فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران/ سال بیست‌وچهارم/ شماره ۷۸/ بهار ۱۳۹۸/ صفحات ۲۹-۱

مقایسه روش‌های مختلف تخمین احتمال مبادله آگاهانه در بورس اوراق بهادار تهران

رضا طالبلو[۱]

تیمور محمدی[۲]

عباس شاکری[۳]

میلاد رحمانیانی[۴]

تاریخ ارسال: ۱۳۹۷/۳/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۸/۲۰

چکیده

یکی از مهم‌ترین پرسش‌هایی که در زمینه ریزساختار بازارهای مالی مطرح می‌شود، سنجش سطح نامتقارن بودن اطلاعات در بازارهای مالی است. طی سال‌های اخیر معیار احتمال مبادله آگاهانه (PIN) برای اندازه‌گیری میزان نامتقارن بودن اطلاعات معرفی شده که مبتنی‌بر الگوهای اقتصادی و در چهارچوب ساختار خرد بازار است. رویکرد ایزلی و اوهارا (۱۹۹۲)، به‌عنوان نخستین ایده مطرح شد. در ادبیات موجود دو مشکل در این روش تخمین وجود دارد: مشکل اریب نمونه و مشکل شرایط مرزی. برای رفع این مشکلات در این زمینه چهار روش دیگر شامل EA، EHO Factorization، LK Factorization و YZ Grid-Search Based مطرح شده است. در این پژوهش، معیار احتمال مبادله آگاهانه برای ۲۰۶ شرکت منتخب از شرکت‌های فعال در بورس اوراق بهادار تهران در دوره زمانی فروردین ۱۳۹۴ تا اسفند ۱۳۹۵ تخمین زده شده است. نتایج تخمین در این مقاله نشان می‌دهد که میانگین احتمال مبادله آگاهانه ۰/۲۳ است.

واژگان کلیدی: عدم تقارن اطلاعات، ریزساختار بازار، معیار احتمال مبادله آگاهانه (PIN).

طبقه‌بندی JEL: *D82, G14*.

۱- استادیار، دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی، پست الکترونیکی:talebloo.r@atu.ac.ir

۲- دانشیار، دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی، پست الکترونیکی: mohammadi@atu.ac.ir

۳- استاد، دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی، پست الکترونیکی: abbas.shakeri@gmail.com

۴- دانشجوی دکترای اقتصاد مالی، دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی (نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی: Milad.rahmani6182@gmail.com

۱- مقدمه

در ادبیات مالی برای اندازه‌گیری میزان نامتقارن بودن اطلاعات در بازار، معیارهای متعددی مطرح شده است. به دلیل اینکه سطح نامتقارن بودن اطلاعات در بازار به‌طور مستقیم قابل مشاهده نیست، ازاین‌رو، پژوهشگران از برخی متغیرهای جایگزین (نماینده) برای سنجش آن استفاده کرده‌اند. مطالعات اخیر براساس اطلاعات و داده‌های بزرگ و با فراوانی بالا از یک‌سری معیارهای مبتنی‌بر ادبیات ساختار خرد بازار[1] استفاده کرده‌اند. این مطالعات در چهارچوب الگوهای ریزساختار الگوسازی می‌شوند.

تصمیمات سرمایه‌گذاران در بازارهای مالی متناسب با سطح عدم تقارن اطلاعات اتخاذ می‌شود و میزان دسترسی طرفین معامله بر نحوه مبادله تأثیرگذار است. عدم تقارن اطلاعات در بازار سهام می‌تواند ناشی از کیفیت یا زمان‌بندی نامناسب انتشار اطلاعات باشد. برتری اطلاعاتی برای عده‌ای از فعالان بازار در بلندمدت به گسترش بی‌اعتمادی و از بین رفتن بازار منجر می‌شود.

مطالعات بسیاری طی سال‌های اخیر برای اندازه‌گیری میزان نامتقارن بودن اطلاعات در بازارهای سهام کشورهای مختلف به‌کار رفته است که از آن جمله می‌توان به مطالعاتی مانند ون (۲۰۰۹)، یان و یانگ (۲۰۱۴) و ایزلی[2] و همکاران (۲۰۰۲ و ۲۰۰۸) اشاره کرد. ایزلی و همکاران (۲۰۱۰)، نشان دادند که سهام با پین بالاتر سالانه ۲/۵ درصد بازدهی بالاتری داشته‌اند. از زمان معرفی این شاخص تحقیقات زیادی در خصوص آن انجام گرفته و از شاخص پین برای پاسخ به پرسش‌های مختلف استفاده شده است؛ برای مثال، پوشش تحلیلگران (ازلی و همکاران، ۱۹۹۸)، تجزیه سهام (ازلی و همکاران، ۲۰۰۱)، ساختار مالکیتی (دنیس و وستون، ۲۰۰۱)، اعلام خبر ادغام و تملیک (آکتاس و همکاران، ۲۰۰۷)، عرضه اولیه کمتر از ارزش واقعی (الول و پاگانو، ۲۰۰۶)، رتبه‌سنجی اعتباری (اودرس-وایت و ردی، ۲۰۰۶)، اثرات فصلی (گانگ، ۲۰۱۰) و بازدهی دارایی‌ها (ازلی و همکاران،

1- Market Microstructure Measures
2- Easley

۲۰۰۲؛ براون و همکاران، ۲۰۰۴؛ پان و پوتشمن، ۲۰۰۶؛ براون و هلگیست، ۲۰۰۷؛ چن و همکاران، ۲۰۰۷؛ دوارته و همکاران، ۲۰۰۸). در بورس تهران نیز تحقیقاتی برای اندازه‌گیری عدم تقارن اطلاعات و ارتباط آن با مدل‌های عاملی صورت گرفته است (نظری و همکاران، ۱۳۹۱؛ رمضانی و همکاران، ۱۳۹۶؛ عیوض‌لو و همکاران، ۱۳۹۱ و طالبلو و همکاران، ۱۳۹۶).

ازلی و همکاران (۲۰۱۰)، دریافتند که افزایش تعداد معاملات خریدوفروش محاسبه تابع حداکثرسازی درست‌نمایی را به دلیل مشکل استثنای ممیز شناور[1] (FPE) از نظر محاسباتی مشکل می‌کند. آنها برای بهبود نتایج از تابع لگاریتم درست‌نمایی استفاده کردند. در ادامه، لین و کی (۲۰۱۱)، نشان دادند که روش ازلی و همکاران با اریب کم‌برآوردی روبه‌رو است و برای حل این مشکل تابع درست‌نمایی را به شیوه دیگری ارایه کردند که ساده‌تر است.

مشکل دیگر در محاسبه تابع درست‌نمایی انتخاب مقادیر اولیه مناسب بود (ازلی و همکاران، ۲۰۰۲؛ براون و همکاران، ۲۰۰۴). انتخاب مقادیر اولیه ضعیف به پاسخ‌های موضعی منجر می‌شود. یان و ژانگ (۲۰۰۶ و ۲۰۱۲)، نشان دادند که در بیشتر مواقع، در تخمین پین راه‌حل‌های گوشه‌ای به‌دست می‌آید. آنها برای رفع این مشکل از الگوریتم جست‌وجوی شبکه‌ای در درون ترکیبات ۱۲۵ مقدار اولیه استفاده کردند. هر دو تحقیق YZ و LK نشان دادند که بدون استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌یابی مقادیر اولیه و لگاریتم تابع درست‌نمایی[2] تخمین پین می‌تواند اشتباه و غیردقیق باشد. متأسفانه روش آنها از نظر محاسباتی سنگین است و صرف هفته‌ها و ماه‌ها برای محاسبه پین غیرمنطقی به نظر می‌رسد. گان و همکاران (۲۰۱۵)، روش محاسباتی سریع‌تری را براساس رویکرد خوشه‌سازی[3] پیشنهاد دادند تا مقادیر اولیه مناسب را سریع‌تر به‌دست دهد. روش یادشده به حجم معاملات حساس نیست و مشکل FPE را نیز ندارد. همچنین به دلیل عبور از الگوریتم سنتی

1- Floating Point Exception
2- Log-likelihood
3- Hierarchical Agglomerative Clustering (HAC)

شبکه تشخیص مقادیر اولیه سرعت در محاسبات را افزایش داد. گتن و همکاران (۲۰۱۵)، در مقایسه روش پیشنهادی با روش‌های YZ و LK نشان دادند که دقت روش پیشنهادی آنها کمتر از سایر روش‌ها بوده و از نظر سرعت بسیار سریع‌تر است.

در بخش بعدی، پیشینه تجربی و نظری در خصوص اندازه‌گیری میزان نامتقارن بودن اطلاعات مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس، الگوی احتمال مبادله آگاهانه معرفی می‌شود. در بخش چهارم، معیار احتمال مبادله آگاهانه به‌عنوان معیاری از عدم تقارن اطلاعاتی برای منتخبی از شرکت‌های فعال در بورس اوراق بهادار تهران تخمین زده می‌شود.

