Archive of SID

مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
شماره هفتم / تابستان ۱۳۹۰

# بررسی رفتار قیمت سهام شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از تئوری آشوب

محمد رضا رستمی[۱]
فرزانه باقی نیری[۲]
جواد قاسمی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۰/۵/۲۵
تاریخ پذیرش: ۹۰/۶/۳۰

**چکیده**

سیستم های غیرخطی پویا، رفتارهای مختلفی از خود بروز می‌دهند که می‌تواند در توجیه بسیاری از پدیده‌های مالی و اقتصادی، که به نظر تصادفی می‌رسند، بکار گرفته شود. تئوری آشوب یک راه جدید برای بررسی روند تغییرات سیستم‌های غیرخطی پویا در بازارهای مالی و پویا پیشنهاد می کند. این تحقیق با استفاده از تئوری آشوب و بزرگترین توان لیاپونوف رفتار قیمت سهام ۳۱ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را که دارای بالاترین حجم معاملات و ارزش بازار در طی سال های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۸ می‌باشد را از لحاظ آشوبگونگی مورد بررسی قرار می‌دهد. این پژوهش جهت تخمین توان لیاپونوف از دو الگوریتم رزن اشتاین و الگوریتم تیلور بهره جسته و نتایج حاصل از این دو الگوریتم بیانگر وجود آشوبگونگی در سری زمانی قیمت ها است. این نتیجه بر ناکارایی بازار سهام و در نتیجه قابلیت پیش بینی آن دلالت می کند.

**واژه‌های کلیدی:** آشوب، توان لیاپونوف، الگوریتم رزن اشتاین، الگوریتم تیلور.

## ۱- مقدمه

امروزه بخش عظیمی از سرمایه گذاریها از طریق بازار اوراق بهادار و سهام تخصیص می یابد، بنابراین این بازار نقش عمده ای در اقتصاد هر کشوری ایفا می کند و پیش بینی

۱- استادیار مدیریت مالی و عضو هیئت علمی دانشگاه الزهراء-عهده دار مکاتبات Rostami1973@yahoo.com
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت مالی دانشگاه الزهراء
۳ - کارشناس ارشد مهندسی مالی دانشگاه علم و فرهنگ



www.SID.ir

Archive of SID

قیمت سهام اهمیت ویژه ای می یابد. سرمایه گذاران، تحلیل گران و مدیران می توانند با پیش بینی دقیقتر، فرایند تصمیم گیری را بهبود بخشیده و هزینه ریسک را کاهش دهند. از زمان پیدایش بازارهای سهام تا کنون روشهای مختلفی برای پیش بینی قیمت سهام به وجود آمده است که آنها را می توان در چهار گروه مدلهای بنیادی، مدلهای فنی، مدلهای گام تصادفی و مدلهای آشوبی تقسیم بندی نمود.

مدلهای بنیادی[۱]، برای تعیین ارزش ذاتی سهام از تمامی اطلاعات موجود و در دسترس استفاده کرده و وضعیت یک شرکت را با توجه به تمام ابعاد اصلی خرد و کلان یعنی در سطوح شرکت، صنعت و در سطح جهانی مورد ارزیابی قرار می دهند و بر این اساس در مورد خرید، فروش و یا نگهداری آن تصمیم گیری می نمایند.

مدلهای فنی[۲]، عرضه و تقاضا را وابسته به عوامل بسیار زیادی دانسته و اعتقاد دارند که قیمت های گذشته، منعکس کننده آینده بوده و قیمت را تابع محض عرضه و تقاضا می دانند. آنان به دنبال تغییرات بلندمدت نیستند و می گویند، باید از فرصت های کوتاه مدت حداکثر استفاده را نموده و سود آنی به دست آورد.

مدلهای گام تصادفی[۳] فرایند حاکم بر روند قیمتها را تصادفی دانسته و بنابراین تغییرات آنها را غیر قابل پیش بینی می دانند. فرضیه بازارهای کارا[۴] بر اساس نظریه گام تصادفی و برای آزمون آن مطرح شد که طبق آن بازارهایی که از فرایند گام تصادفی پیروی نمایند کارا هستند.

مدلهای آشوبی[۵] بر اساس نظریه آشوب بوده و نظریه آشوب در بازار سهام در مقابل نظریه کارایی بازار سهام مطرح می شود و بر تصادفی نبودن فرایند حاکم بر قیمت های سهام دلالت می کند. این نظریه ادعا می کند که یک فرایند غیر خطی، پویا و پیچیده که به نظر تصادفی می رسد، اما در واقع معین است و نسبت به شرایط اولیه حساسیت بالایی دارد؛ بر روند قیمت ها حاکم است. در نتیجه بر اساس این نظریه با کشف فرایند حاکم بر روند قیمت های سهام، پیش بینی آنها ممکن می گردد. (جنانی، ۱۳۸۱)

هدف این پژوهش بررسی وجود رفتار آشوب گونه در قیمت سهام است؛ تا از این طریق در صورت آشوبگونه بودن، بتوان افق قابل پیش بینی برای قیمت سهام را بدست آورده و در تعیین افق سرمایه گذاری توسط سرمایه گذاران از نتایج آن استفاده کرد. در صورتیکه





www.SID.ir

Archive of SID

آشوبگونگی تایید نشود روشهای پیش بینی که در سری های تصادفی متداول است با اطمینان بیشتری قابل توصیه خواهد بود.

