دوفصلنامه اقتصاد پولی، مالی(دانش وتوسعه سابق) دوره جدید، سال هجدهم، شمارهٔ ۲ ، پاییز و زمستان ۱۳۹۰

# مدل‌سازی نوسانات (تلاطم) بازدهی روزانه سهام در بورس اوراق بهادار تهران

**علی تک روستا***
*عضو هیات علمی دانشگاه علوم اقتصادی*
**حبیب مروت**
*دانشجوی دکتری علوم اقتصادی دانشگاه علامه طباطبایی*
**حسین تک روستا**
*کارشناس ارشد مدیریت مالی دانشگاه تهران*

## چکیده

وقوع بحران مالی سال ۲۰۰۷میلادی، اهمیت اندازه‌گیری ریسک و عدم اطمینان در بازارهای مالی را بیش از پیش نمایان ساخت. یکی از مهم‌ترین معیارهای اندازه‌گیری ریسک مالی، نوسانات[1] (تلاطم - تغییر پذیری) بازارهای مالی است. به منظور مدل‌سازی مناسب نوسانات شاخص‌های مالی باید ویژگی‌های آماری آنها تعیین شود.

در این مقاله تلاش شده است تا بعد از شناسایی ویژگی‌های نوسانات بازده روزانه سهام در بورس اوراق بهادار تهران،با در نظر گرفتن این ویژگی‌ها، مدل مناسبی بر داده‌ها برازش شود تا بتواند رفتار این شاخص را توضیح دهد.

آزمون‌های آماری نشان دادند که بازدهی روزانه سهام بورس اوراق بهادار تهران دارای توزیع با دنباله ضخیم بوده و از فرایند برگشت به میانگین تبعیت می‌کند. همچنین استفاده از مدل‌های TARCH، EGARCH و آزمون‌های آماری وجود اثرات اهرمی را تایید نکردند. بنابراین با توجه به این ویژگی‌ها مدل AR(۲)- GARCH(۱,۱) به عنوان مدل مناسب برای توضیح رفتار نوسانات بازده روزانه سهام بورس اوراق بهادار تهران انتخاب شد.

---

* - (نویسنده مسئول): atakroosta@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۷ تاریخ پذیرش: ۹۰/۲/٤

۱. Volatility

**واژه های کلیدی:** نوسانات، مدل GARCH، بازده سهام ، برگشت به میانگین، پایداری، اثرات اهرمی

**طبقه بندی JEL:** C۵۰, C۲۲. G۱۵

# Modeling Volatility of Daily Tehran Price Index (TEPIX)

**Ali Takroosta**
*Faculty Member in Economics sciences University*
**Habib Morovat**
*Ph.D Student in Economics sciences of A.T.U*
**Hossein Takroosta**
*M.A. in Financial Management of Tehran University*

**Abstract**

Importance of risk and uncertainty in financial markets became more apparent after financial crisis in ۲۰۰۷. Volatility is the most important measure of risk in financial markets. Thus, modeling volatility of financial markets is one of the important issues in finance and economics. In this paper first we tried to specify key features of volatility of daily returns of Tehran stock exchange price index (TEPIX) and then using these features, we modeled volatility of this index.
We found that this index is fat-tailed distributed and mean- reverting. Furthermore, we showed that there is no leverage effect, so using of TARCH and EGARCH models are not convenient. Finally, we found that AR(۲)-GARCH(۱,۱) Model can capture features of data in the best way.

**Key words:** Volatility, GARCH models, Stock return, Mean Reverting, Persistence, Leverage effect

**JEL:** C۵۰, C۲۲. G۱۵

## ۱. مقدمه

وقوع بحران مالی ۲۰۰۷، اهمیت اندازه گیری ریسک و عدم اطمینان در بازارهای مالی را بیش از پیش برای سیاست‌گذارن، معامله‌گران و محققان نمایان ساخت و تحقیق درباره اندازه گیری

ریسک بازارهای مالی اهمیت بیشتری یافت. یکی از مهم‌ترین معیارهای اندازه گیری ریسک داده های مالی، نوسانات بازارهای مالی است.

مدل‌سازی نوسانات (واریانس شرطی) در کانون توجه موضوعات مالی قرار داشته و از اهمیت فراوانی در پیش‌بینی نوسانات آتی بازارها برخوردار است. یک مدل خوب مناسب برای نوسانات، باید بتواند نوسانات را نیز پیش‌بینی نماید. این پیش‌بینی در موضوعاتی مانند مدیریت ریسک، قیمت گذاری مشتقات، پوشش ریسک، متنوع سازی پرتفوی[۱]، بازار سازی، سیاست‌گذاری و فعالیت‌های دیگر مالی اهمیت دارند.

به چند دلیل امروزه بازارهای مالی کشورهای نوظهور و در حال توسعه اهمیت زیادی برای سرمایه‌گذاران و معامله‌گران پیدا کرده است: اولاً با رشد روز افزون و همچنین استفاده از روش‌های مختلف معامله در آنها، این بازارها نقش مهم‌تری در معاملات بازارهای مالی بین‌المللی پیدا کرده‌اند. ثانیاً بعد از وقوع بحران مالی جهانی سال ۲۰۰۷، این بازارها کمتر از بازارهای مالی کشورهای توسعه یافته آسیب دیده‌اند. ثالثاً مطالعات مختلف نشان می‌دهند میزان ریسک معمولاً در این بازارها کمتر است ( البته باید میزان بازدهی در این بازارها را نیز در نظر گرفت). بورس اوراق بهادار تهران یکی از نمونه‌های بازارهای مالی در حال توسعه است که طی سال‌های گذشته با نوسانات زیاد و شدیدی روبرو بوده و می‌توانند به عنوان نمادی از ریسک و نوسانااین بازار، فعالیت در این بازار را برای سرمایه‌گذاران و معامله‌گران پرهزینه نماید. در نتیجه شناخت ویژگی‌های نوسانات این بازار و مدل‌سازی آن اهمیت زیادی دارد. در این راستا این مقاله تلاش نموده است تا با استفاده از رهیافت ارائه شده در مقاله انگل و پتن (Engle and Patton ۲۰۰۱)[۲]و با استفاده از داده های بازدهی روزانه سهام بورس اوراق بهادار تهران برای بازه زمانی ( ۱۳۸۹ تا ۱۳۷۷) مدل مناسبی برای توضیح رفتار نوسانات بازار سهام بورس اوراق بهادار تهران برآورد شود.

در ادامه ابتدا به‌طور مختصر برخی از مطالعات صورت گرفته و نتایج آنها در مورد مدل‌سازی

۱. Portfolio Diversification

۲- در این رهیافت، ابتدا حقایق مسلم مربوط به شاخص‌های بازار سهام و نحوه شناسایی آنها ذکر می‌شود. سپس مدلی مناسب که توانایی توضیح این حقایق و رفتار نوسانات شاخص را داشته باشد انتخاب شده و درستی آن با آزمون‌های کنترل تشخیصی اقتصاد سنجی آزمون می‌شود.

نوسانات بیان و سپس به معرفی مختصر مدل مورد استفاده در این تحقیق پرداختـه خواهـد شـد. در بخش یافته های مسلم برخی از ویژگی‌های مشترک مربوط به فرایندهای نوسانات قیمت دارایی‌ها ارائه و نحوه شناسایی آنها ذکر و نحوه کشف و مدل‌سازی آنها بیان می گردد. در بخـش چهـار بـه بررسی یافته های موجود در مورد نوسانات بازده روزانه سهام بورس اوراق بهادار تهران پرداختـه و مدل مناسب را روی آن برازش نموده و در نهایت به نتیجه گیری پرداخته می‌شود.

