Archive of SID

راهبرد مدیریت مالی
سال چهارم، شماره چهاردهم
پاییز ۱۳۹۵
صص ۱۷۱-۱۴۹

دانشگاه الزهرا (س)
دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی
تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۴/۰۶
تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۰۶/۱۱

شناسایی دستکاری قیمت سهام از طریق مدل ترکیبی الگوریتم ژنتیک – شبکه عصبی مصنوعی و مدل SQDF [1]

شهاب‌الدین شمس [2] و بهروز عطایی [3]

چکیده

هدف این پژوهش، شناسایی دستکاری قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد که از طریق مدل ترکیبی الگوریتم ژنتیک-شبکه عصبی مصنوعی (ANN-GA) [4] و مدل تابع تفکیکی درجه دوی تعدیل شده (SQDF) [5] انجام گرفته است. در این پژوهش از متغیرهای قیمت، حجم معاملات و سهام شناور آزاد برای تطبیق نتایج مدل و داده‌های واقعی از دستکاری قیمت استفاده شده است. در مدل ترکیبی ابتدا داده‌های مربوط به ۳۱۶ شرکت از نخستین روز کاری سال ۱۳۸۹ تا آخرین روز کاری سال ۱۳۹۲ بصورت روزانه شامل ۹۶۶ روز وارد مدل الگوریتم ژنتیک شده و در نهایت اوزان مربوط به هر متغیر از این الگوریتم منتج شد. با استفاده از این اوزان، شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون طراحی، آموزش و اجرا شد. سپس مدل SQDF طراحی و اجرا و کارایی آن اثبات شد. سرانجام نتایج حاصل از مدل ANN-GA با نتایج مدل SQDF با استفاده از آماره‌های اندازه‌گیری خطای MAPE، RMSE و R^2 مقایسه شدند. نتایج نشان داد که مدل ANN-GA در شناسایی دستکاری قیمت سهام و طبقه بندی شرکت‌ها به دو گروه دستکاری شده و دستکاری نشده عملکرد بسیار بهتری از مدل SQDF داشته و خطای بسیار کمتری دارد.

واژه های کلیدی: قیمت سهام، دستکاری قیمت سهام، حفاظت از بازار، الگوریتم ژنتیک، شبکه عصبی مصنوعی
طبقه‌بندی موضوعی: C, G1, P

---

۱. کد DOI مقاله: 10.22051/jfm.2016.2576
۲. استادیار مدیریت، دانشگاه مازندران، shams@umz.ac.ir
۳. کارشناس ارشد مدیریت بازرگانی (گرایش مالی)، دانشگاه مازندران - نویسنده مسئول، Ataei.behrooz@yahoo.com
4. Artificial Neural Networks-Genetic Algorithm
5. Simplified Quadratic Discriminant Function

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بازار سرمایه به عنوان یکی از زیرسیستم‌های بخش مالی اقتصاد در کنار بازار پول، کارکردهای بسیار مهمی در توسعه فعالیت‌های اقتصادی و ایجاد شرایط مطلوب در کشورهای مختلف دارد. بازار سرمایه از ارکان مختلفی تشکیل شده است که نقصان در هریک از آن‌ها، این بازار را در رسیدن به اهداف خود دچار اختلال می‌کند. توسعه همه‌جانبه و تعمیق بازار به عنوان موتور محرکه توسعه اقتصادی، نیازمند اعتماد عموم مشارکت کنندگان به کارایی و درستی آن در تعیین قیمت عادلانه اوراق بهادار است. به طور مسلم، شناسایی الگوی رفتاری دستکاری قیمت و طراحی عادلانه الگوی کمی برای پیش بینی احتمال وقوع دستکاری قیمت در بورس، نقش موثری در راستای شفافیت بازار، قیمت گذاری منصفانه دارایی‌های سرمایه ای، ارتقای کارایی بازار و در نهایت تخصیص بهینه منابع مالی به حوزه‌های اقتصادی خواهد داشت (فلاح شمس و تیموری شندی، ۱۳۸۴).

پیش بینی و شناسایی مولفه‌ها در بازارهای سرمایه همواره با چالش، تردید و خطا همراه بوده و روش‌های مورد استفاده دارای نقاط ضعفی هستند که کاربرد آن را با محدودیت مواجه می‌سازد. سیستم‌های هوشمند، یکی از فناوری‌های نوین این عصر هستند که با استفاده از آن‌ها می‌توان در طراحی مدل‌هایی برای پیش‌بینی و شناسایی مولفه‌های مختلف در بازار سعی نمود (حنفی زاده و جعفری، ۱۳۸۹).

امروزه شناسایی و طبقه بندی مدل‌های الگوریتم ژنتیک و شبکه‌های عصبی، جایگاه مهمی به خود اختصاص داده اند. انعطاف در تخمین دامنه وسیعی از روابط و توابع بین مقادیر داده‌ها و ستاده‌ها، عدم نیاز به اعمال فرض‌های آماری خاص در مورد رفتار متغیرها و نشان دادن عملکرد بهتر نسبت به روش‌های سنتی در کشف روابط پیچیده و غیرخطی، از جمله مزایای آن‌ها به شمار می‌رود. الگوریتم ژنتیک و شبکه‌های عصبی مصنوعی در مواجهه با داده‌های مفقوده و اغتشاش داده‌های مالی، نسبت به روش‌های سنتی از عملکرد بهتری برخوردار می‌باشد. از طرفی با توجه به معایب و مزایای هر یک از انواع مدل‌های الگوریتم ژنتیک و شبکه‌های عصبی مصنوعی، پژوهش‌ها به سمت مدل‌های ترکیبی سوق پیدا کرده است(حنفی‌زاده و جعفری،۱۳۸۹). در موضوع‌های اقتصادی و بازرگانی، فرآیند شناسایی ماهیت و روند متغیرها به عنوان یکی از مهمترین شاخص‌های علمی مطرح شده است و روز به روز توسعه و پیشرفت می‌نماید. مدیران بخش‌های مختلف اقتصادی و بازرگانی، به دلیل وجود انبوه متغیرهای تاثیرگذار، ترجیح می‌دهند مکانیزمی را در اختیار داشته باشند که بتواند آن‌ها را در امور تصمیم گیری یاری و مشاوره دهد. به همین دلیل سعی در روی آوردن به روش‌هایی در پیش بینی دارند که به واسطه آن‌ها تخمین‌هایشان به واقعیت نزدیک و خطایشان کم باشد. در گذشته که روش‌های ابتکاری و هوش مصنوعی متداول نبودند، برای انجام فرآیندهای شناسایی

www.SID.ir

Archive of SID

پیش بینی از روش‌های ساده و خطی مثل رگرسیون، نمو هموار ساده، میانگین متحرک و غیره استفاده می‌شد. ضعف این مدل‌ها به پژوهشگر اجازه شناسایی عوامل پیچیده و خطی را نمی‌دهد. اما امروزه با رشد فنون و تکنیک‌های ریاضی و کامپیوتر، روش‌های ابتکاری و هوش مصنوعی، مثل الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی مصنوعی به وجود آمده اند که در این پژوهش مورد استفاده قرار خواهند گرفت.

مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

پیشینه پژوهش مرتبط با موضوع حاضر به صورت جدول زیر می‌باشد:

جدول ۱: خلاصه پژوهش‌های خارجی و داخلی انجام شده

ردیف	پژوهشگر	سال	نتایج
۱	جاروو[1]	۱۹۹۲	گروهی از سهامداران، با در اختیار داشتن حجم زیادی از معاملات می‌توانند تاثیر مهمی در وجود یا عدم وجود دستکاری قیمت سهام داشته باشند.
۲	پالشیکار و باهولکار[2]	۲۰۰۰	ارائه الگوریتمی که قادر به شناسایی الگوهای موقتی داده های مربوط به سهام مورد معامله بود. این الگوها در زمان دستکاری سهام شرکت به طور مکرر خود را نشان می‌دهند و این الگوریتم از طریق سیستم شناسایی فازی، آنها را شناسایی می‌کند.
۳	آکتاس و دوگاتای[3]	۲۰۰۶	توسعه و ارائه مدلی برای پیش بینی دستکاری قیمت سهام در بورس اوراق بهادار استانبول که مبتنی بر تفاوت‌های بین سهام شرکت‌های دستکاری شده و شاخص بازار در سه دوره قبل از دستکاری، حین دستکاری و بعد از دستکاری می‌باشد.
٤	صدیقی[4]	۲۰۰۷	زمانی که سرمایه‌های جدید وارد بازار می‌شود، انگیزه برای دستکاری افزایش می‌یابد.
۵	لانگبین کاو[5]	۲۰۰۷	تکنیک‌های تحلیلی می‌توانند در محافظت از بازار، شناسایی شرکت‌های برتر، شناسایی رفتارهای غیرعادی بازار، تصمیم گیری بر اساس حوادث رخ داده در بازار، تحلیل موردهای مشکوک، تحلیل ریسک و دادن راهکارهای مختلف برای حل مسائل نقش مهمی را ایفا کنند.

