



فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری  
دوره ۱۳ / شماره ۳ (پیاپی ۵۱) / پائیز ۱۴۰۳  
صفحه ۱۳۷ تا ۱۵۵

## تأثیر اندازه و شدت جهش‌های قیمتی در پیش‌بینی تلاطم شاخص در بورس اوراق بهادار تهران

محسن رجب بلوکات

دانشجوی دکتری مدیریت مالی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران  
Mohsen.boloukat@gmail.com

علی باغانی

استادیار گروه حسابداری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)  
Ali\_baghani@azad.ac.ir

علی نجفی مقدم

استادیار گروه حسابداری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران  
alirezam@yahoo.com

فاطمه صراف

استادیار گروه حسابداری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران  
F\_sarraf@azad.ac.ir

نوروز نوراله زاده

استادیار گروه حسابداری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران  
N\_noorolahzadeh@azad.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۰۱

### چکیده

تشخیص چگونگی ایجاد تلاطم در بازده دارایی از اهمیت بالایی برخوردار است. به همین دلیل، در سال‌های اخیر، مطالعات شناخت تلاطم محقق شده و مقادیر فراوانی تلاطم روزانه توسعه یافته است. این پژوهش با استفاده از قیمت سهام شرکت‌های شاخص ۳۰ شرکت بزرگ بورس اوراق بهادار تهران در طول سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴ (نمونه آزمون) و سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۸ (خارج از نمونه) و محاسبه تلاطم محقق شده سهام در طول روزهای معاملاتی با استفاده از مدل HAR-RV، به بررسی تأثیر اندازه و شدت جهش‌های قیمتی در پیش‌بینی تلاطم شاخص پرداخته است. نتایج به دست آمده، نشان داد که توسعه مدل‌های HAR-RV و HAR-RV-CJ با استفاده از اندازه و شدت جهش، تأثیر قابل ملاحظه‌ای در بهبود پیش‌بینی تلاطم شاخص نداشته بلکه، به مقدار ناچیزی، عملکرد پیش‌بینی مدل در رابطه با تلاطم شاخص را تعدیل می‌نماید. همچنین، استفاده از جهش در طول روز به جای جهش روزانه، عملکرد مدل پیش‌بینی را بهبود نمی‌بخشد.

**واژه‌های کلیدی:** جهش قیمتی، پیش‌بینی، تلاطم محقق شده، فرآیند هاکس.

## ۱- مقدمه

اندازه‌گیری و پیش‌بینی تلاطم بازار مالی، در قیمت‌گذاری و تخصیص دارایی اهمیت دارد. با دسترسی به داده‌های دارای فراوانی بالا، اندازه‌گیری بهتر مقادیر تلاطم و برآورد تخمین زنده‌های ناپارامتریک جدید که به عنوان تلاطم محقق شده شناخته می‌شوند، امکان پذیر می‌شود. در حال حاضر، ادبیات مالی گسترش یافته به طوری که انواع مختلفی از مدل‌های مناسب تلاطم محقق شده برای تدوین حقایق برجسته‌ای از قبیل بی‌ثباتی پایدار و دنباله حجیم ناشی از جهش‌ها و هم‌جهش‌ها در بازار طراحی و ارائه شده‌اند.

یکی از مدل‌های پرستفاده برای برآورد تلاطم محقق شده، مدل خود رگرسیون ناهمگن (HAR)<sup>۱</sup> است. (کرسی<sup>۲</sup>، ۲۰۰۹) به دلیل اینکه مدل HAR، پایداری نوسان را از طریق درک مستقیم و صرفه جویانه برآورد می‌کند، یک مدل مبنا برای پیشرفت ارزیابی‌های پیش‌بینی خارج از نمونه می‌باشد. مدل HAR، از زمان معرفی، به منظور دستیابی به حقایق برجسته بیشتر تلاطم، دستخوش پالایش‌های بسیاری گردیده است. به عنوان مثال، اندرسون و همکاران مدلی را برای تلاطم محقق شده طرح کردند که چارچوب مبنایی آن طبق نظر کرسی بوده با این تفاوت که بخش‌ها یا جهش‌های ممتد و منقطع را تفکیک می‌کند. (اندرسون و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۰۷) پاتون و شپرد نیز جهش‌ها را به مقادیر خوب و بد تلاطم تفکیک کردند. (پاتون و شپرد<sup>۴</sup>، ۲۰۱۵)

به عنوان یک نتیجه کلی از مطالعات فوق، می‌توان گفت که جهش‌ها و به تبع آن، هم‌جهش‌ها و تفکیک تلاطم به مقادیر خوب و بد برای مدل‌سازی و پیش‌بینی تلاطم محقق شده اهمیت دارند.

به طور کلی، سوال اصلی که این پژوهش در پی پاسخ به آن است این است که آیا می‌توان با به کارگیری و برآورد اندازه و شدت جهش‌های قیمتی بازار به قابلیت پیش‌بینی تلاطم شاخص ۳۰ شرکت بزرگ بورس اوراق بهادار تهران کمک کرد؟

## ۲- پیشینه پژوهش

با توجه به تاثیر نوسانات قیمت بر انتظارات بازدهی سرمایه‌گذاران و همچنین تاثیر مدل‌سازی و پیش‌بینی تلاطم قیمت سهام بر مدیریت ریسک و منابع ملی مشارکت کنندگان در بازار، در سال‌های اخیر مطالعات متعددی در ارتباط با تاثیر نوسانات قیمت در پیش‌بینی شرایط پیش روی بازار صورت گرفته است که بخشی از پژوهش‌های داخلی و خارجی صورت گرفته در این خصوص، به شرح زیر بیان می‌گردد.

پاکیزه (۱۳۹۰) در پژوهش خود با عنوان "تلاطم و بازده (شواهدی از بورس اوراق بهادار تهران و بورس‌های بین‌الملل)" به بررسی رابطه بین بازده بازار و تلاطم پیش‌بینی شده و غیرمنتظره حاصل از مدل‌های شرطی طبقه

<sup>1</sup> Heterogeneous Autoregressive (HAR)

<sup>2</sup> Corsi, F.

<sup>3</sup> Andersen, T. G., Bollerslev, T., Dobrev, D.

<sup>4</sup> Patton, A.

ی آرچ، شامل دو مدل متقارن آرچ<sup>۱</sup> و گارچ<sup>۲</sup> و دو مدل نامتقارن گجر گارچ<sup>۳</sup> و ای گارچ<sup>۴</sup> در بورس اوراق بهادار تهران و بورس های بین المللی با استفاده از روش شناسی خارج از نمونه در دوره زمانی ۲ بهمن ۱۳۷۷ (۹ فوریه ۱۹۹۹) تا ۱۳ بهمن ۱۳۸۷ (۹ فوریه ۲۰۰۸) پرداخت و دریافت که نظریه پورتفوی در بورس های تهران، استانبول و نیویورک صادق نیست که این امر، بیانگر رد شدن نظریه های قیمت گذاری دارایی ها بود که رابطه مثبتی را بین تلاطم و بازده تبیین می نماید. این رابطه، در اغلب بورس ها منفی بوده و ضریب تعیین پایینی را نشان می دهد. علی رغم پایین بودن ضریب تعیین در غالب بورس های پیشرفته، فرضیه عدم تقارن یا اثر اهرمی در بیشتر آنها تایید شده است، به این معنی که کاهش قیمت سهام شرکت های عضو بورس ها (بازده منفی) اهرم مالی شرکت ها را افزایش داده که این امر موجب ریسکی تر شدن سهام شرکت ها و در نتیجه، افزایش تلاطم می شود.

به عبارتی، اگر تلاطم ارزش گذاری شود، در نتیجه، افزایش پیش بینی شده در تلاطم، بازده مورد نظر سهامداران را افزایش داده و باعث کاهش سریع قیمت سهام شرکت ها (بازده منفی) می شود.

