





دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی  
دانشکده مهندسی صنایع

مدل های تشخیص الگو در تصمیم گیری برای سرمایه گذاری

حسین رحیمی

استاد راهنما:

دکتر امیرعباس نجفی

سمینار کارشناسی ارشد

رشته مهندسی صنایع گرایش مهندسی مالی

بهار ۱۴۰۰

لازم می دانم از استاد ارجمند جناب آقای دکتر نجفی که بار اهنایی های مدبرانه و دلسوزانه خود، موجبات هرچه

بهرتیه شدن این سمینار را فراهم نمودند، کمال تشکر و قدردانی را به عمل آورم.

## چکیده:

در سال‌های اخیر، چگونگی پیش‌بینی بازار سهام یکی از موضوع‌های تحقیقاتی مهم و رایج بوده و همچنین همیشه مورد توجه بسیاری از تحلیلگران و محققان قرار گرفته‌است. پیش‌بینی قیمت سهام به دلیل تعداد متغیرهایی که در آن درگیر هستند، به خودی خود یک مسئله چالش برانگیز است؛ لذا برای انجام پیش‌بینی دقیق، محققان و تحلیلگران سهام، الگوریتم‌ها، مدل‌ها و تکنیک‌های تجزیه و تحلیل بسیاری را مورد بررسی قرار داده‌اند؛ به عنوان مثال، تحلیل تکنیکال<sup>۱</sup> یکی از رویکردهای معروف مورد استفاده بسیاری از سرمایه‌گذاران است و یا استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی<sup>۲</sup> همچون سری زمانی فازی<sup>۳</sup>، الگوریتم ژنتیک<sup>۴</sup> و شبکه عصبی<sup>۵</sup>، که توسط محققان برای پیش‌بینی آینده شاخص و بازار سهام، ارائه گردیده‌است. الگوهای نموداری، بخش مهمی از تحلیل تکنیکال کلاسیک هستند و یکی از بارزترین ویژگی‌های ابزار تحلیل تکنیکال، قابلیت تکرارپذیری آن‌هاست، به گونه‌ای که به راحتی می‌توان در هر نمودار و هر تایم فریم، آن‌ها را مشاهده نمود. الگوهای قیمتی می‌توانند به عنوان سیگنالی برای ورود، ابزار تایید و یا به منظور پیش‌بینی جهت و میزان حرکات قیمتی بازار، مورد استفاده قرار گیرند. لذا امروزه با گسترش علم داده و الگوریتم‌های هوش مصنوعی، تحقیقات بسیاری در خصوص پیش‌بینی روند و بازدهی سهام از طریق تشخیص الگو و همچنین در حوزه تصمیم‌گیری انجام شده است. به همین دلیل هدف ما در تحقیق پیش رو آشنایی و شناخت مطالعات و تحقیقات صورت‌گرفته در خصوص انواع الگوهای بازار سهام و همچنین مدل‌های هوشمند تشخیص الگوها و در نهایت کمک به سرمایه‌گذاران در اتخاذ تصمیمات سودمند سرمایه‌گذاری است.

**واژگان کلیدی:** پیش‌بینی روند سهام، تشخیص الگو، تحلیل تکنیکال، هوش مصنوعی

---

<sup>۱</sup> Technical Analysis

<sup>۲</sup> Artificial Intelligence (AI)

<sup>۳</sup> Fuzzy time-series (FTS)

<sup>۴</sup> Genetic Algorithms (GAs)

<sup>۵</sup> Neural Network (NN)

## فهرست مطالب

### فصل اول کلیات موضوع

۱-۱- مقدمه	۲
۱-۲- هدف از سمینار	۳
۱-۳- توضیح موضوع سمینار	۴
۱-۴- توجیه، انگیزه و علت انتخاب موضوع	۵
۱-۵- اهمیت موضوع	۶
۱-۶- مرور کلی بر ادبیات موضوع	۶
۱-۷- جنبه های نوآوری و جدید بودن موضوع	۹
۱-۸- کاربردهای موضوع سمینار	۹
۱-۹- کاربران نتایج موضوع سمینار	۱۰
۱-۱۰- جمع بندی	۱۰

### فصل دوم مبانی نظری موضوع

۱-۲- مقدمه	۱۲
۲-۲- شناسایی نقاط مهم ادراکی (PIP)	۱۳
۲-۳- مدل تطبیق الگو مبتنی بر الگو نمونه	۱۷
۲-۴- مدل تطبیق الگو مبتنی بر قاعده	۱۸
۲-۵- تطبیق الگو مبتنی بر فاصله اقلیدسی	۲۰
۲-۶- تطبیق الگو مبتنی بر تاب دادن زمان پویا	۲۰
۲-۷- تطبیق الگو مبتنی بر ماشین های بردار پشتیبان	۲۲
۲-۸- جمع بندی	۲۳

### فصل سوم مرور ادبیات

۳-۱- مقدمه	۲۶
------------	----

۲۹.....	۲-۳- بررسی مقالات
۲۹.....	۳-۲-۱- مقالات بر اساس مدل‌های پایه‌ای شناسایی الگوها در داده‌های سهام
۳۰.....	۳-۲-۲- مقالات بر اساس مدل‌های مبتنی بر قاعده و مبتنی بر الگو
۳۳.....	۳-۲-۳- مقالات بر اساس مدل‌های مبتنی بر فاصله اقلیدسی و روش DTW
۳۴.....	۳-۲-۴- مقالات بر اساس مدل‌های مبتنی بر SVM
۳۵.....	۳-۲-۵- مقالات بر اساس مدل‌های مبتنی بر الگویتیم‌های هوش مصنوعی
۳۶.....	۳-۳- جداول مقایسه‌ای مقالات
۴۰.....	۳-۴- جمع‌بندی

