فصلنامه مطالعات حسابداری
شماره ۲۴ ـ زمستان ۱۳۸۷
ص‌ص ۳۳ـ۱

پیش‌بینی تلاطم بورس اوراق بهادر تهران و بورس‌های بین‌الملل

دکتر حمید خالقی مقدم *
دکتر سعید مشیری **
کامران پاکیزه ***

چکیده

این مقاله به مقایسه صحت پیش‌بینی تلاطم مدلهای ساده با مدلهای پیچیده تر سری‌های زمانی، مدلهای شرطی طبقه آرچ، در بورس اوراق بهادار تهران و بورس‌های توسعه یافته شامل دو شاخص اصلی بورس اوراق بهادار تهران و ۸ شاخص دیگر از بورس‌های بین‌المللی به مدت ۱۰ سال، طی دوره ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۷، می‌پردازد. صحت پیش‌بینی این مدلها در بورس‌های مختلف با استفاده از روش‌شناسی خارج از نمونه[1] مورد ارزیابی واقع می‌شود. مدلهای مورد استفاده در

---

* استادیار دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبایی
** دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی
*** دانشجوی دوره دکتری حسابداری

1- Out of Sample Methodology

این مقاله شامل مدل‌های گام تصادفی، میانگین تاریخی، میانگین متحرک، هموارسازی نمایی، میانگین متحرک موزون نمایی، رگرسیون و مدلهای طبقه آرچ؛ ARCH، GARCH، EGARCH و GJR- GARCH می‌باشد. جهت ارزیابی صحت پیش‌بینی نیز از توابع زیان متقارن[1] شامل، میانگین کامل خطا، ریشه دوم میانگین مجذور خطا و میانگین درصدی کامل خطا، استفاده گردیده است. نتایج آزمون‌های تجربی نشان می‌دهد که در غالب بورس‌های بین‌المللی، مدل GJR- GARCH رتبه اول، مدل GARCH درغالب بورس‌ها در رتبه دوم قرار گرفته و مدل گام تصادفی، مدلی است که بدترین پیش‌بینی را در اکثر بورس‌های مذکور حاصل نموده است. از سوی دیگر نتایج آزمون در مورد بورس تهران به گونه نتایج متفاوتی است، به نحوی که مدل ساده نمایی بهترین پیش‌بینی و مدل گام تصادفی تقریبا رتبه دوم را کسب نموده است. در نهایت اینکه مدل میانگین تاریخی بدترین نوع پیش‌بینی را حاصل نموده، و مدل‌های طبقه آرچ نیز پیش‌بینی مناسبی را در بورس تهران به نمایش نگذاشته اند.

واژه‌های کلیدی: تلاطم، پیش‌بینی خارج از نمونه، GARCH، بورس اوراق بهادار.

مقدمه

در دو دهه اخیر مدلسازی و پیش‌بینی تلاطم بازارهای مالی در کشورهای صنعتی و نیز در بازارهای نو ظهور، کانون توجه دست اندرکاران و دانشگاهیان حوزه‌های اقتصاد، امور مالی و حسابداری واقع شده است. پیش‌بینی تلاطم بازارهای مالی کاربرد بسیار زیادی در ارزشیابی اوراق بهادار، مدیریت ریسک و تصمیمات سیاست پولی دولت‌ها دارد[2]. پیش‌بینی تلاطم قاعدتا بر گزینش راهکار سرمایه‌گذاری و تشکیل سبد سرمایه‌گذاری بهینه اثر گذار بوده و همچنین عنصر کلیدی در ارزشیابی بدهیهای شرکت به حساب می‌آید. (Poon & Granger, 2003)

تلاطم اثر بسیار عمیقی بر اقتصاد در سطح کلان کشورها دارد، تلاطم بالاتر از

1- Symmetric Loss Function

۲- بانک مرکزی ایالات متحده آمریکا، نوسان سهام، اوراق قرضه، ارزها و کالاها را در تدوین سیاست پولی خود مورد توجه و بررسی قرار می‌دهد.(Nasar, 1992)

یک آستانه مشخص، ریسک ضرر سرمایه‌گذاران را افزایش داده و موجب نگرانی سرمایه‌گذارن خصوصی و نهادهای سرمایه گذاری در زمینه عدم ثبات بازارهای مالی و اقتصاد کشور می شود. (Pang & Zhang, 2006)

افزون بر این، پیش بینی تلاطم پارامتری بسیار مهم و تاثیر گذار در قیمت گذاری سهام و نیز در قیمت گذاری اختیارات سهام موجود در بازارهای سرمایه است، برای نمونه، قیمت دارائی را به صورت مستقیم به تلاطم (انحراف معیار یا واریانس می‌تواند باشد) و یا کواریانس بازده دارائی و بازده بازار مرتبط نموده اند.

این مقاله به بررسی پیش بینی تلاطم مدلهای خطی از جمله مدل گام تصادفی و... که به مدلهای تاریخی تلاطم[1] معروفند و مدلهای شرطی طبقه ARCH می پردازد، درمرحله بعدی این مسئله مطرح می شود که کدامیک از مدل های موجود به بهترین نحو تلاطم بازده در بورس اوراق بهادار تهران را پیش بینی می نماید؟ یا به عبارت دیگر کدامیک از مدلها از خطای پیش بینی کمتری برخوردار است؟

مبانی نظری و تحقیقات تجربی در زمینه پیش بینی تلاطم

پارادایم اصلی در امور مالی و سرمایه گذاری، رفتار بهینه است؛ رفتاری که ریسک‌های متحمل شده آن بسیار ارزشمند و کم هزینه باشد (Engle,2004). ریسک‌هایی را جهت دستیابی به بازده باید پذیرفت اما باید توجه داشت که همه ریسک‌ها لزوما بازده یکسانی ایجاد نمی نمایند. ریسک و بازده مورد انتظار، هر دو مربوط به آینده هستند، بدین سبب انتظارات از ریسک است که باید در برابر انتظارات بازدهی همسنگ شود و بدین ترتیب، سرمایه گذاران می‌توانند رفتارشان را بویژه در گزینش سبد سرمایه گذاری با بیشینه نمودن بازده و کمینه نمودن ریسک، بهینه نمایند. زمانی که دست اندرکاران حرفه و بازیگران عرصه بازارهای مالی پیشرفته راهبردهای مالی را اجراء می کنند به برآوردهایی از تلاطم (ریسک) نیاز دارند. آن‌ها عموما ریشه دوم واریانس، انحراف معیار(تلاطم) را مورد استفاده قرار می‌دهند اما بعدا متوجه شدند که تلاطم دائما در حال تغییر است، راه حلی که برای

1- Historical Volatility Models

آن پیشنهاد شد محاسبه تلاطم برای دوره های کوتاه مدت بود. اما سوال اساسی این است که دوره مناسب جهت محاسبه تلاطم چه دوره ای است؟ اگر این دوره خیلی طولانی باشد، تلاطم محاسبه شده مربوط نخواهد بود و اگر دوره مورد نظر بسیار کوتاه باشد، تلاطم محاسبه شده قابل اتکاء نخواهد بود. افزون بر این، در واقع تلاطمی که مربوط به آینده است باید به عنوان ریسک مدنظر واقع شود، از اینرو، پیش‌بینی تلاطم بسیار با اهمیت و مورد نیاز است. همچنین احتمال اینکه پیش بینی تلاطم برای یک دوره یک هفته ای بسیار متفاوت از تلاطم یک ساله باشد بسیار زیاد است و این در حالی است محاسبه تلاطم به تنهایی هیچ راه حلی برای این قبیل مسائل ندارد.

بر این اساس، نظریه ای از تلاطم‌های فعال[1] مورد نیاز است و این همان نقشی است که توسط مدل های شرطی ARCH و فرم‌های تکمیلی آن انجام می شود. از دیدگاه انگل، تصمیمات مالی بر مبنای بده ـ بستان بین ریسک وبازده است، بر این اساس، تحلیل ریسک مبتنی بر ابزارهای اقتصادسنجی مالی جزء تفکیک ناپذیر قیمت گذاری دارائی های مالی و سرمایه‌ای، بهینه سازی پرتفولیو، قیمت گذاری اختیار معامله و نیز مدیریت ریسک مالی است. آنالیز مدل های ARCH و GARCH و نیز مدل‌های توسعه یافته مبتنی بر این مدلها، گام جدیدی در راستای توسعه نظریه‌های قیمت گذاری و تحلیل پرتفولیو به شمار می آید. (Engle, 2001)

اکثر تحقیقات انجام شده مربوط به این حوزه طی دو دهه اخیر انجام شده است. تعداد معدودی از این پژوهشها، مدلسازی تلاطم را بدون در نظر گرفتن جنبه پیش‌بینی آن مورد بررسی قرار داده اند، در حالی که شمار زیادی از این تحقیقات پیش‌بینی مدل‌های تلاطم را مورد بررسی وآزمون قرار داده اند، بررسی پون نشان می‌دهد که بیش از ۱۲۰ مقاله در زمینه پیش بینی تلاطم نگاشته شده است (Poon, 2005). همچنین در سالهای اخیر تعداد رساله های دکتری که در این حوزه نگاشته می شود رو به افزایش است. این حجم عظیم و قوی تحقیقاتی نشانگر اهمیت مدل‌بندی و پیش بینی تلاطم در زمینه های مدیریت سرمایه گذاری،

1- Dynamic volatilities

ارزشیابی اوراق بهادار، مدیریت ریسک و تصمیمات سیاست پولی دولت‌ها، می‌باشد.

