Securities & Exchange Organization, Research, Development & Islamic Studies (RDIS)
Journal of Securities and Exchange, Spring 2022, V. 15, No.57, pp. 139-166

Herd Behavior Experimental Testing and its Effect on Stock Pricing Using Agent-Based Simulation and STGP Algorithm[1]

Saeide Sarkamaryan[2], Ali Jafari[3], Abbas Ali Pooraghajan[4]

Received: 2021/10/21
Accepted: 2022/01/28

Research Paper

Abstract

The aim of this study is to investigate herding behavior bias and its impact on pricing mechanism using STGP algorithm and agent based simulation. For this purpose, 2000 virtual agents that categorized in two groups include a small subset of the total population called "Best agents" and a main group called other "Virtual agents" (the rest of the population after deducting the best agents), receive 2500 real historical quotes (the opening and closing price, the lowest and highest prices, volume and value of transactions) of the financial instruments and would trade virtual market. Virtual agent transactions create a price range in the form of endogenous ones that are used to test hypotheses. Software training is for 2500 days of transactions starting from October 2003. The exam period is June 2013 to December 2018. The results indicate less herding behavior in the groups of Virtual agents, due to the high genetic diversity, the existence of diverse trading strategies and greater coherence due to mechanisms Competitive and evolutionary pricing of an entire market, but herding behavior does not contribute to the mispricing of assets, bubble and crash in the long run and prices return to their intrinsic value.

Key Words: Virtual Stock Market, Genetic Programming, Herding behavior, Bubbles, Agent- Based Modeling.
JEL Classification: C15, C31, C61, G12, G17, G40, M40

---

1. DOI: 10.22034/JSE.2020.11401.1566

2. Ph.D. Student, Department of Accounting, Faculty of Humanities, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran. (s.sarkamarayan@gmail.com).
3. Assistant Professor, Department of Accounting, Faculty of Humanities, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran. (Corresponding Author). (a.gafari@tse.ir).
4. Assistant Professor, Department of Accounting, Faculty of Humanities, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran. (a.pouragha@qaemiau.ac.ir).

سازمان بورس و اوراق بهادار، مرکز پژوهش، توسعه و مطالعات اسلامی

فصلنامه بورس اوراق بهادار، سال پانزدهم، شماره ۵۷، بهار ۱۴۰۱، صص ۱۶۶-۱۳۹

بررسی تجربی تورش توده‌واری و اثر آن بر قیمت‌گذاری سهام با استفاده از شبیه‌سازی عامل بنیان و الگوریتم STGP[1]

سعیده سرکمریان[2]، علی جعفری[3]، عباسعلی پور آقاجان[4]

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۰۸

چکیده

هدف پژوهش حاضر، بررسی تورش توده‌واری و مکانیسم قیمت‌گذاری تحت تاثیر آن، با استفاده از شبیه‌سازی عامل بنیان و الگوریتم تکاملی-تطبیقی STGP است. بدین منظور، در مجموع تعداد ۲۰۰۰ عامل مجازی، در دو گروه، شامل یک زیرمجموعه کوچک از کل جمعیت به نام «بهترین عوامل» و یک گروه اصلی به نام سایر «عوامل مجازی» (باقی‌مانده جمعیت پس از کسر بهترین عوامل)، اطلاعات واقعی مربوط به قیمت بازگشایی و بسته شدن، کمترین و بیشترین قیمت، حجم و ارزش معاملات هر سهم را دریافت و در یک بازار مجازی، به معامله می‌پردازند. معاملات عوامل مجازی، سری قیمتی را به‌صورت درون‌زاد ایجاد می‌کند که از آن جهت آزمون فرضیه‌ها استفاده می‌شود. آموزش نرم‌افزار، به مدت ۲۵۰۰ روز معاملاتی است که از آبان ۸۲ شروع می‌شود. دوره آزمون نیز از ابتدای سال ۹۲ تا آذر ۹۷ است. نتایج بیانگر این است که به دلیل تنوع ژنتیکی بالا، وجود راهبردهای معاملاتی متنوع و هماهنگی بیشتر ناشی از سازوکارهای قیمت‌گذاری رقابتی و تکاملی یک بازار کامل، رفتار توده‌ای در بازارهای مجازی مبتنی بر معاملات گروه اصلی، نسبت به بازارهای مبتنی بر معاملات بهترین عوامل، کمتر مشاهده می‌شود. به علاوه، در بلندمدت به دلیل جریان مداوم اطلاعات، رفتار توده‌ای به تشکیل حباب یا سقوط قیمتی منجر نمی‌شود و قیمت‌ها به ارزش ذاتی خود باز می‌گردند.

واژه‌های کلیدی: بازار سهام مجازی، برنامه‌ریزی ژنتیک، توده‌واری، حباب قیمتی. مدل‌سازی عامل بنیان.

طبقه بندی موضوعی: C15, C31, C61, G12, G17, G40, M40

---

۱. DOI: 10.22034/JSE.2020.11401.1566

۲. دانشجوی دکتری، گروه حسابداری، دانشکده علوم انسانی، واحد قائم‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم‌شهر، ایران. (S.sarkamaryan@gmail.com).

۳. استادیار، گروه حسابداری، دانشکده علوم انسانی، واحد قائم‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم‌شهر، ایران. (نویسنده مسئول). (A.gafari@tse.ir).

۴. استادیار، گروه حسابداری، دانشکده علوم انسانی، واحد قائم‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم‌شهر، ایران. (A.pouragha@qaemiau.ac.ir).

مقدمه

بازارهای مالی، از پیچیده‌ترین نظام‌های ساخته‌شده توسط بشر است. این سیستم، از تعاملات متعدد بین عوامل[1] مستقل با اهداف، قواعد معاملاتی و راهبردهای متنوع تصمیم‌گیری تشکیل‌شده که به پویایی سیستم اقتصادی منجر می‌شود. به‌طور سنتی، اکثر ابزارهای تحلیلی که برای توضیح رفتارهای بازارهای اقتصادی بکار می‌رود، فرضیه تعادل قیمتی را در چارچوب مبادلات عوامل بازار پذیرفته‌اند. این چارچوب، استوار بر بسیاری از فرضیه‌های غیرواقعی همچون شفافیت کامل بازار، اطلاعات کامل و عقلانیت است، درحالی‌که ویژگی‌های معاملاتی عوامل و راهبردهای متنوع آن‌ها را نادیده می‌گیرد(ونگ[2] و همکاران، ۲۰۱۸). پژوهش‌های اخیر در حوزه مالی رفتاری، بیان می‌کند که بسیاری از رویدادهای غیرعادی بازارهای سرمایه همچون دنباله‌های پهن (لپتوکورتوسیز[3])، نوسان‌های خوشه‌ای[4]، اثرات اهرمی[5]، شوک‌ها و حباب‌های قیمتی از معاملات بین عوامل بازار منتج می‌شود (پتیت[6] و همکاران، ۲۰۱۹؛ پنتا[7] و همکاران، ۲۰۱۱؛ آلفارانو[8] و همکاران، ۲۰۰۵). به‌عنوان‌مثال، آلفرانو آشکار می‌کند که شکل دنباله نمودار بازدهی در بازارهای مالی، توسط متغیرهای ساختاری مبادله‌ها بین عوامل بازار سرمایه همچون رفتار توده‌ای[9] و تغییر غیرارادی تصمیم تعیین می‌شود و یا در پژوهش کیازوجی[10] و سُرِنت[11] (۲۰۰۸) به دلایل بروز حباب‌های قیمتی همچون عدم هماهنگی بین سرمایه‌گذاران آگاه، دیدگاه‌های ناهمگن و محدودیت آربیتراژ، بازخورد مثبت معاملاتی توسط سرمایه‌گذاران نوفه، تقلید اجتماعی و همگرایی اشاره شده است. از سوی دیگر، برخی پژوهش‌ها، تشکیل حباب را به انتظار غیرمنطقی سرمایه‌گذار از بازدهی‌های آینده و پیش‌بینی بیش از حد قیمت آینده وابسته می‌دانند(شیلر[12]، ۲۰۰۰؛ کلاسنس[13] و همکاران، ۲۰۱۴؛ بلانچارد و واتسون[14]، ۱۹۸۳). بنابراین،

1. Agents
2. Wang
3. Leptokurtosis
4. Volatility Clustering
5. Leverage effect
6. Petit
7. Ponta
8. Alfarano
9. Herding behavior
10. Kaizoji
11. Sorentte
12. Shiller
13. Claessens
14. Blanchard, & Watson

با اینکه پژوهش‌های متعدد صورت گرفته در این زمینه، دانش ما در مورد منشأ بروز رویدادهای غیرعادی بازار سرمایه و سازوکار پویایی قیمت‌ها، محدود و اختلاف‌ها همچنان باقی است.

آنچه بدیهی است آزمون مستقیم تئوری‌های رفتار محور سرمایه‌گذاران، مشکل است. مشکل اصلی از دیدگاه تجربی، این واقعیت است که هیچ اطلاعاتی در خصوص چگونگی تصمیم‌گیری و اطلاعات در دسترس سرمایه‌گذاران و به دنبال آن امکان اثبات اینکه آیا سرمایه‌گذاران، اطلاعات خود را نادیده می‌گیرند و تقلید می‌کنند، وجود ندارد. این مانع جدی را می‌توان در محیط‌های آزمایشی تجربی مانند یک بازار سهام مصنوعی (ASM)[1] با کنترل اطلاعات در دسترس عوامل، دست‌کاری پارامترهای محیطی و تعیین آستانه‌ها توسط آزمایشگر، تعدیل کرد. به‌طور خاص، شبیه‌سازی مجازی به ما کمک می‌کند تا رفتار جمعی بازیگران، فرآیند پویایی بازار برای رسیدن به نقطه تعادل و یا دوری از آن و تشکیل حباب قیمتی بازار سرمایه و یا سقوط آن را بهتر درک کنیم (چن[2] و همکاران، ۲۰۱۵). بخش‌های اصلی ASM شامل عوامل، دارایی‌ها و قیمت آن‌هاست. تحت شرایط آزمایشگاهی، پژوهشگر می‌تواند اطلاعات در دسترس افراد برای تصمیم‌گیری را مشاهده و بنابراین می‌تواند رفتار ایشان را ارزیابی کند (وانگ[3] و همکاران، ۲۰۱۸). با توجه به اینکه مبادله‌ها در بورس اوراق بهادار تهران همانند سایر بازارهای مالی پویا، تحت تاثیر عدم تقارن اطلاعات، عدم اطمینان محیط و یادگیری است و البته در چنین شرایطی، روش‌های تحلیل سنتی از توصیف سازوکارهای بازار ناتوان است و از سوی دیگر باوجود اختلاف‌نظر در رابطه با سازوکار پویایی بازار به شرح پیش‌گفته، پژوهش حاضر بر آن است تا به طور کامل تجربی و در یک فضای آزمایشگاهی، با استفاده از طراحی بازار مجازی سازگار با ساختارهای بورس اوراق بهادار تهران، به‌طورکلی رابطه بین رفتارهای فردی و پویایی بازار و به‌طور خاص تورش توده‌واری را مطالعه تا بدین ترتیب به ادبیات موجود در این زمینه کمک کند. درنهایت، در گستره پژوهش‌های حوزه مالی رفتاری، سهم پژوهش حاضر بررسی تجربی رفتار توده‌ای در سطح خرد (سرمایه‌گذار) و وقایع اقتصادی به دنبال آن در سطح کلان (قیمت تعادلی سهم و بروز حباب یا سقوط قیمتی)، صحت سنجی و به چالش کشیدن سازوکار و فرآیند معاملاتی بازار از دیدگاه سنتی، همچون تئوری معامله‌گر نهایی (MTH)، است.