بمنظور بررسی رفتار آشوبی در قیمت سهام بایستی آزمون آشوبی را صورت دهیم. دو گروه عمده برای آزمون آشوب در داده ها وجود دارد: اولین روش آن است که به مسیر یا خط سیر داده ها هنگامی که شرایط اولیه ی سیستم اندکی تغییر کرد توجه کنیم. این حالت می تواند با برآورد توان لیاپونوف[۶] انجام شود. نوع دوم از تستها برای وجود آشوب، آزمون بُعد جاذب سیستم است. آشوب در ابعاد مختلف وجود دارد و متأسفانه تجزیه و تحلیل در صورت وجود بُعد بزرگ تر پیچیده تر و تست برای آشوب ضعیف تر می شود.

در این تحقیق جهت بررسی وجود آشوب در رفتار قیمت سهام از توان لیاپونوف استفاده کرده ایم و به منظور برآورد آن از الگوریتم رزن اشتاین و الگوریتم تیلور بهره برده ایم.

## ۲- ادبیات نظری و پیشینه

### آشوب:

آشوب[۷] در لغت به معنی درهم ریختگی؛ آشفتگی و بی نظمی است و این واژه به معنی فقدان هرگونه ساختار یا نظم است و معمولاً در محاورات روزمره آشوب وآشفتگی نشانه بی نظمی و سازمان نیافتگی به نظر آورده می شود و جنبه منفی دربردارد اما در واقع با پیدایش نگرش جدید و روشن شدن ابعاد علمی و نظری آن امروزه دیگر بی نظمی وآشوب به مفهوم سازمان نیافتگی؛ ناکارائی؛ و درهم ریختگی تلقی نمی شود. بلکه بی نظمی وجود جنبه های غیرقابل پیش بینی واتفاقی در پدیده های پویاست که ویژگی خاص خود را داراست. بی نظمی درمفهوم علمی یک مفهوم ریاضی محسوب می شود که شاید نتوان خیلی دقیق آن را تعریف کرد اما می توان آن را نوعی اتفاقی بودن همراه با قطعیت دانست. قطعیت آن به خاطر آن است که بی نظمی دلایل درونی دارد و به علت اختلالات خارجی رخ نمی‌دهد و اتفاقی بودن بدلیل آنکه رفتار بی نظمی؛ بی قاعده و غیرقابل پیش بینی دقیق است. (حاجی کریمی، ۱۳۸۹)

### ویژگی فرآیندهای آشوب:





www.SID.ir

Archive of SID

فرایندهای آشوبگونه را می توان با ویژگی های خاص آنها شناخت. سه ویژگی مهم فرایندهای آشوبگونه عبارتند از (Baumoli,1989):

- **جاذب های پیچیده**[۸]: در سیستم های آشوبگونه، جذب کننده ها بسیار پیچیده و عجیب هستند که می‌توان آنها را به این صورت تعریف کرد. "یک جذب کننده پیچیده، یک مجموعه غیرقابل شمارش[۹] از نقاطی است به طوری که کلیه مسیرهای زمانی که درون آن شروع شده اند در داخل آن باقی می‌مانند و کلیه مسیرهای زمانی مجاور به آن جذب می شوند و مسیر های زمانی که در داخل آن شروع می شوند، می‌توانند نا متناوب[۱۰] باشند و یا به هر تعداد از قبل تعیین شده به طور اختیاری تکرار شوند".
- **حساسیت بسیار زیاد به شرایط اولیه:** یک سری زمانی آشوبگونه به شرایط اولیه حساسیت بسیار زیادی دارد. یعنی در دو سری زمانی با فرایندهای آشوبگونه ولی با شرایط اولیه بسیار نزدیک به هم، مسیرهای زمانی آنها پس از مدتی به کلی از یکدیگر متمایز شده و به صورت دو سری زمانی متفاوت از هم به نظر خواهند رسید. هر چه شرایط اولیه دو سری به هم نزدیک تر باشد، مدت زمانی که مسیر های زمانی آنها شبیه به هم هستند، بیشتر خواهد بود.
- **شکستگی های ناگهانی ساختاری در مسیر زمانی**[۱۱]: این پدیده حاکی از آن است که رفتار یک سری آشوبگونه هیچ شباهتی با رفتار یک سری تصادفی ندارد. یک سری آشوبگونه، از یک فرایند معین تبعیت می کند و در عین حال دچار نوسانات بسیار بزرگ تصادفی است که در فواصل نامعین اتفاق می افتد. اگر یک سری فرایندی تصادفی داشته باشد، قابل پیش بینی نیست اما اگر فرایندی آشوبگونه داشته باشد، هرچند پیچیده است و تصادفی به نظر می رسد، به علت معین بودن می توان رفتار آنرا پیش بینی نمود.

**آزمون های آشوب:**

به طور کلی، دو دیدگاه برای ارزیابی وضعیت سریهای زمانی پیچیده مطرح شده است. در دیدگاه اول، به بررسی این مسأله پرداخته می شود که آیا سری زمانی مورد نظر به وسیله یک فرایند معین یا تصادفی ایجاد شده است؟ در دیدگاه دوم، سعی بر این است که تشخیص





www.SID.ir

Archive of SID

داده شود آیا سری زمانی حاکی از یک رفتار آشوبی یا غیر آشوبی است؟ روشهایی که در دیدگاه اول به کار گرفته می شوند، متکی بر تجزیه و تحلیل بُعد همبستگی سیستم هستند. روشهای مربوط به دیدگاه دوم، عمدتاً شامل تحلیل بزرگترین توان لیاپونوف می باشند (مشیری و مروت، ۱۳۸۴). در ذیل بطور مختصر به شرح آن می پردازیم.