در اینجا ابتدا تحقیقات پایه‌ای و سپس به جدیدترین تحقیقات انجام شده در این حوزه اشاره خواهد شد. تیلور یکی از کارهای اولیه را در این حوزه انجام داد. او تلاطم قراردادهای آتی نرخ های مبادله ارز مارک آلمان به دلار[1] را در سه سطح قیمتی پایین، بالا و قیمت پایان روز[2] مورد آزمون قرار داد. نتایج مطالعه او بیانگر این بود که مدل میانگین متحرک، بهترین پیش‌بینی را از تلاطم حاصل می‌کند (Taylor,1987). دیمسون و مارش با استفاده از مدل‌های گام تصادفی[3](RW)، میانگین تاریخی[4] (HA)، میانگین متحرک[5](MA)، هموارسازی نمایی[6](ES)، و مدل رگرسیون تلاطم فصلی بازاربورس لندن شاخصFTSE را مورد بررسی و آزمون قرار دادند، نتایج مطالعه آنها بیانگر برتری پیش‌بینی تلاطم مدل‌های رگرسیون و هموارسازی نمایی بود. (Dimson & Marsh, 1990)

سهم عمده‌ای از ادبیات تلاطم بازارهای مالی مرهون تلاشهای رابرت انگل[7] است. او با ارائه مدل های طبقه خودرگرسیونی ناهمسانی شرطی، (ARCH)، رویکرد جدیدی به اقتصاد سنجی مالی[8] مطرح کرد و مدل بندی تلاطم بازارهای مالی را دستخوش تحول عظیمی نمود. (Engle, 1982)

1- DM/$
2- Closing Price
3- Random Walk
4- Historical Average
5- Moving Average
6- Exponential Smoothing

۷ـ رابرت انگل(Robert Engle) استاد برجسته امور مالی دانشکده استرن نیویورک، او در سال ۲۰۰۳ میلادی بابت تلاشهایی که در زمینه سری های زمانی مالی با استفاده از مدل آرچ که در پیش بینی نوسان بازارهای مالی بیشترین کاربرد را دارد **جایزه نوبل اقتصاد** را دریافت نمود.

۸ـ اقتصاد سنجی مالی(Financial Econometrics) در ساده و روشن ترین تعریف، کاربرد رویکرد اقتصاد سنجی در داده های مالی است. تکنیک های حداقل مجذورات برای سالهای متمادی نتایج رضایتمندانه ای را ارائه نموده است و اساساً پیش بینی کننده های بازار سرمایه، آزمون کارایی بازار و مدلهای آزمون سبد سهام (پرتفولیو) همانند مدل قیمت‌گذاری دارائیهای سرمایه ای (CAPM) و مدل قیمت گذاری آربیتراژ(APT)با استفاده ازتکنیک های حداقل مجذورات بر روی مجموعه ای از داده های مالی اجرا شده، اقتصاد سنجی مالی با بکارگیری مدل‌های طبقه آرچ و گارچ که در واقع ابزارهای آماری جدیدتری جهت بررسی وآزمون متغیرها هستند، توسعه یافته است.

بعد از انگل، بولرسلف این مدل را توسعه داد و مدل های عمومی خودرگرسیونی ناهمسانی شرطی و (GARCH)[1] را ارائه نمود. (Bollerslev, 1986)

اکگیرای نیز مدل های GARCH را به منظور پیش بینی تلاطم بکار گرفت و نشان دادکه مدل GARCH(1,1) بهترین پیش بینی را از تلاطم حاصل می نماید. (Akgiray, 1989)

تسی و تونگ، بریلسفورد و فاف، فرانسیس و ون دیجک، و بروکس همگی تحقیقات مشابهی را در زمینه پیش بینی تلاطم با استفاده از مدل های طبقه ARCH انجام داده اند که نتایج آنها تا حدی با هم متفاوت بوده است.

(Tse & Tung (1992), Brailsford & Faff (1996), Franses & Van Dijk (2000), Brooks (1998)).

بعضی از تحقیقات جدیدکه در این حوزه انجام شده به شرح زیر است:

علاوه بر این، ادرینگتن و گوان مدل های سری زمانی تلاطم را به منظور پیش بینی تلاطم بکار گرفتند، و به منظور تعمیم پذیری تحقیق شان به کلیه بازارهای مالی، تلاطم شاخص S&P500، نرخ بازده ارز دلار/ مارک، نرخ بازده شش ماهه یورو به دلار، نرخ بازده اوراق قرضه ۱۰ ساله، و پنج سهم شرکتهای بوئینگ، اگسون، اینترنشنال پیپر، تری‌ام، و مک دونالد را مورد بررسی قرار دادند. آنها یافتند که مدلGARCH(1,1) نسبت به سایر مدلهای سری زمانی مالی تاریخی به جز مدل (EGARCH)[2] پیش بینی بهتری از تلاطم حاصل می نماید. (Ederington& Guan, 2004)

مارکوس مکنون در تز دکتری خود در مدرسه علوم تجاری و اقتصادی سوئد[3]، در رساله اول، تلاطم بازار بورس فنلاند[4] را پیش بینی و مدل بندی نمود. او مدل گام تصادفی (RW) را با مدل های پیچیده طبقه گارچ (GARCH) و مدل میانگین متحرک موزون افزایشی(EMWA) را آزمود. نتایج مطالعه او بیانگر این بود که مدل ساده گام تصادفی پیش بینی بهتری از مدل های پیچیده گارچ GARCH(1,1) و مدل EMWA حاصل می نماید.(Maukonen, 2004)

هیکو ابنس در رساله دکتری خود در دانشگاه جان هاپکینز[5] اندازه‌گیری،

1- Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity
2- Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity
3- Swedish School of Business & Economics Administration
4- Finish Stock Market
5- John Hopkins University

مدلسازی و پیش بینی تلاطم شاخص میانگین صنعتی دوجونز[1] (DJIA) را مورد بررسی قرار داد، نتایج تحقیق بیانگر این موضوع بود که واریانس های بازده شاخص صنعتی دوجونز به صورت لوگ نرمال توزیع شده اند، همچنین نتایج بیانگر برتری مدل های طبقه ARCH و GARCH در پیش بینی تلاطم نسبت به سایر مدلهای تحقیق بوده است. (Ebens,2000)

سامیر کامات نیز در تز دکتری خود در مدرسه علوم تجاری دانشگاه آلاباما[2] در رساله اول کاربرد نظریه بازیها[3] در امور مالی را مورد بررسی قرار داده و در رساله دوم بر روی پیش بینی تلاطم بازارهای مالی تمرکز نموده است. کامات نیز در رساله دوم همانند ابنس مدلسازی و پیش‌بینی تلاطم شاخص میانگین صنعتی دوجونز[4] (DJIA) را مورد بررسی قرار داد و نتیجه تحقیق او بیانگر برتری مدلهای شرطی طبقه ARCH و GARCH به سایر مدلهای سنتی و مدلهای استوکاستیک[5] بوده است. (Kamat,2003)

مک میلیان و اسپیژت پیش بینی تلاطم را با کاربرد آن در مدیریت ریسک مالی مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. این دو توانایی مدلهای تاریخی تلاطم را در مقایسه با مدلهای شرطی طبقه ARCH در تدارک پیش بینی صحیح از تلاطم جهت استفاده در محاسبه و برآورد ارزش در معرض ریسک و نسبت مصون سازی[6] برای شاخص FTSE 100 و قراردادهای آتی این شاخص آزمون نمودند. نتایج مطالعه آنها بیانگر برتر بودن پیش بینی‌های مدل‌های شرطی طبقه ARCH نسبت به مدلهای هموارسازی نمایی و میانگین متحرک بود و در این میان مدل TGARCH[7] بهترین پیش بینی را از میان مدلهای طبقه ARCH حاصل نموده بود. افزون بر این در حوزه مدیریت ریسک چنین نتیجه گیری نمودند که مدل های طبقه ARCH باعث بهبود برآورد و پیش بینی معیارهای مدیریت ریسک از جمله ارزش در معرض ریسک و نسبت مصون

1- Dow Jones Industrial Average
2- Graduate School of The University of Alabama
3- Game theories
4- Dow Jones Industrial Average
5- Stochastic Models
6- Hedge Ratio
7- Thershold Garch

سازی می شوند. (McMillian& Speight, 2007)

مگنوس و فوسو، تلاطم بازار بورس سهام غنا[1] را با استفاده از مدل های طبقه GARCH، شامل GARCH(1,1) EGARCH(1,1)، TGARCH(1,1)، مدل بندی و پیش بینی نمودند. تلاطم شاخص دیتا بنک[2] در طی یک دوره ۱۰ ساله مورد آزمون واقع شد. نتایج مطالعه نشانگر این بود که فرضیه گام تصادفی در مورد تلاطم رد شد و مدل GARCH(1,1)، مدلی بود که در مقایسه با سایر مدلهای تحقیق ،بهترین پیش بینی را از تلاطم شاخص دیتا بنک بورس سهام غنا، حاصل نمود. (Frimpong et al, 2006)