1. Jaroow
2. Palshikar and Bahulkar
3. Aktas and Doganay
4. Siddiqi
5. Longbing Cao

www.SID.ir

Archive of SID

٦	کایل و ویزوانانان[1]	۲۰۰۸	قیمت سهام و حجم معاملات سهام، از مهم‌ترین و کلیدی‌ترین شاخص‌های پیش بینی رفتار بازار هستند.
۷	کامرتون-فورد و پوتنینز[2]	۲۰۰۹	دادن شاخصی برای اندازه گیری احتمال و شدت دستکاری قیمت نهایی سهام و بدست آمدن تخمینی از دقت طبقه بندی شرکت‌ها.
۸	آتکین و همکاران[3]	۲۰۰۹	همبستگی مثبتی بین دستکاری مبتنی بر معامله اوراق بهادار و هزینه های اجرایی در معاملات پرحجم وجود دارد. همچنین با کاهش دستکاری قیمت سهام، شاهد کاهش معناداری در صرفه غیرعادی سهام خواهیم بود.
۹	اوگوت و همکاران[4]	۲۰۰۹	تحلیل ANN و SVM دقیق‌تر و حساس‌تر از تحلیل تفکیکی می‌باشد.
۱۰	باسو و دلال[5]	۲۰۰۹	سهامداران دارای درصد زیادی از بازار می‌توانند با انجام ثبانی، تمایلات و تحرکات بازار را به نفع خود تغییر دهند.
۱۱	پونیامورتی و توپان[6]	۲۰۱۳	برای طبقه بندی شرکت‌ها به دو گروه دستکاری شده و دستکاری نشده، خطای اندازه گیری مدل ترکیبی الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی مصنوعی کمتر از مدل خطای مدل QDF بوده و بنابراین مدل بهتری می‌باشد.
۱۲	مهرآرا و همکاران	۱۳۸۸	الگوسازی و پیش بینی شاخص قیمت و بازده نقدی بورس اوراق بهادار تهران مبتنی بر ساختار تلفیقی الگوریتم ژنتیک با رویکرد شبکه عصبی (GMDH) و سعی در شناخت متغیرهای موثر بر شاخص بورس اوراق بهادار.
۱۳	مازاریزدی و قاسمی	۱۳۸۸	ترکیب شبکه‌های عصبی مصنوعی با الگوریتم ژنتیک به منظور انتخاب متغیرهای بهینه، قدرت پیش بینی را به طور محسوسی بالا می‌برد.
۱٤	آذر و کریمی	۱۳۸۸	پیش بینی بازده سهام با استفاده از نسبت‌های حسابداری با رویکرد شبکه های عصبی مصنوعی می‌تواند خطای پیش بینی بازده را نسبت به مدل خطی رگرسیون حداقل مربعات (OLS) کاهش دهد.
۱۵	فلاح شمس و دلنواز اصغری	۱۳۸۸	روش شبکه‌های عصبی خطای RMSE به میزان قابل توجهی کمتر از RMSE روش‌های دیگر است و در بازار بورس اوراق بهادار تهران، پیش‌بینی کوتاه‌مدت با فاصله زمانی کمتر، مناسب تر از پیش بینی بلند مدت با فاصله زمانی طولانی‌تر است.

1. Kyle and Viswanathan
2. Comerton-Forde and Putnins
3. Atkin et al.
4. Ogut et al.
5. Basu and Dalal
6. Punniyamoorthy and Thoppan

www.SID.ir

Archive of SID

۱۶	منجمی و همکاران	۱۳۸۸	مدل ترکیبی شبکه عصبی فازی و الگوریتم ژنتیک، پیش‌بینی مناسب‌تری داشته و از سرعت بالاتر و توانایی تقریب قوی‌تری برای پیش‌بینی قیمت سهام برخوردار است.
۱۷	فلاح شمس	۱۳۸۸	با انجام آزمون‌های مربوطه از قبیل آزمون‌های والد، درست نمایی، لاندای ویلکس، کارایی مدل در پیش‌بینی دستکاری قیمت در بورس تهران مورد تأیید قرار گرفت.
۱۸	رحمانی و چریکی	۱۳۸۹	توصیف هوش مصنوعی و مفاهیم عمده آن که به صورت مشترک در علوم مختلف می‌تواند استفاده شود و تلاش برای فراهم کردن زمینه‌ای برای طرح موضوع و مقدمه‌ای برای پژوهش‌های آتی.
۱۹	فلاح شمس و همکاران	۱۳۹۱	ابتدا با استفاده از آزمون وابستگی دیرش و از میان ۳۷۹ شرکت، ۹۵ مورد به عنوان شرکت های دستکاری شده شناسایی شد. سپس دقت پیش‌بینی مدل ماشین بردار پشتیبان، پیرامون دستکاری قیمت‌ها در بازار سرمایه بررسی شده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که این مدل ۸۱ درصد از دستکاری‌ها را به درستی پیش بینی می‌نماید.

از ۴۰۰ سال پیش تا به حال که معاملات سهام به طور سازمان یافته انجام می‌شود، نمونه‌های بسیاری از تقلب و دستکاری قیمت سهام در بازارهای سراسر دنیا دیده شده است که سبب تغییرات بی‌رویه قیمت سهام و ناپایداری بازار شده و بحران‌های زیادی را به وجود آورده است(پیرونگ[1]، ۲۰۰۴).

کارگزاران فعال در بورس دریافتند که می‌توانند به روش‌های مختلف قیمت اوراق بهادار را دستکاری و از این رهگذر سود به دست آورند. بنابراین با استفاده از سهام خود، در دوره‌ای متمرکز، سهام خود را با هدف ایجاد چشم اندازی ضعیف برای اوراق بهادار مذکور می‌فروختند. سرمایه گذارانی که از این وضعیت به هراس افتاده بودند، به طور گسترده سهام خود را می‌فروختند و در این شرایط، کارگزاران می‌توانستند بعد از کاهش قیمت اوراق بهادار، سهام فروخته شده خود را با قیمت‌های پایین‌تر بازخرید کنند. این راهبرد، هجوم برای فروش سهام[2] نام گرفت. به واسطه موفقیت این راهبرد، کارگزاران دریافتند که همراهی این راهبرد با انتشار اطلاعات اشتباه و شایعه‌های گمراه کننده در مورد آینده شرکت می‌تواند نتایج بهتری نیز در برداشته باشد. با تشکیل بازارهای اوراق بهادار متشکل در کشورهای دیگر و به واسطه نبود قوانین بازدارنده مناسب، این نوع دستکاری قیمت اوراق بهادار در سایر کشورها نیز با شدت و ضعف‌های متفاوتی بروز کرد و حتی جلوه‌های دیگری را نیز به خود گرفت. در

---

1. Pirrong
2. Bear raid

www.SID.ir

Archive of SID

برخی از بازارها، ترکیبی از راهبردهای مختلف به طور همزمان برای افزایش هر چه بیشتر منافع حاصل از دستکاری استفاده شد. به عنوان مثال، در طول جنگ‌های ناپلئون، قیمت‌های اوراق قرضه و سهام در بورس اوراق بهادار لندن نسبت به پیشروی جنگ حساس بود. دستکاری کنندگان به وسیله عملیات روزنامه‌ها، اطلاعات غلط در مورد جنگ منتشر و از تغییرات به وجود آمده در قیمت‌های سهام منتفع می‌شدند.