## فصل چهارم نتیجه‌گیری و پیشنهاد برای تحقیقات آتی

۴۲.....	۴-۱- مقدمه
۴۳.....	۴-۲- دسته‌بندی مقالات
۴۳.....	۴-۲-۱- دسته‌بندی مقالات بر اساس سال انتشار
۴۴.....	۴-۲-۲- دسته‌بندی مقالات بر اساس نوع مدل انتخابی
۴۵.....	۴-۳- نتیجه‌گیری
۴۶.....	۴-۴- پیشنهادات برای تحقیقات آتی
۴۷.....	فهرست مراجع

## فهرست اشکال

- شکل ۱-۲- فاصله اقلیدسی برای شناسایی نقاط PIP ..... ۱۴
- شکل ۲-۲- فاصله قائم برای شناسایی نقاط PIP ..... ۱۵
- شکل ۳-۲- فاصله عمودی برای شناسایی نقاط PIP ..... ۱۵
- شکل ۴-۲- تشخیص ۷ نقطه PIP در الگوی سر و شانه ..... ۱۶
- شکل ۱-۳- طبقه بندی روش‌های پیش بینی سهام ..... ۲۷
- شکل ۱-۴- دسته‌بندی مقالات براساس سال انتشار ..... ۴۳
- شکل ۲-۴- دسته بندی مقالات بر اساس نوع مدل انتخابی ..... ۴۴

## فهرست جداول

جدول ۱-۲- قوانین الگوی سه سقف	۱۸
جدول ۲-۲- قوانین الگوی سر و شانه سقفها	۱۸
جدول ۳-۲- قوانین الگوی فنجان و دسته	۱۸
جدول ۲-۴- قوانین الگوی دو سقف	۱۸
جدول ۲-۵- قوانین الگوی لبهها	۱۸
جدول ۶-۲- قوانین الگوی مثلث	۱۸
جدول ۷-۲- مقایسه رویکردهای مختلف تشخیص الگو	۲۴
جدول ۱-۳- مقایسه مقالات و خالصه اطلاعات آنها	۳۷



# فصل اول

## کلیات موضوع

## ۱-۱- مقدمه

بازارهای مالی یک سیستم پیچیده است که از تعداد زیادی بازارهای مرتبط تشکیل شده است. چالش بزرگی که سرمایه‌گذاران در حال حاضر با آن روبرو هستند، درک پویایی چنین سیستم پیچیده‌ای است. برای مدت زمان طولانی، تصمیمات سرمایه‌گذاری اکثر موسسات سرمایه‌گذاری و معامله‌گران در بازار اوراق بهادار براساس تحلیل بنیادی، تحلیل تکنیکال و یا تلفیقی از آن دو بود؛ با علم به اینکه این دو روش بسیار سودمند و مفید هستند، اما محدودیت‌هایی از قبیل متکی بودن به قضاوت و تحلیل سرمایه‌گذاران، دارد؛ علاوه بر این، در برابر تغییرات مداوم بازار اوراق بهادار و گسترش اندازه بازار مالی اوراق بهادار، تجزیه و تحلیل ذهنی و تجزیه و تحلیل فنی گاهی ناکافی به نظر می‌رسد.

مطالعات اخیر نشان می‌دهد که الگوهای سهام ممکن است اطلاعات مفیدی برای پیش بینی قیمت سهام داشته باشند. الگوهای سری زمانی قیمت را نمی‌توان به طور کامل توسط انسان در مدت زمان محدود کشف کرد؛ بنابراین الگوریتم‌های هوشمند برای تشخیص الگوهای قیمت سهام محبوبیت بیشتری پیدا می‌کند. در حال حاضر، به طور عمده دو نوع الگوریتم تشخیص الگوی قیمت سهام وجود دارد: الگوریتم مبتنی بر تطبیق قاعده<sup>۱</sup> و الگوریتم مبتنی بر تطبیق الگو<sup>۲</sup>؛ با این حال، هر دو این الگوریتم‌ها به شدت به مشارکت متخصصان این حوزه نیاز دارند. در حال حاضر، رویکردها و الگوریتم‌هایی مبتنی بر هوش مصنوعی و شبکه عصبی برای شناسایی الگوی

---

<sup>1</sup> Rule-matching

<sup>2</sup> Template-matching

قیمت سهام پیشنهاد شده است و نشان داده شده که این الگوریتم‌ها می‌توانند به طور موثر ویژگی‌های الگوها را بیاموزد و الگوها را به درستی تشخیص دهد.

## ۲-۱- هدف از سمینار

پیش بینی بازار سهام همیشه مورد توجه بسیاری از تحلیل‌گران و محققان قرار گرفته است. نظریه‌های مشهور حاکی از آن است که بازارهای سهام اساساً یک پیاده‌روی تصادفی<sup>۱</sup> هستند و تلاش برای پیش‌بینی آن‌ها احمقانه است. پیش‌بینی قیمت سهام به خودی خود به دلیل تعداد متغیرهایی که درگیر هستند یک مسئله چالش برانگیز است. لذا با توجه به پیچیدگی‌های بازار سرمایه، امروزه مباحث پیش‌بینی روند و بازدهی سهام جهت دستیابی سرمایه‌گذاران به تصمیمات سودده، یکی از موضوعات و مباحث مهم بین محققان است.

