مجله مهندسی مالی و مدیریت پرتفوی
شماره پنجم / زمستان ۱۳۸۹

بررسی کارایی اطلاعاتی بورس اوراق بهادار به روش آزمون نسبت واریانس

دکتر مصطفی سلیمی فر[۱]
زهرا شیرزور[۲]

تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۱۵
تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۲۰

چکیده

یکی از موضوعاتی که در دهه های اخیر در حوزه دانش اقتصاد بسرعت درحال گسترش است اقتصاد اطلاعات است و عمده بحث ها در این اقتصاد به مسأله اطلاعات نامتقارن مربوط می شود. همانطور که می دانیم اطلاعات در دنیای امروز و معاملات بورس هسته کارایی بازار می باشد. از طرفی سرعت انتشار و تقارن اطلاعات نقش عمده و حساسی در کارایی بازار دارد. یکی از نقشهای سازمان بورس این است که زمینه لازم برای سرمایه گذاران جهت کسب اطلاعات مورد نیازشان فراهم کند. چنانچه این زمینه فراهم نشود به دلیل عدم تقارن اطلاعات، گروهی نسبت به گروه دیگر مزیت اطلاعاتی کسب کرده وبه سودهای غیرمتعارف دست می یابند. در مقابل هرچه بازار کاراتر باشد و تقارن اطلاعات بیشتر باشد امنیت بازار بیشتر و با هدایت سرمایه گذاری ها به تولید می توان به رشد اقتصادی بالاتری دسترسی یافت.

لذا هدف این مقاله این است که در راستای این امر که چقدر سازمان بورس در ایفای نقش خود موفق بوده است به بررسی کارایی اطلاعاتی بازار سهام بپردازد. در تحقیق حاضر کارایی در سطح ضعیف با آزمون فرضیه گام تصادفی مورد ارزیابی واقع شده با این تفاوت که برای انجام این آزمون از آزمون نسبت واریانس[۱] که در زمره قویترین آزمون ها است استفاده شده است. علت استفاده از این آزمون به روز بودن و قدرت انعطاف پذیری آن نسبت به سایر آزمون ها است. نتایج تحقیق نشان می دهد که کارایی بازار سرمایه تهران در شرایطی که وجود ناهمسانی واریانس در این سری را لحاظ می کنیم، وجود دارد.

۱- دانشیار دانشکده علوم اداري و اقتصادي دانشگاه فردوسي مشهد
۲- دانشجوي دکتري علوم اقتصا دي دانشگاه فردوسي مشهد (نویسنده مسئول مقاله)

واژه‌های کلیدی: کارایی اطلاعاتی، بازار بورس، نسبت واریانس، آزمون گام تصادفی.

۱- مقدمه

همانطور که می دانیم شرکت کنندگان درمعاملات بورس اوراق بهادار به اطلاعات شفاف کافی و به موقع نیازمند هستند. پس یکی از نقشهای مهم سازمان بورس این است که زمینه ای مناسب برای سرمایه گذاران جهت کسب اطلاعات مورد نیازشان فراهم کند. اگر این زمینه مناسب فراهم نشود گروهی بخاطر داشتن اطلاعات بیشتر از دیگران با سرمایه گذاری در بازار سهام به سودهایی غیرمتعارف و فراتر از حد معمول دست می یابند .

بهترین ابزار جهت ارزیابی اینکه چقدرسازمان بورس درایفای این نقش موفق بوده، بررسی کارایی اطلاعاتی بازارسهام است. هر چه بازار کاراتر باشد نشان دهنده این است که سازمان بورس در ایفای این نقش موفق تر عمل کرده است وامکان بدست آوردن سودهای غیرمتعارف کمتراست. در نتیجه امنیت بازار بیشتر و اطمینان مردم به بازار بیشتر خواهد شد. این موضوع منجر به جذب سرمایه های سرگردان وهدایت آنها بسوی تولید و متعاقب آن بالا رفتن سطح تولید شده وافزایش تولید ودرامد ملی می شود ودر نهایت منجر به بهبود شرایط اقتصادی کشور خواهد شد.

در مقاله حاضر به بررسی وجود یا عدم وجود کارایی اطلاعاتی در بازار بورس تهران، که به عنوان بزرگترین بازار بورس ایران مطرح است، می پردازیم. در قسمتهای بعدی مقاله ابتدا به بررسی مبانی تئوریک و پیشینه تحقیق موضوع پرداخته و سپس ضمن معرفی روشهای مختلف بررسی کارایی اطلاعاتی، روش بکارگرفته در تحقیق حاضر را معرفی می کنیم. در قسمت بعد ویژگی های سری زمانی و نتایج تجربی تحقیق ارائه می شود و در نهایت در بخش پایانی، نتیجه گیری و پیشنهادات تحقیق آورده می شود.

۲- ادبیات تحقیق

۲-۱- مبانی نظری

۲-۱-۱- فرضیه بازار کارا[۲]

از مهمترین تئوری هایی که در زمینه سرمایه گـذاری مطـرح شـده است،فرضـیه بـازار سرمایه کارا است. مفهومی که از کارایی در اینجا مدنظر قرار می گیرد اشاره به ایـن مسـئله دارد که تا چه میزان بازار در تعیین قیمـت اوراق بهـادار موفـق عمـل کـرده اسـت. نشـانه موفقیت بازار به این معنی است که قیمت ها به طور پیوسته منعکس کننده اطلاعات جدید باشند. به عبارت دیگر قیمت اوراق بهادار در چنین بازاری متأثر از ایـن مجموعـه اطلاعـات باشد. بنابراین بازاری را می توان کارا نامید که توان لازم برای پـردازش اطلاعـات را داشـته باشد. در یک بازار کارا قیمت ها در هر زمـان نشـان دهنـده ارزیـابی صـحیحی از اطلاعـات موجود است، در نتیجه قیمت ها منعکس کننده کامل اطلاعات موجود خواهند بود. کـارایی به دو جنبه مهم در تعیین قیمت ها توجه دارد که عبارتند از سرعت و کیفیت تعیین قیمت ها، اگر قیمت های جاری منعکس کننده اطلاعات با ارزش باشند بسیار مشکل خواهـد بـود که اوراق بهادار ارزانی را بیابیم که بازده بالایی ایجـاد کنـد و یـا در اوراق بهـاداری سـرمایه گذاری نماییم که قیمت آن بالا و بازده آن پایین باشد تنها در صورتی مـی تـوانیم سـرمایه گذاری خوبی داشته باشیم که بتوانیم آینده را به خوبی پیش بینی کنیم.

تعاریف متعددی در طول سالیان از فرضیه بازار کارا به عمل آمده که ذیلاً بـه برخـی از آنها اشاره می کنیم. فاما[3] (۱۹۶۵) بازار کارا را به صورت زیر تعریف کـرده اسـت کـه شـاید بتوان گفت ساده ترین و کامل ترین تعریف باشد:

«کارایی بازار سرمایه در صورتی تحقق خواهد یافت کـه در تنظـیم قیمـت هـا در طـی زمان، بازار از اطلاعات موجود به نحو احسن استفاده نماید»

تعریف دیگری از بازار کارا توسط فاما در سال ۱۹۶۵ صورت گرفـت و او بـازاری را کـارا نامید که با توجه به اطلاعـاتی کـه در بـازار وجـود دارد، بـازده مـورد انتظـار غیرعـادی از استراتژی های مختلف براساس آن اطلاعات برابر با صفر باشد تعریف دیگری از فرضیه بـازار کارا توسط جنسون[4](۱۹۷۸) بیان شده است که به صورت زیر می باشد:

«بازاری را کارا می نامیم که نتوانیم با استفاده از مجموعه اطلاعات خود سود ایجاد کنیم».

به هر حال محققان زیادی از جمله فاما، دیکسون[5] (۱۹۹۲)، جنسون (۱۹۸۷) و بی ور[6] (۱۹۸۱) در خصوص فرضیه بازار کارا نظریه پردازی کرده و تحقیقاتی انجام دادند. بی ور به تشریح مسائلی که سبب عدم کارایی می شود پرداخت و بـه ایـن نتیجـه رسـید کـه بـرای

تعریف بازار کارا ابتدا باید عدم کارایی را تعیین نمود او بازار کـارا را بـه شـکل زیـر تعریـف نمود:

«یک بازار را با توجه به سیستم اطلاعاتی[۷] آن، زمانی کارا می نامیم که تغییرات قیمـت ها زمانی صورت بگیرد که همه سرمایه گذاران علائمی را که سیسـتم اطلاعـاتی مـی دهـد مشاهده نمایند. به عبارت دیگر تغییر قیمت را زمانی خواهیم دیـد کـه آگـاهی از اطلاعـات همه گیر شده باشد. در این حالت می توانیم بگوییم که قیمت ها انعکـاس دهنـده سیسـتم اطلاعاتی هستند.»

در واقع بی ور (۱۹۸۱) به جای قالب بازده غیرعادی با بازده عادی کـه مـورد نظـر فامـا بود، قیمت سهام را با ارزش ذاتی آن مقایسه کرد.

