



بررسی تاثیر ارزش معاملات خرد سهام بر شاخص کل بورس ایران

رضا فلاح مقدم^۱

سامان بابایی کفاکی^۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۲۳

چکیده

ارزش معاملات خرد سهام (سهام + حق تقدم + صندوق‌های سهامی) از کسر کردن ارزش معاملات بلوکی سهام از ارزش معاملات کل سهام در بورس ایران به دست می‌آید. این تحقیق شامل دو بخش اصلی می‌باشد. با توجه به اهمیت مدل قیمتی بلک-شولز در مباحث ریاضیات مالی، با استفاده از ابزارهای عمیق ریاضی اعم از آنالیز غیر خطی، آنالیز تصادفی، لم ایتو و مشتق رادون-نیکودیم، به یک نتیجه نظری ریاضی در مورد مدل قیمت بلک - شولز دست یافتیم. قضیه ۱ در فصل (۴)، در حقیقت یک رابطه عمیق نظری ریاضی برای پیش بینی قیمت در آینده است. همچنین از نتایج حاصل از این قضیه برای بررسی روند ارزش معاملات خرد سهام در بورس ایران در بازه‌های زمانی آتی استفاده شد. دومین موضوع مورد بحث ما در این مقاله، بررسی تاثیر تغییرات ارزش معاملات خرد سهام بر شاخص کل بورس ایران با استفاده از مدل‌سازی و ابزارهای ریاضی اعم از مدل بلک-شولز، ابزارهای تحلیل تکنیکال مالی، روش‌های آماری و آزمون‌های هرست می‌باشد.

نظریه‌های بزرگ ریاضی همواره کوشیده‌اند تا با ایجاد مدل‌های فراگیر و قضیه‌های جامع، ابزارهایی به وجود آورند که قابل استفاده در حل مسایل علوم دیگر باشند. هدف از این تحقیق آن است که با ارائه نگرشی جدید با استفاده از مدل‌های ریاضی و ابزارهای مالی، به بررسی تغییرات داده‌های ارزش معاملات خرد سهام و تاثیر آن بر روی شاخص کل بورس ایران بپردازیم. بررسی نظری مدل قیمتی بلک - شولز در همین راستا بوده است. در این مطالعه، در یک بازه حدوداً هفده ماهه (که شدیدترین نوسانات تاریخ بورس ایران در آن رخ داده است)، اطلاعات هفتگی میانگین حجم معاملات خرد سهام مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از این تحقیق موید این مطلب هستند که با افزایش یا کاهش شاخص کل بورس ایران شاهد روندی مشابه در ارزش معاملات خرد سهام هستیم. همچنین با استفاده از آزمون‌های هرست نشان دادیم که ارزش معاملات خرد سهام رونددار است. **واژه‌های کلیدی:** آزمون‌های آماری؛ تحلیل تکنیکال؛ ارزش معاملات خرد سهام؛ مدل قیمت بلک-شولز.

طبقه بندی JEL: F19, D19, C19, C13, C02

۱- گروه آموزش ریاضی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران (نویسنده مسئول) r.fallahmoghaddam@cfu.ac.ir

۲- گروه آمار و علوم کامپیوتر، دانشکده ریاضی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران sbk@semnan.ac.ir



۱- مقدمه

پیش‌بینی آینده بازارهای مالی^۱، به ویژه تعیین آینده روند شاخص‌های بازار سهام^۲، یکی از مباحث مهم برای تحلیلگران و مدیران ارشد در زمینه امور مالی است. مبتنی بر همین نگرش، این تحقیق در دو بخش اصلی تهیه شده است. در بخش اول که نتایج اصلی آن تحت عنوان قضیه ۱ در فصل (۴) بیان شده است، به بحث و بررسی در مورد مدل بلک-شولز^۳ پرداخته‌ایم. این مدل نقش اساسی و محوری در موفقیت مهندسی مالی در دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ داشته است. همچنین این رابطه رونق زیادی را در معاملات اختیار معامله^۴، ایجاد کرد و به‌طور علمی به این نوع معاملات در سراسر جهان مشروعیت بخشید. این مدل تأثیر زیادی در نحوه قیمت گذاری و پوشش ریسک اختیار معامله داشته است. بر همین اساس، با استفاده از ابزارهای عمیق ریاضی اعم از آنالیز غیر خطی^۵، آنالیز تصادفی^۶، لم ایتو^۷ و مشتق رادون-نیکودیم^۸، به یک نتیجه نظری ریاضی در مورد مدل قیمت بلک-شولز دست یافتیم. قضیه ۱ در فصل (۴)، در حقیقت یک رابطه عمیق نظری ریاضی برای پیش‌بینی قیمت در آینده است. همچنین از نتایج حاصل از این قضیه برای بررسی روند ارزش معاملات خرد سهام در بورس ایران در بازه‌های زمانی آتی استفاده شد.

امروزه، ابزارهای محاسباتی متنوعی جهت پیش‌بینی آینده روند بازارهای مالی مورد استفاده قرار می‌گیرند. شاخص کل بورس ایران یا همان شاخص قیمت و بازده نقدی^۹، شاخصی است که بیانگر سطح عمومی قیمت و سود سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس است. به عبارت دیگر تغییرات شاخص کل بیانگر میانگین بازدهی سرمایه‌گذاران در بورس است. شاخص کل بورس ایران از دیدگاه‌های متفاوتی در سال‌های اخیر مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. برای مطالعه بیشتر، می‌توانید به مراجعی نظیر (زمانیان و همکاران، ۱۳۹۶)، (شکوه و همکاران، ۱۳۹۶) و (فدایی‌نژاد و فراهانی، ۱۳۹۶) مراجعه فرمایید. دومین موضوع مورد بحث ما در این مقاله، بررسی تاثیر تغییرات ارزش معاملات خرد سهام بر شاخص کل بورس ایران با استفاده از مدل‌سازی و ابزارهای ریاضی اعم از مدل بلک-شولز، ابزارهای تحلیل تکنیکال^{۱۰}، روش‌های آماری^{۱۱} و آزمون نمای هرست^{۱۲} می‌باشد. همواره رابطه مستقیمی بین تغییرات شاخص کل بورس و تعداد کل سهام معامله شده وجود دارد. به عبارت دیگر با افزایش شاخص کل بورس، شاهد افزایش تعداد سهام معامله شده در اکثر شرکت‌های سهامی هستیم. همچنین با کاهش شاخص کل بورس شاهد روند کاهشی در تعداد سهام معامله شده می‌باشیم. بنابراین به نظر

^۱Financial Markets^۲Stock Market^۳Black-Scholes Model^۴Option^۵Non-Linear Analysis^۶Stochastic Analysis^۷Ito's Lemma^۸Radon-Nikodym Derivative^۹TEDPIX of Iran^{۱۰}Statistical Methods^{۱۱}Technical Analysis^{۱۲}Hurst Exponent

می‌رسد بررسی تغییرات تعداد سهام معامله شده، عاملی تاثیرگذار برای بررسی روند شاخص کل بورس ایران باشد. اما در مورد بررسی این موضوع مشکلات متعددی وجود دارند. به طور مثال سالانه در فرآیند افزایش سرمایه^۱ شاهد تغییر تعداد کل سهام یک شرکت هستیم. مساله دیگری که اینجا حایز اهمیت است میزان سهام شناور^۲ یک شرکت است. این عامل به معنای تعداد سهام قابل معامله یک شرکت، عددی متغیر است. همچنین تعدد شرکتهای و تغییرات در تعداد شرکتهای حاضر در بورس ایران یکی دیگر از مشکلات موجود در این موضوع می‌باشد. تجربه ثابت کرده است که معاملات بلوکی^۳ و عمده سهام که معمولا بین سرمایه‌گذاران کلان بازار سهام رخ می‌دهند، به دور از شرایط هیجانی انجام می‌پذیرند. ارزش معاملات خرد^۴ سهام (سهام + حق تقدم + صندوقهای سهامی) از کسر کردن ارزش معاملات بلوکی و عمده از ارزش معاملات کل سهام در بورس ایران به دست می‌آید. عملا ارزش معاملات خرد سهام به عنوان تلفیقی از داده‌های قیمت و تعداد سهام معامله شده می‌باشد. تلاش نظریه‌های بزرگ ریاضی آن است که با ایجاد مدل‌های فراگیر و قضیه‌های جامع، ابزارهایی به وجود آورند که قابل استفاده در حل مسایل علوم دیگر باشند. هدف از این تحقیق آن است که با ارایه نگرشی جدید با استفاده از مدل‌های ریاضی و ابزارهای مالی، به بررسی تغییرات داده‌های ارزش معاملات خرد سهام و تاثیر آن بر روی شاخص کل بورس ایران بپردازیم. مثلا به طور خاص سعی کردیم تا به یک نتیجه نظری ریاضی بر روی مدل بلک - شولز دست یابیم و از نتایج آن جهت بررسی داده‌های ارزش معاملات خرد سهام بهره گیریم.

۲- پیشینه پژوهش

فرضیه بازار کارا^۵ (فاما، ۱۹۶۵)، به طور گسترده‌ای در ادبیات مربوط به بازارهای مالی مورد بحث قرار گرفته است. این فرضیه ادعا می‌کند که تمام اطلاعات مربوط به یک دارایی ریسکی مانند سهام در قیمت آن موجود است. اگر قیمت قابل پیش‌بینی باشد، سرمایه‌گذاران می‌توانند برای دستیابی به بازده مازاد سرمایه‌گذاری، استراتژی‌های مناسب را اجرا کنند، در حالی که در یک بازار کارا، قیمت دارایی قابل پیش‌بینی نیست (نارایان^۶، ۲۰۰۷). یک دیدگاه در مورد غیرقابل پیش‌بینی بودن قیمت این است که قیمت از یک فرایند گام تصادفی^۸ پیروی می‌کند، یعنی مانا^۷ نیست. بنابراین، اگر قیمت مانا باشد، این بدان معنی است که قابل پیش‌بینی است و بهترین پیش‌بینی برای آن میانگین بلندمدت است (ویلموت^۹، ۲۰۰۵). اخیرا در مرجع (مهاجر و اوقر، ۲۰۲۱)، نویسندگان با ارزیابی شهودی تغییرات قیمت در کنار روندهای میانگین متحرک^{۱۱} بلند مدت و میان مدت آن نشان دادند که مقادیر قیمت پس از

^۱Capital Increase

^۲Public Float

^۳Block Trade

^۴Value of Small-Volume Transactions

^۵Efficient Market Theory

^۶Fama

^۷Narayan

^۸Random Walk Process

^۹Stationary Process

^{۱۰}Wilmott

^{۱۱}Moving Average

جهش‌های شدید، تمایل بالایی به بازگشت به میانگین خود دارند. در این زمینه تحقیقات متنوعی صورت پذیرفته است. برای مطالعه بیشتر به مراجع (گبنرو و موسی^۱، ۲۰۱۹)، (پالواشا و همکاران^۲، ۲۰۱۸)، (روزگار و همکاران، ۲۰۱۸) و (شایک و ماهسوارن^۳، ۲۰۱۸) مراجعه شود.