قاضی فینی و پناهیان (۱۳۹۸) نیز در پژوهش خود با عنوان "پیش بینی و مدل سازی تلاطم بازدهی سهام در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل های GARCH<sup>۵</sup>" به منظور سنجش تفاوت قدرت پیش بینی کنندگی مدل های GARCH در طول بازه زمانی ۱۳۸۸/۱/۱ تا ۱۳۹۵/۱۲/۳۰ (از ۱۳۸۸/۱/۱ تا ۱۳۹۳/۱۲/۲۹ برای برآورد و از ۱۳۹۴/۱/۱ تا ۱۳۹۵/۱۲/۳۰ جهت ارزیابی مدل های پیش بینی) از انواع الگوهای GARCH (EGARCH, GARCH, FIGARCH, FIEGARCH, GARCH-M, GJR-GARCH, PGARCH) تحت فرض توزیع مجانبی نرمال برای پیش بینی تلاطم بازده سهام استفاده کردند و عملکرد پیش بینی این الگوها را براساس معیارهای میانگین خطای معیار (MSE)<sup>۶</sup>، میانه خطای معیار (MedSE)<sup>۷</sup>، میانگین قدرمطلق خطای پیش بینی (MAE)<sup>۸</sup>، جذر میانگین مربعات خطاهای پیش بینی (RMSE)<sup>۹</sup> و ضریب نابرابری تایل (TIC)<sup>۱۰</sup> مورد ارزیابی قرار دادند و دریافتند که در روش سری زمانی، قدرت پیش بینی کنندگی مدل های گارچ نسبت به یکدیگر متفاوت است. همچنین، نتایج برآورد مدل ها نشان داد که شاخص های قدرت پیش بینی در همه مدل ها یکسان نبوده و اعداد سه شاخص MSE، MAE و RMSE در مدل FIGARCH از تمام اعداد دیگر کمتر بودند. از طرفی، نتایج حاصل از قبول فرضیه پژوهش تایید نمود که در ارائه نتایج پیش بینی حاصل از مطالعه و بررسی تلاطم بازده، انتخاب یک نوع خاص از الگوهای خانواده GARCH، پیامد شدیدی محدود کننده ای را برای نتایج مطالعات از این دست دارد و آن قیدی است که از سوی پژوهش گر به مدل تحمیل شده است. بنابراین هر چه به جای استفاده از یک فرم خاص،

<sup>1</sup> ARCH(1.1)

<sup>2</sup> GARCH (1.1)

<sup>3</sup> GJR- GARCH(1.1)

<sup>4</sup> EGARCH(1.1)

<sup>5</sup> Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (GARCH)

<sup>6</sup> Mean Squared Error (MSE)

<sup>7</sup> Median Squared Error (MedSE)

<sup>8</sup> Mean Absolute Error Statistics (MAE)

<sup>9</sup> Root mean square error (RMSE)

<sup>10</sup> Theil Inequality Coefficient (TIC)

از انواع مدل‌ها و مقایسه آن‌ها و انتخاب مدل مطلوب بیشتر استفاده شود، از تحمیل برآورد مقید معادله واریانس کاسته شده و کارایی برآوردگرهای معادله واریانس افزایش خواهد یافت.

پوریعقوبی و اشرفی (۱۳۹۹) در پژوهش خود با عنوان "سرایت پذیری تلاطم بازده میان صنایع مختلف بازار سرمایه ایران" برای بررسی سرایت پذیری تلاطم بازده میان صنایع مختلف بازار سرمایه ایران، صنایع فعال در بورس اوراق بهادار تهران را در دوره زمانی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ در نظر گرفتند و از روش داده‌های پنلی و معیار وقوع همزمان برای سرایت پذیری ریسک استفاده کردند. در همین راستا، شاخص قیمت شش گروه صنعت در بورس اوراق بهادار تهران مشتمل بر شاخص گروه‌های خودرو و ساخت قطعات، مواد و محصولات دارویی، سیمان و آهک و گچ، محصولات شیمیایی، کاشی و سرامیک، فلزات اساسی و سرمایه‌گذاری‌ها را مورد برآورد و آزمون قرار دادند و دریافته‌اند که سرایت پذیری ریسک مالی در بین بخش‌های مختلف بازار سرمایه وجود داشته که این امر حاکی از فرایند انتقال اطلاعات میان بازارها می‌باشد. از طرفی، نتایج پژوهش نشان داد با توجه به کارایی اطلاعاتی ضعیف بازار، کسب بازده غیر عادی در بازار وجود دارد.

دوستیان و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهش خود با عنوان "سرایت پذیری تلاطم شرطی بازده در بانک‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار" به بررسی سرایت پذیری تلاطم شرطی بازده در بانک‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار از بازارهای موازی ارز، طلا و نفت (ارتباط تغییرات بازده در یک بازار با تغییرات بازده در بازار دیگر) در دوره زمانی ابتدای تیر سال ۱۳۹۱ تا پایان شهریور سال ۱۳۹۶، با استفاده از روش تحلیل همبستگی، بردار خودرگرسیون و مدل خودرگرسیونی مشروط بر ناهمسانی واریانس تعمیم یافته چند متغیره پرداختند و با تحلیل بازده روزانه بازارهای ارز (نرخ دلار آزاد)، طلا (سکه تمام بهار آزادی) و همچنین بازده روزانه شاخص بانک‌های بورسی و طراحی یک مدل گارچ برای مدل‌سازی نوسان پذیری شرطی در بازار سرمایه و بررسی سوابق تلاطم قیمت سهام بانک‌های بورسی براساس نوسانات بازارهای موازی دریافته‌اند که نتایج داده‌های روزانه و هفتگی، اثر سرایت‌پذیری قیمت سهام بانک‌های بورسی از بازارهای موازی ارز، طلا و نفت را تایید می‌کند و تلاطم بازده و ریسک در بازارهای موازی بازار سرمایه، بر تلاطم قیمت سهام بانک‌های بورسی اثر می‌گذارد.

سیدا (۲۰۱۲) در پژوهش خود با عنوان "عملکرد مدل‌های خود رگرسیون ناهمگن تلاطم محقق شده: شواهدی از بازار سهام ایالات متحده" براساس داده معاملات روزانه، هفتگی و ماهانه و با هدف دستیابی به رفتار سه گروه از مشارکت‌کنندگان در بازار و ارزیابی رفتار آنها در پیش بینی تلاطم محقق شده روزانه، از سه مجموعه داده مشتمل بر داده‌های مربوط به دوره قبل از وقوع بحران مالی جهانی در سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷، دوره وقوع بحران در بازار مالی جهانی در ایالات متحده در طول سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ و داده‌های معاملاتی سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ پرداخت و با تمرکز بر ناهمگنی ناشی از تفاوت افق‌های زمانی سرمایه‌گذاری و همچنین بر پایه فرضیه‌های نظری نظریه‌های بازار ناهمگن مولر و همکاران (۱۹۹۷)<sup>۱</sup> و واریانس درجه ۲ اندرسون و همکاران (۲۰۰۳)<sup>۲</sup> که به ایجاد مفهوم تلاطم محقق شده (BV)<sup>۳</sup> منجر شد، به بیان مدل‌های خودرگرسیون ناهمگن تلاطم محقق شده

<sup>۱</sup> Muller et al, (1997)

<sup>۲</sup> Anderson et al, (2003)

<sup>۳</sup> Bi-power variation (BV)

(HAR-RV) پرداخت و با تخمین مدل های مذکور بر شاخص S&P 500 در دوره پژوهش، به برآورد عملکرد مدل ها و ارزیابی آنها براساس مدل های کمی پیش بینی (جذر میانگین مجذور خطاها (RMSE)، میانگین قدر مطلق خطاها (MAE)، میانگین قدر مطلق درصد خطاها (MAPE)<sup>1</sup>، ضریب نابرابری تایل (TIC)) پرداخت و دریافت که با طرح یک فرآیند پویا بر روی مقادیر گذشته که در افق های زمانی مختلف جمع شده اند، مدل های خانواده HAR-RV یک رویکرد کلی و انعطاف پذیر برای متناسب سازی عملکرد خودهمبستگی هر فرآیند پایدار به روش ساده می باشد. در این پژوهش، بررسی ماهیت، ساختار و خواص مدل های کلاس HAR برای تخمین و پیش بینی نوسانات واقعی نشان داد که، مدل های نوع HAR-RV، هدف از مدل سازی و حافظه طولانی رفتار تلاطم را به روشی بسیار ساده و تجربی و با موفقیت بیان می کنند و علیرغم سادگی ساختار و تخمین، عملکرد پیش بینی قابل توجه و خوبی را از خود نشان می دهند.

