Financial Research Journal

Print ISSN: 1024-8153

Online ISSN: 2423-5377

Developing an Algorithm for Detecting Suspicious Trades in Tehran Stock Exchange Based on Spoof Trading Model

Reza Tehrani

Prof., Department of Finance and Insurance, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: rtehrani@ut.ac.ir

Saeed Fallahpour

Assistant Prof., Department of Finance and Insurance, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: falahpor@ut.ac.ir

Hamid Nouralidokht*

*Corresponding Author, Phd Candidate, Department of Finance and Insurance, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: hamid.alidokht@ut.ac.ir

Abstract

Objective: Stock market manipulation has gained significant attention in recent years. The fact that markets can be manipulated has great implications for designing trading rules and market efficiency. Market manipulation has been developing since the beginning. Thoughtful and accurate manipulation techniques adopted by manipulators may not easily be detected. This research examines stock price manipulation in Tehran Stock Exchange and addresses the identification and detection of stock price manipulation by mathematical algorithm (spoof trading). This study examines transaction-based manipulation in which manipulators place bid and ask orders to control the stock prices. More specifically, this paper studies manipulated stocks by looking at market microstructure (intraday transactions) and aims to introduce an algorithm for detecting suspicious trades so that regulators can detect them beforehand. The ultimate goal of this paper is to help the "Securities and Exchange Organization" (SEO) of Iran to reform market regulations in order to prevent the occurrence of suspicious trades in the market.

Methods: This research relies on price data placed by investors in the market. Transaction data consists of two levels; the first level includes executed bid-ask orders available to the public, such as open, close, high, and low prices as well as trading volumes in a specific period. The second level includes the first layer plus all buying and selling orders whether they are executed or not. The latter can only be observed by the regulator and is not available to the public. This paper focuses on the second level in which characteristics and patterns of manipulated stocks are examined by utilizing the

intraday transactions of 50 manipulated companies from 2013 to 2016. Panel data analysis and F-limer, Hausman Test, Heteroskedasticity Test, Cointegration Test, Variance Inflation Factors Test, as well as econometric tests relating to price manipulation including stationary, autocorrelation, kurtosis, skewness, run and duration dependence test, were applied to the considered data. Finally, an artificial neural network was used to test the effectiveness of the designed algorithm. The obtained results were illustrated in a confusion matrix.

Results: The results of the mentioned econometric tests were consistent with the results of the designed algorithm. The study's hypotheses were accepted.

Conclusion: The results of the designed algorithm indicated that the efficiency of the utilized algorithm for detecting suspicious trades is equal to 90.4%, which is an excellent level of performance for accepting an algorithm. Additionally, this research shows that the price and volume of buy and sell orders in the first two lines of the ticker screen are effective in detecting stock price manipulation.

Keywords: Suspicious trades, Price manipulation, spoof Trading, Tehran Stock Exchange, Neural Networks.

Citation: Tehrani, Reza, Fallahpour, Saeed & Nouralidokht, Saeed (2023). Developing an Algorithm for Detecting Suspicious Trades in Tehran Stock Exchange Based on Spoof Trading Model. *Financial Research Journal*, 25(1), 26-62. https://doi.org/10.22059/FRJ.2020.295905.1006979 (*in Persian*)

Financial Research Journal, 2023, Vol. 25, No.1, pp. 26-62
Published by University of Tehran, Faculty of Management
https://doi.org/10.22059/FRJ.2020.295905.1006979
Article Type: Research Paper
© Authors
Received: January 14, 2020
Received in revised form: March 11, 2020
Accepted: June 16, 2021
Published online: April 19, 2023

شاپا چاپی: ۸۱۵۳-۱۰۲۴
شاپا الکترونیکی: ۵۳۷۷-۲۴۲۳
تحقیقات مالی

الگوریتم کشف معاملات مشکوک در بورس اوراق بهادار تهران بر اساس مدل معاملات جعلی

رضا تهرانی
استاد، گروه مالی و بیمه، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: rtehrani@ut.ac.ir

سعید فلاح پور
استادیار، گروه مالی و بیمه، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: falahpor@ut.ac.ir

حمید نورعلی‌دخت*
* نویسنده مسئول، دکتری مالی، گروه مالی و بیمه، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: hamid.alidokht@ut.ac.ir

چکیده

هدف: این پژوهش دستکاری قیمت سهام را در بورس اوراق بهادار تهران بررسی می‌کند و به شناخت و کشف دستکاری قیمت سهام با استفاده از الگوریتم ریاضی spoof trading می‌پردازد. این پژوهش بر دستکاری معامله‌محوری تمرکز کرده است که در آن، دستکاری‌کنندگان سفارش‌های خریدوفروش را برای کنترل قیمت سهام وارد سامانه می‌کنند.

روش: در این پژوهش با استفاده از مجموعه‌ای از داده‌های دست‌چین‌شده مربوط به معاملات لحظه‌ای، ۵۰ شرکت دستکاری‌شده انتخاب و مشخصات و الگوهای سهم‌های دستکاری‌شده در این شرکت‌ها، در بازه زمانی ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۵ بررسی شده است. در ادامه، از پنل دیتا و آزمون‌های اف لیمر، هاسمن، هم‌انباشتگی، ناهمسانی واریانس و تورم واریانس و سپس، آزمون‌های اقتصادسنجی مربوط به دستکاری قیمت، از جمله آزمون‌های مانایی، خودهم‌بستگی، کشیدگی، چولگی، تسلسل و وابستگی دیرش استفاده شده است. در انتها نیز برای سنجش کارایی الگوریتم مدنظر، از شبکه عصبی بهره گرفته شده و نتایج در قالب ماتریس تشخیص الگو ارائه شده است.

یافته‌ها: یافته‌ها حاکی از آن است که نتایج حاصل از آزمون‌های اقتصادسنجی با نتایج به‌دست‌آمده از الگوریتم طراحی‌شده هم‌خوانی دارد. همچنین فرضیه‌های ارائه شده در این پژوهش تأیید شدند.

نتیجه‌گیری: نتایج بررسی الگوریتم طراحی‌شده نشان داد که کارایی الگوریتم استفاده‌شده در جهت شناسایی معاملات مشکوک ۹۰/۴ درصد بوده است که این سطح از کارایی، برای پذیرش یک الگوریتم بسیار عالی است. همچنین با تأیید فرضیه‌های این پژوهش، این نتیجه حاصل شد که قیمت‌های ارائه‌شده در بخش سفارش‌های خریدوفروش و همچنین، میزان حجم ارائه‌شده در بخش سفارش‌های خریدوفروش در ردیف‌های اول و دوم تابلوی معاملات در شناسایی دستکاری قیمت مؤثر است.

کلیدواژه‌ها: معاملات مشکوک، دستکاری قیمتی، معاملات جعلی، بازار بورس و اوراق بهادار تهران، شبکه عصبی.

استناد: تهرانی، رضا؛ فلاح‌پور، سعید و نورعلی دخت، حمید (۱۴۰۲). الگوریتم کشف معاملات مشکوک در بورس اوراق بهادار تهران بر اساس مدل معاملات جعلی. *تحقیقات مالی*، ۲۵(۱)، ۲۶-۶۲.

تحقیقات مالی، ۱۴۰۲، دوره ۲۵، شماره ۱، صص. ۲۶-۶۲
ناشر: دانشکدهٔ مدیریت دانشگاه تهران
نوع مقاله: علمی پژوهشی
© نویسندگان
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۲۴
تاریخ ویرایش: ۱۳۹۸/۱۲/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۶
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۱/۳۰
doi: https://doi.org/10.22059/FRJ.2020.295905.1006979

مقدمه

از زمانی که بازارها وجود داشته‌اند، دستکاری بازار نیز وجود داشته است. ترفندی که به‌صورت دقیق توسط دستکاری‌کنندگان طراحی‌شده، ممکن است بسیار پیچیده و تشخیص آن آسان نباشد. اساساً، یک عمل دستکاری سهام، با هدف کسب سود ناروا، معمولاً شامل سوءاستفاده عمدی از منابع مالی، اطلاعات و سایر منابع جهت ساخت درک غلط از ارزش واقعی یک سهم و تحریک سرمایه‌گذاران بی‌اطلاع جهت تصمیم‌گیری‌های معاملاتی غلط یا غیرمنطقی است. هرچند امروزه به‌واسطه تصویب قوانین مناسب و پوشش بسیاری از مواردی که باعث برهم‌زدن تعادل منطقی قیمت سهام شرکت‌ها در بورس‌های پیشرفته می‌شود، دستکاری قیمت در این نوع بازارهای مالی ممکن است بسیار سخت به نظر برسد، اما نباید این‌گونه تصور کرد که بحث دستکاری قیمت در این بورس‌ها یک موضوع حل‌شده است؛ زیرا در بورس‌های پیشرفته دستکاری قیمت اغلب به‌واسطه روش‌های پیچیده و کاملاً مخفی که شناسایی و تحت مقررات در آوردن آن‌ها بسیار دشوار است، انجام می‌شود. در مقابل، در بورس‌های نوظهور که نظام نظارتی کارا ندارند، دستکاری قیمت اوراق بهادار توسط کسانی که از قدرت لازم برای این منظور برخوردارند، به‌صورت گسترده و در همه اَشکال آن وجود دارد (می، وو و ژاو[1]، ۲۰۰۴). معامله‌گر مطلع به این می‌اندیشد که آیا شایعه‌ای (احتمالاً نادرست) را دربارهٔ بازده دارایی بین معامله‌گران نامطلع پخش کند؟ معامله‌گران خبره، رابطهٔ بین شایعه و بازدهی دارایی را به‌درستی پیش‌بینی می‌کنند، در حالی‌که مبتدیان ظاهر شایعه را قبول می‌کنند. سرمایه‌گذار مطلع، با فرض اینکه یک معامله‌گر مبتدی وجود داشته باشد، بین معامله‌گران نامطلع با ایجاد هیجان دروغین به سرمایه‌گذاران مطلع اجازه می‌دهد که در قیمت بالا بفروشند یا در قیمت پایین بخرند. اعمال نظارت شدید که پخش شایعه نادرست را بسیار پرهزینه می‌کند، الزاماً ترفندهای معاملات جعلی[2] را محدود نمی‌کنند، حجم معاملات با ترفند معاملات صوری افزایش می‌یابد، درحالی‌که کارایی بازار کاهش می‌یابد.

ضعف سیستم قانونی و سازوکار معاملاتی و نظارتی همراه با عدم بلوغ مشارکت‌کنندگان در بازار و نبود نهادهای تسهیل‌کننده سرمایه‌گذاری برای سرمایه‌گذاران خرد و غیرحرفه‌ای، ازجمله دلایلی است که زمینه لازم برای بروز رفتارهای منجر به دستکاری قیمت را مهیا می‌سازد. بازار ما نیز به‌عنوان بازاری نوظهور، از این امر مستثنا نیست و تلاش در جهت جذب عموم سرمایه‌گذاران به این بازار و جلب اعتماد بلندمدت آن‌ها، به‌منظور رشد سرمایه‌گذاری، به ایجاد سازوکارهایی نیاز دارد که از رفتارهای منجر به دستکاری در بازار اوراق بهادار جلوگیری می‌کند. رشد سریع سرمایه‌گذاری در سال‌های اخیر در بازار سرمایه و نبود قوانین و مقررات و سازوکارهای نظارتی منسجم، زمینه لازم برای نوسان‌های شدید قیمتی در مورد سهام برخی از شرکت‌ها را ایجاد کرده است؛ به‌طوری‌که سهام برخی از شرکت‌ها در دوره‌ای با حجم معاملات بالا و نوسان‌های شدید همراه شده و بعد از مدتی دوباره به قیمت قبلی خود بازمی‌گردد. یکی از مشکلاتی که متصدیان بازارهای مالی جهان با آن مواجهند، تغییر در واقعیت بازار توسط سودجویان است. این افراد با انجام

1. Mei, Wu & Zhou
2. Spoof trading

معاملات صوری، سفارش چینی در یک حجم مشخص، ایجاد شایعه و جمع‌آوری سهام در قیمت پایین باعث تغییر کاذب قیمت‌ها می‌شوند یا صف‌های خریدوفروش را با سفارش‌های کاذب دستخوش تغییر می‌کنند که به اصطلاح به آن دستکاری قیمت گفته می‌شود. تنظیم بازار از طریق مداخله انسانی تنها از طریق مشاهده چشمی داده‌های بازار، زیاد تأثیرگذار نیست و همه این موارد قبول فناوری انقلابی و استفاده از مدل‌های آماری توسعه‌یافته را برای کنترل و پایش بازار سرمایه الزامی می‌سازد. از سیستم پایش بازار انتظار می‌رود تا فعالیت خریدوفروش سهام را بر اساس مدل‌های ریاضی که داده‌های قیمت سهام را آنالیز می‌کند، به‌دقت بررسی و وضعیت‌های نابهنجار را گزارش کند.

این کار به آماده کردن یک محیط خریدوفروش منصفانه با ایجاد یک سیستم بازدارنده قوی برای دستکاری بالقوه قیمت‌ها کمک می‌کند. به این‌ترتیب مسئله اصلی پژوهش، وجود نوسان‌های شدید و مقطعی و دستکاری قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران است و طراحی الگوریتم کشف معاملات مشکوک، موضوع این پژوهش است تا از این راه شناخت بیشتری در رابطه با دستکاری حاصل‌شده و به‌تبع آن سازوکارهای مناسبی جهت جلوگیری از این پدیده توسط مقامات ناظر تعبیه شود. این پژوهش کوشش می‌کند تا یک مدل مناسب برای کشف معاملات مشکوک معرفی کند. در این پژوهش ابتدا با استفاده از آزمون‌های وابستگی دیرش و آزمون ضرایب کشیدگی و چولگی به بررسی وجود بازدهی غیرعادی پرداخته می‌شود. درصورتی‌که روند نوسان‌های قیمت آن‌ها تصادفی نبوده و قیمت سهام آن‌ها در مقطع زمانی موردمطالعه، با قیمت‌های گذشته خودهم‌بستگی داشته باشد و از طرفی بازدهی غیرعادی آن‌ها معنادار باشد، دلیل بر انجام دستکاری قیمت خواهد بود. در این پژوهش ما از مدل spoof trading جهت شناسایی معاملات مشکوک استفاده خواهیم کرد.

مبانی نظری پژوهش

توجه به دستکاری قیمت‌های اوراق بهادار در چند سال گذشته در حال رشد بوده است (برای مثال، ون بومل[1]، ۲۰۰۳؛ کامرتون ـ فورد و پوتنین[2]، ۲۰۱۱؛ جائو و اولر[3]، ۲۰۱۲؛ چاو، هانگ، لیو و شیو[4]، ۲۰۱۳؛ کی، یانگ و تیان[5]، ۲۰۱۴). این حقیقت که بازارها می‌توانند دستکاری شوند، موضوع مهمی هم برای قوانین معامله‌گری و هم کارایی بازار است. قانون‌گذاران اوراق بهادار، به‌طورکلی دستکاری بازار را ممنوع کرده‌اند؛ زیرا قیمت‌ها را مخدوش می‌کند و همچنین، مانعِ کشف منصفانه قیمت شده و به زیان سرمایه‌گذاران منجر می‌شود. برخی از متقاعدکننده‌ترین مطالعات روی مدل‌سازی رفتار دستکاری و نتایج تجربی دستکاری تمرکز دارند (برای مثال ویلا[6]، ۱۹۸۹؛ آلن و گیل[7]، ۱۹۹۲؛ آلن و گورتون[8]،

1. Van Bommel
2. Comerton-Forde & Putnins
3. Gao & Oler
4.Chow Hung, Liu & Shiu
5. Qi, Yang & Tian
6. Villa
7. Allen & Gale
8. Allen & Gorton

۱۹۹۲؛ جارو[1]، ۱۹۹۲؛ بگنولی و لیپمن[2]، ۱۹۹۶). در سال‌های اخیر، توجه بیشتری به مطالعات تجربی دستکاری شده است (می، وو و ژاو، ۲۰۰۴؛ جیانگ وماهونی[3]، ۲۰۰۵؛ کواجا و میان[4]، ۲۰۰۵؛ مریک، نایک و یادوا[5]، ۲۰۰۵؛ اگروال و وو[6]، ۲۰۰۳، ۲۰۰۶؛ آلن، لیتو و می[7]، ۲۰۰۶). دستکاری بازار، طی قرن‌ها وجود داشته است؛ اما پژوهش هارت[8] (۱۹۷۷) احتمالاً اولین پژوهش مستند در خصوص دستکاری از دید تئوری است که در آن امکان و شرایط دستکاری به بحث گذشته شده است.

