



Investigating the Impact of Order Flow Imbalance and Information Asymmetry on Treasury Bill Price Changes

Ali Namaki *

*Corresponding Author, Assistant Prof., Department of Financial Engineering, Faculty of Accounting and Financial Sciences, College of Management, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: alinamaki@ut.ac.ir

Aysa Kazemi Babil

MSc. Student, Department of Financial Engineering, Faculty of Accounting and Financial Sciences, College of Management, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: aysakazemi@ut.ac.ir

Abstract

Objective

The information-based model is one of the prevalent frameworks in the market microstructure literature, examining trader behavior in the presence of information asymmetry and its subsequent impact on price formation. Information asymmetry significantly contributes to market inefficiency, manifesting in traders' transactions and orders. Informed traders, possessing knowledge of an asset's intrinsic value through access to comprehensive market information, engage in high-volume transactions and orders to maximize their informational advantages. These value-relevant orders influence the actions of other market participants and consequently affect market prices. Given the critical role of information asymmetry and its effects on traders' order behavior, the study of orders—rather than mere transactions—has gained prominence. Analyzing traders' behavioral patterns through their order prices, volumes, and types provides a clearer understanding of the price effects resulting from market participants' decisions. Considering the price impact of orders and the significance of the secondary market for Islamic treasury bills as a pivotal tool in the

Citation: Namaki, Ali & Kazemi Babil, Aysa (2024). Investigating the Impact of Order Flow Imbalance and Information Asymmetry on Treasury Bill Price Changes. *Financial Research Journal*, 26(2), 463- 491. <https://doi.org/10.22059/FRJ.2024.375466.1007590> (in Persian)



central bank's monetary policy and government financing, this study aims to investigate the price effects of order flow on the price fluctuations of Islamic treasury bills in the market.

Methods

In this article, according to the price effect of orders in the market, the order flow imbalance variable that shows the changes in supply and demand volume in the first line of the order book has been used. Therefore, the vector autoregressive model has been used to investigate the effect of order flow imbalance on Treasury bill price changes. Therefore, to check the price effect of orders, 17 symbols of treasury bills in the over-the-counter market from 2021 to September 2023, which had the most trading days compared to other treasury bills, were used. Therefore, in this research by using the vector autoregressive model and analyzing it through the impulse response function, the effect of order flow imbalance on price changes is investigated in three categories of treasury bills with different maturities to investigate the impact of information asymmetry on orders.

Results

According to the findings obtained in this research, the order flow imbalance variable in long-term maturity treasury bills had a greater effect on price changes. Moreover, based on the analyses conducted using the impulse response function, in the event of a shock, the effect of order flow imbalance in long-term maturity treasury bills will remain for extended periods and affect price changes. However, the magnitude of the shock's effect on price changes is much greater than that of the order flow imbalance variable.

Conclusion

Therefore, it can be concluded that in long-term maturity treasury bills, the effect of information asymmetry in the order flow is greater than the other bills and can lead to price volatility. Hence, traders should pay more attention to the supply and demand volume of orders and other factors to prevent potential losses.

Keywords: Information asymmetry, Order flow imbalance, Buy order volume, Sell order volume, Price effect.

بررسی اثر نابرابری جریان سفارش‌های مبتنی بر عدم تقارن اطلاعاتی در بازار بر تغییرات قیمت اوراق بدهی دولتی

علی نمکی*

* نویسنده مسئول، استادیار، گروه مهندسی مالی، دانشکده حسابداری و علوم مالی، دانشکده‌گان مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
رایانامه: alinamaki@ut.ac.ir

آیسا کاظمی باویل

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی مالی، دانشکده حسابداری و علوم مالی، دانشکده‌گان مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
رایانامه: aysakazemi@ut.ac.ir

چکیده

هدف: مدل اطلاعات محور یکی از مدل‌های رایج در موضوع ریزساختار بازار است که رفتار معامله‌گران در پی عدم تقارن اطلاعاتی و به تبع آن، نحوه شکل‌گیری قیمت‌ها در بازار را بررسی می‌کند. عدم تقارن اطلاعاتی، یکی از عوامل مؤثر بر ناکارایی بازارهای مالی است که در معامله‌ها و سفارش‌های معامله‌گران نمود پیدا می‌کند. معامله‌گران مطلع، به علت دسترسی به تمامی اطلاعات مربوطه، از قیمت ذاتی آن دارایی در بازار آگاهند و به دلیل استفاده از حداکثر مزیت اطلاعاتی خود، معامله‌ها و سفارش‌ها را در حجم‌های بزرگ انجام می‌دهند و از آنجایی که این سفارش‌ها بار اطلاعاتی دارند، روی سفارش‌های سایر معامله‌گران و به تبع آن، روی قیمت‌ها در بازار مؤثر خواهند بود. بر این اساس با وجود عدم تقارن اطلاعاتی در بازار و نمود آن در سفارش‌های معامله‌گران، اهمیت بررسی سفارش‌ها از معامله‌ها نیز بیشتر شده است؛ زیرا مطالعه الگوهای رفتاری معامله‌گران با تعیین قیمت و حجم و نوع سفارش‌ها، تصویر واضح‌تری از تأثیرهای قیمتی تصمیم‌های اعضای بازار نشان می‌دهد. با توجه به اثر قیمتی سفارش‌ها در بازار و اهمیت بازار ثانویه برای اوراق خزانه اسلامی، به‌عنوان ابزار کلیدی در اجرای سیاست پولی بانک مرکزی و تأمین مالی دولت، هدف اصلی این مقاله، بررسی اثرهای قیمتی جریان سفارش‌ها بر تغییرات قیمت اوراق خزانه اسلامی در بازار است.

روش: در این مقاله با توجه به اثر قیمتی سفارش‌ها در بازار، از متغیر نابرابری جریان سفارش‌ها که تغییرات حجم عرضه و تقاضا را در سرخط اول دفتر سفارش‌ها نشان می‌دهد، استفاده شده است. برای بررسی اثر نابرابری جریان سفارش‌ها بر تغییرات قیمت اوراق خزانه، از روش خودرگرسیو برداری استفاده شده است. بدین منظور، برای بررسی اثر قیمتی سفارش‌ها در بازار فرابورس، از ۱۷ نماد اوراق اخزا از سال ۱۴۰۰ تا ۳۱ شهریور ۱۴۰۲ که بیشترین روزهای معاملاتی را نسبت به سایر اوراق در حال معامله داشته‌اند، استفاده شده است. در این پژوهش با استفاده از مدل خودرگرسیو برداری و تحلیل آن توسط تابع واکنش آنی در سه دسته از اوراق با سررسیدهای متفاوت، به بررسی

استناد: نمکی، علی و کاظمی باویل، آیسا (۱۴۰۳). بررسی اثر نابرابری جریان سفارش‌های مبتنی بر عدم تقارن اطلاعاتی در بازار بر تغییرات قیمت اوراق بدهی دولتی. *تحقیقات مالی*، ۲۶(۲)، ۴۶۳-۴۹۱.

اثر نابرابری جریان سفارش‌ها بر تغییرات قیمت پرداخته شد تا اثر عدم تقارن اطلاعاتی معامله‌گران در سفارش‌ها و معاملات بررسی شود.

یافته‌ها: طبق یافته‌های به‌دست‌آمده در این پژوهش، نابرابری جریان سفارش‌ها در اوراق با سررسید بلندمدت اثر بیشتری بر تغییرات قیمت داشته است. همچنین باتوجه به بررسی‌های انجام شده با استفاده از تابع واکنش آنی، در صورت بروز شوک اثر نابرابری جریان سفارش‌ها در اوراق با سررسید بلندمدت‌تر تا دوره‌های بیشتری باقی خواهد ماند و بر تغییرات قیمت تأثیر می‌گذارد؛ این در حالی است که میزان اثر شوک وارده روی تغییرات قیمت، بسیار بیشتر از متغیر نابرابری جریان سفارش‌ها است.

نتیجه‌گیری: با توجه به یافته‌های به‌دست‌آمده، می‌توان نتیجه گرفت که در اوراق خزانه با سررسید بلندمدت‌تر، اثر عدم تقارن اطلاعاتی بین معامله‌گران در جریان سفارش‌های بیشتر از سایر اوراق مشاهده می‌شود و می‌تواند به نوسان قیمت منجر شود؛ بنابراین معامله‌گران باید به حجم سفارش‌ها در دو سمت عرضه و تقاضا و دیگر عوامل توجه داشته باشند تا بتوانند از زیان‌های پیش رو جلوگیری کنند.

کلیدواژه‌ها: عدم تقارن اطلاعاتی، نابرابری جریان سفارش‌ها، حجم سفارش‌های خرید، حجم سفارش‌های فروش، اثر قیمتی.

مقدمه

از جمله عوامل مؤثر بر ارزش و قیمت معاملاتی اوراق خزانه، موضوع ریزساختار بازار^۱ است. طبق مطالعات وگا و میلر^۲ (۲۰۰۹) ریزساختار بازار، موضوعی در علم اقتصاد است که معامله‌داریها را تحت تأثیر سازوکارهای مختلف معاملات و محیطهای مختلف معاملاتی را بررسی می‌کند.

یکی از مدل‌های رایج ریزساختار بازار که نحوه شکل‌گیری قیمت‌ها را تشریح می‌کند، مدل اطلاعات‌محور است. طبق مطالعات اکبری روشن، عبادی و محمدی (۱۴۰۰)، یکی از عوامل مؤثر در انتخاب بهینه‌داریها اطلاعات موجود در آن بازار است. مدل اطلاعات‌محور به بررسی رفتار معامله‌گران در پی عدم تقارن اطلاعاتی در بازار می‌پردازد. بنابراین در شرایط وجود عدم تقارن اطلاعاتی در بازار، معامله‌گران با ریسک ناشی از اطلاعات روبه‌رو هستند که در صورت معامله با معامله‌گران مطلع با زیان مواجه می‌شوند.

طبق مطالعات پاسکواریلو و وگا^۳ (۲۰۰۷) مزیت اطلاعاتی در این بازار ممکن است نشئت‌گرفته از دانش خصوصی، در پی جریان سفارش‌ها و معامله‌ها یا توانایی برتر در تحلیل و تفسیر اطلاعات عمومی باشد. در نتیجه برخی از فعالان بازار ممکن است آگاه‌تر از بقیه افراد در بازار باشند و این عدم تقارن اطلاعاتی در جریان سفارش‌ها مشاهده می‌شود.

براساس مطالعات کایل^۴ (۱۹۸۵) معاملات اطلاعات را نیز منتقل می‌کنند و ابزاری برای کشف قیمت در بازار هستند؛ بنابراین هرچه میزان سفارش‌ها و اجرای معاملات کمتر باشد، قیمت‌ها به‌درستی مشخص نمی‌شود و نوسان‌ها در بازار افزایش می‌یابد. فلمینگ، میزراچ و نگوین^۵ (۲۰۱۷) معتقدند که سفارش‌ها و به‌خصوص سفارش‌های محدودشونده، بر پویایی قیمت‌ها اثر می‌گذارند و معمولاً معامله‌گران سفارش‌های محدودشونده را برای بهره‌برداری از اطلاعات نهانی خود استفاده می‌کنند. آن‌ها در مطالعات خود، علاوه‌بر بررسی معامله‌ها، جهت معامله‌ها و سفارش‌ها را هم بررسی کردند و نتیجه گرفتند که سفارش‌ها بار اطلاعاتی دارند و می‌توانند روی قیمت اوراق مؤثر باشند.

طبق مطالعات کنت، کوکورینگو و ژانگ^۶ (۲۰۲۳) برآورد و پیش‌بینی دقیق تأثیر رفتار معاملاتی فعالان بازار روی حرکات قیمت‌داریها، مانند تجزیه‌وتحلیل هزینه‌های معاملاتی و اجرای بهینه‌ معاملات، پیامدهای مهمی را هم برای اعضای بازار و هم برای دانشگاهیان به همراه دارد. بنابراین مطالعه اثر رفتار معاملاتی فعالان بازار، از جمله معامله‌گران مطلع، از اطلاعات نهانی امری ضروری است.

از آنجایی که معامله‌گران مطلع برای حداکثر استفاده از اطلاعات خود، می‌کوشند در حجم زیاد معامله کنند، این موضوع می‌تواند سایر افراد را در بازار از آن اخبار مطلع کند و بر قیمت اوراق اثر بگذارد. بنابراین برای کاهش اثر قیمتی سفارش‌ها با شکستن آن‌ها به سفارش‌های کوچک‌تر، در افزایش کارایی بازار تلاش‌هایی به‌وقوع پیوست؛ هرچند این

1. Market microstructure
2. Vega & Miller
3. Pasquariello and Vega
4. Kyle
5. Fleming, Mizraeh & Nguyen
6. Cont, Cucuringu & Zhang

موضوع نیز نتوانست اثر قیمتی سفارش‌ها را در بازار کاهش دهد؛ زیرا با وجود کوچک شدن حجم سفارش‌ها، معامله‌گران با تعدد سفارش‌های خود در بازار، به انتقال اطلاعات منجر می‌شوند. با توجه به اثر قیمتی سفارش‌ها، در این پژوهش به بررسی اثر قیمتی سفارش‌ها در اوراق خزانه پرداخته شده است.

