

بررسی دستکاری قیمت‌ها در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل ماشین بردار پشتیبان

میر فیض فلاح شمس^۱، حمیدرضا کردلوئی^۲، مهدی رشنو^۳

چکیده: دستکاری قیمت‌ها، از جمله عواملی است که موجب بی‌اعتمادی سرمایه‌گذاران به بازار سهام شده و مانع رشد و شکوفایی آن می‌شود. هدف اصلی این پژوهش پیش‌بینی دستکاری قیمت‌ها با استفاده از مدل ماشین بردار پشتیبان است. این مدل جهت طبقه‌بندی و تفکیک گروه‌ها به کار می‌رود و داده‌های مورد بررسی آن باید خطی باشند. هر چند که داده‌های مورد استفاده در پژوهش خطی نبودند ولی با استفاده از روش آماری تجزیه و تحلیل اجزای اصلی (PCA) تلاش شد تا مشکل خطی نبودن داده‌ها جبران شود. فرآیند پژوهش به این صورت است که در ابتدا با استفاده از آزمون وابستگی دیرش و از میان ۳۷۹ شرکت، ۹۵ مورد به‌عنوان شرکت‌های دستکاری شده شناسایی شده است. سپس دقت پیش‌بینی مدل ماشین بردار پشتیبان، در دستکاری قیمت‌ها در بازار سرمایه بررسی شده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که این مدل ۸۱ درصد از دستکاری‌ها را به درستی پیش‌بینی می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: دستکاری قیمت، آزمون وابستگی دیرش، مدل ماشین بردار پشتیبان.

طبقه‌بندی JEL: G14.

۱. استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، ایران
۲. دکترای مدیریت مالی و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، ایران
۳. کارشناس ارشد مدیریت مالی از دانشگاه امام صادق (ع)، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۰۵/۱۱

تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۰/۰۹/۲۸

نویسنده مسئول مقاله: مهدی رشنو

E-mail: rashnoo@gmail.com

مقدمه

موضوع تغییر و دستکاری قیمت‌ها و به تبع آن بازده، از دیرباز در بازارهای مختلف مالی مطرح بوده و همواره از جمله مهم‌ترین دغدغه‌های سرمایه‌گذاران به خصوص سرمایه‌گذاران غیرنهادی به شمار می‌رفته است. یکی از نشانه‌های شناسایی دستکاری، تغییرات شدید قیمت است در زمانی که هیچ خبر اثرگذاری بر بازده سهم منتشر نشده باشد [۹]. ابزارهای آماری مختلفی برای تشخیص قیمت‌های دستکاری شده به کار گرفته شده است. هدف از این پژوهش پیش‌بینی دستکاری قیمت‌های سهام مبادله شده در بورس اوراق بهادار تهران از طریق مدل ماشین بردار پشتیبان است.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

در زمینه دستکاری قیمت، پژوهش‌های متنوعی انجام شده است که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود. آلن و گل^۱ مدلی را با استفاده از اطلاعات نامتقارن^۲ توسعه دادند که در آن همه عوامل بازار دارای انتظاراتی منطقی بوده و در پی حداکثرسازی مطلوبیت خود هستند. نتایج پژوهش ایشان نشان می‌دهد که در بازارهای با نظارت قانونی بیشتر، باوجود نبود تغییرات لحظه‌ای قیمت و عدم امکان تحت فشار قرار دادن بازار، بازهم دستکاری قیمت واقع شده است [۱۰].

آگاروال و وو^۳ با بررسی شواهد تجربی دستکاری قیمت و بازده در اوراق بهادار در ایالات متحده، به توسعه مدل آلن و گل اقدام کردند. آنها دریافتند که در بازاری که سوءاستفاده‌کنندگان^۴ حضور دارند و تعداد زیادی از افراد در پی کسب اطلاعات هستند، رقابت بر سر اوراق بهادار افزایش خواهد یافت [۸].

پالشیکار^۵ و همکارانش [۱۸] نشان دادند که توافقات و تبانی‌های جمعی وجود دارد که بازار را در معرض بازده‌های تحریف شده و اثرات مضر آن قرار می‌دهد. نتایج این مطالعه الگوریتمی را تنظیم می‌کند که تحریف و اثرات آن را شناسایی و پیش‌بینی می‌کند. این مدل موارد مشکوک به تحریف را شناسایی نموده و با توجه به شاخص‌های تعریف شده، تحریف را سنجش می‌کند.

-
1. Allen and Gale
 2. Asymmetric Information
 3. Aggarwal and Wu
 4. manipulators
 5. Palshikar

تاکایاما^۱ [۲۰] برای مقابله با سوء استفاده از اطلاعات درونی، راهبردی پویا را پیشنهاد می‌کند. این راهبرد پویا به گونه‌ای است که معاملات مختلف را با توجه به زمان وقوع معامله و نوع سهام بررسی نموده و سوء استفاده از اطلاعات درونی را مورد سنجش قرار می‌دهد.

