط اولیه در یک سیستم پویا، استفاده از نمای لیاپانوف است. میزان آشوبناکی سیستم و نرخ واگرایی مسیرهای همسایه در فضای فاز را نمای لیاپانوف، مشخص می‌کند. در واقع در این روش، میانگین نمایی واگرایی یا همگرایی نقاط نزدیک به هم اما نه با شرایط اولیه یکسان، اندازه‌گیری می‌شود؛ یعنی نمای لیاپانوف مثبت، میانگین نمایی واگرایی نقاط نزدیک به هم، اما نه با شرایط اولیه یکسان و نمای لیاپانوف منفی، میانگین نمایی همگرایی نقاط نزدیک به هم، اما نه با شرایط اولیه یکسان را اندازه‌گیری می‌کند. بنابراین با توجه به ویژگی "حساسیت نسبت به شرایط اولیه"، نمای لیاپانوف مثبت می‌تواند به عنوان تعریفی برای آشوب معین سیستم بیان شود؛ که به طور خاصتر در تعریف حداکثر نمای لیاپانوف مطرح می‌شود. همچنین این آزمون می‌تواند پایداری، یک سیستم پویا را اندازه‌گیری کند. نظریه "پایداری" نقشی اساسی در نظریه و مهندسی سیستم‌ها دارد. معمولاً پایداری نقاط تعادل را از دید لیاپانوف (ریاضیدان روسی) بررسی می‌کنند. یک نقطه تعادل را پایدار می‌گوئیم اگر همه پاسخ‌هایی که از نقاط نزدیک به آن آغاز می‌شود در همان نزدیکی باقی بماند؛ در غیر این صورت، آن نقطه تعادل ناپایدار است. این نقطه را پایدار مجانبی می‌گوئیم؛ اگر تمامی پاسخهایی که از نقاط نزدیک به آن آغاز شود؛ نه تنها در همان نزدیکی باقی بماند؛ بلکه با افزایش زمان، به سوی نقطه تعادل، سوق یابد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۸).

مدل‌های آشوبی براساس نظریه آشوب بوده و نظریه آشوب در بازار سهام در مقابل نظریه کارایی بازار سهام مطرح می‌شود و بر تصادفی نبودن فرایند حاکم بر قیمت‌های سهام دلالت دارد. این نظریه ادعا می‌کند که یک فرآیند غیرخطی، پویا و پیچیده که تصادفی به نظر می‌رسد، اما در واقع معین است و نسبت به شرایط اولیه حساسیت بالایی دارد؛ بر روند قیمت‌ها حاکم است. در نتیجه بر اساس این نظریه با کشف فرآیند حاکم بر روند قیمت‌های سهام، پیش‌بینی آن‌ها ممکن می‌شود. (جنابی، ۱۳۸۱).

نکته‌ی قابل توجه در فرآیند آشوب این است که رفتار آشوب گونه رفتاری تصادفی نیست، بلکه رفتاری قطعی است. به عبارتی به منظور پیش‌بینی دقیق بازار سرمایه از تئری آشوب میتوان استفاده کرد. ولی از رویکرد ناظری که از ساختار و عملکرد سیگنال آشوب گونه بی‌اطلاع است یا اطلاع عمیقی از آن ندارد، نمی‌توان این سیگنال را از سیگنال‌های تصادفی باز شناخت و با استفاده از آزمون‌های آماری تفکیک کرد (عباسی نژاد و نادری، ۱۳۹۱).

#### ۲.۵. کاربرد تئوری آشوب در بازارهای مالی

مدل‌هایی که بر اساس چارچوب سیستمی می‌باشند تلاش محققین بر این است که از روابط ساده شده استفاده نمایند و بر این مبنا پیش‌بینی می‌کنند که با این وضعیت سیستم چگونه رفتار خواهد کرد؛ بنابراین، "دلیل و تاثیر" در این مدل‌ها به صراحت تعریف می‌شوند. برای مثال فرض اصلی مدل‌های قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای این است که برگشت