ارزش معاملات، در حقیقت به نوعی بیانگر تغییرات قیمت نیز هست. ارزش معاملات بسیار بالا بعضاً به این معنی است که تعداد دفعات معامله یک سهم بالا رفته است. ارزش معاملات یک سهم در یک روز یا در یک هفته معاملاتی علاوه بر عامل قیمت یک سهم، بیانگر رفتار معاملاتی معامله‌گران نیز هست. افزایش قیمت‌ها و کاهش حجم معاملاتی یک هشدار برای معکوس شدن احتمالی خط روند است. اگر قیمت‌ها صعودی باشد و کاهش جزئی در حجم معاملات مشاهده شود، این امر نشانه قوی برای معکوس شدن بازار نیست. در حقیقت افزایش یا کاهش قیمت با حجم خیلی زیاد یک نشانه قوی را صادر می‌کند. افزایش حجم معاملات در بورس می‌تواند هم‌زمان هم به معنای خروج نقدینگی و هم به معنای ورود آن باشد. بررسی دقیق‌تر در این خصوص نشان‌دهنده صحت هر یک از این دو امر است. بر همین اساس باید به این نکته توجه کرد که این میزان حجم در راستای خرید سهام بوده است یا فروش آن. برای این کار باید در خرید و فروش سهام به تعداد معامله‌کنندگان توجه کنیم. چنانچه حجم معاملات بالا ولی تعداد خریداران کمتر بود، به معنای آن است که در این سهم ورود پول هوشمند^۴ رخ داده است. به علاوه، باید به قیمت روز سهم هم توجه کرد. در ورود پول هوشمند، قیمت روز سهم مثبت است. از سوی دیگر زمانی که حجم معاملات در بورس زیاد اما تعداد فروشندگان کمتر است، خروج پول هوشمند در حال رخ دادن است. در چنین شرایطی قیمت روز سهم هم در بازه منفی قرار دارد. طبق نظر کارپوف^۵، می‌توان چهار دلیل برای اهمیت عامل ارزش معاملات ذکر کرد. مطلب اول آن است که یافتن ارتباط بین ارزش معاملات و بازده سهام باعث ایجاد شفافیت در تشخیص فرضیه‌های مختلف در مورد ساختار بازارهای مالی خواهد شد. در یک بازار مالی، مدل‌هایی که روابط بین ارزش معاملات انجام شده روی یک سهم و همچنین قیمت آن سهم را با توجه به نحوه انتشار اطلاعات، اندازه داده‌های ورودی به بازار، حجم یک بازار مالی و شرایط ذکر شده در معاملات کوتاه مدت رصد می‌کنند، مورد توجه هستند. نکته دوم آن است که میزان تغییر در عامل ارزش معاملات به نوعی نشان‌دهنده میزان اجماع معامله‌گران بر روی اخبار و داده‌های جدید است. مطلب سوم آن است که میزان و نحوه توزیع احتمالاتی قیمت‌های سفته بازی^۶، رابطه تنگاتنگی با این عامل دارد. آخرین مطلب آن است که ارزش معاملات تاثیر بسزایی برای مطالعات بازارهای آتی^۷ دارد.

اخیراً مطالعات متعددی بر روی عامل ارزش معاملات در بورس ایران صورت گرفته است. مثلاً در (نجارزاده و همکاران، ۲۰۱۸)، نویسندگان با بررسی رابطه تجربی بین ارزش معاملات و بازده سهام در بازار بورس اوراق بهادار

^۱Gbenro and Moussa

^۲Palwasha et al

^۳Shaik and Maheswaran

^۴Smart Money

^۵Karpoff

^۶Speculative Prices

^۷Future Markets

تهران، ارتباط هم‌زمان بین ارزش معاملات و بازده سهام را تایید کرده و نیز یک ارتباط دوطرفه بین ارزش معاملات و بازده سهام را به دست آورده اند. همچنین در مرجع (کلانتری و پاک‌تینت، ۲۰۱۴)، مولفان به بررسی این مساله با استفاده از زنجیره‌های مارکف پرداخته‌اند. ضمناً در مرجع (صفری و بشکوه، ۲۰۱۹)، به بررسی نقش ارزش معاملات و نقدشوندگی بر فرصت‌های سرمایه‌گذاری و مخارج سرمایه‌ای در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس ایران پرداخته‌اند.

هدف کلی از مدل‌سازی‌ها و نظریه‌های ریاضی ایجاد روش‌هایی است که بتواند با بررسی یک مساله به صورت نظری و کلان، به راه‌هایی برای حل آن مساله و مسایل مشابه به آن دست یابد. گاهی یک قضیه جامع ریاضی این توانایی را دارد که هم‌زمان به حل انواع مسایل مختلف که دارای مدل‌های ریاضی یکسانی هستند، پردازد. در این تحقیق مشابه نگرشی که به طور مثال در مرجع (کلانتری و پاک‌تینت، ۲۰۱۴)، وجود دارد، اهتمام اصلی نویسندگان بر ایجاد یک مدل ریاضی بر روی عامل ارزش معاملات خرد سهام می‌باشد. مثلاً در فصل ۴، سعی شد که با تعمیم و تقویت مدل قیمتی بلک-شولز، راهکاری برای استفاده از این مدل بر روی عامل ارزش معاملات خرد سهام یافت شود. گاهی اوقات، حل یک مساله مشابه به جای مساله اصلی (که ممکن پیچیدگی بیشتری داشته باشد)، به ما کمک می‌کند تا به ایده‌هایی تازه‌تری جهت حل مساله اصلی پردازیم. در حقیقت در اینجا بکارگیری ابزارهای ریاضی برای بررسی ارزش معاملات خرد به جای شاخص کل بورس ایران به همین دلیل است. وجود عواملی مثل محدودیت تعداد سهام قابل معامله، محدودیت زمان انجام معاملات و مواردی مشابه، نکاتی هستند که می‌توانند باعث تسهیل بررسی عامل ارزش معاملات خرد سهام نسبت به شاخص کل باشند.

۳- روش پژوهش

در این بخش به معرفی و نحوه محاسبه ابزارهای محاسباتی که در بخش‌های بعد به آنها نیاز داریم، می‌پردازیم.

۳-۱- مدل قیمتی بلک-شولز

یکی از معادلات حاکم بر معاملات اختیار خرید^۱ یا فروش^۲ در ریاضیات مالی، معادله دیفرانسیل بلک-شولز^۳ است. امروزه، در شاخه‌های محض و همچنین در شاخه‌های کاربردی ریاضیات مالی مطالعات متنوعی بر روی این مدل قیمتی انجام شده است. اساس این مدل قیمتی بدون در نظر گرفتن سود سهام^۴ بر معادله دیفرانسیل زیر استوار است.

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + rS \frac{\partial V}{\partial S} - rV = 0$$

که در این معادله:

^۱Call Option

^۲Put Option

^۳Black-Scholes Differential Equatin

^۴Dividens

به ترتیب از چپ به راست بیانگر قیمت اختیار معامله^۱، قیمت سهام^۲، انحراف معیار قیمت سهام^۳ و نرخ بهره بانکی^۴ هستند. با توجه به اینکه مدل قیمتی بلک-شولز دارای توزیع حرکت تصادفی براونی هندسی^۵ است، از این مدل قیمتی برای تقریب قیمت در بازارهای مالی استفاده فراوان می‌شود. در حقیقت معادله زیر برقرار است:

$$\frac{1}{S} dS = \mu dt + \sigma dW$$

وقتی که:

$$S(t) = S(0) \exp\left(\left[\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right]t + \sigma W(t)\right)$$

$$W(t), \sigma, \mu$$

به ترتیب از چپ بیانگر یک حرکت براونی، انحراف معیار قیمت سهام و نرخ افزایش سالانه قیمت سهام هستند. یکی از قضایای عمیقی که در فصل (۴) استفاده خواهیم کرد، لم ایتو است. بنابر لم ایتو:

$$S_t = S_0 + \int_{h=0}^{h=t} (\mu S_h) dh + \int_{h=0}^{h=t} \sigma S_h dW_h$$

$$S_t = S_0 \exp\left[\left(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2\right)t + \sigma W_t\right]$$

قضیه رادون-نیکودیم نتیجه‌ای در نظریه اندازه‌گیری^۶ است که رابطه بین دو معیار تعریف شده در فضای قابل اندازه‌گیری یکسانی را بیان می‌کند. در حقیقت در قضیه رادون-نیکودیم ما یک فضای اندازه‌پذیر^۷

(X, Σ)

را داریم که روی این فضا دو تابع از اندازه متناهی

$\mu, \nu \ll \mu$

وجود دارند. همچنین یک تابع اندازه‌پذیر^۸

$f: X \rightarrow [0, \infty)$

که برای هر زیر مجموعه اندازه‌پذیر^۹

$$A \subseteq X, \nu(A) = \int_A f d\mu$$

$$f = \frac{d\nu}{d\mu}$$

^۱Strike Price

^۲Stock Price

^۳Volatility

^۴Interest Rate

^۵Geometric Brownian Motion

^۶Measure Theory

^۷Measurable Space

^۸Measurable Function

^۹Measurable Subset

نوشته می‌شود و مشتق رادون-نیکودیم نامیده می‌شود. انتخاب نماد و نام تابع نشان دهنده این واقعیت است که تابع مشابه یک مشتق در حساب دیفرانسیل و انتگرال است به این معنا که نرخ تغییر چگالی^۱ یک معیار را نسبت به معیار دیگر توصیف می‌کند. (در این شیوه از تعیین کننده ژاکوبین^۲ استفاده می‌شود.) از خواص این مشتق موارد زیر قابل ذکر است.

$$\frac{d(v + \mu)}{d\lambda} = \frac{dv}{d\lambda} + \frac{d\mu}{d\lambda}$$

$$\int_x f d\mu = \int_x f \frac{d\mu}{d\lambda} d\lambda$$

مدل قیمت بلک-شولز یک حرکت براونی هندسی است که در معادلات زیر صدق می‌کند:

$$\frac{1}{S} dS = \mu dt + \sigma dW$$

وقتی که:

$$S(t) = S(0) \exp\left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)t + \sigma W(t)\right]$$

$$W(t), \sigma, \mu$$

به ترتیب از چپ بیانگر یک حرکت براونی، انحراف معیار قیمت سهام و نرخ افزایش سالانه قیمت سهام هستند.