۲-۱-۲- کارایی اطلاعاتی[۸]

اطلاعات هسته مرکزی کارایی می باشند. اطلاعات، نحوه تفسیر سرعت انتشار آن نقـش عمده و حساسی در کارایی بازار دارد. در صورتی که بازار از لحاظ عملیاتی و تخصیصی کـارا باشد، سئوالی که مطرح می شود این است که اوراق بهادار در یک زمـان خـاص نسـبت بـه یکدیگر چگونه قیمت گذاری خواهند شد. به عبارت دیگر رفتار قیمت سهام در یـک چنـین بازاری چگونه خواهد بود؟

برای جواب دادن به این سئوال باید به وجه دیگر کـارایی کـه کـارایی اطلاعـاتی اسـت توجه شود. در بیشتر تحقیقاتی که در سال های اخیر انجام شده است به کـارایی اطلاعـاتی توجه خاص شده است و فرضیه و مدل های زیـادی جهـت آزمـون کـارایی اطلاعـاتی بـازار عرضه شده است. کارایی اطلاعاتی زمانی حاصل می شود که قیمـت اوراق بهـادار مـنعکس کننده تمام اطلاعات مهم موجود و قابل دسترسی باشد. اطلاعاتی که بر ارزش شرکت تـأثیر می گذارد. اگر در بازاری به کارایی اطلاعاتی برسیم، سرمایه گذاران نمی تواننـد بـا داشـتن اطلاعات خاص به سودی غیرمعمول و غیرعادی دسترسی پیدا کنند.

۲-۱-۳- سطوح مختلف کارایی اطلاعاتی

مسئله کارایی اطلاعاتی بازار سرمایه مقوله ای نیست که بتوان گفت صرفاً سیاه است یـا سفید. به عبارت دیگر نمی توانیم بگوییم که بازاری کاملاً کاراست و بازاری دیگر اصـلاً کـارا

نیست بنابراین باید به این سئوال پاسخ داد که بازار تا چه اندازه کاراست. بـرای پاسـخ دادن به سئوال فوق باید معیاری برای سنجش کارایی ارائه دهیم تـا بتـوانیم براسـاس آن معیـار، سطوح و درجات مختلفی را برای کارایی تعریف نماییم. معیار مهم سنجش کارایی در بـازار این است که بپرسیم چه اطلاعاتی در قیمت اوراق بهادار منعکس می شود به عبـارت دیگـر قیمت سهام متأثر از چه نوع اطلاعاتی می باشد. فامـا[9] در سـال ۱۹۷۰ بـرای نخسـتین بـار نموداری را ارائه کرد که در آن سه سطح برای کارایی در نظر گرفته شده بود.

نمودار فاما علاوه بر تعیین سطوح مختلف کارایی و معیارهای آن، رابطه بین این سطوح با یکدیگر را نیز به طور ضمنی بیان می کند.

۱) کارایی در سطح ضعیف (دایره داخلی)
۲) کارایی در سطح نیمه قوی (دایره میانی)
۳) کارایی در سطح قوی (دایره بیرونی)

۲-۱-۴- رابطه بین سطوح مختلف کارایی

همانطوری که گفته شد کارایی اطلاعاتی دارای سه سطح (ضعیف، نیمـه قـوی و قـوی) می باشد. این سه سطح در امتداد یکدیگر هستند به عبارت دیگر با هم موازی نیستند. اگـر به نمودار فاما توجه بکنیم متوجه می شویم که هرچه از دایره داخلی به سمت دایره بیرونی حرکت می کنیم بر شرایط کارایی افزوده می شود به طـوری کـه شـرط کـارایی در سـطح ضعیف فقط منعکس کننده اطلاعات تاریخی در قیمت سهام می باشد. در یک سطح بـالاتر یعنی کارایی در سطح نیمه قوی علاوه بر اطلاعات تاریخی، اطلاعات جاری نیـز بایسـتی در قیمت سهام منعکس گردد و بالاخره در سطح قوی از کارایی علاوه بـر اطلاعـات تـاریخی و جاری،اطلاعات محرمانه نیز در قیمت ها منعکس می باشد بنـابراین اگـر بـازاری در سـطح نیمه قوی از کارایی اطلاعاتی برخوردار باشـد از آنجـایی کـه قیمـت هـا متـأثر از اطلاعـات گذشته و جاری می باشد بنابراین در سطح ضعیف نیز کارا هست چرا که تنها معیار کـارایی در سطح ضعیف همان اطلاعات گذشته می باشد که در سطح نیمه قوی نیز شرط لازم و نه کافی می باشد این مسئله برای کارایی در سطح قوی نیز صدق می کند به طـوری کـه اگـر بازاری در سطح قوی کارایی داشته باشد به طور حتم دردو سطح ضعیف و نیمه قوی نیـز

کارایی اطلاعاتی دارد. از این مسئله در تحقیقات استفاده می شود مثلاً اگر در یک تحقیقی معلوم شود که یک بازار کارایی در سطح ضعیف برخوردار نیست دیگر آزمون بازار برای کارایی از نوع نیمه قوی یا قوی لازم نمی باشد چرا که یکی از شرط های کارایی در اشکال فوق انعکاس اطلاعات تاریخی در قیمت سهام می باشد که تحقق پیدا نکرده است.

۲-۱-۵- اطلاعات و کارایی

به طور کلی می توان گفت هر نوع داده یا اطلاعاتی که در ارزش سهام، تأثیر گذارد جزو اطلاعات مهم و با ارزش محسوب می شود. اطلاع داشتن از چنین اطلاعاتی در تصمیم گیری سرمایه گذاران و در نهایت در بهبود کارایی بازار سرمایه اثر دارد اگر بازار از داشتن چنین اطلاعاتی محروم باشد تصمیم گیری بهینه توسط سرمایه گذاران کمتر خواهد بود و در نتیجه کارایی بازار سرمایه کاهش خواهد یافت. موضوع دیگری که توجه به آن از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد زمان انتشار اطلاعات می باشد اگر اطلاعات از دو ویژگی کیفی (صحیح بون و مهم بودن) برخوردار باشند اما به موقع در دسترس سرمایه گذاران قرار نگیرند باز هم درتصمیم گیری بهینه دچار مشکل خواهیم شد. تصمیمات اتخاذ شده توسط شرکت ها در زمان های مختلفی اتفاق می افتد اما انتشار اخبار مربوط به آن به صورت دوره ای انجام می شود و هرچه این اطلاعات دیرتر منتشر گردد به همان اندازه از صحیح بودن و بهینه بودن سرمایه گذاری ها کاسته خواهد شد به طور خلاصه می توان گفت که اگر اطلاعات با ارزش که از صحت کافی نیز برخوردار هستند به موقع منتشر گردند و در دسترس سرمایه گذاران و تحلیل گران مالی قرار گیرند به همان نسبت شاهد افزایش کارایی در بازار سرمایه خواهیم بود.

۲-۲- پیشینه تحقیق

همانطوری که اشاره شد تحقیقات وسیعی در کشورهای مختلف دنیا در خصوص بازار کارا و سطوح سه گانه آن (سطح ضعیف کارایی[۱۰]، سطح نیمه قوی کارایی[۱۱] و سطح قوی کارایی[۱۲]) به عمل آمده است که محور بیشتر این تحقیقات شکل ضعیف کارایی بوده است که ذیلاً به برخی از آنها که در کشورهای مختلف از جمله ایران صورت گرفته است اشاره می کنیم.

بطورکلی بررسی کارایی بازار سرمایه به دو روش امکان پذیر است:

- روش مستقیم وازطریق بررسی دقت سازوکار قیمت گذاری بازار.
- روش غیر مستقیم و از راه بررسی سرعت بازتاب اطلاعات در دسترس که اگر اطلاعات به سرعت در قیمت منعکس شود بازارکارا خواهد بود.

از آن جایی که در این تحقیق از روش غیر مستقیم برای بررسی کارایی بازار استفاده خواهد شد به پیشینه تحقیقاتی که از روش غیرمستقیم استفاده کرده اند می پردازیم.

ازجمله تحقیقاتی که در سطح دنیا در موردبررسی کارایی بازار انجام شده است می توان به موارد زیر اشاره کرد:

فاما[۱۳] در سال ۱۹۶۵ رفتار قیمت سی سهامی که شاخص داجونز[۱۴] را شکل می دادند در بازه زمانی ۱۹۵۷ تا ۱۹۶۲ مورد بررسی قرار داد و فرضیه گام تصادفی را در مورد هر یک آزمون کرد. برای انجام این آزمون به بررسی وجود یا عدم وجود همبستگی پیاپی[۱۵] بین تغییرات قیمت هر سهم در طول زمان پرداخت. فاما برای آزمون همبستگی از روش های پارامتریک آماری و غیر پارامتریک گردشها استفاده کرده بود. در سال ۱۹۶۶ فیشر[۱۶] همین کار را روی بازده ماهانه سهام انجام داد و نشان دادکه خود همبستگی[۱۷] بین بازده ماهانه سبدهای سهام ازخودهمبستگی بین بازده ماهانه سهام انفرادی بیشتر است. در سالهای بعد ریچمن[۱۸] از روش فاما استفاده کرد و نشان داد که تغییرات قیمت سهام در بازار خارج از بورس دارای همبستگی پیاپی نمی باشد.

شارپ[۱۹] در سال ۱۹۶۶ برای بررسی کارایی در سطح قوی عملکرد ۳۴صندوق سرمایه گذاری را در بازه زمانی ۱۹۵۴تا ۱۹۶۳ بررسی کرد و پی برد که صندوق های سرمایه گذاری با متوسط بازدهی بیشتر نوسان پذیری[۲۰] بیشتری نسبت به سایر صندوق های سرمایه گذاری دارند و با توجه به نتایج بررسی هایش نشان داد که در بازارهای سرمایه کارایی در سطح قوی وجود دارد.