در قرن ۱۹، دستکاری اوراق بهادار وال استریت به اوج خود رسیده بود و اغلب فعالانی که در بازار از قدرت تاثیرگذاری بر ارزش واقعی اوراق بهادار برخوردار بودند، به اشکال گوناگون قیمت اوراق بهادار را در راستای منافع خود قرار می‌دادند.

هوبنر[1] در سال ۱۹۳۴ استدلال کرد که دستکاری قیمت اوراق بهادار، یکی از گسترده‌ترین مباحث در سطح بازارهای سهام بوده است و بعد از رکود بزرگ سال ۱۹۲۹، گسترده ترین موضوع عمومی است که باعث افت قیمت سهام و هجوم گسترده برای فروش اوراق بهادار با هدف دستکاری قیمت آن بوده است (فلاح شمس و تیموری شندی، ۱۳۸۴). با فراگیر شدن این اشکال در دستکاری قیمت اوراق بهادار در اغلب بازارها و آشکار شدن نمونه‌های زیادی از دستکاری قیمت طی سالیان بعدی، در برخی از کشورها چنین اعمالی غیر قانونی اعلام شد. شواهد افشا شده در مورد دستکاری اوراق بهادار، به در نظر گرفتن تمهیدات گسترده ای برای جلوگیری از دستکاری قیمت در قانون اوراق بهادار سال ۱۹۳۴ ایالات متحده انجامید. قوانین جدید، انواع اشکال دستکاری اوراق بهادار را به طور اثر بخشی تحت چارچوب مقررات قانونی قرار داد (فلاح شمس و تیموری، ۱۳۸۴).

تعریف و بیان مفهوم دستکاری بازار، برخلاف تبیین روش‌ها، اهداف و طرف‌های درگیر آن، امری دشوار است. در بیشتر موارد، دستکاری را براساس روش‌ها و اهداف آن تعریف می‌کنند. دستکاری بازار به صورت "عملی آگاهانه به منظور تشویق دیگران به خرید سهام یا تغییر قیمت به صورت ساختگی" یا "دخالت تعمدی در عملکرد آزادانه عرضه و تقاضا در بورس اوراق بهادار" و یا "کنترل قیمت اوراق بهادار با استفاده از معاملات ساختگی" تعریف شده است. دیوان عالی ایالات متحد امریکا، دستکاری را ترفندی تقریبا هنرمندانه نامیده است. به طور کلی دستکاری بازار به فعالیت‌هایی گفته می‌شود که به هر طریق ممکن، کارکرد آزادانه عرضه و تقاضای بازار را دچار اخلال کرده و فعالانه به خلق قیمت‌های ساختگی و نمایش کاذبی از فعالیت بازار سهام و در نهایت گمراه ساختن فعالان بازار منتهی شود.

---

1. Huebner

www.SID.ir

Archive of SID

فرضیه‌های پژوهش

هدف از این پژوهش، شناسایی دستکاری قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد که از طریق مدل ترکیبی الگوریتم ژنتیک-شبکه عصبی مصنوعی (ANN-GA) و مدل تابع تفکیکی درجه دوی تعدیل شده (SQDF) و به وسیله آماره‌های اندازه‌گیری خطای MAPE[1]، RMSE[2] و R^2 انجام می‌گیرد. در مدل ژنتیک-عصبی از سه متغیر قیمت سهام، حجم معاملات سهام و سهام شناور آزاد به عنوان ورودی استفاده می‌شود. در نهایت، نتایج حاصل از این مدل‌ها با آمار دستکاری در عالم واقع مقایسه می‌شود. با نزدیک بودن نتایج این مدل‌ها به داده‌های واقعی می‌توان نتیجه گرفت که این سه متغیر، متغیرهای مربوطی در شناسایی دستکاری قیمت سهام می‌باشند و می‌توان در شناسایی دستکاری قیمت از این متغیرها استفاده و به نتایج آن‌ها اتکا نمود. پژوهش حاضر به دنبال توسعه و ارائه مدل ترکیبی الگوریتم ژنتیک-شبکه عصبی مصنوعی (ANN-GA) و استفاده از این مدل ترکیبی و مدل تابع تفکیکی درجه دوی تعدیل شده (SQDF) برای شناسایی دستکاری قیمت سهام در بازار سرمایه ایران و مقایسه روش‌های فوق می‌باشد. به این منظور فرضیه زیر مطرح می‌شوند:

مدل ترکیبی ANN-GA برای شناسایی دستکاری قیمت سهام نسبت به مدل SQDF خطای کمتری دارد.

روش‌شناسی پژوهش

داده‌های مربوط به ۳۱۶ شرکت از نخستین روز کاری سال ۱۳۸۹ تا آخرین روز کاری سال ۱۳۹۲ بصورت روزانه شامل ۹۶۶ روز از سایت رسمی بورس اوراق بهادار و نرم افزارهای مربوطه جمع آوری شدند. از بین جامعه آماری، شرکت‌های مورد بررسی بر اساس معیارهای زیر انتخاب شدند:

شرکت‌هایی که از سال ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۲ از بورس خارج نشده باشند.

شرکت‌ها سال مالی خود را در طی این مدت تغییر نداده باشند.

نماد معاملاتی شرکت‌ها بیش از سه ماه متوقف نبوده باشد.

اطلاعات مالی مورد نیاز آن‌ها در دسترس باشد.

قیمت سهام[3] و حجم معاملات سهام[4] با توجه به پژوهش کایل و ویزوواناتان[5](۲۰۰۸) و جاروو(۱۹۹۲) و آلن و همکاران(۲۰۰۶) و آتکین و همکاران(۲۰۰۹) و پونیامورتی و توپان(۲۰۱۳)

---

1. Mean Absoulute Percentage Error
2. Root Mean Squared Error
3. Price
4. Volume
5. Kyle and Viswanathan

www.SID.ir

Archive of SID

و سهام شناور آزاد[1] با توجه به پژوهش فلاح شمس و همکاران (۱۳۹۱) به عنوان متغیرهای مستقل در پژوهش درنظر گرفته شده‌اند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها و آزمون فرضیه

الگوریتم ژنتیک، یکی از تکنیک‌های قدرتمند جستجو، تعدیل و بهینه‌سازی در مسائل مختلف است که توسط جان هولاند[2] (۱۹۹۲) و گلدبرگ[3] (۱۹۸۹) توسعه داده شده است. این تکنیک، موارد استفاده و کاربردهای بسیار متنوعی از مهندسی تا مسائل مالی و اجتماعی دارد. در الگوریتم ژنتیک، ابتدا مجموعه بالقوه ای از راه حل‌ها انتخاب می‌شوند. سپس نسل بعدی از طریق ارزیابی ارزش تناسب نسل انتخابی اولیه تولید می‌شود. مجموعه انتخابی در هر مرحله، شامل راه حل‌هایی است که بالاترین ارزش تناسب را در بین راه حل‌های هر نسل دارد. راه حل‌های انتخابی از طریق ترکیب دوباره راه حل‌های پیشین در نسل‌های گذشته بدست آمده و نسل جدید را تولید می کنند. عملیات آمیزش از طریق ایجاد کنترل و تعامل غیرسیستماتیک در بین راه حل‌ها، از والدین "خوب"، نسل "بهتر"ی تولید می کند. تکنیک‌های آمیزش شامل انواع مختلفی مثل تکنیک‌های تک مرحله‌ای، دو مرحله‌ای و یا چند مرحله‌ای هستند. جمعیت نهایی، مجموعه ای از راه حل‌هایی است که می‌توانند بهترین نتیجه را برای حل مسئله داشته باشند. راه حل‌هایی که از طریق الگوریتم ژنتیک بدست می‌آیند، به عنوان اوزان ورودی در شبکه عصبی مورد استفاده قرار می گیرند. در الگوریتم ژنتیک، کروموزوم‌ها به وسیله اعداد تصادفی ایجاد می‌شوند.