**توان لیاپونوف:**

همانطور که گفتیم یکی از ویژگی های اصلی فرایند های آشوبگونه حساسیت بسیار زیاد آنها نسبت به شرایط اولیه است . بنابراین می توان از این ویژگی برای کشف فرایند های آشوبگونه استفاده کرد. بهترین وسیله برای تشخیص وجود حساسیت نسبت به شرایط اولیه در یک سیستم پویا استفاده از توان لیاپونوف می باشد که توسط الکساندر لیاپونوف[۱۲] ریاضیدان روسی در آغاز قرن بیستم (۱۹۰۷) مطرح شد (Kathlean et.al, 2000)

توان لیاپونوف میانگین نرخ واگرایی یا همگرایی نمایی مسیرهای زمانی است که شرایط اولیه شان اختلاف اندکی با هم دارند. توان لیاپونوف مثبت بیانگر واگرایی نمایی مسیرهای زمانی، حساسیت شدید نسبت به شرایط اولیه و بنابراین وجود آشوب است. توان لیاپونوف منفی نشانگر همگرایی نمایی مسیرهای زمانی و توان لیاپونوف صفر بیانگر آنست که مسیرها واگرایی یا همگرایی ندارند. اگر حداقل یکی از توان های لیاپونوف یک سیستم پویا مثبت باشد، نشان دهنده وجود آشوب در آن سیستم است. بنابراین معمولا بزرگترین توان لیاپونوف محاسبه می گردد که اگر مثبت باشد نشان دهنده وجود آشوب در سیستم است.
برای محاسبه بزرگترین توان لیاپونوف دو روش وجود دارد (Yousefpoor et.al (2008):

- **روش مستقیم**: نرخ رشد واگرایی یا همگرایی بین دو مسیر زمانی را که با یکدیگر اختلاف بسیار کمی در شرایط اولیه دارند، محاسبه می کند. الگوریتم رزن اشتاین[۱۳] از آن جمله هست.
- **روش ژاکوبین**[۱۴]: این روش که توسط نیچکا و دیگران[۱۵] (۱۹۹۲) مطرح گردید، بر پایه بازسازی سری زمانی در فضای حالت[۱۶] است. مرحله اصلی در این روش محاسبه ماتریس ژاکوبین است. الگوریتم تیلور از آن جمله هست.

**تخمین توان لیاپونوف با استفاده از الگوریتم رزن اشتاین:**





www.SID.ir

Archive of SID

سری زمانی اسکالر $x_i$ که به وسیله سیستم پویای معین و آشوبگونه ایجاد شده است را در نظر بگیرید. برای سیگنال نویزدار $y_i$ داریم:

$$y_i = x_i + \delta_i$$

$\delta i$ نویز رندمی[17] (جزء اخلال) است.

برای آسان تر شدن کار، سریهای زمانی را به شکل زیر نرمال می کنیم:

$$x_i \rightarrow \frac{x_i}{\sigma_i}$$

$\sigma x$ انحراف معیار سری زمانی $\{x_i\}$ است.

اکنون نویز را با انحراف معیار $\sigma_\delta$ به سری زمانی می افزاییم. اگر $\sigma_\delta = 0.1$ باشد، سطح نویز برابر ۱۰٪ خواهد بود.

اکنون جاذب را با استفاده از مختصات وقفه زمانی بازسازی می کنیم:

$$x_i = (x_i, x_{i+l}, \ldots, x_{i+(m-1)l})$$

l وقفه جانشانی، m بعد جانشانی و $\{x_i\}$ جاذب بازسازی شده[18] است.

بطور مشابه داریم:

$$y_i = (y_i, y_{i+l}, \cdots, y_{i+(m-1)l}),$$
$$\delta_i = (\delta_i, \delta_{i+l}, \ldots, \delta_{i+(m-1)l})$$

الگوریتم رزن اشتاین به شکل زیر تعریف می شود:

اگر $x(\tau)$ تکامل زمانی شرایط اولیه $x(0)$ در یک فضای حالت مناسب باشد، بزرگترین توان لیاپونوف به شکل زیر محاسبه می شود:

$$\lambda_1 = \lim_{\tau\to\infty} \lim_{\varepsilon\to 0} \frac{1}{\tau} \ln\left(\frac{|x(\tau) - x_\varepsilon(\tau)|}{\varepsilon}\right), \quad |x(0) - x_\varepsilon(0)| = \varepsilon \quad (1)$$

این روش وقتی تعداد مشاهدات کم است یا در سیستم نویز وجود دارد و نسبت سیگنال به نویز[19] پایین است نیز کارایی دارد.

**محاسبه توان لیاپونوف با استفاده از الگوریتم تیلور**(Lai, Chen, 1998):

الگوریتم تیلور یکی از روشهای ژاکوبینی می باشد که به تشریح آن می پردازیم.