## ۲. پیشینه تحقیق

اندازه گیری و پیش بینی صحیح ریسک بازارهـای مـالی اهمیـت زیـادی بـرای عوامـل بـازار و سیاست‌گذاران اقتصادی و مالی داشته است. به عنوان مثال مدیر بنگاه بایـد احتمـال کـاهش ارزش سبد دارایی اش را در آینده بداند. معامله‌گـر اختیـار[۱] مـی‌خواهـد ریسـک مـورد انتظـار در مـورد قرارداد اختیار را بداند. برای پوشش ریسک[۲] ایـن قـرارداد، همچنـین وی مـی‌خواهـد بدانـد میـزان نوسانات پیش بینی چقدر است. یک مدیر سبد دارایی ممکن اسـت بخواهـد یـک سـهم را قبـل از اینکه خیلی متلاطم شود بفروشد. یک بازار ساز وقتی معتقـد اسـت در آینـده بـا نوسـانات بیشـتری روبروست اختلاف بین نرخ خرید و فروش[۳] را بیشتر قرار می‌دهد. سیاست‌گذاران نیز می‌خواهند با استفاده از سیاسـتهای مختلـف ماننـد محـدود نمـودن دامنـه نوسـان شـاخص قیمـت در یـک روز، نوسانات بازار را کنترل نمایند. همه این موارد منوط به اندازه گیری، مدل‌سازی و پیش بینی صحیح ریسک این بازارها می‌باشد. مهم‌ترین معیار اندازه گیری ریسک بازارهای مالی نوسـانات شـاخص بازده قیمتی این بازارها است.

بازار سهام بورس اوراق بهادار تهران به عنوان مهم‌ترین بازار مالی کشور از یـک سـو بـه دلیـل رشد فزاینده و جذب سرمایه های فـراوان در سـال‌هـای اخیـر (ارزش معـاملات ایـن بـازار در بـین بورس‌های جهان در سال‌های اخیر، بیشترین رشد را داشته است)و از سوی دیگر به عنـوان یکـی از

۱. option

۲. hedge

۳. bid-ask spread

ابزارهای اصلی خصوصی سازی شرکت‌های دولتی نقش مهمی در اقتصاد کشور ایفا می کند. با این وجود، این بازار در طی سال‌های گذشته با نوسانات زیاد و شدیدی روبرو بوده است ( به عنوان مثال کاهش شدید شاخص قیمت این بازار در سال ۱۳۸۴ و رشد حباب گونه در اواخر سال ۱۳۸۹) که این موضوع می‌تواند به عنوان نمادی از ریسک و نوسانات این بازار، فعالیت در این بازار را برای سرمایه‌گذاران و معامله‌گران پرهزینه نماید. در نتیجه اندازه‌گیری، مدل‌سازی و پیش بینی صحیح ریسک این بازار نوپا ( در مقایسه با بازارهای سهام کشورهای توسعه یافته) می‌تواند راهنمای مهمی برای سرمایه گذاران و سیاست‌گذاران باشد تا آنها بتوانند با استفاده از یک مدل مناسب، میزان نوسانات این بازار را پیش‌بینی نموده و به ترتیب تصمیم بهینه برای خرید و فروش سهام یا سیاست مناسب را اتخاذ نمایند.

مطالعات متعددی در مورد مدل‌سازی نوسانات بازار سهام کشورهای مختلف با استفاده از شاخص‌های گوناگون صورت گرفته است. اما بعد از معرفی مدل‌های ARCH توسط انگل(۱۹۸۲)، اکثر تحقیقات و مطالعات مربوط به مدل‌سازی نوسانات (واریانس شرطی) سری‌های زمانی مالی از این نوع مدل‌ها برای مدل‌سازی نوسانات استفاده نموده و موفقیت این مدل‌ها ( مخصوصاً مدل GARCH که توسط بلرسلف (Bollerslev۱۹۸۹ ) مطرح شد) مشخص شده است[1].

در ادامه برخی از مطالعات جدید و نتایج آنها در مورد مدل‌سازی نوسانات شاخص‌های بازارهای سهام بین المللی و بازار سهام بورس اوراق بهادار تهران مطرح می‌شود. اکثر این مطالعات توانایی مدل‌های نوع GARCH در برآورد و پیش‌بینی نوسانات بازارهای مالی را تائید کرده اند. اما متدولوژی استفاده شده در آنها متفاوت می‌باشد.

لیو و دیگران (Liu et al۲۰۰۹ ) با استفاده از مدل GARCH(۱,۱) نوسانات شاخص روزانه سهام شانگهای و شنژن را مدل‌سازی نمودند. آنها با فروض مختلف در مورد توزیع پسماندهای مدل، نوسانات این شاخص‌ها را در بازه‌های زمانی مختلف آزمون نموده و نشان دادند که مدل GARCH با فرض پسماندهای دارای توزیع چوله تعمیم یافته، قدرت پیش بینی بیشتری نسبت به

۱- انگل به خاطر ارائه مدل ARCH و گرنجر در سال ۲۰۰۳ به‌طور مشترک برنده جایزه نوبل اقتصاد شدند.

سایر مدل‌ها دارد.

کارل و کولینز (Carroll and Collins ۲۰۰۶) تلاش نمودنـد تـا بـا اسـتفاده از مـدل‌هـای نـوع GARCH نوسانات در بازار سهام ایرلند را مدل‌سازی نمایند. آنهـا بـا اسـتفاده از داده هـای روزانـه مربوط به شاخص بازده این بازار برای ۵ سال مـدل MA(۲)-GARCH(۱,۱) را بـر داده‌هـا بـرازش نمودند.

مالا و ردی (Mala and Reddy ۲۰۰۷) به بررسـی وجـود نوسـانات در بـازده سـهام ۱۶ شـرکت موجود در بازار فیجی پرداخته اند. آنها با استفاده از داده‌های سـال ۲۰۰۱ تـا ۲۰۰۵ و بـا اسـتفاده از مدل GARCH(۱,۱) نشان داده‌اند که بازده سهام ۹ شرکت از ۱۲ شـرکت نوسـانات بسـیار زیـادی دارد.

انگل و پتن(۲۰۰۱) با استفاده از داده‌های روزانه طـی ۲۳ سـال مربـوط بـه شـاخص صـنعتی داو جونز، نوسانات در این شاخص را با استفاده از مدل GARCH(۱,۱) مدل‌سازی نمودند. آنها نشـان دادند که این شاخص با اینکه پایداری بسیار زیادی از خود نشان می‌دهد، اما در نهایت برگشت بـه میانگین بوده و اثر یک شوک بعد از حدود ۱۰۰ روز از بین می‌رود. همچنین آنها نشان دادنـد کـه ایـن شـاخص دارای اثـرات اهرمـی اسـت، بنـابراین بایـد از مـدل‌هـای GARCH نامتقـارن بـرای مدل‌سازی استفاده نمود.

محمـدی و دیگـران (۱۳۸۸) نشـان دادنـد کـه مـدل‌هـای نـوع GARCH توانـایی زیـادی در مدل‌سازی برخی از ویژگی‌های نوسانات بـازار سـهام بـورس اوراق بهـادار تهـرانماننـد نوسـانات خوشه‌ای، اثرات اهرمی و حافظه بلندمـدت را دارنـد. آنهـا بـا اسـتفاده از مـدل GARCH(۱,۱)-M وجود رابطه مثبت بین ریسک و بـازده در پرتفـوی تمـامی شـرکت‌هـای موجـود در بـورس اوراق بهادار تهران و پرتفوی متشکل از ۵۰ شرکت با نقدینگی بالا را نشان دادند.

کشاورز حداد و صمدی (۱۳۸۸) با استفاده از ۱۴۷۶ داده روزانه شـاخص قیمـت سـهام بـورس اوراق بهادار تهران وجود حافظه بلندمدت در این شاخص را بررسی نمودند. آنها نشـان دادنـد کـه مدل ARFIMA-FIGARCH در بین مدل‌های نوع GARCH از توان پیش بینی بیشتری برخوردار است.

## ۳. روش تحقیق

### ۳-۱. معرفی مدل

اگر $P_t$ قیمت اوراق بهادار در زمان بسته شدن بازار اوراق بهادار در زمان $t$ باشد، آنگاه بازدهی روزانه آن از رابطه زیر حاصل می‌شود:

$$r_t = \ln P_t - \ln P_{t-1} = \ln(\frac{P_t}{P_{t-1}}) \qquad (۱)$$

در واقع $r_t$ در این رابطه نرخ بازدهی پیوسته روزانه یا نرخ بهره ی مرکب روزانه را نشان می‌دهد که بر اساس آن سرمایه گذاری به مقدار $P_{t-1}$ بعد از یک روز به اندازه $P_t$ ارزش دارد.