۳-۲- تحلیل تکنیکال

تحلیل تکنیکال در مباحث مالی به روش تجزیه و تحلیل روند تغییر قیمت‌ها از طریق مطالعه داده‌های قیمتی گذشته اطلاق می‌شود. تحلیل گران تکنیکال با استدلال آنکه عرضه و تقاضا در نهایت باعث کشف قیمت می‌شود، با بررسی و مطابقت گذشته نمودار قیمت و پیدا کردن الگوهای متفاوت و تکرارشونده آینده، قیمت یک دارایی را پیش‌بینی می‌کنند. در ادامه چند اندیکاتور^۳، مورد استفاده را شرح می‌دهیم.

۳-۲-۱- اندیکاتور شاخص قدرت نسبی^۴

یکی از پرطرفدارترین اندیکاتورها در کنار اندیکاتور مکدی^۵، شاخص قدرت نسبی می‌باشد که تحلیلگران زیادی از آن استفاده می‌کنند. اندیکاتور شاخص قدرت نسبی توسط ولز ویلدر^۶ طراحی و توسعه یافته است. این اندیکاتور یک شاخص جهت بررسی گرایش بازار^۷ و قدرت حرکت آن می‌باشد این شاخص را در دسته اسیلاتورها، به معنی نوسان کننده جای می‌دهند، به این مفهوم که شیوه محاسباتی آن طوری است که برای روندهای به وجود آمده

^۱Density

^۲Jacobian

^۳Indicator

^۴RSI (Relative Strength Index)

^۵Macd Indicator

^۶Welles Wilder

^۷Momentum

در بازار سقف‌ها^۱ و کف‌هایی^۲ را تعیین می‌کند. فرمول آر اس ای شاخصی است که در بازه ۰ تا ۱۰۰ نوسان می‌کند و با برخورد این شاخص به سطوح تعیین شده که به صورت پیش‌فرض بر روی نقاط ۳۰ تا ۷۰ قرار دارند، سیگنال‌های خرید و فروش صادر می‌گردند. روش محاسبه این اسیلاتور برای یک دوره N روزه به شرح ذیل است:

(۱) میانگین تغییر مثبت قیمت‌های پایانی برای بازه N روزه $N = (\text{سود روز } N + \text{م } + \text{جمع سودهای روزهای مثبت} * ((N-1))$ ؛

(۲) میانگین تغییر منفی قیمت‌های پایانی برای بازه N روزه $N = (\text{ضرر روز } N + \text{م } + \text{جمع ضررهای روزهای منفی} * ((N-1))$ ؛

(۳) میانگین تغییر منفی قیمت‌های پایانی برای بازه N روزه / میانگین تغییر مثبت قیمت‌های پایانی برای بازه N روزه $RS =$ ؛

(۴) $RS =$ منفعت متوسط دوره رو به بالا در بازه زمانی مشخص تقسیم بر متوسط زیان حرکت رو به پایین دارای در یک بازه زمانی مشخص. در نهایت،

$$RSI = 100 - (100 / (1 + RS)) \quad (5)$$

۲-۲-۳- میانگین متحرک ساده (SMA)^۳

میانگین متحرک، یکی از شاخص‌های مهم با استفاده فراوان در تحلیل تکنیکال است، که با حذف نوسانات قیمتی کمک می‌کند تا سرمایه‌گذار بتواند تصویر بهتری از متوسط قیمت و روند قیمتی را ترسیم کند.

۳-۳- آزمون‌های آماری

از دیدگاه نظریه آشوب^۴، سیستم‌های پیچیده فقط ظاهری پرآشوب دارند و در نتیجه، نامنظم و تصادفی به نظر می‌رسند، در حالی که ممکن است تابع یک جریان معین یا یک فرمول ریاضی مشخص باشند (لد و وو^۵، ۲۰۰۹). یک سری زمانی^۶ (یا فرآیند تصادفی^۷) مانای قوی^۸ است اگر توزیع احتمال توام^۹ آن تحت تغییر در زمان یا مکان پایا^{۱۰} باشد. یک ویژگی مهم در سری‌های زمانی مانا این است که داده‌های این سری با سرعتی کمتر از حرکت براونی هندسی^{۱۱} انتشار می‌یابند و با اندازه‌گیری سرعت انتشار می‌توان ماهیت سری زمانی را تشخیص داد. یکی از ابزارهای مورد استفاده در این خصوص، آزمون نمای هرست است. این روش که از آن برای محاسبه نمای هرست

^۱Over bought

^۲Over sold

^۳Simple Moving Average

^۴Chaos Theory

^۵Ladde and Wu

^۶Time Series

^۷Stochastic Process

^۸Strong Stationary Process

^۹Joint Probability Distribution

^{۱۰}Invariant

^{۱۱}Geometric Brownian Motion

استفاده می‌شود توسط هرست^۱ در سال ۱۹۵۱ ابداع شد که این روش کاربرد زیادی در تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی، مخصوصاً سری‌های زمانی مالی دارد. هدف توان هرست ارائه مقیاسی است که تشخیص ویژگی بازگشت به میانگین و روند را از گام تصادفی ممکن می‌سازد. ایده محاسبه توان هرست این است که می‌توان از واریانس^۲ لگاریتم داده‌ها به منظور ارزیابی نرخ انتشار استفاده کرد. این آزمون برای تمییز تصادفی از غیرتصادفی، پایداری روندها و طول دوره چرخه‌ها در بازارهای سهام استفاده می‌شود. این روش توانایی زیادی برای تشخیص سری‌های زمانی تصادفی از سری‌های زمانی فراکتالی^۳ دارد. برای تاخیر زمانی دلخواه τ واریانس از طریق رابطه زیر حساب می‌شود:

$$Var_{\tau} = \langle |\log(x_{t+\tau}) - \log(x_t)|^2 \rangle, \quad (6)$$

$$\langle |\log(x_{t+\tau}) - \log(x_t)|^2 \rangle = \sqrt{\frac{\sum_{all(t)} |\log(x_{t+\tau}) - \log(x_t)|^2}{n}}, \quad (7)$$

$$Var_{\tau} = \langle |\log(x_{t+\tau}) - \log(x_t)|^2 \rangle \approx \tau. \quad (8)$$

اگر هر نوع همبستگی^۴ در داده‌ها وجود داشته باشد، رابطه فوق معتبر نیست، اما در عوض می‌توان آن را به صورت زیر تعدیل نمود (چان^۵، ۲۰۱۳):

$$\langle |\log(x_{t+\tau}) - \log(x_t)|^2 \rangle \approx \tau^{2H}. \quad (9)$$

اگر تحت این رابطه نمای هرست کمتر از ۰/۵ باشد، آنگاه فرآیند دارای ویژگی بازگشت به میانگین^۶ است. اگر نمای هرست دقیقاً برابر ۰/۵ شود، آنگاه فرآیند از یک فرآیند براونی هندسی پیروی می‌کند. در غیر این صورت، فرآیند یک فرآیند رونددار است. این به آن معنی است که برای مقادیر بسیار کوچک (نزدیک به صفر) فرآیند دارای تمایل بالایی بازگشت به میانگین است. مقادیر بسیار بزرگ نزدیک به یک نشان‌دهنده تمایل بالایی فرآیند به رونددار بودن^۷ است.

۴- یافته‌های پژوهش

میزان ارزش معاملات خرد مورد استفاده مربوط به بازه زمانی اول فروردین ۱۳۹۹ تا آخر آبان ۱۴۰۰ می‌باشد. مرجع این داده‌ها سایت سازمان بورس اوراق بهادار تهران و سامانه سنا بانک مرکزی ایران است.

^۱Hurst

^۲Variance

^۳Fractal

^۴Correlation

^۵Chan

^۶Long-Term Switching Between High and Low Values

^۷Long-Term Positive Auto Correlation

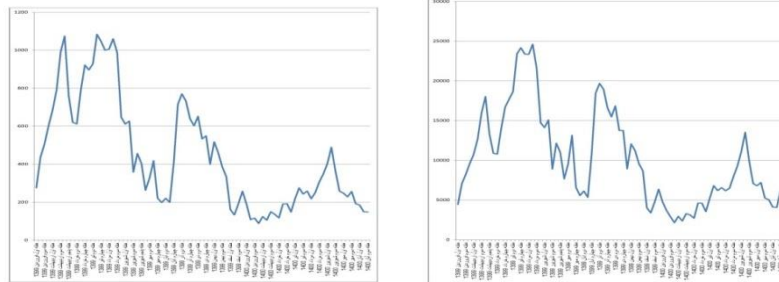
جدول (۱): میانگین ارزش معاملات هفتگی خرد سهام در بورس ایران.