---

1. Artificial Stock Market
2. Chen
3. Wang

بدین ترتیب، با استفاده از شبیه‌سازی، تعداد ۲۰۰۰ عامل مجازی مختلف که از دیدگاه قواعد و رفتار معاملاتی با یکدیگر متفاوت‌اند، از آبان ۱۳۸۲ و به مدت ۲۵۰۰ روز مبادلاتی، اطلاعات تاریخی مربوط به قیمت بازگشایی، کمترین و بیشترین قیمت مبادله، قیمت بسته شدن، حجم و ارزش مبادلاتی مربوط ۴ نماد شامل: وغدیر، معادن، خزامیا و شاراک (به‌عنوان تک سهم) و ۲ شاخص شامل: شاخص کل و ۵۰ شرکت فعال (به‌عنوان گروه سهم) را جداگانه دریافت می‌کنند. عوامل مجازی با یکدیگر رابطه مستقیم دارند، دارای راهبردهای سرمایه‌گذاری متنوع هستند، با توجه به اطلاعات دریافتی تصمیم‌گیری می‌کنند و رفتار خود را با توجه به وضعیت بازار تغییر می‌دهند. بر این اساس آن‌ها در خصوص خرید یا فروش سهم (گروه سهم) تصمیم می‌گیرند. بدین ترتیب یک محیط رقابتی ایجاد می‌شود که راهبردهای معاملاتی متنوع در زمان t باهم رقابت کرده و درعین‌حال تکامل می‌یابند. رفتار عوامل در این بازار مجازی، مجموعه‌ای از اطلاعات را به‌صورت درون‌زاد تولید می‌کند که شامل سری‌های قیمتی، حجم و ارزش معاملاتی ناشی از معامله عوامل، پس از دوره آموزش[1] یعنی ابتدای سال ۱۳۹۲ تا آذرماه ۱۳۹۷ است. معامله‌های مجازی در دو گروه شامل: یک زیرمجموعه کوچک از کل جمعیت به نام «بهترین عوامل» و یک گروه اصلی به نام سایر «عوامل مجازی» (به‌عنوان باقی‌مانده جمعیت پس از کسر بهترین عوامل) و با در نظر گرفتن ۳ سطح مختلف ۵ درصد، ۱۰ درصد و ۲۰ درصد از کل جمعیت مجازی به‌عنوان جمعیت بهترین عوامل، موردبررسی و پایش قرار می‌گیرد. ویژگی گروه «بهترین عوامل» آن است که در هر زمان، از دید بازدهی میانگین متحرک ثروت، بهترین عملکرد را دارند. شایان یادآوری است که برای شبیه‌سازی، از نرم‌افزار Altreva Adaptive Modeler استفاده‌شده است که مبتنی بر شیوه محاسباتی تکاملی (الگوریتم برنامه‌ریزی ژنتیک) بنام STGP[2] است، این در حالی است که با استفاده از شیوه تکاملی یادشده، قواعد مبادلاتی در سطح میکرو (هر عامل) و ماکرو (کل بازار) تکامل می‌یابد (ویتکام[3]، ۲۰۱۳). با مشاهده اینکه چگونه بازیگران بازار، بر مبنای اطلاعات دریافتی مشابه و اقدام سایر بازیگران، تصمیم‌گیری و معامله می‌کنند، موضوع‌های زیر بررسی می‌شود:

۱. بررسی رفتار توده‌ای دو گروه عوامل مجازی در معامله هر یک از ابزارهای مالی موردمطالعه (تک سهم و گروه سهم)؛

---

۱. با توجه به عدم انطباق روزهای معاملاتی ابزارهای موردبررسی با یکدیگر، شروع دوره آزمون برای هر ابزار مالی متفاوت است البته تفاوت مذکور بااهمیت نیست و تاریخ شروع دوره آزمون برای همگی در یک محدوده قرار دارد.

2. Strongly Typed Genetic Programming

3. Witkam

۲. بررسی نوسان‌ها و ظهور حباب یا سقوط قیمتی منتج از مبادله‌ها در هر دو گروه عوامل مجازی، برای هر یک از ابزارهای مالی مورد پژوهش؛

۳. بررسی فرضیه «معامله‌گر نهایی[1]» با توجه به رفتار گروه بهترین عوامل مجازی.

در بررسی حاضر، برخلاف پژوهش‌های پیشین به‌جای در نظر گرفتن مبلغ ثابتی به‌عنوان ارزش ذاتی سهم، نرم‌افزار از طریق سوابق واقعی سهم تغذیه می‌شود، بدین ترتیب از ایجاد و یا توسعه رفتار جمعی به‌صورت مصنوعی پرهیز می‌شود، چراکه وقتی قیمت ثابت می‌شود، افراد گرایش دارند اطلاعات شخصی خود را نادیده بگیرند و از تصمیم‌های سرمایه‌گذاران پیشین پیروی کنند که منتهی به تورش رفتار توده‌ای می‌شود. برای افزایش ثبات مدل و کاهش حساسیت به مسائل تصادفی به دلیل وجود جمعیت بزرگ، تعداد عوامل مجازی ۲۰۰۰ مورد در نظر گرفته‌شده است. به علاوه الگوریتم تکاملی مورداستفاده، نوع خاصی از برنامه‌ریزی ژنتیک به نام STGP است که برای نخستین بار در پژوهش‌های حوزه مالی در ایران استفاده می‌شود. با توجه به ویژگی‌های ساختاری این الگوریتم یعنی شناخت الگوهای قیمتی و برابرسنجی با آخرین اطلاعات دریافتی، شیوه یادشده بیشترین تناسب را با ماهیت پویا و تکاملی بازارهای مالی دارد. در ادامه، پس از ارائه مبانی نظری و تعیین چارچوب کار از دیدگاه تئوری، به پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه شبیه‌سازی رفتار توده‌ای اشاره می‌شود. پس از طرح فرضیه‌های پژوهش، روش‌شناسی پژوهش شامل چگونگی طراحی بازار مجازی و مدل آزمون فرضیه‌ها معرفی و در نهایت نتایج شبیه‌سازی و تحلیل‌های آماری مبتنی بر دیتای خارج شده از بازارهای مجازی، جمع‌بندی و پیشنهادها نشان داده می‌شود.

مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

در نظام‌های اجتماعی، پدیده‌های جمع‌گرا، می‌توانند آثار غیرمنتظره‌ای در سطح کلان و البته به درستی متمایز از اجزای خردشان نشان دهند. بدین ترتیب که اجزا، به‌عنوان عوامل دارای تعامل در نظر گرفته می‌شوند که رفتارهای سازگار آن‌ها، ساختارهای مختلفی را ایجاد می‌کند. این دیدگاه روش‌شناختی، ادبیات خاصی را در مباحث اقتصادی برای توضیح تکامل نظام‌های اقتصادی پیچیده به وجود می‌آورد (اسکینکز[2]، ۲۰۱۹). در همین راستا، پژوهشگران متعدد سعی

1. Marginal Trader Hypothesis
2. Schinckus

کردند تا با استفاده از شبیه‌سازی بازارهای مصنوعی و مدل‌سازی مبتنی بر عامل و در کل، پیوند رفتارهای انسانی (ازجمله پاسخ به تغییرات محیطی) با مجموعه‌ای از الگوریتم‌های انتزاعی بیان‌کننده رفتارهای عوامل مجازی، پدیده‌های خاص در نظام‌های اقتصادی، همچون رفتار جمعی یا توده‌واری را درک کند (داویس[1]، ۲۰۱۳).

توده‌واری، ازجمله رفتارهای جمع‌گراست که در آن سرمایه‌گذاران، هنگام تصمیم‌گیری در گروه‌ها، تقسیم می‌شوند و این گروه‌ها می‌توانند بزرگ باشند (کنت[2] و همکاران، ۲۰۱۱). توده‌واری عبارت است از آن دسته رفتارهای سرمایه‌گذاران در بازار که به نادیده گرفتن پیش‌بینی‌ها و عقاید خود، در رابطه با قیمت سهام و گرفتن تصمیم‌های سرمایه‌گذاری تنها بر پایه رفتار کل بازار کشیده می‌شود (شمس و جنگجو برازجانی، ۱۳۹۴: ۲۶). یکی از جنبه‌هایی که در مباحث توده‌واری مورد توجه قرار می‌گیرد، موضوع احتمال و یا شاید شدت بروز رفتار توده‌ای بین فعالان بازار سرمایه متناسب با درجه آگاهی آن‌هاست. طبق تئوری «معامله‌گر نهایی»(MTH)، کسر کوچکی از افراد آگاه قادر به تنظیم قیمت‌های بازار هستند و تلاش می‌کنند تا کارایی بازار را افزایش دهند. ایشان در ارزیابی قیمت واقعی سهم، توانایی بیشتر و گرایش دارند تا برداشت‌شان را به دیگران نیز توضیح دهند. درصورتی‌که این افراد «نخبه» از کلیت بازار حذف شوند، درستی پیش‌بینی‌ها آسیب خواهد دید (فورسایت[3] و همکاران، ۱۹۹۲). اگرچه معامله‌گران نهایی با مشخصه رفتار بدون تعصب، منطقی و بدست آوردن قیمت درست دارایی شناخته می‌شوند، ولی نمی‌توان احتمال وجود رفتار جمعی را به دلایلی ولو منطقی (بیکچادنی و شارما[4]، ۲۰۱۱؛ شارفستاین و استاین[5]، ۱۹۹۰) در ایشان رد کرد.

پیشرفت‌های اخیر در حوزه هوش مصنوعی و ورود آن به سایر رشته‌ها از یک‌سو و ناتوانی روش‌های تحلیلی در توصیف بازارهای پویا به دلیل مبتنی بودن بر فرضیه‌های دور از واقعیت همچون عقلانیت کامل، پژوهش‌هایی در رابطه با تورش رفتار توده‌ای به‌سوی توصیف میکروسکوپی پدیده و اثرات آن بر کلیت بازار که در واقع تلاش برای درک چگونگی تصمیم‌گیری افراد، با استفاده از فضای بی چون و چرا تجربی و آزمایشگاهی مبتنی بر هوش مصنوعی است، سوق داده است که در ادامه نشان داده می‌شود.

---

1. Davis
2. Kenett
3. Forsythe
4. Bikhchandani & Sharma
5. Scharfstein & Stein

عزت[1] (۲۰۲۰) با استفاده از شبیه‌سازی عامل بنیان، به بررسی اثر تورش رفتاری بر روند تصمیم‌گیری، نحوه تعامل و ماهیت پویای بازارهای مالی پرداخت. بازار مجازی ایشان تشکیل شده از دو گروه عوامل مجازی شامل بازارسازها و معامله‌گران بود، نتایج بیانگر اثرگذاری تورش‌های رفتاری بر تغییر راهبرد معاملاتی و در نتیجه بروز پدیده‌های نظام‌مند بازار همچون نوسان‌های بیش از حد، نوسان‌های خوشه‌ای، دم‌های پهن و ساختار فراکتالی بازار است.

روسا[2] و همکاران (۲۰۲۰) باهدف بررسی اثر توده‌واری (خرد جمعی) بر بی‌ثباتی (پویایی) بازار، مدل مالی عامل بنیان را طراحی کردند که در آن مطلوبیت مورد انتظار هر عامل مجازی (سرمایه‌گذار) از ترکیب بازدهی مورد انتظار وی و انتظار از بازدهی عامل مجاور تشکیل می‌شد. نتایج پژوهش بیانگر آن بود که تصمیم‌های جمعی بازار ناگزیز ضرری ندارد. درواقع وقتی سرمایه‌گذاران گرایش دارند تا انتظارهای خود را با یک یا چند لیدر برابرسنجی کنند، توده‌واری به کاهش کارایی بازار کشیده می‌شود ولی درصورتی‌که هر سرمایه‌گذار راهبرد خود را داشته باشد، خرد جمعی به پویایی و کارآمدی بازار کشیده می‌شود.

اشمیت[3] و همکاران (۲۰۲۰) با ارائه مدل محاسباتی مبتنی بر عامل، به بررسی نحوه اثرگذاری رفتار و راهبردهای معاملاتی سفته‌بازان بر وقوع پدیده‌هایی همچون سقوط و حباب قیمتی، نوسان‌های بیش‌ازحد، بازدهی‌های غیر همبسته سریالی، توزیع‌های دنباله پهن و نوسان‌های خوشه‌ای پرداختند. نتایج بیانگر آن است که در مواردی همچون رفتار توده‌ای بازار، راهبردهای سفته‌بازان همگن‌تر می‌شود تا رژیم‌های پایدار با نوسان‌های زیاد را حفظ کنند.