برای بررسی جریان سفارش‌ها باید به عوامل متعددی توجه شود، از جمله نوع سفارش‌ها، مانند سفارش‌های بازاری و سفارش‌های محدودشونده، حذف یا ورود سفارش‌ها و اصلاح یا اضافه‌شدن سفارش‌ها در هر دو طرف عرضه و تقاضا که از عوامل افزایش یا کاهش حجم سفارش‌های خرید و فروش محسوب می‌شوند. از آنجایی که معمولاً عدم توازنی بین داده‌های دفتر سفارش‌ها در سمت خرید و فروش وجود دارد و این ناترازی که با یک بار اطلاعاتی همراه است، می‌تواند به نوسان در بازار منجر شود.

براساس مطالعات کنت، کوانوف و استویکف^۱ (۲۰۱۴) متغیر مورد نظر که دارای تمامی این عوامل باشد تا به‌عنوان معیار مناسبی از جریان سفارش‌ها در نظر گرفته شود، متغیر نابرابری جریان سفارش‌ها^۲ است. طبق نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش کنت، رابطه قوی بین نابرابری جریان سفارش‌ها و تغییرات قیمت یافت شده است که عدم تقارن اطلاعاتی^۳، عامل اصلی آن است. از طرفی طبق مطالعات برانت و کاواجز^۴ (۲۰۰۳) جریان سفارش‌ها بر منحنی بازدهی^۵ اوراق خزانه نیز مؤثر است که اگر ناترازی در جریان سفارش‌ها رخ دهد، به‌صورتی که تقاضا یا عرضه اضافی ایجاد شود، تغییراتی در منحنی بازدهی این اوراق مشاهده خواهد شد. در صورتی که بازار با سفارش‌های خرید بیشتری مواجه شود، به علت افزایش قیمت این اوراق، بازدهی آن کاهش پیدا خواهد کرد و در صورتی که سفارش‌های فروش بیشتری گذاشته شود، قیمت اوراق کاهش یافته و میزان بازدهی آن افزایش پیدا خواهد کرد. در نتیجه با توجه به اهمیت اوراق خزانه، مطالعه رابطه جریان سفارش‌ها با تغییرات قیمت در بازار فرابورس بر اوراق اخزا امری ضروری است.

مسئله اصلی این مقاله، بررسی اثرهای قیمتی جریان سفارش‌ها در اوراق خزانه است تا رابطه بین این سفارش‌ها و قیمت اوراق خزانه با وجود عدم تقارن اطلاعاتی بین معامله‌گران و اثر آن بر بازار مشخص شود. اوراق خزانه ابزار کلیدی برای اجرای سیاست‌های پولی و تأمین مالی دولت است. کشورهای درحال توسعه، برای رشد زیربنای اقتصادی خود، همواره با انبوهی از پروژه‌ها مواجهند و این پروژه‌ها به منابع مالی داخلی و خارجی نیازمندند که یکی از ابزارهای متداول برای تأمین مالی دولت، اوراق خزانه است. از طرفی نرخ بهره این اوراق به تنهایی اثرهای زیادی بر اقتصاد کشور دارد؛ زیرا می‌تواند بازارهای متعددی همچون بازار سرمایه تا تولید را متأثر کند. این اوراق همانند سایر ابزارهای مالی دارای ریسک‌های متعددی در هنگام انتشار و اجرای معاملات در بازار ثانویه هستند که آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به‌دلیل اهمیت این اوراق در رشد اقتصادی کشور، مطالعه عوامل ریسکی مؤثر بر ارزش این اوراق ضروری است (نظرپور و صدراپی، ۱۳۹۶). براین اساس با وجود عدم تقارن اطلاعاتی در بازار و نمود آن در سفارش‌های معامله‌گران، اهمیت

1. Cont, Kukanov & Stoikov
2. Order Flow Imbalance
3. Information asymmetry
4. Brandt & Kavajecz
5. Yield curve

بررسی سفارش‌ها از معامله‌ها نیز بیشتر شده است؛ زیرا مطالعه الگوهای رفتاری معامله‌گران با تعیین قیمت و حجم و نوع سفارش‌ها، تصویر واضح‌تری از اثرهای قیمتی تصمیمات اعضای بازار به ما نشان خواهد داد. بنابراین در این پژوهش به بررسی نابرابری جریان سفارش‌ها و اثرهای قیمتی آن پرداخته شده است.

پیشینه پژوهش

یکی از عناصر ریزساختار بازار که بر شکل‌گیری قیمت‌ها تأثیر می‌گذارد، مدل اطلاعات‌محور است که در انتخاب بهینه دارایی‌ها مؤثر است. مدل اطلاعات‌محور به بررسی رفتار معامله‌گران در پی عدم تقارن اطلاعاتی در بازار می‌پردازد. بر اساس بررسی‌های کولپند و گالای^۱ (۱۹۸۳) در بازار دو نوع معامله‌گر وجود دارد: مطلع و نامطلع که به‌طور یکسان به اطلاعات دسترسی ندارند. معامله‌گران مطلع به‌دلیل دسترسی به تمامی اطلاعات مربوطه، از قیمت ذاتی آن دارایی آگاهند و افرادی که با آن‌ها معامله کنند، به احتمال زیاد در معامله‌های خود با زیان روبه‌رو می‌شوند. در حالی که معامله‌گران نامطلع به‌دلیل دسترسی نداشتن به تمامی اطلاعات، از قیمت واقعی دارایی آگاه نیستند؛ بنابراین در شرایط وجود عدم تقارن اطلاعاتی در بازار، معامله‌گران با ریسک ناشی از اطلاعات روبه‌رو هستند که در صورت معامله با معامله‌گران مطلع با زیان مواجه می‌شوند.

امروزه به‌علت افزایش پیوستگی و ارتباط میان بازارها، شرکت‌ها و نهادها و پیچیده‌شدن تعامل‌ها و ابزارهای مبادله در سطح جهانی و ملی، مسئله بحران‌های مالی بسیار اهمیت یافته است (نمکی، عباسیان، شفیعی، ۱۴۰۰). فعالیت‌های سرمایه‌گذاری معمولاً متحمل ریسک زیادی می‌شوند. در بازارهای مالی موضوع ریسک بسیار اهمیت دارد که باید آن را شناخت و پیش‌بینی کرد؛ زیرا معامله‌گران و سرمایه‌گذاران، برای داشتن یک پرتفوی بهینه از اوراق، باید ریسک‌های موجود در بازار را به خوبی بشناسند تا بتوانند به‌درستی برای سرمایه‌گذاری‌های خود تصمیم بگیرند. یکی از ریسک‌های مهم در این بازار، ریسک عدم تقارن اطلاعاتی است که از عدم وجود شفافیت در بازار نشئت می‌گیرد و به کاهش کارایی بازار منجر می‌شود (حمایلی مهربانی و مهرآرا، ۱۴۰۰).

بر اساس بررسی‌های لین، لو و کیائو^۲ (۲۰۲۱) و ایزلی و اوهارا^۳ (۱۹۹۲) معامله‌گران مطلع قبل از انتشار اطلاعات، زمانی که بازار کارایی ضعیفی دارد، سفارش‌های خود را برای کسب حداکثر سود می‌گذارند. در صورتی که اخبار مثبتی در آینده منتشر شود، این معامله‌گران سفارش‌های خرید بیشتری می‌دهند و چنانچه اخبار منفی در شرف انتشار باشد، سفارش‌های فروش بیشتری ایجاد خواهند کرد تا بتوانند از حداکثر مزیت اطلاعاتی خود استفاده کنند. از طرفی، طبق مطالعات اصغری، عباسیان فریدونی و نسل موسوی (۱۳۹۹) گرایش‌های احساسی معامله‌گران بر بازار مؤثر است؛ بنابراین سایر معامله‌گران نیز با مشاهده سفارش‌های گذاشته شده تا حدی از وضعیت آینده آن دارایی در بازار مطلع می‌شوند.

1. Copeland & Galai
2. Lin, Lo & Qiao
3. Easley & O'Hara

مدل کایل (۱۹۸۵) اذعان می‌کند که کمبود میزان سفارش‌ها در بازار، جذب شوک‌ها را برای بازار سخت‌تر می‌کند و نوسان‌های بازار را افزایش می‌دهد. بر این اساس، قیمت زمانی تعیین می‌شود که تمام معامله‌گران مطلع^۱ و غیرمطلع^۲، سفارش‌های خود را ارائه دهند. ابتدا، معامله‌گر مطلع ارزش بازده دارایی ریسکی را در پایان دوره مشاهده می‌کند؛ سپس سفارش‌های بازار از معامله‌گر مطلع و غیرمطلع به مزایده‌کننده ارائه می‌شود که از نتیجه ارزش بازدهی پایان دوره دارایی بی‌خبر است.

مدل کایل ورود آزاد به بازار مزایده‌ها را فرض می‌کند و بنابراین مزایده‌کننده‌ها هیچ قدرت انحصاری ندارند؛ به طوری که سودشان صفر است. برای رسیدن به قیمت تعادلی، مزایده‌کننده تنها مجموع سفارش‌های صادر شده توسط معامله‌گر مطلع و غیرمطلع را در نظر می‌گیرد و قیمت را با توجه به مجموعه این سفارش‌ها مشخص می‌کند. بنابراین همان طور که مدل کایل نشان می‌دهد، معاملات اطلاعات را نیز منتقل می‌کنند و ابزاری برای کشف قیمت در بازار محسوب می‌شوند. از این رو، هرچه میزان سفارش‌ها و اجرای معاملات کمتر باشد، قیمت‌ها به درستی مشخص نمی‌شوند و اختلاف بین قیمت خرید و فروش و نوسان در بازار افزایش می‌یابد و به تبع آن، از سهولت اجرای معاملات می‌کاهد.

با توجه به مطالعات فلمینگ^۳ (۲۰۰۱)، بین تغییرات قیمت و جریان سفارش‌ها رابطه قوی وجود دارد. عوامل متنوعی از جریان سفارش‌ها بر قیمت‌های معاملاتی مؤثرند. از جمله این عوامل، میزان حجم سفارش‌های خرید و فروش، شکاف قیمت خرید و فروش در سفارش‌ها، نسبت معاملات آغاز شده با قیمت‌های خریدار و فروشنده، جهت معاملات و انواع سفارش‌ها را می‌توان نام برد. بر اساس این مطالعات، عامل بسیار مؤثر بر قیمت‌های معاملاتی شکاف قیمت خرید و فروش در سفارش‌هاست که میزان نقدشوندگی معاملات را هم تحت تأثیر قرار می‌دهد.

ایزلی و اوهارا (۱۹۹۲) معتقدند که هزینه‌های معاملاتی ناشی از قیمت‌های سفارش‌های خرید و فروش، در بازار عاملی مؤثر بر قیمت‌های معاملاتی و میزان نقدشوندگی اوراق هستند. بازار با نقدشوندگی بالا، بازاری است که در آن هزینه‌های معاملاتی اندک یا صفر باشد و معاملات با سهولت بسیار در آن اجرا شوند. در عمل، بازار با هزینه‌های معاملاتی بسیار کم را بازار با نقدشوندگی بالا می‌دانیم و بازار با هزینه‌های معاملاتی زیاد را بازار با نقدشوندگی کم می‌دانیم که در آن معاملات به کندی انجام می‌شوند. ولی از طرفی اندازه‌گیری دقیق هزینه‌های معاملاتی، از آن جهت که عوامل مؤثر متنوعی از جمله اندازه معامله، زمان آن، محل انجام و طرفین معامله دارد، کار آسانی نیست. بنابراین برتسیماس و لو^۴ (۱۹۹۸) از جمله معیارهای هزینه‌های معاملاتی مؤثر بر میزان نقدشوندگی در بازار را اختلاف قیمت خرید و فروش سفارش‌ها در نظر می‌گیرند. هرچقدر که میزان آن بیشتر باشد، از سهولت اجرای معاملات و نقدشوندگی در بازار می‌کاهد و برعکس هر چقدر این اختلاف کمتر باشد، نشان‌دهنده نقدشوندگی بیشتر و هزینه معاملاتی کمتر است. هزینه معاملاتی کمتر به این معناست که اگر خریدار پس از خرید بخواهد فوراً سهام خود را بفروشد، زیان سنگینی بابت تفاوت قیمت خرید و فروش متحمل نمی‌شود و معامله بین سفارش‌های خرید و فروش، به راحتی صورت می‌پذیرد.

