

## The Effectiveness of Price Limits on the Volatility of Stock Returns in Tehran's Stock Exchange

Hassan Ghalibaf Asl<sup>1\*</sup>, Somayeh Rasekh<sup>2</sup>

1. Assistant Professor of Alzahra University, Tehran, Iran

2. M.A. Student of Alzahra University, Tehran, Iran

Receive: 5/9/2011

Accept: 6/3/2013

Illogical limits of the stock prices have led to ambiguities in optimal resource allocations. Price limit prevents increase or decrease in the stock prices with respect to the predetermined prices.

There are different viewpoints on the implementation of stock price limits. The negative or positive effects of implementing stock price limits have not yet been demonstrated. Those who advocate implementation of price limits claim that these measurements can reduce price volatility while not intervening in the transactions.

On the contrary, the critics argue that price limits will make more volatility (hypothesis of volatility extension), prevent stock price to reach the balance level (hypothesis for delay in reaching real price), and also intervene in transactions through limiting the stock prices (hypothesis of intervention in transactions).

Different models and methods have so far been provided for measuring the effectiveness of price limits in different global stock exchanges; each of which is appropriate for certain conditions.

To study the delay in reaching the real price, Z binomial test was used and Wilcoxon test was applied for studying the intervention in transactions. For this purpose, 32 companies were reviewed through the current research since 2000 to 2009.

The results indicated that price limit can extend volatility and make delays in reaching the real prices. However, it does not influence on intervening the transactions.

**Keywords:** Stock exchange, Price limit, Volatility extensions, Delay in reaching the real prices, Intervention in transactions

---

\* Corresponding Author's E-mail: hassanghalibafasl@yahoo.com

# بررسی کارائی میزان حد نوسان قیمت در بازار بورس اوراق بهادار تهران

حسن قالیباف اصل<sup>۱\*</sup>، سمیه راسخ<sup>۲</sup>

۱. استادیار گروه مدیریت دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران  
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مدیریت دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران

پذیرش: ۹۱/۱۲/۱۶

دریافت: ۹۰/۶/۱۴

## چکیده

نوسان غیرمنطقی در قیمت سهام موجب ابهام در تخصیص بهینه منابع می‌شود. حد نوسان از افزایش یا کاهش قیمت سهام از سطح از پیش تعیین شده قیمت جلوگیری می‌کند. محققان درباره اعمال حد نوسان قیمت سهام نظریه‌های متفاوتی دارند و تاکنون آثار مثبت یا منفی ناشی از اعمال حد نوسان قیمت سهام به طور قطعی به اثبات نرسیده است. حامیان اعمال حد نوسان قیمت سهام ادعا می‌کنند که اعمال این محدودیت‌ها باعث کاهش نوسان‌پذیری قیمت سهام می‌شود و در انجام معامله‌ها مداخله نمی‌کند. در مقابل منتقدان ادعا می‌کنند که حد نوسان قیمت سهام باعث نوسان بیشتر قیمت سهام (فرضیه تسری نوسان‌ها)، از رسیدن قیمت سهام به سطح تعادلی ممانعت به عمل می‌آورد (فرضیه تأخیر در رسیدن به قیمت واقعی) و به واسطه محدود کردن قیمت سهام در انجام معامله‌ها مداخله می‌نماید (فرضیه مداخله در معامله‌ها). روش‌ها و مدل‌های مختلفی برای سنجش کارایی میزان حد نوسان قیمت در بورس‌های مختلف جهان ارائه شده است که هر یک از روش‌ها برای شرایط خاصی مناسب هستند. برای بررسی تأخیر در رسیدن به قیمت واقعی از آزمون  $Z$  دو جمله‌ای و برای بررسی مداخله در معامله‌های بورس از آزمون ویلکاکسون استفاده شده است. در این پژوهش تعداد ۲۲ شرکت در سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۷ بررسی شده است. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که حد نوسان باعث تسری نوسان‌ها و تأخیر در رسیدن به قیمت واقعی می‌شود، اما تأثیری در مداخله معامله‌ها ندارد.

E-mail: hassanghalibafasl@yahoo.com

\* نویسنده مسؤول مقاله:



کلیدواژه‌ها: بورس اوراق بهادار، حد نوسان، تسری نوسان‌ها، تأخیر در رسیدن به قیمت واقعی، مداخله معامله‌ها.

## ۱- مقدمه

دامنه نوسان در ایران دامنه بسته محسوب می‌شود، در صورتی که در کشور ژاپن و سایر کشورها از دامنه نوسان‌های متفاوت برای مراحل معاملاتی استفاده می‌شود. به این ترتیب دامنه نوسان را در زمان برگزاری مرحله پیش از گشایش و به منظور کشف قیمت آغازین، می‌توان افزایش داد تا قیمت تعادلی در فضای مناسب‌تری کشف شود و سپس در طول ساعات‌های معامله‌های پیوسته، دامنه نوسان را محدودتر کرد تا حرکت و نوسان قیمت در اطراف قیمت تعادلی باشد [۱، صص ۳۰۱-۳۳۳]. باز بودن دامنه نوسان به شفافیت سهام شرکت‌ها کمک خواهد کرد ولی با وجود مکانیزم صف خرید و فروش در بازار ایران، وجود دامنه نوسان و حجم مبنا ابزارهایی کنترلی هستند و حذف آنها باعث می‌شود سهام شرکت‌ها زودتر به قیمت واقعی خود برسد و بازار عمق بیشتری پیدا کند [۲، صص ۱۳۹-۱۵۳].

حد نوسان قیمت سهام با تعیین حداقل یا حداکثر تغییر قیمت مجاز سهام در یک روز، از انجام معامله در خارج از دامنه تعیین شده در هر روز جلوگیری می‌کند [۳، صص ۲۶۹-۲۹۰]. بنابراین هدف اصلی از تحقیق حاضر این است که آیا اعمال حد نوسان قیمت سهام در رسیدن به اهداف از پیش تعیین شده موفق بوده است یا خیر؟ و از بین حد نوسان‌های اعمال شده، کدام حد تأثیر بیشتری بر اهداف داشته است.