۲- پیشینه پژوهش‌های سنجش میزان نامتقارن بودن اطلاعات

بنیان‌های نظری مباحث نامتقارن بودن اطلاعات در بازار در دهه ۱۹۷۰ توسط اقتصاددانانی مانند آکرلوف، اسپنس و استیگلیتز بنا نهاده شد. آکرلوف نشان داد که اطلاعات نامتقارن می‌تواند احتمال کژگزینی[1] را در بازارها افزایش دهد. آکرلوف (۱۹۷۱)، در مقاله «کالاهای بنجل» به زبان اقتصادی نخستین تحلیل فنی را از بازارهایی که با مشکل اطلاعاتی و کژگزینی مواجه‌اند، معرفی کرد. وی بازاری را توصیف می‌کند که در آن، طرف فروشنده اطلاعات بیشتری نسبت به خریدار دارد. آکرلوف با تحلیل اقتصاد خردی نشان داد که مشکل اطلاعاتی ممکن است موجب فروپاشی کل بازار شود یا بازار را به کژگزینی محصولات کم‌کیفیت سوق دهد. اسپنس(۱۹۷۰)، نشان داد که تحت شرایطی معین افراد مطلع‌تر در بازار می‌توانند با انتقال اطلاعات خود به افراد غیرمطلع، مشکلات ناشی از انتخاب نادرست را برطرف کنند و تحلیل خود را بر موضوع آموزش متمرکز کرد. استیگلیتز (۱۹۸۱)، نشان داد که گاه یک عامل غیرمطلع می‌تواند از طریق غربال اطلاعات، بهتر از یک عامل مطلع، اطلاعات کسب کند.

مطالعات مختلفی در زمینه تخمین نامتقارن بودن اطلاعات در چهارچوب ساختار خردی بازار مالی انجام شده است. لی و ردی[2] (۱۹۹۱)، یک الگوریتم برای محاسبه احتمال

1- Adverse Selection
2- Lee and Reedy

مبادله آگاهانه معرفی کردند. ایزلی، اوهارا و پیرمن[1] (۱۹۹۶)، توان تبیین شاخص معامله آگاهانه در توضیح دامنه خریدوفروش را برای سهام با نقدشوندگی متفاوت بررسی کردند و اهمیت میزان عدم تقارن اطلاعات را در دامنه نوسان سهم نشان دادند. ایزلی، ویدجیر و اوهارا[2] (۲۰۰۲)، رابطه بین احتمال مبادله آگاهانه (PIN) و حجم مبادلات را بررسی کردند و نشان دادند که همبستگی بین این دو متغیر ۰/۵۸- و رابطه بین PIN و مازاد بازده مثبت است و همچنین نشان دادند که PIN برای سهام بزرگ اهمیت کمتری دارد. آنها نشان دادند که ۱۰ درصد تغییر در شاخص PIN بین دو سهم به اختلاف بازدهی مورد انتظار ۲/۵ درصدی در طول سال منجر می‌شود. ایزلی، لوپز دی پاردو و اوهارا[3] (۲۰۱۲)، به بررسی متغیر بودن احتمال مبادله آگاهانه (PIN) طی زمان پرداختند.

شاخص احتمال مبادله آگاهانه در بسیاری از بازارها مورد استفاده قرار گرفته است: پیونسان (۲۰۱۴)، احتمال مبادله آگاهانه در قراردادهای آتی نرخ بهره و احتمال دست‌کاری بازار را مورد ارزیابی قرار داد. یان و ژانگ (۲۰۱۲)، شیوه محاسبه پین را در حالت راه‌حل‌های گوشه‌ای بهبود بخشیدند. در مدل ایزلی و اوهارا، احتمال معاملات آگاهانه در روزهای مختلف مستقل از یکدیگر در نظر گرفته شده است. ایزلی، انگل، اوهارا و وو (۲۰۰۸)، پایداری در شاخص PIN و وابستگی معاملات در روزهای پی‌درپی را لحاظ و سری زمانی شاخص یادشده را محاسبه کردند، به‌گونه‌ای که ورود افراد آگاه و ناآگاه تابعی از زمان است و قابلیت پیش‌بینی شاخص معامله آگاهانه را در اختیار می‌گذارد. آنها همچنین نشان دادند که شاخص یادشده در روزهای قبل از اخبار مهم مربوط به سهام دارای روند افزایشی است[4]. یان و ژانگ (۲۰۱۴)، با محاسبه فصلی شاخص مبادله آگاهانه نشان دادند که رابطه مثبتی بین شاخص یادشده و بازدهی سهم وجود دارد.

1- Easley, O'Hara and Paperman
2- Easley, Hvidkjaer and O'Hara
3- Easley, Lopez de Prado and O'Hara

۴- فرآیند در نظر گرفته شده مانند GARCH است.

جدول ۱- پیشینه پژوهش‌های اندازه‌گیری عدم تقارن اطلاعات

ردیف	نگارنده/ نگارندگان	موضوع	متغیرها	بازه زمانی	بورس
۱	کیتامورا (۲۰۱۶)	معرفی جریان سفارش‌ها به‌عنوان شاخص معاملات آگاهانه	جریان سفارش‌ها	2014–2015	EUR/USD و USD/JPY
۲	براون و هلیگست (۲۰۰۹)	بررسی اثر تعدیل سود بر میزان عدم تقارن در بازار	PIN	1995–2004	نیویورک
۳	بهاتاچاریا (۲۰۱۳)	رابطه عدم تقارن اطلاعات و کیفیت سود	دامنه مؤثر	1997–2006	نیویورک
۴	گان و همکاران (۲۰۱۵)	ارایه روش سریع‌تر برای محاسبه شاخص مبادله آگاهانه	CPIN	2013	نیویورک
۵	آجینا (۲۰۱۴)	رابطه سهام‌داران حقوقی و عدم تقارن اطلاعات	دامنه خرید- فروش، حجم معاملات و شاخص آمیهود	2007–2009	پاریس
۶	ارسان و آلیسی (۲۰۱۶)	ارایه تخمین غیراریب از PIN	PIN	2007–2014	استانبول
۷	یان و ژانگ (۲۰۱۴)	کیفیت تخمین PIN و بررسی ارتباط PIN با بازدهی	PIN	1983–2004	نیویورک
۸	اکتاویان و توما (۲۰۱۶)	تخمین شاخص مبادله آگاهانه در بورس بخارست	PIN	2012–2013	بخارست
۹	باسدیق و حسینی (۲۰۱۳)	سیاست‌های تقسیم سود و عدم تقارن اطلاعات در بورس لندن	پوشش تحلیلگران	2007	۲۸۲ سهم در بورس لندن
۱۰	ریپامونتی (۲۰۱۶)	بررسی عدم تقارن اطلاعات در بورس برزیل	دامنه کراون- شولتز	1986–2014	برزیل

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

راعی و همکاران (۱۳۹۲)، نشان دادند که عدم تقارن اطلاعات به صورت معناداری متفاوت از صفر است. در تحقیقی دیگر، عیوض‌لو و همکاران (۱۳۹۱)، اثرات تقویمی عدم تقارن اطلاعات را در بورس تهران PIN مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که عدم تقارن اطلاعات در ماه دهم (دی) افزایش و در اسفند کاهش می‌یابد. راعی و همکاران (۱۳۹۱)، نشان دادند که احتمال معامله مبتنی‌بر اطلاعات خصوصی توان تبیین بازدهی سهام را داراست، به‌گونه‌ای که ۱۰ درصد افزایش در احتمال مبادله آگاهانه به افزایش ۲/۸ درصدی بازدهی منجر می‌شود. همچنین رابطه منفی و معناداری بین اندازه شرکت و احتمال مبادله آگاهانه وجود دارد. صالحی و همکاران (۲۰۱۴)، به بررسی رابطه حکمرانی شرکتی و عدم تقارن اطلاعات پرداختند. آنها از دامنه نوسان به‌عنوان شاخص عدم تقارن اطلاعات و از تعداد اعضای هیأت‌مدیره و درصد تمرکز مالکیت برای اندازه‌گیری حکمرانی شرکتی استفاده کردند و نشان دادند که تمرکز مالکیت بر عدم تقارن اطلاعات تأثیر دارد. در تحقیق یادشده ۷۲ شرکت بورس اوراق بهادار تهران در بازه ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۴ انتخاب شدند.

نظری و همکاران (۱۳۹۱)، با استفاده از دامنه سفارش‌های خریدوفروش برای ۲۱ روز قبل از مجمع عمومی، عدم تقارن اطلاعات را اندازه‌گیری کردند و اثر سیاست تقسیم سود در مجمع عمومی را بر عدم تقارن اطلاعات مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق یادشده که با بررسی ۹۷ شرکت در فاصله سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹ انجام شد، نشان داد که رابطه خطی و معناداری بین میزان عدم تقارن اطلاعات و سیاست‌های تقسیم سود وجود دارد. آنها همچنین برای کنترل سایر متغیرها، اندازه شرکت، سودآوری و ریسک را نیز لحاظ کردند.

تحریری (۱۳۹۱)، از پنج متغیر بنیادی حجم معاملات، نوسان قیمت، نسبت قیمت به سود، تعداد روزهای معاملاتی و عمر شرکت برای ساخت شاخص ترکیبی عدم تقارن اطلاعاتی استفاده کرد[1]. طالبلو و همکاران (۱۳۹۶)، براساس متدولوژی ایزلی و اوهارا

۱- براساس الگوی دروبز و همکاران (۲۰۰۹)

(۱۹۹۲)، به بررسی تخمین شاخص مبادله آگاهانه برای ۱۲ شرکت منتخب در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند.

۳- عدم تقارن اطلاعات و معیارهای سنجش آن

معامله‌گران می‌توانند براساس سطح اطلاعات یا انگیزه معاملاتی دسته‌بندی شوند. باگوت (۱۹۷۱)، نخستین کسی بود که استفاده از اطلاعات را به‌عنوان انگیزه معامله بیان کرد. وی فعالان بازار را به سه دسته تقسیم کرد:

۱- معامله‌گران آگاه؛ این گروه اطلاعاتی را در دست دارند که در قیمت بازار منعکس نشده است.