1. Informed trader
2. Uninformed trader
3. Fleming
4. Bertsimas & Lo

در ادامه بحث کایل (۱۹۸۵) و فلمینگ (۲۰۰۱) در رابطه با اطلاعات موجود در معاملات، فلمینگ و همکارانش (۲۰۱۷) نشان می‌دهند که نوع سفارش‌ها و به‌خصوص سفارش‌های محدودشونده، بر پویایی قیمت‌ها اثر می‌گذارند و معمولاً معامله‌گران سفارش‌های محدودشونده را برای بهره‌برداری از اطلاعات نهانی خود استفاده می‌کنند. بنابراین در مطالعات خود، علاوه بر بررسی عوامل متعدد، سفارش‌ها را هم بررسی می‌کنند. شواهد نشان می‌دهد که سفارش‌های محدودشونده، حاوی اطلاعات مرتبط با ارزش هستند و معامله‌گران با سفارش‌های محدود که اطلاعات نهانی دارند، خواهان معاملات بیشتری هستند و به‌سرعت سفارش‌ها را ثبت و معاملات را اجرا می‌کنند تا بتوانند از اطلاعات خود در بازار، حداکثر سود را کسب کنند. در نتیجه سفارش‌های محدودشونده به کشف قیمت و کاهش نوسان‌ها کمک می‌کند. از انواع سفارش‌های متداول در بازار، می‌توان به سفارش‌های بازار و سفارش‌های محدودشونده اشاره کرد که هر دو مزایا و معایبی دارند. سفارش‌های بازار می‌توانند اجرای سفارش را تضمین کنند؛ اما متحمل هزینه فرصت بیشتری می‌شوند؛ در صورتی که سفارش‌های محدودشونده زمینه بهبود قیمت را تضمین می‌کنند. با وجود این سفارش‌های محدودشونده نیز با ریسک همراه هستند. ریسک اول که ناشی از عدم تقارن اطلاعاتی است، می‌تواند به زیان یا عدم انتفاع فرد از معامله منجر شود. ریسک دیگری که این سفارش‌ها به همراه دارند، ریسک عدم انجام معامله است و زمانی رخ می‌دهد که قیمت‌ها در بازار، از قیمت‌های سفارش‌های محدودشونده دور می‌شوند و به لغو معامله منجر خواهند شد (هندا و شوارتز^۱، ۱۹۹۶).

سفارش‌ها اثرهای زیادی بر معاملات در بازار می‌گذارند. به‌گفته فلمینگ، نگوین، انگل و قیسل^۲ (۲۰۱۹) معاملات و نقدشوندگی بازار، تحت تأثیر دو عامل بسیار مهم عرضه نقدشوندگی^۳ و تقاضای نقدشوندگی^۴ قرار دارند. عمق بازار معیاری برای عرضه نقدشوندگی است. در واقع عمق بازار نشان‌دهنده میزان سفارش‌های خرید و فروش در قیمت‌های مختلف است که به‌صورت جداگانه برای سفارش‌ها با بهترین قیمت‌های خرید و فروش بررسی می‌شود. بررسی‌ها به این صورت است که تعداد سفارش‌های خرید و سفارش‌های فروش را به‌صورت جداگانه در بهترین قیمت‌ها بررسی می‌کنند، هر چه تعداد این سفارش‌ها در بهترین قیمت‌ها بیشتر باشد، عمق بازار و میزان نقدشوندگی آن نیز بیشتر خواهد بود. عامل دوم برای نقدشوندگی بازار، تقاضای نقدشوندگی است. حجم معاملات معیاری برای تقاضای نقدشوندگی است. در واقع تقاضای نقدشوندگی میزان سفارش‌هایی را که اجرا شده‌اند، نشان می‌دهد. هرچقدر سفارش‌هایی که اجرا می‌شوند، بیشتر باشد، حجم معاملات نیز افزایش می‌یابد و نقدشوندگی بازار بیشتر می‌شود که این نیز به سفارش‌های گذاشته شده بستگی دارد؛ زیرا هرچه اختلاف قیمت خرید و فروش سفارش‌ها کمتر باشد، حجم معاملات نیز بیشتر می‌شود.

جریان سفارش‌ها بر طبق مطالعات برانت (۲۰۰۳) بر منحنی بازدهی اوراق خزانه نیز مؤثر است. بر این اساس، چنانچه ناترازی در جریان سفارش‌ها رخ دهد، به‌گونه‌ای که تقاضا یا عرضه اضافی ایجاد شود، تغییراتی در منحنی بازدهی

1. Handa & Schwartz
2. Fleming, Nguyen, Engle & Ghysels
3. Liquidity supply
4. Liquidity demand

این اوراق مشاهده خواهد شد. در صورتی که بازار با سفارش‌های خرید بیشتری مواجه شود، به علت افزایش قیمت این اوراق، بازدهی آن کاهش پیدا خواهد کرد و در صورتی که سفارش‌های فروش بیشتری گذاشته شود، قیمت اوراق کاهش یافته و میزان بازدهی آن افزایش پیدا خواهد کرد. همچنین اثر جریان سفارش‌ها هنگامی که نقدشوندگی پایین است، قوی‌تر است؛ زیرا در صورت کاهش نقدشوندگی در بازار، عدم اطمینان از قیمت‌های معاملاتی بیشتر خواهد شد و افراد سعی در تقویت اطلاعات نهانی خود خواهند داشت که این اطلاعات در جریان سفارش‌ها نمود خواهد کرد.

همان طور که گفته شد سفارش‌ها بر اجرای معاملات و قیمت‌های معاملاتی مؤثرند. همچنین حجم سفارش‌ها یکی از عوامل مورد بحث در اکثر معاملات است؛ به خصوص هنگامی که سرمایه‌گذاران می‌خواهند حجم بزرگی از دارایی‌ها را معامله کنند. بنابراین در دوره‌ای اثر قیمتی و هزینه فرصت قرار می‌گیرند؛ زیرا سفارش با حجم بسیار زیاد می‌تواند بر قیمت‌ها، نوسان‌ها و معامله‌ها به شدت اثرگذار باشد. در واقع یکی از دغدغه‌های این سرمایه‌گذاران این است که به صورتی معاملات خود را پیش ببرند تا اثرهای قیمتی سفارش‌ها را به حداقل برسانند. استراتژی‌های گوناگونی برای کاهش تأثیرهای قیمتی در معاملات مطرح شده که از جمله آن‌ها، شکستن سفارش‌های بزرگ به سفارش‌های کوچک‌تر است؛ اما طی بررسی‌های به عمل آمده، شکستن سفارش‌ها به سفارش‌های کوچک‌تر، نمی‌تواند مانع اثرهای قیمتی آن شود؛ زیرا این سفارش‌های چند مرحله‌ای، قیمت دارایی را طی خرید یا فروش‌های متعدد تحت تأثیر قرار می‌دهند. بنابراین سرمایه‌گذاران باید از استراتژی‌های معاملاتی استفاده کنند که مانع از آگاهی سایر معامله‌گران در بازار شوند. در نتیجه استفاده از سفارش‌های ترکیبی بازار و محدودشونده، می‌تواند تا حدی ریسک‌های معاملاتی را برای معامله‌گران کاهش دهد (رستگار و ساعدی فر، ۱۳۹۶).

بر اساس پژوهش‌های فلمینگ، نگوین و روئلا^۱ (۲۰۲۳) یکی از عوامل مؤثر در جریان سفارش‌های تیک قیمتی است. تیک قیمتی کوچک‌ترین واحد تغییرات قیمت یک دارایی است که هرچه میزان آن بیشتر باشد، قیمت‌ها در حد بیشتری تغییر می‌کنند. در واقع اثر آن را به این صورت می‌توان توضیح داد که هرچه تیک قیمتی در بازار معاملات کمتر باشد، شکاف قیمت خرید و فروش در سفارش‌ها و به تبع آن، هزینه‌های معاملاتی نیز کاهش پیدا می‌کند. از طرفی تعداد معاملات نیز افزایش می‌یابد و چون طی جریان معاملات بیشتر بازار نیز از لحاظ اطلاعاتی از کارایی بیشتری برخوردار می‌شود، قیمت‌های معاملاتی نیز به ارزش ذاتی خود نزدیک‌تر می‌شوند و سفارش‌ها به علت افزایش کارایی بازار بیشتر از نوع سفارش‌های بازار خواهند بود و تعداد سفارش‌های محدودشونده کاهش پیدا خواهد کرد.

بیسوندویال بهینیک، بروکس و دوو^۲ (۲۰۱۹) نیز طی مطالعاتی میزان اثرگذاری سفارش‌های خرید و فروش بر نوسان‌ها را بررسی کردند. آن‌ها نشان دادند که اثر سفارش‌های فروش بر نوسان‌های قیمت، بیشتر از سفارش‌های خرید است. این اتفاق زمانی می‌افتد که اثر سفارش‌های خرید بر نوسان‌های مثبت قیمت کمتر است و نوعی عدم تقارن بین اثرگذاری این دو بر نوسان‌های قیمتی مشاهده می‌شود. بنابراین می‌توان گفت معامله‌گران برای جلوگیری از ریسک‌های موجود در بازار باید بیشتر به سفارش‌های فروش توجه کنند.

1. Fleming, Nguyen & Ruela

2. Bissoondoyal-Bheenick, Brooks & Do

طی بررسی‌های کنت و همکاران (۲۰۲۳) ناترازی جریان سفارش‌ها علاوه بر خود دارایی بر سایر دارایی‌ها نیز مؤثر است. در واقع مجموعه سفارش‌ها در دارایی‌های مختلف در بازار، نشان‌دهنده وضعیت کلی بازار است و علاوه بر آن در صورتی که اخبار و اطلاعات در رابطه با یک دارایی بر سایر اوراق نیز اثرگذار باشد، نوسان‌های قیمتی آن دارایی می‌تواند بر دیگر دارایی‌ها نیز مؤثر باشد.

فلمینگ و رمولونا^۱ (۱۹۹۹) شکل‌گیری قیمت‌ها در بازار، میزان اختلاف بین قیمت خرید و فروش، حجم معامله‌ها و نوسان‌های قیمت را در پی انتشار اطلاعات عمومی و نهانی بررسی کردند. طبق یافته‌های این پژوهش، هنگامی که اطلاعات نهانی معامله‌گران مطلع طی جریان معاملات در بازار شناسایی می‌شود، حجم معاملات افزایش پیدا می‌کند. علت این اتفاق معامله‌گران مطلع هستند که می‌خواهند از مزیت اطلاعاتی خود استفاده کنند و میزان نوسان‌های قیمت زیاد می‌شود.

با توجه به آنچه بیان شد، بررسی جریان سفارش‌ها، به‌علت بار اطلاعاتی آن، موضوع مطالعه برای بررسی ریسک و تغییرات قیمت در معامله اوراق است.

روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش با توجه به بحث عدم تقارن اطلاعاتی به‌عنوان عامل ریسک در بازارهای مالی، به بررسی جریان سفارش‌ها پرداخته شده است که بار اطلاعاتی دارند. از آنجایی که دفتر سفارش‌ها نشان‌دهنده میزان عرضه و تقاضا و تمایل برای دارایی است، بر تغییرات قیمت و نوسان‌ها بسیار مؤثر است. طبق مطالعات هاشمی و عیوضلو (۱۴۰۲) بین عدم توازن در دفتر سفارش‌ها با نوسان‌های قیمتی رابطه معناداری وجود دارد. بر این اساس، بین سفارش‌های خرید و نوسان‌های مثبت و همچنین، بین سفارش‌های فروش و نوسان‌های منفی رابطه معناداری وجود دارد. در نتیجه هرگونه تغییر در جریان سفارش‌ها می‌تواند به نوسان قیمت در جهت‌های مختلف منجر شود.

برای بررسی اثر نابرابری جریان سفارش‌ها بر تغییرات قیمت اوراق خزانه در بازار فرابورس، از بین تمامی ۲۶ اوراق اخزا در حال معامله در بازار، برای افزایش روایی و دقت پژوهش از اوراقی که بیشترین روزهای معاملاتی را از سال ۱۴۰۰ تا ۳۱ شهریور ۱۴۰۲ داشته‌اند، استفاده شده است. این اوراق در سه دسته اوراق خزانه با سررسیدهای سه تا چهار سال، دو تا سه سال و یک تا دو سال دسته‌بندی شدند. در این پژوهش از ۱۷ اوراق خزانه با سررسیدهای متفاوت، به‌عنوان نمونه استفاده شده است که با کمک معیار میانگین روزهای معاملاتی هر دسته از اوراق اخزا، این اوراق به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. برای جمع‌آوری داده‌ها طی بازه مدنظر، از زبان برنامه‌نویسی پایتون استفاده شد. داده‌ها نیز از سایت شرکت مدیریت فناوری بورس تهران^۲ استخراج شد.