## ۲- پیشینه پژوهش

نحوه برخورد با نوسان‌های غیرعادی قیمت سهام در بازارهای توسعه یافته و همچنین بازارهای نوظهور در سراسر جهان، توجه زیادی را به خود جلب کرده است؛ به‌خصوص که این مسئله پس از بحران مالی ۱۹ اکتبر سال ۱۹۸۷ به‌طور جدی مطرح شده است. در بازارهای مالی سازمان یافته برای مقابله با تغییرات غیرعادی قیمت سهام معمولاً رویه‌هایی در نظر گرفته شده است که در صورت بروز تغییرات غیرعادی در قیمت سهام اجرایی می‌شوند و به‌طور خودکار جریان معامله‌ها را متوقف می‌نمایند [۴].

متوقف کننده‌های خودکار<sup>۱</sup> به منظور محافظت از سرمایه‌گذاران در مقابل تغییرات ناگهانی قیمت اوراق بهادار به کار گرفته می‌شوند.

در بازارهای مالی متوقف‌کننده‌های خودکار به دو صورت به کار گرفته می‌شوند که عبارتند از:

الف) توقف معامله‌ها: ممانعت از انجام معامله یک ورقه بهادار در یک زمان مشخص در شرایط ضروری و یا بر اساس نظر مسئولان بازار

ب) حد نوسان قیمت سهام: تعیین سقف و کف قیمت معاملاتی برای یک ورقه بهادار در یک روز

به طور کلی منتقدان حد نوسان قیمت ادعا می‌کنند که استفاده از حد قیمت دست کم سه مشکل در بورس اوراق بهادار ایجاد می‌کند که عبارتند از:

الف- تسری نوسان‌ها

ب- تأخیر در رسیدن به قیمت واقعی

ج- مداخله در انجام معامله‌ها [صص ۴۹۳-۵۰۸]

• **تسری نوسان:** نتایج تحقیق فاما<sup>۲</sup> در زمینه تسری نوسان نشان می‌دهد که اگر مداخله‌ای در فرایند رسیدن به قیمت واقعی ایجاد شود، میزان نوسان افزایش پیدا می‌کند. این استدلال توسط کیل، کورسرک و لوک نیز تأیید شده است.

• **تأخیر در رسیدن به قیمت واقعی:** کاوسانس، فیلاکتیس و مانالیس<sup>۳</sup> آثار دامنه نوسان قیمت در بورس اوراق بهادار آتن بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که دامنه نوسان قیمت باعث طولانی شدن فرایند رسیدن قیمت به سطح تعادلی آن می‌شود و معمولاً چند روز زمان لازم است تا قیمت سهام به سطح تعادلی خود برسد.

• **مداخله در انجام معامله‌ها:** لاتریچ و بن زن<sup>۴</sup> در سال ۱۹۹۲ تأثیر دامنه نوسان قیمت در نقدشوندگی سهام را مورد بررسی قرار دادند و تأثیر این ساز و کار را بر کاهش نقدشوندگی سهام به‌عنوان یک هزینه آشکار استفاده از این ابزار معرفی کردند. فاما و تسلا در سال ۱۹۸۹ نشان دادند که اگر دامنه نوسان قیمت از انجام معامله‌ها جلوگیری نماید، تأثیر مستقیمی بر نقدشوندگی سهام خواهد داشت و ممکن است بر تشدید یا زیاد شدن فعالیت‌های



معاملاتی در روزهای آینده تأثیرگذار باشد [۶، صص ۱۹۷-۲۲۳].

مسئولان بورس اوراق بهادار ایران از اوایل سال ۱۳۷۸ و به دنبال نوسانهای شدید سهام تصمیم گرفتند که از اختیارات قانونی خود برای محدود کردن نوسانهای قیمت سهام استفاده نمایند. در آن زمان محدودیت‌های اعمال شده برای جلوگیری از نوسان قیمت سهام شکل منظم و ساختار یافته‌ای نداشت و اغلب بر اساس تشخیص دبیر کل بورس اوراق بهادار یا شورای بورس تعیین می‌گردید و به بازار اعلام می‌شد. این محدودیت‌ها گاه برای یک شرکت یا یک صنعت خاص به کار گرفته می‌شد و در برخی از موارد به کل سهام پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار ایران نیز تعمیم می‌یافت. به هر شکل در آن زمان حد نوسان قیمت سهام بیشتر بر اساس سلیقه و تجربه مسئولان تعیین می‌گردید و مبنای علمی و مطالعاتی دقیقی نداشت. حتی در سازمان بورس اوراق بهادار ایران نیز تاریخچه مدونی از نحوه به‌کارگیری حد نوسان قیمت سهام موجود نیست و اغلب تصمیم‌گیری‌ها در این مورد به‌صورت شفاهی به ناظران بازار اعلام شده است.

در هر صورت در سال ۱۳۸۰ استفاده از حد نوسان قیمت سهام ابعاد تازه‌تری پیدا کرد و سعی شد که برای استفاده از این ابزار کنترلی ساختار دقیق و منظمی به کار گرفته شود. در ساختار جدید از معیار نسبت قیمت به درآمد هر سهم برای اعمال محدودیت‌ها استفاده شد و محدودیت‌ها در سه دسته ۵ درصدی، ۲/۵ درصدی و ۱ درصدی تعیین گردید و به شکل زیر به کار گرفته شد.

شرکت‌هایی که در صنعت واسطه‌گری مالی فعالیت داشتند، بدون توجه به نسبت قیمت به درآمدشان حد نوسان ۵ درصدی داشتند.

شرکت‌هایی که نسبت قیمت به درآمد آنها کمتر از ۵ مرتبه بود نیز حد نوسان ۵ درصدی داشتند.

شرکت‌هایی که نسبت قیمت به درآمد آنها بین عدد ۵ تا ۷/۵ بود، اجازه نوسان ۲/۵ درصدی را داشتند.

شرکت‌هایی که نسبت قیمت به درآمد آنها بالاتر از ۷/۵ بود، حداکثر نوسان روزانه آنها محدودتر بود و اجازه نوسان ۱ درصد در روز را داشتند.

از این روش اعمال محدودیت تا زمان آغاز به کار تالار فرعی در شهریور ماه سال ۱۳۸۱

استفاده شد. با انتقال معامله‌ها تعدادی از شرکت‌ها، سهام موجود در تالار فرعی مجاز به تغییر قیمت ۵ درصدی شدند، اما رویه قبلی کماکان برای شرکت‌های فعال در تالار اصلی به قوت خویش پابرجا بود.