سیستم پویای زیر را در نظر بگیرید:

$$y_{t+1} = f(Y_t) + u_t$$



www.SID.ir

Archive of SID

$u_t$ جزء اخلال[20] و $Y_t = (y_t, y_{t-1}, \dots, y_{t-d+1})$ به ازای $d \geq 1$ بردار داده[21] است. f تابعی از متغیر های d است و معمولا غیر خطی می باشد و t=1,2,… می باشد. ما فرض می کنیم که f تابع پیوسته و مشتق پذیر نسبت به هر یک از متغیر هایش است. ماتریس ژاکوبین به صورت زیر خواهد بود:

$$J_t = Df(Y_t) = \begin{pmatrix} f_1' & f_2' & \cdots & f_{d-1}' & f_d' \\ 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$J_t$ ماتریس ژاکوبین f است که در $Y_t$ محاسبه شده است. $f_i'$ مشتق جزئی تابع f نسبت به iامین متغیر است. همچنین داریم:

$$T_m = J_m J_{m-1} \dots J_1 = Df^m(Y_1),\ m = 1,2,\dots$$

بنابراین خواهیم داشت:

$$\lambda_1 = \lim_{m\to\infty} \frac{1}{m} \ln \|T_m\|$$

$\lambda_1$ بزرگترین توان لیاپونوف سیستم پویا می باشد. بعلاوه اگر بزرگترین ارزش ویژه i امین متغیر $Df^m(Y)$ را با $a_i(m, Y)$ نشان دهیم داریم:

$$\lambda_i(Y) = \lim_{m\to\infty} \frac{1}{m} \ln|a_i(m, Y)|, \quad i = 1,2,\dots,d \qquad (۲)$$

**پیشینه تحقیق:**

در این بخش به آن دسته از تحقیقات خارجی و داخلی اشاره می کنیم که به بررسی فرآیند آشوب در بازار سهام پرداخته، می پردازیم.

**پیشینه خارجی تحقیق:**

شینک من و لی بارون[22] در سال ۱۹۸۹ با استفاده از آزمون BDS وجود آشوب در شاخص وزنی بازدهی هفتگی بازار سهام ایالات متحده را بررسی کردند. آنها از داده های مرکز تحقیق در قیمتهای سهام[23] استفاده کردند و شواهد نسبتاً قوی از وجود فرایند غیر خطی در آنها یافتند؛ اما نتوانستند وجود آشوب را در آنها نشان دهند.[18]





www.SID.ir

Archive of SID

هسیه[۲۴] در سال ۱۹۹۱ وجود فرایند غیر خطی و آشوب در شاخص بازدهی های هفتگی ایالات متحده را با استفاده از داده های مرکز تحقیق در قیمتهای سهام از سال ۱۹۶۳ تا ۱۹۸۷ بررسی نمود. وی از آزمون های بعد همبستگی و BDS استفاده نمود و نشان داد که این شاخص از فرایند گام تصادفی تبعیت نمی کند، بلکه از فرایند GARCH تبعیت می کند.[12]

آبیانکر، کوپلند و ونگ[۲۵] در سال ۱۹۹۵ به بررسی وجود آشوب در شاخص سهام انگلستان( FTSE 100) پرداختند. نمونه مورد بررسی آنها داده های ۶ ماهه اول سال ۱۹۹۳ مشتمل بر ۶۰۰۰۰ داده بود و از آزمونهای دوطیفی، BDS و توان لیاپونوف برای آزمون آشوبگونگی استفاده نمودند. آنها با بکارگیری بازدهی های ۱، ۵، ۱۵، ۳۰ و۶۰ دقیقه ای شواهد قوی از وجود فرایند غیر خطی در آنها یافتند، اما وجود فرایند آشوبگونگی اثبات نشد.[6]

آبیانکر، کوپلند و ونگ در سال ۱۹۹۷ به بررسی وجود وابستگی های غیر خطی و آشوب در چهار شاخص مهم بازدهی سهام در جهان یعنی شاخص سهام انگلستان (FTSE 100)، شاخص سهام ایالات متحده (S&P500) شاخص سهام آلمان( $DAX^2$) و شاخص سهام ژاپن (Nikkei 225) پرداختند. آنها آزمونهای BDS و توان لیاپونوف را بکار بردند. آنها با استفاده از داده های اول سپتامبر تا ۳ نوامبر ۱۹۹۱ و بکارگیری بازدهی های ۱، ۵ و ۱۵ دقیقه ای توانستند وجود فرایند غیر خطی را در این سری ها نشان دهند ولی شواهدی مبنی بر وجود آشوب با بعد پایین در آنها نیافتند.[7]

میچل دی مک کنزی[۲۶] در سال ۲۰۰۰ از آزمون برگشت های نزدیک[۲۷] و آزمون BDS برای بررسی وجود آشوب در شاخص سهام ۱۰ کشور استرالیا، کانادا، فرانسه، آلمان، هنگ کنگ، ژاپن، سنگاپور، سوئیس، انگلستان و امریکا استفاده کردند. نمونه مورد بررسی آنها شامل ۲۳۴۹ مشاهده از ژانویه ۱۹۹۰ تا دسامبر ۱۹۹۸ بود. آزمون BDS حاکی از وجود فرایند غیرخطی برای تمام شاخص ها بجز شاخص سهام استرالیا بود. آزمون برگشت های نزدیک غیر خطی بودن شدیدی را در داده ها نشان داد اما وابستگی زیاد به شرایط اولیه را در آنها نشان نداد. آزمون برگشت های نزدیک در مقایسه با آزمون BDS شاهد قویتری بر وجود فرایند غیر خطی در داده ها می باشد. اما هیچیک از دو آزمون نتوانستند وجود آشوب را در آنها نشان دهند.[14]