بر همین اساس در این مطالعه، مدل‌ها و رویکردهای مختلف در زمینه تشخیص و شناسایی الگوهای سهام مانند مدل‌های تطبیق قاعده، تطبیق الگو، PIP و غیره مورد بررسی قرار گرفته است و از مقالات منتشر شده در این حوزه که مربوط به سال ۱۹۹۷ به بعد بوده و شامل انواع روش‌های تشخیص الگو، از مدل‌های پایه‌ای تا در نهایت استفاده از الگوریتم‌های هوشمند، استفاده شده است؛ البته تعدادی از مقالات معتبر داخلی نیز به فراخور موضوع بهره گرفته شده و در نهایت بر اساس مقایسه‌ی مقالات، پیشنهاداتی برای مطالعات آتی ارائه گردید که بیشتر تمرکز محقق بر روی استفاده و توسعه الگوریتم‌های هوشمند در زمینه تشخیص الگوها می‌باشد.

---

<sup>۱</sup> Random Walk

### ۳-۱- توضیح موضوع سمینار

بازارهای مالی مورد توجه روزافزون افراد در حوزه مالی و محققان محاسبات هوشمند قرار گرفته است. یکی از چالش‌های اصلی پیش‌بینی روند آینده قیمت‌ها، برای بدست آوردن بیشترین سود با کمترین ریسک است. برای دستیابی به آن، لازم است استراتژی‌های سرمایه‌گذاری به نحوی تعریف شوند که قادر به پردازش مقدار زیادی داده و در نتیجه تولید سیگنال‌های خرید و فروش مناسب باشند. داده‌ها را می‌توان از چندین منبع به دست آورد: تجزیه و تحلیل بنیادی، تجزیه و تحلیل تکنیکال و سری‌های زمانی. برای حل این مسئله پیچیده ابزارهای حوزه محاسبات هوشمند بسیار مفید هستند.

یکی از روش‌هایی که معامله‌گران برای پیش‌بینی رفتار بازارها از آن استفاده می‌کنند، مطالعه و تجزیه و تحلیل الگوهای نمودار در قیمت‌های تاریخی دارایی‌های مالی است. این الگوها نشان‌دهنده رفتار معامله‌گران در بازار سرمایه است. با فرض تکرار تاریخ، شناسایی و تشخیص این الگوها به تحلیل‌گران اجازه می‌دهد تا رفتار معامله‌گران و در نتیجه روند آینده قیمت‌ها را با اطمینان خاطر پیش‌بینی کنند. الگوهای نمودار، طبق نظر مورفی (۱۹۹۹)، در ۲ نوع تقسیم می‌شوند: الگوهای ادامه‌دار و الگوهای معکوس. الگوهای ادامه‌دار به طور کلی سریع‌تر از الگوهای معکوس شکل می‌گیرند. برای اطمینان بیشتر از روند آینده قیمت‌ها، می‌توان از اندیکاتورهای حجم برای تأیید شکل‌گیری الگوها استفاده کرد. اما موضوع مهم این است که شناسایی بصری الگوهای نمودار بسیار پیچیده است، زیرا الگوهای سری زمانی آنطور که در تئوری بیان می‌گردد، واضح و قابل فهم نیستند. لذا برای شناسایی و تشخیص الگوها لازم است که از سیستم‌های خودکار حاصل از محاسبات هوشمند و الگوریتم‌های علوم کامپیوتر استفاده کنیم.

## ۴-۱- توجیه، انگیزه و علت انتخاب موضوع

با توجه به توضیحاتی که در بخش‌های بالا داده شد، به پیچیدگی بازار سرمایه و همچنین علاقه روزافزون محققان و معامله‌گران برای پیش‌بینی آینده بازار و قیمت‌ها پی بردیم. لذا هدف و انگیزه اصلی ما نیز در این پژوهش بررسی مقالات و مطالعاتی است که در خصوص پیش‌بینی روند سهام، مدل‌ها و رویکردهای متفاوتی را مورد بررسی قرار داده‌اند. در ادامه نیز موارد و دلایل متعددی را که در خصوص انتخاب موضوع پیش‌رو مورد توجه بوده‌اند، ذکر می‌کنیم:

(۱) کاربرد گسترده تشخیص و شناسایی الگوی سهام در پیش‌بینی بازارهای سهام

(۲) بررسی جدیدترین مقالات و پژوهش‌ها در زمینه تشخیص الگوی سهام با استفاده از الگوریتم‌های هوشمند و هوش مصنوعی

(۳) بررسی نحوه ترکیب مدل‌ها و رویکردهای تشخیص الگو جهت بالا بردن دقت پیش‌بینی

(۴) وجود زمینه‌های توسعه‌ی موضوع در قالب استفاده از روش‌های هوشمند

## ۵-۱- اهمیت موضوع

در بازارهای مالی نظریه ای به نام Random Walk وجود دارد که این قضیه ادعا می کند که پیش بینی آینده هر دارایی مالی غیرممکن است، از آنجاییکه ارزش ذاتی آن قبلاً روی خود منعکس شده است. این بدان معناست که قیمت دارایی، قبلاً تمام اطلاعات موجود در بازار را منعکس می کند. بنابراین طبیعی است که استدلال می شود شما نمی توانید بازار را شکست دهید، زیرا تمام اقدامات انجام شده در آن کاملاً متعادل است و هر تحقیقاتی که برای بدست آوردن سود بالاتر از آنچه از استراتژی خرید و نگهداری<sup>۱</sup> حاصل می شود، انجام خواهد شد، کاملاً بیهوده است. لذا در ادامه محققان درصدد آمدند تا دقت و صحت این نظریه را در بازارهای مختلف بررسی کنند و علیرغم این نظریه، جامعه علمی روش های مختلفی را برای پیش بینی بازار سهام پیشنهاد کرده اند و به این نتیجه رسیدند که برخلاف این نظریه، با استفاده از رویکردهای مختلف، این مهم قابل اجرا و پیاده سازی است که یکی از این رویکردها، تشخیص و شناسایی الگوهای سهام با استفاده از مدل های مختلف است.