درسال ۱۹۷۰ فاما فرضیه بازار کارا و سطوح مختلف کارایی اطلاعاتی بازار(ضعیف،نیمه قوی وقوی) را مطرح کرد ودر تحقیق خود برای بررسی کارایی بازار سهام نیویورک در سطح ضعیف، فرضیه گام تصادفی را (با استفاده ازآزمون خودهمبستگی تغییرات قیمت) آزمون کرد.

آلن لیتل[۲۱] و ویچوسکی[۲۲] نیز با استفاده از قیمت روزانه ۲۹ سهم که به طـور تصـادفی انتخاب شده بودند و با استفاده از آزمون خود همبستگی و گردش، سطح ضـعیف کـارایی را در بورس اوراق بهادار لندن مورد بررسی قرار دادند.»

درسال ۱۹۷۲ریچاردسون پتیت[۲۳] برای بررسی کارایی درسطح نیمه قـوی بـازار سـهام نیویورک تاثیر اعلام سود تقسیمی[۲۴] آینده سهام دربازده سهام شرکتهای شاخص نایس[۲۵] را با استفاده از روش مطالعه رویداد[۲۶] موردبررسی قرار داد.

در سال ۱۹۹۱فاما[۲۷] پس از بیست سال دوبـاره کـارایی بـازار سـهام نیویـورک را مـورد بررسی قرار داد اما این بار فرضیه گام تصادفی را آزمون نکرد. پـس بـه بررسـی همبسـتگی بین تغییرات قیمت های سهام و بررسی رابطـه بـین بـازدهی هـای سـهام در طـول زمـان نپرداخت. زیرا فاما وفرنچ[۲۸] درسـال ۱۹۸۸خودهمبسـتگی هـای بـازده سـه تـا پـنج سـاله سبدهای سهام نایس را بدست آوردند و با خودهمبسـتگی منفـی مواجـه شـدند کـه نشـان دهنده این بود که قدرت پیش بینی مدل پیش بینـی بـازده جـاری بـر اسـاس بـازده هـای گذشته بسیارکم است پس فاما از متغیر های دیگر مانند **(E/P, D/P)**[۲۹] بـرای پـیش بینـی بازده استفاده کرد واز این طریق به بررسی کارایی بازار پرداخت. مهمترین مزیت ایـن روش نسبت به روش قبلی ، قدرت پیش بینی بیشتر آن در افق زمانی بلندمدت[۳۰] است.

در زمینه کارایی بازار سرمایه در ایران نیز تحقیقات متعددی صورت گرفته که در ادامـه به برخی از آنها اشاره می کنیم.

در ایران در سال ۱۳۶۹ علی اصغر امامی مطالعه ای در رابطـه بـا تـابع توزیـع نوسـانات قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران انجام داده است که دوره زمانی مورد نظـر در ایـن تحقیق شامل دو دوره معین ۱۳۵۳ تا ۱۳۵۷ و ۱۳۶۴ تا ۱۳۶۸ بوده اسـت، داده هـای ایـن تحقیق ارزش شاخص بورس اوراق بهادار ایران بوده است. در ایـن تحقیـق نوسـانات قیمـت سهام برای دوره های گفته شده مورد بررسی قرار گرفته و نتیجـه حاصـل از آن نشـان مـی دهد که نوسانات بیشتری در قیمت سهام مربوط به دوره اول(۱۳۵۷-۱۳۵۳) نسبت به دوره دوم (۱۳۶۸-۱۳۶۴) وجود دارد. چـولگی دوره اول و دوم بـه ترتیـب ۰/۶۴۷ و ۰/۹۳۶ مـی باشد. به طوری کـه داده هـای دوره اول دارای چـولگی منفـی و داده هـای دوره دوم دارای چولگی مثبت بودند. علاوه بر آن توزیع نوسانات قیمت در بورس تهـران برآمـدگی بـیش از

توزیع نرمال را نشان می دهد و با توجه به نتایج به دست آمـده، عـدم کـارایی بـورس اوراق بهادر تهران در سطح ضعیف نشان داده شده است.

در سال ۱۳۷۳ تحقیق دیگری با عنوان ـ بررسی کارایی بـازار سـرمایه در بـورس اوراق بهادار تهران توسط دکتر اسماعیل فدایی نژاد صورت گرفته که در ایـن تحقیـق کـارایی در شکل ضعیف و نیمه قوی برای بورس اوراق بهادار تهران آزمون شده اسـت. قیمـت هفتگـی سهام تعداد ۵۰ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهـران مـورد بررسـی و آزمـون قرار گرفته که دوره مورد مطالعه آن بـین سـال هـای ۱۳۶۸ تـا ۱۳۷۲ مـی باشـد. در ایـن تحقیق برای آزمون کارایی در سطح ضعیف از دو روش پـارامتری و ناپـارامتری بـه ترتیـب آزمون خود همبستگی سری های زمانی تغییرات متوالی قیمـت سـهام و آزمـون گـردش و همچنین برای آزمون کارایی در سطح نیمـه قـوی از دو مـدل (بـازار)[۳۱] و (محاسـبه بـازده غیرعادی بدون توجه به بتا)[۳۲] استفاده شده است. نتیجه تحقیـق آزمـون کـارایی در سـطح ضعیف نشان می دهد که تعداد ۳۴ ضریب در وقفه زمانی یک هفته ای و تعداد ۲۶ ضـریب در وقفه دو هفته ای دارای علامت مثبت هستند و این مسئله بیانگر این اسـت کـه طرحـی برای وابستگی قیمت ها به یکدیگر وجود دارد. میانگین ضریب همبسـتگی در وقفـه زمـانی مختلف بین ۰/۰۳۲ تـا ۰/۱۲۷ متغیـر مـی باشـد. عـلاوه بـر آن متوسـط **k**، متغیـر نرمـال استاندارد شده برابر با ۳/۷۶۸ است. به طور کلی نتایج حاصل از تحقیق فـوق، عـدم کـارایی بازار سرمایه در بورس اوراق بهادار تهران را در دو سـطح ضـعیف و نیمـه قـوی بـرای دوره زمانی مورد مطالعه نشان می دهد.

در تحیقات اخیر در سطح دنیا برای بررسی کارایی درسطح ضعیف از روشـهای نسـبت واریـانس پارمتریـک کـه توسـط لـو ومکیلانـی[۳۳] درسـال ۱۹۸۸ وچـو ودنینـگ[۳۴] درسال۱۹۹۳وروشهای غیرپارامتریکی که توسط رایت[۳۵] درسال۲۰۰۰مطرح شدند اسـتفاده می کنند. مثل بررسی کارایی بازار ارز اروپا بین بازه زمـانی ژانویـه ۹۹تـا جـولای ۲۰۰۸ و بازار سهام تایوان ازسال ۱۹۹۰تا۲۰۰۶ و بازار سهام آمریکای جنوبی.

۳- روش شناسی تحقیق

فرضیه ای که در این تحقیق آزمون خواهد شد عبارت است از اینکه «تغییـرات پـی در پی لگاریتم قیمت سهام از یکدیگر مستقل هستند» که همان فرضـیه گـام تصـادفی اسـت.

پس برای آزمون این فرضیه از آزمون هایی که فرضیه گـام تصـادفی را مـی آزماینـد، بایـد استفاده شود که بسته به نرمال بودن یا نبودن سری زمانی مورد بررسی از روشهای متفاوتی استفاده می شود که دراین تحقیق از آزمون نسبت واریانس که در زمره قویترین آزمون هـا برای آزمون فرضیه گام تصادفی است و امروزه کاربرد زیادی دارد، استفاده مـی شـود. لـو و مکیلانی در یکی از تحقیقات خود[۳۶] با استفاده از شبیه سازی مونت کارلو به مقایسه قـدرت آزمون نسبت واریانس با سایر آزمون های دیگری که جهت آزمون فرضیه گام تصادفی بکـار می روند پرداختند و نتیجه گرفتند که قدرت آزمون نسبت واریانس و انعطاف پذیری آن از سایر آزمون ها بیشتر است. در ذیل به معرفی آزمون نسـبت واریـانس بـرای آزمـون وجـود کارایی اطلاعاتی می پردازیم. در ادامه به معرفی برخی روشهای ناپارامتریک که می توان در جهت تخمین واریانس ناهمسانی از آنها بهره جست، می پردازیم.

۳-۱- آزمون نسبت واریانس

آزمون نسبت واریانس برای آزمون فرضیه گام تصادفی توسط لو ومکیلانی درسال۱۹۸۸ مطرح شد. لو ومکیلانی بیان کردند اگر واریانس بازدهی سهام با فاصله زمانی **k** واحد زمان(برحسب روز، هفته یا ماه $(K \geq 2)$)، **k** برابر بازدهی سهام با فاصـله زمـانی ۱واحـد زمـان باشد فرضیه گام تصادفی پذیرفته می شود. (زیرا اگر بازده های سهام از هم مسـتقل باشـند آنگاه باید واریانس آنها یک تابع خطی از فاصله زمانی که بازده در آن محاسبه شـده اسـت، باشد). به عبارتی دیگر، اگر واریانس تغیرات با فاصـله زمـانی **k** لگـاریتم قیمـت هـا،**k** برابـر واریانس تغییرات متوالی لگاریتم قیمت ها ($X_t - X_{t-K}$) باشد فرضیه گام تصادفی تاییـد می شود .