بعد از چندین دور تولید نسل‌های جدید، از طریق محاسبه ارزش تناسب آن‌ها، به مجموعه ای از کروموزوم‌ها دست می‌یابیم که بهترین نتیجه را برای تعیین اوزان مورد نظر دارند. جزئیات فرآیند الگوریتم ژنتیک به صورت زیر می‌باشد:

ایجاد جمعیت اولیه از کروموزوم‌ها: در این مرحله از فرآیند، ژن‌ها -پارامترهایی که بیان کننده راه حل‌های بالقوه مسئله هستند- به یکدیگر متصل شده و زنجیره‌ای از اعداد را شکل می‌دهند که کروموزوم نام دارد. تعداد بیت‌های متناظر با هر متغیر در صورت استفاده از رشته‌های بیتی، به صورت زیر به دست می‌آید:

$$= \log_2 \left[\frac{\max - \min}{} \right]$$

در پژوهش حاضر، هشت وزن وجود دارد که به شکل هشت ژن نشان داده می‌شوند. هر مجموعه هشت ژنی، یک کروموزوم می‌باشد. برای ایجاد کروموزوم‌های اولیه، ژن‌های اولیه با اعداد ۴رقمی

---

1. Free float
2. Holland, J
3. Goldberg, D. E

www.SID.ir

Archive of SID

تصادفی ایجاد می‌شوند و برای هر ژن، یک عدد به عنوان شماره آن ژن در نظر گرفته می‌شود. با توجه به این که در پژوهش حاضر هشت وزن داریم، تعداد کل کروموزوم‌های مورد نیاز در این پژوهش برابر است با n(n-1) یعنی ۵۶ کروموزوم (۵۶ = ۷ × ۸). بنابراین نخستین کروموزوم (P_0) به صورت زنجیره ای ۳۲ بیتی از اعداد تشکیل می‌شود (۳۲ = ۴ × ۸).



نمودار ۱: ساختار کروموزوم

تعیین وزن های مربوط به هر ژن: برای تعیین و محاسبه ارزش تناسب هر کروموزوم، باید وزن‌های هر ژن از کروموزوم استخراج شود. اگر نخستین رقم از عدد تصادفی اختصاص یافته به هر ژن بیشتر از ۵ باشد، وزن آن ژن مثبت در نظر گرفته می‌شود. در غیر این صورت، وزن آن منفی است. در زیر، محاسبات انجام شده برای تعیین وزن مربوط به ژن نخست کروموزوم اول به صورت فرمولی بیان شده است:

$$W_1 = + \left[\frac{(9 \times 10^2) + (4 \times 10^1) + (0 \times 10^0)}{10^2 + 10^1 + 10^0}\right] = + 8.4684$$

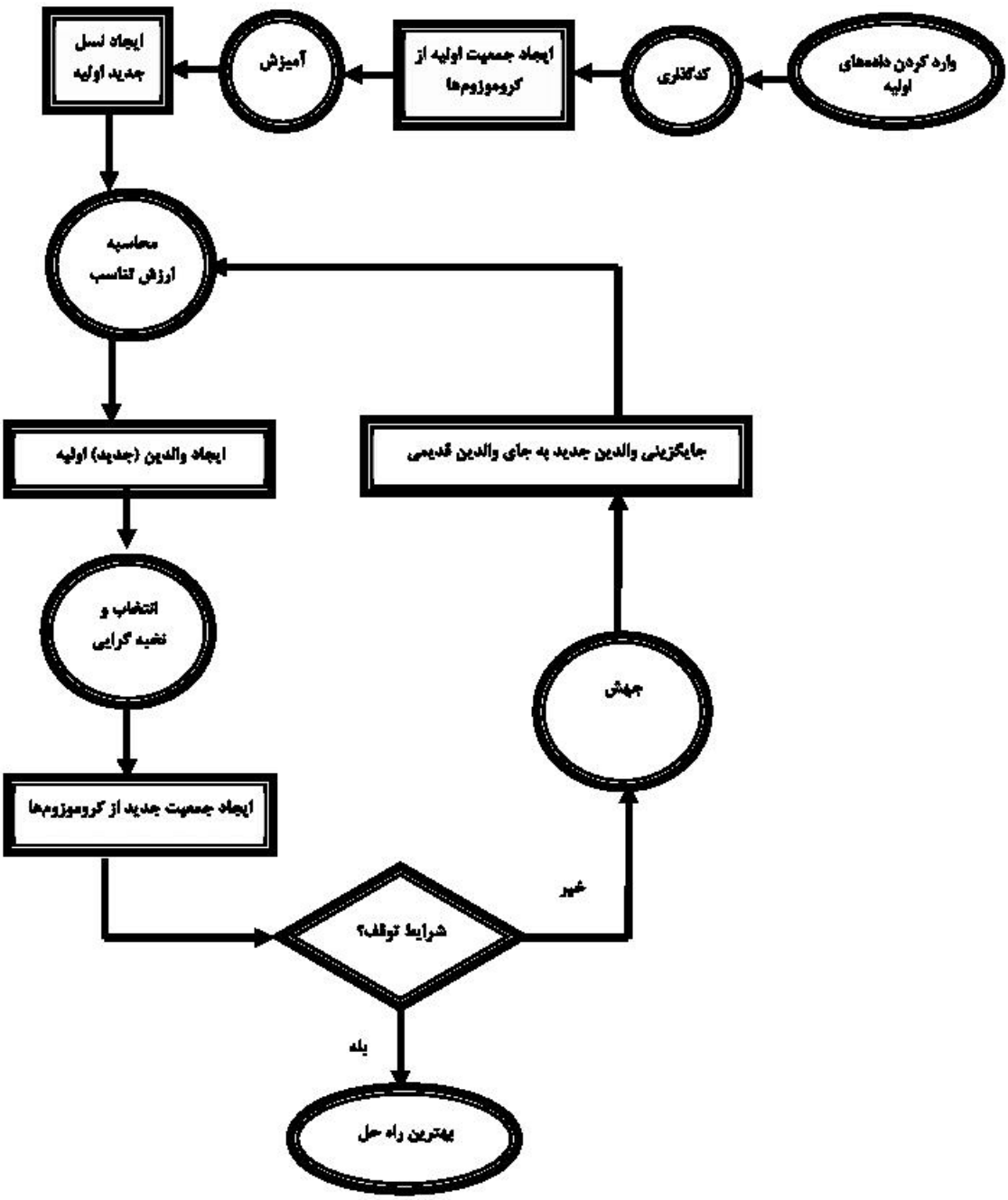
جدول زیر، اوزان مربوط به سایر ژن های این کروموزوم را به طور خلاصه نشان می دهد:

جدول ۲: اوزان ژن‌ها

ژن	مقدار	وزن
۱	۶.۹۳۰	+ ۸.۴۶۸۴
۲	۷.۵۵۶	+ ۵.۰۰۹۰
۳	۳.۹۶۴	− ۸.۶۸۳۶
۴	۸.۲۳۴	+ ۲.۱۰۸۱
۵	۰.۶۹۸	− ۶.۲۸۸۲
۶	۷.۰۱۵	+ ۰.۱۳۵۱
۷	۱.۶۹۱	− ۶.۲۲۵۲
۸	۲.۳۵۴	− ۳.۱۸۹۱

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۲: ساختار اجرای الگوریتم ژنتیک