دلیر و حسین (۲۰۱۳)<sup>۲</sup> در پژوهش خود با عنوان "ورود اطلاعات، جهش ها و هم جهش ها در بازارهای مالی اروپایی: شواهدی با استفاده از داده های لحظه به لحظه" با استفاده از بیش از شش سال از داده های لحظه به لحظه شاخص ها و بازارهای آتی ارز و نرخ بهره و اندازه گیری جدید جهش براساس روش پیشنهادی اندرسون و همکاران (۲۰۰۷c) و لی و میکند (۲۰۰۸) به شناسایی جهش های در طول روز برای بررسی نقش اعلامیه های برنامه ریزی شده اقتصاد کلان در ایجاد جهش پرداختند.

آنها همچنین به دنبال مطالعه لاهایی و همکاران (۲۰۱۱)، از این آمار برای بررسی مسائل چند متغیره و اینکه آیا اعلامیه های کلان، باعث ایجاد جهش در بازار های مالی مختلف می شود یا خیر، استفاده نمودند.

در طول فرآیند پژوهش، آنها از داده های لحظه به لحظه معاملات آتی سه شاخص اصلی سهام اروپا، یعنی Euro DAX30 (German), CAC40 (French), stox50(FESX) و همچنین معاملات آتی سه ماهه Euribor و آتی های دلار/ یورو در طول دوره ۲۶ می ۲۰۰۳ تا ۳۱ ژانویه ۲۰۱۰ استفاده نمودند و براساس نتایج تجربی به دست آمده از حوزه های آمارهای توصیفی جهش، اعلام اخبار اقتصاد کلان امریکا و جهش های مرتبط با آن در بازارهای اروپایی، اندازه و اثر جهش های مرتبط با اعلامیه های اقتصاد کلان ایالات متحده، اعلامیه های کلان ایالات متحده و هم جهش ها در بازارهای اروپایی و الگوی سری های زمانی جهش ها و هم جهش ها نشان دادند که اعلامیه های برنامه ریزی شده اقتصاد کلان ایالات متحده باعث جهش قابل توجهی در تمام طبقات دارایی می شود. با این وجود، مشخص شد که بازارهای سهام اروپا نسبت به سایر طبقه دارایی ها، حساسیت بیشتری نسبت به بنیادی های ایالات متحده دارند.

نتایج پژوهش نشان دهنده ارتباط قوی بین نوع اخبار و جهت گیری جهش ها بود. علاوه بر این، از زمان شروع بحران جهانی در سال ۲۰۰۷، فراوانی و شدت جهش ها، به طور قابل توجهی در بازارهای اروپایی افزایش یافته است. همچنین شواهد قوی از هم جهش های ناشی از شگفتی های کلان<sup>۳</sup> ایالات متحده در معاملات آتی شاخص

<sup>1</sup> Mean absolute percentage error (MAPE)

<sup>2</sup> Deleze, F, Hussain, S.M. (201۳),

<sup>3</sup> Macro Surprises

سهام اروپا نشان داد که وابستگی متقابل در بازارهای سهام اروپا از زمان رکود اقتصاد جهانی در سال ۲۰۰۷ افزایش یافته است

بانکیک و گیسلر (۲۰۱۷)<sup>۱</sup> در پژوهش خود با عنوان "نقش جهش‌ها و اهرم در پیش‌بینی تلاطم بازارهای سهام بین‌المللی"، به تجزیه و تحلیل اهمیت جهش‌ها و اثر اهرمی در پیش‌بینی‌های تلاطم محقق شده در ۱۸ بازار سهام بین‌المللی با استفاده از داده‌های مقادیر تحقق یافته روزانه مندرج در پایگاه داده‌های آکسفورد-من<sup>۲</sup> و دو مدل شهودی دیگر (مدل خود رگرسیون ناهمگن CJ (HAR-CJ) اندرسون و همکاران (۲۰۰۷، ۷۲۰-۷۰۱)<sup>۳</sup> و مدل خود رگرسیون ناهمگن CJL کرسی و رنو (۲۰۱۲، ۳۸۰-۳۶۸)<sup>۴</sup>) برای تلاطم تحقق یافته که جهش و اهرم در آنها بررسی گردیده بود، پرداختند و دریافتند که جهش در پیش‌بینی شاخص S&P ۵۰۰ بازار اوراق بهادار نیویورک اهمیت داشته و برای سایر بازارها اثر کمتری دارد و تنها برای ۶ بازار سهام اثر مثبت در پیش‌بینی داشته است. اثر اهرمی نیز در هر ۱۸ بازار اثر داشته و نتایج بررسی اثر اهرم نه تنها اهمیت داشته بلکه قابل اندازه‌گیری نیز بوده است.

آسای و مک‌آلر (۲۰۱۹)<sup>۵</sup> در پژوهش خود با عنوان "تأثیر هم‌جهش‌ها و اهرم در پیش‌بینی هم‌پوشی" با تغییر برآوردگر بودت و ژانگ (۲۰۱۳)<sup>۶</sup> و استفاده از اختلاف بین برآوردگرهای متغیر درجه دوم و تغییر پذیری یکپارچه، برآوردگر تغییر جهش را بدست آوردند و بر این اساس، تأثیر جهش‌ها و اهرم را در پیش‌بینی نوسانات مشترک برای سه سهم (BAC, AXP, AA)<sup>۸</sup> در بازار معاملات سهام نیویورک در فواصل معاملاتی یک دقیقه‌ای از ساعت ۹:۳۰ تا ۱۶ در دوره معاملاتی ۳۱ آگوست ۲۰۰۶ تا ۲۶ اکتبر ۲۰۱۲ (معادل ۱۵۰۰ مشاهده) و استفاده از سه نوع مدل HAR پیش‌بینی نمودند و براساس نتایج تجربی سهام مذکور دریافتند که هم‌جهش هر دو دارایی، تأثیر قابل توجهی بر هم‌پوشی آتی دارد، اما تأثیر آن در پیش‌بینی افق‌های هفتگی و ماهانه جزئی است. نتایج پژوهش همچنین نشان داد که اثرات اهرم مشترک (هم‌اهرمی) ناشی از بازده‌های منفی ۲ دارایی قابل توجه است اما این اثر، برای پیش‌بینی افق‌های طولانی‌تر کاهش می‌یابد.

جوردی (۲۰۲۰)<sup>۹</sup> در پژوهش خود با عنوان "جهش‌های در طول روز، نقدینگی و اخبار اقتصاد کلان ایالات متحده: شواهدی از صندوق‌های قابل معامله (ETFs)" با استفاده از داده‌های صندوق‌های S&P500 و قابل معامله، به ارزیابی تأثیر نقدینگی و شگفتی ناشی از اخبار اقتصاد کلان بر دفعات مشاهده جهش‌های در طول روز برای دوره اول فوریه ۲۰۰۵ تا دسامبر ۲۰۱۰ و اول جولای ۲۰۰۷ تا دسامبر ۲۰۱۰ از ساعت ۸:۰۱ تا ۱۶ در روزهای عادی (۱۳ در روزهایی که معاملات زودتر بسته می‌شوند) و به کمک محاسبات صورت گرفته توسط اندرسون و

<sup>1</sup> Buncic, D; I.M.Gisler, K (2017),

<sup>2</sup> Oxford-Man Realized Library

<sup>3</sup> Anderson et al. (2007)

<sup>4</sup> Corsi and Reno` (2012)

<sup>5</sup> Standard and Poors 500

<sup>6</sup> Asai, M, McAleer, M (2019),

<sup>7</sup> Boudt, K. and J. Zhang (2013)

<sup>8</sup> Alcoa Inc (AA), AE (AXP), Bank of America (BAC)

<sup>9</sup> J.Jurdi, Doureige. (2020),

همکاران (۲۰۰۷b) در محاسبه لگاریتم قیمت دارایی و بازده های در طول روز و بارتدورف، نیلسن و شیرد (۲۰۰۶) (۲۰۰۴) در تخمین واریانس بای پاور، با شناسایی جهش های در طول روز، برآورد تعداد مطلوب مشاهدات و دیگر برآوردهای مربوطه، به کاهش صداهای ریز ساختار پرداخت.