فلاح شمس عوامل مؤثر در تشخیص قیمت‌های دستکاری شده را ۵ مورد بیان می‌نماید: نسبت قیمت به عایدی، اندازه شرکت، شفافیت اطلاعات، میزان مالکیت و نقدشوندگی سهم [۴]. فلاح شمس و دیگران ضمن تشخیص سهام دستکاری شده، به بررسی مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی و مدل رگرسیون لاجیت در پیش‌بینی دستکاری می‌پردازند [۵]. رهنمای رودپشتی و دیگران با بررسی بازار سرمایه، سهام شرکت‌هایی را که دارای حساب قیمتی بوده مشخص نموده و سپس ضمن ارائه مدل‌های پیش‌بینی حساب قیمت، به مقایسه عملکرد آن‌ها پرداخته‌اند [۳].

هالی^۲ با بررسی روند بازده سهام شرکت‌های دستکاری شده طی سال‌های ۱۹۲۷ تا ۱۹۹۲ در بورس‌های نیویورک و لندن، دریافت که الگوی رفتاری دستکاری قیمت در بیش‌تر موارد مشابه است [۱۷]. براساس نظر وی، دستکاری قیمت یک سهم در بورس اوراق بهادار را می‌توان به چهار مرحله زیر تقسیم کرد:

۱- مرحله تشکیل ائتلاف بین دستکاری کنندگان و تبانی آنان برای ایجاد تقاضای کاذب در بازار

۲- افزایش شدید و مستمر قیمت سهم به دلیل افزایش تقاضا، نسبت به عرضه سهم در بازار

۳- خروج دستکاری کنندگان از بازار سهم، با فروش یک‌جای سهام موردنظر به متقاضیان

۴- کاهش شدید تقاضا و حجم معاملات سهم مورد نظر و در نتیجه سقوط قیمت سهم به پایین‌تر از قیمت قبل از دستکاری.

پژوهش کردلویی و دیگران نشان می‌دهد، الگوی دستکاری قیمت در بورس تهران نیز مشابه بورس‌های دیگر است [۶].

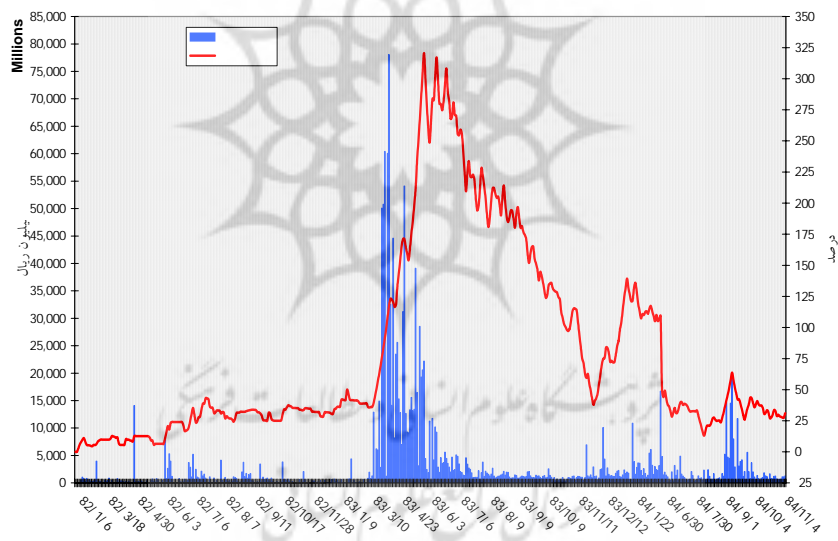
روش‌شناسی پژوهش

روش مورد استفاده در این پژوهش توصیفی، از نوع همبستگی و رگرسیون است. فرآیند انجام پژوهش را می‌توان به دو بخش تقسیم کرد. در بخش اول شرکت‌های دستکاری شده از میان

1. Takayama
2. Holley

کل شرکت‌ها شناسایی می‌شوند. در بخش دوم دستکاری قیمت از طریق مدل بردار پشتیبان پیش‌بینی شده و صحت آن مورد بررسی قرار می‌گیرد.

با توجه به مشابه بودن الگوی دستکاری در بورس تهران با بورس‌های دیگر، جهت شناسایی دستکاری از الگوی هالی استفاده شده است [۱۷]. روند تغییرات سهام شرکت آزمایش، مشابه الگوی دستکاری شناسایی شده توسط هالی است. آزمون‌های مرتبط انجام شده بر روی روند قیمت سهام شرکت آزمایش نیز، گویای بروز دستکاری قیمت سهم مورد نظر با اطمینان ۹۵ درصد است [۱۶]. تغییرات قیمت سهام شرکت آزمایش در محدوده زمان دستکاری به این صورت است که در ابتدا تقاضای کاذب بالایی برای خرید سهام این شرکت شکل گرفته و با افزایش حجم معاملات این سهم، بازدهی آن به صورت ناگهانی افزایش یافته است. پس از کسب بازدهی مورد نظر توسط سوء استفاده کنندگان، سهام مورد نظر عرضه شده که در همین مراحل سقوط ناگهانی قیمت سهم اتفاق افتاده است. این امر در نمودار ۱ به وضوح مشاهده می‌شود.