اثر تحسین‌شدهٔ آلن و گیل (۱۹۹۲) مطالعهٔ دستکاری را به مرحلهٔ جدیدی آورده است که در آن احتمال دستکاری بر پایهٔ معامله را در چارچوب (نظریه) انتظارات منطقی بررسی می‌کند. بزرگ‌ترین دستاورد آن، دسته‌بندی دستکاری سهام به سه گونه است: بر پایهٔ اطلاعات، بر پایهٔ سهام و بر پایهٔ معامله. جارو (۱۹۹۲) با یک مدل نظری نشان می‌دهد که چنانچه دستکاری‌کننده بتواند بازار را تحت اختیار بگیرد، استراتژی‌های دستکاری سودآور وجود دارد. برونرمیر و پدرسن[9] (۲۰۰۵) مدلی را پیشنهاد دادند که یک معامله‌گر می‌تواند با ایجاد یک بحران برای معامله‌گر دیگری، سود کسب کند. اگروال و وو (۲۰۰۳ و ۲۰۰۶) با معرفی یک نوع جویندهٔ اطلاعات که به‌دنبال اطلاعات در مورد ارزش واقعی سهام می‌گردد، چارچوب آلن و گیل (۱۹۹۲) را توسعه دادند. گلدستین و گومبل[10] (۲۰۰۸) به‌صورت نظری نشان دادند که دستکاری تنها به‌وسیله سفارش‌های فروش با استفاده از اثر بازخورد از بازار مالی به ارزش واقعی شرکت، امکان‌پذیر است. تمامی مدل‌های نظری که پیش‌تر به آن اشاره شد، در چارچوب سنتی ساخته شده‌اند که در آن عامل‌های منطقی[11] در برای بیشینه‌کردن مطلوبیت مورد انتظار خود تلاش می‌کنند؛ اما با پیشرفت‌های سریع مالی رفتاری، پژوهشگران به‌طور فزاینده‌ای پذیرفته‌اند که معامله‌گران می‌توانند در رفتارهای معاملاتی خود غیرمنطقی باشند. در این راستا آلن، می و لیتو (۲۰۰۶) با ساخت یک مدل نظری در چارچوب مالی رفتاری، به پیشرفت خوبی دست یافتند. این مدل نشان می‌دهد که دستکاری‌کننده قادر است از سرمایه‌گذاران باانگیزه رفتاری اریب[12]، از طریق تعیین فرایند قیمت و به‌علت محدودیت‌های آربیتراژ، سوءاستفاده و سود کند.

نتیجهٔ پژوهش‌های تجربی اخیر فریدر و زیترین[13] (۲۰۰۷) و هانکه و هاوزر[14] (۲۰۰۸)، ترفند دستکاری بالا ببر و بفروش و معاملات صوری را مؤثر نشان می‌دهد. فریدر و زیترین (۲۰۰۷) نشان می‌دهند که تقریباً ۷۳۰ میلیون ایمیل

1. Jarrow
2. Bagnoli & Lipman
3. Jiang, Mahoney & Mei
4. Khwaja & Mian
5. Merrick, Naik & Yadav PK
6. Aggarwal and Wu
7. Allen, Litov & Mei
8. Hart
9. Brunnermeier & Pedersen
10. Goldstein & Guembel
11. Rational Agents
12. Biased behavior-driven investors
13. Frieder & Zittrain
14. Hanke & Hauser

اسپم هر هفته فرستاده می‌شود که ۱۵درصد آن‌ها دربارهٔ موضوع سهام است. آن‌ها ۷۵,۰۰۰ ایمیل ناخواسته را بررسی کردند که همگی تبلیغ سهم بود و بین ژانویه ۲۰۰۴ و جولای ۲۰۰۵ فرستاده شده بود. نویسندگان دریافتند که هرزنامه‌نویسانی[1] که روز قبل از شروع کمپین ایمیل، به خرید سهام اقدام کردند و روز بعد از آن، سهام را فروختند، می‌توانستند از سرمایه‌گذاری خود ۴/۹درصد بازدهی کسب کنند. کسانی که ترفندهای بالا ببر و بفروش را باور می‌کنند، معمولاً ۵/۲۵درصد از سرمایه‌گذاری خود را در دو روز از دست می‌دهند. هانکه و هاوزر (۲۰۰۸) دریافتند که ایمیل‌های هرزنامهٔ مربوط به سهام بر بازدهی، نوسان‌ها، دامنهٔ قیمت بین روز[2] و حجم معاملات تأثیر زیادی دارد. به‌ویژه، آن‌ها نشان دادند که حجم معاملات در سهم‌هایی در مورد آن‌ها هرزنامه ارسال شده است، در روز ارسال هرزنامه و روزهای اطراف آن بسیار بیشتر است. فریدر و زیترین (۲۰۰۷) نیز یافته‌های مشابهی دارند. در روزی که هرزنامه‌ای یافت نشده است، احتمال اینکه سهم تبلیغ‌شده بیشترین سهم معامله‌شده در آن روز باشد، ۸درصد است؛ اما در روزهای که هرزنامه و تبلیغ وجود دارد، احتمال اینکه سهم تبلیغ‌شده بیشترین سهم معامله‌شده در آن روز باشد، ۸۱درصد است. کایل و ویسواناتان[3] (۲۰۰۸) استدلال می‌کنند که فهمی از آثار دستکاری، هم روی درستی قیمت و هم روی نقدشوندگی لازم است تا تعیین شود که یک استراتژی معامله، به‌طور قطعی از لحاظ اجتماعی زیان‌بار است و باید غیرقانونی باشد. کامرتون فورد و پوتنین (۲۰۱۱) اثر دستکاری قیمت پایانی را روی قیمت‌ها و مشخصه‌های مختلف معامله با استفاده از نمونه پرونده‌های دستکاری تحت پیگرد قضایی بررسی کردند. نویسندگان دریافتند که دستکاری قیمت پایانی، اثر نامطلوب زیادی روی درستی قیمت دارد.

اگروال و وو (۲۰۰۶) نیز دستکاری را با استفاده از پرونده‌های تحت پیگرد تحلیل کردند؛ ولی پژوهش حاضر از سه جهت با آن‌ها متفاوت است. نخست اینکه آن‌ها دستکاری را در بازار توسعه‌یافته ایالات متحده بررسی کرده‌اند، در حالی‌که پژوهش حاضر دستکاری را در یک بازار نوظهور و پُرنوسانی بررسی کرده است که در آن، سرمایه‌گذاران حقیقی‌ای که راحت‌تر مورد دستکاری قرار می‌گیرند، بیش از ۶۰درصد کل سرمایه‌گذاران هستند. علاوه‌بر این در مقایسه با بازارهای توسعه‌یافته، بازارهای نوظهور از قوانین و مقررات حمایت چندانی نمی‌شوند؛ بنابراین یافته‌های این پژوهش ممکن است برای قوانین معاملات و سیاست‌های سرمایه‌گذاری، نتایج متفاوتی داشته باشد. کواجا و میان (۲۰۰۵) نیز دستکاری را در بازار سهام نوظهور پاکستان بررسی کردند؛ اما این نویسندگان روی دستکاری از طریق تبانی کارگزاران تمرکز کردند، درحالی‌که پژوهش حاضر تمامی پرونده‌های دستکاری تحت پیگرد را بررسی کرده است. دوم اینکه پژوهش حاضر، ترفند خاص دستکاری را بررسی و مقایسه می‌کند و آن spoof trading است.

ندیری، علوی نسب، پیمانی و ربیعی (۱۳۹۶) نیز به بررسی دستکاری قیمت پرداخته‌اند و از داده‌های مربوط به صورت‌های مالی و یک مدل رگرسیونی چندمتغیره، برای شناسایی دستکاری قیمت استفاده کرده‌اند که پژوهش حاضر با پژوهش آن‌ها از لحاظ فرضیه‌های در نظر گرفته‌شده برای انجام پژوهش، مدل پژوهش، روش پژوهش، داده‌های

1. Spammers
2. Intraday spread
3. Kyle & Viswanathan

مورداستفاده و نیز نتایج حاصل‌شده تفاوت دارد. همچنین پژوهش دیگری توسط فلاح شمس، کردلویی و رشنو (۱۳۹۰) در خصوص دستکاری قیمت انجام شده است که هم از حیث داده‌های مورداستفاده و هم از حیث نتایج با پژوهش پیش رو تفاوت‌های بسیاری دارد. آن‌ها از متغیرهایی همچون روزهای معاملاتی، تعداد دفعات معاملات در هر روز، متوسط مبلغ خریداران، متوسط ارزش بازار، میزان شفافیت اطلاعات، میزان شناوری سهم و متوسط تعداد دفعات معامله در روز استفاده کرده‌اند، در حالی‌که تمامی متغیرهای مورداستفاده در این پژوهش، از تابلو معاملات لحظه‌ای استخراج شده است. تفاوت مهم و اساسی پژوهش پیش رو با پژوهش‌های انجام‌شده در زمینهٔ کشف دستکاری قیمت در این است که این پژوهش به‌دنبال کشف دستکاری قیمت در همان روز معاملاتی است که دستکاری در آن انجام شده است، درحالی‌که سایر پژوهش‌ها می‌بایست از داده‌ای مربوط به‌صورت‌های مالی جهت کشف دستکاری قیمت استفاده کنند که این کار شناسایی دستکاری قیمت را به تعویق می‌اندازد.

پژوهش کارتیا، جیمونگل و ونگ[1] (۲۰۲۰) نیز با پژوهش پیش رو تفاوت‌های اساسی دارد. نخست آنکه در آن پژوهش، از حجم‌های نامعقول مربوط به سفارش‌های خریدوفروش استفاده شده است، درحالی‌که در این پژوهش از حجم‌های تطبیق یافته، حجم‌های کنسل شده، قیمت‌های کنسل شده و قیمت‌های تطبیق یافته و قیمت‌های ارائه‌شده با در نظر گرفتن وقفه‌های زمانی مربوط به لحظات قبل از انجام معامله استفاده شده است. دوم اینکه در آن پژوهش از فرایند تصادفی بهره گرفته شده است، درحالی‌که این پژوهش بر مدل‌های ریاضی شبکه عصبی و آزمون‌های اقتصادسنجی متکی است. سوم اینکه که در پژوهش مذکور به اثبات مدل پرداخته شده است، در حالی‌که در پژوهش پیش رو به ارزیابی الگوریتم ارائه شده با استفاده از داده‌های واقعی پرداخته شده است.

علاوه بر موارد مذکور، پژوهش حاضر با چندین ادبیات تئوری در ارتباط است. یکی از آن‌ها، مدل‌سازی بازارهای مالی است که می‌توان به مقاله‌های دلانگ، اشلیفر، سامرز و والدمن[2] (۱۹۹۱)، دنیل، هیرشلیفر و سابراهمانیام[3] (۱۹۹۸)، جرویس و اودین[4] (۲۰۰۱)، کایل و ونگ[5] (۱۹۹۷) و اودین[6] (۱۹۹۸) اشاره کرد. پژوهش حاضر بیشتر با دسته‌ای از پژوهش‌های اخیر مرتبط است که از آن جمله، می‌توان به بلینز[7] (۲۰۰۳)، هانگ، شینکمن و زیونگ[8] (۲۰۰۸)، کارتیک[9] (۲۰۰۵)، کارتیک، اتاویانی و سکواینتانی[10] (۲۰۰۷) اشاره کرد. همچنین، پژوهش‌های دیگری نیز به این پژوهش ربط دارد؛ برای مثال، پژوهش‌های بلینز (۲۰۰۳)، هانگ، شینکمن و زیونگ (۲۰۰۶)، اتاویانی و سورنسن[11] (۲۰۰۶ الف و ب) اشاره کرد. در نهایت و از همه مهم‌تر اینکه مقاله حاضر با ادبیات در حال رشد مربوط به دستکاری بازار مرتبط است که از

1. Cartea, Jaimungalb & Wang
2. De, Bradford, Shleifer, Summers & Waldmann
3. Daniel Hirshleifer and Subrahmanyam
4. Gervais & Odean
5. Kyle & Wang
6. Odean
7. Blanes
8. Hong, Scheinkman & Xiong
9. Kartik
10. Kartik, Ottaviani & Squintani
11. Ottaviani & Sorensen

آن جمله می‌توان به پژوهش‌های اگاروال و وو[1] (۲۰۰۳ و ۲۰۰۶)، آلن و گیل (۱۹۹۲)، آلن و گورتن (۱۹۹۲)، آلن، لیتوو و می[2] (۲۰۰۶)، بگنولی و لیپمن (۱۹۹۶)، بنابو و لاروک[3] (۱۹۹۲)، چاکرابورتی و ییلماز[4] (۲۰۰۴)، فیشمن و هاگرتی[5] (۱۹۹۵)، گلدستین و گوئمبل (۲۰۰۳)، هارت (۱۹۷۷)، هارت و کرپس[6] (۱۹۸۶)، هادارت، هیوز و لوین[7] (۲۰۰۱)، جارو (۱۹۹۲، ۱۹۹۴)، جان و نارانایان[8] (۱۹۹۷)، کومار و سپی[9] (۱۹۹۲) و ون‌بومل (۲۰۰۳)، ویلا (۱۹۸۷، ۱۹۸۹)، ویتاله[10] (۲۰۰۰) را نام برد. در بین ادبیات تئوریک دستکاری، بنابو و لاروک (۱۹۹۲) و ون‌بومل (۲۰۰۳) از نمونه پژوهش‌هایی در زمینهٔ دستکاری سهام هستند که با پژوهش حاضر مرتبط است.

پیشینهٔ پژوهش

مطالعات انجام‌شده در خصوص معاملات مشکوک و دستکاری قیمت، به‌صورت خلاصه در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. پیشینه پژوهش

پژوهشگر	نتایج
جاروو (۱۹۹۲)	گروهی از سهام‌داران با در اختیار داشتن حجم زیادی از معاملات می‌توانند تأثیر مهمی در وجود یا عدم وجود دستکاری قیمت سهام داشته باشند.
پالیشکار و اپته[11] (۲۰۰۸)	ارائه الگوریتمی که قادر به شناسایی الگوهای موقتی داده‌های مربوط به سهام مورد معامله بود. این الگوها در زمان دستکاری سهام شرکت به‌طور مکرر خود را نشان می‌دهد و این الگوریتم از طریق سیستم شناسایی فازی آن‌ها را شناسایی می‌کند.
آکتاس و دوگانای[12] (۲۰۰۹)	توسعه و ارائه مدلی برای پیش‌بینی دستکاری قیمت سهام در بورس اوراق بهادار استانبول که مبتنی بر تفاوت‌های بین سهام شرکت‌های دستکاری شده و شاخص بازار در سه دوره قبل از دستکاری قیمت، حین دستکاری قیمت و بعد از دستکاری قیمت می‌باشد.
کایل و ویزواناتان (۲۰۰۸)	قیمت سهام و حجم معاملات سهام، از مهم‌ترین و کلیدی‌ترین شاخص‌های پیش‌بینی دستکاری بازار هستند.
آتکین و همکاران (۲۰۰۹)	هم‌بستگی مثبتی بین دستکاری مبتنی بر معامله اوراق بهادار و هزینه‌های اجرایی در معاملات پر حجم وجود دارد. همچنین با کاهش دستکاری قیمت سهام، شاهد کاهش معناداری در صرفه غیرعادی سهام خواهیم بود.
دیاز، تئودولیدس و سمپایو[13] (۲۰۱۱)	از داده‌های طی روز استفاده کردند و از طریق کدگذاری الگوی جدیدی را برای شناسایی دستکاری قیمت سهام ارائه نمودند.

1. Aggarwal & Wu
2. Allen, Litov & Mei
3. Benabou & Laroque
4. Chakraborty & Yılmaz
5. Fishman & Hagerty
6. Hart & Kreps
7. Huddart, Hughes & Levine
8. John & Narayanan
9. Kumar & Seppi
10. Vitale
11. Palshikar & Apte
12. Öğüt, Doğanay & Aktaş
13. Diaz, Theodoulidis & Sampaio

ادامهٔ جدول ۱

پژوهشگر	نتایج
سان، شن، چانگ و وانگ[1] (۲۰۱۲)	معاملات ۱۰۰ شرکت را در یک سال بررسی و به‌وسیله یک شبکه معاملاتی اقدام به مدل‌سازی دستکاری قیمت نمودند.
پوتنینز (۲۰۱۱)	طبقه‌بندی مختلفی از دستکاری قیمت ارائه و راه‌کارهایی را تعریف کرده است.
پوتنین وکامرتن[2] (۲۰۱۱)	با مطالعه قیمت پایانی سهام دستکاری شده دریافت که سهام با اطلاعات نامتقارن و نقدشوندگی پایین در معرض دستکاری قیمت قرار دارند.
مسیرا، لاگی، باریم[3] (۲۰۱۲)	با بررسی قوانین دستکاری قیمت به اسنادی دست یافتند که نشان می‌دهد در دستکاری قیمت گروهی هماهنگ حرکت می‌کنند.
پونیامورتی و توپان[4] (۲۰۱۲)	برای طبقه‌بندی شرکت‌ها به دو گروه دستکاری شده و دستکاری نشده، خطای اندازه‌گیری مدل ترکیبی الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی مصنوعی کمتر از خطای مدل QDF بوده و بنابراین مدل بهتری است.
لی، ام و پارک[5] (۲۰۱۳)	طی پژوهشی که در بورس کره انجام دادند با استفاده از قیمت پیشنهادی و حجم درخواستی مربوط به سفارش‌هایی که در۶ ردیف اول سامانه معاملات قرار داشت، به بررسی دستکاری قیمت پرداختند و به این نتیجه رسیدند که سفارش‌های جعلی ارسالی به سامانه معاملات، باعث ایجاد عدم توازن در معاملات سهم می‌شود. همچنین نشان دادند که معاملات جعلی باعث سود بالا برای انجام دهندگان آن می‌شود. از سوی دیگر، سهم‌هایی که نوسان‌های بالا، نقدشوندگی کمتر، قیمت پایین‌تر و شفافیت کمتری دارند، بیشتر در معرض معاملات جعلی قرار می‌گیرند و دستکاری قیمت بیشتر روی آن‌ها انجام می‌شود.
دیسانایکی و لیم[6] (۲۰۱۵)	معاملات نهایی و دستکاری قیمت در بازارهای آسیایی را بررسی کردند. دیسانایکی و لیم در مقاله خود سه هدف را دنبال کردند؛ هدف اول آن‌ها شناسایی معاملات نهانی و دستکاری قیمت است؛ هدف دوم برآورد مقدار سود غیرقانونی (زیان جلوگیری شده) است که ممکن است به‌دست‌آمده باشد؛ و درنهایت هدف سوم تجزیه‌وتحلیل پاسخ مناسب قانون‌گذاران و دیگر اعضای بازار به معاملات نهانی و دستکاری قیمت است. آن‌ها نتیجه گرفتند که قانون‌گذاران باید منابع بیشتری را به کار تحقیقاتی در این حوزه اختصاص دهند و همچنین شرکت‌ها باید در انتشار اطلاعات حساس به بازار بیشتر دقت کنند.
وانگ[7] (۲۰۱۵)	با استفاده از داده‌های مربوط به بورس آتی تایوان، به بررسی معاملات جعلی و دستکاری قیمت پرداخت و نشان داد که سهم‌های دستکاری شده با استفاده از معاملات جعلی دارای حجم معاملات بالایی هستند و نوسان‌های بالایی را تجربه می‌کنند.
شی و همکاران[8] (۲۰۱۷)	آن‌ها با استفاده از مدل spoof trading و روش‌های آماری و مدل‌های پویا و دینامیک به بررسی دستکاری قیمت پرداختند. در نهایت به این نتیجه رسیده‌اند که مدل پویا پیش‌بینی بهتری را ارائه خواهد داد.
آژانس مشارکت قوانین انرژی (۲۰۱۹)	در یک گزارش مفصل به بررسی قوانین و ارائه راه‌کارها و معیارهای سنجش و شناسایی انواع دستکاری پرداخته است.
کارتیا، دانلی و جیمونگل[9] (۲۰۱۹)	در این پژوهش به بررسی و پیش‌بینی قیمت‌های آتی صرف‌نظر از بررسی دستکاری قیمت با استفاده از مدل spoof trading پرداخته شده است. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که مدل‌های ریاضی مربوط به spoof trading برای پیش‌بینی مناسب‌اند.

