

## بررسی رابطه خطای قیمت گذاری و سازوکارهای معاملاتی در بورس تهران

علی ابراهیم‌نژاد<sup>۱</sup>، سامان حقیقی<sup>۲</sup>

**چکیده:** معامله سهام می‌تواند از طریق دو سازوکار حراج و معاملات پیوسته انجام شود. در بسیاری از بازارها از جمله بورس تهران، ابتدای بازار از سازوکار حراج و طی روز از معاملات پیوسته استفاده می‌شود. به علاوه، در برخی بازارها به منظور بهبود نقدشوندگی برای سهام کوچک و غیرنقدشونده، به جای استفاده از سازوکار معاملات پیوسته، از حراج‌های مکرر طی روز استفاده می‌شود. در این پژوهش، به کمک داده‌های بورس تهران و معرفی معیاری برای اندازه‌گیری خطای قیمتی، به مقایسه خطای قیمتی در ابتدای بازار که مبتنی بر سازوکار حراج است و انتهای بازار که مبتنی بر سازوکار معاملات پیوسته است، پرداخته می‌شود. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد خطای قیمتی در ابتدای بازار بیشتر از انتهای بازار است. در ادامه، عوامل مؤثر بر بیشتر بودن خطای قیمتی در ابتدای بازار بررسی شده و نشان داده می‌شود سازوکار حراج بر خطای قیمتی تأثیر منفی ندارد و این خطا از زیاد بودن حجم معاملات در ابتدای بازار و کم‌کشش بودن منحنی تقاضای سهام نشئت می‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: حراج، خطای قیمتی، ریزساختار بازار، سازوکار معاملاتی، معاملات پیوسته.

۱. دکتری مالی، بوستون، آمریکا

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت مالی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۱۲/۱۹

تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۵/۰۳/۲۹

نویسنده مسئول مقاله: علی ابراهیم‌نژاد

E-mail: ali.ebrahimnejad@bc.edu

## مقدمه

یکی از مهم‌ترین سؤالاتی که با عنوان ریزساختار بازار<sup>۱</sup> در دهه‌های اخیر در کانون توجه پژوهشگران حوزه مالی قرار گرفته است، تأثیر سازوکارهای معاملاتی بر فرایند شکل‌گیری قیمت‌هاست. پاسخ به این سؤال، از یک سو به سرمایه‌گذاران و معامله‌گران امکان می‌دهد با درک فرایند شکل‌گیری قیمت‌ها، رفتار سرمایه‌گذاری خود را در بازار تنظیم کرده و حتی با از بین بردن ناکارایی‌ها و فرصت‌های آربیتراژ<sup>۲</sup> موجود در بازار کسب سود کنند و از سوی دیگر، به نهادهای ناظر بازار کمک می‌کند در انتخاب سازوکارهای معاملاتی، پیامدهای آن بر کارایی بازار و قیمت را لحاظ کرده و در راستای کاراتر شدن بازار بهره‌برداري کنند.

معامله سهام می‌تواند از طریق دو سازوکار حراج<sup>۳</sup> و معاملات پیوسته<sup>۴</sup> انجام شود. در بسیاری از بازارها از جمله بورس تهران، ابتدای جلسه معاملاتی، برای کشف قیمت آغازین از سازوکار حراج و طی روز از معاملات پیوسته استفاده می‌شود. به علاوه، در بسیاری از بازارها از جمله برخی بورس‌های اروپایی مانند بورس آلمان و پاریس (تا پیش از پیوستن به یورونکست<sup>۵</sup>) برای سهام کوچک و غیرنقدشونده، به جای استفاده از سازوکار معاملات پیوسته، از حراج‌های مکرر در طی روز استفاده می‌شود. چنین سازوکاری به صورت بالقوه می‌تواند در بورس تهران نیز برای سهام کوچک با هدف بهبود نقدشوندگی آنها استفاده شود. در سال‌های اخیر پژوهش‌هایی نیز در خصوص امکان‌سنجی استفاده از سازوکار حراج در سایر بازارها از جمله بازار برق نیز انجام شده است (نوهوف، ریتز، صلاح ابوالعنین و وسیلوپولوس، ۲۰۱۶). بدین سبب، مقایسه و شناخت عملکرد این دو سازوکار در کشف قیمت و انعکاس بهتر اطلاعات برای بورس تهران اهمیت زیادی دارد.

از نگاه دیگر، بودیش، کرمتون و شیم (۲۰۱۵) معتقدند که در سال‌های اخیر با رشد شایان توجه معامله‌گری پرسامد<sup>۶</sup> در بازارهای توسعه‌یافته، یکی از پیشنهاد‌های مطرح‌شده برای مقابله با رقابت بی‌رویه در افزایش سرعت معاملات، استفاده از سازوکار حراج به جای معاملات پیوسته است که به‌تازگی در کانون توجه قرار گرفته است. بنابراین، شناخت ویژگی‌ها و تفاوت‌های این دو سازوکار معاملاتی هم در بازارهای توسعه‌یافته و هم در بازارهای درحال توسعه همچون بورس تهران، اهمیت زیادی دارد.

- 
1. Market Microstructure
  2. Arbitrage
  3. Auction
  4. Continuous Trading
  5. Euronext
  6. High-Frequency Trading

برای درک بهتر نحوه عملکرد این دو سازوکار معاملاتی، مروری بر بورس تهران مفید است. در بورس تهران به‌منظور کشف قیمت آغازین معاملات، از سازوکار حراج استفاده می‌شود. در این سازوکار، خریداران و فروشندگان در بازه زمانی معین (ساعت ۳۰: ۸ تا ۹) به وارد کردن سفارش در سیستم معاملاتی می‌پردازند و در انتهای مهلت مقرر (ساعت ۰۰: ۹)، الگوریتم موجود در سیستم معاملات، قیمت را به‌گونه‌ای تعیین می‌کند که بیشترین حجم معاملات انجام شود و به بیانی، بیشترین میزان از سفارش‌های خرید و فروش با یکدیگر جور<sup>۱</sup> شوند. پس از تعیین قیمت آغازین با استفاده از حراج در ساعت ۹، معاملات به‌صورت پیوسته تا پایان ساعت معامله انجام می‌گیرد. بدین ترتیب، در بورس تهران هر دو سازوکار حراج و معاملات پیوسته استفاده می‌شود.