نمودار ۱. روند بازدهی و حجم معاملات سهام شرکت آزمایش در بورس اوراق بهادار تهران

با توجه به روند بالا، از آزمون دیرش می‌توان برای تشخیص دستکاری استفاده نمود. به عبارت دیگر دستکاری هنگامی واقع می‌شود که ابتدا بازدهی غیرعادی مثبت رخ داده و پس از آن بازدهی غیرعادی منفی واقع شود. با استفاده از آزمون وابستگی دیرش مشخص می‌شود که

کدامیک از سلسله‌های بازدهی مثبت با سلسله‌های بازدهی منفی وابسته هستند. در صورت وجود وابستگی، در این محدوده زمانی دستکاری قیمت رخ داده است [۱۹].

در بخش بعدی پژوهش از مدل ماشین بردار پشتیبان^۱ جهت پیش‌بینی دستکاری قیمت‌ها استفاده می‌شود. با توجه به لیست شرکت‌های دستکاری شده که در بخش اول پژوهش مشخص می‌شود، مدل ماشین بردار پشتیبان بر نمونه‌ای از این شرکت‌ها اجرا می‌شود تا قابلیت آن در پیش‌بینی دستکاری قیمت سهام بررسی شود.

مدل ماشین بردار پشتیبان

مدل ماشین بردار پشتیبان یکی از مدل‌هایی است که جهت طبقه‌بندی و تفکیک گروه‌ها به کار می‌رود. با مشخص شدن داده‌های مورد پژوهش، مدل ماشین بردار پشتیبان داده‌ها را به گروه‌های متمایزی تقسیم می‌کند. این مدل‌ها دارای خواص کلی زیر هستند [۲]:

۱. طبقه‌بندی داده‌ها با حداکثر قابلیت تعمیم
 ۲. رسیدن به نقطه بهینه تفکیک داده‌ها
 ۳. تعیین خودکار ساختار بهینه برای طبقه‌بندی کننده
 ۴. امکان مدل کردن داده‌های غیر خطی با استفاده از تجزیه و تحلیل اجزاء اصلی
- ماشین بردار پشتیبان الگوریتمی است که نوع خاصی از مدل‌های خطی را می‌یابد که موجب حداکثر شدن تفکیک بین طبقات می‌شود. بردارهای پشتیبان در واقع نزدیک‌ترین نقاط به حاشیه ابر صفحه هستند. تنها از این بردارها (نقاط) برای مشخص کردن مرز بین طبقات استفاده می‌شود.

اگر داده‌ها به صورت خطی مجزا از هم باشند، SVM به ماشین‌های خطی برای تولید یک سطح بهینه که داده‌ها را بدون خطا و با حداکثر فاصله میان صفحه و نزدیک‌ترین نقاط آموزشی (بردارهای پشتیبان) تفکیک می‌نماید. اگر نقاط آموزشی را به صورت $[x_i, y_i]$ و بردار ورودی $x_i \in R^n$ و ارزش طبقه را به صورت $y_i \in \{-1, 1\}$ تعریف کنیم و $i = 1, \dots, l$ ، آنگاه در حالتی که داده‌ها به صورت خطی قابل تفکیک هستند، قواعد تصمیم‌گیری که تعریف می‌شود و توسط یک صفحه بهینه که طبقات تصمیم‌گیری باینری را تفکیک می‌کند، به صورت معادله زیر است:

$$Y = \text{sign} \left(\sum_{i=1}^N y_i \alpha_i (X \cdot X) + b \right) \quad (1)$$

که در آن Y خروجی معادله، y_i ارزش طبقه نمونه آموزشی X_i و \cdot نشان دهنده ضرب داخلی است. بردار $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ نشان دهنده یک داده ورودی و بردارهای X_i ، $i = 1, \dots, N$ بردارهای پشتیبان هستند. در معادله بالا پارامترهای b ، α_i تعیین کننده ابر صفحه هستند.

اگر داده‌ها به صورت خطی قابل تفکیک نباشند، این معادله به شکل زیر تغییر می‌یابد:

$$Y = \text{sign} \left(\sum_{i=1}^N y_i \alpha_i K(X, X_i) + b \right) \quad (2)$$

تابع $K(X, X_i)$ تابع کرنلی است که برای ایجاد ماشین‌هایی با انواع مختلفی از سطوح تصمیم‌گیری غیرخطی در فضای داده‌ها، ضرب‌های داخلی تولید می‌کند. به عنوان مثال، سه نوع تابع کرنل که در مدل SVM به کار می‌رود، عبارتند از:

- ماشین چند جمله‌ای با تابع کرنل

$$K(X, X_i) = (X \cdot X_i + 1)^d \quad (3)$$

که در آن d ، درجه کرنل چند جمله‌ای است.