عدد بسته شدن هفتگی شاخص کل بورس ایران	ارزش معاملات خرد (میلیون دلار)	ارزش معاملات خرد (میلیارد تومان)	زمان
۵۴۷۶۵۸	۲۷۶	۴۴۴۴	هفته اول فروردین ۱۳۹۹
۵۹۷۱۹۸	۴۳۵	۷۰۶۳	هفته دوم فروردین ۱۳۹۹
۶۴۵۷۶۲	۵۰۵	۸۲۲۳	هفته سوم فروردین ۱۳۹۹
۷۴۱۹۶۰	۶۰۰	۹۶۰۰	هفته چهارم فروردین ۱۳۹۹
۸۷۸۰۹۳	۶۸۳	۱۰۷۳۷	هفته اول اردیبهشت ۱۳۹۹
۹۷۷۹۲۳	۷۹۰	۱۲۶۳۹	هفته دوم اردیبهشت ۱۳۹۹
۱۰۱۷۶۶۲	۹۹۰	۱۵۹۴۳	هفته سوم اردیبهشت ۱۳۹۹
۹۸۶۷۵۹	۱۰۷۴	۱۸۰۲۰	هفته چهارم اردیبهشت ۱۳۹۹
۹۳۸۵۵۷	۷۶۰	۱۳۲۹۲	هفته پنجم اردیبهشت ۱۳۹۹
۱۰۲۸۵۳۷	۶۲۰	۱۰۸۸۲	هفته اول خرداد ۱۳۹۹
۱۱۵۳۶۷۹	۶۱۲	۱۰۷۷۱	هفته دوم خرداد ۱۳۹۹
۱۲۲۹۶۷۳	۷۹۱	۱۳۹۸۴	هفته سوم خرداد ۱۳۹۹
۱۴۱۹۴۵۳	۹۲۲	۱۶۶۹۷	هفته چهارم خرداد ۱۳۹۹
۱۶۱۲۹۰۲	۸۹۶	۱۷۶۸۸	هفته اول تیر ۱۳۹۹
۱۷۵۳۶۴۲	۹۲۸	۱۸۶۶۲	هفته دوم تیر ۱۳۹۹
۱۸۴۱۷۰۰	۱۰۸۳	۲۳۴۰۸	هفته سوم تیر ۱۳۹۹
۱۹۰۱۱۴۷	۱۰۴۷	۲۴۱۶۲	هفته چهارم تیر ۱۳۹۹
۱۹۰۴۳۲۴	۱۰۰۰	۲۳۳۸۰	هفته پنجم تیر ۱۳۹۹
۲۰۳۴۱۹۲	۱۰۰۶	۲۳۳۴۹	هفته اول مرداد ۱۳۹۹
۱۹۷۵۴۳۹	۱۰۶۰	۲۴۶۱۳	هفته دوم مرداد ۱۳۹۹
۱۷۵۷۲۲۹	۹۸۸	۲۱۵۷۶	هفته سوم مرداد ۱۳۹۹
۱۷۱۸۷۸۳	۶۴۷	۱۴۷۲۵	هفته چهارم مرداد ۱۳۹۹
۱۶۳۱۹۴۱	۶۱۱	۱۴۱۲۰	هفته اول شهریور ۱۳۹۹
۱۵۵۶۲۸۰	۶۲۷	۱۵۰۶۷	هفته دوم شهریور ۱۳۹۹
۱۷۱۴۱۰۸	۳۵۸	۸۹۰۲	هفته سوم شهریور ۱۳۹۹
۱۶۱۱۵۸۲	۴۵۶	۱۲۱۴۸	هفته چهارم شهریور ۱۳۹۹
۱۵۰۳۴۲۶	۴۰۴	۱۰۹۸۹	هفته پنجم شهریور ۱۳۹۹
۱۵۴۰۷۰۰	۲۶۳	۷۶۶۸	هفته اول مهر ۱۳۹۹
۱۵۶۱۴۱۶	۳۲۶	۹۵۱۴	هفته دوم مهر ۱۳۹۹

زمان	ارزش معاملات خرد (میلیون دلار)	عدد بسته شدن هفتگی شاخص کل بورس ایران
هفته سوم مهر ۱۳۹۹	۴۱۸	۱۴۱۲۳۵۴
هفته چهارم مهر ۱۳۹۹	۲۲۱	۱۲۸۸۳۳۰
هفته اول آبان ۱۳۹۹	۱۹۸	۱۲۹۰۵۷۱
هفته دوم آبان ۱۳۹۹	۲۲۰	۱۲۲۱۰۷۴
هفته سوم آبان ۱۳۹۹	۱۹۹	۱۳۴۵۳۰۱
هفته چهارم آبان ۱۳۹۹	۴۱۰	۱۳۶۷۲۴۸
هفته اول آذر ۱۳۹۹	۷۱۴	۱۴۷۰۹۸۰
هفته دوم آذر ۱۳۹۹	۷۷۰	۱۵۰۶۲۱۷
هفته سوم آذر ۱۳۹۹	۷۳۲	۱۴۱۳۳۶۰
هفته چهارم آذر ۱۳۹۹	۶۴۰	۱۴۴۷۹۱۵
هفته اول دی ۱۳۹۹	۶۰۲	۱۳۹۷۷۹۷
هفته دوم دی ۱۳۹۹	۶۵۲	۱۳۱۰۷۵۵
هفته سوم دی ۱۳۹۹	۵۳۳	۱۲۲۹۸۳۶
هفته چهارم دی ۱۳۹۹	۵۴۹	۱۱۸۳۹۷۸
هفته پنجم دی ۱۳۹۹	۴۰۰	۱۲۰۷۶۹۸
هفته اول بهمن ۱۳۹۹	۵۱۷	۱۱۷۳۰۱۰
هفته دوم بهمن ۱۳۹۹	۴۶۰	۱۲۱۴۴۱۶
هفته سوم بهمن ۱۳۹۹	۳۸۶	۱۲۳۸۳۵۵
هفته چهارم بهمن ۱۳۹۹	۳۳۴	۱۲۰۵۸۳۲
هفته اول اسفند ۱۳۹۹	۱۶۱	۱۱۷۷۹۱۶
هفته دوم اسفند ۱۳۹۹	۱۳۳	۱۲۰۶۸۷۸
هفته سوم اسفند ۱۳۹۹	۱۹۲	۱۳۰۷۷۰۷
هفته چهارم اسفند ۱۳۹۹	۲۵۷	۱۲۹۴۵۲۱
هفته اول فروردین ۱۴۰۰	۱۸۹	۱۲۹۴۵۲۱
هفته دوم فروردین ۱۴۰۰	۱۰۸	۱۲۴۹۹۱۰
هفته سوم فروردین ۱۴۰۰	۱۱۶	۱۲۴۳۵۵۸
هفته چهارم فروردین ۱۴۰۰	۸۸	۱۲۰۷۰۰۴
هفته اول اردیبهشت ۱۴۰۰	۱۲۴	۱۲۰۷۸۵۰
هفته دوم اردیبهشت ۱۴۰۰	۱۰۵	۱۱۷۲۲۶۲
هفته سوم اردیبهشت ۱۴۰۰	۱۴۹	۱۱۸۴۰۰۰

زمان	ارزش معاملات خرد (میلیون دلار)	عدد بسته شدن هفتگی شاخص کل بورس ایران
هفته چهارم اردیبهشت ۱۴۰۰	۳۱۱۳	۱۱۵۴۸۴۴
هفته اول خرداد ۱۴۰۰	۲۷۰۳	۱۱۰۹۳۳۴
هفته دوم خرداد ۱۴۰۰	۴۶۱۱	۱۱۴۸۶۴۲
هفته سوم خرداد ۱۴۰۰	۴۵۹۷	۱۱۵۱۸۴۶
هفته چهارم خرداد ۱۴۰۰	۳۵۴۰	۱۱۴۷۶۷۵
هفته اول تیر ۱۴۰۰	۵۲۲۴	۱۲۵۶۹۷۸
هفته دوم تیر ۱۴۰۰	۶۷۹۹	۱۲۸۲۰۳۶
هفته سوم تیر ۱۴۰۰	۶۱۹۱	۱۳۰۵۴۹۵
هفته چهارم تیر ۱۴۰۰	۶۵۵۱	۱۳۱۱۳۰۶
هفته اول مرداد ۱۴۰۰	۶۱۶۳	۱۴۰۶۰۴۰
هفته دوم مرداد ۱۴۰۰	۶۴۸۲	۱۴۸۴۶۲۷
هفته سوم مرداد ۱۴۰۰	۷۹۱۳	۱۴۹۹۹۲۳
هفته چهارم مرداد ۱۴۰۰	۹۲۴۵	۱۵۵۰۲۰۸
هفته اول شهریور ۱۴۰۰	۱۱۰۷۹	۱۵۲۰۶۲۷
هفته دوم شهریور ۱۴۰۰	۱۴۵۱۸	۱۵۲۶۰۰۸
هفته سوم شهریور ۱۴۰۰	۹۹۱۵	۱۴۸۸۲۱۲
هفته چهارم شهریور ۱۴۰۰	۷۰۷۸	۱۳۸۶۴۵۰
هفته اول مهر ۱۴۰۰	۶۷۹۶	۱۴۳۶۹۸۴
هفته دوم مهر ۱۴۰۰	۷۱۹۱	۱۴۸۸۲۶۴
هفته سوم مهر ۱۴۰۰	۵۲۵۴	۱۳۹۷۳۸۶
هفته چهارم مهر ۱۴۰۰	۵۰۲۵	۱۴۳۶۳۵۷
هفته اول آبان ۱۴۰۰	۴۱۰۲	۱۳۹۳۹۶۰
هفته دوم آبان ۱۴۰۰	۴۰۶۸	۱۳۹۸۴۱۶
هفته سوم آبان ۱۴۰۰	۶۱۹۳	۱۴۵۶۵۲۲

منبع: یافته‌های پژوهشگر



شکل (۱): نمودار ارزش میانگین هفتگی معاملات خرد در بورس ایران برحسب میلیارد تومان (سمت راست) و میلیون دلار (سمت چپ)
منبع: یافته‌های پژوهشگر

۴-۱- استفاده از مدل قیمت بلک-شولز

قصد داریم در این بخش با کمک گرفتن از مدل قیمتی بلک - شولز به رابطه‌ای برای تقریب میزان ارزش معاملات خرد دست یابیم. ابتدا یک قضیه مفید در مورد لگاریتم قیمت سهام با استفاده از معادلات حرکت براونی هندسی و مدل قیمتی بلک-شولز بدست می‌آوریم.
قضیه ۱. با توجه به نمادگذاری در یک مدل قیمتی بلک-شولز، قرار دهید:

$$Y_T = \ln(S_T) 1_{S_T > 1}$$

آنگاه:

$$Y(t_1) = e^{-r(T-1)} (\ln(S_1) P^Q(S_{T>1}) + (r - \frac{1}{2}\sigma^2)(T-1) P^Q(S_{T>1}) + ((\int_{-\infty}^d h \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{h^2}{2}} dh) \sigma \sqrt{T-1}))$$

وقتی که:

$$d = \frac{\ln(S_1) + r(T-1) - \frac{1}{2}\sigma^2(T-1)}{\sigma\sqrt{T-1}}$$

در حقیقت این روابط به ما برای پیش‌بینی قیمت در یک بازه زمانی مشخص جلوتر کمک خواهد کرد.