سرمایه تابعی خطی یا تناسبی از ریسک می‌باشد. دو فرض وابستگی و رابطه خطی به ما اجازه می‌دهند یک مدل ساده ریاضی برای توضیح این ارتباط بسازیم. دیگر فرض مشترک بین مدل‌های ساده شده، این است که سیستم‌های تحت مطالعه هرگاه به خود وانهاده شود به سمت تعادل پیش می‌رود. با این ساده انگاری امکان کاربردی شدن یک مدل بسیار کاهش می‌یابد. تحت فرضیات مدل ساده شده نمی‌توان بر بسیاری از مسائل فایق آمد. دانش نوین، مطالعه رفتار پویای مدل‌های غیر خطی را تحت عنوان رفتار آشوبی فراهم آورده است. شاید بزرگترین کمک نظریه آشوب انگیزه بخشی برای پژوهش در رفتار پیچیده سیستم‌های پویا باشد؛ اما با استفاده از نظریه آشوب می‌توان نشان داد که سری‌های زمانی آشوبی غالباً چرخه‌هایی نامتناوب و رفتار روندی قویی را نشان می‌دهند و یا به عبارت دیگر می‌توان الگوهای ادواری (سیکلی) را تشخیص داد اما زمان شروع و پایان آن‌ها قابل پیشگویی نیستند. در طول این ادوار بازده مثبت از بازده مثبت پیروی میکنند و بازده معکوس نیز به همین ترتیب، اما گذار از هر مرحله به مرحله دیگر غیرقابل پیشبینی و ناگهانی است. از طرفی دیگر، هم در فیزیک و هم در مالی، هدف از نظریه آشوب و فراکتال مطالعه رفتار دوره‌های غیرخطی حساسیت سیستم به شرایط اولیه که منجر به جاذبه‌های عجیب میشود، است. بر این اساس، رفتار آشوبگونه جزء جدایی ناپذیر یک سیستم است اما در صورتی که الگوی مشخص و قابل پیش بینی و با دوره تناوب ثابت در رفتار بازار به وجود آید این الگو دلیل بر وجود حافظه بلندمدت در بازار و عدم وجود رفتار آشوبگونه است (خواجوی و عبدی، ۱۳۹۵).

### ۳. نتیجه‌گیری

در این پژوهش رفتار آشوبناک بر بازارهای مالی مورد بررسی قرار گرفت. تئوری آشوب می‌تواند به طور بالقوه نوسانات بازارهای مالی و اقتصاد کلان را که به نظرتصادفی می‌آید را بررسی نماید. در چرخه‌ی اقتصادی می‌توان دو دلیل برای توجیه نوسان‌ها در نظر گرفت. براساس نظر نئوکلاسیک‌ها عامل ایجاد نوسان‌های تولید، نیروهای برون‌زا هستند؛ در حالی که در دیدگاه دوم، مطابق نظریه‌های کینزین‌هاست، عامل نوسان‌های تولید را فعل و انفعال‌های درونی اقتصاد می‌داند، به طوری که افزایش فعالیت در یک بخش اقتصاد ممکن است منجر به افزایش بیشتر فعالیت‌ها در سایر بخش‌ها شود. در دیدگاه اول با به ماهیت تصادفی و غیرقابل پیش‌بینی شوک‌ها جایی برای سیاست‌های مالی و پولی وجود ندارد و در واقع ممکن است اعمال این سیاست‌ها عدم تثبیت اقتصادی را وخیم‌تر نیز کند؛ اما در دیدگاه دوم با توجه به معین بودن فرآیند ایجاد کننده‌ی سری‌ها و در نتیجه قابل پیش‌بینی بودن آن‌ها، سیاست‌های تثبیت اقتصادی برای رسیدن به اشتغال از اهمیت خاصی برخوردارند. طرفداران دیدگاه دوم از آشوب به عنوان شاهده‌ی بر ادعای خود استفاده می‌کنند و سیاست‌های تثبیت اقتصادی را با توجه به فرآیندهای غیرخطی و معین آشوبی در سری‌های اقتصادی به عنوان عامل اصلی ایجاد کننده‌های دوران تجاری توجیه می‌کند. به طوری که برایتوجیه دوران تجار در صورت فرآیند آشوبی در متغیرهای اقتصاد کلان دیگر لزومی به وجود شوک‌های برون‌زا نخواهد بود؛ بنابراین در یک سیستم آشوب نوسان‌های به ظاهر تصادفی از ساز و کار درونی سیستم غیرخطی مولد داده‌ها نتیجه شده و ارتباطی با وقوع تکان‌های خارجی ندارد. در نتیجه می‌توان تغییرات نامنظ روند برخی متغیرهای اقتصادی مانند تولید ناخالص داخلی و یا تغییر بزرگ در بازار سرمایه را نتیجه وجود ساختار آشوبناک در آن‌ها دانست (نمازی و همکاران، ۱۳۹۴ به نقل از مشیری ۱۳۸۱). در اعمال سیاست‌های تثبیت اقتصادی و