1. Sun, Shen, Cheng &Wang
2. Putnins & Comerton-Forde
3. Misra, Lagi & Bar-Yam
4. Punniyamoorthy & Thoppan
5. Lee, Eom & Park
6. Dissanaike & Lim
7. Wang
8. Zhai et al.
9. Cartea, Donnelly & Jaimungal

ادامهٔ جدول ۱

پژوهشگر	نتایج
کارتیا، جیمونگل و ونگ[1] (۲۰۲۰)	این محققان با استفاده از فرایندهای تصادفی، به بررسی حجم سفارش‌های نامعقول در سمت خریدوفروش در سامانه معاملات پرداخته‌اند. نتیجه آن‌ها نشان داد این روش که برای کسب سود توسط معامله‌گران استفاده می‌شود، می‌تواند در شناسایی دستکاری سهم مؤثر باشد. آن‌ها در این پژوهش با استفاده از فرایندهای تصادفی و مدل‌های مربوط به ریاضیات مالی، مدلی را جهت شناسایی دستکاری قیمت از طریق ارائه سفارش‌های نامعقول ارائه کردند.
فلاح شمس (۱۳۸۸)	با انجام آزمون‌هایی از قبیل آزمون‌های والد، درست‌نمایی، لاندای ویلکس، کارایی مدل مد نظر در پیش‌بینی دستکاری قیمت در بوس تهران تأیید شد.
راعی، محمدی و عیوضلو (۱۳۹۱)	با استفاده از مدل‌های ریزساختار بازار، به بررسی کسب بازدهی از اطلاعات نهانی پرداختند. آن‌ها نشان دادند که ۱۰ درصد افزایش در احتمال معامله مبتنی بر اطلاعات، ۲/۸ درصد افزایش در بازده را به همراه خواهد داشت. سرمایه‌گذاران برای معامله با معامله‌گران مطلع ریسک (ریسک اطلاعات) قائل هستند و از این رو بازده بالاتری را نیز برای آن مطالبه می‌کنند. همچنین بین احتمال معامله مبتنی بر اطلاعات و اندازه شرکت، رابطه منفی و معناداری یافت شد؛ به عبارتی شرکت‌های بزرگ‌تر، معامله‌های مبتنی بر اطلاعات کمتر و شرکت‌های کوچک‌تر معامله‌های مبتنی بر اطلاعات بیشتری را شاهدند. این موضوع می‌تواند از شفافیت اطلاعاتی شرکت‌های بزرگ‌تر و سطح پوشش تحلیلگران بالاتر آنان نشئت گرفته باشد. در واقع این همان شفافیتی است که به بروز دستکاری قیمت در سهام شرکت‌ها منجر می‌شود. در واقع آن‌ها نشان دادند که در بازار سرمایه امکان بروز دستکاری و کسب سود وجود دارد.
فلاح شمس و کردلویی (۱۳۹۱)	این محققان به مدل‌سازی و پیش‌بینی بروز دستکاری قیمت در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. آن‌ها از متغیرهای اندازه شرکت، نسبت قیمت به عایدی، شفافیت اطلاعات، نقدشوندگی سهم و ترکیب سهامداران، به‌منزله عوامل تعیین‌کننده دستکاری قیمت در مدل‌سازی استفاده کردند. نتایج نشان داد که کم‌عمق بودن بازار، ساختار نامناسب بازار و عدم وجود پیگیری‌های قانونی، از علل اساسی بروز دستکاری قیمت در بورس اوراق بهادار تهران است.
فلاح شمس و همکاران (۱۳۹۱)	ابتدا با استفاده از آزمون وابستگی دیرش و از میان ۳۷۹ شرکت، ۹۵ شرکت به‌عنوان شرکت‌های دستکاری شده شناسایی شد سپس دقت پیش‌بینی مدل ماشین بردار پشتیبان، پیرامون دستکاری قیمت‌ها در بازار سرمایه بررسی شد. بر اساس نتایج، این مدل در ۸۱ پیش‌بینی درصد از دستکاری‌ها موفق عمل کرده است.
راعی، محمدی و عیوضلو (۱۳۹۲)	آن‌ها در پژوهشی با استفاده از قیمت سفارش‌های خریدوفروش و قیمت معاملات میان روزی سهام، به این نتیجه رسیدند که احتمال معامله مبتنی بر اطلاعات خصوصی در بورس اوراق بهادار تهران به‌طور معناداری متفاوت از صفر است. به عبارت دیگر، آن‌ها نشان دادند که دستکاری بر مبنای اطلاعات در بازار وجود دارد.
فلاح شمس، بادپا و بادپا (۱۳۹۴)	در این پروهش به بررسی متغیرهایی همچون بازدهی سهام، دفعات معاملات سهام، قیمت پیشنهادی خرید و فروش، حجم معاملات و سرعت گردش معاملات، به‌عنوان عوامل تعیین‌کننده دستکاری قیمت پایانی پرداخته شده است. یافته‌ها نشان داد که این عامل‌ها در بروز دستکاری قیمت مؤثرند. آن‌ها کم‌عمق بودن بازار، ساختارمند نبودن بازار و عدم پیگیری‌های قانونی را از علل اساسی مطرح کرده‌اند.
ندیری و همکاران (۱۳۹۶)	از داده‌های مربوط به صورت‌های مالی و یک مدل رگرسیونی چندمتغیره، برای شناسایی دستکاری قیمت استفاده کردند. نتایج نشان می‌دهد که شرکت‌های کوچک با حجم معاملات بالا، شفافیت اطلاعاتی اندک، نوسان بازدهی بالا و باسابقه دستکاری در گذشته، برای دستکاری قیمت مستعدترند. همچنین دستکاری قیمت با تغییرات شاخص بازار رابطه معکوس دارد.

1. Cartea, Jaimungalb & Wang

اهداف پژوهش

هدف پژوهش ارائه الگوریتم کشف معاملات مشکوک به دستکاری قیمت و کمک به نهاد ناظر، برای پیش بینی رویداد دستکاری قیمت، قبل از وقوع آن با استفاده از عوامل شناسایی شده است. هدف از این پژوهش کمک به قانون‌گذار و سازمان بورس اوراق بهادار جهت اصلاح مقررات و اهرم های بازدارنده و توجه به تحولات نوین در حوزهٔ جرائم بازار سرمایه می‌باشد. سازوکار مدیریت معاملات در بازار علاوه بر کاهش دستکاری قیمت در بازار تا حدودی به رفع مسائل ناشی از ریسک افت قیمت سریع و یا رفع صف‌های خریدوفروش‌های مصنوعی کمک می‌کند. مدیریت بهینهٔ این موضوع و ایجاد سازوکار نظارتی دقیق باکیفیت و همچنین وضع قوانین متناسب و به موقع، راه را برای توسعه بازار سرمایه هموار می کند. با توجه به اهمیت این موضوع، مدیریت معاملات و نظارت بر آن در بازار سرمایهٔ کشور، هدف این پژوهش قرارگرفته است تا نتایج آن، به‌صورت سیستمی با نظارت دقیق و بی‌درنگ، در اختیار تصمیم‌گیرندگان قرار گیرد؛ بنابراین با راه‌اندازی این سازوکار، انتظار می‌رود که دستکاری در بازار سرمایه کاهش یابد. آگاهی از نتایج این پژوهش گام مهمی در ارزیابی دقیق‌تر عملکرد شرکت‌های سرمایه‌گذاری و معامله‌گران، پیش‌بینی دستکاری قیمت سهام شرکت‌ها و تصمیم‌گیری دقیق‌تر در خصوص مجازات دستکاری‌کنندگان می‌شود. نتایج این پژوهش دربرگیرندهٔ اطلاعات بااهمیتی در ارتباط با چگونگی کشف سریع دستکاری قیمت است که برای مدیران و تحلیلگران مالی و سرمایه‌گذاران هنگام ارزیابی‌ها و تصمیم‌گیری‌ها مفید است.

فرضیه‌های پژوهش

در این پژوهش، فرض‌های زیر در نظر گرفته شده است:

۱. مدل استفاده‌شده در این پژوهش، می‌تواند معاملات مشکوک را به‌درستی و با دقت بسیار زیادی تشخیص دهد.
۲. قیمت‌های خرید ارسالی توسط خریداران در شناسایی معاملات مشکوک تأثیر مستقیم دارد.
۳. قیمت‌های فروش ارسالی توسط فروشندگان در شناسایی معاملات مشکوک تأثیر مستقیم دارد.
۴. حجم سفارش‌های خرید ارسالی توسط خریداران در شناسایی معاملات مشکوک تأثیر مستقیم دارد.
۵. حجم سفارش‌های فروش ارسالی توسط فروشندگان در شناسایی معاملات مشکوک تأثیر مستقیم دارد.

سؤال‌های پژوهش نیز به شرح زیر مطرح شده است:

۱. آیا مدل استفاده‌شده در این پژوهش، در شناسایی معاملات مشکوک موفق عمل می‌کند؟
۲. آیا قیمت‌های خرید ارسالی توسط خریداران در شناسایی معاملات مشکوک تأثیر مستقیم دارد؟
۳. آیا قیمت‌های فروش ارسالی توسط فروشندگان در شناسایی معاملات مشکوک تأثیر مستقیم دارد؟
۴. آیا حجم سفارش‌های خرید ارسالی توسط خریداران در شناسایی معاملات مشکوک تأثیر مستقیم دارد؟
۵. آیا حجم سفارش‌های فروش ارسالی توسط فروشندگان در شناسایی معاملات مشکوک تأثیر مستقیم دارد؟

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش به لحاظ نوع مطالعه، کتابخانه‌ای و با استفاده از اطلاعات تاریخی به‌صورت پس‌رویدادی است.

- دامنه این پژوهش به شرکت‌های پذیرفته‌شده در بازار سرمایه محدود است.
- قلمرو موضوعی در حوزه سرمایه‌گذاری و حقوق مالی است.
- بازه زمانی پژوهش، از سال ۱۳۹۲ تا سال ۱۳۹۵ انتخاب شده است.
- مکان مورد هدف پژوهش، بورس اوراق بهادار تهران است.

اطلاعات لازم برای اجرای این پژوهش، در دو مرحله گردآوری شده است. در مرحلهٔ اول برای تدوین مبانی نظری پژوهش، از روش کتابخانه‌ای و در مرحلهٔ دوم، برای گردآوری داده‌های مدنظر از صورت‌های مالی، پایگاه اینترنتی شرکت بورس اوراق بهادار تهران و سایر منابع اطلاعاتی مرتبط استفاده شده است.

این پژوهش به داده‌های قیمتیِ ارسالی خریداران و فروشندگان به بازار متکی است. در این پژوهش داده‌های معاملات در دو سطح طبقه‌بندی شده است. داده‌های سطح یک، سفارش‌های خریدوفروشی است که به‌طور موفق اجرایی شده‌اند. این داده‌ها شامل قیمت آغازین، بالا، پایین و پایانی سهم و حجم معاملاتی در یک دوره زمانی خاص است. دادهٔ سطح یک، معمولاً در دسترس عموم قرا دارد و به‌سادگی در دسترس است. داده‌های سطح دو، تمامی اطلاعات داده‌های سطح یک، به‌اضافه سفارش‌های خریدوفروشی است که تطابق ندارند و هر سفارش خاصی را که وارد می‌شود، لغو می‌شود یا تطبیق داده می‌شود، نشان می‌دهد. داده‌های سطح دو در دسترس عموم قرار ندارد و فقط برای قدرت‌های بازار رؤیت می‌شود. به‌طورکلی در این پژوهش از داده‌های سطح دو استفاده شده است. به‌طور کلی این پژوهش در بخش ریزساختارهای بازار قرار دارد و از اطلاعات محرمانه‌ای که دسترس عموم مردم نیست، برای اجرای پژوهش استفاده می‌کند.

روش تجزیه‌وتحلیل الگوریتم ارائه‌شده

در این پژوهش شبکهٔ عصبی به‌عنوان مدلی برای تخمین میزان کارایی الگوریتم انتخاب شده است. یک مدل شبکه عصبی پیش نگر[1] برای شناسایی قدرت الگوریتم طراحی‌شده که با استفاده از قیمت‌های خریدوفروش ارائه‌شده، حجم سفارش‌های خریدوفروش ارائه‌شده (تطبیق یافته و کنسل شده) و تعداد سفارش‌دهندگان در سمت خریدوفروش به‌عنوان ورودی‌ها خواهیم ساخت. خروجی شبکه عصبی یک متغیر دوتایی است که احتمال دستکاری را نشان می‌دهد. در این پژوهش، ۱ و ۰ به‌عنوان رویدادهای جدا و متغیر m تعریف شده است که به‌ترتیب نقاط دستکاری و دستکاری نشده را نشان می‌دهند.

$$r = \begin{cases} 1 \text{ manipulation point} \\ 0 \text{ ; non} - \text{manipulation point} \end{cases}$$

1. Feedforward Neueal Network

الگوریتم ارائه‌شده در پژوهش

این پژوهش، دستکاری معامله‌محور را موردمطالعه قرار خواهد داد که در آن، دستکاری‌کنندگان سفارش‌های خرید / فروش ایجادشده را برای کنترل قیمت سهام وارد سامانه می‌کنند. دستکاری‌های معامله محور تکنیک‌های بسیاری دارد. یک دستکاری‌کننده، سفارش‌های غیرواجد شرایط را به سیستم بازار معاملات وارد می‌کند. درصورتی‌که قیمت سهام بالا برود، آن‌ها با انجام این کار برخی سرمایه‌گذاران را به سفارش‌های خرید ملحق می‌کنند و درصورتی‌که دستکاری‌کننده سود کافی کسب کند، سفارش‌های غیرواجد شرایط را لغو کرده و بلافاصله اقدام مخالف را اتخاذ می‌کند. داده‌های بازار شامل اطلاعات بسیاری برای سرمایه‌گذاران است که می‌تواند در ۲ سطح طبقه‌بندی شود: داده‌های بازاری سطح یک و داده‌های بازاری سطح دو، تفاوت سطوح داده‌های بازار بر نوع اطلاعات موجود در داده‌ها بستگی دارد. در حالت عادی بیشتر سرمایه‌گذاران برای معامله از داده‌های سطح یک استفاده می‌کنند که در مقایسه با داده‌های سطح دو اطلاعات کمتری دارد. داده‌های سطح یک با عنوان اطلاعات اساسی موجود بازار شناخته می‌شود که در زمان‌های متفاوت قیمت و حجم باز، بسته شدن و بالا پایین سهم را (OHLCV) شامل می‌شود. در اینجا اطلاعات در داده سطح دو مثل عمق داده بازار (دفتر سفارش) و تشخیص‌دهنده مشارکت‌کننده بازار، ظهور می‌یابد و سفارش‌های bid و ask را نشان می‌دهد که تطبیق نیافته‌اند. هرچقدر عمق ابزارهای بازار بیشتر باشد، جزئیات داده bid و ask نیز بیشتر می‌شود.