۲- معامله‌گرانی که صرفاً با هدف نقدینگی وارد بازار می‌شوند.

۳- معامله‌گران نویز که به اشتباه فکر می‌کنند اطلاعات مهمی دارند.

معامله‌گران آگاه نظر قابل اعتمادی در خصوص وضعیت بنیادی شرکت و ارزش واقعی آن دارند. کوپلند و گالایی (۱۹۸۳)، نخستین تلاش را برای مدل‌سازی هزینه عدم تقارن اطلاعات در معامله‌گران ارایه دادند.

به دلیل اینکه سطح نامتقارن بودن اطلاعات در بازار به‌طور مستقیم قابل مشاهده نیست، ازاین‌رو، پژوهشگران از برخی متغیرهای جایگزین (نماینده) برای سنجش آن استفاده کرده‌اند. این معیارها در سه طبقه کلی قرار می‌گیرند (کلارک و شستری[1]، ۲۰۰۰). برخی مطالعات تجربی از معیارهای فرصت رشد به‌عنوان شاخص اندازه‌گیری عدم تقارن اطلاعاتی یک شرکت استفاده کرده‌اند، استدلال آنها، این است که شرکت‌های با فرصت‌های رشد بیشتر، محیط اطلاعاتی نامتقارن‌تری دارند. گروه دیگری از پژوهش‌ها نشان دادند که افزایش سطح اطلاعات مرتبط با یک شرکت به هم‌گرایی در انتظارات مربوط به سودهای انتظاری آتی شرکت منجر می‌شود. این تحقیقات به‌طور معمول از معیارهای منتج از توافق بین پیش‌بینی‌های سود هر سهم تحلیلگران به‌عنوان شاخصی برای

1- Clarke and Shastri

سطح عدم تقارن اطلاعاتی استفاده می‌کنند. دسته سوم از مطالعات از یک‌سری معیارهای مبتنی‌بر ادبیات ساختار خرد بازار استفاده کرده‌اند و در مقایسه با دو گروه قبلی شایع‌تر هستند. در ادامه، معیار احتمال مبادله آگاهانه را که مبتنی‌بر ادبیات ساختار خرد بازار است، توضیح می‌دهیم.

۳-۱- معیارهای مبتنی‌بر ساختار خرد بازار

از مهم‌ترین مشخصه‌هایی که سرمایه‌گذاران در بازارهای مالی در جست‌وجوی آن هستند، نقدشوندگی است. نقدشوندگی، توانایی خریدوفروش مقادیر قابل توجه از یک سهم به صورت فوری و با حداقل اثر قیمتی است. بسیاری از بازارهای بورس سازمان‌یافته برای حفظ نقدشوندگی از خدمات بازارگردان استفاده می‌کنند. وظیفه بازارسازها این است که هنگام تمایل سرمایه‌گذاران برای انجام معامله، به‌عنوان طرف مقابل معامله حاضر می‌شوند؛ تفاوت بین این دو قیمت که با عنوان دامنه قیمت پیشنهادی خریدوفروش سهام شناخته می‌شود، منبع اصلی درآمد (پاداش) بازارسازها برای جبران نقدشوندگی ارایه شده از سوی آنهاست.

دامنه قیمت پیشنهادی خریدوفروش سهام یک معیار اندازه‌گیری نقدشوندگی اوراق بهادار شرکت است که نخستین بار توسط دمستز (۱۹۶۸)، مطرح شد. استال[1] (۲۰۰۰)، بیان می‌کند که دامنه قیمت پیشنهادی از بازارسازها در مقابل زیان‌های ناشی از معامله با سرمایه‌گذاران آگاه‌تر محافظت می‌کند، به‌طوری‌که آنها به‌منظور محدود کردن معامله با مشتریان آگاه‌تر، دامنه قیمت را به‌اندازه کافی گسترده و در مقابل، به‌منظور جذب معامله‌گران نقدینگی، دامنه قیمت را محدود می‌کنند. مدل‌های تحلیلی مانند کایل[2] (۱۹۸۵) و گلاستن و میلگروم[3] (۱۹۸۵)، بیان می‌کنند که عدم تقارن اطلاعاتی، ریسک کژگزینی تأمین‌کنندگان نقدینگی (بازارسازها) را افزایش می‌دهد که این موضوع سبب می‌شود آنها با گسترش دامنه قیمت پیشنهادی و کاهش عمق بازار و در نتیجه، با کاهش نقدشوندگی به آن واکنش نشان دهند؛ به عبارت دیگر، سطوح بالاتر عدم تقارن اطلاعاتی

1- Stoll
2- Kyle
3- Glosten & Milgrom

(معامله آگاهانه) با دامنه قیمت پیشنهادی بالاتر همراه خواهد بود (باتاچاریا و همکاران[1] ۲۰۰۹). ازاین‌رو، دامنه قیمت پیشنهادی خریدوفروش سهام به‌طور گسترده در تحقیقات پیشین به‌عنوان معیار عدم تقارن اطلاعاتی به‌کار رفته است. در خصوص شواهد مربوط به توانایی دامنه قیمت پیشنهادی در کنترل محیط اطلاعاتی شرکت می‌توان به پژوهش‌های هیلی، پالیپو و سوئینی[2] (۱۹۹۵) و ولکر[3] (۱۹۹۵)، اشاره کرد که همگی به یک رابطه منفی (مثبت) میان دامنه قیمت پیشنهادی و کیفیت افشای (عدم تقارن اطلاعاتی) شرکت پی بردند (ریچاردسون، ۲۰۰۰). همچنین هیلی، هاتون و پالیپو[4] (۱۹۹۹) و لوز و ورچیا[5] (۲۰۰۰)، نشان دادند که مقدار عدم تقارن اطلاعاتی، دامنه قیمت پیشنهادی و نوسان‌پذیری قیمت سهام به‌طور معکوس باکیفیت افشا در ارتباط هستند.

دامنه قیمت پیشنهادی خریدوفروش تابعی از سه جزء هزینه است که بازارساز متحمل می‌شود (واسان، ۲۰۰۶). این هزینه‌ها شامل هزینه‌های پردازش سفارش، نگهداری موجودی و کژگزینی هستند. هزینه پردازش سفارش بیان‌کننده پاداش به بازارساز در قبال پردازش فوری سفارش‌های خریدوفروش ارایه شده از سوی سرمایه‌گذاران است. این هزینه تمام هزینه‌های دفتری شامل هزینه‌های ارتباطات (اعلان قیمت‌ها)، نقل و انتقال بانکی، تسویه‌حساب و سایر هزینه‌های زیرساختی و همچنین زمان سپری شده بازارساز در انجام یک معامله را پوشش می‌دهد. هزینه نگهداری موجودی، ریسک غیرسیستماتیک اضافی بازارساز را که ناشی از نگهداری یک سبد تنوع نیافته از سهام است، جبران می‌کند و در نهایت، هزینه کژگزینی که به‌طور مستقیم با سطح عدم تقارن اطلاعاتی مشاهده شده در بازار مرتبط بوده، بیان‌کننده سودی است که بازارساز در نتیجه معامله با معامله‌گران ناآگاه برای جبران زیان‌های ناشی از معامله با معامله‌گران آگاه کسب می‌کند. محققان در سال‌های اخیر تعدادی مدل‌های آماری برای برآورد جزء انتخاب مغایر دامنه قیمت

1- Bhattacharya et al.
2- Healy,Palepu and Sweeney
3- Welker
4- Healy,Hutton and Palepu
5- Leuz and Verrecchia

پیشنهادی به‌عنوان معیاری برای سنجش عدم تقارن اطلاعاتی ارایه کرده‌اند؛ یافته‌های آنها بیان می‌کنند که کژگزینی، تقریباً بخش قابل توجهی از کل دامنه قیمت پیشنهادی را توضیح می‌دهد (کلارک و شستری، ۲۰۰۰). به عقیده فن‌نس[1]، فن‌نس و وار (۲۰۰۱)، در بین مدل‌های مختلف ارایه شده، دو مدل گلاستن و هریس[2] (GH) (۱۹۸۸) و لین و همکاران[3] (LSB) (۱۹۹۵)، نسبت به سایر مدل‌ها از عملکرد نسبتاً بهتری برخوردارند (آتیگ و همکاران، ۲۰۰۶).

در مدل گلاستن و هریس هریک از اجزای کژگزینی، نگهداری موجودی و پردازش سفارش به صورت یک تابع خطی از حجم معامله ارایه می‌شوند. مدل GH از رگرسیون حداقل مربعات معمولی برای برآورد جزء کژگزینی دامنه قیمت استفاده می‌کند (چانگ و همکاران[4]، ۲۰۰۶). الدر و همکاران (۲۰۰۵) و آتیگ و همکاران (۲۰۰۶)، در مطالعات خود از معیار GH برای اندازه‌گیری عدم تقارن اطلاعاتی استفاده کردند.

لین، سنگر و بوث (LSB)[5] (۱۹۹۵)، برای برآورد جزء کژگزینی دامنه قیمت پیشنهادی خریدوفروش، مدلی را ارایه دادند که نشان می‌دهد، تجدیدنظر در قیمت‌های پیشنهادی، بیان‌کننده اطلاعات نامتقارنی است که به‌وسیله یک معامله در زمان t آشکار می‌شود (چانگ و همکاران، ۲۰۰۶).

