Archive of SID

تحقیقات حسابداری و حسابرسی، پاییز ۱۳۹۸، شماره ۴۳، از صفحه ۵۵ تا ۷۰

پیش‌بینی و مدل‌سازی تلاطم بازدهی سهام در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل‌های GARCH

سید رضا قاضی فینی[1]
دانشجوی دکتری ،گروه حسابداری ، واحد کاشان ، دانشگاه آزاد اسلامی

دکتر حسین پناهیان©
دانشیار ،گروه حسابداری، واحد کاشان، دانشگاه آزاد اسلامی

(تاریخ دریافت: ۲۴ مهر ۱۳۹۶؛ تاریخ پذیرش: ۲ اسفند ۱۳۹۶)

هدف از این پژوهش مدل‌سازی و مقایسه قدرت پیش‌بینی کنندگی مدل‌های GARCH در پیش‌بینی تلاطم بازدهی سهام در بورس اوراق بهادار تهران است. ازاین‌رو دوره زمانی ۱۳۸۸/۱/۱ تا ۱۳۹۵/۱۲/۳۰ بر مبنای بازدهی روزانه شاخص کل قیمت (TEPIX) شامل ۱۹۰۰ مشاهده انتخاب شد و مدل‌های GARCH ، EGARCH ، PGARCH ، GJR ، GARCH-M ، FIGARCH و FIEGARCH با رویکرد سری زمانی و تحت فرض توزیع مجانبی نرمال بررسی گردید و عملکرد پیش‌بینی این الگوها بر اساس معیارهای میانگین خطای معیار (MSE)، میانه خطای معیار (MedSE)، میانگین قدر مطلق خطای پیش‌بینی (MAE)، جذر میانگین مربعات خطاهای پیش‌بینی (RMSE) و ضریب نابرابری تایل (TIC) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مدل FIGARCH ازنظر سه معیار MSE، MAE و RMSE دارای کمترین خطا است که نشان می‌دهد خوبی برازش این مدل از تمامی مدل‌های دیگر برای پیش‌بینی تلاطم بازدهی سهام بیشتر است. همچنین مشخص شد که بازدهی شاخص کل قیمت سهام (TEPIX) دارای تلاطم‌های خوشه‌ای است بدین معنی که با نوسانات کم، تلاطم کوچک در دوره‌های بعدی دارد و با نوسانات زیاد دچار تلاطم شدید می‌شود.

واژه‌های کلیدی: مدل‌های GARCH، تلاطم، بازدهی سهام.

[1] sr_ghazi@yahoo.com
[2] panahian@yahoo.com © (نویسندهٔ مسئول)

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در امور مالی هر فردی به بررسی عدم اطمینان در مورد وقایع آتی و نتایج آن علاقه مند است. عدم اطمینان اغلب ریسک نامیده می‌شود و برای قیمت‌گذاری دارایی‌ها مانند اوراق مشتقه یا هر نوع ابزار مالی دیگر و همچنین برای مدیریت سبد سرمایه‌گذاری مورداستفاده قرار می‌گیرد. ریسک معمولا با تلاطم یعنی درجه‌ای از تغییر در برخی از دارایی‌ها اندازه‌گیری می‌شود. با توجه به اهمیت تلاطم، یک علاقه گسترده برای مدل‌سازی در جهت پی بردن به ماهیت آن وجود دارد [۱۵].

اگرچه تحقیقات سنتی در اقتصاد مالی بر میانگین بازدهی‌های سهام متمرکز بوده‌اند، بیشتر توسعه‌های اخیر در بازارهای سهام بین‌المللی، علاقه پیشه وران، قانون‌گذاران و محققین را به سمت تلاطم این بازدهی‌ها افزایش داده است. برخی از سقوط‌ها (بحران‌های مالی) و میزان تأثیرگذاری‌شان همه را ناگزیر نموده است تا با دقت بیشتری یکنواختی و ثبات تلاطم را در طول زمان بررسی کنند. محققان توجه خود را به سمت توسعه و بهبود مدل‌های اقتصادسنجی که قادر به انجام پیش‌بینی‌های دقیق از چنین نوساناتی در تلاطم بازده باشند، سوق داده‌اند [۱۸].

از سوی دیگر در پاسخ به اهمیت موضوع تلاطم، مدل‌های اقتصادسنجی فراوانی توسط محققین اقتصاد مالی در این خصوص ارائه‌شده است که این مهم از نیاز به مدل‌سازی شرایط عدم اطمینان و لزوم مدیریت ریسک نهفته در دارایی‌های مالی ناشی می‌شود. بازدهی دارایی‌های مالی معمولا دارای سه ویژگی مهم است: تلاطم خوشه‌ای، رابطه نامتقارن (اهرم) و غیرخطی بودن. مدل‌های ناهمسانی واریانس شرطی به دلیل انطباق با این ویژگی‌ها، در تحقیقات مالی کاربرد فراوانی پیداکرده‌اند [۸].

واضح است تحت شرایطی که ناهمسانی واریانس‌ها وجود دارد، میزان واریانس متغیر که مقداری است ثابت و نشان‌دهنده متوسط تلاطم می‌باشد، نمی‌تواند ساختار پویای تلاطم را به‌خوبی توضیح دهد. مدل‌های ARCH[1] و GARCH[2] به‌طور خاص برای پاسخ به این نیازها و مدل‌سازی جهت پیش‌بینی واریانس یا به عبارت بهتر بررسی پویای تلاطم‌ها طراحی‌شده‌اند. در این تحقیق از مدل‌های تک متغیره خانواده GARCH به‌صورت یکپارچه جهت بررسی سوالات و فرضیه تحقیق استفاده‌شده است تا علاوه بر دستیابی به اهداف تحقیق یک ارزیابی نسبتا کلی از عملکرد مدل‌های فوق نیز انجام پذیرد.

پیشینه تحقیق

بازارهای درحال‌توسعه نسبت به بازارهای توسعه‌یافته، از تلاطم بیشتری برخوردارند. همچنین بازارهای سرمایه درحال‌توسعه، دارای خصوصیات متفاوتی ازجمله متوسط بازدهی بیشتر و همبستگی کمتر با بازارهای توسعه‌یافته می‌باشند [۷].