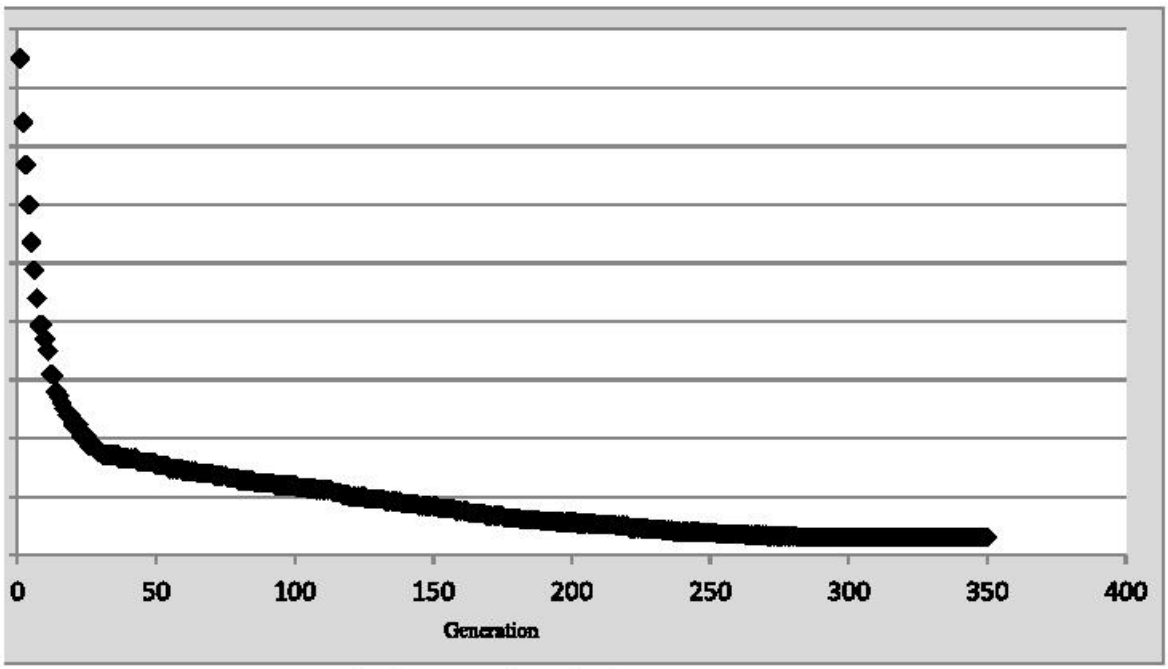
منبع : آنند کومار ، ۲۰۱۰

www.SID.ir

Archive of SID

بعد از مشخص شدن ارزش تناسب هر عضو در مرحله قبل، استخر جفت گیری از طریق فرآیند انتخاب و نخبه‌گرایی آماده می‌شود. ۱۲/۵ درصد نخست جمعیت کروموزم‌ها در مجموعه نخبه، (بیشترین ارزش تناسب) برای ایجاد استخر جفت‌گیری مورد استفاده قرار گرفته اند. نسل جدیدی از کروموزوم‌ها که از این طریق به وجود می‌آید، بیان کننده کروموزوم دوم (P_1) می‌باشد. به طور مشابه، با ادامه این فرآیند، کروموزوم‌های بعدی نیز شکل می گیرند.

برای تکمیل فرآیند الگوریتم ژنتیک که با استفاده از نرم افزار متلب انجام شده است، تعداد بهینه نسل‌ها ۳۵۰، تعداد جمعیت اولیه ۹۰، میزان آمیزش ۰/۸۷۵ و میزان جهش ۰/۱۲۵ در نظر گرفته شده است. در زیر نمودار بهبود نسل‌ها نشان داده شده است:



نمودار ۴: نمودار بهبود نسل‌ها

مشخص کردن توپولوژی شبکه: در این مرحله، تعداد لایه‌ها و گره‌ها، نوع شبکه و توابع پایه و تحریک انتخاب و سپس نرم افزار مناسب برای شبکه برگزیده می‌شود. در این پژوهش سه لایه "ورودی، پنهان و خروجی" و شش گره وجود دارد که سه گره مربوط به داده‌های متغیرهای مستقل،

www.SID.ir

Archive of SID

دو گره پنهان و یک گره مربوط به متغیر وابسته می‌باشد. برای حل مسئله نیز از نرم‌افزار MATLAB استفاده می‌شود.

آموزش، آزمایش و تعمیم شبکه: منظور از آموزش شبکه، اصلاح مقادیر وزن‌های شبکه برای نمونه های متعدد با توجه به نوع الگوریتم یادگیری است. اطلاعات مربوط به الگوهای مورد نظر به صورت داده‌های آموزشی برای چندین مرتبه به شبکه نشان داده می‌شوند و شبکه در جریان فرآیند یادگیری برای هر دسته الگوی آموزشی مقدار وزن‌های خود را اصلاح می‌کند (آذر و رجب زاده، ۱۳۸۲). پس از کامل شدن مرحله آموزش شبکه، برای اطمینان از عملکرد مطلوب با یک دسته اطلاعات معلوم، نواقص احتمالی برطرف می‌شود. پس از تکمیل مرحله، شبکه آماده اجرا خواهد بود (منهاج، ۱۳۷۹).

اجرای شبکه: شبکه‌های عصبی پرسپترون دارای سه لایه اصلی به نام‌های "لایه ورودی" ، "لایه پنهان" و "لایه خروجی" می‌باشند (کوئیک، ۱۳۸۸). در شبکه عصبی، اوزان بین دو نرون، نشان دهنده قدرت وابستگی بین آن دو نرون می‌باشد. شبکه‌های عصبی، سیستم‌های یادگیرنده ای هستند که در آن‌ها عملیات یادگیری از طریق تخمین ضرایب بین تمام نرون‌ها کسب می‌شود. این ضرایب از طریق توابع مختلفی تخمین زده می‌شوند که در این پژوهش از رویکرد انتشار به عقب استفاده می‌شود. نرون‌های مورد استفاده این مدل در سه لایه نامگذاری می‌شوند(پونیامورتی و توپان، ۲۰۱۳).

در گره‌های لایه ورودی، ابتدا ورودی‌های لایه ورودی (Pr , Vo , Fr) وارد می‌شوند. سپس خروجی-های لایه ورودی (X_1 , X_2 , X_3) محاسبه می‌شوند. برای انجام این محاسبات از توابع خطی استفاده می‌شود. خروجی لایه ورودی برای محاسبه ورودی‌های لایه پنهان مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در گره‌های لایه پنهان، ورودی‌های لایه پنهان محاسبه می‌شوند. این کار از طریق ترکیب اوزان به دست آمده در نقاط اتصال لایه ورودی و لایه پنهان انجام می‌شود. مجموع موزون ورودی‌های نرون های لایه پنهان نخست به صورت زیر به دست آید:

$$_1 = \ _1.Pr + \ _2. \ + \ _3.$$

$_1$ ، $_2$ و $_3$ اوزان نشان داده شده در محل اتصال نرون‌های لایه ورودی و لایه پنهان نخست هستند ($_1$). در مدل ترکیبی این پژوهش، اوزان از طریق الگوریتم ژنتیک به دست می-آیند. به طور مشابه، مجموع موزون ورودی‌های نرون‌های لایه پنهان دوم نیز به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$_2 = \ _4.Pr + \ _5. \ + \ _6.$$

www.SID.ir

Archive of SID

4 ، 5 و 6 اوزان نشان داده شده در محل اتصال نرون‌های لایه ورودی و لایه پنهان دوم هستند (H_2). سپس خروجی‌های نرون‌های لایه‌های پنهان نخست و دوم به ترتیب به صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$_2 = \frac{1}{1+e^{-I_{H2}}} \qquad _1 = \frac{1}{1+e^{-I_{H1}}} \quad ,$$

در گره‌های لایه خروجی ابتدا ورودی لایه خروجی محاسبه می‌شود. برای این کار، اوزان به دست آمده در نقاط اتصال لایه پنهان و لایه خروجی باهم ترکیب می‌شوند. مجموع موزون ورودی های لایه خروجی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$= {}_7 \cdot {}_1 + {}_8 \cdot {}_2$$

7 و 8 اوزان نشان داده شده در محل اتصال نرون‌های لایه پنهان و لایه خروجی هستند( ). سپس خروجی نرون لایه خروجی از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$= \frac{1}{1+e^{-IO}}$$

اگر مقدار به دست آمده برای بیشتر یا مساوی با صفر باشد، شرکت مورد بررسی در گروه "دستکاری شده" طبقه بندی می‌شود. ولی اگر مقدار کمتر از صفر باشد، شرکت مورد بررسی در گروه "دستکاری نشده" طبقه بندی می‌شود. یعنی :

$$\begin{cases} O_O \geq 0 : & Manipulated \\ O_O < 0 : & Non\_Manipulated \end{cases}$$

پژوهش حاضر با ترکیب الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی مصنوعی برای پیش بینی دستکاری قیمت سهام، به نتایج زیر انجامیده است. پس از بررسی شرکت‌های حاضر در بورس اوراق بهادار تهران و اعمال محدودیت‌های ذکر شده در فصل قبل، ۳۱۶ شرکت مورد بررسی قرار گرفتند. برای

www.SID.ir

Archive of SID

آموزش شبکه عصبی مصنوعی، دوره ۴ ماهه از ابتدای نخستین روز کاری فروردین تا انتهای آخرین روز کاری تیر سال ۱۳۸۸ انتخاب شد. بر مبنای این دوره آموزشی و پس از شکل‌گیری کامل شبکه عصبی مصنوعی، دوره کامل شامل ۹۶۶ روز کاری مورد بررسی قرار گرفت که در طول ۴ سال و از ابتدای نخستین روز کاری سال ۱۳۸۸ تا انتهای آخرین روز کاری سال ۱۳۹۱ می‌باشد. نتایج حاصل از اجرای شبکه عصبی مصنوعی با داده‌های آموزشی و داده‌های اصلی در جداول زیر نشان داده شده اند:

جدول ۳: نتایج حاصل از طبقه بندی شرکت‌ها با استفاده از داده‌های آموزشی

طبقه بندی	اطلاعات واقعی		نتایج حاصل از پژوهش	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد
دستکاری شده	٦٧	٪۲۱	۵۳	٪۲۱
دستکاری نشده	۲٤۹	٪۷۹	۱۹۳	٪۷۸
کل	۳۱٦	٪۱۰۰	۲٤۷	٪۱۰۰

جدول ٤ : نتایج حاصل از طبقه بندی شرکت‌ها با روش ANN-GA

طبقه بندی	اطلاعات واقعی		نتایج حاصل از پژوهش	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد
دستکاری شده	٦٧	٪۲۱	٦۵	٪۲۱
دستکاری نشده	۲٤۹	٪۷۹	۲٤٦	٪۷۹
کل	۳۱٦	٪۱۰۰	۳۱۱	٪۱۰۰

با توجه به اینکه نتایج حاصل از این پژوهش با داده‌های واقعی در مورد آمار دستکاری قیمت در بازار هم‌خوانی زیادی داشته و به هم نزدیک هستند، می‌توان نتیجه گرفت که متغیرهای قیمت سهام، حجم معاملات سهام و سهام شناور آزاد در شناسایی دستکاری قیمت سهام متغیرهای مناسب و مربوطی بوده و می‌توان در پژوهش‌های آتی نیز از این متغیرها استفاده نمود و به نتایج آن اتکا کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

در این پژوهش از مدل پارامتریک برای تخمین توابع نرمال چند متغیره استفاده شده است. اگر تعداد نمونه کافی در دسترس نباشد، نمی‌توان تخمین مناسب و دقیقی از متغیرها داد. این خطا وقتی بیشتر آشکار می‌شود که داده‌های پرت و خاص زیادی داشته باشیم (تاکشیتا و همکاران[1]، ۱۹۸۷). برای جلوگیری از بروز این معایب از روش تخمینی جدیدی استفاده خواهد شد. در این روش تخمینی جدید، داده‌های پرت با مقادیر ثابتی جایگزین می‌شوند که با روش تخمین محتمل‌ترین گزینه[2] به دست آمده‌اند. این روش نه تنها باعث کاهش هزینه‌های محاسبات می‌شود، بلکه دقت در طبقه بندی نتایج را نیز بالا می‌برد. رابطه مربوط به مدل SQDF به صورت زیر می‌باشد (اماچی و همکاران[3]، ۲۰۰۳):

$$g_s(x) = \sum_{i=1}^{k} \frac{(\lambda - \hat{\lambda}_i)((x-\hat{\mu})^t \hat{\phi}_i)^2}{\lambda \hat{\lambda}_i} + \frac{\|x-\hat{\mu}\|^2}{\lambda} + \sum_{i=1}^{k} \log \hat{\lambda}_i + (n-k)\log \lambda,$$

که در آن x داده‌های مشاهده شده، μ میانگین، φi داده‌هایی هستند که در محدوده خاص و قابل قبولی قرار دارند، λi مقدار ثابت بوده و $k \leq n$ می‌باشد. در این مدل λi با استفاده از روش محتمل‌ترین گزینه تخمین زده می‌شود. جملات نخست و سوم در این مدل ثابت و جملات دوم و چهارم متغیر هستند. در واقع این مدل، فضایی را فراهم می‌کند که دارای n-k بعد بوده و نسبت به مدل‌های پیشین محاسبات کمتری را می‌طلبد. جایگزین کردن λi به جای مقادیر پرت به این معناست که λi به عنوان واریانس هر بعد در نظر گرفته می‌شود. برای اجرای مدل تابع تفکیکی درجه دوی تعدیل شده همانند مدل قبل، داده های ۳۱۶ شرکت در طول ۹۶۶ روز کاری مورد استفاده قرار گرفتند و بر اساس متغیرهای مستقل شامل قیمت سهام، حجم معاملات سهام و سهام شناور آزاد، شرکت‌های مورد بررسی به دو گروه دستکاری شده و دستکاری نشده طبقه بندی شدند. مقایسه نتایج حاصل از انجام این مدل با مدل‌های متداول گذشته نظیر مدل تابع تفکیکی درجه دو

---

1. Takeshita, T. et al.
2. Maximum likelihood estimation
3. Omachi, et al

www.SID.ir

Archive of SID

(QDF)[1]، نشان می‌دهد که مدل تابع تفکیکی درجه دوی تعدیل شده، نتایج دقیق‌تری ارائه داده و نسبت به آن‌ها خطای کمتری دارد.

با توجه به نتایج، می‌توان گفت که مدل تابع تفکیکی درجه دوی تعدیل شده نسبت به مدل‌های مرسوم فعلی از کارایی بالاتری برخوردار است. پژوهش حاضر با توجه به این موضوع، به دنبال برتری مدل ترکیبی الگوریتم ژنتیک-شبکه عصبی مصنوعی نسبت به مدل تابع تفکیکی درجه دوی تعدیل شده می‌باشد تا از این طریق بتوان گفت که مدل ترکیبی الگوریتم ژنتیک-شبکه عصبی مصنوعی بهترین مدل موجود در این زمینه می‌باشد. بعد از اثبات کارایی مدل تابع تفکیکی درجه دوی تعدیل شده نسبت به مدل‌های مرسوم، این مدل برای داده‌های موجود در این پژوهش مورد آزمون قرار گرفته است و شرکت‌های بورسی با استفاده از این مدل نیز به دو گروه دستکاری شده و دستکاری نشده تقسیم شده اند تا نتایج آن با نتایج مدل ترکیبی الگوریتم ژنتیک-شبکه عصبی مصنوعی مقایسه شود. نتایج حاصل از اجرای مدل تابع تفکیکی درجه دوی تعدیل شده در جدول زیر نشان داده شده است:

جدول ۵: نتایج حاصل از طبقه بندی شرکت‌ها با روش SQDF

طبقه بندی	اطلاعات واقعی		نتایج حاصل از پژوهش	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد
دستکاری شده	٦٧	٪٢١	٤١	١٩٪
دستکاری نشده	٢٤٩	٪٧٩	١٧٦	٪٨١
کل	٣١٦	٪١٠٠	٢١٧	٪١٠٠

به منظور مقایسه قدرت دو مدل ترکیبی الگوریتم ژنتیک-شبکه عصبی مصنوعی و مدل تابع تفکیکی درجه دوی تعدیل شده در شناسایی دستکاری قیمت و حفاظت از بازار سهام، از آماره های اندازه گیری خطای MAPE، RMSE و R^2 استفاده می کنیم که عبارتند از :

$$MAPE = \frac{100}{N}\sum_{i=1}^{N}\frac{|Y_i - P_i|}{Y_i} \quad ,$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(Y_i - P_i)^2}{N}} \quad ,$$

1. Quadratic Discriminant Function

www.SID.ir

Archive of SID

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{N}(Y_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^{N}(Y_i - \bar{P}_i)^2}$$

که در آن‌ها Y_i مقدار واقعی، P_i مقدار محاسبه شده، و N تعداد دفعات انجام آزمون می باشند. نتایج مقایسه دو مدل در جدول ۵ و ۶ نشان داده شده است:

جدول ۶: مقایسه نتایج مدل ANN-GA و مدل SQDF

نام آماره	ANN-GA	SQDF
MAPE	۰/۰۰۱۵	۰/۹۱۳۴
RMES	۵	۹۹
R^2	۰/۹۸۷۴	۰/۴۳۲۶

با توجه به نتایج حاصل از پژوهش که در جدول ۶ نشان داده شده است، ارزش آماره‌های MAPE و RMSE برای مدل ترکیبی ژنتیک-عصبی بسیار کمتر از مدل تابع تفکیکی درجه دوی تعدیل شده می‌باشد که نشان می‌دهد، مدل ژنتیک- عصبی در شناسایی دستکاری قیمت سهام و طبقه بندی شرکت‌ها به دو گروه دستکاری شده و دستکاری نشده نسبت به مدل تابع تفکیکی درجه دوی تعدیل شده از قدرت اتکای بسیار بالاتری برخوردار است. همچنین آماره R^2 برای مدل ترکیبی الگوریتم ژنتیک-شبکه عصبی مصنوعی بسیار بیشتر از ارزش این آماره برای مدل تابع تفکیکی درجه دوی تعدیل شده می‌باشد. بنابراین، نتیجه فوق مبنی بر برتری محسوس مدل ANN-GA نسبت به مدل SQDF تاکید دارد.