پان و ژانگ، شماری از مدل های خطی، و غیر خطی طبقه GARCH را برای پیش بینی تلاطم روزانه دو شاخص اصلی بورس سهام چین [3]، شاخص ترکیبی بورس سهام شانگهای[4] و شاخص بورس سهام شنزن[5] مورد بررسی قرار دادند. آنها یافتند که صحت نسبی روش‌ها و مدل های گوناگون به معیار ارزیابی کننده صحت پیش بینی، حساس است، با وجود این، آنها یافتند که نامناسب ترین مدل پیش بینی کننده تلاطم، مدل گام تصادفی (RW) است. (Pan & Zhang, 2006)

در مورد بورس سهام تهران تحقیقات بسیار معدودی در زمینه مدلسازی تلاطم یافت می‌شد؛ تحقیق مهرآرا و عبدلی از معدود تحقیقاتی است که عدم تقارن در تلاطم بورس اوراق بهادار تهران مورد بررسی و آزمون قرار داده اند، در این تحقیق رابطه میان بازده با قیمت سهام و تلاطم‌ات شرطی با استفاده از چند مدل طبقه آرچ مورد آزمون و بررسی واقع گردیده است. (مهرآرا و عبدلی ۱۳۸۵)

ابو نوری و ایزدی اثر روزهای هفته را با استفاده از مدل های آرچ و گارچ مورد بررسی قرار داده اند (ابو نوری و ایزدی ۱۳۸۵). مشیری و مروت نیز از GARCH در کنار سایر مدل‌های غیرخطی برای پیش‌بینی قیمت و بازدهی سهام تهران استفاده کرده اند.

1- Ghana Stock Exchange
2- Databank Stock Index
3- Chinese Stock Market
4- Shanghai Stock Exchange Composite Index (shzh)
5- Shenzhen Stock Exchange Component Index (szzh)

داده‌ها و روش شناسی

بورس و شاخص‌های مورد مطالعه

بورس اوراق بهادار تهران (TSE)، بازار اصلی مورد مطالعه در این پژوهش است. بر این اساس، تلاطم شاخص قیمت، تپیکس (TEPIX)، و نیز شاخص قیمت و بازده نقدی، تدپیکس (TEDPIX) این بازار مورد مطالعه قرار خواهد گرفت.

بازارها و شاخص های منتخب از کشورهای مختلف و فعال در عرصه تجارت بین‌الملل شامل:

بورس اوراق بهادار نیویورک[1](NYSE)، به عنوان بزرگترین بورس اوراق بهادار سازمان یافته ایالات متحده و دنیا، در این بازار تلاطم شاخص S&P500 مورد مطالعه قرار می گیرد. شاخص S&P 500 برمبنای موزون ارزش کل بازار محاسبه می شود.

بورس اوراق بهادار نزدک[2](NASDAQ)، به عنوان بزرگترین بورس اوراق بهادار سازمان نیافته ایالات متحده و دنیا، در این بازار تلاطم شاخص NASDAQ Comp مورد مطالعه قرار می‌گیرد. این شاخص همه سهام داخلی و بین المللی موجود در بورس نزدک را شامل می شود و بر مبنای موزون ارزش کل بازار محاسبه می‌شود.

بورس اوراق بهادار لندن[3] (LSE)، به عنوان بزرگترین بورس اروپا از لحاظ ارزش شرکتهای عضو، در این بازار شاخص FTSE 100 (شاخص ۱۰۰ شرکت برتر) مورد مطالعه قرار می گیرد. از تاریخ ۳۰ دسامبر ۱۹۸۳، روزنامه تایمز مالی و بورس لندن به صورت مشترک، اقدام به طراحی و ارائه شاخصی نمودند که بنام شاخص " FT-SE 100" شناخته می شود. روش محاسبه این شاخص بصورت میانگین موزون ارزش جاری سهام بوده و در محاسبه آن تنها ۱۰۰ شرکت بزرگ بورس لندن انتخاب می شود.

بورس اوراق بهادار توکیو[4](TSE)، به عنوان دومین اقتصاد برتر دنیا، در این بورس تلاطم شاخص معروف Nikkei 225 مورد مطالعه واقع می شود. این شاخص میانگین قیمت ۲۲۵ سهمی است که در بورس اوراق بهادار توکیو معامله می‌شوند. نحوه

1- New York Stock Exchange
2- National Association of Security Dealers Automated Quotations
3- London Stock Exchange
4-Tokyo Stock Exchange

محاسبه آن مثل شاخص دو جونز است، بدین سان یک شاخص موزون قیمتی به حساب می‌آید.

بورس اوراق بهادار فرانکفورت[1] **(FWB)**، به عنوان یکی از بزرگترین و کاراترین بازار دنیا، در این بازار تلاطم شاخص DAX 100 مورد مطالعه قرار می‌گیرد. شاخص مذکور شامل ۱۰۰ شرکت برتر بورس فرانکفورت را تشکیل می‌دهد. شاخص DAX 100 یک شاخص موزون قیمتی است.

بورس اوراق بهادار کوالالامپور[2] **(KLSE)**، به عنوان یکی از بازارهای بزرگ آسیای جنوب شرقی در مالزی، در این بازار تلاطم شاخص KLSE Comp مورد مطالعه قرار می‌گیرد. این شاخص در سال ۱۹۸۶ در پاسخ به نیاز به شاخص برای بورس کوالالامپور ارائه گردید. این شاخص ۱۰۰ شرکت بزرگ از تابلوی اصلی بورس را مدنظر قرار می‌دهد و به عنوان شاخص اصلی اقتصاد مالزی محسوب می‌شود.

بورس اوراق بهادار هنگ کنگ[3] **(HKSE)**، یک بازار نوظهور در ناحیه آسیای جنوب شرقی، تلاطم شاخص Hang Seng مورد مطالعه واقع می‌شود. شاخص مذکور، یک شاخص موزون ارزش بازار می‌باشد و در حال حاضر شامل ۳۳ سهم است که این سهام سه چهارم ارزش بازار هنگ کنگ را در بر می‌گیرند.

بورس اوراق بهادار استانبول (ISE)[4]، یکی از بازارهای نوظهور است، در این بورس تلاطم شاخص ISE National-100 به عنوان شاخص اصلی بازار سهام مورد بررسی واقع می‌شود. شاخص مذکور، برمبنای موزون ارزش کل بازار سهام محاسبه می‌شود.

روش گردآوری داده‌ها و قلمرو زمانی

در زمینه گردآوری داده های تحقیق، داده های مربوط به بازار بورس تهران، با استفاده از نرم افزار رهاورد نوین و وب سایت بورس، ودر مورد اطلاعات مربوط به بازارهای بین المللی ذکر شده در پژوهش ،با استفاده از پایگاه داده ای وال استریت

1- FWB® Frankfurter Wertpapierbörse
2- Kuala Lumpur Stock Exchange
3- Hong Kong Stock Exchange
4- Istanbul Stock Exchange

جورنال، اکون استاتس[1]، و وب سایت‌های بورس‌های مذکور، اطلاعات روزانه شاخص‌ها، گردآوری می شود، اطلاعات جمع آوری شده ابتدا به صورت سری‌های زمانی منظم در قالب بانک اطلاعاتی ذخیره شده و سپس با نرم افزار Excel, MATLAB، جهت پیش بینی و اندازه گیری صحت مدل، استفاده شده است. قلمرو زمانی این تحقیق اول ۲۰ بهمن ماه ۱۳۷۷ (۹ فوریه ۱۹۹۹ میلادی) تا ۱۳ بهمن ماه ۱۳۸۷ خورشیدی (۹ فوریه ۲۰۰۸ میلادی) خواهد بود. بر این اساس اطلاعات روزانه شاخص تپیکس و تدپیکس وشاخص‌های بورس‌های بین‌الملل به مدت ۱۰ سال مورد آزمون و بررسی واقع می‌شود. ابتدا بازده های لگاریتمی روزانه شاخص محاسبه شده و سپس تلاطم بصورت ماهانه بمدت ۱۰ سال یعنی ۱۲۰ دوره مورد بررسی واقع می‌شود که دوره ۱ تا ۶۰ به عنوان دوره تخمین پارامترهای مدل شامل ۱۲۶۰ مشاهده روزانه بازده، دوره ۶۱ تا ۱۲۰ به عنوان دوره بررسی پیش بینی های مدلهای تحقیق، مدنظر است، که پیش‌بینی هر ماه (پیش‌بینی‌های دینامیک n روز روبه جلو، به صورت میانگین ۲۲ روز) بر مبنای پارامترهای تخمین شده ۶۰ ماه قبلی مدلهای پیش گفته، به صورت میانگین، ۱۲۶۰ مشاهده روزانه، انجام شده وسپس این پیش‌بینی‌ها با تلاطم واقعی محاسبه شده بر اساس ۱۲۶۰ مشاهده روزانه آتی، ۶۰ دوره آتی، مورد ارزیابی واقع می‌شود.