نسبت واریانس بصورت زیرتعریف می شود:

$$VR(K) = \hat{\sigma}^2(k) / \hat{\sigma}^2(1) \qquad (۱-۳)$$

که در اینجا $\sigma^2(K)$ ،$1/k$ واریانس $X_t - X_{t-k}$ است.

$$VR(k) = \frac{Var(x_t + x_{t-1} + ... + x_{t-k+1}) / k}{Var(x_t)} \qquad (۲-۳)$$

برای سری زمانی بازده های سهام مورد مطالعه که شامل **T** دوره است، نسبت واریـانس بصورت زیر بدست می آید

$$\hat{VR}(k)=\frac{\hat{\sigma^2}(k)}{\hat{\sigma^2}(1)} \qquad (۳-۳)$$

(۴-۳)

$$\hat{\sigma^2}(k)=\frac{1}{k(T-k+1)(1-k/T)}\sum_{k}^{T}(x_t+x_{t-1}+.....+x_{t-k+1}-k\hat{\mu})^2$$

$$\hat{\sigma}^2(1)=\frac{1}{T-1}\sum_{1}^{T}(x_t-\hat{\mu})^2 \qquad (۵-۳)$$

$$\hat{\mu}=\frac{1}{T}\sum_{1}^{T}x_t \qquad (۶-۳)$$

از آنجا که زمانی نظریه گام تصادفی پذیرفته می شود که نسبت واریانس به ازای تمامی **k**ها برابر یک باشد

بر این اساس فرض صفر (H_0) عبارت است از :

نسبت واریانس به ازای تمام **k**ها برابر یک است

$$VR(K_i)=1 \qquad for=1,2,3,...,m.$$

و (H_1) عبارت است از :

حداقل به ازای یکی از**k**ها نسبت واریانس یک نیست.

برای آزمون این فرض از آزمون نرمال استاندارد استفاده می شود .

آماره آزمون بافرض هم واریانسی[۳۷] سری زمانی، بصورت زیر تعریف می شود:

$$Z_1(k)=\frac{\sqrt{T}(\hat{VR}(k)-1)}{\sqrt{\frac{2(2k-1)(k-1)}{3k}}}\rightarrow N(0,1) \qquad (۷-۳)$$

که $Z_1(K)$ دارای توزیع نرمال بامیانگین صفر واریانس یک است.

اگر سری زمانی مورد مطالعه در طول زمان دارای واریانس ناهمسانی سازگار باشد[۳۸] از آماره آزمون $Z_2(K)$ استفاده می شود

(۸-۳)

$$Z_2(k)=\sqrt{T}\left(\hat{VR}-1\right)\left(\sum_{j=1}^{k-1}\left[\frac{2(k-j)}{k}\right]^2\delta_j\right)^{-0.5},$$

$$\delta_j=T\left\{\sum_{t=j+1}^{T}\left(x_t-\hat{\mu}\right)^2\left(x_{t-j}-\hat{\mu}\right)^2\right\}/\left\{\sum_{t=1}^{T}\left(x_t-\hat{\mu}\right)^2\right\}^2$$

$Z_2(K)$ نیز دارای توزیع نرمال استاندارد است.

ایراد روش لو و مکیلانی این است که چون برای چند **k**، آزمون فوق صورت می گیرد(بعبارتی دیگر می توان گفت که فرض صفر که در بالا گفته شد از چند فرض صفر که هر یک از آنها برای یک**K**است تشکیل شده) با خطای نوع اول بزرگی مواجه می شویم و نمی توانیم به نتیجه آزمون زیاد اطمینان کنیم. برای حل این مشکل در سال ۱۹۹۳ چو و دنینگ آزمون نسبت واریانس چندگانه را مطرح کردند.

۳-۳-آزمون نسبت واریانس چندگانه

در این آزمون آماره آزمون بافرض هم واریانسی سری زمانی بصورت زیر تعریف می شود:

$$Z_1^*(m)=\max_{1\le i\le m}\left|Z_1(k_i)\right| \qquad (۹-۳)$$

با این فرض که سری زمانی مورد مطالعه در طول زمان دارای واریانس ناهمسان سازگاری باشد.

$$Z_2^*(m)=\max_{1\le i\le m}\left|Z_2(k_i)\right| \qquad (۱۰-۳)$$

آماره های آزمون Z_1^*، Z_2^* از توزیع SSM[۳۹] با **m** و**T**درجه آزادی پیروی می کنند. اگر Z_1^* یا Z_2^* مقادیری بزرگتراز مقدار $SSM(\alpha,m,T)$ باشد با سطح اطمینان

1-α فرض صفر رد می شود. امااگر اندازه نمونه بقـدرکافی بـزرگ باشـد مـی تـوان گفـت فرضیه صفر در سطح اطمینان **1-α** رد می شود.

این دو آزمون نسبت واریانسی که تا ایجا گفته شدند آزمونهای آماری پارامتریک بودنـد در نتیجه برای انجام این آزمون ها داده ها باید دارای توزیع نرمـال باشـند، یعنـی تغییـرات متوالی لگاریتم قیمت های سهام توزیع نرمال داشته باشند. اگر توزیع نرمال نداشـته باشـند باید از آزمونها غیر پارامتریک استفاده کرد که در ادامـه بـه دو آزمـون غیـر پـارامترک مـی پردازیم.

۳-۴-آزمون های نسبت واریانس غیر پارامتریک[۴۰]

رایت درسال ۲۰۰۰ آزمون هـای **Rank,sign-Based**را مطـرح کردکـه دارای دومزیـت هستند. اولابرای انجام این آزمون ها دیگر نیازی به تقریب های مجـانبی نیسـت وثانیـا اگـر داده ها به شدت غیر نرمال باشند این آزمون ها نسـبت بـه سـایر آزمـون هـا قـویتر وقابـل اطمینان تر هستند.

۳-۴-۱-آزمون نسبت واریانس*Rank-Based*

دراین آزمون در ابتدابازدهی ها رتبه بندی می شوند .فرض کنیدx_t یک سری زمـانی از بازده های سهام به تعداد**T**است: $(X_t = X_t - X_{t-1})$

اگر $r(x_t)$ رتبه x_t باشد، داریم:

(۱۱-۳)

$$r_{1t} = \frac{\left(r(x_t) - \frac{T+1}{2}\right)}{\sqrt{\frac{(T-1)(T+1)}{12}}}$$

سری r_{1t} یک تبدیل خطی ساده از رتبه ها می باشـند کـه اسـتاندارد شـده انـد وداری میانگین صفر و واریانس یک هستند.

آماره آزمون در اینجا عبارت است از:

(۱۲-۳)

$$R_1(k)=\left(\frac{\sum_{k+1}^{T}(r_{1t}+r_{1t-1}+\ldots\ldots+r_{1t-k+1})^2}{k\sum_{1}^{T}r_t^2}-1\right)\left(\frac{2(2k-1)(k-1)}{3kT}\right)^{-0.5}$$

که در اینجا رتبه ها (**r_{1t}**ها) جای بازدهی ها(**x_t**ها)در $Z_1(K)$ قرارمی گیـرد و **R_1**نیـز معادل **Z_1**خواهد بود ودارای توزیع نرمال استاندارد است.

۳-۴-۲-آزمون نسبت واریانس*Sign-Based*

دراین آزمون علامت بازدهی ها اهمیت داشته و مورد استفاده قرار می گیرنـد. رایـت در اینجا **S_t** را به این صورت تعریف کرد که اگر بازده مثبت باشد **St** برابر یک واگر منفی باشد، **S_t** منفی یک می شود. سری**S_t** دارای میانگین صفر و واریانس یک هستند.

از آماره آزمون زیر در این آزمون استفاده می شود:

(۱۳-۳)

$$S_1(k)=\left(\frac{\sum_{k+1}^{T}(s_t+s_{t-1}+\ldots\ldots+s_{t-k+1})^2}{k\sum_{1}^{T}s_t^2}-1\right)\left(\frac{2(2k-1)(k-1)}{3kT}\right)^{-0.5}$$

در اینجا **s_t**ها جای X_t های**$Z_1(K)$**قرارگرفتـه و**S_1**معـادل **Z_1**اسـت، پـس**S1** هـم توزیـع نرمال استاندارد دارد . رایت با بهره گیری از پیشنهاد چو و دنینگ، آزمون نسـبت واریـانس چندگانه را مطرح کرد که درآزمون فوق با از آماره آزمون $ZR(m)$و $ZS(m)$ استفاده مـی شود.

$$ZR(m)=MAX\left|R_1(K_i)\right|,\qquad 1\langle i\langle m \qquad (۱۴-۳)$$

(۱۵-۳)

$$ZS(m)=MAX\left|S_1(K_i)\right|,\qquad 1\langle i\langle m$$

که در اینجا نیز $ZR(m)$و $ZS(m)$از توزیع $SSM(m,T)$ پیروی می کنند.

۳-۵- آزمون نرمال بودن سری زمانی

در کارهای تجربی ابتدا از آزمون کولموگرف اسمیرنف[۴۱] برای آزمون فرضیه که تغییرات پی درپی لگاریتم شاخص های کل بازار دارای توزیع نرمال هستند استفاده مـی شـود. اگـر این فرضیه پذیرفته شود برای آزمون فرضیه فرعی تحقیق از آزمـون هـای نسـبت واریـانس پارامتریک می توان استفاده کرد وگرنه باید از آزمون های نسبت واریـانس غیـر پارامتریـک استفاده شود.