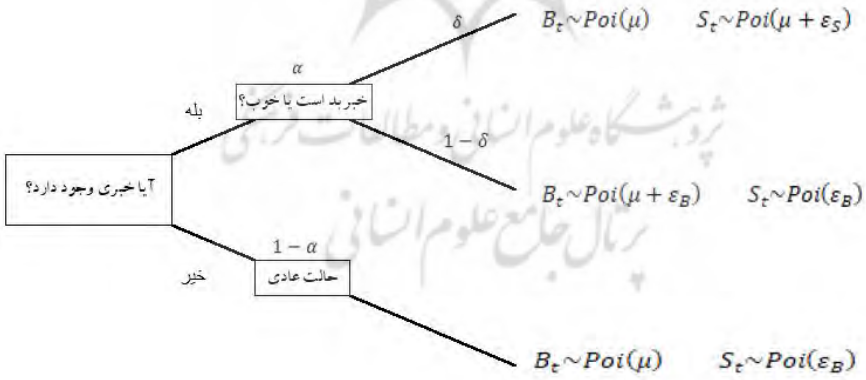
۳-۲- معیار احتمال معامله آگاهانه (*PIN*)

ایزلی و اوهارا در سال ۱۹۹۲ مدلی را ارایه دادند و برمبنای آن، احتمال وقوع یک معامله تصادفی توسط یک معامله‌گر آگاه (PIN) را برآورد کردند، به‌طوری که مقادیر بزرگ‌تر PIN در دامنه ۰ تا ۱ بیان‌کننده وجود اطلاعات محرمانه بیشتر یا سطح عدم تقارن اطلاعاتی بالاتر است (ون[6]، ۲۰۰۹). فرض اساسی این مدل آن است که اطلاعات عمومی به‌طور مستقیم و

1- Van-ness
2- Glosten and Harris
3- Lin et al.
4- Chung et al.
5- Lin, Sanger and Booth
6- Wan

بدون نیاز به فعالیت معاملاتی در قیمت‌ها منعکس می‌شود، در حالی که اطلاعات محرمانه در جریان سفارش‌های غیرعادی (سفارش‌های خرید یا فروش مازاد) انعکاس می‌یابد.

فرض کنید، α بیان‌کننده احتمال وقوع یک رویداد اطلاعاتی، δ نشان‌دهنده احتمال وقوع رویداد اطلاعاتی بد (اخبار بد) و $1-\delta$ بیان‌کننده احتمال وقوع رویداد اطلاعاتی خوب (اخبار خوب) در یک روز مشخص باشند. چنانچه در یک روز مشخص هیچ رویداد اطلاعاتی رخ ندهد (با احتمال $1-\alpha$) تنها معامله‌گران ناآگاه (نقدینگی) در بازار معامله می‌کنند و در چنین روزی، نرخ ورود معامله‌گران ناآگاه چه برای خرید و چه برای فروش دارای یک توزیع پواسون مستقل با احتمال ε است. معامله‌گران آگاه تنها در صورت وقوع یک رویداد اطلاعاتی و با احتمال μ حاضر به انجام معامله خواهند بود، به‌طوری‌که در صورت دریافت اخبار (علامت) خوب به خرید و در صورت دریافت اخبار (علامت) بد به فروش سهام خود اقدام خواهند کرد. بنابراین، با فرض وقوع یک رویداد اطلاعاتی بد (با احتمال $\delta\alpha$) در یک روز خاص، نرخ ورود سفارش‌های خرید (α) کمتر از نرخ ورود سفارش‌های فروش ($\mu+\varepsilon$) خواهد بود، زیرا برای معامله‌گران آگاه با وقوع رویداد اطلاعاتی خوب (با احتمال $\alpha(1-\delta)$)، نرخ ورود سفارش‌های خرید ($\mu+\varepsilon$) بیش از نرخ ورود سفارش‌های فروش (ε) خواهد بود.



شکل ۱- درخت خوشه‌های مبادله

مأخذ: گان و همکاران، ۲۰۱۵.

ایزلی و اوهارا (۱۹۹۲)، احتمال معامله مبتنی‌بر اطلاعات برای سهام مشخص i (PIN_i) را به صورت نرخ ورود برآوردی معاملات آگاهانه تقسیم بر نرخ ورود برآوردی همه معاملات در یک روز مشخص تعریف کردند و از طریق رابطه زیر نشان دادند:

$$PIN_i = \frac{\alpha\mu}{\alpha\mu+\varepsilon_s+\varepsilon_b} \quad (۱)$$

تفسیر احتمال مبادله آگاهانه (PIN) که در بالا مطرح شد، بدین صورت است که بالا بودن شاخص بیان‌کننده بالا بودن احتمال وجود معامله‌گران آگاه‌تر در یک طرف مبادله بوده و ریسک اطلاعات در بازار بالاست.

۳-۳- روش‌های مختلف تخمین *PIN*

در بخش گذشته معیار احتمال مبادله آگاهانه به صورت تابعی از چهار پارامتر مطرح شد. تخمین چهار پارامتر $\theta = \{\alpha, \delta, \mu, \varepsilon\}$ که در فرمول محاسبه PIN به کار رفته است از طریق بیشینه‌سازی تابع احتمال روزانه برای مبادلات هر سهم استخراج می‌شود. برآوردهای مختلف پین مبتنی‌بر ایده اولیه ایزلی و اوهارا (۲۰۰۲)، در معرض انواع مختلفی از اریب‌ها (تورش‌ها) قرار دارد، به‌ویژه برای سهام بزرگ که کل تعداد خریدوفروش بسیار زیاد است. کی و لین (۲۰۱۱)، نشان دادند که افزایش تعداد سفارش‌های خریدوفروش برای یک سهام مشخص، به‌طور قابل توجهی راه‌حل‌های امکان‌پذیر را برای حداکثرسازی تابع احتمال ورود کاهش می‌دهد. این مسئله در مقاله ایزلی و همکاران (۲۰۰۶) نیز مورد اشاره قرار گرفته بود، اما میزان تورش و نحوه آن توضیح داده نشده بود. براساس کار لین و کی (۲۰۱۱)، احتمالاً ۴۴٪ از تخمین‌های پین برای داده‌های واقعی در معرض اریب کم برآوردی بوده که این مشکل برای سهم‌های فعال و با معاملات بالاتر بیشتر است. این مشکلات ناشی از مسئله نقطه- شناور[1] (FPE) در بهینه‌یابی است. در محاسبات پین معادله (۱) با فرمول زیر صورت می‌گیرد:

$$Maximize_{\theta\in BFS}\ L_B(\theta|T) \quad (۲)$$

1- Floating-Point Exception

که BFS مجموعه پاسخ‌های ممکن[1] است. در یک T و $L_B(\theta|T)$ داده شده یک زیرمجموعه از BFS وجود دارد که:

$$BFS_{L_BT} = \{\theta \epsilon BFS | L_B(\theta|T) \quad do\ not\ lead\ to \quad FPE\}$$

تعداد بالای معاملات خریدوفروش که در دوره‌های پرمعامله بازار قرار دارند به کوچک شدن BFS_{L_BT} منجر می‌شود و تفاوت بیشتری را بین پارامترهای تخمینی $\hat{\theta}$ و $\hat{\theta}_{L_BT}$ در پی خواهد داشت. در صورت وجود FPE نتایج متفاوت خواهد بود.

رویکرد شبکه جست‌وجو در مقادیر اولیه (*Grid Search*)

یان و ژانگ (۲۰۱۲)، مشکلات تخمین پین و احتمال وجود راه‌حل‌های گوشه‌ای را مورد بررسی قرار دادند. آنها برای رفع مشکل پاسخ موضعی و کاهش احتمال راه‌حل گوشه‌ای در تخمین پین الگوریتم جست‌وجوی شبکه‌ای مقادیر اولیه[2] را پیشنهاد دادند.

یان و ژانگ (۲۰۱۲)، با مقایسه نتایج حاصل از تخمین پین در دو مدل ارایه شده توسط ازلی و همکاران (۲۰۱۰) و لین و کی (۲۰۱۱)، نشان دادند که نتیجه محاسبات EHO با اریب کم‌برآوردی روبه‌رو بوده و به صورت سیستماتیک کمتر از برآورد حاصل از LK است. آنها همچنین نشان دادند که تخمین پین در مدل تجزیه LK در داده‌های سریع المعامله می‌تواند در معرض راه‌حل‌های گوشه‌ای باشد. یان و ژانگ (۲۰۱۲)، برای رفع این مشکل الگوریتم جست‌وجوی شبکه‌ای مقادیر اولیه را پیشنهاد دادند.