همان‌طور که گفته شد، در برخی بازارها برای بهبود نقدشوندگی سهام کوچک و غیرنقدشونده بازار، از سازوکار حراج استفاده می‌شود. نحوه استفاده از سازوکار حراج برای سهام کم‌حجم و غیرنقدشونده معمولاً به این صورت است که به جای معاملات پیوسته آنها در طی جلسه معاملاتی، تنها چند حراج در بازه‌های زمانی مشخص انجام می‌شود. برای مثال در طی روز، هر یک ساعت یک بار حراج برای این سهام‌ها صورت می‌گیرد و معامله‌گران قادرند در فاصله زمانی بین دو حراج، سفارش‌های خود را وارد سیستم کنند تا در زمان حراج بعدی براساس الگوریتم گفته‌شده در بالا، قیمت معاملات بار دیگر تعیین شود.

در این پژوهش، به سنجش میزان خطای قیمتی در این دو سازوکار و مقایسه تأثیر این دو سازوکار بر فرایند شکل‌گیری قیمت‌ها و کارایی قیمت‌گذاری در بورس تهران پرداخته می‌شود. برای این منظور، از تفاوت میان سازوکار معاملاتی استفاده‌شده در بورس تهران در ابتدای بازار و طی روز و اثر آن بر خطای قیمتی استفاده می‌کنیم.

در گام اول، ابتدا خطای قیمتی را اندازه‌گیری کرده و بررسی می‌کنیم که آیا مشابه آمیهود و مندلسون (۱۹۸۷) و استول و ویلی (۱۹۹۰)، در بورس تهران نیز قیمت ابتدای بازار، نسبت به آخرین قیمت خطای بیشتری دارد؟ براساس یافته‌های این پژوهش، در بورس تهران مشابه بورس نیویورک، نسبت واریانس یا خطای قیمتی ابتدا به انتهای بازار بزرگ‌تر از ۱ است. پس از آن به‌دنبال توضیح دلایل این تفاوت میان واریانس‌ها هستیم و بررسی می‌کنیم که آیا زیادبودن خطای قیمتی در ابتدای بازار، از سازوکار معاملاتی حراج نشئت می‌گیرد یا عوامل دیگری همچون تجمیع اطلاعات طی ساعات غیرمعاملاتی و کم‌کشش‌بودن منحنی تقاضای سهام، عامل ایجاد خطای قیمتی بیشتر در ابتدای بازار است.

بر اساس نتایج این پژوهش، از میان فرضیه‌های مطرح شده برای بالاتر بودن واریانس ابتدای بازار، تئوری براک و کلایدون (۱۹۹۲) که دلیل خطای قیمتی بیشتر در معاملات حراج را حجم زیادتر معاملات و انباشت سفارش‌ها در ابتدای بازار می‌دانند، تأیید می‌شود.

### پیشینه پژوهش

به‌رغم آنکه در زمینه تأثیر سازوکارهای معاملاتی بر خطای قیمت‌گذاری در بورس تهران پژوهشی اجرا نشده، در حوزه ریزساختار بازار و فرایند شکل‌گیری قیمت‌ها مطالعات معدودی انجام شده است.

پویان‌فر، راعی و محمدی (۱۳۸۸) با بررسی هفت شرکت بورسی نشان دادند عواملی چون جهت معامله، مظنه‌های تاریخی و دامنگ<sup>۱</sup> تاریخی، در تعیین قیمت نقش دارند. مطالعه دیگری با استفاده از داده‌های شرکت فولاد مبارکه انجام شده است که نشان می‌دهد هرچه فاصله زمان انتظاری معاملات طولانی‌تر باشد، نوسان درون روزانه قیمت‌ها کاهش می‌یابد (پویان‌فر و حنجری، ۱۳۸۹). در حوزه فرایند شکل‌گیری قیمت‌ها بدری، عرب‌مازار و سلطان‌زالی (۱۳۹۵) نشان دادند سطوح مختلف دفتر سفارش‌های محدود<sup>۲</sup>، حاوی اطلاعات مربوط به بازده آتی سهم است. در حوزه اثر خطای قیمتی، عباسی و شریفی (۱۳۹۳) نشان دادند افزایش قیمت‌گذاری نادرست سهام شرکت و به بیانی، خطای قیمتی، موجب کاهش میزان سرمایه‌گذاری شرکت می‌شود و عاملی چون تنگنای مالی شرکت این رابطه را بر هم نمی‌زند؛ به این معنا که خطای قیمتی، نه تنها از جنبه کارایی قیمت سهام مهم است، بلکه از لحاظ کارایی بازار در تخصیص منابع سرمایه‌گذاری نیز اهمیت دارد.

در سایر بازارها به‌ویژه بازار آمریکا، مطالعات نظری و تجربی متعددی در حوزه ریزساختار بازار و تأثیر سازوکار معاملاتی بر شکل‌گیری قیمت‌ها انجام شده است. برای مثال، در حوزه مطالعات نظری، اشپیگل و سویرامانیام (۱۹۹۳) با مدل‌سازی رفتار معامله‌گران حقوقی نشان دادند این معامله‌گران تمایل بیشتری به معامله در ابتدای بازار (با استفاده از سازوکار حراج) دارند تا بتوانند از نقدشوندگی بیشتری بهره‌مند شده و به‌علاوه، توسط سایر معامله‌گران شناسایی نشوند. مدل ارائه‌شده توسط آنها نشان می‌دهد در سازوکار معاملات پیوسته، قیمت‌ها نوسانات بالاتری را نسبت به سازوکار حراج تجربه می‌کنند؛ بنابراین سازوکار حراج از این نظر برتری دارد.