۳-۵-۱- آزمون کولموگرف – اسمیرنف

این آزمون برای مشخص کردن نوع توزیع داده ها استفاده می شـود . بـرای انجـام ایـن آزمون از آماره **D** استفاده می شود.

$$D = MAX_{1\langle i\langle N}\left|F(X_i) - G(X_i)\right| \qquad (۱۶-۳)$$

کـه $F(X)$ تـابع توزیـع تجمعـی **X** و $G(X)$ تـابع توزیـع تجمعـی تجربـی **X**اسـت اگـر $(X_1.....X_n)$. $F(X)$ بـه ترتیـب صـعودی مرتـب شـده باشـند $G(X)$برابـر i/Nاست. پس به ازای کمترین **X**تابع $G(X)$برابر $1/N$وبه ازای بیشترین**X**یک میشـود. در این تحقیق داریم:

(۱۷-۳)

$$\mathrm{Y}_i = \log \mathrm{P}_i - \log \mathrm{P}_{i-1}$$

P ارزش شاخص کل بازار بورس اوراق بهادار تهران است که نرمال بـودن توزیـع **Y**هـارا می خواهیم بیازماییم. برای این کار ابتدا **Y**ها استاندارد می کنیم وسپس نرمـال اسـتاندارد بودن مقادیر استاندارد شده را می آزماییم.

$$Z_i = \frac{Y_i - \overline{Y}}{S} \qquad (۱۸-۳)$$

$\overline{Y}$: میانگین **Y**ها , **S** : انحراف معیار **Y**ها

(۱۹-۳)

$$D = MAX_{1\langle i\langle N}\left|F(Z_i) - G(Z_i)\right|$$

فرضیه صفر(H_0): Z_i ها دارای توزیع نرمال استاندارد هستند که معادل **Yi**ها دارای توزیع نرمال هستند .اگر **D** بزرگتر از مقدار درون جدول کولموگرف –اسمیرنف باشد در سطح اطمینان α-**1**فرض صفر رد می شود. بعد از این مرحله ، آزمون های نسبت واریانس برای آزمون فرضیه فرعی تحقیق انجام می شوند.

۴- نتایج تجربی تحقیق

۴-۱- آزمون وجود تأثیر روزهای هفته[۴۲]

اولین نکته ای که بایستی بررسی گردد این است که آیا استفاده از داده های روزانه بهتر است یا استفاده از قیمت های هفتگی ارجحیت دارد. برای آزمون وجود یا عدم وجود اثر روزهای هفته در بازار سهام تهران، بازدهی هر روز کاری هفته را محاسبه کرده و سپس یک معادله رگرسیون روی متغیرهای موهومی بصورت زیر تشکیل می دهیم.

$$Y_t = \alpha + \beta_1 Sat + \beta_2 Sun + \beta_3 Mon + \beta_4 Tue + \varepsilon_t \qquad (۱-۴)$$

که در آن Y_t بیانگر بازدهی روزانه سهام در روز **t** می باشد. α نیز عرض از مبدا می باشد و β_1،β_2،β_3 و β_4 نیز به ترتیب، ضرایب متغیرهای موهومی برای روزهای شنبه، یکشنبه ، دوشنبه و سه شنبه می باشند. متغیرهای موهومی بگونه ای تعریف شده اند که برای روزهای مربوط به متغیر موهومی مربوطه عدد ۱ و برای بقیه روزها عدد صفر در نظر گرفته می شود. ε_t جزء خطای این رگرسیون است. در معادله (۱) و طبق روش حداقل مربعات معمولی[۴۳] جزء عرض از مبدا بیانگر بازدهی متوسط برای روز چهارشنبه است و β_iها نشاندهنده بازدهی مازاد روز **i** ام نسبت به روز چهارشنبه است. نحوه تصمیم گیری در خصوص وجود یا عدم وجود اثرات روزهای هفته بدین صورت است که در صورت معنی داری ضرایب متغیرهای موهومی می توان نتیجه گیری کرد که هر روز خاص دارای بازدهی های متفاوت و معنی داری از آخرین روز هفته(چهارشنبه) می باشد. ولی در صورت عدم معنی داری ضرایب متغیرهای موهومی، می توان بجای لحاظ سری زمانی روزانه بازدهی سهام، از بازدهی یک روز خاص(مثلاً چهارشنبه) به عنوان شاخص بازدهی هفتگی در بررسی های خود استفاده کرد.[۴۴]

برای تخمین معادله (۴-۲۰) از نرم افزار **Eviews** استفاده کرده و نتایج حاصل بصورت زیر می باشد:

جدول(۴-۱): نتایج تخمین رگرسیونی معادله(۴-۱)

Estimation Equation:

==========

DAILYRETURN = C(1) + C(2)*DSAT + C(3)*DSUN + C(4)*DMON + C(5)*DTUE

Substituted Coefficients:

==========

DAILYRETURN = 0.02592427852 + 0.02522335247*DSAT + 0.05848160168*DSUN - 0.1173642194*DMON - 0.05860799265*DTUE

در خصوص وجود یا عدم وجود اثرات روزانه بازدهی سهام بایستی به معنی داری یا عدم معنی داری ضرایب بدست آمده توجه کرد. جدول زیر برخی اطلاعات لازم در این خصوص را ارائه می کند.

جدول(۴-۲): نتایج تخمین و آزمون معنی داری معادله(۴-۱) به روش حداقل مربعات معمولی

Dependent Variable: DAILYRETURN
Method: Least Squares
Date: 01/11/10 Time: 10:06
Sample: 2 1377
Included observations: 1376 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std Error	t-Statistic	Prob.
C	0.025924	0.032970	0.786299	0.4318
DSAT	0.025223	0.032970	0.541462	0.5883
DSUN	0.058482	0.046291	1.263342	0.2067
DMON	- 0.117364	0.046373	- 2.530849	0.0115
DTUE	-0.058608	0.046373	- 1.263826	0.2065

R-squared	0.013240	Mean dependent Var	0.007343
Adjusted R-squared	0.010361	S.D dependent Var	0.545589
S.E. of regression	0.542755	Akaike info criterion	1.619309
Sum squared resid	403.8731	Schwarz criterion	1.638302
Log likelihood	-1109.085	F-statistic	4.599015
Durbin-Watson stat	1.341553	Prob(F-statistic)	0.001084

همانطور که از نتایج تخمین فوق ملاحظه می شود این معادله در کل به دلیل عدم معنی داری تقریباً همه ضرایب موجود و ضریب تعیین پایین برازش معنی داری نیست و

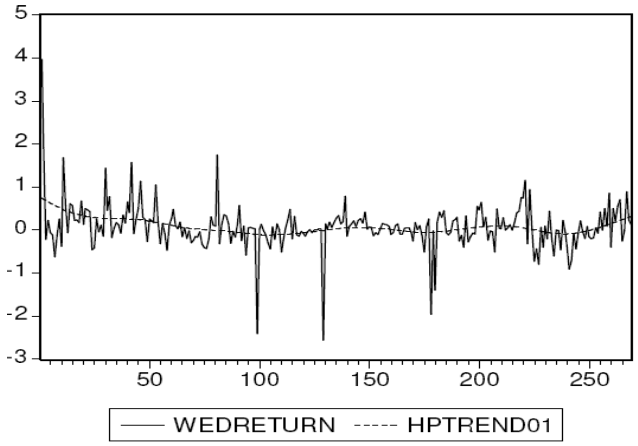
لذا با این نتایج می توان نتیجه گیری کرد که در بازار سهام تهران اثرات روزهای هفته آنچنان مطرح نیست و می توان یک روز خاص را به عنوان شاخص مناسبی برای انعکاس بازدهی هفتگی قیمت سهام در نظر گرفت. بر طبق یافته های این بخش ، در تحقیق حاضر از نرخ های بازدهی روز چهارشنبه هر هفته به عنوان تقریبی برای بازدهی هفتگی استفاده شده است و در ادامه با بررسی ویژگی های آماری این سری زمانی، به آزمون وجود کارایی اطلاعاتی ضعیف در بازار سهام تهران خواهیم پرداخت.

۴-۲- ویژگی های آماری داده ها

هدف نهایی تحقیق آزمون کارایی ضعیف در بازار سهام است، اما روش و نوع ابزاری که برای دستیابی به این هدف باید انتخاب شود، بستگی مستقیم به نوع توزیع سری زمانی مورد مطالعه دارد. بطوریکه اگر توزیع نرمال بود، روشهای پارامتریکی نظیر نسبت واریانس قابل محاسبه است ولی اگر نرمال بودن داده ها به شدت نفی شود، در اینصورت بایستی به برخی روشهای ناپارامتریک متوسل شویم تا بتوانیم به فرضیه های تحقیق جواب دهیم.

نمودار زیر روند متغیر بازدهی قیمت سهام و منحنی روند بلندمدت آن را طی دوره مورد بررسی نشان می دهد. ملاحظه می شود که به غیر از چندین مورد نادر که در آن هفته بازدهی سهام تغییرات بالایی را نشان داده است، بازده هفتگی بازار سهام تهران در عمده موارد نوسانات حول یک مقدار مشخص و بلندمدت را داشته است. در نمودار زیر خط منحنی بلندمدت(روند) توسط روش فیلتر هردیک-پروسکات رسم شده است.

