



Limit Order Book and Short-term Stock Price Movement Predictability: Evidence from Tehran Stock Exchange

Ali Ebrahimnejad^{1*}, Shiva Zamani², Mohammadreza Biria³

- 1- Assistant Professor, Graduate School of Management and Economics, Sharif University of Technology, Tehran, Iran.
ebrahimnejad@sharif.edu
- 2- Associate Professor, Graduate School of Management and Economics, Sharif University of Technology, Tehran, Iran.
zamani@sharif.edu
- 3- MSc., Graduate School of Management and Economics, Sharif University of Technology, Tehran, Iran.
mohammadrezabiria@gmail.com

Abstract

Objective: Open limit order book can be used as a tool to enhance transparency and price discovery in financial markets by showing the offered volumes and prices of buy and sell orders. In this study, we aim to answer two questions by examining the limit order book on Tehran Stock Exchange: 1) Does the information in the limit order book have the predictive power for stock price movements in the short-term?; 2) Can increasing the public disclosure of the limit order book from three to five levels enhance price discovery?

Method: For this purpose, three different regressions are used, each of which measures the volume and price information of the two sides of supply and demand in a different way and examines the ability to predict short-term behavior of stock price by this information.

Results: The results show that the limit order book contains information about future short-term returns. Our results also indicate that increasing the public disclosure of the limit order book from three to five levels can enhance transparency and price discovery but it causes the marginal predictive power of additional levels to decrease.

Keywords: Short-term return predictability, Limit-Order book, Pre-trade transparency, Price discovery, Information content.

پیش‌بینی رفتار قیمت سهام توسط دفتر سفارشات محدود: شواهدی از بورس اوراق بهادار تهران

علی ابراهیم‌نژاد^{۱*}، شیوا زمانی^۲، محمدرضا بیریا^۳

۱- استادیار، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران
ebrahimnejad@sharif.edu

۲- دانشیار، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران
zamani@sharif.edu

۳- کارشناس ارشد اقتصاد مالی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران
mohammadrezabiria@gmail.com

چکیده

هدف: دفتر سفارشات محدود یکی از ابزارهای بازارهای مالی است که با نشان دادن حجم و قیمت پیشنهادی سفارشات خرید و فروش، به کشف قیمت دارایی کمک می‌کند. در این پژوهش با بررسی دفتر سفارشات محدود در بورس اوراق بهادار تهران به دو پرسش پاسخ داده می‌شود: ۱. آیا اطلاعات موجود در دفتر سفارشات محدود رفتار قیمت سهام در آینده کوتاه‌مدت را پیش‌بینی می‌کند؟ ۲. آیا افزایش پله‌های در معرض نمایش عموم از سه پله به پنج پله در بورس اوراق بهادار تهران به معامله‌گران برای کشف قیمت سهام کمک می‌کند؟

روش: در راستای هدف فوق، از سه رگرسیون مختلف استفاده می‌شود که هر یک به شیوه متفاوتی اطلاعات حجم و قیمت سفارشات دو سمت عرضه و تقاضا را اندازه‌گیری و با این اطلاعات توانایی پیش‌بینی رفتار کوتاه‌مدت قیمت سهم را آزمون می‌کنند.

نتایج: براساس نتایج حاصل، در بورس اوراق بهادار تهران، دفتر سفارشات محدود حاوی اطلاعاتی است که با آن حرکت قیمت سهام در آینده کوتاه‌مدت پیش‌بینی می‌شود؛ همچنین افزایش پله‌های در معرض نمایش عموم از سه پله به پنج پله در بورس اوراق بهادار تهران به معامله‌گران برای افزایش شفافیت قبل از معامله و کشف قیمت کمک می‌کند.

واژه‌های کلیدی: پیش‌بینی رفتار کوتاه‌مدت قیمت سهام، دفتر سفارشات محدود، شفافیت قبل از معامله، کشف قیمت، محتوای اطلاعاتی

* نویسنده مسئول

مقدمه

در بورس اوراق بهادار تهران، پنج پله از بهترین سفارشات خرید و فروش به همراه حجم سفارشات به صورت رایگان در اختیار عموم قرار می‌گیرد و کل اطلاعات دفتر سفارشات در دسترس کارگزاران است. باروک^۷ (۲۰۰۵) نشان می‌دهد منحصر بودن دسترسی به اطلاعات دفتر سفارشات برای بازارگردانان باعث می‌شود آنها ایجاد انحصار و کسب رانت کنند. گفتنی است که تا پیش از سال ۱۳۹۶ تعداد پله‌های در معرض نمایش برای سرمایه‌گذاران تنها سه پله بود و بعد از آن به پنج پله افزایش یافت.

روند افزایش دسترسی به اطلاعات دفتر سفارشات محدود در بازارهای مختلف جهان بر مبنای این باور است که افزایش شفافیت قبل از معامله، کارایی بازارهای مالی را افزایش می‌دهد و نقدشوندگی دارایی‌ها را بهبود می‌بخشد (بومر و همکاران، ۲۰۰۵).

انتظار می‌رود اطلاعات موجود در دفتر سفارشات، همچون متوازن نبودن سفارشات^۸ با قیمت‌های آتی سهم ارتباط داشته باشد. برای این موضوع دست کم سه دلیل ذکر می‌شود: نخست اینکه متوازن نبودن سفارشات به معنای بیشتر بودن عرضه یا تقاضای سهم است. این متعادل نبودن عرضه و تقاضا منجر به کاهش یا افزایش موجودی سهام بازارگردانان یا سهامداران عمده‌ای می‌شود که قصد دارند به متعادل نبودن بازار واکنش نشان دهند. بازارگردان یا سهامدار عمده با مشاهده حجم بالای عرضه یا تقاضا و با هدف کنترل موجودی سهامش، قیمت سفارشات خود را تغییر می‌دهد؛ برای مثال در پاسخ به حجم بالای سفارشات فروش، در مقایسه با حجم سفارشات خرید، قیمت پیشنهادی خود

یکی از اصلی‌ترین کارکردهای بازارهای مالی، کمک به کشف قیمت دارایی‌ها است^۱. بازارهای مالی در راستای رسیدن به این هدف از ابزارها و سازوکارهای مختلفی استفاده می‌کنند. یکی از ابزارهایی که در دهه‌های اخیر به‌طور روزافزونی استفاده شده، دفتر سفارشات محدود^۲ است. در بازارهای سفارش‌محور، سفارشات معامله‌گران در قالب دفتر سفارشات محدود در مقابل یکدیگر قرار می‌گیرند و بر اساس اولویت قیمت و زمان معامله می‌شوند؛ افزون بر آن، دفتر سفارشات محدود، امکان شفافیت قبل از معامله^۳ را در بازار فراهم می‌کند؛ به این معنا که معامله‌گران پیش از ارسال سفارش و انجام معامله، حجم و قیمت سایر سفارشات محدود موجود در دفتر سفارشات را مشاهده می‌کنند.

در دهه‌های اخیر، بازارهای مالی به سمت انتشار هرچه بیشتر اطلاعات دفتر سفارشات محدود حرکت کرده‌اند؛ مثلاً در بورس نیویورک تا پیش از معرفی سیستم «دفتر باز»^۴ در سال ۲۰۰۲، معامله‌گران تنها بهترین سفارش خرید و فروش را مشاهده می‌کردند؛ اما با معرفی این سیستم امکان دسترسی معامله‌گران به اطلاعات سایر سفارش‌های موجود در دفتر سفارشات فراهم شد (بومر^۵ و همکاران، ۲۰۰۵). بورس تایوان نیز از ابتدای سال ۲۰۰۳ اقدام به انتشار پنج پله از دفتر سفارشات محدود کرده است (که^۶ و همکاران، ۲۰۱۳).

۱. اقتصاددانان مالی اصطلاح رایجی دارند که می‌گویند: «اگر می‌خواهی ارزش یک دارایی مالی را بدانی، خیلی آسان به قیمت آن دارایی در بازارهای مالی نگاه کن.»

2. Open Limit Order Book
3. Pre-trade transparency
4. Open Book
5. Boehmer
6. Ke

7. Baruch

8. Order imbalance

محدود استفاده کنند؛ برای مثال کنیل و لیو^۵ (۲۰۰۶) نشان می‌دهند در صورتی که اطلاعات خصوصی معامله‌گران مطلع، دارای ماندگاری بالا و تعداد این معامله‌گران در بازار محدود باشد، آنها ترجیح می‌دهند به جای سفارش به قیمت بازار از سفارش محدود استفاده کنند؛ به‌طور مشابه کولین - دوفرزن و فاس^۶ (۲۰۱۵) با استفاده از داده‌های معاملات مدیران شرکت‌ها در جایگاه معامله‌گران مطلع نشان می‌دهند آنها از سفارشات محدود استفاده می‌کنند. در چنین حالتی ممکن است سفارشات موجود در دفتر سفارشات نیز حاوی اطلاعاتی درباره قیمت آتی سهم باشد. این اطلاعات در ادامه از طریق اجرایش سفارشات محدود یا تبدیل آنها به سفارش به قیمت بازار توسط معامله‌گران مطلع در قیمت‌ها منعکس می‌شود.

سوم اینکه بروگارد^۷ و همکاران (۲۰۱۹) نشان می‌دهند اثر کشف قیمت سفارشات محدود در مجموع از سفارشات بازاری بیشتر است، علاوه بر معامله‌گران مطلع، معامله‌گران فرکانس بالا^۸ از سفارش محدود استفاده می‌کنند و اثر کشف قیمت سفارشات محدود معامله‌گران فرکانس بالا دو برابر اثر سفارشات محدود معامله‌گران مطلع است؛ در نتیجه اطلاعات موجود در دفتر سفارشات قیمت‌ها را پیش‌بینی می‌کند (هریس^۹، ۱۹۹۰)؛ بنابراین انتظار می‌رود میان اطلاعات موجود در دفتر سفارشات و رفتار آتی قیمت سهم ارتباط وجود داشته باشد.

برای خرید را تا حدی کاهش و در صورت وجود حجم بالای سفارش خرید، قیمت پیشنهادی برای فروش سهام خود را افزایش می‌دهد؛ در نتیجه حجم بالای سفارشات فروش منجر به کاهش قیمت سهم و حجم بالای سفارشات خرید منجر به افزایش قیمت می‌شود؛ بنابراین واکنش بازارگردان یا سهامداران عمده به متوازن‌نبودن دفتر سفارشات و تلاش آنها برای کنترل موجودی سهام خود در سطح دلخواه نوعی همبستگی میان متوازن‌نبودن سفارشات و قیمت‌های آتی ایجاد می‌کند (کردیا و سوبرامانیام^۱، ۲۰۰۴).