## ۶-۱- مرور کلی بر ادبیات موضوع

یک روش ساده برای انجام تطبیق الگو بین سری ها، محاسبه فاصله نقطه به نقطه است، تا میانگین خطا در نقاط داده در توالی ها اندازه گیری شود. برای اندازه گیری فاصله خطای مربع میانگین، فاصله بین دو توالی  $P = (p_1, \dots, p_m)$  و  $Q = (q_1, \dots, q_n)$  به شکل زیر محاسبه می شود:

$$\text{Dist}(P, Q) = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m (p_k - q_k)^2 \quad (1-1)$$

---

<sup>1</sup> Buy & Hold

مشکل اصلی اندازه‌گیری فاصله نقطه به نقطه این است که تعداد نقاط داده در توالی باید یکسان باشد، که در اکثر موارد نمی‌توان برآورده کرد. یک راه حل مستقیم این است که سری‌های زمانی طولانی‌تر را با تقسیم مساوی به بخش‌هایی با همان تعداد نقاط داده در سری زمانی کوتاه‌تر فشرده کرده و از میانگین نقاط داده در هر بخش برای نشان دادن کل بخش استفاده کنید. از نظر ریاضی، برای توالی  $P = (p_1, \dots, p_m)$  و  $Q = (q_1, \dots, q_n)$  به طوریکه  $n \leq m$ ، فاصله به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$\text{Dist}(P, Q) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \left[ \left( \frac{1}{e_k - s_k + 1} \sum_{i=s_k}^{e_k} p_i \right) - q_k \right]^2 \quad (2-1)$$

که در آن  $s_k$  و  $e_k$ ، به ترتیب نشانگر نقاط داده شروع و پایان بخش  $k$ ام در دنباله طولانی‌تر  $P$  است (یی و فالوتوسوس، ۲۰۰۰؛ کئوک و پازانی، ۲۰۰۰) و این روش تقریب مختلط قطعات (PAA) نام دارد (کئوک و پازانی، ۲۰۰۰). با این حال، این روش ممکن است شکل کلی (ساختار) توالی را پس از فشرده سازی دنباله طولانی‌تر، به دلیل پتانسیل صاف کردن نقاط بحرانی (مهم ادراکی) بدست نیاورد.

بنابراین، ابداع یک تابع شباهت مناسب به هیچ وجه بی اهمیت نیست. در حالی که ادبیات آماری در مورد تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی گسترده است، اما به مفاهیم شباهت قابل استفاده مستقیم در حوزه خاص پرداخته نشده است. به عنوان مثال، تحلیل سهام. کارهای اخیر در تطبیق الگوی سری‌های زمانی را می‌توان در دو رویکرد کلی دسته بندی کرد. رویکرد اول توالی‌های زمان را به دامنه‌های دیگر ترسیم می‌کند؛ در حالی که روش دوم توالی‌های زمان را مستقیماً در بازه زمان پردازش می‌کند. رویکرد فالوتوسوس و همکاران (۱۹۹۴)، به طور کلی یک تبدیل فوریه گسسته<sup>۱</sup> (DFT) را برای هر دنباله محاسبه می‌کند و چند ضریب اول را برای نمایه سازی توالی‌های اصلی مربوطه انتخاب می‌کند.

<sup>1</sup> Discrete Fourier transform

توالی‌هایی با ضرایب تطبیق مشابه، یکسان در نظر گرفته می‌شوند. در حالی که کانون توجه فالتوسوس و همکاران (۱۹۹۴)، مطابقت کامل توالی‌ها است. کار آگراوال و همکاران (۱۹۹۳) تطبیق دنباله‌ای را مجاز می‌داند. چارچوبی مبتنی بر تجزیه موجک توسط استروژیک و ساییس (۱۹۹۸) ارائه شده‌است. چان و فو (۱۹۹۹) از تغییر موجک گسسته (DWT) برای تطبیق الگوی سری‌های زمانی استفاده کردند. برای رویکرد دامنه زمانی، K کثوق و اسمیت (۱۹۹۷) یک مدل احتمالی را بر اساس تقسیم‌بندی خطی توالی زمان مطابق با دانش قبلی برای نمایش کارآمد ارائه دادند. شیا (۱۹۹۷) روش‌هایی را برای بازیابی کارآمد همه مجموعه‌ها در مجموعه داده‌های سری زمانی با شکلی شبیه به الگوی جستجو (در حوزه زمان) پیشنهاد کرد.

جستجوی سریع تشابه در توالی‌های زمانی بزرگ معمولاً ED را به عنوان اندازه‌گیری عدم تشابه تصویب می‌کند. لازم است سرعت و کاهش سرعت محلی در توالی‌ها مجاز باشد، که منجر به یک اندازه‌گیری شباهت محبوب و آزمایش‌شده به نام فاصله "تاب دادن زمان" می‌شود. بر اساس تکنیک تاب دادن زمان پویا (DTW)، روش پیشنهادی برخی الگوها را از قبل تعریف می‌کند تا به عنوان الگوهایی برای هدف تشخیص الگو عمل کنند (برنت و کلیفورد، ۱۹۹۴).