پس از مدتی مسئولان بورس اوراق بهادار ایران به دلیل انجام معامله‌های بیشتر سهام در کف یا سقف قیمت‌های روزانه و تشکیل صف‌های طولانی خرید و یا فروش سهام، تصمیم به گسترش دامنه‌های نوسان گرفتند. بر اساس تصمیم جدید نیز معیار نسبت قیمت به درآمد برای اعمال حد نوسان قیمت سهام به کار گرفته شد و به شکل زیر اعمال شد. برای سهامی که نسبت قیمت به درآمد آنها کمتر از ۷/۵ بود، حد نوسان ۵ درصدی اعمال شد.

سهامی که قیمت به درآمد آنها بین ۷/۵ تا ۱۰ مرتبه بود، حد نوسان ۲/۵ درصدی داشتند. برای سهامی که نسبت قیمت به درآمد بالای ۱۰ مرتبه داشتند، حد نوسان ۱ درصدی به کار گرفته شد.

به این ترتیب تا اندازه‌ای گره‌های معاملاتی موجود در بازار بورس برداشته شد، اما همچنان صف‌های خرید و یا فروش وجود داشت تا اینکه در نهایت از تاریخ ۱۳۸۲/۳/۷ حد نوسان تمامی سهام پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار ایران (تالارهای اصلی و فرعی) بدون توجه به نسبت قیمت به درآمد، به ۵ درصد تغییر پیدا کرد.

از تاریخ ۱۳۸۲/۵/۷ به بعد به مدت ۱۵ روز کاری برای تمامی سهام پذیرفته شده در بازار اوراق بهادار سقف کنترلی اعمال شد. در این مدت فقط سهام می‌توانستند در قیمت‌های پایانی روز ۱۳۸۲/۵/۷ یا قیمت‌هایی پایین‌تر از آن معامله شوند؛ به عبارت دیگر در این مدت به‌طور عملی از رشد قیمت‌ها جلوگیری به عمل آمد.

از تاریخ ۱۳۸۲/۵/۲۹ حجم مبنای ۶ ده‌هزاری برای سهام اعمال شد. به این ترتیب سهام فقط در صورتی می‌توانستند تغییر قیمت داشته باشند که حداقل ۶ ده هزارم سهام آنها معامله شده باشد. در غیر این صورت هیچ تغییر قیمتی در مورد سهام آنها پذیرفته نمی‌شد و قیمت پایانی امروز آنها همان قیمت پایانی روز گذشته اعلام می‌شد. این رویه تا ۸۲/۶/۲۵ ادامه پیدا کرد، اما از آن به بعد متناسب با درصد سهام معامله شده یک شرکت، تغییر قیمت در مورد آن پذیرفته می‌شد. همچنین لازم به ذکر است که از تاریخ ۱۳۸۳/۱/۱۵ حجم مبنای



سهام از ۶ ده هزارم به ۸ ده هزارم افزایش پیدا کرد.

حق تقدم سهام شرکتها با استفاده از حد نوسان ۱۰ درصدی محاسبه می‌شود و به دلیل اینکه حق تقدم به نوعی ابزار مشتق شده ناشی از سهام است و مرتبط با موضوع این تحقیق نمی‌باشد، در این تحقیق مطالعه‌ای روی حق تقدمها و رفتار آنها در مواجهه حجم مبنا صورت نمی‌گیرد. این روند تا تاریخ ۱۳۸۴/۰۸/۱۸ ادامه داشت تا اینکه مسئولان بورس اوراق بهادار حد نوسان تمامی سهام پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار ایران را بدون توجه به نسبت قیمت به درآمد +۵ و -۲ در نظر گرفتند، این روند مدت زیادی طول نکشید تا در تاریخ ۱۳۸۴/۹/۱۳ دوباره جریان قبل، یعنی ۵ درصد (مثبت و منفی) اعمال شد. در تاریخ ۱۱/۲۴/۱۳۸۴ به ۲ درصد (مثبت و منفی) تغییر رویه داد و در نهایت در تاریخ ۸۷/۲/۲۱ نیز حد نوسان ۳ درصد (مثبت و منفی) اعمال شد.

کیم و یاگو و یانگ<sup>۱</sup> در سال ۲۰۰۷ عملکرد مربوط به توقف معامله‌ها و حد نوسان را با بررسی شواهدی از بازار بورس اوراق بهادار اسپانیا مورد بررسی قرار دادند. بر اساس شواهد آنها فعالیت‌های معاملاتی بعد از هر مکانیزی که شروع می‌شود، افزایش پیدا می‌کند. بعد از توقف معامله‌ها، نوسان‌های بعدی مانند قبل اوج خواهند داشت اما بعد از حد نوسان‌ها، نوسان‌ها در حال افزایش هستند. مشاهدات آنها نشان داد که بعد از توقف معامله‌ها سرعت پیشنهاد و درخواست قیمت به هم نزدیک‌تر است، اما بعد از حد نوسان قیمت سرعت این دو گسترده‌تر می‌شود. وقتی معامله‌ها بعد از توقف معامله‌ها از سر گرفته شود، اطلاعات در قیمت سهام منعکس می‌شود، اما شواهدی از واکنش زیاد بازار برای حد نوسان وجود دارد [۷، صص ۱۳۱-۱۳۶].

کیم و ری<sup>۲</sup> در سال ۲۰۰۹ نشان دادند وقتی قیمت اوراق نمی‌تواند از حد نوسان خود فراتر رود، فعالیت‌های مطلوب معاملاتی متوقف می‌گردد، کشف قیمت تعادلی به تأخیر می‌افتد و همزمان نوسان‌های قیمت‌های سهام کنترل می‌شود [۸، صص ۸۸۵-۹۰۱].