یک نمونه بارز از بازارهای سرمایه درحال‌توسعه، بازارهای سرمایه ایران است. همانند دیگر بازارهای درحال‌توسعه، ایران نیز اقدامات موثری در جهت توسعه بازارهای سرمایه خود انجام داده است که از این حیث می‌توان به خصوصی‌سازی، تسهیل در امور سرمایه‌گذاری خارجی و توسعه موسسات مالی اشاره

[1] Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (ARCH)
[2] Generalized ARCH (GARCH)

www.SID.ir

Archive of SID

نمود. بنابراین بورس اوراق بهادار تهران به‌عنوان بازار سرمایه ایران، مطالعات و تحقیقات آتی زیادی را برای توسعه طلب می‌کند. با توجه به اینکه تلاطم یکی از مهم‌ترین متغیرهای ورودی برای تصمیمات سرمایه‌گذاری است، بنابراین مطالعه، مدل‌سازی و پیش‌بینی تلاطم بازده سهام در بورس اوراق بهادار تهران علیرغم مطالعات قبلی، امری ضروری به نظر می‌رسد.

تلاطم

سرمایه‌گذاران به دنبال بهینه کردن میانگین و واریانس پرتفولیوی خود (میانگین بازده و ریسک مورد انتظار که نشانگر تلاطم قیمت دارایی است) هستند. تلاطم درجه‌ای از تغییرپذیری قیمت برای دارایی، نرخ یا شاخص معین است که معمولاً به‌صورت واریانس یا انحراف معیار بیان می‌شود [۴].

ویژگی‌ها مهم تلاطم بازدهی سهام که بسیاری از آن‌ها توسط بلرسلو و دیگران (۱۹۹۴) شرح داده‌شده است، به شرح زیر می‌باشد. مدل‌های گارچ برای چیره گی بر مجموعه‌های خاصی از این ویژگیها طراحی شده اند [۱۱].

۱- بازدهی‌های غیرنرمال. ۲- بازگشت به میانگین تلاطم. ۳- خوشه‌ای بودن تلاطم. ۴- هم حرکتی در تلاطم ها. ۵- تلاطم و همبستگی سریالی. ۶- اثرات اهرمی. ۷- صرف ریسک. ۸- دوره‌های غیرفعال. ۹- رخدادهای قابل پیش‌بینی. ۱۰- متغیرهای اقتصاد کلان و تلاطم.

مدل‌سازی نوسان در بازارهای مالی از ادبیات بسیار غنی برخوردار است. وجود الگوهای خوشه‌ای و الگوهای روزانه منجر به گسترش و توسعه مدل های GARCH شده است [۱]. در برخی از کاربردهای مدل ARCH که توسط انگل[1] (۱۹۸۲) معرفی شد، معادلات واریانس شرطی با وقفه‌های نسبتا طولانی مورداستفاده قرار می‌گیرند که تعیین ساختار وقفه‌ها برای جلوگیری از مشکل پارامترهای منفی در واریانس، ملزم می‌نماید تا بتوان فرآیندی با حافظه طولانی‌تر و ساختار وقفه انعطاف‌پذیرتر، از رده ARCH انتخاب نمود. مطالعات تجربی نشان دادند که برای تصریح مناسب الگوی $ARCH_{(q)}$ باید وقفه‌های بالایی از q لحاظ گردد. برای حل این مشکل، بلرسلو[2] (۱۹۸۶) در مقاله‌ای به معرفی مدل واریانس ناهمسان شرطی تعمیم یافته (GARCH) پرداخت. تصریح GARCH(p,q) به شکل زیر است:

$$\sigma_t^2 = w + \sum_{i=1}^{p} a_i\, \varepsilon_{t-1}^2 + \sum_{j=1}^{q} \beta_j \sigma_{t-j}^2 \qquad (۱)$$

به عبارت دیگر، مدل GARCH از سه بخش تشکیل می‌شود: جزء ثابت (w)، نوسانات دوره‌های گذشته $\sum_{i=1}^{p} a_i \varepsilon_{t-i}^2$ و واریانس پیش‌بینی شده از دوره‌های گذشته $\sum_{j=1}^{q} \beta_j\, \sigma_{t-1}^2$.

مدل GRACH به‌خوبی بسیاری از ویژگی‌ها بازارهای مالی از قبیل وجود دنباله‌های سنگین و تلاطم‌های خوشه‌ای در سری بازدهی را نشان می‌دهد. ولی این مدل، دارای یک محدودیت عمده می‌باشد و آن این است که واریانس شرطی منتج از مدل GRACH تنها به مقدار و اندازه‌ی شوک‌ها (ε_t) و نه علامت آن بستگی دارد. در حالی که ممکن است هدف، مطالعه‌ی رفتار بازار در قبال اثر اهرمی باشد. وجود اثر اهرمی،

[1] Engle
[2] Bollerslev

www.SID.ir

Archive of SID

دلالت بر گرایش نامتقارن تلاطم ها نسبت به اخبار و شوک‌ها دارد. بطوریکه اخبار و شوک‌های منفی $(\varepsilon_t > 0)$ موجب تلاطم‌های بیشتری در بازدهی می‌شوند. برای کنترل اثر نامتقارن اخبار بر تلاطم ها، الگوهای نامتقارن GRACH مطرح شده اند که معروف ترین آن‌ها الگوی GRACH نمایی یا EGARCH[1]است که توسط نلسون[2](۱۹۹۱) معرفی شده است.

نلسون (۱۹۹۱) الگوی گارچ نمایی (EGARCH) را به‌صورت زیر پیشنهاد کرد:

$$\log(\sigma_t^2) = \omega + \sum_{j=1}^{p} \beta_j log\left(\sigma_{t-j}^2\right) + \sum_{i=1}^{q} \alpha_i \left|\frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}}\right| + \sum_{k=1}^{r} \gamma_k \frac{\varepsilon_{t-k}}{\sigma_{t-k}} \quad (۲)$$

سمت چپ معادله به‌صورت لگاریتمی می‌باشد و نشانگر این نکته است که واریانس شرطی مثبت است و نیازی به ایجاد محدودیت در ضرایب ندارد. در صورتی که γ_k به‌صورت معناداری مخالف صفر باشد، آنگاه اثر اخبار بر نوسانات نامتقارن خواهد بود.