میانگین شرطی و واریانس شرطی بازدهی روزانه به ترتیب برابر هستندبا:

$$\mu_t = E_{t-1}[r_t] \qquad (۲)$$

$$h_t = E_{t-1}\left[(r_t - \mu_t)^2\right] \qquad (۳)$$

$\mu_t$ مقدار پیش بیینی شده برای $r_t$ در زمان $t-1$ می‌باشد، و $\sqrt{h_t}$ انحراف معیار این پیش بینی است. خطای پیش بینی یا جزء خطا برابر است با:

$$e_t = R_t - \mu_t \qquad (۴)$$

که در این رابطه $R_t$ مقدار تحقق یافته $r_t$ در زمان $t$ است.

انگل (۱۹۸۲) مدل ناهمسانی واریانس شرطی خود توضیحی[۱] (ARCH) را برای مدل‌سازی فرایند واریانس شرطی ( $e_t^2$ ) بازدهی دارائی‌ها ارائه نمود. انگیزه وی برای ارائه این مدل آن بود که وی اعتقاد داشت بازدهی‌ها و نوسانات آنها به هم وابسته بوده و بنابراین نباید آنها به‌طور مستقل از یکدیگر مدل‌سازی شوند. مدل‌های ARCH این ویژگی را دارند که مشاهدات قبلی مربوط به یک سری زمانی نه تنها برای پیش‌بینی مقادیر آتی آن سری زمانی، بلکه برای پیش‌بینی نوسانات آتی یا واریانس شرطی آنها نیز استفاده می‌شوند. در مدل‌های اولیه نوع ARCH واریانس پیش‌بینی بازدهی آتی تنها بر اجزاء خطای پیش بینی گذشته مبتنی است. در حالی که در مدل‌های ARCH تعمیم یافته[۲] (GARCH) که به‌وسیله بلرسلف (Bollerslev ۱۹۸۹ ) معرفی شد برآوردهای قبلی از

---

۱. Autoregressive

۲. Generalized ARCH (GARCH)

نوسانات نیز ممکن است در برآورد واریانس آتی اثر داشته باشد. مدل‌های نوع GARCH به‌طور وسیعی برای مدل‌سازی سری‌های زمانی مالی استفاده می‌شوند. مهم‌ترین مزیت مدل GARCH نسبت به مدل ARCH آنست که می‌توان با استفاده از مدل GARCH که پارامترهای کمتری دارد دقت یکسانی در برازش مدل‌ها به دست آورد (می توان نشان داد که مدل GARCH(۱,۱) که تنها دارای سه پارامتر می‌باشد معادل مدل ARCH(∞) می‌باشد).

شکل کلی مدل GARCH(p,q) عبارت است از:

$$E_{t-1}[\varepsilon_t]=0,\ \ V_{t-1}[\varepsilon_t]=1 \quad \begin{aligned} R_t &= \mu_t + \varepsilon_t\sqrt{h_t} \\ h_t &= \omega + \sum_{i=1}^{p}\alpha_i (R_{t-i}-\mu)^2 + \sum_{j=1}^{q}\beta_i h_{t-j}^2 \end{aligned} \qquad (۵)$$

با حذف همبستگی بازده‌ها (که از طریق معادله میانگین انجام می‌شود)، خود همبستگی معنی دار در مربع پسماندهای مشاهده شده اولین نشانه وجود اثرات GARCH در مدل می‌باشد که همان واریانس شرطی همبسته( $h_t$ ) می‌باشد. مدل نوع GARCH که بتواند این خود همبستگی های معنی دار را رفع نماید مدل مناسبی برای مدل‌سازی نوسانات با واریانس شرطی بازدهی‌ها است.

## ۳-۲. یافته‌های مسلم[۱] در مورد نوسانات قیمت دارائی

برخی از یافته‌های مسلم در مورد نوسانات قیمت دارایی‌ها در طی سال‌های گذشته در بسیاری از مطالعات مطرح و تائید شده‌اند. بنابراین، یک مدل نوسانات مناسب باید قادر به توضیح و تبیین این یافته‌ها باشد. در این بخش برخی از ویژگی‌های مشترک مربوط به فرایندهای نوسانات قیمت دارایی‌ها ارائه و نحوه شناسایی آنها ذکر می‌شود.

### ۳-۲-۱. پایداری

خوشه بندی[۲] حرکت‌های کوچک و بزرگ (در هر جهت) در فرایندهای قیمت، یکی از اولین

۱. Stylized Facts

۲. Clustering

ویژگی‌های فرایندهای نوسانات قیمت دارائی‌ها است. ماندلبروت (Mandelbrot ۱۹۶۳) و فاما (Fama ۱۹۶۵) شواهدی را گزارش کرده‌اند که بر اساس آن، تغییرات بزرگ در قیمت دارائی ها، اغلب با تغییرات بزرگ دیگر و تغییرات کوچک با تغییرات کوچک دیگر همراه هستند. این رفتار در تعداد زیادی از مطالعات دیگر گزارش شده است. دلالت خوشه بندی نوسانات آنست که شوک‌های وارد بر نوسانات امروز، مقادیر انتظاری نوسانات در دوره‌های آتی را به مدت طولانی تحت تاثیر قرار می‌دهند، یعنی اثرات شوکها پایدار[۱] هستند. معیارهای مختلفی برای اندازه‌گیری پایداری نوسانات مطرح شده است که در ادامه مهم‌ترین آنها مطرح می‌شود.

به منظور تعریف دقیق پایداری نوسانات، ارزش انتظاری واریانس بازدهی‌های $k$ دوره بعد به‌صورت زیر تعریف می‌شود.

$$h_{t+k|t} \equiv E_t\left[(r_{t+k} - \mu_{t+k})^2\right] \qquad (۶)$$

بنابراین، پیش‌بینی نوسانات آتی به اطلاعات موجود مانند بازدهی امروز بستگی خواهد داشت. اگر بازدهی امروز اثر زیادی بر واریانس پیش بینی بسیاری از دوره‌های آتی داشته باشد. نوسانات، پایدار خواهد بود برای اندازه گیری مقدار اثرگذاری با مشتق‌گیری جزئی، پایداری پیش رو[۲] برابر خواهد بود با:

$$\theta_{t+k|t} = \frac{\partial h_{t+k|t}}{\partial r_t^2} \qquad (۷)$$

برای بسیاری از مدل‌های نوسانات مقدار این پارامتر بصورت هندسی کاهش می‌یابد، اما اندازه اثرگذاری آن برمقادیر آتی دارای اهمیت است.

یک معیار کاملاً نزدیک به معیار فوق پایداری تجمعی[۳] است که عبارت است از اثر یک شوک بازدهی بر متوسط واریانس بازدهی دارائی در طی دوره $t$ تا $t+k$. این معیار از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

---

۱. Persistence

۲. Forward Persistence

۳. Cumulative Persistence

$$\varphi_{t+k|t} = \frac{\partial(\frac{1}{k}(h_{t+k|t} + h_{t+k-1|t} + \ldots + h_{t+1}))}{\partial r_t^2} = \frac{1}{k}(\theta_{t+k|t} + \theta_{t+k-1|t} + \ldots + \theta_{t+1|t}) \quad (۸)$$

یک معیار دیگر برای بررسی وجود پایداری در نوسانات عبارت است از نصف طول عمرنوسانات[۱]. در واقع این معیار عبارت است از مدت زمانی که لازم است تا نوسانات، نصف مسیر لازم برای برگشت به واریانس غیر شرطی که به دلیل شوک از آن منحرف شده است را طی نماید. این معیار از رابطه زیر و از طریق حل برای کوچکترین $k$ حاصل می‌شود.

$$\left|h_{t+k|t} - \sigma^2\right| = 1/2\left|h_{t+1|t} - \sigma^2\right| \quad (۹)$$