در نهایت با ارزیابی اثر نقدینگی در طول روز و شوک های اخبار اقتصاد کلان بر جهش های در طول روز، نشان داد که متغیرهای نقدینگی و فعالیت معاملاتی حاوی اطلاعات مفید در مورد احتمال جهش های روزانه هستند. همچنین، انتشار برنامه ریزی شده اخبار اقتصاد کلان، باعث جهش در SPDR Spiders و SPDR Gold می شود. از طرفی، نتایج نشان دهنده افزایش سطح عدم تقارن اطلاعاتی در میان معامله گران و وخامت انعطاف پذیری قبل از جهش ها، بوده اند. نتایج نشان داد که شگفتی های مهم ناشی اعلام اخبار اقتصاد کلان، با جهش ها مرتبط است. شگفتی ناشی از اعلام حقوق و دستمزد غیرکشاورزی (سفارشات کارخانه) بسیار قابل توجه بوده و بر تعداد مشاهده جهش های صورت گرفته روی SPDR Spiders و SPDR Gold تأثیر می گذارد. همچنین تعجب اعتماد مصرف کننده بر جهش و جهش های تایید شده در هر دو ETF تأثیر می گذارد.

### فرضیه پژوهش

فرضیه حدس یا گمان هوشمندانه ای است که به صورت یک جمله خبری درباره ماهیت، چگونگی و رابطه بین پدیده ها، اشیاء و متغیرها مرتبط با یک پدیده بیان می شود. در تحقیقات علمی و همبستگی، فرضیه از وجود رابطه صحبت می کند، چه رابطه های همبستگی و چه رابطه های علی که مبین رابطه علت و معلولی است. در این تحقیقات، بسته به موضوع و ابعاد و متغیرهای مستقل و نیز مقیاس و اهمیت آن، می توان یک یا چند فرضیه را صورت بندی کرد.

فرضیه این پژوهش نیز براساس موضوع پژوهش به شرح زیر می باشد:

**فرضیه پژوهش:** اندازه و شدت جهش های قیمتی، تلاطم محقق شده شاخص را تبیین می کند.

### ۳- مدل آماری پژوهش

#### ۳-۱- مدل هاکس<sup>۱</sup> برای شدت جهش

برای مدل سازی شدت جهش ها، وقوع آنها به عنوان یک نقطه فرآیند دیده می شود. چنین فرآیندی در مواجهه با حوادث بازارهای مالی، نظیر ورود معاملات یا نقل قول<sup>۲</sup> رایج است. برای بیان مدل، تبیین ماهیمی از قبیل  $\{t_i\}_{i \in 1,000,n}$  به عنوان توالی تصادفی افزایش زمان رویداد  $0 \geq t_1 > \dots > t_n$  که یک فرآیند ساده را تشریح می کند مورد نیاز است. با داشتن  $N(t) := \sum_{i \geq 1} 1_{t_i \geq t}$  به عنوان تابع شمارش، شرطی  $\lambda(t)$  به عنوان تغییر پیش بینی شده در  $N(t)$  (به عنوان بازتاب احتمال وقوع رویداد) در یک افق زمانی  $t$ ، قابل مشاهده خواهد بود.

Hawkes  
2 Quotes

$$\lambda(t) = \lim_{s \rightarrow t} \frac{1}{s-t} E[N(s) - N(t)]$$

خصوصیت رایج  $\lambda(t)$  خود شیفتگی<sup>۱</sup> فرآیند هاکس است. با توجه به مدل هاکس (۱۹۷۱) خواهیم داشت:

$$\lambda(t) = \mu + \int_0^t w(t-u) dN(u) = \mu + \sum_{t_i < t} w(t-t_i)$$

$\mu$  : مقدار ثابت

$w$  : عملکرد وزنی غیر منفی

فرآیند خود شیفته به این مفهوم است که  $cov[N(a,b), N(b,c)] > 0$  جایی که  $0 > a \geq b < c$

عملکرد وزنی  $w$  یک عملکرد کاهش‌ی t-u است. به این معنی که بعد از مدتی، شدت، کاهش می‌یابد.

به منظور اجرای مدل هاکس در معادله فوق، می‌بایست انتگرال با جمع گسسته وقایع گذشته جایگزین شود.

شدت از طریق زیر برآورد می‌گردد.

$$\lambda(t) = \mu + \sum_{t_i < t} \alpha e^{-\beta(t-t_i)}$$

$\alpha$  : اثر آنی شدت را بعد از وقوع اتفاق بیان می‌کند.

$\beta$  : نرخ ریزش در مولفه وزنی را با توجه به رشد  $t - t_i$  کنترل می‌کند.

آگاتا (۱۹۸۱) تابع احتمال ورود مولفه به صورت بازگشتی را به شکل زیر تعریف نموده است:

$$\ln \mathcal{L}(\{t_i\}_{i=1, \dots, n}) = -\mu t_n - \frac{\alpha}{\beta} \sum_{i=1}^n 1 - e^{-\beta(t_n - t_i)} + \sum_{i=1}^n \ln[\mu + \alpha R(i)]$$

جایی که  $R(0)=0$  و

$$R(i) = e^{-\beta(t_i - t_{i-1})} (1 + R(i-1))$$

### ۳-۲- پیش‌بینی تلاطم (HAR<sup>۲</sup>)

با دسترسی گسترده به داده‌های مالی دارای فراوانی بالا، مطالعه حاضر بر به کارگیری تلاطم محقق شده (RV) به منظور ارائه مدل‌های پیش‌بینی برای تلاطم مالی متغییر در طول زمان تمرکز کرده است. از میان این مدل‌های پیش‌بینی، مدل خودرگرسیون ناهمگن (HAR) که توسط کرسی در سال ۲۰۰۹ مطرح شد، به دلیل سادگی، بیشترین محبوبیت را داشته. فرمول بندی HAR مبتنی بر بازپرداخت مستقیم آرچ ناهمگن<sup>۳</sup> و یا هارچ<sup>۴</sup> می‌باشد.

<sup>۱</sup> Self-exciting

<sup>۲</sup> Heterogeneous autoregressive model

<sup>۳</sup> Heterogeneous ARCH

<sup>۴</sup> HARCh



در این مدل ها، واریانس شرطی بازده های انتخابی گسسته به عنوان یک تابع خطی از مربع بازده های معوق در طول افق بازده یکسان، به همراه مربع بازده های دوره بازدهی بلند یا کوتاه مدت تر پارامتر بندی شده اند. کرسی (۲۰۰۹)، این مدل را برای RV به کار برد تا مدل HAR-RV را توسعه دهد و مدل HAR-RV-CJ را بسازد. مدل اصلی HAR-RV، RV را به عنوان مولفه تلاطم محقق شده روزانه، هفتگی و ماهانه مشخص می نماید که از طریق زیر بیان می گردد:

$$RV_t^d = \alpha_0 + \alpha_1 RV_{t-1}^d + \alpha_2 RV_{t-1}^w + \alpha_3 RV_{t-1}^m + \varepsilon_t$$

$RV_t^d$ : تلاطم محقق شده روزانه

$$RV_{t-1}^w = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 RV_{t-i-1}$$

$RV_{t-1}^w$ : تلاطم محقق شده هفتگی

$$RV_{t-1}^m = \frac{1}{22} \sum_{i=1}^{22} RV_{t-i-1}$$

$RV_{t-1}^m$ : تلاطم محقق شده ماهانه

اندرسون و همکاران (۲۰۰۷a) این مدل را، از طریق تجزیه تلاطم تحقق یافته به تغییر مسیر ممتد نمونه و تنوع جهش و با استفاده از اندازه گیری ناپارامتریک مبتنی بر آزمون آماری جهش، به مدل HAR-RV-CJ به شرح زیر گسترش دادند.

$$RV_t^d = \alpha_0 + \alpha_1 C_{t-1}^d + \alpha_2 C_{t-1}^w + \alpha_3 C_{t-1}^m + \alpha_4 J_{t-1}^d + \alpha_5 J_{t-1}^w + \alpha_6 J_{t-1}^m + \varepsilon_t$$

اجزای مدل:

$C_t$ : تغییر مسیر ممتد نمونه به صورت روزانه، هفتگی و ماهانه

$J_t$ : تغییر جهش در مقاطع روزانه، هفتگی و ماهانه

$$C_{t-1}^w = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 C_{t-i-1}$$

$C_{t-1}^w$ : تغییر هفتگی مسیر ممتد نمونه

$$C_{t-1}^m = \frac{1}{22} \sum_{i=1}^{22} C_{t-i-1}$$

$C_{t-1}^m$ : تغییر ماهانه مسیر ممتد نمونه

$$J_{t-1}^w = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 J_{t-i-1}$$

$J_{t-1}^w$ : تغییر جهش هفتگی

$$J_{t-1}^m = \frac{1}{22} \sum_{i=1}^{22} J_{t-i-1}$$

$J_{t-1}^m$ : تغییر جهش ماهانه

این گسترش، مدل HAR-RV اندرسون و همکاران را از سه بعد توسعه می دهد.

اول اینکه غیر از جهش های شاخص، محتوای اطلاعاتی هم جهش ها، در میان تمام سهام تشکیل دهنده پیش بینی تلاطم سطح شاخص مورد بررسی قرار می گیرد. با توجه به اینکه هم جهش ها الگوی متفاوتی از اجزای جهش شاخص را دنبال می کند. بنابراین، اینکه دو نوع جهش، نقش مجزایی را در پیش بینی نوسان بازده های شاخص بازی کنند، محتمل خواهد بود. به علاوه اینکه، هم جهش ها به دو صورت سیستماتیک و غیر سیستماتیک طبقه بندی می شوند تا به صورت مجزا، اثرشان بر تلاطم آتی شاخص بررسی شود.

دوم اینکه به غیر از اندازه جهش های شاخص که توسط اندرسون و همکاران (۲۰۰۷a) در نظر گرفته شده است، بُعد دومی هم در ارتباط با جهش وجود دارد، که آن شدت جهش است که قبلا در نظر گرفته نشده است. به منظور تعیین اینکه آیا وقوع جهش ها در گذشته نزدیک، بر تلاطم آینده اثر می گذارد، شدت برآوردی جهش (ارائه شده در مدل هاکس)، با چارچوب HAR آمیخته می شود.

در نهایت، اطلاعات روزانه جهش‌ها و هم‌جهش‌ها، با استفاده از تکنیک‌های روزانه و در طول روز به دست آمده و معلوم می‌شود که آیا اطلاعات مستتر در این وقایع، به روشی که اطلاعات شناسایی می‌شوند حساس هستند یا خیر.

مدل مورد استفاده عبارت است از:

#### مدل HAR-CJ

این مدل یک تشخیص جدید است که در آن، اندازه و شدت جهش شاخص مطرح می‌شود. جهش شاخص بوسیله آزمون BNS و شدت جهش‌ها از طریق مدل هاکس تخمین زده می‌شوند.

$$RV_t^d = \alpha_0 + \alpha_1 C_{t-1}^d + \alpha_2 C_{t-1}^w + \alpha_3 C_{t-1}^m + \alpha_4 J_{t-1}^d + \alpha_5 J_{t-1}^w + \alpha_6 J_{t-1}^m + \alpha_7 \lambda_{J,t} + \varepsilon_t.$$

#### اجزا مدل:

$C_t$ : تغییر مسیر ممتد نمونه به صورت روزانه، هفتگی و ماهانه

$J_t$ : تغییر جهش در مقاطع روزانه، هفتگی و ماهانه

$\lambda_{J,t}$ : شدت جهش

#### ارزیابی پیش‌بینی

دو معیار مشخص پیش‌بینی وجود دارد که مدل‌های مطرح شده در این پژوهش باید با آنها مقایسه شوند. برای مشخص کردن نقش جهش‌ها برای پیش‌بینی تلاطم شاخص، عملکرد پیش‌بینی مدل‌های گسترش یافته HAR با مدل HAR-RV اندرسون و همکاران (۲۰۰۷a) مقایسه می‌شوند.

عملکرد پیش‌بینی با استفاده از  $HRMSE^1$  پیشنهادی بولرسلو و گیسل (۱۹۹۷) و  $QLIKE$  پیشنهادی پاتون (۲۰۱۱) مقایسه می‌گردند.

$$HRMSE^t = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left( \frac{RV_t - f_t^i}{RV_t} \right)^2}$$

#### اجزا مدل:

$T$ : تعداد کل دوره‌های مورد پیش‌بینی

$f_t^i$ : پیش‌بینی حاصل از  $i$  امین مدل

$RV_t$ : هدف (target)

$$QLIKE^i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left( \log RV_t + \frac{f_t^i}{RV_t} \right)$$

<sup>1</sup> heteroskedasticity adjusted root mean square error

به دلیل تفاوت های مهم در عملکرد پیش بینی در ارتباط با مدل HAR-RV، توابع خطا، با استفاده از آزمون زوجی برای صحت پیش بینی دقیق (EPA<sup>1</sup>) دی بولد و ماریانو (۱۹۹۵) و وست (DMW) (۱۹۹۶) ارزیابی می گردد.

$$DMW = \frac{\bar{d}_t}{\sqrt{var[\bar{d}_t]}}$$

$$\bar{d}_t = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T d_t \quad \text{افت از دست رفته}$$

$$d_t = L(f_t^a) - L(f_t^b) \quad \text{اختلاف پیش بینی تلاطم دو سهم}$$

$$var[\bar{d}_t] \quad \text{تخمین تقریبی واریانس متوسط افت از دست رفته}$$

$$f_t^a, f_t^b, f_t^t \quad \text{پیش بینی تلاطم سهام در زمان } t$$

### روش پژوهش

در انتخاب نوع روش تحقیق حتماً باید در نظر داشت که چه کسانی در ارتباط با تحقیق، تصمیم گیرنده به حساب می آیند و اینکه کاربردهای تحقیق برای چه افرادی و با چه دیدگاه هایی است. تا تحقیق با مشکل عدم کارآمدی مواجه نشود. نوع شناسی تحقیق، روش را برای روش شناسی آن مهیا می کند. ویژگی های این تحقیق به طور خلاصه به شرح زیر است:

پژوهش حاضر از نوع هدف، پژوهش کاربردی و از نظر ماهیت، پژوهش توصیفی است. همچنین در بین انواع روش های توصیفی، این تحقیق از نوع همبستگی می باشد، چرا که از یک طرف، به دنبال شناسایی جهش در سهام ۳۰ شرکت بزرگ بازار سرمایه بوده و از طرف دیگر، رابطه این عامل و تاثیر آنها بر پیش بینی تلاطم شاخص ۳۰ شرکت بزرگ بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از نرم افزار متلب برآورد می نماید.

### روش و ابزار گردآوری اطلاعات و داده ها

در این پژوهش برای جمع آوری و بررسی مبانی نظری حوزه تحقیق از منابع کتابخانه ای و همچنین مقالات منتشر شده در سایتهای معتبر علمی استفاده گردیده است. همچنین برای گردآوری داده های این تحقیق، از اطلاعات عرضه شده در سایتهای اطلاع رسانی بازار سرمایه و شرکت مدیریت فن آوری بورس اوراق بهادار تهران استفاده شده است.

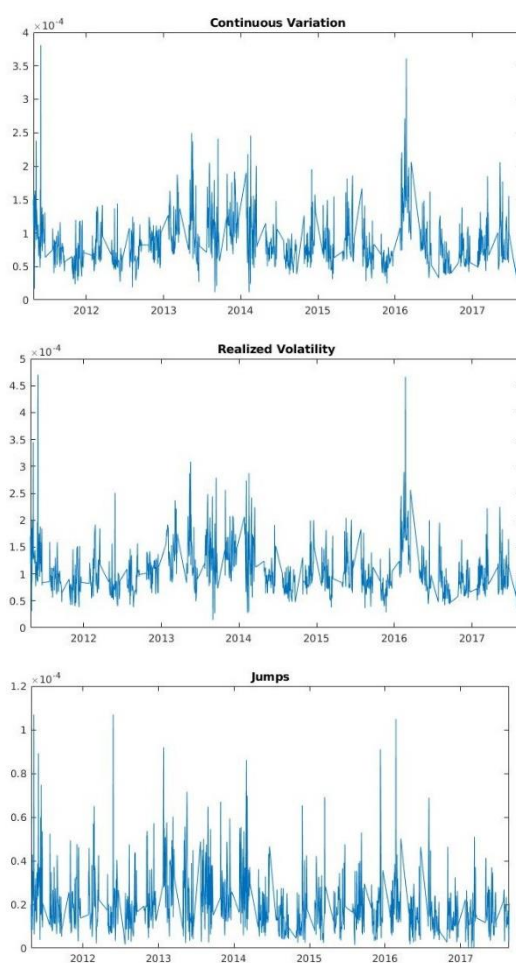
### جامعه، نمونه آماری و روش نمونه گیری

جامعه آماری اشاره به گروهی از افراد دارد که از یک خصوصیت مشترک برخوردارند که آنها را از دیگر گروه ها متمایز می کند (کرسول، ۲۰۰۵) در پژوهش حاضر، جامعه آماری شامل تمامی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می باشد.

<sup>1</sup> Equal Predictive Accuracy

<sup>2</sup> Diebold and Mariano (1995) and West (1996)

نمونه آماری زیرمجموعه ای از جامعه آماری است و دربرگیرنده برخی از اعضا منتخب جامعه است. نمونه-برداری نیز فرآیند گزینش و انتخاب تعدادی از اعضای جامعه است. طوری که پژوهشگر با بررسی نمونه و درک خصوصیات یا ویژگی‌های آزمودنی‌های نمونه، قادر به تعمیم خصوصیات یا ویژگی‌ها به عناصر جامعه خواهد بود. در پژوهش حاضر، با استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس که متضمن گردآوری اطلاعات از اعضای جامعه است که برای ارائه اطلاعات، به راحتی در دسترس قرار دارند، ۳۰ شرکت بزرگ بورس اوراق بهادار تهران و موثر در شاخص مربوطه انتخاب گردیده‌اند.



شکل ۱- تلاطم محقق شده و جهش‌های شاخص بر مبنای روش‌های تشخیص روزانه

شکل ۱، نمای تلاطم محقق شده و واریانس بای پاور (BV) جهش ها را در بازده شاخص بر مبنای روش های تشخیص روزانه نشان می دهد. تلاطم محقق شده و واریانس بای پاور کاملاً مشخص هستند. مقادیر تلاطم محقق شده عمدتاً تحت تاثیر اخبار و وقایع بازار در ارتباط با مذاکرات هسته ای ایران و گروه ۵+۱ هستند که این امر، از تحرکات قیمتی بازار در طول دوره کاملاً مشخص است. به طور کلی، یک رابطه مثبت بین سطح تلاطم و وقوع جهش وجود دارد.

جدول ۱- آمار خلاصه ای از مجموعه تلاطم محقق شده، واریانس بای پاور و جهش شرکت های موجود در شاخص

	RV t	BV t	J t
Mean	۷0.000108	0.0000841	0.0000206
St. dev.	0.0000483	0.0000383	0.0000147
Skewness	1.8281432	1.7574317	1.9745810
Kurtosis	9.5135670	8.6016674	9.3977185
Min	0.0000014	0.0000008	0.0000000
Max	۳0.000470	0.0003415	0.0001220

ردیف های جدول ۱، به ترتیب بیانگر میانگین، انحراف معیار، چولگی (انحراف از قرینگی)، کشیدگی، کمینه، بیشینه را نشان می دهند. نوسانات روزمره و جهش های روزانه برای شاخص، از بازده های ده دقیقه ای در طول دوره معاملاتی ۶ فروردین ۱۳۹۰ تا ۲۶ اسفند ۱۳۹۴ سهام موجود در شاخص ۳۰ شرکت بزرگ بورس اوراق بهادار تهران ساخته می شود. در مجموع، ۱۲۰۷ مشاهده روزانه.

## روش تجزیه و تحلیل داده ها

### تشخیص جهش<sup>۱</sup>

تشخیص جهش (روزانه): تفاوت بین RV و BV به عنوان تخمین توزیع جهش در کل تلاطم (volatility) مورد استفاده قرار می گیرد. به هر حال توجیه نظری معادلات واریانس محقق شده و واریانس همبستگی فرآیند معادله لگاریتم قیمت دارایی در زمان  $t$ ، بر پایه مفهوم افزایش بازده های رقیق تر نمونه است ( $M \rightarrow \infty$ ) البته هر اقدام عملی محدود به فراوانی مدل ثابت یا  $M < \infty$ ، موضوع ثابتی در خطای اندازه گیری می باشد. از این رو، برخورد با جهش های کوچک به عنوان خطای اندازه گیری و در نظر گرفتن جهش های بزرگ مطلوب خواهد بود. بارندروف، نیلسون و شپرد (۲۰۰۶) آزمون را توسعه دادند (BNS<sup>۲</sup>) که به دنبال تقویت عملکرد نمونه محدود هانگ و تاچن (۲۰۰۵)<sup>۳</sup> است و صداهای ریزساختار را به حساب آورده و عملکرد نمونه را از طریق فرمول هانگ و تاچن به شکل زیر تقویت می کند:

<sup>۱</sup> Jump

<sup>۲</sup> Barndorff-Nielsen and Shephard (2006)

<sup>۳</sup> Huang and Tauchen (2005)

$$Z_t = \Delta^{-0.5} * \frac{[RV_t - BV_t]RV_t^{-1}}{[(\mu_1^{-4} + 2\mu_1^{-2} - 5) \max\{1, TQ_t BV_t^{-2}\}]^2}$$

$$\Delta = 1/M$$

$$TQ_t = \Delta^{-1} \mu_{4/3}^{-3} \sum_{j=3}^M |r_{tj}|^{4/3} |r_{tj-1}|^{4/3} |r_{tj-2}|^{4/3}$$

$M$ : تعداد بازده های فواصل مساوی<sup>۱</sup> در طول روز معاملاتی  $t$

### یافته های پژوهش

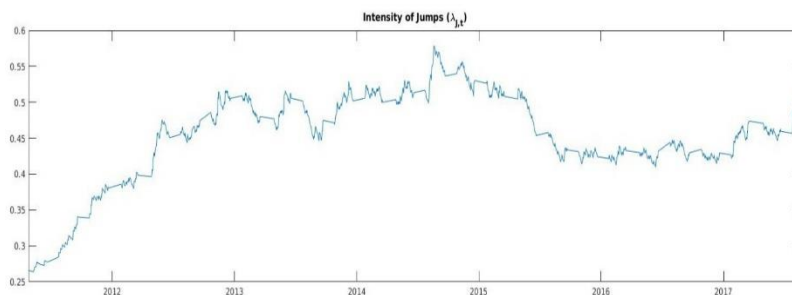
#### تحلیل نمونه

برآورد پارامترهای مدل هاکس روی جهش های شاخص، در جدول ۲ گزارش شده است. ردیف اول، نتایج مربوط به جهش شاخص را نشان می دهد. برآورد آلفا و بتا در مدل، به طور قابل توجهی مثبت است که تایید کننده آن است که جهش خود شیفته است و یک روند شدت مداوم را نشان می دهد. شدت جهش تخمین زده شده از مدل هاکس، در شکل ۲ رسم شده است. مقدار آلفا نشان می دهد که اثر آنی شدت جهش های شاخص در حدود ۰.۰۰۷۵ می باشد، که با نزدیک شدن به جمع بندی مذاکرات هسته ای در سال ۱۳۹۴ (۲۰۱۵) به اوج خود می رسد و پس از امضای برنامه جامع اقدام مشترک (برجام) در ۲۳ تیرماه ۱۳۹۴ (۱۴ جولای ۲۰۱۵) به تدریج از شدت جهش ها کاسته می شود.

جدول ۲- نتایج تخمین مدل هاکس برای جهش های روزانه شاخص

$\lambda(t) = \mu + \sum_{t_i < t} \alpha e^{-\beta(t-t_i)}$				
	$\mu$	$\alpha$	$\beta$	loglike
$\lambda_{J,t}$	0.251	0.0075	0.0144	1652.6191

شکل ۲- شدت تخمین زده شده جهش های شاخص براساس مدل هاکس



<sup>1</sup> Intraday equally spaced returns

جدول ۳- نتایج تخمین مدل های خطی HAR بر مبنای تشخیص جهش روزانه

	Base Model	Extended Base Model	Model 1
	HAR-RV	HAR-RV-CJ	HAR-CJ
con	0.000014 (2.0908)	0.000015 (2.3046)	0.000023 (1.7928)
$RV^d$	0.068489 (1.5921)		
$RV^w$	0.35738 (4.2058)		
$RV^m$	0.44437 (4.8972)		
$C^d$		0.083138 (1.5245)	0.083232 (1.5257)
$C^w$		0.29265 (2.3217)	0.28962 (2.2954)
$C^m$		0.58204 (3.9047)	0.59896 (3.9605)
$J^d$		0.0106 (0.080086)	0.010601 (0.080065)
$J^w$		0.58136 (1.6904)	0.58325 (1.6952)
$J^m$		-0.1805 (-0.35666)	-0.25727 (-0.49568)
$\lambda J$			-0.000015 (-0.6714)
adjusted $R^2$	0.2656	0.2645	0.264

جدول ۳ نتایج برآورد کلیه مدل های HAR خطی ، از جمله مدل های معیار HAR-RV و HAR-RV-CJ و HAR و توسعه یافته را براساس تشخیص جهش روزانه گزارش می کند. جهش ها در بازه های ده دقیقه ای از روز ۶ فروردین ماه ۱۳۹۰ تا ۲۶ اسفند ۱۳۹۴ شامل ۱۲۰۷ روز معاملاتی ساخته شده اند. مقادیر داخل پرانتز، مقادیر t آماری هستند و سطر آخر ضریب تعیین تعدیل شده رگرسیون را نشان می دهد.

#### ۱۱-۲- پیش بینی خارج از مدل

عملکرد پیش بینی نوسانات همه مدل های HAR ابتدا با استفاده از HRMSE و QLIKE از خطاهای پیش بینی یک مرحله جلوتر مقایسه می شود. در حالی که انجام این کار دقت نسبی پیش بینی را نشان می دهد ، اما این هیچ نشانه ای از تفاوت قابل توجه در عملکرد را نشان نمی دهد. برای دستیابی به این هدف، از آزمون دقت پیش بینی برابر دی بولد و ماریانو (۱۹۹۵) و وست (۱۹۹۶) (DMW) استفاده خواهد شد. همه مدل ها به صورت جداگانه

با مدل معیار HAR-RV مقایسه می‌شوند. در ادامه ما عملکرد مدل را با اطلاعات تولید شده از آزمون‌های روزانه یا داخل روز مقایسه می‌کنیم و نتایج آزمون DMW گزارش می‌شود که مدل مبتنی بر آزمون‌های داخل روز، چه عملکردی نسبت به نمونه آزمایش روزانه دارد. عملکرد پیش بینی این مدل‌ها در دو حالت شامل دوره کامل خارج از نمونه و روزهای بعد از وقوع جهش در نظر گرفته خواهد شد. عملکرد پیش بینی در این دو حالت بسیار قابل توجه است، زیرا در این مواقع، نوسانات به سرعت در حال تغییر است و تصمیم‌گیری باید سریعاً با شرایط متغیر سازگار شود.

جدول ۴- مقایسه عملکرد مدل های HAR با معیارهای پیش بینی برای سنجش صحت پیش بینی

	Base Model	Extended Base Model	Model 1
	HAR-RV	HAR-RV-CJ	HAR-CJ
QLike	-8.2354	-8.2145	-8.2092
HRMSE	0.3358	0.3467	0.3505

در جدول ۴، عملکرد مدل‌های HAR-RV و HAR-RV-CJ با دو معیار پیش بینی HRMSE و QLIKE که برای اندازه‌گیری میزان خطای مدل استفاده می‌گردد، مقایسه می‌شوند.

نتایج حاصل از معیارهای پیش بینی و آزمون DWM که برای مقایسه خطای دو مدل مختلف استفاده می‌شود و در پژوهش حاضر، با محاسبه نسبت میانگین اختلاف‌ها بر واریانس اختلاف‌ها به دست می‌آید. حاکی از آن است که مدل پژوهش عملکرد قابل توجه بهتری از مدل‌های HAR-RV و HAR-RV-CJ در پیش بینی تلاطم شاخص نداشته لیکن به مقدار ناچیزی عملکرد ضعیف‌تری نسبت به مدل‌های پایه و توسعه یافته HAR در پیش بینی تلاطم شاخص دارد.

### نتیجه‌گیری و بحث

پژوهش حاضر از طریق محاسبه بازده سهام، تغییر جهش و نقش جهش‌ها در پیش بینی تلاطم شاخص، با مقایسه مدل‌های پیش بینی HAR، به بررسی تاثیر اندازه و شدت جهش ناشی از تلاطم محقق شده در پیش بینی تلاطم شاخص بورس اوراق بهادار تهران پرداخته است. براساس یافته‌های پژوهش، روند شدت جهش‌ها (شکل ۲) در طول دوره پژوهش یک روند پایدار داشته است. از طرفی، با توجه به هم‌زمانی دوره پژوهش با تغییرات چشمگیر نرخ ارز و همچنین دور جدید مذاکرات هسته‌ای، می‌توان گفت تغییرات نرخ ارز، رفتار معاملاتی فعالان بازار سرمایه را تحت تاثیر قرار داده و به تبع آن، شدت جهش در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ افزایش یافته و با آغاز مذاکرات ایران با گروه ۵+۱ در طول سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۴ شیب شدت جهش در بازار کاهش یافته است. همچنین، با پیشرفت مذاکرات و امضای توافق‌نامه برنامه جامع اقدام مشترک (برجام) در اوایل سال ۱۳۹۴، شیب شدت جهش نزولی شده و کاهش یافته است. این روند، در طول دوره اجرای برجام توسط طرفین (سال ۱۳۹۴ به بعد) با آزادسازی فروش نفت به شرکت‌های خارجی و همچنین ورود سرمایه‌گذاران حقوقی خارجی به کشور و اقبال عمومی نسبت به بازار، تا زمان پیروزی آقای ترامپ در بهمن ماه سال ۱۳۹۵ ادامه داشته و پس از آن، به واسطه موضع‌گیری‌های



خصمانه ترامپ علیه ایران و برجام و به موازات آن، پیشبرد تعهدات طرفین برجامی، شیب جهش های قیمتی و شاخص بازار افزایش داشته است. همچنین، نتایج تخمین مدل های HAR در جدول ۳، بیان کننده کاهش ضریب تعیین تعدیل شده در مدل پژوهش نسبت به مدل های پایه و توسعه یافته بوده که این، به معنی کاهش تأثیر واقعی متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته در مدل پژوهش نسبت به سایر مدل ها می باشد. به عبارتی، با توسعه مدل های موجود پیش بینی تلاطم شاخص با استفاده از اندازه و شدت جهش، تأثیر قابل ملاحظه ای در بهبود پیش بینی تلاطم شاخص رخ نداده بلکه، عملکرد پیش بینی مدل در رابطه با تلاطم شاخص به مقدار ناچیزی تعدیل گردیده است. این یافته ها، نتایج حاصل از پژوهش های قاضی فینی و پناهیان (۱۳۹۸)، یعقوبی و اشرفی (۱۳۹۹)، سیدا (۲۰۱۲)، دلیز و حسین (۲۰۱۴)، بانکیک و گیسلسر (۲۰۱۷) و آسای و مک آلر (۲۰۱۹) را تایید می کنند.

نتایج جدول ۴ در خصوص مقایسه عملکرد مدل های HAR با معیارهای پیش بینی نیز بیان می کند که مدل پژوهش، عملکرد پیش بینی مدل های پایه (HAR-RV و HAR-RV-CJ) را بهبود نبخشیده، بلکه به مقدار ناچیزی، عملکرد ضعیف تری نسبت به مدل های اشاره شده در پیش بینی تلاطم شاخص دارد.

