فصلنامه علمی اقتصاد و بانکداری اسلامی، شماره پنجاه و چهارم، بهار ۱۴۰۵- صفحات ۴۱۴-۳۹۵

بهبود دقت پیش‌بینی نوسانات بازار مالی با ترکیب مدل حرکت قطره آب و شبکه‌های عصبی

نوع مقاله: پژوهشی

ریحانه صراف‌نژاد[۱]
فریدن اوحدی[۲]
مهدی معدنچی زاج[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۳/۲۹

چکیده

پیش‌بینی نوسانات قیمت سهام و نرخ ارز از موضوعات کلیدی برای فعالان اقتصادی، سرمایه‌گذاران و سیاست‌گذاران است. اگرچه روش‌های آماری سری زمانی به‌طور گسترده در این زمینه استفاده شده‌اند، اما این روش‌ها با محدودیت‌هایی مانند فرضیات ساده‌سازی و کاهش دقت در شرایط پیچیده روبه‌رو هستند. در این تحقیق، توانایی روش‌های عددی نوین، به‌ویژه الگوریتم حرکت قطره، در پیش‌بینی نوسانات قیمت سهام بررسی و با روش‌های آماری سری زمانی مقایسه شد. ابتدا مرور جامعی بر ادبیات مرتبط با روش‌های عددی جدید صورت گرفت و سپس الگوریتم حرکت قطره بر داده‌های شاخص قیمت سهام بورس اوراق بهادار تهران پیاده‌سازی گردید. نتایج تحلیل‌ها نشان داد که این الگوریتم در پیش‌بینی نوسانات، به‌ویژه در شرایط نوسانات غیرخطی و پیچیده، عملکرد بهتری نسبت به روش‌های سری زمانی دارد و دقت پیش‌بینی را به میزان قابل‌توجهی افزایش می‌دهد. همچنین، این روش توانایی بیشتری در شناسایی روندهای کوتاه‌مدت بازار نشان داد. یافته‌ها حاکی از پتانسیل بالای روش‌های عددی در پیش‌بینی نوسانات مالی است و پیشنهاد می‌شود این روش‌ها در حوزه‌های دیگر اقتصادی و مالی نیز مورد بررسی قرار گیرند. این تحقیق با ارائه رویکردی نوین به حوزه پیش‌بینی‌های مالی، به‌کارگیری روش‌های عددی را به‌عنوان ابزار تکمیلی برای تحلیل‌های مالی پیشنهاد می‌کند.

---

[۱] دانشجوی دکتری، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
Reyhane.saraf@gmail.com

[۲] استادیار گروه حسابداری، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران (نویسنده مسئول)
fohddi@yahoo.com

[۳] گروه مدیریت مالی، دانشکده مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران
madanchi@iauec.ac.ir

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-07-06]

واژگان کلیدی: پیش‌بینی، نوسانات قیمت سهام، الگوریتم قطره، روش‌های عددی، روش‌های آماری سری زمانی

طبقه بندی JEL: C53, E32, H54

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-07-06]

مقدمه

بازارهای مالی با توجه به سهم و ارزش آن‌ها در اقتصاد و حجم معاملات از اهمیت خاصی در میان سایر بازارها برخوردار می باشند؛ اما اهمیت این بازارها فقط در حجم بالای معاملات و ارزش بالای آن‌ها نیست؛ بلکه از آن جهت برای مدیران مالی با اهمیت است که این بازار، امکان تهیه و تأمین وجوه موردنیاز اشخاص را از منابع مختلفی همچون مؤسسات مالی از طریق ابزار مالی فراهم می‌آورد. با توجه به اهمیت اقتصادی و مالی آن‌ها، توانایی پیش‌بینی نوسانات قیمت‌های بازارهای مالی در بورس کالا یک چالش عمده است. در این زمینه، توانایی پیش‌بینی تلاطم با دقت بیشتر برای بازارهای کالایی و اقتصاد جهانی مهم است (Tully & Lucey, 2007).

پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی همواره از موضوعات مهم برای فعالان اقتصادی، سرمایه‌گذاران و سیاست‌گذاران کلان اقتصادی کشورها بوده است. اهمیت این مسئله در گرو تأثیرگذاری آن بر تصمیم‌گیری‌های کلیدی و تحلیل آینده اقتصادی کشورها است. همچنین مدل‌هایی که برای شبیه‌سازی و پیش‌بینی متغیرهای مختلف اقتصادی مورد استفاده قرار می‌گیرند، نقش اساسی در افزایش دقت پیش‌بینی‌ها ایفا می‌کنند. این مدل‌ها می‌توانند منجر به پیش‌بینی‌هایی با صحت متفاوت شوند (Davidson, 2004). یکی از متغیرهای اقتصادی مهم در کشور ما، نرخ ارز است که به‌عنوان شاخصی برای ارزیابی شرایط اقتصادی داخلی کشورها شناخته می‌شود. تغییرات نرخ ارز حاوی پیام‌های کلیدی برای سرمایه‌گذاران و سیاست‌گذاران اقتصادی است. از سوی دیگر، شاخص قیمت سهام نیز به‌عنوان یکی از دارایی‌های مالی، همواره در شرایط اقتصادی مختلف موردتوجه سرمایه‌گذاران بوده است (محمدی‌اقدم و قوام، ۱۳۹۵).

سیستم‌های دینامیکی پیچیده امروزه به طور فزاینده‌ای با حوزه‌های مالی، صنعت، اقتصاد و حتی علوم مرتبط با علوم اعصاب ارتباط یافته‌اند. تحلیل چنین سیستم‌هایی به دلیل ماهیت پیچیده و پویا، اگرچه دشوار است، اما در عین حال امکان‌پذیر بوده و برای محققان اهمیت زیادی دارد (Cao, 2007). برای پیش‌بینی حرکت و نوسانات شاخص قیمت سهام، محققان قواعد مختلفی را مورد توجه قرار داده و طی چند دهه گذشته از مدل‌های آماری سری زمانی برای بررسی و پیش‌بینی این نوسانات بهره گرفته‌اند. با این حال، کاربرد این مدل‌ها نیازمند رعایت شرایطی مانند پایایی سری زمانی و فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها است. عدم رعایت این شرایط می‌تواند دقت و اعتبار پیش‌بینی‌ها را تحت تأثیر قرار دهد. به‌ویژه، پایایی در سری‌های زمانی به معنای نبود ریشه واحد در معادله خودرگرسیو است و وجود ریشه‌ای در بازه ۱ تا ۱- یک قید مهم در بررسی‌های آماری محسوب می‌شود (Vortelinos, 2017).

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-07-06]

هدف این پژوهش پرداختن به تکنیک‌های جدید ارزیابی حرکت شاخص قیمت سهام و نرخ ارز و مقایسه قدرت توضیح‌دهندگی آن‌ها با مدل‌های آماری منتخب سری زمانی است. چنین تحلیل‌هایی با توجه به ماهیت پیچیده‌شان نیازمند استفاده از تخصص‌های مختلف بوده و منجر به ایجاد ادبیات جدید و میان‌رشته‌ای بسیاری شده‌اند.