www.SID.ir

Archive of SID

ای پاناس[۲۸] در سال ۲۰۰۲ به بررسی وجود آشوب در بازار سهام فلزات لندن[۲۹] که بزرگترین بورس فلزات در جهان است، پرداخت. نمونه مورد نظر آنها قیمت پایانی ۶ فلز غیر آهنی یعنی آلومینیوم، مس، سرب، قلع، نیکل و روی مشتمل بر ۲۹۸۷ مشاهده از ژانویه ۱۹۸۹ تا دسامبر ۲۰۰۰ است. نتایج مدلهای توان هرست[۳۰]، آمار اصلاحی لو[۳۱] و مدل ARFIMA برای بازده قیمتی دوفلز آلومینیوم و مس وجود حافظه بلند مدت را نشان داد. یعنی تغییرات قیمت، پدیده درون زاد بازار است. آزمون بعد همبستگی[۳۲] برای تعیین اینکه آیا سری زمانی دارای یک فرایند تصادفی یا یک فرایند آشوبگونه است؛ استفاده شد. در این میان، تنها بازده قیمتی فلز قلع آشوبگونه بود. برای بازده قیمتی دو فلز سرب و نیکل حافظه کوتاه مدت و برای بازده قیمتی فلز روی حافظه میان مدت مشاهده شد. [9]

شینتانی و لینتون[۳۳] در سال ۲۰۰۳ با استفاده از توان لیاپونوف به آزمون فرضیه صفر مبتنی بر وجود آشوب در شاخص روزانه میانگین صنعتی داوجونز[۳۴] پرداختند. آنها از تخمین زننده ناپارامتریک شبکه عصبی برای تخمین توان لیاپونوف استفاده کردند. نمونه مورد بررسی آنها شامل ۱۸۴۹۰ مشاهده از سال ۱۹۲۸ الی ۲۰۰۰ بود. فرضیه صفر مبنی بر مثبت بودن توان لیاپونوف در سطح ۱٪ رد شد و نتوانستند وجود آشوب را در این سری اثبات کنند.[15]

هانگ چون وانگ، گوان رانگ چن و جین هو لو[۳۵] در سال ۲۰۰۳ به بررسی رفتارهای پویای پیچیده در قیمت های روزانه بورس سهام شنژن[۳۶] و بورس سهام شانگهای[۳۷] که مهمترین بازارهای سهام کشور چین هستند، شامل قیمت آغازین، آخرین قیمت، بالاترین قیمت، پایین ترین قیمت و قیمت پایانی پرداختند. حداکثر توان لیاپونوف، ابعاد همبستگی و طیف های فراوانی[۳۸] برای این سریهای زمانی محاسبه شدند. نمونه مورد بررسی آنها شامل ۹۰۰ نوع سهام SHSE از ۷ آوریل ۱۹۹۸ تا ۱۴ مارس ۲۰۰۲ و ۱۰۰۰ نوع سهام SZSE از ۳۱ دسامبر ۱۹۹۶ تا ۱۴ مارس ۲۰۰۲ بود. برای بعضی از سهام ها رفتار آشوبگونه با بعد پایین مشاهده شد و سهام های دیگر هیچگونه رفتار آشوبگونه نشان ندادند. اما تمام سریهای زمانی غیر خطی بودن شدیدی را نشان دادند.[11]

موگ ایسری، هیکمت کاگلار و نازان کاگلار[۳۹] در سال ۲۰۰۸ به بررسی وجود آشوبگونگی در شاخص سهام استانبول[۴۰] پرداختند. نمونه مورد بررسی آنها شاخص سهام روزانه ISE از جولای ۱۹۸۷ تا ژانویه ۲۰۰۶ مشمل بر ۴۶۰۶ داده بود. سری زمانی ISE





www.SID.ir

Archive of SID

دارای بعد جانشانی اشباع[41] بسیار بالایی بوده و بعد جاذب پیچیده ۰,۱۵ بود. در نتیجه سیستم ISE آشوبگونگی بسیار بالایی از خود نشان داد.[16]

**پیشینه داخلی تحقیق:**

امیر بهداد سلامی در سال ۱۳۸۱ به بررسی وجود فرایند آشوب در بازدهی شاخص کل سهام تهران (TEPIX) پرداخت. او از داده های روزانه این شاخص از تاریخ ۱۳۷۵/۱/۵ تا ۱۳۸۰/۹/۱۴ استفاده نمود و با استفاده از آزمونهای BDS ، توان لیاپونوف و آنتروپی کولموگروف با درجه اطمینان بالایی توانست وجود آشوب را در این سری اثبات نماید.[1]

سعید مشیری و فائزه فروتن در سال ۱۳۸۳ با استفاده از آزمون های توان لیاپونوف و بعد همبستگی به عنوان آزمون مستقیم کشف آشوب به بررسی قیمت روزانه نفت بازار معاملات آتی کالای نیویورک (NYMEX) از ۴ ژوئیه ۱۹۸۳ تا ۱۳ ژانویه ۲۰۰۳ مشتمل بر ۵۱۶۱ مشاهده پرداخت. هر دو آزمون وجود آشوب در سری زمانی را تائید کردند. آزمون BDS و شبکه عصبی نیز بر وجود ساختار غیر خطی دلالت داشتند.[5]

سعید مشیری و حبیب مروت حلبی در سال ۱۳۸۳ با استفاده از آزمونهای BDS، شبکه عصبی مصنوعی و توان لیاپونوف به بررسی وجود آشوب در شاخصهای بازدهی قیمت کل سهام بورس اوراق بهادار تهران از ابتدای سال ۱۳۷۷ تا انتهای سال ۱۳۸۲ پرداخت. آزمون BDS و شبکه عصبی وجود فرایند غیر خطی در پسماندهای مدلهای ARMA برازش شده بر این شاخص ها را نشان دادند، ولی این آزمونها وجود فرایند غیر خطی در پسماندهای مدل GARCH را تائید نکردند. نتایج آزمون توان لیاپونوف دلالت بر وجود آشوب در سری زمانی داشت.[4]

یوسف پور، اصفهانی و نجومی[42] در سال ۲۰۰۷ با استفاده از آزمون BDS ، توان لیاپونوف و برگشت های سریع به بررسی وجود آشوبگونگی در بعضی از سهام بورس تهران (TSE) از مارس ۲۰۰۰ تا سپتامبر ۲۰۰۶ پرداختند. نمونه مورد بررسی آنها شامل قیمت های پایانی شرکت ایران خودرو با ۱۳۹۰ مشاهده، شرکت کف با ۱۲۵۷ مشاهده، شرکت نفت پارس با ۱۱۳۰ مشاهده ، شرکت داروسازی رازی با ۱۱۸۹ و سیمان تهران با ۱۳۱۵ مشاهده می باشد. هیچیک از سهام های مورد بررسی آشوبگونه نبودند، اما شواهدی از غیر خطی بودن در آنها مشاهده شد.[17]





www.SID.ir

Archive of SID

**۳- روش شناسی تحقیق:**

**نوع پژوهش:**

براساس هدف، تحقیق حاضر در زمره تحقیقات کاربردی است. از حیث ماهیت، این تحقیق، تحقیق توصیفی بوده و از نظر نوع، جزء تحقیقات پیمایشی محسوب می شود که بدنبال بررسی وضعیت آشوبگونه بودن قیمت سهام شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است.

**جامعه آماری:**

در این تحقیق جامعه آماری شامل کلیه شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران از ابتدای سال ۱۳۸۰ تا انتهای سال ۱۳۸۸ می باشد.

**حجم نمونه و روش نمونه گیری:**

از آنجا که سیستم های آشوبگونه ممکن است دوره تناوب بسیار بزرگی داشته باشند، هر چه تعداد داده های سری زمانی بیشتر باشد، نتایج آزمونها از اعتبار بیشتری برخوردار خواهند بود. از این رو برای اطمینان از کافی بودن حجم داده ها، تمام شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را از نظر تعداد روزهای معاملاتی چارک بندی می کنیم؛ سپس چارک بالا را در نظر گرفته و سپس شرکت های بدست آمده را از نظر ارزش بازار چارک بندی می کنیم و این بار دو چارک بالا را در نظر می گیریم. در این مرحله ۴۳ شرکت خواهیم داشت که از بین آنها شرکتهای سرمایه گذاری و هلدینگ که خود تحت تاثیر سایر شرکت ها می باشند را حذف می کنیم. در نهایت ۳۱ شرکت با ویژگیهای بالا مورد آزمون قرار می گیرند. داده های مربوط به قیمت روزانه هر ۳۱ شرکت را در طول نه سال از تاریخ ۱۳۸۰/۱/۱ تا تاریخ ۱۳۸۸/۱۲/۲۹ جمع آوری می نماییم.

**ابزار جمع آوری اطلاعات:**

برای جمع آوری اطلاعات مربوط به ادبیات تحقیق، از روش کتابخانه ای استفاده گردید؛ به این ترتیب که از کتب، مقالات فارسی و لاتین کار شده در این زمینه به عنوان منبع تامین اطلاعات بهره گرفته شد. در مورد نحوه جمع آوری داده ها از اطلاعات موجود در نرم افزار تدبیر پرداز و سایت سازمان بورس اوراق بهادار تهران استفاده گردید.





www.SID.ir

Archive of SID

**۴- نتایج داده‌ها:**

**محاسبه توان لیاپونوف:**

ابتدا بعلت اینکه الگوریتم های عددی بر روی اعداد بین ۰ و ۱ بهتر عمل می کنند، داده ها را نرمال می کنیم. در اینجا برای نرمال کردن از روش تقسیم کردن مشاهدات بر انحراف معیار آنها استفاده شده است[10]. سپس به محاسبه توان های لیاپونوف سری های زمانی می پردازیم، که اگر یکی از آنها مثبت باشد نشان دهنده این است که مسیرهای زمانی که شرایط اولیه شان اختلاف اندکی با هم دارند با گذشت زمان واگرا می شوند. بدین منظور از بزرگترین توان لیاپونوف استفاده می کنیم، زیرا اگر بزرگترین توان لیاپونوف منفی باشد، توان های لیاپونوف دیگر نیز منفی خواهند بود.

**محاسبه توان لیاپونوف به روش رزن اشتاین:**

جدول زیر اطلاعات ناشی از محاسبه توان لیاپونوف به روش رزن اشتاین با جایگذاری داده های نرمال شده در فرمول یک و برنامه ای که بدین منظور در برنامه MATLAB نوشته شده است را نشان می دهد. وقفه جانشانی $\tau = 1$ و بُعدهای جانشانی m= 2 و m=3 در نظر گرفته شده است. نتایج حاصل از محاسبات را در ستون دوم و سوم جدول یک مشاهده می کنید. همانطور که در جدول یک می بینیم به استثنای شرکت های سایپا و بهمن که با این روش نتوانستیم توان لیاپونوف آنها را محاسبه کنیم؛ تمامی شرکت های دیگر دارای توان لیاپونوف مثبت می باشند.