شکل(۴-۳): بازده سهام بازار تهران و منحنی روند آن



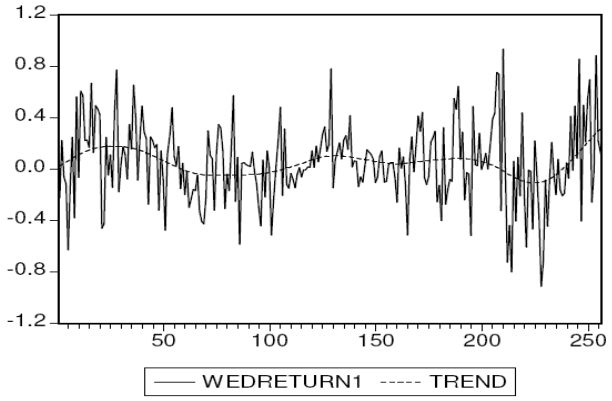
جدول زیر پراکندگی مشاهدات در دوره مورد بررسی را نشان می دهد. همانطور که ملاحظه می شود تمرکز اصلی داده ها بین مقادیر مثبت و منفی یک می باشد و تنها سیزده هفته از کل ۲۶۹ هفته مورد بررسی، شاهد مشاهدات پرت بوده ایم که کمتر از پنج درصد کل مشاهدات می باشد. در ضمن این مشاهدات در فاصله ای دورتر از سه انحراف معیار اطراف میانگین می باشد که از نظر آماری عدم لحاظ آنها در تحلیل ها مشکی ندارد.

جدول(۴-۴): پراکندگی داده های بازدهی سهام و مشخصات آماری هر طبقه

WEDRETUR	Count	Mean	Std. Dev.	Std. Err. of Mean
[-3, -2)	2	-2.489211	0.106063	0.074998
[-2, -1)	2	-1.684260	0.399733	0.282654
[-1, 0)	110	-0.218225	0.192401	0.018345
[0, 1)	146	0.247135	0.212847	0.017615
[1, 2)	8	1.457600	0.320949	0.113472
[3, 4)	1	3.964598	NA	NA
All	269	0.071953	0.529149	0.032263

بنابراین برای اینکه بتوان نتایج مدل را از این مشاهدات پرت مستقل کرد و روند حاکم بر بازار را بررسی کرد، این مشاهدات را از مدل خارج می کنیم تا نتایج تحقیق را تحت تأثیر خود قرار ندهند. نمودار زیر نشاندهنده روند تغییرات متغیر بازدهی سهام می باشد که در آن برخی از مشاهدات خیلی پرت حذف شده اند.

شکل(۴-۵): بازده سهام بازار تهران و منحنی روند آن(بعد از حذف برخی مشاهدات دور)



جدول زیر مشخصات آماری و توصیفی سری فوق را نشان می دهد. همانطور که ملاحظه می شود، طبق آزمون کولوموگرف-اسمیرنف، سری متغیر بازده هفتگی قیمت سهام بازار تهران در سطح معنی داری بالایی نرمال می باشد. به عبارت دیگر، سطح معنی داری آماره آزمون کولوموگرف-اسمیرنف برابر با ۰/۸۸ می باشد که این عدد به معنی پذیرش فرضیه صفر این آزمون مبنی بر نرمال بودن سری زمانی مورد بررسی می باشد.

با نرمال بودن سری زمانی بازده قیمت سهام، می توان نتیجه گیری کرد که استفاده از روشهای پارامتریک برای تخمین سایر خصیصه های این سری یا استفاده از آن در تخمین مدل های مختلف بلامانع می باشد و نتایج بدست آمده از قوت آماری برخوردار است.

جدول(۴-۶): مشخصات آماری سری زمانی مورد بررسی و آزمون نرمال بودن آن

			Statistic	Std. Error
a	Mean		.04717587205	.019249789520
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	.00926705809	
		Upper Bound	.08508468602	
	5% Trimmed Mean		.04558470200	
	Median		.03886842100	
	Variance		.095	
	Std. Deviation		.307996632313	
	Minimum		-.913439042	
	Maximum		.932217140	
	Range		1.845656182	
	Interquartile Range		.349185554	
	Skewness		.065	.152
	Kurtosis		.599	.303

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		a
N		256
Normal Parameters[a,b]	Mean	.04717587205
	Std. Deviation	.307996632313
Most Extreme Differences	Absolute	.055
	Positive	.055
	Negative	-.043
Kolmogorov-Smirnov Z		.885
Asymp. Sig. (2-tailed)		.414

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

۴-۳- آزمون های کشف همسانی یا ناهمسانی واریانس

در مدل های اقتصاد سنجی مرسوم فرض بر آن است که واریانس نمونه در کل دوره مورد بررسی ثابت است. به عبارتی دیگر، واریانس همسانی داریم. از سوی دیگر، ملاحظه می شود که برخی سری های زمانی اقتصادی در دوره هایی با نوسانات زیادی همراه هستند و متعاقب آن دوره هایی تغییرات اندک را پشت سر می گذارند. تحت این شرایط فرض وجود واریانس ثابت یا واریانس همسانی معقول نخواهد بود.[۴۵]

البته ماهیت واریانس ناهمسانی بیشتر در داده های مقطعی مشاهده می شود. به عنوان نمونه، برخی مطالعات در خصوص داده های درآمد خانوارها در یک مقطع مشخص نشان داده اند که درآمد افراد در گروههای مختلف به شدت دارای واریانس های متفاوت است. در واقع در داده های مقطعی که شامل واحدهای گوناگون است، ناهمسانی یک اصل است تا یک استثا. اما در داده های سری زمانی، موضوع واریانس ناهمسان چندان معمول نیست و اکثراً بصورت یک استثنا است تا یک اصل.

برای تشخیص وجود یا عـدم وجـود واریـانس ناهمسـانی در یـک سـری داده روشـهای مختلفی مطرح است. از جمله روش ترسیمی، آزمون گلچسـر، آزمـون گلدفلـد-کوانـت و .... نمونه هایی از این آزمونها می باشند. منتها اکثر این آزمون ها بر بررسـی پسـماندهای یـک معادله رگرسیونی تأکید دارند و در حقیقت سری پسماندها را مورد تجزیه تحلیل قـرار مـی دهند. یک روش قوی که بتواند وجود یا عدم وجـود واریـانس ناهمسـانی را در یـک سـری زمانی متغیر مالی مثل بازدهی سهام نشان دهد، بررسی وجود اثرات $ARCH$ مـی باشـد. این روش که به بررسی وجود یا عدم وجود واریانس ناهمسانی شـرطی در طـول زمـان مـی پردازد بیشتر در داده های سری زمانی متغیرهای مالی بررسی مـی شـود کـه در ذیـل بـه بررسی مختصر این روش می پردازیم.

۴-۴- مدل واریانس ناهمسانی شرطی دارای الگوی اتورگرسیو ($ARCH$ [۴۶])

انگل(۱۹۷۲)[۴۷] نشان داد که بر خلاف روشهای معمول تشخیص واریـانس ناهمسـانی و به جای انتخاب دنباله های متعدد و یا تبدیل داده ها، می توان سری زمانی مورد بررسـی را بصورت تکی مورد آزمون قرار داد. روش وی بدین صورت است که ابتدا سـری زمـانی را بـه توان دو می رساند و سپس سـطح متغیـر جدیـد را در زمـان جـاری روی عـرض از مبـدا و مقادیر با وقفه آن رگرس می کند. در صورتی که سری زمـانی میـانگین نزدیکـی بـه صـفر داشته باشد، توان دوم متغیر به عنوان برآوردی از واریـانس آن مـی باشـد و لـذا اگـر مـدل تخمین زده شده از لحاظ آماری معنی دار نبود، در این صورت فرضـیه مبنـی بـر همسـانی واریانس پذیرفته می شود. به عبارتی دیگر، اگر واریانس در زمان حـال تـابعی از مقـادیر آن در گذشته نباشد و خودهمبستگی بین مقـادیر حـال و بـا وقفـه معنـی دار نباشـد، در ایـن صورت می توان فرضیه همسانی واریانس را پذیرفت. البته ذکر این نکته ضروری اسـت کـه در تحقیق حاضر به دلیل اینکه توزیع بازده قیمت سهام در سطح معنی داری بالایی نرمـال است، و از آنجا که در هر توزیع نرمال فرض بر ثبات واریانس می باشد، لـذا بررسـی کنـونی بیشتر به بررسی کوواریانس و خودهمبستگی واریانس در طول زمان اشاره دارد. بـه عبـارت بهتر، مدل آزمون فوق به بررسی واریانس شرطی می پردازد نه واریـانس معمـولی. بهتـرین

ابزار اقتصادسنجی برای مشاهده این موضوع نمودار همبستگی نگار[۴۸] می باشد که توسط نرم افزار اقتصادسنجی **Eviews** قابل محاسبه است. اگر سری زمانی **Y** را در نظر بگیریم که دارای میانگین صفر می باشد، در این صورت با تخمین معادله رگرسیونی زیر می توان در خصوص معنی داری مدل و آزمون فرضیه همسانی واریانس شرطی قضاوت کرد.

(۲-۴)

$$Y_t = \beta_0 + \beta_{1Y_{t-1}} + ... + \beta_{k-1} Y_{t-(k-1)} + \Phi Y_{t-k} + e_t$$

خودهمبستگی سری زمانی توان دوم بازده سهام (**Y**) بین زمان حال و وقفه **K**ام از فرمول زیر محاسبه می شود.