اعمال چنین سیاست‌هایی باید با دقت زیادی انجام گیرد؛ زیرا اگر فرآیند آشوبی در برخی سری‌های اقتصاد کلان وجود داشته باشد، اعمال برخی سیاست‌های نامناسب و نابهنگام ممکن است به ایجاد اغتشاش و بی‌نظمی در روند متغیرها منجر شده و شرایط پیچیده حاکم بر آن‌ها به مراتب پیچیده‌تر و در نتیجه غیرقابل کنترل کند (شهیکی تاش و همکاران، ۱۳۹۲).

#### ۴. منابع:

۱. آذر. عادل، افسر. امیر، احمدی. پرویز (۱۳۸۵)، "مقایسه روش‌های کلاسیک و هوش مصنوعی در پیش‌بینی شاخص قیمت سهام و طراحی مدل ترکیبی"، فصلنامه‌ی پژوهش‌های مدیریت در ایران، دوره‌ی ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۸۵، صص ۱-۱۶.
۲. اکوانی. سید حمداله، موسوی نژاد. سید ولی (۱۳۹۲)، "نظریه آشوب، مدلی برای تحلیل پیچیدگی فضای سیاسی ایران". پژوهشنامه علوم سیاسی، سال هشتم، شماره دوم، بهار.
۳. پورزمانی. زهرا، جهانشاد. آرزیتا، عین قلائی. شهرام، (۱۳۸۸)، "پیش‌بینی وضعیت مالی و اقتصادی شرکت‌ها با استفاده از نسبت‌های مالی مبتنی بر سودآوری، جریان‌های نقدی و رشد"، پژوهشنامه حسابداری مالی و حسابرسی، ۱۳۸۸- صص ۹۸-۱۱۵.
۴. تهرانی. رضا، انصاری. حجت اله، سارنج. علیرضا، (۱۳۸۷)، "بررسی وجود پدیده‌ی بازگشت به میانگین در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از آزمون ریشه واحد"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، (۱۳۸۷).
۵. جنابی. محمدحسن، (۱۳۸۱)، "معمای قیمت سهام"، بورس، شماره ۳۱، صص ۳۲-۳۵.
۶. حسینی دوست. سیداحسان، فطرس. محمدحز، مساحی. شراره (۱۳۹۴)، "کاربرد سامانه‌های پویای پارامری و ناپارامتری در پیش‌بینی بازدهی سهام: مطالعه موردی بازار بورس تهران"، فصلنامه سیاست‌های مالی و اقتصادی، سال ۳، شماره ۱۲، زمستان ۱۳۹۴، صص ۱۴۸-۱۲۵.
۷. خواجه‌جوی. شکراله، عبدی طالب بیگی. هادی، (۱۳۹۵)، "تجزیه و تحلیل تجربی ابعاد فراکتال بر شاخص بازده نقدی و قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار"، فصلنامه علمی پژوهش دانش سرمایه گذاری، سال پنجم، شماره ۱۸، تابستان ۱۳۹۵، صص ۷۹-۹۳.
۸. رستمی. محمدرضا، بنجار. کلاتری، نوری جعفرآباد. محمود (۱۳۹۵)، "بررسی هم‌حرکتی میان بازده شاخص صنایع مختلف در بورس اوراق بهادار تهران با بازده بازارهای نفت، طلا، دلار و یورو با استفاده از تحلیل موجک، دانش سرمایه‌گذاری"، سال پنجم، شماره‌ی ۱۷، صص ۲۲۷-۲۵۱.
۹. زمانی. محسن، افسر، امیر، ثقفی نژاد. سید وحید، بیات. الهام (۱۳۹۲)، "سیستم خیره پیش‌بینی کننده قیمت سهام و بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از شبکه‌های عصبی فازی، مدل‌سازی فازی و الگوریتم ژنتیک"، مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره ۲۱، زمستان ۱۳۹۳، صص ۱۳۰-۱۰۷.