تشریح مدل معاملات جعلی

یکی از ترفندهای بالا بردن قیمت رایج و کامل، از چهار فاز پایه تشکیل شده است: جذب[1] سهم‌ها، لرزاندن[2]، بالا بردن[3] و رها[4] کردن سهم‌ها. هرکدام از این چهار فاز ممکن است طی دستکاری تکرار شوند و توالی آن‌ها ممکن است طبق نیاز دستکاری‌کننده تغییر یابد. حتی بدتر، در عمل ممکن است دستکاری‌کننده گاهی یکی یا بیشتر از این چهار فاز پایه را درهم ترکیب کند. این می‌تواند به‌طور مؤثری سرمایه‌گذاران تعقیب‌کننده روند را دچار سردرگمی کند؛ بنابراین بررسی کامل رفتار دستکاری‌کننده طی هر فاز پایه برای ارائه فهمی در مورد استراتژی و ایجاد روش‌های کشف دستکاری حیاتی است. به‌طورکلی، در طی فرایند، دستکاری‌کننده اول باید مقدار زیادی سهام را از بازار با پایین‌ترین قیمت ممکن جذب کند و پس‌ازآن قبل از فاز بالا بردن، برای کاهش مقاومت پیشاپیش در مقابل بالا بردن، وارد یک فاز آماده‌سازی به نام لرزاندن شود. هنگام افزایش دادن قیمت در مرحله بالا بردن، دستکاری‌کننده گروه‌های بزرگی از سرمایه‌گذاران تعقیب‌کننده روند را به خرید سهام ترغیب می‌کند؛ بنابراین از نقدینگی فراهم‌شده توسط هجوم سرمایه‌گذاران روند استفاده می‌کنند.

آخرین فاز، رها کردن، کل چرخهٔ دستکاری را به پایان می‌رساند. ما در این پژوهش مدل spoof trading را مبنای کار خود قرار داده‌ایم. spoof trading یکی از محبوب‌ترین روش‌هایی می‌باشد که دستکاری‌کننده برای سود کردن

1. Absorbing
2. Shaking
3. Pumping
4. Releasing

استفاده می‌کند. یک دستکاری‌کننده سفارش‌های spoof bid یا spoof ask را برای فریب دادن سرمایه‌گذاران متقاضی سهام در کانتر معاملات قرار می‌دهد. دستکاری‌کننده هیچ قصدی برای تطبیق این سفارش‌ها ندارد. سفارش‌ها وقتی لغو خواهند شد که نزدیک حالت تطبیق باشند. این سفارش‌ها به‌عنوان سفارش‌های مجهول شناخته‌شده هستند. حجم این سفارش‌های مجهول خرید یا فروش معمولاً زیاد است. سفارش‌های spoof به دو روش اجرا می‌شوند: قیمت فروش مجهول (passive) کمتر از قیمت جاری ask است یا قیمت مجهول بیشتر از قیمت جاری bid است. ما برای پیش‌بینی دستکاری قیمت سهام، یک مدل معامله spoof را خواهیم ساخت.

ما p و v و t را به‌عنوان قیمت، حجم و شاخص زمان استفاده خواهیم کرد. قیمت سفارش‌های فروش لغو شده با pcancel sell(t) نشان داده خواهد شد. قیمت آخرین سفارش تطبیق یافته با p matched buy (t) نمایش خواهد یافت. V matced (t) و v matched buy (t) به‌ترتیب، حجم سفارش‌های خریدوفروش تطبیق یافته و حجم سفارش‌های خرید تطبیق یافته تعریف خواهند شد. سه شرط موردنیاز را برای spoof trading تعریف خواهیم کرد: ۱. نزدیک کردن قیمت لغو سفارش خود به قیمت جاری bid یا ask؛ ۲. حجم بالای لغو و ۳. حجم بالای تطبیق یافته در آخرین سفارش خرید یا فروش.

$$spoof-1 = \begin{cases} 1 \,;\, \left|\dfrac{p_{sell}^{cancel}(t) - p_{buy}^{matched}(t)}{p_{sell}^{cancel}(t)}\right| < \text{threshold 1} \\ 0 \,;\, \text{otherwise} \end{cases}$$ رابطهٔ ۱)

برای شرط اول، مقدار کامل تفاوت بین قیمت لغو سفارش‌های فروش p cancel sell(t) و قیمت جاری ask یعنی p matched buy(t)، کمتر از آستانه ۱= ۰/۵ درصد است. برای شرط دوم، تعداد لغو سفارش‌های فروش بیشتر از آستانه (۲) است که ۵ برابر سفارش‌های تطبیق یافته از نقطهٔ آغازین $\sum_{n=1}^{t-1} v^{matched}(n)$ است.

$$spoof-2 = \begin{cases} 1 \,;\, v_{sell}^{cancel}\,(\mathrm{t}) > (\sum_{n=1}^{t-1} v^{matched}(n).\,\text{threshold 2}) \\ 0 \,;\, \text{otherwise} \end{cases}$$ رابطهٔ ۲)

$$spoof-3 = \begin{cases} 1 \,;\, v_{buy}^{matched}\,(\mathrm{t}) > (\sum_{n=1}^{t-1} v^{matched}(n).\,\text{threshold3}) \\ 0 \,;\, \text{otherwise} \end{cases}$$ رابطهٔ ۳)

برای شرط سوم، تعداد سفارش‌های خرید تطبیق یافته (vbuy matched (t)) بیشتر از آستانه ۳ =۵۰ درصد سفارش‌های تطبیق یافته از نقطه آغازین است. وقتی ۳ شرط تأمین شود، spoof trading را لحاظ می‌کنیم. سپس به‌عنوان یک خروجی مطلوب در داده‌های training برای مدل شبکه عصبی استفاده خواهد شد.

$$spoof\ trading = (spoof-1)\ \Lambda\ (spoof-2)\ \Lambda\ (spoof-3)$$ رابطهٔ ۴)

متغیرهای مورد استفاده در این پژوهش

متغیرهای مورد استفاده در این پژوهش، تمامی سفارش‌های وارد شده در سامانه معاملاتی است که در تابلو معاملاتی دیده می‌شود که در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲. متغیرهای مورد استفاده در این پژوهش

شرح	عبارت مخفف شده	ردیف	شرح	عبارت مخفف شده
مقادیر سفارش خرید در ردیف اول	LIM_QB1	۵	مقادیر سفارش فروش در ردیف دوم	LIM_QS2
قیمت سفارش خرید در ردیف اول	LIM_PB1	۶	قیمت سفارش فروش در ردیف دوم	LIM_PS2
مقادیر سفارش فروش در ردیف اول	LIM_QS1	۷	مقادیر سفارش خرید در ردیف دوم	LIM_QB2
قیمت سفارش فروش در ردیف اول	LIM_PS1	۸	قیمت سفارش خرید در ردیف دوم	LIM_PB2

نتایج حاصل از آزمون‌های اقتصاد سنجی در خصوص فرضیه‌های پژوهش

نتایج مربوط به ریشه واحد متغیرهای پژوهش

نتایج مربوط به ریشه واحد متغیرهای پژوهش به طور خلاصه در جدول زیر آورده شده است.

جدول ۳. نتایج مربوط به ریشه واحد متغیرهای پژوهش

نام متغیر	Statistic	Prob	نام متغیر	Statistic	Prob
PS1	-۳۶۵/۶۲۵	۰/۰۰۰۰	PB1	-۳۶۶/۳۵۱	۰/۰۰۰۱
PS2	-۳۷۴/۵۳۴	۰/۰۰۰۵	PB2	-۳۹۷/۶۰۲	۰/۰۰۰۲
QB1	-۵۳۸/۵۵۲	۰/۰۰۰۰	QS1	-۳۹۶/۹۵۲	۰/۰۰۰۰
QB2	-۳۸۲/۱۴۴	۰/۰۰۰۰	QS2	-۳۴۹/۳۶	۰/۰۰۰۰

با توجه به اینکه مقدار احتمال آزمون‌های ریشه واحد در تمامی حالات فوق کمتر از ۰/۰۵ است؛ بنابراین فرض آماری داشتن ریشه واحد در تمام متغیرهای فوق رد می‌شود و به بیانی این متغیرها مانا (پایا) هستند. بدین ترتیب بدون هیچ‌گونه نگرانی بابت رخ دادن رگرسیون کاذب می‌توان مدل را برآورد کرد.

نتایج مربوط به آزمون هم‌انباشتگی (هم‌جمعی)

آزمون هم‌انباشتگی یا هم‌جمعی، وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل را بررسی می‌کند. این آزمون نیز برای اطمینان از عدم رخ دادن رگرسیون کاذب استفاده می‌شود. اگر برخی از متغیرها پایا نباشند، این آزمون الزامی است. در اینجا با توجه به مانا (پایا) بودن تمام متغیرهای مدل، می‌توان از این آزمون چشم‌پوشی کرد. نتایج در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ٤. نتایج اجرای آزمون هم‌انباشتگی باقی‌مانده‌های کائو

Prob.	t-Statistic			
۰/۰۰۲۶	۲/۷۹۸۳۸۴			ADF
	۰/۱۱۳۳۸۱	Residual variance		
	۰/۰۰۰۱۳۸		HAC variance	

از آنجایی‌که مقدار احتمال برای آماره آزمون هم‌انباشتگی کائو (Kao) کمتر از ۰/۰۵ است، فرض عدم وجود رابطه بلندمدت میان متغیرهای مدل رد می‌شود و می‌توان گفت که متغیرهای مدل، در هر یک از مدل‌های فوق، هم‌انباشته‌اند.

بررسی هم‌خطی متغیرهای توضیحی و مستقل

یکی از فروض رگرسیون عدم وجود هم‌خطی بین متغیرهای توضیحی در مدل است، لذا قبل از برآورد مدل، این مسئله با محاسبه ماتریس هم‌بستگی کنترل می‌گردد. برای بررسی هم‌خطی بین متغیرهای توضیحی مدل، ضریب هم‌بستگی و میزان معناداری آن محاسبه می‌شود. ماتریس ضرایب هم‌بستگی پس از حذف متغیرها با میزان هم‌بستگی بالا به‌قرار جدول ۵ است.

جدول ۵. ماتریس نهایی مربوط به هم‌بستگی بین متغیرهای توضیحی

LIM_PB2	LIM_PB1	LIM_PS1	LIM_PS2	LIM_QB1	LIM_QB2	LIM_QS1	LIM_QS2	Probability
							۱/۰۰	LIM_QS2

						۱/۰۰	۰/۰۶	LIM_QS1
						-----	–	
					۱/۰۰	۰/۰۸	۰/۰۱	LIM_QB2
					-----	–	–	
				۱/۰۰	۰/۰۵	۰/۰۲	(۰/۰۳)	LIM_QB1
				-----	–	–	–	
			۱/۰۰	(۰/۰۸)	(۰/۱۰)	(۰/۰۳)	(۰/۰۴)	LIM_PS2
			-----	–	–	–	–	
		۱/۰۰	۰/۵۵	(۰/۰۰)	(۰/۰۱)	۰/۰۱	۰/۰۰	LIM_PS1
		-----	–	۰/۶۲	–	–	۰/۳۱	
	۱/۰۰	۰/۷۹	۰/۵۸	(۰/۰۴)	(۰/۰۱)	(۰/۰۵)	(۰/۰۲)	LIM_PB1
	-----	–	–	–		–	–	
۱/۰۰	۰/۷۴	۰/۶۴	۰/۳۰	(۰/۰۳)	۰/۰۵	(۰/۱۱)	(۰/۰۰)	LIM_PB2
-----	–	–	–	–	–	–	۰/۲۵	

در جدول فوق مقادیر هم‌بستگی دوبه‌دوی تمام متغیرها آمده است. عدد اول، میزان هم‌بستگی و عدم پایینی آن مقدار احتمال معناداری آن است. ازآنجا که هم‌بستگی بالایی میان متغیرها مشاهده نمی‌شود، از بابت هم‌خطی بین متغیرها مسئله‌ای وجود ندارد.

آزمون ناهمسانی واریانس (آزمون وایت)

یکی از مفروضات مدل رگرسیونی خطی کلاسیک وجود همسانی واریانس جملات اختلال است؛ اما به‌طور متعارف در داده‌های سری زمانی و داده‌های مقطعی، ممکن است واریانس جملات اختلال را ثابت کرده و از مقادیر وقفه‌دار جملات اختلال تبعیت کند. در این صورت، مشکل ناهمسانی واریانس بین جملات اختلال بروز می‌کند و تخمین‌زننده‌های رگرسیون با وجود نداشتن تورش، کارایی نخواهند داشت. برای بررسی این موضوع، می‌بایست آزمون‌های مربوط به ناهمسانی واریانس انجام‌شده و صحت آن به‌دست آید. در این اینجا برای این منظور، آزمون وایت را جهت سنجش ناهمسانی واریانس اجرا کرده‌ایم که در ادامه آمده است.

جدول ٦. نتایج حاصل از آزمون ناهمسانی واریانس

	Heteroskedasticity Test: White		
F-statistic	۷۳/۷۷۸۹۸	Prob. F(۳۵,۳۰۷۹۶۴)	۰/۰۰۰۰
Obs*R-squared	۲۵۶۱/۰۹۲	Prob. Chi-Square(۳۵)	۰/۰۰۰۰
Scaled explained SS	۳۱۲۴۸۸/۸	Prob. Chi-Square(۳۵)	۰/۰۰۰۰

از آنجایی‌که مقدار آماره F معنادار است (مقدار احتمال کمتر از ۰/۰۵) نتیجه‌گیری می‌شود که فرض صفر مبنی بر همسانی واریانس‌ها رد می‌شود؛ بنابراین لازم است که مدل از این بابت اصلاح شود. برای انجام این اصلاح، در روش محاسبه ماتریس کوواریانس ضرایب (Coef covariance method) در تنظیمات حین اجرای مدل پنل، گزینه Cross-section weights (PCSE) انتخاب شده است.

این کار، موجب تغییر شیوهٔ محاسبه خطای استاندارد ضرایب شده و به‌تبع آن، آماره تی استیودنت و سطوح معناداری مربوطه از بابت ناهمسانی واریانس موجود، تصحیح می‌شوند. به‌طور خلاصه، همان طور که مشاهده می‌شود آزمون فوق نشان می‌دهد که ناهمسانی واریانس وجود دارد که این مورد در داده‌های پنل می‌بایست رفع شود. ما این کار را با فعال کردن گزینه cross section weights در مدل پنل خود در نظر گرفته و این مشکل را رفع کرده‌ایم.

آزمون تورم واریانس

در آمار، عامل تورم واریانس (variance inflation factor=VIF) شدت هم‌خطی چندگانه را در تحلیل رگرسیون کمترین مربعات معمولی ارزیابی می‌کند. درواقع، یک شاخص معرفی می‌شود که مشخص می‌کند چه مقدار از تغییرات مربوط به ضرایب برآورد شده بابت هم‌خطی افزایش یافته است. شدت هم‌خطی چندگانه را با بررسی بزرگی مقدار VIF

می‌توان تحلیل نمود. اگر آماره آزمون VIF به یک نزدیک بود نشان‌دهنده عدم وجود هم‌خطی است. به‌عنوان یک قاعده تجربی، مقدار VIF بزرگ‌تر از ۵ باشد، هم‌خطی چندگانه زیاد است.

جدول ۷. آزمون تورم واریانس

Centered	Uncentered	Coefficient	
VIF	VIF	Variance	Variable
۱/۰۳۳۹۹۱	۱/۰۶۷۰۱۹	۱/۸۳E-۰۶	LIM_QS1
۱/۰۲۶۶۰۲	۱/۱۳۴۸۹۰	۳/۳۷E-۰۶	LIM_QB2
۱/۰۱۳۱۷۲	۱/۰۵۷۰۹۹	۴/۳۹E-۰۷	LIM_QB1
۱/۷۰۹۴۲۳	۱۳/۳۷۶۵۴	۱/۵۳E-۰۷	LIM_PS2
۲/۸۸۰۸۹۳	۱۱/۵۸۵۴۰	۱/۹۴E-۰۷	LIM_PS1
۲/۴۷۰۴۸۲	۴۰/۹۹۰۵۴	۲/۹۳E-۰۷	LIM_PB2
۴/۱۲۱۵۱۰	۲۳/۷۰۹۶۸	۲/۷۲E-۰۷	LIM_PB1

همان طور که مشاهده می‌شود، در ستون آخر هیچ‌کدام از اعداد به‌دست‌آمده بالاتر از ۵ نیست. پس می‌توان نتیجه گرفت که هیچ مشکلی از این بابت برای داده‌های ما وجود ندارد.

برآورد مدل رگرسیونی و آزمون فرضیه

برای آزمون فرضیه‌ها، از روش تحلیل رگرسیون در نرم‌افزار ایویوز استفاده می‌شود؛ از این رو لازم است که ابتدا مدل رگرسیونی و ضرایب رگرسیون برآورد و آنگاه با تفسیر خروجی‌های حاصله، فرضیه‌های تحقیق آزمون شود. مدل مربوط به فرضیه به شرح رابطهٔ ۵ است.

رابطهٔ ۵)

$$Real\ data = +C(1)*LIM_PB1 + C(2)*LIM_QB1 + C(3)*LIM_QS1 + C(4)*LIM_PB2 + C(5)*LIM_PS1 + C(6)*LIM_PS2 + C(7)*LIM_QB2 + C(8)*LIM_QS2 + C(9)$$

اما قبل از آن باید بررسی شود که مدل اثرهای ثابت یا تصادفی دارد یا خیر؟ این کار با استفاده از آزمون F لیمر یا چاو انجام می‌شود. نتایج این آزمون در جدول ۸ درج شده است.

