



کاربرد حرکت براونی در پیش‌بینی قیمت سهام در مقایسه با روش ARIMA

فرهاد کریمی اصل^۱

علی سعیدی^۲

حیدر فروغ نژاد^۳

محمد خدائی وله زاقرد^۴

تاریخ دریافت مقاله: ۹۹/۰۹/۰۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۹/۱۰/۲۷

چکیده

دلیل اصلی که مردم در بازار سهام سرمایه‌گذاری می‌کنند، بدست آوردن سود است که لازمه آن داشتن اطلاعات درست از بازار و تغییرات سهام و پیش‌بینی روند آینده آن است. بنابراین سرمایه‌گذار نیازمند ابزارهای لازم قدرتمند و قابل اعتماد است که از طریق آن به پیش‌بینی قیمت سهام بپردازد. در همین راستا در تحقیق حاضر به بررسی پیش‌بینی قیمت سهام بر اساس معیارهای متوسط مجذور خطا MSE، متوسط قدر مطلق خطا MAE و ریشه میانگین مربع خطاها RMSE پرداخته شده است تا در نهایت روش‌های مورد بررسی در این تحقیق با یکدیگر مقایسه شده و روش برتر برای پیش‌بینی قیمت سهام شناسایی شود. برای این منظور از داده‌های ۵۰ شرکت برتر بورس که هر سه ماه توسط سازمان بورس معرفی می‌شوند، طی دوره زمانی ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۷ استفاده شده است. به منظور آزمون فرضیات تحقیق، از روش براونی و روش ARIMA بهره‌گیری شده است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که مدل براونی قیمت سهام را دقیق‌تر از روش ARIMA پیش‌بینی می‌کند.

کلمات کلیدی

قیمت سهام، پیش‌بینی، روش ARIMA، حرکت براونی

۱- گروه مدیریت مالی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. Farhad.karimiasl@yahoo.com

۲- گروه مدیریت مالی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول) A_saeedi@iau-tnb.ac.ir

۳- گروه مدیریت مالی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. foroughnejad@yahoo.com

۴- گروه مدیریت مالی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. m_khodaei@iau-tnb.ac.ir

کاربرد حرکت براونی در پیش بینی قیمت... / فروغ نژاد، خدائی‌وله زاقرد و کریمی اصل

مقدمه

دستیابی به رشد بلندمدت و مداوم اقتصادی نیازمند تجهیز و تخصیص بهینه منابع در سطح اقتصاد ملی می‌باشد و این امر بدون کمک بازارهای مالی، به ویژه بازار سرمایه گسترده و کارآمد به سهولت امکان پذیر نیست. سودآوری بازار سرمایه منجر به جذب سرمایه بیشتر خواهد شد. دلیل اصلی که مردم در بازار سهام سرمایه‌گذاری می‌کنند نیز، بدست آوردن سود است که لازمه آن داشتن اطلاعات درست از بازار و تغییرات سهام و پیش‌بینی روند آینده آن است. در این بین، نگرانی اصلی سرمایه‌گذاران برای سرمایه‌گذاری در سهام شرکت‌ها تا حد زیادی ناشی از نوسانات شدید قیمت‌های سهام است. بنابراین سرمایه‌گذار نیازمند ابزارهای لازم قدرتمند و قابل اعتماد است که از طریق آن به پیش‌بینی قیمت سهام بپردازد. تعدد عوامل تأثیرگذار بر تغییرات قیمت سهام و عدم امکان شناسایی همه آن‌ها، دلیلی بر روی‌آوری سرمایه‌گذاران به استفاده از مدل‌هایی برای پیش‌بینی جهت تغییرات قیمت سهام شرکت‌ها بوده است. در همین راستا در تحقیق حاضر به بررسی کاربرد حرکت براونی در پیش‌بینی قیمت سهام در مقایسه با روش ARIMA پرداخته شده است تا در نهایت این دو روش با یکدیگر مقایسه شده و روش برتر برای پیش‌بینی قیمت سهام شناسایی شود.

در همین راستا در تحقیق حاضر به بررسی کاربرد حرکت براونی در پیش‌بینی قیمت سهام در مقایسه با روش ARIMA پرداخته شده است. در ادامه تحقیق، ابتدا ادبیات موضوعی تحقیق ارائه می‌شود. سپس مبانی نظری و پیشینه تجربی تحقیق ارائه خواهد شد. در ادامه مدل، متغیرها، روش تحقیق و نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها ارائه شده و در نهایت به جمع‌بندی مطالب پرداخته خواهد شد.

ادبیات تحقیق

مهمترین نکته‌ای که در دهه‌های گذشته توجه بسیاری از متخصصان و فعالان در بازارهای مالی را متوجه خود کرده است، پیش‌بینی نوسان است. از آنجا که نوسان در این بازار به عنوان یکی از متغیرهای مهم در زمینه تصمیمات سرمایه‌گذاری، قیمت‌گذاری اوراق بهادار و مشتقه‌ها، مدیریت ریسک، تدوین مقررات سیاست‌گذاری پولی است، پس اهمیت و ضرورت پرداختن به آن نیز امری ملموس خواهد بود و تأثیری شگرف در اقتصاد کشورها، از طریق ایجاد یا کاهش اطمینان و اعتماد عمومی را خواهد داشت. نوسان، اندازه‌گیری محدوده قیمت‌داری از سطح متوسط، برای یک بازه‌ی زمانی ثابت می‌باشد [۱]. که آگاهی داشتن از آن، اطلاعات مفیدی از ارزش سهام به سرمایه‌گذاران خواهد داد و آنها را به سمت اتخاذ تصمیمات درست سوق خواهد داد.

با توجه به اینکه یکی از مواردی که بیانگر ناهمسانی واریانس در یک بازه زمانی است، تغییر نوسانات در بازارهای مالی است و استفاده از مدل‌های موجود در حیطه دانش مالی گامی برای مقابله با مشکل ناهمسانی در سری‌های زمانی است. تغییر نوسانات در بازارهای مالی، بیانگر ناهمسانی واریانس در یک دوره زمانی است که برای مرتفع کردن این نقیصه می‌توان از وجود مدل‌های متفاوتی بهره برد. مدل‌های حرکت براونی، حرکت براونی کسری و مدل گارچ از این دست مدل‌ها هستند که قابلیت پیش‌بینی نوسان بازده سهام و حرکت قیمت سهام را دارا هستند. مطالعات و بررسی‌هایی که در گستره منابع داخلی و خارجی صورت گرفته، حاکی از آن است که استفاده از مدل‌های حرکت براونی، براونی کسری و مدل گارچ در کشورهای مختلف و در موارد کاربردی متفاوت اعم از تخمین نوسان، بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری، قیمت‌گذاری اختیار معامله، بررسی سرایت نوسان از صنعتی به صنعت دیگر و غیره نتایج یکسانی را در بر نداشته است [۱۳].

با توجه به اهمیت بالای نوسان بازده سهام و نیز از آنجا که دستیابی به روش‌ها و فنون جدید پیش‌بینی دقیق‌تر نوسان‌های قیمت در بورس از جمله آرمان‌های سرمایه‌گذاران و دست‌اندرکاران آن در سراسر دنیا است، لذا در تحقیق حاضر، هدف اصلی مقایسه مدل‌های حرکت براونی با روش سری زمانی ARIMA در تخمین نوسان بازده سهام در بورس اوراق بهادار تهران است، در واقع در این تحقیق به مدل‌سازی قیمت و بازده سهام و بررسی تخمین نوسان به دو روش حرکت براونی و روش سری زمانی ARIMA و سپس به مقایسه این دو روش با اندازه‌گیری نوسان بر اساس انحراف معیار واقعی پرداخته شده تا عملکرد هر یک از این دو مدل در تخمین نوسان در مقایسه با انحراف معیار واقعی بررسی گردد و دیده شود که کدام یک عملکرد بهتری را ارائه می‌دهد. چراکه پیش‌بینی به سرمایه‌گذاران کمک می‌کند تا فرآیند تصمیم‌گیری خود را بهبود بخشند و خطر تصمیم‌های خود را کاهش دهند.

بیور می‌گوید: پیش‌بینی‌ها را می‌توان بدون اخذ تصمیم انجام داد، ولی کوچک‌ترین تصمیم‌گیری را نمی‌توان بدون پیش‌بینی انجام داد. پیش‌بینی در تصمیم‌گیری‌های اقتصادی نقش مهمی را ایفا می‌کند. در سطح یک بنگاه اقتصادی، سرمایه‌گذاران، اعتباردهندگان، مدیریت و سایر استفاده‌کنندگان از صورت‌های مالی به پیش‌بینی‌های خود یا دیگران اتکا می‌نمایند. از آنجا که بیشتر استفاده‌کنندگان صورت‌های مالی، به طور مستقیم به اطلاعات مالی دسترسی ندارند، به ناچار به پیش‌بینی‌های ارائه شده توسط مدیریت اتکا می‌کنند. در همین راستا سازمان بورس و اوراق بهادار کشور شرکت‌های بورسی را ملزم نمود تا پیش‌بینی آتی را به صورت پیش‌بینی قیمت سهام ارائه دهند. پیش‌بینی انجام شده توسط مدیران، در ارزیابی شرکت‌ها و تأثیرگذاری بر قیمت سهام شرکت‌ها معیار با اهمیتی است. همچنین

کاربرد حرکت براونی در پیش بینی قیمت... / فروغ نژاد، خدائی و له زاقرد و کریمی اصل

خطای پیش‌بینی، اطلاعات بهتری را فراهم کرده و مبنای مناسب‌تری برای ارزیابی مدیران و اقدامات لازم برای نیل به سود هدف ارائه می‌کند. در حالت کلی مدیریت می‌تواند با در دست داشتن منابع و امکانات، اقدام به پیش‌بینی و خطای پیش‌بینی، برآوردی قابل اعتماد کرده و با انتشار عمومی این پیش‌بینی‌ها، کارایی بازارهای مالی را افزایش دهند [۸].

بر همین اساس ما در این مطالعه به دنبال یافتن بالاترین قابلیت اعتبار به لحاظ پیش‌بینی قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران از میان روش‌های مدنظر هستیم. پرسش اصلی این مطالعه، به این صورت مطرح می‌گردد که، آیا می‌توان توسط حرکت براونی به پیش‌بینی قابل اعتمادی از قیمت‌های سهام در بورس اوراق بهادار دست یافت؟

مبانی نظری

پیش‌بینی قیمت سهام

سرمایه‌گذاری و انباشت سرمایه در تحول اقتصادی کشور نقش بسزایی داشته است. اهمیت این عامل و نقش مؤثر آن را می‌توان به وضوح در سیستم کشورهای با نظام سرمایه‌داری مشاهده کرد. بدون شک بورس یکی از مناسب‌ترین جایگاه‌ها جهت جذب سرمایه‌های کوچک و استفاده از آن‌ها جهت رشد یک شرکت، در سطح کلان و نیز رشد شخصی فرد سرمایه‌گذار است. از آنجایی که هدف و تعریف سرمایه‌گذاری، به تعویق انداختن مصرف جهت مصرف بیشتر و بهتر در آینده است؛ افراد با سرمایه‌گذاری انتظار دستیابی به سود مورد انتظار خود را دارند. بنابراین مهم‌ترین امر در این زمینه، خرید یک سهم به قیمت پایین و فروش آن به قیمت بالاتر است که این موضوع؛ به معنی پیش‌بینی قیمت سهام است [۱۲].

نظریه‌های متفاوتی در خصوص ارزیابی و پیش‌بینی بورس در بازارهای سازمان یافته مطرح شده است. در اوایل قرن بیستم، گروهی از متخصصان صاحب تجربه در ارزیابی اوراق بهادار اعتقاد راسخ بر این امر داشتند که می‌توان از طریق مطالعه و تجزیه و تحلیل روند تاریخی تغییرات قیمت سهام، تصویری را برای پیش‌بینی قیمت آینده سهام ارائه نمود. مطالعات علمی تر با تأکید بر شناسایی دقیق رفتار قیمت سهام، گرایش به سمت مدل‌های ارزشیابی قیمت سهام را به وجود به عنوان یک شروع در تعیین رفتار قیمت آورد. در ابتدا نظریه گام‌های تصادفی سهام مطرح شد. سپس به ویژگی‌ها و ساختار بازار سرمایه توجه شد که نتیجه این مطالعات و بررسی‌ها منجر به فرضیه بازار کارای سرمایه شد. این فرضیه به دلیل ترکیب خاص آن، مورد توجه محافل علمی قرار گرفت.

به طور کلی، برای پیش‌بینی قیمت سهام به طور کلی دو نوع روش وجود دارد:

-استفاده از روش‌های ریاضی معمول مانند میانگین ساده، میانگین موزون، رگرسیون و... که نتایج حاصل از آن زمانی کارآمد است که بین متغیرهای مستقل و وابسته و داده‌ها رابطه ریاضی مشخصی وجود داشته باشد [۱۲].

-استفاده از تکنیک‌های هوشمند مانند: شبکه‌های عصبی مصنوعی، الگوریتم ژنتیک، الگوریتم استراتژی تکاملی، الگوریتم بهینه‌سازی اجتماع ذرات، الگوریتم شالیزار برنج، بهینه‌سازی کلونی مورچه، کلونی زنبور عسل و الگوریتم کرم شب تاب.

در این سیستم‌ها پیش‌بینی براساس تجربیات است یعنی یک سری زمانی از آن متغیر را در نظر می‌گیرند و تمام عوامل و ارتباطات موثر در شکل‌گیری یک متغیر در مقادیر خود آن متغیر نمود می‌کند و بنابراین می‌توان از مقادیر قبلی خود متغیر به عنوان مهم‌ترین منبع برای توضیح تغییرات استفاده کرده و پیش‌بینی را تنها با مطالعه روند این تغییرات انجام داد [۱].

در بازار کارای سرمایه، اعتقاد بر این است که قیمت سهام انعکاسی از اطلاعات جاری مربوط به آن سهم است و تغییرات قیمت سهام دارای الگوی خاص قابل پیش‌بینی نیست. نظریات مطرح شده تا دهه ۱۹۸۰ میلادی به خوبی تعیین‌کننده رفتار قیمت سهام در بازار بودند تا اینکه تحولات بازار سهام نیویورک در سال ۱۹۸۷ میلادی، اعتبار فرضیات بازار کارای سرمایه و مدل‌هایی نظیر تصادفی بودن قیمت‌ها را به شدت زیر سؤال برد. در دهه ۱۹۹۰ میلادی و بعد از آن، بیشتر توجه متخصصان به یک رفتار آشوبگرانه همراه با نظم معطوف شد و تلاش در جهت طراحی مدل‌های غیرخطی به منظور پیش‌بینی قیمت سهام اهمیت روز افزونی یافت.

اما پیش‌بینی قیمت یا بازده سهام کار ساده‌ای نیست؛ زیرا عوامل بازاری بسیاری در تعیین آن دخالت دارند که تمام این عوامل را نمی‌توان صرفاً در تحلیل تکنیکی فقط داده‌های تاریخی مربوط به حرکت قیمت و حجم معاملات سهام را برای پیش‌بینی حرکت آتی قیمت مطالعه می‌کند، در نظر گرفت. بنابراین ثابت شده است که استفاده از ابزارها و الگوریتم‌های محاسباتی پیچیده‌تر مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی از مدل‌سازی فرایندهای غیر خطی که منتج به قیمت و روند سهام می‌شوند، پاسخ‌های بهتری از روش‌های آماری به دست می‌دهند. در ارتباط با پیش‌بینی قیمت سهام بیستر مطالعات انجام گرفته بیشتر در ارتباط با سری‌های زمانی مدل‌های خطی و با توزیع نرمال بوده در حالیکه قیمت سهام نمی‌تواند منفی بوده و نهایتاً صفر می‌گردد ولی در مدل غیر خطی حرکت براونی توزیع لگاریتمی نرمال می‌باشد و مطالعات انجام گرفته در موضوع بسیار ناکافی و اندک می‌باشد.

کاربرد حرکت براونی در پیش بینی قیمت... / فروغ نژاد، خدائی وله زاقرد و کریمی اصل

برخی از متغیرهای سری زمانی دارای رفتار غیرخطی هستند که مدل استاندارد ARIMA مبتنی بر معادلات تفاضل خطی برای حل این گونه مسایل مناسب است، اما با کنار نهادن فرض خطی بودن مدل امکان استفاده از مدل های غیرخطی همانند مدل براونی بیشتر می گردد. آن دسته از سری های زمانی که دارای اجزای تصادفی (جمله اخلال) هستند بیشتر مدل های مورد استفاده در پیش بینی قیمت سهام همانند میانگین متحرک و یا خودرگرسیون با ناهمسانی واریانس شرطی با محدودیت نامانایی سری های زمانی مواجه هستند و به دلیل تفاضل گیری های مکرر نمی توانند به درستی نوسانات قیمت را در نظر داشته باشد لذا کارایی و دقت پیش بینی به شدت پایین میل می کند در مقابل حرکت براونی بر درجه نوسان بالا در قیمت های پیش بینی شده تاکید داشته وبا افزایش دوره زمانی، تغییرپذیری قیمت های انتظاری افزایش می یابد.

برای پیش بینی روش های مختلفی وجود دارد از جمله روش های بنیادی، تکنیکی، گشت تصادفی و مدل های غیرخطی پویا وجود دارد در این مطالعه یکی از معروف ترین روش های تکنیکی سری های زمانی اقتصادسنجی (ARIMA) و یکی از روش های گشت تصادفی برای پیش بینی قیمت سهام استفاده شده است. روش خودرگرسیون متحرک ARIMA از یکی از معروف ترین روش های اقتصادسنجی می باشد و روش براونی نیز یک روش حرکت تصادفی است که در آن یک مولفه متغیر با زمان با تغییرات آهسته به نام لغزش و یک مولفه تصادفی پیوسته با تغییرات سریع باز زمان به نام پخش است. بعد از برآورد این دو مولفه به همراه واریانس شرطی متغیر می توان یک حرکت براونی را شبیه سازی نمود.

روش براونی

شروع بحث حرکت براونی نه در علم ریاضیات بوده و نه در علوم اقتصاد و مالی. حرکت براونی نخستین بار توسط یک گیاه شناس اسکاتلندی به نام رابرت براون معرفی شد. الگوی ریاضی حرکت براونی بعداً توسط دانشمندان دیگری ارائه گردید. به عنوان مثال، باشلیه (۱۹۰۰) با مطالعه بر روی بورس پاریس، الگویی را برای حرکت براونی ابداع نمود و برخی از ویژگی های ریاضی آن را شرح داد. پس از باشلیه نیز انیشتن (۱۹۰۵) با ارائه الگویی سعی کرد تا فیزیک دانان دیگر را برای حرکت ذرات ریز معلق در یک مایع متقاعد سازد. انیشتن (۱۹۰۵) حرکت براونی را فرآیندی تصادفی تعریف می کند که مسیرهای پیوسته و نمو های مستقل با توزیع گاوسی مانا دارد.

حرکت براونی، یک فرآیند تصادفی است که مسیرهای پیوسته داشته و مشتق آن در هیچ نقطه ای وجود ندارد. در علوم مالی نیز معمولاً فرض می شود متغیرهای تصادفی مانند قیمت سهام، از مسیری تبعیت می کنند که تابع حرکت براونی است. فرآیندهای تصادفی به مجموعه ای از متغیرهای تصادفی

اطلاق می‌شود که به زمان وابسته است. به عبارت دیگر، مجموعه X_t که شامل متغیرهای تصادفی است، یک فرآیند تصادفی را تعریف می‌کند. متغیر t پارامتری است که زمان نامیده می‌شود. همچنین متغیر تصادفی را می‌توان به عنوان تابعی مانند X از ω با مقادیر عددی و حوزه تعریف Ω یک متغیر تصادفی تعریف کرد.

لازم به ذکر است که صفت تصادفی، فقط برای یادآوری این موضوع است که با یک فضای نمونه پدیده‌های معینی توصیف شود که معمولاً پیشامدهای تصادفی یا پدیده‌های احتمالی نامیده می‌شوند. عنصر تصادفی موجود در ω نقطه نمونه ای ω است که به تصادف برگزیده می‌شود. در علوم ریاضیات، هنگام نمایش تغییرات پیوسته یک متغیر در طول زمان از معادلات دیفرانسیل استفاده می‌شود. معادله دیفرانسیل تصادفی شامل اجزای تصادفی است. این اجزا ممکن است مقادیر ثابت تصادفی (متغیرهای تصادفی) و یا فرآیندهای تصادفی باشد که فرض می‌شود خواص آماری آنها معلوم و مشخص است. با توجه به این موضوع، جواب معادله در نهایت یک فرآیند تصادفی خواهد بود و بنابراین مشکل اصلی، پیدا کردن ویژگی‌های توزیع احتمال آن است. حل معادلات دیفرانسیل تصادفی به دلیل وجود عنصری با خاصیت تصادفی، با روش‌های معمولاً امکان پذیر نیست و بنابراین برای به دست آوردن جواب معادله نیاز به استفاده از روش‌های نوین حل چنین معادلاتی است. یکی از مهم‌ترین و شناخته شده‌ترین این روش‌ها "لم ایتو" است.

از سوی دیگر، فرآیند وینر یا فرآیند براونی استاندارد یک فرآیند تصادفی مارکوفی زمان پیوسته است (طیبی و همکاران، ۱۳۹۰). فرآیند مارکوف به فرآیندی اطلاق می‌شود که در آن مقادیر آتی یک متغیر فقط به مقدار کنونی آن بستگی دارد و سیر حرکت آن در گذشته تا رسیدن به مقدار فعلی، تاثیری در مقادیر آتی متغیر ندارد. یکی از خواص فرآیند وینر آن است که در هیچ نقطه‌ای مشتق پذیر نیست و همین خاصیت است که باعث می‌شود انتگرال‌گیری از آن به صورت معمول امکان پذیر نباشد و جهت انتگرال‌گیری آن نیاز به روش‌های نوینی مانند "لم ایتو" احساس گردد. اینک با توجه به تعریف فرآیند وینر و معادلات دیفرانسیل تصادفی، می‌توان به توضیح حرکت براونی هندسی پرداخت. مدل اخیر معادله دیفرانسیلی است که در متغیرهای خود دارای عنصر وینر است که همین نکته آن را به یکی از انواع معادلات دیفرانسیل تصادفی تبدیل می‌کند. حرکت براونی هندسی یکی از فرآیندهای تصادفی مهم و کاربردی مالی است که در یک معادله دیفرانسیل تصادفی صدق می‌کند. بر این اساس، حرکت براونی هندسی نیز از لحاظ فنی یک فرآیند مارکوف است. حرکت براونی هندسی یکی از ساده‌ترین مدل‌های تصادفی است که دارای جمله رانش و نوسانات تصادفی ثابت است و همان فرآیندی است که بلک و شولز

کاربرد حرکت براونی در پیش بینی قیمت... / فروغ نژاد، خدائی وله زاقرد و کریمی اصل

ان را به عنوان معادله دیفرانسیل تصادفی حاکم بر رفتار قیمت دارایی پایه در مدل سازی قیمت اوراق مشتقه در نظر گرفته اند [۱۴].

پیشینه تحقیق

تاکنون تحقیقات بسیاری در زمینه پیش بینی شاخص بورس با استفاده از انواع مدل ها و از آن جمله، حرکت براونی هندسی انجام گرفته است. در مورد استفاده از مدل های غیر خطی در شبیه سازی شاخص و یا بازده آن پژوهش های مختلفی صورت گرفته که به طور عمده نتایج این پژوهش ها بیانگر این موضوع بوده است که مدل های غیرخطی با کارایی بهتر و مناسب تر و با دقت بالاتری توان پیش بینی شاخص بورس را دارند (به عنوان مثال تهرانی و مرادپور، ۱۳۹۱؛ خسروی نژاد و شعبانی صدرپیشه، ۱۳۹۳؛ هیرانشا و همکاران، ۲۰۱۸؛ و عمر و جعفر (۲۰۱۱) از مدل حرکت براونی هندسی در شبیه سازی و پیش بینی دو شاخص بورس مالزی استفاده کرده اند. با توجه به این که یکی از پارامترهای موجود در این مدل انحراف معیار می باشد، از دو نوع انحراف معیار ساده و لگاریتمی استفاده شد. حرکت براونی هندسی برای هر یک از شاخص ها با هر دو نوع انحراف معیار ساده و لگاریتمی اعمال شد. آنها بر اساس افق پیش بینی ۲۱ روزه و معیار MAPE مبتنی بر جدول ارائه شده توسط لورنس و همکاران (۲۰۰۹) به سنجش میزان خطای پیش بینی پرداختند. نتایج نشان داد مدل حرکت براونی هندسی می تواند هر دو شاخص را پیش بینی نماید اما هنگامی که از انحراف معیار لگاریتمی استفاده می شد، پیش بینی شاخص بهبود می یافت.

راتناباکا و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از مدل حرکت براونی هندسی و مدل ARIMA به پیش بینی دو شاخص بورس کلومبو کشور سریلانکا پرداختند. در این پژوهش از داده های روزانه شاخص ها در خلال ژانویه ۲۰۱۱ تا دسامبر ۲۰۱۳ جهت پیش بینی ۳۰ روزه ماه دسامبر استفاده گردید و سپس نتایج هر دو مدل بر اساس معیارهای MAD و MAPE با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد حرکت براونی هندسی منتج به بهترین پیش بینی شاخص در دوره مذکور می گردد.

ردی و کلینتون (۲۰۱۶) به پیش بینی قیمت سهام ۵۰ شرکت بزرگ استرالیایی با استفاده از حرکت براونی هندسی پرداختند. نخست، با استفاده از مدل CAPM به پیش بینی بازده مورد انتظار سالانه هر یک از سهام پرداخته شد و پس از آن، حرکت براونی هندسی در دو حالت، یکبار برای سهام انفرادی و بار دیگر برای پرتفوی های متشکله در حالت مختلف، به کار گرفته شد. جهت بررسی صحت پیش بینی از سه روش ضریب همبستگی، MAPE و درصد پیش بینی های در جهت صحیح استفاده شد. نتایج حاصل نشان داد اگرچه طبق معیار MAPE پیش بینی دوره های ۱ هفته، ۲ هفته، ۱ ماه، ۲ ماه و یکسال به

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و نه / زمستان ۱۴۰۰

صورت مطلوب و قابل قبولی انجام می‌پذیرد، اما کمترین خطای پیش‌بینی در دوره های ۱ هفته، ۲ هفته و ۱ ماه حاصل شده و پس از آن، هرچه افق زمانی پیش‌بینی افزایش می‌یابد مقادیر خطا رو به افزایش می‌گذارد.

آگوستینی و همکاران (۲۰۱۸) بر مبنای مدل حرکت براونی هندسی اقدام به پیش‌بینی قیمت سهام ۷ شرکت موجود در شاخص ترکیبی بورس جاکارتا کرده‌اند. آنها با استفاده از معیار MAPE برای بررسی صحت مقادیر پیش‌بینی شده، نشان دادند مدل حرکت براونی هندسی رتبه بالایی در پیش‌بینی با صحت بالا دارد به گونه ای که مقدار MAPE برای مقادیر پیش‌بینی شده کوچکتر مساوی ۲۰ درصد بوده است. بدریه و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده از مدل حرکت براونی هندسی به پیش‌بینی قیمت سهام پرداخته‌اند. هدف آنها شناسایی بهترین دوره زمانی داده‌های تاریخی جهت تخمین پارامترهای مدل GBM و بهترین افق پیش‌بینی بود. آنها با تمرکز بر ۴۰ شرکت بزرگ پذیرفته شده در بورس مالزی که از ۸ صنعت و از هر صنعت ۵ شرکت انتخاب شده بود، دریافتند استفاده از ۶۵ مشاهده روزانه تاریخی می‌تواند قیمت سهام را برای ۲۱ روز با صحت بالا پیش‌بینی نماید که در این حالت نتایج پیش‌بینی با استفاده از مدل GBM از صحت بالاتری نسبت به حالت‌های دیگر برخوردار است. آنها به منظور بررسی صحت قیمت‌های پیش‌بینی شده نسبت به قیمت‌های واقعی از معیار MAPE و برای تفسیر نتایج حاصل، از جدول پیشنهادی لورنس و همکاران استفاده کرده‌اند.

راعی و فالج طلب (۱۳۹۲) به تخمین ارزش در معرض ریسک شاخص کل بورس اوراق بهادار و پنج شرکت که به تصادف انتخاب شده بودند، پرداختند. آنها برای مدل‌سازی ارزش در معرض ریسک از سه شیوه استفاده کردند. اول، شبیه‌سازی مونت کارلو که بر مبنای گام‌های تصادفی و حرکت براونی هندسی انجام می‌گرفت؛ دوم، شبیه‌سازی تاریخی و سوم، روش واریانس-کوواریانس. آنها برای مقایسه کارایی استفاده کردند. روش‌های سه گانه از نسبت خطا نتایج نشان داد بر اساس نسبت خطا بر اساس روش زیر برآورد، رویکردهای واریانس - کوواریانس و شبیه-سازی تاریخی از عملکرد بهتری برخوردار بوده‌اند اما طبق روش بهترین جواب بر اساس نسبت خطا و از نسبت خطا و همچنین معیار کمترین اختلاف شبیه سازی مونت کارلو دارای کارایی بالاتری نسبت به روش‌های رقیب بوده است.

نیسی و پیمانی (۱۳۹۳) نیز مانند راعی و فالج طلب (۱۳۹۲) از مدل GBM در شبیه‌سازی ارزش در معرض ریسک شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران استفاده کرده‌اند. آنها با استفاده از دو مدل دیفرانسیل تصادفی هستون و حرکت براونی هندسی و با هدف شبیه‌سازی ارزش در معرض ریسک، اقدام به شبیه‌سازی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران کردند. با استفاده از چهار معیار پس آزمون، به

کاربرد حرکت براونی در پیش بینی قیمت... / فروغ نژاد، خدائی وله زاقرد و کریمی اصل

مقایسه ارزش در معرض خطر حاصل از دو مدل هستون و GBM پرداختند. طبق معیار کریستوفرسون، مدل حرکت براونی هندسی نسبت به مدل هستون عملکرد بهتری را نشان داد. با توجه به پیشینه تجربی تحقیق که در داخل و خارج از کشور وجود دارد، می توان روش های مختلفی برای بررسی نوسانات و پیش بینی قیمت سهام بکار برد. خوچانی و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعه به "مقایسه ی پیش بینی مدل های خطی و غیرخطی برای قیمت سهام صنایع دارویی بر پایه معادلات دیفرانسیل تصادفی"، پرداخته اند. هدف پژوهش حاضر مقایسه ی پیش بینی قیمت سهام صنایع دارویی با استفاده از مدل ARIMA و مدل تصادفی GBM در بازه ی زمانی ۱۳۸۷/۰۹/۲۳ الی ۱۳۹۶/۱۲/۰۲ می باشد. نتایج حاصل از پژوهش نشان می دهد مدل ARIMA بر مدل تصادفی GBM برتری دارد.

دولو و ورزیده (۱۳۹۹) در مطالعه ای به "پیش بینی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل حرکت براونی هندسی"، پرداخته اند. آن ها بیان داشته اند که استفاده از مدل های مبتنی بر معادلات دیفرانسیل تصادفی در سالیان اخیر مورد توجه پژوهشگران علوم مالی بوده است که یکی از معروف ترین آن ها مدل حرکت براونی هندسی (GBM) می باشد. هدف پژوهش حاضر پیش بینی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران، یکی از شاخص های مهم اقتصادی مورد توجه سرمایه گذاران، با استفاده از مدل حرکت براونی هندسی است. برای این منظور، شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ابتدای ۱۳۸۰ تا پایان سال ۱۳۹۵ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج پژوهش نشان داد که مدل حرکت براونی هندسی قادر است تا شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران را در افق زمانی ۱ روزه با صحت بالا پیش بینی کند. از دیگر نتایج پژوهش حاضر این است که با افزایش افق زمانی پیش بینی، صحت مقادیر پیش بینی شده توسط مدل کاسته شده و توانایی مدل در شبیه سازی شاخص کاهش می یابد، با این حال تا افق پیش بینی ۹۰ روزه کماکان مقادیر پیش بینی شده از صحت بالایی برخوردار است.

تحقیقات بسیاری کارایی این روش ها را بصورت تجربی بررسی نموده اند. جمع بندی نتایج تحقیقات نشان می دهد که الگوهای مبنی بر حرکت تصادفی، نسبت به مدل های اقتصادسنجی در تحقیقات زیادی تایید شده است. با این حال تاکنون هیچ یک از تحقیقات، روش براونی را با روش های سری زمانی در اقتصاد بخصوص ARIMA مقایسه نکرده است. با توجه به نبود مطالعات تجربی انجام شده در ایران در خصوص برآورد نوسان بازده سهام توسط مدل های براونی و ARIMA و توانایی تخمین آنها، در این تحقیق به بررسی مقایسه ای مدل های براونی و مدل ARIMA در بازار بورس تهران صورت گرفت، لذا هدف مطالعه حاضر مقایسه کارایی این دو روش است. همچنین کاربرد حرکت براونی در بازارهایی با توجه به توزیع غیر نرمال بازده های سهام، نوسان زیاد و پویایی قیمت سهام نسبت به سایر روش ها کارایی

مفیدتری دارد. بنابراین و با توجه به مطالب ارائه شده در قسمت‌های پیشین، در تحقیق حاضر فرضیات زیر مطرح می‌شوند:

با توجه به مطالب ارائه شده در قسمت‌های پیشین، در تحقیق حاضر فرضیات زیر مطرح می‌شوند:
فرضیه اول تحقیق: مدل بروانی قیمت سهام را دقیق‌تر از روش ARIMA پیش‌بینی می‌کند.
فرضیه دوم تحقیق: خطای پیش‌بینی قیمت سهام برای روش ARIMA بیش از روش بروانی است.
فرضیه سوم تحقیق: امکان پیش‌بینی بلندمدت شاخص قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران، وجود ندارد.

روش تحقیق

این تحقیق از جنبه هدف، از نوع تحقیقات کاربردی به‌شمار می‌رود، زیرا نتایج حاصل از آن می‌تواند در تصمیمات مقامات کلان کشوری مورد استفاده قرار گیرد. همچنین از بعد نحوه استنباط در خصوص فرضیه‌های پژوهش، در گروه تحقیقات توصیفی - همبستگی قرار می‌گیرد، زیرا جهت کشف روابط بین متغیرهای تحقیق، از ضریب همبستگی تکنیک‌های رگرسیونی استفاده خواهد شد. همچنین، از آنجایی که از طریق آزمایش داده‌های موجود به نتیجه‌ای خواهیم رسید از منظر زمانی جزو تحقیقات مقطعی است. در این مطالعه دو دسته اطلاعات گردآوری می‌شوند. دسته اول اطلاعات شامل اطلاعاتی در خصوص ادبیات نظری و پیشینه تحقیقات مرتبط با موضوع می‌باشد که به‌منظور جمع‌آوری این دسته از اطلاعات از روش کتابخانه‌ای استفاده خواهد شد. در این روش محقق با مراجعه به متن کتب، مقالات و پایان‌نامه‌های داخلی و خارجی اقدام به تکمیل مبانی نظری تحقیق می‌نماید.

دسته دوم اطلاعات، شامل داده‌های مورد نیاز آزمون فرضیات تحقیق است که با مراجعه به صورت های مالی حسابرسی شده شرکت‌های نمونه آماری و اطلاعات بازار سهام جمع‌آوری می‌شوند. در این تحقیق داده‌های مذکور از نرم‌افزار ره‌آورد نوین استخراج خواهد شد. جهت بررسی آزمون فرضیه‌ها یک دوره زمانی ۷ ساله بین سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۷ انتخاب شده است. نرم افزارهای مورد استفاده در این تحقیق برای تخمین نوسان با مدل بروانی و مدل ARIMA، نرم افزار exel و Eviews و matlab است. همچنین برای مقایسه قدرت پیش‌بینی دو مدل از معیارهای MSE، MAE و RMSE استفاده شده است.

جامعه آماری این تحقیق شرکت‌هایی هستند که سهام آنها در بورس اوراق بهادار ایران عرضه شده است. به لحاظ تعدد بسیار شرکت‌های بورسی، برای انجام این تحقیق شرکت‌های برتر بورس اوراق بهادار

کاربرد حرکت براونی در پیش بینی قیمت... / سعیدی، فروغ‌نژاد، خدائی‌وله زاقرد و کریمی اصل

ایران مورد بررسی قرار خواهد گرفت. شناسایی ۵۰ شرکت برتر برگرفته از آمار منتشر شده مربوط به شرکت‌های فعال و برتر بورس اوراق بهادار تهران است که معمولاً هر سه ماه منتشر می‌گردد. شرکت‌های برتر شرکت‌هایی هستند که دارای نقدشوندگی بالا، اطلاعات شفاف و رشد مناسب هستند. انتخاب ۵۰ شرکت برتر که لیست آن به صورت گزارش‌های منظم از طرف سازمان بورس اوراق بهادار تهران منتشر می‌شود و بر اساس فعالیت شرکت‌ها بوده که با استفاده از قیمت‌های تعدیل شده (برای خنثی کردن اثرات افزایش سرمایه و یا تقسیم سود نقدی) به پیش‌بینی قیمت آن‌ها پرداخته شده است.

آزمون فرضیه‌های پژوهش

در این قسمت به ارائه نتایج حاصل از برآورد الگوهای تحقیق پرداخته می‌شود.

مدل ARIMA

فرآیند $ARIMA(p,d,q)$ برای متغیر قیمت سهام، نشان دهنده یک فرآیند ARIMA می‌باشد. در فرآیند $ARIMA(p,d,q)$ ، عبارات p نشان دهنده تعداد جملات خودرگرسیون، d مرتبه تفاضل‌گیری و q نشان دهنده تعداد جملات میانگین متحرک می‌باشند. در صورتی که d برابر با صفر باشد فرآیند ARIMA به ARMA تبدیل می‌شود.

برای پیش‌بینی به وسیله ARIMA ابتدا مانایی متغیر قیمت سهام که یک سری زمانی است بررسی شده تا مرتبه d تعیین شود. نتایج آزمون ریشه واحد بر روی متغیر قیمت سهام در جدول (۱) آورده شده است.

جدول (۱) نتایج آزمون ریشه واحد بر روی متغیر قیمت سهام

سطح مانایی	ADF آماره	مقدار احتمال
مانایی در سطح	-۲/۹۷	۰/۱۴۱۵
مانایی در مرتبه اول	-۲۴/۲۴	۰/۰۰۰۰

نتیجه حاکی از آن است که تغییر انباشته از درجه یک $d(1)$ است و با یک بار تفاضل‌گیری مانا می‌گردد.

به منظور انتخاب مرتبه مدل ARIMA معیار شوارتز - بیزین لحاظ گردیده است. بر این اساس، مدلی که کمترین مقدار این معیار را دارا باشد مناسب‌تر می‌باشد. در این مطالعه مدل مناسب

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و نه / زمستان ۱۴۰۰

ARIMA(1,1,5) انتخاب و بر اساس متدولوژی باکس جنکینز پیش‌بینی انجام شده است. نتایج حاصل از این پیش‌بینی در جدول ذیل ارائه شده است:

جدول (۲) نتایج حاصل از پیش‌بینی به روش ARIMA

مدل ارزیابی	RMSE	MAE	MAPE
ARIMA	۳۵۳/۲۰	۱۸۸/۱۷	۰/۱۷۶۸

بر اساس جدول فوق، مقدار مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE) برابر با ۳۵۳/۲۰، میانگین انحراف مطلق (MAE) برابر با ۱۸۸/۱۷ و میانگین مطلق درصد خطا (MAPE) برابر با ۰/۱۷۶۸ می باشد.

مدل براونی

در این قسمت نتایج حاصل از پیش‌بینی با استفاده از مدل براونی بر اساس نرم افزار matlab ارائه شده است. نتایج مربوط به این آزمون در جدول ذیل ارائه شده است:

جدول (۳) نتایج حاصل از پیش‌بینی به روش براونی

مدل ارزیابی	RMSE	MAE	MAPE
براونی	۱۱۲/۲۱	۱۱۵/۱۱	۰/۰۸۱۲

بر اساس جدول فوق، مقدار مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE) برابر با ۱۱۲/۲۱، میانگین انحراف مطلق (MAE) برابر با ۱۱۵/۱۱ و میانگین مطلق درصد خطا (MAPE) برابر با ۰/۰۸۱۲ می باشد.

مقایسه نتایج پیش‌بینی مدل های ARIMA، براونی

در جدول ذیل، نتایج حاصل از مقایسه خطاهای پیش‌بینی مدل های ARIMA و براونی ارائه شده است:

جدول (۴) نتایج حاصل از مقایسه خطای پیش‌بینی به روش ARIMA و براونی

مدل ارزیابی	RMSE	MAE	MAPE
رگرسیون خطی	۲۸۳۱/۲۶	۲۴۳/۲۱	۰/۳۱۲۶

در رابطه با معیار RMSE، هر قدر مقدار این معیار کمتر باشد، صحت روش بیشتر می‌باشد. بر این اساس مشاهده می‌شود که مدل براونی دارای RMSE معادل ۱۱۲/۲۱ بوده که نشان‌دهنده بالاترین

کاربرد حرکت براونی در پیش بینی قیمت... / سعیدی، فروغ نژاد، خدائی و له ز اقرد و کریمی اصل

مقدار صحت می باشد، بعد از آن مدل ARIMA دارای RMSE معادل $353/20$ بوده که در رتبه دوم از لحاظ مقدار صحت پیش بینی قرار داد.

در رابطه با معیار MAE، هر قدر مقدار این معیار کمتر باشد، صحت روش بیشتر می باشد. بر این اساس مشاهده می شود که مدل براونی دارای MAE معادل $115/11$ بوده که نشان دهنده بالاترین مقدار صحت می باشد، بعد از آن مدل ARIMA دارای MAE معادل $188/17$ بوده که در رتبه دوم از لحاظ مقدار صحت پیش بینی قرار داد.

معیار میانگین قدر مطلق خطا (MAPE) میزان انحراف مقادیر پیش بینی شده از واقعی را مشخص می کند و به چگونگی حرکت مقادیر واقعی و پیش بینی شده نسبت به یکدیگر توجهی ندارد. نحوه قضاوت در مورد معیار MAPE به شرح زیر می باشد:

میانگین MAPE کمتر از $0/10$ = صحت بسیار بالا

میانگین MAPE از $0/11$ تا $0/20$ = صحت مناسب

میانگین MAPE از $0/21$ تا $0/50$ = پیش بینی معقول

میانگین MAPE بیشتر از $0/51$ = پیش بینی نادرست

بر این اساس نتیجه گیری می شود که مدل براونی دارای معیار MAPE معادل $0/0812$ بوده که نشان دهنده صحت بسیار بالا می باشد، مدل ARIMA دارای معیار MAPE معادل $0/1768$ بوده که نشان دهنده صحت مناسب می باشد.

جمع بندی و ارائه پیشنهاد های تحقیق

فرضیه اول تحقیق: مدل براونی قیمت سهام را دقیق تر از روش ARIMA پیش بینی می کند. نتایج ارائه شده در جدول (۴) نشان می دهد که مدل براونی دارای معیار MAPE معادل $0/0812$ بوده که نشان دهنده صحت بسیار بالا می باشد، مدل ARIMA دارای معیار MAPE معادل $0/1768$ بوده که نشان دهنده صحت مناسب می باشد و مدل رگرسیون خطی دارای معیار MAPE معادل $0/3126$ بوده که نشان دهنده پیش بینی معقول می باشد. در نتیجه فرضیه اول تحقیق رد نمی گردد.

در این رابطه بیان می شود که حرکت براونی دارای ویژگی های خوش رفتار ریاضی است، به گونه ای که در آن می توان یک الگو را با دقت بالا برآورد و همچنین احتمالات را محاسبه کرد. از این رو تحلیل گران اغلب وقتی با تجزیه و تحلیل یک فرآیند چند بعدی با منشا ناشناخته مانند بازار سهام مواجه هستند، به روندهای مستقل مانند حرکت براونی روی می آورند تئوری حرکت براونی و الگوهای گام تصادفی به طور

گسترده در مدل سازی بازارهای مالی مورد استفاده قرار گرفته است. اما پیش بینی قیمت یا بازده سهام کار ساده ای نیست؛ زیرا عوامل بازاری بسیاری در تعیین آن دخالت دارند که تمام این عوامل را نمی توان صرفاً در تحلیل تکنیکی فقط داده های تاریخی مربوط به حرکت قیمت و حجم معاملات سهام را برای پیش بینی حرکت آتی قیمت مطالعه می کند، در نظر گرفت. بنابراین ثابت شده است که استفاده از ابزارها و الگوریتم های محاسباتی پیچیده تر مانند روش های بروانی نسبت به روش های سری زمانی ARIMA، پاسخ های بهتری از روش های آماری به دست می دهند. در نتیجه این نتیجه گیری از لحاظ تئوریک نیز مورد تأیید می باشد.

فرضیه دوم تحقیق خطای پیش بینی قیمت سهام برای روش ARIMA بیش از روش بروانی است. نتایج ارائه شده در جدول (۴) نشان می دهد که مدل براونی دارای RMSE معادل ۱۱۲/۲۱ بوده که نشان دهنده کمترین خطای پیش بینی می باشد، بعد از آن مدل ARIMA دارای RMSE معادل ۳۵۳/۲۰ بوده که در رتبه دوم از لحاظ مقدار خطای پیش بینی قرار داد و در نهایت نیز مدل رگرسیون خطی دارای RMSE معادل ۲۸۳۱/۲۶ بوده که در رتبه سوم از لحاظ خطای پیش بینی قرار خواهد گرفت. همچنین مشاهده می شود که مدل براونی دارای MAE معادل ۱۱۵/۱۱ بوده که نشان دهنده کمترین مقدار خطای پیش بینی می باشد، بعد از آن مدل ARIMA دارای MAE معادل ۱۸۸/۱۷ بوده که در رتبه دوم از لحاظ مقدار خطای پیش بینی قرار داد و در نهایت نیز مدل رگرسیون خطی دارای MAE معادل ۲۴۳/۲۱ بوده که در رتبه سوم از لحاظ مقدار خطای پیش بینی قرار خواهد گرفت. در نتیجه فرضیه دوم تحقیق رد نمی گردد.

در این رابطه بیان می شود که خطای پیش بینی، اطلاعات بهتری را فراهم کرده و مبنای مناسب تری برای ارزیابی مدیران و اقدامات لازم برای نیل به سود هدف ارائه می کند. در حالت کلی مدیریت می تواند با در دست داشتن منابع و امکانات، اقدام به پیش بینی و خطای پیش بینی، برآوردی قابل اعتماد کرده و با انتشار عمومی این پیش بینی ها، کارایی بازارهای مالی را افزایش دهند. با توجه به ویژگی های موجود در سری های زمانی مالی، که مهمترین آنها پایداری موقت نوسان (خوشه بندی نوسان) و کشیدگی است، مدل های مختلفی پیشنهاد گردیده اند. وجود دو ویژگی مذکور در سری های زمانی مالی تردیدی را در مورد صحت و اعتبار مدل سازی استاندارد که فرایند تولید بازده را در حالتی با فرض واریانس همسانی توصیف ماید، ایجاد کرده است. مدل براونی که یکی از مدل های توسعه داده شده برای آنالیز نوسان موجود و بررسی وجود گشت تصادفی می باشد، که طبق ادعای لوئیس باچلیر (۱۹۰۰) برای اولین بار قضیه پیروی کردن قیمت سهام از یک فرایند تصادفی را عنوان نموده و استفاده از حرکت براونی به عنوان مدلی

کاربرد حرکت براونی در پیش بینی قیمت... / سعیدی، فروغ نژاد، خدائی وله زاقرد و کریمی اصل

کاربردی در بازار سهام رایج کرد که خطای پیش بینی کمتری نسبت به مدل های سری زمانی ARIMA خواهند داشت.

فرضیه سوم تحقیق امکان پیش بینی بلندمدت شاخص قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران، وجود ندارد.

بر اساس شواهد ارائه شده در جدول (۴) مشاهده می شود که هر چند امکان پیش بینی کامل و ۱۰۰ درصد که فاقد هر گونه خطایی باشد، در دنیای واقعی و بر اساس روش های موجود امکان پذیر نمی باشد، اما یافته های تحقیق نشان داد که می توان بر اساس روش هایی همانند روش براونی و روش ARIMA، پیش بینی های مناسبی از قیمت سهام ارائه داد که در این بین روش براونی دارای بالاترین دقت پیش بینی و کمترین خطای پیش بینی می باشد.

در این رابطه بیان می شود که در اوایل قرن بیستم، گروهی از متخصصان صاحب تجربه در ارزیابی اوراق بهادار اعتقاد راسخ بر این امر داشتند که می توان از طریق مطالعه و تجزیه و تحلیل روند تاریخی تغییرات قیمت سهام، تصویری را برای پیش بینی قیمت آینده سهام ارائه نمود. مطالعات علمی تر با تأکید بر شناسایی دقیق رفتار قیمت سهام، گرایش به سمت مدل های ارزشیابی قیمت سهام را به وجود به عنوان یک شروع در تعیین رفتار قیمت آورد. در ابتدا نظریه گام های تصادفی سهام مطرح شد. سپس به ویژگی ها و ساختار بازار سرمایه توجه شد که نتیجه این مطالعات و بررسی ها منجر به فرضیه بازار کارآی سرمایه شد. این فرضیه به دلیل ترکیب خاص آن، مورد توجه محافل علمی قرار گرفت. در حال حاضر نیز می توان بر اساس استفاده از روش های ریاضی معمول مانند میانگین ساده، میانگین موزون، رگرسیون و... که نتایج حاصل از آن زمانی کارآمد است که بین متغیرهای مستقل و وابسته و داده ها رابطه ریاضی مشخصی وجود داشته باشد و همچنین استفاده از تکنیک های هوشمند مانند: شبکه های عصبی مصنوعی، الگوریتم ژنتیک، الگوریتم استراتژی تکاملی، الگوریتم بهینه سازی اجتماع ذرات، الگوریتم شالیزار برنج، بهینه سازی کلونی مورچه، کلونی زنبور عسل و الگوریتم کرم شب تاب، قیمت سهام را پیش بینی نمود و در نتیجه پیش بینی پذیری قیمت سهام از لحاظ تئوریک و تجربی مورد تأیید می باشد.

این نتیجه گیری با یافته های بدست آمده توسط اشلقی (۱۳۹۰)، (احمدی، ۱۳۹۳) مطابقت دارد.

بر مبنای نتایج تحقیق، پیشنهادات زیر ارائه می شود:

- پیشنهاد می گردد که فعالان در بازار سرمایه، به منظور پیش بینی نوسانات قیمت سهام، روش های مبتنی بر رویکرد براونی را در مقایسه با روش های ARIMA مورد توجه قرار دهند.

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و نه / زمستان ۱۴۰۰

- پیشنهاد می‌گردد که تحلیل‌گران در بازار سرمایه و شرکت‌های مشاوره‌ای و سبدگردانی، در انجام پیش‌بینی‌های خود، تمرکز بیشتری بر روش‌های براونی داشته باشند.
 - پیشنهاد می‌گردد که فعالان در بازار سهام، همواره پیش‌بینی‌های صورت گرفته در رابطه با نوسانات قیمت سهام را مد نظر داشته باشند، زیرا شواهد نشان می‌دهد که تا حدودی امکان ارائه پیش‌بینی در رابطه با نوسانات قیمت سهام وجود دارد، هر چند ممکن است این پیش‌بینی‌ها به صورت کامل و ۱۰۰ درصد صحیح نباشند.
- همچنین، در نهایت پیشنهادات برای انجام تحقیقات آینده به شرح زیر می‌باشد:
- بررسی دقت پیش‌بینی قیمت سهام برای صنایع مختلف فعال در بازار بورس اوراق بهادار تهران مشخص نمودن بهترین شاخص پیش‌بینی‌کننده نوسانات قیمت سهام در هر صنعت بر اساس رویکردهای موجود اعم از روش‌های شبکه عصبی مصنوعی، روش‌های اقتصاد سنجی و روش‌های آماری

کاربرد حرکت براونی در پیش بینی قیمت... / سعیدی، فروغ نژاد، خدائی وله زاقرد و کریمی اصل

منابع

- ۱) ایروانی قلعه سرخ، فهیمه و صالحی، مهدی (۱۳۹۵) "ارزیابی توانایی مدل‌های ترکیبی عصبی در پیش‌بینی قیمت سهام: صنعت خودرو و قطعات"، پنجمین کنفرانس بین‌المللی حسابداری و مدیریت و دومین کنفرانس کارآفرینی و نوآوری‌های باز.
- ۲) بیات، علی و باقری، زینب (۱۳۹۶) "پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از الگوریتم کرم شب‌تاب (FA)", دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، مقاله ۹، دوره ۱۰، شماره ۳۵، ص ص ۱۴۵-۱۳۵.
- ۳) چونی زاده، معصومه و بزازی، امین و سلیمانی، مجتبی (۱۳۹۷) "پیش‌بینی قیمت سهام با سیستم استنتاج فازی مبتنی بر یک شبکه‌ی تطبیقی (ANFIS) بهبود یافته"، دومین کنفرانس ملی مهندسی و فناوری ربات‌های پروازی.
- ۴) حسنی باقرانی، عاطفه و عرب باقرانی، مهدی و اسماعیلیان، غلامرضا (۱۳۹۷) "بررسی کاربرد مدل عصبی- فازی در پیش‌بینی قیمت سهام شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران"، نخستین همایش ملی حسابداری و مدیریت.
- ۵) خوچیانی، رامین و حسینی، سید محمد و شجاعی، فاطمه (۱۳۹۷) "مقایسه‌ی پیش‌بینی مدل‌های خطی و غیرخطی برای قیمت سهام صنایع دارویی بر پایه معادلات دیفرانسیل تصادفی"، همایش تولید ملی و اشتغال پایدار، چالش‌ها و راهکارها.
- ۶) دولو، مریم و ورزیده، علیرضا (۱۳۹۹) "پیش‌بینی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل حرکت براونی هندسی"، دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، دوره ۱۳، شماره ۴۶، ص ص ۲۰۸-۱۹۳.
- ۷) زارعی، قاسم و محمدیان، رعنا و حاضری نیری، هاتف، و باشکوه اجیرلو، محمد (۱۳۹۷) "مقایسه روش‌های شبکه عصبی فازی با شبکه عصبی موجک فازی در پیش‌بینی قیمت سهام بانک‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران"، راهبرد مدیریت مالی، دوره: ۶، شماره: ۳.
- ۸) شاهنگ، ر. (۱۳۸۲). تئوری حسابداری، مرکز تحقیقات تخصصی حسابداری و حسابرسی، سازمان حسابرسی، جلد اول.
- ۹) شهسواری، ناصر و همتی، هدی و باغانی، علی (۱۳۹۶) "بهترین پیش‌بینی آینده با استفاده از مدل‌های شبکه عصبی "LoLiMoT, RBF"، اولین همایش سالانه مدیریت، حسابداری و اقتصاد ایران.
- ۱۰) صفایی نایینی، جواد و فرهمند، محمدرضا (۱۳۹۷) "بررسی کاربرد مدل عصبی- فازی در پیش‌بینی قیمت سهام شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران"، دومین کنفرانس ملی کامپیوتر و فناوری اطلاعات.

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و نه / زمستان ۱۴۰۰

(۱۱) صدیقی، مجتبی، و جهانگیرنیا، حسین (۱۳۹۷) "مدل سازی پیش بینی قیمت سهام با استفاده از تئوری مجموعه راف و الگوریتم ژنتیک"، پنجمین کنفرانس بین المللی تکنیک های مدیریت و حسابداری.

(۱۲) طلوعی اشلقی، عباس و حق دوست، شادی (۱۳۹۰) "مدل سازی پیش بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه عصبی و مقایسه آن با روش های پیش بینی ریاضی"، پژوهش نامه اقتصادی.

(۱۳) نبوی چاشمی، سید علی. مختاری نژاد، ماریه. (۱۳۹۵). مقایسه مدل های حرکت براونی و براونی کسری و گارچ در برآورد نوسانات بازده سهام. مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره بیست و نهم.

(۱۴) نیسی، عبدالساده، پیمانی، مسلم، (۱۳۹۴). مدل سازی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از معادلات دیفرانسیل تصادفی. مجله بورس اوراق بهادار، سال هشتم شماره ۳۰.

15) Bruno Miranda and Henrique Vinicius and Amorim Sobreiro and Herbert Kimura (2018) "Stock price prediction using support vector regression on daily and up to the minute prices", Journal of Finance and Data Science, Vol. 4, Issue 3, September 2018, PP. 183-201.

16) Guang Liu and Xiaojie Wang (2019) "A new metric for individual stock trend prediction", Engineering Applications of Artificial Intelligence, Vol. 82, June 2019, PP.1-12.

17) Kang Zhang and Guoqiang Zhong and Junyu Dong and Shengke Wang and Yong Wang (2019) "Stock Market Prediction Based on Generative Adversarial Network", Procedia Computer Science, Vol. 147, 2019, PP. 400-406.

18) Lisbao, P. (2000). Business Applications Of Neural Networks: The State of the Art of Real World Applications, Singapore: World Scientific: 64- 66.

19) Wen Long and Zhichen Lu and Lingxiao Cui (2019) "Deep learning-based feature engineering for stock price movement prediction", Knowledge-Based Systems, Vol. 164, 15 January 2019, PP. 163-173.