- ماشین تابع پایه شعاعی با تابع کرنل

$$K(X, X_i) = \exp \left(-1/\delta^2 (X \cdot X_i)^2 \right) \quad (4)$$

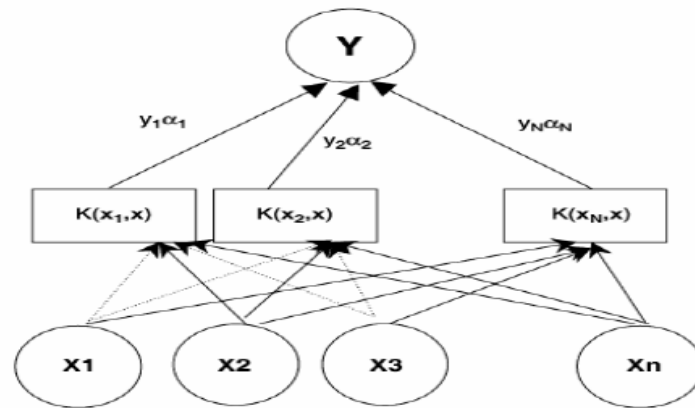
که در آن δ پهنای باند کرنل تابع پایه شعاعی است.

- ماشین NN دو لایه با تابع کرنل

$$K(X, X_i) = S[(X \cdot X_i)] = 1/[1 + \exp\{v(X \cdot X_i) - C\}] \quad (5)$$

که در آن c و v پارامترهای تابع زیگموئیدی $S[(X \cdot X_i)]$ هستند به نحوی که نامعادله $C \geq v$ برقرار باشد.

فرآیند یادگیری برای ایجاد توابع تصمیم‌گیری دارای ساختاری دو لایه است. ماشین بردار پشتیبان از تئوری بهینه‌سازی برای طبقه‌بندی استفاده می‌کند و براساس تئوری یادگیری آماری، خطای طبقه‌بندی را به حداقل می‌رساند. نمودار زیر فرآیند مدل SVM را نشان می‌دهد.



نمودار ۲. فرآیند مدل SVM

جامعه‌ی آماری و قلمرو زمانی پژوهش

جامعه‌ی آماری مورد استفاده برای طراحی مدل، شامل تمامی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است. در آزمون فرض اول و جهت بررسی شرکت‌هایی که مورد دستکاری قرار گرفته‌اند کل جامعه‌ی آماری بررسی شده است. جهت بررسی فرض دوم، شرکت‌هایی که دستکاری شده‌اند، مورد بررسی قرار گرفته است. قلمرو زمانی مورد بررسی از ابتدای سال ۱۳۸۰ تا پایان سال ۱۳۸۸ است.

فرضیه‌های پژوهش

فرضیه اول: سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران مورد دستکاری قرار گرفته‌اند.
فرضیه دوم: مدل ماشین بردار پشتیبان با دقت بالایی^۱ دستکاری را پیش‌بینی می‌نماید.

متغیرهای پژوهش و نحوه محاسبه آنها

با توجه به هدف پژوهش، متغیر وابسته دستکاری قیمت در بورس اوراق بهادار تهران است. این متغیر دو ارزشی است و عناصر جامعه را به دو گروه دستکاری شده و دستکاری نشده تقسیم می‌کند. در برازش مدل‌ها از داده‌های یک سال قبل از بروز دستکاری استفاده شده است.

۱. خطای پیش‌بینی ۲۰ درصد در نظر گرفته شده و در صورتی که مدل ۸۰ درصد از دستکاری‌ها را پیش‌بینی نماید از دقت بالایی برخوردار خواهد بود.

متغیرهای مستقل شامل ارزش بازاری حقوق صاحبان سهام شرکت، نسبت P/E، رتبه نقدشوندگی، وضعیت شفافیت اطلاعات و وضعیت سهام شناور آزاد هستند [۱۲][۱۴].

از جمله مطالعاتی که در پیش‌بینی دستکاری قیمت از متغیرهای گفته شده استفاده کرده‌اند به مطالعات آگاروال و وو [۸] و آلن و گل [۱۰] می‌توان اشاره کرد. تعریف عملیاتی و علت انتخاب هریک از این متغیرها به شرح زیر است:

ارزش بازاری حقوق صاحبان سهام شرکت: علت انتخاب این متغیر این است که احتمال دستکاری شرکت‌های با ارزش بازاری بالا بسیار اندک است در حالی که در شرکت‌های با ارزش بازاری اندک، دستکاری راحت‌تر و امری محتمل است.

در این پژوهش اندازه شرکت براساس لگاریتم طبیعی ارزش بازاری سهم^۱ تعیین شده است [۱۵]. ارزش بازاری سهم در واقع حاصلضرب ارزش بازاری سهام در تعداد سهام آن شرکت است. نسبت P/E: این نسبت نشان دهنده انتظارات بازار از چشم‌انداز و وضعیت رشد سودآوری آتی شرکت است. در شرکت‌های رشدی این نسبت بالا بوده و سهامداران چشم‌انداز مثبتی نسبت به آینده این شرکت‌ها دارند. در این نوع شرکت‌ها بازدهی سهامداران اغلب از محل رشد قیمت^۲ حاصل می‌شود و به این دلیل سهامداران و معامله‌گران توجه بسیاری به نسبت P/E و تغییرات آن دارند؛ در حالی که در شرکت‌های ارزشی این مسئله قدری متفاوت است. در این نوع شرکت‌ها سود غالب سهامداران از محل سود تقسیمی حاصل می‌شود [۱۱]. بنابراین دستکاری کنندگان به دنبال شرکت‌هایی هستند که نسبت P/E آن‌ها پایین بوده تا از طریق ایجاد عرضه و تقاضای کاذب نسبت P/E را افزایش داده و موجب دستکاری قیمت شوند [۲۱].