نتیجه گیری و بحث

دستکاری قیمت سهام در بازار، تاثیر منفی بر معاملات سرمایه‌گذاران داشته و ارزش بازار را برای آن ها کاهش می‌دهد. با پیشرفت‌های روز افزون تکنولوژی، فشار زیادی بر روی قانون گذاران بازار سرمایه برای نظارت اثربخش بر مقررات بازار وجود دارد. در این پژوهش، مدل ترکیبی الگوریتم ژنتیک-شبکه عصبی مصنوعی برای شناسایی دستکاری قیمت سهام مورد استفاده قرار گرفت. این مدل، روش داده کاوی پیشرفته ای است که در گروه مدل‌های هوشمند قرار می گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

برای بررسی و انتخاب مدل برتر به شاخصی برای تصمیم گیری لازم نیاز داریم. به طور کلی هرچه مقدار واقعی به مقدار محاسبه شده در مدل نزدیک‌تر باشد، مدل از کارایی بالاتری برخوردار بوده و خطای کمتری دارد. در واقع بین دقت مدل در رسیدن به هدف و خطای آن رابطه معکوس وجود دارد. بنابراین کیفیت یک مدل را می‌توان با بررسی میزان خطای آن مدل ارزیابی کرد. به همین دلیل، ما با اندازه گیری خطای دو مدل ترکیبی الگوریتم ژنتیک-شبکه عصبی مصنوعی و تابع تفکیکی درجه دوی تعدیل شده با استفاده از آماره‌های MAPE، RMSE و R^2 آن‌ها را با هم مقایسه نمودیم. می‌توان نتیجه گرفت که هرچه خطای MAPE و RMSE کمتر باشد، مدل از قدرت بیشتری در رسیدن به هدف برخوردار است و نشان دهنده فاصله کمتر میان داده‌های واقعی و داده‌های حاصل از مدل می‌باشد. می‌توان گفت که همچنین هرچه میزان ضریب تعیین (R^2) بیشتر باشد، مدل از قدرت بیشتری برای استفاده از داده‌ها و رسیدن به هدف مورد نظر برخوردار می‌باشد. با توجه به اهمیت موضوع دستکاری قیمت سهام شرکت‌ها و امنیت و صداقت در معاملات بازار و تاثیر غیر قابل انکار آن بر سوددهی سهام برای عموم سهامداران، امید است که مدل ترکیبی الگوریتم ژنتیک-شبکه عصبی مصنوعی در بهبود کیفیت شناسایی دستکاری قیمت سهام شرکت‌ها و افزایش حس اعتماد به بازار و کمک به قانون‌گذاران و ناظران در حفاظت از بازار موثر واقع شود.

با توجه به نتایج پژوهش‌های گذشته و پژوهش حاضر، شباهت‌ها و تفاوت‌های نتایج را می‌توان به صورت زیر بیان نمود:

- کایل و ویزواناتان (۲۰۰۸) بیان کرده اند که قیمت سهام و حجم معاملات سهام، از مهم ترین و کلیدی ترین شاخص‌های پیش بینی رفتار بازار هستند. مشابه این پژوهش، در پژوهش حاضر نیز متغیرهای قیمت و حجم معاملات سهام به عنوان متغیرهای اصلی به کار برده شده اند.
- آیتکین و همکاران (۲۰۰۹) ابراز داشته اند که همبستگی مثبتی بین دستکاری مبتنی بر معامله اوراق بهادار و هزینه‌های اجرایی در معاملات پرحجم وجود دارد. همینطور باسو و دلال (۲۰۰۹) بیان کرده اند که سهامدارانی که درصد زیادی از بازار را در اختیار دارند می‌توانند با انجام تبانی، تمایلات و تحرکات بازار را به نفع خود تغییر دهند. یعنی حجم معاملات سهام می‌تواند عامل مهمی در دستکاری قیمت سهام باشد. در پژوهش حاضر نیز متغیر حجم معاملات سهام عاملی برای شناسایی دستکاری قیمت سهام مورد استفاده و تایید قرار گرفته است.
- اوگوت و همکاران (۲۰۰۹) بیان کرده اند که تحلیل ANN و SVM دقیق‌تر و حساس‌تر از تحلیل تفکیکی می‌باشد. مطابق این، پژوهش حاضر نیز به این نتیجه رسیده است که تحلیل مبتنی بر روش‌های هوشمند (ANN-GA) دقیق‌تر و بهتر از تحلیل‌های سنتی هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

- پوتامورتی و توپان (۲۰۱۳) به این نتیجه رسیدند که برای طبقه بندی شرکت‌ها به دو گروه دستکاری شده و دستکاری نشده، خطای اندازه گیری مدل ترکیبی الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی مصنوعی کمتر از مدل خطای مدل QDF بوده، و بنابراین مدل بهتری می‌باشد. پژوهش حاضر نیز این نتیجه را تایید می کند، با این تفاوت که پژوهش حاضر پا را فراتر نهاده و مدل ترکیبی را با مدل SQDF مقایسه نموده است، که کماکان نتیجه مشابهی به دست آمده است.
- مازاریزدی و قاسمی (۱۳۸۸) بیان نموده اند که ترکیب شبکه های عصبی مصنوعی با الگوریتم ژنتیک به منظور انتخاب متغیرهای بهینه، قدرت پیش بینی را به طور محسوسی بالا می‌برد. همچنین فلاح شمس و دلنواز اصغری (۱۳۸۸) بیان کرده اند که خطای RMSE شبکه‌های عصبی به میزان قابل توجهی کمتر از RMSE روش‌های دیگر است و در بازار بورس پیش‌بینی کوتاه مدت با فاصله زمانی کمتر، مناسب‌تر از پیش‌بینی بلند مدت با فاصله زمانی طولانی‌تر است. همانند این پژوهش‌ها، پژوهش حاضر نیز به این نتیجه رسیده است که مقدار آماره‌های MAPE و RMSE برای مدل ترکیبی ژنتیک–عصبی بسیار کمتر از مدل تابع تفکیکی درجه دوی تعدیل شده می‌باشد، و این نشان دهنده این است که مدل ژنتیک–عصبی در شناسایی دستکاری قیمت سهام و طبقه بندی شرکت‌ها به دو گروه دستکاری شده و دستکاری نشده نسبت به مدل SQDF از قدرت اتکای بسیار بالاتری برخوردار است. همچنین مشاهده می‌شود که آماره R^2 برای مدل ANN-GA بسیار بیشتر از ارزش این آماره برای مدل SQDF می‌باشد. بنابراین، نتیجه فوق مبنی بر برتری محسوس مدل ANN-GA نسبت به مدل SQDF مورد تاکید قرار می گیرد.

با توجه به نتایج پژوهش حاضر، می‌توان به پیشنهادهای کاربردی زیر اشاره نمود:

- می‌توان با افزودن متغیرهای مرتبط دیگر به کاهش خطای اندازه‌گیری و افزایش دقت این مدل کمک کرد.
- این مدل تنها راه برای پی بردن به دستکاری قیمت سهام شرکت‌ها نمی‌باشد، و می‌توان از این مدل برای شناسایی سایر انواع دستکاری‌ها و تقلب در سایر خدمات مالی از قبیل وام، کارت اعتباری، کارت بدهی و غیره استفاده نمود.
- به قانون‌گذاران، ناظران و مسئولین بازار سرمایه ایران پیشنهاد می‌شود که برای افزایش کارایی نظارت بر بورس اوراق بهادار و به منظور ارتقای حس اعتماد سرمایه گذاران از روش‌های هوشمند نرم افزاری استفاده نمایند.

www.SID.ir

Archive of SID

- با توجه به اینکه در این پژوهش آزمون فرضیه بدون توجه به صنعتی که شرکت‌ها در آن فعالیت می‌کنند انجام شده، توصیه می‌گردد پژوهشگران آینده موضوع مورد نظر را در سطح صنعت نیز بررسی نمایند.