برای تخمین تابع حداکثر درست‌نمایی نیازمند مجموعه‌ای از پنج مقدار اولیه است $\theta = (\alpha, \delta, \mu, \varepsilon_b, \varepsilon_s)$ که در این بین، دو مقدار احتمالی δ و α مقادیری بین ۰ و ۱ اختیار می‌کنند، در حالی که سایر مقادیر اولیه نامحدود هستند و می‌توانند هر مقداری بین ۰ و مثبت بی‌نهایت را اختیار کنند. برای دو مقدار دامنه‌دار می‌توانیم مجموعه‌هایی با فواصل یکسان را برای مقداردهی اولیه انتخاب کنیم، اما مسئله برای متغیرهای نامحدود به این سادگی نیست و براساس توزیع احتمال خریدوفروش‌های روزانه مقادیر اولیه مناسب استخراج می‌شود. توزیع احتمال مشترک B و S مانند تابع حداکثر راست‌نمایی در رابطه

1- Basic Feasible Solutions
2- Grid Search Initial Value Algorithm

(۱) است که ما مقادیر انتظاری نهایی را برای B و S استخراج می‌کنیم:

$$E(B) = \alpha(1-\delta)\mu + \varepsilon_b \quad (۳)$$

$$E(S) = \alpha\delta\mu + \varepsilon_s \quad (۴)$$

دو مقاله فوق ما را در یافتن مقادیر اولیه بهینه برای پنج مقدار اولیه یاری می‌کنند. ابتدا ما بازه [0,1] را به فواصل مساوی تقسیم و مقادیر با فاصله برابر را برای δ و α انتخاب می‌کنیم. سپس، در دو معادله بالا میانگین نمونه‌ها $\bar{B}, \bar{S}$ را با $E(B)$ و $E(S)$ جایگزین می‌کنیم. از آنجا که قسمت اول طرف راست معادله (۴)، یعنی $\alpha(1-\delta)\mu$ همواره مثبت است، ازاین‌رو، ε_b باید از $E(B)$ کوچک‌تر باشد. براساس این، یان و ژانگ پیشنهاد می‌کنند که برای مقادیر اولیه ε_b کسری از $E(B)$ باشد. در نهایت، دو معادله (۳) و (۴) به صورت هم‌زمان حل می‌شوند تا دو مجهول باقی‌مانده، یعنی ε_s و μ را به‌دست دهند. در مجموع، پنج مقدار اولیه به شکل زیر مقداردهی می‌شوند:

$$\alpha^0 = \alpha_i\,, \quad \delta^0 = \delta_j\,, \quad \varepsilon_b^0 = \gamma_k.\bar{B}$$

$$\mu^0 = \frac{\bar{B} - \varepsilon_b^0}{\alpha^0.(1-\delta^0)}$$

$$\varepsilon_s^0 = \bar{S} - \alpha^0.\delta^0.\mu^0$$

که در معادلات بالا سه متغیر γ_k, δ_j و α_i مقادیر از پنج عدد (۰/۹ ، ۰/۷، ۰/۵، ۰/۳ و ۰/۱) را هر بار اختیار می‌کنند. ترکیب این حق انتخاب‌ها ۱۲۵ مجموعه از اعداد مقادیر اولیه را برای جای‌گذاری به‌دست می‌دهند. برخی از مجموعه‌ها غیرقابل قبول هستند، زیرا ε_s^0 را منفی می‌کنند. همچنین در مقادیر قابل قبول باقی‌مانده برخی از آنها به جواب‌های گوشه‌ای منتج می‌شوند.

الگوریتم شبکه‌ای پیشنهادی توسط یان و ژانگ (۲۰۱۲)، در سه مرحله پین را تخمین می‌زند: در مرحله نخست، براساس داده‌های خریدوفروش ۱۲۵ مجموعه از مقادیر اولیه ساخته می‌شود. در مرحله دوم، فرآیند حداکثرسازی برای تمام مقادیر اولیه انجام می‌شود. در مرحله سوم، اگر تمام پاسخ‌ها در حالت گوشه‌ای قرار گرفتند، نتیجه گرفته می‌شود که جواب بهینه در حالت گوشه‌ای قرار می‌گیرد و جواب با بالاترین مقدار تابع هدف را

به‌عنوان جواب نهایی انتخاب می‌کنیم. در غیر این صورت، بالاترین جواب غیرگوشه‌ای، پاسخ تابع حداکثر درست‌نمایی خواهد بود.

رویکرد خوشه‌سازی در مقادیر اولیه (*Clustering Approach*)

گان و همکاران (۲۰۱۵)، از روش خوشه‌سازی برای یافتن سریع‌تر مقادیر اولیه استفاده کردند. برای جایگزینی روش یان و ژانگ در رویکرد شبکه جست‌وجو در مقادیر اولیه، گان و همکاران (۲۰۱۵)، برپایه خوشه‌بندی توده‌ای سلسله‌مراتبی[1] (HAC) روش سریع‌تری را برای انجام محاسبات پیشنهاد دادند. روش یادشده هم سریع‌تر و هم با دقت بالاتری مقادیر اولیه مناسب را برای شروع محاسبات پین پیشنهاد می‌دهد. از این پس، در ادامه متن روش یادشده با نماد GAN بیان می‌شود. روش خوشه‌سازی در هشت مرحله صورت می‌گیرد:

۱- ابتدا سری زمانی عدم تعادل در معاملات خریدوفروش محاسبه می‌شود.
$X_t = B_t - S_t \ , \ t = 1,2, \dots, T$ و از مجموعه $\{X_t, B_t, S_t\}$ در مراحل بعدی استفاده می‌شود.

۲- روش *HAC* با استفاده از روش فارتست- نیبر[2] روی X_t اعمال می‌شود. این فرآیند می‌تواند در نرم‌افزار R توسط تابع *hclust()* صورت گیرد که در آن در صورت یکسان شدن سه خوشه متوالی فرآیند متوقف می‌شود.

۳- خوشه با بالاترین میانگین به‌عنوان خوشه خبر خوب مناسب (G) در نظر گرفته می‌شود. همچنین خوشه با کمترین میانگین به‌عنوان خوشه خبر بد در نظر گرفته می‌شود. سایر خوشه‌ها به‌عنوان خوشه‌های ناآگاهانه در نظر گرفته می‌شوند.

۴- برای هر خوشه میانگین خریدوفروش‌های روزانه به‌عنوان $\bar{B}_c \ , \bar{S}_c$ محاسبه می‌شود. آنگاه ترکیبی از وزن‌ها ω_C به‌عنوان نسبت هر خوشه برای کل روزهای محاسبه در نظر گرفته می‌شود $\sum_C \omega_B = 1$.

۵- با استفاده از دسته‌بندی استفاده شده در *HAC* چگالی خریدوفروش ناآگاهانه

1- Hierarchical Agglomerative Clustering
2- Farthest-Neighbour

تخمین زده می‌شود:

- چگالی خریداران ناآگاه می‌تواند از خوشه فقدان خبر و خوشه وجود خبر بد محاسبه شود: $\hat{\varepsilon}_b = \frac{\omega_B}{\omega_B+\omega_N}\bar{B}_B + \frac{\omega_N}{\omega_B+\omega_N}\bar{B}_N$
- چگالی فروشندگان ناآگاه می‌تواند از خوشه فقدان خبر و خوشه وجود خبر خوب محاسبه شود: $\hat{\varepsilon}_s = \frac{\omega_G}{\omega_G+\omega_N}\bar{S}_G + \frac{\omega_N}{\omega_G+\omega_N}\bar{S}_N$

۶- با استفاده از گشتاور مرتبه اول خریدوفروش‌های آگاهانه تخمین زده می‌شود:

- چگالی خریدهای آگاهانه $\hat{\mu}_b = \bar{B}_G - \hat{\varepsilon}_b$
- چگالی فروش‌های آگاهانه $\hat{\mu}_s = \bar{S}_G - \hat{\varepsilon}_s$

که در مجموع، چگالی وجود معامله آگاهانه به صورت میانگین وزنی چگالی خریدار و فروشنده آگاه به‌دست می‌آید: $\hat{\mu} = \frac{\omega_G}{\omega_B+\omega_G}\hat{\mu}_b + \frac{\omega_B}{\omega_B+\omega_G}\hat{\mu}_s$

۷- از اندازه خوشه‌ها برای تخمین احتمال وجود خبر و احتمال شرطی خبر بد در پین استفاده می‌شود:

- احتمال وجود خبر از جمع احتمال وجود خبر بد و احتمال خبر خوب به‌دست می‌آید: $\hat{\alpha} = \omega_B + \omega_S$
- احتمال شرطی وجود خبر بد از نسبت احتمال وجود خبر بد به احتمال وجود خبر به‌دست می‌آید: $\hat{\delta} = \frac{\omega_B}{\hat{\alpha}}$

۸- مقادیر اولیه الگوریتم خوشه‌بندی مقدار پین را با استفاده از فرمول زیر تخمین می‌زنند:

$$\widehat{PIN} = \frac{\hat{\alpha}\hat{\mu}}{\hat{\alpha}\hat{\mu} + \hat{\varepsilon}_b + \hat{\varepsilon}_s}$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

٤- داده‌های تحقیق

در تحقیق حاضر داده‌های ۲۰۶ شرکت فعال در بورس اوراق بهادار برای بازه فروردین ۱۳۹۴ تا اسفند ۱۳۹۵ مورد استفاده قرار گرفت[1]. شرکت‌های منتخب از صنایع متفاوت و با

۱- ایزلی (۱۹۹۷)، نشان داد که حداقل معاملات ٦٠ روز برای تخمین پارامترهای مدل مناسب است.

اندازه‌های متفاوت تعیین شدند. ملاک انتخاب این شرکت‌ها بدین صورت است که ۱- شرکت‌های نمونه در این مقاله شرکت‌هایی بوده‌اند که روزهای متوقف بودن سهام آنها بسیار کم بوده است و ۲- این شرکت‌ها از بالاترین تعداد معاملات روزانه برخوردار بودند، بدین معنا که طی روزهای مختلف، مبادلاتی روی این سهم‌ها صورت گرفته است. بدین‌ترتیب، محاسبات برای روزهایی که سهم در تمام طول روز دارای تعداد معاملات مناسب بود، انجام شد. برای انجام تحقیق حاضر این داده‌ها به صورت داده‌های درون‌روزی[1] برای ۸۰۲۵۵ روز- سهم مورد بررسی قرار گرفته که مستلزم پردازش بیش از ۲۷ میلیون معامله است. نتایج و خلاصه آماری برای ۱۵ شرکت از نمونه آمده است.