جدول ۱. تعداد اوراق خزانه منتخب بر اساس روزهای معاملاتی

سرسید	تعداد کل اوراق	تعداد اوراق منتخب	میانگین تعداد روزهای معاملاتی هر دسته طی بازه منتخب (روز)
۳ تا ۴ سال	۱۷	۱۲	۴۶۹
۲ تا ۳ سال	۷	۴	۳۱
۱ تا ۲ سال	۲	۱	۴۴
کل	۲۶	۱۷	

براساس پژوهش‌های انجام شده مبنی بر بررسی جریان سفارش‌ها، کنت و همکاران (۲۰۱۴) رابطه قوی بین نابرابری جریان سفارش‌ها و تغییرات قیمت را تأیید کردند؛ بنابراین از آنجایی که معمولاً حالتی از عدم توازن بین داده‌های دفتر سفارش‌ها در سمت خرید و فروش وجود دارد و این ناترازی که با یک بار اطلاعاتی همراه است، می‌تواند به نوسان در بازار منجر شود. در نتیجه مطالعه رابطه جریان سفارش‌ها با تغییرات قیمت در بازار امری ضروری است. برای بررسی جریان سفارش‌ها باید به عوامل متعددی توجه شود، از جمله نوع سفارش‌ها (سفارش‌های بازاری و سفارش‌های محدودشونده)، حذف یا ورود سفارش‌ها و اصلاح یا اضافه شدن سفارش‌های شرطی در هر دو طرف عرضه و تقاضا که از عوامل افزایش یا کاهش حجم سفارش‌های خرید و فروش هستند. بنابراین برای بررسی متغیر نابرابری جریان سفارش‌ها، ابتدا باید تغییرات حجم سفارش‌ها را هم در قسمت سفارش‌های فروش و هم در قسمت سفارش‌های خرید بررسی کنیم. برای این کار، از داده‌های سرخط اول دفتر سفارش‌ها و به تبع آن از متغیر توان سفارش استفاده شده است. در واقع توان سفارش بیانگر تغییرات حجمی است که به علت ورود یک سفارش جدید ایجاد می‌شود.

$$E_{bid} = \begin{cases} V_1^b, & P_1^b > P_0^b \\ V_1^b - V_0^b, & P_1^b = P_0^b \\ -V_0^b, & P_1^b < P_0^b \end{cases} \quad \text{رابطه (۱)}$$

در رابطه ۱، متغیر E_{bid} توان سفارش در سرخط اول سفارش‌های خرید؛ V_1^b حجم سفارش خرید بعد از ورود سفارش جدید و V_0^b حجم سفارش خرید قبل از ورود سفارش جدید است. براساس این رابطه چنانچه قیمت سفارش‌های خرید افزایش یابد، حجم سفارش جدید وارد شده در نظر گرفته می‌شود و در صورتی که قیمت کاهش یابد، حجم سفارش خرید پیشین در سرخط اول، به کاهش توان سفارش منجر می‌شود و اگر قیمت‌ها با یکدیگر برابر باشند، اختلاف حجم سفارش‌های جدید و قبلی به عنوان توان سفارش در نظر گرفته می‌شوند.

$$E_{ask} = \begin{cases} V_1^a, & P_1^a < P_0^a \\ V_1^a - V_0^a, & P_1^a = P_0^a \\ -V_0^a, & P_1^a > P_0^a \end{cases} \quad \text{رابطه (۲)}$$

در رابطه ۲ توان سفارش برای سفارش‌های فروش نوشته شده است. در این رابطه نیز متغیر E_{ask} توان سفارش را در سمت سفارش‌های فروش نشان می‌دهد. چنانچه قیمت سفارش فروش جدید کمتر باشد، حجم سفارش جدید به عنوان

توان سفارش در نظر گرفته می‌شود و هنگامی که قیمت سفارش فروش جدید بیشتر باشد، حجم سفارش پیشین به کاهش توان سفارش فروش منجر می‌شود.

برای بررسی متغیر نابرابری جریان سفارش‌ها، باید تفاضل توان سفارش‌ها در سمت فروش و خرید را به دست آوریم. بنابراین برای محاسبه این متغیر، توان سفارش‌ها را طی بازه ۱۰ دقیقه‌ای محاسبه می‌کنیم؛ سپس با تفاضل‌گیری از توان سفارش در سمت خرید و فروش در بازه‌های ۱۰ دقیقه‌ای، متغیر نابرابری جریان سفارش‌ها به دست می‌آید.

$$OFI_{t,i} = \sum E_{t,i}^{bid} - \sum E_{t,i}^{ask} \quad \text{رابطه ۳}$$

طبق رابطه ۳، $OFI_{t,i}$ متغیر نابرابری جریان سفارش‌هاست. در این رابطه t بازه زمانی ۱۰ دقیقه و i نشان‌دهنده دسته‌های ۱۰ دقیقه‌ای از متغیرهاست. در واقع هر تغییر در جریان سفارش‌ها بر این متغیر مؤثر است و می‌توان اثر آن را بررسی کرد.

همان طور که گفته شد، هدف از این پژوهش بررسی اثر نابرابری جریان سفارش‌ها بر تغییرات قیمت است. طبق مطالعات کایل (۱۹۸۵) در تخمین متغیر تغییرات قیمت، فرض می‌شود که اثر سفارش‌ها در طول زمان بر تغییرات قیمت ثابت است. همچنین وی متغیر لاندای کایل را با استفاده از ضریب تخمین زده شده در مدل خطی شبیه‌سازی شده بین حجم معاملات و تغییرات قیمت به دست می‌آورد.

$$\Delta P = \lambda \cdot I \cdot V \quad \text{رابطه ۴}$$

همان طور که در رابطه ۴ مشاهده می‌شود، ΔP متغیر تغییرات قیمت بعد از معامله و λ همان لاندای کایل است که بیانگر اثر معامله هر یک واحد سهم بر تغییرات قیمت است. متغیر I نیز جهت معاملات را نشان می‌دهد و V حجم معاملات است.

طبق بررسی‌های کنت و همکاران (۲۰۱۴)، مدل کایل برای تعیین متغیر تغییرات قیمت، قابل اعتماد نیست؛ زیرا اثر جریان سفارش‌ها را ثابت در نظر می‌گیرد؛ بنابراین کنت و همکارانش با در نظر گرفتن متغیر تغییرات میانانه قیمت‌های خرید و فروش، تلاش کردند دقت و روایی در پژوهش را افزایش دهند (رابطه ۵).

$$\Delta P_{t,i} = \frac{P_k^b + P_k^a}{2\gamma} - \frac{P_{k-1}^b + P_{k-1}^a}{2\gamma} \quad \text{رابطه ۵}$$

در رابطه ۵، $\Delta P_{t,i}$ متغیر تغییرات میانانه قیمت سفارش‌های خرید و فروش در بازه ۱۰ دقیقه است که در این پژوهش، اثر نابرابری جریان سفارش‌ها بر این متغیر بررسی شده است.

همان طور که گفته شد برای بررسی اثر جریان سفارش‌ها طبق یافته‌های کنت و همکاران، از متغیر نابرابری جریان سفارش‌ها استفاده شده است.

$$\Delta P_t = \sum_{i=1}^i a_i \Delta P_{t-i} + \sum_{i=0}^i b_i OFI_{t-i} + V_t \quad \text{رابطه ۶}$$

همان طور که در رابطه ۶ مشاهده می‌شود، در این پژوهش به جای استفاده از سایر متغیرهای موجود در جریان سفارش‌ها، از متغیر نابرابری جریان سفارش‌ها استفاده شده است که چندین عامل مهم را دربردارد؛ از جمله نوع سفارش‌ها (سفارش‌های بازاری و سفارش‌های محدودشونده)، حذف یا ورود سفارش‌ها و اصلاح یا اضافه شدن سفارش‌های شرطی در هر دو طرف عرضه و تقاضا که از عوامل افزایش یا کاهش حجم سفارش‌های خرید و فروش هستند.

یافته‌های پژوهش

در این پژوهش برای اطمینان از درستی اجرای پژوهش، به بررسی مانایی داده‌های استفاده‌شده در مدل پرداخته‌ایم. بنابراین برای بررسی مانایی، آزمون دیکی فولر افزوده اجرا شده است که با استفاده از وقفه‌های بهینه به‌دست‌آمده با کمک معیار آکائیک، تمامی داده‌ها از مانایی لازم برخوردار بودند. همان طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، در سطح اطمینان ۹۰، ۹۵ و ۹۹ درصد، برای اوراق اخزا ۱۰۶، p-value کمتر از سطح خطای آلفا است. این آزمون برای تمامی داده‌ها با وقفه بهینه تعیین شده با معیار آکائیک اجرا شده است و طبق نتایج، داده‌های این پژوهش مانا هستند.

جدول ۲. نتایج آزمون دیکی فولر افزوده اخزا ۱۰۶

critical value	α	p-value	ADF test statistic	داده
-۳/۰۰+e۴۵۶۴۶۴	٪۱	۱/۲۷-e۰۱۹۳۵۹	-۱/۰۱+e۵۰۲۱۹۳	نابرابری جریان سفارش‌ها
-۲/۰۰+e۸۷۳۰۳۳	٪۵			
-۲/۰۰+e۵۷۲۸۹۵	٪۱۰			
-۳/۴۵۶۴۶۴	٪۱	۰/۰۰۰۰۰۰	-۲۲/۳۱۰۷۲۶	تغییرات قیمت
-۲/۸۷۳۰۳۳	٪۵			
-۲/۵۷۲۸۹۵	٪۱۰			

همان طور که گفته شد با توجه به بحث عدم تقارن اطلاعاتی بین معامله‌گران در بازار و به تبع آن، بار اطلاعاتی که سفارش‌ها و معامله‌های این معامله‌گران بر بازار وارد می‌کنند، هدف از این پژوهش بررسی اثر نابرابری جریان سفارش‌ها بر تغییرات قیمت است که با استفاده از مدل خودرگرسیو برداری، اثر این دو متغیر بر یکدیگر بررسی شده است. برای بررسی متغیر نابرابری جریان سفارش‌ها، ابتدا باید تغییرات حجم سفارش‌ها را هم در قسمت سفارش‌های فروش و هم در قسمت سفارش‌های خرید بررسی کنیم که برای این کار، از داده‌های سرخط اول دفتر سفارش‌ها و به تبع آن، از متغیر توان سفارش استفاده شده است. در واقع توان سفارش بیانگر تغییرات حجمی است که به‌علت ورود یک سفارش جدید ایجاد می‌شود. در این پژوهش ۱۷ اوراق خزانه در سه دسته با سررسیدهای متفاوت، به‌کمک مدل خودرگرسیو برداری با مرتبه بهینه تعیین شده توسط معیار آکائیک تخمین زده شده است.

در این پژوهش برای بررسی اثر نابرابری جریان سفارش‌ها بر تغییرات قیمت اوراق خزانه در بازار، از بین تمامی ۲۶ اوراق اخزای در حال معامله در بازار، برای افزایش روایی و دقت پژوهش، از اوراقی که بیشترین روزهای معاملاتی را از سال ۱۴۰۰ تا ۳۱ شهریور ۱۴۰۲ داشته‌اند، استفاده شده است. بنابراین ۱۷ اوراق خزانه در سه دسته با سرسیدهای متفاوت، از طریق مدل خودرگرسیو برداری با مرتبه بهینه تعیین شده توسط معیار آکائیک تخمین زده شده‌اند. همان طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، در سطح اطمینان ۹۵ درصد با توجه به مقدار p ، تنها حدود ۳۰ درصد از اوراق با سرسید ۳ تا ۴ سال، متغیر نابرابری جریان سفارش‌ها اثر معناداری بر تغییرات قیمت دارد؛ زیرا تنها در ۳۰ درصد از این اوراق مقدار p زیر سطح خطای ۵ درصد است که بر این اساس، فرض صفر مبنی بر عدم وجود اثر معنادار رد می‌شود. این درحالی است که در حدود ۹۰ درصد از این اوراق خزانه با سرسید ۳ تا ۴ سال، متغیر تغییرات قیمت در طی دوره‌های متعدد بر تغییرات قیمت دوره کنونی مؤثر است.

همچنین در اوراق با سرسید ۳ تا ۴ سال، اکثر اوراق متأثر از متغیر نابرابری جریان سفارش‌ها در دوره‌های نزدیک‌تر، شاهد اثر معنادار بر تغییرات قیمت هستند که بر این اساس، برای حدود ۳۰ درصد این اوراق با سرسید ۳ تا ۴ سال متغیر تغییرات قیمت نیز تا ۵ یا ۶ دوره قبل، می‌توانند اثر معناداری بر تغییرات قیمت در دوره کنونی داشته باشند. بنابراین اثر قیمتی نابرابری جریان سفارش‌ها بر اوراق با سرسید بلندمدت‌تر قابل مشاهده است که در بعضی از اوراق تا حداکثر ۸ دوره قبل اثر معناداری بر تغییرات قیمت دارد.