$\sigma^2$ در این رابطه واریانس غیر شرطی بوده که از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\sigma^2 = E(r_t - \mu)^2 \quad (۱۰)$$

### ۳-۲-۲. برگشت به میانگین

خوشه بندی نوسانات به‌طور ضمنی بیان می‌کند که نوسانات می‌آید و می‌رود. بنابراین، دوره‌ای با نوسانات بالا نهایتاً با یک نوسانات نرمال و معمولی همراه خواهد شد و به همان ترتیب یک نوسانات پایین به‌وسیله افزایش در نوسانات دنبال خواهد شد. برگشت به میانگین[۲] در نوسانات معمولاً به این معنی است که نوسانات دارای یک سطح نرمال می‌باشد نهایتاً به آن باز خواهد گشت. پیش بینی‌های بسیار بلندمدت از نوسانات باید نهایتاً به این سطح نرمال میل نمایند. در حالی که بسیاری از محققان این ویژگی نوسانات را می‌پذیرند اما در برآوردهایشان از سطح نرمال نوسانات و اینکه آیا این سطح در طی زمان ثابت باقی خواهد ماند و یا تغییرات نهادی خواهد داشت با هم اختلاف نظر دارند.

به عبارت دقیق تر، برگشت به میانگین در نوسانات به‌طور ضمنی به این مفهوم است که اطلاعات جاری هیچ اثری در پیش بینی بلندمدت ندارند. بنابراین:

---

۱. Half-live of Volatility

۲. Mean-reverting

$$p\lim_{k\to\infty}\theta_{t+k|t} = 0 \qquad (۱۱)$$

که این عبارت معمولاً به شکل زیر متداول است:

$$p\lim_{k\to\infty}h_{t+k|t} = \sigma_t^2 < \infty \qquad (۱۲)$$

### ۳-۲-۳ . اثرات نا متقارن شوک ها

بسیاری از مدل‌های نوسانات، فرض می کردند که نوسانات دارائی‌ها، به‌طور متقارن از شوک‌های منفی و مثبت تاثیر می‌پذیرند. به عنوان مثال، مدل GARCH(۱,۱) این امکان را فراهم می کند که واریانس تنها به‌وسیله مربع شوک‌های وقفه دار تحت تاثیر قرار گیرد، بدون آنکه اهمیتی به علامت شوک‌ها بدهد.

احتمال آنکه شوک‌های منفی و مثبت اثر یکسانی بر نوسانات بازدهی‌های بازار سهام داشته باشند بعید است. این عدم تقارن، گاهی اثر اهرمی[۱] و گاهی اثر صرف ریسک[۲] نامیده می‌شود. ساختار نامتقارن نوسانات باعث ایجاد توزیع‌های چوله پیش بینی قیمت‌ها می‌شود.

### ۳-۲-۴. احتمالات مربوط به دنباله توزیع‌ها

به خوبی مشخص شده است که دنباله توزیع بازدهی‌های دارائی‌ها، ضخیم[۳] هستند. برآوردهای مربوط به کشیدگی توزیع‌ها از ۴ تا ۵۰ تغییر می کند که نشان می‌دهند توزیع‌ها شدیداً غیرنرمال هستند. این ویژگی در تمام مدل‌های نوسانات مشاهده می‌شود. ارتباط بین چگالی شرطی بازدهی‌ها و چگالی غیر شرطی، مرجع این ویژگی توزیع‌ها را مشخص می کند. اگر چگالی شرطی گوسی باشد، بنابراین چگالی غیر شرطی به‌خاطر ترکیب چگالی گوسی با نوسانات مختلف، کشیدگی مازاد خواهد داشت. اگر چه هیچ دلیلی وجود ندارد فرض که چگالی شرطی خودش گوسی است. بسیاری از مدل‌های نوسانات فرض می کنند که خود واریانس شرطی دارای دنباله

---

۱. Leverage Effect

۲. Risk Premium Effect

۳. Fat-tailed

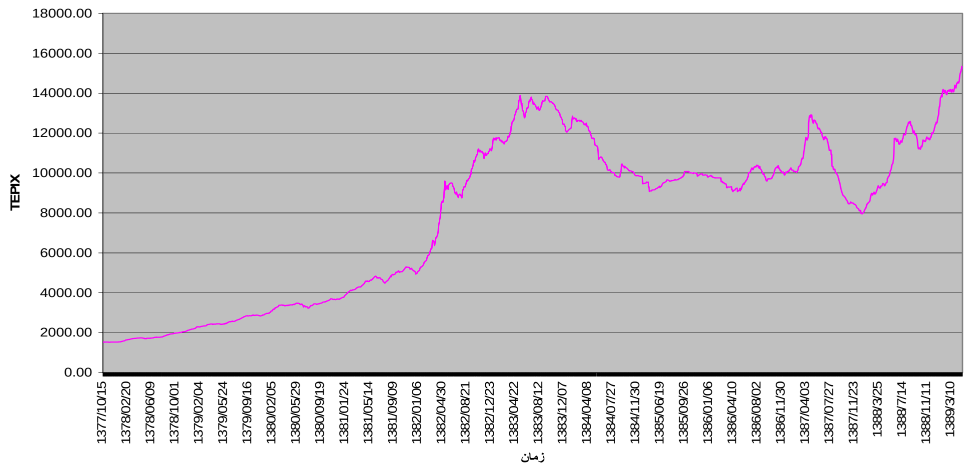
ضخیم است و باعث ایجاد کشیدگی بیشتر در واریانس غیر شرطی می‌شود.

## ۴. مطالعه تجربی نوسانات بازدهی بورس اوراق بهادار تهران

### ۴-۱. داده ها

برای انجام مطالعه از شاخص روزانه قیمت سهام بورس اوراق بهادار تهران (TEPIX) در بازه زمانی دی ماه ۱۳۷۷ تا تیرماه ۱۳۸۹ که ۲۷۶۳ داده می‌باشد استفاده شده است. شکل (۱) نمودار خطی این شاخص را نشان می‌دهد. همان‌طور که این نمودار نشان می‌دهد با اینکه این شاخص در دوره زمانی مورد بررسی دارای روند صعودی بوده است اما دارای نوسانات شدیدی نیز بوده است. شکل(۲) درصد بازدهی شاخص قیمت سهام بورس اوراق بهادار تهران که از طریق تفاضل گیری لگاریتمی از این شاخص حاصل شده است ($r_t = (LOG(TEPIX_t) - LOG(TEPIX_{t-1}) \times 100$) را نشان می‌دهد که بیانگر تغییرنوسانات بازدهی‌ها در طی زمان می‌باشد.

**شکل(۱): نمودار شاخص کل قیمت سهام تهران (TEPIX)**

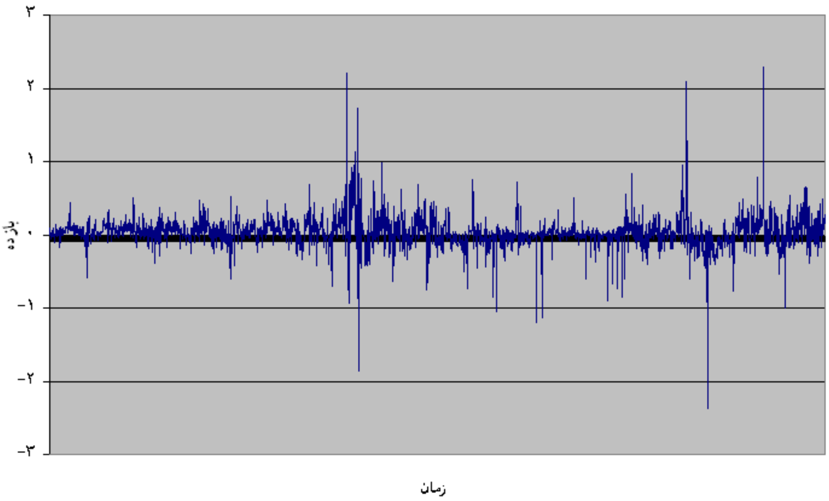



مأخذ: یافته های تحقیق

### ۴-۲. خلاصه آماری داده ها

جدول (۱) اطلاعات آماری درصد بازدهی روزانه شاخص (TEPIX) را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود این شاخص به‌طور متوسط روزانه تقریبا ۰/۰۳٪ بازدهی مثبت دارد. دامنه تغییرات بازده روزانه در حدود ۴/۵٪ می‌باشد. واریانس روزانه آن برابر ۰/۰۴۸٪ می‌باشد که به‌طور ضمنی بیان می‌کند متوسط نوسانات سالانه برابر ۳/۹۸٪ می‌باشد ( برای محاسبه نوسانات سالانه، مقدار انحراف معیار روزانه بازدهی در جذر ۲۵۲ که بیانگر تعداد روزهای فعال در سال می‌باشد ضرب می‌شود).

**شکل(۲): نمودار درصد بازدهی روزانه شاخص قیمت سهام بورس اوراق بهادار تهران**




مأخذ: یافته های تحقیق

**جدول (۱): آمارهای توصیفی درصد بازدهی بورس اوراق بهادار تهران**

| | |
|---|---|
| میانگین | ۰.۰۳۶۲۷۹ |
| حداکثر | ۲.۲۸۴۷۵۷ |
| حداقل | -۲.۳۶۸۲ |
| انحراف معیار | ۰.۲۱۹۴۶۲ |
| چولگی | ۰.۴۸۵۰۸ |
| کشیدگی | ۲۱.۸۴۱۸۴ |

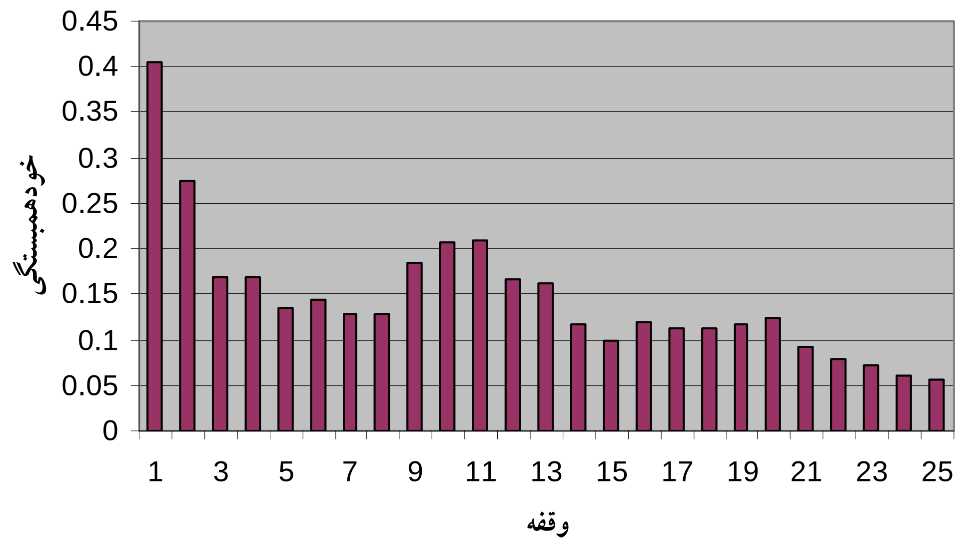
مأخذ: یافته های تحقیق

ضریب چولگی نشان می‌دهد که توزیع بازدهی‌ها شدیداً دارای چولگی مثبت است که یک ویژگی متداول در بازدهی‌های سهام می‌باشد. سرانجام ضریب کشیدگی که معیاری برای ضخامت دنباله‌های توزیع می‌باشد، بسیار بالاست. توزیع گوسی دارای ضریب کشیدگی ۳ است. بنابراین این موضوع به‌طور ضمنی بیان می‌کند که توزیع بازدهی‌ها گوسی نیست[1].

به منظور تعیین بهترین مدل نوع GARCH برای برازش بازدهی روزانه سهام بورس اوراق بهادار تهران نمودارهای خود همبستگی این سری زمانی بررسی و ارزیابی می‌شود. شکل(۳) نمودار خود همبستگی بازدهی سهام بورس اوراق بهادار تهران و شکل(۴) نمودار خود همبستگی مربع بازدهی سهام بورس اوراق بهادار تهران را نشان می‌دهد. همان‌طور که هر دو نمودار نشان می‌دهند خود همبستگی در هر دو نمودار معنی دار می‌باشد (میزان خود همبستگی های بالا و شکل و روند خود همبستگی‌ها مبین این موضوع هستند). بنابراین برای مدل‌سازی نوسانات، این ویژگی‌ها باید مورد توجه قرار گیرند. از آنجائی که خود همبستگی مربع بازدهی های روزانه تا وقفه های بالا، زیاد است بنابراین مدل GARCH مدل مناسبی برای مدل‌سازی نوسانات این شاخص می‌باشد. همچنین به‌دلیل آنکه خود همبستگی زیادی در بازدهی های روزانه وجود دارد باید با استفاده از یک معادله میانگین ساده، تا حد ممکن این خود همبستگی را رفع نمود. این موضوع مخصوصاً اگر هدف از مدل‌سازی نوسانات، پیش بینی آن نیز باشد اهمیت بیشتری پیدا می کند.

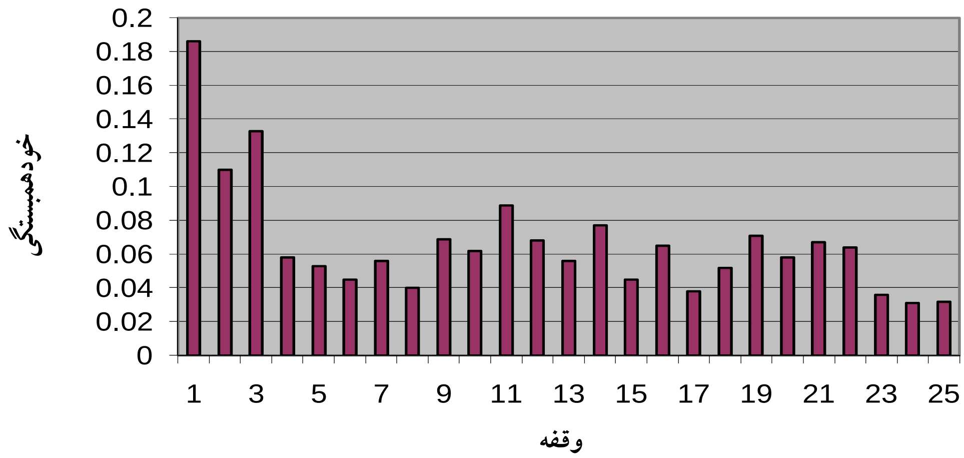
**شکل(۳): نمودار خود همبستگی بازدهی روزانه بورس اوراق بهادار تهران**

۱- آماره آزمون جکبرا برای نرمال بودن توزیع بازدهی‌ها برابر ۵۴۸۲۱ می‌باشد که بسیار بیشتر از مقادیر بحرانی سطوح اعتماد معمول می‌باشد. بنابراین فرض صفر مبنی بر نرمال بودن توزیع رد می‌شود.




مأخذ یافته های تحقیق

شکل(۴): نمودار خود همبستگی مربع بازدهی روزانه بورس اوراق بهادار تهران




مأخذ یافته های تحقیق

### ۴-۳. مدل‌سازی نوسانات

مدل‌های نوع GARCH مهم‌ترین مدل برای مدل‌سازی نوسانات شرطی سری های زمانی مـالی

می‌باشند. هر مدل نوع GARCH دارای دو معادله می‌باشد: معادله میانگین و معادله مربوط به واریانس شرطی. از آنجائی که سری زمانی بازدهی روزانه شاخص سهام بورس اوراق بهادار تهران دارای خود همبستگی می‌باشد برای در نظر گرفتن این موضوع از رابطه AR(۱) و AR(۲) در معادله میانگین به همراه عدد ثابت استفاده می‌شود. در اکثر مدل‌ها، معادله میانگین را بسیار ساده در نظر می‌گیرند. بعد از برازش معادله میانگین، وجود ناهمسانی واریانس در پسماندهای مدل با استفاده از آزمون ARCH LM بررسی شد. این آزمون فرض صفر مبنی بر عدم وجود ناهمسانی واریانس در پسماندها را در سطح معنی داری ۱٪ رد نمود[۱].