جدول ۸. نتایج آزمون اف لیمر

Effects Test	آماره آزمون	درجه آزادی	سطح احتمال
Cross-section F	۲۷۴۶/۶۶۳۹۱۴	(۱۰,۳۰۷۹۸۱)	۰/۰۰۰۰

ازآنجایی‌که مقدار احتمال آزمون لیمر کوچک‌تر از ۰/۰۵ است، فرض صفر مبنی بر وجود رگرسیون تجمیعی (رگرسیون بدون وجود اثرهای ثابت یا تصادفی) رد می‌شود؛ بنابراین الگوی مناسب برای برآورد مدل پژوهش، دارای

اثرهای ثابت یا تصادفی است و تجمیعی نیست. در ادامه از آزمون هاسمن استفاده شده است که نتایج آن در جدول ۹ مشاهده می‌شود.

جدول ۹. نتایج اجرای آزمون هاسمن

Test Summary	اماره آزمون	درجه آزادی	سطح احتمال
Cross-section random	۰/۰۰۰	۸	۱/۰۰۰

با توجه به اینکه مقدار احتمال آزمون هاسمن کمتر از ۰/۰۵ است، این فرض آماری که مدل دارای اثرهای تصادفی نیست، رد می‌شود؛ پس مدل دارای اثرهای تصادفی روی مقاطع (در اینجا مقاطع شرکت‌ها هستند) است و با این تنظیمات، مدل رگرسیون برآورد می‌شود.

جدول ۱۰. نتایج آزمون فرضیه

متغیر	ضریب	خطای استاندارد	اماره آزمون	سطح احتمال
C	-۰/۰۷۲۳۹۲	۰/۰۰۲۵۵۳	-۲۸/۳۵۴۳۱	۰/۰۰۰۰
LIM_QS2	۰/۱۵۲۴۲۵	۰/۰۱۶۹۰۰	۹/۰۱۹۱۵۴	۰/۰۰۰۰
LIM_QS1	-۰/۲۴۹۳۵۲	۰/۰۱۰۹۰۰	-۲۲/۸۷۵۶۸	۰/۰۰۰۰
LIM_QB2	۰/۱۳۶۰۶۲	۰/۰۱۳۶۹۰	۹/۹۳۸۶۷۳	۰/۰۰۰۰
LIM_QB1	۰/۲۷۵۳۶۳	۰/۰۰۵۵۷۳	۴۹/۴۰۸۵۹	۰/۰۰۰۰
LIM_PS2	۰/۱۱۴۷۶۸	۰/۰۰۵۲۱۵	۲۲/۰۰۵۴۵	۰/۰۰۰۰
LIM_PS1	۰/۶۶۱۱۷۵	۰/۰۰۷۳۷۹	۸۹/۶۰۲۸۹	۰/۰۰۰۰
LIM_PB2	-۰/۰۵۸۹۶۹	۰/۰۰۴۷۸۶	-۱۲/۳۲۲۲۰	۰/۰۰۰۰
LIM_PB1	-۰/۲۵۱۴۶۳	۰/۰۰۷۳۸۳	-۳۴/۰۵۸۷۱	۰/۰۰۰۰

همان طور که مشاهده می‌شود با توجه به اینکه مقدار احتمال در تمامی حالات فوق کمتر از ۰/۰۵ است، تمام فرضیه‌های پژوهش تأیید می‌شود.

داده‌ها و نتایج به‌دست‌آمده از مدل پژوهش

آزمون پایایی سری زمانی داده‌های مدل پژوهش

آزمون‌های پایایی در داده‌های ترکیبی عبارت‌اند از: آزمون لوین، لین و چو[1]، آزمون ایم، پسران و شین[2] (IPS)، آزمون فیلیپس پرون و فیشر[3] و آزمون دیکی فولر مقطعی (CADF). شرف‌زاده و مهرگان (۱۳۸۷)، وو (۱۹۹۶)، اوه (۱۹۹۶) و فرانکل و رز (۱۹۹۶) با مثال‌هایی در تحقیقات خود نشان دادند که به‌کارگیری آزمون‌های ریشهٔ واحد متداول در داده‌های

1. Levin, Lin & Chu
2. Im, Pesaran & Shin
3. PP-Fisher

ترکیبی، مانند آزمون دیکی فولر، دیکی فولر پیشرفته و آزمون فیلیپس پرون، نسبت به آزمون‌های ریشهٔ واحد داده‌های ترکیبی قدرت آماری کمتری دارند.

آزمون لین، لوین و چو، آزمون ترکیبی آزمون دیکی فولر با روند زمانی است که در ناهمگنی مقطع‌ها و ناهمسانی واریانس جملات خطا، قدرت بسیار زیادی دارد. با توجه به موارد فوق، در این پژوهش از آزمون لین، لوین و چو برای بررسی پایایی متغیرهای تحقیق استفاده شده است. مانایی یکی از پیش‌شرط‌های برآورد یک مدل رگرسیون مناسب است؛ از این رو آزمون مانایی یا آزمون ریشه واحد، به‌ترتیب برای متغیرهای مدل انجام می‌شود. نتایج با استفاده از نرم‌افزار ایویوز و آزمون ریشه واحد لوین، لین و چاو برای قیمت‌های خرید ارائه‌شده توسط خریداران، به شرح جدول ۱۱ و آزمون ریشه واحد برای قیمت‌های تطبیق یافته به شرح جدول ۱۲ است.

جدول ۱۱. آزمون ریشه واحد برای قیمت‌های کنسلی انجام‌شده توسط معامله‌گران

نام آزمون	آماره آزمون	سطح احتمال
لوین، لین و چو	-۳۰۱/۸۷۹	۰/۰۰۰

جدول ۱۲. آزمون ریشه واحد برای قیمت‌های تطبیق یافته توسط معامله‌گران

نام آزمون	آماره آزمون	سطح احتمال
لوین، لین و چو	-۲۳۱/۶۲۰	۰/۰۰۰

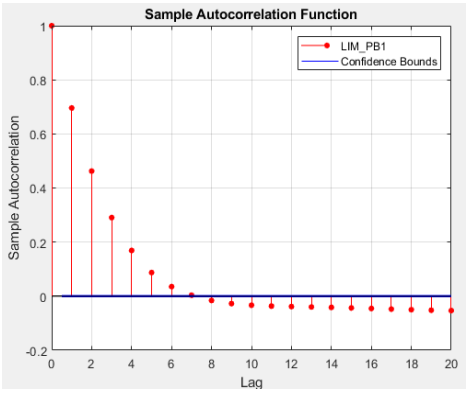
با توجه به اینکه قدر مطلق این آماره‌ها بزرگ‌تر از مقادیر بحرانی استخراج‌شده از جدول نرمال استاندارد است، فرضیهٔ صفر مبنی بر وجود ریشه واحد یا ناایستایی سری مذکور رد می‌شود؛ پس سری زمانی موردبحث مانا است. این آزمون برای تمامی سری‌های منتخب انجام و مشخص شد که تمامی سری‌ها مانا است.

آزمون تسلسل[1]

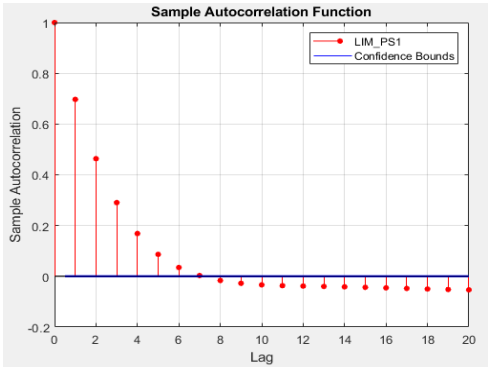
این آزمون نشان‌دهندهٔ وجود خودهم‌بستگی در سری زمانی است و فرایند تصادفی بودن تغییرات را نشان می‌دهد. در این آزمون، چنانچه سلسله‌های بازدهی مثبت و منفی، بیشتر از سلسله‌های مورد انتظار باشد، نشان‌دهندهٔ وجود یک الگوی غیرتصادفی در روند قیمت سهام و در نتیجه بروز دستکاری قیمت خواهد بود. اگر سلسله‌ها تصادفی نباشد و از الگوی خاصی پیروی کند، به معنای رشد و سقوط قیمت است و امکان بروز دستکاری وجود دارد. اگر قدر مطلق مقدار آماره آزمون از مقدار بحرانی استخراج شده از جدول نرمال استاندارد بیشتر باشد، بیانگر عدم تصادفی بودن سلسله ها ایجادشده در قیمت یا بازدهی و به‌نوعی، گویای وابستگی سلسله‌های مثبت و منفی به هم است که بروز دستکاری قیمتی را نشان می‌دهد.

1. Run test

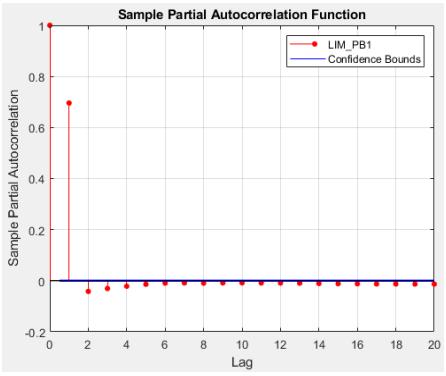
در مطالعات گذشته نیز از آزمون تسلسل در بحث حباب‌ها و دستکاری‌ها استفاده کرده‌اند. زندیه و قوچانی (۱۳۹۱) و بلانچارد و واتسون (۱۹۸۲) از این آزمون برای وجود دستکاری و حباب قیمتی در بازار طلا استفاده کرده‌اند. کیانی (۱۳۸۹) از آزمون تسلسل برای بررسی وجود حباب قیمتی در بازه زمانی ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۵ در بورس اوراق بهادار تهران و فلاح شمس و محمدی (۱۳۹۰)، فلاح شمس، کردلویی و دهقانی (۱۳۹۱)، فلاح شمس و زارع (۱۳۹۲)، فلاح شمس و همکاران (۱۳۹۴) از این آزمون جهت تشخیص دستکاری قیمت، استفاده کرده‌اند. نمودارهای مربوط به آزمون‌های خودهم‌بستگی و خودهم‌بستگی جزئی برای قیمت‌های خریدوفروش ارائه‌شده توسط خریداران و فروشندگان در زیر آورده شده است:



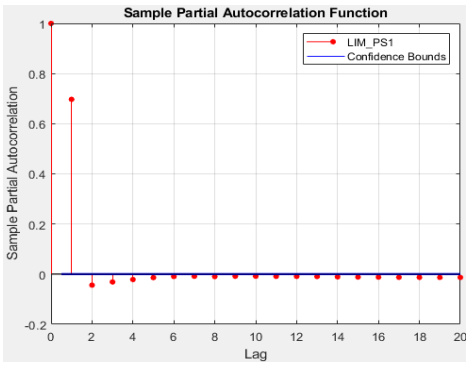
شکل ۱. نمودار خودهم‌بستگی در قیمت‌های خرید ارائه‌شده توسط خریداران



شکل ۲. نمودار خودهم‌بستگی در قیمت‌های خرید ارائه‌شده توسط فروشندگان

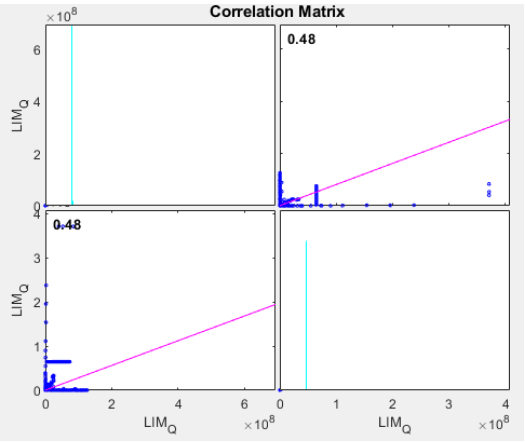


شکل ۳. نمودار خودهم‌بستگی جزئی در قیمت‌های خرید ارائه‌شده توسط خریداران

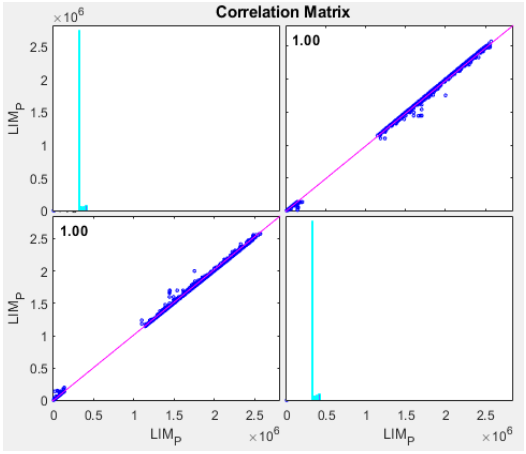


شکل ٤. نمودار خودهم‌بستگی جزئی در قیمت‌های خرید ارائه‌شده توسط فروشندگان

شکل‌های ۵ و ۶ ماتریس هم‌بستگی مربوط به قیمت و مقادیر درخواستی برای خریدوفروش ارائه‌شده توسط خریداران و فروشندگان را در قالب نمودار نشان می‌دهد.



شکل ٥. ماتریس هم‌بستگی مقادیر خریدوفروش ارائه‌شده توسط خریداران و فروشندگان



شکل ٦. ماتریس هم‌بستگی قیمت‌های خریدوفروش ارائه‌شده توسط خریداران و فروشندگان

بر اساس آماره‌های آزمون تسلسل، بازدهی‌های میان روزانهٔ فرضیه صفر تأیید می‌شود؛ یعنی تعداد سلسله‌ها به‌طور معناداری از تعداد سلسله‌های مورد انتظار کمتر است به‌عبارت‌دیگر طول سلسله‌های مثبت و منفی در مقایسه با طول سلسله های یک متغیر تصادفی به مراتب بیشتر است؛ یعنی می‌توان گفت که دستکاری قیمت وجود دارد. بنابراین فرضیه پژوهشی در این آزمون تأیید می‌شود؛ به این معنا که تعداد سلسله‌ها به‌طور معناداری از تعداد سلسله‌های مورد انتظار کمتر است. به بیان دیگر طول سلسله‌های مثبت و منفی در مقایسه با طول سلسله‌های یک متغیر تصادفی به‌مراتب بیشتر است. برای انجام این آزمون از بازدهی‌های مربوط به قیمت‌های کنسلی و تطبیق یافته در دوره زمانی مشابه استفاده شده است. نتایج آزمون تسلسل به شرح جدول ۱۳ است. همان طور که مشاهده می‌شود، در هر ۲ حالت، آماره آزمون نشان‌دهندهٔ غیرتصادفی بودن تعداد سلسله‌ها یا بیانگر دستکاری است.

جدول ۱۳. آزمون تسلسل

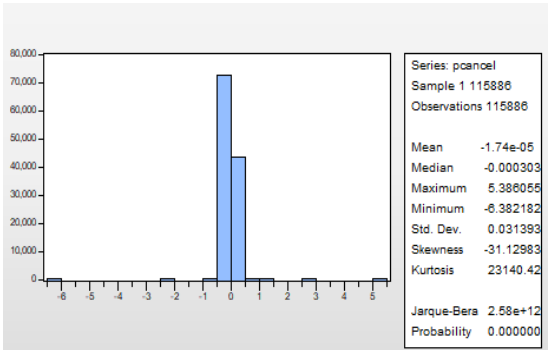
شرح	بازده قیمت‌های کنسلی	بازده قیمت‌های تطبیق یافته
تعداد مشاهدات	۱۱۵۸۸۶	۱۹۲۷۵۰
تعداد سلسه‌ها	۵۲۰۲۵	۸۵۵۰۹
آماره Z	-۱۴/۲۲۰	-۱۵/۵۶۲
سطح احتمال	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

آزمون کشیدگی و چولگی

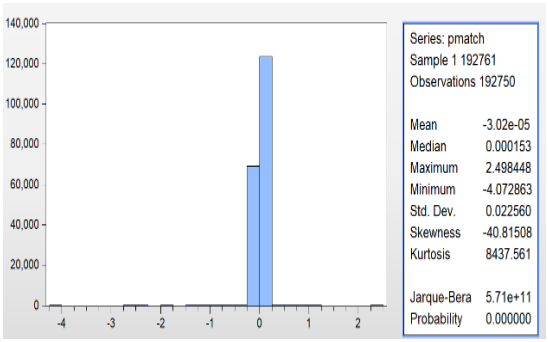
در این آزمون اگر چولگی منفی باشد، احتمال بروز دستکاری قیمتی وجود دارد؛ زیرا بعد از رشد قیمت ها کاهش آن به‌دلیل جوّ روانی‌ای که ایجاد می شود، بیشتر از افزایش خواهد بود؛ درنتیجه اگر سهمی چوله به چپ باشد و نرمال نباشد، امکان اِعمال دستکاری وجود دارد و اگر کشیدگی کمتر از نرمال باشد، پراکندگی واریانس بیشتر خواهد بود و این عامل

در کنار چولگی نشان‌دهنده اِعمال دستکاری است. به‌طورکلی کشیدگی توزیع سری را اندازه‌گیری می‌کند و چولگی تقارن توزیع سری حول میانگین را بررسی می‌کند. یک توزیع، زمانی چولگی دارد که یکی از دنباله‌های آن طولانی‌تر از دیگری باشد و به توزیعی منجر می‌شود که میانگین و میانه آن باهم مساوی نیستند، چولگی معیاری برای اندازه‌گیری نامتقارن بودن داده‌ها حول میانگین است. چولگی منفی معنادار به معنی وجود دستکاری است.