**محاسبه توان لیاپونوف به روش تیلور:**

برای محاسبه توان لیاپونوف به روش تیلور با جایگذاری داده های نرمال شده در فرمول ۲ و از برنامه ای که بدین منظور در نرم افزار MATLAB نوشته شده است، استفاده می نماییم.جدول زیر اطلاعات ناشی از محاسبه توان لیاپونوف به روش تیلور را با حد اکثر وقفه برابر ۲ نشان می دهد. نتایج حاصل از محاسبات را در ستون چهارم جدول یک مشاهده می کنید. همانطور که در جدول یک می بینیم، توان لیاپونوف محاسبه شده برای تمامی شرکت ها بجز بانک کارآفرین، مثبت می باشد.

**جدول ۱- محاسبه بزرگترین توان لیاپونوف به روش رزن اشتاین و تیلور**





www.SID.ir

Archive of SID

| نام شرکت | LLE | | |
|---|---|---|---|
| | الگوریتم رزن اشتاین | | الگوریتم تیلور |
| | m=2 | m=3 | |
| بهمن | - | - | 0.01076 |
| کربن ایران | 0.0542 | 0.0505 | 0.01269 |
| دارو جابر | 0.04822 | 0.046 | 0.01843 |
| ایران خودرو | 0.05841 | 0.0558 | 0.00908 |
| ایران خودرو دیزل | 0.06135 | 0.0599 | 0.0272 |
| نفت بهران | 0.06286 | 0.0567 | 0.02649 |
| پترو اراک | 0.0574 | 0.0542 | 0.01952 |
| پترو خارک | 0.04884 | 0.0444 | 0.02551 |
| سایپا | NaN | NaN | 0.01824 |
| سیمان فارس و خوزستان | 0.07142 | 0.0654 | 0.01755 |
| سیمان تهران | 0.06799 | - | 0.02376 |
| توسعه معادن روی | 0.05739 | 0.0549 | 0.03449 |
| زامیاد | 0.03525 | 0.0314 | 0.01768 |
| توسعه معادن و فلزات | 0.05758 | 0.05349 | 0.02322 |
| نفت پارس | 0.05313 | 0.05172 | 0.01076 |
| سیمان سپاهان | 0.06697 | NaN | 0.01269 |
| سیمان شرق | 0.0708 | 0.067 | 0.01843 |
| پتروشیمی اصفهان | 0.0774 | 0.0744 | 0.00908 |
| تراکتورسازی ایران | 0.05993 | 0.0578 | 0.0272 |
| صنعتی بهشهر | NaN | 0.0339 | 0.02649 |
| پارس خودرو | NaN | 0.0716 | 0.01952 |
| صنعتی دریایی ایران | NaN | 0.0793 | 0.02551 |
| معدنی صنعتی چادرملو | 0.0543 | 0.0552 | 0.01824 |
| بانک کارآفرین | 0.0572 | 0.0512 | 0.01755 |
| گاز لوله | 0.0397 | 0.0367 | 0.02376 |
| کالسیمین | 0.0578 | 0.0506 | 0.03449 |
| ایران ترانسفو | 0.0632 | 0.0589 | 0.01768 |
| سایپا دیزل | 0.0698 | 0.0517 | 0.02322 |





www.SID.ir

Archive of SID

| نام شرکت | LLE | | |
|---|---|---|---|
| | الگوریتم رزن اشتاین | | الگوریتم تیلور |
| | m=2 | m=3 | |
| دارویی سبحان | 0.0577 | 0.0559 | 0.0176 |
| سیمان شاهرود | 0.1184 | 0.1125 | 0.01576 |
| سیمان کرمان | 0.0644 | 0.0611 | 0.01481 |

## ۵- نتیجه گیری و بحث:

بدلیل وجود نوسانات بسیار زیاد و پیچیده، اغلب فرایند مولد سری زمانی قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران بصورت فرایندی تصادفی در نظر گرفته می شود. نظریه آشوب، در پی جستجوی نظم در رفتار به ظاهر تصادفی سیستم های دینامیک غیرخطی معین است. نظریه آشوب در بازارهای مالی دلالت بر این دارد که قیمت سهام در این بازارها بطور کامل از یک رابطه معین غیرخطی پیروی کرده و در صورت آگاهی دقیق از شرایط آغازین، قابل پیش بینی خواهد بود. در این تحقیق، آزمون آشوب را برای بررسی رفتار آشوبگونه قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران را بر اساس قیمت روزانه ۳۱ شرکت که در بازه زمانی سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۸ دارای بالاترین حجم معاملات و ارزش بازار است انجام داده ایم.

در این مقاله جهت بررسی آشوبناک بودن فرایند مولد قیمت سهام از آزمون توان لیاپونوف استفاده شد. نتایج حاصل از محاسبه توان لیاپونوف با استفاده از دو الگوریتم رزن اشتاین و تیلور حاکی از وجود فرایند آشوبگونه در سری قیمت های شرکت های نمونه بود. با تعمیم نتایج حاصل از نمونه به کل جامعه آماری می توان وجود آشوبگونگی در رفتار قیمت سهام بورس اوراق بهادار تهران را مورد تایید قرار داد که این خود بر ناکارایی این بازار دلالت دارد.