در ایران نیز آقای اسکندری برای اولین بار در سال ۱۳۸۳ آثار حد نوسان ۵ درصد را در بورس اوراق بهادار مورد بررسی قرار داد و دو فرضیه تسری نوسان‌ها و تأخیر در رسیدن به قیمت واقعی را تأیید کرده و فرضیه مداخله در معامله‌ها را رد کرد. در این تحقیق

علاوه بر حد نوسان ۵ درصد، حد نوسان‌ها ۲ درصد و ۳ درصد بررسی شد [۹]. نتایج پژوهش نشان داد که تغییر حد نوسان قیمت سهام از ۲ درصد به ۳ درصد تأثیر معناداری بر نوسان بازار، بازدهی بازار و تعداد دفعات معامله نداشته است، اما با اندازه معامله‌های بازار و سرعت گردش سهام رابطه معناداری داشته است؛ به طوری که افزایش حد نوسان قیمت سهام باعث افزایش اندازه معامل‌ها و کاهش سرعت گردش سهام یا کاهش نقد شوندگی بازار شده است.

### ۳- مبانی نظری پژوهش و معرفی مدل

مدل آرچ دارای کاستی‌هایی است که اغلب نیازمند چندین پارامتر برای توصیف نوسان بازده دارایی است، به همین جهت باید دنبال یک مدل جایگزین شد. یک جایگزین مناسب توسط بولرسلف (۱۹۸۶) ارائه شد که این مدل، آرچ تعمیم یافته یا به طور خلاصه گارچ نامیده شد. یکی از مزیت‌های این مدل نسبت به روش حداقل مربعات در این است که روش حداقل مربعات با کمینه کردن میزان مربعات خطا مدل را برازش می‌دهد، در حالی که در مدل‌های آرچ و گارچ، مدل‌های ARMA برای جملات خطا در نظر گرفته می‌شود. بر اساس این مدل‌ها می‌توان بخش بزرگی از تغییرات موجود در جملات خطای مدل را نیز کنترل نمود و رفتارهای دوره‌ای این جملات که به وسیله روش حداقل مربعات قابل کنترل نیستند، نیز مورد توجه قرار گرفته و تا حد امکان کنترل می‌شوند.

یک سری زمانی  $Z_t$  می‌تواند به وسیله  $GARCH(r,s)$  به صورت مدل ۱-۱ بیان شود. اگر

$$\mu_t = 0 \text{ باشد،}$$

$$z_t = \sqrt{h_t} \varepsilon_t, \quad (1-1)$$

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^r \alpha_i z_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^s \beta_j h_{t-j} \quad (2-1)$$

در حالی که  $\{\varepsilon_t\}$  دنباله‌ای از متغیرهای تصادفی i.i.d با میانگین ۰ و واریانس ۱ است و  $\alpha_0 > 0$ ،  $\alpha_i \geq 0$ ،  $\beta_j \geq 0$  و  $\sum_{i=1}^r (\alpha_i + \beta_i) < 1$ ، باید مد نظر داشت که برای  $\alpha_0 = 0$  و  $\beta_1 = 0$  برای  $r > 1$  و  $s > 1$ ، همچنین باید مد نظر داشت محدودیتی که  $\alpha_i + \beta_i < 1$  اعمال می‌کند این است که واریانس بدون شرط  $z_t$  متناهی باشد، در حالی که واریانس شرطی  $h_t$  روی



محور زمان شکل می‌گیرد. در عمل فرض می‌شود که  $\varepsilon_t$  دارای توزیع نرمال استاندارد و یا توزیع  $t$ -استودنت است. در معادله (۲-۱) اگر  $\beta = 0$  باشد، آن گاه این معادله می‌تواند به معادله ARCH( $r$ ) تحدید شود [۱۰، صص ۳۹۷-۴۰۸].

اما برای درک ساده‌تر گارچ می‌توان از نمایش‌های ساده‌تری استفاده کرد. فرض کنید  $\theta_t = z_t - h_t$ ، به همین ترتیب می‌توان داشت  $h_t = z_t - \theta_t$ . با توجه به رابطه قبل می‌توان داشت که  $h_{t-1} = z_{t-1} - \theta_{t-1}$ . برای  $i=0$  با استفاده از معادله (۲-۱) می‌توان مدل گارچ را به صورت زیر بازنویسی کرد.

$$z_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{\max(p,q)} (\alpha_i + \beta_i) z_{t-i} + \theta_t - \sum_{j=1}^q \beta_j \theta_{t-j} \quad (۳-۱)$$

همچنین به آسانی می‌توان بررسی کرد که  $\{\theta_t\}$  یک مجموعه تفاضلی مارتینگلی است، به طوری که برای  $j \geq 1$ ،  $E(\theta_t) = 0$  و  $\text{cov}(\theta_t, \theta_{t-j}) = 0$ ، گرچه  $\{\theta_t\}$  در حالت کلی یک دنباله i.i.d نیست [۵، صص ۴۹۳-۵۰۸].

معادله (۳-۱) یک صورتی از آرما برای سری‌های مربع  $z_t$  است، بنابراین یک مدل گارچ را می‌توان به عنوان کاربرد ایده آرما روی سری‌های مربع  $z_t$  در نظر گرفت؛ آن‌گاه واضح است که

$$E(z_t) = \frac{\alpha_0}{1 - \sum_{i=1}^{\max(p,q)} (\alpha_i + \beta_i)} \quad (۴-۱)$$

و این عبارت همیشه مثبت است.

$$R_t = c + \theta_t$$

$$h_t = h_t = \alpha_0 + \alpha_1 z_{t-1} + \alpha_2 h_{t-1} + \alpha_3 D_t$$

$h_t$  نوسان‌های بازده شاخص بورس در زمان  $t$  است.

$\theta_t$  میزان انحراف از میانگین در زمان  $t$  است.

$D_t$  متغیری مجازی است و برای تشدید اثر بازه زمانی از متغیر در نظر گرفته می‌شود.

#### حد نوسان‌ها

$$(5-1) \quad \text{حداکثر نوسان مثبت} = \frac{\text{قیمت ابتدا - بیشترین قیمت روز}}{\text{قیمت ابتدا}}$$

$$(6-1) \quad \text{حداکثر نوسان منقی} = \frac{\text{قیمت ابتدا - کمترین قیمت روز}}{\text{قیمت ابتدا}}$$

#### نرخ بازده سهام

$$(7-1) \quad R = \frac{(P_t - P_{t-1}) + D_t}{P_{t-1}} \times 100$$

که در آن :

$P_{t+1}$ : قیمت سهم در ابتدای دوره  $t$  یا پایان دوره  $t-1$

$P_t$ : قیمت پایانی سهم در روز گذشته است.