جدول ۳. تخمین مدل VAR برای اوراق با سرسید ۳ تا ۴ سال در سطح اطمینان ۹۵ درصد

R_square	Equation	P_value	mid_price_changes	P_value	OFI	اوراق خزانه
۰/۱۵۶۳	$\Delta P_t = -0.39\Delta P_{t-1} - 0.24\Delta P_{t-2}$	۰/۰۰۰	L1.mpc*	۰/۶۹۷	L1.OFI	اخزا ۸۲۱
		۰/۰۰۰	L2.mpc*	۰/۸۵۵	L2.OFI	
		۰/۳۵۴	L3.mpc	۰/۱۲۸	L3.OFI	
		۰/۸۴۵	L4.mpc	۰/۷۴۸	L4.OFI	
		۰/۹۱۴	L5.mpc	۰/۱۳۴	L5.OFI	
		۰/۷۷۵	L6.mpc	۰/۱۲۱	L6.OFI	
		۰/۶۳۳	L7.mpc	۰/۶۳۳	L7.OFI	
		۰/۳۳۶	L8.mpc	۰/۳۳۶	L8.OFI	
۰/۱۷۰۱	$\Delta P_t = -0.44\Delta P_{t-1} - 0.19\Delta P_{t-2} - 0.11\Delta P_{t-3} - 0.04\Delta P_{t-4} + 0.00085OFI_{t-1} - 0.00095OFI_{t-2}$	۰/۰۰۰	L1.mpc*	۰/۰۲۱	L1.OFI*	اخزا ۹۱۰
		۰/۰۰۰	L2.mpc*	۰/۰۱۳	L2.OFI*	
		۰/۰۰۰	L3.mpc*	۰/۹۸۳	L3.OFI	
		۰/۰۰۲	L4.mpc*	۰/۷۳۱	L4.OFI	
		۰/۰۸۵	L5.mpc	۰/۵۳۲	L5.OFI	
		۰/۴۰۱	L6.mpc	۰/۱۳۵	L6.OFI	
		۰/۹۵۹	L7.mpc	۰/۷۰۹	L7.OFI	
		۰/۶۰۶	L8.mpc	۰/۷۲۳	L8.OFI	

R_square	Equation	P_value	mid_price_changes	P_value	OFI	اوراق خزانه
		۰/۹۵۳	L9.mpc	۰/۱۸۶	L9.OFI	
		۰/۰۶۱	L10.mpc	۰/۴۷۹	L10.OFI	
۰/۱۷۰۷	$\Delta P_t = -0.42\Delta P_{t-1} - 0.18\Delta P_{t-2}$	۰/۰۰۰	L1.mpc*	۰/۲۱۳	L1.OFI	اخزا ۸۲۰
		۰/۰۰۰	L2.mpc*	۰/۲۷۹	L2.OFI	
		۰/۰۲۱	L3.mpc	۰/۲۱۶	L3.OFI	
		۰/۲۰۸	L4.mpc	۰/۶۹۰	L4.OFI	
		۰/۲۹۲	L5.mpc	۰/۱۷۲	L5.OFI	
		۰/۹۹۱	L6.mpc	۰/۶۶۷	L6.OFI	
		۰/۶۹۱	L7.mpc	۰/۶۱۱	L7.OFI	
		۰/۵۷۹	L8.mpc	۰/۰۷۲	L8.OFI	
		۰/۶۰۹	L9.mpc	۰/۲۲۹	L9.OFI	
		۰/۹۴۰	L10.mpc	۰/۱۷۷	L10.OFI	
۰/۱۲۸۴	$\begin{aligned} \Delta P_t &= 0.36\Delta P_{t-1} - 0.15\Delta P_{t-2} - \\ &- 0.09\Delta P_{t-3} - 0.05\Delta P_{t-5} - 0.04\Delta P_{t-8} \\ &+ 0.0025OFI_{t-5} - 0.01OFI_{t-6} \end{aligned}$	۰/۰۰۰	L1.mpc*	۰/۱۵۹	L1.OFI	اخزا ۹۱۴
		۰/۰۰۰	L2.mpc*	۰/۵۴۳	L2.OFI	
		۰/۰۰۰	L3.mpc*	۰/۲۰۹	L3.OFI	
		۰/۰۵۹	L4.mpc	۰/۳۵۶	L4.OFI	
		۰/۰۰۶	L5.mpc*	۰/۰۱۱	L5.OFI*	
		۰/۹۰۱	L6.mpc	۰/۰۳۳	L6.OFI*	
		۰/۳۴۸	L7.mpc	۰/۴۱۹	L7.OFI	
		۰/۰۰۷	L8.mpc*	۰/۹۱۳	L8.OFI	
		۰/۹۳۶	L9.mpc	۰/۰۲۶	L9.OFI	
		۰/۲۷۲	L10.mpc	۰/۹۴۲	L10.OFI	
۰/۰۵۹۳	$\begin{aligned} \Delta P_t &= 0.21\Delta P_{t-1} - 0.07\Delta P_{t-2} \\ &+ 0.03\Delta P_{t-3} + 0.03\Delta P_{t-7} \\ &- 0.00037OFI_{t-7} \end{aligned}$	۰/۰۰۰	L1.mpc*	۰/۱۴۳	L1.OFI	اخزا ۰۰۲
		۰/۰۰۰	L2.mpc*	۰/۵۰۳	L2.OFI	
		۰/۰۴۴	L3.mpc*	۰/۳۰۵	L3.OFI	
		۰/۱۹۰	L4.mpc	۰/۶۰۰	L4.OFI	
		۰/۵۶۵	L5.mpc	۰/۸۳۳	L5.OFI	
		۰/۸۳۰	L6.mpc	۰/۲۸۷	L6.OFI	
		۰/۰۰۶	L7.mpc*	۰/۰۰۲	L7.OFI*	
		۰/۳۵۵	L8.mpc	۰/۹۱۲	L8.OFI	
		۰/۳۴۷	L9.mpc	۰/۵۹۲	L9.OFI	
		۰/۵۵۷	L10.mpc	۰/۶۶۷	L10.OFI	
۰/۱۳۹۱	$\begin{aligned} \Delta P_t &= 0.39\Delta P_{t-1} - 0.17\Delta P_{t-2} \\ &+ 0.10\Delta P_{t-3} - 0.05\Delta P_{t-4} \\ &+ 0.05\Delta P_{t-5} - 0.06\Delta P_{t-6} \end{aligned}$	۰/۰۰۰	L1.mpc*	۰/۱۱۶	L1.OFI	اخزا ۰۰۱
		۰/۰۰۰	L2.mpc*	۰/۴۷۹	L2.OFI	
		۰/۰۰۰	L3.mpc*	۰/۹۳۳	L3.OFI	

R_square	Equation	P_value	mid_price_changes	P_value	OFI	اوراق خزانه
		./000	L4.mpc*	./٢٩٦	L4.OFI	
		./000	L5.mpc*	./٥٧٧	L5.OFI	
		./000	L6.mpc*	./٦٤٢	L6.OFI	
		./٥٢٦	L7.mpc	./٧٢٧	L7.OFI	
		./٩٨١	L8.mpc	./٧٢١	L8.OFI	
		./٣٠٧	L9.mpc	./٧٢٥	L9.OFI	
./١٠٩٤	$\Delta P_t = 0.34\Delta P_{t-1} + -0.15\Delta P_{t-2} - 0.7\Delta P_{t-3}$./000	L1.mpc*	./٦٤٦	L1.OFI	اخزا ٠٠٦
		./000	L2.mpc*	./٣٢٤	L2.OFI	
		./000	L3.mpc*	./٤٠٤	L3.OFI	
		./١٩٢	L4.mpc	./٥٥٠	L4.OFI	
		./٤٩٨	L5.mpc	./٢٦٧	L5.OFI	
./٢٦٦٧	$\Delta P_t = 0.58\Delta P_{t-1} - 0.30\Delta P_{t-2} + 0.15\Delta P_{t-3} - 0.10\Delta P_{t-4} + 0.0077OFI_{t-1} + 0.0061OFI_{t-8}$./000	L1.mpc*	./٠٠٣	L1.OFI*	اخزا ٩١١
		./000	L2.mpc*	./٢٣٠	L2.OFI	
		./000	L3.mpc*	./٠٩٦	L3.OFI	
		./000	L4.mpc*	./٦٥٤	L4.OFI	
		./١١٩	L5.mpc	./٠٨٨	L5.OFI	
		./٥١٧	L6.mpc	./٠٨٤	L6.OFI	
		./١٩٣	L7.mpc	./٠٧٦	L7.OFI	
		./١٥٧	L8.mpc	./٠٢٢	L8.OFI*	
		./٢٤٢	L9.mpc	./١٦١	L9.OFI	
./٢٣٠	L10.mpc	./٦٠٧	L10.OFI			
./٨٣٨٨	$\Delta P_t = 0.28\Delta P_{t-1} - 0.13\Delta P_{t-2} - 0.06\Delta P_{t-3} - 0.05\Delta P_{t-6} - 0.04\Delta P_{t-7}$./000	L1.mpc*	./٢٣٩	L1.OFI	اخزا ٠٠٤
		./000	L2.mpc*	./٠٦٧٠	L2.OFI	
		./000	L3.mpc*	./٨٣٩	L3.OFI	
		./١٢٥	L4.mpc	./٢٢٥	L4.OFI	
		./١٧٠	L5.mpc	./٩٧٠	L5.OFI	
		./٠٠١	L6.mpc*	./٧٢٤	L6.OFI	
		./٠٠٦	L7.mpc*	./٩٧٣	L7.OFI	
		./١٥٢	L8.mpc	./٢٦٣	L8.OFI	
		./٠٤١	L9.mpc	./٢٥٧	L9.OFI	
		./١٠٧	L10.mpc	./٣١٢	L10.OFI	
-	-	./000	L1.mpc	./١٩٠	L1.OFI	اخزا ٠٠٨
		./000	L2.mpc	./٥٦١	L2.OFI	
		./٨١١	L3.mpc	./٨٢٤	L3.OFI	
		./٩٩٧	L4.mpc	./٢٨٤	L4.OFI	

R_square	Equation	P_value	mid_price_changes	P_value	OFI	اوراق خزانه
		۰/۱۴۷	L5.mpc	۰/۹۴۶	L5.OFI	
		۰/۸۹۴	L6.mpc	۰/۲۲۷	L6.OFI	
		۰/۷۳۳	L7.mpc	۰/۲۲۳	L7.OFI	
		۰/۵۰۵	L8.mpc	۰/۵۹۸	L8.OFI	
		۰/۹۸۲	L9.mpc	۰/۰۹۲	L9.OFI	
		۰/۴۰۳	L10.mpc	۰/۴۴۶	L10.OFI	
۰/۰۹۰۰	$\Delta P_t = -0.30\Delta P_{t-1} - 0.10\Delta P_{t-2} - 0.04\Delta P_{t-3}$	۰/۰۰۰	L1.mpc*	۰/۸۲۰	L1.OFI	اخزا ۰۰۷
		۰/۰۰۰	L2.mpc*	۰/۴۴۵	L2.OFI	
		۰/۰۰۳	L3.mpc*	۰/۷۷۰	L3.OFI	
		۰/۹۸۴	L4.mpc	۰/۷۰۵	L4.OFI	
		۰/۹۵۷	L5.mpc	۰/۳۱۵	L5.OFI	
		۰/۴۶۰	L6.mpc	۰/۵۵۷	L6.OFI	
		۰/۱۱۵	L7.mpc	۰/۹۸۱	L7.OFI	
		۰/۵۲۳	L8.mpc	۰/۸۶۶	L8.OFI	
		۰/۰۶۷	L9.mpc	۰/۴۴۸	L9.OFI	
۰/۲۱۰۳	$\Delta P_t = 0.49\Delta P_{t-1} - 0.13\Delta P_{t-2}$	۰/۷۱۹	L10.mpc	۰/۳۹۰	L10.OFI	اخزا ۹۰۷
		۰/۰۰۰	L1.mpc*	۰/۱۸۸	L1.OFI	
		۰/۰۰۰	L2.mpc*	۰/۴۵۷	L2.OFI	
		۰/۵۶۹	L3.mpc	۰/۷۶۳	L3.OFI	
		۰/۴۲۵	L4.mpc	۰/۰۹۱	L4.OFI	
		۰/۲۱۶	L5.mpc	۰/۱۰۱	L5.OFI	
		۰/۰۲۸	L6.mpc	۰/۱۴۳	L6.OFI	
		۰/۰۷۱	L7.mpc	۰/۴۹۷	L7.OFI	
		۰/۰۶۰	L8.mpc	۰/۷۶۹	L8.OFI	
		۰/۶۶۳	L9.mpc	۰/۵۶۲	L9.OFI	
		۰/۸۰۰	L10.mpc	۰/۲۹۳	L10.OFI	

همان طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، مدل خود رگرسیو برداری برای اوراق با سررسیدهای ۲ تا ۳ سال و ۱ تا ۲ سال تخمین زده شده است. بر این اساس در سطح اطمینان ۹۵ درصد باتوجه به مقدار p، در حدود ۲۵ درصد از اوراق با سررسید ۲ تا ۳ سال، اثر معنادار متغیر نابرابری جریان سفارش‌ها بر تغییرات قیمت قابل مشاهده است که این اثر در وقفه‌های پایین‌تر، بیشتر است. بر این اساس متغیر نابرابری جریان سفارش‌ها بر تغییرات قیمت برای ۲۵ درصد از این اوراق اثر معنادار دارد. این درحالی است که در اوراق با سررسید ۱ تا ۲ سال متغیر نابرابری جریان سفارش‌ها اثر معناداری بر تغییرات قیمت ندارد. همچنین تغییرات قیمت تا حداکثر ۳ یا ۴ دوره قبل بر تغییرات قیمت در دوره کنونی مؤثر است.