جدول ۲- آماره‌های توصیفی سری زمانی شرکت‌های منتخب در بورس اوراق بهادار تهران

ردیف	شرکت	نماد	تعداد روز	تعداد معاملات	میانگین قیمت	کمترین قیمت	بیشترین قیمت
۱	ثاباد	آبادگران	۴۶۱	۷۸۴۱۴	۲۱۷۴	۱۵۴۰	۲۹۵۸
۲	والبر	سر. البرز	۴۶۲	۲۸۰۹۱	۴۲۲۶	۳۱۸۰	۵۱۸۰
۳	البرز	بیمه البرز	۴۷۰	۶۵۶۴۳	۱۲۸۸	۹۹۳	۱۶۲۲
۴	وانصار	بانک انصار	۴۷۶	۱۴۴۷۴۴	۲۴۹۹	۱۶۶۶	۳۲۹۲
۵	دانا	بیمه دانا	۴۵۸	۸۱۳۱۲	۱۸۰۵	۱۱۷۸	۳۸۴۵
۶	دجابر	دارو جابر بن حیان	۴۶۵	۱۰۶۷۶	۱۰۶۸۳	۷۳۲۱	۱۳۸۴۶
۷	دسبحا	دارو سبحان	۴۶۷	۱۵۹۴۵	۷۱۲۶	۵۱۶۰	۸۷۱۰
۸	وصنا	سر. گروه بهشهر	۴۵۴	۱۸۳۲۳	۱۶۶۱	۱۰۸۵	۲۳۴۰
۹	حپترو	حمل‌ونقل پتروشیمی	۴۶۷	۴۷۰۷۸	۳۳۶۲	۱۹۸۰	۴۶۴۲
۱۰	همراه	ارتباطات سیار	۴۷۸	۶۴۷۸۴	۳۰۷۶۸	۲۳۶۶۲	۳۹۰۹۹

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

بیشترین تعداد معاملات در نمونه مورد بررسی مربوط به سرمایه‌گذاری ملت بوده که ۱۵۹ هزار معامله در ۴۸۱ روز انجام شده است. سهام انتخاب شده به صورت متوسط ۴۶۶

1- Intraday

روز در دو سال مورد بررسی روز معاملاتی باز داشته‌اند و به صورت متوسط ۸۰ هزار معامله برای سهام منتخب در دوره دوساله ۱۳۹۵-۱۳۹۴ انجام گرفته است.

یکی از عوامل عدم توجه به تخمین سطح نامتقارن بودن اطلاعات در بازار مالی ایران، در دسترس نبودن اطلاعات لازم برای برآورد این معیارها در داخل کشور و دومین دلیل حجم اطلاعات مربوط مبادلات هر سهم است، زیرا این قبیل داده‌ها با فراوانی بالا[1] هستند و به همین سبب در مطالعات داخلی بیشتر از معیار ساده دامنه قیمت پیشنهادی خریدوفروش استفاده شده است. دامنه نوسانات قیمتی غیرمتعارف در برخی نمادها مربوط به افزایش سرمایه شرکت‌های یادشده است.

۵- تخمین احتمال مبادله آگاهانه برای سهام منتخب

اهمیت عدم تقارن اطلاعات در بازارهای مالی و استفاده از پین به‌عنوان شاخص اندازه‌گیری آن مورد مطالعه تحقیقات گسترده‌ای بوده است. تحقیقات اخیر به مشکلات ناشی از تخمین پرداخته‌اند که در این بین، تحقیقات جدید (مانند گان، ۲۰۱۵؛ یان و ژانگ، ۲۰۱۲) راه‌حل‌ها و الگوریتم‌های جایگزین را پیشنهاد داده‌اند که از دقت و سرعت بالاتری در محاسبات برخوردارند.

برای تجزیه‌وتحلیل این حجم از داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار R این داده‌ها پالایش شده است بدین صورت که با توجه به قیمت‌های پیشنهادی برای خریدوفروش و همچنین قیمت مبادله شده در هر مبادله طی دقایق مختلف مبادله در بورس باید ابتدا منشأ مبادله مشخص شود، یعنی باید مشخص شود، هر مبادله‌ای که انجام شده، آیا از طرف عرضه بوده است یا از طرف تقاضا؟ در این مقاله، ابتدا با استفاده از الگوریتم لی و ردی (۱۹۹۱)، یک برنامه برای شناسایی منشأ مبادله نوشته شده است. سپس، در چهارچوب روش حداکثر درست‌نمایی، تابع احتمال مبادله آگاهانه (PIN) که در بخش قبلی توضیح داده شده است، تخمین زده شد و پارامترهای مورد استفاده برای محاسبه احتمال مبادله آگاهانه به‌دست آمد.

1- High Frequency Data

جدول ۳- نتایج تخمین پارامترهای پین براساس متدولوژی LK

پارامتر	مفهوم	GAN		YZ	
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
PIN	احتمال مبادله آگاهانه	۰/۲۹۷	۰/۰۸۳	۰/۱۸۸	۰/۰۶۵
α	احتمال وجود اطلاعات جدید	۰/۳۹۰	۰/۱۶۹	۰/۳۸۶	۰/۱۷۴
δ	احتمال خبر منفی	۰/۵۸۴	۰/۲۷۳	۰/۵۸۴	۰/۲۹۰
μ	نرخ ورود معامله‌گران مطلع	۱۶۵	۱۲۵	۱۷۲	۱۳۵
ε_b	نرخ ورود خریدار نامطلع	۹۴	۵۷	۹۴	۵۸
ε_s	نرخ ورود فروشنده نامطلع	۷۰	۴۸	۶۹	۴۸

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

شاخص مبادله آگاهانه براساس روش GAN به صورت میانگین برابر ۰/۲۹۷ و براساس روش YZ معادل ۰/۱۸۸ است. احتمال ورود خبر منفی δ به صورت میانگین در هر دو روش ۵۸ درصد تخمین زده شد. نتایج برآورد با استفاده از رویکرد خوشه‌سازی سطح عدم تقارن اطلاعات را به صورت میانگین بالاتر از روش رویکرد شبکه جست‌وجو برآورد کرده است. سایر احتمالات را می‌توان از نتایج جدول شماره ۳، محاسبه کرد؛ برای مثال، احتمال فقدان خبر جدید ۶۱ درصد برآورد شده است. همچنین احتمال وجود خبر مثبت با فرض ورود اطلاعات جدید به بازار ۴۲ درصد برآورد شد.

جدول ۴- نتایج تخمین پارامترهای پین براساس متدولوژی EHO

پارامتر	مفهوم	GAN		YZ	
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
PIN	احتمال مبادله آگاهانه	۰/۲۹۳	۰/۰۹۶	۰/۲۷۰	۰/۰۸۶
α	احتمال وجود اطلاعات جدید	۰/۴۱۵	۰/۱۸۹	۰/۶۴۶	۰/۱۹۸
δ	احتمال خبر منفی	۰/۵۵۹	۰/۲۶۶	۰/۶۲۷	۰/۲۵۳
μ	نرخ ورود معامله‌گران مطلع	۱۲۴	۷۶	۱۱۴	۶۶
ε_b	نرخ ورود خریدار نامطلع	۱۰۵	۷۲	۱۰۸	۸۳
ε_s	نرخ ورود فروشنده نامطلع	۷۸	۶۴	۴۱	۳۸

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

با توجه به نتایج تخمین احتمال مبادله آگاهانه براساس روش محاسباتی GAN شاخص PIN دارای میانگین ۰/۲۹۳تخمین زده شده و براساس روش محاسباتی YZ به صورت میانگین معادل ۰/۲۷ است. احتمال ورود خبر منفی به بازار در دوره مورد بررسی در روش YZ بالاتر برآورد شده و معادل ۰/۶۲۷ است. روش رویکرد شبکه جست‌وجو در مقادیر اولیه از ثبات بیشتری برخوردار بود و انحراف معیار نتایج نسبت به روش‌های رقیب ۲۶ درصد کمتر بود.

جدول ۵- نتایج تخمین پین در LK با استفاده از روش GAN

شرکت	pin	α	δ	μ	ε_b	ε_s
ثاباد	۰/۲۴	۰/۴۰	۰/۶۳	۱۰۹	۷۶	۵۱
والبر	۰/۳۰	۰/۴۱	۰/۵۷	۶۰	۲۵	۱۸
البرز	۰/۳۰	۰/۳۳	۰/۶۱	۱۷۵	۶۲	۳۴
وانصار	۰/۲۳	۰/۳۴	۰/۶۳	۲۲۶	۱۲۰	۱۰۹
دانا	۰/۲۹	۰/۳۷	۰/۶۰	۱۵۹	۷۰	۵۸
دجابر	۰/۳۷	۰/۳۶	۰/۶۴	۳۳	۸	۷
دسبحا	۰/۳۱	۰/۴۱	۰/۵۰	۳۶	۱۳	۱۱
وصنا	۰/۳۵	۰/۲۹	۰/۶۶	۸۴	۱۶	۱۱
حپترو	۰/۲۷	۰/۳۷	۰/۶۳	۷۹	۴۳	۳۰
همراه	۰/۲۴	۰/۳۳	۰/۶۰	۱۷۳	۵۷	۴۹

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

نتایج تخمین شاخص مبادله آگاهانه براساس متدولوژی LK روش GAN برای شرکت سرمایه‌گذاری صنعت نفت دارای کمترین میزان و معادل ۰/۲۰ بوده و داروسازی جابربن‌حیان با مقدار ۰/۳۷ دارای بیشترین میزان عدم تقارن اطلاعاتی در دوره مورد بررسی است. پتروشیمی خارک در دوره مورد بررسی نوسانات قیمتی فراوانی را تجربه کرده است.