## ۱-۷- جنبه های نوآوری و جدید بودن موضوع

با توجه به رشد و توسعه روزافزون بازارهای سهام و اهمیت و جایگاه ویژه آن در اقتصاد و همچنین با توجه به سختی ها و پیچیدگی های بسیار این بازار، به دلیل وجود عوامل و پارامترهای تاثیرگذار زیاد، نیاز به تجزیه و تحلیل پیشرفته تر بازار و افزایش توانایی ها در زمینه تحلیل و پیش بینی بازارها افزون می شود. همچنین با گسترده شدن علوم کامپیوتری و الگوریتم ها و روش های هوشمند، همچون شبکه عصبی، الگوریتم ژنتیک، هوش مصنوعی و ...، محققان و تحلیل گران در بازارهای مالی نیز از تلفیق این علوم با حوزه مالی بهره مند شده اند.

همچنین با ذکر این نکته که افراد و معامله گران در تحلیل و بکارگیری روش های مختلف، به خصوص شناسایی و تشخیص بصری الگوهای سهام، ناتوانند، امروزه محققان کوشیده اند تا بهره گیری و تلفیق حوزه مالی با علوم مختلف، به ویژه علوم کامپیوتر از جمله مباحث داده کاوی و هوش مصنوعی، سرمایه گذاران را در مسیر تصمیم گیری یاری کنند. به همین دلیل موضوع مورد بررسی نیز از جهت اینکه به بررسی رویکردها و الگوریتم های هوشمند در زمینه تشخیص الگو می پردازد، از مباحث به روز و جذاب بین محققان است.

## ۱-۸- کاربردهای موضوع سمینار

از مهم ترین کاربردهای این پژوهش می توان موارد روبرو را ذکر کرد: (۱) پیش بینی روند آتی بازار سهام (۲) تعیین و تبیین استراتژی های خرید و فروش (۳) بهره بردن از سود و بازدهی بالاتر همراه با ریسک کمتر (۴) کمک به سرمایه گذاران در امر تصمیم گیری.

## ۹-۱- کاربران نتایج موضوع سمینار

از مخاطبان و کاربران این تحقیق می‌توان به معامله‌گران، سرمایه‌گذاران، تحلیل‌گران، شرکت‌ها و صندوق‌های سرمایه‌گذاری، سازمان بورس اوراق بهادار و شرکت‌های تامین سرمایه اشاره نمود که از این رویکرد و روش، جهت پیش‌بینی الگوهای سهام و در نتیجه پیش‌بینی روند آن استفاده می‌کنند.

## ۱۰-۱- جمع بندی

با توجه به اهمیت و جایگاه بازار سهام در اقتصاد جوامع و تاثیرات آن بر روی دیگر عوامل کلان اقتصادی، ایجاد یک سازوکار قوی، جهت سوق دادن سرمایه‌های مازاد به سمت بازار سهام، یکی از تصمیمات و سیاست‌گذاری‌های مهم در هر کشوری است. اما با توجه به پیچیدگی‌های بازار سهام، به دلیل وجود عوامل و فاکتورهای تاثیرگذار بسیار، معامله‌گران در تلاشند تا با استفاده از روش‌ها و الگوریتم‌های پیشرفته بتوانند بهترین و بهینه‌ترین تصمیم را اتخاذ کنند. چون تحلیل تکنیکال یکی از عوامل مهم در امر تجزیه و تحلیل بازار و تشخیص روند، می‌باشد، بسیاری از محققان در زمینه تشخیص و شناسایی الگوهای سهام مقالات و پژوهش‌های بسیاری را ارائه داده‌اند و همچنین با پیشرفت و توسعه الگوریتم‌های هوشمند و پیشرفته نیز، هر روز شاهد رشد روزافزون در این حوزه در امر تشخیص و شناسایی هوشمند الگوها هستیم.

در فصل‌های بعدی نیز جهت آشنایی بیشتر، به بررسی مقالات، رویکردها و روش‌های نوین تشخیص الگو که در سال‌های اخیر ارائه شده‌اند، می‌پردازیم و در نهایت نیز این روش‌ها را با یکدیگر مقایسه کرده و پیشنهاداتی در زمینه تحقیقات آتی ارائه می‌دهیم.

## فصل دوم

### مبانی نظری موضوع

## ۱-۲- مقدمه:

یکی از مهم‌ترین وظایف تحلیل‌گران مالی، تحلیل تکنیکال است. برای تجزیه و تحلیل رفتار بازار، یافتن الگوهای تکنیکال در نمودارهای قیمت سهام ضروری است. در واقع، دو مشکل اصلی وجود دارد: (۱) نحوه تعریف الگوهای مورد نظر (الگوهای تکنیکال) و چگونگی مطابقت الگوی تعریف شده در رزولوشن‌های مختلف. همانطور که می‌بینیم، تعریف شباهت بین سری‌های زمانی (یا دنباله‌های سری زمانی) از اهمیت اساسی برخوردار است. با شناسایی نقاط مهم ادراکی<sup>۱</sup> (PIP) به طور مستقیم از بازه زمانی، می‌توان سری‌های زمانی و الگوها با طول مختلف را مقایسه کرد. سه روش اندازه‌گیری فاصله، از جمله فاصله اقلیدسی<sup>۲</sup> (ED)، فاصله قائم<sup>۳</sup> (PD) و فاصله عمودی<sup>۴</sup> (VD)، برای شناسایی نقاط PIP در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته است. پس از فرآیند شناسایی PIP، رویکردهای مبتنی بر الگو<sup>۵</sup> و مبتنی بر قاعده<sup>۶</sup> ارائه می‌شوند. روش‌های پیشنهادی از نظر شهودی مشخص و قابل فهم هستند، به طوری که به کار بردن آن‌ها برای تحلیل‌گران و سرمایه‌گذاران بازار سهام راحت و آسان است. همانطور که توسط تحقیقات نشان داده شده است، رویکردهای مبتنی بر الگو و قاعده و رویکرد جستجوی دنباله‌ای، مسیر و روش‌های مختلفی را برای رسیدن به هدف شناسایی الگو ارائه می‌دهند.