جدول ۴. تخمین مدل VAR برای اوراق با سررسید ۲ تا ۳ سال و ۱ تا ۲ سال در سطح اطمینان ۹۵ درصد

R_square	Equation	P_value	mpc	P_value	OFI	اوراق خزانه
۰/۰۹۰۶	$\Delta P_t = -0.31\Delta P_{t-1} - 0.10\Delta P_{t-2}$	۰/۰۰۰	L1.mpc*	۰/۱۸۳	L1.OFI	اخزا ۱۰۵
		۰/۰۳۹	L2.mpc*	۰/۹۱۸	L2.OFI	
		۰/۲۴۷	L3.mpc	۰/۵۰۶	L3.OFI	
		۰/۵۲۱	L4.mpc	۰/۲۱۹	L4.OFI	
		۰/۵۶۴	L5.mpc	۰/۷۳۷	L5.OFI	
		۰/۸۸۷	L6.mpc	۰/۸۶۹	L6.OFI	
		۰/۷۳۱	L7.mpc	۰/۲۵۷	L7.OFI	
		۰/۶۱۸	L8.mpc	۰/۶۹۳	L8.OFI	
		۰/۸۴۸	L9.mpc	۰/۴۸۱	L9.OFI	
		۰/۷۳۸	L10.mpc	۰/۳۷۹	L10.OFI	
۰/۱۵۶۳	$\Delta P_t = -0.16\Delta P_{t-1} + 0.0092OFI_{t-3}$	۰/۰۸۶	L1.mpc*	۰/۲۲۹	L1.OFI	اخزا ۱۰۷
		۰/۳۵۱	L2.mpc	۰/۴۴۴	L2.OFI	
		۰/۴۹۳	L3.mpc	۰/۰۰۷	L3.OFI*	
		۰/۱۲۲	L4.mpc	۰/۴۹۵	L4.OFI	
		۰/۴۶۷	L5.mpc	۰/۰۹۷	L5.OFI	
		۰/۸۶۹	L6.mpc	۰/۴۸۱	L6.OFI	
		۰/۶۷۱	L7.mpc	۰/۹۱۳	L7.OFI	
		۰/۱۸۶	L8.mpc	۰/۷۸۲	L8.OFI	
		۰/۶۹۸	L9.mpc	۰/۵۶۴	L9.OFI	
		۰/۶۵۰	L10.mpc	۰/۷۵۲	L10.OFI	
۰/۰۷۹۱	$\Delta P_t = -0.25\Delta P_{t-1} - 0.15\Delta P_{t-2} - 0.08\Delta P_{t-3}$	۰/۰۰۰	L1.mpc*	۰/۵۶۸	L1.OFI	اخزا ۱۰۴
		۰/۰۰۰	L2.mpc*	۰/۵۵۱	L2.OFI	
		۰/۰۰۱	L3.mpc*	۰/۷۸۵	L3.OFI	
		۰/۰۴۶	L4.mpc	۰/۱۷۶	L4.OFI	
		۰/۳۳۸	L5.mpc	۰/۷۰۵	L5.OFI	
		۰/۳۰۴	L6.mpc	۰/۶۵۵	L6.OFI	
		۰/۶۳۰	L7.mpc	۰/۰۶۸	L7.OFI	
		۰/۰۱۴	L8.mpc	۰/۹۶۳	L8.OFI	
		۰/۰۰۶	L9.mpc	۰/۵۳۶	L9.OFI	
		۰/۰۰۰	L10.mpc	۰/۸۲۲	L10.OFI	
۰/۱۳۸۱	$\Delta P_t = -0.28\Delta P_{t-1} - 0.13\Delta P_{t-3} - 0.12\Delta P_{t-4}$	۰/۰۰۰	L1.mpc*	۰/۲۰۴	L1.OFI	اخزا ۱۰۸
		۰/۵۹۶	L2.mpc	۰/۸۳۴	L2.OFI	
		۰/۰۱۵	L3.mpc*	۰/۱۷۸	L3.OFI	
		۰/۰۰۶	L4.mpc*	۰/۶۲۶	L4.OFI	
		۰/۳۰۰	L5.mpc	۰/۶۴۴	L5.OFI	
		۰/۳۰۰	L6.mpc	۰/۶۶۷	L6.OFI	

R_square	Equation	P_value	mpc	P_value	OFI	اوراق خزانه
۰/۱۵۱۱		۰/۴۲۷	L7.mpc	۰/۵۲۴	L7.OFI	اخزا ۱۰۶ (با سررسید ۱ تا ۲ سال)
		۰/۹۸۲	L8.mpc	۰/۳۵۱	L8.OFI	
		۰/۰۰۸	L9.mpc	۰/۴۵۳	L9.OFI	
		۰/۴۹۲	L10.mpc	۰/۷۸۲	L10.OFI	
		۰/۰۰۰	L1.mpc*	۰/۹۹۴	L1.OFI	
		۰/۸۶۱	L2.mpc	۰/۰۴۹	L2.OFI	
		۰/۷۲۶	L3.mpc	۰/۵۳۲	L3.OFI	
		۰/۷۸۸	L4.mpc	۰/۵۹۹	L4.OFI	
		۰/۲۱۶	L5.mpc	۰/۹۹۴	L5.OFI	
		۰/۵۹۴	L6.mpc	۰/۵۰۹	L6.OFI	
۰/۹۳۴	L7.mpc	۰/۹۰۲	L7.OFI			
۰/۳۷۴	L8.mpc	۰/۸۰۶	L8.OFI			
۰/۸۳۴	L9.mpc	۰/۰۵۵	L9.OFI			
۰/۴۰۶	L10.mpc	۰/۲۵۷	L10.OFI			

بر اساس جدول ۴ می‌توان نتیجه گرفت که در اوراق با سررسیدهای بلندمدت‌تر، اثر نابرابری جریان سفارش‌ها بر تغییرات قیمت بیشتر است و عدم تقارن اطلاعاتی مؤثر بر سفارش‌ها، اثر خود را در اوراق با سررسید بلندمدت‌تر بیشتر نشان می‌دهد. اگرچه تغییرات قیمت در دوره‌های قبل، اثر بیشتری بر تغییرات قیمت در دوره کنونی دارد؛ بنابراین در تمامی اوراق به‌خصوص اوراق با سررسید بلندمدت‌تر باید هر دو متغیر را در تصمیم‌گیری‌ها مدنظر قرار داد. در نهایت باتوجه به ضریب تعیین یا R_square مدل‌ها در جدول ۴، می‌توان گفت که متغیرهای مورد استفاده در این پژوهش از توزیع‌پذیری لازم برخوردارند و بر این اساس رابطه نسبتاً قوی بین متغیرها در مدل وجود دارد. یکی از کارهای مهم بعد از تخمین مدل خودرگرسیو برداری، استفاده از تابع واکنش آنی^۱ است. اکنون برای نتیجه‌گیری از مدل خودرگرسیو برداری، از تابع واکنش آنی استفاده شده است. برای بررسی اثر شوک‌های وارده بر متغیرها، در این پژوهش از تابع واکنش آنی استفاده کرده‌ایم. در واقع هر جزء اخلا، به‌عنوان یک شوک برای متغیرش است. از آنجایی که مدل تخمین زده شده در این پژوهش، مدل خودرگرسیو برداری است، متغیرها از نوع درون‌زا هستند؛ یعنی اثر شوک‌ها به‌صورت متقابل روی متغیرها بررسی می‌شوند.

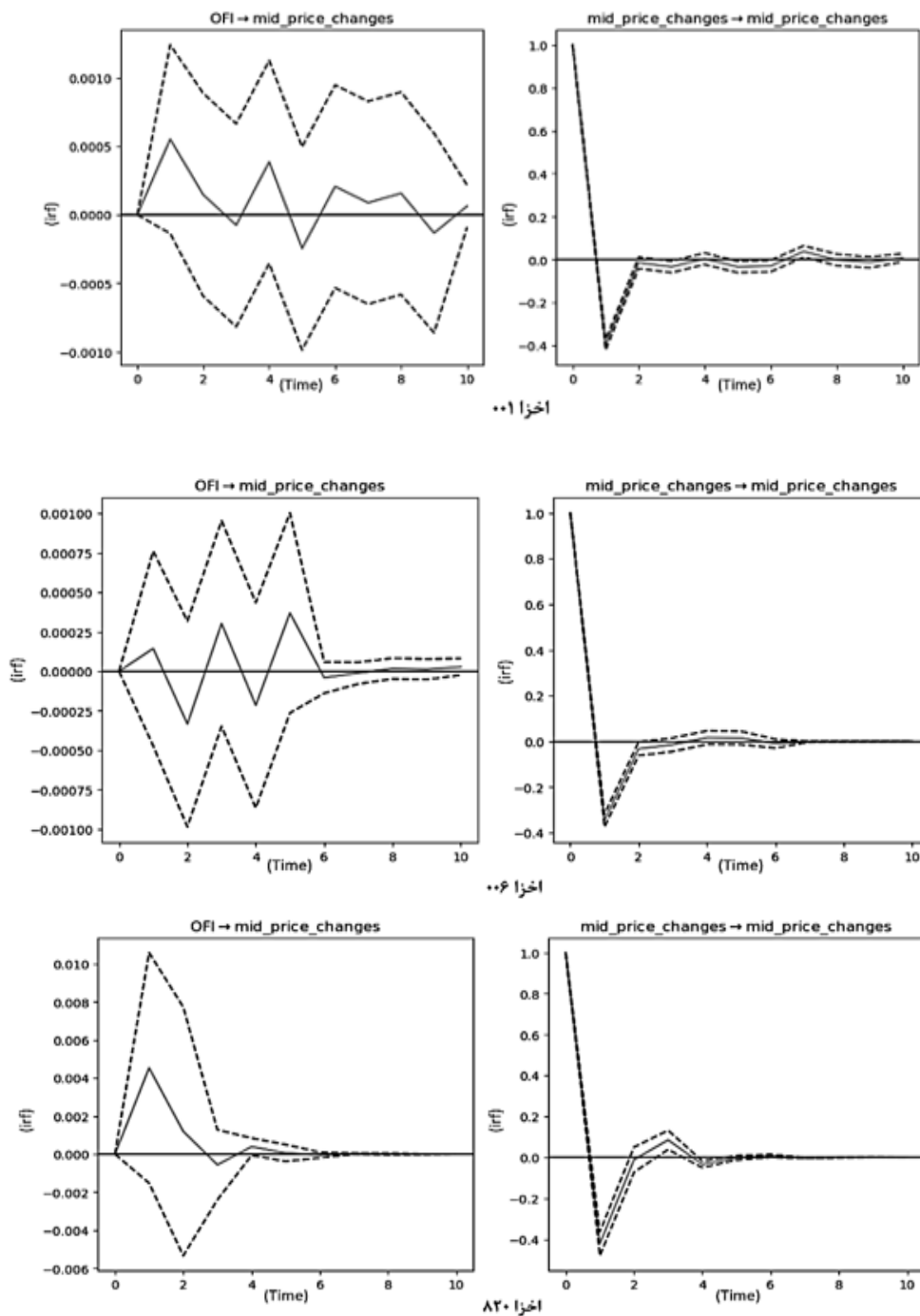
در جدول ۵ تابع واکنش آنی برای اوراق اخزا با سررسید ۳ تا ۴ سال نشان داده شده است. بر این اساس در اثر بروز شوک بر متغیر نابرابری جریان سفارش‌ها، اثر آن در این اوراق بر تغییرات قیمت بین ۶ تا ۱۰ دوره بعد باقی می‌ماند؛ هرچند میزان تأثیر آن بر تغییرات قیمت اندک است و در اکثر اوراق تا ۱۰ دوره به‌صورت کامل، شاهد اثرهای این متغیر بر تغییرات قیمت هستیم، در حالی که در صورت وارد شدن شوک بر متغیر تغییرات قیمت، اثر آن بر تغییرات قیمت تا

حداکثر ۵ دوره بعد باقی خواهد ماند. البته در اکثر اوراق، اثر این متغیر تا ۲ دوره بسیار شایان توجه است. این در حالی است که میزان اثر شوک وارده بر تغییرات قیمت بسیار بیشتر از متغیر نابربری جریان سفارش‌ها است. در نتیجه متغیر نابربری جریان سفارش‌ها در صورت بروز شوک بر تغییرات قیمت در اوراق با سررسید ۳ تا ۴ سال اثر خواهد داشت.