برای محاسبه این نسبت، قیمت جاری سهام شرکت در بازار تقسیم بر سود خالص پیش‌بینی شده هر سهم می‌شود. نسبت P/E یک متغیر پیوسته بوده و برای طراحی مدل از نسبت P/E یک‌سال قبل از زمان بروز دستکاری استفاده شده است.

رتبه نقدشوندگی سهام: علت انتخاب این متغیر این است که در سهام نقدشونده، عرضه و تقاضای کافی در معاملات سهام وجود دارد؛ در حالی که دستکاری کنندگان به دنبال سهامی هستند که با معاملات اندک بتوان بیشترین تأثیر را بر قیمت ایجاد کرد [۱۳]. بر این اساس سهامی که نقدشوندگی پایینی دارند بیشتر در معرض دستکاری قرار می‌گیرند. رتبه نقدشوندگی سهام از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

۱. ارزش بازاری سهم عدد بزرگی بوده و برای اینکه با نسبت P/E قابل مقایسه باشد از لگاریتم طبیعی آن استفاده شده است.
2. capital gain

$$Liquidity = \frac{1}{\frac{1}{V} + \frac{1}{D} + \frac{1}{F} + \frac{1}{B} + \frac{1}{C} + \frac{1}{N}} \quad (۶)$$

در عبارت بالا V برابر حجم معاملات دوره، D تعداد روزهای معامله شده سهم در دوره، F متوسط تعداد دفعات معامله در هر روز، B متوسط تعداد خریداران در هر روز، C متوسط ارزش روزانه بازار و N متوسط تعداد دفعات معامله شده سهم در هر روز است.

وضعیت شفافیت اطلاعات: علت انتخاب این متغیر این است که مهم‌ترین عامل دستکاری قیمت عدم توزیع اطلاعات است. در سهامی که شفافیت اطلاعات وجود ندارد شایعات بر قیمت‌ها مؤثر بوده و دستکاری کنندگان می‌توانند با گسترش شایعات برای سهم تقاضای کاذب نموده و موجب دستکاری قیمت سهام شوند. این شاخص نشان دهنده حجم و غنای اطلاعات منتشر شده در ارتباط با شرکت‌ها است. مقیاس این متغیر به صورت رتبه‌ای است و برای محاسبه آن، شرکت‌ها براساس میزان و کیفیت اطلاعات رسمی منتشر شده رتبه‌بندی می‌شوند. رتبه‌بندی گفته شده برای همه شرکت‌ها از سوی سازمان بورس و اوراق بهادار با استفاده از عواملی از قبیل میزان رعایت قوانین بورس در رابطه با افشاگری اطلاعات، حجم اطلاعات منتشر شده و کیفیت اطلاعات ارائه شده در گزارش، انجام گرفته و پژوهشگران از این رتبه‌بندی برای طراحی مدل استفاده کرده‌اند.^۱

وضعیت سهام شناور آزاد شرکت: این متغیر به این دلیل انتخاب شده است که دستکاری در شرکت‌های با سهام شناور بالا مشکل‌تر است؛ زیرا در این دسته از سهام، عرضه و تقاضای کافی در بازار وجود دارد. در سهام بلوکی و با میزان شناور اندک، عرضه و تقاضای کمی وجود داشته و ایجاد عرضه و تقاضای اضافی بر تغییر قیمت مؤثر خواهد بود. این شاخص نشان‌دهنده ترکیب سهام شرکت است و مشخص می‌کند که چند درصد از سهام شرکت به‌طور دائم مورد معامله قرار گرفته و چند درصد آن در اختیار سهام‌داران عمده و به‌صورت بلوکه شده است. درصد سهام شناور شرکت‌ها از سوی سازمان بورس و اوراق بهادار محاسبه شده است. در این پژوهش، وضعیت سهام شناور شرکت‌ها به مقیاس رتبه‌ای به شرح جدول زیر تعریف شده است:

۱. این رتبه‌بندی توسط اداره نظارت بر ناشران بورسی مدیریت نظارت بر ناشران بورسی تا پایان سال ۱۳۸۹ ارائه شده که در این پژوهش از این اطلاعات استفاده شده است.

جدول ۱. رتبه هریک از وضعیت‌های سهام شناور آزاد شرکت‌ها در بازار

درصد سهام شناور آزاد	حداکثر ۵ درصد	۵ تا ۱۵ درصد	۱۵ تا ۳۰ درصد	۳۰ تا ۵۰ درصد	بیش از ۵۰ درصد
وضعیت سهام شناور	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
رتبه	۱	۲	۳	۴	۵

آزمون فرضیات و تحلیل‌های آماری

آزمون فرض اول

جهت انجام آزمون‌های گفته شده، ابتدا بازدهی کل گزارش شده شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران به صورت روزانه استخراج شد و از آن‌ها جهت انجام آزمون وابستگی دیرش استفاده شد.