هیگاچی[4] و همکاران (۲۰۲۰) با استفاده از شبیه‌سازی عامل بنیان و سناریوهای مختلف ترکیب عوامل مجازی فاندامنتالیست و چارتیست به این نتیجه رسیدند که وجود چارتیست عنصر لازم و کافی برای توضیح نوسان‌های قیمتی بیش‌ازحد و اثر رودروی احساس‌های ناهمگن، توضیح‌دهنده دنباله‌های پهن و خوشه‌بندی نوسان‌ها است. مدل عامل بنیان ایشان، وجود هم‌زمان پدیده‌های نظام‌مند بازارهای مالی، افزایش تنوع راهبردهای معاملاتی چارتیست و واقع‌بینی قواعد شکل‌گیری انتظارها سرمایه‌گذار را نشان می‌دهد.

---

1. Ezzat
2. Rossa
3. Schmitt
4. Higachi

پرونا[1] و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده از مدل عامل بنیان، به بررسی اثر سوگیری‌های رفتاری بر رفتار بازار سرمایه پرداختند. نتایج پژوهش آنها بیانگر آن است که سوگیری‌های نامنسجم سرمایه‌گذاران به رفتار غیرمنتظره بازار، عدم ثبات و خطای سیستماتیک بازار کشیده می‌شود و سری‌های زمانی شبیه‌سازی‌شده بازار، بیانگر بسیاری از پدیده‌های نظام‌مند بازار سرمایه همچون دنباله‌های پهن، نوسان‌های خوشه‌ای، حافظه بلندمدت، اثر اهرمی و ضد اهرمی است.

بیاندو[2] (۲۰۱۹) در سری پژوهش‌های خود با هدف بررسی سازوکار پویایی بازارهای مالی، با استفاده از شبیه‌سازی عامل بنیان نشان می‌دهد که نوسان‌های بازارهای مالی، تحت تاثیر دو عامل است: خصوصیات فردی معامله‌گران (همچون تنوع رفتار و استراتژی معاملاتی، یادگیری و نحوه واکنش به سیگنال‌های سودمند بازار) و ویژگی‌های زیرساختاری بازار. همچنین نتایج شبیه‌سازی بیانگر آن است که یادگیری فرد در استوار کردن پویایی بازار نقش دارد درحالی‌که ریسک گریزی به‌طور وارونه، به افزایش نوسان‌های بازار کشیده می‌شود.

کری شن و ال آروی[3] (۲۰۱۸) با طراحی بازار سهام مصنوعی مبتنی بر عدم تقارن اطلاعاتی و رفتار توده‌ای، نحوه تصمیم‌گیری، مدیریت بهینه، تحلیل راهبردی و پیش‌بینی بازار سهام نوظهور را بررسی کردند. بازار سهام مصنوعی ایشان شکل گرفته از عوامل ناهمگن متعدد (از دیدگاه رفتار و اطلاعات) که رفتار آن‌ها با شبیه‌سازی شبکه‌های اجتماعی یکپارچه شده بود و بدین ترتیب درجه‌های مختلفی از نبود تقارن اطلاعاتی و رفتار توده‌ای را پوشش می‌داد. نتایج بیان می‌کنند که در شبیه‌سازی، هرچقدر برای نبود تقارن اطلاعاتی و توده‌واری سهم بیشتری قائل شویم، رفتار بازار مصنوعی به رفتار بورس اوراق بهادار دنیای واقعی، نزدیک‌تر می‌شود.

سپریانی و گواری نو[4] (۲۰۱۴)، مدلی ساختاری از توده‌واری اطلاعاتی طراحی کردند که با استفاده از داده‌های مبادله‌های بورس نیویورک، NYSE، برآورد می‌شد. نتایج بیانگر این است که توده‌واری اطلاعاتی، به دلیل نبود اطمینان اطلاعاتی- رویدادی به وجود می‌آید. افزون بر آن از سال ۱۹۹۵، بیشتر توده‌واری وجود داشته است و نسبت آن در خریداران و فروشندگان به ترتیب حدود ۲ و ۴ درصد است.

1. Pruna
2. Biondo
3. Krichene & El-Aroui
4. Cipriani & Guarino

همچنین شواهدی از ناکارآمدی اطلاعاتی به‌طور بااهمیت، وجود دارد به‌نحوی‌که توده‌واری، به‌طور متوسط حدود ۴ درصد ارزش مورد انتظار دارایی را تشکیل می‌دهد.

ماناهو[1] و هادسون[2] (۲۰۱۳) با استفاده از برنامه‌ریزی ژنتیکی STGP و با طراحی بازار سهام مصنوعی تشکیل شده از ۱۰۰۰۰ بازیگر، به ارزیابی رفتار توده‌ای و کارایی بازار در سهام شرکت‌های جنرال الکتریک و آی بی ام و شاخص داوجونز پرداختند. نتایج بررسی ایشان بیانگر این است که رفتار توده‌ای در شاخص داوجونز بیشتر از دو سهمِ دیگر است که البته در بلندمدت، این تورش رفتاری به عدم قیمت‌گذاری صحیح سهام کشیده نمی‌شود.

تدسکی[3] و همکاران (۲۰۱۲)، مدلی را برای توصیف رفتار توده‌ای با استفاده از عوامل ناهمگن که هرکدام، در یک ساختار شبکه‌ای پویا از دیگری تقلید می‌کرد، معرفی کردند. پژوهشگران، با بررسی پراکندگی ثروت رهبران، تقلیدکنندگان و غیرمقلدان نشان دادند که عوامل، انگیزه و گرایش به تقلید دارند، چراکه به نظر می‌رسد رفتار توده‌ای، سودآور است. افزون برآن درجایی که توده‌واری بالاست، سرمایه‌گذاران آگاه، نمی‌توانند در یک بازار متشکل از سرمایه‌گذاران نوفه[4]، مانور دهند.

آلفرانو[5] و همکاران (۲۰۰۵) با استفاده از همکنش بین مبادله گران، مدل عامل بنیان را برای توضیح برخی وقایع اقتصادی همچون دنباله‌های پهن و نوسان‌های خوشه‌ای، طراحی کردند. شواهد بیانگر آن بود که می‌توان شکل دنباله بازدهی (میزان پهنای توزیع غیرشرطی بازدهی) را از برخی متغیرهای ساختاری حاکم بر همکنش مبادله گران، مثل گرایش به رفتار توده‌ای و تغییر غیرارادی عقیده، استخراج کرد.

اگیلاز و زیمرمن[6] (۲۰۰۰) با استفاده از شبکه تکاملی، مدلی را برای شکل‌گیری تصادفی گروه‌های تصمیم و رفتار توده‌ای طراحی کردند تا توزیع‌های دنباله پهن را در سری‌های بازدهی قیمتی، توضیح دهند. پژوهشگران دریافتند هنگامی‌که پارامتر توده‌واری (نرخ پراکندگی اطلاعات در هر مبادله) از حد آستانه‌ایِ تعیین‌شده بزرگ‌تر باشد، گمان کسب بازدهی‌های بزرگ و وقوع سقوط‌های بزرگ افزایش می‌یابد.

چن و یه[7] (۱۹۹۹) با طراحی بازار سهام مصنوعی عامل بنیان با استفاده از برنامه‌ریزی ژنتیکی (GP) و شکل گرفته از ۵۰۰ بازیگر و با ثابت گرفتن ارزش ذاتی هر سهم، رفتار توده‌ای را

---

1. Manahov
2. Hudson
3. Tedeshi
4. Noise traders
5. Alfaranoa
6. Eguluz & Zimmermann
7. Chen & Yeh

به‌صورت تجربی، موردبررسی قراردادند. نتایج این بررسی نشان می‌داد که اندازه حباب‌های قیمتی و میزان کارایی بازار از دیدگاه قیمت‌گذاری، در دو گروه بازار متشکل از سرمایه‌گذاران «منطقی» و سرمایه‌گذاران «توده‌وار»، تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای وجود دارد.

فرضیه پژوهش

مطابق تئوری مبادله‌گر نهایی[1]، کسر کوچکی از جامعه (معامله‌گران آگاه)، در ارزیابی قیمت واقعی سهم، توانایی بیشتری دارند، بدون تورش رفتار می‌کنند و حتی زمانی که بیشتر معامله‌گران، غیرمنطقی رفتار می‌کنند، می‌توانند قیمت دارایی را در سطح ارزش ذاتی آن و سرانجام کارایی بازار را حفظ کنند (بلاکول[2]، ۲۰۱۱). با توجه به مطالب گفته شده فرضیه اول به شرح زیر است:

۱. بروز رفتار توده‌ای در گروه «بهترین عوامل» کمتر از گروه سایر «عوامل مجازی» است.

۲. توده‌واری به‌عنوان منبع اصلی نوسان‌های درون‌زاد یک دارایی شناخته می‌شود (وانگ[3] و همکاران، ۲۰۱۸). ضمن این که رفتار جمعی باعث انحراف قیمت سهم از ارزش ذاتی‌اش می‌شود (دِلانگ[4] و همکاران، ۱۹۹۰؛ آوری و زمسکی[5]، ۱۹۹۸) می‌تواند مانع یادگیری ارزش ذاتی دارایی توسط سرمایه‌گذاران شود (دِکامپس و لوو[6]، ۲۰۰۰) پس فرضیه دوم عبارت است از:

۳. در بازارهای مجازی، رفتار توده‌ای مبتنی بر رفتار هر دو گروه عوامل مجازی، سبب بی‌ثباتی بلندمدت قیمت سهم (گروه سهام) می‌شود.

روش‌شناسی پژوهش

نوع مطالعه و بررسی پرسش‌های پژوهش

نظر به اینکه هدف پژوهش حاضر پاسخگویی به پرسش‌های آزمون تئوری‌ها و نظریه‌های موجود درزمینه خاص است، در زمره پژوهش‌های کاربردی (پژوهش و توسعه) و با توجه به امکان دستیابی به یک بیان تجربی از یک پدیده و یا سازوکار علیت و البته امکان دست‌کاری پارامترها، از نوع تجربی و آزمایشگاهی است. افزون بر آن با توجه به توصیف، استنباط و حل مسئله با استفاده از مقادیر کمی، در حیطه پژوهش‌های کمی است.

---

1. MTH
2. Blackwell
3. Wang
4. DeLong
5. Avery & Zemsky
6. Decamps & Lovo

پلتفرم شبیه‌سازی بازار مجازی عامل بنیان

در پژوهش حاضر، پلتفرم شبیه‌سازی بازار سهام مصنوعی عامل بنیان، نرم‌افزار Altreva Adaptive Modeler است که مبتنی بر فرم خاصی از یادگیری تطبیقی و برنامه‌ریزی ژنتیکی بنام روش STGP است. با توجه به اینکه بیشتر پژوهش‌های حوزه مالی انجام‌شده در ایران، مبتنی بر الگوریتم ژنتیک[1] (GA) است و از روش برنامه‌ریزی ژنتیک[2] (GP) به‌مراتب بسیار کم استفاده‌شده است، اجازه دهید سرگفتار مزیت‌های فرم خاصی از GP بنام STGP که برای نخستین بار، در پژوهش حاضر مورداستفاده قرار می‌گیرد را برشماریم.

STGP که توسط مونتانا[3] (۱۹۹۵) معرفی شد، نسخه پیشرفته GP است که با اعمال محدودیت بر نوع داده و استفاده از توابع اصلی و انواع داده‌ها، از آن قدرتمندتر است. اگر بخواهیم برتری‌های نسخه STGP را نسبت به GP برشماریم عبارت‌اند از: در نظر گرفتن تیپ خاص برای هر متغیر، مقدار ثابت، هر تابع (برای هر آرگومان و مقداری که ایجاد می‌کند) و اطمینان از شمول کلیه تیپ‌ها در درختان تجزیه[4] و سرانجام کاهش زمان جستجوی فضا و بهبود عملکرد کلی راه‌حل‌های یافت شده، تابع برازش پویا (برخلاف GP که ایستاست) و شمول آخرین مشاهده‌های تجربی، تغییر تدریجی جمعیت ژنتیکی با استفاده از شیوه‌های تقاطع[5] و جهش[6] و در نهایت حفظ ثبات مدل (ویتکام، ۲۰۱۳). لو[7] (۲۰۰۵) بازارهای مالی را به‌عنوان یک فرایند تکاملی برداشت می‌کند که اصول تکامل همچون رقابت، سازگاری و انتخاب طبیعی در آن‌ها کاربرد دارد. به همین دلیل در پژوهش حاضر از شیوه STGP استفاده می‌شود چراکه عوامل مجازی، در یک بازار مصنوعی با دریافت اطلاعات تاریخی، درعین‌حال که یاد می‌گیرند، تکامل می‌یابند، برای بقا تلاش می‌کنند و با دریافت اطلاعات به‌روز، خود را با تغییرات محیطی سازگار می‌کنند. همان‌گونه که گفته شد پلتفرم اصلی برای شبیه‌سازی بازار سرمایه، نرم‌افزار Altreva Adaptive Modeler و شامل دو بخش اصلی است: مدل مبتنی بر عامل که داده‌های تاریخی واقعی را دریافت و پیش‌بینی قیمت‌ها را ایجاد می‌کند و بخش دوم سیستم معاملاتی که تصمیم می‌گیرد چه موقع سیگنال جدید را بر اساس پیش‌بینی‌ها ایجاد کند. مدل بازار سهام مجازی که در بستر نرم‌افزار یادشده طراحی شده است شامل ۲۰۰۰ بازیگر مجازی با قوانین مبادلاتی خاص است[8] و پروسه تکامل و برابرسنجی از طریق الگوریتم STGP، صورت می‌پذیرد.

---

1. Genetic algorithm
2. Genetic programming
3. Montana
4. Parse tree
5. Crossover
6. Mutation
7. Lo

۸. در الگوریتم، ژنوم ها (برنامه‌ها) بیانگر قوانین مبادلاتی عوامل و شامل ژن‌ها (توابع) می‌باشند.

طراحی بازار سرمایه مجازی

نسل اول راهبردهای مبادلاتی به‌طور تصادفی و سپس نسل‌های بعدی با استفاده از عملگرهای تقاطع و جهش ایجاد می‌شود. ماهیت تصادفی قواعد مبادلاتی اولیه، به ما این اجازه را می‌دهد که نحوه یادگیری، انطباق و بقا را مشاهده کنیم. جدول ۱ پارامترهای اصلی مدل بازار سهام مجازی را نشان می‌دهد.

جدول ۱. پارامترهای بازار سهام مجازی

Artificial stock market parameters	
Total population size (agents)	۲۰۰۰
Best-performing agents' size (percentage of the total population)	٪۵، ٪۱۰، ٪۲۰
Initial wealth (equal for all agents)	۱۰۰۰۰۰
Average bid/ask spread	٪۰/۰۱
Model auto start at bar	۲۵۰۰
Significant forecasting range	٪۱۰–۰
Number of decimal places to round quotes on importing	۲
Minimum price increment for prices generated by model	۰/۰۱
Minimum position unit	٪۲۰
Maximum genome size	۱۰۲۴
Maximum genome depth	۲۰
Minimum initial genome depth	۲
Maximum initial genome depth	۵
Preferred minimum number of nodes in cross over operation	۲۵
Breeding cycle frequency (bars)	۱
Minimum breeding age (bars)	۸۰
Eligible selection (percentage of agents of minimum breeding age & older)	100%
Initial selection type	Random
Parent selection (percentage of initial selection that will breed)	٪۵
Parent selection method	Truncation
Mutation probability (per offspring)	٪۱۰
Total number of quotes (bars) processed: شاخص کل	۱۰۲6
Total number of quotes (bars) processed: ۵۰ شرکت فعال	۱۰۲۶
Total number of quotes (bars) processed: شاراک	۱۰۱۴
Total number of quotes (bars) processed: خزامیا	۹۵2
Total number of quotes (bars) processed: ومعادن	۷۹۵
Total number of quotes (bars) processed: وغدیر	۸۱۲
Short positions allowed	Yes
Seed generation from clock	Yes
Creation of unique genomes	Yes
Offspring will replace the worst-performing agents of the initial selection	Yes
Generate Cash Signal when forecast is outside range	Yes

منبع: محاسبه‌های پژوهشگر

برای هر سهم (گروه سهام)، دوره آموزش نرم‌افزار، برای ۲۵۰۰ روز اول معاملاتی در نظر گرفته شده است و بنابراین تحلیل‌های آماری مبتنی بر آماره‌های استخراج‌شده ناشی از ترید عوامل مصنوعی، پس از دوره آموزش یادشده هستند. تعداد عوامل مجازی، ۲۰۰۰ مورد که رفتار یادگیری همگی آن‌ها، مبتنی بر الگوریتم STGP، است، همگی این عوامل، بدون راهبرد تجاری از پیش تعیین‌شده‌اند پس می‌توانند قواعد جدید مبادلاتی را به‌صورت پیوسته، تغییر و توسعه دهند. برای بررسی رفتار بازار مصنوعی در برخورد با اطلاعات ۴ نماد (سهم منفرد) بورسی (شامل شاراک، خزامیا، معادن وغدیر) و ۲ گروه سهم (شامل شاخص کل و ۵۰ شرکت فعال)، هر یک از بازارها به دو گروه اصلی تقسیم می‌شود: «بهترین عوامل» به‌عنوان بخش کوچکی از جامعه و «سایر عوامل مجازی» به‌عنوان باقی‌مانده جمعیت پس از کسر بهترین عوامل. شایان یادآوری است که «بهترین عوامل» در ۳ سطح مختلف ۵ درصد، ۱۰ درصد و ۲۰ درصد کل جمعیت در نظر گرفته‌شده‌اند. مهم‌ترین مشخصه نخبگان این است که آن‌ها در هرلحظه، از دیدگاه بازده ناشی از برازش[1] فرزند آوری، بهترین عملکرد رادارند (بازدهی نقطه‌به‌نقطه میانگین متحرک ثروت)[2]. این نوع خاص از بازدهی، به‌عنوان معیار برازش برای انتخاب عوامل (بازیگران) برای تولیدمثل استفاده می‌شود. به‌طور خاص، میزان بازدهی برحسب میانگین متحرک ثروت هر عامل با توجه به n روز گذشته سنجیده می‌شود که این مقدار بین حداقل سن فرزند آوری[3] و ۲۵۰ متغیر است، درحالی‌که سن عامل[4] کمتر از n باشد، مقدار بازدهی صفر است.

فرزندآوری در اصل، روند ایجاد معامله‌گران جدید مصنوعی برای جایگزینی معامله‌گران ضعیف است که این پروسه شامل انتخاب معامله‌گران خوب و تولید ژنوم‌های بی چون و چرا جدید با استفاده از ترکیب مجدد ژنوم‌های پدر و مادر و عملگرهای تقاطع و جهش است. بدین ترتیب، قوانین معاملاتی (ژنوم‌ها) عامل‌ها با یک فرایند انتخاب طبیعی بهبود می‌یابند (اصل بقای سازگارترین ژن) (ویکتام[5]، ۲۰۱۳). عوامل مصنوعی با سرمایه‌گذاری در دو دارایی موجود در

---

۱. کیفیت کروموزوم

۲. تابع برازش عبارت است از اندازه بازدهی سرمایه‌گذاری عوامل طی یک دوره معین؛ لذا بازدهی ناشی از برازش فرزند آوری، به‌عنوان سنجش بازدهی نقطه‌به‌نقطه‌ی کوتاه‌مدت ثروت طی n روز گذشته و معیار انتخاب برای فرزند آوری است.

3. Minimum breeding age

۴. عداد روزهای معاملاتی پردازش‌شده پس از ایجاد عامل

5. Witkam

بازار مجازی، تولید ثروت می‌کنند: یک دارایی ریسکی (سهام) و دیگری دارایی بدون ریسک (وجوه نقد). بدین ترتیب بازارهای مجازی موردبررسی، شکل گرفته از نقد و ابزارهای مالی است.

درحالی‌که مدل‌ها به‌طور همیشگی تکامل می‌یابند، عوامل با قوانین معاملاتی که با تولید نسل، متناسب‌تر می‌شوند، ثروتمندتر شده و تأثیر مثبتی بر دقت پیش‌بینی مدل دارند. در هر دوره، ثروت یک عامل (معامله‌گر) مصنوعی به شرح مدل ۱ است:

$$W_{i,t} = M_{i,t} + P_t h_{i,t} \qquad ۱$$

$W_{i,t}$ بیانگر ثروت انباشته عامل (معامله‌گر) i در زمان t، $M_{i,t}$ و $h_{i,t}$ به ترتیب بیانگر میزان نقد و تعداد سهام نگهداری شده عامل i در زمان t و P_t بیانگر قیمت هر سهم در زمان t است.

مدل پژوهش

رفتار توده‌ای بازارهای مصنوعی موردبررسی، با استفاده از مدل لاکونیشوک (۱۹۹۲)، LSV، ارزیابی می‌شود. این مدل بر اساس معامله‌ها، زیرمجموعه‌ای از مشارکت‌کنندگان در بازار و در یک افق زمانی تعریف می‌شود (سعیدی و مهدوی راد، ۱۳۹۳: ۶۷). پس بسیار مناسب پژوهش حاضر است چراکه مبتنی بر نتایج معامله‌های دو زیرمجموعه «بهترین عوامل» و «سایر عوامل مجازی» در افق زمانی موردبررسی است و درواقع همبستگی در الگوی مبادلاتی و گرایش متوسط گروهی دو زیرمجموعه از معامله‌گران را برای خرید یا فروش سهم (گروه سهام) محاسبه می‌کند. طبق مدل یادشده، اندازه توده‌واری Hi,t برای ابزار مالی i، در دوره موردبررسی t عبارت است از (لاکونیشوک[1] و همکاران، ۱۹۹۲):

$$H_{i,t} = \left| \frac{B_{i,t}}{B_{i,t} + S_{i,t}} - P_t \right| - AF_{i,t} \qquad ۲$$

$$AF_{i,t} = E\left[\left| \frac{B_{i,t}}{B_{i,t} + S_{i,t}} - P_t \right| \right] \qquad ۳$$

1. Lakonishok

درحالی‌که Hi,t اندازه توده‌واری ابزار مالی i را در دوره t می‌سنجد، Bi,t (Si,t) بیانگر تعداد معاملات فروش (خرید) ابزار مالی i در دوره یادشده است. به‌بیان‌دیگر، Bi,t (Si,t) بیانگر تعداد عوامل مصنوعی است که سهم (پرتفوی سهام) را به سبد خود اضافه (حذف) کرده‌اند. Pt نیز نسبت مورد انتظار تعداد خریداران در شرایط وجود فرضیه صفر، یا به‌عبارت‌دیگر معامله‌گران نقدی، در یک روز معاملاتی است. در پژوهش حاضر مقدار مورد انتظار Pt، ۰٫۵ در نظر گرفته‌شده است (مرادی و همکاران، ۱۳۹۴: ۵۹).

عامل تعدیل AFi,t، مقدار مورد انتظار $\left|\frac{B_{i,t}}{B_{i,t}+S_{i,t}} - P_t\right|$ است، با این فرض که برای معامله‌ها از یک توزیع دوجمله‌ای با نتایج ممکن Bi,t و Si,t پیروی می‌کند، پس عامل تعدیل یادشده، انحرافی که ممکن است در مقدار مطلق عبارت اول مدل(۲)، $\left|\frac{B_{i,t}}{B_{i,t}+S_{i,t}} - P_t\right|$ و برای سهامی که توسط تعداد کمی سرمایه‌گذار اتفاق می‌افتد را تعدیل می‌کند (مرادی و همکاران، ۱۳۹۴: ۵۹؛ بیکچادنی و شارما، ۲۰۰۱). درصورتی‌که مقدار Hi,t، به‌طور معناداری، از صفر فاصله داشته باشد، به‌عنوان شواهدی از وجود رفتار توده‌ای گزارش می‌شود.

نتایج شبیه‌سازی

جدول ۲ و ۳ نتایج حاصل از اندازه‌گیری رفتار توده‌ای را به روش LSV، در بازارهای مصنوعی مختلف و در دو سطح «بهترین عوامل» و سایر «عوامل مجازی»، نشان می‌دهد، در هر گروه، مقدار N تعداد روزهای معاملاتی پردازش‌شده پس از دوره یادگیری است و Hi,t کلیدی‌ترین معیار یعنی میانگین اندازه توده‌واری، مقدار متوسط گرایش گروهی عوامل برای معامله سهم در یک‌جهت را در هر بازار بیان می‌کند، به‌عنوان‌مثال، مطابق جدول ۳، در بازار مجازی مبتنی بر معامله سهم شاراک و درحالی‌که ۵ درصد بازار را بهترین عوامل تشکیل می‌دهند، اندازه توده‌واری در گروه «بهترین عوامل» ۰٫۱۹۵ است بدین معنی که اگر Pt، ۰٫۵ باشد، آنگاه ۶۹٫۵٪ از ایشان، در خصوص نحوه نگهداری شاراک در سبد سرمایه‌گذاری خود، در یک‌جهت و ۳۰٫۵٪ از ایشان در جهت مخالف عمل می‌کند. از سوی دیگر، در همان سطح، در گروه سایر عوامل مجازی، ۶۱٫۳٪ از عوامل مصنوعی، در خصوص نگهداری سهم شاراک، در یک‌جهت و ۳۸٫۷٪ ایشان در جهت مخالف معامله می‌کند.

جدول ۲. نتایج حاصل از بررسی توده‌واری در بازارهای مجازی مبتنی بر سری قیمتی "شاخص کل"، "۵۰ شرکت فعال" و نماد "خزامیا"

		٪۵		٪۱۰		٪۲۰	
شاخص کل							
		Best.G	Main.G	Best. G	Main.G	Best. G	Main.G
N		۱۰۲۶	۱۰۲۶	۱۰۲۶	۱۰۲۶	۱۰۲۶	۱۰۲۶
$H_{i,t}$		۰/۲۰۸۶*	۰/۱۸۶۴*	۰/۱۷۷۶*	۰/۱۶۸۶*	۰/۱۵۵۷*	۰/۱۲۸۸*
t-statistic		۴۳/۲۶۶	۳۵/۳۷۸	۳۹/۹۳۷	۳۶/۱۵۹	۳۶/۵۴۲	۳۳/۸۳۷
A.D.R.P	*Mean*	۰/۰۱۰۴*	۰/۰۱۰۲*	۰/۰۱۰۱*	۰/۰۰۹۶*	۰/۰۰۷۸*	۰/۰۰۶۵*
	Std	۰/۰۱۱۳	۰/۰۱۵۷	۰/۰۱۳۸	۰/۰۱۳۳	۰/۰۱۰۷	۰/۰۱۰۱
ADF		-۱۸/۲۵*	-۲۴/۹۵*	-۲۴/۹۲*	-۳۲/۵۶*	-۳۲/۱۷*	-۳۲/۱۲*
۵۰ شرکت فعال							
N		۱۰۲۶	۱۰۲۶	۱۰۲۶	۱۰۲۶	۱۰۲۶	۱۰۲۶
$H_{i,t}$		۰/۱۴۶۶*	۰/۱۵۹۱*	۰/۱۳۸۱*	۰/۱۳۰۴*	۰/۱۱۷۹*	۰/۱۱۶۴*
t-statistic		۲۸/۵۸۹	۲۳/۸۷۱	۲۷/۵۳۰	۲۷/۰۱۶	۱۳/۴۹۰	۲۷/۲۴۸
A.D.R.P	*Mean*	۰/۰۰۸۵*	۰/۰۱۷۲*	۰/۰۰۸۹*	۰/۰۰۸۳*	۰/۰۰۶۵*	۰/۰۰۶۳*
	Std	۰/۰۲۳۵	۰/۰۹۵۴	۰/۰۱۸۶	۰/۰۱۶۱	۰/۰۳۰۷	۰/۰۲۲۳
ADF		-۳۸/۸۷*	-۱۸/۰۱*	-۳۳/۲*	-۲۸/۴۵*	-۲۹/۲۷*	-۲۴/۷۱*
خزامیا							
N		۹۵۲	۹۵۲	۹۵۲	۹۵۲	۹۵۲	۹۵۲
$H_{i,t}$		۰/۱۵۳۱*	۰/۱۴۸۳*	۰/۱۴۲۱*	۰/۱۳۷۷*	۰/۱۱۷۰*	۰/۰۹۸۲*
t-statistic		۳۱/۰۲۳	۳۰/۸۱۹	۳۰/۶۰۶	۲۹/۷۳۵	۳۰/۱۱۴	۲۹/۱۵۹
A.D.R.P	*Mean*	۰/۰۰۶۳*	۰/۰۰۶۶*	۰/۰۰۹۶*	۰/۰۰۷۳*	۰/۰۰۸*	۰/۰۰۶۸*
	Std	۰/۰۱۶۳	۰/۰۱۹۳	۰/۰۳۴۶	۰/۰۰۸۵	۰/۰۰۹۰	۰/۰۰۸۳
ADF		-۳۱/۳*	-۲۵/۶۹*	-۳۲/۵۴*	-۳۰/۸۳*	-۳۲/۱۳*	-۳۰/۹۹*

منبع: یافته‌های پژوهش

ADF- the Augmented Dickey-Fuller test; A.D.R.P-Absolute Deviations from Real Price

*: معناداری در سطح خطای ۵٪

جدول ۳. نتایج حاصل از بررسی توده‌واری در بازارهای مجازی مبتنی بر سری قیمتی نماد "شاراک"، "ومعادن" و "وغدیر"

		5%		10%		20%	
شاراک		Best.G	Main.G	Best. G	Main.G	Best. G	Main.G
N		۱۰۱۴	۱۰۱۴	۱۰۱۴	۱۰۱۴	۱۰۱۴	۱۰۱۴
$H_{i,t}$		۰/۱۹۵۲*	۰/۱۱۳۴*	۰/۱۴۷۶*	۰/۱۷۱۲*	۰/۱۹۶۱*	۰/۱۵۷۹*
t-statistic		۳۵/۳۲۱	۳۴/۵۰۲	۳۳/۳۳۰	۳۱/۷۴۶	۳۵/۴۹۵	۲۶/۸۷۷
A.D.R.P	*Mean*	۰/۰۱۵۸*	۰/۰۱۰۲*	۰/۰۱۳۰*	۰/۰۱۰۶*	۰/۰۱۹۰*	۰/۰۱۰۷*
	Std	۰/۰۶۳۵	۰/۰۳۳۱	۰/۰۴۴۹	۰/۰۳۶۳	۰/۰۸۰۱	۰/۰۳۶۵
ADF		-۳۲/۲۵*	-۳۰/۸۴*	-۳۳/۱۵*	-۳۰/۱۸*	-۳۷/۱۶*	-۲۴/۷۴*
ومعادن							
N		۷۹۵	۷۹۵	۷۹۵	۷۹۵	۷۹۵	۷۹۵
$H_{i,t}$		۰/۱۸۷۵*	۰/۱۹۶۳*	۰/۱۷۷۰*	۰/۱۶۳۹*	۰/۱۷۲۱*	۰/۰۸۲۹*
t-statistic		۲۹/۰۳۸	۲۹/۴۸۵	۲۹/۲۱۹	۲۸/۰۳۳	۲۶/۹۰۲	۲۲/۸۷۳
A.D.R.P	*Mean*	۰/۰۱۵۰*	۰/۰۱۴۵*	۰/۰۱۲۰*	۰/۰۱۰۶*	۰/۰۱۴۷*	۰/۰۰۶۵*
	Std	۰/۰۴۱۸	۰/۰۷۱۹	۰/۰۴۱۱	۰/۰۳۰۰	۰/۰۷۱۹	۰/۰۰۹۹
ADF		-۲۰/۵۱*	-۲۳/۹۴*	-۳۵/۵۵*	-۳۲/۲۴*	-۳۲/۷۶*	-۲۴/۴۸*
وغدیر							
N		۸۱۲	۸۱۲	۸۱۲	۸۱۲	۸۱۲	۸۱۲
$H_{i,t}$		۰/۲۳۲۶*	۰/۲۴۷۵*	۰/۲۴۴۲*	۰/۲۲۲۹*	۰/۲۲۴۶*	۰/۲۲۱۸*
t-statistic		۳۲/۸۹۹	۳۵/۹۵۷	۳۵/۶۳۷	۳۰/۸۶۸	۳۱/۷۷۰	۳۳/۴۹۳
A.D.R.P	*Mean*	۰/۰۰۸۷*	۰/۰۰۹۰*	۰/۰۱۵۳*	۰/۰۰۸۶*	۰/۰۰۹۳*	۰/۰۰۶۲*
	Std	۰/۰۳۵۶	۰/۰۶۱۸	۰/۰۵۷۹	۰/۰۱۵۵	۰/۰۴۹۱	۰/۰۱۹۶
ADF		-۲۷/۰۵*	-۳۴/۳۰*	-۳۱/۱۷*	-۳۲/۴۳*	-۳۲/۱۰*	-۳۱/۶۹*

منبع: یافته‌های پژوهش

-ADF- the Augmented Dickey-Fuller test; A.D.R.P-Absolute Deviations from Real Price

*: معناداری در سطح خطای ۵٪

در تمامی بازارها، نتایج حاصل از آزمون تی تک نمونه‌ای و سطح معناداری آن، بیانگر تفاوت قابل‌ملاحظه مقدار توده‌واری با مقدار صفر در سطح خطای ۵٪ است و بدین ترتیب در تمامی بازارهای مجازی موردبررسی، رفتار توده‌واری وجود دارد ولی نکته قابل‌توجه آن است که در اکثر بازارهای مجازی (۱۴ بازار از کل ۱۸ بازار مجازی)، مقدار توده‌واری در گروه «بهترین عوامل» از گروه «عوامل مجازی»، بیشتر و در اصل با تکثر و تنوع جمعیت، مقدار توده‌واری کاهش‌یافته است. درواقع، شکل‌گیری قیمت ناشی از رفتار رقابتی و تکاملی یک بازار کامل و متنوع، دارای هماهنگی بیشتری نسبت به زیرمجموعه‌ای از عوامل (بهترین عوامل) است

و می‌توان آن را به تنوع ژنتیکی بیشتر و سرانجام قوانین و رفتارهای متنوع‌تر (ناهمگن) معاملاتی، انعطاف‌پذیری بیشتر در سازوکار قیمت‌گذاری و تعیین قیمت تعادلی بازار مجازی نسبت داد. نکته بعدی در خصوص رفتار بهترین عوامل است، اگرچه بروز رفتار توده‌ای در گروه بهترین عوامل بیشتر از گروه دیگر است، ولی به دلیل تولید فرزندان بهتر درنتیجه تعداد بیشتر «بهترین والدین»، در کل این روند شاهد کاهش توده‌واری هستیم. درنهایت اینکه با توجه به نتایج تجربی حاصله، فرضیه اول تائید نمی‌شود، افزون برآن در کل نتایج ما، بخشی از فرضیه MHT را تائید و به‌نوعی بخشی دیگر را رد می‌کند: اگرچه فعالیت بهترین عوامل به کاهش توده‌واری و افزایش کارایی بازار منجر می‌شود ولی این جمعیت، خود بدون تورش رفتار نمی‌کند و کاهش رفتار توده‌ای ناشی از وجود بهترین عوامل، در مقابل نتایج حاصل از تنوع ژنتیکی و افزایش عمق بازار، به‌مراتب اثر کمتری در افزایش کارایی دارد. نتایج تجربی بالا سازگار با نتایج پژوهش موناهو و هادسون[1] (۲۰۱۳) و برخلاف یافته‌های چن و یه (۱۹۹۹) است.

نکته دیگری که در نتایج جدول ۲ و ۳ مشاهده می‌شود این است که در بازارهای مجازی مبتنی بر مبادله دو نماد «وغدیر» و «ومعادن» و گروه سهم «شاخص کل»، نسبت به سایر نمادها، به‌طور متوسط گرایش بیشتری به رفتار توده‌ای، مشاهده می‌گردد. همان‌طور که بیچندانی و شارما (۲۰۰۱) بیان می‌کنند، به‌طورکلی انتظار بر این است که رفتار جمعی در سطح سرمایه‌گذاری در یک گروه از سهام مانند «شاخص کل» بیشتر از سطح سهام فردی رخ دهد، چراکه سرمایه‌گذاران به اطلاعات در دسترس واکنش نشان می‌دهند و سرمایه‌گذار ممکن است رفتار جمعی را در گروهی از سهام (مثل گروه صنعت یا کل بازار)، پس از اثر اطلاعات بر گروه سهام، مشاهده کند، بنابراین گرایش به رفتار جمعی گسترش می‌یابد بااین‌وجود، این مسئله، امکان رفتار جمعی را در نوع خاصی از سهام مانند سهام صنایع IT یا سهام با عملکرد خاص نفی نمی‌کند که در این خصوص، در پژوهش حاضر می‌توان به نماد «وغدیر» و «ومعادن» اشاره کرد.

برای آزمون فرضیه دوم و ارزیابی اثر بلندمدت توده‌واری بر بی‌ثباتی و انحراف قیمت‌های برآورد شده از ارزش‌های ذاتی و درنهایت تمایل به سقوط قیمتی یا تشکیل حباب، نسبت انحراف از قیمت‌های واقعی[2] در هر سری، بررسی می‌شود. بدین ترتیب، با برداشت پژوهش لی روی[3] (۲۰۰۴) که مبتنی بر گسترش مدل

---

1. Manahov & Hudson

۲. Absolute Deviations from Real Price که به‌صورت مخفف A.D.R.P در جداول مشخص‌شده است.

3. Le Roy

گوردون و در آن ارزش ذاتی دارایی معادل قیمت آن دارایی در نظر گرفته‌شده است، نسبت انحراف مطلق قیمت‌های برآوردی عوامل مجازی از قیمت‌های ذاتی (واقعی) موردبررسی قرار می‌گیرد. نتایج بیانگر این است که تمامی سری‌های برآوردی توسط عوامل مجازی، از قیمت‌های واقعی انحراف دارند و طبق آزمون t تک نمونه‌ای مقدار انحراف، در سطح خطای ۵٪ با صفر متفاوت است، اگرچه مقادیر عددی انحراف کوچک هست. افزون بر آن در بیشتر موارد، مقدار متوسط انحراف در بازارهای مبتنی بر مبادله‌های بهترین عوامل، از بازارهای مبتنی بر مبادله‌های سایر عوامل مجازی، بیشتر است که این یافته، با نتایج مقدار توده‌واری در فرضیه قبل، سازگار است[۱]. همچنین مشاهده‌ها بیانگر این است که باوجود اثبات رفتار توده‌ای در تمام بازارها، فارغ از درجه شدت آن، در هیچ‌یک از بازارها چه در گروه بهترین عوامل و چه گروه اصلی عوامل مجازی، در بلندمدت، تمایل به سقوط قیمتی یا حباب قیمتی وجود ندارد و قیمت‌ها به ارزش ذاتی‌شان برمی‌گردند، پس رفتار توده‌ای نمی‌تواند باعث انحراف بلندمدت قیمت سهم (شاخص) شود.

این موضوع با استفاده از آزمون آماری دیکی فولر پیشرفته (ADF)[۲] تائید می‌شود. نتایج آزمون ADF نشان‌دهنده مانایی کلیه سری‌ها در سطح خطای۵٪[۳] و بیانگر این است که انحراف طولانی‌مدت از قیمت‌های واقعی وجود ندارد.

افزون بر اینکه بررسی شهودی نمودار هر بازار مجازی، از نتایج بالا، حمایت می‌کند، به‌عنوان نمونه، نمودارهای ۱ تا ۶ سری‌های قیمتی برآوردی «شاخص کل» را توسط هر دو گروه و به ترتیب در سطوح ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد کل جمعیت به‌عنوان جمعیت بهترین عوامل مجازی نشان می‌دهد. در هر نمودار، خط زردرنگ نشان‌دهنده قیمت ایجادشده توسط عوامل مجازی و خط قرمزرنگ نشان‌دهنده قیمت‌های واقعی شاخص کل است. نکته مهمی که در نمودارهای یادشده در بالا وجود دارد این است که در هر دو گروه، با اینکه انحراف مقطعی و کوتاه‌مدت از قیمت ذاتی، در بلندمدت، تمایل به سقوط قیمت یا حباب وجود ندارد، در بلندمدت، قیمت به ارزش ذاتی خود برمی‌گردد و اثر کوتاه‌مدت رفتار توده‌ای بسیار قوی‌تر است(این مسئله در خصوص تمامی نمادها و شاخص‌های موردبررسی مشاهده شد). این امر از همسانی بازار بر جریان مداوم اطلاعات (تغذیه مداوم نرم‌افزار با استفاده از آخرین اطلاعات) ناشی می‌شود.

بنابراین بااینکه شواهدی از سقوط یا حباب قیمتی در فواصل زمانی کوتاه‌مدت وجود دارد، همگرایی عمل معامله‌گران در بلندمدت باعث می‌شود که قیمت‌ها به ارزش ذاتی‌شان برگردند.

---

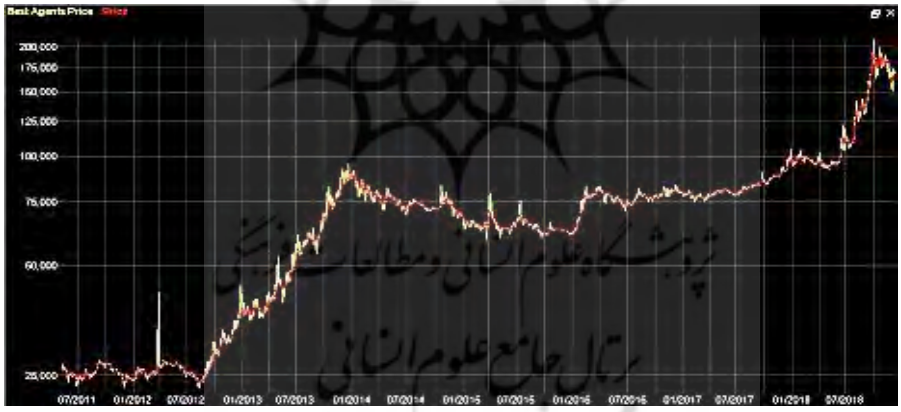
۱. در خصوص بازارهای مبتنی بر مبادله نماد وغدیر رفتار تا اندازه‌ای متفاوت مشاهده می‌شود بدین معنا که اگرچه در بیشتر بازارهای نماد یادشده، مقدار توده‌واری بالاتر از نمادهای دیگر بوده لیکن مقدار انحراف قیمتی در آن‌ها، زیاد نیست.

2. Augmented Dickey-Fuller test

۳. مقدار بحرانی آزمون ADF در سطح خطای ۵٪، ۲/۸۶- است.

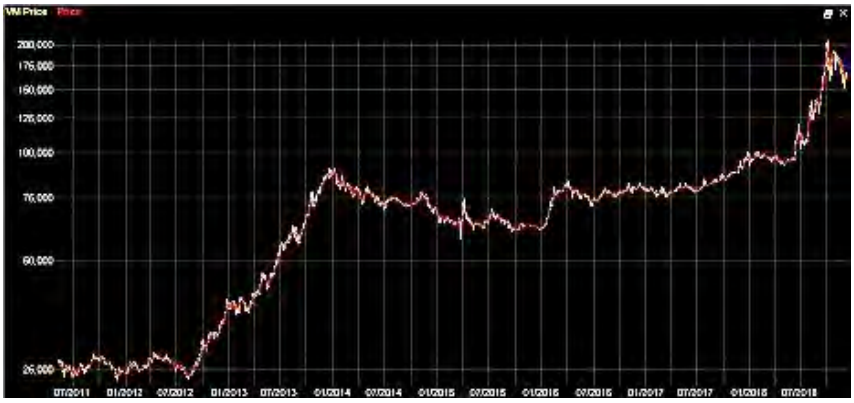
در بلندمدت به دلیل جریان مداوم اطلاعات، سرمایه‌گذاران و شرکت‌ها رفتار خود را در پاسخ به تغییرات قیمت تغییر می‌دهند. بدین ترتیب اگرچه نتایج شبیه‌سازی پژوهش حاضر از نظریه‌های آوری و زمسکی (۱۹۹۸) و دلانگ و همکاران (۱۹۹۰) مبنی بر اینکه رفتار توده‌ای باعث انحراف قیمت دارایی از ارزش ذاتی آن و مانع یادگیری ارزش ذاتی دارایی توسط سرمایه‌گذاران می‌شود، حمایت می‌کند ولی هیچ شواهدی از روند بی‌ثباتی قیمت و وجود حباب یا سقوط قیمت در بلندمدت وجود ندارد و ادعای دکامپز و لوو (۲۰۰۰) و فروت و آبسفلد[1] (۱۹۸۹) تائید می‌کند که در بلندمدت، قیمت دارایی درنهایت به ارزش ذاتی خود برمی‌گردد.

همان‌طور که بلانچارد و واتسون (۱۹۸۳) بیان می‌کنند، با فرض اینکه عدم قیمت‌گذاری صحیح دارایی با احتمال π تداوم یابد و با احتمال $1-\pi$ ناپدید شود، با فرض اینکه سرمایه‌گذاران ریسک گریز باشند، هم شتاب قیمتی و هم احتمال برگشت قیمت‌ها به ارزش ذاتی، بیشتر خواهد بود. ازآنجایی‌که عوامل مجازی، بازاری پویا و رقابتی را بر پایه اصل بقاء برترین ژن شبیه‌سازی کرده است و مشخصه چنین بازارهایی، جریان بزرگ سفارش و گاهی نوسان‌های قیمت پایین است، پس شواهد به‌دست‌آمده را می‌توان این‌چنین تعمیم داد که نوسان‌های زیاد در قیمت‌ها به‌احتمال‌زیاد در بازارهای کمتر فعال با جریان‌های کوچک سفارش (بازار غیر شناور یا شناور محدود) پدیدار می‌شود. بدین ترتیب فرضیه دوم تائید نمی‌شود.

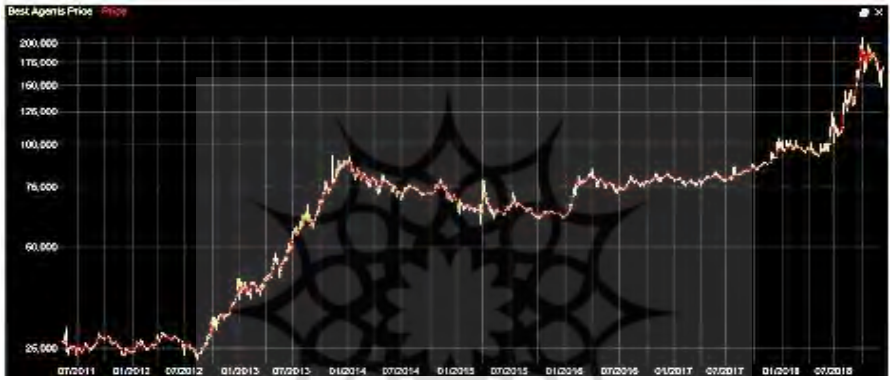


نمودار ۱. سری زمانی تخمینی شاخص کل توسط بهترین عوامل (نمودار زردرنگ) و قیمت‌های تاریخی (نمودار قرمزرنگ)- جمعیت بهترین عوامل ۵٪ کل جمعیت مجازی

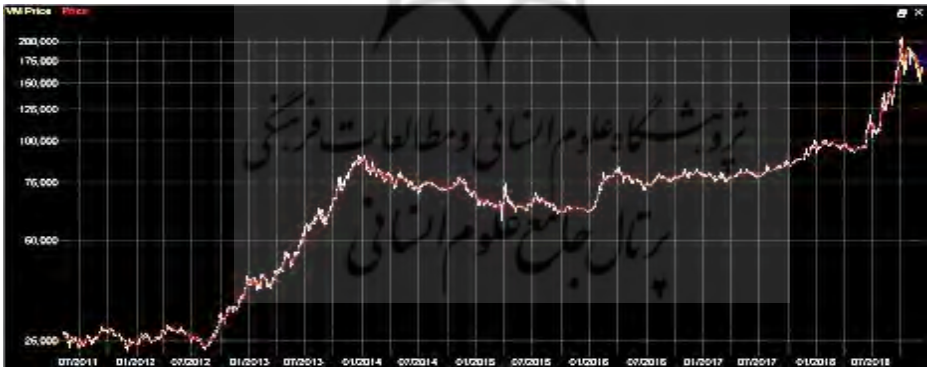
1. Froot & Obstfeld



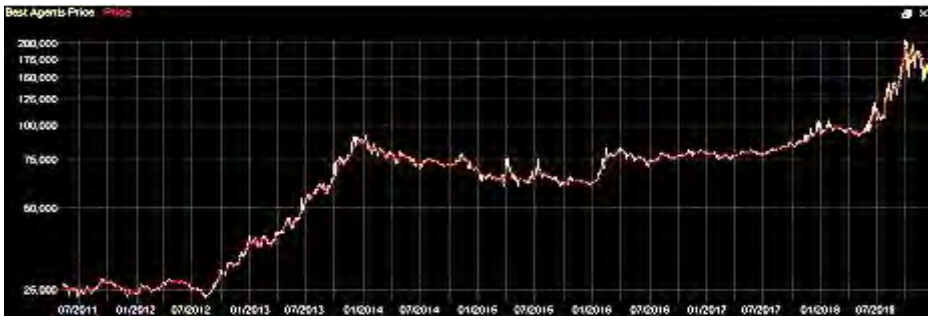
نمودار ۲. سری زمانی تخمینی شاخص کل توسط عوامل مجازی عادی (نمودار زردرنگ) و قیمت‌های تاریخی (نمودار قرمزرنگ)- جمعیت عوامل عادی ۹۵ درصد کل جمعیت مجازی



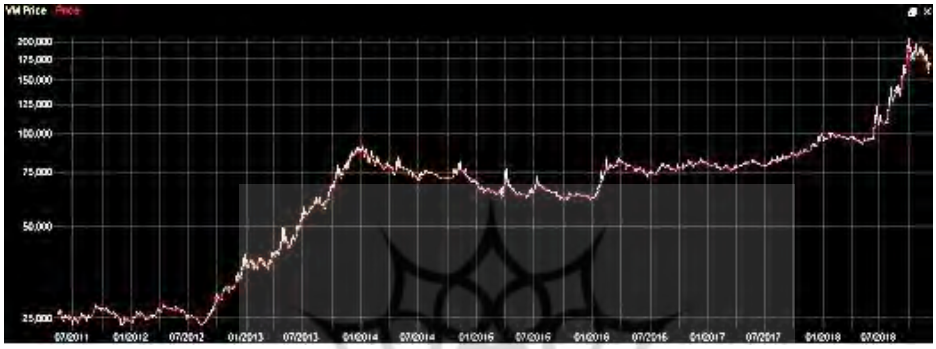
نمودار ۳. سری زمانی تخمینی شاخص کل توسط بهترین عوامل (نمودار زردرنگ) و مقایسه آن باقیمت‌های تاریخی (نمودار قرمزرنگ)- جمعیت بهترین عوامل ۱۰٪ کل جمعیت مجازی



نمودار ٤. سری زمانی تخمینی شاخص کل توسط عوامل مجازی عادی (نمودار زردرنگ) و مقایسه آن باقیمت‌های تاریخی (نمودار قرمزرنگ)- جمعیت عوامل عادی ۹۰ درصد کل جمعیت مجازی



نمودار ۵. سری زمانی تخمینی شاخص کل توسط بهترین عوامل (نمودار زردرنگ) و مقایسه آن باقیمت‌های تاریخی (نمودار قرمزرنگ)- جمعیت بهترین عوامل ۲۰٪ کل جمعیت مجازی



نمودار ٦. سری زمانی تخمینی شاخص کل توسط عوامل مجازی عادی (نمودار زردرنگ) و مقایسه آن باقیمت‌های تاریخی (نمودار قرمزرنگ)- جمعیت عوامل ۸۰ درصد کل جمعیت مجازی

نتیجه‌گیری و بحث

سهم اصلی این پژوهش پاسخگویی به پرسش‌های، آزمون تئوری‌ها و نظریه‌های موجود و ارائه شواهد به درستی تجربی (آزمایشگاهی) در خصوص پویایی بازار سرمایه، تورش رفتار جمعی و پدیده‌های غیرعادی پیرو آن با استفاده از فضای شبیه‌سازی مجازی، مبتنی بر روش STGP است. در پژوهش حاضر، تأکید بر اهمیت استفاده از مدل‌های عامل بنیان در مالی رفتاری است، بدین‌جهت که در یک فضای آزمایشگاهی و با امکان تغییر پارامترها، می‌توان رفتار سرمایه‌گذاران در سطح خرد (ازجمله پاسخ به تغییرات محیطی) را به پویایی بازار سرمایه در سطح کلان، پیوند داد. برتری خاص مدل آن است که داده‌های شبیه‌سازی‌شده، به‌صورت درون‌زاد و به طور ویژه توسط معاملات بین عوامل مجازی ایجاد می‌شود که با توجه به

برابرسنجی با قیمت‌های واقعی ابزارهای مالی مورد معامله، بیانگر آموزش مناسب مدل است و بر اعتبار نتایج آن صحه می‌گذارد.

به‌طورکلی پژوهش حاضر نشان می‌دهد که با استفاده از شبیه‌سازی بازار مجازی متشکل از دو گروه بهترین سرمایه‌گذاران و سرمایه‌گذاران عادی، با در نظر گرفتن تورش توده‌واری در فرآیند تصمیم‌گیری تحت ریسک، می‌توان درک دقیق‌تری از مکانیسم قیمت‌گذاری و کارایی بازار به دست آورد، پدیده‌های غیرعادی بازار، همچون حباب قیمتی را از حیث رفتاری توضیح داد، پیش‌بینی کرد و درنهایت بسیاری از تئوری‌های پیشین را به چالش کشید.

مطابق نتایج، داشتن تعداد بیشتری از عوامل (سرمایه‌گذاران) با گرایش‌ها و راهبردهای مبادلاتی متنوع، بروز رفتار توده‌ای را محدودتر می‌کند.

افزون بر آن نتایج بخشی از فرضیه MHT را تائید و بخشی دیگر را رد می‌کند، بدین ترتیب که اگرچه وجود بهترین معامله‌گران، به دلیل تولید فرزندان بهتر، منجر به کاهش توده‌واری و افزایش کارایی بازار می‌شود ولی این جمعیت، خود بدون تورش رفتار نمی‌کند و کاهش رفتار توده‌ای ناشی از فعالیت ایشان، در مقابل نتایج حاصل از تنوع ژنتیکی و افزایش عمق بازار، به‌مراتب اثر کمتری در افزایش کارایی دارد، با وجود اینکه شواهدی مبنی بر احتمال بیشتر وقوع توده‌واری در گروه سهام یا نوع خاصی از سهام وجود دارد. افزون بر آن در بازارهایی که رفتار توده‌ای بیشتری مشاهده می‌شود، به ویژه بازارهای مبتنی بر معامله بهترین عوامل، انحراف از قیمت ذاتی نیز بزرگ‌تر است، اگرچه این امر از دیدگاه کمیت، زیاد نیست و به تشکیل حباب یا سقوط قیمتی در بلندمدت منجر نمی‌شود و بیشتر بر ماهیت کوتاه‌مدت اثرات توده‌واری تأکید دارد. ازآنجایی‌که رفتار توده‌ای اثبات‌شده در بازارهای مجازی، منجر به انحراف‌های اساسی از قیمت‌های ذاتی و تشکیل حباب در بلندمدت نشده است، شواهد پژوهش حاضر به نحوی از پژوهش‌هایی حمایت می‌کند که مدعی‌اند حباب‌های تاریخی را می‌توان به‌صورت تعدیل انتظار از بازدهی آینده یک دارایی و نه پدیده توده‌واری توجیه کرد (بلانچارد و واتسون، ۱۹۸۳؛ کلاسنس و همکاران، ۲۰۱۴). درنهایت، در راستای نتایج به‌دست‌آمده، عامل اصلی پویایی و کارایی بازار، تنوع راهبردهای سرمایه‌گذاری، رقابت (عدم همگرایی نظرات و وجود انعطاف بیشتر در سازوکار شفاف‌سازی قیمت‌ها درنتیجه تنوع بیشتر) و تکامل (یادگیری از تجربه‌های گذشته) است. نتایج پژوهش حاضر سازگار با یافته‌های پژوهش روسا و همکاران (۲۰۲۰) ،

بیاندو (۲۰۱۹) ، ماناهو و هادسون (۲۰۱۳)، دکامپز و لوو (۲۰۰۰) و فروت و آبسفلد (۱۹۸۹) و در دوگانگی با یافته‌های اگیولاز و زیمرمن[1] (۲۰۰۰) و چن و یه (۱۹۹۹) است.

مورد مهم دیگر، سهم پژوهش حاضر در کمک به تبیین دوگانگی اثر ناشی از رفتار تقلید کورکورانه و سازگاری منطقی جمعیت موردمطالعه است. مناقشه‌ای که به اثر اقتصادی – اجتماعی بالقوه رفتار جمعی بر پویایی و کارایی بازار منعطف است (ولفرز و زیتزویتز[2]، ۲۰۰۴؛ پیترز[3]، ۲۰۱۸؛ بوتازی و گیاچینی[4]، ۲۰۱۹، دللیس[5] و همکاران، ۲۰۱۷).

درواقع اگرچه وجود رفتارهای تقلیدی در بازار سرمایه غیرقابل بحث است ولی مشاهده‌های تجربی بیانگر آن است که این امر می‌تواند به نفع پویایی بازار (در صورت سازگاری منطقی عوامل بازار) و یا به ضرر آن (در صورت رفتار تقلیدی کورکورانه) باشد. مدل لاکونیشوک (۱۹۹۲) به تنهایی بیانگر گرایش متوسط گروهی عوامل بازار برای خریدوفروش سهام است و جداسازی بین سازگاری منطقی و رفتار کورکورانه نشان نمی‌دهد. تحلیل‌های عددی پژوهش حاضر نشان می‌دهد هنگامی‌که تعامل اجتماعی بین عوامل بازار وجود دارد ولی هر عاملی راهبرد خاص و برآورد منحصربه‌فرد خود از قیمت‌های ذاتی را حفظ می‌کند، رفتار تقلیدی منجر به انحراف قیمتی عمده و عدم پویایی نمی‌شود، بدان جهت که هر عامل درعین‌حال که برآورد خود از قیمت ذاتی سهم را حفظ می‌کند، در همسویی با سایر عوامل بازار، واریانس قیمت مورد انتظار وی کاهش می‌یابد که این امر درنهایت، نوسان‌های پیرامون قیمت ذاتی را کاهش می‌دهد. ولی رفتار تقلیدی زمانی می‌تواند مضر باشد که اثر اجتماعی (جامعه‌پذیری) بر برآوردها و راهبردهای فرد چیره شود یعنی قیمت مورد انتظار عوامل بازار، سازگار باقیمت مورد انتظار بهترین عوامل (ثروتمندان بدان جهت که در پژوهش حاضر معیار تعریف بهترین عوامل برحسب میانگین متحرک ثروت تعریف شده است) باشد. در این حالت وقتی ثروتمندان قیمت ذاتی سهم را اشتباه برآورد می‌کنند، به دنبال تقلید سایر عوامل، انحراف بیشتری از قیمت‌های ذاتی پدیدار می‌شود. ازآنجایی‌که در پژوهش حاضر، ثروتمندان در گروهی مجزا از سایر عوامل معامله قرار داشته‌اند، بنابراین در گروه سایر عوامل مجازی، بیشتر شاهد تقلید به شکل سازگاری منطقی با تکامل بازار و درنهایت انحراف قیمتی کمتر و پویایی بهتر هستیم.

---

1. Eguluz & Zimmermann
2. Wolfers & Zitzewitz
3. Peeters
4. Bottazzi & Giachini
5. Delellis

پس با توجه به ماهیت بازار سرمایه به‌عنوان سیستمی اجتماعی و تأثیری که جامعه‌پذیری و تعامل بین عوامل بازار در برآورد قیمت ذاتی سهم دارد، راهبرد پیشنهادی برای مهار عدم پویایی بازار، تنظیم و کنترل توپولوژی شبکه سفارش‌های بازار توسط نهاد ناظر در حین آزاد بودن و افزایش حساسیت نسبت به جریان اطلاعات مفید بازار (برای یادگیری و تکامل عوامل) است، که از آن جمله می‌توان به افشا نشدن راهبردهای معاملاتی بهترین عوامل و یا متعادل‌سازی راهبردهای معاملاتی اعمال‌شده توسط عوامل برای اعمال مدیریت اثر قیمت بر سفارش‌های همچون کاهش تعداد مجاز موارد مشابه برای هر بار سفارش اشاره کرد.

درنهایت همان‌طور که گفته شد، نوسان‌های زیاد در قیمت‌ها به‌احتمال‌زیاد در بازارهای کمتر فعال با جریان کم اطلاعات و مقدار پایین سفارش (بازار غیر شناور یا شناور محدود) پدیدار می‌شود و در بازارهای فعال، باوجود انحرافات مقطعی سهام از ارزش‌های ذاتی، شاهد برگشت بازار به ارزش‌های ذاتی هستیم. بنابراین اگرچه سازوکارهایی همچون حذف و یا محدودیت نمایش میزان حجمی صف‌های خریدوفروش، به‌منظور سوق سهامداران به رفتار بنیادگرایی و جلوگیری از رفتار توده‌ای کورکورانه، پیشنهاد می‌شود ولی با توجه به نتایج، مورد مهم در حفظ کارایی بازار، شتاب انتشار اطلاعات، افزایش نقد شوندگی (از طریق کاهش زمان اعتبار هر سفارش، کاهش هزینه معاملات، افزایش میزان شناوری سهم با در نظر گرفتن حفظ قابلیت مدیریت شرکت، افزایش یا حذف دامنه نوسان قیمت سهم منوط به وجود بازار گردان فعال برای کنترل هیجان‌های نامتعارف) و درنهایت افزایش عمق بازار (از طریق افزایش ناهمگنی سرمایه‌گذاران هم از نوع نگرش و رفتار برای مشارکت در بازار و هم از دیدگاه راهبردهای معاملاتی) است.

سخن آخر اینکه با توجه به اهمیت پژوهش‌های عامل بنیان به دلیل امکان بررسی موردپژوهش به‌صورت کاملا تجربی و جبران ضعف روش‌های تحلیلی، می‌توان اثر تورش‌های رفتاری را بر بروز حقایق مسلم بازارهای مالی همچون نوسان‌های خوشه‌ای، اثرات اهرمی و دم‌های پهن بررسی کرد. افزون بر آن می‌توان با ورود و تعریف سایر عوامل مجازی همچون عوامل نوفه، چارتیست و غیره و نقش شبکه‌های اجتماعی در انتقال اطلاعات بین آن‌ها، مکانیسم و پویایی بازار را دقیق‌تر بررسی کرد. با توجه به حساسیت نتایج به الگوریتم مورداستفاده، می‌توان از سایر الگوریتم‌های یادگیری ماشین همچون بیزین، خوشه‌بندی K-Mean و مخلوط گاوسی GMM برای بررسی موضوعات پیش‌گفته استفاده کرد.

منابع

سعیدی، علی و مهری مهدوی راد. (۱۳۹۳). "رفتار توده‌وار در بین مدیران شرکت‌های سرمایه‌گذاری در بازار سرمایه ایران"، فصلنامه بورس اوراق بهادار، ۲۶، صص ۵۹-۷۴.

شمس، شهاب‌الدین و الهام جنگجو برازجانی. (۱۳۹۴). "بررسی مقایسه‌ای رفتار توده‌واری آگاهانه میان بازار اوراق بهادار تهران و بازارهای نوظهور و توسعه‌یافته"، فصلنامه بورس اوراق بهادار، ۲۹، صص ۲۳-۳۸.

مرادی، نسرین؛ باباجانی، جعفر و جواد عبادی. (۱۳۹۴). " بررسی رفتار توده‌وار در صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک در بورس اوراق بهادار تهران"، مطالعات تجربی حسابداری مالی، ۴۷، صص ۴۷-۷۱.

Alfarano, S. Lux, T. & Wagner, F. (2005). "Estimation of agent-based models: The case of an asymmetric herding model", Computer Economic, Vol. 26, pp. 19-49.

Avery, C. & Zemsky, P. (1998). "Multidimensional uncertainty and herd behavior in financial markets", The American Economic Review, Vol. 88, pp. 724–748.

Bikhchandani. S. & Sharma. S. (2001). "Herd behavior in financial markets". IMF Staff Papers, Vol. 47, Issue 3.

Biondo, A.E. (2019). ""Order book microstructure and policies for financial stability". Studies in Economics and Finance. https://doi.org/10.1108/SEF-04-2017-0087.

Biondo, A.E. (2019). "Learning to forecast, risk aversion, and microstructural aspects of financial stability". Economics: The Open-Access, 12 1–21.

Blackwell, C. (2011). "A Quasi-Experimental Test of the Marginal Trader Hypothesis",Kyklos, Vol. 64, No.4.

Blanchard, O.J. & Watson, M.W. (1983). "Bubbles, rational expectations and financial markets", NBER Working Paper Series, NO.945.

Bottazzi G, Giachini D. (2019). "Far from the madding crowd: collective wisdom in prediction markets". Quantitative Finance. 19. 9:1461–147.

Chen, S.H, & Yeh, C.H. (1999). "On the consequences of 'following the herd': - evidence from the artificial stock market", International Conference on Artificial Intelligence-IC-AI, pp. 388–394.

Cipriani, M. & Guarino, A. (2005). "Herd Behavior in a Laboratory Financial Market", The American Economic Review, Vol. 95, No. 5, pp. 1427-1443.

Cont, R. & Bouchaud, J.P. (2000). "Herd behavior and aggregate fluctuations in financial markets", Macroeconomic Dynamics, Vol. 4, pp.170–196..

Davis, J. (2013), "The emergence of agent-based modelling in economics: individuals come down to bits", Filosofía de la Economía, Vol. 1 No. 2, pp. 229-246.

Decamps, J.P. & Lovo, S. (2000). "Risk aversion and herd behavior in financial markets", Finance and Economics Department, The University of Toulouse.

DeLellis P, DiMeglio A, Garofalo F, Lo Iudice F. (2017). "The evolving cobweb of relations among partially rational investors". PloS One. 12. 2:e0171891.

DeLong, J.B. Shleifer, A. Summers, L. & Waldman, R. (1990). "Noise trader risk in financial markets", Journal of Political Economy, Vol. 98, Issue 4, pp. 703–738.

Devenow, A. & Welch, I. (1996). "Rational herding in financial economics", European Economic Review, Vol. 40, Issue 3–5, pp. 603–615.

Eguiluz, V. M. & Zimmermann, M. G. (2000). "Transmission of information and herd behavior: an application to financial markets", Physic Review Letter, Vol. 85, pp. 5659-5666.

Ezzat, H.M. (2020). "Behavioral agent-based framework for interacting financial markets". Review of Economics and Political Science. Vol.5, No. 2, pp: 94-115.

Forsythe, R. Nelson, F. Neumann, G.R. & Wright, J. (1992). "Anatomy of an experimental political stock market", The American Economic Review, Vol. 82, Issue 5, pp.1142–1161.

Froot, K.A. & Obstfeld, M. (1989). "Intrinsic bubbles: the case of stock prices", NBER Working Paper, p. 3091.

Higachi, H.Y. De Faria, A.C.C. Sbicca, A. and Kato, J. (2020). "Anchoring Heuristics, Investor Sentiment and Stylized Facts in the Stock Market: An Agent Based Model". Theoretical Economics Letters, 10, 198-217.

Krichene, H. & El-Aroui, M.A. (2018). "Artiifcial stock markets with different. maturity levels: simulation of information asymmetry and herd behavior using agent-based and network models", Journal of Economic Interaction and Coordination, Vol. 13, Issue 3, pp.511–535.

Lakonishok, J. Shleifer, A. & Vishny, R.W. (1992). "The impact of institutional trading on stock prices", Journal of Financial Economics, Vol. 32, pp. 23–43.

LeRoy, S.F. (2004). "Rational exuberance", Journal of Economic Literature, Vol. 42, pp.783–804.

Lo, A.W. (2005). "Reconciling efficient markets with behavioral finance: The adaptive markets hypothesis", Investment Consult, Vol. 7, pp. 21–44.

Manahov, V. & Hudson, R. (2013). "Herd behavior experimental testing in laboratory artificial stock market settings. Behavioral foundations of stylized facts of financial returns", Physica A, No.392, pp.4351–4372.

McAleer, M. & Randalj, K. (2013). "Herding, Information Cascades and Volatility Spillovers in Futures Markets", Journal of Reviews on Global Economics, vol. 2, pp. 307-329.

Moradi, Nasrin; Babajani, Jafar and Javad Ebadi. (2016)." Investigating the herding behavior of joint ventures in Tehran Stock Exchange" Empirical Studies in Financial Accounting, 47, pp. 47-71. (In Persian).

Peeters T. (2018). "Testing the Wisdom of Crowds in the field: Transfermarkt valuations and international soccer results". International Journal of Forecasting. 34. 1:17–29.

Petit, J. J. G. Lafuente, E. V. & Vieites, A. R. (2019). "How information technologies shape investor sentiment: A web based investor sentiment index", Borsa Istanbul Review, Vol.19, Issue 2, pp. 95-105.

Ponta, L. Raberto, M. & Cincotti, S. (2011). "A multi-assets artiifcial stock market with zer. - intelligence traders, Euro physics Letter, Vol. 93, No. 28002.

Pruna R.T. Polukarov M. Jennings N.R. (2019). "Loss aversion in an agent-based asset pricing model". Quantitative Finance. 20. 2. 1-16.

Pruna, R. Polukarov, M. Jennings, N. (2020). "Loss aversion in an agent-based asset pricing model". Quantitative Finance, Vol. 20, No. 2, pp: 275-290.

Rossa F. D, Giannini, L. DeLellis, P. (2020). "Herdingor wisdom of the crowd? Controlling efficiency in a partially rational financial market. PLoS ONE. 15. 9. https://doi. org/10.1371/journal.pone.0239132.

Saeedi, Ali and Mehri Mahdavi Rad. (2014). "Mass Behavior among Managers of Investment Companies in the Iranian Capital Market", Quarterly Journal of the Stock Exchange, 26, pp. 59-74. (In Persian).

Scharfstein, D.S. & Stein, J.C. (1990).”Herd behavior and investment”, American Economic Review, Vol. 80, pp. 465–479.

Schinckus, C. (2019), "Agent-based modelling and economic complexity: a diversified perspective", Journal of Asian Business and Economic Studies, Vol. 26 No. 2, pp. 170-188.

Schmitt, N. & Westerhoff, F. (2017). “Herding behavior and volatility clustering in financial market”, Quantitative Finance, Vol. 17, Issue 8, pp.1187-1203.

Schmitt, N. Schwartz, I. & Westerhoff, F. (2020). “Heterogeneous speculators and stock market dynamics: A simple agent-based computational model”, Bamberg Economic Research Group Working Paper Series. 160, ISBN 978-3-943153-81-1.

Shams, Shahabuddin and Elham Jangjoo Borazjani. (2016). "Comparative study of conscious mass behavior between Tehran stock market and emerging and developed markets", Quarterly Journal of Stock Exchange, 29, pp. 23-38. (In Persian).

Shiller.R. (2000). “Irrational Exuberance”.Princeton University, Princeton NJ.

Tedeschi, G. Lori, G. & Gallegati. M. (2012). “Herding effects in order driven markets: The rise and fall of gurus”, Journal of Economic Behavior & Organization, Vol. 81, pp.82– 96.

Wang, L. Ahn, K. Kim, C. & Ha. C. (2018). “Agent-based models in financial market studies”, Journal of Physics: Conference Series, No. 1039 012022, doi:10.1088/1742-6596/1039/1/012022.

Witkam, j. (2013). “Altreva Adaptive Modeller, User’s Guide”, [online] Available from http://altreva.com/Adaptive_Modeler_Users_Guide.htm.

Wolfers J, Zitzewitz E. (2004). “Prediction markets”. Journal of Economic Perspectives. 18. 2:107–126.

COPYRIGHTS

© 2022 Securities and Exchange Organization, Tehran, Iran.This license lets others remix, tweak, and build upon your work non-commercially, and although their new works must also acknowledge you and be non-commercial, they don’t have to license their derivative works on the same terms.