دوم اینکه معامله‌گران مطلع^۲ در بورس سهام حضور فعال دارند و اطلاعات آنها از ارزش ذاتی سهم، بر قیمت آن در آینده اثرگذار خواهد بود. معامله‌گران مطلع در راهبردهای خرید و فروش خود در بازار از دو روش سفارش به قیمت بازار^۳ یا سفارش محدود^۴ استفاده می‌کنند. اگر معامله‌گران مطلع در معاملات خود تنها از سفارش به قیمت بازار استفاده کنند، سفارشات محدود ثبت شده در دفتر سفارشات هیچ اطلاعات خصوصی از معامله‌گران مطلع راجب ارزش ذاتی سهم در بر نخواهد داشت؛ برعکس ممکن است معامله‌گران مطلع با هدف مخفی نگه داشتن اطلاعات خود در بازار از معامله فوری و تأثیرگذاری بر قیمت اجتناب کنند و به جای سفارش به قیمت بازار از سفارش

1. Chordia & Subrahmanyam
2. Informed traders

۳. سفارش به قیمت بازار (Market Order) سفارشی است که معامله‌گر مایل است بلافاصله و در بهترین قیمت ممکن، خرید یا فروش را انجام دهد.

۴. سفارش محدود (Limit Order) سفارشی است که معامله‌گر تنها در قیمتی مشخص یا قیمتی بهتر از آن مایل به خرید یا فروش است.

5. Kaniel & Liu

6. Collin-Dufresne & Fos

7. Brogaard

8. High-frequency trading (HFT)

9. Harris

و واکنش بازارگردان به تغییرات سفارشات ورودی برای تشخیص معامله گران مطلع از سایرین است.

درمقابل، استول^۴ (۱۹۷۸)، هو^۵ و استول (۱۹۸۱) و آمیهود و مندلسون^۶ (۱۹۸۰) فرض می کنند بازارگردان با تغییر مظنه های خرید و فروش، تلاش می کند موجودی^۷ سهام خود را مدیریت کند و افزایش موجودی سهام وی پیش بینی کننده کاهش قیمت ها و کاهش موجودی پیش بینی کننده افزایش قیمت است. این دسته از مدل ها به مدل های موجودی سهام^۸ شهرت دارند. در هر دو دسته مدل های انتخاب نامساعد و موجودی سهام انتظار می رود میان متوازن نبودن سفارشات و قیمت های آتی رابطه باشد؛ زیرا در مدل های انتخاب نامساعد، بازارگردان با مشاهده بیشتر بودن تعداد سفارشات خرید (فروش) فرض می کند معامله گران مطلع اطلاعاتی مبنی بر بالاتر (پایین تر) بودن ارزش ذاتی سهم نسبت به قیمت دارند؛ بنابراین قیمت سهم را افزایش (کاهش) می دهد؛ به طور مشابه در مدل های موجودی سهام با افزایش سفارشات خرید (فروش) بازارگردان اقدام به افزایش (کاهش) قیمت می کند تا موجودی سهام خود را در سطح مطلوب حفظ کند.

هم راستا با نتایج این مدل ها، پژوهش های تجربی متعددی مانند کوشینگ و مدهون (۲۰۰۰) و استول (۲۰۰۰) وجود رابطه میان متوازن نبودن سفارشات و رفتار آتی قیمت سهم را تأیید می کنند. در سطح بازار، کردیا و همکاران (۲۰۰۲) اثر متوازن نبودن سفارشات

در این پژوهش با بررسی دفتر سفارشات محدود در بورس اوراق بهادار تهران به این پرسش ها پاسخ داده می شود:

- آیا دفتر سفارشات محدود در بورس اوراق بهادار تهران حاوی اطلاعاتی است که روند قیمت سهم را در آینده کوتاه مدت پیش بینی کند؟
 - آیا افزایش پله های در معرض نمایش عموم از سه پله به پنج پله در بورس اوراق بهادار تهران به معامله گران برای افزایش شفافیت قبل از معامله و کشف قیمت کمک می کند؟
- پاسخ به این پرسش ها به نهاد ناظر بازار در اتخاذ سیاست های مؤثر و انتخاب سطح بهینه شفافیت در بازار کمک می کند.

مبانی نظری

در سال های اخیر ادبیات گسترده ای درباره رفتار معامله گران مطلع و محتوای اطلاعاتی دفتر سفارشات محدود شکل گرفته است. در حوزه پژوهش های نظری، کایل^۱ (۱۹۸۵) مدلی ارائه می کند که در آن معامله گر مطلعی از طریق سفارش ها به قیمت بازار سعی در کسب سود از اطلاعات خصوصی خود دارد؛ در مقابل بازارگردان با مشاهده ورودی سفارشات^۲ سعی در تشخیص ارزش واقعی سهم و کشف اطلاعات خصوصی معامله گر مطلع دارد و براساس آن قیمت سهم را تعیین می کند. این گروه از مدل های ریزساختار بازار را در اصطلاح مدل های انتخاب نامساعد^۳ می نامند؛ زیرا فرض بنیادی آنها وجود معامله گران مطلع

4. Stoll

5. Ho

6. Amihud & Mendelson

7. Inventory

۸. برای توضیحات بیشتر درباره مدل های انتخاب نامساعد و

موجودی سهام به بیایس، گلوستن و اسپت (۲۰۰۵) مراجعه کنید.

1. Kyle

2. Order flow

3. Adverse selection

مظنه خرید و فروش، استفاده می‌کنند؛ این در حالی است که پله‌های دوم و بالاتر دفتر سفارشات نیز ممکن است حاوی اطلاعاتی درباره قیمت‌ها باشد. هریس و پانچاپاگسان^۳ (۲۰۰۵) با استفاده از داده‌های دفتر سفارشات محدود بورس نیویورک نشان دادند دفتر سفارشات حاوی اطلاعات مفیدی درباره تغییرات قیمت در آینده است و متوازن نبودن هم در قیمت‌ها و هم در حجم سفارشات به پیش‌بینی رفتار قیمت سهام کمک می‌کند؛ همچنین آنها نشان دادند بازارگردانان متخصص^۴ در بورس نیویورک از اطلاعات دفتر سفارشات به نفع خود و به زیان سایر معامله‌گران استفاده می‌کنند.^۵

با توجه به اینکه اطلاعات موجود در دفتر سفارشات، رفتار قیمت سهام را پیش‌بینی می‌کند، این پرسش مطرح می‌شود که آیا شفافیت‌های قبل از معامله، کشف قیمت را تسهیل می‌کند و نقدشوندگی و کیفیت بازار را بالا می‌برد. باروک (۲۰۰۵) نشان داد افزایش شفافیت پیش از معامله از طریق افشای اطلاعات دفتر سفارشات محدود، به معامله‌گران مصرف‌کننده نقدشوندگی^۶ از طریق سفارش‌های به قیمت بازار، سود می‌رساند؛ زیرا آنها را از میزان نقدشوندگی موجود در دفتر سفارشات مطلع می‌کند؛ در مقابل معامله‌گرانی که از طریق سفارشات محدود عرضه‌کننده نقدشوندگی^۷ هستند، به دلیل افشای اطلاعات سفارشاتشان نسبت به حالت افشانشده دفتر سفارشات محدود، متضرر

روزانه به صورت تجمیعی، در سطح کل بازار، را بر بازده بازار بررسی کردند و نشان دادند متوازن نبودن سفارشات تجمیعی موجب افت بازار می‌شود و برعکس افت بازار متوازن نبودن سفارشات را به همراه دارد؛ همچنین آنها نشان دادند پس از افت (رشد) بازار، متوازن نبودن سفارشات افزایش (کاهش) می‌یابد؛ به نحوی که حجم سفارشات خرید (فروش) بر سفارشات فروش (خرید) پیشی می‌گیرد. کردیا و سوبرامانیام (۲۰۰۴) با بررسی شرکت‌های حاضر در بورس نیویورک و اندازه‌گیری متوازن نبودن سفارشات در مقیاس روزانه نشان دادند متوازن نبودن بر رفتار قیمت سهام اثرگذار است. آنها این یافته را مؤید مدل‌های موجودی سهام می‌دانند؛ زیرا طبق نتایج، تغییر قیمت‌ها در اثر متوازن نبودن سفارشات پس از مدتی روند معکوس می‌گیرد و خنثی می‌شود. این موضوع نشانگر متوازن نبودن سفارشات ناشی از فشار قیمتی و تلاش بازارگردان برای مدیریت آن است؛ در مقابل اگر اثر متوازن نبودن سفارشات بر رفتار قیمت سهام، دائمی بود، نشانگر وجود اطلاعاتی از ارزش ذاتی سهم بود که با مدل‌های انتخاب نامساعد سازگار است. جانسون و واتسون^۱ (۲۰۱۸) با تعریف دو معیار متوازن نبودن سفارشات، قدرت پیش‌بینی رفتار قیمت سهام با این معیارها را بررسی کرده‌اند. تاران^۲ و همکاران (۲۰۱۸) نیز مستقل از رابطه بازارگردان و معامله‌گران مطلع، نحوه اثرگذاری ورود سفارشات بر قیمت یک دارایی را مدل‌سازی کرده‌اند.

پژوهش‌های مرتبط با متوازن نبودن سفارشات به طور عمده از اطلاعات پله اول دفتر سفارشات، یعنی بهترین

3. Panchapagesan

4. Specialist

۵. این مطالعه در زمانی انجام شده است که اطلاعات دفتر

سفارشات به طور انحصاری در اختیار بازارگردانان متخصص قرار می‌گرفت.

6. Liquidity taker

7. Liquidity maker

1. Johnson & Watson

2. Taranto

نامتقارن دارند و همین موضوع موجب تغییر در قیمت‌ها و مظنه‌ها می‌شود.

احمدپور، آقاجانی و فدوی (۱۳۹۲) رابطه بین حجم معاملات و تغییر قیمت سهام در بورس تهران را بررسی کردند و نشان دادند تعداد دفعات معامله و تعداد سهام معامله شده در هر روز با تغییر قیمت روزانه سهام امروز و روز بعد رابطه مثبتی دارد.

حیدری و صباغ‌زاده (۱۳۹۷) اثر افزایش شفافیت اطلاعاتی دفتر سفارشات محدود بر کیفیت بورس اوراق بهادار تهران را بررسی کردند. در اردیبهشت سال ۱۳۹۶، بورس اوراق بهادار تهران تعداد سطوح دفتر سفارشات در معرض دید معامله‌گران بر خط را از سه پله به پنج پله افزایش داد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد این افزایش شفافیت منجر به کاهش کیفیت بازار، نقدشوندگی و عمق بازار، شده است.

مرتبط‌ترین پژوهش به پژوهش حاضر، پژوهش بدری، عرب‌مازار و سلطان‌زالی (۱۳۹۵) است که به کمک داده‌های درون‌روز، محتوای اطلاعاتی دفتر سفارشات بورس تهران را بررسی کردند و با استفاده از روش هزبروک^۴ (۱۹۹۵) و گونزالو و گرنجر^۵ (۱۹۹۵) نشان دادند سهم اطلاعاتی پله‌های دوم تا دهم دفتر سفارش بین ۱۸ تا ۲۵ درصد است که نشان‌دهنده اهمیت کل اطلاعات دفتر سفارشات است. سهم اطلاعاتی پله‌های چهارم تا دهم که برای عموم سرمایه‌گذاران مشاهده‌شدنی نیست نیز حدود ۸ تا ۱۰ درصد برآورد شد. تفاوت پژوهش حاضر با پژوهش بدری، عرب‌مازار و سلطان‌زالی (۱۳۹۵) این است که آنها سهم دفتر سفارشات محدود در کشف قیمت را

می‌شوند؛ با این حال براساس نتایج وی افشای اطلاعات باعث کاراتر شدن قیمت‌ها می‌شود.

بومر و همکاران (۲۰۰۵) با استفاده از داده‌های دفتر سفارشات محدود بورس نیویورک نشان دادند با افشای اطلاعات دفتر سفارشات، دامنک^۱ کاهش و نقدشوندگی بازار افزایش یافته است؛ درمقابل مدهون^۲ و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند بعد از اینکه بورس تورنتو چهار پله از دفتر سفارشات محدود را منتشر کرد، دامنک و نوسان‌های قیمت‌ها افزایش و در نتیجه نقدشوندگی کاهش یافت. آنها اینگونه استدلال کردند که افشای بیش از حد اطلاعات سفارشات، منجر به کاهش تمایل معامله‌گران برای ارسال سفارشات محدود می‌شود.

در حوزه ریزساختار بازار در بورس تهران نیز پژوهش‌های معدودی انجام شده است. راعی، محمدی و پویان‌فر (۱۳۸۸) فرآیند شکل‌گیری قیمت‌ها در بورس تهران با رویکرد ریزساختاری را بررسی و قیمت‌های معاملاتی در بورس تهران را مدل‌سازی کرده‌اند. از آنجا که در بورس تهران بازارگردان وجود ندارد و سرمایه‌گذاران مظنه‌ها را تعیین می‌کنند، مدل‌سازی قیمت‌های معاملاتی در پژوهش آنها بر مبنای مدل‌های انتخاب نامساعد و نه مدل‌های موجودی‌محور^۳ انجام شده است. همان‌طور که پیش‌تر بیان شد، در مدل‌های انتخاب نامساعد فرض می‌شود معامله‌گران درباره ارزش واقعی دارایی‌ها اطلاعات

۱. دامنک (Spread) فاصله میان بهترین مظنه خرید و فروش است.

2. Madhavan

۳. اگرچه نقش سهامداران عمده در بورس تهران که در بسیاری از موارد از قیمت سهم «حمایت» می‌کنند و سعی در برقراری تعادل در بازار دارند تا حدی مشابه نقش بازارگردان است.

تقاضا، حجم‌های صفر در چندین پله پشت سر هم در طرف عرضه و تقاضا و بازده بیشتر از یک درصد در بازه پنج دقیقه، از جامعه نمونه حذف شده‌اند. پس از حذف این داده‌ها، خلاصه آماری دفتر سفارشات این ده نماد در جدول ۲ ارائه شده است. در جدول ۲، طول برای هر پله دفتر سفارشات محدود برابر نسبت حجم سفارش مربوط به آن پله به مجموع حجم سفارشات پنج پله تعریف شده است:

$$\text{رابطه ۱} \quad \text{Length}_i = \frac{Q_i}{\sum_{j=1}^5 Q_j}$$

ارتفاع نیز عبارت است از فاصله قیمتی هر پله از پله قبل که بر فاصله پله پنجم تا میانگین بهترین مظنه خرید و فروش، تقسیم شده است:

$$\text{رابطه ۲} \quad \text{Height}_i = \frac{V_i}{\sum_{j=1}^5 V_j} = \frac{P_i - P_{i-1}}{P_5 - P_0}$$

برای فهم آسان‌تر و آشنایی با متغیرها، در شکل ۱ نمونه‌ای از دفتر سفارشات محدود در بورس تهران و در شکل ۲ نمای کلی دفتر سفارشات شامل قیمت و حجم تقاضا و عرضه برای پنج پله در یک لحظه به تصویر کشیده شده است.

بررسی کردند؛ در حالی که پژوهش حاضر به دنبال قابلیت پیش‌بینی حرکت قیمت سهام در آینده کوتاه‌مدت براساس اطلاعات دفتر سفارشات محدود است؛ همچنین در حوزه پژوهش‌های نظری، تنها پژوهش در حوزه مدل‌سازی دفتر سفارشات، پژوهش باستانی و هنرمندی (۱۳۹۱) است که یک مدل پیوسته تصادفی برای مطالعه دفتر سفارشات محدود ارائه کرده است.

روش پژوهش

داده‌های استفاده‌شده در این پژوهش اطلاعات درون‌روز^۱ دفتر سفارشات و معاملات بورس اوراق بهادار تهران است و از کتابخانه سازمان بورس دریافت شده است. در این پژوهش از داده‌های ۱۰ شرکت حاضر در بورس تهران که به صورت تصادفی از میان شرکت‌های بزرگ و صنایع مختلف انتخاب شده‌اند، از تاریخ ۱۳۹۱/۱/۱ تا ۱۳۹۱/۱۲/۲۹، استفاده^۲ و در جدول ۱ ویژگی‌های آنها آورده شده است. به منظور حذف اثر مشاهده‌های خارج از رویه، داده‌های روزهایی که نماد بسته است یا به دلیل وجود صف، معامله‌ای انجام نشده است، داده‌های بازه زمانی ۸:۳۰ تا ۹ که مربوط به قبل از بازگشایی بازار است، داده‌های بازه زمانی ۹ تا ۹:۱۰ به دلیل حذف آثار گشایش بازار (به صورت تجربی) و در نهایت، داده‌های پرت^۳ شامل داده‌هایی با حجم عرضه یا تقاضای بیشتر از یک میلیون در هر پله، قیمت‌های صفر چندین پله پیاپی در طرف عرضه و

1. Intraday

۲. ملاک انتخاب شرکت‌ها بازبودن نماد شرکت در دست کم ۸۰ درصد از سال، یعنی بیش از ۱۹۰ روز معاملاتی در سال، بوده است و سپس شرکت‌ها به صورت تصادفی انتخاب شده‌اند.

3. Outliers

جدول (۱) نمادهای معاملاتی و ویژگی‌های آنها

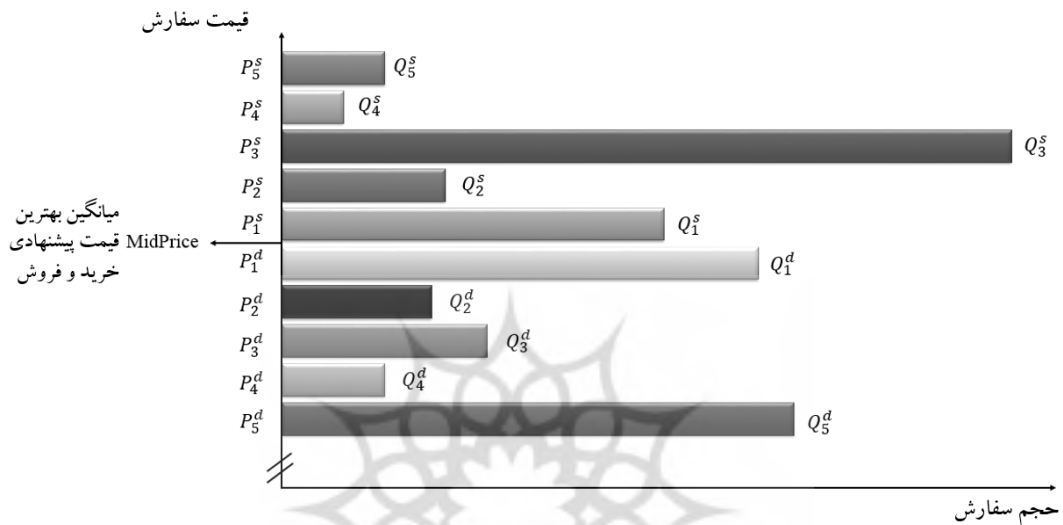
شماره	نماد	شرکت	تعداد روزهای معاملاتی	تعداد مشاهده‌ها ۵ دقیقه‌ای	تعداد کل داده‌ها	متوسط حجم معاملات روزانه
۱	وغدیر	هلدینگ سرمایه‌گذاری غدیر	۲۲۹	۶,۳۲۴	۲۳۲,۶۷۴	۶,۳۲۷,۳۹۶
۲	فولاد	فولاد مبارکه اصفهان	۲۲۲	۵,۳۱۶	۲۷۶,۹۸۲	۱۸,۴۵۴,۱۲۸
۳	خسپا	سایپا	۲۰۳	۳,۸۰۱	۱۸۰,۰۳۹	۲۲,۰۷۹,۹۴۸
۴	رمپنا	گروه مپنا	۱۹۴	۳,۶۱۵	۱۵۸,۵۱۰	۵,۲۳۸,۶۳۲
۵	اخابر	مخابرات ایران	۲۲۰	۴,۵۵۴	۱۰۹,۱۵۰	۵,۰۵۴,۷۲۲
۶	ومعادن	توسعه معادن و فلزات	۲۰۹	۴,۷۱۵	۱۹۹,۰۷۳	۹,۰۶۲,۳۳۹
۷	بترانس	ایران ترانسفو	۲۳۳	۴,۹۲۷	۱۴۷,۱۱۳	۲,۶۴۸,۰۸۵
۸	وپارس	بانک پارسیان	۲۳۵	۵,۹۶۷	۸۳,۹۰۵	۷,۶۱۰,۹۸۷
۹	حفاری	حفاری شمال	۲۳۰	۵,۱۶۱	۱۰۹,۱۳۳	۴,۲۰۴,۵۶۱
۱۰	وسینا	بانک سینا	۲۳۰	۵,۶۴۴	۴۰,۸۶۴	۶۳۷,۲۲۷
جمع	-	-	-	۵۰,۰۲۴	۱,۵۳۷,۴۴۳	-

جدول (۲) خلاصه آماری دفتر سفارشات محدود

پله	طول (%)		ارتفاع (%)	
	خرید	فروش	خرید	فروش
۱	۱۶/۰۴	۱۶/۴۶	۳۱/۶۵	۲۸/۶۵
۲	۱۸/۹۲	۱۹/۲۶	۱۶/۷۰	۱۸/۳۲
۳	۲۰/۳۷	۲۰/۵۶	۱۶/۳۲	۱۷/۲۶
۴	۲۱/۵۸	۲۱/۲۸	۱۷/۰۳	۱۷/۵۳
۵	۲۳/۰۹	۲۲/۴۴	۱۸/۳۱	۱۸/۲۴

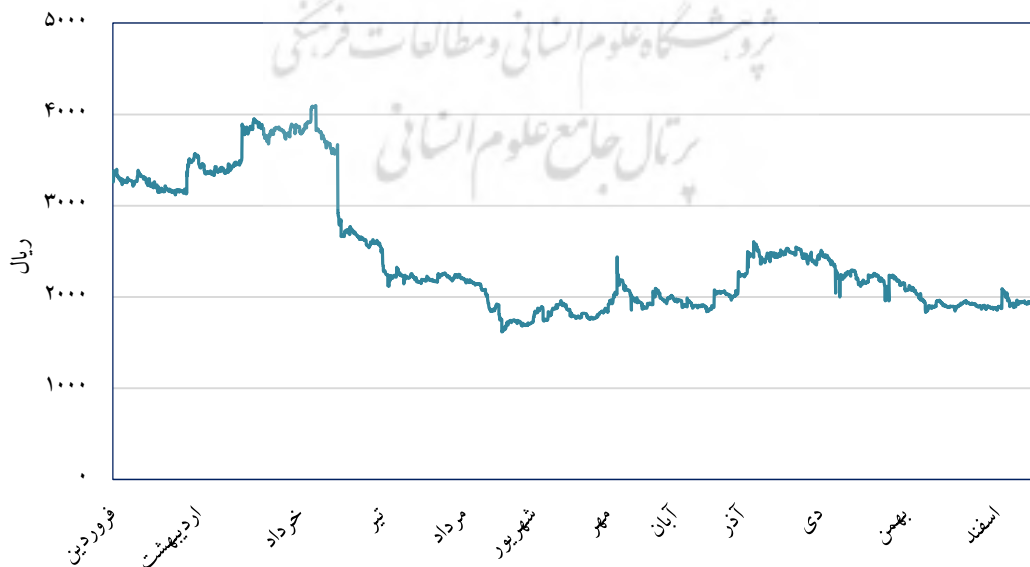
تعداد	حجم	فروش	خرید	حجم	تعداد
۱	۱۵۰۰۰	۷۴۳۳	۷۴۳۰	۲۷۶۷۱	۲
۲	۱۱۹۴۳	۷۴۳۴	۷۴۲۷	۱۵۰۰	۱
۲	۷۵۰	۷۴۳۹	۷۴۲۴	۱۵۰۰	۱
۲	۳۲۷۸۶	۷۴۴۰	۷۴۲۱	۱۵۰۰	۱
۴	۲۶۲۰۰	۷۴۴۸	۷۴۲۰	۱۱۲۸۹	۵

شکل (۱) نمایی از دفتر سفارشات محدود نماد «خودرو» در تاریخ ۱۳۹۸/۰۷/۲۱



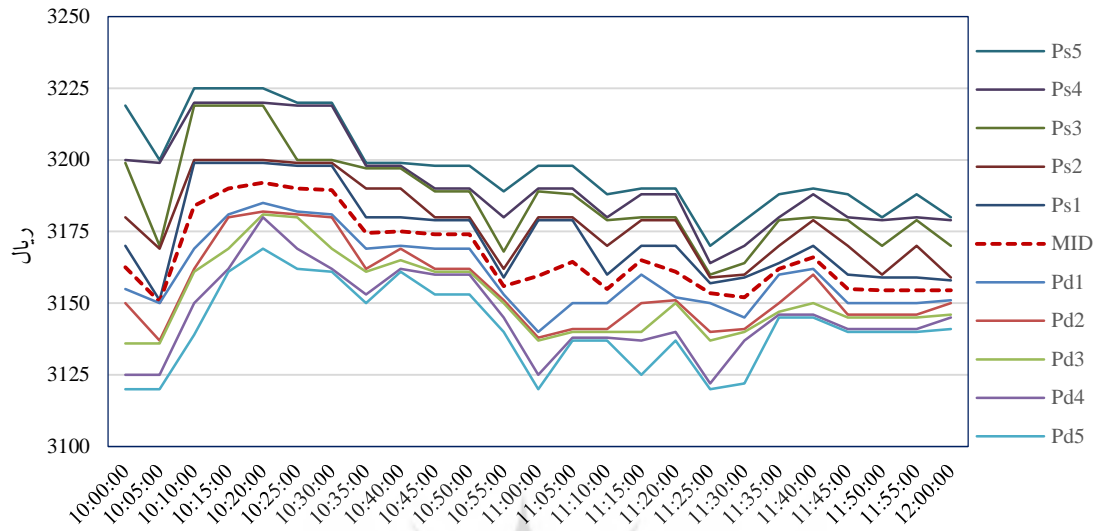
شکل (۲) نمایی کلی سطوح مختلف سفارشات و نام‌گذاری متغیرها

به‌منظور ملموس‌تر شدن موضوع، برای نمونه داده‌های نماد بترانس در چندین نمودار نشان داده شده است. در نمودار ۱، سری زمانی میانگین بهترین مظنه خرید و فروش نماد بترانس در سال ۱۳۹۱ آمده است.



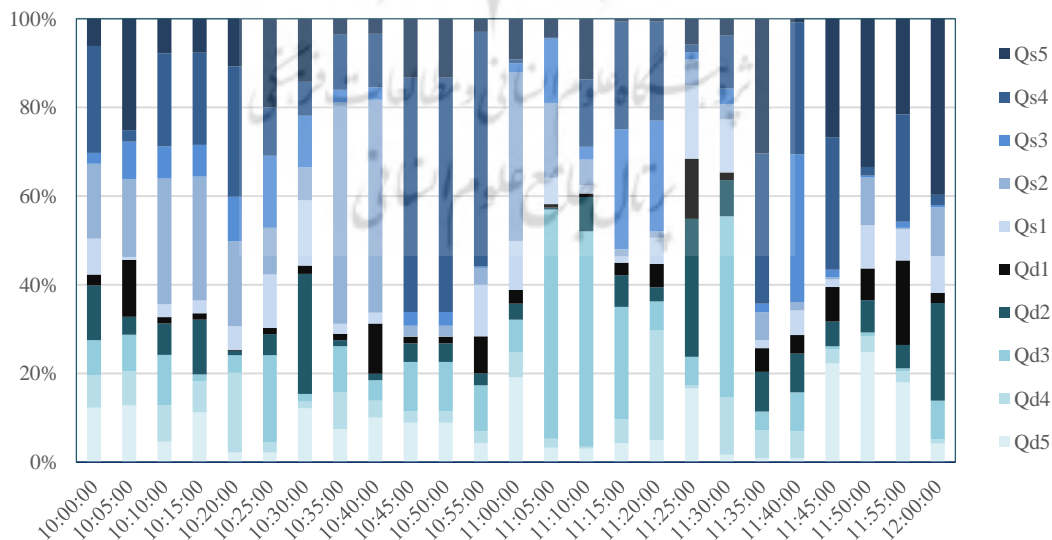
نمودار (۱) سری زمانی میانگین بهترین مظنه خرید و فروش بترانس در سال ۱۳۹۱

در نمودار ۲، سری زمانی قیمت‌های تقاضا و عرضه برای پنج پله دفتر سفارشات نماد بترانس در روز ۲۰ فروردین ۱۳۹۱ از ساعت ۱۰ تا ۱۲ صبح در فواصل ۵ دقیقه‌ای آمده است.



نمودار (۲) قیمت‌های تقاضا و عرضه برای پنج پله دفتر سفارشات نماد بترانس در تاریخ ۱۳۹۱/۰۱/۲۰

در نمودار ۳، سری زمانی درصد حجم تقاضا و عرضه برای پنج پله دفتر سفارشات نماد بترانس در روز ۲۰ فروردین ۱۳۹۱ از ساعت ۱۰ تا ۱۲ صبح در فواصل ۵ دقیقه‌ای آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در بیشتر مواقع حجم عرضه بیشتر از حجم تقاضا بوده است.



نمودار (۳) درصد حجم تقاضا و عرضه برای پنج پله دفتر سفارشات نماد بترانس در تاریخ ۱۳۹۱/۰۱/۲۰

سفارشات در هر طرف عرضه و تقاضا را عموماً مشاهده می‌کنند. آنها در گام اول با استفاده از روش هزبروک (۱۹۹۵)، دی جانگ^۷ (۲۰۰۲) و هوانگ^۸ (۲۰۰۲) نشان دادند دفتر سفارشات و رای پله^۱ اول یعنی پله‌های دوم تا دهم حاوی اطلاعاتی درباره قیمت است؛ همچنین دریافتند متوازن بودن سفارشات بین تقاضا و عرضه با بازده کوتاه‌مدت رابطه معناداری دارد؛ به عبارتی شفافیت قبل از معامله برای هر سهم به کشف رفتار قیمت سهم و پیش‌بینی آن در کوتاه‌مدت کمک می‌کند.

نخستین مدل رگرسیون به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$r_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i r_{t-i} + \beta_0 \text{Spread}_{t-1} + \sum_{j=2}^5 \beta_j (\nabla_{j,t-1}^s - |\nabla_{j,t-1}^d|) + \sum_{j=1}^5 \gamma_j (Q_{j,t-1}^s - Q_{j,t-1}^d) + \eta_t$$

رابطه ۴

در رابطه ۴، منظور از Spread، دامنگ یا همان فاصله بهترین قیمت عرضه (P_1^s) و تقاضا (P_1^d) است و به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\text{Spread} = P_1^s - P_1^d$$

رابطه ۵

هرچه دامنگ بزرگ‌تر باشد نقدشوندگی سهم کمتر است و مشابه آمیهود و مندلسون (۱۹۸۶) انتظار می‌رود قیمت افزایش یابد و بدین ترتیب، ضریب مربوطه مثبت باشد.

در این پژوهش مشابه پژوهش کائو^۱ و همکاران (۲۰۰۹) به منظور بررسی قدرت پیش‌بینی دفتر سفارشات محدود از داده‌هایی با فاصله زمانی ۵ دقیقه استفاده و در گام اول به کمک مدل رگرسیون رابطه ۳ اثر همبستگی سریالی بازده از بین برده شده است:

$$r_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i r_{t-i} + \varepsilon_t^*$$

رابطه ۳

در این رابطه، r_t بازده در دوره t و n تعداد جملات تأخیر^۲ است که با توجه به معیار آکایک^۳ و بیزی شوارتز^۴ در حالت بهینه قرار داده شده است. در ادامه، به کمک داده‌های دفتر سفارشات عبارت خطا پیش‌بینی شده است.^۵

برای اندازه‌گیری اطلاعات موجود در دفتر سفارشات روش‌های مختلفی به کار گرفته می‌شود. در این پژوهش، مشابه کائو و همکاران (۲۰۰۹) از سه رگرسیون مختلف استفاده شده است که هر یک به شیوه متفاوتی اطلاعات حجم و قیمت سفارشات دو سمت عرضه و تقاضا را اندازه‌گیری می‌کند. کائو و همکاران (۲۰۰۹) دفتر سفارشات محدود بورس سهام استرالیا را بررسی کردند. ویژگی این بازار این است که هیچ دلال^۶ یا بازارگردانی در آن تعبیه نشده است و مانند بورس تهران سفارشات به صورت مستقیم با یکدیگر درگیر می‌شوند. در این بازار، ده پله از

^۱. Cao

^۲. Lag

^۳. Akaike information criterion (AIC)

^۴. Bayesian information criterion (BIC)

^۵. با آزمون‌های مختلف نشان داده می‌شود که متغیر پسماند، نوفه سفید

نیست؛ بنابراین از منظر ملاحظات اقتصادسنجی پیش‌بینی آن امکان‌پذیر است.

^۶. Dealer

^۷. De Jong

^۸. Huang

$$r_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^5 \alpha_i r_{t-i} + \beta_0 \text{Spread}_{t-1} + \sum_{j=2}^5 \beta_{d,j} |\nabla_{j,t-1}^d| + \sum_{j=2}^5 \beta_{s,j} \nabla_{j,t-1}^s + \sum_{j=1}^5 \gamma_{d,j} Q_{j,t-1}^d + \sum_{j=1}^5 \gamma_{s,j} Q_{j,t-1}^s + \eta_t$$

در نتیجه، انتظار می‌رود ضریب ارتفاع سمت تقاضا ($|\nabla_j^d|$) منفی و سمت عرضه (∇_j^s) مثبت باشد؛ به این معنا که هرچه فواصل قیمت سفارش‌های خرید بیشتر باشد انتظار می‌رود قیمت کاهش یابد و هرچه این فواصل در سمت عرضه بیشتر باشد انتظار می‌رود قیمت افزایش یابد؛ همچنین انتظار می‌رود ضریب طول یا همان حجم‌های سفارشات سمت تقاضا ($Q_{j,t-1}^d$) مثبت و برای سمت عرضه ($Q_{j,t-1}^s$) منفی باشد؛ به این معنا که هرچه حجم تقاضا افزایش یابد انتظار می‌رود قیمت افزایش یابد و هرچه حجم عرضه افزایش یابد انتظار می‌رود قیمت کاهش یابد.

مدل رگرسیون ۳ مشابه رگرسیون ۱ است؛ با این تفاوت که متغیرها نرمال شده‌اند:

$$r_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^5 \alpha_i r_{t-i} + \beta_0 \text{Spread}_{t-1} + \gamma_1 \text{QR}_{1,t-1} + \sum_{j=2}^5 \beta_j \text{HR}_{j,t-1} + \sum_{j=2}^5 \gamma_j \text{QR}_{j,t-1} + \eta_t$$

متغیر $Q_{j,t-1}^s - Q_{j,t-1}^d$ متوازن نبودن حجم را در دو طرف عرضه (s) و تقاضا (d) برای پله نشان می‌دهد. هرچه $Q_{j,t-1}^s$ بزرگ‌تر از $Q_{j,t-1}^d$ باشد، در پله عرضه بیشتر از تقاضا است و در نتیجه انتظار می‌رود در آینده قیمت کاهش یابد و ضریب مربوطه منفی باشد. متغیر $|\nabla_{j,t-1}^d| - \nabla_{j,t-1}^s$ متوازن نبودن فواصل قیمتی پله‌های هم‌رده را در دو طرف عرضه و تقاضا نشان می‌دهد و به صورت رابطه ۶ تعریف می‌شود:

$$\nabla_{j,t-1}^s - |\nabla_{j,t-1}^d| = (P_{j,t-1}^s - P_{j-1,t-1}^s) - (|P_{j,t-1}^d - P_{j-1,t-1}^d|)$$

انتظار می‌رود ضریب $|\nabla_{j,t-1}^d| - \nabla_{j,t-1}^s$ مثبت باشد؛ زیرا هرچه این متغیر بزرگ‌تر باشد، $|\nabla_j^d|$ کوچک‌تر و ∇_j^s بزرگ‌تر است؛ به عبارتی فاصله قیمتی پله بعدی عرضه ($P_j^s - P_{j-1}^s$) بیشتر و فاصله قیمتی پله بعدی تقاضا ($|P_j^d - P_{j-1}^d|$) کمتر است؛ در نتیجه با توجه به اینکه تراکم سفارشات خرید بیشتر است، تمایل به خرید بیشتر از فروش است؛ بنابراین انتظار می‌رود قیمت‌ها افزایش یابد. در عبارت بالا P_0^d و P_0^s معادل میانگین بهترین مظنه خرید و فروش، مطابق رابطه ۷ تعریف می‌شوند:

$$P_0^s = P_0^d = MID = \frac{P_1^d + P_1^s}{2}$$

در مدل رگرسیون دوم، متغیرهای سمت عرضه و تقاضا به صورت مستقل به کار برده می‌شود:

یافته‌ها

در بخش قبل سه مدل رگرسیون معرفی شدند که نتایج حاصل از آنها در این بخش بررسی می‌شود. با توجه به اینکه ارائه نتایج برای تک تک سهام بررسی شده امکان‌پذیر نیست، برای نمونه نتایج رگرسیون برای نماد بترانس ارائه خواهد شد و سپس، خلاصه نتایج رگرسیون‌های ده سهم بررسی شده ارائه می‌شود.

همان‌طور که گفته شد، مشابه پژوهش‌های پیشین، فاصله زمانی ۵ دقیقه‌ای معاملات، مبنای کار قرار گرفته است.^۱ مدل رگرسیون ۱ براساس رابطه ۴ تخمین زده می‌شود. براساس معیارهای آکایک و بیزین شوارتز تعداد بهینه تأخیر (η) برابر ۵ در نظر گرفته شده است. در جدول ۳ نتایج مدل رگرسیون ۱ برای پله‌های مختلف نماد بترانس ارائه شده است.

در ادامه، با تخمین مدل‌های فوق رابطه متوازن نبودن سفارشات بین تقاضا و عرضه و سایر اطلاعات موجود در دفتر سفارشات محدود با بازده کوتاه مدت سهام که نشان‌دهنده رفتار قیمت سهام است بررسی می‌شود.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، علامت ضریب متغیر دامنک در رگرسیون بالا مثبت و معنادار است و با نتایج پژوهش‌های پیشین از جمله قالیباف اصل و رزاقی (۱۳۹۱) رابطه بین بازده و دامنک را در بورس تهران بررسی کرده‌اند و نتایج آنها نشانگر وجود رابطه مثبت میان بازده و دامنک بوده است. متغیر $Q_{j,t-1}^s - Q_{j,t-1}^d$ متوازن نبودن حجم را در دو طرف عرضه و تقاضا نشان

در رابطه ۹ SpreadN یا دامنک، فاصله بهترین مظنه خرید و فروش است که با استفاده از میانگین مظنه خرید و فروش نرمال شده است.

$$\text{رابطه ۱۰} \quad \text{SpreadN} = \frac{P_1^s - P_1^d}{P_1^s + P_1^d}$$

متغیر QR_j متوازن نبودن طول را در دو طرف عرضه و تقاضا نشان می‌دهد و به صورت رابطه ۱۱ تعریف می‌شود:

$$\text{رابطه ۱۱} \quad QR_j = \frac{Q_j^s - Q_j^d}{Q_j^s + Q_j^d}$$

انتظار می‌رود ضریب QR در رگرسیون بالا منفی باشد، به این معنا که هرچه QR در پله‌ای خاص بزرگ‌تر باشد، عرضه بیشتر از تقاضا است و انتظار می‌رود در آینده قیمت کاهش یابد. متغیر HR_j نیز متوازن نبودن ارتفاع در پله ژرا در دو طرف عرضه و تقاضا نشان می‌دهد و به صورت رابطه ۱۲ تعریف می‌شود:

$$\text{رابطه ۱۲} \quad HR_j = \frac{\nabla_j^s - |\nabla_j^d|}{\nabla_j^s + |\nabla_j^d|}$$

انتظار می‌رود ضریب HR مثبت باشد؛ به این معنا که هرچه HR بزرگ‌تر باشد، $|\nabla_j^d|$ کوچک‌تر و ∇_j^s بزرگ‌تر است؛ یعنی تراکم سفارشات خرید و در نتیجه علاقه به خرید بیشتر از فروش است؛ بنابراین انتظار می‌رود قیمت‌ها افزایش یابد.

۱. برای بررسی پایداری (robustness) تخمین‌ها، بازه‌های ۳، ۷ و ۱۰ دقیقه نیز آزمون شدند که نتایج مشابه نتایج بازه ۵ دقیقه‌ای بود؛ اما دارای قدرت کمتری هستند.

می‌دهد و برای تمام پله‌ها به جز پله سوم منفی است؛ مثبت و معنادار است؛ به این معنا که وقتی فاصله قیمتی پله‌ها در سمت تقاضا کمتر است، به معنای متراکم‌تر بودن سفارشات خرید است و بنابراین انتظار می‌رود قیمت سهم افزایش یابد.

اگرچه از نظر معناداری تنها پله‌های اول و چهارم معنادار هستند. متغیر $|\nabla_{j,t-1}^d| - \nabla_{j,t-1}^s$ نیز متوازن نبودن فواصل قیمتی پله‌های هم‌رده را در دو طرف عرضه و تقاضا نشان می‌دهد و برای تمامی پله‌ها مطابق انتظار،

جدول (۳) نتایج مدل رگرسیون ۱ برای نماد معاملاتی بترانس

پله	۱	۲	۳	۴	۵
$\text{Spread}_{t-1} (\times 10^{-2})$	۰/۰۰۹۸***	۰/۰۱۰۱***	۰/۰۱۰۳***	۰/۰۱۰۳***	۰/۰۱۰۳***
	(۰/۰۰۰۴)	(۰/۰۰۰۴)	(۰/۰۰۰۴)	(۰/۰۰۰۴)	(۰/۰۰۰۴)
$Q_{1,t-1}^s - Q_{1,t-1}^d (\times 10^{-6})$	-۰/۰۵۹۹***	-۰/۰۵۳۴***	-۰/۰۴۵۲***	-۰/۰۳۷۲**	-۰/۰۳۱۳**
	(۰/۰۱۴۹)	(۰/۰۱۴۸)	(۰/۰۱۴۸)	(۰/۰۱۵۲)	(۰/۰۱۵۳)
$\nabla_{2,t-1}^s - \nabla_{2,t-1}^d (\times 10^{-3})$		۰/۰۷۴۸***	۰/۰۷۶۹***	۰/۰۷۷۰***	۰/۰۷۵۹***
		(۰/۰۰۷۷)	(۰/۰۰۷۷)	(۰/۰۰۷۷)	(۰/۰۰۷۷)
$Q_{2,t-1}^s - Q_{2,t-1}^d (\times 10^{-6})$		-۰/۰۱۱۲	-۰/۰۲۰۰	-۰/۰۱۸۹	-۰/۰۲۱۷
		(۰/۰۲۳۱)	(۰/۰۲۳۱)	(۰/۰۲۳۰)	(۰/۰۲۳۰)
$\nabla_{3,t-1}^s - \nabla_{3,t-1}^d (\times 10^{-3})$			۰/۰۳۷۷***	۰/۰۳۷۴***	۰/۰۴۳۰***
			(۰/۰۰۵۲)	(۰/۰۰۵۲)	(۰/۰۰۵۴)
$Q_{3,t-1}^s - Q_{3,t-1}^d (\times 10^{-6})$			۰/۰۱۰۰	۰/۰۱۱۱	۰/۰۱۱۳
			(۰/۰۱۷۴)	(۰/۰۱۷۵)	(۰/۰۱۷۵)
$\nabla_{4,t-1}^s - \nabla_{4,t-1}^d (\times 10^{-3})$				۰/۰۰۸۹**	۰/۰۰۹۹**
				(۰/۰۰۴۴)	(۰/۰۰۴۴)
$Q_{4,t-1}^s - Q_{4,t-1}^d (\times 10^{-6})$				-۰/۰۳۴۹***	-۰/۰۳۵۴***
				(۰/۰۱۳۳)	(۰/۰۱۳۴)
$\nabla_{5,t-1}^s - \nabla_{5,t-1}^d (\times 10^{-3})$					۰/۰۱۱۰***
					(۰/۰۰۳۱)
$Q_{5,t-1}^s - Q_{5,t-1}^d (\times 10^{-6})$					-۰/۰۰۴۷
					(۰/۰۱۵۱)
تعداد مشاهده‌ها	۴۹۲۷	۴۹۲۷	۴۹۲۷	۴۹۲۷	۴۹۲۷
R^2	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰

* نشانگر معناداری در سطح ۱۰ درصد، ** در سطح ۵ درصد و *** در سطح ۱ درصد است. اعداد داخل پرانتز، خطای استاندارد هستند.

همکاران (۲۰۰۹) همخوانی دارد که نشان می‌دهند پله‌های دوم تا چهارم بیشترین میزان اطلاعات دربارهٔ قیمت‌های آتی را دارند. پله‌های چهارم و پنجم نیز قدرت پیش‌بینی بالایی دارند؛ اما این قدرت پیش‌بینی نسبت به پله‌های پیشین کمتر است.

برای رعایت اختصار، متوسط میانگین درصد ضرایب معنادار برای همهٔ ده سهم بررسی شده، در جدول ۴ گزارش شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، پله‌های میانی و به‌ویژه پله‌های دوم تا چهارم از بالاترین میزان ضرایب معنادار مطابق علامت مورد انتظار برخوردارند. این نتایج، با یافته‌های کائو و

جدول (۴) متوسط درصد ضرایب معنادار ده نماد معاملاتی برای پله‌های مختلف (مدل رگرسیون ۱)

پله	۱	۲	۳	۴	۵
متغیر دامنگ	%۵۰	%۵۰	%۵۰	%۵۰	%۵۰
متغیرهای نمایندهٔ دفتر سفارشات:					
مطابق علامت مورد انتظار و معنادار	%۱۰	%۵۷	%۶۰	%۵۳	%۴۸
مطابق علامت مورد انتظار، بدون توجه به معناداری	%۸۰	%۸۷	%۸۴	%۸۳	%۸۱

معناداری در سطح %۵ تعریف شده است.

عرضه و تقاضا (مطابق رگرسیون اول) و نه مقدار مطلق آن، است. متوسط نتایج مدل رگرسیون ۲ برای همهٔ ده سهم بررسی شده در جدول ۶ آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، مانند نتایج مدل رگرسیون ۱، پله‌های میانی و به‌ویژه پله‌های دوم و سوم از بالاترین میزان ضرایب معنادار، مطابق علامت مورد انتظار، برخوردارند. کم‌تر بودن قدرت پیش‌بینی پله‌های چهارم و پنجم نسبت به پله‌های دوم و سوم با یافته‌های ایوم^۱ و همکاران (۲۰۰۷) و دانگ^۲ و همکاران (۲۰۱۴) مرتبط است.

مدل رگرسیون ۲ مطابق رابطهٔ ۸ تعریف شده و در آن متغیرهای سمت عرضه و تقاضا به صورت مستقل آمده است. نتایج این رگرسیون برای نماد بترانس در جدول ۵ ارائه شده است. مطابق انتظار، در بیشتر موارد اندازهٔ سفارشات (Q) در سمت عرضه با قیمت آتی رابطهٔ منفی دارد و در سمت تقاضا رابطه، مثبت است؛ اگرچه نتایج برای بیشتر پله‌ها از نظر آماری معنادار نیست. دربارهٔ فاصلهٔ قیمتی پله‌ها (V)، نتایج پلهٔ دوم مطابق انتظار و فاصلهٔ قیمتی بیشتر در سفارشات خرید به معنای کم‌تر بودن تقاضا و بنابراین کاهش قیمت است و برعکس، فاصلهٔ قیمتی بزرگ‌تر در سمت عرضه به معنای افزایش قیمت است؛ اما نتایج سایر پله‌ها به‌ویژه برای سمت تقاضا مطابق انتظار نیست. در مجموع، به نظر می‌رسد آنچه دربارهٔ فاصلهٔ قیمتی پله‌ها اهمیت دارد، تفاوت آن در دو سمت

1. Eom
2. Duong

جدول (۵) نتایج مدل رگرسیون ۲ برای نماد معاملاتی بترانس

۵	۴	۳	۲	۱	پله
۰/۰۱۰۵***	۰/۰۱۰۵***	۰/۰۱۰۵***	۰/۰۱۰۱***	۰/۰۰۹۹***	Spread _{t-1} (×10 ⁻²)
(۰/۰۰۰۴)	(۰/۰۰۰۴)	(۰/۰۰۰۴)	(۰/۰۰۰۴)	(۰/۰۰۰۴)	
۰/۰۲۲۳	۰/۰۲۲۶	۰/۰۲۳۸	۰/۰۱۵۲	۰/۰۱۲۳	Q _{1,t-1} ^d (×10 ⁻⁶)
(۰/۰۳۷۷)	(۰/۰۳۷۷)	(۰/۰۳۷۸)	(۰/۰۳۷۹)	(۰/۰۳۷۹)	
-۰/۰۳۵۲**	-۰/۰۳۵۹**	-۰/۰۵۲۶***	-۰/۰۶۲۳***	-۰/۰۶۸۳***	Q _{1,t-1} ^s (×10 ⁻⁶)
(۰/۰۱۷۰)	(۰/۰۱۶۸)	(۰/۰۱۶۲)	(۰/۰۱۶۲)	(۰/۰۱۶۱)	
-۰/۰۸۰۱***	-۰/۰۸۰۰***	-۰/۰۷۸۳***	-۰/۰۷۳۶***		∇ _{2,t-1} ^d (×10 ⁻³)
(۰/۰۰۷۸)	(۰/۰۰۷۷)	(۰/۰۰۷۷)	(۰/۰۰۷۸)		
۰/۲۲۷۰***	۰/۲۲۶۰***	۰/۱۴۹۰**	۰/۱۳۳۰**		∇ _{2,t-1} ^s (×10 ⁻³)
(۰/۰۶۶۰)	(۰/۰۶۵۹)	(۰/۰۵۹۲)	(۰/۰۵۸۵)		
۰/۰۳۶۶	۰/۰۳۶۷	۰/۰۳۲۴	۰/۰۱۳۵		Q _{2,t-1} ^d (×10 ⁻⁶)
(۰/۰۳۷۱)	(۰/۰۳۷۰)	(۰/۰۳۷۱)	(۰/۰۳۷۳)		
-۰/۰۱۰۰	-۰/۰۰۷۶	-۰/۰۱۱۳	-۰/۰۰۹۵		Q _{2,t-1} ^s (×10 ⁻⁶)
(۰/۰۲۹۹)	(۰/۰۲۹۵)	(۰/۰۲۹۵)	(۰/۰۲۹۷)		
-۰/۰۵۵۳***	-۰/۰۵۵۱***	-۰/۰۵۳۷***			∇ _{3,t-1} ^d (×10 ⁻³)
(۰/۰۰۵۹)	(۰/۰۰۵۹)	(۰/۰۰۵۹)			
۰/۰۰۳۳	-۰/۰۱۳۳	-۰/۰۲۲۵**			∇ _{3,t-1} ^s (×10 ⁻³)
(۰/۰۲۹۷)	(۰/۰۱۲۰)	(۰/۰۱۱۴)			
-۰/۰۱۴۴	-۰/۰۱۴۶	-۰/۰۱۸۶			Q _{3,t-1} ^d (×10 ⁻⁶)
(۰/۰۲۳۰)	(۰/۰۲۳۰)	(۰/۰۲۳۰)			
۰/۰۰۷۸	۰/۰۰۷۴	-۰/۰۰۲۰			Q _{3,t-1} ^s (×10 ⁻⁶)
(۰/۰۲۶۷)	(۰/۰۲۶۷)	(۰/۰۲۶۶)			
-۰/۰۱۵۹***	-۰/۰۱۵۸***				∇ _{4,t-1} ^d (×10 ⁻³)
(۰/۰۰۴۶)	(۰/۰۰۴۶)				
-۰/۰۵۱۵***	-۰/۰۴۸۴***				∇ _{4,t-1} ^s (×10 ⁻³)
(۰/۰۱۸۶)	(۰/۰۱۸۲)				
۰/۰۰۳۹	۰/۰۰۳۰				Q _{4,t-1} ^d (×10 ⁻⁶)
(۰/۰۱۸۵)	(۰/۰۱۸۳)				
-۰/۰۶۹۸***	-۰/۰۷۱۳***				Q _{4,t-1} ^s (×10 ⁻⁶)
(۰/۰۱۹۶)	(۰/۰۱۹۵)				
-۰/۰۰۰۶					∇ _{5,t-1} ^d (×10 ⁻³)
(۰/۰۰۴۰)					
۰/۰۰۷۰					∇ _{5,t-1} ^s (×10 ⁻³)
(۰/۰۱۱۴)					
-۰/۰۰۹۹					Q _{5,t-1} ^d (×10 ⁻⁶)
(۰/۰۲۰۷)					
-۰/۰۲۳۹					Q _{5,t-1} ^s (×10 ⁻⁶)
(۰/۰۲۱۴)					
۴۹۲۷	۴۹۲۷	۴۹۲۷	۴۹۲۷	۴۹۲۷	تعداد مشاهده‌ها
۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۱۸	R ²

* نشانگر معناداری در سطح ۱۰ درصد، ** در سطح ۵ درصد و *** در سطح ۱ درصد است. اعداد داخل پرانتز، خطای استاندارد هستند.

دانگ و همکاران (۲۰۱۴) نیز بازار آتی سیدنی را بررسی کردند که شفافیت آن در سال ۲۰۰۱ از داده‌های مربوط به بهترین مظنه‌ها به داده‌های سه پله اول و در سال ۲۰۰۳ از سه به پنج پله ارتقا یافت. آنها نشان دادند دفتر سفارشات محدود حاوی اطلاعات درباره رفتار قیمت سهم و تلاطم آینده آن است و افزایش قدرت پیش‌بینی رفتار قیمت سهم و تلاطم‌ها در مرتبه اول بیشتر بوده که نشان‌دهنده کاهش بودن فایده حاصل از افزایش شفافیت دفتر سفارشات است. بررسی دقیق‌تر این موضوع در بورس تهران نیازمند دسترسی به داده‌های جامع‌تر از کل دفتر سفارشات است و بنابراین به پژوهش‌های آتی موكول می‌شود.

ایوم و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی افزایش افشای دفتر سفارشات در دو مرحله، در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۲، در بورس کره نشان دادند افشای اطلاعات دفتر سفارشات منجر به بهبود نقدشوندگی در بازار می‌شود؛ اما افزایش شفافیت در مراحل اولیه اثر بیشتری دارد و این اثر در پله‌های بعدی دفتر سفارشات به تدریج کاهش می‌یابد. در بورس کره در مرحله اول اطلاعات افشاشده دفتر سفارشات از ۳ پله به ۵ پله و در مرحله دوم این میزان به ده پله افزایش یافت. آنها کاهش تدریجی اثر شفافیت را این‌طور توضیح دادند که شفافیت زیاد به معامله‌گران اجازه می‌دهد در پله‌های بالا سفارش‌های گمراه‌کننده و با حجم بالا قرار دهند؛ در حالی که احتمال اجرا شدن آن سفارش‌ها کم است.

جدول (۶) متوسط درصد ضرایب معنادار ده نماد معاملاتی برای پله‌های مختلف (مدل رگرسیون ۲)

پله	۱	۲	۳	۴	۵
متغیر دامنگ	٪۵۰	٪۵۰	٪۵۰	٪۵۰	٪۵۰
متغیرهای نماینده دفتر سفارشات:					
مطابق علامت مورد انتظار و معنادار	٪۲۵	٪۴۲	٪۴۱	٪۳۷	٪۳۴
مطابق علامت مورد انتظار، بدون توجه به معناداری	٪۵۵	٪۷۷	٪۷۷	٪۷۶	٪۷۷

معناداری در سطح ۵٪ تعریف شده است.

مدل رگرسیون ۳ به صورت رابطه ۹ تعریف شده است که در آن متغیرها نرمال شده‌اند. نتایج این رگرسیون برای نماد بترانس در جدول ۷ ارائه شده است. نتایج مدل رگرسیون ۳ تا حد زیادی مشابه مدل ۱ است؛ با این تفاوت که میزان معناداری ضرایب مختلف کاهش یافته است؛ بنابراین به نظر می‌رسد نرمال‌سازی

متغیرها باعث افزایش نویز و کاهش قدرت پیش‌بینی آنها می‌شود. متوسط نتایج برای همه ده سهم بررسی شده در جدول ۸ آمده است. مشابه نتایج مربوط به نماد بترانس، به نظر می‌رسد قدرت توضیح‌دهندگی متغیرها در مقایسه با رگرسیون ۱ با متغیرهای نرمال‌سازی نشده، کاهش یافته است.

مدل رگرسیون ۳ به صورت رابطه ۹ تعریف شده است که در آن متغیرها نرمال شده‌اند. نتایج این رگرسیون برای نماد بترانس در جدول ۷ ارائه شده است. نتایج مدل رگرسیون ۳ تا حد زیادی مشابه مدل ۱ است؛ با این تفاوت که میزان معناداری ضرایب مختلف کاهش یافته است؛ بنابراین به نظر می‌رسد نرمال‌سازی

جدول (۷) نتایج مدل رگرسیون ۳ برای نماد معاملاتی بترانس

پله	۱	۲	۳	۴	۵
Spread N_{t-1}	۰/۲۱۷۰***	۰/۲۱۶۰***	۰/۲۱۶۰***	۰/۲۱۸۰***	۰/۲۲۲۰***
	(۰/۰۰۸۹)	(۰/۰۰۹۰)	(۰/۰۰۹۱)	(۰/۰۰۹۲)	(۰/۰۰۹۳)
QR $_{1,t-1}(\times 10^{-2})$	-۰/۰۵۴۰	-۰/۰۵۶۵	-۰/۰۵۵۹	-۰/۰۵۵۸	-۰/۰۵۳۸
	(۰/۰۸۰۱)	(۰/۰۸۰۶)	(۰/۰۸۰۷)	(۰/۰۸۰۷)	(۰/۰۸۰۷)
HR $_{2,t-1}(\times 10^{-2})$		۰/۰۹۳۰	۰/۰۹۳۲	۰/۰۹۱۷	۰/۰۹۹۸
		(۰/۰۹۸۷)	(۰/۰۹۸۷)	(۰/۰۹۸۸)	(۰/۰۹۸۸)
QR $_{2,t-1}(\times 10^{-2})$		۰/۰۰۷۱	۰/۰۰۹۱	۰/۰۰۸۷	۰/۰۱۰۴
		(۰/۰۸۳۴)	(۰/۰۸۳۹)	(۰/۰۸۳۹)	(۰/۰۸۳۹)
HR $_{3,t-1}(\times 10^{-2})$			-۰/۰۱۰۹	-۰/۰۰۹۶	-۰/۰۰۰۹
			(۰/۱۰۲۰)	(۰/۱۰۲۰)	(۰/۱۰۲۰)
QR $_{3,t-1}(\times 10^{-2})$			-۰/۰۱۸۵	-۰/۰۱۰۳	-۰/۰۰۷۸
			(۰/۰۸۳۱)	(۰/۰۸۳۸)	(۰/۰۸۳۸)
HR $_{4,t-1}(\times 10^{-2})$				-۰/۰۱۸۵	-۰/۰۰۳۶
				(۰/۱۰۱۰)	(۰/۱۰۱۰)
QR $_{4,t-1}(\times 10^{-2})$				-۰/۱۵۲۰*	-۰/۱۱۷۰
				(۰/۰۸۲۰)	(۰/۰۸۳۱)
HR $_{5,t-1}(\times 10^{-2})$					-۰/۲۰۵۰**
					(۰/۰۹۹۹)
QR $_{5,t-1}(\times 10^{-2})$					-۰/۱۵۸۰*
					(۰/۰۸۲۱)
تعداد مشاهده‌ها	۴۹۲۷	۴۹۲۷	۴۹۲۷	۴۹۲۷	۴۹۲۷
R ²	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸

* نشانگر معناداری در سطح ۱۰ درصد، ** در سطح ۵ درصد و *** در سطح ۱ درصد است. اعداد داخل پرانتز، خطای استاندارد هستند.

جدول (۸) متوسط درصد ضرایب معنادار ده نماد معاملاتی (مدل رگرسیون ۳)

پله	۱	۲	۳	۴	۵
متغیر دامنگ	%۵۰	%۵۰	%۵۰	%۵۰	%۵۰
متغیرهای نماینده دفتر سفارشات:					
متطابق علامت مورد انتظار و معنادار	%۲۰	%۳۷	%۳۴	%۳۱	%۲۹
متطابق علامت مورد انتظار، بدون توجه به معناداری	%۷۰	%۸۷	%۸۰	%۸۰	%۷۶

معناداری در سطح %۵ تعریف شده است.

مطلع از سفارشات محدود، دفتر سفارشات حاوی اطلاعاتی درباره قیمت سهام است و رفتار قیمت سهام را پیش‌بینی می‌کند. در این پژوهش، با استفاده از سنجه‌های متعدد مبتنی بر قیمت و حجم سفارشات خرید و فروش در دفتر سفارشات، قدرت پیش‌بینی رفتار آتی قیمت سهام با استفاده از اطلاعات دفتر سفارشات بررسی شد.

نتایج حاصل از سه رگرسیون شامل سنجه‌های مختلف نشان می‌دهد اطلاعات موجود در دفتر سفارشات محدود در بورس اوراق بهادار تهران، رفتار سهم در آینده کوتاه‌مدت را پیش‌بینی می‌کند. این نتایج با یافته‌های پژوهش‌های پیشین در سایر بورس‌ها مانند بورس آمریکا (کردبا و سوبرامانیام، ۲۰۰۴) و استرالیا (کائو و همکاران، ۲۰۰۹) سازگار است؛ افزون بر آن براساس نتایج پژوهش، پله‌های دوم و سوم به‌طور متوسط از قدرت پیش‌بینی بیشتری برخوردارند و پله‌های چهارم و پنجم قدرت پیش‌بینی نسبی و کمتر از پله‌های دوم و سوم دارند. در میان سه مدل رگرسیون بررسی شده، بیشترین قدرت پیش‌بینی متعلق به رگرسیون ۱ است که متغیرهای دفتر سفارشات را با ترکیب دو سمت عرضه و تقاضا برای هر پله محاسبه می‌کند؛ اما آنها را نرمال‌سازی نمی‌کند.

یکی از کاربردهای عملی تحلیل و بررسی آثار شفافیت قبل از معامله، راهنمایی قانون‌گذار در انتخاب سطح بهینه شفافیت در بازار و اتخاذ سیاست‌های مؤثر درباره افشای اطلاعات دفتر سفارشات است. نتایج اینگونه پژوهش‌ها به سیاست‌گذار در تصمیم‌گیری برای افزایش پله‌های دفتر سفارشات به‌منظور بهبود بازار کمک می‌کند. در بورس اوراق بهادار تهران تا پیش از سال ۱۳۹۶ تنها سه پله از بهترین پیشنهادها خرید و فروش طرف تقاضا و عرضه به همراه حجم سفارش‌ها به صورت رایگان در اختیار عموم قرار می‌گرفت و بعد

همان‌طور که مشاهده شد، دفتر سفارشات در بورس اوراق بهادار تهران حاوی اطلاعاتی درباره رفتار قیمت سهام در آینده است و این نتیجه با یافته‌های پژوهش‌های پیشین سازگار است؛ برای مثال ایوم و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی داده‌های بورس کره نشان دادند دفتر سفارشات حاوی اطلاعاتی درباره رفتار قیمت سهام و تلاطم قیمت‌های آتی است. کائو و همکاران (۲۰۰۹) چندین سنجه مبتنی بر دفتر سفارشات را معرفی کردند و با بررسی داده‌های بورس استرالیا نشان دادند پله‌های مختلف دفتر سفارشات اطلاعاتی درباره تغییرات آتی قیمت سهام دارد. دانگ و همکاران (۲۰۱۴) بازار آتی سیدنی را بررسی کردند و نشان دادند دفتر سفارشات محدود حاوی اطلاعاتی درباره رفتار قیمت و تلاطم آینده سهام است و معامله‌گران مطلع سفارش محدود را ترجیح می‌دهند. تیان^۱ و همکاران (۲۰۱۹) با بررسی داده‌های قراردادهای آتی نفت نشان دادند دفتر سفارشات دارای اطلاعاتی درباره تلاطم قیمت‌های آتی است. ارزنده و فرنک^۲ (۲۰۱۹) نیز با بررسی داده‌های قرارداد آتی محصولات کشاورزی در آمریکا^۳ نشان دادند دفتر سفارشات اطلاعاتی پیرامون کشف قیمت قراردادهای آتی دارد و معامله‌گران مطلع، سفارش محدود و رای پله اول را ترجیح می‌دهند.

نتایج و پیشنهادها

ایجاد شفافیت قبل از معامله و کشف قیمت یکی از کارکردهای اصلی بازارهای مالی است. دفتر سفارشات محدود یکی از ابزارهای طراحی شده با این هدف است و در بازارهای مختلف از جمله بورس تهران استفاده می‌شود. به دلایل مختلفی از جمله استفاده معامله‌گران

1. Tian
2. Arzandeh & Frank
3. CME Group

بدری، الف.، عرب‌مازار، م.، و سلطان‌زالی، م. (۱۳۹۵). محتوای اطلاعاتی دفتر سفارش در بورس اوراق بهادار تهران. فصل‌نامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری، ۵(۱۸)، ۹۵-۱۱۷.

پویان‌فر، الف.، راعی، ر.، و محمدی، ش. (۱۳۸۸). فرآیند شکل‌گیری قیمت‌ها در بورس تهران - رویکرد ریزساختاری. بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، ۱۶(۵۶)، ۲۱-۳۸. [dx.doi.org/10.22059/acctgrev.2012.2.8795](https://doi.org/10.22059/acctgrev.2012.2.8795)

حیدری، م.، و صباغ‌زاده، م. (۱۳۹۷). شفافیت و کیفیت: اثر افزایش سطوح دفتر سفارش‌های محدود بر کیفیت بورس اوراق بهادار تهران. تحقیقات مالی، ۲۰(۳)، ۳۴۳-۳۶۴. [dx.doi.org/10.22059/frj.2018.258078.1006662](https://doi.org/10.22059/frj.2018.258078.1006662)

فروش باستانی، ع.، و هنرمندی، ث. (۱۳۹۱). بررسی یک مدل تصادفی پیوسته زمان برای مطالعه دینامیک دفتر سفارش‌های محدود. سومین کنفرانس ریاضیات مالی و کاربردها، دانشکده ریاضی، گروه ریاضیات مالی دانشگاه سمنان.

قالیباف اصل، ح.، و رزاقی، م. (۱۳۹۱). رابطه بین بازده و اسپرد در بورس اوراق بهادار تهران. تحقیقات مالی، ۱۴(۱)، ۸۵-۱۰۰. [dx.doi.org/10.22059/jfr.2012.36636](https://doi.org/10.22059/jfr.2012.36636)

References

- Ahmadpour, A., Aghajani, H., & Fadavi, M. (2013). Stock price changes and trading volume in companies listed in Tehran Stock Exchange. *Financial Management Strategy*. 1(1): 84-107. [dx.doi.org/10.22051/jfm.2014.956](https://doi.org/10.22051/jfm.2014.956). (In Persian)
- Amihud, Y., & Mendelson, H. (1980). Dealership market: Market-making with inventory. *Journal of Financial*

از آن این تعداد به پنج پله افزایش یافت^۱. این پژوهش با بررسی پنج پله از دفتر سفارشات انجام شده است^۲ و نشان می‌دهد پله‌های چهارم و پنجم دفتر سفارشات نیز حاوی اطلاعاتی درباره قیمت‌های آتی است که البته سهم این پله‌ها از سه پله اول کمتر است؛ بنابراین افزایش پله‌های در معرض نمایش عموم از سه پله به پنج پله در بورس اوراق بهادار تهران به سرمایه‌گذاران و معامله‌گران برای پیش‌بینی قیمت سهم در آینده و کشف قیمت کمک می‌کند.

علاوه بر کاربرد این پژوهش در سیاست‌گذاری، نتایج آن از منظر سرمایه‌گذاران و به‌ویژه بازارگردان‌های سهام گام مهمی در ایجاد استراتژی‌های معاملاتی براساس اطلاعات دفتر سفارشات محدود است؛ بنابراین با توجه به قدرت پیش‌بینی قیمت‌های آتی با کمک اطلاعات دفتر سفارشات، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی، استراتژی‌های معاملاتی مبتنی بر دفتر سفارشات و تخمین میزان سودآوری آنها، برای مثال مشابه کوژن و سالمون^۳ (۲۰۱۲)، بررسی شود.

منابع فارسی

- احمدپور، الف.، آقاجانی، ح.، و فدوی، م. (۱۳۹۲). بررسی رابطه بین حجم معاملات و تغییر قیمت سهام در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران. *راهبرد مدیریت مالی*، ۱۱(۱)، ۸۴-۱۰۷. [dx.doi.org/10.22051/jfm.2014.956](https://doi.org/10.22051/jfm.2014.956)

۱. البته گفتنی است که اطلاعات دفتر سفارشات برای همه پله‌های موجود همواره در دسترس کارگزاران بوده است.
۲. تا پیش از سال ۱۳۹۲، شرکت مدیریت فناوری اطلاعات، اطلاعات پنج پله را ذخیره می‌کرد؛ ولی بعد از آن تنها اطلاعات سه پله ذخیره و نگهداری می‌شود؛ بنابراین در این پژوهش از به‌روزترین داده‌های موجود برای پنج پله، یعنی داده‌های سال ۱۳۹۱، استفاده شده است.

- Chordia, T., & Subrahmanyam, A. (2004). Order imbalance and individual stock returns: Theory and evidence. *Journal of Financial Economics*. 72(3): 485-518. doi.org/10.1016/S0304-405X(03)00175-2.
- Collin-Dufresne, Pierre., & Fos, V. (2015). Do prices reveal the presence of informed trading? *The Journal of Finance*. 70(4): 1555-1582. doi.org/10.1111/jofi.12260.
- Cushing, D., & Madhavan, A. (2000). Stock returns and trading at the close. *Journal of Financial Markets*. 3(1): 45-67. doi.org/10.1016/S1386-4181(99)00012-9.
- De Jong, F. (2002). Measures of contributions to price discovery: a comparison. *Journal of Financial Markets*. 5(3): 323-327. doi.org/10.1016/S1386-4181(02)00028-9.
- Duong, H. N., Kalev, P. S., & Sun, Y. (2014). *Pre-Trade Transparency and the Information Content of the Limit Order Book*. Springer International Publishing. (pp. 25-50) doi.org/10.1007/978-3-319-05212-0_2.
- Eom, K. S., Ok, J., & Park, J. H. (2007). Pre-trade transparency and market quality. *Journal of Financial Markets*. 10(4): 319-341. doi.org/10.1016/j.finmar.2007.06.001.
- Foroush-Bastani, A., & Honarmandi, S. (2012). A survey on continuous stochastic time model for study of the dynamics of the orders office. *3rd Conference on Financial Mathematics and Applications*, Department of Mathematical Finance, Semnan University. (In Persian)
- Gonzalo, J., & Granger, C. (1995). Estimation of common long-memory components in cointegrated systems. *Journal of Business & Economic Statistics*. 13(1): 27-35. doi.org/10.1080/07350015.1995.10524576.
- Harris, L. (1990). Liquidity, trading rules and electronic trading systems (No. 8-91). *Economics*. 8(1): 31-53. doi.org/10.1016/0304-405X(80)90020-3.
- Amihud, Y., & Mendelson, H. (1986). Asset pricing and the bid-ask spread. *Journal of Financial Economics*. 17(2): 223-249. doi.org/10.1016/0304-405X(86)90065-6.
- Arzandeh, M., & Frank, J. (2019). Price discovery in agricultural futures markets: Should we look beyond the best bid-ask spread? *American Journal of Agricultural Economics*. 101(5): 1482-1498. doi.org/10.1093/ajae/aaz001.
- Badri, A., Arab Mazar, M., & Soltanzali, M. (2016). Information content of limit order book in Tehran Stock Exchange. *Quarterly Journal of Investment Knowledge*. 5(18): 95-117. (In Persian)
- Baruch, S. (2005). Who Benefits from an Open Limit-Order Book? *The Journal of Business*. 78(4): 1267-1306. doi.org/10.1086/430860.
- Biais, B., Glosten, L., & Spatt, C. (2005). Market microstructure: A survey of microfoundations, empirical results, and policy implications. *Journal of Financial Markets*. 8(2): 217-264. doi.org/10.1016/j.finmar.2004.11.001.
- Boehmer, E., Saar, G., & Yu, L. (2005). Lifting the veil: An analysis of pre-trade transparency at the NYSE. *The Journal of Finance*. 60(2): 783-815. doi.org/10.1111/j.1540-6261.2005.00746.x.
- Brogaard, J., Hendershott, T., & Riordan, R. (2019). Price discovery without trading: Evidence from limit orders. *The Journal of Finance*. 74(4): 1621-1658. doi.org/10.1111/jofi.12769.
- Cao, C., Hansch, O., & Wang, X. (2009). The information content of an open limit-order book. *Journal of Futures Markets*. 29(1): 16. doi.org/10.1002/fut.20334.
- Chordia, T., Roll, R., & Subrahmanyam, A. (2002). Order imbalance, liquidity, and market returns. *Journal of Financial Economics*. 65(1): 111-130. doi.org/10.1016/S0304-405X(02)00136-8.

- Journal of Financial Markets*. 15(1): 1-28.
doi.org/10.1016/j.finmar.2011.07.002.
- Kyle, A. S. (1985). Continuous auctions and insider trading. *Econometrica*. 53: 1315-1335. doi.org/ 10.2307/1913210.
- Madhavan, A., Porter, D., & Weaver, D. (2005). Should securities markets be transparent? *Journal of Financial Markets*. 8(3): 265-287. doi.org/10.1016/j.finmar.2005.05.001.
- Pouyanfar, A., Raei, R., & Mohammadi, S. (2009). The process of formation of prices in Tehran Stock Exchange - Market microstructure approach. *Accounting and Auditing Review*. 16(56): 21-38. dx.doi.org/10.22059/acctgrev.2012.28795. (In Persian)
- Qalibaf-Asl, H., & Razzaghi, M. (2012). The relationship between returns and spread in Tehran Stock Exchange. *Financial Research*. 14(1): 85-100. dx.doi.org/10.22059/jfr.2012.36636. (In Persian)
- Stoll, H. R. (1978). The supply of dealer services in securities markets. *The Journal of Finance*. 33(4): 1133-1151. doi.org/10.1111/j.1540-6261.1978.tb02053.x.
- Stoll, H. R. (2000). Presidential address: friction. *The Journal of Finance*. 55(4): 1479-1514. doi.org/10.1111/0022-1082.00259.
- Taranto, D. E., Bormetti, G., Bouchaud, J. P., Lillo, F., & Toth, B. (2018). Linear models for the impact of order flow on prices. II. The Mixture Transition Distribution model. *Quantitative Finance*. 1-15. doi.org/10.1080/14697688.2017.1397283.
- Tian, X., Duong, H. N., & Kalev, P. S. (2019). Information content of the limit order book for crude oil futures price volatility. *Energy Economics*. 81: 584-597. doi.org/10.1016/j.eneco.2019.04.026.
- Harris, L. E., & Panchapagesan, V. (2005). The information content of the limit order book: Evidence from NYSE specialist trading decisions. *Journal of Financial Markets*. 8(1): 25-67. doi.org/10.1016/j.finmar.2004.07.001.
- Hasbrouck, J. (1995). One security, many markets: Determining the contributions to price discovery. *The Journal of Finance*. 50(4): 1175-1199. doi.org/10.1111/j.1540-6261.1995.tb04054.x.
- Heidari, M., & Sabbaghzadeh, M. H. (2018). Transparency & quality: The impact of increasing limit order book levels on Tehran Stock Exchange. *Financial Research Journal*. 20(3): 343-364. dx.doi.org/10.22059/frj.2018.258078.1006662. (In Persian)
- Ho, T., & Stoll, H. R. (1981). Optimal dealer pricing under transactions and return uncertainty. *Journal of Financial Economics*. 9(1): 47-73. doi.org/10.1016/0304-405X(81)90020-9.
- Huang, R. D. (2002). The quality of ECN and NASDAQ market maker quotes. *The Journal of Finance*. 57(3): 1285-1319. doi.org/10.1111/1540-6261.00461.
- Johnson IV, B. H., & Watson, E. D. (2018). The Explanatory power of order imbalance measures. *Quarterly Journal of Finance*. 8(01): 1850003. doi.org/10.1142/S2010139218500039.
- Kaniel, R., & Liu, H. (2006). So what orders do informed traders use? *The Journal of Business*. 79(4): 1867-1913. doi.org/10.1086/503651.
- Ke, M. C., Huang, Y. S., Liao, T. L., & Wang, M. H. (2013). The impact of transparency on market quality for the Taiwan Stock Exchange. *International Review of Economics & Finance*. 27, 330-344. doi.org/10.1016/j.iref.2012.10.008.
- Kozhan, R., & Salmon, M. (2012). The information content of a limit order book: The case of an FX market.