همانطور که گفته شد، در هنگام بروز دستکاری، قیمت از ارزش ذاتی آن فاصله می‌گیرد و بازدهی واقعی دارایی‌ها با بازده مورد انتظار آن‌ها متفاوت می‌شود. در زمان بروز دستکاری، بازده سهام با توجه به تقاضای کاذب افزایش یافته و پس از عرضه سهام مورد نظر توسط دستکاری‌کنندگان، بازدهی به یکباره سقوط می‌کند. با توجه به این روند ابتدا بازده‌های مثبت روزانه اتفاق می‌افتد که به آن‌ها سلسله‌های مثبت بازدهی گفته می‌شود. سپس و با عرضه سهام، بازدهی سقوط می‌کند که در اینجا سلسله‌های منفی بازدهی رخ می‌دهد. با توجه به آزمون وابستگی دیرش، دستکاری زمانی واقع می‌شود که سلسله‌های منفی پس از سلسله‌های مثبت رخ داده و به آن وابسته باشند. فرآیند آزمون وابستگی دیرش به شرح زیر است [۷]:

۱. ابتدا با استفاده از مدل خودتوضیحی میانگین متحرک^۱ یا ARMA، بازدهی سهام مورد نظر پیش‌بینی شده است. فرمول این پیش‌بینی به شرح زیر است:

$$\hat{R}_t = \gamma_0 + \gamma_1 R_{t-1} + \gamma_2 R_{t-2} + \eta_{t-1} \varepsilon_{t-1}^2 + \varepsilon_t \quad (7)$$

\hat{R}_t برابر بازدهی‌های اسمی روزانه، R_{t-1} و R_{t-2} وقفه‌های اول و دوم متغیر R و ε_{t-1} اولین میانگین متحرک جزء خطای مدل است. در این پژوهش قبل از این که مدل خودتوضیحی برای استخراج پسماندهای آن تخمین زده شود، از آزمون مانایی برای تمامی

1. Autoregressive Moving Average Model

سری‌های زمانی استفاده شده است. اگر سری زمانی مورد مطالعه مانا نباشد، به دلیل بروز مشکل رگرسیون کاذب، امکان استفاده از مدل‌های خودتوضیحی وجود ندارد. برای آزمون مانایی، از آزمون‌های ریشه واحد استفاده شده است [۱]. یکی از رایج‌ترین آزمون‌های تشخیص ریشه واحد، آزمون دیکی- فولر تعمیم یافته است، که در این پژوهش از آزمون گفته شده، استفاده شده است.

۲. پس از تخمین مدل، پسماند مدل به‌عنوان بازدهی غیرعادی برای سهام هریک از شرکت‌های نمونه محاسبه شد. بازدهی غیرعادی در اینجا، اختلاف میان قیمت پیش‌بینی شده و قیمت واقعی است که در قالب پسماند در مدل بالا بروز می‌کند. پسماندهای ایجاد شده را به‌صورت سلسله‌های مثبت و منفی مشخص و از همدیگر جدا می‌کنیم [۱۹].

۳. پس از تخمین مدل، تعداد بهینه وقفه در مدل خود توضیحی از روش باکس - جنکینز به‌دست می‌آید. روش باکس - جنکینز روشی است که با استفاده از آن در مدل‌سازی مدل‌های خودتوضیحی (AR)، تعداد وقفه بهینه از طریق آزمون معناداری ضرایب خودتوضیحی حاصل می‌شود.

۴. در این مرحله تابع دیرش با استفاده از آزمون رگرسیون لوجیت برازش می‌شود. در این تابع، متغیر مستقل طول سلسله (تعداد پسماندهای مستمر منفی و یا مثبت) و متغیر وابسته، متغیری دوارزشی با مقادیر صفر و یک می‌باشد. ارزش یک برای سلسله‌های منفی و ارزش صفر برای سلسله‌های مثبت لحاظ شده است. این مدل از طریق معادله زیر محاسبه شده است:

$$\log \text{it}(p) = \ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \alpha + \beta_1 x_{1,i} + \dots + \beta_k x_{k,i} \quad (8)$$

۵. در آزمون وابستگی دیرش، وجود سلسله‌های بلند بازدهی غیرعادی مثبت یا منفی نشانه وجود دستکاری بازده یا قیمت در سهام شرکت خواهد بود. برای انجام این آزمون از تابع مخاطره^۱ به شرح زیر استفاده می‌شود:

$$h(t_i) = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \beta \ln t_i)}}, \beta > 0 \quad (9)$$

در معادله ۹ $h(t_i)$ احتمال وقوع دستکاری است و مقدار آن بین صفر و یک خواهد بود. در هنگام برآزش مدل، برای سلسله‌های منفی مقدار $h(t_i)$ را برابر با یک و برای سلسله‌های مثبت مقدار آن را صفر در نظر می‌گیریم. در فرمول فوق Ln i نشان دهنده لگاریتم طبیعی طول سلسله‌های منفی و مثبت خواهد بود [۲۰]. در این آزمون اگر β منفی باشد نشان دهنده احتمال دستکاری خواهد بود.

جدول زیر نمونه خروجی پارامترهای تابع مخاطره (α و β) را با استفاده از نرم‌افزار Eviews نشان می‌دهد. طول سلسله، تعداد دفعاتی است که بازدهی مثبت یا بازدهی منفی به صورت پشت سرهم و بدون وقفه اتفاق افتاده است.