$D_t$ : منافع حاصل از مالکیت سهام ( سود نقدی و سهام جایزه) که در دوره  $t$  به سهامدار تعلق گرفته است.

#### ۴- فرضیه‌های پژوهش پژوهش

حد نوسان ۳ درصد قیمت سهم موجب ایجاد تسری نوسان‌ها در بورس اوراق بهادار تهران می‌شود.

حد نوسان ۳ درصد قیمت سهام موجب تأخیر در رسیدن به قیمت واقعی در بورس اوراق بهادار تهران می‌شود.

حد نوسان ۳ درصد سبب مداخله در معامله‌ها در بورس اوراق بهادار تهران می‌شود.

#### ۵- جامعه آماری و قلمرو زمانی

جامعه آماری تحقیق حاضر تمام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران از آغاز سال ۱۳۷۸ تا انتهای سال ۱۳۸۷ می‌باشد.

به منظور نمونه‌گیری نخست شرکت‌ها را از نظر تعداد روزهای معامله به ترتیب صعودی مرتب کرده، چارک سوم را انتخاب کردیم که تعداد ۳۲ شرکت از بین شرکت‌های بورس اوراق بهادار انتخاب شد.



حد نوسان برای اولین بار در خرداد ماه سال ۱۳۸۲ مطرح شد که در آن زمان ۵+ درصد و ۵- درصد بود؛ یعنی تا قبل از خرداد ماه سال ۱۳۸۲ حد نوسان در ایران اعمال نشده بود. سپس از تاریخ ۸۲/۲/۲۱ تا تاریخ ۸۴/۱۱/۲۴ حد نوسان ۲+ درصد و ۲- درصد اعمال شد و از تاریخ ۸۴/۱۱/۲۴ تا تاریخ ۸۷/۲/۲۱ حد نوسان ۳+ درصد و ۳- درصد اعمال شد.

## ۶- آزمون‌های آماری

### ۶-۱- آزمون فرضیه تسری نوسان‌ها

فرضیه: حد نوسان باعث ایجاد تسری نوسان‌ها در بورس اوراق بهادار تهران می‌شود. این آزمون به دو صورت بررسی بازدهی سهام به روش ویلکاکسون و بررسی بازدهی شاخص بازار با مدل GARCH بررسی شد.

### ۶-۱-۱- آزمون تسری نوسان‌ها با استفاده از بررسی بازدهی شاخص بازار با مدل

#### GARCH

در مدل GARCH یک متغیر مجازی وارد کردیم که هر چه ضرایب این مدل بزرگتر باشد؛ به آن معنا است که تسری نوسان‌ها بیشتر است. بنابراین نتیجه این مدل به صورت مقایسه سه جدول به دست آمده از حد نوسان‌های ۲ و ۳ و ۵ درصد حاصل می‌شود.

مدل گارچ به صورت زیر است

$$\left\{ \begin{array}{l} H_t = \text{اعمال سیاست حد نوسان موجب کاهش نوسان‌های بازار سهام نمی‌شود} \\ H_t = \text{اعمال سیاست حد نوسان موجب کاهش نوسان‌های بازار سهام می‌شود} \end{array} \right.$$

$$R_t = c + \varepsilon_t$$

$$H_t = h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 h_{t-1} + \alpha_3 D_t$$

برای بازه زمانی که حد وجود نداشته است:

جدول ۱-۶ مدل بازدهی شاخص بازار در زمان عدم وجود حد نوسان‌ها

پارامتر	برآورد	خطای استاندارد	آماره t
C	-۰/۰۶۵۴	۰/۰۰۵۹	-۱۱/۰۶۷۱
Regress(1)	۰/۱۶۶۴	۰/۰۱۲۷	۱۳/۰۰۹۹
K	-۰/۰۳۴۲۲	۰/۰۰۱۲	۲۷/۵۹۹۷
GARCH(1)	۰/۴۱۶۱	۰/۰۱۱۴	۳۶/۳۶۱۰
ARCH(1)	۰/۵۳۹۱	۰/۰۲۱۷	۲۴/۸۱۷۳
Log Likelihood	-۱۳۷۶/۱۷		-

نتایج این آزمون بر مبنای بزرگی قدر مطلق آماره t نشان می‌دهد که برای بازه زمانی که حد برابر ۵ درصد بوده است، تسری نوسان وجود دارد و با توجه به کاهش اندازه ضریب متغیر مجازی، این ویژگی نسبت به زمانی که حد وجود ندارد، کاهش پیدا کرده است.

جدول ۲-۶ مدل بازدهی شاخص بازار در حد نوسان‌های ۵ درصد

پارامتر	برآورد	خطای استاندارد	آماره t
C	۰/۰۶۵۸	۰/۰۰۷۴	۸/۷۸۴۱
Regress(1)	-۰/۱۱۹۴	۰/۰۱۵۷	-۷/۵۶۸۴
K	-۰/۰۴۰۶	۰/۰۰۱۰	۳۸/۸۱۲۷
GARCH(1)	۰/۴۰۱۹	۰/۰۱۱۰	۳۶/۲۶۶۴
ARCH(1)	۰/۵۰۳۶	۰/۰۱۸۹	۲۶/۶۳۴۸

نتایج این آزمون در جدول ۲-۶ نشان می‌دهد که برای بازه زمانی که حد برابر ۲ درصد بوده است، تسری نوسان وجود دارد و با توجه به کاهش اندازه ضریب متغیر مجازی، این معیار نسبت به زمانی که حد وجود ندارد کاهش یافته است.



جدول ۳-۶ مدل بازدهی شاخص بازار در حد نوسان‌های ۲ درصد

پارامتر	برآورد	خطای استاندارد	آماره t
C	۰/۰۶۵۱	۰/۰۰۷۵	۸/۶۷۶۷
Regress(1)	-۰/۱۰۳۰	۰/۰۱۱۰	-۹/۳۱۸۸
K	۰/۰۳۸۴	۰/۰۰۱۲	۲۹/۷۱۶۰
GARCH(1)	۰/۴۰۷۳	۰/۰۱۱۲	۳۶/۲۱۹۱
ARCH(1)	۰/۵۱۹۴	۰/۰۱۹۶	۲۶/۴۳۳۱
Log Likelihood	-۱۴۱۶/۷۴		

نتایج این آزمون در جدول ۶-۴ نشان می‌دهد که برای بازه زمانی که حد برابر ۳ درصد بوده است، تسری نوسان وجود دارد و این معیار نسبت به زمانی که حد وجود ندارد، کاهش پیدا کرده است.