برای مدل‌سازی نوسانات از مدل‌های نوع GARCH (p,q)، مدل GARCH(۱,۱) انتخاب شد؛ زیرا بسیاری از محققان نشان داده‌اند که مدل GARCH(۱,۱) برای توضیح رفتار نوسانات در بازارهای مالی کافی است( شکل ، ۲۰۰۱). بنابراین اکثر مطالعات از آن استفاده نموده اند. در نتیجه مدل تحقیق برای مدل‌سازی نوسانات بازدهی سهام بورس اوراق بهادار تهران عبارت است از:

$$\begin{aligned} R_t &= \mu_t + \varepsilon_t \sqrt{h_t} \\ \mu_t &= c + \theta_1 \mu_{t-1} + \theta_2 \mu_{t-2}, \\ h_t &= \omega + \alpha_1 e_{t-1}^t + \beta_1 h_{t-1} \end{aligned} \qquad (۱۲)$$

نتایج مدل برازش شده روی شاخص بازدهی روزانه سهام بورس اوراق بهادار تهران که با استفاده از روش حداکثر راست نمایی[۲] حاصل شده است در جدول (۲) ارائه شده است:

**جدول(۲): نتایج مدل AR(۲)-GARCH(۱,۱) برازش شده روی بازدهی روزانه سهام بورس اوراق بهادار تهران**

---

۱- آماره F برابر با ۱۵۲.۴۱۵۳ است.

۲. Maximum likelihood

GARCH = C(4) + C(5)*RESID(-1)^2 + C(6)*GARCH(-1)

| | Coefficient | Std. Error | z-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| C | 0.023929 | 0.005949 | 4.022639 | 0.0001 |
| AR(1) | 0.502881 | 0.021174 | 23.74953 | 0.0000 |
| AR(2) | 0.053887 | 0.021900 | 2.460582 | 0.0139 |
| Variance Equation | | | | |
| C | 0.007276 | 0.000287 | 25.34043 | 0.0000 |
| RESID(-1)^2 | 0.365184 | 0.015844 | 23.04823 | 0.0000 |
| GARCH(-1) | 0.482419 | 0.016106 | 29.95195 | 0.0000 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| R-squared | 0.158551 | Mean dependent var | 0.036275 |
| Adjusted R-squared | 0.157024 | S.D. dependent var | 0.219538 |
| S.E. of regression | 0.201566 | Akaike info criterion | -0.763392 |
| Sum squared resid | 111.9325 | Schwarz criterion | -0.750519 |
| Log likelihood | 1059.862 | F-statistic | 103.8227 |
| Durbin-Watson stat | 2.304358 | Prob(F-statistic) | 0.000000 |
| Inverted AR Roots | .59 | -.09 | |

مأخذ یافته های تحقیق

برای آزمون اینکه آیا این مدل توانسته است همه خود همبستگی‌های واریانس شرطی بازدهی-ها را به اندازه کافی رفع نماید، نمودار خود همبستگی مربع پسماندهای استاندارد مدل بررسی شد. با توجه به آماره باکس- پیرز در هیچ وقفه‌ای این پسماندها دارای خود همبستگی نمی باشند که این مساله نشان دهنده مناسب بودن مدل می‌باشد.

## ۴-۴. پایداری و برگشت به میانگین

در این قسمت پایداری شوک‌های وارد شده بر نوسانات و ویژگی برگشت به میانگین بودن نوسانات بررسی می‌شود. یکی از راه‌های آزمون پایداری، آزمون آماری مجموع ضرائب معادله واریانس شرطی در مدل GARCH می‌باشد. همان‌طور که مشاهده می‌شود اگر مجموع $\alpha$ ها و $\beta$ها جمع شود برابر با ۰/۸۴۷۶ خواهد بود. از آنجائی که مجموع ضرایب به ۱ نزدیک است بنابراین نوسانات بازدهی‌ها تا حدودی پایدار است. حال اگر آزمون آماری یک طرفه برای اینکه آیا مجموع ضرایب معادله واریانس بزرگتر از یک یا مساوی آن است انجام شود، فرض صفر رد

می‌شود. بنابراین، با اینکه مجموع ضرایب نزدیک ۱ است اما از نظر آماری کوچکتر از ۱ بوده که نشان دهنده آن است که بازدهی سهام بورس اوراق بهادار تهران برگشت به میانگین دارد. میانگین واریانس غیر شرطی مدل GARCH از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

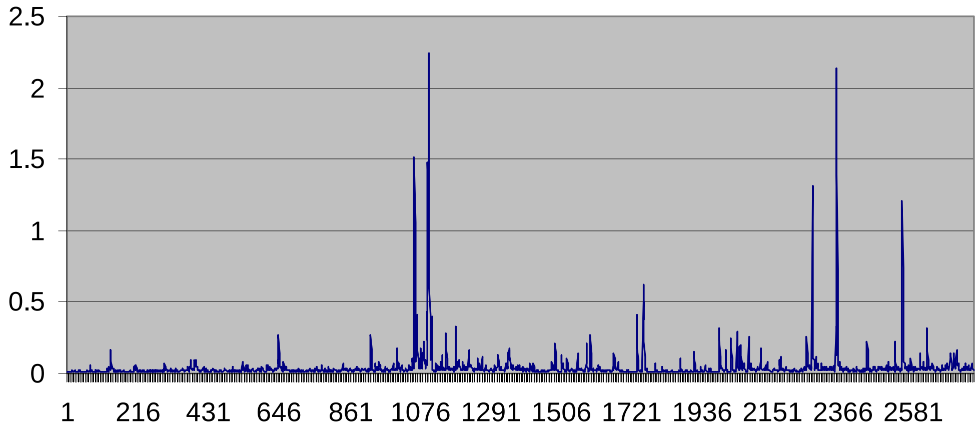
$$u\ \mathrm{var} = \frac{w}{1-\sum \alpha_i - \sum \beta_j} \qquad (۱۳)$$

بنابراین مقدار واریانس غیر شرطی برای مدل فوق برابر ۰/۰۴۷۶ می‌باشد. میانگین سالانه نوسانات نیز برابر ۳/۴۷٪ خواهد بود که این مقدار به مقدار واریانس نمونه ( در جدول ۱) بسیار نزدیک است و نشان دهنده خوبی برازش می‌باشد. شکل (۵) نیز نمودار نوسانات شرطی سالانه را نشان می‌دهد.

همان‌طور که در بخش چهارم مطرح شد یکی از راه‌های اندازه گیری پایداری نوسانات استفاده از مقدار نصف طول عمر یک شوک وارد شده بر نوسانات می‌باشد. برای مدل GARCH(p,q) نصف دوره ای که طول می‌کشد تا بعد از یک شوک بر نوسانات آن، به میانگین غیر شرطی خود که در بالا محاسبه شد باز گردد از رابطه زیرمحاسبه می‌شود:

$$\tau = \ln(0.5)/\ln(\sum \alpha_i + \sum \beta_j) = \frac{\ln(0.5)}{\ln(0.8476)} \cong 4.2 \qquad (۱۴)$$

شکل (۵): نوسانات سالانه شاخص بازده بورس اوراق بهادار تهران




مأخذ: یافته های تحقیق

بنابراین نصف دوره پایداری یک شوک نوسانات در بازار سهام بورس اوراق بهادار تهران تقریباً ۴/۲ روز است.