جدول ۲. نمونه نتایج آزمون وابستگی دیرش

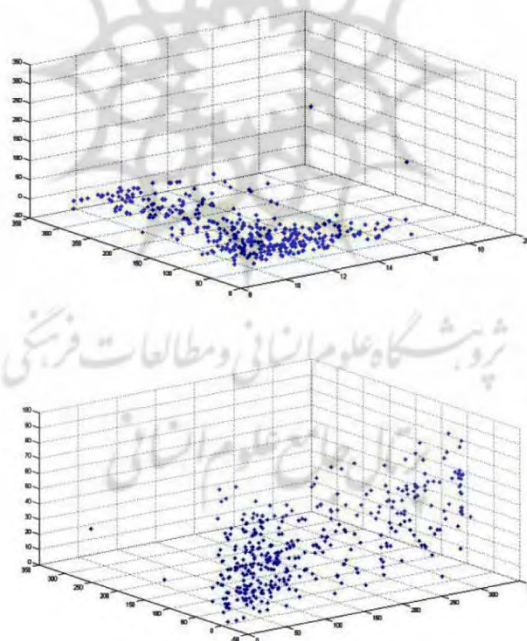
منفی		مثبت		طول سلسله
نرخ تابع مخاطره	تعداد سلسله	نرخ تابع مخاطره	تعداد سلسله	
۰.۲۶	۶	۰.۲۷	۶	۱
۰.۷	۱۲	۰.۶۲	۱۰	۲
۰.۴	۲	۰.۵	۳	۳
۰.۳۳	۱	۰.۳۳	۱	۴
۰.۵	۱	۰.۵	۱	۵
۰	۰	۰	۰	۶
۱	۱	۰	۰	۷
		۱	۱	۸
				Log Logistic test
-۰.۶۳		-۰.۶		A
۰.۷۱		۰.۴۸		B
۰.۰۱۷		۰.۰۲۳		P-Value (β)

در آزمون همبستگی دیرش، معناداری ضریب β در تخمین تابع مخاطره آزمون می‌شود. جهت انجام این آزمون، از آزمون والد استفاده می‌شود. فرضیه صفر در این آزمون $\beta=1$ به عبارت دیگر $(1-\beta)=0$ است. اگر سطح معناداری (P-value) کمتر از $0/05$ باشد، فرضیه صفر مبنی بر اینکه β برابر با یک است رد می‌شود و می‌توان نتیجه گرفت که دستکاری قیمت در شرکت گفته شده انجام شده است. این آزمون بر سلسله بازدهی ۳۷۹ شرکت انجام و مشخص شد که ۹۵

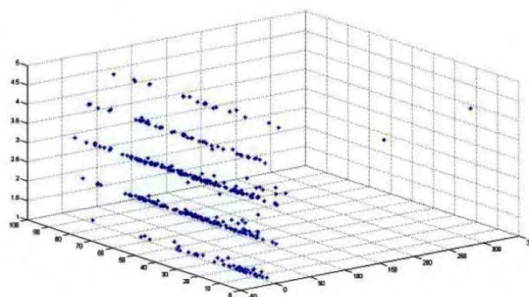
شرکت شیب تابع مخاطره منفی دارند. به عبارت دیگر دستکاری در این شرکت‌ها اتفاق افتاده است.

آزمون فرض دوم

پس از انجام آزمون وابستگی دیرش، شرکت‌ها به دو گروه دستکاری شده و دستکاری نشده تقسیم‌بندی شدند. براساس نمودار روند بازدهی و حجم معاملات شرکت‌های دستکاری شده، زمان شروع دستکاری مشخص شد و در گام آخر مقادیر متغیرهای مستقل برای هر شرکت در طول دوره یک‌ساله قبل از تاریخ دستکاری جمع‌آوری و اثر آن بر متغیر وابسته که همان وقوع یا عدم وقوع دستکاری است، آزمون شده است. بررسی قابلیت پیش‌بینی احتمال وقوع دستکاری با مدل بردار ماشین پشتیبان صورت پذیرفت و در پایان توانایی مدل در پیش‌بینی ارزیابی شد. در واقع مدل ماشین بردار جدا کردن داده‌ها به صورت خطی است. شکل‌های سه بعدی از متغیرهای مستقل بیانگر آن است که داده‌های پژوهش خطی نیستند.



نمودار ۳. شکل‌های سه بعدی از متغیرهای مستقل پس از اعمال PCA (دسته‌های سه تایی)



ادامه نمودار ۳. شکل‌های سه بعدی از متغیرهای مستقل پس از اعمال PCA (دسته‌های سه تایی)

به همین علت هم نمی‌توان صفحه‌ای فرضی برای جداسازی قیمت‌های دستکاری شده از دستکاری نشده ترسیم نمود. از این رو با اعمال روش آماری تجزیه و تحلیل اجزای اصلی (PCA)^۱ قبل از ارائه داده‌ها به مدل تا حدی این مانع را جبران می‌نماییم. اما با این وجود این راهکار هم در این مدل کافی نبوده و درصد کل برای سنجش امکان صحیح پیش‌بینی توسط این مدل تنها ۸۱.۵۷٪ حاصل شده است. گفتنی است، این مدل تمایل دارد قیمت‌های دستکاری نشده را دستکاری شده نشان دهد. خلاصه نتایج برازش مدل گفته شده در جدول ذیل ارائه می‌شود.