آزمون کشیدگی به توزیع تغییرات قیمت یا به‌عبارت‌دیگر توزیع بازدهی می‌پردازد. زمانی که دستکاری رخ می‌دهد، بازدهی‌های مثبت کوچکی ایجاد می‌کند که در زمان سقوط با بازدهی‌های منفی دنبال می‌شود. توزیع این بازدهی‌ها کشیده (لپتوکورتیک[1]) خواهد بود (یعنی سقوط مشاهدات دورافتاده‌ای ایجاد خواهند کرد که منجر به ایجاد توزیع هایی با دنباله های چاق می‌شود) این فرایند نشان می‌دهد که ضریب کشیدگی برای تغییرات قیمت می‌تواند نشانه وجود دستکاری در قیمت سهام باشد. این آزمون توسط پژوهشگرهای مختلف (پوست‌فروش، صدرآبادی، معین‌الدین، ۱۳۹۴؛ فلاح شمس و همکاران، ۱۳۸۷؛ فلاح شمس و همکاران ۱۳۸۹؛ فلاح شمس و همکاران، ۱۳۹۲؛ شورورزی و قوامی، حسین‌پور، ۱۳۹۲) جهت شناسایی دستکاری قیمت استفاده شده است. نمودارهای زیر نتایج این آزمون را نشان می‌دهد.



شکل ۷. نمودار پراکندگی و آزمون کشیدگی و چولگی قیمت‌های کنسلی



شکل ۸. نمودار پراکندگی و آزمون کشیدگی و چولگی قیمت‌های تطبیق یافته

در این آزمون مقادیر بحرانی ضریب چولگی توزیع نرمال برابر صفر و ضریب کشیدگی آن ۳ است. مشاهده می‌شود که در داده‌های میان روزانهٔ بررسی‌شده، قدر مطلق چولگی بیشتر از صفر و کشیدگی نیز بیشتر از ۳ است؛ درنتیجه در این داده‌ها احتمال بروز دستکاری قیمت وجود دارد. با توجه به اینکه انحراف از مقادیر مبنا (۰ و ۳) زیاد است، می‌توان گفت که دستکاری در قیمت‌های کنسلی و قیمت‌های تطبیق یافته وجود دارد.

آزمون وابستگی دیرش

این مدل توسط گرانت مک کوئین و استیون تورلی[2] (۱۹۹۴) برای کشف حباب قیمت توسعه داده شده است. این آزمون

1. Leptokurtic
2. McQueen & Thorley

توسط پژوهشگرهای مختلف (پوست‌فروش و همکاران، ۱۳۹۴؛ فلاح شمس و همکاران، ۱۳۸۷؛ فلاح شمس و همکاران، ۱۳۹۰؛ فلاح شمس و همکاران، ۱۳۹۲؛ شوروزی و همکاران، ۱۳۹۲) به‌منظور شناسایی دستکاری قیمت استفاده شده است. در این آزمون اگر طول سلسله‌های منفی، وابسته به طول سلسله‌های مثبت ایجادشده باشد، نشان‌دهنده این است که قیمت‌ها ابتدا بالا رفته و سپس پایین آمده است (احتمال دستکاری قیمت)؛ ولی اگر تصادفی باشد، یعنی سلسله‌های مثبت و منفی مستقل هستند و نشان‌دهندهٔ عدم بروز دستکاری قیمت است. برای انجام این آزمون از تابع مخاطره طبق رابطهٔ ۶ استفاده شده است.

$$h(t_i) = \frac{1}{1 + e^{-(\propto + \beta \ln x_i)}}$$ رابطهٔ ۶)

برای تخمین تابع مخاطره فوق، ابتدا وجود بازدهی غیرعادی (تفاضل بازدهی واقعی و بازدهی مورد انتظار)، از طریق مدل خودتوضیحی سری زمانی (ARIMA) محاسبه شد و بر اساس روش باکس ـ جنکینز، تعداد وقفهٔ بهینهٔ MR و AR تخمین زده شد. نتایج بهره‌گیری از روش باکس ـ جنکینز در جدول ۱۴ آورده شده است.

جدول ۱۴. نتایج اجرای آریما روی بازدهی‌های قیمت‌های کنسلی و تطبیق یافته

مدل آریمای پیش‌بینی شده برای بازدهی قیمت‌های کنسل شده		مدل آریمای پیش‌بینی‌شده برای بازدهی قیمت‌های تطبیق یافته	
تعداد نمونه	۱۱۵۸۸۶	تعداد نمونه	۱۹۲۷۶۱
تعداد وقفه‌های در نظر گرفته‌شده	۲۵	تعداد وقفه‌های در نظر گرفته‌شده	۲۵
ARMA model: (۱,۲)		ARMA model: (۱,۳)	
AIC value: −۲/۳۴۳۷۵۸۸۴۰۳۸		AIC value: −۴/۶۷۵۸۴۸۹۵۲۲۸	

بازدهی‌های غیرعادی، همان پسماندهای رگرسیون مدل تخمینی است. پس از تخمین مدل خودتوضیحی فوق، پسماند مدل ذخیره و به عنوان بازدهی‌های غیرعادی جهت تخمین تابع مخاطره از آن استفاده شد. بازدهی‌های غیرعادی به‌دست‌آمده، به محیط اکسل انتقال یافت و سلسله‌های مثبت و منفی مشخص و از هم جدا شد. برای سلسله‌های مثبت و منفی، به‌طور جداگانه از طریق شماره‌گذاری، طول هر سلسله محاسبه و این سری‌ها در پوشه‌های کاری جداگانه در نرم‌افزار ایویوز ذخیره شد. در این مرحله، معادله لگاریتمی تابع مخاطره فوق با استفاده از مقادیر سلسله‌های مثبت، منفی و دیرش سلسله‌ها برآورد و پارامترهای آن محاسبه شد. در تخمین تابع مخاطره، متغیر مستقل لگاریتم طبیعی طول سلسله‌ها و متغیر وابسته یک متغیر دو ارزشی با مقادیر صفر (برای سلسله‌های مثبت) و مقدار یک (برای سلسله‌های منفی) است.

$$\ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = (\propto + \beta \ln(x_i))$$ رابطهٔ ۷)

در عبارت فوق $\ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right)$ بیانگر بخت و برابر با نسبت احتمال وقوع به عدم وقوع بروز دستکاری قیمتی است و

$\ln(x_i)$ لگاریتم طول سلسله‌هاست . نتایج این آزمون برای قیمت‌های کنسلی و تطبیق یافته در جدول‌های ۱۵ و ۱۶ مشاهده می‌شود.

جدول ۱۵. آزمون وابستگی دیرش در قیمت‌های کنسل شده

قیمت‌های خرید ارائه شده توسط خریداران		متغیر وابسته	
ML - Binary Logit (Newton-Raphson / Marquardt steps)		مدل	
سطح احتمال	آماره آزمون	خطای استاندارد	ضریب
۰/۰۰۰۰	۳۵/۹۶۷۰۸	۰/۰۲۲۰۹۴	۰/۷۹۴۶۷۴
۰/۷۳۸۶	۰/۳۳۳۷۶۲	۰/۰۳۵۰۵۳	۰/۰۱۱۶۹۹
۱۱۵۸۸۶	جمع کل مشاهدات	۲۰۶۶	تعداد مشاهدات صفر
۰/۰۰۰۰۰۰	سطح احتمال	۱۱۳۸۲۰	تعداد مشاهدات یک

جدول ۱۶. آزمون وابستگی دیرش در قیمت‌های تطبیق یافته

قیمت‌های فروش اراته شده توسط فروشندگان		متغیر وابسته		
ML - Binary Logit (Newton-Raphson / Marquardt steps)		مدل		
سطح احتمال	آماره آزمون	خطای استاندارد	ضریب	متغیر
۰/۰۰۰۰	۲۲/۳۹۱۶۷	۰/۰۲۲۵۹۷	۰/۵۰۵۹۹۲	رشته اعداد
۰/۰۵۶۵	۱/۹۰۶۷۹۲	۰/۰۵۸۴۳۶	۰/۱۱۱۴۲۵	عدد ثابت
۷۸۴۳۰	جمع کل مشاهدات	۷۴۳	تعداد مشاهدات صفر	
۰/۰۰۰۰۰۰	سطح احتمال	۷۷۶۸۷	تعداد مشاهدات یک	

با توجه به آماره‌های محاسبه‌شده و سطح معناداری ضرایب، می‌توان استنباط کرد که مدل در تعیین احتمال وقوع بروز دستکاری قیمت، از کارایی لازم برخوردار است. در مدل برازش شده، اگر β برابر با ۱ باشد، نشان‌دهندهٔ عدم وجود دستکاری قیمتی است. سؤالی که در این مرحله مطرح می‌شود، این است که آیا ضرایب β که از تخمین تابع مخاطره به‌دست‌آمده است، تفاوت معناداری با یک دارد یا نه؟ برای آزمون این فرض از آزمون والد استفاده شده است. آزمون والد برای آزمون اعمال محدودیت‌ها بر ضرایب یک معادله رگرسیونی مورداستفاده قرار می‌گیرد و فرضیه صفر در این آزمون $\beta = ۱$ (عدم وجود دستکاری قیمت) است.

جدول ۱۷ خروجی آزمون والد را نیز نمایش می‌دهد. با توجه به مقدار آماره‌های آزمون محاسبه‌شده و سطح معناداری مدل، در سطح اطمینان ۹۵ درصد، فرضیهٔ صفر مبنی بر اینکه $\beta = ۱$ رد شده و امکان بروز دستکاری قیمت در تأیید می‌شود.

جدول ۱۷. نتایج آزمون والد برای قیمت‌های کنسل شده

شرح	بتا	انحراف استاندارد	اماره والد	درجه آزادی	سطح معناداری	Exp(B)
طول سلسله	۰/۷۹۵	۰/۰۲۲	۱۲۹۳/۶۳۱	۱	۰/۰۰۰	۲/۲۱۴
عدد ثابت	۰/۰۱۲	۰/۰۳۵	۰/۱۱۱	۱	۰/۷۳۹	۱/۰۱۲

جدول ۱۸. نتایج آزمون والد برای قیمت‌های تطبیق یافته

شرح	بتا	انحراف استاندارد	اماره والد	درجه آزادی	سطح معناداری	Exp(B)
طول سلسله	۰/۵۰۶	۰/۰۲۳	۵۰۱/۳۸۷	۱	۰/۰۰۰	۱/۶۵۹
عدد ثابت	۰/۱۱۱	۰/۰۵۸	۳/۶۳۶	۱	۰/۰۵۷	۱/۱۱۸

برای بررسی خوبی برازش در مدل‌های رگرسیونی با متغیر وابسته باینری، می‌توان از آزمون‌ها و معیارهای مختلفی همچون ضریب تعیین مک ـ فادن، مادلا، استرلا، چاو، جدول پیش‌بینی موفقیت‌های هنشر ـ جانسون و... استفاده کرد. یکی از آزمون‌هایی که برای خوبی برازش مدل‌های انتخاب باینری استفاده می‌شود، آزمون هاسمر ـ لمشو است. در این آزمون معناداری کلی ضرایب رگرسیون از طریق مقایسه مقدار پیش‌بینی‌شده و واقعی متغیر وابسته در گروه‌های مختلف موردبررسی قرار می‌گیرد.

اگر اختلاف بین مقادیر واقعی و پیش‌بینی‌شده متغیر وابسته زیاد باشد، نشان‌دهندهٔ برازش ضعیف مدل است. در این پژوهش نیز برای سنجش نیکویی برازش، از آزمون هاسمر لمشو استفاده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، برازش مدل در حد بسیار بالا بوده و نتایج قابل قبول است.

جدول ۱۹. آزمون هاسمر لمشو برای قیمت‌های تطبیق یافته

سطح	آماره آزمون	درجه آزادی	سطح معناداری
۱	۰/۰۰۰	۱	۰/۹۹۴

جدول ۲۰. آزمون هاسمر لمشو برای قیمت‌های کنسل شده

سطح	آماره آزمون	درجه آزادی	سطح معناداری
۱	۰/۰۱۴	۱	۰/۹۰۸

شبکهٔ مصنوعی عصبی

مدل‌های شبکه‌های مصنوعی عصبی[1] به‌رغم تنوعشان، ساختار کلی مشابهی دارند. یک شبکه عصبی مصنوعی معمولاً از

1. Artificial Neural Network - ANN

سه لایه تشکیل می‌شود: لایه ورودی[1]، لایه میانی (لایه پنهان)[2]، لایه خروجی[3]. لایه ورودی شامل واحدهایی (نرون[4]) به تعداد متغیرهای توضیحی مدل است که در ادبیات شبکه عصبی مصنوعی، به عنوان متغیرهای ورودی[5] شناخته می‌شوند. لایه‌های میانی و خروجی شامل واحدهای پردازش اطلاعات هستند. در این واحدها (نورن‌ها) عملیاتی جبری روی اطلاعات ورودی صورت گرفته و نتیجه آن‌ها به‌صورت یک ورودی جدید به نرون‌های دیگر در لایه‌های بعدی ارسال می‌شود. واحدهای لایه خروجی مشابه متغیرهای وابسته در مدل رگرسیون هستند که مقادیر برآورد شده متغیر وابسته (در اصطلاح شبکه عصبی (داده‌های هدف)[6] را تحویل می‌دهند که به این برآوردها، خروجی[7] گفته می‌شود. در مدل‌های تک معادله‌ای، فقط یک واحد نرون در لایه خروجی وجود خواهد داشت، ولی در مدل‌های سیستم معادلات هم‌زمان، تعداد واحدهای لایه خروجی برابر با تعداد متغیرهای وابسته یا تعداد معادلات سیستم خواهد بود. نرون‌های لایه‌های میانی از اهمیت بسیاری در مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی برخوردارند؛ زیرا نقش مؤثری در فرایند برآورد (در ادبیات شبکه عصبی مصنوعی به آن فرایند آموزش[8] گفته می‌شود) صحیح مدل ایفا می‌کنند. تعداد لایه‌های میانی و تعداد نرون‌های پردازش اطلاعات در این لایه‌ها، هنوز از قانونمندی واحدی تبعیت نمی‌کنند و روش آزمون‌وخطا روش معمول تعیین این پارامترهاست.

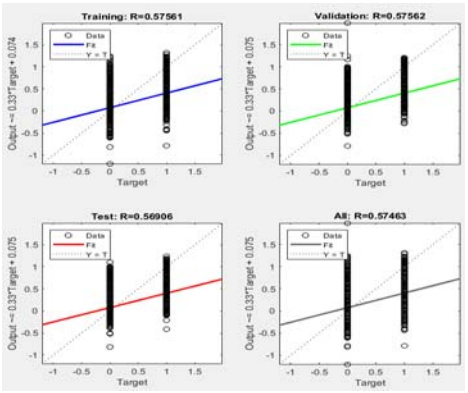
مدل پس انتشار خطا[9]

مدل‌های پس انتشار خطا، از معروف‌ترین مدل‌های شبکه‌های مصنوعی عصبی به‌شمار می‌روند. نحوه عملکرد به این صورت است که پس از معرفی بردارهای داده‌ها و هدف به مدل، ضرایب ارتباطی بین واحدهای لایه‌های ورودی، میانی و خروجی به‌طور تصادفی تعیین می‌شوند. سپس مدل با پردازش داده‌های هر واحد و ارسال آن‌ها به واحدهای جلوتر، مقادیر بردار ستاده‌ها را محاسبه می‌کند. در این مرحله مقادیر محاسبه‌شده (ستاده‌ها) با مقادیر واقعی (هدف) مقایسه و مقدار خطا محاسبه می‌شود. اگر میزان خطا یا هر تابع دیگری از خطا با مقدار مطلوب متفاوت بود، به عقب برگشته و با تغییر ضرایب ارتباطی و تکرار مراحل قبلی مجدداً ستاده‌های جدیدی محاسبه می‌شود. البته ضرایب ارتباطی طبق سازوکارهای یادگیری[10] در جهتی تغییر می‌کنند که خطا یعنی همان تفاوت بین ستاده‌ها و هدف کمتر و کمتر شود. این جریان یادگیری ادامه می‌یابد تا آنجا که خطا به میزان موردنظر برسد.