1. Spread

2. Limit Order Book

در حوزه مطالعات تجربی، آمیهود و مندلسون (۱۹۸۷) و استول و ویلی (۱۹۹۰) تأثیر سازوکارهای معاملاتی بر نوسان‌های بازده سهام و کارایی قیمت‌ها را بررسی کردند. آنان در مطالعه خود به بررسی بورس نیویورک پرداختند که در ابتدای جلسه معاملاتی هر روز، برای کشف قیمت آغازین از سازوکار حراج استفاده می‌شود و پس از کشف قیمت آغازین، ادامه جلسه معاملاتی به صورت پیوسته انجام می‌گیرد. آنها واریانس بازدهی روزانه سهام را به عنوان معیاری از خطای قیمتی در نظر گرفتند، به گونه‌ای که هرچه این واریانس بزرگ‌تر باشد، خطای قیمت‌ها بیشتر بوده و سازوکار معاملاتی مربوطه در شکل‌گیری قیمت‌ها ناکارتر عمل کرده است. بنابراین، چنانچه نسبت واریانس بازده ابتدای روز به انتهای روز بزرگ‌تر از ۱ باشد، به معنای کارایی بیشتر سازوکار معاملات پیوسته است (قیمت‌های انتهای روز نیز از طریق آن تعیین می‌شود). برعکس، اگر این نسبت کوچک‌تر از ۱ باشد، سازوکار حراج که تعیین‌کننده قیمت‌های ابتدایی است، کارایی بیشتری دارد.

این دو پژوهش نشان دادند نسبت واریانس قیمت‌های ابتدایی به واریانس قیمت‌های انتهای بازار برای بورس نیویورک بزرگ‌تر از ۱ است. آنها این یافته را این‌طور تفسیر کردند که خطای قیمتی در آغاز بازار بزرگ‌تر از خطای قیمتی در انتهای بازار است و سه دلیل احتمالی برای آن پیشنهاد دادند: یک) همان‌طور که گفته شد ممکن است دلیل خطای قیمتی بیشتر در آغاز بازار، استفاده از سازوکار حراج باشد و در باقی‌زمان‌های روز (از جمله پایان روز) که قیمت از طریق سازوکار معاملات پیوسته تعیین می‌شود، خطای قیمتی کمتر شود. بنابراین، یک عامل بالقوه می‌تواند برتری سازوکار حراج نسبت به سازوکار معاملات پیوسته در انعکاس بهتر اطلاعات و کمتر بودن خطای قیمتی باشد. دو) در بورس نیویورک، بازارگردان به صورت انحصاری بر دفتر سفارش‌ها تسلط دارد و تعیین‌کننده مظنه خرید و فروش است. بنابراین، ممکن است بازارگردان با استفاده از قدرت انحصاری خود در ابتدای بازار، دامنه مظنه خرید و فروش را بیشتر از انتهای بازار تعیین کند و در نتیجه، خطای قیمتی افزایش یابد. سه) ممکن است در ابتدای بازار به دلیل معامله‌نشدن سهام در شب و انباشت اطلاعات و سفارش‌ها، معامله‌گران نتوانند قیمت را از همان ابتدا به درستی تعیین کنند و به تدریج و پس از شروع معاملات، قیمت‌ها به تعادل برسند. بنابراین، در ابتدای بازار خطای قیمتی بیشتر از انتهای بازار است.

مطالعات مختلف شواهد متعددی برای رد یا تأیید این سه عامل بالقوه ارائه کرده‌اند. برای نمونه، آمیهود و مندلسون (۱۹۹۱) ۵۰ سهم پرمعامله در بورس توکیو را بررسی کردند. در این بازار، هر جلسه معاملاتی به دو بخش صبح و بعدازظهر تقسیم می‌شود که دو ساعت زمان استراحت میان آنها وجود دارد. در ابتدای هر بخش معاملاتی، قیمت از طریق سازوکار حراج

تعیین می‌شود، اما از آن پس تا انتهای بازار، معاملات پیوسته انجام می‌شود. آنها نشان دادند خطای قیمتی در ابتدای بخش صبحگاهی معاملات، بیشتر از خطای قیمتی در ابتدای بعدازظهر است و این یافته را این‌گونه تفسیر کردند که خطای قیمتی بیشتر، از عدم امکان معامله در طول شب و همچنین انباشت اطلاعات و سفارش‌ها در شب نشئت می‌گیرد و در ابتدای صبح موجب بروز خطای قیمتی می‌شود. در مقابل، در بخش معاملاتی بعدازظهر، به‌رغم آن که قیمت آغازین با استفاده از سازوکار حراج تعیین می‌شود، فاصله زمانی کوتاهی نسبت به بخش معاملاتی صبح دارد. بنابراین، شواهد آنها این فرضیه را رد می‌کند که سازوکار حراج عامل ایجاد خطای قیمتی است و کارایی کمتری نسبت به معاملات پیوسته دارد. به‌علاوه، از آنجا که در بورس توکیو بازارگردان انحصاری‌ای مشابه بورس نیویورک وجود ندارد، فرضیه بروز خطای قیمتی به‌دلیل تعیین قیمت توسط بازارگردان انحصاری نیز رد می‌شود.

برخلاف بورس‌های نیویورک و توکیو، آمیهود، مندلسون و مورگیا (۱۹۹۰) نشان دادند در بورس ایتالیا (میلان) که در آن گشایش بازار با معاملات پیوسته شروع می‌شود و پس از آن به حالت بازار حراج تغییر وضعیت می‌دهد، معاملات حراج نوسان بازده کمتری دارند. یافته‌های چو و شین (۱۹۹۳) در بازار بورس کره نیز نتایج مشابهی داشت، اما با بورس‌های نیویورک و توکیو متفاوت بود. به‌طور مشابه، چانگ، هسو، هوانگ و ری (۱۹۹۹) با بررسی بازار تایوان که مبتنی بر سازوکار حراج است، نشان دادند نوسانات بازدهی کمتر از سازوکار معاملات پیوسته است.