(۳-۴)

$$\tau_k = \frac{\sum_{t=k+1}^{T} (Y_t - \overline{Y})(Y_{t-k} - \overline{Y})}{\sum_{t=1}^{T} (Y_t - \overline{Y})^2}$$

در نمودار همبستگی نگارعلاوه بر خودهمبستگی معمولی، خودهمبستگی جزئی نیز محاسبه می شود. خود همبستگی جزئی وقفه **K**ام دقیقاً برابر با ضریب متغیر Y_{t-k} در معادله فوق می باشدکه با نماد β_k نشان داده شده است. نمودار همبستگی نگار هر دوی این خودهمبستگی ها را محاسبه کرده و نشان می دهد. در این روش، برای آزمون معنی داری یا عدم معنی داری این ضرایب از آماره آزمون **Q**[۴۹] استفاده می شود و در نمودار رسم شده، فاصله اطمینان ۹۵ درصدی با نقطه چین مشخص می شود. دو ستون آخر گزارش شده در نمودار همبستگی نگار مقدار آماره آزمون **Q** و ارزش احتمال[۵۰] (حد معنی داری) می باشند. فرضیه صفر هر آزمون **Q** در وقفه **k** ام این است که خودهمبستگی تا وقفه **k** وجود ندارد و بر اساس فرمول زیر محاسبه می شود. (**T** تعداد مشاهدات است.)

$$Q_{LB} = T(T+2)\sum_{j=1}^{k} \frac{T_j^2}{t-j} \qquad (۴-۴)$$

از آنجاییکه در بازار سهام یک بازدهی متوسطی در طول زمان وجود دارد، لذا جهت بررسی و آزمون وجود اثرات $ARCH$ در سری زمانی بازدهی سهام بورس تهران، گامهای زیر را برمی داریم:

۱- بازدهی سهام بازار بورس تهران را به عنوان متغیر وابسته روی عرض از مبدا(متوسط بازدهی) رگرس می کنیم.

۲- باقیمانده های حاصل از رگرسیون فوق را تحت آزمون *ARCH* مورد بررسی قرار می دهیم که آیا در بین این داده ها واریانس ناهمسانی شرطی وجود دارد یا نه؟

جدول (۴-۷) نتایج تخمین مرحله اول را نشان می دهد. همانطور که قبلاً ذکر شد، مقدار عرض از مبدا تخمین زده شده بیانگر میانگین بازدهی می باشد.

جدول (۴-۷) نتایج تخمین

Dependent Variable: WEDRETURN
Method: Least Squares
Date:02/11/10 Time:06:06
Sample:1 256
Included observations:258

Variable	Coefficient	Std.Error	t-Statistic	Prob.
C	0.047176	0.019250	2.450721	0.0149

R-squared	0.000000	Mean dependent Var	0.047176
Adjusted R-squared	0.000000	S.D.dependent Var	0.307997
S.E. of regression	0.307997	Akaike info criterion	0.486443
Sum squared resid	24.18979	Schwarz criterion	0.500291
Log likelihood	-61.26468	Durbin-Watson stat	1.570709

حال با استفاده از ضریب لاگرانژ به آزمون وجود اثرات *ARCH* در مدل فوق می پردازیم. تحت این آزمون، فرضیه صفر برابر با عدم وجود اثرات *ARCH* می باشد (واریانس همسانی) و فرضیه مقابل حاکی از وجود اثرات *ARCH* (واریانس ناهمسانی شرطی) در سری زمانی مورد بررسی می باشد. جدول (۴-۸) نتایج این آزمون را نشان می دهد. طبق نتایج جدول ذیل، بنابر بر هر دو آزمون **F** و وایت (آزمون دومی) فرضیه صفر در سطح اطمینان بالای ۹۵ درصد رد می شود و لذا طبق انتظاری که از سری های زمانی مالی می رود، در سری زمانی بازدهی سهام نیز اثرات واریانس ناهمسانی شرطی وجود دارد. بدین معنا که واریانس زمان حال تابعی از واریانس دوره های گذشته نیز می باشد و تغییرات نرخ بازده کنونی بر تغییرات آن در دوره های بعد نیز اثرگذار است.

جدول(۴-۸)

ARCH Test:

F-statistic	5.158550	Probability	0.023973
Obs*R-squared	5.095435	Probability	0.023989

Test Equation:
Dependent Variable: RESID^2
Method: Least Squares
Date: 02/11/10 Time: 06:34
Sample(adjusted): 2 256
Included observations: 255 after adjusting endpoints

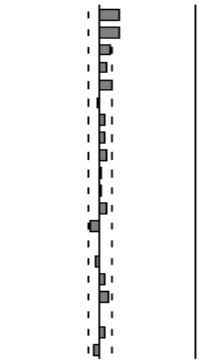
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.081157	0.011131	7.291268	0.0000
RESID^2(-1)	0.141450	0.062279	2.271244	0.0240

R-squared	0.019982	Mean dependent var	0.094573
Adjusted R-squared	0.016109	S.D. dependent var	0.151880
S.E. of regression	0.150652	Akaike info criterion	-0.939873
Sum squared resid	5.742112	Schwarz criterion	-0.912098
Log likelihood	121.8338	F-statistic	5.158550
Durbin-Watson stat	2.047251	Prob(F-statistic)	0.023973

نمودار (۴-۹) نتایج کولوروگرام رسم شده باقیمانده های مدل فوق ($\hat{U}$) را نشان می دهد. همانطور که ملاحظه می شود اولاً نمودار تا وقفه بیستم رسم شده است. دوماً اینکه همه آماره ها و ارزش احتمال ها نشان می دهند که در سطح اطمینان ۹۵ درصد و حتی ۹۹ درصد نه تنها همبستگی جزئی بلکه همبستگی معمولی نیز بین مقادیر متغیر مورد بررسی در زمان حال و وقفه هایش معنی دار است و لذا فرضیه مبنی صفر مبنی بر عدم وجود واریانس ناهمسانی شرطی را با اطمینان ۹۵ درصد رد می کنیم که این نتیجه گیری تأییدی است بر نتایج آزمون های قسمت قبل که وجود اثرات $ARCH$ را تأیید کردند. با توجه به وجود واریانس ناهمسانی شرطی سری زمانی بازدهی سهام، حال در قسمت بعد به محاسبه و آزمون فرضیه اصلی تحقیق مبنی بر وجود کارایی ضعیف در بازار بورس تهران می پردازیم.

جدول(۴-۹): نمودار کولوروگرام و آماره آزمون Q-statistics جهت آزمون وجود یا عدم وجود خودهمبستگی در سری Y

Date: 02/11/10 Time: 06:49
Sample: 1 256
Included observations: 256



Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.213	0.213	11.754	0.001
		2	0.213	0.176	23.594	0.000
		3	0.117	0.046	27.170	0.000
		4	0.067	0.002	28.354	0.000
		5	0.130	0.096	32.790	0.000
		6	-0.026	-0.087	32.973	0.000
		7	0.048	0.027	33.597	0.000
		8	0.056	0.054	34.423	0.000
		9	0.090	0.069	36.589	0.000
		10	0.014	-0.048	36.643	0.000
		11	0.011	-0.004	36.676	0.000
		12	0.068	0.057	37.925	0.000
		13	-0.103	-0.146	40.786	0.000
		14	0.005	0.018	40.792	0.000
		15	-0.043	0.003	41.306	0.000
		16	0.054	0.071	42.099	0.000
		17	0.105	0.084	45.137	0.000
		18	0.006	-0.016	45.146	0.000
		19	0.049	-0.007	45.818	0.001
		20	-0.056	-0.085	46.706	0.001

۴-۵- محاسبه نسبت واریانس و آزمون فرضیه تحقیق

جدول (۴-۱۰) نتایج حاصل از تخمین نسبت واریانس برای وقفه های مختلف می باشد. ستون اول تعداد مشاهدات مدل را نشان می دهد. ستون دوم تعداد وقفه های لحاظ شده در معادله نسبت واریانس را نشان می دهد. ستون سوم، نسبت واریانس را برای وقفه های متعدد(از ۱ تا ۵۰) محاسبه کرده است. ستون چهارم، آماره آزمون استاندارد $\mathbf{Z_2}$ را محاسبه می کند و بالاخره ستون آخر، ارزش احتمال(**p-Value**) مقادیر نسبت واریانس محاسبه شده را نشان می دهند.

همانطور که در قسمت روش تحقیق بیان شد، اگر سری زمانی مورد مطالعه در طول زمان دارای واریانس ناهمسانی سازگار باشد[۵۱] از آماره آزمون $Z_2(K)$ استفاده می شود که بصورت زیر تعریف می شود:

$$Z_2(k) = \sqrt{T}\left(\hat{VR} - 1\right)\left(\sum_{j=1}^{k-1}\left[\frac{2(k-j)}{k}\right]^2 \delta_j\right)^{-0.5},$$

$$\delta_j = T\left\{\sum_{t=j+1}^{T}\left(x_t - \hat{\mu}\right)^2\left(x_{t-j} - \hat{\mu}\right)^2\right\} / \left\{\sum_{t=1}^{T}\left(x_t - \hat{\mu}\right)^2\right\}^2 \quad (۵-۴)$$

$Z_2(K)$ نیز دارای توزیع نرمال استاندارد است.

آماره آزمون $\mathbf{Z_2}$ که دارای توزیع نرمال بوده و ارزش احتمال مربوط بدان نیز همراه با عدد نسبت واریانس مربوطه برای وقفه ۱ تا ۵۰ در جدول (۴-۸)محاسبه شده است. همانطور که نتایج تخمین نشان می دهد، نسبت واریانس های محاسبه شده از عدد ۱ کمتر می باشد منتها مقادیر آماره آزمون $\mathbf{Z_2}$ نیز همگی نزدیک صفر می با شد و مقادیر ارزش احتمال (**p-Value**) (ستون آخر) مقادیری بسیار بزرگ و نزدیک یک می باشند که همگی نشانگر پذیرش فرضیه صفر مبنی بر اینکه نسبت واریانس به ازای همه وقفه های داده شده از نظر آماری عدد یک می باشد و لذا وجود کارایی ضعیف در بورس اوراق بهادار تهران تأیید می شود.