---

<sup>۱</sup> Perceptually Important Points (PIP)

<sup>۲</sup> Euclidean distance

<sup>۳</sup> Perpendicular distance

<sup>۴</sup> Vertical distance

<sup>۵</sup> Template-based

<sup>۶</sup> Rule-based

## ۲-۲- شناسایی نقاط مهم ادراکی (PIP)

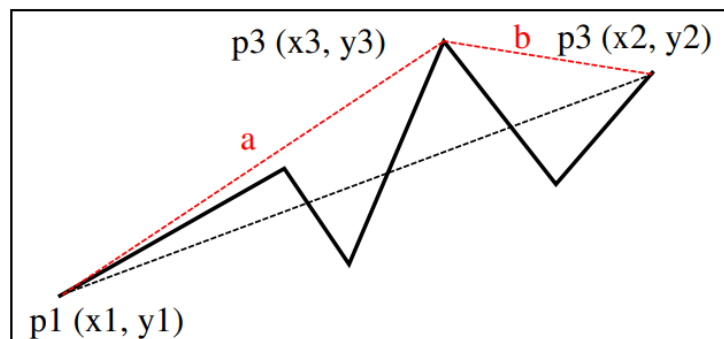
طرح ارائه شده از رویکرد دامنه زمانی استفاده می‌کند، که برای تحلیل‌گران و سرمایه‌گذاران بورس، از نظر بصری و ادراکی قابل فهم‌تر است. تطبیق الگوی سری‌های زمانی براساس شناسایی نقاط مهم از نظر ادراکی (PIP) برای اولین بار توسط چونگ و همکاران در سال ۲۰۰۱ ارائه شده است.

در مورد تجزیه و تحلیل تکنیکال داده‌های سهام، اغلب الگوهای سهام مورد استفاده با چند نقطه مهم مشخص می‌شوند. به عنوان مثال، الگوی سر و شانه حداقل باید از یک نقطه سر، دو نقطه شانه و یک جفت نقطه گردن تشکیل شده باشد. این نقاط از نظر ادراکی در فرآیند شناسایی انسان نیز مهم هستند و همچنین باید در روند تطبیق الگو سهام نیز لحاظ شوند. طرح پیشنهادی نیز با قرار دادن نقاط PIP در توالی داده P مطابق با توالی نمونه Q از این ایده پیروی می‌کند. لذا کل روند شناسایی الگوی سری‌های زمانی را می‌توان به دو قسمت تقسیم کرد، شناسایی PIP و اندازه‌گیری شباهت. همچنین، یک مکانیزم کنترل‌شده بر روی عرض نتایج تطبیق، به جای ثابت‌کردن طول.

حال به بررسی نقاط PIP در یک الگوی سهام می‌پردازیم. دو PIP اول، اولین و آخرین نقطه P خواهد بود؛ PIP بعدی نقطه P با حداکثر فاصله تا دو PIP اول خواهد بود؛ سپس PIP چهارم نقطه P با حداکثر فاصله تا دو PIP مجاور آن خواهد بود، یعنی در بین PIP‌های اول و دوم یا PIP‌های دوم و آخر. روند مکان‌یابی PIP ادامه می‌یابد تا زمانی که طول نقاط پیدا شده برابر با توالی Q شود. برای تعیین حداکثر فاصله بین دو PIP مجاور، سه روش اندازه‌گیری فاصله ارائه شده است که در ادامه به توضیح آن می‌پردازیم.

(۱) اولین معیار، مجموع ED ها از نقطه  $p_3 = (x_3, y_3)$  تا نقاط مجاور آن، یعنی  $p_1 = (x_1, y_1)$  و  $p_2 = (x_2, y_2)$  است.

$$ED(p_1, p_2, p_3) = \sqrt{(x_2 - x_3)^2 + (y_2 - y_3)^2} + \sqrt{(x_1 - x_3)^2 + (y_1 - y_3)^2} \quad (۱-۲)$$



شکل ۱-۲: فاصله اقلیدسی برای شناسایی نقاط PIP

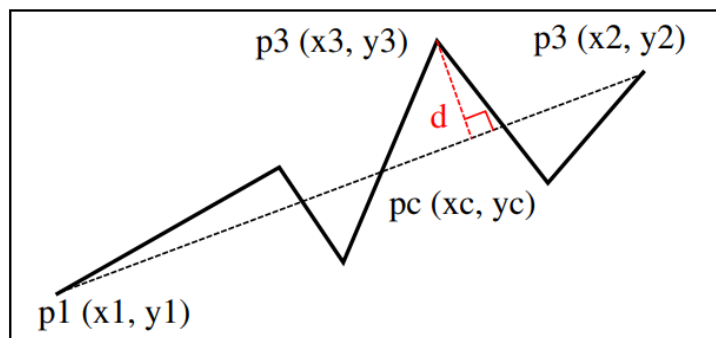
(۲) دومین معیار، فاصله قائم از نقطه  $p_3$  به خط اتصال دو نقطه PIP مجاور است مطابق شکل ۲.