مدهون (۱۹۹۲) برای مقایسه سه فرضیه مطرح‌شده آمیهود و مندلسون (۱۹۸۷) و استول و ویلی (۱۹۹۰)، دو سازوکار حراج و معاملات پیوسته را مقایسه کرد و با استفاده از یک مدل نظری نشان داد در سازوکار حراج، از آنجا که سفارش معامله‌گران مختلف جمع‌شده و یک‌باره اجرا می‌شود، ریسک‌های مربوط به هر یک از معامله‌گران، انگیزه هر یک از آنها برای معامله را تا حد زیادی از بین می‌برد. به بیان دیگر، احتمال اینکه یک معامله‌گر خاص با انگیزه اطلاعاتی یا نقدینگی، قصد انجام معامله‌ای را داشته باشد، قصد وی در نتیجه تجمیع سفارش‌ها کاهش یافته و بنابراین خطای قیمتی هر معامله‌گر کمتر می‌شود. براساس مدل مدهون، هرچه میزان تجمیع سفارش‌ها در سازوکار حراج بیشتر باشد، ریسک و خطای قیمتی نشئت‌گرفته از آن کاهش می‌یابد؛ بنابراین انتظار این است که هرچه حجم معاملات در سازوکار حراج زیادتر باشد، خطای قیمتی کمتر شود. ایبیکونل (۲۰۱۵) با بررسی معاملات لندن شواهدی در تأیید مدل مدهون (۱۹۹۲) ارائه کرد و نشان داد برای سهام کوچک و غیرنقدشونده، معامله‌گران به‌دلیل اجتناب از افشاشدن اطلاعاتشان، به شرکت در حراج ابتدای بازار علاقه‌مند نیستند، اما برای سهام نقدشونده، معامله‌گران به‌دلیل عدم افشای اطلاعاتشان، برای شرکت در حراج تمایل بیشتری

دارند. ربوردو (۲۰۱۲) به بررسی بورس مادرید پرداخت که در زمان افزایش چشمگیر تلاطمات بازار، به‌صورت موقت سازوکار حراج را جایگزین سازوکار معاملات پیوسته می‌کند. وی نشان داد استفاده از سازوکار حراج، سبب کاهش نوسان‌ها، به‌ویژه برای سهام با نقدشوندگی پایین می‌شود. همچنین، آگاروالا و جاکوب و پندی (۲۰۱۵) نشان دادند استفاده از سازوکار حراج در بورس هند، اثری بر بهبود فرایند کشف قیمت ندارد و تابعی از زیرساخت‌های نهادی بازارهای مختلف است.

در مقابل، براک و کلایدون (۱۹۹۲) در قالب یک مدل نظری ادعا کردند حتی اگر در کل روز نیز معاملات پیوسته وجود داشته باشد، از آنجا که منحنی تقاضا برای سهام کاملاً پرکشش (افقی) نیست، در ابتدای بازار که انباشت سفارش‌ها بیشتر از طی روز و انتهای بازار است، باید خطای قیمتی (نشئت‌گرفته از اثر قیمتی<sup>۱</sup> مربوط به حجم زیاد سفارش‌ها) بیشتر باشد. به بیان دیگر، براساس مدل مدهون (۱۹۹۲) هرچه حجم معاملات ابتدای بازار بیشتر باشد، باید خطای قیمتی کمتر شود؛ در حالی که براک و کلایدون (۱۹۹۲) پیش‌بینی کردند هرچه حجم معاملات ابتدای بازار بیشتر باشد، خطای قیمتی بیشتر است. فارستر و جورج (۱۹۹۵) این دو فرضیه رقیب را با استفاده از داده‌های سهام بورس نیویورک که به‌صورت هم‌زمان در سایر بورس‌ها نیز معامله می‌شوند، بررسی کرد و فرضیه براک و کلایدون (۱۹۹۲) را به اثبات رساند، به این معنا که هرچه حجم معاملات در ابتدای بازار زیادتر باشد، خطای قیمتی بیشتر است.

### روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش، برای سنجش رابطه خطای قیمتی و سازوکارهای معاملاتی، در گام اول مشابه آمیهود و مندلسون (۱۹۸۷) و استول و ویلی (۱۹۹۰)، از نسبت واریانس بازده روزانه ابتدا تا ابتدای بازار به بازده روزانه انتها تا انتهای بازار استفاده می‌کنیم. برای درک بهتر این معیار و محاسبه واریانس بازدهی روزانه سهام طی یک ماه، می‌توان از دو روش استفاده کرد؛ در روش اول، بازدهی روزانه براساس قیمت‌های آغازین هر روز محاسبه می‌شود؛ در حالی که در روش دوم، قیمت‌های آخرین معامله هر روز، مبنای محاسبه بازدهی روزانه قرار می‌گیرد. به‌طبع واریانس محاسبه‌شده از هریک از این دو روش بسته به قیمت‌های ابتدا و انتهای بازار اعداد متفاوتی خواهد بود. همان‌طور که در پژوهش‌های متعدد نشان داده شد، هرچه واریانس بزرگ‌تر باشد به‌معنای خطای قیمتی بیشتر است (فرنچ و رول، ۱۹۸۶). بر این اساس، آمیهود و مندلسون (۱۹۸۷) و استول و ویلی (۱۹۹۰) از نسبت دو واریانس یادشده برای سنجش نسبت خطای قیمتی

در ابتدا و انتهای بازار در بورس نیویورک استفاده کردند و نشان دادند که این نسبت در بورس نیویورک بزرگتر از ۱ است و به بیانی، واریانس قیمت ابتدا به ابتدا بزرگتر از انتها به انتها است. در گام بعدی به دنبال توضیح دلایل تفاوت میان خطای قیمتی ابتدا و انتهای بازار و ارتباط آن با سازوکار معاملاتی هستیم و دو فرضیه رقیب، یعنی مدهون (۱۹۹۲) و براک و کلایدون (۱۹۹۲) را در بورس تهران آزمون می‌کنیم. مدهون (۱۹۹۲) با استفاده از مدل نظری نشان داد در سازوکار حراج، از آنجا که سفارش معامله‌گران مختلف جمع شده و یک‌باره اجرا می‌شود، ریسک‌های مربوط به هر یک از معامله‌گران همچون انگیزه هر یک از آنها برای معامله را تا حد زیادی از بین می‌برد. بنابراین، هرچه میزان تجمع سفارش‌ها در سازوکار حراج بیشتر باشد، ریسک و خطای قیمتی ناشی از آن کاهش می‌یابد؛ بنابراین، انتظار این است که هرچه حجم معاملات در یک سازوکار حراج زیادتر باشد، خطای قیمتی کمتر شود. در مقابل، براک و کلایدون (۱۹۹۲) ادعا کردند حتی اگر در کل روز نیز معاملات پیوسته وجود داشته باشد، چون منحنی تقاضا برای سهام کاملاً پرکشش (افقی) نیست، در ابتدای بازار که انباشت سفارش‌ها بیشتر از طی روز و انتهای بازار است، باید خطای قیمتی بیشتر باشد.

در بورس تهران، مراحل انجام معاملات به شرح زیر است:

۱. مرحله پیش‌گشایش: این مرحله ۳۰ دقیقه قبل از شروع معاملات، یعنی ۸:۳۰ تا ۹ صبح است که در آن امکان ورود، تغییر یا حذف سفارش وجود دارد، اما معامله‌ای انجام نمی‌شود.
۲. مرحله گشایش (سازوکار حراج): این مرحله بلافاصله پس از مرحله پیش‌گشایش است و در آن، سفارش‌های موجود در سامانه معاملات براساس سازوکار حراج ناپیوسته و در دامنه نوسان روزانه قیمت انجام می‌شود. نحوه تعیین قیمت توسط الگوریتم معاملاتی به گونه‌ای است که حجم معاملات حداکثر شود.
۳. مرحله حراج پیوسته (سازوکار پیوسته): این مرحله پس از انجام مرحله گشایش شروع شده و در طول آن تا انتهای بازار معاملات براساس حراج پیوسته انجام می‌شود. بر این اساس، قیمت آغازین بازار به نمایندگی از سازوکار حراج و آخرین قیمت<sup>۱</sup> جلسه معاملاتی به نمایندگی از سازوکار معاملات پیوسته در این پژوهش استفاده می‌شود. برای محاسبه بازدهی هر سهم، از اولین قیمت و آخرین قیمت<sup>۱</sup> هر روز استفاده می‌کنیم تا به ترتیب، بازده‌های آغازین و پایانی روزانه را محاسبه کنیم. همچنین از داده‌های مربوط به

۱. منظور از آخرین قیمت، قیمت آخرین معامله انجام شده در یک روز است. این قیمت، با قیمت پایانی که میانگین موزون قیمت معاملات طی روز (با در نظر گرفتن حجم مبنا) است، تفاوت دارد.



روزهایی که در آن فقط یک معامله انجام شده صرف‌نظر می‌کنیم؛ زیرا اولین و آخرین قیمت در این روزها برابر است. اساس آزمون‌های ما واریانس ماهانه هر سهم است که بر اساس داده‌های روزانه محاسبه می‌شود، بنابراین به‌منظور حذف داده‌های مربوط به نمادهای متوقف یا با معاملات بسیار اندک، برای هر سهم از هر ماهی که کمتر از ۳ بازده روزانه وجود دارد، صرف‌نظر کرده‌ایم. در مطالعه حاضر از مجموع ۳۱۴ شرکت<sup>۲</sup> پذیرفته‌شده بورس تهران با اعمال شرایط فوق، در نهایت ۳۰۴ شرکت در مدت ۱۶ ماه (از آذر ۱۳۹۲ تا پایان اسفند ۱۳۹۳) مطالعه شده است.<sup>۳</sup>

### بر آورد بازده‌های ابتدا تا ابتدا و انتها تا انتها و واریانس بازده<sup>۴</sup>

برای محاسبه بازده‌های ابتدا تا ابتدا و انتها تا انتها، مشابه آمیهود و مندلسون (۱۹۸۷) عمل شده است.

رابطه (۱)  $Ln(P_{12}/P_{11})$  بازده قیمت‌های ابتدا تا ابتدا

رابطه (۲)  $Ln(P_{22}/P_{21})$  بازده قیمت آخرین تا آخرین

که در این دو رابطه،  $P_{11}$  قیمت ابتدای روز اول،  $P_{12}$  قیمت ابتدای روز دوم،  $P_{21}$  آخرین قیمت روز اول،  $P_{22}$  آخرین قیمت روز دوم و  $Ln$  لگاریتم طبیعی است.

رابطه‌های ۱ و ۲ برای تمام سهم‌ها در تمام روزها محاسبه شده است. برای اندازه‌گیری میزان خطای قیمت‌گذاری در ابتدای معاملات از واریانس ماهانه بازده قیمت‌های ابتدا تا ابتدا ( $Var_{it}$ ) و برای خطای قیمت‌گذاری در پایان معاملات، از واریانس ماهانه بازده آخرین قیمت تا آخرین قیمت ( $Var_{ct}$ ) استفاده می‌شود. برای آزمون آماری نسبت واریانس بازده قیمت‌های ابتدا تا ابتدا و انتها تا انتها، دو آزمون ویلکاکسون<sup>۵</sup> (۱۹۴۵) و آزمون علامت<sup>۶</sup> (سندکور و کاکرن، ۱۹۸۹) اجرا می‌شود تا نیازی به فرض نرمال بودن توزیع نسبت واریانس‌ها نباشد.

۱. قیمت‌های تعدیل‌شده (سود نقدی و افزایش سرمایه) از نرم‌افزار داده‌پردازی طراحی‌شده شرکت مدیریت فناوری بورس تهران به نام TSEClient 2.0 گردآوری شده است.

۲. براساس گزارش سالانه سازمان بورس و اوراق بهادار منتهی به ۹۳/۱۲.

۳. به‌دلیل تغییر ساعت جلسه معاملاتی بورس اوراق بهادار تهران از ۱۲ به ۱۲:۳۰ که از ابتدای آذر ۹۲ آغاز شد، این دوره زمانی برای مطالعه در نظر گرفته شده است تا این شکاف ساختار زمانی در دوره مطالعه قرار نگیرد.