نوع دیگری از مدل‌های نامتقارن GARCH که می‌تواند اثرات اهرمی را مدل‌سازی نماید، فرآیند GARCH آستانه[3]است که به دلیل دقت بالای آن در تحقیقات ریسک به افتخار مبتکران آن (گلوستن، جاگناتان و رانکل،[4] ۱۹۹۳) به نام GJR-GARCH معروف شده و دارای فرم تابعی زیر است:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{m} \alpha_i \alpha_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^{m} \gamma_i S_{t-i} \alpha_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{n} \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (۳)$$

که در آن

$$S_{t-i} = \begin{cases} 1 if a_{t-i} < 0 \\ 0 if a_{t-i} \geq 0 \end{cases}$$

یعنی این که، بسته به مقدار a_{t-i} که در بالا یا پایین مقدار آستانه (صفر یا هر عدد دلخواه دیگر) قرار گیرد، a_{t-i}^2 دارای اثرات متفاوتی بر واریانس شرطی σ_t^2 است؛ به طوریکه برای $a_{t-i} > 0$ اثر کل به وسیله‌ی $a_i a_{t-i}^2$ تعیین می‌شود و هنگامی که $a_{t-i} < 0$ باشد، اثر کل یک شوک وارد شده بر بازدهی به وسیله‌ی $(a_i + \gamma_i) a_{t-i}^2$ اندازه‌گیری می گردد. می توان انتظار داشت که برای اخبار بد مقدار برآورد شده برای γ_i مثبت باشد.

در تلاشی دیگر برای معرفی الگوی جدید از خانواده GRACH ، تیلور[5](۱۹۸۶) و شوارت[6](۱۹۸۹) مدل GARCH را بر اساس انحراف معیار مورداستفاده قرار دادند نه بر مبنای واریانس. در ادامه، مدل

[1] Exponential GARCH
[2] Nelson
[3] Threshold GARCH
[4] Glosten, Jagannathan and Runkle
[5] Taylor
[6] Schwert

www.SID.ir

Archive of SID

GARCH توان[1] یا PGRACH توسط دینگ، گرنجر و انگل[2](۱۹۹۳) با لحاظ نمودن جمله توان عمومیت یافت. شکل کلی مدل PGARCH به‌صورت زیر می‌باشد:

$$\sigma_t^{\delta} = \omega + \sum_{j=1}^{p} \beta \sigma_{t-j}^{\delta} + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i \left(|\varepsilon_{t-1}| - \gamma_i \varepsilon_{t-i}\right)^{\delta} \qquad (۴)$$

که در آن $\delta > 0$ ، $|\gamma_i| \leq 1$ برای i= 1, ... r و همچنین $\gamma_i = 0$ برای تمامی i>r و $r \leq p$ می‌باشد. در یک مدل نامتقارن γ_i برای تمامی i ها صفر خواهد بود.

در اقتصاد مالی، بازدهی یک ورقه بهادار ممکن است بر تلاطم آن وابسته باشد. مدلی با این ویژگی GARCH-M نامیده می‌شود، که در آن M به معنی «در میانگین» است.

یک مدل ساده GARCH-M (1,1) به‌صورت زیر نوشته می‌شود.

$$r_t = \mu + c\sigma_t^2 + a_t \quad , \quad a_t = \sigma_t \varepsilon_t \qquad (۵)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

که در آن μ و c مقادیر ثابت هستند. پارامتر c حاشیه ریسک نامیده می‌شود. یک c مثبت نشان می‌دهد که بازدهی به‌صورت مثبت به متغیر تلاطم وابستگی دارد. در نوشتارهای اقتصادسنجی مالی دیگر مشخص نمایی‌های حاشیه ریسک نظیر $r_t = \mu + c\sigma_1 + a_t$ نیز مورداستفاده قرار می‌گیرد [۱۴].

ماندگاری زیاد در مدل‌های GARCH می‌تواند نشان‌دهنده این موضوع باشد که چند جمله‌ای $\phi(z) = ۰$ ریشه واحد دارد، که در این حالت مدل GARCH به مدل GARCH انباشته (IGARCH) تبدیل می‌گردد. برای ایجاد امکان مدل‌سازی با ماندگاری بالا و حافظه بلندمدت در واریانس شرطی و برای این که از پیچیدگی مدل‌های IGARCH نیز جلوگیری شود، می‌توان عبارت ارایه‌شده را، مشابه تبدیل فرآیند ARMA(m,q) به فرآیند ARFIMA(m, d, q)، بسط داد. بایلی، بلرسلو و میکلسون[3](۱۹۹۶) مدل GARCH انباشته جزیی[4] یا مدل FIGARCH(m,d,q) را به‌صورت ذیل تعریف نمودند:

(۶)

$$\phi(L)(1-L)^d \varepsilon_t^2 = a + b(L)u_t$$

$$u_t = \varepsilon_t^2 - \sigma_t^2$$

مدل FIGARCH به طور مستقیم نمایش توان دوم پس‌ماندها بوسیله ARMA را به یک مدل انباشته کسری بسط می‌دهد. لیکن برای اطمینان از اینکه مدل عمومی FIGARCH مانا است و همچنین واریانس شرطی σ_t^2 همیشه مثبت است، لازم است محدودیت‌های پیچیده‌ای را به ضرایب مدل تحمیل

[1] Power GARCH
[2] Ding, Granger and Engle
[3] Baillie, Bollerslev and Mikkelsen
[4] Fractionally Integrated GARCH

www.SID.ir

Archive of SID

نمود. هنگامی که $0 < d < 1$ است، ضرائب در $\phi(L) = 0$ و $b(L) = 0$ دینامیک کوتاه‌مدت تلاطم را نشان می‌دهند و پارامتر تفاضلی جزیی d خاصیت بلندمدت تلاطم را مدل‌سازی می‌نماید.

با توجه به آنکه مدل EGARCH را می‌توان به‌صورت یک فرآیندARMA با استفاده از لگاریتم واریانس شرطی نشان داد، بلرسلو و میکلسون[1] (۱۹۹۶) مدل انباشته کسریEGARCH ، یا FIEGARCH را به‌صورت رابطه زیر پیشنهاد نمودند:

$$\phi(L)(1-L)^d \ln \sigma_t^2 = a + \sum_{j=1}^{q} (b_j |x_{t-j}| + \gamma_j x_{t-j}) \quad (۷)$$

جائی‌که تعریف $\phi(L)$ مطابق تعریف پیشین برای مدل FIGARCH است، $\gamma_j \neq 0$ اجازه می‌دهد که اثر اهرمی در مدل درنظر گرفته شود و x_t پس‌ماندهای استاندارد شده است:

$$x_t = \frac{\varepsilon_t}{\sigma_t}$$

بلرسلو و میکلسون (۱۹۹۶) نشان دادند که مدل FIEGARCH در صورتی‌که $0 < d < 1$ باشد، مانا است.