همچنین پیشنهادهای راهبردی زیر برای جلوگیری یا کاهش دستکاری قیمت سهام قابل بررسی می‌باشند:

- عدم وجود اطلاعات شفاف در مورد عملکرد شرکت‌ها، زمینه را برای تبانی و انتشار اطلاعات غلط و شایعات از سوی دست کاری کنندگان قیمت‌ها فراهم خواهد کرد. از این رو پیشنهاد می‌شود که مسؤولان و دست اندرکاران بورس اوراق بهادار تهران در ارتقای هرچه بیشتر سیستم اطلاع رسانی بورس بکوشند و با اتخاذ تدابیر لازم، شرکت‌های پذیرفته شده در بورس را ملزم و متعهد در افشای به موقع اطلاعات خود در بازار کنند.
- با توجه به نتایج پژوهش‌های دیگر، کوچک بودن اندازه شرکت نیز در کنار عدم شفافیت اطلاعات، عامل مهم دیگری است که انگیزه دستکاری قیمت را به منظور انتفاع بیشتر در بین معامله گران بازار افزایش خواهد داد. بنابراین پیشنهاد می‌شود که حد نوسان قیمت معاملات روزانه سهام شرکت‌های کوچک پذیرفته شده در بورس، کاهش یابد و از این طریق انگیزه دستکاری قیمت توسط معامله‌گران در بازار به حداقل ممکن برسد. کاهش حد نوسان قیمت امکان افز ایش یا کاهش سریع قیمت سهام شرکت‌ها در بورس را کاهش خواهد داد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

- آذر، عادل و رجب زاده، علی. (۱۳۸۲). "ارزیابی پیش بینی ترکیبی با رویکرد شبکه های عصبی کلاسیک در حوزه اقتصاد". *مجله تحقیقات اقتصادی*، شماره ۶۳، ۸۲، ۱۳۸۲، صص ۸۷-۱۱۴
- حنفی زاده، پیام و جعفری، ابوالفضل. (۱۳۸۹). "مدل ترکیبی شبکه های عصبی مصنوعی پیش خور و خودسازمانده کوهونن برای پیش بینی قیمت سهام". *فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی*، سال ۸، شماره ۱۹، زمستان ۱۳۸۹، صص ۱۸۷-۱۶۵.
- سازمان بورس اوراق بهادار ایران. (۱۳۸۱). "بهسازی مقررات ایمنی و شفافیت بازار سرمایه ایران: شناسایی و منع دستکاری بازار". گزارش سوم، آبان ۱۳۸۱، ش ۱۱۸۱۰۸۰۱۳.
- فلاح شمس، میرفیض و تیموری شندی، علی. (۱۳۸۴). "طراحی الگوی پیش بینی دستکاری قیمت در بورس اوراق بهادار تهران". *فصلنامه پژوهشی دانشگاه امام صادق(ع)*، شماره ۲۷، پاییز ۱۳۸۴، صص ۱۴۶-۱۱۵.
- فلاح شمس، میرفیض و دلنواز اصغری، بیتا. (۱۳۸۸). "پیش بینی شاخص بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه های عصبی". *فراسوی مدیریت*، ۳، ۹، صص ۱۹۲-۲۱۲.
- فلاح شمس، میرفیض. (۱۳۸۸). "بررسی عوامل تأثیر گذار بر دست کاری قیمت در بورس اوراق بهادار تهران". *پژوهشنامه علمی - پژوهشی علوم اقتصادی*، سال نهم، شماره دوم، پیاپی ۳۵، نیمه دوم ۱۳۸۸.
- فلاح شمس، میرفیض، کردلوئی، حمیدرضا و رشنو، مهدی. (۱۳۹۱). "بررسی دستکاری قیمت‌ها در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل ماشین بردار پشتیبان". *مجله تحقیقات مالی*، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، ۱۴، ۱، صص ۶۹-۸۴
- کلاته رحمانی، راحله و چهارده چریکی، معصومه. (۱۳۸۹). "هوش مصنوعی و کاربردهای آن در حسابداری و امور مالی". *مجله حسابداری*، ۱۳۸۸، صص ۱۳۵-۱۴۰.
- کوئیک، فرزاد. (۱۳۸۸). "پیش بینی بازده سهام به وسیله شبکه عصبی با استفاده از متغیرهای مالی و اقتصادی". پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه مازندران، دانشکده علوم اقتصادی و اداری.
- مهناج، محمدباقر. (۱۳۷۹). *هوش محاسباتی(جلد اول): مبانی شبکه‌های عصبی*. مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

www.SID.ir

Archive of SID

- Aitken, M.J., Harris, F.H. and Ji, S. (2009). "Trade-based manipulation and market efficiency: a cross-market comparison." Paper presented at 22nd , Australia, November 18.
- Aktas, R. and Doganay, M.M. (2006). "Stock-price manipulation in the Istanbul stock exchange. , Vol. 2, pp. 21-8.
- Allen, F. and Gale, D. (1992). Stock price manipulation. , Vol. 5 No. 3, pp.503-29.
- Anand Kumar, N.N. Jani (2010). Network Design Problem Using Genetic Algorithm-An Empirical Study on Selection Operator. (IJCSA), April/May 2010, Vol.3, No.2.
- Bangoli, M and B. Lipman (1996). Stock Price Manipulation through Takeover Bids. , No. 27, pp. 124-147.
- Basu, D. and Dalal, S. (2009). The Scam – From Harshad Mehta to Ketan Parekh. 3rd ed., KenSource Information Services P. Ltd, Mumbai.
- BBC News (2001). Guinness four fail in fight for acquittal. 21 December.
- Comerton-Forde, C. and Putnins, T.J. (2009). Measuring closing price manipulation. , Vol. 20 No. 2, pp. 135-158.
- Goldberg, D. E. (1989). Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning .
- Holland, John (1975). Adaptation in Natural and Artificial Systems.
- Holland, John (1992). , 1992, pp. 66-72.
- Jarrow, R. (1992). Market manipulation, bubbles, corners, and short squeezes. , Vol. 27 No. 3, pp. 311-336.
- Kumara Sastry, David Goldberg and Graham Kendall (2005). GENETIC ALGORITHMS. University of Illinois, USA and University of Nottingham, UK, Chapter 4, pp.97-125.
- Kyle, A.S. and Viswanathan, S. (2008). How to define illegal price manipulation. , Vol.98, pp.274-9.
- Ogut, H, Doganay, M. and Aktas,R. (2009). Detecting stock-price manipulation in an emerging market: the case of Turkey. , Vol. 36 No. 9, pp. 11944-9.
- Omachi. Sh. I, Sun. F and Aso. H (2003). A New Approximation Method of the Quadratic Discriminant Function. Tohoku University and Tohoku Bunka Gakuen University, Japan.

www.SID.ir

Archive of SID

- Palshikar, G.K. and Bahulkar, A. (2000). Fuzzy temporal patterns for analyzing stock market data bases. (COMAD-2000), Tata-McGraw Hill, Pune, India, pp.135-142.
- Pirrong, C. (2004). Detecting manipulation in futures markets: the Ferruzzi soybean episode. , Vol. 6 No. 1, pp.28-71.
- Punniyamoorthy, M. and Thoppan, J.J. (2013). ANN-GA based model for stock market surveillance. , Vol. 20 No. 1, pp. 52-66.
- Siddiqi, H. (2007). Stock price manipulation: the role of intermediaries. Working Paper Series No. 07-58, , Lahore.
- Takeshita, T., Kimura, F., Miyake, Y (1987). On the Estimation Error of Mahalanobis Distance. Trans. IEICE J70-D, pp.567–573.
- TIME (2006). The livedoor scandal: tribe versus tribe. 20 January.

www.SID.ir