جدول ۵. خلاصه نتایج تابع واکنش آنی برای ۳ نمونه از اوراق با سررسید ۳ تا ۴ سال در طی ۱۰ دوره

میزان درصد اثرگذاری mpc بر mpc		میزان درصد اثرگذاری OFI بر mpc		اوراق خزانه
۴۲/۲۱۶۳	۱	-۰/۰۴۵۳۱۱	۱	اخزا ۸۲۰
۱/۱۱۷۸۴	۲	-۰/۱۱۹۷۲۵	۲	
-۰/۸۵۰۸۴	۳	-۰/۰۵۵۸۱	۳	
-۰/۳۳۸۳۶	۴	-۰/۰۳۸۸۴	۴	
-۰/۰۱۸۳۹	۵	-۰/۰۰۶۲۹۵	۵	
-۰/۰۷۲۱۴	۶	-۰/۰۰۵۱۱۵	۶	
-۰/۰۲۷۰۰۹	۷	-۰/۰۰۲۶۸۲۳	۷	
-۰/۰۰۲۷۷	۸	-۰/۰۰۰۴۸۲۳	۸	
-۰/۰۰۶۰۹۹	۹	-۰/۰۰۰۴۸۲۳	۹	
-۰/۰۰۲۱۴۷	۱۰	-۰/۰۰۰۱۹۸۹	۱۰	
-۳۹/۴۸۵۵	۱	-۰/۰۵۵۲	۱	اخزا ۰۰۱
-۱/۴۴۶۱	۲	-۰/۰۱۴۶۹	۲	
-۳/۳۱۴۹	۳	-۰/۰۰۷۵۴	۳	
-۰/۴۲۶۵۶	۴	-۰/۰۳۸۵۹	۴	
-۳/۳۳۶۵	۵	-۰/۰۲۴۴۸	۵	
-۲/۹۵۰۹	۶	-۰/۰۲۰۶۷۱	۶	
۳/۷۹۶۶	۷	-۰/۰۰۸۷۹۲	۷	
-۰/۰۶۷۲۹	۸	-۰/۰۱۵۷۱	۸	
-۱/۲۳۵۶	۹	-۰/۰۱۳۲۶۵	۹	
-۰/۹۰۹۰۴	۱۰	-۰/۰۰۶۳	۱۰	
-۳۴/۵۷۸۵	۱	-۰/۰۱۴۴۲	۱	اخزا ۰۰۶
-۳/۱۸۱۳	۲	-۰/۰۳۳۳۷	۲	
-۱/۴۱۸۱	۳	-۰/۰۳۰۲۲	۳	
۱/۶۸۰	۴	-۰/۰۲۱۵	۴	
۱/۵۲۴۱	۵	-۰/۰۳۶۹۲	۵	
-۰/۹۳۴۲	۶	-۰/۰۰۴۰۱	۶	
-۰/۰۵۶۹۶	۷	-۰/۰۰۱۱۴	۷	
-۰/۰۲۹۵۶	۸	-۰/۰۰۱۷۶	۸	
-۰/۰۵۶۸۷	۹	-۰/۰۰۱۳۲	۹	
-۰/۰۳۵۷۵	۱۰	-۰/۰۰۲۸۳	۱۰	

در شکل ۱ نمودارهای تابع واکنش آنی سه نمونه از اوراق خزانه با سررسید ۳ تا ۴ سال آورده شده است.



شکل ۱. نمودار تابع واکنش آنی برای سه نمونه از اوراق با سررسید ۳ تا ۴ سال

همان طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، در صورت بروز شوک بر متغیر نابرابری جریان سفارش‌ها اثر آن بین ۶ تا ۱۰ دوره آینده بر تغییرات قیمت اوراق با سررسید ۲ تا ۳ سال باقی می‌ماند. از طرفی طبق نتایج در جدول ۶ در اوراق با سررسید ۱ تا ۲ سال اثر، این شوک حداکثر تا ۳ دوره باقی می‌ماند و می‌توان گفت که اثر شوک وارده بر نابرابری جریان سفارش‌ها بر تغییرات قیمت در اوراق با سررسید بلندمدت، طولانی‌مدت‌تر و بیشتر از اوراق با سررسید کوتاه‌مدت است؛ هرچند اثر شوک وارده بر متغیر نابرابری جریان سفارش‌ها، بسیار کمتر از متغیر تغییرات قیمت است. با بررسی متغیر تغییرات قیمت نیز می‌توان دریافت که در صورت بروز شوک بر متغیر تغییرات قیمت، اثر آن در اوراق با سررسید ۲ تا ۳ سال بین ۴ تا ۵ دوره آینده و در اوراق با سررسید ۱ تا ۲ سال ۴ دوره آینده قابل توجه خواهد بود.

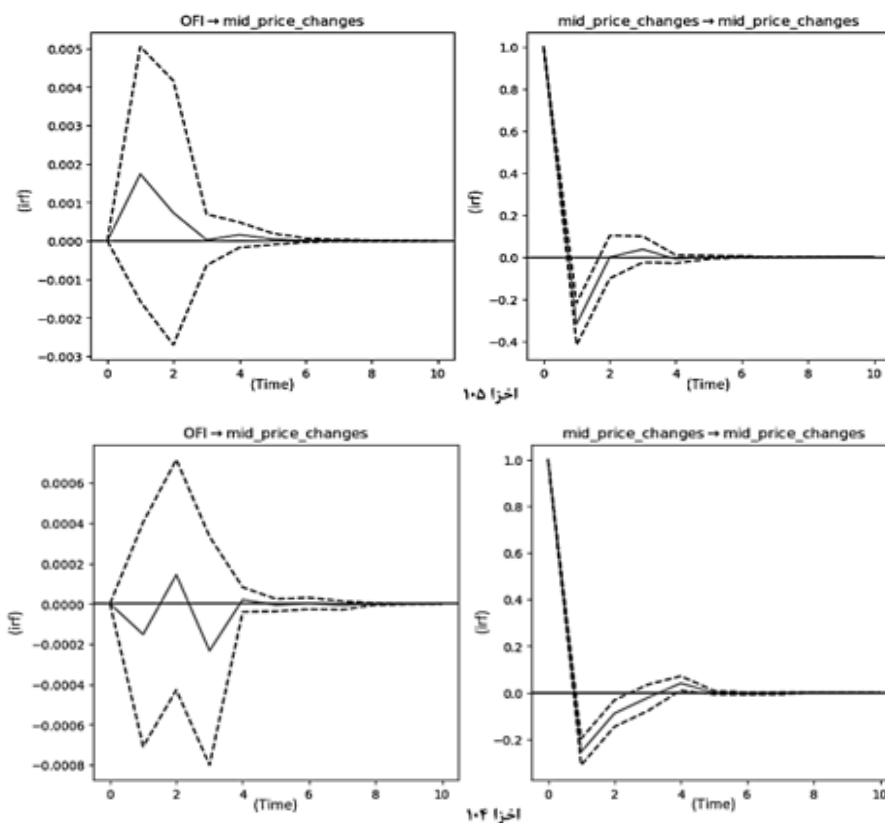
جدول ۶. خلاصه نتایج تابع واکنش آنی برای ۲ نمونه از اوراق با سررسید ۲ تا ۳ سال در طی ۱۰ دوره

میزان درصد اثرگذاری mpc بر mpc		میزان درصد اثرگذاری OFI بر mpc		اوراق خزانه
-۳۱/۷۶۵۲	۱	۰/۱۷۳۷	۱	اخزا ۱۰۵
۰/۰۰۱۶۵	۲	۰/۰۷۲۹	۲	
۳/۷۰۶۹	۳	۰/۰۰۲۹	۳	
۰/۹۴۳۴	۴	۰/۰۱۵۶	۴	
۰/۰۶۹۰۹	۵	۰/۰۰۵۱۰	۵	
۰/۱۶۴۶	۶	۰/۰۰۱۷۴	۶	
-۰/۰۲۹۶۸	۷	-۰/۰۰۱۱۳۸	۷	
-۰/۰۰۱۹۴	۸	۰/۰۰۰۵۱	۸	
۰/۰۰۷۰۲	۹	۰/۰۰۰۱۹۶	۹	
-۰/۰۰۰۴۵	۱۰	-۰/۰۰۰۱۰۷	۱۰	
-۲۵/۳۸۲	۱	-۰/۰۱۵۱	۱	اخزا ۱۰۴
-۸/۹۱۰۷	۲	۰/۰۱۴۳۸	۲	
-۲/۲۱۲۷	۳	-۰/۰۲۳۳	۳	
۴/۰۴۰۸	۴	۰/۰۰۲۰۹	۴	
۰/۰۲۴۶	۵	-۰/۰۰۰۶۶	۵	
-۰/۴۰۳۲	۶	۰/۰۰۰۱۶	۶	
-۰/۲۴۳۵	۷	-۰/۰۰۰۷۸۴	۷	
-۰/۱۲۱	۸	-۰/۰۰۰۱۵۲۲	۸	
۰/۰۳۹۳۲	۹	-۰/۰۰۰۰۶۷	۹	
-۰/۰۰۷۱۱	۱۰	۰/۰۰۰۰۰۲۶	۱۰	

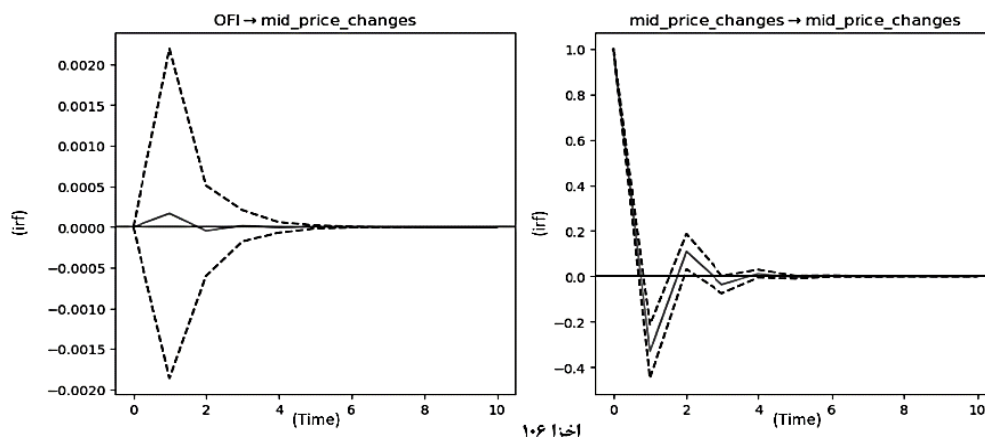
جدول ۷. خلاصه نتایج تابع واکنش آنی برای اوراق با سررسید ۱ تا ۲ سال در طی ۱۰ دوره

میزان درصد اثر گذاری mpc بر mpc		میزان درصد اثر گذاری OFI بر mpc		اوراق خزانه
-۳۳/۰۰۵	۱	۰/۰۱۶۶۹	۱	
۱۰/۹۲۵۸	۲	-۰/۰۰۴۵۸	۲	
-۳/۶۱۴۹	۳	-۰/۰۰۱۵۶۹	۳	
۱/۱۹۶۱	۴	-۰/۰۰۰۵۱	۴	
-۰/۳۹۵۷	۵	۰/۰۰۰۱۷	۵	
۰/۱۳۰۹	۶	-۰/۰۰۰۰۵۶	۶	
-۰/۰۴۳۳	۷	۰/۰۰۰۰۱۸	۷	
۰/۰۱۴۳	۸	-۰/۰۰۰۰۰۶۱	۸	
-۰/۰۰۴۷	۹	۰/۰۰۰۰۰۲	۹	
۰/۰۰۱۵	۱۰	-۰/۰۰۰۰۰۰۶	۱۰	

شکل ۲ و ۳ نیز نمایانگر نمودار نمونه‌هایی از اوراق با سررسید ۲ تا ۳ سال و اوراق با سررسید ۱ تا ۲ سال است.



شکل ۲. نمودار تابع واکنش آنی برای دو نمونه از اوراق با سررسید ۲ تا ۳ سال



شکل ۳. نمودار تابع واکنش آنی برای یک نمونه از اوراق با سررسید ۱ تا ۲ سال

بدین ترتیب با استفاده از مدل خودرگرسیو و تحلیل آن توسط تابع واکنش آنی در سه دسته از اوراق با سررسیدهای متفاوت، اثر نابرابری جریان سفارش‌ها بر تغییرات قیمت و همچنین، اثر عدم تقارن اطلاعاتی معامله‌گران در سفارش‌ها و معامله‌ها بررسی شد.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش با توجه به اهمیت موضوع عدم تقارن اطلاعاتی و اثر آن بر معاملات و قیمت اوراق، به بررسی اثر جریان سفارش‌ها بر تغییرات قیمت پرداخته شد. از آنجایی که عدم تقارن اطلاعاتی و وجود اطلاعات نهانی در بازار بر سفارش‌ها تأثیرهای گوناگونی دارد، برای بررسی جریان سفارش‌ها، از متغیر نابرابری جریان سفارش‌ها که چندین عامل مهم، از جمله نوع سفارش‌ها (سفارش‌های بازاری و سفارش‌های محدودشونده)، حذف یا ورود سفارش‌ها و اصلاح یا اضافه شدن سفارش‌های شرطی در هر دو طرف عرضه و تقاضا، استفاده شد.

برای رسیدن به هدف پژوهش با استفاده از مدل خودرگرسیو برداری، اثر نابرابری جریان سفارش‌ها بر تغییرات قیمت بررسی شد. طبق نتایج به‌دست‌آمده از مدل خودرگرسیو برداری، نابرابری جریان سفارش‌ها در اوراق با سررسیدهای بلندمدت‌تر، بر تغییرات قیمت اثر بیشتری می‌گذارد و طبق نتایج به‌دست‌آمده، نابرابری جریان سفارش‌ها در حدود ۳۰ درصد از اوراق با سررسید ۳ تا ۴ سال و حدود ۲۵ درصد از اوراق با سررسید ۲ تا ۳ سال، بر تغییرات قیمت اثر معناداری دارد؛ این درحالی است که در اوراق با سررسید ۱ تا ۲ سال، اثر معناداری بر تغییرات قیمت نداشته است. بنابراین می‌توان گفت عدم تقارن اطلاعاتی در بازار بر اوراق با سررسید بلندمدت‌تر، اثر بیشتری خواهد داشت.

همچنین برای بررسی شوک‌های وارد شده بر متغیر نابرابری جریان سفارش‌ها و اثر آن بر تغییرات قیمت از تابع واکنش آنی استفاده شد. طبق نتایج به‌دست‌آمده، در صورت بروز شوک بر متغیر نابرابری جریان سفارش‌ها در ۹۰ درصد اوراق با سررسید ۳ تا ۴ سال، اثر آن تا ۱۰ دوره بر تغییرات قیمت باقی می‌ماند و در اوراق با سررسید ۲ تا ۳ سال این اثر کاهش می‌یابد و در اوراق با سررسید ۱ تا ۲ سال تنها تا ۳ دوره می‌توان شاهد اثر معنادار بر تغییرات قیمت بود. این در

حالی است که میزان اثر شوک وارده بر تغییرات قیمت بسیار بیشتر از متغیر نابرابری جریان سفارش‌هاست. براین اساس در صورت بروز شوک نیز اثر آن بر اوراق با سررسید بلندمدت بیشتر خواهد بود. بنابراین معامله‌گران طی معاملات خود برای جلوگیری از زیان در معاملات اوراق با سررسیدهای بلندمدت‌تر باید از وجود اطلاعات نهانی و به تبع آن معامله‌گران مطلع آگاه باشند.

براساس مطالعات فلمینگ (۲۰۱۷) در رابطه با اثر جریان سفارش‌ها بر تغییرات قیمت اوراق خزانه، همانند نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش، عدم تقارن اطلاعاتی در بازار روی جریان سفارش‌ها، به‌خصوص در بخش سفارش‌های فروش مؤثر است و معامله‌گران مطلع معمولاً برای استفاده از مزیت اطلاعاتی خود از سفارش‌های محدودشونده استفاده می‌کنند که این سفارش‌های حامل بار اطلاعاتی هستند و می‌توانند بر قیمت‌های اوراق در بازار اثر بگذارند.

همچنین طبق بررسی‌های برکچیان و سید صالحی (۱۴۰۱) مبنی بر اثر ناترازی جریان سفارش‌ها بر تغییرات قیمت در سهام که نتایج مشابهی با این پژوهش دارد، جریان سفارش‌ها با وجود بار اطلاعاتی خود، بر تغییرات قیمت مؤثر است و جزء عواملی محسوب می‌شود که سرمایه‌گذاران برای جلوگیری از زیان خود در معاملات باید به آن توجه کنند. بنابراین می‌توان گفت در اوراق خزانه با سررسید بلندمدت‌تر، اثر عدم تقارن اطلاعاتی بین معامله‌گران بیشتر از سایر اوراق در جریان سفارش‌ها مشاهده می‌شود و می‌تواند به نوسان قیمت منجر شود؛ بنابراین معامله‌گران باید به حجم سفارش‌ها در دو سمت عرضه و تقاضا و دیگر عوامل توجه داشته باشند تا بتوانند از زیان‌های پیش رو جلوگیری کنند.

محدودیت‌های پژوهش

از محدودیت‌های مهم این پژوهش، جامعه آماری محدود، به‌علت کم بودن معاملات در اوراق خزانه است. از آنجایی که بیشتر معاملات در بازار بورس بر اوراق سهام متمرکز است، حجم اوراق خزانه در حال معامله در این بازار کم است و علاوه بر آن، روزهای معاملاتی این اوراق نیز در سال چشمگیر نیست. به همین دلیل، در پژوهش حاضر تلاش شد تا از اوراقی که روزهای معاملاتی بیشتری دارند، به‌عنوان نمونه استفاده شود.

از دیگر محدودیت‌ها می‌توان به این موضوع اشاره کرد که این اوراق را فقط دولت منتشر می‌کند و در عرضه‌های اولیه، اغلب توسط بانک‌ها خریداری می‌شود که این موضوع به اخلاص در تعیین قیمت واقعی این اوراق منجر می‌شود. از طرفی دیگر، دامنه نوسان توسط سازمان بورس در زمان معاملات محدود شده است که این موضوع نیز بر تعیین قیمت ذاتی اوراق اثر می‌گذارد.

پیشنهادها

- همان‌طور که گفته شد، در این مقاله تنها به مدل‌سازی برخی از عناصر مدل اطلاعات‌محور ریزساختار بازار بدهی پرداخته شده است بنابراین پیشنهاد می‌شود که در مطالعات بعدی، به بررسی سایر عناصر ریزساختار بازار نیز توجه شود. از جمله عوامل مهم در این بازار، علاوه بر جریان سفارش‌ها، معامله‌ها هستند که بار اطلاعاتی زیادی در بازار دارند و می‌توانند بر سفارش‌ها و معامله‌های بعدی اثرگذار باشند.

- در این پژوهش به اثر عدم تقارن اطلاعاتی در بازار با وجود بار اطلاعاتی سفارش‌ها پرداخته شد؛ اما برای بررسی دقیق‌تر عدم تقارن اطلاعاتی و فعالیت‌های معامله‌گران مطلع و نامطلع در بازار، پیشنهاد می‌شود از مدل PIN برای مدل‌سازی احتمال معاملات آگاهانه و نرخ ورود معامله‌گران مطلع استفاده و تأثیر آن بر قیمت اوراق اخزا در بازار بررسی شود.
- با وجود تفاوت‌های چشمگیر در معاملات معامله‌گران مطلع و نامطلع در بازار، پیشنهاد می‌شود تا در پژوهش‌های آینده، به تحلیل نقش معامله‌گران حقیقی و حقوقی و استراتژی‌های معاملاتی آن‌ها در تعیین قیمت‌ها و نقدشوندگی در بازار پرداخته شود.
- از آنجایی که بیشتر معاملات اوراق خزانه در بازار فرابورس توسط بانک‌ها انجام می‌شود، پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آینده، اثر بحران‌های مالی بر اعتماد سرمایه‌گذاران و نقدشوندگی این اوراق در بازار بررسی شود.
- بازار همواره از عوامل، رویدادها و اخبار گوناگون تأثیر می‌پذیرد که نقدشوندگی این اوراق را در بازار تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین یک کانال ارتباطی بین بازار سهام و اوراق خزانه وجود دارد که به صورت متقابل بر یکدیگر اثر می‌گذارند. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده، به بررسی شاخص کل بورس با بازدهی و نقدشوندگی اوراق خزانه پرداخته شود.

منابع

- اصغری، ابراهیم؛ عباسیان فریدونی، محمدمهدی و نسل موسوی، سیدحسین (۱۳۹۹). تأثیر گرایش‌های احساسی سرمایه‌گذاران بر درجه نقدشوندگی بازار سهام. *پیشرفت‌های حسابداری*، ۱۲(۱)، ۱-۲۷.
- اکبری روشن، مهدیه؛ عبادی، جعفر و محمدی، شاپور (۱۴۰۰). بسط مدل اطلاعات‌محور مبتنی بر اطلاعات نهانی درون و برون شرکتی. *مجله تحقیقات اقتصادی*، ۵۶(۲)، ۲۰۵-۲۵۵.
- برکچیان، سید مهدی و سیدصالحی، سیدمحمدحسین (۱۴۰۱). بررسی اثر جریان سفارش بر تغییر قیمت سهام در بازار سهام تهران. *چشم‌انداز مدیریت مالی*، ۱۲(۴۰)، ۹-۲۷.
- حمایلی مهربانی، تایماز و مهرآرا، محسن (۱۴۰۰). شبیه‌سازی و برآورد احتمال معامله مبتنی بر اطلاعات نهانی در بورس اوراق بهادار تهران. *راهبرد مدیریت مالی*، ۹(۳)، ۱۷-۴۰.
- رستگار، محمد علی و ساعدی فر، خاطره (۱۳۹۶). استراتژی بهینه‌ی اجرای معاملات بزرگ با رویکرد شبیه‌سازی عامل‌گرا. *تحقیقات مالی*، ۱۹(۲)، ۲۳۹-۲۶۲.
- نظرپور، محمد نقی و صدرایی، محمد حسین (۱۳۹۶). شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های اسناد خزانه اسلامی در بازار اوراق بهادار ایران. *تحقیقات مالی اسلامی*، ۶(۲)، ۱۳۳-۱۶۶.
- نمکی، علی؛ عباسیان، عزت اله و شفیعی، الهه (۱۴۰۱). تجزیه و تحلیل میزان ریسک سیستمی شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از رویکرد سیستم‌های پیچیده. *راهبرد مدیریت مالی*، ۱۰(۱)، ۹۱-۱۱۲.

هاشمی، غزاله و عیوضلو، رضا (۱۴۰۲). عدم توازن سفارشات و نوسانات واقعی شده قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران و فرابورس ایران، *راهبرد مدیریت مالی*، ۱۱(۳)، ۲۹-۵۰.

References

- Akbari Roshan, M., Ebadi, J. & Mohamadi, S. (2021). Expanding an Information-Based Model Based on Inside and Outside Private Information. *Journal of Economic Research (Tahghighat- E- Eghtesadi)*, 56(2), 205-255. (in Persian)
- Asghari, E., Abbasian Fredoni, M. M. & Naslmosavi, S. (2020). The Impact of Investor Sentiments on Stock Market Liquidity. *Journal of Accounting Advances*, 12(1), 1-27. (in Persian)
- Barakchian, S.M. & Seyedsalehi, M. H. (2022). The Effects of Order Flow Imbalance on Stock Prices in Tehran Stock Exchange. *Journal of Financial Management Perspective*, 12(40), 9 - 27. (in Persian)
- Bertsimas, D. & Lo, A. W. (1998). Optimal control of execution costs. *Journal of Financial Markets*, 1(1), 1-50.
- Bissoondoyal-Bheenick, E., Brooks, R. & Do, HX. (2019). Asymmetric relationship between order imbalance and realized volatility: Evidence from the Australian market. *International Review of Economics & Finance*, 62, 309-320.
- Brandt, M.W. & Kavajecz, K.A. (2003). Price Discovery in the U.S. Treasury Market: The Impact of Orderflow and Liquidity on the Yield Curve. *The Journal of Finance*, 59, 2623-2654.
- Cont, R., Cucuringu, M. & Zhang, C. (2023). Cross-Impact of Order Flow Imbalance in Equity Markets. *Quantitative Finance*, 1-21.
- Cont, R., Kukanov, A. & Stoikov, S. (2014). The price impact of order book events. *Journal of financial econometrics*, 12(1), 47-88.
- Copeland, T. E. & Galai, D. (1983). Information Effects on the Bid-Ask Spread. *The Journal of Finance*, 38(5), 1457-1469.
- Easley, D. & O'Hara, M. (1992). Time and the Process of Security Price Adjustment. *The Journal of Finance*, 47(2), 577-605.
- Fleming, M. J. & Remolona, E. M. (1999). Price Formation and Liquidity in the U.S. Treasury Market: The Response to Public Information. *Journal of Finance*, 54(5), 1901-1915.
- Fleming, M. J. (2001). *Measuring Treasury Market Liquidity*. FRB of New York Staff Report.
- Fleming, M.J., Nguyen, G.H. & Ruela, F. (2023). Tick Size, Competition for Liquidity Provision, and Price Discovery: Evidence from the US Treasury Market. *Management Science*, 886.
- Fleming, M. J., Mizrach, B. & Nguyen, G. (2017). The Microstructure of a U.S. Treasury ECN: The BrokerTec Platform. *Journal of Financial Markets*, 40, 2-22.

- Fleming, M. J., Nguyen, G., Engle, R. & Ghysels, E. (2019). Liquidity and Volatility in the U.S. Treasury Market. *Journal of Econometrics*, 217(2), 207-229.
- Hamayeli Mehrabani, T. & Mehrara, M. (2021). Simulating and Estimating Trade Probability Based on Informed Trading in Tehran Stock Exchange. *Financial Management Strategy*, 9(3), 17-40. (in Persian)
- Handa, P. & Schwartz, R. (1996). Limit Order Trading. *Journal of Finance*, 51(5), 1835–1861.
- Hashemi, G. & Eivazlou, R. (2023). Order Imbalance and Stock Price Realized Volatility in Tehran Stock Exchange and Iran Farabourse. *Financial Management Strategy*, 11(3), 29-50. (in Persian)
- Kyle, A. S. (1985). Continuous Auctions and Insider Trading. *Econometrica*, 53(6), 1315–1335.
- Lin, H., Lo, I. & Qiao, R. (2021). Macroeconomic news announcements and market efficiency: Evidence from the U.S. Treasury market. *Journal of Banking & Finance*, 133, 106252.
- Namaki, A., Abbasian, E. & Shafiei, E. (2022). Analyzing of Systemic Risk Contributions of Tehran Stock Exchange Companies by Complexity Approach. *Journal of financial Management strategy*, 10(36), 91-112. (in Persian)
- Nazarpour, M. N. & Sadraei, M. H. (2017). Identification and Ranking of Islamic Treasury Bills' Risks in Iran's Securities Market. *Scientific Journal of "Islamic Finance Researches" (IFR)*, 6(2), 133-166. (in Persian)
- Pasquariello, P. & Vega, C. (2007). Informed and Strategic Order Flow in the Bond Markets. *Review of Financial Studies*, 20(6), 1975-2019.
- Rastegar, M. A. & Saedi Far, K. (2017). Optimal Execution Strategy: An Agent-based Approach. *Financial Research Journal*, 19(2), 262-239. (in Persian)
- Vega, C. & Miller, C.S. (2009). Market Microstructure Division of International Finance. *Board of Governors of the Federal Reserve System, Springer, New York*, 5392–5404.