جدول ۴-۶ مدل بازدهی شاخص بازار در حد نوسان‌های ۳ درصد

پارامتر	برآورد	خطای استاندارد	آماره t
C	۰/۰۴۹۷	۰/۰۰۷۰	۷/۰۱۴۱
Regress(1)	-۰/۱۹۵۷	۰/۰۱۱۱	-۱۷/۵۰۶۸
K	۰/۰۳۹۰	۰/۰۰۱۰	۳۷/۷۴۶۶
GARCH(1)	۰/۳۹۹۰	۰/۰۱۲۰	۳۳/۲۰۱۴
ARCH(1)	۰/۵۲۵۸	۰/۰۲۲۳	۲۳/۵۰۲۶

در تمامی جدول‌های بالا ضریب متغیر مجازی " Regress " به بررسی فرضیه فوق می‌پردازد. از آنجایی که تسری نوسان در تمامی حدود مورد مطالعه وجود دارد و برآورد ضریب متغیر مجازی نسبت به زمانی که حد نوسان وجود ندارد، دارای کاهش مقدار است، فرض  $H_0$  مبنی بر عدم کاهش تسری نوسان‌ها با اعمال سیاست حد نوسان رد شده و فرضیه  $H_1$  پذیرفته می‌شود. به بیانی دیگر مکانیزم حد نوسان موجب کاهش تسری نوسان‌ها شده است. مقایسه قدر مطلق برآورد ضریب متغیر مجازی در مدل‌های بالا نشان می‌دهد که کاهش تسری نوسان‌ها برای حد ۳ درصد کمتر از حدود ۵ درصد و ۲ درصد اتفاق می‌افتد؛ چرا که

بزرگی قدر مطلق ضرایب این متغیر نشان‌دهنده تسری نوسان‌های بیشتر در حد نوسان مورد نظر است، از این رو بزرگ‌تری قدر مطلق ضریب متغیر مجازی در حد ۳ درصد نسبت به دو حد دیگر نشان‌دهنده این است که کاهش تسری نوسان‌ها در این حد بیشتر از سایر حدود رخ می‌دهد. در نتیجه تسری نوسان در حد ۳ درصد کمتر از حد ۵ درصد و حد ۲ درصد می‌باشد، اگر چه تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین میزان تسری نوسان در حد ۲ درصد و حد ۵ درصد مشاهده نمی‌شود.

۱-۶-۲- آزمون تسری نوسان‌ها با استفاده از بازدهی سهام به روش ویلکاکسون  
 برای انجام آزمون فرضیه از آزمون ویلکاکسون استفاده می‌شود. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف استفاده شده است که آزمون نشان می‌دهد داده‌ها با احتمال ۹۹/۹۹ نرمال هستند.

جدول ۵-۶ آزمون ویلکاکسون مربوط به جدول‌های مقایسه‌ای

	حد بالای ۵ و ۲ درصد	حد پایین ۳ و ۲ درصد	حدپایین ۵ و ۳ درصد	حد بالای ۵ و ۲ درصد	حد بالای ۳ و ۲ درصد	حد بالای ۵ و ۳ درصد
آماره Z	-۲/۲۷۷	-۲/۲۰۷	-۲/۹۲۷	-۰/۶۴۳	-۲/۷۶۳	-۳/۰۴۱
سطح معناداری	۰/۰۲۲	۰/۰۲۷	۰/۰۰۳	۰/۵۲۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰۲

سطوح معناداری آزمون ویلکاکسون برای مقایسه حدود نوسان‌های مختلف نشان می‌دهد که تنها برای حد بالای ۲ و ۵ درصد اختلاف معناداری وجود ندارد و نرخ بازدهی سهام در تمامی حدود پایین نوسان‌ها و در بین حدود بالای ۲ و ۳ درصد و حدود بالای ۳ و ۵ درصد اختلاف معناداری داشته است. بر اساس این نتایج حد ۳ درصد با هر دو حد ۲ و ۵ درصد در حدود بالا و پایین اثرگذاری متفاوتی بر بازدهی سهام دارد در حالی که با توجه به مقایسه‌های بین حدود ۲ و ۵ درصد مشاهده می‌شود که این دو حد تنها در حد پایین نوسان‌های اختلاف معناداری در میزان بازده سهام دارند و اختلاف آنها در حد بالا معنادار نمی‌باشد.



### ۶-۲- آزمون فرضیه تأخیر در رسیدن به قیمت واقعی

در این آزمون از روش Z دو جمله‌ای استفاده شده است که از گروه‌های کنترلی در مقابل هر یک از حد‌ها استفاده می‌کنیم. برای این منظور حد ۲ درصد را با دو حد ۳ و ۵ درصد در حدود بالا و پایین و حد ۳ درصد را با حد ۵ درصد در حدود بالا و پایین مقایسه می‌کنیم و در نتیجه تمامی مقایسه‌های زوجی بین حدود را در حدهای بالا و پایین و در حالت‌های صعود، ثابت و نزول خواهیم داشت.

معیار پذیرش و یا رد فرض  $H_0$  در این آزمون‌ها با استفاده از آزمون Z دو جمله‌ای صورت می‌گیرد که آماره این آزمون بر اساس نسبت‌های به‌دست آمده در جدول‌های ۶-۶ و ۶-۷ تشکیل می‌شود.

جدول ۶-۶ نسبت ادامه روند بین سه حد پایین

حد پایین			
	۵ درصد	۲ درصد	۳ درصد
صعود	٪۳۵	٪۳۳	٪۳۲
ثابت	٪۱۲	٪۷	٪۷
نزول	٪۵۳	٪۶۰	٪۶۱

جدول ۶-۷ نسبت ادامه روند بین سه حد بالا

حد بالا			
	۵ درصد	۲ درصد	۳ درصد
صعود	٪۲۰	٪۲۱	٪۲۵
ثابت	٪۱۰	٪۹	٪۹
نزول	٪۷۰	٪۷۰	٪۶۶

تأخیر در رسیدن به قیمت واقعی در گروه ۲ درصد

$$\left\{ \begin{array}{l} H_1 = \text{برای رسیدن به ارزش واقعی در گروه ۲ درصد تأخیر وجود دارد} \\ H_2 = \text{برای رسیدن به ارزش واقعی در گروه ۲ درصد تأخیر وجود ندارد} \end{array} \right.$$

بر اساس نتایج جدول ۶-۸ معیار  $Z$  برای تمامی حالت‌های صعود، ثابت و نزول به اندازه کافی بزرگ‌تر از مقدار بحرانی تابع آزمون است و این نتیجه برای هر دو مقایسه با حدود ۵ و ۳ درصد مورد تأیید است و بیانگر پذیرش فرض صفر و در نتیجه پذیرش تأخیر برای رسیدن به ارزش واقعی در گروه ۲ درصد در تمامی حالت‌های صعود، ثابت و نزول در حد پایین است.

جدول ۶-۸ آزمون ادامه روند بین حد نوسان منفی ۲ درصد

حدود مورد مقایسه	حالت	اماره $Z$	نسبت $P$
۲ و ۵ درصد	صعود	۲/۳۶۱۲	۰/۳۴۰۵
	ثابت	۹/۴۴۴۶	۰/۰۹۶۴
	نزول	-۷/۸۷۶۹	۰/۵۶۲۹
۲ و ۳ درصد	صعود	۱/۲۷۹۸	۰/۳۲۳۹
	ثابت	۰/۰۰۶۷	۰/۰۷۰۰
	نزول	-۱/۲۲۹۳	۰/۶۰۶۰

همچنین نتایج جدول ۶-۹ نشان می‌دهد که معیار  $Z$  برای تمامی حالت‌های صعود، ثابت و نزول به اندازه کافی بزرگ‌تر از مقدار بحرانی تابع آزمون است و این نتیجه برای هر دو مقایسه با حدود ۵ و ۳ درصد مورد تأیید است و بیانگر پذیرش فرض صفر و در نتیجه پذیرش تأخیر برای رسیدن به ارزش واقعی در گروه ۲ درصد در تمامی حالت‌های صعود، ثابت و نزول در حد بالا است.





جدول ۶-۹ آزمون ادامه روند بین حد نوسان مثبت ۲ درصد

نسبت P	آماره Z	حالت	حدود مورد مقایسه
۰/۲۰۴۵	-۱/۷۸۵	صعود	۲ و ۵ درصد
۰/۰۹۵۴	۲/۴۵۶۱	ثابت	
۰/۶۹۹۹	-۰/۰۰۳۸	نزول	
۰/۲۲۹۸	-۶/۵۲۵۷	صعود	۲ و ۳ درصد
۰/۰۹۰۰	-۰/۰۰۵۶۱	ثابت	
۰/۶۸۰۱	۵/۸۸۹۹	نزول	

#### تأخیر در رسیدن به قیمت واقعی در گروه ۳ درصد

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0 = \text{برای رسیدن به ارزش واقعی در گروه ۳ درصد تأخیر وجود دارد} \\ H_1 = \text{برای رسیدن به ارزش واقعی در گروه ۳ درصد تأخیر وجود ندارد} \end{array} \right.$$

از آن جایی که نتایج جدول‌های ۶-۸ و ۶-۹ نشان داد که تأخیر در گروه ۳ درصد اختلاف معناداری با گروه ۲ درصد در حدود بالا و پایین ندارد، تنها کافی است که تأخیر در رسیدن به ارزش واقعی را در این حد با حد نوسان‌های ۵ درصد مقایسه نماییم. نتایج این مقایسه‌ها برای حدود بالا و پایین در جدول ۶-۱۰ نشان می‌دهد که اختلاف معناداری برای تأخیر در رسیدن به ارزش واقعی بین دو حد نوسان‌های ۳ و ۵ درصد در حدود بالا و پایین وجود ندارد و با توجه به بزرگی قدر مطلق آماره Z در این دو آزمون می‌پذیریم که تأخیر برای رسیدن به ارزش واقعی در گروه ۳ درصد در تمامی حالت‌های صعود، ثابت و نزول وجود دارد.

جدول ۶-۱۰ آزمون ادامه روند بین حد نوسان ۳ درصد

مقایسه حدود ۳ و ۵ درصد	حالت	آماره Z	نسبت P
حد پایین	صعود	۳/۹۳۸۴	۰/۳۳۲۷
	ثابت	۱۰/۶۹۸۷	۰/۰۹۱۲
	نزول	-۹/۹۸۹۸	۰/۵۷۵۹
حد بالا	صعود	-۸/۶۳۳۲	۰/۲۲۲۴
	ثابت	۲/۴۳۸۵	۰/۰۹۵۵
	نزول	۶/۱۷۰۵	۰/۶۸۲۰

با توجه به اینکه حد نوسان‌های ۵ درصد اختلاف معناداری با هیچ یک از حدود ۲ و ۳ درصد نشان نداده، می‌توان پذیرفت که اختلاف معناداری برای تأخیر در رسیدن به ارزش واقعی بین حد نوسان‌های ۳، ۲ و ۵ درصد در حدود بالا و پایین وجود ندارد و با توجه به بزرگی قدر مطلق آماره Z در این آزمون‌ها می‌پذیریم که تأخیر برای رسیدن به ارزش واقعی در گروه ۵ درصد در تمامی حالت‌های صعود، ثابت و نزول وجود دارد.

### ۳-۶- آزمون مداخله در معامله‌ها

برای آزمون این فرضیه، حجم معامله‌ها را بر اساس تعداد روزهای قبل و بعد از رسیدن به حد که دارای بیشترین میزان تغییرات در حجم معامله‌ها هستند، در طول ۹ روز مورد بررسی قرار می‌دهیم. میزان تغییر در حجم معاملاتی را در حد نوسان ۳ درصد در نظر می‌گیریم.

برای آزمون وجود تفاوت معنادار بین دو حجم معامله در هر روز برای دو حد نوسان در هر روز با استفاده از آزمون ویلکاکسون می‌توان بررسی کرد که آیا پس از رسیدن قیمت به حد، حجم معامله‌ها افزایش پیدا می‌کند یا خیر.

اطلاعات مربوط به بیشترین حجم معامله‌ها در روزهای متوالی حدهای ۲، ۳ و ۵ درصد در جدول ۶-۱۱ نشان می‌دهد که در تمامی حدود نوسان‌های مورد مطالعه، بیشترین حجم معامله‌ها در روز صفر رخ می‌دهد و این نتیجه در هر دو حد پایین و بالا برقرار است. برای دو حد ۲ و ۵ درصد مشاهده می‌شود که بیشترین حجم معامله در دو روز صفر یا یک رخ می‌دهد. نتایج نشان



داده است که بیشترین حجم معامله‌ها برای حد پایین ۵ درصد در مقایسه با حد پایین ۲ درصد در روز یک و در مقایسه با حد پایین ۳ درصد در روز صفر اتفاق افتاده و بیشترین حجم معامله‌ها برای حد پایین ۲ درصد در مقایسه با حد پایین ۵ درصد در روز یک و در مقایسه با حد پایین ۳ درصد در روز صفر رخ می‌دهد. بنابراین حدود نوسان‌ها ۲ و ۵ درصد عملکرد مشابهی در مداخله معامله‌ها داشته‌اند.

جدول ۶-۱۱ بیشترین حجم معامله‌ها بین تمام گروه‌ها

حد نوسانات	%۲		%۳		%۵	
	حد بالا	حد پایین	حد بالا	حد پایین	حد بالا	حد پایین
روز بیشترین معامله‌ها	صفر	صفر یا یک	صفر	صفر	صفر	صفر یا یک
مقدار معامله‌ها	۸۸/۲۵۶۹	۴۹/۷۲۲۹	۸۳/۵۹۱۱	۶۰/۳۴۷۳	۸۹/۴۷۵۲	۵۷/۴۷۹۱

نتایج جدول ۶-۱۲ و سطوح معناداری بزرگ‌تر از خطای نوع اول ۰/۰۵ بیانگر این مطلب است که در سطح اطمینان ۰/۹۵ تفاوت معناداری بین هیچ یک از حدود نوسان‌ها در حد بالا و پایین در مورد مداخله در بازار وجود ندارد و در نتیجه هر یک از حدود نوسان‌ها ۲، ۳ و ۵ درصد به اندازه یکسان در معامله‌های بازار مداخله می‌نمایند.

جدول ۶-۱۲ آزمون مداخله در بازار بین تمام گروه‌ها

	حد بالای ۲ و ۳ درصد	حد بالای ۳ و ۵ درصد	حد بالای ۵ و ۳ درصد	حد بالای ۲ و ۵ درصد	حد بالای ۳ و ۵ درصد	حد بالای ۲ و ۳ درصد
آماره Z	-۰/۹۶۸	-۰/۱۵۳	-۰/۱۵۳	-۰/۹۶۸	-۰/۶۶۳	-۰/۱۵۳
سطح معناداری	۰/۳۲۳	۰/۸۷۸	۰/۸۷۸	۰/۳۲۳	۰/۵۰۸	۰/۸۷۸

## ۷- نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های پژوهش، فرضیه تسری نوسان‌ها و تأخیر در رسیدن به قیمت واقعی پذیرفته شد و فرضیه مداخله معامله‌ها رد شد. این مطالعه نشان می‌دهد که حد نوسان ۳ درصد در جلوگیری از تسری نوسان بازار کارایی بیشتری نسبت به حدهای ۲ و ۵ درصد دارد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که حد نوسان ۳ درصد علاوه بر دو حد نوسانات ۲ و ۵ درصد باعث تأخیر در رسیدن به قیمت واقعی می‌شود که با توجه به اینکه در ایران قیمت پایانی امروز با قیمت آغازین فردا یکسان است، این فرضیه با مشکل مواجه شد. همچنین مشاهده شد که هیچ یک از حدود ۳، ۲ و ۵ درصد سبب مداخله در بازار نمی‌شوند، زیرا بیش‌ترین حجم معامله در روز صفر است و در سایر روزهای پس از حد کاهش دیده می‌شود. به طور کلی حد نوسان‌های ۳ درصد تنها در تسری نوسان‌های عملکرد بهتری نسبت به دو حد نوسان‌های ۲ و ۵ داشت و از نظر دو معیار تأخیر در رسیدن به ارزش واقعی و همچنین مداخله در معامله‌ها، تمامی حدود مورد مطالعه عملکرد یکسانی داشتند. با توجه به این یافته‌ها پیشنهاد می‌شود که حد بهینه مناسب برای نوسان‌های بورس مورد مطالعه قرار گیرد.

## ۸- پی‌نوشت‌ها

1. Circuit breakers
2. Fama
3. Kavans, Filaktis, Manalis
4. Laterbich, Binzen
5. Kim, Yague, Yang
6. Kimm, Ree



## ۹- منابع

- [1] Goldstein M.A., Kenneth A.K.; "Trading strategies during circuit breakers and extreme market movements"; *Journal of Financial Markets*, 7, 2004.
- [2] Chen Y.M.; "Price limits and stock market volatility in Taiwan"; *Pacific Basin Finance Journal*, 1, 1993.
- [3] Chan S.H., Kenneth A.K., Ghon Rhee S.; "Price limit performance: Evidence from transactions data and the limit order book"; *Journal of Empirical Finance*, 12, 2005.
- [4] Kim Kenneth A., Sweeney R.J.; "Effects of price limits on information revelation: theory and empirical evidence"; Georgetown University *Working Paper*, 2002.
- [5] Westerhoff F.; "Speculative markets and the effectiveness of price limits"; *Journal of Economic Dynamics & Control*, 28, 2003.
- [6] Wei S., X.A.; "Censored - GARCH model of asset returns with price limits"; *Journal of Empirical Finance*, 9, 2002.
- [7] Kim K.A.; " Price limits and stock market volatility"; *Economics Letters*, 71, 2007.
- [8] Kim K. A., Rhee S. G.; "Price limit performance from the Tokyo exchange"; *Journal of Financial*, 52, 2009.
- [9] Skandari; " Price limits on volatility of stock returns in Tehran stock exchange"; *Journal of Finance and Accounting View*; 2004 (In farsi)
- [10] Morgan I.G., Trevor R. G.; "Limit moves as censored observations of equilibrium futures prices in GARCH processes"; *Journal of Business and Economic Statistics*, 17, 1999.