





کاربرد یادگیری ماشین در تحلیل تکنیکال برای پیش‌بینی روند سهام

حورا مومنی

استاد راهنما:

جناب آقا دکتر امیرعباس نجفی

سمینار کارشناسی ارشد

رشته مهندسی صنایع-مهندسی مالی

بهار ۱۴۰۰

## چکیده:

پیش‌بینی عملکرد بازار سهام به دلیل پتانسیل قوی که برای ایجاد سود دارد همیشه یک موضوع مهم تحقیقاتی بوده‌است، ولی روند بی‌ثبات و پیچیده آن سرمایه‌گذاران را با چالش‌های زیادی روبرو کرده‌است.

تحلیل تکنیکال<sup>۱</sup> از جمله تکنیک‌های پرکاربرد پیش‌بینی قیمت سهام بوده‌است. تحلیل‌گران فنی اغلب از تحلیل تکنیکال در داده‌های تاریخی استفاده می‌کنند، اما به دلیل ماهیت غیرخطی و پویای تغییرات در روند سهام، ممکن است پیش‌بینی‌های نادرستی ایجاد کند. از این رو برای کاهش هزینه و ریسک و بالا بردن سود سرمایه‌گذاری، امروزه تحلیل‌گران از الگوریتم‌های یادگیری ماشین<sup>۲</sup> همراه با تحلیل تکنیکال استفاده می‌نمایند، که میتواند نتایج بسیار رضایت‌بخشی را به دنبال داشته باشد. در این پژوهش سعی در پیش‌بینی روند سهام با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین همراه با تحلیل تکنیکال می‌باشد تا سرمایه‌گذار بتواند تصمیم مناسبی در خصوص خرید، فروش و یا نگهداری سهام اتخاذ نماید. از این رو ابتدا مجموعه‌ای از شاخص‌های تحلیل تکنیکی برای سهام به وسیله الگوریتم ژنتیک<sup>۳</sup> بهینه شده و به عنوان ورودی به شبکه عصبی مصنوعی داده می‌شود. در نتیجه با استفاده از جواب این فرآیند، روند سهام را پیش‌بینی می‌نماییم.

**واژگان کلیدی:** شبکه عصبی،<sup>۴</sup> الگوریتم ژنتیک،<sup>۳</sup> تحلیل تکنیکال، پیش‌بینی روند، بازار سهام

---

<sup>۱</sup>technical analysis (TA)

<sup>۲</sup>Machin learning (ML)

<sup>۳</sup>neural network (NN)

<sup>۴</sup>Genetic algorithm (GA)

## فهرست مطالب:

### فهرست مطالب:

#### فصل اول: کلیات موضوع ۲

۱-۱- مقدمه..... ۲

۱-۲- هدف سمینار..... ۳

۱-۳- موضوع سمینار..... ۴

۱-۴- انگیزه و اهمیت انتخاب موضوع..... ۵

۱-۵- کاربران و کاربردهای تحقیق..... ۶

۱-۶- پژوهش در پیشینه تحقیق..... ۶

۱-۷- جمع‌بندی..... ۸

#### فصل دوم: مبانی نظری ۱۱

۲-۱- مقدمه..... ۱۱

۲-۲- ابزارهای تحلیل تکنیکال..... ۱۲

۲-۳- هوش مصنوعی..... ۱۴

۲-۳-۱- شبکه عصبی مصنوعی..... ۱۷

۲-۳-۲- الگوریتم ژنتیک..... ۱۸

۲-۴- جمع‌بندی..... ۲۱

#### فصل سوم: مروریادبیات ۲۴

۳-۱- مقدمه..... ۲۴

۳-۲- بررسی مقالات..... ۲۴

۳-۲-۱- پیش‌بینی روند سهام با استفاده از تحلیل تکنیکال..... ۲۴

۳-۲-۲- پیش‌بینی روند سهام با استفاده از هوش مصنوعی..... ۲۶

۳-۲-۳-پیش‌بینی روند سهام با استفاده از ترکیب تحلیل تکنیکال و هوش مصنوعی.....	۲۹
۳-۳-جدول مقایسه‌ای مقالات.....	۳۳
فصل چهارم: جمع‌بندی	۳۶
۴-۱- مقدمه.....	۳۶
۴-۲-دسته‌بندی.....	۳۶
۴-۲-۱-دسته‌بندی مقالات براساس روش تحقیق.....	۳۶
۴-۲-۲-دسته‌بندی مقالات براساس سال تحقیق.....	۳۸
۴-۳-نتیجه‌گیری.....	۳۹
۴-۴-پیشنهادهات.....	۴۰

## فهرست جداول:

جدول ۱: ۱-۲-جدول شاخص‌های تحلیل تکنیکال.....	۱۳
جدول ۲: ۲-۲-جدول اصطلاحات الگوریتم ژنتیک.....	۱۹
جدول ۳: ۳-۱-جدول مرور ادبیات.....	۳۳

## فهرست نمودارها:

- نمودار ۱: ۱-۲- نمودار درصد استفاده مقالات از روش‌های مختلف..... ۱۶
- نمودار ۲: ۲-۲- نمودار ساختار شبکه عصبی مصنوعی..... ۱۸
- نمودار ۳: ۴-۱- نمودار دسته‌بندی مقالات براساس روش تحقیق..... ۳۷
- نمودار ۴: ۴-۲- نمودار دسته‌بندی مقالات براساس روش‌های هوش مصنوعی..... ۳۷
- نمودار ۵: ۴-۳- نمودار دسته‌بندی مقالات براساس روش‌های تحلیل تکنیکال..... ۳۸
- نمودار ۶: ۴-۴- نمودار دسته‌بندی مقالات براساس سال پژوهش..... ۳۸

# فصل اول

## کلیات موضوع



## ۱-۱- مقدمه

دلیل اصلی سرمایه‌گذاری مردم در بازار سهام بدست آوردن سود است، که لازمه‌ی آن داشتن اطلاعات درست از بازار سهام و تغییرات سهام برای پیش‌بینی روند آینده‌ی آن است. بنابراین سرمایه‌گذاران نیازمند ابزارهای قدرتمند و قابل اعتماد هستند تا از طریق آن به پیش‌بینی قیمت سهام بپردازند (انکه<sup>۱</sup> و تورونگوانگ<sup>۲</sup>، ۲۰۰۵). از گذشته تاکنون تحلیل‌گران به دنبال روشی برای پیش‌بینی قیمت سهام بوده‌اند و در این راه نرم‌افزارها، سخت‌افزارها و روش‌های تحلیل مالی مختلفی را مورد استفاده قرار داده‌اند.

از گذشته برای تشخیص حرکت‌های بازار سهام، دو روش اصلی برای پیش‌بینی ارائه شده‌است:

۱- تحلیل تکنیکال: به فعالیت‌های خود بازار نگاه میکند، مانند قیمت گذشته‌ی سهام، حجم معاملات آن

و به دنبال یافتن روندهایی است که رفتار آینده‌ی سهام را نشان بدهد (کیم<sup>۳</sup> و لی<sup>۴</sup>، ۲۰۰۳).

۲- تحلیل بنیادی: به مطالعه‌ی اطلاعات ذاتی سهام به‌طور مثال، اطلاعات مالی سهم مربوطه، دید عمومی

نسبت به آن، کارایی آن صنعت، فضای اقتصادی و سیاسی کشور میپردازد (کیم و لی، ۲۰۰۳).

متخصصان بازار سرمایه برای سالیان متمادی بازار را مطالعه نموده‌اند و الگوهایی را فرا گرفته‌اند و پیش‌بینی‌ها را بر اساس آن انجام می‌دهند. آن‌ها ترکیبی از تشخیص الگو و تجربه مبتنی بر مشاهده را بکار می‌برند. با این وجود یک قانون کلی در مورد اینکه چه اطلاعاتی مهم‌تر هستند، وجود ندارد. برنامه‌های نرم‌افزاری بسیاری نیز وجود دارند که به این تصمیم‌گیری کمک می‌کنند و به عنوان موتور پیش‌بینی، از روش‌های ریاضی؛ نظیر رگرسیون

---

<sup>۱</sup>Enke

<sup>۲</sup>Thawornwong

<sup>۳</sup>kim

<sup>۴</sup>Lee

خطی و میانگین متحرک و نظیر این‌ها استفاده می‌کنند. با این وجود در روندهای مالی، اغلب شرایطی بوجود می‌آید که قوانین را به هم می‌ریزد و پیش‌بینی را توسط روش‌های مذکور دشوار می‌سازد. امروزه به دلیل پیچیدگی بازار سهام برای تجزیه و تحلیل روند علاوه بر روش‌های سنتی، از روش‌های نوین نظیر هوش مصنوعی استفاده می‌کنند.

## ۱-۲- هدف سمینار

بورس یکی از مناسب‌ترین جایگاه‌ها جهت جذب سرمایه‌ها و استفاده از آنها جهت رشد یک شرکت و نیز رشد شخصی فرد سرمایه‌گذار است. افراد با سرمایه‌گذاری انتظار دستیابی به سود مورد انتظار خود را دارند و از دوران گشایش بازارهای اوراق بهادار همواره این فکر وجود داشته‌است که به کمک روشی قیمت سهام را پیش‌بینی کنند. روش‌های تحلیل بنیادی و تحلیل تکنیکال از روش‌های سنتی پیش‌بینی روند سهام هستند که به دلیل در اختیار نبودن دانش همه فاکتورها و میزان اثرگذاری آنها گاهی پیش‌بینی قیمت سهام با خطا مواجه می‌شود، اکنون کامپیوتر می‌تواند مجموعه داده‌های بزرگتر را با دقت بیشتری در مدت زمان کوتاه‌تر مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد، از این رو امروزه بیشتر از روش‌های هوش مصنوعی برای پیش‌بینی روند استفاده می‌شود. هدف نهایی، دستیابی به پیش‌بینی دقیق‌تری از روند تغییرات قیمت سهام برای جهت دادن به تحلیل‌گران برای خرید یا فروش سهام با استفاده از ترکیب روش تحلیل تکنیکال و هوش مصنوعی است. در این تحقیق با استفاده از روش‌های مختلف تحلیل تکنیکال برای هر سهم به طور مجزا و استفاده از بهترین آن‌ها به منظور پیش‌بینی روند سهم استفاده می‌گردد و همچنین استفاده از روش بهینه‌سازی به منظور دستیابی به بهترین نتیجه ممکن است.

## ۱-۳- موضوع سمینار

پیش‌بینی بازار سهام همیشه یک مسئله چالش برانگیز و مهم برای حل بوده‌است. فرضیه بازار کارا ارائه شده توسط فاما<sup>۱</sup> نشان می‌دهد که، در بازارها، قیمت سهام تصادفی و غیرقابل پیش‌بینی رفتار می‌کنند و پیش‌بینی تغییرات، جهت و اندازه نواسانات غیرممکن است. وی سه مجموعه اطلاعات را برای استفاده پیشنهاد داد:

۱- فرم ضعیف: جایی که نمی‌توان از حرکت‌های گذشته برای پیش‌بینی آینده استفاده کرد.

۲- فرم نیمه قوی: جایی که نیازی به حرکت‌های گذشته و هرگونه اطلاعات عمومی برای پیش‌بینی بازار وجود ندارد.

۳- فرم قوی: در آن هیچ یک از اطلاعات عمومی یا خصوصی را نمی‌توان برای پیش‌بینی بازار استفاده کرد.

علیرغم فرضیه فاما، جامعه علمی روش‌های مختلفی را برای پیش‌بینی بازار سهام پیشنهاد کرده‌است. اولین مورد، تحلیل بنیادی است که در آن عوامل اساسی که بر شرکت‌ها یا صنایع تأثیر می‌گذارند، به عنوان ویژگی‌های پیش‌بینی‌کننده استفاده می‌شوند. مورد دوم تحلیل تکنیکی است که در آن ویژگی‌های پیش‌بینی‌کننده عمدتاً قیمت‌ها و حجم‌های تاریخی هستند، تجزیه و تحلیل تکنیکال متداول‌ترین رویکرد است. با استفاده از قیمت سهام ورودی، تحلیل‌گران استدلال می‌کنند که تمام اطلاعات جدید، مانند اخبار و متغیرهای اقتصاد کلان، از قبل در قیمت سهام ارائه شده‌اند، بنابراین برای پیش‌بینی بازار سهام کافی است الگوهای روند قیمت را تجزیه و تحلیل نماییم. شاخص‌های تحلیل تکنیکی به طور گسترده‌ای مورد مطالعه قرار گرفته‌اند و به عنوان سیگنال برای نشان دادن زمان خرید یا فروش سهام استفاده می‌شوند. با توجه به روند تغییرات منحصر به فرد سهام یک شرکت نسبت به سایر شرکت‌ها استفاده از شاخص تحلیل تکنیکی یکسان برای تمام انواع سهام منطقی نیست از این رو ابتدا مجموعه‌ای از شاخص‌های تحلیل تکنیکی برای سهام یک شرکت با استفاده از الگوریتم ژنتیک بهینه شده و سپس

---

<sup>۱</sup>Fama (1995)

از نتیجه آن به عنوان ورودی شبکه عصبی برای پیش‌بینی روند استفاده خواهد شد (کوگن و همکاران، ۲۰۱۳). الگوریتم ژنتیک از فرایندهای تکامل تقلید می‌کند تا یک راه حل بهینه پیدا کند، در این الگوریتم، راه حل‌ها با هم ترکیب می‌شوند و در هر تکرار تغییر کرده و بهترین راه حل‌ها برای تکرارهای بعدی انتخاب می‌شوند تا به بهینه‌ترین جواب دست پیدا کند.

#### ۱-۴- انگیزه و اهمیت انتخاب موضوع

عوامل مختلفی از جمله شرایط سیاسی، اقتصاد جهانی، گزارش‌های شرکت مانند اعلام سود سهام، درآمد، انتشار اخبار مالی، تغییرات مدیریتی و عملکردی و.... باعث ایجاد رفتار پیچیده و غیرخطی بازار سهام شده‌اند. ابزارهای هوش مصنوعی به علت ماهیت غیرخطی جذابیت فراوانی در میان محققان یافته‌اند و تحقیقات انجام شده پیشین کارایی قوی این ابزار را در زمینه پیش‌بینی نشان می‌دهد (کارا، ۲۰۱۱).

ابزارهای هوش مصنوعی ممکن است بهترین روش برای پیش‌بینی بازار سهام باشند، زیرا براساس تجربیات یاد می‌گیرند و این ابزارها براساس داده‌های تاریخی که به آنها داده می‌شود، می‌توانند الگوها و روندها را بدون فرمول یا روش خاصی بیاموزند. این ابزارها از ساختار و عملکرد مغز تقلید می‌کنند و بسیاری از توانایی‌های مغز نظیر: تشخیص الگو، برقراری ارتباط و توانایی تعمیم‌پذیری براساس مشاهدات را شبیه‌سازی می‌نمایند. به دلیل رفتار آشوب‌گونه و غیرخطی بازار برای به حداکثر رساندن سود و به حداقل رساندن زیان، از روش‌های هوش مصنوعی همراه با تحلیل تکنیکال استفاده خواهیم کرد.

---

<sup>۱</sup>Gocüken et al.

<sup>۲</sup>kara

## ۱-۵- کاربران و کاربردهای تحقیق

به گستره‌ی وسیعی از کاربران این تحقیق میتوان به سرمایه‌گذاران، تحلیل‌گران، شرکت‌ها و سازمان‌های سهامدار در بورس، بانک‌ها و شرکت‌های تامین سرمایه اشاره نمود که از این روش در پیش‌بینی قیمت، پیش‌بینی روند سهام، تشخیص الگو سهام استفاده می‌کنند.

## ۱-۶- پژوهش در پیشینه تحقیق

تشخیص به موقع زمان خرید و فروش سهام باعث موفقیت در بازار سرمایه می‌شود. هرچه تشخیص و پیش‌بینی این زمان دقیق‌تر باشد، سود حاصل از سرمایه‌گذاری افزایش و ریسک حاصل از این سرمایه‌گذاری کاهش می‌یابد. در گذشته سرمایه‌گذاران اغلب با استفاده از تحلیل‌ها بنیادی و یا شاخص‌های تحلیل تکنیکال روند سهم را پیش‌بینی می‌کردند، برای نمونه هاشمی و حسن‌زاده (۱۳۹۰)، که در مقاله‌ای نشان دادند که از بین شاخص‌های میانگین متحرک، میانگین متحرک نمایی و میانگین متحرک وزنی، میانگین متحرک نمایی از اعتبار بالاتری برای پیش‌بینی قیمت سهام برخوردار است.

اما در چندین سال اخیر در پژوهش‌ها از هوش مصنوعی برای ایجاد و توسعه سیستم‌های معاملاتی استفاده می‌کنند، به طور مثال اسگبار و کلوته<sup>۱</sup> از الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی به منظور تعیین نقاط خرید و فروش سهم در بازار سهام استفاده کردند. از دیگر نمونه‌ها میتوان به می‌توان به تحقیقات فرناندز، رودریگز و همکاران<sup>۲</sup> که در زمینه بهینه‌سازی پارامترهای تحلیل تکنیکال تمرکز کرده‌اند، اشاره کرد، که پارامترهای میانگین متحرک را با استفاده از الگوریتم ژنتیک بهینه کردند. همچنین لین و همکاران<sup>۳</sup> از الگوریتم ژنتیک جهت پیدا کردن بهترین

---

<sup>1</sup> Skabar and Cloete

<sup>2</sup> Fernandez-Rodriguez et al

<sup>3</sup> Lin et al

پارامترها و فیلتر کردن شاخص‌های تحلیل تکنیکال بهره بردند. همچنین دلافونته و همکاران<sup>۱</sup> از الگوریتم ژنتیک برای بهینه کردن پارامترهای اندیکاتور تحلیل تکنیکال استفاده کردند.

همچنین مطالعات زیادی با استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری و دیگر روش‌ها برای پیش‌بینی بازارهای مالی صورت گرفته است. فلاحپور و همکاران (۱۳۹۲)، در پژوهش خود به پیش‌بینی روند بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از ماشین بردار پشتیبان بر پایه الگوریتم ژنتیک پرداختند. در این پژوهش به این نتیجه که ماشین بردار پشتیبان بر پایه الگوریتم ژنتیک از دقت بالاتری نسبت به ماشین بردار پشتیبان ساده در پیش‌بینی حرکت قیمت، برخوردار است. در سال‌های اخیر از شبکه‌های عصبی در موارد مختلف دیگری از بازار سهام برای پیش‌بینی استفاده شده است. واعظ قاسمی و رمضان پور (۱۳۹۷) از شبکه‌های عصبی مصنوعی با بکارگیری نسبت‌های مالی و متغیرهای کلان اقتصادی برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های بورس اوراق بهادار استفاده کردند. در نهایت نتایج آن‌ها نشان دهنده دقت بالای الگوریتم ارائه شده برای پیش‌بینی شرکت‌های ورشکسته بوده است.

همچنین در پژوهش‌های دیگر از ساختار ترکیبی شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک برای پیش‌بینی شاخص‌های سهام استفاده شده است. نتایج آن نشان دهنده خوبی عملکرد این ساختار برای پیش‌بینی بوده است و همچنین این روش، همواره عملکرد بهتری نسبت به استراتژی خرید و نگهداری داشته است (آرمانو و همکاران،<sup>۲</sup> ۲۰۰۵).

در سالیان اخیر نیز شبکه‌های عصبی در بازارهای مالی گسترش فراوانی پیدا کرده‌اند. جدهاو و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۸) با بکارگیری الگوریتم‌های پیش‌بینی شبکه‌های عصبی مصنوعی شاخص‌های بازار سهام را پیش‌بینی کردند. الگوریتم ارائه شده نشان دهنده توانایی بالای مدل ارائه شده در ارسال سیگنال خرید، فروش، نگهداری سهام به شخص سرمایه‌گذار بوده است. این الگوریتم در بازار سهام بمبئی آزمایش شده است و نتایج عملکرد خوب مدل را

---

<sup>1</sup> De al Fuente et al

<sup>2</sup> Armano et al

<sup>3</sup> Jadhav et al

نشان می‌دهد. مارک‌جاس و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۸) با استفاده از شبکه‌های عصبی پیش‌بینی حرکت قیمتی برق را انجام دادند، نتایج پژوهش آن‌ها عملکرد خوب مدل ارائه‌شده برای پیش‌بینی را نشان می‌دهد.

در یکی دیگر از پژوهش‌های انجام گرفته شده، ژای و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۷) ترکیب خبرها و شاخص‌های تکنیکال در پیش‌بینی روند قیمتی روزانه سهام را مورد مطالعه قرار دادند، که نتایج حاصل از این پژوهش نشان دهنده دقت و بازدهی بالاتر سیستم ارائه‌شده نسبت به سیستم تک منبعی بوده‌است. در پژوهش دیگر، خان و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۸)، به بررسی صحت پیش‌بینی سهام با بکارگیری روش‌های شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک بر پایه شبکه عصبی پرداختند. آن‌ها در این پژوهش شاخص‌های تکنیکال را معیار پیش‌بینی سهام قرار دادند، نتایج حاصله نشان داد که الگوریتم ژنتیک بر پایه شبکه عصبی از صحت بالاتری نسبت به سایر روش‌ها برخوردار بوده‌است. همچنین بازی و ناوال<sup>۴</sup> (۲۰۱۱) با انجام پیش‌بینی بر اساس ترکیب شاخص‌های تکنیکال و با یک روش فرا ابتکاری اقدام کردند، که نتایج این پژوهش پتانسیل بالای این سیستم برای تصمیم‌گیری در مورد سهام را نشان داد. همانطور که در پیشینه پژوهش نیز ملاحظه می‌شود، تاکنون پژوهش‌های گسترده‌ای بر روی بازارهای مالی انجام گرفته شده‌است، در این تحقیق سعی در پیش‌بینی حرکت قیمت سهام با استفاده هوش مصنوعی، بر اساس شاخص‌های تحلیل تکنیکال داریم.

## ۷-۱- جمع‌بندی

بازار بورس اوراق بهادار ساز و کار قوی می‌باشد که با هدایت صحیح سرمایه و پس‌انداز مردم به سمت سرمایه‌گذاری‌های مناسب باعث افزایش تولیدات، ایجاد اشتغال، افزایش درآمد سرانه می‌شود. با تصمیم‌گیری

---

<sup>۱</sup>Marcjasz et al

<sup>۲</sup>Zhai et al

<sup>۳</sup>Ullah Khan et al

<sup>۴</sup>Briza, & Naval

مناسب به کمک ابزارها پیش‌بینی، بازار سهام را می‌توان نظارت، پیش‌بینی، و تنظیم کرد. عوامل مختلف و غیرقابل کنترلی وجود دارد که بر بازار سهام تأثیر می‌گذارند، از مهم‌ترین این عوامل میتوان به سه عامل، عوامل بنیادی، عوامل فنی و احساسات بازار و اخبار سازمان‌ها اشاره نمود. با توجه به اینکه که اطلاعات و عوامل فراوانی در بررسی روند حرکتی قیمت سهام اثر گذار می‌باشد، پیش‌بینی روند کار دشواری شده‌است و استفاده از روش‌ها و تکنیک‌های سنتی برای پیش‌بینی روند و رفتار آینده بازار کافی نمی‌باشد، از این رو سرمایه‌گذاران برای تصمیم‌گیری بهتر، از هوش مصنوعی همراه با روش‌های سنتی استفاده می‌کنند.



## فصل ۲

### مبانی نظری

## ۲-۱- مقدمه

تحلیلگران تکنیکال در تلاش هستند تا روند آتی قیمت را با استفاده از مطالعه رفتار سهام در گذشته پیش‌بینی کنند. آن‌ها معتقد هستند که پیش‌بینی تغییرات عرضه و تقاضا به وسیله اطلاعات گذشته ممکن می‌باشد. به‌طور تقریبی از سال ۱۸۰۰ روش‌های تحلیل تکنیکال برای پیش‌بینی روند با استفاده از داده‌های تاریخی وجود داشته است (بروک<sup>۱</sup> و همکاران، ۱۹۹۱). سابقه استفاده از تحلیل‌های تکنیکال در بازار سهام زیاد می‌باشد و بیش از 60 سال از استفاده بیشتر این روش‌ها می‌گذرد. الکساندر<sup>۲</sup> (۱۹۶۱) جزء اولین کسانی بود که با آزمون روش‌های تحلیل تکنیکال و ابداع قوانین فیلترینگ شروع به بررسی کارایی تحلیل تکنیکال در بازار سهام نمود. در سال 1970 فاما نظریه بازار کارا را بیان نمود که در آن مفید بودن تحلیل تکنیکال در بازارهای بدون کارایی تأیید می‌شد. به‌مرور زمان با مدل‌سازی دقیق‌تر تحلیل تکنیکال و به‌کارگیری مبانی آن، پژوهش‌ها به نتایج بهتری دست یافتند. همچنین در یک پژوهش دانشگاهی در انگلستان نشان داده شد که نزدیک به 90 درصد سرمایه‌گذاران و مدیران شرکت‌های سرمایه‌گذاری در بازارهای سرمایه در تصمیمات خود از نتایج حاصل از تحلیل تکنیکال استفاده می‌کنند. در سال‌های اخیر مطالعات صورت گرفته شده نشان می‌دهد که به‌کارگیری الگوریتم‌های هوش مصنوعی و فراابتکاری همراه با ابزارهای تکنیکال، در اغلب موارد موجب می‌گردد که سیستم‌های معاملاتی سود دهی بیشتر و ریسک کمتری متحمل شوند. یکی از شاخه‌های وسیع و پرکاربرد هوش مصنوعی، یادگیری ماشین است که به مطالعه‌ی شیوه و الگوریتم‌هایی می‌پردازد که براساس آن رایانه‌ها و سامانه‌ها توانایی یادگیری انجام عملیات مختلف

---

<sup>۱</sup>Brooke et al

<sup>۲</sup>Alexander

را پیدا می‌کنند. در واقع یادگیری براساس داده‌های مشاهده شده صورت می‌گیرد و برای دسته‌بندی داده‌ها استفاده می‌شود. در ادامه در رابطه با الگوریتم‌ها و ابزارهای مهم که در تجزیه و تحلیل بازارهای مالی مورد استفاده قرار می‌گیرد، توضیحاتی داده خواهد شد.

## ۲-۲- ابزارهای تحلیل تکنیکال

از اوایل قرن بیستم سرمایه‌گذاران نسبت به روند قیمتی سهام عملی‌تر برخورد کردند. برخی از سرمایه‌گذاران و شرکت‌های سرمایه‌گذاری، از طریق تحت نظر گرفتن روند، الگوی تغییرات را تشخیص داده و براساس آن برای سرمایه‌گذاری تصمیم می‌گیرند. تحلیل‌گران تکنیکی به افرادی گفته می‌شود که با ترسیم رفتار قیمت، بررسی و تهیه نمودارها، مطالعه نوسانات و شناخت رفتار روند تلاش می‌کنند تغییرات قیمت و حجم معاملات را به صورت نمودار ثبت کرده و با استفاده از داده‌های گذشته، روند احتمالی قیمت‌ها در آینده پیش‌بینی کنند. تحلیل‌گران تکنیکی از معیارهای متفاوتی برای تعیین سیگنال‌های خرید و فروش استفاده می‌کنند. شاخص‌های تحلیل تکنیکال انواع گوناگونی دارند، که هر کدام می‌تواند نقش موثری در تعیین پیش‌بینی قیمت و روند سهام، تعیین مقدار خرید و فروش و میزان سود و ضرر ایفا کنند. از جمله شاخص‌های مهم و پرکاربرد برای تحلیل تکنیکال می‌توان به میانگین متحرک همگرایی-واگرایی<sup>۱</sup>، شاخص قدرت نسبی<sup>۲</sup>، نوسانگر تصادفی<sup>۳</sup>، میانگین متحرک ساده<sup>۴</sup>، میانگین متحرک نمایی<sup>۵</sup>، باندهای بولینگر<sup>۶</sup>، شاخص پراکندگی<sup>۷</sup>، شاخص کانال قیمت<sup>۸</sup>، اندیکاتور

---

<sup>۱</sup> MACD: Moving Average Convergence Divergence

<sup>۲</sup> RSI: Relative Strength Index

<sup>۳</sup> STC: Stochastic Oscillator

<sup>۴</sup> SMA: Simple Moving Average

<sup>۵</sup> EMA: Exponential Moving Average

<sup>۶</sup> B.B: Bollinger Bands

<sup>۷</sup> DI: Disparity Index

<sup>۸</sup> CCI: Commodity Channel Index

نرخ تغییرات و اندیکاتور حجم معاملات تعادلی اشاره کرد، که طریقه محاسبه هر کدام در جدول زیر قابل مشاهده است.

جدول ۱: ۱-۲- جدول شاخص‌های تحلیل تکنیکال

شاخص	تعریف	فرمول محاسبه شاخص
<b>MACD</b>	نوسانگر مرکزی که حول صفر نوسان می‌کند و نشان دهنده همبستگی بین دو MA قیمت می‌باشد.	$MACD_n = EMA_{n-12} - EMA_{n-26}$
<b>RSI</b>	نسبت عرضه کنندگان به تقاضا کنندگان را نشان می‌دهد.	$RSI_t = 100 - (100 / 1 + (\sum_{i=0}^{n-1} Upt - i/n) / (\sum_{i=0}^{n-1} Dnt - i/n))$
<b>STC</b>	مقایسه قیمت بسته شدن نسبت به محدوده قیمت آن در یک بازه زمانی داده شده	$Stochastic\ K\% = ((C - L_n) / (H_n - L_n)) * 100$
<b>SMA</b>	میانگین قیمت یک سهم در یک زمان مشخص را نشان می‌دهد	$SMA_n = (C_1 + C_2 + \dots + C_n) / n$
<b>EMA</b>	میانگین نمایی قیمت یک سهم در یک زمان مشخص را نشان می‌دهد	$Weighting\ Multiplier_n = (2 / (n + 1))$ $EMA_n = ((C_t - EMA_{n-1}) * Weighting\ Multiplier_n) + EMA_{n-1}$
<b>B.B</b>	متشکل از یک MA و دو باند بالا و پایین است	$Middle\ Band_n = SMA_n$ $Upper\ Band_n = SMA_n + (STDV_n * 2)$ $Lower\ Band_n = SMA_n - (STDV_n * 2)$ $Bolinger\ Bands_n = (Upper\ Band_n - Lower\ Band_n) / Middle\ Band_n$
<b>DI</b>	میزان پراکندگی و انحراف ها را نشان می‌دهد	$Disparity_t = C_t / average(C_t, C_{t-(n-1)})$
<b>CCI</b>	شاخصی برای تشخیص روند و میزان قدرت روند است	$M_t = (H_t + L_t + C_t) / 3$ $SM_t = \sum_{i=1}^n M_t - i + 1$ $D_t = \sum_{i=1}^n  M_t - SM_t $ $CCI_n = (M_t - SM_t) / 0.015 D_t$
<b>ROC</b>	شتاب حرکت و درصد تغییرات بین قیمت کنونی و قیمتی مشخص در دوره‌های پیشین را اندازه‌گیری می‌کند	$ROC_t = [(C_t - C_{t-n}) / (C_{t-n})]$
<b>OBV</b>	تغییرات حجم معاملات را نشان می‌دهد	$OBV_n = OBV_{n-1} +/- V_n$

<sup>1</sup> ROC: Rate-of-Change

<sup>2</sup> OBV: On-Balance Volume

## ۲-۳-هوش مصنوعی

با توسعه تحقیقات در زمینه‌های آمار و داده کاوی، تکنیک‌ها و مدل‌های مختلفی برای طبقه بندی داده‌ها، تجزیه و تحلیل الگو و پیش‌بینی روند در این سال‌ها پیشنهاد و آزمایش شده‌است. هوش مصنوعی ترکیبی از علوم کامپیوتر، فیزیولوژی، فلسفه، ریاضیات، آمار و زبان شناسی است که سعی در شبیه‌سازی ویژگی‌های انسانی از طریق سیستم‌های کامپیوتری دارد. هوش مصنوعی نرم‌افزار کاربردی است که بسیاری از رفتارهای خاص انسان مانند استدلال، یادگیری، حل مساله و شناخت را تقلید می‌کند (عرب مازار یزدی و همکاران، ۱۳۸۵). هوش مصنوعی در زمینه‌های مختلفی کاربرد دارد و امروزه جایگاه خوبی در زمینه مالی، برای پیش‌بینی روند و تشخیص الگو سهام پیدا کرده است. بیشتر پژوهش‌های انجام شده در زمینه پیش‌بینی روند از روش‌های یادگیری عمیق یا یادگیری ماشین برای پیش‌بینی بازار سهام استفاده می‌کنند و برخی نیز برای دقت بهتر از ترکیب این روش‌ها استفاده می‌کنند.

به طور گسترده‌ای یادگیری ماشین به دلیل پتانسیل بالا در پیش‌بینی بازارهای مالی مورد مطالعه قرار گرفته‌است. وظایف یادگیری ماشین به طور کلی به یادگیری نظارت شده و بدون نظارت طبقه بندی می‌شود. یادگیری نظارت شده یکی از روش‌های مرتبط با یادگیری ماشینی است که شامل اختصاص دادن داده‌های برچسب زده شده به گونه‌ای است که می‌توان از آن داده‌ها برای الگو یا عملکرد خاصی استفاده کرد. یادگیری بدون نظارت، دومین روش الگوریتم یادگیری ماشینی است که در آن استنباط از داده‌های ورودی بدون برچسب انجام می‌شود. هدف از یادگیری بدون نظارت تعیین الگوهای پنهان یا گروه‌بندی داده‌ها از داده‌های بدون برچسب است. این الگوریتم بیشتر در تجزیه و تحلیل داده‌های اکتشافی استفاده می‌شود. یکی از مشخصه‌های یادگیری بدون نظارت این است که هم ورودی و هم خروجی مشخص نمی‌باشد.

این الگوریتم‌ها برای پیش‌بینی روند سهام و تجزیه و تحلیل بلند مدت و کوتاه مدت استفاده می‌شوند. این روش‌ها معمولاً با استفاده از شاخص‌های تحلیل تکنیکی‌های بر روی قیمت و حجم معاملات انجام شده، روند سهام را پیش‌بینی می‌کنند. متداول‌ترین روش‌های پیش‌بینی به شرح زیر می‌باشد:

ماشین بردار پشتیبان<sup>۱</sup>: SVM یکی از روش‌های موثر برای پیش‌بینی داده‌های سری زمانی است. SVM می‌تواند برای رگرسیون و خوشه‌بندی استفاده شود، روش SVM شامل رسم داده‌ها به عنوان یک نقطه در فضای  $n$  بعدی و رسم مختصات داده در صفحات مختلف می‌شود. SVM یکی از قدرتمندترین ابزار مالی برای پیش‌بینی بازار است.

شبکه عصبی<sup>۲</sup>: NN دنباله‌ای از الگوریتم‌ها است که تغییرات داده را از طریق مکانیزمی خاص شناسایی می‌کند و روشی را برای نحوه کار مغز انسان توصیف می‌کند.

شبکه‌های عصبی مصنوعی<sup>۳</sup>: ANN قادر است ویژگی‌های پنهان را از طریق یک فرایند خودآموزی پیدا کند. ANN رویکرد خوبی هستند که قادر هستند رابطه ورودی و خروجی یک مجموعه داده بزرگ و پیچیده را پیدا کنند. بسیاری از محققان قبل از پردازش داده‌ها از مدل ANN استفاده می‌کنند.

شبکه عصبی کانولوشن<sup>۴</sup>: CNN مشابه شبکه عصبی می‌باشد. در CNN، تعداد بیشتری از لایه‌های پنهان مرتبط با تکنیک‌های شبکه عصبی وجود دارد. CNN الگوریتم یادگیری جمعی می‌باشد که برای پیش‌بینی‌های بازار سهام به کار می‌رود.

---

<sup>1</sup> Support vector machine

<sup>2</sup> neural network

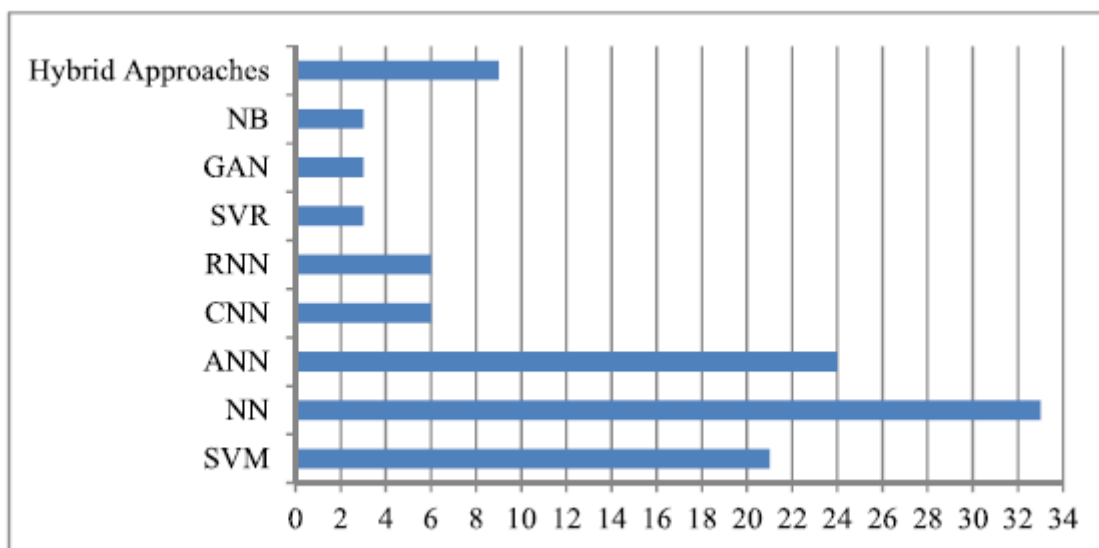
<sup>3</sup> Artificial neural network

<sup>4</sup> Convolutional NN (CNN)

شبکه عصبی بازگشتی<sup>۱</sup> نوعی از ANN است که در آن گره‌ها به شکل نمودار بهم پیوسته‌اند که در گذر زمان نمایش داده می‌شوند. بنابراین ، امکان نمایش روند غیرخطی و پیچیده را فراهم می‌کند.

رگرسیون بردار پشتیبانی<sup>۲</sup> SVR مفاهیم SVM را تصویب می‌کند اما فقط یک تفاوت کوچک بین SVM و SVR وجود دارد. SVR در پیش‌بینی قیمت بازار سهام استفاده می‌شود اما SVM با توجه به سری زمانی آن‌ها در پیش‌بینی بازار سهام استفاده می‌شود.

از دیگر روش‌ها میتوان به شبکه‌های مولد تخصصی و<sup>۳</sup> بیز ساده<sup>۴</sup> اشاره کرد که نسبت به روش‌های بالا خیلی کمتر مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در نمودار<sup>۵</sup> زیر میزان تقریب استفاده شده از روش‌های بالا در پژوهش‌ها نشان داده شده‌است.



نمودار ۱: ۱-۲- نمودار درصد استفاده مقالات از روش‌های مختلف

<sup>1</sup> Recurrent NN (RNN)

<sup>2</sup> Support vector regression

<sup>3</sup> Generative adversarial network (GAN)

<sup>4</sup> Naive Bayes (NB)

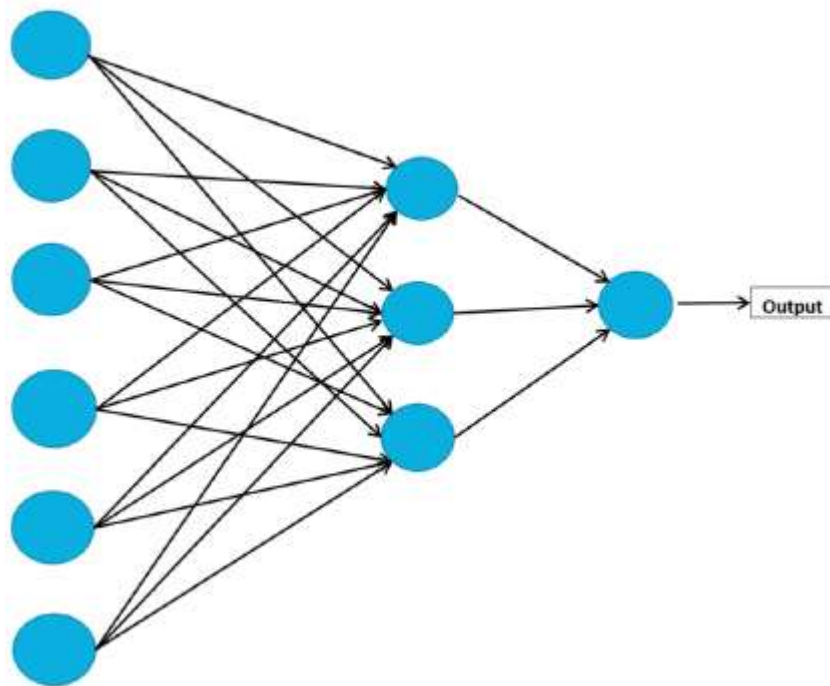
<sup>5</sup> Dattatray P. Gandhmal, K. Kumar(2019)

## ۲-۳-۱- شبکه عصبی مصنوعی

امروزه در بسیاری از موارد ماشین‌ها جایگزین انسان‌ها شده‌اند و همچنین مهندسان نیز سعی کرده‌اند از عملکرد مغز در فناوری استفاده کنند، بدین صورت که از شبکه‌های عصبی در مسائلی که اطلاعات دقیقی در دست نیست و یا پاسخ مورد نظر پاسخی محدودی باشد، استفاده می‌کنند. در حقیقت شبکه‌های عصبی مصنوعی تلاش می‌کنند ساختاری مشابه ساختار بیولوژیکی مغز انسان و شبکه اعصاب بدن ایجاد کنند تا مانند مغز قدرت یادگیری، تعمیم‌دهی، و تصمیم‌گیری داشته باشد. یک شبکه عصبی مصنوعی یک سیستم پردازش اطلاعات است که شاخصه‌های عملکردی ویژه‌ای مانند شبکه‌های عصبی بیولوژیکی دارد. هدف شبکه‌های عصبی پردازش یک ورودی به یک خروجی مطلوب است. قدرت یادگیری و آموزش شبکه‌های عصبی آن‌ها را برای کاربردهای وسیعی چون پردازش امواج (تشخیص الگو و طبقه‌بندی تصویر، صورت و یا داده‌ها)، کنترل (روبات‌ها) سیستم‌های قدرت، سیستم‌های مخابراتی و وسایل نقلیه موتوری هوشمند) و پیش‌بینی بسیار مناسب می‌سازد.

ANN یکی از تکنیک‌های هوشمند داده کاوی است که روند و الگو را با داده‌ها شناسایی کرده و تعمیم می‌دهد و همچنین قادر به شبیه‌سازی و تجزیه و تحلیل الگوهای پیچیده در داده‌های بدون ساختار است. این مدل با ساختار پایه‌ای شبکه عصبی که دارای نورون از لایه‌های متفاوت است، کار می‌کند. لایه‌های این مدل سه لایه ورودی، لایه مخفی و لایه خروجی است. هر یک از ورودی‌ها وزن دارند که وزن‌های موجود در ورودی ضرب شده و به نورون‌ها اضافه می‌شود. لایه پنهان یا لایه فعال سازی از این نورون‌ها تشکیل شده است. وزن کل محاسبه می‌شود و به لایه سوم منتقل می‌شود که همان لایه خروجی است، لایه خروجی فقط از یک نورون تشکیل شده است که مقدار پیش‌بینی شده را می‌دهد.





نمودار ۲-۲: نمودار ساختار شبکه عصبی مصنوعی

## ۲-۳-۲- الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک روش جستجوی احتمالاتی فراگیر است که از فرایند تکامل زیست شناختی طبیعی پیروی می کند. این الگوریتم نخستین بار در سال 1975 توسط هلند ارائه شد و به سرعت به عنوان معروف ترین تکنیک جستجو شناخته شد. در زمینه مالی رویکردهای بسیاری مبتنی بر الگوریتم ژنتیک برای بهینه سازی سبد سهام ارائه شده است. الگوریتم ژنتیک با استفاده از جواب های بالقوه سعیدر تولید تقریب های بهتر و بهتر برای جواب مسئله می باشد. در هر نسل مجموعه جدیدی از تقریب ها با فرایند انتخاب بهترین عضو بر اساس میزان برآزش آنها صورت گرفته و این فرایند در نهایت منجر به جمعیت تکامل یافته از اعضا می شود که نسبت به اعضای اولیه که در واقع والدین اصلی آنها می باشد، با محیط سازگاری بهتری دارند.

در جدول زیر، برخی از اصطلاحات در توصیف فرایندهای موجود در الگوریتم ژنتیک آورده شده است.

جدول ۲: ۲-۲-جدول اصطلاحات الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک	توضیح
کروموزوم (رشته، موجودیت)	جواب مسأله
ژن ها (بیت ها)	بخشی از جواب مسأله
مکان (Locus)	مکان ژن ها
آلل ها (Alleles)	مقادیر ژن ها
فنوتایپ (Phenotype)	جواب کدگذاری شده مسأله
ژنوتایپ (Genotype)	جواب کدبندی شده مسأله

همانطور که پیش از این نیز اشاره شد، الگوریتم های ژنتیک در زیر مجموعه الگوریتم های جستجو قرار می گیرند. با این حال، تفاوت های بسیار اساسی با دیگر الگوریتم های جستجو دارند. الگوریتم های ژنتیک به جای اینکه به طور مستقیم با مقادیر پارامترهای مسأله سروکار داشته باشند، با نمایشی کدبندی شده از مجموعه پارامترهای مسأله کار می کنند و جمعیتی متشکل از نقاط در یک فضای جستجو را برای یافتن جواب های مسأله جستجو می کنند. همچنین، بدون اینکه از اطلاعات گرادیان<sup>۱</sup> مرتبط با تابع هدف<sup>۲</sup> آگاهی داشته باشند، تابع هدف مسأله را بهینه سازی می کنند.

<sup>۱</sup>Gradient

<sup>۲</sup>Objective Function

در الگوریتم‌های ژنتیک برای گذار از یک حالت در فضای مسأله به حالت دیگر، از مکانیزم‌های احتمالی استفاده می‌شود؛ در حالی که در الگوریتم‌های جستجوی مرسوم، از اطلاعات گرادیان مرتبط با تابع هدف مسأله برای چنین کاری استفاده می‌شود. چنین ویژگی مهمی در الگوریتم‌های ژنتیک، آن‌ها را تبدیل به الگوریتم‌های جستجوی همه منظوره<sup>۲</sup> کرده است. همچنین، از الگوریتم‌های ژنتیک برای جستجوی فضاهای جستجوی نامنظم و بی‌قاعده استفاده می‌شود. به طور کلی، از الگوریتم‌های ژنتیک برای حل مسأله در کاربردهایی نظیر بهینه‌سازی توابع، تخمین پارامتر<sup>۳</sup> و یادگیری ماشین استفاده می‌شود.

مهم‌ترین گام لازم برای پیاده‌سازی الگوریتم ژنتیک و انواع مختلف آن عبارتند از: تولید جمعیت (اولیه) از جواب‌های یک مسأله، مشخص کردن تابع هدف، تابع برازندگی<sup>۴</sup> و به کار گرفتن عملگرهای ژنتیک<sup>۵</sup> جهت ایجاد تغییرات در جمعیت جواب‌های مسأله.

در مرحله اول از پیاده‌سازی الگوریتم ژنتیک، مجموعه‌ای متشکل از موجودیت یا کروموزوم توسط مولدهای شبه تصادفی<sup>۶</sup> تشکیل می‌شود. هر کدام از موجودیت‌ها با کروموزوم‌های موجود در این جمعیت، یک جواب کاندید و امکان‌پذیر برای مسأله را نمایش می‌دهند. هر کدام از این موجودیت‌ها، یک نمایش برداری از جواب مسأله در یک فضای جواب<sup>۷</sup> هستند که به آن‌ها جواب اولیه<sup>۸</sup> نیز گفته می‌شود، و عملیات جستجو از مجموعه‌ی جواب‌ها در فضای جواب مسأله آغاز می‌شود، که باعث قدرتمند شدن جستجو الگوریتم ژنتیک می‌شود.

---

<sup>1</sup> Transition

<sup>2</sup> General purpose

<sup>3</sup> Parameter Estimation

<sup>4</sup> Fitness

<sup>5</sup> Genetic Operators

<sup>6</sup> Pseudo Random Generators

<sup>7</sup> Solution Space

<sup>8</sup> Initial Solution

در مرحله بعد، تمامی جواب‌های اولیه تولید شده مورد ارزیابی قرار می‌گیرند تا مقدار تابع هدف هر کدام از آن‌ها مشخص شود. در این مرحله، معمولاً یک تابع جریمه خارجی<sup>۱</sup> به کار گرفته می‌شود تا مسأله بهینه‌سازی مقید<sup>۲</sup> به یک مسأله بهینه‌سازی نامقید<sup>۳</sup> تبدیل شود. چنین تبدیلی، بسته به مسائل بهینه‌سازی مختلف، متفاوت خواهد بود.

در مرحله سوم، تابع هدف مسأله به یک تابع برازندگی نگاشت می‌شود. از طریق تابع برازندگی، مقدار برازندگی هر یک از اعضای جمعیت اولیه مشخص می‌شود، و پس از مشخص شدن مقدار برازندگی جواب‌های کاندید، از عملگرهای الگوریتم ژنتیک جهت انجام تغییرات روی جواب‌های کاندید استفاده می‌شود.

پوتوین و همکاران (۲۰۰۴) با استفاده از الگوریتم ژنتیک به طراحی روش‌های معاملاتی کوتاه‌مدت پرداختند، آن‌ها نشان دادند که استفاده از الگوریتم‌های در حل مسائل مربوط به بهینه‌سازی باعث می‌شود تا در زمان کوتاه‌تری، جواب بهینه و یا جواب قابل قبول به دست آید، همچنین با به کارگیری الگوریتم ژنتیک، امکان استفاده از اندیکاتورهای بیشتر و فرموله کردن الگوها فراهم می‌شود. امروزه به دلیل اهمیت سرعت بالا برای تصمیم‌گیری در انجام برخی معاملات و رسیدن به جواب مناسب در مدت زمان کم، تحلیل‌گران از الگوریتم‌های هوش مصنوعی و فراابتکاری همراه با روش‌ها و تکنیک‌های دیگر استفاده می‌کنند.

## ۲-۴- جمع‌بندی

تحلیل‌گران تکنیکی بر مبنا تجربه خود از معیارها و شاخص‌های متفاوتی برای تعیین سیگنال‌های خرید و فروش و پیش‌بینی روند استفاده می‌کنند. از آنجا که هر شاخص تحلیل تکنیکی پارامترهای منحصر به فرد خود را دارد،

---

<sup>۱</sup>Exterior Penalty Function

<sup>۲</sup>Constrained Optimization Problem

<sup>۳</sup>Unconstrained

تنظیم و بهینه کردن پارامترهای آنها نقش بسزایی در افزایش سود در بازار سهام خواهد داشت (کاپور و همکاران، ۲۰۱۱)، به عبارتی پارامترهای مختلفی برای محاسبه شاخص‌های تکنیکی وجود دارد در صورتی که پارامتر انتخاب شده برای هر شاخص مناسب نباشد سیگنالی که ارائه می‌دهد پیش‌بینی نادرستی را به همراه خواهد داشت، بنابراین استراتژی بهینه‌سازی برای بهینه نمودن شاخص‌های مختلف ضروری است. در میان ابزارهایی که برای بهینه‌سازی در این زمینه استفاده می‌شود می‌توان به الگوریتم ژنتیک اشاره نمود. فایک و همکاران از جمله محققانی بودند که سعی بر بهینه‌سازی پارامترهای چند شاخصه تکنیکی با استفاده از الگوریتم ژنتیک داشتند، آنها بیان کردند که سود به دست آمده از این روش بیشتر از روش‌های معمولی بوده است. از دیگر ابزارهای توانمند می‌توان به شبکه عصبی مصنوعی، که در زمینه پیش‌بینی کاربرد فراوانی دارد اشاره نمود. ترکیب دو روش هوش مصنوعی می‌تواند خطای برآورد قیمت سهام را کاهش دهد و پیش‌بینی دقیق‌تری ارائه دهد. (مکوندی و همکاران، ۱۳۸۷).

---

<sup>1</sup> Kapoor et al

فصل سوم  
مرور ادبیات

### ۳-۱- مقدمه

با تغییرات زیادی در محیط‌های مالی و توسعه ارتباطات، دامنه انتخاب سرمایه‌گذاران گسترده‌تر شده‌است، برای همین تحلیلگران رویکردها و روش‌های تحلیل را بهبود داده‌اند. به طور کلی این رویکردها به دو دسته تقسیم می‌شوند: تحلیل تکنیکال و بنیادی و رویکردهای هوش مصنوعی. تحلیل تکنیکال به طور گسترده برای پیش‌بینی سهام بر مبنای داده‌های گذشته، مورد استفاده قرار می‌گیرد. وقتی واریانس در داده‌های گذشته افزایش می‌یابد یا فرایندهای غیرخطی در داده‌ها بوجود می‌آید، مشکلاتی پدیدار می‌گردد، که در این مواقع رویکردهای هوش مصنوعی خروجی بهتری نسبت به شاخص‌های تکنیکی خواهند داشت.

در این فصل به بررسی و مرور ادبیات مقالات در زمینه پیش‌بینی روند سهام می‌پردازیم. مقالات با توجه به روش تحقیق به کارگرفته شده برای پیش‌بینی روند سهام، به سه بخش تفکیک شده‌اند و در هر بخش به طور خلاصه توضیحاتی در مورد مقاله آورده شده‌است.

### ۳-۲- بررسی مقالات

#### ۳-۲-۱- پیش‌بینی روند سهام با استفاده از تحلیل تکنیکال

تحلیل تکنیکال برای پیش‌بینی و تجزیه و تحلیل قیمت‌ها از طریق وضعیت و داده‌های تاریخی بازار است. در این تحلیل از طریق بررسی تغییرات و نوسان‌های قیمت‌ها، حجم معاملات، عرضه و تقاضا می‌توان وضعیت قیمت‌ها را

با استفاده از نمودارها و ابزارهای دیگر برای شناسایی الگوها در آینده پیش‌بینی کرد. بروک و همکاران<sup>۱</sup> (۱۹۹۱) در مقاله خود با به کارگیری آزمون‌های آماری به این نتیجه رسیدند که تحلیل تکنیکال در پیش‌بینی تغییرات قیمت سهام عملکرد مناسبی دارد.

محققان بسیاری در مقالات خود از شاخص‌های تحلیل تکنیکال استفاده نموده‌اند تا بتوانند به پیش‌بینی‌های بهتر با بازده بالاتر و ریسک کمتر دست یابند. از جمله این محققان می‌توان به نجار زاده و گذاری (۱۳۸۷) اشاره نمود که با بکارگیری شاخص میانگین متحرک (MA) به بررسی سودآوری این شاخص در بورس اوراق بهادار تهران (TSE) پرداختند و نتایج رضایت بخشی را ارائه دادند. صمدی و همکاران نیز به بررسی کارایی شاخص تکنیکی میانگین متحرک در بازار سهام تهران در سه سطح شاخص کل، شاخص صنایع مختلف و شاخص شرکت‌ها پرداختند، نتایج پژوهش آن‌ها نشان دهنده کارایی قابل قبول تحلیل تکنیکال در بورس اوراق بهادار تهران در کلیه سطوح می‌باشد.

پورزمانی و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهش خود به مقایسه سه روش فیلتر، B&H و MA برای پیش‌بینی قیمت برای دوره بلند مدت برای شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. نتایج حاصل از تحقیق ایشان بیانگر بازده بیشتر روش فیلتر نسبت به دو روش B&H و MA، و بازدهی بیشتر روش B&H نسبت به MA بوده است.

تهرانی و همکاران (۱۳۹۳) در مقاله خود با استفاده از قیمت جهانی هر اونس طلا به دلار آمریکا به صورت روزانه، به بررسی میزان بازدهی شاخص‌های تحلیل تکنیکی در بازار جهانی طلا پرداختند. نتایج تحقیقات نشان داد که استفاده از سیگنال خرید و فروش ناشی از استفاده از شاخص قدرت اندازه حرکت سودمند بوده است و میانگین متحرک با طول متغیر و در کوتاه مدت نتایج بهتری را ارائه می‌دهد.

---

<sup>۱</sup>Brock et al

<sup>۲</sup>Buy and hold



پورزمانی و رضوانی اقدام (۱۳۹۴)، کارآمدی دو استراتژی میانگین متحرک نمایی و شاخص قدرت اندازه حرکت نسبت به روش خرید و نگهداری را بررسی کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد این دو استراتژی نسبت به روش خرید و نگهداری کارآمدتر است.

آروالو و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۷) یک قاعده تکنیکی برای معاملات خودکار کوتاه مدت و میان مدت بر اساس الگوی پرچم همراه با اندیکاتور میانگین متحرک نمایی ارائه می دهند که به وسیله یک پنجره متحرک، به حد ضرر و حد سود امکان به روزرسانی میدهد و میزان حداکثر افت سرمایه اش را محدود میکند. است. نتایج نشان دهنده بازدهی مناسب این استراتژی نسبت به استراتژی خرید و نگهداری و همچنین استراتژی های دیگر الگوی پرچم بوده است. مهدی پور<sup>۲</sup> (۱۳۹۵) یک استراتژی معاملاتی بر پایه ۲۰ الگوی شمعی ژاپنی برای قرارداد آتی نفت طراحی کرد که به نتایج مطلوبی در جهت برتری بازدهی این استراتژی به دست آورد.

سابریرو و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۶) در بازه زمانی ۱۵ ساله استراتژی های گوناگونی را بر اساس میانگین متحرک توسعه دادند که نتایج نشان دهنده سودآوری این استراتژی ها نسبت به استراتژی خرید و نگهداری در برخی از کشورهای مورد مطالعه آنها بود.

### ۳-۲-۲-پیش بینی روند سهام با استفاده از هوش مصنوعی

برخی تحقیقات به این نتیجه مشترک رسیده اند که هوش مصنوعی دارای عملکرد بهتری نسبت به مدل های سنتی دارند و پیشنهاد می کنند که در تحقیقات آتی باید از این روش ها استفاده شود، با وجود اینکه گاهی مدل سازی و اجرای هوش مصنوعی ممکن است نسبت به مدل ها و روش های سنتی، مشکل و وقت گیر باشد ولیکن استفاده از آنها می تواند کارایی خیلی بالاتری برای تجزیه و تحلیل داده ها ایجاد کند. افرادی زیادی در این زمینه تحقیق و

---

<sup>۱</sup>Arwalo et al

<sup>۲</sup>Sabrio et al

پژوهش کردند که اکثراً به نتایج رضایت‌بخشی در این زمینه دست یافتند. از جمله این محققان می‌توان به مکوندی و همکاران (۱۳۸۷) اشاره نمود که با هدف یافتن ترکیب بهینه متغیرهای ورودی، از الگوریتم ژنتیک استفاده نمودند و سپس از شبکه عصبی برای پیش‌بینی سود نقدی سهام استفاده کردند.

منجمی و همکاران (۱۳۸۸) به پیش‌بینی قیمت سهام در بازار بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌ی عصبی فازی و الگوریتم‌های ژنتیکی و مقایسه‌ی آن دو با شبکه‌های عصبی مصنوعی پرداخته‌اند. پس از طراحی و پیاده‌سازی مدل شبکه‌های عصبی فازی و الگوریتم‌های ژنتیک، با استفاده از چهار معیارسنجش خطا، این دو مدل را مقایسه کردند. نتایج نشان دهنده این بوده‌است که مدل ترکیبی شبکه عصبی فازی و الگوریتم‌های ژنتیک، پیش‌بینی‌های بسیار مناسب‌تری نسبت به شبکه‌ی عصبی مصنوعی داشته است و از سرعت بالاتر و توانایی تقریب قوی‌تری برای پیش‌بینی قیمت سهام برخوردار می‌باشد.

پروبیج و پروبیج<sup>۱</sup> (۲۰۱۲) با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی به پیش‌بینی بازده سهام در بورس اوراق بهادار بمبئی پرداختند و از الگوریتم ژنتیک برای یافتن بهترین توپولوژی شبکه عصبی استفاده نمودند.

مجی و انیش<sup>۲</sup> (۲۰۱۵) بهینه‌سازی چند هدفه با استفاده از شبکه عصبی فازی برای پیش‌بینی بازار سهام را مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق از بهینه‌سازی چند هدفه ازدحام ذرات و از الگوریتم ژنتیک برای مرتب‌سازی داده‌ها استفاده شده‌است و به این نتیجه رسیده‌اند که بهینه‌سازی در مدل چند هدفه با استفاده از الگوریتم‌های به کارگرفته شده، نتایج بهتری نسبت به مدل تک هدفه ارائه می‌دهد.

در تحقیق زمانی و همکاران (۱۳۹۳) روند آتی سهام به وسیله شبکه عصبی فازی پیش‌بینی شده و بر اساس پیش‌بینی‌های به دست آمده، مدل ریاضی بر مبنای عواملی چون میانگین، واریانس و چولگی سبد سهام را بهینه‌سازی کردند، سپس این مدل با الگوریتم ژنتیک حل می‌شود تا ترکیب یک سبد سهام بهینه به دست آید.

---

<sup>۱</sup>Perwej & Perwej

<sup>۲</sup>Maji & Anish

پوتوین و همکاران<sup>۱</sup>(۲۰۰۴) با استفاده از الگوریتم ژنتیک به طراحی روش‌های معاملاتی کوتاه‌مدت پرداختند، آن‌ها نشان دادند که استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری در حل مسائل مربوط به بهینه‌سازی موجب می‌گردد تا در زمان کوتاه‌تری، جواب بهینه و یا قابل قبول به دست آید.

هداوندی و همکاران (۲۰۱۰) قیمت سهام را بعنوان یک سری زمانی در نظر گرفته‌اند و با استفاده از سیستم فازی مبتنی بر ژنتیک (GFS) یک مدل ترکیبی برای پیش‌بینی قیمت سهام شرکت IBM ارائه کردند. در این مدل از الگوریتم ژنتیک برای کد بندی متغیر و استخراج الگو داده استفاده کردند و همچنین از معیار  $MAPE^3$  جهت ارزیابی نتایج استفاده شده است. نتایج نشانگر عملکرد بهتر روش ترکیبی نسبت به روش‌های دیگر است.

ناین و همکاران<sup>۴</sup>(۲۰۱۳) یک روش ترکیبی جهت پیش‌بینی قیمت سهام Wal-Mart از بازار بورس آمریکا معرفی کرده‌اند که متشکل از دو مولفه شبکه عصبی و سیستم منطق فازی است. اولین مولفه این ترکیب، شبکه عصبی پیشخور (FFNN) است. که برای انتخاب ورودی‌هایی که ارتباط قوی با متغیرهای وابسته دارند استفاده می‌شود. و برای مولفه دوم روش پیش بینی ترکیبی، یک سیستم فاصله‌ای منطق فازی نوع (IT2FLS) استفاده شده‌است. پارامترهای IT2FLS از طریق بکارگیری روش خوشه بندی K-means مقداردهی اولیه می‌شوند و سپس توسط الگوریتم ژنتیک تنظیم می‌شوند. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از FFNN پیچیدگی مسئله را کاهش می‌دهد و دقت پیش‌بینی افزایش می‌یابد. بعلاوه نتایج نشان داد که IT2FLS عملکرد بالاتری نسبت به FLS نوع یک و FFNN دارد.

---

<sup>۱</sup>Potvina et al

<sup>۲</sup>Genetic Fuzzy System

<sup>۳</sup>Mean absolute percentage error

<sup>۴</sup>Nguyen

هیبتی و همکاران (۱۳۸۸)، در پژوهش خود به پیش‌بینی شاخص بورس سهام تهران با استفاده از مدل سازی شبکه عصبی و شبکه عصبی فازی پرداختند. پس از آموزش شبکه‌ها، نتایج نشان دهنده آن است که با استفاده از شبکه فازی عصبی که یک روش ترکیبی است بازار سهام ایران با تقریب ۹۸ درصد قابلیت پیش‌بینی دارد.

حاتمی و همکاران (۱۳۸۸) با ترکیب شبکه‌های عصبی مصنوعی مدلی برای پیش‌بینی رفتار قیمت سهام شرکت سیمان شرق ارائه کرده‌اند. این مدل ترکیبی، به صورت ساختار دو طبقه می‌باشد، که در طبقه اول پیش‌بینی روزانه داده‌ها با ویژگی مختلف یک سهام صورت می‌گیرد و در طبقه دوم شبکه دیگر به عنوان ترکیب‌کننده، پیش‌بینی نهایی را با بررسی و آنالیز اطلاعات طبقه اول انجام می‌دهد. نتایج نشان‌دهنده برتری و کارایی مدل پیشنهادی در مقایسه با مدل‌های خطی در داده‌های بورس ایران است.

امامی و همکاران (۱۳۸۸) پس از بررسی روند بورس اوراق بهادار تهران و درک وجود روند غیرخطی در داده برای پیش‌بینی از مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی و GARCH استفاده کردند، سپس نتایج به دست آمده را با معیارهای ارزشیابی مقایسه کرده و در انتها به این نتیجه دست یافتند که مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی نسبت به مدل‌های دیگر توان بالاتری را برای پیش‌بینی دارند.

### ۳-۲-۳- پیش‌بینی روند سهام با استفاده از ترکیب تحلیل تکنیکال و هوش مصنوعی

در گذشته سرمایه‌گذاران فقط از تحلیل تکنیکال استفاده می‌کردند اما اکنون پژوهش‌هایی به منظور استفاده از هوش مصنوعی برای ایجاد و توسعه سیستم‌های معاملاتی صورت گرفته‌است از این رو از امروزه محققان برای دستیابی به نتیجه بهتر از ترکیب این دو روش استفاده می‌کنند. از جمله این محققان می‌توان به فایک و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۳) اشاره کرد که سعی در بهینه‌سازی پارامترهای تحلیل تکنیکی با استفاده از الگوریتم ژنتیک داشتند، آن‌ها بیان نمودند که این روش سود بیشتری نسبت به استراتژی معمولی و استراتژی خرید و نگهداری دارد. از دیگر

---

<sup>۱</sup>Fayek et al.

مطالعات در این زمینه می‌توان به پژوهش فو و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۳) اشاره کرد که از الگوریتم ژنتیک برای بهینه‌سازی پارامترهای شاخص تحلیل تکنیکی و وزن دهی سبد سهام استفاده نمودند.

ساحین و اوزبایاگلو<sup>۲</sup> (۲۰۱۴) نیز یک مدل معاملاتی را با استفاده از شاخص قدرت اندازه حرکت توسعه دادند و بدین منظور RSI را توسط الگوریتم ژنتیک بهینه کردند، سپس عملکرد مدل پیشنهادی خود را با استراتژی خرید و نگهداری و با شاخص RSI با پارامترهای استاندارد شده مقایسه کردند. نتایج نشان دهنده بهبود عملکرد این روش نسبت به این دو استراتژی بوده‌است.

عباسی و همکاران (۱۳۹۴) یک سیستم معاملاتی خودکار که از ترکیب تحلیل تکنیکی و شبکه عصبی-فازی جهت پیش بینی روند قیمت سهام استفاده می‌شود، معرفی کردند. در این سیستم با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی پارامترهای شاخص تحلیل تکنیکی بهینه شده و سپس با استفاده از خروجی این شاخص ها و سیستم استنتاج تطبیقی عصبی-فازی، تغییرات قیمت سهام در دوره های بعدی پیش بینی شده‌است. این پژوهش نشان داد که با تنظیم پارامترهای شاخص تحلیل تکنیکی می‌توان دقت حاصل از پیش‌بینی تغییرات سهام را افزایش داد که باعث دستیابی به بازدهی بیشتر می‌شود.

لین و یانگ<sup>۳</sup> (۲۰۱۱) با به‌کارگیری الگوریتم ژنتیک، علاوه بر استفاده از اندیکاتورهای و همچنین فرموله کردن الگوهای شمعی به نتایج بسیار خوبی دست یافتند. به طوری که سیستم ارائه شده در تمام روندهای بازار با احتساب هزینه معاملاتی سود زا بوده‌است.

رادیروم<sup>۴</sup> (۲۰۱۴) در مطالعات خود از الگوریتم تجمع ذرات چندهدفه استفاده کرده‌است. در مدل ارائه شده از چند اندیکاتور تکنیکال استفاده شده و با توجه به اهمیت اندیکاتورهای در تصمیم‌گیری، وزنشان بهینه شده‌است

---

<sup>۱</sup>Fu et al.

<sup>۲</sup>Sahin & Ozbayoglu

<sup>۳</sup>Lin and Yang

<sup>۴</sup>Radeerom

نتایج بدست آمده از این مدل با معیارهای حداکثرسازی سود و نسبت شارپ ارزیابی شده که نشان دهنده عملکرد خوب این مدل بوده است.

لین و همکاران (۲۰۱۳) از یک روش ترکیبی برپایه SVM جهت پیش‌بینی روند بازار بورس تایوان استفاده کرده‌اند، که از دو بخش تشکیل شده است: بخش انتخاب ویژگی و بخش مدل پیش‌بینی. در بخش انتخاب ویژگی، یک فیلتر SVM برپایه همبستگی، جهت مرتب کردن و انتخاب زیر مجموعه خوب از شاخص‌های مالی مورد استفاده قرار گرفته می‌گیرد، و در بخش مدل پیش‌بینی، SVM خطی-کوآسی (SVM خطی-کوآسی یک SVM با تابع کرنل خطی - کوآسی ترکیبی است که در آن یک مرز جداسازی غیر خطی توسط کلاسیفایرهای خطی تقریب زده می‌شود) جهت پیش‌بینی روند حرکت بازار بورس بر روی داده‌های سری زمانی انجام می‌شود، بطوریکه زیرمجموعه انتخابی از شاخص‌های مالی بصورت ورودی‌های وزن‌دار استفاده شود.

لی و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۵) با استفاده از خاصیت برگشت به میانگین و تکنیک‌های یادگیری ماشین، یک سبد خودکار تشکیل دادند که عملکرد آن حتی در مجموعه داده‌هایی که استراتژی‌های بازگشت به میانگین شکست می‌خورد، بسیار خوب بوده است.

لیو و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۷) با استفاده از قوانین منطق فازی و الگوریتم ژنتیک در بازار آتی نفت خام به این نتیجه رسیدند که استراتژی ترکیبی فازی میانگین متحرک، از استراتژی میانگین متحرک ساده بهتر عمل می‌کند.

کتو و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۲)، از شبکه عصبی فازی ترکیبی جهت پیش‌بینی قیمت سهام شرکت NIKKEI 225، NASDAQ 100، FTSE 100 و BSE-SENSEX استفاده کردند. در این مقاله یک سیستم پیش‌بینی عصبی فازی ترکیبی تطبیقی با درخت تصمیم‌گیری خودکار استفاده شده است. در سیستم پیشنهادی از تحلیل

---

<sup>۱</sup>Li et al

<sup>۲</sup>Lio et al

<sup>۳</sup>kato

تکنیکال جهت استخراج ویژگی و از درخت تصمیم گیری برای انتخاب ویژگی استفاده شده است. مجموعه ویژگی انتخابی را به شبکه عصبی فازی برای پیش بینی قیمت سهام شرکت ها اعمال می کند. نتایج بدست آمده در مقایسه با روش هایی که از روش های انتخاب ویژگی و کاهش ویژگی بهره نمی برند، بهتر است. ادبیات موضوع نشان دهنده آن است که استفاده از روش های داده کاوی و هوش مصنوعی، پیش بینی دقیق تری را برای قیمت سهام ارائه می کند.

### ۳-۳-جدول مقایسه‌ای مقالات

مقالات موجود در این زمینه بررسی شده و در قالب جدول زیر قابل مشاهده است.

جدول ۳: ۱-۳- جدول مرورادبیات

میزان عملکرد	تحلیل تکنیکال								هوش مصنوعی				نام پژوهش	سال	نویسنده	ردیف
	others	STC	ROC	CCI	RSI	MACD	WMA	SMA	others	GA	ANN	SVM				
72%		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	A comparison between SVM and multilayer perceptron in predicting an emerging financial market	2018	Bustos et al	1
79%									✓			✓	Predicting stock movement using sentiment analysis	2018	Chakraborty et al	2
78%											✓	✓	Forecasting stock prices using social media analysis	2018	Coyne et al	3
80%	✓	✓	✓		✓			✓			✓		A comparative study of radial basis function network with different basis functions for stock trend prediction	2016	Dash and Dash	4
54%											✓		Deep learning with long short-term memory	2018	Fischer and Krauss	5
—		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓				Intraday prediction of Borsa Istanbul	2017	Gunduz et al	6
—		✓	✓					✓					Financial index time series prediction based on bidirectional	2017	Guo et al	7
49%										✓			Discovery of trading points based on Bayesian modeling of trading rules	2018	Huang et al	8



66%		✓	✓	✓	✓	✓							Developing a rule change trading system for the futures market using rough set analysis	2016	Kim and Enke	<b>9</b>
95%			✓		✓		✓	✓	✓				Machine learning techniques for short term stock movements classification	2016	Labiad et al	<b>10</b>
72%	✓								✓	✓			Combining rules between pips and sax to identify patterns in financial markets.	2016	Leito et al	<b>11</b>
55%		✓	✓	✓	✓						✓		Application of the artificial neural network in predicting the direction of stock market index	2016	Mingyue et al	<b>12</b>
–		✓		✓		✓	✓	✓	✓				Equity price direction prediction for day trading	2016	Van Den Poel et al	<b>13</b>
79%	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	Combining the wisdom of crowds and technical analysis for financial market prediction using deep random subspace ensembles.	2018	Wang, Xu, et al	<b>14</b>
85%	✓	✓			✓						✓	✓	Stock market one-day ahead movement prediction using disparate data sources.	2017	Weng et al	<b>15</b>
85%	✓				✓				✓				Ensemble model for stock price movement trend prediction on different investing period	2017	Yang et al	<b>16</b>

فصل چهارم

نتیجه گیری

#### ۴-۱- مقدمه

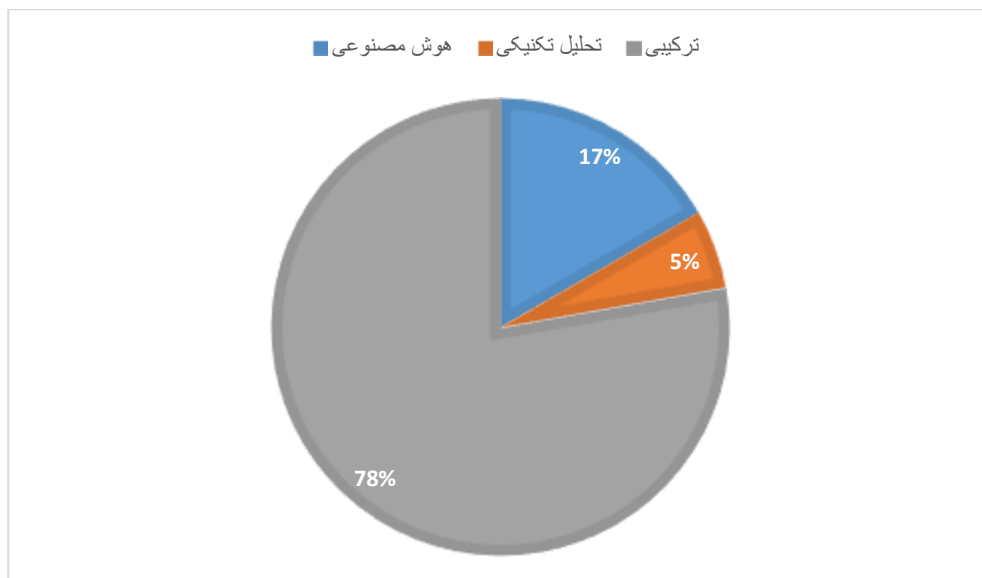
انتخاب روش پیش‌بینی به سرمایه‌گذار برای تصمیم‌گیری مناسب و کسب سود کمک می‌کند. روش انتخابی همچنین می‌تواند با تجزیه و تحلیل روند برای تصمیم‌گیری در مورد نگه داشتن سهام برای بلند مدت یا کوتاه مدت استفاده شود. برای بهبود دقت پیش‌بینی، برخی از مطالعات از رویکردهای ترکیبی در بازار سهام استفاده می‌کنند. در فصل قبل با بررسی مقالات به روش‌های مختلف پیش‌بینی و ویژگی‌های آن‌ها پی بردیم، در این فصل مقالات بررسی شده را از جنبه‌های مختلف به صورت آماری مورد بررسی قرار داده و نتایج را به شکل نمودار ارائه خواهیم داد.

#### ۴-۲- دسته‌بندی

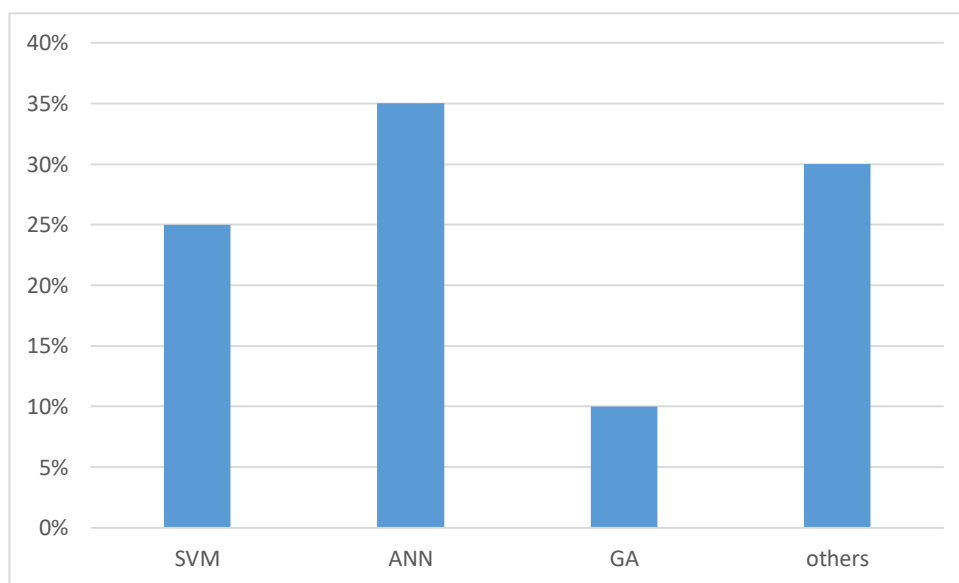
مقالات مطالعه شده بر اساس معیارهای مختلف دسته‌بندی شده و نمودار آن‌ها رسم شده است.

##### ۴-۲-۱- دسته‌بندی مقالات براساس روش تحقیق

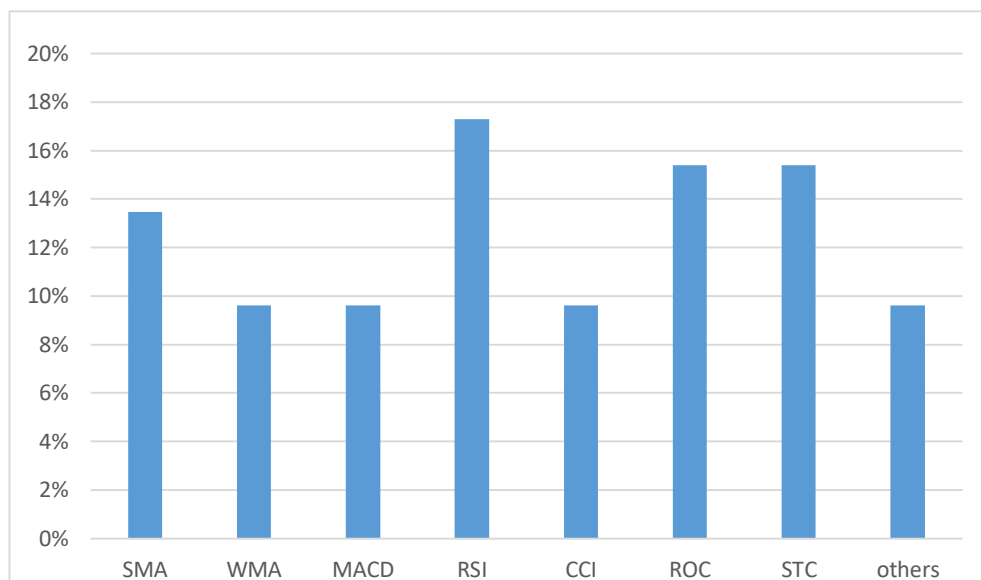
مقالات براساس روش استفاده در پیش‌بینی سهام، به دسته هوش مصنوعی، تحلیل تکنیکال و ترکیب این دو روش دسته‌بندی شده‌است، و سپس در روش‌های هوش مصنوعی و تحلیل تکنیکال براساس نوع حل طبقه‌بندی شده‌اند.



نمودار ۳: ۱-۴- نمودار دسته‌بندی مقالات براساس روش تحقیق



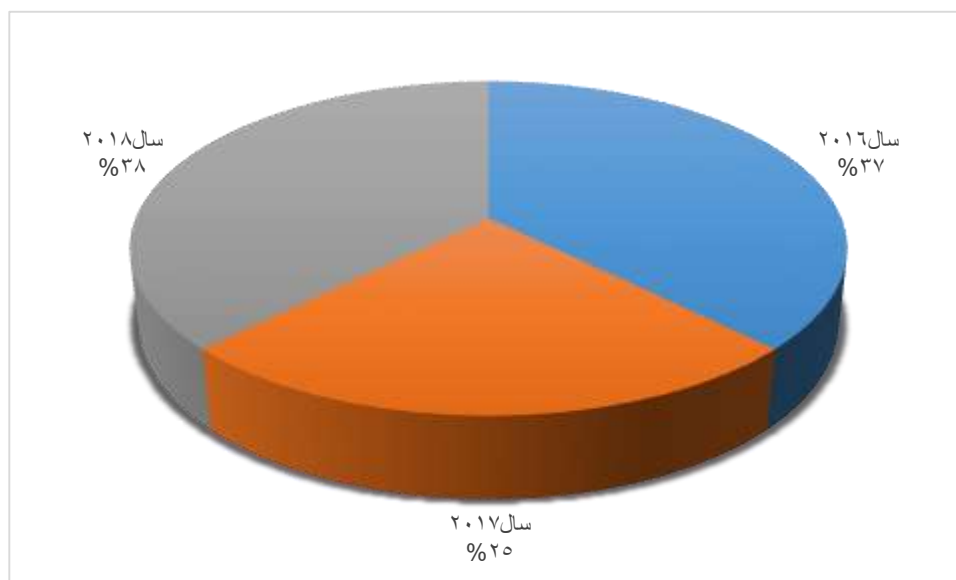
نمودار ۴: ۲-۴- نمودار دسته‌بندی مقالات براساس روش‌های هوش مصنوعی



نمودار ۵: ۳-۴- نمودار دسته‌بندی مقالات براساس روش‌های تحلیل تکنیکال

#### ۲-۲-۴- دسته‌بندی مقالات براساس سال تحقیق

مقالات آورده شده در سال‌های ۲۰۱۶-۲۰۱۷-۲۰۱۸ مورد پژوهش و بررسی قرار گرفته‌اند.



نمودار ۶: ۴-۴- نمودار دسته‌بندی مقالات براساس سال پژوهش

#### ۴-۳- نتیجه گیری

مشهورترین منبع اطلاعاتی برای پیش بینی بازار سهام شاخص های فنی هستند. که ثابت شده است این شاخص ها برای پیش بینی داده ها از عملکرد بالایی برخوردار است. موضوع مهم در پیش بینی این است که سیستمی طراحی شود که از خطای کمی برخوردار باشد. بدین منظور در این تحقیق از ترکیب دو روش تکنیکی و هوش مصنوعی استفاده شده است. امروزه تکنیک های هوش مصنوعی به طور گسترده ای برای دستیابی به پیش بینی موفقیت آمیز بازار سهام استفاده می شوند. این تکنیک ها می توانند برای نظارت بر سهم و یا نظارت بر کل بازار سهام طراحی شوند. با این وجود چالش بزرگی که پیش بینی بازار سهام با آن روبرو است این است که با کمک داده های تاریخی سهام نمی توان برخی از تکنیک های فعلی را شناسایی کرد. به این دلیل که بازارهای سهام تحت تأثیر عوامل دیگری مانند تصمیمات سیاسی دولت، شرایط اقتصادی صنعت، احساسات سرمایه گذاران و عرضه و تقاضا قرار دارند. از این رو پژوهش گران همواره در تلاش هستند که سیستم بورس، را به یک سیستم معتبر، قابل اعتماد و دقیق تبدیل کنند. در ادامه مزیت و برتری روش به کار گرفته شده در این تحقیق شرح داده شده است.

از مزیت های این روش می توان به محدود نبودن در استفاده از روش های تحلیل تکنیکال اشاره نمود. یعنی می توان به راحتی به تعداد دلخواه روش های تحلیل تکنیکال مختلف را به عنوان ورودی به روش اضافه نمود. این مزیت باعث میشود که پژوهش نسبت به روش های مورد استفاده وابسته نباشد. و همچنین اگر در یک بازار اندیکاتور یا شاخصی نتیجه بهتری داشتند می توان آن را جایگزین کرد. در این روش با اعمال الگوریتم ژنتیک بر روی روش های تحلیل تکنیکال باعث شده است که این روش ها با اولویت انتخاب شوند. اهمیت این موضوع این است شاخص هایی برای هر سهم انتخاب می شوند که پیش بینی بهتر و با اهمیت تری را در سهم مورد نظر دارند.

همچنین به علت جامعیت روش پیشنهادی و وابسته نبودن آن به داده های یک سهم خاص میتوان آن را برای هر سهم خارجی و غیر خارجی و شرکت های مختلف به کار برد. همچنین در مقایسه با پژوهش های دیگر، این روش دارای عملکرد بهتری می باشد.

#### ۴-۴-پیشنهادهات

برای تحقیقات آینده در این حوزه می‌توان به این موارد اشاره کرد: این تحقیق با روش‌های فرا ابتکاری و الگوریتم‌های دیگر قابل اجرا است. و همچنین می‌توان از شاخص‌های تحلیل تکنیکال دیگری برای مطالعه استفاده گردد. به‌جای پیش‌بینی روند حرکتی سهام می‌توان ریسک سرمایه‌گذاری در سهام را پیش‌بینی کرد و همچنین می‌توان شاخص‌های تحلیل بنیادی را به مدل ارائه‌شده اضافه نمود.

## فهرست مراجع

- حاتمی، ن.، میرزازاده، ح.، و ابراهیم پور، ر. ( ۱۳۸۸ ). ترکیب شبکه‌های عصبی برای پیش‌بینی قیمت سهام. پژوهشنامه‌ی علوم اقتصادی علمی-پژوهشی. سال دهم. شماره دو.
- مکوندی، پیام، جعفرعلی جاسبی، جواد و علوی، سیدحسن، (۱۳۸۷). انتخاب مولفه‌های تاثیرگذار بر پیش‌بینی سود آتی سهام شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل ترکیبی شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک. جستارهای اقتصادی، سال ۵، شماره ۱۰، ۱۶۳-۲۰۱.
- منجمی، ا.ح.، ابزری، م.، و رعیتی شوازی، ع. ( ۱۳۸۸ ). پیش‌بینی قیمت سهام در بازار بورس اوراق بهادار با استفاده از شبکه‌ی عصبی فازی و الگوریتم‌های ژنتیک و مقایسه‌ی آن با شبکه‌ی عصبی مصنوعی. فصلنامه اقتصاد مقداری بررسی‌های اقتصادی سابق . دوره ششم شماره سه.
- Armano, G., Marchesi, M., & Murru, A. (2005). A hybrid genetic-neural architecture for stock indexes forecasting. *Information Sciences* (170), pp.3 - 33.
- Fallahpour, S. Golarzi, G. & Fatourehian, N. (2014). Prediction of the stock price trend using SVM based on genetic algorithm in Tehran stock exchange. *Financial Research* (15), pp.269 \_388 (in persian).
- Fayek, M. B., El-Boghdadi, H. M., & Omran, S.M. (2013). Multi-objective optimization of technical stock market indicators using gas. *International Journal of Computer Applications*, 68(20), 41-48.
- Fu, T. C., Chung, C. P., & Chung, F. L. (2013). Adopting genetic algorithms for technical analysis and portfolio management. *Computers & Mathematics with Applications*, 66(10), 1743-1757
- Hadavandi ,E., Shavandi ,H., & Ghanbari ,A. (2010). Integration of genetic fuzzy systems and artificial neural networks for stock price forecasting. *Department of Industrial Engineering Sharif University of Technology.Elsevier* . 23, 800–808. *Knowledge-Based Systems*.



- Jadhav, S. Dange, B. & Shikalgar, S. (2018). Prediction of Stock Market Indices by Artificial Neural Networks Using Forecasting Algorithms. In International Conference on Intelligent Computing and Applications (pp. 455-464). Springer, Singapore.
- Lin, Y., Guo, H., & HU, J. (2013). An SVM-based Approach for Stock Market Trend Prediction. IJCNN.
- Lin, T. H. (2009). A cross model study of corporate financial distress prediction in Taiwan: Multiple discriminant analysis, logit, probit and neural networks models. *Neurocomputing*(72), pp.3507 - 3516.
- Liu, X., An, H., Wang, L. and Guan, Q., 2017. Quantified moving average strategy of crude oil future market based on fuzzy logic rules and genetic algorithms. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 482, pp.444-457.
- Li, B., Hoi, S.C., Sahoo, D. and Liu, Z.Y., 2015. Moving average reversion strategy for on-line portfolio selection. *Artificial Intelligence*, 222, pp.104-123.
- Lin, X., Yang, Z. and Song, Y. (2011) Intelligent stock trading system based on improved technical analysis and Echo State Network. *Expert Systems with Applications*, 38(9), pp.11347-11354.
- Marcjasz, G. Uniejewski, B. & Weron, R. (2018). On the importance of the long-term seasonal component in day-ahead electricity price forecasting with NARX neural networks. *International Journal of Forecasting*.
- Perwej, Y., & Perwej, A. (2012). Prediction of the Bombay Stock Exchange (BSE) market returns using artificial neural network and genetic algorithm. *Journal of Intelligent Learning Systems and Applications*, 4(2), 108-119.
- Papadamou, S. and Stephanides, G. (2007) Improving technical trading systems by using a new MATLAB-based genetic algorithm procedure. *Mathematical and Computer Modelling*, 46(1), pp.189-197.
- Radeerom, M. (2014) April. Building a Trade System by Genetic Algorithm and Technical Analysis for Thai Stock Index. In Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems (pp. 414-423). Springer International Publishing.

Sahin, U., & Ozbayoglu, A. M. (2014). TN-RSI: Trend-normalized RSI indicator for stock trading systems with evolutionary computation. *Procedia Computer Science*, 36, 240-245.

Sobreiro, V.A., da Costa, T.R.C.C., Nazário, R.T.F., e Silva, J.L., Moreira, E.A., Lima Filho, M.C., Kimura, H. and Zambrano, J.C.A., 2016. The profitability of moving average trading rules in BRICS and emerging stock markets. *The North American Journal of Economics and Finance*, 38, pp.86-101.

Ullah Khan, A. Bandopadhyaya, T. K. & Sharma, S. (2008). Comparisons of Stock Rates Prediction Accuracy using Different Technical Indicators with Backpropagation Neural Network and Genetic Algorithm Based Backpropagation Neural Network. *First International Conference on Emerging Trends in Engineering and Technology*, 16-18 July 2008, India, pp.575 - 580.

Yang, W.H., Dai, D.Q., & Yan, H. (2007). Feature extraction and uncorrelated discriminant analysis for high-dimensional data. *Transaction on knowledge and data engineering*. IEEE.

Zhai, Y. Hsu, A. & Halgamuge, S. K. (2007). Combining News and Technical Indicators in Daily Stock Price Trends Prediction. *Lecture Notes In Computer Science*, pp.1087 - 1096.

Zamani M., Afsar A., Saghafi S. V., Bayat, E. (2014) "Stock price forecasting expert system and portfolio optimization using fuzzy neural network, fuzzy modeling, and genetic algorithm", *Financial Engineering and Stock Management*, Vol. 6, No. 21, pp. 107-130.



**Application of machine learning in technical analysis to predict  
stock trends**

**Hooria Momeni**

**Supervisor:**

**Dr. Amirabbas Najafi**

**Master of Science seminar in Industrial Engineering**

**June 2021**

## **Abstract**

Predicting stock market performance has always been an important research topic because of its strong potential for profit, but its volatile and complex process has posed many challenges for investors. Technical analysis has been one of the most widely used stock price forecasting techniques. Technical analysts often use technical analysis in historical data, but due to the nonlinear and dynamic nature of changes in stock trends, they may make erroneous predictions. Therefore, to reduce costs and risks and increase investment profits, analysts today use machine learning algorithms with technical analysis, which can lead to very satisfactory results. In this research, we try to predict the stock trend using machine learning algorithms along with technical analysis so that the investor can make a good decision about buying, selling or holding stocks. Therefore, first a set of technical analysis indicators for stocks is optimized by genetic algorithm and given as input to the artificial neural network to use this method to predict stock trends

**Keywords:** Neural Network, Genetic Algorithm, Technical Analysis, Trend Prediction, Stock Market