جدول ۳. نتایج بررسی قدرت پیش‌بینی مدل بردار ماشین

گروه	تعداد مشاهدات	پیش‌بینی مدل	تعداد خطا	خطای نوع اول	خطای نوع دوم	درصد پیش‌بینی صحیح
دستکاری نشده	۳۰	۲۴	۶	۱۷.۶۵٪		۸۲.۳۵٪
دستکاری شده	۸	۶	۲		۲۵٪	۷۵٪
جمع				۱۷.۶۵٪	۲۵٪	۸۱.۵۷٪

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، شرکت‌هایی که قیمت آن‌ها دستکاری شده است از طریق آزمون دیرش مشخص شده و سپس قدرت پیش‌بینی مدل ماشین بردار پشتیبان آزمون شده است. نتایج پژوهش بیانگر قدرت پیش‌بینی مدل گفته شده به میزان ۸۱.۷۵٪ است. با توجه به پژوهش فلاح شمس و کردلویی [۵] ملاحظه می‌شود که قدرت پیش‌بینی این مدل از روش‌های شبکه عصبی و رگرسیون لاجیت کمتر است.

منابع

۱. آذر عادل، مؤمنی منصور، آمار و کاربرد آن در مدیریت، تهران، سمت؛ ۱۳۸۸.
۲. راعی رضا، فلاح‌پور سعید. کاربرد ماشین بردار پشتیبان در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها با استفاده از نسبت‌های مالی، بررسی‌های حسابداری و حسابداری ۱۳۸۷؛ ۱۵(۵۳).
۳. رهنمای رودپشتی فریدون، فلاح شمس میر فیض، کردلویی حمیدرضا، دهقانی امیر. بررسی و تعیین عوامل کشف و پیش‌بینی تشکیل حساب تصنعی قیمتی، فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی مالی ۱۳۹۰؛ ۹.
۴. فلاح شمس میر فیض. بررسی عوامل تأثیرگذار بر دستکاری قیمت در بورس اوراق بهادار تهران، پژوهشنامه علوم اقتصادی ۱۳۸۸؛ ۱.
۵. فلاح شمس میر فیض، کردلویی حمیدرضا. پیش‌بینی دستکاری قیمت در بورس اوراق بهادار تهران، فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی مالی ۱۳۹۰؛ ۷.
۶. کردلویی حمیدرضا، شمسیان اسماعیل، نگاهبان محسن. مدل‌های برآورد احتمال بروز حساب، همایش ملی رویکردهای نوین مدیریت مالی؛ ۱۳۹۰.
۷. گجراتی دامودار. مبانی اقتصادسنجی، ابریشمی حمید، انتشارات دانشگاه تهران؛ ۱۳۹۰.
8. Aggarwal R, G Wu. Stock Market Manipulation — Theory and Evidence, Working pape 2004; Univ. of Michigan.
9. Agnes W lo, Michael Firth, Raymond M Wong. Measuring closing price manipulation. Journal of corporate finance 2010; 1: 225-235.
10. Allen Franklin, Douglas Gale. Stock-Price Manipulation, the Review of Financial Studies 1992; 5(3): 503-529.
11. Archisham Chakaraborty, Bilge Yilmaz. Can corporate governance deter management from manipulating earnings? Evidence from related-party

- sales transactions in china. Journal of economic theory 2004; 114: 132-152.
12. Carole Comerto. Which trade move price in emerging markets?, journal of multinational financial management 2006; 16: 184-198.
 13. Carole Comerton-Forde. Talis J. Putnins. Pricing accuracy, liquidity and trader behavior with closing price manipulation». Journal of financial intermediation; 2010.
 14. Enar Ruiz-Conde Peter S.H. Leeflang. Marketing variables in macro-level diffusion models 2006; JfB 56:155-183.
 15. Frank Milne, Klaus Ritzberger. Strategic pricing of equity issues. Economic Theory 2002; 20: 271-294.
 16. Fereydoon Rahnamay R, M, Feiz Fallah Shams, Hamidreza Kordlouie. Forecasting Stock Price Manipulation in Capital Market. International Conference on Business, Economics, and Financial Sciences, and Management. Paris, France; 2011.
 17. Holley Dean. Market Manipulation- The Focus on Prevention» Heinonline 1993; 19: 925-943.
 18. Palshikar Girish Keshav, Manoj M. Collusion set detection using graph clustering. Data Min Knowl Disc 2008; 16: 135-164.
 19. Robin Hanson and Ryan orea. Information aggregation and manipulation in an experimental market. Journal of economic behavior and organization 2006; 60: 449-459.
 20. Shino Takayama. A dynamic strategy of the informed trader. Annals of Finance 2010; 6: 287-294.
 21. Sugata rotchowdhury. Earning management through real activities manipulation. Journal of accounting and economics 2006; 42: 335-370.