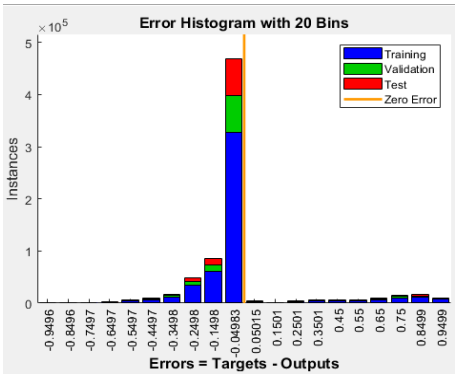
1. Input Layer
2. Hidden Layer
3. Output Layer
4. Neuron
5. Input Variables
6. Target Data
7. Output Data
8. Training Process
9. Back Propagation Model
10. Learning Mechanisms

برازش شبکه از طریق برازش و تشخیص الگو

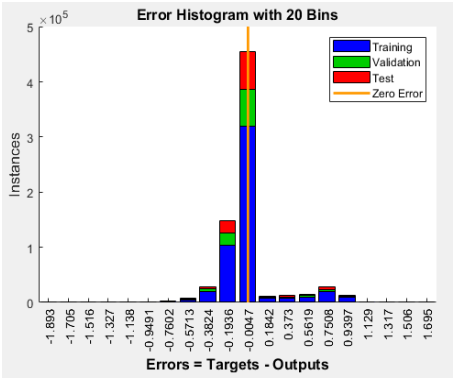
در اینجا ما برای بررسی داده‌ها از یک شبکه feed forward با تابع انتقال tan-sigmoid در لایه مخفی و تابع انتقال خطی در لایه خروجی استفاده کرده‌ایم. این نوع شبکه‌های عصبی در ارتباط با کاربرد تخمین توابع (رگرسیون) کارایی مناسبی دارند. با توجه به اینکه در شبکه عصبی طراحی‌شده، ۱۰ نرون بهینه وجود دارد، تمامی موارد را برحسب این تعداد نورون انجام داده‌ایم. ما از ۱۰ نورون در لایه مخفی در شبکه‌ها استفاده کرده‌ایم. شایان ذکر است که شبکه یک خروجی دارد. در این فرایند ما از الگوریتم levenberg-marquardt به‌عنوان تابع آموزش شبکه بهره جسته‌ایم. ضمناً بردارهای ورودی به‌صورت تصادفی توسط شبکه به‌صورت ۷۰ درصد داده‌ها در مجموعه آموزشی، ۱۵ درصد داده‌ها در مجموعه ارزیابی در راستای بیش برازش شبکه و ۱۵ درصد داده‌ها در راستای بررسی آزمون کارایی شبکه نهایی استفاده گردیده است. نتایج مربوط به انجام آزمون‌های مربوط به شبکه عصبی نیز در ادامه آورده شده است.



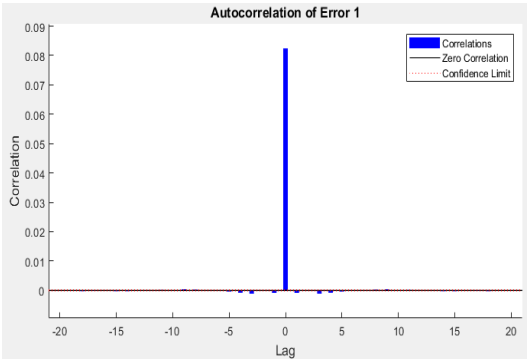
شکل ۹. نمودار رگرسیون در حالت فیت کردن



شکل ۱۰. نمودار خطای شبکه در شناخت الگو

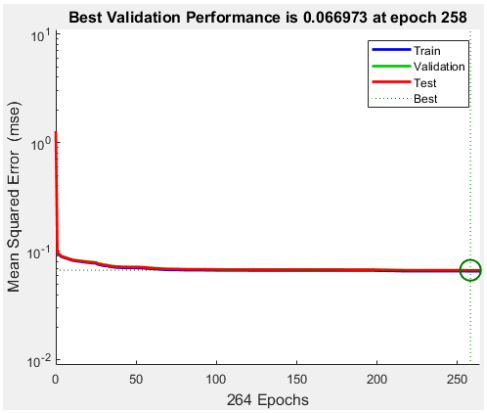


شکل ۱۱. نمودار خطای شبکه در حالت فیت کردن مدل

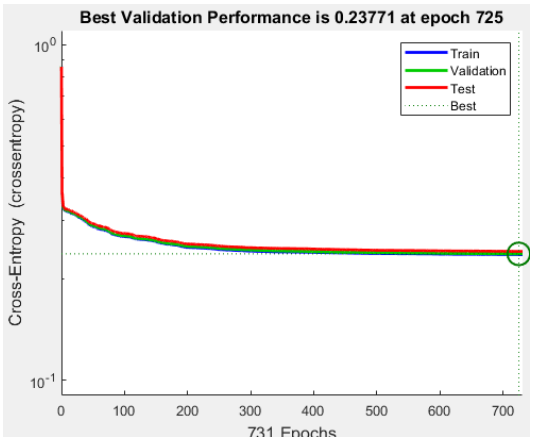


شکل ۱۲. نمودار خودهم‌بستگی خطاها در شبکه عصبی

نمودار مربوط به نحوهٔ عملکرد شبکه عصبی طراحی‌شده در شکل‌های ۱۳ و ۱۴ مشاهده می‌شود.

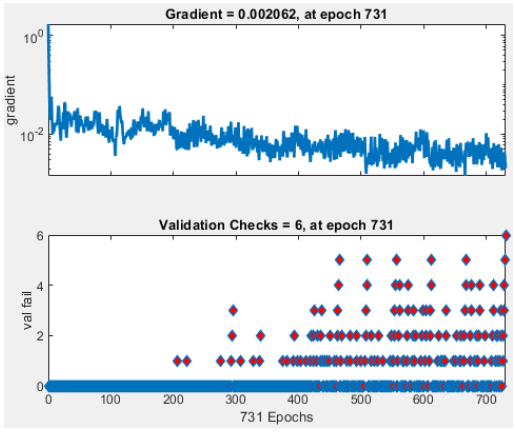


شکل ۱۳. نمودار عملکرد شبکه در حالت فیت‌کردن مدل

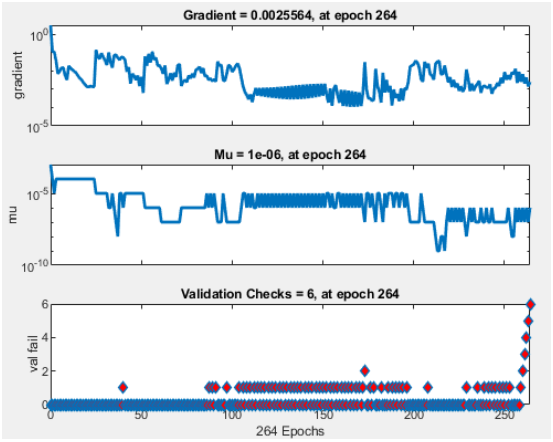


شکل ۱۴. نمودار عملکرد شبکه در حالت شناخت الگو

شکل‌های ۱۵ و ۱۶ نمودارهای مربوط به یادگیری شبکه عصبی تخمین زده در دو حالت شناخت الگو و فیت کردن مدل را نشان می‌دهد.

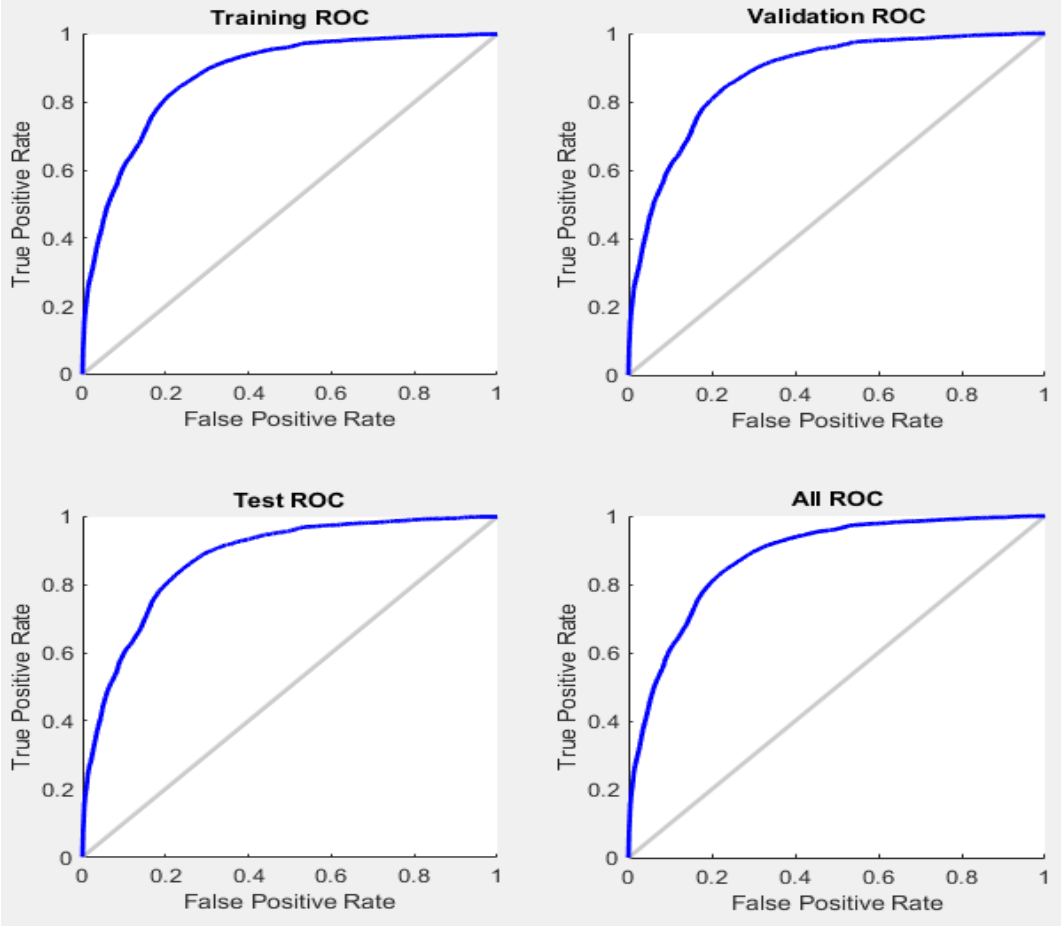


شکل ۱۵. نمودار یادگیری شبکه در حالت شناخت الگو



شکل ۱۶. نمودار یادگیری شبکه در حالت فیت کردن مدل

نمودار راک مربوط به مدل تخمین زده‌شده نیز در زیر آورده شده است. منحنی راک یک نمودار یا شمای گرافیکی است که با استفاده از میزان مثبت واقعی را روی محور x و میزان مثبت کاذب بر روی محور Y در آستانه‌های مختلف (نقاط برش متفاوت) ایجاد می‌شود.

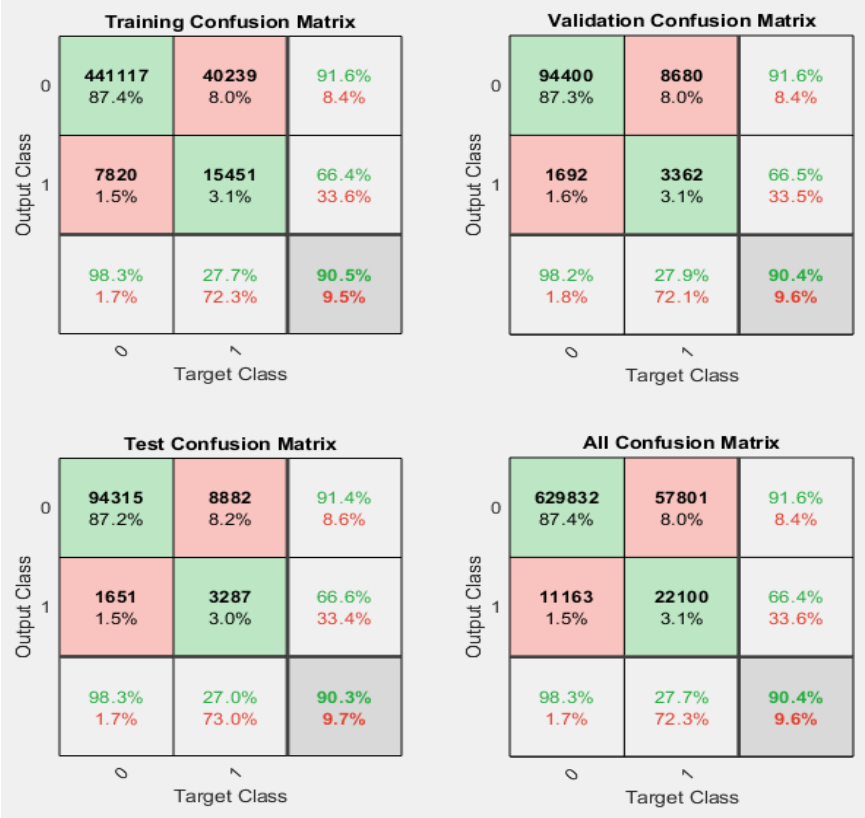


شکل ۱۷. نمودار راک مربوط به مدل تخمین زده شده

بدیهی است هنگامی‌که حساسیت افزایش پیدا کند، میزان مثبت کاذب نیز افزایش می‌یابد. بنابراین منحنی راک به ما اجازه می‌دهد تا میزان مثبت واقعی و مثبت کاذب را در هر نقطه روی منحنی بررسی و مقایسه کنیم. سطح زیر منحنی کیفیت کلی آزمون‌های تشخیص (دقت) را به ما نشان می‌دهد. تست‌های با سطح زیر منحنی یکسان عملکرد کلی تشخیصی برابری دارند، ولی لزوماً حساسیت و ویژگی برابری ندارند. سطح زیر منحنی می‌تواند توسط بسیاری از نرم‌افزارهای آماری محاسبه و اندازه‌گیری شود. همان طور که مشاهده می‌شود انحنای محنی راک به سمت یک (گوشه شمال غربی) کشیده شده است که این خود نشان از کارایی بالای شبکه تخمین زده‌شده می‌باشد.

ماتریس تشخیص الگو

برای تحلیل عکس‌العمل شبکه آموزشی ایجادشده، از ماتریس تشخیص استفاده شده است. عناصر قطری در هر جدول، نشان‌دهنده تعداد طبقه‌بندی‌های درست و عناصر غیرقطری تعداد طبقه‌بندی‌های نادرست است. سلول خاکستری‌رنگ (سمت راست‌گوشه پایین) درصد کل طبقه‌بندی درست را به رنگ سبز و طبقه‌بندی نادرست را به رنگ قرمز نشده می‌دهد.



شکل ۱۸. نمودار دسته‌بندی و کارایی تخمین شبکه عصبی

همان طور که مشاهده می‌شود، مدل در نظر گرفته‌شده توانسته است با قدرت بسیار خوبی (۹۰/۴ درصد) دستکاری قیمت و عدم دستکاری را تخمین بزند.

نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش بررسی سهم‌های دستکاری شده با استفاده از ریزساختارهای بازار (معاملات میان روزانه ـ لحظه‌ای) و ارائه مدلی جهت شناسایی سهم‌های دستکاری شده است. در این پژوهش داده‌های مربوط به پرونده‌های دستکاری شده که از سال ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۵ پیگیری و مطالعه شده است. در این پژوهش به‌طور خاص طرح عملیات دستکاری Spoof Trading بررسی شده است.

در این پژوهش از پنل دیتا، آزمون‌های اف لیمر، آزمون هاسمن، آزمون هم‌انباشتگی، ناهمسانی واریانس و آزمون تورم واریانس و سپس از آزمون‌های اقتصادسنجی مربوط به دستکاری قیمت، ازجمله آزمون مانایی، خودهم‌بستگی، کشیدگی، چولگی، تسلسل و وابستگی دیرش استفاده شده است. در انتها نیز از شبکه عصبی برای سنجش کارایی الگوریتم مد نظر بهره برده و نتایج در قالب ماتریس تشخیص الگو ارائه شده است. نتایج حاصل از الگوریتم طراحی‌شده نشان داد که کارایی شبکه مورداستفاده در جهت شناسایی معاملات مشکوک برابر با ۹۰/۴ درصد است که این سطح از کارایی برای پذیرش یک الگوریتم بسیار عالی است. همچنین، در این پژوهش فرضیه‌هایی آزمون شد که نتایج حاکی از

آن بود که قیمت‌ها و حجم‌های ارائه شده در سفارش‌های خریدوفروش مربوط به ردیف‌های اول و دوم تابلوی معاملات، در شناسایی دستکاری قیمت مؤثر است.

این پژوهش مانند مطالعات دیگر با استفاده از پرونده‌های دستکاری تحت پیگرد قانونی، از چندین محدودیت در نمونه رنج می‌برد. نخست اینکه، ما فقط اطلاعات مربوط به موارد دستکاری تحت پیگرد را مبنا قرار داردیم؛ بنابراین مواردی را که در آن دستکاری انجام‌شده، اما مشاهده نشده را از دست داده‌ایم. بنابراین پرونده‌های پیگرد قانونی نمونهٔ ما، یک نمونه تصادفی از تمامی دستکاری‌ها نیست و نتایج تجربی باید به‌عنوان توصیف ویژگی‌ها دستکاری‌های تحت پیگرد در نظر گرفته شود.

منابع

پوست فروش، ناصر و صدرآبادی، معین‌الدین (۱۳۹۴). سنجش دستکاری قیمت‌ها با استفاده از مدل‌های تحلیل ممیزی درجه دوم و الگوریتم ژنتیک بر مبنای شبکه عصبی مصنوعی. *دانش مالی تحلیل اوراق بهادار*، ۸(۲۸)-۱۱۹-۱۴۳.

راعی، رضا؛ محمدی، شاپور و عیوضلو، رضا (۱۳۹۱). بررسی ریسک اطلاعات با استفاده از مدل‌های ریزساختار بازار. *پژوهش‌های مدیریت در ایران*، ۱۷(۳)، ۷۱-۸۵.

راعی، رضا؛ محمدی، شاپور و عیوضلو، رضا (۱۳۹۲). تخمین احتمال معامله مبتنی بر اطلاعات خصوصی با استفاده از مدل‌های ریزساختار بازار. *تحقیقات مالی*، ۱۵(۱)، ۱۷-۲۸.

زندیه، مصطفی، قوچانی، روزبه (۱۳۹۲). اثر حجم معاملات و نسبت بالای P/E در ایجاد حباب قیمتی در بورس اوراق بهادار تهران. *فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری*، ۲(۸)، ۷۱-۸۸.