بازدهی سهام

بازده سهام نشانگر درصد افزایش ثروت سرمایه گذار می‌باشد و بر اساس رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$r_t = (\frac{P_t + D_t}{P_{t-1}}) * 100$$

که در آن، r_t بازدهی دوره t ، p_t و p_{t-1} به ترتیب شاخص قیمت سهام در پایان و در شروع دوره t و D_t سود نقدی پرداخت شده برای سهام طی یک دوره می‌باشد. بازدهی کل بازار نیز به همین ترتیب و با استفاده از شاخص کل بازار قابل محاسبه است. بدین ترتیب، بازدهی سرمایه‌گذاری از دو عامل تأثیر می‌پذیرد. الف) افزایش قیمت سهام که خود ناشی از عواملی همچون تغییرات کمی و کیفی سرمایه‌گذاری جدید و تورم می‌باشد. و ب) سود نقدی پرداخت شده که در این رابطه، شرکتی که سود نقدی کمتری پرداخت می‌کند، وجوه آن را احتمالاً صرف سرمایه‌گذاری جدید یا افزایش نقدینگی می‌کند که در نهایت موجب رشد بیشتر قیمت سهام آن شرکت می‌شود. با توجه به اینکه در نظر نگرفتن سود نقدی پرداخت شده سهام، تأثیر معنی داری بر بازدهی به وجود نمی آورد، می‌توان بازدهی را از رابطه زیر بدست آورد: [۱۷]

$$r_t = \left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) * 100$$

[1] Bollerslev and Mikkelsen

[2] Fractionally Integrated Exponential GARCH

www.SID.ir

Archive of SID

عموما سری‌های زمانی مالی به ویژه قیمت سهم‌ها نامانا هستند، لیکن در عمل به جای قیمت، بازده سهم‌ها مدل‌سازی می‌شوند که معمولا سری زمانی آن‌ها، مانا می‌باشد. بنا براین با توجه به موارد ذکر شده، در این تحقیق از داده های روزانه شاخص کل قیمت یا TEPIX جهت مدل‌سازی تلاطم بازدهی سهام استفاده‌شده است.

نظیفی نائینی (۱۳۹۰) عملکرد مدل‌های گارچ را در پیش‌بینی نوسانات بازار سهام بررسی نمود. وی در این تحقیق به برآورد مدل‌های گارچ بر روی شواهدی از بازار سهام ایران پرداخت و سپس با استفاده از بررسی‌های خارج از نمونه ای و معرفی ۷ تابع زیان آماری دقت پیش‌بینی هر یک از این مدلها را ارزیابی نمود. برای هر یک از مدل‌های GJR-GARCH, EGARCH وGARCH سه تابع زیان شامل توزیع خطایGED, t استیودنت و توزیع نرمال معرفی نمود. در این مطالعه از داده‌های قیمت سهام در روزهای باز بازار سهام (۵ روز در هفته) طی دوره ۱۳۷۶/۰۶/۰۷ تا ۱۳۹۰/۰۱/۱۴ و از شاخص کل قیمت سهام استفاده کرد. نتایج نشان داد که در برآورد و نیکویی برازش مدل GJR-GARCH، در پیش‌بینی کوتاه مدت مدل GARCH و در افق پیش‌بینی بلند مدت مدلEGARCH بهترین مدل می باشد [۵]. رستمی جلیلیان (۱۳۹۳) به مقایسه نتایج مدل های GARCH و شبیه سازی مونته کارلو در پیش‌بینی نوسانات قیمت سهام با استفاده از یک سری زمانی از داده های روزانه در افق یکماهه از شاخص کل قیمت سهام در فاصله زمانی ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۱ پرداخت. وی از سه تابع توزیع نرمال، t – استیودنت و GED برای مدل های گارچ استفاده کرد و برای ارزیابی نتایج بدست آمده با استفاده از سه تابع زیان آماری RMSE و MAE و MAPE نشان داد که مدل های GARCH در مقایسه با شبیه سازی مونته کارلو در پیش‌بینی نوسان دقت بیشتری دارند [۳]. راسخی و همکاران (۱۳۹۳) در یک مطالعه موردی در بازار بورس اوراق بهادار تهران، مدل های خانواده GARCH را در پیش‌بینی نوسانات بازار سهام ارزیابی کردند. آن‌ها از داده های ماهانه شاخص کل قیمت درباره زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۲ و از الگوهای GARCH ، TGARCH ، EGARCH و PGARCH با فروض توزیع نرمال، توزیع t و توزیع خطای عمومی جملات خطا (GED) برای پیش‌بینی نوسانات بازدهی سهام و از شاخص های جذر میانگین مربعات خطاهای پیش‌بینی (RMSE) و ضریب نابرابری تایل (TIC) برای ارزیابی مدل ها در دو زیر دوره نمونه (۷۵ درصد برای برآورد و ۲۵ درصد برای ارزیابی) استفاده کردند. نتایج تحقیق نشان داد بر اساس شاخص های RMSE وTIC ، اولاً توزیع های t و GED عملکرد بهتری را در پیش‌بینی نسبت به توزیع نرمال ار خود نشان می دهند. ثانیاً بهترین عملکرد در پیش‌بینی نوسانات به ترتیب مربوط به مدل های GARCH و PGARCH با فرض توزیع t می باشد [۲]. یانگ هان (۲۰۱۱) در پژوهشی عملکرد مدل‌سازی و پیش‌بینی تلاطم بازده های روزانه سهام بورس سهام شانگهای را با استفاده از مدل های GARCH شامل GARCH ، EGARCH و GJR-GARCH و سه توزیع نرمال گاوسیان، T استیودنت و توزیع تعمیم خطا GED بررسی نمود. جهت تعیین عملکرد پیش‌بینی تلاطم، مدل ها را با استفاده از معنای ریشه مربع خطا RMSE مقایسه کرد. نتایج نشان داد که مدل های EGARCH در اکثر بازده های روزانه سهام به‌خوبی کار می کند و اینکه مدل های GARCH متقارن بهتر از مدل

www.SID.ir

Archive of SID

های GARCH نامتقارن هستند [۲۳]. امیلیو (۲۰۱۵) در تحقیقی با عنوان مدل‌سازی تلاطم در بازار سهام سوئد به ارزیابی این موضوع پرداخت که اگر یک متغیر برون زا (تلاطم ضمنی) به معادله واریانس اضافه شود، آیا عملکرد مدل های GARCH(1,1) و EGRACH(1,1) مبتنی بر شاخص OMXS30 افزایش پیدا خواهد کرد. همچنین وی این مدل ها را در رابطه با تلاطم ضمنی به عنوان یک روش پیش‌بینی/ مدل‌سازی مقایسه کرد و برای ارزیابی مدل ها از واریانس تحقق یافته به عنوان یک برآوردگر بی طرفانه از واریانس شرطی استفاده نمود. نتایج تحقیق نشان داد که اضافه کردن تلاطم ضمنی به معادله واریانس عملکرد کلی مدل های فوق را افزایش می‌دهد [۱۵].

فرضیه تحقیق

در تحقیق حاضر در پی پاسخ به این سوالات هستیم که الگوی تلاطمی بازدهی بازار در کل چگونه است؟ و اینکه عملکرد کدام یک از مدل‌های خانواده GARCH در پیش‌بینی تلاطم بازدهی سهام بهتر است ؟ از این رو فرضیه ذیل مطرح است.

- قدرت پیش‌بینیی کنندگی مدل‌های GARCH ازنظر شاخص های سنجش قدرت پیش‌بینی متفاوت است.

روش تحقیق

جامعه آماری تحقیق، بورس اوراق بهادار تهران می باشد. در این تحقیق به جهت تکیه برالگوی تحلیل روند در تحلیل داده ها که ماهیتا روشی توصیفی است و در آن مقاطع زمانی به‌عنوان افراد آماری تعریف می شوند نمونه گیری مصداقی نداشته و بازه زمانی زیر با توجه به اهداف تحقیق مورد مطالعه قرار گرفته است:

- بازه زمانی ۱۳۸۸/۱/۱ تا ۱۳۹۵/۱۲/۳۰ برای مدل‌سازی و پیش‌بینی تلاطم بازده سهام به روش سری زمانی و معرفی مدل برتر.

در این تحقیق، از الگوهای GARCH ، EGARCH ، PGARCH ، GJR-GARCH ، GARCH-M ، FIGARCH و FIEGARCH تحت فرض توزیع مجانبی نرمال برای پیش‌بینی تلاطم بازده سهام استفاده‌شده و عملکرد پیش‌بینی این الگوها بر اساس معیارهای میانگین خطای معیار[1] (MSE)، میانه خطای معیار[2](MedSE)، میانگین قدر مطلق خطای پیش‌بینی[3](MAE)، جذر میانگین مربعات خطاهای پیش‌بینی[4](RMSE) و ضریب نابرابری تایل[5] (TIC)مورد ارزیابی قرار گرفته است. بر اساس این معیارها، هر قدر خطای پیش‌بینی کمتر باشد توانایی الگو برای پیش‌بینی بیشتر است. بنابراین، الگویی که دارای مقادیر کمتری از این معیار ها باشد، عملکرد بهتری در پیش‌بینی تلاطم ها

[1] Mean Squared Error (MSE)
[2] Median Squared Error (MedSE)
[3] Mean Absolute Error Statistic (MAE)
[4] Root Mean Square Error (RMSE)
[5] Theil Inequality Coefficient (TIC)

www.SID.ir

Archive of SID

خواهد داشت. همچنین دوره زمانی تحقیق ۱۳۸۸/۱/۱ تا ۱۳۹۵/۱۲/۳۰ به دو زیر دوره تقسیم شده است: زیر دوره اول شامل ۱۳۸۸/۱/۱ تا ۱۳۹۳/۱۲/۲۹ می باشد که ۷۵٪ حجم نمونه را در بر می گیرد و زیر دوره‌ی دوم شامل ۱۳۹۴/۱/۱ تا ۱۳۹۵/۱۲/۳۰ می باشد که باقیمانده حجم نمونه را در بر می گیرد. زیر دوره اول برای برآورد، و زیر دوره دوم جهت ارزیابی مدل های پیش‌بینی در نظر گرفته شده است.

یافته های تحقیق

در جدول ۱ شاخصه های آمار توصیفی داده های پژوهش با کمک نرم افزار OXMETRICS6 محاسبه شده است .

جدول ۱ - توصیف یافته ها

معیار ها	حداقل	میانگین	حداکثر	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی
TEPIX	-۰/۵۵۱۳	۰/۰۰۰۷۲۶	۰/۰۳۵۸۹۶	۰/۰۰۷۳۹۱	-۰/۵۵۱۳	۰/۰۰۰۷۲۶
آزمون نرمالیتی						
جارک- برا	۰/۰۳۵۸۹۶					
P-VALUE	۰/۰۰۰۰					
آزمون ریشه واحد دیکی-فولر تعمیم یافته						
آماره ADF	-۱۳۸/۷۵۴					
مقدار بحرانی ۵٪	-۱/۹۴۰۹۳					
نتیجه	مانا					
آزمون ARCH- LM برای تلاطم بازدهی						
نام متغیر	آماره LM	P-VALUE	نتیجه			
TEPIX	۱۷۶۷/۶	۰/۰۰۰۰	دارای نوسانات خوشه‌ای است			