۱۰. سارنج، علیرضا، کریمی، تورج، شهرامی بابکان، مجید، (۱۳۹۶)، "کاربرد تئوری مجموعه‌های راف برای پیش‌بینی قیمت سهام (مطالعه موردی: بانک صادرات ایران)"، فصلنامه راهبرد مدیریت مالی، صص ۱۴۴-۱۱۹.
  ۱۱. شاکری، زهرا، همایونی‌فر، مسعود، فلاحی، محمدعلی، شعرفاف تبریزی، سعید، (۱۳۹۴)، "بررسی نظریه شوب در قیمت سکه تمام بهار آزادی در ایران"، دو فصلنامه اقتصاد پولی، مالی (دانش و توسعه سابق)، دوره جدید، سال ۲۲، شماره ۱۰، پاییز و زمستان ۱۳۹۴.
  ۱۲. شهیکی تاش، محمد نبی، دینارزهی، خدیجه، دژکام، ارسلان (۱۳۹۲)، "بررسی رفتار غیرخطی و آشوبی بازار نرخ ارز ایران"، فصلنامه روند، سال ۲۰، شماره ۶۳-۶۴، پاییز و زمستان ۱۳۹۲، صص ۵۸-۳۹.
  ۱۳. شهیکی تاش، محمدنبی، دینارزهی، خدیجه، (۱۳۹۲)، "بررسی رفتار آشوبی رشد اقتصادی در ایران و بازسازی فضای باز"، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی کاربردی، سال اول، شماره اول، صص ۱۴۵-۱۲۵.
  ۱۴. عباسی‌نژاد، حسین، نادری، اسماعیل، (۱۳۹۱)، "تحلیل آشوب، تجزیه‌ی موجک و شبکه‌ی عصبی در پیش‌بینی شاخص بورس تهران"، فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، دوره ۲، شماره‌ی هشت، تابستان ۱۳۹۱، صص ۱۱۹-۱۴۰.
  ۱۵. محمدی، تیمور، آماده، حمید، تکلیف، عاطفه، قدیمی دیزج، خلیل، (۱۳۹۸)، "مطالعه تاب‌آوری سیستم توزیع گاز طبیعی ایران"، نشریه علمی سیاست‌گذاری اقتصاد، سال ۱۱، شماره ۲۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۸.
  ۱۶. مشیری، سعید (۱۳۸۱)، "مروری بر نظریه آشوب و کاربردهای آن در اقتصاد"، فسانامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۱۲، پاییز ۱۳۸۱.
  ۱۷. نمازی، محمد، حاجیها، زهره، چناری بوکت، حسن (۱۳۹۴)، "مطالعه‌ی پدیده‌ی فرایند آشوب در شاخص قیمت و بازده نقدی در بورس تهران اوراق بهادار تهران"، فصلنامه اقتصاد مالی و توسعه، سال ۹، شماره ۳۳، زمستان ۱۳۹۴.
  ۱۸. هاشمی، مرضیه، حری، محمدصادق، (۱۳۹۵)، "بررسی معادلات آشوب بر سیستم بورس اوراق بهادار (مورد کاوی سیستم بورس اوراق بهادار تهران)"، پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری، دوره ۱، شماره، بهار ۱۳۹۵.
19. Small, M. & Tse, C. K. (2003). Determinism in financial time series. *Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics*, 7(3).
  20. Weiss J. N., Garfinkel A., Karagueuzian H. S., Qu Z., Chen P. S. (1999) "Chaos and the transition to ventricular fibrillation a new approach to antiarrhythmic drug evaluation", *Circulation*, 99 (21), pp: 2819-2826.



## Application of Chaos Theory in Financial Forecast Analysis

Saeid Aghasi\*<sup>1</sup>

Mohammad Joozdani<sup>2</sup>

Date of Receipt: 2021/08/18 Date of Issue: 2021/03/02

### Abstract

Price changes in financial markets are one of the important variables that can have a significant impact on the economies of countries, management and estimation of financial risk of stock portfolios in investment companies. Therefore, understanding the price structure of commodities has always been the focus of economic researchers and efforts have been made to predict the behavior of financial markets. Therefore, in this research, an attempt is made to disentangle the principle of chaos theory and present its various functions based on previous research in financial markets.

### Keyword

Chaos theory, stock markets, financial markets

1. Assistant Professor of Management Dehaghan Branch, Islamic Azad University, Dehaghan, Iran
2. Ph.D Student in Financial Management, Islamic Azad University, Dehaghan, Iran ([\\*mohammadjoozdani@gmail.com](mailto:mohammadjoozdani@gmail.com)).