جدول ٦- نتایج تخمین پین در EHO با استفاده از روش GAN

شرکت	pin	α	δ	μ	ε_b	ε_s
ثاباد	۰/۲۴	۰/۳۸	۰/۶۴	۱۱۸	۷۶	۴۷
والبر	۰/۳۰	۰/۴۱	۰/۵۷	۶۰	۲۵	۱۸
البرز	۰/۲۹	۰/۳۴	۰/۵۴	۱۴۶	۶۴	۳۶
وانصار	۰/۲۴	۰/۴۴	۰/۵۷	۱۷۴	۱۲۴	۱۰۸
دانا	۰/۳۱	۰/۴۲	۰/۵۵	۱۲۷	۷۱	۵۳
دجابر	۰/۳۷	۰/۳۶	۰/۶۴	۳۳	۸	۷
دسبحا	۰/۳۱	۰/۴۱	۰/۵۰	۳۶	۱۳	۱۱
وصنا	۰/۳۹	۰/۴۱	۰/۵۵	۵۸	۱۵	۱۱
حپترو	۰/۲۸	۰/۳۷	۰/۶۳	۸۰	۴۳	۲۹
همراه	۰/۲۴	۰/۳۷	۰/۵۳	۸۵	۶۱	۴۹

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

براساس نتایج روش رویکرد خوشه‌سازی، بالاترین میزان عدم تقارن مربوط به گروه صنایع بهشهر ایران با نماد معاملاتی وصنا معادل ۰/۳۹ و کمترین میزان عدم تقارن اطلاعاتی در دوره دوساله مورد بررسی مربوط به شرکت سرمایه‌گذاری صنعت نفت با نماد معاملاتی ونفت معادل ۰/۱۹ است.

جدول ۷- نتایج تخمین پین در LK با استفاده از روش YZ

شرکت	pin	α	δ	μ	ε_b	ε_s
ثاباد	۰/۱۷	۰/۳۸	۰/۶۵	۱۱۲	۷۷	۵۲
والبر	۰/۲۰	۰/۴۱	۰/۵۷	۶۲	۲۵	۱۸
البرز	۰/۱۷	۰/۳۳	۰/۶۰	۱۷۵	۶۲	۳۴
وانصار	۰/۱۶	۰/۳۳	۰/۶۲	۲۲۸	۱۲۰	۱۰۹
دانا	۰/۱۸	۰/۳۵	۰/۶۷	۱۶۳	۷۵	۵۴
دجابر	۰/۲۰	۰/۳۵	۰/۶۴	۳۴	۸	۷
دسبحا	۰/۲۰	۰/۳۹	۰/۵۱	۳۷	۱۳	۱۱
وصنا	۰/۱۶	۰/۲۹	۰/۶۷	۱۰۴	۱۶	۱۲
حپترو	۰/۱۹	۰/۳۷	۰/۶۱	۷۹	۴۲	۳۱
همراه	۰/۱۸	۰/۳۵	۰/۵۷	۱۷۴	۵۶	۵۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

براساس میانگین نتایج روش رویکرد شبکه جست‌وجو در مقادیر اولیه، بالاترین میزان عدم تقارن مربوط به شرکت عمران و توسعه فارس با نماد معاملاتی ثفارس معادل ۰/۲۱ و کمترین میزان عدم تقارن اطلاعاتی مربوط به شرکت سرمایه‌گذاری صنعت نفت با نماد معاملاتی ونفت معادل ۰/۱۶ است.

جدول ۸- نتایج تخمین پین در EHO با استفاده از روش YZ

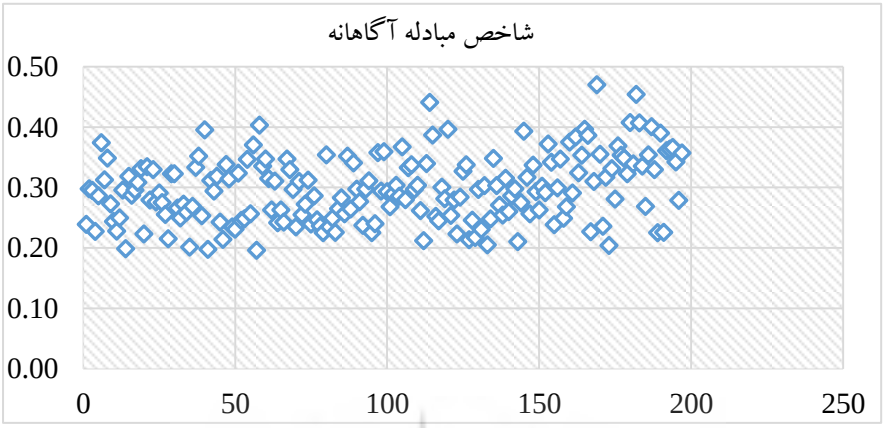
شرکت	pin	α	δ	μ	ε_b	ε_s
ثاباد	۰/۳۳	۰/۷۸	۰/۷۰	۱۱۴	۶۶	۱۷
والبر	۰/۲۷	۰/۵۸	۰/۶۱	۷۲	۲۲	۱۵
البرز	۰/۲۸	۰/۶۶	۰/۵۵	۹۲	۵۸	۲۷
وانصار	۰/۳۷	۰/۸۹	۰/۷۵	۲۱۷	۱۲۴	۵۲
دانا	۰/۳۲	۰/۷۳	۰/۶۴	۱۲۶	۷۱	۲۴
دجابر	۰/۲۳	۰/۴۳	۰/۵۹	۲۸	۸	۶
دسبحا	۰/۲۲	۰/۴۵	۰/۴۹	۳۵	۱۳	۹
وصنا	۰/۲۲	۰/۴۲	۰/۷۰	۵۲	۱۵	۱۰
حپترو	۰/۳۰	۰/۶۷	۰/۶۲	۹۶	۳۶	۱۴
همراه	۰/۲۸	۰/۶۳	۰/۵۹	۱۰۰	۵۵	۲۸

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

صنعت پتروشیمی بیشترین سهم را از صنایع بورسی حاضر در بورس تهران به خود اختصاص می‌دهد و از اهمیت زیادی برخوردار است. شرکت صنایع پتروشیمی خلیج فارس با نماد فارس بزرگ‌ترین شرکت حاضر در بورس اوراق بهادار تهران است. تخمین شاخص مبادله آگاهانه برای بزرگ‌ترین شرکت حاضر در بورس تهران در مهر ۱۳۹۵ برابر ۶۴ درصد محاسبه شد. در ماه بعد، این سهم بازدهی منفی ۱۱ درصد را رقم زد و از قیمت ۴۵۲۰ ریال در ابتدای ماه به قیمت ۴۰۴۰ ریال در پایان ماه رسید.

شرکت سپنتا با نماد فپنتا در صنعت فلزات اساسی در بازار دوم بورس فعال است و شاخص مبادله آگاهانه آن در خرداد ۱۳۹۵ معادل ۶۴ صدم درصد تخمین زده شد. بررسی روند سهم در ماه بعد از آن بیان‌کننده افت قیمت سهم از ۱۶۳۲۵ ریال به ۱۳۲۱۳ ریال بود

و افت ۲۰ درصدی را تجربه کرد.



نمودار ۱- نتیجه محاسبه پین از روش YZ

مأخذ: محاسبات پژوهش.

نمودار شماره ۱، بیان‌کننده میانگین تخمین شاخص مبادله آگاهانه برای دوره دوساله ۱۳۹۴-۱۳۹۵ در بورس اوراق بهادار تهران است. میانگین یادشده برای ۲۰۶ سهم مورد مطالعه از پراکندگی بالایی برخوردار بوده که نشان‌دهنده تفاوت اساسی در سطح عدم تقارن اطلاعات در سهم‌های مختلف است. براساس نتایج، شاخص مبادله آگاهانه برپایه روش GAN به صورت میانگین بالاتر از روش YZ بود.

بررسی برخی شرکت‌های با شاخص مبادله آگاهانه نشان می‌دهد که شاخص یادشده می‌تواند بازگوکننده قسمتی از بازدهی‌های شرکت در ماه‌های پس از آن باشد. شرکت شهد با نماد قشهد در حوزه تولید و فروش شکر و محصولات قندی از چغندر فعالیت دارد. شاخص پین برای شرکت یادشده در اردیبهشت ۱۳۹۴ معادل ۰/۸۷ تخمین زده شد. قیمت سهم طی یک ماه بعد، ۸ درصد رشد داشت و در تاریخ ۸ تیر بسته شد. در تاریخ ۲۸ آذر با توجه به تعدیل پیش‌بینی درآمد هر سهم در سال مالی منتهی به۱۳۹۵/۰۴/۳۱ بدون محدودیت نوسان قیمت با استفاده از سازوکار حراج تک‌قیمتی بازگشایی شد و ۲۸ درصد بازدهی داشت. در مجموع در دوره مورد بررسی پس از اردیبهشت ۳۹ درصد بازدهی را

نشان می‌دهد.

تخمین شاخص مبادله آگاهانه برای شرکت بیمه ملت با نماد ملت در خرداد ۱۳۹۵ معادل ۷۹ صدم بود. در ماه بعد از آن، قیمت سهم در بازار بورس تنها یک درصد رشد کرد و نماد سهم در تاریخ ۲۸ تیر برای برگزاری مجمع عمومی عادی سالیانه به‌منظور تصویب صورت‌های مالی متوقف شد. نماد سهم در ۱۸ مرداد بازگشایی شد، اما کشف قیمت صورت نگرفت و در ۲۰ مرداد با افت قیمتی ۱۱ درصد کشف قیمت انجام شد.