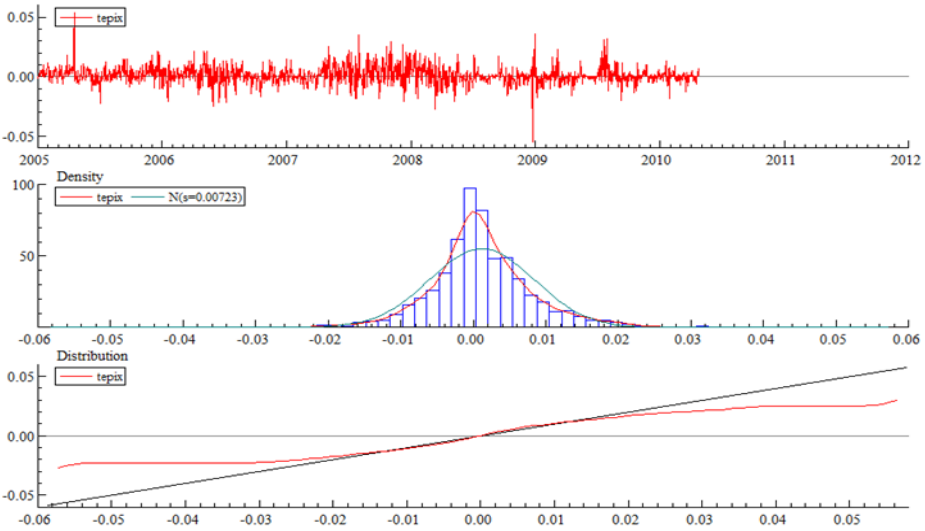
در مدل‌های خانواده گارچ شرط پایایی بسیار مهم است. همانگونه که در جدول (۱) مشاهده می گردد متغیر TEPIX در سطح پایا بوده و از این جنبه انجام مدل های گارچ مشکل عدم وجود حافظه بلند مدت را ندارد. پس اگر چنانچه شوک های مالی ، اقتصادی و سیاسی از قبیل تعدیل سود شرکت ها، تغییرات نرخ ارز یا نتایج انتخابات، سری داده ها را تحت تاثیر قرار دهد، به دلیل باثبات بودن یا مانا بودن داده ها اثر این قبیل شوک ها بر متغیر های مورد نظر میرا است و به تدریج از بین می رود .یعنی اثر

www.SID.ir

Archive of SID

شوک مورد نظر، در طی زمان $t+1$ کم تر از زمان t خواهد بود .به زبان ساده تر، دوام و ماندگاری اثرات شوک های وارده محدود است و سری های نامبرده حافظه بلندمدت دارند.

نمودار ۱ (از بالا به پایین) روند تغییرات TEPIX ، توزیع داده های TEPIX و انحراف از توزیع نرمال



از سوی دیگر بر اساس آزمون ضریب لاگرانژ گزارش شده در جدول (۱) و شواهد نمودار 1 مشخص می‌شود که بازدهی شاخص کل قیمت سهام (TEPIX) دارای تلاطم‌های خوشه‌ای است بدین معنی که با نوسانات کم، تلاطم کوچک در دوره‌های بعدی دارد و با نوسانات زیاد دچار تلاطم شدید می‌شود. همچنین مقدار کشیدگی مازاد کمتر از ۳ است که نمودار (۱) هم نشان می‌دهد به طور محسوسی توزیع سری کشیده تر از نرمال نیست و نیز چولگی عدد منفی بسیار نزدیک به صفر است. بنابراین توزیع متغیر TEPIX (که در نمودار توزیع آن هم نشان داده‌شده) به توزیع t استیودنت بسیار نزدیک می باشد. بنابراین در تخمین مدل‌های گارچ استفاده از فروض توزیع متقارن مانند نرمال و یا t استیودنت مقتضی تر از توزیع GED بوده که با توجه توزیع مجانبی t به سمت نرمال در نمونه های بزرگ ، به طور پیش فرض توزیع نرمال لحاظ می گردد.

برای مقایسه نتایج مدل‌های خانواده GARCH از پنج معیار MSE، MedSE، MAE، RMSE و Theil استفاده‌شده است. لازم به ذکر است که مدل‌های گزارش شده بر مبنای ۷۵٪ مشاهدات و معیار های پیش‌بینی برای ۲۵٪ داده ها برآورد گردیده است. نتایج مقایسه مدل‌های سری زمانی در جدول 2 بیان شده است:

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۲)- شاخص های مقایسه قدرت پیش‌بینی کنندگی مدل‌های GARCH

	Garch	Egarch	pgarch	GJR	Garch-m	Figarch	Fiegarch
Mean Squared Error(MSE)	E-۰۵ ۴/۲۸	E-۰۵ ۴/۲۷	E-۰۵ ۴/۲۹	E-۰۵ ۴/۲۹	E-۰۵ ۴/۳۶	E-۰۵ ۴/۲۷	E-۰۵ ۴/۳۳
Median Squared Error(MedSE)	E-۰۶ ۴/۴۰	E-۰۶ ۴/۳۳	E-۰۶ ۴/۶۱	E-۰۶ ۴/۵۳	E-۰۶ ۴/۹۲	E-۰۶ ۴/۳۳	E-۰۶ ۴/۰۱
Mean Absolute Error(MAE)	۰/۰۰۳۸۷۲	۰/۰۰۳۸۳۵	۰/۰۰۳۸۹۴	۰/۰۰۳۸۸	۰/۰۰۴۰۶	۰/۰۰۳۸۳	۰/۰۰۳۹۹۴
Root Mean Squared Error(RMSE)	۰/۰۰۶۵۴۲	۰/۰۰۶۵۳۴	۰/۰۰۶۵۴۸	۰/۰۰۶۵۴۶	۰/۰۰۶۶۰۱	۰/۰۰۶۵۳۳	۰/۰۰۶۵۸۴
Theil Inequality Coefficient(TIC)	۰/۸۷۱۴	۰/۸۸۳۳	۰/۸۶۵	۰/۸۶۶۸	۰/۸۲۹۲	۰/۸۸۴۷	۰/۸۴۲۱

با توجه به جدول فوق مدلی که دارای کم ترین خطای پیش‌بینی باشد ، بهترین می باشد. همانطور که ملاحظه می‌شود مدل FIGARCH ازنظر سه معیار MSE، MAE و RMSE دارای کمترین خطا است که نشان می‌دهد خوبی برازش این مدل از تمام مدل‌های دیگر بیشتر است. نتایج مدل FIGARCH به شرح جدول ۳ می باشد:

جدول (۳) – مدل تک متغیره فی گارچ(FIGARCH)- سری زمانی TEPIX

پارامتر ها	ضرایب	آماره t	*p-value*
عرض از مبدا معادله میانگین	۰/۰۰۰۸۶	۲/۶۰۱	۰/۰۰۹۴
AR(t-1)	۰/۴۳۷۳۲	۱۴/۳۵	۰/۰۰۰۰
AR(t-2)	-۰/۰۹۴۱۹	-۳/۱۰۷	۰/۰۰۱۹
AR(t-3)	۰/۱۰۸۲۹۸	۳/۳۰۶	۰/۰۰۱
AR(t-4)	۰/۰۳۲۳۶۷	۱/۱۲	۰/۲۶۲۸
عرض از مبدا معادله واریانس	۵۳/۷۱۴۹۷	۱/۹۴۲	۰/۰۵۲۳
d-figarch	۰/۴۰۶۳۶۷	۲/۵۰۱	۰/۰۱۲۵
اثر آرچ: φ_1	۰/۴۶۴۰۵۴	۳/۴۶۸	۰/۰۰۰۵
اثر گارچ: b_1	۰/۶۹۳۰۹۶	۴/۱۲۶	۰/۰۰۰۰
اثر گارچ: b_2	-۰/۰۴۲۲۸	-۰/۷۰۷۹	۰/۴۷۹۱
اثر گارچ: b_3	-۰/۰۹۹۱۹	-۲/۱۹۵	۰/۰۲۸۳

www.SID.ir

Archive of SID

اثر گارچ: b_4	۰/۰۷۶۹۱	۱/۶۸۹	۰/۰۹۱۳
اثر گارچ: b_5	۰/۰۴۰۶۲۶	۱/۶۲۲	۰/۱۰۵

مدل FIGARCH به طور مستقیم نمایش توان دوم پس‌ماندها بوسیله ARMA را به یک مدل انباشته کسری بسط می‌دهد. لیکن برای اطمینان از اینکه مدل عمومی FIGARCH مانا است و همچنین واریانس شرطی σ_t^2 همیشه مثبت است، لازم است محدودیت‌های پیچیده‌ای به ضرایب مدل تحمیل شود. که در معادله واریانس شرطی ، هدف برآورد پارامتر d در کنار پارامتر های RCH(φ) و GARCH(b) است. نکته مهم در برآورد این مدل این بود که ، بهترین مدل FIGARCH (1,d,5) تشخیص داده شد. زیرا با افزودن وقفه های دیگر مدل قابلیت همگرایی را پیدا نمود. با توجه به نتایج جدول (۳)، مشاهده می شود که ضرایب d معنادار بوده و مقدار آن بین صفر و یک است. همچنین از آنجاییکه مجموع ضرایب φ_1 ، b_1 تا b_5 کمتر از یک و $\varphi_1 > 0$ است، این موضوع مانایی کوواریانس فرآیند واریانس شرطی را نشان می دهد. بنابراین مدل برازش شده شرایط خوبی برازش را احراز داشته و معادله واریانس شرطی حکایت از معنی داری و منطقی بودن قابلیت نمایش توان دوم پس‌ماندها بوسیله ARMA به‌صورت یک مدل انباشته کسری را دارد.

نتیجه گیری

برای بررسی تفاوت در قابلیت ها و قدرت پیش‌بینی کنندگی مدلها بر مبنای مطالعات قبلی معیار های بیشتری معرفی گردید که بتوان تفاوت در قدرت پیش‌بینی کنندگی را بر مبنای چند شاخص سنجید. از آنجاییکه فرضیه پژوهش بیان نمود: قدرت پیش‌بینی کنندگی مدل‌های گارچ به روش سری زمانی نسبت به یگدیگر تفاوت دارند؛ نتایج برآورد مدل ها در جدول ۲ نشان داد که شاخص های قدرت پیش‌بینی یکسان نبوده و برای مدل FIGARCH سه شاخص MSE ، MAE و RMSE از تمام اعداد کمتر هستند. بنابراین این فرضیه را می توان پذیرفت. نتایج حاصل از قبول این فرضیه تاکید دارند که نتیجه گیری پیرامون پیش‌بینی تلاطمی بازدهی سهام با استفاده از یک الگوی سری زمانی به تنهایی منجر به قضاوت نادرست پیرامون الگوی نظامند اثرات ARCH/GARCH و نوع چینش آن‌ها یا اثرات معنی دار دیگر در معادله واریانس همچون اثر نمایی معکوس جمله EGARCH و یا خوبی برازش مدل کسری انباشته FIGARCH و دیگر الگوهایی که اگر به تنهایی بررسی شوند، معیار های خوبی برازش را احراز می کنند. اما نتایج حاصل از قبول این فرضیه تایید نمود که در ارائه نتایج پیش‌بینی حاصله از مطالعه بررسی تلاطم بازده، انتخاب یک نوع خاص از الگوهای خانواده GARCH پیامد شدیدا محدود کننده ای را برای نتایج مطالعات از این دست دارد و آن قیدی است که از سوی پژوهش گر به مدل تحمیل شده

www.SID.ir

Archive of SID

است. این قید انتخاب یک فرم خاص برای معادله واریانس شرطی است که انتقاد زیادی به آن وارد است. به عنوان مثال در خلال مدل‌سازی تلاطم در این پژوهش تایید شد هم زمان مدل‌های GARCH ، EGARCH ، PGARCH ، GJR-GARCH ، GARCH-M و FIGARCH همگی شرایط معنی دار و مطلوب پارامترهای خاص خود در برآورد معادله واریانس شرطی طبق فرم های معرفی شده را احراز داشته اند. بنابراین این پژوهش تایید نمود هرچه به جای استفاده از یک فرم خاص، از انواع مدلها و مقایسه آن‌ها و انتخاب مدل مطلوب بیشتر استفاده شود، از تحمیل برآورد مقید معادله واریانس کاسته شده و کارایی برآوردگر های معادله واریانس شرطی افزایش خواهد یافت. همچنین نتایج این فرضیه با نتایج پژوهش کارل و کرنی[1](۲۰۰۹) همخوانی دارد؛ زیرا آن‌ها نشان داند که چگونه بازدهی‌های مثبت و منفی بر واریانس شرطی تأثیر می‌گذارند، چگونه این اثرات می‌تواند در طول زمان ماندگار باشد، و منجر به توزیع‌های شرطی بازده با دنباله‌های سنگین شود. بلرسلو و میکلسون (۱۹۹۶) معتقد هستند که وجود ریشه واحد در واریانس می‌تواند ویژگی‌ها محدود کننده را منعکس کند، همچنین گزارش کردند که بهتر است تلاطم بازار سهام آمریکا با یک فرایند بازگشت به میانگین FIGARCH مدل‌سازی شود.