## فهرست منابع

۱) بهداد سلامی، امیر؛ (۱۳۸۱)؛ " آزمون روند آشوبی در بازده سهام بازار اوراق بهادار تهران"؛ پژوهشنامه اقتصادی؛ شماره۲، ص۳۵-۷۳





www.SID.ir

Archive of SID


۲) جنانی، محمدحسن؛ (۱۳۸۱)؛ "معمای قیمت سهام" ؛ بورس؛ شماره ۳۱؛ ص۳۲-۳۵

۳) حاجی کریمی، بابک؛ (۱۳۸۹)؛ " نظریه آشوب و کاربرد آن در تصمیم گیری های سازمانی؛ فصلنامه علوم رفتاری؛ شماره۲؛ ص ۳۱-۴۶

۴) مشیری، سعید و مروت، حبیب؛ (۱۳۸۴)؛ "بررسی وجود فرایند آشوبی در شاخص بازدهی کل قیمت سهام بازار بورس تهران"؛ فصلنامه پژوهش های اقتصادی ایران؛ سال هفتم؛ شماره ۲۵؛ ص ۴۷-۶۴

۵) مشیری، سعید و فروتن، فائزه؛ (۱۳۸۳)؛ " آزمون آشوب و پیش بینی قیمت های آتی نفت خام"؛ فصلنامه پژوهش های اقتصادی ایران؛ شماره ۲۱؛ ص ۶۷-۹۰

6) Abhyankar, A., L.S. Copeland, W.Wong, (1995), "Nonlenear Dynamics in Real-Time Equity Market Indices: Evidence From the United Kingdom" , Economic Journal, Vol. 105, no.431 , pp. 864-880.

7) Abhyankar, A., L.S. Copeland, W.Wong, (1997),"Uncovering Nonlinear Structure in Real-Time Stock-Market Indexes: The S$P 500, the Nikkei 225, and the FTSE-100", Journal of Business and Economic Statistic, 15,pp.1-14.

8) Hai-Feng Liu , Zheng-Hua Dai, Wei-Feng Li, Xin Gong, Zun-Hong Yu , (2005), "Noise Robust Estimates of the largest Lyapunov Exponent ",Physics Letters. A No. 341 , 119–127.

9) Hongchun Wang , Guanrong Chen , Jinhu Lu (2004). "Complex Dynamical Behaviors of Daily Data Series in Stock Exchange. Physics Letters A. 333, pp. 246–255.

10) Hsieh, D.A., (1991), "Chaos and Nonlinear Dynamics: Applications to Financial Markets", Journal of Finance.No. 46, pp.1839-1877.

11) Kathleen T. Alligood, Tim D. Sauer, James A. Yorke.(2000). "Chaos: An Introduction to Dynamical Systems". Springer

12) Lai, D., G. Chen , (1998) ." Statistical Analysis of Lyapunov Exponents from Time Series: A Jacobian Approach". Mathl. Comput. Modelling. Vol 27. No 7. pp. 1- 9

13) Michael D. McKenzie , (2000). "Chaotic Behavior in National Stock Market Indices New Evidence from The Close Returns Test". No.12, pp. 35–53.

14) Mototsugu Shintani, Oliver Linton ,(2003) ." Nonparametric Neural Network Estimation of Lyapunov Exponents and a Direct Test for Chaos , Journal of Econometrics. No. 120 , 1 – 33.

15) Muge Iseri , Hikmet Caglar , Nazan Caglar, (2006) ."A Model Proposal for the Chaotic Structure of Istanbul Stock Exchange" . Chaos, Solitons and Fractals. No. 36, pp. 1392–1398.






www.SID.ir

Archive of SID

16) P. Yousefpoor , M.S. Esfahani , H. Nojumi (2008) "Looking for Systematic Approach To Select Chaos Tests" Applied Mathematics and Computation. No. 198, pp. 73–91.
17) Panas, E. (2002) "Long memory and chaotic models of prices on the London Metal Exchange" . Resources Policy . No.27, pp. 235–246.
18) Scheinkman, J.A.,B. LeBaron, (1989), "Nonlinear Dynamics and Stock Rrturns", Jounnal of Business, No. 62, pp.311-337.
19) William J. Baumol; Jess Benhabib (1989)" Chaos: Significance, Mechanism, and Economic Applications". The Journal of Economic Perspectives. Vol. 3, No. 1. pp. 77-105

## یادداشت‌ها

[1] structural model
[2] technical model
[3] random walks model
[4] efficient market hypothesis
[5] chaotic model
[6] Lyapunov Exponent
[7] chaos
[8] Strange Attractors
[9] uncountable
[10] aperiodic
[11] Sudden Qualitative Breaks in the Time Path
[12] Aleksandr Lyapunov
[13] Rosenstein Algorithm
[14] Jacobian
[15] Nychka & et al
[16] State-Space
[17] Random Noise
[18] Reconstructed Attractor
[19] Signal to Noise Ratio
[20] Random Innovation
[21] Data Vector
[22] Scheinkman & Lebaron
[23] Center for Research in Security Prices(CRSP)
[24] Hsieh
[25] Abhyankar, Copeland & Wong
[26] Michael D. Mckenzie
[27] Close Returns
[28] E.Panas
[29] London Metal Exchange(LME)
[30] Hurst Exponent





www.SID.ir

Archive of SID

[31] Lo’ s Modified Statistic
[32] Correlation Dimention
[33] shintani & Linton
[34] Dow Jones Industrial Average
[35] Hongchun Wang, Guanrong Chen $ Jinhu Lu
[36] Shenzhen Stock Exchange(SZSE)
[37] Shanghai Stock Exchange(SHSE)
[38] Frequency  Spectra
[39] Muge Iseri, Hikmet Caglar & nazan Caglar
[40] Istanbul Stock Exchange(ISE)
[41] Saturation Embedding Dimention
[42] P. Yousefpoor , M.S. Esfahani & H.Nojumi





www.SID.ir