روش شناسی

روشی که جهت مطالعه تلاطم بازده سهام گزینش شد، بازده مرکب مدام[2] روزانه شاخص‌های پیشگفته بود، زیرا از دیدگاه بروکس، بازده های لگاریتمی این ویژگی مناسب ریاضی را دارند که به عنوان بازده های مرکب مدام تفسیر شوند. بدین سان بازده بین دارائیها به آسانی قابل مقایسه است و دوم، بازده‌های لگاریتمی دارای مشخصه جمع پذیری زمانی[3] هستند. (Brooks, 2003, pp.5-10)

1-The Wall Street Journal, ECONSTATS™
2- Continuously Compounded Return
3- Time- additive

مدل‌های تحقیق

۱ـ بازده مرکب مدام

$$R_{t,j} = LN\left(I_t / I_{t-1}\right) \times 100\ \%$$

۲ـ تلاطم واقعی

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{t=1}^{N}\left(R_t - \overline{R}\right)^2}$$

انحراف معیار، معیار مناسب تری از واریانس جهت اندازه گیری و شناسایی به عنوان تلاطم می باشد.پون(Poon, 2005, pp.7-8) بر این اساس در این تحقیق جهت اندازه گیری تلاطم واقعی از انحراف معیار بازده استفاده می شود.

۳ـ مدل گام تصادفی[1] (RW)

$$\sigma_t = \sigma_{t-1} + \varepsilon_t$$
$$\hat{\sigma}_t = \sigma_{t-1}$$

ابتدا تلاطم تصادفی مدلسازی شده و سپس پیش بینی مدل انجام می شود.بر طبق مدل گام تصادفی، بهترین پیش بینی تلاطم این دوره برابر تلاطم تحقق یافته دوره گذشته است. مدلهای میانگین تاریخی، میانگین متحرک، هموارسازی نمایی، میانگین متحرک موزون نمایی در واقع توسعه یافته مدل گام تصادفی بحساب می‌آیند.

٤ـ مدل میانگین تاریخی[2] (HA)

$$\hat{\sigma}_t = 1/t-1 \sum_{i=1}^{t-1} \sigma_{t,i}$$

مدل میانگین تاریخی برخلاف مدل گام تصادفی، در پیش بینی، کل تلاطم‌های واقعی طی دوره تحقیق را مورد توجه قرار می دهد.

1- Random Walk Model
2- Historical Average Model

۵ ـ مدل میانگین متحرک[1] (MA)

$$\hat{\sigma}_t = 1/M \sum_{i=1}^{M} \sigma_{t-i}$$

همان مدل میانگین تاریخی است با این تفاوت که میانگین متحرک تلاطم واقعی را در یک دوره سه ماهه مدنظر قرار می دهد.

۶ـ مدل هموارسازی نمایی[2] (ES)

$$\hat{\sigma} = (1 - \beta)\sigma_{t-1} + \beta \hat{\sigma}_{t-1}$$
$$0 \le \beta \le 1$$

این مدل توسط دیمسون و مارش ارائه شده و توسط برایسفورد و فاف توسعه داده شد.(Dimson& Marsh, 1990; Brailsford& Faff, 1996)

بر طبق این مدل پیش بینی تلاطم هر دوره برابر با میانگین وزنی تلاطم واقعی دوره قبل و مقدار پیش‌بینی شده آن استمقدار بهینه وزن (بتا) با استفاده از معیار ریشه دوم میانگین مجذور خطا مشخص خواهد شد.

۷ـ مدل میانگین متحرک موزون نمایی[3] (EWMA)

$$\hat{\sigma}_t = \frac{1}{\sum_{i=1}^{t} \beta^i} \sum_{i=1}^{t} \beta^i \sigma_{t-1}$$

مدل میانگین متحرک موزون نمایی، مدلی است که شرکت تامین سرمایه جی پی مورگان آن را در ارزیابی ریسک بکار می‌گیرد. این مدل بنام ریسک سنج جی پی مورگان۴ معروف است. طبق این مدل تلاطم پیش بینی شده برابر میانگین موزون تلاطم دوره های قبل با وزنهای نمایی است.

۸ـ مدل اتورگرسیو[5] (AR)

$$\sigma_t = \alpha + \beta\sigma_{t-1} + \varepsilon_t$$

1- Moving Average Model
2- Exponential Smoothing
3- Exponentially Weighted Moving Average
4- JP Morgan Riskmetrics Model
5- Autoregressive

$$\hat{\sigma}_t = \alpha + \beta\sigma_{t-1}$$

تلاطم دوره مورد نظر با استفاده از پارامترهای برآورد شده برای رگرسیون که در واقع یک اتورگرسیو مرتبه اول است، پیش بینی می شود.

۹ـ مدلهای طبقه ARCH و GARCH

سری‌های زمانی مالی در دنیای واقعی مثل سایر سری‌های اقتصادی رفتار نمی‌کنند و معمولا دارای مجموعه خصوصیات و یژه‌ای هستند. بازده بازارهای مالی نشانگر تلاطم خوشه ای[1] می باشند، یعنی اینکه تغییرات با اندازه بزرگ در سری‌های بازده با تغییرات بزرگ بعدی همراه بوده و تغییرات با اندازه کوچک با تغییرات کوچک بعدی همراه است.[2] یکی دیگر از خصوصیات سری‌های زمانی مالی، کشیدگی بالا[3] است، یا به عبارت دیگر، توزیع آنها، دنباله های حجیمی[4] دارند.[5] یکی دیگر از خصوصیات جالب سری‌های زمانی مالی وبدین سبب بازده های مالی، اثر اهرمی[6] است بدین معنی که حرکات قیمت سهام با تلاطم رابطه معکوس(منفی) دارد[7]. این خصوصیات سری های زمانی مالی با استفاده از مدل های خطی شبیه گام تصادفی و یا مدلهای حداقل مربعات، قابل تبیین نمی‌باشند. (Knight& Satchell,2007)

انگل و بولرسلف با ارایه مدل های ARCH و GARCH، وسایرین با توسعه مدل GARCH و ارائه مدل های گوناگون دیگر این خصوصیات ویژه سری‌های زمانی مالی را مدل بندی نمودند. مدلهای طبقه ARCH و GARCH به دو دسته مدلهای متقارن و نامتقارن[8] طبقه بندی می‌شوند. در مدلهای متقارن، واریانس شرطی تنها به بزرگی و نه علامت تغییرات بازده دارائی مبنا، بستگی دارد. در حالیکه مدلهای نامتقارن، علامت تغییرات بازده را نیز مدنظر قرار می دهند. در مورد عدم تقارن این توضیح لازم است که اگر بازده روزهای (دوره های) قبل منفی باشد این رویداد

1- Volatility Clustering
2- Mandelbrot. (1963), The Variation of certain speculative prices, Journal of Business36, 394-419.
3- Leptokurtosis
4- Fat-tailed
5- Fama,E.(1965),The behavior of stock market prices, Journal of Business38 (1), 34-105
6- Leverage Effect
7- Panagiotidis,T(2002),Testing The Assumption of Linearity, Economic Bulltein,3(29)1-9.
8- Symmetric and Asymmetric Models

تاثیر بیشتری بر تلاطم بازده بازار خواهد داشت، زیرا کاهش قیمت سهام باعث افزایش اثر اهرمی شده و ریسک مالی شرکت افزایش پیدا می‌کند. پدیده عدم تقارن در تلاطم بازده‌ها بوضوح در کاهش های زیاد قیمت اوراق بهادار، قابل مشاهده است (Black, 1976). مدلهای ARCH(1) و GARCH(1,1) مدلهای متقارن، مدلهای TGARCH(1,1) و GARCH نمایی EGARCH(1,1)، مدلهای نامتقارنی می باشند که در این پژوهش مورد آزمون و بررسی واقع می‌شوند. آزمون مدلهای مرتبه اول (۱و۱) کافی است تا این خصوصیات مد نظر واقع شود[1].

۹-۱) مدل ARCH(1)

با استفاده از مدل ARCH(q) ارائه شده توسط انگل، مدل آرچ مرتبه اول ARCH(1) که در آن تابع میانگین شرطی با خودرگرسیون مرتبه اول، مدلسازی می‌شود :

$$R_t = \mu + \Phi R_{t-1} + \varepsilon_t, : \varepsilon_t \left| \Phi_{t-1} \sim N(0, h_t) \right.$$

فرض می شود که توزیع خطای پیش بینی ε_t با میانگین صفر و واریانس شرطی h_t مبتنی بر مجموعه اطلاعات در دسترس Φ_{t-1} در تاریخ t-1 ،به صورت نرمال است.

تابع واریانس شرطی نیز به ترتیب زیر مدلسازی می شود:

$$h_t = \varpi + \alpha \varepsilon^2_{t-1}$$

ε^2_{t-1} خطا ی پیش بینی دوره قبل بوده که به صورت باقیمانده درجه دوم در معادله میانگین شرطی برآورد می شود،که بدان اصطلاح ARCH می گویند.

$$\varpi > 0, \alpha \geq 0$$

۹-۲) مدل GARCH(1,1)

با استفاده از مدل GARCH(p,q) ارائه شده توسط بولرسلف، مدل GARCH (1,1) مدلسازی می شود. این مدل بر مبنای این فرض است که پیش بینی تلاطم این

1. Brooks and Burkes (2003)

دوره به تلاطم دوره قبل هم بستگی دارد

h_{t-1} واریانس شرطی دوره قبل است که باید غیر منفی باشد،که به اصطلاح GARCH معروف است.

$$\varpi > 0, \alpha \geq 0, \beta \geq 0$$

۳-۹) مدل GJR-GARCH(1,1)

این مدل توسط گلستون،جاناتان، و رانکل ارائه گردید، این مدل عدم تقارن را در معادله واریانس شرطی مجاز می شمارد (Glosten, Jagannathan and Runkle,1993). این مدل، مدل اصلی GARCH را با استفاده از یک متغیر موهومی تعدیل و اصلاح می‌نماید، این مدل در واقع اثر اهرمی را مدنظر قرار می دهد. مدل GJR-GARCH بر این فرض مبتنی است که تغییرات غیر منتظره در بازده بازار اثرات متفاوتی بر واریانس شرطی بازده دارد.

$$h_t = \varpi + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \gamma \varepsilon_{t-1}^2 D_{t-1}^- + \beta h_{t-1}$$

$$\varpi > 0, \alpha \geq 0, \beta \geq 0,$$

اگر $\varepsilon_{t-1} < 0$ باشد در آنصورت $D_{t-1}^- = 1$ و اگر $\varepsilon_{t-1} > 0$ باشد در آنصورت $D_{t-1}^- = 0$ خواهد بود.