$$\text{Slope}(p_1, p_2) = s = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad (۲-۲)$$

$$x_c = \frac{x_3 + (sy_3) + (s^2x_2) - (sy_2)}{1 + s^2} - (x_3)^2 \quad (۳-۲)$$

$$y_c = (sx_c) - (sx_2) + y_2 \quad (۴-۲)$$

$$PD(p_3, p_c) = \sqrt{(x_c - x_3)^2 + (y_c - y_3)^2} \quad (۵-۲)$$

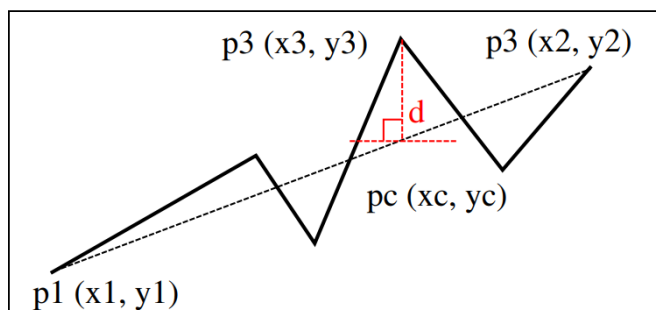


شکل ۲-۲: فاصله قائم برای شناسایی نقاط PIP

۳) آخرین معیار، فاصله عمود بین نقطه  $p_3$  و خط واصل دو نقطه مجاور است مطابق شکل ۳.

$$VD(p_3, p_c) = |y_c - y_3| = \left| (y_1 + (y_2 - y_1) \frac{x_c - x_1}{x_2 - x_1}) - y_3 \right| \quad (۶-۲)$$

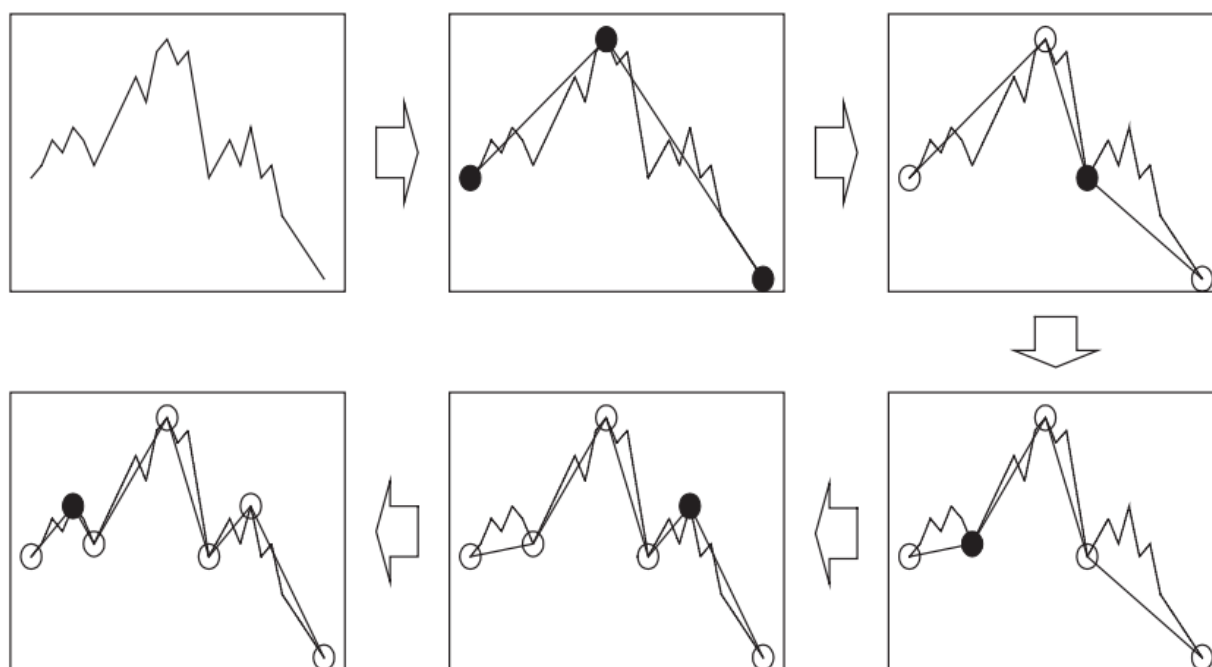
, where  $x_c = x_3$



شکل ۳-۲: فاصله عمودی برای شناسایی نقاط PIP

هدف این کار این است که نوسان دنباله را به دست آورد و این نقاط نوسان یافته بعنوان PIP در نظر گرفته می شوند.

برای نشان دادن روند شناسایی و تشخیص الگو، از الگوی سر و شانه استفاده شده است و در شکل ۴ نتیجه گام به گام اندازه گیری ED را نشان می‌دهد. در اینجا، تعداد نقاط داده در دنباله P و Q به ترتیب ۲۹ و ۷ است ( $m = 29, n = 7$ ). با استفاده از معیار فاصله قائم (PD) و فاصله عمودی (VD)، نقاط PIP مشابهی شناسایی می‌شود، اما ترتیب محل نقاط پنجم و ششم، مطابق دو شکل سمت راست پایین، عوض می‌شود. در هر دو مورد، PIPهای واقع شده به خوبی با شکل الگوی سر و شانه مطابقت دارند. پس از شناسایی PIPهای دنباله، مکانیسم اندازه‌گیری شباهت برای تطبیق الگو ضروری است. در بخش‌های بعدی دو رویکرد متفاوت معرفی شده‌است.