صنعت پتروشیمی بیشترین سهم را از صنایع بورسی حاضر در بورس تهران را به خود اختصاص می‌دهد و از اهمیت زیادی برخوردار است. شرکت صنایع پتروشیمی خلیج فارس با نماد فارس بزرگ‌ترین شرکت حاضر در بورس اوراق بهادار تهران است. تخمین شاخص مبادله آگاهانه برای بزرگ‌ترین شرکت حاضر در بورس تهران در مهر ۱۳۹۵ برابر ۶۴ درصد محاسبه شد. در این دوره، سهم بازدهی منفی بیش از ۱۰ درصد را رقم زد. شرکت سپنتا با نماد فپنتا در صنعت فلزات اساسی در بازار دوم بورس فعال است و شاخص مبادله آگاهانه آن در خرداد ۱۳۹۵ معادل ۰/۶۴ درصد تخمین زده شد. بررسی روند سهم در ماه بعد از آن بیان‌کننده افت قیمت سهم از ۱۷۰۱۶ ریال در اواخر خرداد به ۱۲۷۵۲ ریال در ابتدای تیر بود و افت ۲۵ درصدی را تجربه کرد.

٦- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

شاخص مبادله آگاهانه (PIN) توسط ایزلی و اوهارا در سال ۱۹۹۲ ارایه شد. برآوردهای مختلف پین مبتنی‌بر ایده اولیه ایزلی و اوهارا (۲۰۰۲)، برای سهم‌های با معاملات بسیار بالا یا در حالت امکان وجود راه‌حل گوشه‌ای در معرض انواع مختلفی از اریب‌ها قرار دارد. علاوه بر این، سرعت محاسبات با توجه به پارامتریک بودن شاخص یادشده از مشکلات عملیاتی آن بوده است. تحقیقاتی در این زمینه برای رفع این مشکلات انجام گرفته است که از میان آنها کی و لین (۲۰۱۱)، نشان دادند که افزایش تعداد سفارش‌های خریدوفروش برای سهامی مشخص، به‌طور قابل توجهی راه‌حل‌های امکان‌پذیر برای حداکثرسازی تابع

احتمال ورود را کاهش می‌دهد. یان و ژانگ (۲۰۱۲) نیز مشکلات تخمین پین و احتمال وجود راه‌حل‌های گوشه‌ای را مورد بررسی قرار دادند. آنها برای رفع مشکل پاسخ موضعی و کاهش احتمال راه‌حل گوشه‌ای در تخمین پین الگوریتم جست‌وجوی شبکه‌ای مقادیر اولیه را پیشنهاد دادند.

شاخص مبادله آگاهانه براساس متدولوژی LK برابر ۰/۲۴۲ و برپایه متدولوژی EHO برابر ۰/۲۸۱ است. سرعت محاسباتی روش‌های جدید در مقایسه با روش ایزلی و اوهارا به‌مراتب سریع‌تر است. نتایج تحقیق بیان‌کننده سریع بودن محاسبات در روش رویکرد خوشه‌سازی در مقادیر اولیه بوده که توسط گان و همکاران (۲۰۱۵)، ارایه شده است. روش رویکرد شبکه جست‌وجو در مقادیر اولیه از ثبات بیشتری برخوردار و انحراف معیار نتایج نسبت به روش‌های رقیب ۱۸ درصد کمتر بود. پیشنهاد می‌شود، نتایج تحقیق حاضر برای دامنه زمانی گسترده‌تری انجام گیرد تا اثرات فصلی نتایج نیز کنترل شود.

شاخص مبادله آگاهانه توسط ایزلی و همکاران (۲۰۰۲) برای بورس نیویورک ۰/۱۹۱ و برای بورس توکیو توسط کوبوتا و تاکهارا (۲۰۰۹)، معادل ۰/۱۸۹ بود. این شاخص توسط کیتامورا (۲۰۱۶)، برای نقدشونده‌ترین بازار جهان، یعنی بازار ارز معادل ۰/۱۷۱ تخمین زده شد. مقایسه نتایج تخمین شاخص مبادله آگاهانه با مطالعات خارجی بیان‌کننده این است که عدم تقارن اطلاعات در بورس اوراق بهادار تهران به صورت میانگین بالاتر از سایر بورس‌ها مانند بورس نیویورک، توکیو ، تایوان و استانبول است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

رحمانیانی، میلاد و طالبلو، رضا (۱۳۹۶). اندازه‌گیری سطح عدم تقارن اطلاعات برای شرکت‌های منتخب فعال در بورس اوراق بهادار تهران: احتمال مبادله آگاهانه *(PIN)*. فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، ۸ (۲۹) :۷۳-۹۸

رمضانی، جواد و کامیابی، یحیی (۱۳۹۶). مقایسه مدل شش عاملی با مدل‌های قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای در تبیین بازده مورد انتظار سرمایه‌گذار. پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۲۳۱-۲۰۷، (۷۰)۲۲

عیوض‌لو، رضا، راعی، رضا و محمدی، شاپور (۱۳۹۱). اثرات تقویمی در احتمال معاملات مبتنی‌بر اطلاعات نهانی. بورس اوراق بهادار، ۵، ۱۸، ۵-۱۷

مکیان، سید نظام‌الدین و ایزدی، محمدرضا (۱۳۹۴). بررسی رابطه توسعه نظام مالی با رشد اقتصادی. *پژوهش‌های اقتصادی ایران*. ۱۶۲-۱۳۹، (۶۲)۲۰

نظری، محسن، پارسایی، منا و نصیری، سپیده سادات (تابستان ۱۳۹۱). رابطه عدم تقارن اطلاعاتی با سیاست‌های تقسیم سود در شرکت‌ها دانش حسابداری و حسابرسی مدیریت. دوره ۱، شماره ۲.

نمازی، محمد و تبار کارگری، حسن‌محمد (۱۳۸۶). به‌کارگیری مدل چندعاملی برای توضیح بازده سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. پیشرفت‌های حسابداری. ۲۶(۱)، ۱۵۷-۱۸۰.

Easley, D., & O'hara, M. (1987). Price, trade size, and information in securities markets. *Journal of Financial economics, 19(1)*, 69-90.

Easley, D., Kiefer, N. M., O'hara, M., & Paperman, J. B. (1996). Liquidity, information, and infrequently traded stocks. *The Journal of Finance, 51(4)*, 1405-1436.

Easley, D., Hvidkjaer, S., & O'hara, M. (2002). Is information risk a determinant of asset returns?, *The journal of finance, 57(5)*, 2185-2221.

Easley, D., Engle, R. F., O'Hara, M., & Wu, L. (2008). Time-varying arrival rates of informed and uninformed trades. *Journal of Financial Econometrics, 6(2),* 171-207.

Easley, D., López de Prado, M. M., & O'Hara, M. (2012). Flow toxicity and liquidity in a high-frequency world. *The Review of Financial Studies, 25(5),* 1457-1493.

Easley, D., Engle, R. F., O'Hara, M., & Wu, L. (2008). Time-varying arrival rates of informed and uninformed trades. *Journal of Financial Econometrics,* 6(2), 171-207.

Easley, D., López de Prado, M., & O«Hara, M. (2012). *Bulk classification of trading activity.* Johnson School Research Paper Series, 8(6), 14.

Easley, D., Hvidkjaer, S., & O«hara, M. (2010). Factoring information into returns. *Journal of Financial and Quantitative Analysis, 45(2),* 293-309.

Ersan, Oguz, Multilayer Probability of Informed Trading (2016). https://ssrn.com/abstract=2874420

Ersan, O., & Alıcı, A. (2016). An unbiased computation methodology for estimating the probability of informed trading (PIN). *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money, 43,* 74-94.

Gan, Q., Wei, W. C., & Johnstone, D. (2015). A faster estimation method for the probability of informed trading using hierarchical agglomerative clustering. *Quantitative Finance, 15(11),* 1805-1821.

Glosten, L. R., & Milgrom, P. R. (1985). Bid, ask and transaction prices in a specialist market with heterogeneously informed traders. *Journal of financial economics, 14(1),* 71-100.

Jayaraman. S. (2008). Earnings volatility, cash flow volatility and informed trading. *Journal of Accounting Research, 46,* 809-851.

Idier, J., & Nardelli, S. (2011). Probability of informed trading on the euro overnight market rate. *International Journal of Finance & Economics, 16(2),* 131-145.

Kitamura, Y. (2016). The probability of informed trading measured with price impact, price reversal, and volatility. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money, 42*, 77-90.

Lee, C., & Ready, M. J. (1991). Inferring trade direction from intraday data. *The Journal of Finance, 46(2),* 733-746.

Lin, H. W. W., & Ke, W. C. (2011). A computing bias in estimating the probability of informed trading. *Journal of Financial Markets, 14(4),* 625-640.

Popescu, M. (2007). Two Essays on the Probability of Informed Trading (Doctoral dissertation, Virginia Tech).

Vega, C. (2006). Stock price reaction to public and private information. *Journal of Financial Economics, 82(1),* 103-133.

Yan, Y., & Zhang, S. (2014). Quality of PIN estimates and the PIN-return relationship. *Journal of Banking & Finance, 43,* 137-149.

Yan, Y., & Zhang, S. (2012). An improved estimation method and empirical properties of the probability of informed trading. Journal of Banking & Finance, 36(2), 454-467.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی