فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
شماره چهل و پنجم / زمستان ۱۳۹۹

طراحی الگوی تعیین راهبردهای معاملاتی سهام با رویکرد مبتنی بر آینده‌پژوهی، تحلیل بنیادی، مهندسی ویژگی‌ها و الگوریتم های یادگیری ماشین

سید مجید موسوی انزهایی[۱]
هاشم نیکومرام[۲]

تاریخ دریافت مقاله : ۹۹/۰۲/۲۸ تاریخ پذیرش مقاله : ۹۹/۰۴/۲۳

چکیده

سرمایه‌گذاران در بازار سهام همواره به دنبال روش‌های نوین و کارآمد جهت پیش‌بینی روند حرکت قیمت سهم و اتخاذ استراتژی‌های معاملاتی مناسب بوده‌اند. این پژوهش با بهره‌گیری از مدلی مرکب از آینده پژوهی ، تحلیل بنیادی ، قواعد معاملاتی خبرگان و الگوریتم های یادگیری ماشین، الگویی جهت اتخاذ راهبردهای معاملاتی مناسب پیشنهاد می‌نماید. ابتدا با استفاده از نظر خبرگان وآینده پژوهی، سناریوهای پیش روی بازار سهام طراحی و با انجام تحلیل بنیادی سبدی شامل شش سهم تشکیل می‌گردد . در مرحله بعد با استفاده از ۷ الگوریتم یادگیری ماشین و داده های شرکت های منتخب در بازه زمانی ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۸، مدلسازی جهت پیش‌بینی روند قیمت هر سهم منتخب صورت می‌گیرد. متغیرهای ورودی مدل شامل شاخص‌های تکنیکال، قواعد تکنیکال، قواعد تابلوخوانی و داده‌های معاملاتی سهم می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد، بکارگیری الگوی پیشنهادی برای سرمایه‌گذاری در بازار سهام بازدهی بالاتری را نسبت به شاخص بورس ایجاد می‌نماید و بکارگیری راهبردهای معاملاتی مبتنی بر سیگنالهای الگوریتم تقویت گرادیان سبک (LGBM) بازدهی بالاتری را در مقایسه با استراتژیهای خرید - نگهداری و تکنیکال برای سبد سهام منتخب ارایه می‌دهد.

کلمات کلیدی

راهبردهای معاملاتی، آینده پژوهی، الگوریتم LGBM ، قواعد معاملاتی خبرگان، سیگنال‌های تابلوخوانی سهم

۱-گروه مدیریت مالی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. Mousavi.smajid@gmail.com
۲-گروه مدیریت مالی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) Nikoomaram@srbiau.ac.ir

مقدمه

آگاهی سرمایه‌گذاران از روند نوسانات قیمت و جهت حرکت بازار در آینده می تواند به عنوان ابزاری قدرتمند جهت پیش‌بینی بازدهی سبد سرمایه‌گذاری و اتخاذ راهبردهای معاملاتی موثرتر محسوب شود. راهبردهای معاملاتی در حقیقت تعیین مسیر معامله‌گران در انتخاب گزینه مناسب سرمایه‌گذاری و یا تصمیم صحیح می‌باشد. بررسی محیط کسب و کار در یک افق پیش بینی میان مدت و در قالب سناریوهای محتمل می‌تواند پیش‌نیاز مناسبی برای انجام پیش‌بینی‌های دقیق و اتخاذ راهبردهای موثر باشد. سناریوها نقش مهمی را درفراهم کردن روایت های مختلف از محیط کسب و کار ایفا می‌کنند و آینده‌پژوهی می تواند به عنوان یک ابزار موثر برای مقابله با محیط‌های کسب و کار پیچیده و با تغییرات سریع بکار گرفته شود(چرمک، ۲۰۰۵). از طرفی پیش‌بینی دقیق قیمت سهام در دادن یک راهبرد معاملاتی کارآمد و سودبخش از اهمیت بسیاری برخوردار است (لیونگ و همکاران، ۲۰۰۰). بواسطه رفتار غیرخطی و آشوبناک بازار سهام، روشهای مرسوم آماری به اندازه کافی موثر نیستند (ژاو و همکاران، ۲۰۱۶) امروزه تطابق با شرایط روز یکی از فاکتورهای حیاتی برای موفقیت در محیط‌های کسب و کار پیچیده می‌باشد (لینگرد و بندهول، ۲۰۰۳). یک سیستم پیش‌بینی هوشمند که قادر به پیش‌بینی جهت حرکت قیمت سهام است می‌تواند به سرمایه‌گذاران در اتخاذ یک تصمیم صحیح ، بهبود سودآوری و کاهش زیان‌های احتمالی کمک نماید. پیش‌بینی قیمت سهام و تغیرات جهت حرکت آن نقش مهمی در تصمیمات مالی، مدیریت سرمایه و معاملات الگوریتمی ایفا می‌نماید(شینکویچ و همکاران، ۲۰۱۷). لذا همواره مدل‌های پیش‌بینی ابزارمناسبی جهت‌برآوردنسبی جهش‌های قیمتی و روندحرکت آنها بوده است.

پژوهش حاضر در راستای بکارگیری مدیریت فعال سرمایه‌گذاری به دنبال طراحی الگویی جهت انجام معاملات سهام و اتخاذ راهبردهای معاملاتی کارآمد با استفاده از مدلی مرکب از آینده پژوهی، تحلیل بنیادی، قواعد معاملاتی والگوریتم‌های یادگیری ماشین است. در حالیکه پژوهش‌های گذشته بیشتر برروی تقویت دقت الگوریتم‌های پیش‌بینی و بکارگیری ویژگی‌های تکنیکال متمرکز بوده‌اند این پژوهش با هدف تقویت بسترهای لازم جهت انجام پیش‌بینی، اقدام به تدوین سناریوهای پیش روی محیط کسب و کار و بکارگیری نحوه تصمیم‌گیری خبرگان مالی در تمام مراحل معامله سهم نموده و سبد سهامی میان مدت و انعطاف‌پذیر دربرابر سناریوهای پیش رو را مبنای پیاده‌سازی راهبردهای معاملاتی کوتاه‌مدت حاصل از سیگنال‌های صادر شده از الگوریتم یادگیری ماشین و دیگر استراتژی‌ها نموده است.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

براساس نظریه بازار کارا (EMH) تمامی اطلاعات در دسترس بوده و به طور پیوسته مورد پردازش

بازار قرارمی‌گیرد و تمامی اطلاعات در قیمت جاری سهم مشهود است و امکان دستیابی به بازده اضافی وجود ندارد[۱۶]. با این وجود مدیران سرمایه‌گذارای در راستای مدیریت فعال پرتفوی، همواره به دنبال یافتن راهی برای کسب بازدهی بیشتر از شاخص و استراتژی خرید ونگهداری بوده‌اند. طبق نتایج تحقیقات اخیر، بازار مالی رفتار کاملا تصادفی ندارد و پیش‌بینی تغییرات آن امکان‌پذیراست[12]. پیش‌بینی روند حرکت قیمت سهم امکان بکارگیری راهبردهای مناسب را برای انجام معاملات فراهم می‌نماید و راهبردهای معاملاتی نیز نقاط بهینه ورود را با دیدگاه‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت مورد بررسی قرار می‌دهند. انجام مدیریت فعال پرتفوی مستلزم بکارگیری راهبردهای معاملاتی مناسب بوده و اتخاذ یک راهبرد مناسب نیز نیازمند انجام تحلیل برروی سهام می‌باشد. در معاملات سهام دو فلسفه اصلی وجود دارد، تحلیل بنیادی و تحلیل تکنیکال[26]. امروزه نماگرهای تکنیکال بصورت گسترده به عنوان ورودی‌های الگوریتم‌های پیش‌بینی یادگیری‌ماشین مورد استفاده قرار می‌گیرند[12] . هرچند از مدل‌های تکنیکی در پیش‌بینی بازار سهام بسیار استفاده شده است، اما نتایج مطالعات، نشان می‌دهد که این روش‌ها به اندازه کافی موفق نبوده‌اند. با پیشرفت علم، محققان از مدل‌های سری‌زمانی و شبکه‌های عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی‌های بهتر استفاده نموده‌اند[19]. از طرفی بررسی ابعاد بازار صرفا از لحاظ کمی مناسب نیست و روشهای کمی و کیفی مکمل یکدیگر هستند[11]. در این راستا آینده‌پژوهی تمامی ابعاد پیچیده یک رویداد را دریک رویکرد باثبات، جامع و سیستماتیک معرفی می‌نماید و با ترسیم آینده بستر مناسبی را برای تضمین موفقیت راهبردهای معاملاتی امروز ما فراهم می‌نماید[10]. در این ارتباط می توان به تحقیق حنفی زاده و همکاران(۲۰۱۱) و رهنمای رودپشتی و شیرین بیان (۱۳۹۵) اشاره نمود. تحقیقات زیادی نیز در زمینه مدیریت فعال سبد سهام با کمک الگوریتم‌های یادگیری ماشین انجام شده که می‌توان به پژوهش غلامیان و داوودی (۱۳۹۶)، فلاحپور و دانا(۱۳۹۵)، مشاری و همکاران(۱۳۹۸)، چودری و گری(۲۰۰۸)، نانی و لومی (۲۰۰۹)، یوفی و همکاران(۲۰۱۷)، پاتل و همکاران(۲۰۱۵)، ژانگ و همکاران(۲۰۱۸)، گولین و همکاران(۲۰۱۷)، ساکار(۲۰۱۹) اشاره کرد. در جدول ۱ به مرور برخی از تحقیقات صورت گرفته در زمینه بکارگیری راهبردهای معاملاتی حاصل از انجام پیش بینی قیمت سهم می‌پردازیم.

جدول ۱ : خلاصه پیشینه پژوهش

محققان	سال	متغیرهای ورودی	الگوریتم یادگیری	نمونه	متغییر پیش بینی	معیار ارزیابی
راعی و حسینی]۲[	۱۳۹۴	۱۶ تکنیکال	FUZZY - GA	۱۸ سهم فیلتر شده	قیمت سهم	بازدهی استراتژی
تهرانی و همکاران[3]	۱۳۹۴	۲۲ تکنیکال	KNN-GA ANN-GA	۶ سهم تصادفی	قیمت سهم	بازدهی استراتژی
باجلان و همکاران[1]	۱۳۹۵	۵ تکنیکال	Weighted SVM	۱۰ سهم تصادفی	روند قیمت سهم	بازدهی استراتژی
سارنج و همکاران[5]	۱۳۹۹	قواعد معاملات تکنیکال	MLP+(ACOR GA,PSO)	۱۵ شرکت ا برتر	روند قیمت سهم	بازدهی استراتژی
شینکویچ و همکاران[26]	۲۰۱۷	۱۰ تکنیکال	SVM, ANN, KNN	۵۰ شرکت تصادفی	روند قیمت	بازدهی مدل
ژیاولی و همکاران[29]	۲۰۲۰	۴۰ تکنیکال	RF,SVM, LGBM	۴۲ ارز دیجیتال	روند قیمت سهم	عملکرد مدل
پژوهش حاضر	۱۳۹۹	۲۵ تکنیکال ۴ قواعد تابلو ۳ قواعد تکنیکال ۲ بازار	KNN,RF,SVM,MLP ANN-KERAS AdaBoost, LGBM	سبد بنیادی سناریو محور	آینده صنعت و روند قیمت سهم	بازدهی استراتژی

روش شناسی پژوهش

در این تحقیق سعی شده ، الگویی جهت انجام معاملات فعال سهم و همچنین انتخاب راهبردهای بهینه ارایه شود. پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از لحاظ شیوه اجرا شبه تجربی بوده و از مدل‌سازی در آن استفاده می‌شود . جمع‌آوری داده با روش کتابخانه‌ای و با استفاده از پایگاه داده‌های بورس اوراق بهادار تهران و نرم افزار رهاورد نوین ۳ انجام شده. جامعه آماری پژوهش حاضر شرکت‌های پذیرفته شده در بورس تهران می باشد. نمونه مورد استفاده ۶ شرکت از جامعه آماری مذکور است که حایز شرایط ذیل می‌باشند: ۱-شناوری بالای ۲۰٪ داشته باشند. ۲- حداقل در ۶۰٪ روزهای معاملاتی، سهام آنها معامله شده باشد. ۳- از صنایع منتخب فرآیند آینده پژوهی برای افق دوسال آینده باشد. ۴- ضریب نقد شوندگی بالاتر از ۹۰٪ داشته باشد. ۵- در صنعت مربوطه از نظر بنیادی شرایط مطلوب‌تری داشته باشد.

داده های مربوط به نمونه منتخب برای بازه ۱۳۹۳/۰۱/۰۱ تا ۱۳۹۷/۱۲/۲۹ گردآوری شده است. از نرم افزار PYTHON و نرم افزار۲۶ SPSS برای انجام مدل‌سازی و تحلیل‌های آماری، از نرم افزار AmiBroker جهت ساخت و تست استراتژی های تکنیکال و از نرم افزارهای MICMAC و Scenario

Wizard جهت آینده‌پژوهی استفاده شده. جهت محاسبه شاخص‌های تکنیکال نیز از کتابخانه تحلیل تکنیکال در www.ta_lib.org استفاده شده است.

متغییرهای ورودی مدل به دو شکل داده های مهندسی نشده شامل 25 نماگر تکنیکال و ۶ داده معاملاتی سهم(حجم معاملات، قیمت‌های آغازین، پایانی، بالاترین، پایین‌ترین و آخرین معامله)، و مجموعه داده‌های مهندسی شده نیز شامل داده‌های معاملاتی سهم، نماگرهای تکنیکال، قواعد معاملاتی تکنیکال و تابلوخوانی ، شاخص های سیتماتیک، بنیادی،آماری و قیمتی مطابق جدول ۲ و جدول۳ می‌باشد.

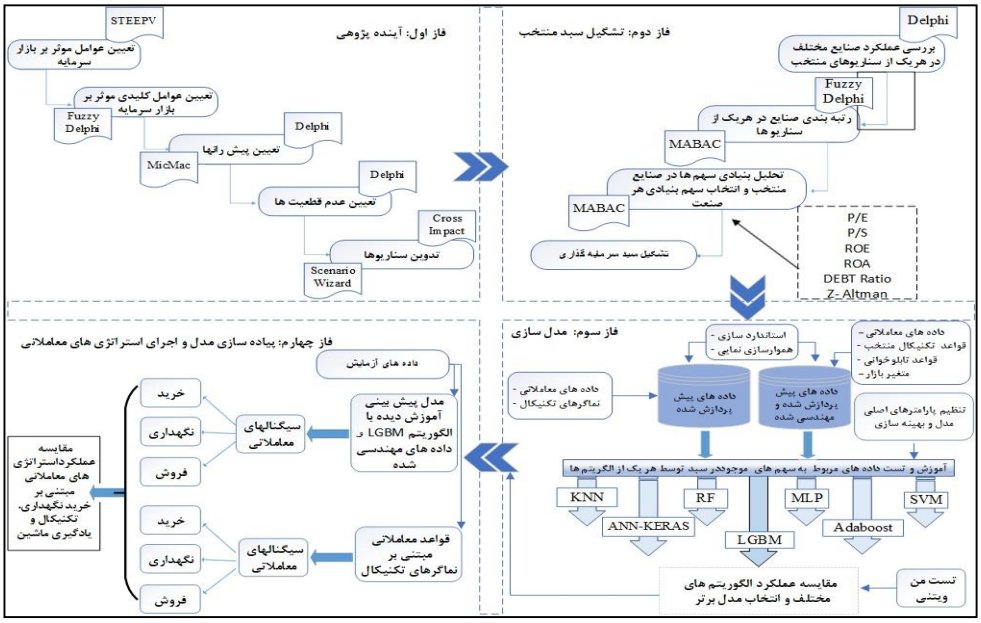
جدول ۲: شاخص های سیتماتیک، بنیادی،آماری و قیمتی

نام شاخص	نماد	نام شاخص	نماد
شاخص بازاری		شاخص‌های اختلاف قیمت	
شاخص کل بورس تهران	T_INDX	تفاوت بالاترین و پایین ترین قیمت	H-L
شاخص هموزن بورس تهران	W_INDX	تفاوت قیمت پایانی و اولین معامله	O-C
شاخص بنیادی		شاخص آماری	
قیمت به فروش	P/S	ضریب همبستگی پیرسون	CORR
قیمت به سود هر سهم	P/E	انحراف معیار استاندارد	STDDEV

جدول ۳: قواعد معاملاتی تابلوخوانی و تکنیکال منتخب

نام شاخص	قاعده معاملاتی
تابلو خوانی (TABLO)	**قیمت آخرین معامله > (قیمت پایانی /(اولین قیمت – کمترین قیمت)*۱۰۰)** **حجم معاملات > حجم مبنا & تعداد معاملات > ۱۰ &** **قیمت آخرین معامله >- قیمت پایانی & قیمت اولین معامله > کمترین قیمت &**
قدرت خریدار (BP)	(حجم خرید حقیقی / تعداد خرید حقیقی) / (حجم فروش حقیقی / تعداد فروش حقیقی)
قاعده مکدی	Buy = Cross(MACD(), SIGNAL())& Sell = Cross(Signal(), MACD())
قاعده سار	Buy = Cross(Close,sar(0.05,0.5)) AND RSI()>=30 & Sell = Cross(sar(0.05,0.5),close) AND RSI()<60

در نهایت برای هر نقطه، یک ماتریس متشکل از43 متغیر ورودی و یک متغیر خروجی ۱در دوحالت ۱ (صعودی) و۱- (نزولی) وجود دارد که نشان دهنده روند حرکت قیمت در ۱۵ روز آینده می‌باشد. به طور کلی پژوهش حاضر طی ۴ فاز اجرایی مطابق شکل ۱ انجام شده است:



شکل ۱: مدل مفهومی پژوهش

فاز ۱- آینده پژوهی بازار سرمایه ایران :

جهت تدوین سناریوهای مختلف پیش روی بازار سرمایه ایران در افق ۲ ساله، مراحل ذیل طی می‌شود:

۱-تعیین مساله مورد آینده پژوهی:

چگونه سرمایه گذار می تواند با تشخیص صنایع برتر در افق ۲ساله بازدهی بیشتری کسب نماید.

۲- تعیین محرک های آینده :

دراین مرحله بامشارکت پنل خبرگان و استفاده از تحلیل محیطی و ماتریس STEEPV عوامل موثر بر بازار اوراق بهادار تهران استخراج می‌شود. سپس با استفاده از روش دلفی در پنل خبرگان و همچنین استفاده از روش دلفی فازی عوامل کلیدی موثر بر بازار اوراق بهادار تهران را استخراج می نماییم.

۳- تعیین پیش‌رانهای آینده:

در این قسمت از تحلیل اثر متقابل[۱] برای تعیین پیش‌رانهای آینده استفاده می کنیم. برای این منظور شدت اثر هریک از عوامل کلیدی برروی یکدیگر با استفاده از پرسشنامه خبرگان و امتیازدهی در طیف ۰ تا ۳ تعیین می شود. اطلاعات حاصل از این پرسشنامه به عنوان ورودی تحلیل اثر متقابل به نرم افزار MicMac داده می شود که خروجی آن ماتریس اثرگذاری – تاثیر پذیری می‌باشد که عوامل موجود در ربع اول آن پیش‌رانهای آینده هستند.

۴- تعیین عدم قطعیتهای و تحلیل روندها:

در این مرحله با استفاده از پرسشنامه خبرگان برای هر یک از عوامل پیش‌ران عدم قطعیت‌های کلیدی تعیین شده و تاثیر متقابل هر یک از آنها بر روی یکدیگر مشخص می‌شود.

۵- تدوین سناریو:

در این مرحله با استفاده از روش GBN[۲] و نرم افزار سناریو ویزارد[۳] اقدام به تدوین سناریو ها نموده و سناریوهایی با بیشترین درجه باورپذیری[۴] و بیشترین سازگاری[۵] انتخاب می گردد.

فاز ۲- تشکیل سبد منتخب:

۱- بررسی عملکرد صنایع مختلف در هر یک از سناریو ها:

در این مرحله با استفاده از پرسشنامه خبرگان، صنایع مختلف از لحاظ آسیب پذیری درمقابل هریک از سناریو های منتخب مورد ارزیابی قرار گرفته و بر اساس طیف لیکرت امتیازدهی می‌شوند.

۲- رتبه بندی صنایع در هر یک از سناریوها:

نتایج حاصل از پرسشنامه خبرگان با استفاده از روش دلفی فازی مورد ارزیابی قرار گرفته و با کمک ابزار تصمیم گیری چندمعیاره MABAC[۶] [22] بر اساس کمترین آسیب پذیری در رویارویی با تمامی سناریوها، رتبه بندی می‌شوند. بعد از انجام رتبه بندی، ۶ صنعت با بالاترین رتبه انتخاب می‌شوند.

۳- تحلیل بنیادی سهام‌ها در صنایع مختلف و انتخاب سهم بنیادی هر صنعت:

سهام های موجود در هریک از صنایع منتخب را که نقدشوندگی بالای ۹۰٪ و شناوری بالای ۲۰ درصد دارند انتخاب نموده و بر اساس عوامل بنیادی مورد ارزیابی قرار می دهیم. برای این کار از شاخص Z آلتمن (شاه منصوری- ۱۳۹۶)، P/E، P/S ، ROA ، ROE و نسبت بدهی استفاده می‌کنیم.

۴- تشکیل سبد سرمایه گذاری:

در این مرحله با کمک ابزار تصمیم‌گیری چندمعیاره MABAC هر یک از سهام های موجود در ۶

صنعت منتخب براساس وضعیت بنیادیشان رتبه بندی می‌شوند. و از هر صنعت یک سهم با بالاترین رتبه بنیادی برای تشکیل سبد سرمایه‌گذاری انتخاب می‌شود.

فاز ۳- مدل سازی و انجام پیش‌بینی:

جهت مدل‌سازی از روش تحلیل داده‌های CRISP-DM [7][24]. و بر اساس مراحل ذیل استفاده می‌کنیم:

۱- تحلیل صنعت مورد بررسی ۲- تحلیل داده‌ها و شناسایی منابع داده‌ها ۳- پیش پردازش داده‌ها ۴- مدل سازی ۵- ارزیابی نتایج مدل و مقایسه ۶- بکار گیری مدل در تصمیم گیری

- تحلیل صنعت مورد بررسی:

این قسمت از کار با استفاده از ابزار آینده‌پژوهی و در گام ۱ به انجام رسید و سبد سهام مورد مورد نظر برای انجام پیش بینی حاصل نتایج همین گام بوده .

- تحلیل داده‌ها و شناسایی منابع داده‌ها (انتخاب متغییرهای ورودی و خروجی مدل):

الف-متغیر ورودی: با توجه به اینکه دیدگاه کلی محقق در این پژوهش درگیر نمودن نظر کارشناسان مالی در تمامی مراحل سرمایه‌گذاری هوشمند می باشد. لذا در این مرحله نیز سعی می‌شود تا بغیر از متغیرهای اصلی (قیمت، حجم معاملات و مقادیر نماگرهای تکنیکال) در قالب مهندسی ویژگی ها از متغیرهای تاثیر گذار دیگر که مبتنی بر تحلیل خبرگان می‌باشد مطابق جدول ۲ و۳ استفاده شود.

ب- متغییر خروجی، سیگنال‌های خرید و فروش می باشند که روند حرکت آتی قیمت سهم را در افق‌های زمانی ۱۵ روز و با توجه به طول پنجره پیش‌بینی (تعداد روزهای بکار رفته در محاسبه اندیکاتورهای و دیگر متغیرهای مدل) ۱۵ روز پیش‌بینی می‌نمایند . با توجه به تحقیق [26] بهترین پبش‌بینی، با افق زمانی برابر با طول پنجره پیش بینی انجام می‌شود .

- پیش پردازش داده‌ها:

در این تحقیق، داده‌ها علاوه بر نرمال‌سازی، جهت حذف نویز اطلاعات گذشته، هموارسازی نمایی می‌شوند تا در تشخیص روند عملکرد بهتری داشته باشند[۲۸].

- مدل سازی :

در این مرحله برای هر یک از سهم های منتخب، ۷ الگوریتم پیش بینی یادگیری ماشین نزدیک ترین همسایگی[8]، ماشین بردار پشتیبان[9]، جنگل تصادفی[10]، پرسپترون چند لایه[11]، شبکه عصبی مصنوعی مصنوعی کراس[12] و مدل‌های تقویت گرادیان[13] Adaboost و LGBM[14] برای مدل سازی استفاده

می‌شوند. برای هر مدل دو دسته ورودی شامل ۱- مجموعه داده های مهندسی نشده، متشکل از دادهای قیمتی و اندیکاتورهای تکنیکال و ۲- مجموعه داده های مهندسی شده متشکل از مشخصه‌های سیستماتیک ، مشخصه بنیادی ، سیگنال‌های استراتژیک منتخب و سیگنال‌های تابلو خوانی در نظر گرفته شده و داده ها در دو دسته آموزش(۸۰٪ داده ها) و تست (۲۰٪ داده ها) مورد پردازش قرار گرفته و برای انجام پیش‌بینی آموزش می‌بینند . بعد از آموزش اولیه داده ها ، با استفاده از تنظیم پارامترهای اصلی هر مدل ، بهترین مقدار برای پارامترهای اصلی مدل انتخاب شده و داده‌های مدل مجددا با استفاده از مدل بهینه شده آموزش داده می‌شود.

- ارزیابی نتایج مدل در مقایسه با مدلهای دیگر و اهداف تعریف شده:

بعد از بهینه شدن مدل‌ها و آموزش داده‌های هر سهم توسط هریک از این مدل‌های بهینه شده. عملکرد مدل‌های مذکور با استفاده از معیارهای میانگین مربعات خطا، مجذور میانگین مربعات خطا ، و معیار سنجش صحت ابزار پیش‌بینی مورد مقایسه قرا می‌گیرد:

جهت بررسی صحت ابزار پیش بینی از معیار ذیل استفاده می شود:

Accuracy= (True(+1)+True(-1)) / (True(+1)+True(-1)+False(+1)+False(-1))

سپس صحت هرمدل در دو حالت استفاده از مجموعه داده های مهندسی نشده و مهندسی شده مورد مقایسه قرار میگیردو بعد از آن مدلها از نظر دقت با مدلی که عملکرد بالاتری را در انجام پیش‌بینی سهم ها داشته، مورد مقایسه قرار می‌گیرد. با توجه به تعداد کم سهام موجود درسبد، (۶ داده برای هر مدل)، جهت آزمون دقت از تست من-ویتنی[۱۵] استفاده می‌شود.

- بکار گیری مدل در تصمیم گیری :

بعد از آزمون مقایسه دقت مدلهای، مدلی که بالاترین دقت پیش‌بینی را دارد برای انجام پیش‌بینی و ارایه سیگنال‌های معاملاتی بر روی سبد سهام منتخب برگزیده می‌شود.

فاز ۴- پیاده سازی مدل و بکارگیری راهبردهای معاملاتی:

در این تحقیق فرض بر این است که در ابتدای سال ۹۸ تمامی سهام های موجود در سبد منتخب به میزان اوزان تخصیص یافته به آنها خریداری می شود. در ادامه در بازه ۱۵ روزه پیش بینی صورت می گیرد و تا زمان دریافت سیگنال "۱-" سهم در سبد نگهدای می شود و به محض دریافت سیگنال "۱+" مجددا خریداری می شود. و این عمل تا آخرین سیگنال دریافتی در طول دوره تست (پایان دی ماه ۹۸) ادامه می یابد. سیگنالهای پیش بینی شده برای i امین روز بر اساس فرمول ذیل محاسبه می‌گردند[28].

$Target_i = Sign\ (close_{i+d} - close_i)$

در فرمول بالا d تعداد روزهایی است که برای آن پیش‌بینی صورت می‌گیرد. $Close_i$ به معنی قیمت پایانی در روز iام می‌باشد. مقدار "۱" برای تارگت به این معناست یک روند مثبت در d روز آتی وجود داشته و "۱-" به معنای وجود روند منفی در d روز آتی می‌باشد.

استراتژی معاملاتی نیز به شکل ذیل تعیین می شود.

IF TARGET = 1 AND	سبد سهام فاقد سهم مورد نظر	THEN	BUY
ELSEIF	سهم در سبد موجود باشد	THEN	HOLD
IF TARGET = -1 AND	سبد سهام فاقد سهم مورد نظر	THEN	SALE
ELSEIF	سهم در سبد موجود باشد	THEN	HOLD

از طرفی در ارتباط با بکارگیری راهبردهای معاملاتی مبتنی بر نماگرهای تکنیکال، ۵ راهبرد مورد قبول تحلیل‌گران تکنیکال برای معامله سبد منتخب مورد آزمون قرار می‌گیرد که بعد از انجام بک تست در دوره مدلسازی دوتا از پربازده‌ترین آنها به عنوان ورودی مدل پیش‌بینی مدنظر قرار می‌گیرد.

- محاسبه عملکرد پرتفوی منتخب براساس هریک از راهبردها:

در این مرحله بازدهی پرتفوی متشکل از سهام منتخب در طی دوره فروردین ۹۸ تا پایان دی ماه ۹۸ برای معامله با هریک از راهبردهای خرید و نگهداری، راهبردهای معاملاتی تکنیکال و راهبردهای معاملاتی هوشمند محاسبه و بایکدیگر و با شاخص بازار مورد مقایسه قرا می‌گیرد.

برای محاسبه بازدهی از فرمول ذیل استفاده شده است:

$$R_t = \sum (P_{t+d}*0.99 - P_t*1.005) / (p_t*1.005)$$

درفرمول بالا R_t نشانگر بازدهی هر معامله، Pt+d نشان دهنده قیمت فروش ، Pt نشان دهنده قیمت خرید سهم. ۰,۵ ٪ به عنوان کارمزد خرید و ۱ ٪ به عنوان کارمزد فروش درنظر گرفته می‌شود.

پرسش‌های تحقیق

۱-آیا سبد سهام مبتنی بر سناریوها و تحلیل بنیادی عملکرد بالاتری نسبت به شاخص بازار دارد؟

۲- آیا راهبردهای معاملاتی مبتنی بر مدیریت فعال پرتفوی(استفاده از الگوریتم های یادگیری ماشین و تحلیل بنیادی و تکنیکال) عملکرد بالاتری را نسبت به روش خرید و نگهداری ایجاد می نماید؟

۳-آیا استراتژی های معاملاتی مبتنی بر الگوریتم LGBM عملکرد بالاتری را ارائه می‌دهد.

نتایج پژوهش

- نتایج حاصل از آینده پژوهی و تحلیل بنیادی

در این مرحله عوامل کلیدی موثر بر بازار سرمایه مطابق با جدول ۴ مشخص شدند، برای این منظور ابتدا با استفاده از ماتریس STEEPV ، تحلیل چندلایه، مرور مطالعات صورت گرفته و پرسشنامه خبرگان ، عوامل جدول ۵ به عنوان عوامل موثر بر بازار سرمایه انتخاب شدند: سپس با بررسی عوامل موثر بر بازار سرمایه و تعیین عوامل کلیدی در پنل دلفی ، براساس نتایج حاصل از دلفی فازی عوامل کلیدی موثر بر بازار سرمایه مشخص می‌شوند:

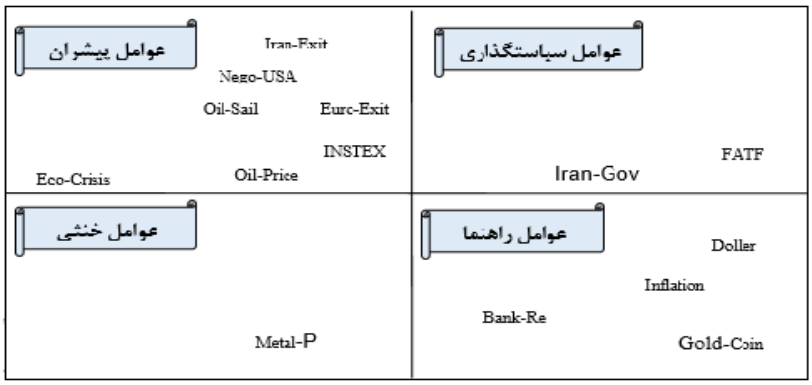
جدول ۴ : عوامل کلیدی موثر بر بازار سرمایه ایران

نرخ ارز خارجی	نرخ تورم	خروج اروپا از برجام
خروج ایران از برجام	تمدید مجوز فروش نفت	نتیجه سازوکار مالی اروپا
ثبات دولت ایران	قیمت نفت	قیمت فلزات اساسی
قیمت طلا	بحران اقتصاد جهانی	تمدید FATF
اصلاح نظام بانکی	مذاکره با آمریکا	

جدول ۵ : عوامل موثر بر بازار سرمایه

پیمان‌های سیاسی با کشورهای منطقه	نرخ افزایش حقوق	بودجه ناخالص
نتیجه سازوکار مالی اروپا	سهمیه بندی سوخت	نرخ ارز خارجی
(FATA)	سهیمه بندی کالاهای اساسی	سیاست های پولی
تمدید مجوز فروش نفت توسط آمریکا	حجم نقدینگی	سیاست های مالی
ثبات دولت امریکا	اصلاح نظام بانکی	بحران اقتصاد جهانی
خروج ایران از برجام	بودجه دولت	قیمت نفت
خروج اروپا از برجام	قوانین بیمه و تامین اجتماعی	قیمت فلزات اساسی
قوانین حمایتی دولت از تولید داخلی	سیاست مالیات بر ارزش افزوده	قیمت طلا
قوانین حمایت کننده تجارت خارجی	تولید ناخالص ملی	ثبات دولت ایران
هزینه حمل و نقل	اصلاح قوانین خصوصی سازی	نرخ بهره
هزینه حامل انرژی	نرخ سپرده گذاری	نرخ تورم

با استفاده از روش اثر متقابل و پرسشنامه خبرگان، اثر متقابل هریک از عوامل کلیدی برروی یکدیگر مشخص شدند. با استفاده از نرم افزار MicMac نمودار ۱ با عنوان تاثیرگذاری –تاثیر پذیری استخراج گردید . ربع اول این نمودار پیشرانها را معرفی می‌نماید.



نمودار ۱: تاثیر پذیری و تاثیر گذاری عوامل کلیدی

بعد از تعیین عدم قطعیت‌های مرتبط با هر یک از پیش رانها و دیگر عوامل موثر ، سناریوها با استفاده از نرم افزار سناریو ویزارد تدوین گردید و از بین آنها، ۴ سناریو ساحل امن، مسکن، مقابله به مثل و چالش با بیشترین باورپذیری و کمترین ناسازگاری مطابق با جدول شماره 6 انتخاب شدند. بعد از بررسی نتایج پرسشنامه خبرگان با بکارگیری روش دلفی فازی و ابزار MABAC صنایع از نظر آسیب پذیری در رویارویی با سناریوهای منتخب، رتبه بندی شدند که ،۶ صنعت دارویی، فلزات، غذایی، کانی غیر فلزی، شیمیایی و زراعی با رتبه بالاتر انتخاب شدند و ۶ سهم دکیمی، فرآور، غگرجی، کفرا، شپاکسا و زمگسا که در صنایع خود بالاترین رتبه بنیادی را با رتبه‌بندی MABAC کسب نمودند به عنوان سهام برتر انتخاب شدند.

جدول ۶: سناریو های منتخب پیش روی بازار سهام در افق ۲ ساله

پیشران‌ها و عوامل سیاست گذاری	سناریوها			
	ساحل امن Safe Beach	مسکن Painkiller	مقابله به مثل Retaliate	چالش Challenge
خروج ایران از برجام	عدم خروج	عدم خروج	کاهش تعهدات	خروج
خروج اروپا از برجام	عدم خروج	عدم خروج	عدم خروج	خروج
INSTEX	اجرا	اجرا	عدم اجرا	عدم اجرا
وضعیت FATF	تصویب	تعلیق مجدد	تعلیق مجدد	عدم تصویب
مذاکره ایران و امریکا	مذاکره	عدم مذاکره	عدم مذاکره	عدم مذاکره
سیاست های پولی و مالی دولت	مالی انسباطی	پولی انبساطی	پولی انقباضی	مالی و پولی انقباضی
تورم	کاهش	کاهش نسبی	افزایش جزئی	افزایش
قیمت دلار در ایران	8 - 9	10 - 12	12 - 14	۱۵-۱۸
تنش آمریکا و چین	کاهش	تهدید	افزایش	جنگ تجاری
تنش اروپا و انگلیس	کاهش تنش	ادامه مذاکرات	افزایش تنش	عدم توافق
اقتصاد جهانی	رونق نسبی	حالت نرمال	بدبینی به آینده	شروع رکود
نرخ بهره فدرال رزرو	افزایش	کاهش	بدون تغییر	کاهش
طلای جهانی	1300 - 1400	1500-1550	1450-1500	1550-1650
قیمت فلزات اساسی	افزایش	حالت نرمال	کاهش جزئی	کاهش
قیمت جهانی نفت	70-80	55-65	40-50	30-40

-نتایج حاصل از مدل‌سازی و تحلیل تکنیکال:

بعد از تشکیل سبد، داده های هریک از سهام موجود در آن با توجه به دو نوع ورودی مهندسی شده و مهندسی نشده و با استفاده از تمامی مدلهای بکارگرفته شده دراین پژوهش آموزش دیدند که نتایج حاصل از مقایسه صحت این مدلها با استفاده از آزمون من-ویتنی مطابق با جدول ۷حاکی از برتری مدلهای مبتنی بر ویژگی‌های مهندسی شده می‌باشد. از طرفی بعد از بررسی عملکرد تمامی مدلها، مدل LGBM طبق جدول ۸ و براساس نتایج آزمون مقایسه میانگین دقت من- ویتنی دارای بهترین عملکرد می‌باشد که جهت پیش بینی روند حرکت قیمت سهم در ۱۵ روز آینده و انجام معاملات در بازه زمانی آزمایش مورد استفاده قرار گرفت

جدول ۷: مقایسه عملکرد مدل‌ها در ارتباط با ورودی‌های مهندسی شده و مهندسی نشده

مدل / سهم	KNN		SVM		MLP		ANN_ KERAS		RF		AdaBoost		LGBM	
	مهندسی نشده	مهندسی شده	مهندسی نشده	مهندسی شده	مهندسی نشده	مهندسی شده	مهندسی نشده	مهندسی شده	مهندسی نشده	مهندسی شده	مهندسی نشده	مهندسی شده	مهندسی نشده	مهندسی شده
دکیمی	۸۱	۸۸	۷۲	۹۱	۸۱	۸۵	۸۲	۹۲	۸۰	۸۸	۸۵	۹۱	۸۳	۹۶
فرآور	۸۳	۸۹	۶۳	۸۹	۶۸	۸۱	۸۱	۹۰	۷۷	۹۰	۸۷	۹۰	۸۴	۹۱
غگرجی	۸۷	۹۱	۶۸	۹۱	۷۳	۹۲	۸۸	۹۲	۸۷	۹۴	۹۱	۹۶	۸۳	۹۷
کفرا	۷۸	۸۱	۶۸	۸۲	۶۵	۸۰	۷۷	۸۱	۷۰	۸۹	۸۰	۹۰	۸۲	۸۹
شپاکسا	۸۳	۸۹	۶۰	۸۶	۸۴	۸۸	۷۸	۸۸	۷۶	۸۶	۸۵	۸۶	۸۷	۹۲
زمگسا	۸۰	۸۵	۶۶	۸۷	۷۱	۷۹	۸۲	۸۵	۸۲	۸۲	۷۹	۸۹	۷۶	۹۳
P-Value	۰,۰۲۵		۰,۰۰۴		۰,۰۵		۰,۰۳۷		۰,۰۱۳		۰,۰۵		۰,۰۰۴	

در ادامه بازدهی حاصل از بکارگیری سیگنال‌های صادره از ۴ استراتژی معاملاتی پرکاربرد تکنیکال در انجام معاملات، با یکدیگر مقایسه می‌شود که طبق جدول ۹ راهبرد مکدی با ۸۰٪ بازدهی عملکرد بالاتری را داراد. در مرحله بعد بازدهی سبد بنیادی سناریو محور منتخب این پژوهش با شاخص کل بازار مقایسه می‌شود که سبد منتخب با ۲۲۷٪ بازدهی بالاتری را نسبت به شاخص کل با بازدهی ۱۳۰ ٪ در دوره آزمایش دارد. درانتها عملکرد هر یک از استراتژی‌های خرید و نگهداری، تکنیکال و مبتنی بر پیش بینی الگوریتم LGMB بایکدیگر مورد مقایسه قرار گرفتند که طبق جدول ۱۰، انجام معاملات برروی سبد منتخب با استفاده از راهبردهای معاملاتی مبتنی بر الگوریتم LGBM، با کسب بازدهی ۳۳۸٪ عملکرد بهتری را نسبت به راهبرد خرید و نگهداری با بازدهی ۲۲۷٪ و راهبرد تکنیکال منتخب با بازدهی ۸۰٪ دارد.

جدول ۸: مقایسه دقت الگوریتم های یادگیری

مدل / سهم	KNN	SVM	MLP	ANN_ KERAS	RF	AdaBoost
دکیمی	۸۸,۸	۹۱,۵	۸۵,۶	۹۲,۳	۸۸	۹۱
فرآور	۸۹	۸۹,۳	۸۱,۲	۹۰,۱	۹۰	۹۰,۲
غگرجی	۹۱,۷	۹۱,۷	۹۲,۶	۹۲,۷	۹۴,۵	۹۶,۷
کفرا	۸۱,۶	۸۲,۹	۸۰,۳	۸۱,۹	۸۹,۲	۹۰,۷
شپاکسا	۸۹,۹	۸۶,۴	۸۸	۸۸	۸۶,۹	۸۶
زمگسا	۸۵,۴	۸۷,۸	۷۹,۹	۸۵,۵	۸۲	۸۹
p-Value	۰,۰۱	۰,۲۵	۰,۰۱۰	۰,۰۱۶	۰,۰۴۵	۰,۰۱۵

جدول ۹ : مقایسه بازدهی راهبردهای تکنیکال

مدل / سهم	وزن	MACD	SAR	MACD+RSI+ STOCH	STOCH+ RSI
دکیمی	۲۲	۱۳۰	۴۴	۳	۹۴
فرآور	۲۰	۱۷	۱۸	۱۷	۵۴
غگرجی	۱۸	۹۸	۱۴۲	۱۱	۱۸
کفرا	۱۷	۷۷	۳۱	۴۰	۲۵
شپاکسا	۱۴	۳۸	۲۹	۸	۳۰
زمگسا	۹	۱۳۴	۱۳۴	۲۲	۵۴
پرتفوی		۸۰	۶۰	۱۶	۴۸

جدول ۱۰: مقایسه بازدهی راهبردهای مختلف

راهبرد / سهم	وزن	خرید و نگهداری	تکنیکال	LGBM
دکیمی	۲۲	۲۸۶	۱۳۰	۴۸۴
فرآور	۲۰	۱۱۲	۱۷	۱۹۱
غگرجی	۱۸	۳۹۴	۹۸	۳۹۰
کفرا	۱۷	۱۳۹	۷۷	۲۶۸
شپاکسا	۱۴	۱۵۴	۳۸	۲۸۴
زمگسا	۹	۲۸۸	۱۳۴	۴۱۴
پرتفوی		۲۲۷	۸۰	۳۳۸

بحث و نتیجه گیری

هدف از تحقیق حاضر طراحی الگویی جهت انجام معاملات هوشمند در بازار سهام با در نظر گرفتن نظرات و نحوه تصمیم‌گیری کارشناسان و خبرگان مالی در تمامی مراحل طراحی سیستم معاملاتی می‌باشد. برای این منظور با استفاده از آینده‌پژوهی یک سبد سهام بنیادی و با آسیب‌پذیری کمتر نسبت به رخداد سناریوهای پیش‌روی بازار اوراق بهادار تهران در دوسال آتی تشکیل شد و با استفاده از

راهبردهای معاملاتی مبتنی بر الگوریتم های یادگیری ماشین و قواعد تکنیکال مورد معاملعه قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که سناریوها قابلیت تعریف سبد سهام را دارند و می‌توانند با انجام یک پیش‌بینی میان مدت در قالب آینده‌پژوهی و در نظر گرفتن عوامل سیاسی، اقتصادی موثر بر روی بازار سرمایه صنایع با آسیب‌پذیری کمتر و بازدهی بالاتر را شناسایی نمایند که با تحقیق حنفی‌زاده و همکاران(۲۰۱۱) مطابقت دارد. از طرفی سبد سهام ایجاد شده توسط آینده پژوهی بازدهی بالاتری نسبت به شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران می باشد که مطابق با نتایج تحقیق رهنمای رودپشتی و شیرین بیان (۱۳۹۵) می‌باشد. در راستای بکارگیری استراتژی‌های معاملاتی، انتخاب سهام‌هایی با بنیاد قوی‌تر در هر صنعت می تواند زمینه ساز عملکرد بالاتر سبد سهام گردد که نتایج این موضوع راتایید نموده و تحقیق شاه منصوری (۱۳۹۶) مطابقت دارد، نتایج حاصل از بکارگیری راهبردهای تکنیکال مبتنی بر نماگرهای MACD, RSI ,SAR ,MA ,STOCH جهت معامله پرتفوی منتخب نشان داد که راهبردهای معاملاتی مبتنی بر نماگرMACD بازدهی بالاتری نسبت به بقیه نماگرها دارد ولی از بازدهی پایین تری نسبت به استراتژی خرید و نگهداری برخوردار است. نتایج حاصل از بکارگیری الگوریتم‌های یادگیری AdaBoost KNN,SVM,RF,MLP,ANN-KERAS و LGBM نشان می‌دهد که بکارگیری قواعد تصمیم گیری مورد استفاده خبرگان مالی در حوزه تکنیکال، تابلو خوانی و همچنین متغیرهای شاخص بازار دقت مدلها را در پیش بینی افزایش می‌دهند که از جهت بکارگیری قواعد تصمیم گیری به عنوان ورودی تحقیق حاضر مطابق با تحقیق پاتل و همکاران (۲۰۱۵) می باشد. از طرفی نتایج نشان می‌دهد عملکرد مدل پیش بینی‌مبتنی بر الگوریتم LGBM از لحاظ دقت تشخیص روند حرکت قیمت سهم و کاهش خطا از دیگر الگوریتم های یادگیری بالاتر است که مطابق با نتایج پژوهش شوالو و همکاران (۲۰۲۰) می‌باشد. با توجه به دقت بالاتر مدل LGBM این مدل جهت معامله بر روی سبد سهام انتخاب می شود که نتایج حاصل از آن بیانگر بازدهی بالاتر بکارگیری راهبردهای معاملاتی مبتنی بر سیگانهای تولیدی الگوریتم LGBM نسبت به راهبرد خرید و نگهداری، راهبرد معملاتی تکنیکال منتخب (MACD) و شاخص بازار است. این نتایج از بعد موفقیت استراتژیهای فعال مبتنی بر بکارگیری الگوریتم های یادگیری ماشین در راستای نتایج پژوهش اکثر محققان از جمله سارنج و همکاران (۱۳۹۹)، راعی و حسینی (۱۳۹۴) و تهرانی، هندیجانی و نوروزیان(۱۳۹۴) می‌باشد. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی از مدل XG-BOOST و الگوریتم های دیگر یادگیری عمیق استفاده شود همچنین پیشنهاد می‌شود از سایر قواعد معاملاتی خبرگان در زمینه تابلوخوانی و همچنین قواعد تکنیکال مبتنی بر امواج الیوت به عنوان ورودی مدل استفاده شود.

منابع

۱) باجلان،سعید، فلاحپور، سعید، دانا، ناهید(۱۳۹۵)، پیش بینی روند تغییرات قیمت سهم با استفاده از ماشین بردار پشتیبان وزندهی شده و انتخاب ویژگی هیبرید به منظور ارائه استراتژی معاملاتی بهینه، راهبرد مدیریت مالی، شماره چهاردهم، پاییز ۱۳۹۵.

۲) تهرانی، رضا، هندیجانی زاده، محمد، نوروزیان، عیسی(۱۳۹۴)، ارائه رویکرد جدید برای مدیریت فعال پرتفوی و انجام معاملات هوشمند سهام با تاکید بر نگرش انتخاب ویژگی، دانش سرمایه گذاری، شماره سیزدهم، بهار ۱۳۹۴.

۳) راعی، رضا، حسینی، فرهنگ (۱۳۹۴)، مقایسه بازده خرید و فروش مبتنی بر نماگرهای تکنیکی و منطق فازی و روش ترکیبی الگوریتم ژنتیک منطق- فازی .مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار . شماره بیست و چهارم، پائیز ۱۳۹۴.

۴) رهنمای رودپشتی، فریدون، شیرین بیان، ندا(۱۳۹۵)، طراحی سبد سرمایه گذاری با استفاده از رویکرد سناریو نگری با بکارگیری روش برنامه ریزی بر پایه فرض، مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره بیست و هشتم، پاییز ۱۳۹۵.

۵) سارنج، علیرضا و همکاران(۱۳۹۹)، طراحی سیستم معاملات تکنیکی سهام با استفاده از مدل ترکیبی شیکه عصبی MLP و الگوریتم های تکاملی، دانش مالی و تحلیل اوراق بهادار.

۶) شاه منصوری، اسفندیار(۱۳۹۶)، آزمون سبد اوراق بهادار مبتنی بر راهبردهای بنیادی، تکنیکی و شهودی با اهداف و ویژگیهای رفتاری سرمایه گذاران بورس اوراق بهادار تهران، دانش سرمایه گذاری، سال ششم، شماره زمستان ۱۳۹۶.

۷) غلامیان، الهام، داودی، سید محمدرضا(۱۳۹۷)، پیش بینی روند قیمت در بازار سهام با استفاده از الگوریتم جنگل تصادفی، مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره سی و پنجم.

۸) فلاح پور، سعید، گل ارضی، غلام حسین، فتورچیان، ناصر(۱۳۹۲)، پیش بینی روند حرکتی قیمت سهام با استفاده از ماشین بردار پشتیبان بر پایه الگوریتم ژنتیک در بورس اوراق بهادار. دوره ۱۵،

۹) مشاری، محمد، و همکاران (۱۳۹۸)، طراحی مدل هوشمند ترکیبی جهت پیش بینی نقاط طلایی قیمت سهام، دانش سرمایه گذاری، سال هشتم، شماره بیست و نهم.

10) Alipour, M., Hafezi, V., M. Amer, M., Akhavan. A.N. (2017). A new hybrid fuzzy cognitive map-based scenario planning approach for Iran's oil production pathways in the post-sanction period. Energy 135, 851-864.

11) Amer M, Daim TU, Jetter A.(2013). Scenario planning for the national wind energy Sector through Fuzzy Cognitive Maps. In: Portland international center for Management of engineering and technology (PICMET): technology management in the it-driven services, 2013. p. 2153e62. San Jose, CA.

12) Atsalakis, G.S., Valavanis, K.P., (2009). Surveying stock market forecasting techniques part II: soft computing methods, Expert Syst. Appl.36 (3), 5932-5941.

13) Barak, Sasan, Arjmand, Azadeh, Ortobelli, Sergio (2016). Fusion of Multiple Diverse Predictors in Stock Market. Journal of Information Fusion, Accepted Manuscript.

14) Chermack, T.J. (2005). Studying scenario planning: theory, research suggesti and hypotheses Technol. Forecast. Soc. Chang. 72 (1), 59–73.

15) Choudry,R, Grag, K. (2008). A Hybrid Machin Learning System for Stock Market Forecasting.Word Academy of Science, Engineering and Technology, 39.

16) Fama, E.-F., Blume, M.-E., (1966), Filter rules and stock market trading, J. Bus. 39 (1), 226–241.

17) Gulin, Ke, et.al, (2017), LightGBM: A Highly Efficient Gradient Boosting Decision Tree, Neural Information Processing Systems, 30.

18) Jing, Zhang, et.al.(2018), A novel data- driven stock price trend prediction system, Expert system with applications, 97,60 - 69.

19) Lawrence, R. (1997), Using Neural Networks to Forecast Stock Market Prices, 1-12.

20) Leung, M, T., Chen, A. S., & Daouk, H. (2000). Forecasting exchange rates general regression neural networks.

21) Nanni, L., & Lumini, A. (2009). An experimental comparison of ensemble of classi- fiers for bankruptcy prediction and credit scoring. Expert Systems with Applica- tions, 36, 3028–3033.

22) Pamučar, Ddragan, Ćirović, Goran, (2015), the selection of transport and handling resources in logistics centres using Multi-Attributive Border Approximation area Comparison (MABAC), Expert system with applications, 42, 3016- 3028

23) Patel, J, et.al. (2015). Predicting stock and stock price index movement using trend deterministic data preparation and machinelearnning techniques. Expert Systems with Applications, 42 (1), 259–268.

24) Shearer C. (2000), The CRISP-DM model: the new blueprint for data mining, J Data Warehousing (2000); 5:13—22.

25) Sarkar, Sobhan, et al. (2019), Application of optimized machine learning techniques for prediction of Occupational accidents,Computer & Operation research, 106, 210-224.

26) Shynkevich, Yauheniya, et al. (2017), forecasting price movements using technical indicators: Investigating the impact of varying input window length. Neurocomputing, 264 71–88.

27) Suryoday, Basak, et al., (2018), predicting the direction of stock market prices using tree-based classifiers, North American Journal of Economics and finance, In Press.

28) Trappey, C., Shin, T. and Trappey, A. (2007), "Modeling international investment decisions for financial holding companies", European Journal of Operational Research, Vol. 180, pp. 800-14.

29) Xiaolei, Sun, Mingxi, Liu , Zeqian, Sima, (2020). A novel cryptocurrency price trend forecasting model base on LightGBM, Finance Research Letters, 32.

30) Xiao-dan Z., Ang L., Ran P., (2016), Stock trend prediction based on a new status box method and AdaBoost probabilistic support vector machine, Journal of Applied Soft Computing, 385-398.

31) Yufei, Xia, Chuanzhe, liu, YuYing, Li, Nana, Liu, (2017). Aboosted decision tree approach using Bayesian hyper_parameter optimization for credit scoring, Expert System with Application, 78, 225-241.

یادداشت‌ها :

1 . Cross Impact Analysis
2 . Global Business Network
3 . Scenario Wizard
4 . Impact Score
5 . Consistency
6 . Multiple Attributive Border Approximation Area Comparison
7. Cross-industry standard process for data mining
8 . K Nearest Neighbor
9 . Support Vector Machine
10 . Random Forest
11 . Multi layer Perceptron
12 . Artifical Neural Network- Keras
13 . Gradian Boosting
14 . Light Gradian Boosting Machine
15 . Mann-Whitney