تحلیل سیستم‌های دینامیکی به روش‌های آماری عموماً نیازمند رعایت شرط نرمال بودن یا پایایی است. پژوهش حاضر با طرح این فرضیه که به‌جای انجام تفاضل‌گیری و پایاسازی متغیر تصادفی، می‌توان تحلیل متغیر تصادفی را بدون فرض نرمال بودن توزیع آن انجام داد، قصد دارد از روش‌های حل عددی به‌جای برآوردهای آماری استفاده کند. امروزه با وجود نرم‌افزارهایی مانند متلب، امکان تحلیل دقیق سیگنال سری‌هایی مانند قیمت سهام فراهم شده است. این در حالی است که پیش از ظهور چنین نرم‌افزارهایی، تحلیل‌های آماری بر روش‌های عددی برتری داشتند. پژوهش‌های اخیر مانند مطالعه (Arias-Calluari et al., 2019) نشان داده‌اند که تکنیک‌های حل عددی می‌توانند برای تحلیل سری‌های زمانی با توزیع‌های غیرنرمال بسیار مفید باشند.

این پژوهش با استفاده از الگوریتم‌های عددی مانند مدل حرکت قطره، به بررسی بورس اوراق بهادار تهران و نرخ ارز پرداخته و با روش‌های آماری سنتی مقایسه می‌کند. همچنین، این تحقیق به مطالعه ادبیات مدل‌های حل عددی مانند مدل کسری حرکت قطره برای کشف جهت حرکت روند و روندزدایی از سری‌های زمانی ناپایا می‌پردازد. این نوع تحلیل، رویکردی نوین در تحلیل حرکت سری‌های زمانی به شمار می‌رود. در این پژوهش، مسیریابی سری زمانی با استفاده از دو جمله حرکت بررسی خواهد شد؛ جملاتی که در مطالعه (Arias-Calluari et al., 2019). به جمله "حرکت قطره" معروف شده‌اند. بخش دیگری از این تحقیق به تحلیل ساختار هندسی حرکت قطره و استفاده از مدل میانگین متحرک برای روندزدایی از شاخص قیمت سهام و نرخ ارز اختصاص دارد. این پژوهش همچنین به دنبال پاسخ به این سؤال است که آیا با استفاده از تابع هارست برای انباشت اطلاعات بلندمدت سری زمانی می‌توان مدل حرکت قطره را حل کرد یا خیر.

در نهایت، این پژوهش با مقایسه روش‌های عددی و آماری در پیش‌بینی نوسانات قیمت سهام و نرخ ارز، به بررسی این سؤال می‌پردازد که آیا دقت پیش‌بینی روش‌های عددی در مقایسه با برآوردگرهای آماری مانند مدل‌های سری زمانی بیشتر است یا خیر.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-07-06]

۱- پیشینه پژوهش

مقاله ژنگ[۱] (۲۰۲۴) با بهره‌گیری از نظریه آشوب در فیزیک، به بررسی شباهت‌ها و تفاوت‌های نوسانات بازار مالی و پدیده‌های آشفته در سطح فیزیک آماری می‌پردازد. با ترسیم قیاسی میان دینامیک بازارهای مالی و آشفتگی سیالات، چارچوبی تحلیلی نوآورانه برای افزایش درک پیچیدگی ذاتی بازارهای مالی توسعه یافته است. روش‌شناسی تحقیق شامل تحلیل مقایسه‌ای چندین شاخص بورس سهام ملی و سری‌های زمانی سرعت آشفته شبیه‌سازی شده است، با تمرکز ویژه بر خواص آماری کلیدی مانند توزیع احتمال، ساختارهای همبستگی و چگالی طیفی توان. علاوه بر این، مدلی برای جریان سرمایه بازار مالی ایجاد شده و راهکارهای متناظر با آن پیشنهاد شده است. از طریق شبیه‌سازی‌های محاسباتی و تحلیل داده‌ها، مشخص شد که نوسانات بازار مالی برخی از ویژگی‌های آماری را با آشفتگی به اشتراک می‌گذارد، اما تفاوت‌های قابل توجهی در شکل توزیع احتمال و مقیاس‌های زمانی همبستگی وجود دارد. این نشان می‌دهد که اگرچه بازارهای مالی الگوهایی مشابه آشفتگی را نشان می‌دهند، اما به عنوان یک سیستم پیچیده چندمتغیره، الگوهای رفتاری آن‌ها کاملاً با پدیده‌های آشفتگی طبیعی مطابقت ندارد و محدودیت‌های اعمال مستقیم نظریه آشوب بر تحلیل بازار مالی را برجسته می‌کند. علاوه بر این، مطالعه استفاده از منحنی‌های بزیه را برای شبیه‌سازی نوسانات بازار بررسی می‌کند و بر اساس این تحلیل‌ها، استراتژی‌های معاملاتی را تدوین می‌کند که کاربردهای عملی در مدیریت ریسک را نشان می‌دهند. این تحقیق دیدگاه‌های جدیدی را برای حوزه‌های نظریه بازار مالی و اکونوفیزیک ارائه می‌کند و بینش‌های جدیدی در مورد پیچیدگی بازارهای مالی و پیشگیری و مدیریت ریسک‌های مالی ارائه می‌دهد.

پژوهش داماک[۲] (۲۰۲۴) به بررسی تأثیرات بحران‌های اخیر بر رفتار سرمایه‌گذاران در بازار اختیار معاملات ارزی، با تمرکز ویژه بر رابطه با نرخ‌های ارز پایه، می‌پردازد. با تجزیه و تحلیل داده‌های روزانه جفت اختیار خرید EUR/USD از ۴ مه ۲۰۱۱ تا ۱۹ ژوئن ۲۰۲۳، از الگوریتم ژنتیک برای محاسبه نوسانات تصادفی مطابق با مدل گارمن و کولهاگن استفاده می‌شود. از طریق کاربرد مدل STAR، تغییرات رفتار سرمایه‌گذاران در دوره‌های مختلف بحران شناسایی شد. این تغییرات به عدم تقارن ذاتی در داده‌های سری زمانی مرتبط است و استراتژی‌های متنوع انواع مختلف سرمایه‌گذاران، مانند بنیادی‌گرایان و تکنیکالیست‌ها را نشان می‌دهد. یافته‌ها نشان می‌دهد که چگونه هر گروه سرمایه‌گذاری رویکرد خود را با این عدم تقارن‌های بازار تنظیم می‌کند و استراتژی‌ها و پاسخ‌های متمایزی را به شرایط نوسان بازار و بحران‌ها نشان می‌دهد. این مطالعه با

---

[۱] Zheng

[۲] Dammak

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-07-06]

ارائه درک دقیق‌تری از چگونگی تأثیر بحران‌ها بر رفتار سرمایه‌گذاران و دینامیک بازارهای ارز، به ادبیات مالی کمک می‌کند. در نهایت، این مطالعه بر پیچیدگی‌های رفتار سرمایه‌گذاران در دوران چالش‌های اقتصادی نور می‌افکند.