پایداری پیش رو برای مدل GARCH(۱,۱) از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\theta_{t+k|t} = \frac{\partial h_{t+k|t}}{\partial r_t^2} = \alpha_1(\alpha_1 + \beta_1)^{k-1} = 0.0158 \times (0.8476)^{k-1},\ k \geq 2 \tag{۱۵}$$

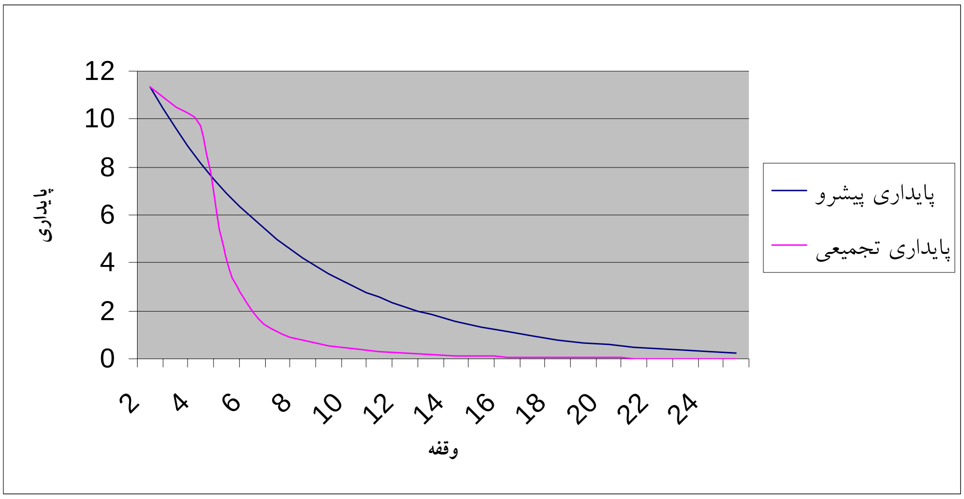
همان‌طور که ذکر شد پایداری تجمیعی از رابطه (۸) محاسبه می‌شود.

شکل (۶) نمودار $\theta_{t+k|t}$ و $\varphi_{t+k|t}$ را به ازای مقادیر مختلف $k$ نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود اثر شوک به‌صورت هندسی از بین می‌رود و تقریباً بعد از ۲۵ روز اثر آن کاملاً حذف می‌شود. بنابراین حد این سری به صفر میل می‌کند که برگشت به میانگین بودن این سری را تائید می‌کند. در مورد $\varphi_{t+k|t}$ مشاهده می‌شود که در ابتدا تا وقفه ۵ (۵ روز) سرعت از بین رفتن اثر شوک نسبت به $\theta_{t+k|t}$ پایین است، اما با افزایش وقفه سرعت از بین رفتن شوک بسیار بیشتر شده و در نتیجه تقریباً بعد از ۱۷ روز از بین می‌رود.

### ۴-۵. نوسانات نامتقارن و اثرات اهرمی

وجود اثرات اهرمی یکی از ویژگی‌های اصلی سری‌های زمانی مربوط به بازارهای مالی است. بنابراین در صورت وجود اثرات اهرمی نباید از مدل GARCH متقارن استفاده نمود، بلکه باید از مدل‌هایی که متقارن نبودن شوک‌ها را در نوسانات سری‌ها در نظر می‌گیرند و در ادبیات مدل‌های سری‌های زمانی وجود دارند استفاده نمود. حال باید دید که آیا بازدهی سهام بورس اوراق بهادار تهران دارای اثرات اهرمی می‌باشد یا نه؟ یک راه ساده برای بررسی اینکه بازدهی سهام بورس اوراق بهادار تهران دارای اثرات اهرمی است، آنست که خود همبستگی مرتبه اول بین مربع بازدهی‌ها و بازدهی که از رابطه زیر به دست می‌آید، بررسی شود.

**شکل(۶): نمودار پایداری پیشرو و تجمیعی**




مأخذ: یافته های تحقیق

$$\frac{\sum_{t=2}^{T} r_t^2 r_{t-1}}{\sqrt{\sum_{t=2}^{T} r_t^4 \sum_{t=2}^{T} r_{t-1}^2}}. \qquad (۱۶)$$

اگر این آماره منفی و از نظر آماری با توجه به آزمون باکس- پیرز مخالف صفر باشد، آنگاه سری دارای اثرات اهرمی خواهد بود. این آماره برای بازدهی سهام بورس اوراق بهادار تهران مثبت بوده (۰/۱۹) و معنی دار نیز نمی‌باشد که نشان می‌دهد، اثرات اهرمی در این سری وجود ندارد.

یک راه دیگر برای بررسی وجود اثرات اهرمی در سری زمانی استفاده از مدل GARCH حدی[1] یا (TGARCH) می‌باشد. این مدل توسط گلستن و دیگران (Glosten et al ۱۹۹۳) و زاکوئیان (Zakoian ۱۹۹۴) مطرح شد. شکل کلی این مدل به شکل زیر است:

۱. Threshold GARCH

$$h_t = \omega + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i (R_{t-i} - \mu)^2 + \sum_{j=1}^{q} \beta_j h_{t-j} + \sum_{k=1}^{r} \delta_{t-k} \gamma_k (R_{t-k} - \mu)^2 \quad (۱۷)$$

که در این رابطه $\delta_{t-k}$ متغیر شاخص می‌باشد. اگر پسماند در زمان $t-k$ منفی باشد مقدار آن برابر ۱، در غیر این صورت برابر صفر خواهد شد.

مدل TGARCH بیان می کند که شوک‌های مثبت در زمان $t$، در زمان $t+1$ به اندازه $\alpha$ ضرب در مربع پسماند و شوک منفی به اندازه $\alpha + \gamma$ ضرب در مربع پسماند بر نوسانات اثر دارد. بنابراین وجود اثر اهرمی به معنی آنست که ضریب $\gamma$ مثبت است و این به مفهوم آنست که شوک‌های منفی اثر بیشتری از شوک‌های مثبت دارند.

مدل TGARCH(۱,۱) بر روی بازدهی سهام بورس اوراق بهادار تهران برازش شد که نتیجه آن در جدول (۳) نشان داده شده است:

برای اینکه سری دارای اثرات اهرمی باشد باید $\gamma$ مثبت بوده و معنی دار باشد؛ اما همان‌طور که از جدول بالا مشخص است، این ضریب (c(۶)) منفی می‌باشد. بنابراین، اثرات اهرمی در این سری وجود ندارد و لذا نیازی به استفاده از مدل‌های GARCH نا متقارن نمی‌باشد.

برای اطمینان بیشتر از اینکه اثرات اهرمی در سری وجود دارد یا نه، می‌توان از مدل EGARCH که دارای شکل کلی زیر می‌باشد نیز استفاده نمود:

$$\log(h_t) = \omega + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i \left| \frac{R_{t-i} - \mu}{\sqrt{h_{t-i}}} \right| + \sum_{k=1}^{r} \gamma_k \frac{R_{t-i} - \mu}{\sqrt{h_{t-i}}} + \sum_{j=1}^{q} \beta_j \log(h_{t-j}) \quad (۱۸)$$

این مدل بیان می کند که اثرات اهرمی به جای اینکه مربع باشند، نمایی بوده و پیش بینی های واریانس شرطی منفی نخواهد بود. جهت آزمون وجود اثرات اهرمی باید فرضیه $\gamma_k < 0$ آزمون شود.