۵- نتیجه گیری

بازار بورس یکی از بازارهای مالی می باشد که در اکثر مواقع از آن به عنوان نزدیکترین مثال به بازار رقابت کامل یاد می شود چرا که در اینگونه بازارها تعداد خریداران و فروشندگان در بیشتر اوقات زیاد می باشد و مهمتر از آن اطلاعات قیمتها بصورت آزاد بین کارگزاران مبادله می شود. بهرحال هدف این مقاله بررسی این موضوع است که آیا بازار سهام تهران نیز دارای کارایی اطلاعاتی در سطح ضعیف می باشد یا اینکه رانت های اطلاعاتی در این بازار باعث کسب سودهای غیرمتعارف در برخی سهام می شود؟ برای آزمون این موضوع از روش جدید نسبت واریانس استفاده شد و نتایج نشان داد که بازار سرمایه تهران دارای کارایی اطلاعاتی ضعیف می باشد و لذا بازاری با بازدهی های غیرمتعارف نمی باشد.

جدول(۴-۱۰): نتایج تخمین نسبت واریانس

Nr of Obs	Horizon h	VRh	test stat Zn	P-value
255.0000	2.000000	0.498977	-0.004684	0.996263
255.0000	3.000000	0.368682	-0.003959	0.996841
255.0000	4.000000	0.293382	-0.003531	0.997183
255.0000	5.000000	0.216533	-0.003343	0.997332
255.0000	6.000000	0.212778	-0.002977	0.997625
255.0000	7.000000	0.168095	-0.002854	0.997723
255.0000	8.000000	0.145740	-0.002700	0.997846
255.0000	9.000000	0.123676	-0.002581	0.997940
255.0000	10.00000	0.121160	-0.002433	0.998058
255.0000	11.00000	0.108565	-0.002336	0.998136
255.0000	12.00000	0.093057	-0.002262	0.998195
255.0000	13.00000	0.103215	-0.002138	0.998294
255.0000	14.00000	0.085951	-0.002090	0.998332
255.0000	15.00000	0.084571	-0.002015	0.998392
255.0000	16.00000	0.070814	-0.001974	0.998425
255.0000	17.00000	0.062862	-0.001925	0.998464
255.0000	18.00000	0.066764	-0.001859	0.998517
255.0000	19.00000	0.060114	-0.001818	0.998550
255.0000	20.00000	0.064373	-0.001760	0.998596
255.0000	21.00000	0.057631	-0.001727	0.998622
255.0000	22.00000	0.060645	-0.001679	0.998660
255.0000	23.00000	0.060423	-0.001640	0.998692
255.0000	24.00000	0.056959	-0.001609	0.998716
255.0000	25.00000	0.056046	-0.001576	0.998743
255.0000	26.00000	0.049618	-0.001554	0.998760
255.0000	27.00000	0.051209	-0.001521	0.998787
255.0000	28.00000	0.046040	-0.001500	0.998803
255.0000	29.00000	0.039855	-0.001482	0.998818
255.0000	30.00000	0.042991	-0.001451	0.998842
255.0000	31.00000	0.040902	-0.001429	0.998860
255.0000	32.00000	0.042311	-0.001404	0.998880
255.0000	33.00000	0.038746	-0.001386	0.998894
255.0000	34.00000	0.036480	-0.001368	0.998908
255.0000	35.00000	0.034210	-0.001351	0.998922
255.0000	36.00000	0.032696	-0.001333	0.998936
255.0000	37.00000	0.034284	-0.001312	0.998953
255.0000	38.00000	0.029110	-0.001301	0.998962
255.0000	39.00000	0.033126	-0.001278	0.998980
255.0000	40.00000	0.032072	-0.001263	0.998992
255.0000	41.00000	0.029085	-0.001251	0.999002
255.0000	42.00000	0.032728	-0.001230	0.999018
255.0000	43.00000	0.025550	-0.001225	0.999023
255.0000	44.00000	0.025440	-0.001210	0.999034
255.0000	45.00000	0.027241	-0.001194	0.999047
255.0000	46.00000	0.024983	-0.001183	0.999056
255.0000	47.00000	0.023625	-0.001172	0.999065
255.0000	48.00000	0.022948	-0.001160	0.999074
255.0000	49.00000	0.023664	-0.001147	0.999085
255.0000	50.00000	0.023762	-0.001135	0.999095

فهرست منابع

۱) جهان خانی، علی و پارسائیان، علی (۱۳۷۶)،" مدیریت سرمایه گذاری و ارزیابی اوراق بهادار"، انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

۲) درامامی، علی اصغر(۱۳۶۹) "بررسی نوسان پذیری و ریسک سهام پذیرفته شده در بورس تهران"رساله کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی دانشگاه تهران.
۳) فدایی نژاد، اسماعیل،(۱۳۷۳) "بررسی کارایی بازار بورس اوراق بهادار تهران"، رساله دکترای، دانشگاه تهران
۴) نصرالهی، زهرا (۱۳۷۱)، "تجزیه وتحلیل عملکرد بورس اوراق بهادار ایران"، رساله کارشناسی ارشد اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس.
۵) نمازی محمد و شوشتریان (۱۳۷۵) "بررسی کارایی بازار اوراق بهادار ایران "، مجله تحقیقات مالی شماره ۷و۸ .

6) Andrew W. Lo and A. Craig MacKinlay (1986), "The Size and Power of the Variance Ratio Test in Finite Samples: a Monte Carlo Investigation", Journal of Econometrics, vol. 40, pages 203-238, February.
7) 7-BELAIRE JORGE & KWAKU K OPONG(2005)," A Variance Ratio Test of the Behaviour of Some FTSE Equity Indices Using Ranks and Signs", Review of Quantitative Finance and Accounting, 24: 93–107.
8) 8-Chow, K. V. and K. C. Denning,(1993),"A Simple Multiple Variance Ratio Test", Journal of Econometrics, 58, 385-401.
9) 9-Dixon (1992),"Financial market :an introduction", London: Chapman & Hall
10) 10-Fama, Eugene. F. (1970), Efficient capital markets: A review of theory and empirical work", Journal of Finance, 25, pp. 383-417.
11) 11-Fama, Eugene. F.(1965) ,"The Behavior of Stock Price",journal of Business.
12) 12-Jeng-Hong Chen(2008), " Variance Ratio Tests Of Random Walk Hypothesis Of The Euro Exchange Rate", International Business & Economics Research Journal ,Volume 7, Number 12
13) 13-Jensen Michael C. (1978) ,"Some Anomalous Evidence Regarding Market Efficiency", Journal of Financial Economics, Vol. 6, Nos. 2/3, pp. 95- 101.
14) 14-HUMPHREY PETER & DAVID LONT (2005), " A Variance-Ratio Test of the Random Walk Hypothesis for the New Zealand Share Market:
15) 1980-2001", Pacific Accounting Review – Vol. 17, No. 2, December.
16) 15-Lo, A. W. and A. C. MacKinlay, (1988), "Stock Market Prices Do Not Follow Random Walks: Evidence from a Simple Specification Test", The Review of Financial Study 1, pp.41-66.
17) 16-Michael jenson(1978), "Som anomalous evidence regarding market efficiency", Journal of Finance, Harvard Business School.
18) 17-Tse, Y.K. and X.B. Zhang (2002), "The variance ratio test with stable paretian errors", Journal of time Series Analysis, Vol. 23, pp.117-126.

19) 18-W.beaver (1981),"Financial reporting :an accounting revolution", 3rd edition, Prentice Hall.
20) 19-Whang, Y.J., and J. Kim (2003),"A multiple variance ratio test using subsampling" , Economics Letters, Vol. 79, Issue 2, Pages 225-230
21) 20-Wright, J. H. (2000),"Alternative Variance-Ratio Tests Using Ranks and Signs", Journal of Business and Economic Statistics, Vol. 18, pp.1-9

یادداشت‌ها

3- variance ratio

[2] - Market efficiency hypothesis
[3] Fama "the behavior of stock price" 1965
[4] Michael jenson"Som anomalous evidence regarding market efficiency"1978
[5]Dixon"Financial market :an introduction" 1992
[6] W.beaver"Financial reporting :an accounting revolution"1981
[7] Information system
[8] Informational efficiancy
[9] Fama,). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work
[10] weak-form efficiency
[11] Semi-strong efficiency
[12] strong efficiency
[13] Fama(1965)
[14] DOW-JONSE
[15] Sequential corrolation
[16] Fisher(1966)
[17] Autocorrelation
[18] Richman
[19] Sharp(1964)
[20]vibratility
[21] Allen little
[22] K.wiatchovisky
[23] Richardson Pettit (1972)
[24] dividend
[25] NYSE
[26] Event study
[27] Fama "efficient capital market2"(1991)
[28] French(1988)
[29] Earning/price, dividend/price
[30] long-horizon
[31] Market model
[32] Abnormal return without regard to β model
[33] Lo and Mackinlay(1988)
[34] Chow And Denning
[35]Wright
[36] The Size and Power of the Variance Ratio Test in Finite Samples: a Monte Carlo Investigation Journal of Econometrics 40(1989).
[37]- homoscedasity
[38] -Hetroscedasity- consistent

[39] studentized maximum modulus
[40] Non-Parametric Variance Ratio Tests
[41] kolmogerof –smirnov test
[42]- Day of a week effect
[43] - Ordinary Least Square(OLS)
[44] - برای مطالعه بیشتر به مقاله Al-Khazali *et al.* (2007) رجوع شود
[45] Enders(2004)
[46] - Auto Regressive Conditional Heteroskedastic
[47] - Engle(1972)
[48] - Correlogram
[49] Q-statistics
[50] - p-value
[51]-Hetroscedasity- consistent