به عنوان یک نتیجه گیری کلی می توان گفت، با توسعه مدل های موجود پیش بینی تلاطم شاخص با استفاده از اندازه و شدت جهش، تأثیر قابل ملاحظه ای در بهبود پیش بینی تلاطم شاخص رخ نداده و به مقدار ناچیزی، عملکرد پیش بینی مدل در رابطه با تلاطم شاخص تعدیل گردیده است. از طرفی، در نظر گرفتن جهش های در طول روز به جای جهش روزانه، عملکرد مدل پیش بینی را بهبود نبخشیده است.

با توجه به مراتب فوق و از آنجاییکه وجود احساسات خاص در بازار سهام منجر به شکل گیری تصمیمات خاص سرمایه گذاری می گردد، به پژوهشگران و فعالان بازار سرمایه پیشنهاد می گردد تأثیر واکنش های رفتاری (احساسی) را در پیش بینی تلاطم شاخص مورد بررسی قرار دهند.

همچنین نتایج این پژوهش از نظر به کارگیری تلاطم محقق شده (RV) در پیش بینی تلاطم شاخص (به عنوان یک رویکرد جدید) می تواند به صورت کاربردی مورد استفاده فعالان بازار سرمایه و تحلیلگران بازار قرار گیرد.

## فهرست منابع

- \* پوریعقوبی هادی، اشرفی یکتا (۱۳۹۹)، سرایت پذیری تلاطم بازده میان صنایع مختلف بازار سرمایه ایران، فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه گذاری، ۹(۳۴)، ۲۹۳-۲۷۷.
- \* دوستیان رحمان و همکاران (۱۴۰۰)، سرایت پذیری تلاطم شرطی بازده در بانکهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار، فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه گذاری، ۱۰(۳۷)، ۱۷۸-۱۵۹.
- \* قاضی فینی سیدرضا، پناهیان حسین (۱۳۹۸)، پیش بینی و مدل سازی تلاطم بازدهی سهام در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل های GARCH، فصلنامه علمی تحقیقات حسابداری و حسابرسی، ۱۱(۴۳)، ۷۰-۵۵.
- \* پاکیزه، کامران، (۱۳۹۰)، تلاطم و بازده (شواهدی از بورس اوراق بهادار تهران و بورس های بین الملل) فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مدل سازی اقتصادی، شماره دوم.

- \* Andersen, T. G., Bollerslev, T, and F.X. Diebold and Labys, P. (2003), The distribution of exchange rate volatility, *Journal of the American Statistical Association*, vol. 96, pp. 42–55, 2003.
- \* Andersen, T. G., Bollerslev, T., Dobrev, D. (2007), No-arbitrage semimartingale restrictions for continuous-time volatility models subject to leverage effects, jumps and i.i.d. noise: Theory and testable distributional implications. *Journal of Econometrics* 138 (1), 125-180
- \* Andersen, T. G., Bollerslev, T, and F.X. Diebold. (2007a), Roughing it up: Including jump components in the measurement, modelling and forecasting of return volatility. *Review of Economics and Statistics*, 89:701-720.
- \* Andersen, T. G., Bollerslev, T, and Dobrev, D. (2007b), No-arbitrage semi-martingale restrictions for ncontinuous-time volatility models subject to leverage e\_ects, jumps and i.i.d. noise: Theory and testable distributional implications. *Journal of Econometrics* 138: 125–80
- \* Andersen, T.G., Bollerslev, T, Dobrev, D., (2007c), No-arbitrage semi-martingale restrictions for continuous-time volatility models subject to leverage effects, jumps and i.i.d. noise: Theory and testable distributional implications. *Journal of Econometrics* 138, 125–180.
- \* Barndorff-Nielsen, Ole E., and Shephard, N. (2004), Power and bipower variation with stochastic volatility and jumps. *Journal of Financial Econometrics* 2: 1–37.
- \* Barndorff-Nielsen, Ole E., and Shephard, N. (2006), Econometrics of testing for jumps in financial economics using bipower variation. *Journal of Financial Econometrics* 4: 1–30.
- \* Bollerslev, T, and Ghysels, E. (199۷), Periodic autoregressive conditional heteroscedasticity. *Journal of Business and Economic Statistics*, 14:139–151.
- \* Buncic, D; I.M. Gislser, K, (2017), The role of Jumps and Leverage in forecasting Volatility in International Equity Markets, *Journal of International Money and Finance* VOL August 9.
- \* Corsi, F.(2009), A Simple Approximate Long-memory Model of Realized Volatility, *Journal of Financial Econometrics*, Vol. 7, pp. 174-196.
- \* Corsi, Fulvio and Roberto Ren'ò (2012), Discrete-time volatility forecasting with persistent leverage effect and the link with continuous-time volatility modeling, *Journal of Business and Economic Statistics*, 30(3), 368–380.
- \* Délèze, F. Hussain, S.M, (2013), Information Arrival, Jumps and Cojumps in European Financial Markets: Evidence using tick by tick data.
- \* Diebold F.X. and Mariano, R.S (1995), Comparing predictive accuracy. *Journal of Business and Economics Statistics*, 13:253–263.
- \* Jurdi, D.J., (2020), Intraday Jumps, Liquidity, and U.S. Macroeconomic News: Evidence from Exchange Traded Funds, *Journal of Risk and Financial Management*, 2020, 13, 118
- \* Lahaye, J., Laurent, S., Neely, C.J., (2011), Jumps, Cojumps and Macro Announcements. *Journal of Applied Econometrics* 26, 893–921.
- \* Lee, S. S., Mykland, P.A., (2008), Jumps in financial markets: A new nonparametric test and jump dynamics. *Review of Financial Studies* 21 (6), 2535-2563.
- \* Müller, U. Dacorogna, M. Davé, R. Olsen, R. Pietet, O. and Weizsacker, J. von. (1997), Volatilities of different time resolutions – analysing the dynamics of market components, *Journal of Empirical Finance* , vol. 4, pp. 213–239.
- \* Patton, A. (2011), Volatility forecast comparison using imperfect volatility proxies. *Journal of Econometrics*, 160:246–256.
- \* Seda, P. (2012), Performance of Heterogeneous Autoregressive Models of Realized Volatility: Evidence from U.S. Stock Market, *International Journal of Economics and Management Engineering*, Vol:6, No:12, 2012
- \* West, K.D. (1996), Asymptotic inference about predictive ability. *Econometrica*, 64:1067–1084.

## **The effect of size and intensity of price jumps on forecasting index volatility in Tehran Stock Exchange**

**Mohsen Rajab Boloukat**

PhD Student of Financial Management, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran  
Mohsen.boloukat@gmail.com

**Ali Baghani**

Assistant Professor, Department of Accounting, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran  
Ali\_baghani@azad.ac.ir

**Ali Najafi Moghaddam**

Assistant Professor, Department of Accounting, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran  
alirezanm@yahoo.com

**Fatemeh Sarraf**

Assistant Professor, Department of Accounting, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran  
F\_sarraf@azad.ac.ir

**Norouz Noorolahzadeh**

Assistant Professor, Department of Accounting, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran  
N\_noorolahzadeh@azad.ac.ir

### **Abstract**

It is very important to distinguish how the volatility in the return of assets occur. For this reason, in recent years, realized volatility and frequencies of daily volatility recognition studies have been developed. This study uses stock prices of 30 big companies of Tehran Stock Exchange during the years 1390(2011) To1394 (2015) (test sample) and the years 1395(2015-16) to 1398(2017-18) (out of sample) and calculates the realized stock volatility during trading days using the HAR-CJ model to examine the effect of size and intensity of price jumps in predicting index volatility. The results showed that the development of HAR-CJ and HAR-RV-CJ models using the size and intensity of jump did not have a significant effect on improving the index volatility prediction but, to a small extent, the model prediction performance Adjusts for index volatility. Also, using intraday jumps instead of daily jumps, does not improve the performance of the prediction model.

**Keywords:** Price Jump, forecasting, realized volatility, Hawkes process