4. Open-to-Open and Close-to-Close Return Variances

5. Wilcoxon Test

6. Sign Test

### تحلیل عوامل مؤثر بر خطای قیمتی

همان‌طور که پیشتر بیان شد، بر اساس نظریه مدهون (۱۹۹۲)، در سازوکار حراج، از آنجا که سفارش معامله‌گران تجمیع و یک‌باره اجرا می‌شود، ریسک‌های مربوط به هر یک از معامله‌گران همچون انگیزه هر یک از آنها برای معامله را تا حد زیادی از بین می‌برد. بنابراین، هرچه میزان تجمیع سفارش‌ها در سازوکار حراج بیشتر باشد، ریسک و خطای قیمتی نشست‌گرفته از آن کاهش می‌یابد؛ بنابراین انتظار می‌رود هرچه حجم معاملات در یک سازوکار حراج زیادتر باشد، خطای قیمتی کمتر شود. در مقابل، فرضیه براک و کلایدون (۱۹۹۲) ادعا می‌کند، حتی اگر در کل روز نیز معاملات پیوسته وجود داشته باشد، چون منحنی تقاضا برای سهام کاملاً پرکشش (افقی) نیست، در ابتدای بازار که انباشت سفارش‌ها بیشتر از طی روز و انتهای بازار است، باید خطای قیمتی بیشتر باشد. برای آزمون دو فرضیه رقیب مدهون (۱۹۹۲) و براک و کلایدون (۱۹۹۲)، علاوه بر میانگین حجم معاملات روزانه در هر ماه، حجم معاملات در ۵ دقیقه نخست و ۵ دقیقه پایانی جلسه معاملاتی را نیز محاسبه کرده و میانگین ماهانه می‌گیریم.

برای سنجش تأثیر حجم معاملات بر خطای قیمتی براساس روش فارستر و جورج (۱۹۹۵)، از تخمین رگرسیون استفاده می‌کنیم (رابطه ۳).

$$\text{رابطه ۳} \quad \ln(\text{Varo}_{it}/\text{Varc}_{it}) = \alpha + \beta_1 \ln(\text{Volo}_{it}/\text{Volc}_{it}) + \beta_2 \ln(\text{VOLT}_{it}) + \varepsilon_{it}$$

در این رابطه،  $\ln(\text{Varo}_{it}/\text{Varc}_{it})$  لگاریتم طبیعی نسبت واریانس ماهانه بازده قیمت آغازین به آغازین به واریانس بازده قیمت آخرین به آخرین برای سهم  $i$  در ماه  $t$ ؛  $\ln(\text{Volo}_{it}/\text{Volc}_{it})$  لگاریتم طبیعی نسبت متوسط حجم معاملات در زمان گشایش (۵ دقیقه ابتدای بازار) تقسیم بر متوسط حجم معاملات در زمان خاتمه بازار (۵ دقیقه انتهای بازار) برای سهم  $i$  در ماه  $t$ ؛  $\ln(\text{VOLT}_{it})$  لگاریتم طبیعی متوسط حجم معاملات روزانه برای سهم  $i$  در ماه  $t$  است.

### یافته‌های پژوهش

برای مقایسه خطای قیمتی در ابتدا و انتهای بازار، نسبت واریانس ابتدا به ابتدا ( $\text{Varo}_{it}$ ) و واریانس انتها به انتها ( $\text{Varc}_{it}$ ) را که در بخش قبل به تفصیل توضیح داده شد، محاسبه می‌کنیم. در مجموع، ۴۲۱۹ مشاهده وجود دارد که مربوط به ۳۰۴ سهم مختلف است. آماره‌های توصیفی این کمیت در جدول ۱ گزارش شده است.

جدول ۱. آماره‌های توصیفی برای نسبت واریانس بازده ابتدا به ابتدا واریانس بازده انتها به انتها

| آماره                  | $Var_{it}/Var_{ct}$ |
|------------------------|---------------------|
| میانگین                | ۲/۰۱۳               |
| میانه                  | ۱/۶۶۱               |
| انحراف معیار استاندارد | ۹/۶۸۱               |
| تعداد مشاهدات < ۱      | ۳۵۴۲                |
| نسبت مشاهدات < ۱       | ٪۸۳/۹               |

همان‌طور که مشاهده می‌شود هم میانگین و هم میانه نسبت واریانس به میزان شایان توجهی بزرگ‌تر از ۱ هستند. به‌علاوه، در بیش از ۸۳ درصد مشاهدات، این نسبت بزرگ‌تر از ۱ است که با یافته‌های آمیهود و مندلسون (۱۹۸۷) و استول و ویلی (۱۹۹۰) برای بورس نیویورک همخوانی دارد.

برای انجام آزمون آماری و اطمینان از نتیجه گفته‌شده، آزمون‌های ویلکاکسون (۱۹۴۵) و علامت (سندکور و کاکرن، ۱۹۸۹) اجرا می‌شود. این آزمون‌ها به‌منظور سنجش نابرابری نسبت واریانس‌ها استفاده شده‌اند و برخلاف سایر سنجش‌های آماری مانند آماره  $t$ ، مبتنی بر فرض توزیع نرمال نیستند که با توجه به ویژگی‌های نسبت واریانس، فرض نرمال بودن مناسب نیست. نتایج این دو آزمون در جدول ۲ نشان می‌دهد نسبت واریانس ابتدا به ابتدا و واریانس بازده انتها به انتها بزرگ‌تر از ۱ است. به بیان دیگر، خطای قیمتی در ابتدای بازار که تعیین قیمت از طریق سازوکار حراج انجام می‌شود، در مقایسه با انتهای بازار که از طریق سازوکار معاملات پیوسته صورت می‌پذیرد، بیشتر است.

جدول ۲. آزمون آماری نسبت واریانس ابتدا به ابتدا و واریانس بازده انتها به انتها

| فرض صفر ( $H_0$ )       | فرض جایگزین ( $H_a$ )      | آماره ( $p$ -مقدار) |                 |
|-------------------------|----------------------------|---------------------|-----------------|
| $Var_{it}/Var_{ct} = 1$ | $Var_{it}/Var_{ct} \neq 1$ | ۴۶/۵۲<br>(۰/۰۰۰)    | آزمون ویلکاکسون |
| $Var_{it}/Var_{ct} = 1$ | $Var_{it}/Var_{ct} > 1$    | ۰/۰۰۰               | آزمون علامت     |

با توجه به بزرگ‌تر بودن نسبت واریانس، لازم است دو فرضیه مدهون (۱۹۹۲) و براک و کلایدون (۱۹۹۲) را به آزمون بگذاریم تا ببینیم خطای قیمتی زیاد در ابتدای بازار از چه عاملی نشئت گرفته است. همان‌طور که گفته شد، براساس مدل مدهون (۱۹۹۲) هرچه حجم معاملات

ابتدای بازار بیشتر باشد، باید خطای قیمتی (یا نسبت واریانس قیمت آغاز به آغاز به قیمت آخرین به آخرین) کمتر باشد و برعکس، برآک و کلایدون (۱۹۹۲) پیش‌بینی می‌کنند که هرچه حجم معاملات ابتدای بازار زیادتر باشد، خطای قیمتی بیشتر است. برای آزمون این دو فرضیه، لازم است معادله رگرسیون مطابق با رابطه ۳ که در بخش روش‌شناسی پژوهش توضیح داده شد، برآورد شود. در جدول ۳ نتایج معادله رگرسیون توصیف‌شده مشاهده می‌شود.

جدول ۳. نتایج معادله رگرسیون اثر حجم معاملات بر نسبت واریانس

| ۳                  | ۲                  | ۱                  |                          |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|
| ۰/۰۱۹***<br>(۳/۳۹) | ۰/۰۱۹***<br>(۳/۳۹) | ۰/۰۱۹***<br>(۳/۳۸) | $Ln(Vol_{it}/Volc_{it})$ |
| ۰/۰۲۳***<br>(۴/۱۳) | ۰/۰۲۳***<br>(۶/۸۷) | ۰/۰۲۳***<br>(۷/۳۵) | $Ln(VolT_{it})$          |
| بله                | بله                | -                  | اثرهای ثابت زمان         |
| براساس سهم و زمان  | -                  | -                  | خوشه‌بندی جملات خطا      |
| ۰/۰۲               | ۰/۰۲               | ۰/۰۱               | $R^2$                    |

\*\*\* نشان‌دهنده معناداری در سطح یک درصد است. مقادیر گزارش‌شده در پرانتز، مقادیر آماره t هستند.

در ستون ۱، نسبت واریانس متغیر وابسته است و دو متغیر نسبت حجم معاملات و متوسط حجم معاملات، متغیرهای مستقل در نظر گرفته شده‌اند و رگرسیون بدون در نظر گرفتن اثرهای ثابت و همبستگی احتمالی جملات خطا میان مشاهدات مختلف تخمین زده شده است. در ستون‌های ۲ و ۳ اثرهای ثابت زمان به معادله اضافه شده‌اند تا کلیه اثرهای مربوط به زمان، از جمله شوک‌های واردشده به کل بازار در یک ماه خاص، در نظر گرفته شود و روی نتایج اثر نگذارند. به علاوه، در ستون ۳ مطابق با مطالعه پترسن (۲۰۰۹)، جملات خطا براساس سهم و زمان، خوشه‌بندی<sup>۱</sup> شده‌اند تا کلیه همبستگی‌های ناشی از تعلق مشاهدات به یک سهم یا زمان خاص در نظر گرفته شوند. با این توضیحات می‌توان نتایج ستون ۳ را که اثرهای ثابت زمان و خوشه‌بندی‌های فوق را در نظر گرفته است، محتاطانه‌ترین تخمین دانست. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، ضریب نسبت حجم معاملات ابتدا به انتهای روز  $Ln(Vol_{it}/Volc_{it})$  مثبت است که نشان می‌دهد با افزایش حجم معاملات، میزان خطای قیمتی افزایش می‌یابد. این یافته با مدل برآک و کلایدون (۱۹۹۲) و یافته‌های تجربی فارستر و جورج (۱۹۹۵) در بورس نیویورک

سازگار است و پیش‌بینی مدهون (۱۹۹۲) را تأیید نمی‌کند. به‌علاوه، نتایج نشان می‌دهد رابطه میان متوسط حجم معاملات و خطای قیمتی نیز مثبت است. به بیان دیگر، هرچه یک سهم حجم معاملات بیشتری داشته و نقدشونده‌تر باشد، خطای قیمتی آن طی روز کاهش یافته و خطای قیمتی آن در ابتدای روز افزایش می‌یابد که با مدل براک و کلایدون (۱۹۹۲) در مورد افقی نبودن منحنی تقاضای سهام سازگار است.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش به بررسی میزان خطای قیمتی در بورس تهران و تأثیر سازوکار معاملاتی بر آن پرداخته شد. برای این منظور، خطای قیمتی در ابتدای بازار که تعیین قیمت مبتنی بر سازوکار حراج است و انتهای بازار که قیمت توسط سازوکار معاملات پیوسته تعیین می‌شود، مقایسه شدند. با استفاده از نسبت واریانس بازده ابتدا به ابتدا و واریانس بازده انتها به انتها مشابه آمیهود و مندلسون (۱۹۸۷) و استول و ویلی (۱۹۹۰) مشخص شد که خطای قیمتی در ابتدای بازار بزرگ‌تر از انتهای بازار است. بیشتر بودن خطای قیمتی در ابتدای بازار، در صورتی که از وجود سازوکار حراج نشئت گرفته باشد، می‌تواند نشان‌دهنده ناکارایی این سازوکار معاملاتی باشد و استفاده از این سازوکار برای سهام کوچک و غیرنقدشونده یا جلوگیری از فعالیت بیش از اندازه معامله‌گران پربسامد را چالش‌انگیز کند.

برای بررسی این موضوع، دو فرضیه مطرح شده برای توضیح این پدیده مقایسه شدند. بر اساس مدل مدهون (۱۹۹۲) انتظار این است که هرچه حجم معاملات در یک سازوکار حراج زیادتر باشد، خطای قیمتی کمتر شود. در مقابل، براک و کلایدون (۱۹۹۲) ادعا می‌کنند، حتی اگر در کل روز نیز معاملات پیوسته وجود داشته باشد، چون منحنی تقاضا برای سهام کاملاً پرکشش (افقی) نیست، در ابتدای بازار که انباشت سفارش‌ها بیشتر از طی روز و انتهای بازار است، باید خطای قیمتی بیشتر باشد. نتایج این پژوهش نشان داد رابطه مثبت و معناداری میان نسبت حجم معاملات ابتدا به انتهای بازار و خطای قیمتی وجود دارد؛ بنابراین نتایج این پژوهش با مدل براک و کلایدون (۱۹۹۲) سازگار است و اثر سازوکار حراج در ایجاد خطای قیمتی را تأیید نمی‌کند. بدین ترتیب، با توجه به بی‌تأثیر بود سازوکار حراج بر ایجاد خطای قیمتی، استفاده از این سازوکار به‌منظور بهبود نقدشوندگی سهام کوچک و غیرنقدشونده در بورس تهران از جنبه ایجاد ناکارایی و خطای قیمتی در بازار، قابل توصیه و بلامانع است.

اصلی‌ترین محدودیت این پژوهش، امکان‌ناپذیری آزمون مستقیم دو سازوکار معاملاتی با وضعیت کاملاً مشابه است. در حالت ایده‌آل، اگر دو گروه سهام کاملاً مشابه، یکی با استفاده از

سازوکار حراج و دیگری با استفاده از سازوکار معاملات پیوسته معامله می‌شدند، به‌دست آوردن تصویر کامل‌تری از اثر سازوکار معاملاتی بر فرایند شکل‌گیری قیمت‌ها و کارایی قیمتی امکان‌پذیر بود. با توجه به اینکه چنین وضعیتی در بورس تهران وجود ندارد، به‌طبع مقایسه دقیق و قطعی این دو سازوکار برای بورس تهران مهیا نیست.

با توجه به محدودبودن مطالعات انجام‌شده در زمینه سازوکارهای معاملاتی، یکی از حوزه‌های پیشنهادی مرتبط با پژوهش حاضر، بررسی رفتار قیمت سهام در زمان بازگشایی پس از بسته بودن نماد است که با استفاده از سازوکار حراج صورت می‌گیرد. به‌علاوه، امکان‌سنجی استفاده از سازوکار حراج مکرر طی روز، به‌عنوان جایگزین معاملات پیوسته برای سهام با نقدشوندگی پایین، از موضوعات مهم و شایان توجه برای پژوهش‌های آتی است.

## References

- Abbasi, E. & Sharifi, M. (2015). The Effect of Mispricing on Investment and Capital Structure of Financially Constrained Firms. *Journal of Financial Research*, 16(2), 289-308. (in Persian)
- Agarwalla, S., Jacob, J. & Pandey. A. (2015). Impact of the introduction of call auction on price discovery: Evidence from the Indian stock market using high-frequency data. *International Review of Financial Analysis*, 39, 167-178.
- Amihud, Y. & Mendelson, H. (1987). Trading mechanisms and stock returns: An empirical investigation. *The Journal of Finance*, 42(3), 533-553.
- Amihud, Y. & Mendelson, H. (1991). Volatility, efficiency, and trading: Evidence from the Japanese stock market. *The Journal of Finance*, 46(5), 1765-1789.
- Amihud, Y., Mendelson, H. & Murgia, M. (1990). Stock market microstructure and return volatility: Evidence from Italy. *Journal of Banking & Finance*, 14(2), 423-440.
- Badri, A., Arab-Mazar, M. & Soltan Zali, M. (2016). Information Content of Limit Order Book in Tehran Stock Exchange. *Journal of Investment Knowledge*, 18(5), 95-117. (in Persian)
- Brock, W. A. & Kleidon, A. W. (1992). Periodic market closure and trading volume: A model of intraday bids and asks. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 16(3), 451-489.
- Budish, E., Cramton, P. & Shim, J. (2015). The High-Frequency Trading Arms Race: Frequent Batch Auctions as a Market Design Response. *Quarterly Journal of Economics*, 130(4), 1547-1621.

- Chang, R. P., Hsu, S.-T., Huang, N.-K. & Rhee, S. G. (1999). The Effects of Trading Methods on Volatility and Liquidity: Evidence from the Taiwan Stock Exchange. *Journal of Business Finance & Accounting*, 26(1-2), 137-170.
- Choe, H. & Shin, H. S. (1993). An analysis of interday and intraday return volatility-Evidence from the Korea stock exchange. *Pacific-Basin Finance Journal*, 1(2), 175-188.
- Forster, M. M. & George, T. J. (1996). Pricing errors at the NYSE open and close: evidence from internationally cross-listed stocks. *Journal of Financial Intermediation*, 5(2), 95-126.
- French, K. R. & Roll, R. (1986). Stock return variances: The arrival of information and the reaction of traders. *Journal of Financial Economics*, 17(1), 5-26.
- Ibikunle, G. (2015). Opening and closing price efficiency: Do financial markets need the call auction? *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 34, 208-227.
- Madhavan, A. (1992). Trading mechanisms in securities markets. *Journal of Finance*, 47(2), 607-641.
- Neuhoff, K., Ritter, N., Salah-Abou-El-Enien, A., & Vassilopoulos, P. (2016). Intraday Markets for Power: Discretizing the Continuous Trading? DIW Berlin Discussion Paper No. 1544. Available at: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2723902>.
- Peterson, M. (2009). Estimating Standard Errors in Finance Panel Data Sets: Comparing Approaches. *Review of Financial Studies*, 22(1), 435-480.
- Pouyanfar, A., & Hanjari, S. (2011). The effect of trading time distance on intra-day volatility on Tehran Stock Exchange. *Journal of Accounting Research*, 2(5), 124-141. (in Persian)
- Pouyanfar, A. & Raei, R., Mohammadi, S. (2010). Price formation on Tehran Stock Exchange-Microstructure approach. *Accounting and Auditing Studies*, 16(56), 21-38. (in Persian)
- Reboredo, J. C. (2012). The switch from continuous to call auction trading in response to a large intraday price movement. *Applied Economics*, 44(8), 945-967.
- Snedecor, G. W. & Cochran, W. G. (1989). The normal distribution. *Statistical methods, 8th ed. Iowa State University Press*, 53-58.
- Spiegel, M., & Subrahmanyam A. (1995). On intraday risk premia. *Journal of Finance*, 50(1), 319-339.

Stoll, H. R. & Whaley, R. E. (1990). Stock market structure and volatility. *Review of Financial studies*, 3(1), 37-71.

Wilcoxon, F. (1945). Individual comparisons by ranking methods. *Biometrics bulletin*, 1(6), 80-83.