اثبات.

بنابر لم ایتو:

$$S_t = S_0 + \int_{h=0}^{h=t} (\mu S_h) dh + \int_{h=0}^{h=t} \sigma S_h dW_h$$

$$S_t = S_0 \exp[(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2)t + \sigma W_t]$$

در این صورت خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} \ln(S_t) &= \ln(S(0)_{t_0}) \\ &+ \int_{h=0}^{h=t} (\frac{\partial(\ln(S_t))}{\partial t} + \frac{\partial(\ln(S_t))}{\partial S} a(S_h, h)_{=\mu S_h}) \\ &+ 0.5 \frac{\partial^2(\ln(S_t))}{\partial S^2} b(S_h, h)_{=\sigma^2 S_h^2} dh + \int_{h=0}^{h=t} \frac{\partial(\ln(S_t))}{\partial S} a(S_h, h)_{=\sigma S_h} dW_h \end{aligned}$$

بنابراین بدست خواهیم آورد:

$$\ln(S_t) = \ln(S_0) + \int_0^t (\frac{1}{S_h} a(S_h, h)_{=\mu S_h} - 0.5 \frac{1}{S_h^2} b(S_h, h)_{=\sigma^2 S_h^2}) dh + \int_0^t \frac{1}{S_h} b(S_h, h)_{=\sigma S_h} dW_h$$

در نتیجه خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} \ln(S_t) &= \ln(S_0) + \int_0^t (\mu - 0.5\sigma^2) dh + \int_0^t \sigma dW_h \\ &= \ln(S_0) + (\mu - \frac{1}{2}\sigma^2)t + \sigma W_t \end{aligned}$$

حال اگر از دو طرف رابطه بالا تابع نمایی بگیریم، بدست خواهیم آورد:

$$S_t = S_0 \exp[(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2)t + \sigma W_t]$$

در ریاضیات مالی، یک معیار ریسک خنثی^۱ (که معیار تعادل یا معیار مارتینگل^۲ معادل نیز نامیده می شود) یک اندازه گیری در فضای احتمال است به طوری که قیمت هر سهم دقیقاً برابر با انتظار تنزیل شده^۳ قیمت سهام تحت این معیار است. این پارامتر در قیمت گذاری مشتقات مالی استفاده می شود، که به این معنی است که در یک بازار کامل، قیمت یک مشتق، ارزش مورد انتظار تنزیل شده^۴ بازده آتی تحت معیار منحصر به فرد ریسک خنثی است. چنین معیاری وجود دارد اگر و تنها در صورتی که بازار بدون آربیتراژ^۵ باشد. حال فرض کنید P, Q به ترتیب از چپ به راست یک اندازه در فضای جهانی حقیقی و معیار ریسک خنثی باشند. با استفاده از مشتق گیری رادون-نیکودیم نتیجه می گیریم:

$$\frac{dQ}{dP} = e^{[\frac{1}{2}(\frac{\mu-r}{\sigma})^2 t - W_t(\frac{\mu-r}{\sigma})]}$$

^۱Risk-Neutral Measure

^۲Martingale

^۳Discounted

^۴Risk-Neutral

^۵Arbitrage

تعریف کردیم:

$$Y_T = \ln(S_T)1_{S_T > 1}$$

مجددا با استفاده از مشتق گیری رادون-نیکودیم در یک نقطه شروع مناسب، بدست خواهیم آورد:

$$\ln(S_T)1_{S_T > 1} = [\ln(S_0) + (r - \frac{1}{2}\sigma^2)(T)\sigma W(T)]1_{S_T > 1}$$

با انتخاب نقطه شروع با یک واحد تاخیر نتیجه می گیریم:

$$\ln(S_T)1_{S_T > 1} = [\ln(S_1) + (r - \frac{1}{2}\sigma^2)(T - 1)\sigma W(T - 1)]1_{S_T > 1}$$

از طرف دیگر:

$$Y(t_1) = \exp(-r(T - 1))E^Q(\frac{\ln(S_T)1_{S_T > 1}}{F_{t_1}})$$

همچنین با جایگذاری مناسب

$$\begin{aligned} E^Q(\ln(S_1)1_{S_T > 1}) &= \ln(S_1)P^Q(S_T > 1) = \ln(S_1)P^Q(S_1 \exp[(r - \frac{1}{2}\sigma^2)(T - 1) + \sigma W(T - 1)]) \\ &= \ln(S_1)P^Q(Z > \frac{\ln(\frac{1}{S_1}) - r(T - 1) + \frac{1}{2}\sigma^2(T - 1)}{\sigma\sqrt{T - 1}}) \\ &= \ln(S_1)P^Q(Z < \frac{\ln(S_1) + r(T - 1) - \frac{1}{2}\sigma^2(T - 1)}{\sigma\sqrt{T - 1}}) \\ &= \ln(S_1)P^Q(S_T > 1) \end{aligned}$$

بجایگذاری و کمک گیری از امید ریاضی^۱ خواهیم داشت:

$$Y(t_1) = e^{-r(T - 1)}(\ln(S_1)P^Q(S_T > 1) + (r - \frac{1}{2}\sigma^2)(T - 1)P^Q(S_T > 1) + ((\int_{-\infty}^d h \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{h^2}{2}} dh)\sigma\sqrt{T - 1}))$$

وقتی که:

$$d = \frac{\ln(S_1) + r(T - 1) - \frac{1}{2}\sigma^2(T - 1)}{\sigma\sqrt{T - 1}}$$

همانطور که ادعا کردیم.

در قضیه ۱، در حقیقت سعی کردیم تا با استفاده از مدل قیمتی بلک-شولز و با به کارگیری روابط عمیق ریاضی و بخصوص مبانی فرآیندهای تصادفی و آنالیز غیرخطی به نتیجه‌ای نظری برای پیش‌بینی آینده قیمت در یک مدل تصادفی بپردازیم. در نتیجه زیر سعی می‌کنیم با نگرشی کاربردی‌تر به نتایجی قابل محاسبه دست یابیم. در حقیقت هدف ما آن است تا با بدست آوردن روابط عددی ریاضی به استفاده از داده‌های قیمتی یک بازه زمانی مشخص، تقریبی از یک بازه زمانی جلوتر را بدست آوریم.

^۱Expected Value

نتیجه ۱. در نتیجه زیر با استفاده از مدل تصادفی براونی هندسی روی مدل قیمت بلک-شولز روابطی قابل محاسبه بدست می‌آوریم. با بهره‌گیری از روابط بدست آمده محاسباتی تقریبی برای پیش‌بینی یک دوره یکساله از ارزش معاملات خرد در بورس ایران را انجام خواهیم داد.

$$W(t), \sigma, \mu$$

به ترتیب از چپ بیانگر یک حرکت براونی، انحراف معیار قیمت سهام و نرخ افزایش سالانه قیمت سهام هستند. بنابراین:

$$dS = \mu S dt + \sigma S dW$$

حال با استفاده از رابطه تقریبی

$$\int_a^b f(t) dt = f(a)(b - a)$$

نتیجه خواهیم گرفت:

$$S(b) = (1 + \mu)S(a) + \sigma S(a)(W(b) - W(a)).$$

حال با استفاده از رابطه بین حرکت براونی هندسی و توزیع نرمال^۱ بدست می‌آوریم:

$$W(b) - W(a) \approx N(0, b - a).$$

در نتیجه:

$$S(b) = (1 + \mu)S(a) + \sigma S(a)N(0, b - a)$$

جدول (۱) شامل میانگین اطلاعات ماهانه حجم معاملات در بورس اوراق بهادار ایران بر اساس قیمت پایانی ماهانه می‌باشد داده‌ها را از طریق سایت سازمان بورس دریافت کرده‌ایم.