شرف‌زاده، سید حمیدرضا و مهرگان، نادر (۱۳۸۷). *اقتصادسنجی پنل دیتا* (چاپ اول)، تهران: مؤسسه تحقیقات تعاون، دانشگاه تهران.

شرف‌زاده، سید حمیدرضا و مهرگان، نادر (۱۳۹۳). *اقتصادسنجی پنل دیتای پیشرفته* (چاپ اول)، تهران: نشر نور علم.

شورورزی، محمدرضا؛ قوامی، هادی و حسین پور، حمید (۱۳۹۲). رابطه بین شفافیت اطلاعات بازار سرمایه و بروز حباب قیمت. *دوفصلنامه اقتصاد پولی و مالی*، ۲۰(۵)، ۲۷- ۵۸.

فلاح شمس، میرفیض (۱۳۸۷). بررسی عوامل تأثیرگذار بر دستکاری قیمت در بورس اوراق بهادار تهران. *پژوهشنامه اقتصاد کلان*، ۱(۳۵)، ۸۳-۱۰۴.

فلاح شمس، میرفیض (۱۳۹۲). عوامل تأثیرگذار بر دستکاری قیمت در بورس اوراق بهادار تهران. *پژوهشنامه علوم اقتصادی*، ۹(۲)، ۸۳-۱۰۴.

فلاح شمس، میرفیض و تیموری شندی، علی (۱۳۹۴). طراحی الگوی پیش‌بینی دستکاری قیمت در بورس اوراق بهادار تهران. *فصلنامه پژوهشی دانشگاه امام صادق*، (۲۱)، ۱۱۵- ۱۴۶.

فلاح شمس، میرفیض و زارع، عظیم (۱۳۹۲). بررسی عوامل تأثیرگذار در بروز حباب قیمت در بورس اوراق بهادار تهران اوراق بهادار. *فصلنامه بورس اوراق بهادار*، ۶(۲۱)، ۷۳- ۹۱.

فلاح شمس، میرفیض و کردلویی، حمیدرضا (۱۳۹۱). آزمون مدل‌های لاجیت و شبکه عصبی مصنوعی جهت پیش بینی دستکاری قیمت در بورس اوراق بهادار تهران. *مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، ۲(۷)، ۳۷- ۷۲.

فلاح شمس، میرفیض و محمدی، محمود (۱۳۹۰). مدلی برای پیش‌بینی دستکاری قیمت سهام در بورس اوراق بهادار (مورد مطالعه: در بورس اوراق بهادار تهران). *پژوهش‌های رشد و توسعه پایدار (پژوهش‌های اقتصادی)*، ۱۱(۲)، ۳۰-۴۱.

فلاح شمس، میرفیض؛ بادپا، ایوب و بادپا، اسماعیل (۱۳۹۴). طراحی مدلی برای شناسایی احتمال وقوع دستکاری قیمت پایانی در بورس اوراق بهادار تهران. *مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، ۶(۲۴)، ۱۳۵- ۱۵۲.

فلاح شمس، میرفیض؛ کردلویی، حمیدرضا و دهقانی، امیر (۱۳۹۱). بررسی و تعیین عوامل کشف و پیش بینی تشکیل حباب تصنعی قیمتی. *فصلنامه دانش سرمایه‌گذاری*، ۱(۱)، ۹۹- ۱۲۴.

فلاح شمس، میرفیض؛ کردلویی، حمیدرضا و رشنو، مهدی (۱۳۹۱). بررسی دستکاری قیمت‌ها در بورس تهران با استفاده از مدل ماشین بردار پشتیان. *مجله تحقیقات مالی*، ۱۴(۱)، ۶۹-۸۴.

کیانی، مهرداد (۱۳۸۹). *بررسی رابطه میزان سهام شناور آزاد با ایجاد حباب قیمتی در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

ندیری، محمد؛ علوی نسب، سیدمحمد؛ پیمانی، مسلم و ربیعی، ریحانه (۱۳۹۷). بررسی و تحلیل تأثیر برخی عوامل مؤثر بر دستکاری قیمت در بازار سهام ایران. *تحقیقات مالی*، ۲۰(۳)، ۳۲۷- ۳۴۲.

نمازی، محمد و کرمانی، احسان (۱۳۸۷). تأثیر ساختار مالکیت بر عملکرد شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. *فصلنامه بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، ۱۵(۵۳)، ۸۳- ۱۰۰.

وکیلی فرد، حمیدرضا؛ طالب نیا، قدرت الله و کیانی، مهرداد (۱۳۸۹). بررسی رابطه میزان سهام شناورآزاد با ایجاد حباب قیمتی در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق. *مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار (مدیریت پرتفوی)*، ۱(۴)، ۶۷-۸۳ .

References

Agency for the Cooperation of Energy Regulators (2019a). *Layering and spoo_n in continuous wholesaleenergy markets.*

Agency for the Cooperation of Energy Regulators (2019b). *Remit quarterly.*

Aggarwal, R. K., & Wu, G. (2003, March). Stock market manipulation-theory and evidence. *In AFA 2004, San Diego Meetings.*

Aggarwal, R. K., & Wu, G. (2006). Stock market manipulations. *The Journal of Business*, 79(4), 1915-1953.

Allen, F. &, Gale, D. (1992). Stock price manipulation. *The Review of Financial Studies*, 5(3), 503–529.

Allen, F. &, Gorton, G. (1992). Stock price manipulation, market microstructure and asymmetric information. *European Economic Review*, 36(2-3), 624–630.

Allen, F., Litov, L. & Mei, J. (2006). Large investors, price manipulation, and limits to arbitrage: an anatomy of market corners. *Review of Finance*, 10(4), 645–693. https://doi.org/10.1007/s10679-006-9008-5

Bagnoli, M., & Lipman, B. L. (1996). Stock price manipulation through takeover bids. *The RAND Journal of Economics,* 27(1), 124.

Benabou, R., & Laroque, G. (1992). Using privileged information to manipulate markets: Insiders, gurus, and credibility. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(3), 921-958.

Blanes, J. (2003). *Credibility and cheap talk of securities analysts: theory and evidence* (No. dp472). Financial Markets Group.

Brunnermeier, M. K., & Pedersen, L. H. (2005). Predatory trading. *The Journal of Finance,* 60(4), 1825-1863.

Cartea, A., Donnelly, R., & Jaimungal, S. (2019). *Hedging Non-Tradable Risks with Transaction Costs and Price Impact.* arXiv preprint arXiv:1908.00054.

Cartea, Á., Jaimungal, S., & Wang, Y. (2020). Spoofing and Price Manipulation in Order-Driven Markets. *Applied Mathematical Finance*, 1-32.

Chakraborty, A., & Yılmaz, B. (2004). Informed manipulation. *Journal of Economic theory,* 114(1), 132-152.

Chakraborty, A., & Yılmaz, B. (2004). Manipulation in market order models. *Journal of financial Markets,* 7(2), 187-206.

Chow, E. H. Y., Hung, C. W., Liu, C. S. H., & Shiu, C. Y. (2013). Expiration day effects and market manipulation: evidence from Taiwan. *Review of Quantitative Finance and Accounting,* 41(3), 441-462.

Comerton-Forde, C. & Putnins, T. (2011). Measuring closing price manipulation. *Journal of Financial Intermediation*, 20:135–158

Daniel, K., Hirshleifer, D., & Subrahmanyam, A. (1998). Investor psychology and security market under-and overreactions. *The Journal of Finance*, 53(6), 1839-1885.

De, L., Bradford, J., Shleifer, A., Summers, L., & Waldmann, R. (1991). The survival of noise traders in financial market. *Journal of Business*, 64, 1-19.

Diaz, D., Theodoulidis, B., & Sampaio, P. (2011). Analysis of stock market manipulations using knowledge discovery techniques applied to intraday trade prices. *Expert Systems with Applications,* 38(10), 12757-12771.

Dissanaike, G., & Lim, K. H. (2015). Detecting and Quantifying Insider Trading and Stock Manipulation in Asian Markets. *Asian Economic Papers*, 14(3), 1-20.

Falah Shams, M. F., Kordlouie, H. & Rashnoo, M. (2012). Investigating the Prices Manipulation in the Tehran Stock Exchange by Using the SVM Model. *Financial Research Journal*, *14*(1), 69-84. doi: 10.22059/jfr.2012.36633 (*in Persian*)

Fallah Shams, M. & Kordlouie, H. (2011). Forecasting Stock Price Manipulation In Capital Market. *Financial Engineering And Securities Management (Portfolio Management*), 2(7), 37-72. (*in Persian*)

Fallah Shams, M. & Zare, A. (2013). Investigating effective factors in price bubble creation in Tehran stock exchange, *Journal of Securities Exchange*, 6(21), 73-91. (*in Persian*)

Fallah Shams, M. (2013). Factors Influencing Price Manipulation in Tehran Stock Exchange, *Journal of Economic Sciences,* 9(2), 83-104. (*in Persian*)

Fallah Shams, M., Kordlouei, H. & Dehghani, A. (2012). Investigation and Determination of Discovering and Predicting Factors of Artificial Price Bubble. *Journal of investment knowledge,* 1(1), 99-124 .(*in Persian*)

Fallah Shams, M., Kordlouei, H. & Rashnoo, M. (2011). Investigating the Prices Manipulation in the Tehran Stock Exchange by Using the SVM Model. *Financial research journal,* 14(1), 69-84 .(*in Persian*)

Fallah Shams, M., Teimouri Shendi, A. (2015). Designing a price manipulation prediction pattern in Tehran stock exchange. *Journal of Imam Sadegh University,* (21), 115 – 146. (*in Persian*)

Fishman, M. J., & Hagerty, K. M. (1995). The mandatory disclosure of trades and market liquidity. *The Review of financial studies*, 8(3), 637-676.

Frieder, L., & Zittrain, J. (2007). Spam works: Evidence from stock touts and corresponding market activity. *UC Law SF Communications and Entertainment Journal*, 30(3), 479.

Gao, Y., & Oler, D. (2012). Rumors and pre-announcement trading: why sell target stocks before acquisition announcements? *Review of Quantitative Finance and Accounting,* 39(4), 485-508.

Gervais, S. & Odean, T. (2001). Learning to be overconfident. *The Review of Financial Studies,* 14(1), 1-27.

Goldstein, I., & Guembel, A. (2008). Manipulation and the allocational role of prices. *The Review of Economic Studies,* 75(1), 133–164.

Hanke, M., & Hauser, F. (2008). On the effects of stock spam e-mails. *Journal of Financial markets,* 11(1), 57-83.

Hart, O. D. (1977). On the profitability of speculation. *The Quarterly Journal of Economics,* 579-597.

Hart, O. D., & Kreps, D. M. (1986). Price destabilizing speculation. *Journal of Political Economy,* 94(5), 927-952.

Hong, H., Scheinkman, J., & Xiong, W. (2008). Advisors and asset prices: A model of the origins of bubbles. *Journal of Financial Economics*, 89(2), 268-287.

Huddart, S., Hughes, J. S., & Levine, C. B. (2001). Public disclosure and dissimulation of insider trades. *Econometrica,* 69(3), 665-681.

Jarrow, R. A. (1992). Market manipulation, bubbles, corners, and short squeezes. *Journal of financial and Quantitative Analysis,* 27(3), 311-336.

Jarrow, R. A. (1994). Derivative security markets, market manipulation, and option pricing theory. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 29(2), 241-261.

Jiang, G., Mahoney, P. G., & Mei, J. (2005). Market manipulation: A comprehensive study of stock pools. *Journal of Financial Economics*, 77(1), 147-170.

John, K., & Narayanan, R. (1997). Market manipulation and the role of insider trading regulations. *The Journal of Business*, 70(2), 217-247.

Kartik, N. (2005). *Information transmission with almost-cheap talk.* Available at SSRN 817508.

Kartik, N., Ottaviani, M., & Squintani, F. (2007). Credulity, lies, and costly talk. *Journal of Economic theory,* 134(1), 93-116.

Khwaja, A. I., & Mian, A. (2005). Unchecked intermediaries: Price manipulation in an emerging stock market. *Journal of Financial Economics*, 78(1), 203-241.

Kiani, M. (2010). *Investigating the Relationship between Free Floating Shares and Price Bubble Creation in Companies Listed in Tehran Stock Exchange*, MSc Thesis, Faculty of Management and Economics, Islamic Azad University, Science and Research Branch. (*in Persian*)

Kumar, P., & Seppi, D. J. (1992). Futures manipulation with "cash settlement". *The Journal of Finance,* 47(4), 1485-1502.

Kyle, A. S., & Viswanathan, S. (2008). How to define illegal price manipulation. *American Economic Review,* 98(2), 274-79.

Kyle, A. S., & Wang, F. A. (1997). Speculation duopoly with agreement to disagree: Can overconfidence survive the market test? *The Journal of Finance*, 52(5), 2073-2090.

McQueen, G., & Thorley, S. (1994). Bubbles, stock returns, and duration dependence. *Journal of Financial and Quantitative Analysis,* 29(3), 379-401.

Mei, J., Wu, G., & Zhou, C. (2004). *Behavior based manipulation: theory and prosecution evidence.* Available at SSRN 457880.

Merrick Jr, J. J., Naik, N. Y., & Yadav, P. K. (2005). Strategic trading behavior and price distortion in a manipulated market: anatomy of a squeeze. *Journal of Financial Economics,* 77(1), 171-218.

Misra, V., Lagi, M., & Bar-Yam, Y. (2011). *Evidence of market manipulation in the financial crisis.* arXiv preprint arXiv:1112.3095.

Nadiri, M., Alavi Nasab, S. M., Peymani, M., & Rabiee, R. (2018). Investigating Some of Effective Factors on Spoofing Manipulation in Iranian Stock Market. *Financial Research Journal*, *20*(3), 327-342. doi: 10.22059/frj.2018.260795.1006685 (*in Persian*)

Namazi, M. & Kermani, E. (2009). Investigating the Effects of Ownership Structure on The Performance of the Companies Accepted in the Tehran Stock Exchange. *Accounting and Auditing Review*, *15*(53), 83-100. (*in Persian*)

Odean, T. (1998). Volume, volatility, price, and profit when all traders are above average. *The journal of finance,* 53(6), 1887-1934.

Öğüt, H., Doğanay, M. M., & Aktaş, R. (2009). Detecting stock-price manipulation in an emerging market: The case of Turkey. *Expert Systems with Applications,* 36(9), 11944-11949.

Ottaviani, M., & Sørensen, P. N. (2006b). The strategy of professional forecasting. *Journal of Financial Economics*, 81(2), 441-466.

Ottaviani, M., and Sørensen, P. N. (2006a). Professional Advice, *Journal of Economic Theory* 126, 120-142.

Palshikar, G. K., & Apte, M. M. (2008). Collusion set detection using graph clustering. *Data Mining and Knowledge Discovery,* 16(2), 135-164.

Poustfroush, M. H., Naser Sadrabadi, A., & Moeinaddin, M. (2015). Reviews of Manipulating Prices using QDF & ANN-GA Models in Tehran's Stock Exchange. *Financial Knowledge of Securities Analysis, 8*(28), 119-143. (*in Persian*)

Punniyamoorthy, M., & Thoppan, J. J. (2012). Detection of stock price manipulation using quadratic discriminant analysis. *International Journal of Financial Services Management,* 5(4), 369-388.

Qi, B., Yang, R., & Tian, G. (2014). Can media deter management from manipulating earnings? Evidence from China. *Review of Quantitative Finance and Accounting,* 42(3), 571-597.

Raee, R., Eyvazlu, R. & Mohammadi, Sh. (2013). A Survey On Information Risk Using Market Microstructure Models. *Management Research in Iran (Modares Human Sciences),* 17(3), 71-85. (*in Persian*)

Raee, R., Mohammadi, S., & Eyvazloo, R. (2013). Estimating Probability of Private Information Based Trade Using Microstructure Model. **Financial Research Journal**, **15**(1), 17-28. doi: 10.22059/jfr.2013.35430 (*in Persian*)

Sharafzadeh, S.H. & Mehrgan, N. (2008). *Panel Data Econometrics, Tehran, Cooperative Research Institute* (1th ed.). University of Tehran. (*in Persian*)

Shoorvarzy, M.R., Ghavami, H. & Hosseinpour, H. (2013). Relationship between Clarity of Stock Market Information and The Appearing of Price bubble. *Journal of Financial and Monetary Economics,* 20(5), 27-58. (*in Persian*)

Sun, X. Q., Shen, H. W., Cheng, X. Q., & Wang, Z. Y. (2012). Degree-strength correlation reveals anomalous trading behavior. *PloS one,* 7(10), e45598.

Van Bommel, J. (2003). Rumors. *The Journal of finance*, 58(4), 1499-1520.

Vila, J. L. (1989). Simple games of market manipulation. *Economics Letters*, 29(1), 21-26.

Villa, J. L. (1987). *The role of information in the manipulation of futures markets.* University of Pennsylvania, Center for Analytic Research in Economics and the Social Sciences

Vitale, P. (2000). Speculative noise trading and manipulation in the foreign exchange market. *Journal of International Money and Finance*, 19(5), 689-712.

Zandieh, M., & Ghouchani, R. (2013). The Effect of trading volume and high P/E ratio on the price bubble in Tehran stock exchange market. *Journal of Investment Knowledge*, 2(8), 71-88. (*in Persian*)

Zhai, J., Cao, Y., Yao, Y., Ding, X., & Li, Y. (2017). Computational intelligent hybrid model for detecting disruptive trading activity. *Decision Support Systems*, 93, 26-41.