۴-۹) مدل GARCH نمایی[1] (EGARCH(1,1))

این مدل توسط نلسن ارائه گردید (Nelson, 1991). موضوع اصلی نیز که در این مدل مورد توجه واقع شده، موضوع عدم تقارن است بدین معنی که اثر تغییرات منفی ناگهانی بازده بر روی تلاطم بیشتر از تغییرات مثبت ناگهانی بازده است. براین اساس نلسن استدلال می‌کند که یک مدل لگاریتمی قادر است این مشخصه را درنظر بگیرد. در مدل EGARCH، لگاریتم طبیعی واریانس شرطی به عنوان تابعی از خطای پیشین[2] به جای توان دوم خطای پیشین[1] (با توجه به اینکه لگاریتم گرفته

1- Exponential GARCH
2- Lagged error term

$$Lnh_t = \varpi + \alpha \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \right| + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} + \beta Lnh_{t-1}$$

می‌شود دیگر نیازی به توان دوم خطا نیست) است.

$$h_t = Exp\ (\varpi + \alpha \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \right| + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} + \beta Lnh_{t-1})$$

$$\varpi > 0, \alpha \geq 0, \beta \geq 0,$$

بعد از تخمین پارامترهای مدل های این پژوهش، تلاطم بورس‌ها مدل بندی و پیش بینی می‌شود، در ادامه با استفاده از۳ مدل اندازه گیرنده خطا، صحت پیش بینی مدل های تلاطم بورس مورد بررسی و آزمون واقع می‌شود.

اگر Y_t ارزش واقعی

f_t ارزش پیش بینی شده

e_t خطای پیش بینی و

n تعداد پیش بینی باشد، در این صورت خواهیم داشت:

۱۰- میانگین قدرمطلق خطا [۲] (MAE)

$$\text{MAE} = \frac{\sum |e_t|}{n}$$

۱۱- ریشه دوم میانگین مجذور خطا [۳] (RMSE)

$$\text{RMSE} = \sqrt{\sum \frac{e_t^2}{n}}$$

۱۲- میانگین درصدی قدرمطلق خطا [۴] (MAPE)

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum \frac{|e_t|}{Y_t}$$

1-Lagged Squared error term
2- Mean Absolute Error
3- Root Mean Square Error
4- Mean Absolute Percentage Error

تجزیه و تحلیل یافته‌ها

ابتدا مشخصات بازده لگاریتمی بورس تهران و بورس‌های بین‌الملل مورد بررسی واقع گردید؛ مقادیر آماره دیکی فولر و نیز مقادیر احتمال در جدول (۱) بیانگر رد شدن فرضیه وجود ریشه واحد در بازده همه بورس هاست و این نتیجه با توجه به اینکه بازده مرکب مورد مطالعه است، نتیجه دور از انتظاری نبوده است.

جدول (۱) آزمون دیکی فولر

نماد	Dax-R	Ftse-R	HangSeng-R	ISE-R	KLSE-R	Nasdaq-R	Nikkie-R	S&P_R	Tedpix-R	Tepix-R
Test Statistic	-9.457	-10.205	-8.826	-9.194	-8.595	-8.597	-9.380	-9.76	-6.57	-6.423
P-Value	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0000	0.0000

آماره های میانگین، انحراف معیار و ضریب چولگی و همچنین ضریب کشیدگی نشاندهنده نرمال نبودن توزیع بازده[1] بورس تهران وسایر بورس‌های بین‌المللی است. جدول (۲) این مشخصات را نشان می‌دهد.

کشیدگی همه بورس‌ها بالاتر از کشیدگی منحنی نرمال است و در این میان کشیدگی بازده بورس کوالالامپور، به عنوان یک بورس نوظهور و بورس تهران بسیار بیشتر از سایر بورس هاست. آماره‌های Jarque-Bera و Ljung-Box فرضیه نرمال نبودن بازده بورس تهران و سایر بورس‌های بین‌المللی را نیز تایید نموده اند.

۱ـ در کل این مقاله منظور از بازده، بازده لگاریتمی و یا همان بازده مرکب، می‌باشد.

جدول (۲) مشخصات آماری شاخص ها

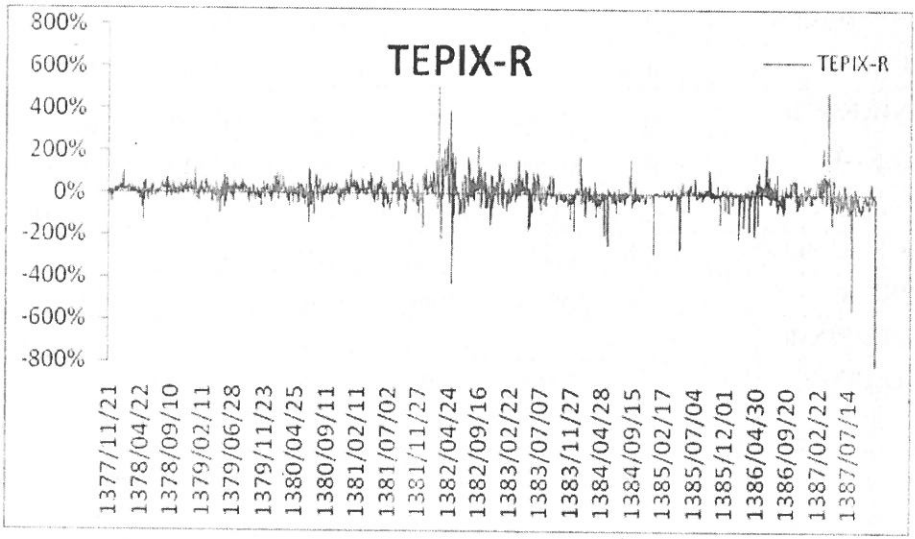
نماد	average	Std	Skew	Kurt	JB	LB(15)
S&P_R	-0.0111	1.3115	-0.0363	8.3234	7256.22 *	65.96 *
NASDAQ-R	-0.0045	1.8822	0.0592	3.6452	1392.10 *	38.21 *
FTSE-R	-0.0106	1.3009	-0.1214	6.4982	4427.95 *	109.95 *
NIKKIE-R	-0.0286	1.6004	-0.2832	6.6482	4662.06 *	27.53 *
DAX-R	-0.0019	1.6299	0.0711	4.3907	2020.10 *	27.66 *
KLSE-R	0.0380	1.4232	-0.5000	63.1258	417656.4 *	141.07 *
HANG SENG-R	0.0184	1.6922	-0.0153	7.9782	6666.40 *	44.66 *
ISE-R	0.0926	2.8541	0.0864	5.0370	2659.32 *	35.95 *
TEDPIX-R	0.1106	0.4417	1.5078	20.8641	46562.37 *	958.44 *
TEPIX-R	0.0700	0.4342	0.6054	20.5546	44417.6 *	*

*نشانگر معنی داری در سطح اطمینان ۹۹ درصد می‌باشد.

سری زمانی بازده‌ها نشان می‌دهد که تلاطم بورس تهران بسیار پایین تر از بورس‌های بین المللی، است، در این مقاله برای نمونه سری زمانی بازده شاخص ۵۰۰ سهم اس‌اندپی بورس سهام نیویورک از مجموع بورس‌های بین‌المللی ارائه می‌شود[1]، و این بعلت خصوصیات منحصر بفرد بورس تهران همچون وجود دامنه تلاطم قیمتی، و حجم مبنا می‌باشد.آزمون فرایند خودرگرسیونی در بازده لگاریتمی بورس تهران با ترسیم تابع خودرگرسیون (ACF) میسر می‌شود، ترسیم این تابع نشان از وجود خودرگرسیون در بورس تهران است و این درحالی است که در هیچکدام از بورس‌های بین‌المللی خودرگرسیون قویی در بین بازده‌ها یافت نشد. براین اساس، فرضیه بازار کارا در سطح ضعیف در بورس تهران رد می‌شود در حالیکه در سایر بورس‌ها تایید می‌شود، در شکل (۳)خودرگرسیونی بین بازده‌ها در بورس نیویورک مشاهده نمی‌شود، با این حال در شکل (۲) خودرگرسیون بین بازده‌ها در بورس

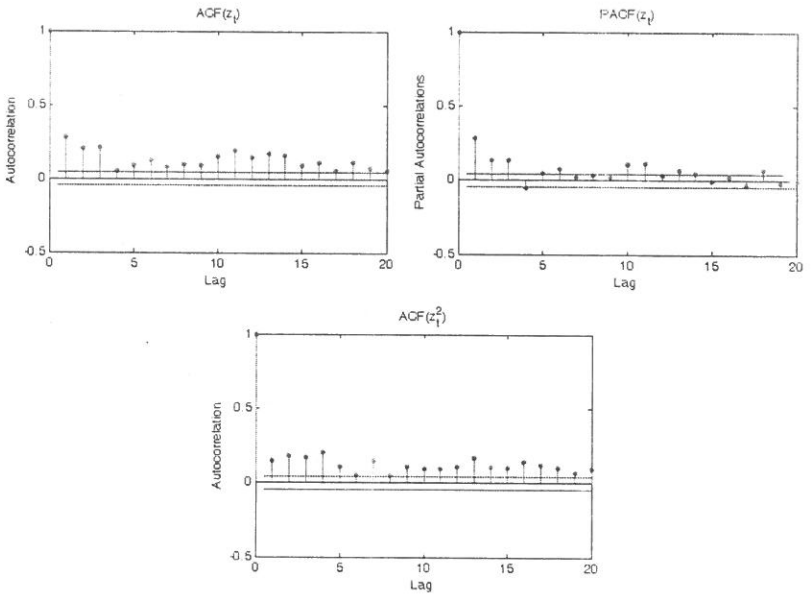
۱ ـ تابع توابع خودرگرسیون و سری‌های زمانی بازده سایر بورس‌ها در اینجا ارائه نشده است. در صورت درخواست، در دسترس است.

تهران، شاخص تپیکس[1]، مشاهده می‌شود. در هردو بورس بین مجذور بازده‌ها خودرگرسیون وجود دارد که نشانه وجود اثر آرچ و گارچ در بورس تهران همانند بورس‌های بین‌المللی است.

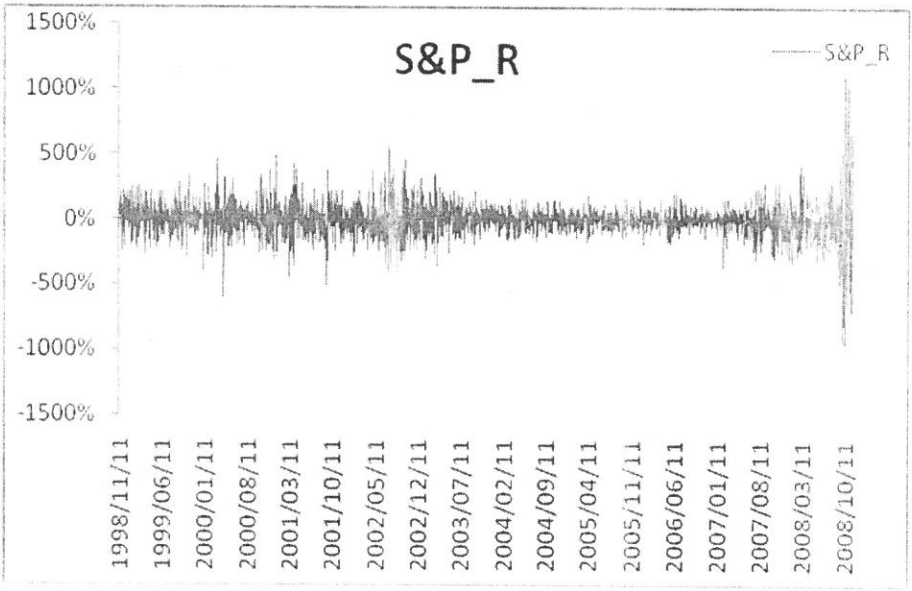


شکل (۱) سری‌های زمانی بازده TEPIX

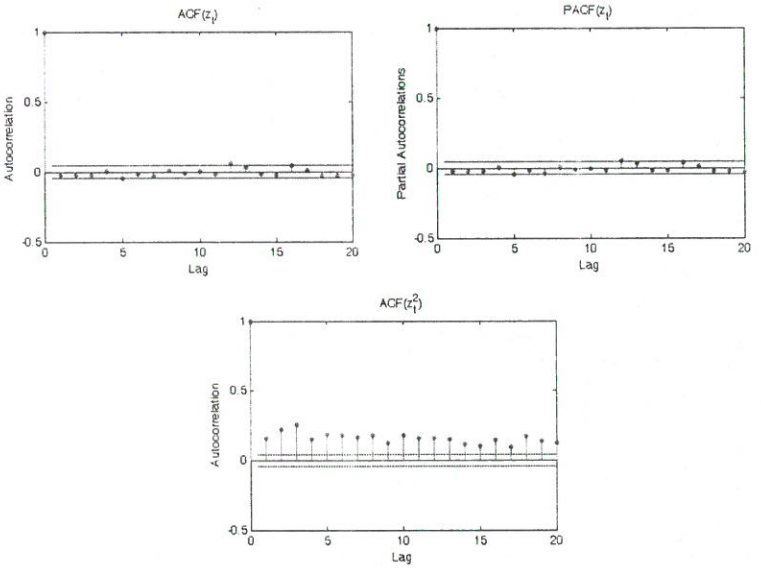
۱ـ شکل سری زمانی ، خودرگرسیون بازده و مجذور بازده شاخص تدپیکس بسیار شبیه به شاخص تپیکس می‌باشد.



شکل (۲) نمودارهای ACF و PACF برای شاخص TEPIX



شکل (۳) سری‌های زمانی بازده S&P



شکل (٤) نمودارهای ACF و PACF برای شاخص S&P

درخصوص مدل‌های طبقه آرچ، لازم به توضیح است که از مطالعه بالابان و همکاران (Balaban et al, 2006) با استفاده از فرایند تخمین غلتان[1] جهت بروز نمودن تخمین‌ها و پیش‌بینی‌های مدل‌های طبقه آرچ شامل آرچ، گارچ، جی چی ر-گارچ و ای گارچ استفاده شد، بر این اساس، روش تخمین غلتان ۶۰ ماه انتخاب شد. بدین معنی که پیش‌بینی هر ماه (پیش‌بینی‌های دینامیک n روز روبه جلو، به صورت میانگین ۲۲ روز) بر مبنای پارامترهای تخمین شده ۶۰ ماه قبلی مدلهای پیش گفته، به صورت میانگین، ۱۲۶۰ مشاهده روزانه، انجام شد،همچنین تلاطم واقعی ۶۰ ماه بعدی مربوط به ۱۲۶۰ مشاهده روز آتی محاسبه گردیده است. سپس مدل‌های ارزیابی پیش‌بینی با استفاده از تلاطم پیش‌بینی شده حاصل از مدل و تلاطم واقعی، میزان خطای پیش‌بینی را اندازه‌گیری می‌نمایند و بر این اساس مدلی که کمترین خطای پیش‌بینی را حاصل می‌نماید به عنوان بهترین مدل انتخاب می‌شود[2].

1- Rolling Estimation

۲ـ پس ماندها (ε_t / h_t) و مجذور پس ماندها ی مدل‌های طبقه آرچ از مفروضات عدم وجود خودرگرسیون و ناهمسانی شرطی پیروی می کنند که نتایج در صورت تقاضا در دسترس است.

در خصوص بورس تهران با توجه به اینکه خودرگرسیون در بازده‌ها مشاهده شد، برای تابع میانگین مدل‌های طبقه آرچ باید مدلی انتخاب می‌شد که بتواند این فرایند را تبیین نماید. با استفاده از معیار اطلاعاتی شوارز[1] مدل آرما مرتبه اول (ARMA(1,1)) مدلی بود که این فرایند را به طرز مناسبی تبیین می‌نمود. با بررسی باقیمانده‌های استاندارد در مدل برازش شده، خودرگرسیون و واریانس شرطی مشاهده نشد. آماره لجینگ ـ باکس در مرتبه بیستم برابر با ۱۸/۰۱۲ بود که نشانگر عدم وجود خودرگرسیون و واریانس شرطی بین باقیمانده‌ها بود. این در حالی است که در بورس‌های بین‌المللی اساسا با توجه به اینکه خودرگرسیون در بازده‌ها مشاهده نشد، عملا تنها تخمین واریانس‌های شرطی مورد نیاز است.

1- Schwarz Information Criterion

جدول (۳) ارزیابی پیش بینی تلاطم بورس‌های بین الملل

	S&P						NASDAQ					
	RMSE	RANK	MAE	RANK	MAPE	RANK	RMSE	RANK	MAE	RANK	MAPE	RANK
ARCH	1.398602	9	1.103287	9	0.398219	5	0.765006	6	0.916502	7	0.681286	6
GARCH	0.375346	2	0.13234	2	0.055077	2	0.389839	2	0.143176	2	0.054478	2
EGARCH	1.2083	8	0.797559	8	0.913582	9	1.7015	9	1.423651	9	1.501979	9
GJR-GARCH	0.374163	1	0.1313	1	0.054873	1	0.389819	1	0.140592	1	0.052734	1
RW	2.387014	10	1.878703	10	2.144919	10	4.840935	10	4.140209	10	4.304719	10
HM	0.932126	7	0.699939	7	0.9113	8	1.232916	8	1.176753	8	1.282789	8
MA	0.859767	4	0.434599	5	0.409851	6	0.723003	3	0.509214	3	0.510379	3
REG	0.857234	3	0.511621	6	0.575562	7	0.847301	7	0.705645	6	0.758635	7
WG EXP	0.868592	5	0.417498	4	0.362648	4	0.728491	4	0.520383	4	0.52603	4
SM EXP	0.871934	6	0.413715	3	0.350376	3	0.738325	5	0.539815	5	0.551108	5

ادامه جدول (۳) ارزیابی پیش بینی تلاطم بورس‌های بین الملل

	FTSE						NIKKIE					
	RMSE	RANK	MAE	RANK	MAPE	RANK	RMSE	RANK	MAE	RANK	MAPE	RANK
ARCH	1.163946	10	1.095257	10	0.460825	5	1.952383	9	1.368312	9	0.552498	8
GARCH	0.381087	2	0.163473	2	0.061197	2	0.854585	2	0.232334	2	0.06136	2
EGARCH	1.1372	9	0.790138	8	0.933484	9	1.5203	8	0.961644	8	0.765675	9
GJR-GARCH	0.378411	1	0.15932	1	0.058294	1	0.849628	1	0.223705	1	0.057482	1
RW	1.123041	8	0.866568	9	0.996491	10	2.709538	10	2.109155	10	1.559483	10
HM	0.853875	7	0.672758	7	0.922516	8	0.922771	5	0.597108	7	0.53769	7
MA	0.794873	4	0.464014	5	0.466627	6	0.920512	4	0.485415	3	0.353981	5
REG	0.784413	3	0.498861	6	0.571601	7	0.908873	3	0.524703	6	0.428755	6
WG EXP	0.800657	5	0.454675	`4	0.436521	4	0.964832	6	0.507743	4	0.323347	3
SM EXP	0.807316	6	0.446302	3	0.408278	3	0.982257	7	0.523733	5	0.323764	4

ادامه جدول (۳) ارزیابی پیش بینی تلاطم بورس‌های بین الملل

	DAX						KLSE					
	RMSE	RANK	MAE	RANK	MAPE	RANK	RMSE	RANK	MAE	RANK	MAPE	RANK
ARCH	1.068041	8	0.963853	8	0.649256	8	0.528181	6	0.573772	7	0.7758	7
GARCH	0.445188	2	0.143209	2	0.06321	2	0.341173	1	0.100764	1	0.073098	1
EGARCH	1.4502	9	1.045685	10	1.083763	10	1.2964	9	1.061739	9	1.758836	9
GJR-GARCH	0.443633	1	0.139649	1	0.059969	1	0.877167	8	0.403697	6	0.387051	2
RW	1.54353	10	1.03845	9	0.979031	9	8.900874	10	8.082773	10	12.72082	10
HM	0.979384	7	0.853895	7	0.96889	7	0.756108	7	0.716389	8	1.317362	8
MA	0.771638	6	0.532454	6	0.554061	6	0.45668	4	0.286978	2	0.409017	3
REG	0.754738	4	0.490257	4	0.48883	4	0.488193	5	0.386651	5	0.663815	6
WG EXP	0.761101	5	0.508861	5	0.517821	5	0.455771	2	0.30424	3	0.467825	4
SM EXP	0.752456	3	0.483379	3	0.479104	3	0.456666	3	0.308328	4	0.481162	5

ادامه جدول (۳) ارزیابی پیش بینی تلاطم بورس‌های بین الملل

	HANGSENG						ISE					
	RMSE	RANK	MAE	RANK	MAPE	RANK	RMSE	RANK	MAE	RANK	MAPE	RANI
ARCH	2.191419	9	2.029518	9	0.481125	6	1.150965	7	1.874671	8	1.048754	
GARCH	0.832415	2	0.307936	2	0.066567	2	0.459822	2	0.229575	2	0.061962	
EGARCH	1.6567	8	1.113628	8	0.886945	9	2.7087	9	2.247639	9	1.301727	
GJR-GARCH	0.826905	1	0.293759	1	0.060929	1	0.458192	1	0.224979	1	0.060044	
RW	4.668311	10	3.623084	10	2.707742	10	12.8802	10	10.87373	10	6.103043	1
HM	1.07102	5	0.822243	7	0.798319	8	1.559732	8	1.459749	7	0.950805	
MA	1.075242	7	0.564248	3	0.342967	3	0.884699	3	0.571151	3	0.235952	
REG	1.021383	3	0.633462	6	0.507728	7	0.962595	6	0.860017	6	0.55076	
WG EXP	1.071599	6	0.565694	4	0.348618	4	0.920549	4	0.604703	4	0.249548	
SM EXP	1.06036	4	0.569832	5	0.366428	5	0.926509	5	0.610783	5	0.252251	

ادامه جدول (۳) ارزیابی پیش بینی نوسا ن بورس تهران

	TEDPIX											TEPIX
	RMSE	RANK	MAE	RANK	MAPE	RANK	RMSE	RANK	MAE	RANK	MAPE	RANK
ARMA-ARCH	0.186824	6	0.154706	6	0.697827	5	0.183058	4	0.147774	4	0.905715	9
ARMA-GARCH	0.238215	8	0.193505	8	0.627166	2	0.232681	7	0.18777	7	0.592427	4
ARMA-EGARCH	0.240316	9	0.195253	9	0.628232	3	0.235219	8	0.190126	8	0.60248	5
ARMA-GJR-GARCH	0.236928	7	0.190027	7	1.028725	9	0.238078	9	0.192332	9	0.605716	6
RW	0.131988	2	0.106961	2	0.999541	8	0.166017	2	0.125604	1	0.560905	2
HM	0.163114	4	0.132954	4	0.700548	6	0.19374	5	0.156811	5	0.560671	1
MA	0.735935	10	0.611264	10	2.232281	10	0.369824	10	0.28994	10	1.271439	10
REG	0.144386	3	0.110602	3	0.675564	4	0.169638	3	0.144061	3	0.779987	7
WG EXP	0.171791	5	0.138089	5	0.73531	7	0.20283	6	0.174264	6	0.895436	8
SM EXP	0.12813	1	0.105474	1	0.605659	1	0.151636	1	0.134663	2	0.575768	3

جداول ارزیابی پیش‌بینی مدلها نتایج جالبی را نشان می‌دهد که به صورت زیر می‌توان خلاصه نمود؛ بر اساس معیارهای اندازه گیرنده خطا، در غالب بورس‌های بین‌المللی، مدل جی چی ر- گارچ، رتبه اول (به جز شاخص کلسی بورس کوالالامپور که بر اساس معیار RMSE، هشتم، بر اساس MAPE دوم و بر اساس MAE، و در عوض مدل گارچ بر اساس سه معیار رتبه اول) را کسب کرده است و بدین ترتیب فارغ از تفاوت جزئی که معیارهای اندازه گیرنده خطا دارند مدل جی چی ر- گارچ بهترین پیش‌بینی را از تلاطم در بازارهای مذکور حاصل می‌نماید به همین ترتیب مدل گارچ در همه بورس‌ها در رتبه دوم (به جز شاخص کلسی بورس کوالالامپور در رتبه اول) قرار گرفته است که نشانگر قابلیت بسیار بالای این مدل در پیش‌بینی تلاطم است. به هر حال هرچند در ادبیات تلاطم گارچ بهترین مدل جهت پیش‌بینی تلاطم شناخته می‌شود در اینجا در رتبه دوم قرار گرفته است. مدل‌های نمایی شامل مدل ساده نمایی، مدل رگرسیون ساده و مدل میانگین متحرک نیز در بین سایر مدلها پیش‌بینی‌های بهتری را درمقایسه با سایر مدلها حاصل نموده اند. از سوی دیگر، مدل گام تصادفی، مدلی است که بدترین پیش‌بینی را در بورس‌های مذکور (به جز شاخص فوتسی بورس انگلیس بر اساس معیار RMSE و MAE به ترتیب رتبه هشتم و نهم، و براساس MAPE، رتبه دهم) حاصل نموده است.

از سوی دیگر نتایج حاصل از معیارهای اندازه گیرنده خطا در خصوص بورس تهران؛ شاخص‌های تیکس و تدپیکس نتایج بسیار جالب و متفاوت تری را نسبت به بورس‌های بین‌المللی نشان می‌دهد. می‌توان اظهار کرد که مدل ساده نمایی بهترین پیش‌بینی (به جز در شاخص تیپکس که براساس معیارهای MAE وMAPE به ترتیب رتبه دوم وسوم و در عوض گام تصادفی و میانگین تاریخی براساس معیارهای MAE وMAPE رتبه اول و براساس RMSE مدل ساده نمایی رتبه اول) را حاصل می‌نماید و به همین ترتیب می‌توان گفت که مدل گام تصادفی که در بورس‌های بین‌المللی بدترین پیش‌بینی را حاصل نمود در اینجا تقریبا رتبه دوم را کسب نموده است که بر این اساس تفاوت بورس‌های بین‌المللی و بورس تهران از طریق پیش‌بینی تلاطم جالب توجه می‌نماید. در نهایت اینکه مدل ساده میانگین تاریخی بدترین نوع

پیش‌بینی را حاصل نموده، و مدل‌های طبقه آرچ نیز پیش‌بینی مناسبی را در بورس تهران به نمایش نگذاشته اند.

نتیجه گیری

مطالعه حاضر در زمینه پیش‌بینی تلاطم در بورس‌های توسعه یافته، نشانگر این است که مدل ج جی ر- گارچ (GJR- GARCH) بهترین پیش‌بینی را حاصل نموده است. نتایج این تحقیق از تحقیقات مک میلیان و اسپیژت (McMillian& Speight, 2007)، تیلور(Taylor, 2001)، ساو و تسی(Cao& Tsay, 1992) بریلسفورد و فاف(Brailsford& Faff, 1996)، هینن و کات (Heynen& kat, 1994)، لی (Lee, 1991)، پاگان و شورت (Pagan& Schwert, 1990)، که در آنها مدل جی چی ر - گارچ بهترین پیش‌بینی را حاصل نموده، حمایت می کند. علت این امر می‌تواند بدین خاطر باشد که در مدل جی چی ر - گارچ، با توجه به اینکه غالب مشخصه‌های بازار را مدنظر قرار می‌دهد، بدین سان، پیش‌بینی‌های انجام شده بهتری را نیز حاصل می‌نماید. وجود محدودیت‌هایی از قبیل، دامنه محدود تلاطم قیمتی و حجم مبنا برای معاملات باعث کم شدن دامنه تلاطم و اثرگذاری بر پیش‌بینی تلاطم در بورس تهران شده است. نتایج تحقیق حاضر در بورس تهران نیز در نوع خود بسیار جالب است؛ فرضیه عدم تقارن در بورس تهران رد شد، که نتایج این تحقیق از نتیجه تحقیق مهر آرا و عبدلی (۱۳۸۵) حمایت می کند، و باتوجه به اینکه مدل جی چی ر - گارچ فرایند موجود در سری‌های زمانی در بورس تهران را تبیین نمی نمود، در پیش‌بینی نیز موفق عمل نکرده است. از سوی دیگر، مدلهای ساده به استثنای مدل میانگین ساده تاریخی پیش‌بینی‌های بهتری را حاصل می‌نمودند که در راس آنها مدل ساده نمایی بهترین پیش‌بینی را حاصل نموده است.

منابع و مآخذ

۱. ابو نوری، اسماعیل و رضا ایزدی (۱۳۸۵) ارزیابی اثر روز های هفته در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل آرچ و گارچ، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره۷۲، صفحات ۶۹ـ۵۲.

۲. مشیری، سعید و حبیب مروت (۱۳۸۴)، بررسی فرایند آشوبی در شاخص بازدهی کل قیمت سهام بازار بورس تهران، فصلنامه پژوهش های اقتصادی ایران، شماره ۲۵، صفحات۶۴ـ۴۷.

۳. مهرآرا، محسن و قهرمان عبدلی (۱۳۸۵)، نقش اخبار خوب و بد در تلاطم‌ات بازدهی در ایران، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، شماره ۲۶، صفحات ۴۰ـ۲۵.

4. Aggarwal R., C. Inclan and R. Leal. (1999). Volatility in emerging stock markets, Journal of Financial and Quantitative Analysis, 34, 1, 33-55.

5. Akgiray V. (1989). Conditional heteroskedasticity in time series of stock returns: evidence and forecasts, Journal of Business, 62, 55-80.

6. Balaban, E., Bayar, A. and Faff, R. (2006). Forecasting stock market volatility: further international evidence, European Journal of Finance, 12, 2, 171- 188.

7. Black, F.(1976). Studies of stock price volatility changes. Proceedings of the 1976 Meeting of Business and Economics Statistics Section of the American Statistical Association, 27, 399– 418.

8. Black F. and M. Scholes. (1973). The pricing of options and corporate liabilities, Journal of Political Economy, 81, 637-654.

9. Bollerslev T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, Journal of Econometrics, 31, 307-27

10. Brailsford T.J. and R.W. Faff. (1996). An evaluation of volatility forecasting techniques, Journal of Banking and Finance, 20, 3, 419-438.

11. Brooks, C. (1998). Predicting stock market volatility: Can market volume help? Journal of Forecasting, 17, 1, 59–80.

12. Brooks, Ch. (2002). Introductory econometrics for finance, first edition, Cambridge University press.

13. Brooks, C.and Burke,S.P. (2003). Information criteria for GARCH model selection, European Journal of Finance,9:6,557-580.

14. Brooks C.(1998). Predicting stock market volatility: Can market volume help? Journal of Forecasting, 17, 1, 59-80.

15. Cox, J., Ross, S. (1976). The valuation of options for alternative stochastic process. Journal of Financial Economics, 3, 145– 166.

16. Dimson, E. and Marsh, P.(1990). Volatility Forecasting without Data-Snooping. Journal of Banking and Finance, 14, 399 – 421.

17. Ebens. H, (2000). On the Modeling and Forecasting Stock Volatility, Ph.D Thesis in Finance, John Hopkins University.

18. Ederington L.H. and W. Guan. (2004). Forecasting volatility, Working paper, University of Oklahoma.

19. Engle R.F.(1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation, Econometrica, 50, 4, 987-1007.

20. Engle, R.F.(2001). GARCH 101: The Use of ARCH/GARCH Models in Applied Econometrics," Journal of Economic Perspectives, 15, 157-168.

21. Engle, R.F.(2004). Nobel Lecture. Risk and Volatility: Econometric Models and Financial Practice, American Economic Review, 94, 405-420.
22. Fama, E. (1965). The behavior of stock market prices, Journal of Business38 (1), 34-105.
23. Franses, P.H. and D. van Dijk. (2000). Non-Linear Time Series Models in Empirical Finance, Cambridge University Press, Cambridge.
24. Frimpong, J.M, O.Abayie and, E.Fosu. (2006). Modeling and Forecasting Volatility of Returns on the Ghana Stock Exchange Using GARCH Models, American Journal of Applied Science 3(10),2042-2048.
25. Glosten L.R., R. Jagannathan and D.E. Runkle. (1993). On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks, Journal of Finance, 48, 1779-1801.
26. Heynen, R.C., and H.M. Kat. (1994). Volatility prediction: A comparison of stochastic volatility, GARCH(1,1) and EGARCH(1,1) models, Journal of Derivatives, 2, 50–65.
27. Kamat.S. (2003). Two Essays in Finance, Ph.D Thesis in Finance, Graduate School of The University of Alabama.
28. Knight, J., and S. Satchell (ed). (2007). Forecasting Volatility in the Financial Markets, 3nd edn, Butterworth, Oxford.
29. Markowitz H.M. (1991) Portfolio Selection, Blackwell Publisher.
30. McMillan D.G, Alan E.H. S.(2007). Weekly volatility forecasts with applications to risk management, Journal of Risk Finance, 8, 214-229.
31. Maukonen M. (2004). Three Essay on The Volatility of Finnish Stock Market Returns,PH.D Thesis, Swedish School of Economics and Business Administration.
32. Nelson, D. (1991). Conditional heteroscedasticity in asset returns: a new approach. Econometrica 59, 347–370.
33. Nasar S. (1992). For Fed, a new set of tea leaves, New York Times.
Pang, H and Z. Zhang.(2006). Forecasting Financial Volatility: Evidence from Chinese Stock Market." Working Paper in Economics and Finance, No. 06/02, University of Durham. Available at: www.dur.ac.uk/economics.wp/wp0602.pdf
35. Pagan, A.R., and G.W. Schwert (1990), Alternative models for conditional models for conditional stock volatility, Journal of Econometrics, 45, 1–2, 267–290.
36. Poon, S.H. (2005). Practival guide to forecasting finacial market volatility, John Wily& Son.
37. Poon, H.S and C.W.J, Granger. (2003). Forecasting volatility in financial markets: A review, Journal of Economic Literature, 41, 478-539(62).
38. Sharpe, W.F.(1964). Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of market risk. Journal of Finance, 19, 425– 442.
39. Taylor S.J. (1987). Forecasting of the volatility of currency exchange Rates, International Journal of Forecasting, 3, 159-170.
40. Tse, T.Y.K., and S.H. Tung. (1992). Forecasting volatility in the Singapore stock market, Asia Pacific Journal of Management, 9, 1, 1–13.

نمادهای مدل‌ها

σ_t تلاطم واقعی بازده

$R_{t,j}$ بازده مرکب مدام سهم **j** در روز معامله **t**

$\overline{R}$ میانگین بازده

I_t ارزش شاخص بورس اوراق بهادار در دوره معامله **t**

I_{t-1} ارزش شاخص بورس اوراق بهادار در دوره معامله **t-1**

LN لگاریتم طبیعی

N تعداد مشاهدات

ε_t جزء اخلال

$\widehat{\sigma}_t$ تلاطم مورد انتظار دوره

σ_{t-1} تلاطم واقعی دوره قبل

M دوره برآوردی میانگین متحرک

β پارامتر هموار سازی و شیب خط رگرسیون

α عرض از مبداء

Φ_{t-1} مجموعه اطلاعات

h_t واریانس شرطی

ε_{t-1}^2 خطا ی پیش بینی دوره قبل

h_{t-1} واریانس شرطی دوره قبل

D_{t-1}^- متغیر موهومی

$\overline{\omega}$ میانگین

R_t بازده مورد انتظار بورس

$\alpha, \beta, \gamma, \omega, \lambda$ ضرایب