جدول (۲): میانگین اطلاعات ماهانه ارزش معاملات خرد در بورس اوراق بهادار ایران

ماه	میانگین ارزش معاملات ماهانه بر اساس هزار میلیارد تومان	نرخ افزایش
۱	۹۶۰۰	
۲	۱۳۲۹۲	۰.۳۸۴۵۸۳۳۳۳
۳	۱۶۶۹۷	۰.۲۵۶۱۶۹۱۲۴
۴	۲۳۳۸۰	۰.۴۰۰۲۵۱۵۴۲
۵	۱۴۷۲۵	۰.۳۷۰۱۸۸۱۹۵-
۶	۱۰۹۸۹	۰.۲۵۳۷۱۸۱۶۶-
۷	۶۵۸۷	۰.۴۰۰۵۸۲۴۰۱-
۸	۱۰۸۵۵	۰.۶۴۷۹۴۲۹۱۸
۹	۱۶۶۱۸	۰.۵۳۰۹۰۷۴۱۶

^۱Normal Distribution

ماه	میانگین ارزش معاملات ماهانه بر اساس هزار میلیارد تومان	نرخ افزایش
۱۰	۸۹۲۲	۰.۴۶۳۱۱۲۲۸۸-
۱۱	۸۶۶۸	۰.۲۶۶۸۴۳۵۶۳-
۱۲	۶۳۵۵	۰.۰۷۳۵۵۰۰۴۷

منبع: یافته‌های پژوهشگر

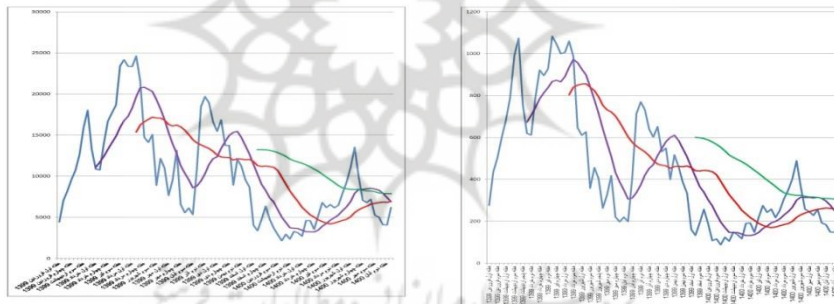
با استفاده از داده‌های جدول (۲) نتیجه می‌گیریم:

$$\mu=0.039721888, \sigma=4754.129416$$

$$S(1) = [(1 + \mu)S(0) + \sigma S(0)N(0,1)] = S(0)[1.039721888] + 4754.129416N(0, 1)]$$

در حقیقت آنچه به صورت تقریبی حساب شد، میزان ارزش معاملات خرد در یک سال بعد در بورس ایران است. این رابطه می‌تواند به عنوان یک مثال در نظر گرفته شود. در حقیقت یک روش برای پیش‌بینی روند آتی میزان ارزش معاملات خرد در بورس اوراق بهادار ایران.

۲-۴- استفاده از تحلیل تکنیکال



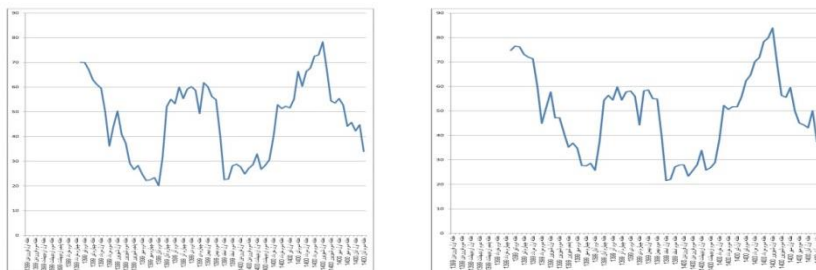
شکل (۲): نمودار میانگین هفتگی ارزش معاملات خرد در بورس ایران برحسب تومان (سمت راست) و میلیون

دلار (سمت چپ)

منبع: یافته‌های پژوهشگر

در شکل (۲) روند میانگین حرکتی ساده با دوره‌های ۱۰ هفته (رنگ بنفش)، ۲۰ هفته (رنگ قرمز) و ۵۰ هفته (رنگ سبز) روی نمودار میانگین هفتگی ارزش معاملات خرد در بورس ایران برحسب تومان و دلار مشاهده می‌شوند.

همان طوره که در شکل‌های (۲) مشهود است، به خوبی می‌توان نقش حمایتی اندیکاتور میانگین حرکتی را در تابستان سال ۱۴۰۰ روی نمودار میانگین هفتگی ارزش معاملات خرد در بورس ایران مشاهده کرد.



شکل (۳): نمودار شاخص RSI مستخرج از نمودار میانگین هفتگی ارزش معاملات خرد در بورس ایران برحسب تومان (سمت راست) و دلار (سمت چپ)
منبع: یافته‌های پژوهشگر

همان‌طور که انتظار داشتیم، شاخص قدرتمند RSI نتایج خوبی از روند شاخص کل بورس ایران با توجه به نمودارهای میانگین هفتگی ارزش معاملات خرد ارائه کرده است. چون در محاسبه شاخص RSI به طور معمول از دوره‌های ۱۴ تایی استفاده می‌شود، برای استخراج نتایج قوی‌تر بهتر است در حد امکان بازه‌های زمانی طولانی‌تر مورد استفاده قرار بگیرد. با اینکه در شکل سمت چپ اثر تورمی قیمت دلار که عملاً تاثیر زیادی در تغییر قیمت بازار سهام دارد خنثی شده است، اما روند هر دو نمودار تقریباً منطبق است. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که آنچه تاثیرگذار است عملاً تعداد سهام معامله شده است. همان‌طور که قبلاً گفته شد، وقتی این شاخص بالای عدد ۷۰ قرار می‌گیرد، یعنی بازار به اشباع خرید رسیده است. همچنین وقتی عدد شاخص RSI به زیر ۳۰ می‌رسد، یعنی اینکه بازار سرمایه به اشباع فروش رسیده است.

۳-۴- استفاده از آزمون‌های آماری

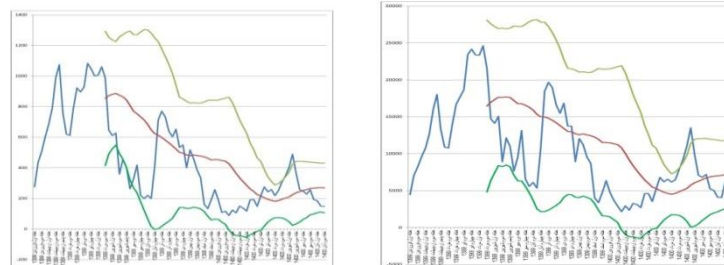
یکی از اندیکاتورهای موجود در تحلیل تکنیکال، اندیکاتور نوارهای بولینگر^۱، است. پایه و اساس این اندیکاتور آزمون‌های آماری است. در حقیقت این اندیکاتور تلفیقی از مفاهیم پرایس اکشن^۲، تحلیل تکنیکال و مبانی علم آمار برای تصمیم‌گیری در روند یک بازار مالی است. در اینجا قصد نداریم به صورت مستقیم به بررسی این اندیکاتور بپردازیم، بلکه قصد داریم با استفاده از ایده‌های این اندیکاتور که مبتنی بر آزمون فرض^۳ و برآورد بازه اطمینان^۴ آماری است به تحلیل و بررسی شاخص کل بورس ایران با استفاده از داده‌های ارزش معاملات خرد بپردازیم. معمولاً تحلیل تکنیکال برای تعیین بازه اطمینان از دوره‌های ۲۰ تایی استفاده می‌کنند.

^۱Bollinger Bands

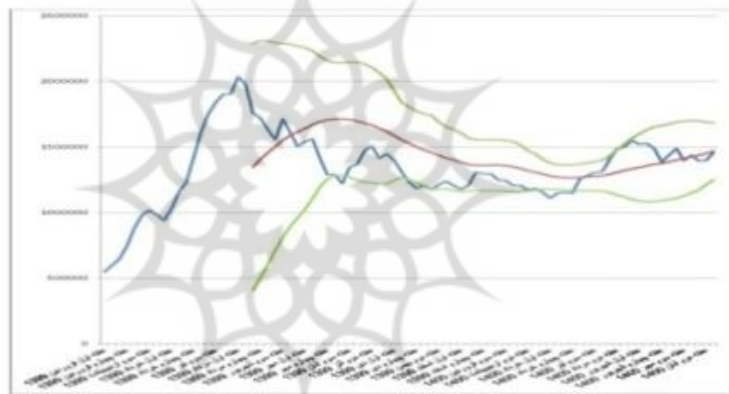
^۲Price action

^۳Statistical Hypothesis Testing

^۴Confidence Interval Estimation



شکل (۴): میانگین هفتگی ارزش معاملات خرد برحسب تومان (سمت راست) و دلار (سمت چپ) محدود شده توسط برآوردهای آماری میانگین
منبع: یافته‌های پژوهشگر



شکل (۵): نمودار شاخص کل بورس ایران محدود شده توسط برآوردهای آماری میانگین
منبع: یافته‌های پژوهشگر

لوییس باچلیر^۱ در اوایل قرن بیستم نشان داد که می‌توان برای رصد بازارهای مالی از الگوهای فرآیند گام تصادفی استفاده کرد. در حقیقت می‌توان اذعان کرد که حرکت بازارهای مالی یک حرکت براونی است. این بدان معنی است که قیمت‌های آینده فقط توسط شرایط فعلی تعیین می‌شوند و دارای استقلال از حرکات گذشته هستند. می‌توان برای پیش‌بینی روند آینده یک حرکت براونی از الگوهای احتمالاتی استفاده کرد (سان، ۲۰۰۳). یکی از مطرح‌ترین مدل‌ها برای پیش‌بینی قیمت در دوره‌های زمانی کوتاه مدل GBM یا مدل حرکت هندسی براونی

^۱Bachelier

است (مهاجر و اوقر، ۲۰۲۱). برآورد تلاطم قیمت یک کالا به کمک شبیه‌سازی مونت کارلو^۱، را می‌توان در تحقیقات متنوع کوپلند و آنتیکاروف^۲ (۲۰۰۱) و تیتمان و مارتین^۳ (۲۰۰۸) رویت کرد. یکی از مفاهیم کلیدی در مورد معاملات در بازارهای سرمایه، مفهوم بازگشت به میانگین است. در مدل‌های ریاضی، از این سری‌های زمانی با عنوان فرایند اورنشتاین-اولنبرگ^۴ یاد می‌شود، این ویژگی در نقطه مقابل با گام تصادفی است که هیچ حافظه‌ای از موقعیت‌های قبلی ندارد. ولی همان طور که در بالا بحث شد، علی‌رغم اینکه بازارهای مالی دارای حرکت براونی هستند، در کوتاه مدت می‌توان فرضیه بازگشت به میانگین را در مورد بازارهای مالی پذیرفت. آزمون‌های متفاوتی برای برگشت‌پذیری یک سری زمانی به میانگین وجود دارد. مثلاً، یکی از این آزمون‌ها، آزمون دیکی فولر^۵ است. از نظر ریاضی، آزمون دیکی فولر افزوده مبتنی بر ایده وجود یک ریشه واحد در یک سری زمانی خودبازگشت است. در این آزمون، از این واقعیت استفاده می‌شود که اگر یک سری زمانی دارای بازگشت به میانگین باشد، سطح بعدی قیمت متناسب با سطح قیمت فعلی خواهد بود (گریمز^۶، ۲۰۱۲). همان طور که در بخش‌های قبلی توضیح داده شد، یکی از آزمون‌های شاخص در این زمینه آزمون هرست است. در حقیقت این آزمون می‌تواند ویژگی بازگشت به میانگین یک فرآیند تصادفی را مورد شناسایی قرار دهد. همچنین این آزمون قادر است در مورد رونددار بودن یک فرآیند تصادفی اعلام نظر کند...

جدول (۳): بررسی شاخص نمای هرست بر شاخص اس اندی پی ۵۰۰^۷.

Period	Hurst Exponent
5 Minutes	۰.۴۶
1 Hour	۰.۴۹
Daily	۰.۵۰
Weekly	۰.۵۶
Monthly	۰.۶۳

منبع: یافته‌های پژوهشگر

حال با توجه به نمونه آماری که بازه زمانی فروردین ۱۳۹۹ تا آبان ۱۴۰۰ را مورد بررسی قرار داده است، نتایج جدول (۴) بدست آمده است.

^۱Monte Carlo

^۲Copleland and Antikarov

^۳Titman and Martin

^۴Ornstein-Uhlenbeck

^۵Dickey Fuller Test

^۶Grimes

^۷S & P 500 Index

جدول (۴): آزمون وجود ویژگی بازگشت به میانگین (توان هرست)

نتیجه	توان هرست بر آورد شده	متغیر
رونددار	۵۸۰۱/۰	ارزش معاملات خرد (دلار)
رونددار	۵۶۱۹/۰	ارزش معاملات خرد (تومان)

منبع: یافته‌های پژوهشگر

۵- نتیجه‌گیری

یکی از دغدغه‌های مدیران مالی کارگزاری‌های بزرگ یا مشاورین امور مالی، انتخاب بهترین فرصت‌های سرمایه‌گذاری است که بیشترین ارزش افزوده را برای سرمایه‌گذاران داشته باشند. امروزه، با پیشرفت ابزارهای نوین مالی، بازارهای سهام دربرگیرنده انواع و اقسام فرصت‌های سرمایه‌گذاری برای سرمایه‌گذاران خرد و کلان هستند. با توجه به تنوع در بازارهای سهام و پیچیدگی روند حرکت بازارهای سهام، نیاز است تا با بهره‌گیری از دانش‌های متنوع و به‌روز شده در جهت تصمیم‌گیری بهینه در این بازارها اقدام نمود.

اولویت نویسندگان از نگارش این مقاله، ایجاد نگرشی جدید مبتنی بر مدل‌سازی ریاضی برای بررسی تغییرات شاخص کل بورس ایران می‌باشد. بیان این نکته حایز اهمیت است که نتایج و قضایای بزرگ ریاضی، گاه سالیان طولانی بایستی در علوم مختلف مورد مواجهه با مسایل جزئی قرار گیرند، تا بتوانند به ابزارهایی محاسباتی و قابل استفاده منجر گردند. مثال ملموس این مطلب مدل قیمتی بلک-شولز است، که از یک طرف برپایه قضایای عمیق ریاضی استوار است و از طرف دیگر دارای کاربردهای ملموس در بازارهای مالی می‌باشد. مطلب دیگری که مد نظر نویسندگان این تحقیق بوده است آن است که گاهی برای حل مسایل دشوار ریاضی و محاسباتی مجبور می‌شویم تا با شبیه‌سازی مساله بر روی حالات مشابه که محدودیت‌های کمتری نسبت به مساله اصلی دارند، راهکاری برای حل مساله اولیه خود بیابیم.

یکی از اهداف اصلی تحلیل‌گران بازار بورس ایران، پیش‌بینی روند شاخص کل بورس ایران است. بر مبنای همین ایده، سعی شد تا به جای بررسی شاخص کل بورس ایران به بررسی تغییرات ارزش معاملات خرد در بورس ایران بپردازیم. دلایل متعددی برای این انتخاب وجود دارند. به طور مثال، ارزش معاملات خرد در بورس می‌تواند بیانگر رفتار هیجانی معامله‌گران خرد باشد. همچنین بایستی توجه کرد که عمده سهام‌های فروخته شده در نقاط بیشینه قیمت، متعلق به معامله‌گران کلان و یا معامله‌گران با تجربه است. بنابراین به نظر می‌رسد بایستی تناسبی بین میزان سهام فروخته شده در نقاط بیشینه بازار با میزان سهام خریداری شده در نقاط کمینه بازار سهام وجود داشته باشد. همچنین باید توجه کرد که تعداد کل سهام قابل معامله دارای محدودیت است، در حالی که قیمت سهام دارای چنین محدودیتی نیست. حتی محدودیت در زمان انجام معاملات عاملی است که نباید از آن غافل شد. بنابراین عامل تعداد سهام معامله شده، عاملی تاثیرگذار برای شناسایی روند بازار است. همانطور که قبلاً ذکر شد فرآیندهای متعددی در بازار سهام ایران وجود دارند که باعث تغییر تعداد کل سهام قابل معامله یک شرکت می‌شوند. اما حتی در فرآیند افزایش سرمایه، تناسبی بین تغییر تعداد سهام جدید و قیمت سهام وجود دارد. میزان

ارزش معاملات خرد در حقیقت تلفیقی از عوامل قیمت و تعداد سهام معامله شده است. با در نظر گرفتن این مطالب به نظر می‌رسد استفاده از عامل ارزش معاملات خرد در مدل‌سازی ریاضی و یا به تعبیر دیگر در شبیه سازی محاسباتی به جای شاخص کل بورس ایران منطقی باشد.

در فصل ۴، با استفاده از ابزارهای نظری ریاضیات مالی و ریاضیات تصادفی نتایجی نظری بر روی مدل قیمتی بلک- شولز بدست آوردیم. هدف از این نتیجه بدست آوردن قضیه‌ای نظری برای پیش‌بینی آینده قیمت است. با استفاده از نتایج این قضیه به تقریبهای محاسباتی جهت تقریب عددی روندآتی ارزش معاملات خرد دست یافتیم. تحلیل گران بازار بورس ایران، معمولا از ابزارهای تحلیل تکنیکال برای بررسی روند شاخص کل بورس استفاده می‌کنند. با به کارگیری برخی از ابزارهای مهم تحلیل تکنیکال بر روی عامل ارزش معاملات خرد سهام، به این نتیجه دست یافتیم که شباهت‌های بسیاری بین عملکرد این اندیکاتورها بر روی شاخص کل بورس ایران و عامل ارزش معاملات خرد وجود دارند.

آزمون نمای هرست برای تعیین خواصی مثل قابلیت بازگشت به میانگین، رونددار بودن و ... در مورد سری‌های زمانی به کار گرفته می‌شود. با استفاده از این آزمون بر روی عامل ارزش معاملات خرد به این نتیجه دست یافتیم که میزان ارزش معاملات خرد به عنوان یک سری زمانی رونددار است. به عبارت دیگر هم یک مقدار بالا در این سری زمانی احتمالا با یک مقدار بالای دیگر دنبال می‌شود و هم اینکه مقادیر بالا در مدت طولانی در آینده نیز تمایل به بالا بودن دارند.

به طور خلاصه نتایج جدید به دست آمده و نوآوری انجام شده در این مقاله را می‌توان در دو بخش مجزا بیان نمود. بخش اول این نتایج عبارت است از تعمیم‌هایی که روی مدل قیمتی بلک - شولز انجام شده است. مدل قیمتی بلک- شولز دارای کاربردهای فراوانی در ریاضیات مالی است. بخصوص در معاملات اختیارات استفاده‌های فراوانی از این مدل می‌شود. یکی از دشواری‌های کار کردن با این مدل قیمتی آن است که معادلات اصلی این مدل بر پایه معادلات دیفرانسیل تصادفی شکل گرفته است و روابطی که برای برآورد آینده قیمت وجود دارند اکثرا براساس تقریب‌های ریاضی می‌باشند. در فصل (۴)، در قضیه ۱ سعی کردیم با استفاده از ابزارهای قوی ریاضی به روابطی برای محاسبه قیمت دست یابیم که به صورت صریح باشند که مستقل از شکل و ساختار معادلات دیفرانسیلی مدل قیمتی بلک - شولز باشند. روابط صریح ریاضی، هر چقدر هم که پیچیده باشند، قابلیت بکارگیری در نرم افزارهای ریاضی را دارند که قابلیت استفاده در شاخه‌های کاربردی علوم دیگر را دارا هستند.

بخش دوم نتایج بدست آمده، مبتنی بر بررسی‌هایی هستند که بر روی عامل ارزش معاملات خرد سهام در بورس ایران انجام شده است. اکثر شاخص‌ها، ابزارها و اندیکاتورهایی که در ریاضیات مالی و تحلیل‌های مالی جهت پیش‌بینی آینده روند یک بازار مالی مثلا بازار سهام مورد استفاده قرار می‌گیرند، از داده‌های قیمت سهام استفاده می‌کنند. به طور مثال شاخص کل بورس ایران، متاثر از تعداد سهام موجود و قیمت روز سهام می‌باشد. تعداد سهام موجود، دارای تغییرات لحظه‌ای نمی‌باشد و عملا تغییرات شاخص کل بورس متاثر از تغییرات قیمت سهام می‌باشد. نوآوری انجام شده در این مقاله استفاده از عامل ارزش معاملات خرد سهام در بورس ایران است. در حقیقت به جای شاخص کل بورس ایران، عامل ارزش معاملات خرد سهام در ابزارهای ریاضی، شاخص‌های آماری و

اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال مورد استفاده قرار گرفت. دو عامل مهم قیمت روز سهام و تعداد سهام معامله شده بر تغییرات ارزش معاملات تاثیرگذارند. از لحاظ محاسباتی تفاوت عمده بین شاخص کل بورس و عامل ارزش معاملات خرد در آن است که شاخص کل یک تابع یک متغیره است در حالی که عامل ارزش معاملات خرد تابعی دو متغیره است. بسیاری از مسایل دشوار ریاضی در حالت یک متغیره راه حلی ندارند، اما با تعمیم فضای محاسباتی به ابعاد بالاتر، می‌توان آنها را حل کرد. به طور مثال، در نمودارهایی که در این مقاله با استفاده از عامل ارزش معاملات خرد سهام رسم شده‌اند، پایداری بیشتری در نقاط بیشینه یا کمینه قیمت نسبت به نمودارهای شاخص کل بورس ایران مشاهده می‌شوند. تعبیر این موضع آن است که دو متغیر تعداد سهام معامله شده و قیمت روز سهام متغیرهایی مستقل هستند. به تعبیر ساده‌تر، در نقاط بیشینه یا کمینه قیمت سهام، تغییرات تعداد سهام معامله شده با تغییرات قیمت همسو نیست. یعنی در حالی که در نقاط بیشینه، قیمت سهام در حال افزایش می‌باشد، تعداد سهام معامله شده چنین رفتاری ندارد که می‌تواند به نوعی نشانگر احتیاط معامله‌گران در خرید سهام باشد. با توجه به دو متغیره بودن تابع ارزش معاملات خرد سهام، ایده‌ای که نویسندگان این مقاله در کارهای آتی در ذهن دارند، استفاده از روابط و معادلات چندبعدی ریاضی برای بررسی بیشتر این عامل می‌باشد.

منابع مالی

این پژوهش مورد حمایت بخش پژوهشی دانشگاه فرهنگیان و معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه سمنان بوده است.

فهرست منابع

- ۱) زمانیان غلامرضا، جلالی‌ام‌البینین، کردی تمندانی علی. (۱۳۹۶) رهیافت مدل احتمال مبادله آگاهانه در بررسی اثر عدم تقارن اطلاعات بر بازده سهام و حجم معاملات در شرکتهای منتخب بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه اقتصاد مالی ۴۱. ۴۳-۶۶.
- ۲) شکوه احمدعلی، دامن‌کشیده مرجان، هادی‌نژاد منیره. (۱۳۹۶) برآورد شدت تأثیرگذاری سیاست‌های پولی بر شاخص قیمت سهام در ایران (مطالعه موردی صنایع پتروشیمی فعال در بورس اوراق بهادار تهران). فصلنامه اقتصاد مالی ۴۰. ۱۳۹-۱۵۸.
- ۳) فدایی‌نژاد اسماعیل، فراهانی رضا. (۱۳۹۶) اثرات متغیرهای کلان اقتصادی بر شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه اقتصاد مالی ۳۹. ۱-۲۶.
- 4) Abardanell, J. S., and Brian J. B. (1998). Abnormal returns to a fundamental analysis strategy. The Accounting Review 73 (1): 19-45.
- 5) Abardanell, J. S., and Brian J. B. (1997). Fundamental analysis, future earnings, and stock prices. Journal of Accounting Research 35(1): 1-24.
- 6) Brooks, A. (2011). Trading Price Action Trends: Technical Analysis of Price Charts Bar by Bar for the Serious Trader. Canada: John Wiley & Sons.
- 7) Chan, E. (2013). Algorithmic Trading: Winning Strategies and Their Rationale (Vol. 625). John Wiley & Sons.

- 8) Copeland, T. & Antikarov, V. (2001). Real Options. Texere LLC, New York.
- 9) Dixit, R. K. and Pindyck, R. S. (1994). Investment under Uncertainty. Princeton University Press.
- 10) Gbenro, N., Moussa, R. K. (2019). Asymmetric mean reversion in low liquid markets: Evidence from BRVM. *Journal of Risk and Financial Management* 12(1), 38.
- 11) Grimes, A. (2012). The Art and Science of Technical Analysis: Market Structure, Price Action, and Trading Strategies. Canada: John Wiley & Sons.
- 12) Fama, E. F. (1965). The behavior of stock-market prices. *The Journal of Business*, 38(1): 34-105.
- 13) Flannery, M. J., and Aris A. P. (2002). Macroeconomic Factors do influence aggregate stock returns. *The Review of Financial Studies* 15(3): 751-782.
- 14) Fuller, W. A. (1976). Introduction to Statistical Time Series. New York: John Wiley & Sons.
- 15) Kalantari, A., Paktinat, N. (2014). The effect of trade volume on TEPIX index in bear and bull cycles: An application of Markov-Switching model. *Iranian Journal of Economic Research* 19(58) 183-206. (In Persian)
- 16) Karpoff, J. M. (1987). The relation between price changes and trading volume. *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 22: 109-126.
- 17) Irwin, S. H., Park, C. H. (2007). What do we know about the profitability of technical analysis? *Journal of Economic Surveys* 21(4): 786-826.
- 18) Ladde, G. S. and Wu, L. (2009). Development of modified geometric Brownian motion models by using stock price data and basic statistics. *Nonlinear Analysis: Theory, Methods and Applications* 71(12): 1203-1208
- 19) Maheu, J. M., McCurdy, T. H., Song, Y. (2012). Components of bull and bear markets: bull corrections and bear rallies. *Journal of Business & Economic Statistics* 30(3), 391-403.
- 20) Mohajer, H., Ovaghar, F. (2021). Detection of mean reversion point based on quantiles of extreme value distribution: Evidences from Iran and international markets. *Journal of Decisions and Operations Research*. 6(2): 288-303. (In Persian)
- 21) Moshiri, S., Kohzadi, N., Cameron, N. (2002). Testing for stochastic nonlinearity in the rational expectations permanent income hypothesis. *Iranian Economic Review* 6: 63-78.
- 22) Murphy, J. J. (1999). Technical Analysis of the Financial Markets. New York Institute of Finance.
- 23) Najarzadeh, R., Moosavian, A., Moamadi, M., Salehabadi, A. (2016). A sharia compliant solution for launching index derivatives in Tehran Stock Exchange, *Islamic Finance Research Bi-quarterly Journal*, 5: 5-38.
- 24) Narayan, P. K. (2007). Mean reversion in stock prices: New evidence from panel unit root tests. *Studies in Economics and Finance*, 24(3): 233-244.
- 25) Palwasha, R. I., Ahmad, N., Ahmed, R. R., Veinhardt, J., Štreimikienė, D. (2018). Speed of mean reversion: An empirical analysis of KSE, LSE and ISE indices. *Technological and Economic Development of Economy*, 24(4): 1435-1452.
- 26) Roozegar, R., Soufi, B., Taherizadeh, H. R. (2018). Calacualting value at risk and expected shortfall of some statistical distributions. *Journal of Decisions and Operations Research*, 3(1): 72-81. (In Persian)
- 27) Safari, Kh., Beshkoh, M. (2019). The role of trading volumes and liquidity on investment opportunities and capital expenditures in companies listed in the Tehran Stock Exchange, *Accounting & Auditing Researches*, 44: 195-210.
- 28) Shaik, M., Maheswaran, S. (2018). Expected lifetime range ratio to find mean reversion: Evidence from Indian stock market. *Cogent Economics & Finance*, 6(1): 1475926.
- 29) Sun, W. (2003). Relationship between trading volume and security prices and returns, MIT Laboratory for Information and Decision System, Technical Report P-2638.
- 30) Sun, K. H. (2005). Brownian motion and the economic world-article One. *Surprise* 95.
- 31) Titman, S., Martin, J. (2008). Valuation. Boston: Pearson Education Inc..
- 32) Tsay, R. S. (2002). Analysis of Financial Time Series. New York: John Wiley & Sons.

- 33) Wilmott, P. (Ed.) (2005). The Best of Wilmott 1: Incorporating the Quantitative Finance Review. John Wiley & Sons.
- 34) Wu, Y., & Lux, N. (2018). UK house prices: bubbles or market efficiency? Evidence from regional analysis. Journal of Risk and Financial Management, 11(3): 54.



**The effect of value of small-volume transactions on the
TEDPIX of Iran**

Reza Fallah-Moghaddam¹
Saman Babaie-Kafaki²

Received: 14 / December / 2023 Accepted: 30 / January / 2024

Abstract

The value of small-volume transactions stock (shares + preemptive rights + shares ETF) is obtained by deducting the value of block transactions from the value of total transactions in the Iranian Stock Exchange. This research includes two main parts. Considering the importance of the Black-Scholes price model in financial mathematics, using deep mathematical tools such as nonlinear analysis, stochastic analysis, Ito's lemma and the Radon-Nikodym derivative, a theoretical mathematical result was obtained regarding the Black-Scholes price model. We found Theorem 1 in chapter (4) is actually a deep theoretical mathematical relationship for predicting the price in the future. Also, the results of this theorem were used to investigate the trend of the value of small stock transactions in the Iranian stock market in the future time frames. The second topic we discuss in this article is to investigate the impact of changes in the value of small-volume transactions stock on Tedpix of the Iranian stock market, using modeling and mathematical tools, including the Black-Scholes model, financial technical analysis tools, statistical methods and the Hurst test.

Usually, mathematical and computational tools use stock price data to predict the trend of financial markets. Also, the number of traded shares of a stock company can be an indicator to identify the entry point for buying or the exit point for selling. Considering the extreme price fluctuations in the last few years in the Iranian stock market and the difficulty of setting a ceiling for the price, as well as the existence of processes such as capital increases in company assemblies that change the total number of tradable shares of a company, the importance of using data on the value of small stock transactions is revealed as a combination of price and number of shares data.

In this study, in a period of about seventeen months (in which the most severe fluctuations in the history of the Iranian Stock Exchange occurred), weekly information on the average value small-volume transactions has been examined. The results of this research confirm that with the increase or decrease of the total index of the Iranian stock market, we see a similar trend in the value small-volume transactions. We also showed that the value of small stock trades is trending by using the Hurst test.

Keywords: Statistical tests, Technical analysis, Value of small-volume transactions, Black-Scholes Model.

JEL classification: C02, C13, C19, D19, F19

¹ Department of Mathematics Education, Farhangian University, Tehran, Iran, r.fallahmoghaddam@cfu.ac.ir

² Department of Statistics and Computer Science, Faculty of Mathematics, Semnan University, Semnan, Iran sbk@semnan.ac.ir