[1] Carroll and Kearney

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع

۱. پوریان فر، احمد ، حنجری، سارا. (۱۳۸۹). "تاثیر فاصله زمانی معاملات بر نوسان درون روزانه قیمت ها در بورس تهران". **فصلنامه تحقیقات حسابداری و حسابرسی انجمن حسابداری ایران**، سال دوم، شماره پنجم.

۲. راسخی، سعید، خانعلی پور، امیر ، خسروانی، فاطمه. (۱۳۹۳). "ارزیابی خانواده مدل های GARCH در پیش‌بینی نوسانات بازار سهام در بورس اوراق بهادار تهران". کنفرانس بین‌المللی حسابداری، اقتصاد و مدیریت مالی ایران، تهران، هتل المپیک تهران، ۴-۵ آبان ماه، ص ص ۱-۱۸.

۳. رستمی جلیلیان، حنیفه. (۱۳۹۳). "ارزیابی نوسانات قیمت سهام با استفاده از شبیه سازی مونته کارلو". پایان نامه کارشناسی ارشد، پردیس علوم و تحقیقات هرمزگان دانشگاه آزاد اسلامی.

۴. صمدی گمچی، باقر. (۱۳۸۶). "مدل‌سازی تلاطم در شاخص قیمت بورس تهران با استفاده از مدل های GARCH و معرفی الگوی مناسب برای تعیین ارزش در معرض خطر". پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه صنعتی شریف.

۵. نظیفی نائینی ، مینو. (۱۳۹۰). "مدلهای گارچ در پیش بینی نوسانات بازار سهام". پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد دانشگاه رازی.

6. Baillie, Richard T, Bollerslev, Tim, Mikkelsen, Hans Ole. (1996). "Fractionally integrated generalized autoregressive conditional heteroskedasticity". **Journal of Econometrics**, 74: 3-30.
7. Bekaert, Geert, Harvey, Campbell R. (1997). "Emerging equity market volatility". **Jornal of Financial Economics**, 43: 29-77.
8. Bildirici, Melike, Ersin, Ozgur Omer. (2009). "Improving forecasts of GARCH family models with the artificial neural networks: An application to the daily returns in Istanbul stock exchange". **Expert Systems with Applications**, 36: 7355-7362
9. Bollerslev, Tim. (1986). "Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity". **Journal of Econometrics**, 31: 307-327.
10. Bollerslev, Tim, Mikkelsen, Hans Ole. (1996). "Modeling and pricing long-memory in stock market volatility". **Journal of Econometrics**, 73:151–84.
11. Carroll, Rachael, Kearney, Colm. (2009). "GARCH modeling of stock market volatility". In Gregoriou. G.N. Stock market volatility. Chapman and hall book, Finance series, **CRC press**, New York, U. S. A., Taylor and Francis Group, LLC, pp. 71-90.

www.SID.ir

Archive of SID

12. Ding, Zhuanxin, Granger Clive W.J, Engle Rabert F. (1993). "A Long memory property of stock market returns and a new model". **Journal of Empirical Finance**, 1: 83 -106.
13. Engle, Rabert F. (1982). "Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom Inflation". **Econometrica**, 50: 987-1007.
14. Engle, Rabert F, Lilien, David M, Robins, Russel P. (1987). "Estimating time varying risk premia in the term structure": The ARCH-M model. **Econometrica**, 55:391–407.
15. Vega Ezpeleta, Emilio. (2015). "Modeling volatility for the Swedish stock market". A Thesis Submitted to Department of Statistics of **Uppsala University**.
16. Glosten, Lawrence R, Jagannathan, Ravi, Runkle, David E. (1993). "On the Relation between expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks". **Journal of Finance**, 48:1779-1801.
17. Kovacic, Zlatko . (2007). "Forecasting volatility: Evidence from the Macedonian stock exchange". **MPRA Paper**, 5319: 1-47.
18. Marius, Matei. (2009). "Risk analysis in the evaluation of the international investment opportunities. Advances in modeling and forecasting volatility for risk assessment purposes". PhD thesis, **National Institute of Economic Research**, Romanian Academy.
19. Nelson, Daniel B. (1991). "Conditional heteroskedasticity in asset returns: A New approach". **Econometrica**, 59: 347- 370.
20. Schwert, G William. (1989). "Why does market volatility change over time? ". **Journal of Finance**, 5: 1115-1153.
21. Taylor, Stephen J. (1986). **Modeling financial time series**. John Wiley and Sons, New York.
22. Zakoïan, Jean Michel. (1994). "Threshold heteroskedastic models". **Journal of Economic Dynamics and Control**. 18: 931-955.
23. Yng, Han. (2011). " Modeling and forecasting volatility of Shanghai stock exchange with GARCH family models", master thesis, **Uppsala University**, Sweden.

www.SID.ir

Archive of SID

Accounting & Auditing Studies, Autumn 2019, No. 43. pp. 55-70

Forcasting and Modeling Stock Returns Volatility in Tehran Stock Exchange Using GARCH Models

Seyed Reza Ghazi Fini[1]
PhD Student, Department of Accounting ,Kashan Branch, Islamic Azad University, Kashan, Iran

Hossein Panahian (PhD)[2]**©**
Associate Professor, Department of Accounting ,Kashan Branch, Islamic Azad University, Kashan, Iran

(Received: 16 October 2017; Accepted: 21 February 2018)

The present study aim is modeling and comparing predictive power of GARCH models in forcasting stock returns volatility in Tehran Stock Exchange. Therefore was selected time period from 03/20/2009 to 03/19/2017 based daily returns of total price index (TEPIX) including 1900 observation and reviewed GARCH ، EGARCH ، PGARCH ،GJR ،GARCH-M ، FIGARCH and FIEGARCH models with time series approach and under the normal distribution assumption and evaluated Predictive performance of those models based Mean Squared Error (MSE), Median Squared Error (MedSE), Mean Absolute Error Statistic (MAE), Root Mean Square Error (RMSE) and Theil Inequality Coefficient (TIC) measures. The results showed the FIGARCH models have least error In terms of three criteria MSE, MAE and RMSE Which shows the Fitness of this model is better than all other models to predict the volatility of stock returns. It was also found that returns of the total stock price index (TEPIX) have cluster volatilities which means that with low fluctuations, have small volatility in subsequent periods and severe volatility with high fluctuations.

Keywords: GARCH Models, Volatility, Stock Returns.

[1] sr_ghazi@yahoo.com
[2] panahian@yahoo.com ©(Corresponding Author)

www.SID.ir