نوسانات بازار مالی در اوایل ماه اوت با باز شدن معاملات اهرمی در بازارهای سهام و ارز، واکنش اولیه را به انتشار داده‌های منفی کلان اقتصادی در ایالات متحده تشدید کرد. سپس بازارها به سرعت تثبیت شدند و نوسانات کاهش یافت. معاملات حمل و نقل ارز به شدت تحت تأثیر فشارهای کاهش اهرم قرار گرفتند. اندازه کلی آن‌ها دشوار است. برآوردهای مختلف بر اساس فعالیت‌های درون ترازنامه و خارج از ترازنامه، میانگین تقریبی ۴۰ تریلیون ین (۲۵۰ میلیارد دلار) را قبل از وقوع رویداد نشان می‌دهد که در صورت وجود هرگونه مغایرت، به دلیل شکاف‌های داده‌ای پایین است. این رویداد نمونه دیگری از نوسانات تشدید شده توسط کاهش اهرم پروسیکلیک و افزایش حاشیه بود. اگرچه این بار از اختلال آشکار بازار جلوگیری شد، اما ویژگی‌های ساختاری سیستم که چنین حوادثی را تقویت می‌کند، مستحق توجه مداوم سیاست‌گذاران است (آکیلینا[۱]، ۲۰۲۴).

تعریف دقیق، اندازه‌گیری و کاهش ریسک، سنگ بنای مدیریت ریسک مالی، به‌ویژه در حضور سرایت مالی است. روش‌های ارزیابی ریسک سنتی مبتنی بر همبستگی، اغلب در شرایط نوسانات بازار، به‌ویژه در مواجهه با شوک‌های خارجی، با مشکل مواجه می‌شوند و نشان‌دهنده نیاز به رویکرد پیش‌بینی قوی‌تر و ثابت‌تر هستند. مقاله ریگانا[۲] (۲۰۲۴) ، "ارزش در معرض خطر سرایت شبکه علیتی" (Causal-NECO VaR) را معرفی می‌کند، یک روش‌شناسی جدید که استنباط علیتی را در تحلیل ریسک مالی به‌طور قابل‌توجهی پیش می‌برد. با در آغوش گرفتن چارچوب شبکه علیتی، این روش به‌طور ماهرانه اثرات نوسان و سرایت را ثبت و تجزیه و تحلیل می‌کند و آن را به‌طور مؤثری از مدل‌های VaR مبتنی بر سرایت معمولی متمایز می‌کند. نوآوری کلیدی Causal-NECO VaR در توانایی آن برای استخراج تأثیرات جهت‌دار بین دارایی‌ها از داده‌های مشاهده‌ای نهفته است و در نتیجه پیش‌بینی‌های ریسک قوی ارائه می‌دهد که نسبت به شوک‌های بازار و تغییرات سیستمیک ثابت می‌مانند. یک مطالعه شبیه‌سازی جامع و کاربرد آن در بازار فارکس، پایداری روش را نشان می‌دهد. Causal-NECO VaR نه تنها دقت پیش‌بینی را نشان می‌دهد، بلکه قابلیت اطمینان خود را در محیط‌های مالی ناپایدار حفظ می‌کند و ارزیابی‌های ریسک واضح‌تری حتی در میان اختلالات غیرمنتظره بازار ارائه می‌دهد. این تحقیق سهم قابل‌توجهی در زمینه مدیریت ریسک و ثبات مالی دارد و رویکرد علیتی را برای محاسبه VaR ارائه می‌دهد. این

[۱] Aquilina

[۲] Rigana

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-07-06]

مقاله بر انعطاف‌پذیری برتر مدل و قدرت پیش‌بینی ثابت آن، که برای پیمایش پیچیدگی‌های بازارهای مالی در حال تحول امروز ضروری است، تأکید می‌کند.

در مطالعات داخلی، شاکری و همکاران(۱۴۰۰) در مطالعه ای به بررسی سرایت تلاطم بین بازارهای مالی کشورهای منتخب اسلامی صادرکننده نفت: الگوی تلاطم تصادفی عاملی چند متغیره پرداختند. نتایج نشان می دهد فرضیه اصلی مقاله مبنی بر سرایت تلاطم بین بازارهای مالی کشورهای اسلامی صادرکننده نفت عضو اوپک از روند تصادفی مشترک و یکسانی تبعیت می کند؛ برای کشورهای امارات متحده عربی، عربستان و قطر صدق کرده، اما برای کشورهای ایران و نیجریه صادق نیست. بنابراین، متنوع سازی سبد دارایی بین بازارها در بلندمدت برای سرمایه گذاران ایرانی در بازارهای مالی کشورهای اسلامی عضو اوپک می تواند ریسک سرمایه گذاری را کاهش دهد و با توجه به شرایط تحریم، این اقتصادها می توانند مقصد سرمایه گذاری برای ایرانیان باشند.

ابونوری و همکاران(۱۳۹۹) اثرات نامتقارن تلاطم در بازار سهام ایران و امارات را بررسی کرده اند. انتخاب الگوی مناسب برای پیش بینی صحیح تلاطم در این بازارها بسیار حایز اهمیت می باشد. در تحقیق آن‌ها با نگرشی جدید جهت آزمون اثر نامتقارن تلاطم، بخش واریانس شرطی (تلاطم) نامتقارن به مدلGARCH (1، 1) بلرسلو (۱۹۸۶) اضافه گردید. سپس این مدل با استفاده از اطلاعات شاخص هفتگی بازار سهام ایران و امارات در بازه زمانی ۱۵ دسامبر ۲۰۰۸ تا ۱۰ آوریل ۲۰۱۷ بصورت مجزا برآورد شدند. براساس نتایج، وجود اثرات نامتقارن افزایش و کاهش تلاطم دوره قبل بر تلاطم دوره جاری بازدهی سهام، در بازار سهام امارات تایید گردید و در مقابل این اثرات نامتقارن در بازار سهام ایران پذیرفته نشد. برای ارزیابی دقت پیش-بینی تلاطم در مدل گارچ نامتقارن در مقایسه با مدل گارچ متقارن در بازار سهام امارات، "شاخص جذر میانگین مجذور خطا" و "ضریب نابرابری تایل" برای این دو مدل در این دوره محاسبه شدند که هر دو شاخص برتری نسبی مدل گارچ نامتقارن بر مدل متقارن در این بازار را تایید می نماید بنابراین الگوی مناسب جهت پیش بینی تلاطم در بازار سهام امارات، مدل نامتقارن می باشد.

خدایاری و همکاران(۱۳۹۹) به تلاطم به مقایسه برآورد تلاطم بازارهای مالی با استفاده از مدل رگرسیون و مدل شبکه عصبی پرداختند. تلاطم در بازارهای مالی نقشی کلیدی ایفا می کند، بنابراین ان را باید شناخت واندازه گیری و پیش بینی کرد و برنامه ای در نظر گرفت که بتوان تلاطم بازار را که بر تصمیم سرمایه گذاران تاثیر دارد را مدیریت نمود. با توجه به اهمیت پیش بینی تلاطم بازار، هدف اصلی پژوهش حاضر مقایسه دو روش پیش بینی تلاطم بازار است. نتایج این پژوهش نشان داد که ترکیب شبکه عصبی مصنوعی و نسبت های مالی قابلیت پیش بینی تلاطم

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-07-06]

بازار سرمایه گذاری را دارند و با توجه به مجموع مجذور خطا مدل ارائه شده با استفاده از شبکه عصبی در این پژوهش عملکرد بهتری در پیش بینی تلاطم بازار سرمایه گذاری نسبت به رگرسیون خطی دارد.

رستمی و همکاران(۱۳۹۹) به مدل سازی بیزی تلاطم بازده سهام با مدل های گارچ متقارن و نامتقارن پرداختنه اند. پژوهش ها در زمینه ی ارایه مدل های اقتصادسنجی که قادر به پیش بینی تلاطم باشند با معرفی مدل آرچ توسط انگل (۱۹۸۲) به ثمر نشست. با وجود این موفقیت اولیه، تخمین این مدل ها که به طور گسترده با روش حداکثر راستنمایی انجام می شود حاوی ضعف های اساسی است. در این زمینه می توان به مواردی همچون ناشناخته بودن خواص مجانبی آزمون های ریشه واحد در حضور اثراتARCH ، نرمال نبودن توزیع مجانبی برآوردگرها به دلیل ویژگی دم پهنی توزیع داده های مالی و نحوه انتخاب مدل تلاطم بر اساس معیارهای اطلاعاتی بدون توجه به درجه عدم قطعیت مدل ها و تنها بر اساس تنظیم وقفه ها اشاره کرد. پیامد این موارد ایجاد نتایج نامطلوب در زمینه پیش بینی و نامعتبر بودن آزمون فرضیه ها است. نظر به اهمیت مدل سازی و پیش بینی تلاطم در بازارهای مالی، در پژوهش حاضر از شیوه استنباط بیزی استفاده می شود. این شیوه، علاوه بر حل مشکلات یاد شده، محققین را قادر به ارزیابی میزان احتمال صحت مدل می نماید. به منظور انطباق بیشتر مدل سازی ها با واقعیت داده های مالی، در این پژوهش از توزیع t به عنوان توزیع حاشیه ای بازده استفاده شده است. نتایج این پژوهش نشان می دهد که در بورس تهران به احتمال ۶۸٪ نیمه عمر تلاطم حدود ۲۷ روز است. همچنین با احتمال بیش از ۵۰٪ وجود اثر اهرمی در این بازار تایید شده است. همچنین، با استفاده از معیار انحراف اطلاعاتی بیزی الگوی GJR-GARCH به عنوان بهترین مدل برای پیش بینی تلاطم در بازار سهام انتخاب می شود.

رستمی و مکیان(۱۳۹۹) مدل سازی تلاطم بازده سهام با روش مدل های فضای حالت غیرخطی متقارن و نامتقارن: مطالعه موردی بورس تهران را انجام داده اند. پژوهش آنان به مدل سازی تلاطم در بازده سهام ۵۰ شرکت فعال بورس تهران با استفاده از روش های متقارن و نامتقارن تلاطم تصادفی می پردازد که تفاوت آنها در وجود اثر اهرمی است. مقایسه تجربی این دو مدل با محاسبه احتمال پسین صحت هر مدل با استفاده از روش بیزی MCMC نشان دهنده برتری چشم گیر مدل نامتقارن ASV است. نتایج در هر دو مدل متقارن و نامتقارن نشان دهنده پایداری بسیار بالای امواج تلاطمی تولید شده توسط شوک های وارد آمده بر بازده سهام است. لذا، تغییرات بازده بازار بورس تهران به دلیل این پایداری بالا پیش بینی پذیر خواهد بود.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-07-06]

صادقی و همکاران(۱۳۹۸) در پژوهش خود بیان داشتند که متغیرهایی مانند نرخ طلا و ارز دارای اهمیت زیادی برای فعالان اقتصادی هستند و هدف پژوهش حاضر پیش‌بینی نرخ دلار آمریکا و قیمت سکه طلا در بازار آزاد ایران تعیین شده است. پیش‌بینی مذکور توسط مدل حرکت براونی هندسی صورت پذیرفت و داده‌های پژوهش در بازه زمانی ابتدای سال ۱۳۹۲ تا انتهای سال ۱۳۹۵ جمع‌آوری و تحلیل گردید. همچنین پیش‌بینی برای هر کدام از سری‌های زمانی تحت مطالعه، در افق‌های مختلف پیش‌بینی شامل دوره زمانی ۷، ۱۴، ۲۱، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۸۰ و ۳۶۰ روزه انجام گرفت. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که مدل حرکت براونی هندسی مطابق با معیار میانگین قدر مطلق درصد خطا می‌تواند قیمت‌ها را با صحت بالا شبیه‌سازی نماید. از دیگر نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر این است که با توجه به ده معیار متفاوت صحت پیش‌بینی، مشخص می‌شود که با افزایش افق زمانی پیش‌بینی توانایی مدل GBM در انجام شبیه‌سازی کاهش می‌یابد.

جدول ۱ خلاصه مطالعات خارجی

محقق/محققین(سال)	عنوان	روش	نتایج
ژنگ (۲۰۲۴)	بررسی شباهت‌ها و تفاوت‌های نوسانات بازار مالی و پدیده‌های آشفته	تحلیل مقایسه‌ای شاخص‌های بورس، سری‌های زمانی سرعت آشفته، شبیه‌سازی محاسباتی	نوسانات بازار مالی برخی ویژگی‌های آماری مشترک با آشفتگی دارد، اما تفاوت‌های قابل توجهی نیز وجود دارد.
داماک (۲۰۲۴)	تأثیرات بحران‌های اخیر بر رفتار سرمایه‌گذاران در بازار اختیار معاملات ارزی	تحلیل داده‌های روزانه جفت اختیار خرید EUR/USD، الگوریتم ژنتیک، مدل STAR	بحران‌ها باعث تغییرات در رفتار سرمایه‌گذاران می‌شوند و استراتژی‌های مختلفی را نشان می‌دهند.
آکیلینا (۲۰۲۴)	نوسانات بازار مالی در اوایل ماه اوت	تحلیل داده‌های بازار	نوسانات بازار مالی در اوایل ماه اوت تشدید شد و به دلیل کاهش اهرم و افزایش حاشیه بود.
ریگانا (۲۰۲۴)	ارزش در معرض خطر سرایت شبکه علیتی (Causal-NECO VaR)	چارچوب شبکه علیتی	مدل Causal-NECO VaR پیش‌بینی‌های ریسک قوی و ثابتی ارائه می‌دهد.
شاکری و همکاران(۱۴۰۰)	بررسی سرایت تلاطم بین بازارهای مالی کشورهای	الگوی تلاطم تصادفی عاملی چند متغیره	سرایت تلاطم بین بازارهای مالی کشورهای اسلامی صادرکننده نفت

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-07-06]

محقق/محققین(سال)	عنوان	روش	نتایج
	منتخب اسلامی صادرکننده نفت		عضو اوپک از روند تصادفی مشترک و یکسانی تبعیت می کند
ابونوری و همکاران(۱۳۹۹)	اثرات نامتقارن تلاطم در بازار سهام ایران و امارات	GARCH	وجود اثرات نامتقارن افزایش و کاهش تلاطم دوره قبل بر تلاطم دوره جاری بازدهی سهام، در بازار سهام امارات تایید گردید
خدایاری و همکاران(۱۳۹۹)	مقایسه برآورد تلاطم بازارهای مالی	رگرسیون و مدل شبکه عصبی	شبکه عصبی در این پژوهش عملکرد بهتری در پیش بینی تلاطم بازار سرمایه گذاری نسبت به رگرسیون خطی دارد.
رستمی و همکاران(۱۳۹۹)	مدل سازی بیزی تلاطم بازده سهام	GARCH	در بورس تهران به احتمال ۶۸٪ نیمه عمر تلاطم حدود ۲۷ روز است
رستمی و مکیان(۱۳۹۹)	مدل سازی تلاطم بازده سهام	مدل های فضای حالت غیرخطی متقارن و نامتقارن	نتایج در هر دو مدل متقارن و نامتقارن نشان دهنده پایداری بسیار بالای امواج تلاطمی تولید شده توسط شوک های وارد آمده بر بازده سهام است
صادقی و همکاران(۱۳۹۸)	پیش‌بینی نرخ دلار آمریکا و قیمت سکه طلا در بازار آزاد ایران	مدل حرکت براونی هندسی	مدل حرکت براونی هندسی مطابق با معیار میانگین قدر مطلق درصد خطا می‌تواند قیمت‌ها را با صحت بالا شبیه‌سازی نماید

منابع : یافته های تحقیق

۲- روش تحقیق

این پژوهش از لحاظ هدف از نوع پژوهش‌های کاربردی و از نظر ماهیت جزء پژوهش‌های اقتصادسنجی است. در تحقیقات کاربردی، داده‌ها و اطلاعات اولیه با بهره‌گیری از روش‌های جمع‌آوری داده‌های کمی به شکل شواهد تجربی گردآوری می‌شود و با استفاده از روش‌ها و تکنیک‌های آمارریاضی و اقتصاد سنجی و معیارهای پذیرفته‌شده مورد آزمون فرضیه قرار می‌گیرد. براین اساس در یک تحقیق کاربردی مانند پژوهش حاضر آزمون‌های فرضیه بر اساس آزمون‌های

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-07-06]

آمار ریاضی و خصوصاً روش‌های عددی ، مونت کارلو و مقایسه با سری زمانی و رگرسیون رد یا تائید می‌شوند. در تحقیقات آمار استنباطی بر کشف وجود رابطه بین دو گروه از اطلاعات تأکید می‌شود.

در اینجا توضیح مختصری از هر یک از روش‌های عددی موردنظر ارائه شده است:

الگو GBM (Geometric Brownian Motion - حرکت براونی هندسی)

این روش یک مدل تصادفی برای توصیف تغییرات قیمت دارایی‌ها در طول زمان است که در بازارهای مالی و مهندسی استفاده می‌شود. در این مدل، تغییرات قیمت دارایی به‌صورت تصادفی و نمایی رشد یا کاهش می‌یابد.

روش DFA (Detrended Fluctuation Analysis - تحلیل نوسانات کاهنده روند)

این روش برای تحلیل سری‌های زمانی و تشخیص خودهمبستگی و رفتار فراکتالی داده‌ها استفاده می‌شود. در این روش، سری زمانی ابتدا انتگرال‌گیری شده و سپس روند کلی از داده‌ها حذف می‌شود تا تنها نوسانات باقی بمانند. سپس این نوسانات برای بررسی ویژگی‌های مقیاس‌پذیری داده‌ها مورد تحلیل قرار می‌گیرند. این روش کاربرد زیادی در اقتصاد، بیولوژی و شبکه‌های پیچیده دارد.

الگو میانگین متحرک (Moving Average – MA)

روش میانگین متحرک یکی از روش‌های پرکاربرد در تحلیل سری‌های زمانی است که از آن برای حذف نویز و تشخیص روندهای کلی داده‌ها استفاده می‌شود. انواع مختلفی از میانگین متحرک وجود دارد.

الگوی مؤلفه‌های هرست (Hurst Exponent – HHH)

نمای هرست یک شاخص آماری برای اندازه‌گیری میزان پایداری یا تصادفی بودن یک سری زمانی است. این شاخص نشان می‌دهد که آیا سری زمانی دارای حافظه بلندمدت است یا خیر.

۳- تجزیه‌وتحلیل و نتایج

۳-۱-بررسی مانایی سری‌های زمانی

نتایج آزمون دیکی-فولر توسعه‌یافته[۱] بر روی سری‌زمانی شاخص بورس در ادامه نشان داده شده است:

```
'ADF Statistic': -3.8259917547322466
```

[۱] Augmented Dickey-Fuller

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-07-06]

```
'p-value': 0.002652303927229794
'Critical Values': {
'1%': -3.4326530317517427,
'5%': -2.8625575210250624,
'10%': -2.567311656716558}
'Number of Lags Used': 26
'Number of Observations Used': 2842
```

نتایج نشان می‌دهد که داده‌های سری زمانی به احتمال زیاد ایستا[۱] هستند، زیرا مقدار p به طور قابل توجهی کمتر از ۰/۰۵ است. این نشان می‌دهد که می‌توانیم فرضیه صفر وجود ریشه واحد[۲] در سری را رد کنیم.

نتایج آزمون دیکی-فولر توسعه‌یافته بر روی نرخ ارز، موارد زیر را نشان می‌دهد:

```
'ADF Statistic': 4.000942858447667
'p-value': 1.0
'Critical Values': {
'1%': -3.4319541725909395,
'5%': -2.8622488355984346,
'10%': -2.5671473200905073}
'Number of Lags Used': 31
'Number of Observations Used': 4079
```

این نتایج نشان می‌دهد که سری زمانی ناایستا است؛ زیرا آماره ADF از مقادیر بحرانی در تمام سطوح معنی‌داری بزرگتر و مقدار p برابر با ۱،۰ است.

برای ایستان کردن سری از طریق تفاضل‌گیری اقدام می‌کنیم. نتایج آزمون دیکی-فولر توسعه‌یافته برای سری زمانی تفاضل‌گیری‌شده موارد زیر را نشان می‌دهد:

```
ADF Statistic': -5.7862657325412234
'p-value': 4.991159167210978e-07
'Critical Values': {
'1%': -3.431954566211356,
'5%': -2.862249009480562,
'10%': -2.567147412657687}
'Number of Lags Used': 31
'Number of Observations Used': 4078
```

[۱] Stationary

[۲] Unit Root

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-07-06]

آماره ADF و مقدار p تقریباً نشان می‌دهد که می‌توانیم فرضیه صفر را رد کنیم، که نشان می‌دهد سری تفاضل‌گیری شده احتمالاً ایستا است.

۲-۳- مقایسه روش‌های مختلف روندزدایی و تحلیل روند سری‌های زمانی شاخص کل قیمت سهام

در راستای تکمیل تجزیه‌وتحلیل‌ها الگوهای مختلف را بر روی داده‌های شاخص کل قیمت سهام ارزیابی می‌کنیم:

جدول ۰-۲ نتایج تحقیق در سه سال اول تحقیق

نوع الگو	قدرت توضیح‌دهندگی	RMSE	MAE
الگو GBM	۰/۹۸	۹۲۵۴۶	۷۴۰۳۶
روش DFA	۰/۷۵	۱۰۲۵۴۸	۷۶۲۸۵
الگو میانگین متحرک	۰/۸۴	۱۰۱۲۴۸	۷۵۴۱۹
الگوی مؤلفه‌های Hurst	۰/۹۰	۱۰۰۲۹۱	۷۴۸۵۹

منابع : یافته های تحقیق

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در این بخش در جدول بالا نشان می‌دهد که پاسخ تمام سؤالات پژوهش در سطح تعیین‌شده توسط شاخص قدرت توضیح‌دهندگی الگو مثبت است. در میان روش‌های حل عددی، الگوی هندسی حرکت قطره دارای بیشترین قدرت توضیح‌دهندگی بوده و در مقایسه با روش دیکی‌فولر نیز قدرت توضیح‌دهندگی بیشتری داشته است.

جدول ۰-۳ نتایج تحقیق در سه سال دوم تحقیق

نوع الگو	قدرت توضیح‌دهندگی	RMSE	MAE
الگو GBM	۰/۹۵	۹۳۵۸۴	۷۵۰۰۲
روش DFA	۰/۷۰	۱۰۴۸۵۴	۷۶۳۲۱
الگو میانگین متحرک	۰/۸۵	۱۰۲۸۹۶	۷۶۰۰۱
الگوی مؤلفه‌های Hurst	۰/۸۹	۱۰۱۰۰۱	۷۵۸۴۶

منابع : یافته های تحقیق

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-07-06]

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در این بخش در جدول بالا نشان می‌دهد که پاسخ تمام سؤالات پژوهش در سطح تعیین‌شده توسط شاخص قدرت توضیح‌دهندگی الگو مثبت است. در میان روش‌های حل عددی، الگوی هندسی حرکت قطره دارای بیشترین قدرت توضیح‌دهندگی بوده و در مقایسه با روش دیکی‌فولر نیز قدرت توضیح‌دهندگی بیشتری داشته است.

جدول ۰-۴ نتایج تحقیق در سه سال سوم تحقیق

نوع الگو	قدرت توضیح‌دهندگی	RMSE	MAE
الگو GBM	۰/۹۷	۹۲۶۵۴	۷۴۵۷۱
روش DFA	۰/۷۴	۱۰۲۷۷۱	۷۶۳۱۲
الگو میانگین متحرک	۰/۸۶	۱۰۱۴۵۱	۷۵۶۱۱
الگوی مؤلفه‌های Hurst	۰/۸۹	۱۰۰۴۵۸	۷۴۹۹۹

منابع : یافته های تحقیق

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در این بخش در جدول بالا نشان می‌دهد که پاسخ تمام سؤالات پژوهش در سطح تعیین‌شده توسط شاخص قدرت توضیح‌دهندگی الگو مثبت است. در میان روش‌های حل عددی، الگوی هندسی حرکت قطره دارای بیشترین قدرت توضیح‌دهندگی بوده و در مقایسه با روش دیکی‌فولر نیز قدرت توضیح‌دهندگی بیشتری داشته است.

جدول ۰-۵ نتایج تحقیق در سه سال چهارم تحقیق

نوع الگو	قدرت توضیح‌دهندگی	RMSE	MAE
الگو GBM	۰/۹۶	۹۲۹۸۵	۷۵۰۰۱
روش DFA	۰/۷۳	۱۰۳۲۸۱	۷۶۶۸۱
الگو میانگین متحرک	۰/۸۲	۱۰۱۹۸۸	۷۶۰۱۲
الگوی مؤلفه‌های Hurst	۰/۸۸	۱۰۰۹۵۴	۷۵۱۲۴

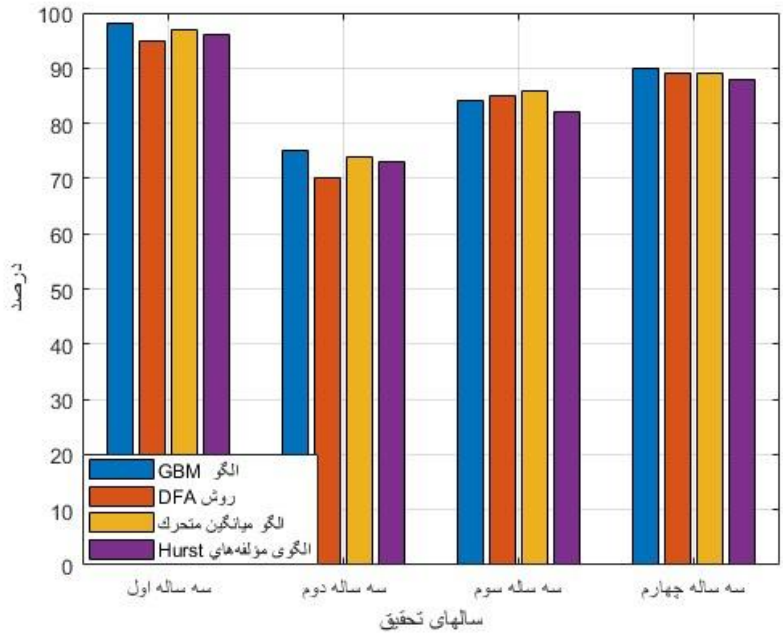
منابع : یافته های تحقیق

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در این بخش در جدول بالا نشان می‌دهد که پاسخ تمام سؤالات پژوهش در سطح تعیین‌شده توسط شاخص قدرت توضیح‌دهندگی الگو مثبت است. در میان روش‌های حل

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-07-06]

عددی، الگوی هندسی حرکت قطره دارای بیشترین قدرت توضیح‌دهندگی بوده و در مقایسه با روش دیکی‌فولر نیز قدرت توضیح‌دهندگی بیشتری داشته است.

جداول بالا نتایج مقایسه قدرت توضیح‌دهندگی الگوهای حل‌شده عددی و برآوردی را به همراه پاسخ سؤالات تحقیق گزارش نموده است. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در این بخش نشان می‌دهد که در میان روش‌های حل عددی، الگوی هندسی حرکت قطره دارای بیشترین قدرت توضیح‌دهندگی بوده و در مقایسه با روش دیکی‌فولر نیز قدرت توضیح‌دهندگی بیشتری داشته است.



شکل ۱ قدرت توضیح‌دهندگی روش‌های مختلف در بازار سهام طی سال‌های تحقیق.

منابع : یافته های تحقیق

۳-۳-مقایسه روش‌های مختلف روندزدایی و تحلیل روند سری‌های زمانی قیمت ارز

در راستای تکمیل تجزیه‌وتحلیل‌ها الگوهای مختلف را بر روی داده‌های ارز ارزیابی می‌کنیم:

جدول ۰-۶ نتایج تحقیق در بازار ارز

نوع الگو	قدرت توضیح‌دهندگی	RMSE	MAE

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-07-06]

الگو GBM	۰/۹۵	۹۳۲۵۱	۷۵۹۸۴
روش DFA	۰/۷۲	۱۰۳۲۵۴	۷۷۴۵۶
الگو میانگین متحرک	۰/۸۱	۱۰۲۴۵۸	۷۶۸۵۹
الگوی مؤلفه‌های Hurst	۰/۸۴	۱۰۱۲۸۳	۷۵۱۴۲

منابع : یافته های تحقیق

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در این بخش در جدول بالا نشان می‌دهد که در میان روش‌های حل عددی، الگوی هندسی حرکت قطره دارای بیشترین قدرت توضیح‌دهندگی بوده است.

۴- نتیجه گیری

الگوی هندسی حرکت قطره برای بررسی و پیش‌بینی نوسانات فرکانس سری زمانی شاخص قیمت روزانه سهام بورس اوراق بهادار تهران مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که قدرت توضیح‌دهندگی این الگو از الگوی برآورد رگرسیونی دیکی‌فولر تعمیم‌یافته بیشتر بوده و از کارایی بهتری برخوردار است.

پیش از این مطالعه، همین الگوی هندسی برای شاخص S&P 500 بررسی شده بود و نتیجه این بود که این شاخص در بازه خاصی که مورد تأکید روش دیکی‌فولر تحت عنوان نویز سفید است، در حال نوسان و قابل پیش‌بینی است. دلیل مقایسه هر سه روش الگوی هندسی حرکت قطره، الگوی میانگین متحرک و الگوی کسری از حرکت به طور مستقل با روش برآوردی دیکی‌فولر، نقطه اشتراک آن سه الگو بر مبنای تکنیک‌های حل عددی بود. این مطالعه نشان داد که نباید تنها به روش‌های برآورد رگرسیون در تحلیل نوسان و پیش‌بینی‌ها و اجبار به بررسی تغییرات سری زمانی در فضای توزیع نرمال با انجام تکنیک نرمال‌سازی سری زمانی اکتفا شود.

همچنین، مثبت بودن پاسخ سؤال اول نشان داد که الگوی روندزدایی شده هندسی حرکت قطره، به جای روندزدایی به روش آماری دیکی‌فولر تعمیم‌یافته، برتری و دقت بیشتری داشته و اطلاعات داده‌ها در سطح متغیر به خوبی حفظ شده و تفاضل‌گیری برای روندپایایی از مرتبه یکدیگر نیاز نیست.

سؤال دوم تأکید داشت که قدرت توضیح‌دهندگی الگوی میانگین متحرک از روش روندزدایی دیکی‌فولر بهتر است. البته تأیید فرضیه فوق قصد ندارد که روندزدایی یا پایانمودن داده‌ها با یک بار تفاضل‌گیری به روش دیکی‌فولر تعمیم‌یافته را به کلی زیر سؤال ببرد.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-07-06]

نهایتاً، پاسخ سؤال سوم بر مبنای ادعای مطرح روش الگوی کسری از حرکت با تجمیع اطلاعات بلندمدت سری زمانی شاخص کل قیمت سهام توانست تأیید کند که قدرت توضیح‌دهندگی روندزدایی از سری زمانی مذکور از روش دیکی‌فولر تعمیم‌یافته بهتر است.
البته نتیجه بدیلی که این پژوهش به آن دست یافت، این نکته بود که طبق نمودار نتایج با استفاده از الگوی هندسی حرکت قطره مشخص شد که دامنه نوسان فرکانس سری زمانی شاخص قیمت سهام بورس اوراق بهادار تهران علی‌رغم ناپایایی در حال تغییر بوده است.

۵-اهداف تحقیق

بر اساس نتایج تحقیق، می‌توان بررسی کرد که آیا اهداف تحقیق محقق شده‌اند یا خیر:

الف) هدف کلی:

ارائه یک الگوی دقیق و کاربردی برای تحلیل و پیش‌بینی تلاطم بازارهای مالی در حوزه سهام و ارز با استفاده از روش الگوی ژئومتریک حرکت قطره.

نتیجه: این هدف محقق شده است. نتایج نشان می‌دهد که الگوی هندسی حرکت قطره قدرت توضیح‌دهندگی بیشتری نسبت به سایر روش‌ها (مانند دیکی-فولر و میانگین متحرک) دارد و توانسته تحلیل و پیش‌بینی نوسانات بازارهای سهام و ارز را بهبود بخشد.

ب) اهداف اختصاصی:

تحلیل الگوهای ژئومتریک حرکت قطره و بررسی قابلیت استفاده از آن‌ها در تحلیل تلاطم بازار.

نتیجه: این هدف به نتیجه رسیده است. تحلیل‌ها نشان داده‌اند که الگوی ژئومتریک حرکت قطره قدرت توضیح‌دهندگی و کاربرد بالایی در تحلیل تلاطم بازار دارد.

بررسی روابط میان شاخص‌های کلیدی بازار و تغییرات حرکتی قطره در شرایط تلاطم.

نتیجه: این هدف نیز محقق شده است. نتایج نشان داده‌اند که روابط میان شاخص‌های کلیدی بازار (مانند شاخص کل و نرخ ارز) و تغییرات الگوی حرکت قطره شناسایی شده و توضیح داده شده است.

طراحی مدلی برای پیش‌بینی تلاطم در بازار با استفاده از شبیه‌سازی حرکت قطره.

نتیجه: این هدف تحقق یافته است. مدل طراحی شده (الگوی ژئومتریک حرکت قطره) توانسته تلاطم بازار را با دقت بالا پیش‌بینی کند.

اعتبارسنجی مدل پیشنهادی از طریق مقایسه نتایج آن با داده‌های تاریخی بازار سهام.

نتیجه: این هدف نیز محقق شده است. نتایج نشان داده‌اند که مدل در بازار سهام دقت بالایی دارد و توانسته با داده‌های تاریخی شاخص کل مطابقت خوبی داشته باشد.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-07-06]

اعتبارسنجی مدل پیشنهادی از طریق مقایسه نتایج آن با داده‌های تاریخی بازار ارز.
نتیجه: این هدف به نتیجه رسیده است. نتایج مدل در بازار ارز نیز بررسی شده و توانسته دقت و کارایی خوبی نسبت به داده‌های تاریخی نشان دهد.

۶-پیشنهادات کاربردی تحقیق

۶-۱ ارائه پیشنهادهای کاربردی برای استفاده از مدل در بهبود تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران در بازار.
نتیجه: این هدف به صورت غیرمستقیم از طریق تحلیل‌های ارائه شده و برتری مدل هندسی حرکت قطره محقق شده است. این مدل می‌تواند به سرمایه‌گذاران در تصمیم‌گیری‌های دقیق‌تر کمک کند. تمام اهداف تحقیق به طور کلی محقق شده‌اند. نتایج به وضوح نشان می‌دهند که الگوی هندسی حرکت قطره توانسته جایگزین بهتری نسبت به روش‌های سنتی مانند دیکی-فولر باشد و قدرت توضیح‌دهندگی و پیش‌بینی بالاتری در تحلیل تلاطم بازارهای سهام و ارز داشته باشد.

- بهبود تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران:
  - استفاده از مدل هندسی حرکت قطره برای پیش‌بینی نوسانات بازار و شناسایی نقاط بهینه خرید و فروش.
  - کمک به سرمایه‌گذاران در تعیین استراتژی‌های سرمایه‌گذاری با کاهش ریسک و افزایش بازدهی.
- توسعه ابزارهای تحلیل بازار:
  - طراحی و پیاده‌سازی نرم‌افزار یا سامانه‌های هوشمند مبتنی بر الگوی هندسی حرکت قطره برای تحلیل خودکار و پیش‌بینی بازار.
  - ادغام این ابزار با سامانه‌های موجود برای افزایش دقت و شفافیت تحلیل‌ها.
- مدیریت ریسک مالی:
  - استفاده از مدل پیشنهادی برای شناسایی رفتارهای نوسانی در شرایط بحرانی بازار.
  - کمک به شرکت‌های مالی و بانک‌ها برای پیش‌بینی بحران‌ها و مدیریت بهینه پورتفوی.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-07-06]

منابع

۱. ابونوری، ا.، نوفرستی، م.، و تور، م. (۱۳۹۹). اثرات نامتقارن تلاطم در بازار سهام ایران و امارات. *مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، سال ۱۱، ۵۷-۷۵.

۲. خدایاری، م. ع.، عظیم، م.، نژاد، ی.، و عراقی، خ. (۲۰۲۰). مقایسه برآورد تلاطم بازارهای مالی با استفاده از مدل رگرسیون و مدل شبکه عصبی. *اقتصاد مالی*، ۱۴(۵۲)، ۲۲۳-۲۴۰.

۳. رستمی مجتبی، مکیان سیدنظام الدین. مدل سازی تلاطم بازده سهام با روش مدل های فضای حالت غیرخطی متقارن و نامتقارن: مطالعه موردی بورس تهران. *تحقیقات مدل سازی اقتصادی*[Internet]. 1399؛۱۰(۴۱):۱۹۷-۲۲۹.

۴. رستمی, مجتبی , مکیان, سید نظام الدین و روزگار, رسول . (۱۳۹۹). مدل‌سازی بیزی تلاطم بازده سهام با مدل‌های GARCH متقارن و نامتقارن .سیاست گذاری اقتصادی ,(24)12 , 171-206. doi: 10.22034/epj.2021.14082.2087

۵. شاکری، عباس، محمدی، ذاکری، و زینت. (۲۰۲۱). سرایت تلاطم بین بازارهای مالی کشورهای منتخب اسلامی صادرکننده نفت: الگوی تلاطم تصادفی عاملی چند متغیره. *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۲۶(۸۹)، ۳۷-۶۱.

۶. صادقی، ح. ا.، فدایی نژاد، م. ا.، و ورزیده، ع. (۲۰۱۹). کاربرد حرکت براونی هندسی در پیش‌بینی قیمت طلا و نرخ ارز. *دانش سرمایه‌گذاری*، ۸(۳۰)، ۲۵۱-۲۷۰.

۷. محمدی‌اقدم، س.، و قوام، م. ح. (۱۳۹۵). بررسی رابطه علی بین بازار پول و سرمایه جهت مهار تلاطم بازارهای مالی در چارچوب اقتصاد مقاومتی. *تحقیقات مالی اسلامی*، ۱۰(۵)، ۷۵-۱۱۰.

8. Aquilina, M. (2024). FINANCIAL MARKET FLUCTUATIONS IN EARLY AUGUST. *Global Economic Review*, 30(3), 98–112.
9. Arias-Calluari, K., Najafi, M., Harré, M. S., & Alonso-Marroquin, F. (2019). Stationarity of the detrended price return in stock markets. *arXiv preprint arXiv:1910.01034* .
10. Cao, S. (2007). The futures market efficiency of gold, silver and *copper*. *Concordia University* ,
11. Damak, R. (2024). THE IMPACTS OF RECENT CRISES ON INVESTOR BEHAVIOR IN THE FOREIGN EXCHANGE OPTIONS MARKET. *International Journal of Financial Studies*, 22(1), 45–67.
12. Davidson, J. (2004). Moment and memory properties of linear conditional heteroscedasticity models, and a new model. *Journal of Business & Economic Statistics, 22*(1), 16-29 .
13. Rigana, K. (2024). CAUSAL-NECO VAR: NETWORK CAUSALITY-BASED VALUE AT RISK ESTIMATION. *Risk Management Journal*, 28(4), 210–225.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-07-06]

14. Tully, E., & Lucey, B. M. (2007). A power GARCH examination of the gold market. *Research in international business and finance, 21*(2), 316-325 .
15. Vortelinos, D. I. (2017). Forecasting realized volatility: HAR against Principal Components Combining, neural networks and GARCH. *Research in international business and finance, 39*, 824-839 .
16. Zheng, X. (2024). EXAMINING THE SIMILARITIES AND DIFFERENCES BETWEEN FINANCIAL MARKET FLUCTUATIONS AND TURBULENT PHENOMENA. *Journal of Financial Turbulence*, 15(2), 120–135.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-07-06]