**جدول (۳): نتایج مدل AR(۲)-TGARCH(۱,۱) برازش شده بر بازده سهام بورس اوراق بهادار تهران**

Variance backcast: ON

GARCH = C(4) + C(5)*RESID(-1)^2 + C(6)*RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0) + C(7)*GARCH(-1)

| | Coefficient | Std. Error | z-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| C | 0.026716 | 0.006869 | 3.889068 | 0.0001 |
| AR(1) | 0.501297 | 0.020466 | 24.49419 | 0.0000 |
| AR(2) | 0.054849 | 0.021832 | 2.512351 | 0.0120 |
| | | Variance Equation | | |
| C | 0.007266 | 0.000295 | 24.62530 | 0.0000 |
| RESID(-1)^2 | 0.404562 | 0.019614 | 20.62655 | 0.0000 |
| RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0) | -0.082854 | 0.029904 | -2.770713 | 0.0056 |
| GARCH(-1) | 0.483026 | 0.016985 | 28.43892 | 0.0000 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| R-squared | 0.159211 | Mean dependent var | 0.036275 |
| Adjusted R-squared | 0.157379 | S.D. dependent var | 0.219538 |
| S.E. of regression | 0.201524 | Akaike info criterion | -0.763484 |
| Sum squared resid | 111.8447 | Schwarz criterion | -0.748466 |
| Log likelihood | 1060.990 | F-statistic | 86.91577 |
| Durbin-Watson stat | 2.301931 | Prob(F-statistic) | 0.000000 |
| Inverted AR Roots | .59 | -.09 | |

مأخذ: یافته های تحقیق

بنابراین مدل EGARCH(۱,۱) روی داده‌ها برازش شد. نتایج مدل در جدول (۴) ارائه شده است: همان‌طور که از شکل بالا مشخص است ضریب $\gamma$ (c(۶)) منفی نبوده و معنی دار نیز نمی‌باشد. بنابراین، اثرات اهرمی در این سری وجود ندارد و در نتیجه نیازی به استفاده از مدل‌های GARCH غیرمتقارن نیست.

## ۵. جمع بندی و نتیجه گیری

در این مقاله سعی شد تا بهترین مدل برای مدل‌سازی نوسانات بازده روزانه سهام بورس اوراق بهادار تهران برازش گردد. بدین منظور از داده های بازدهی روزانه قیمت سهام تهران (TEPIX) طی سال ۱۳۷۷ تا تیرماه ۱۳۸۹ استفاده شد. برای برازش مدل مناسب از رهیافت مقاله انگل و پتن(۲۰۰۱) استفاده شد.

**جدول (۴): نتایج مدل AR(۲)-EGARCH(۱,۱) برازش شده روی بازده سهام بورس اوراق بهادار تهران**

LOG(GARCH) = C(4) + C(5)*ABS(RESID(-1)/@SQRT(GARCH(-1))) + C(6)*RESID(-1)/@SQRT(GARCH(-1)) + C(7)*LOG(GARCH(-1))

| | Coefficient | Std. Error | z-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| C | 0.029963 | 0.004357 | 6.877257 | 0.0000 |
| AR(1) | 0.491059 | 0.020759 | 23.65568 | 0.0000 |
| AR(2) | 0.064787 | 0.019539 | 3.315703 | 0.0009 |
| | | Variance Equation | | |
| C(4) | -1.225842 | 0.047644 | -25.72902 | 0.0000 |
| C(5) | 0.508210 | 0.015102 | 33.65109 | 0.0000 |
| C(6) | 0.004263 | 0.009758 | 0.436857 | 0.6622 |
| C(7) | 0.749931 | 0.010755 | 69.73054 | 0.0000 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| R-squared | 0.162067 | Mean dependent var | 0.036275 |
| Adjusted R-squared | 0.160241 | S.D. dependent var | 0.219538 |
| S.E. of regression | 0.201181 | Akaike info criterion | -0.750112 |
| Sum squared resid | 111.4648 | Schwarz criterion | -0.735094 |
| Log likelihood | 1042.529 | F-statistic | 88.77626 |
| Durbin-Watson stat | 2.281471 | Prob(F-statistic) | 0.000000 |
| Inverted AR Roots | .60 | -.11 | |

مأخذ: یافته های تحقیق

ابتداصحت حقایق مسلم در مورد شاخص‌های مالی بازارهای سهام جهان در مورد شاخص بازده TEPIX مورد ارزیابی قرار گرفت. این بررسی‌ها نشان داد که شاخص بازدهی سهام بورس اوراق بهادار تهران همانند شاخص‌های بین المللی دارای دنباله ضخیم می‌باشد و ضریب کشیدگی آن ۲۱/۸۲ می‌باشد که نشان دهنده غیر نرمال بودن توزیع می‌باشد. این مطالعه همچنین نشان داد که این شاخص همانند شاخص‌های مالی بین المللی از ویژگی برگشت به میانگین تبعیت نموده و تقریباً پایدار است بطوری‌که اثر یک شوک بر نوسانات تقریباً بعد از ۲۵ روز کاملاً از بین می‌رود. اما بر خلاف شاخص‌های مالی بین المللی و با استفاده از مدل‌های TGARCH و EGARCHمشخص شد که نوسانات بازده روزانه بازار سهام بورس اوراق بهادار تهران دارای اثرات اهرمی نمی باشد و بیانگر آنست که شوک‌های منفی و مثبت تقریباً اثر یکسانی بر نوسانات این بازار دارند. علت این موضوع می‌تواند دخالت‌های دولت در کنترل نوسانات بازار بورس

اوراق بهادار تهران ( مخصوصاً نوسانات منفی) باشد. (بـه عنـوان مثـال در سـال ۱۳۸۴ هنگـامی کـه شاخص قیمت به شدت در حال کاهش بود برای مدتی فعالیت بازار متوقف شـد و همچنـین دامنـه تغییرات قیمت از حداکثر ۵٪ در روز به ۳٪ کـاهش یافـت. بنـابراین از مـدل‌هـای نامتقـارن بـرای مدل‌سازی استفاده نشد. با توجه به ویژگی‌هـای مـذکور، مـدل AR(۲)-GARCH(۱,۱) بـه عنـوان مناسب‌ترین مدل برای توضیح رفتار نوسانات شاخص بازده روزانه قیمت سهام بورس اوراق بهادار تهران انتخاب شد.

**References:**


۱- Alexander, Carol. (۲۰۰۳). **“Market models: A Guide to financial data analysis”**. *John Wiley and Sons Inc.*

۲- Carroll, T. and Collins, J., (۲۰۰۶), **“Volatility models and the ISEQ index", working paper at site**: *euclid.ucc.ie/pages/staff/carroll/papers/iseqweb.pdf.*

۳- Engle, F, R, and A. J. Patton, (۲۰۰۱), **“What good is a volatility model?”** ,*QUANTITATIVE FINANCE*,V. ۱, pp ۲۳۷–۲۴۵.

۴- Engle, R. F. Sheppard, K. (۲۰۰۱). “**Theoretical and Empirical properties of Dynamic Conditional Correlation Multivariate GARCH ”**, *NBER Working Papers ۸۵۵۴, National Bureau of Economic Research, Inc.*

۵- Eviwes ۵ user guide.

۶- Hansen, P.Lunde, A. (۲۰۰۴). **“A Forecast Comparison of Volatility Models**: **Does Anything Beat a GARCH (۱, ۱) Model?”** *Journal of Applied Econometrics*, ۲۰, ۸۷۳–۸۸۹.

۷- Keshavarz hadad, G (۲۰۰۹) **“An Appraisal on the Performance of FIGARCH Models in the Estimation of VaR”** *the Case Study of Tehran Stock Exchange*.(in Persian)

۸- Liu. H, Lee, H., Lee, C, (۲۰۰۹), **“Forecasting China Stock Markets Volatility via GARCH Models Under Skewed-GED Distribution”**, *Journal of Money, Investment and Banking*, V. ۷.

۹- Mala, R. Reddy, M, (۲۰۰۷), **“Measuring Stock Market Volatility in an Emerging Economy”**, *International Research Journal of Finance and Economics*, V. ۸.

۱۰- Mohammadi, S. Tehrani, R. Raee, R.FeyzAbad,A (۲۰۰۹) **“Modeling Volatility:** *Evidence from Tehran Stock Exchange*” (in Persian)

۱۱- Poon, S. C. Granger, (۲۰۰۳), **“ forecasting volatility in financial markets: A review”**, *Journal of Economic Literature*, *American Economic Association,* vol. ۴۱(۲), pages ۴۷۸–۵۳۹, June.

۱۲- Zivot, Eric, (۲۰۰۸), **“Practical Issues in the Analysis of Univariate GARCH Models”**, *Paper provided by University of Washington,* Department of Economics in its series Working Papers with number UWEC–۲۰۰۸–۰۳-FC.

**Received: ۲۰ Nov ۲۰۱۰**

**Accepted: ۲۴ Apr ۲۰۱۱**