شکل ۲-۴: تشخیص ۷ نقطه PIP در الگوی سر و شانه



### ۳-۲- مدل تطبیق الگو مبتنی بر الگو نمونه

رویکرد مبتنی بر الگو، شباهت بین الگوی تعریف شده و توالی‌های تقسیم‌شده که دارای تعداد نقاط یکسان با الگو هستند را با محاسبه فاصله AD و TD، اندازه‌گیری می‌کند که AD و TD به شکل زیر تعریف می‌شوند:

$$AD(SP, Q) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (SP_k - Q_k)^2} \quad (۷-۲)$$

$$TD(SP, Q) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{k=2}^n (SP_k^t - Q_k^t)^2} \quad (۸-۲)$$

در نهایت میزان شباهت از رابطه زیر قابل اندازه‌گیری است، که در آن Q بیانگر الگوی موردنظر و SP نشان‌دهنده توالی تقسیم شده است.

$$D(SP, Q) = w1 * AD(SP, Q) + (1 - w1) * TD(SP, Q) \quad (۹-۲)$$

w1: مقداری وزنی که برای تعادل بین AD و TD نیاز است.

SP<sub>k</sub>: نقاط موجود در SP      Q<sub>k</sub>: نقاط موجود در الگو نمونه

SP<sub>k</sub>: SP<sub>k</sub><sup>t</sup> در زمان t      Q<sub>k</sub>: Q<sub>k</sub><sup>t</sup> در زمان t

مشابه وزن‌های ارائه شده توسط فو و همکاران (۲۰۰۷)، وزن w1=0.5 را لحاظ می‌کنیم. وقتی D(SP,Q) برای یک توالی کمتر از حد آستانه باشد، ما آن توالی را به عنوان یک الگو می‌پذیریم.

## ۲-۴- مدل تطبیق الگو مبتنی بر قاعده

رویکرد تطبیق الگوی مبتنی بر قاعده (فو و همکاران، ۲۰۰۷) از قوانین از پیش تعریف شده برای شناسایی الگوها استفاده می‌کند. اگر یک توالی تقسیم‌شده با قوانین یک الگوی معین مطابقت داشته‌باشد، یک الگو تطبیق می‌دهد. در جداول ۱ تا ۶ قوانین شش الگوی انتخاب شده ذکر شده‌است.

جدول ۱-۲: قوانین الگوی سه سقف

$sp_4 > sp_2$ and $sp_6$	$sp_2 > sp_1$ and $sp_3$	$sp_2 > sp_1$ and $sp_3$	$sp_4 > sp_3$ and $sp_5$
$sp_6 > sp_5$ and $sp_7$	$sp_2 \geq 0.5(sp_6 + sp_5)$	$sp_6 > sp_5$ and $sp_7$	$\text{diff}(sp_3, sp_5) < 15\%$
$sp_6 \geq 0.5(sp_2 + sp_3)$	$sp_7 \leq sp_5$	$\text{diff}(sp_2, sp_4) < 15\%$	$\text{diff}(sp_4, sp_6) < 15\%$
$\text{diff}(sp_4', sp_2') < 2.5 * \text{diff}(sp_6', sp_4')$		$sp_7 \leq \min(sp_3, sp_5)$	
$\text{diff}(sp_6', sp_4') < 2.5 * \text{diff}(sp_4', sp_2')$			

جدول ۲-۲: قوانین الگوی سر و شانه سقف‌ها

جدول ۳-۲: قوانین الگوی فنجان و دسته

$sp_1 < sp_2, sp_3$ and $sp_4$	$sp_1 > sp_2, sp_3$ and $sp_4$
$sp_5 < sp_6, sp_7$ and $sp_8$	$sp_6 < sp_5$ and $sp_7$
$\text{diff}(\max(sp_2, sp_3, sp_4), \max(sp_6, sp_7, sp_8)) < 15\%$	$\text{dis}(sp_6, L_{15}) \leq 0.5 \text{dis}(\min(sp_2, sp_3, sp_4, L_{15}))$
$\text{diff}(\max(sp_2, sp_3, sp_4, sp_6, sp_7, sp_8), sp_5) \geq 0.1sp_5$	$sp_5 > sp_2, sp_3$ and $sp_4$
$sp_5 < sp_2, sp_3$ and $sp_4$	$\text{diff}(sp_1, sp_5) < 6\%$
$sp_9 < sp_6, sp_7$ and $sp_8$	
$sp_9 \leq sp_5$	

جدول ۴-۲: قوانین الگوی دو سقف

جدول ۵-۲: قوانین الگوی لبه‌ها

$sp_2 > sp_1$ and $sp_3$	$sp_4 > sp_3$ and $sp_5$	$sp_2 > sp_1$ and $sp_3$	$sp_4 > sp_3$ and $sp_5$
$sp_6 > sp_5$ and $sp_7$	$sp_3 < sp_5$	$sp_6 > sp_5$ and $sp_7$	$sp_5 > sp_3$
$\text{diff}(sp_2, sp_4) < 6\%$	$\text{diff}(sp_4, sp_6) < 6\%$	$sp_6 > sp_4 > sp_2$	The slope of $L_{35} > \text{The slope of } L_{46}$

جدول ۶-۲: قوانین الگوی مثلث

توجه داشته باشید که این قوانین با توجه به توصیف ویژگی‌های الگوهای تعریف شده توسط بولکواسکی (۲۰۱۱) طراحی شده‌اند. بسته به اولویت تحلیل‌گر، می‌توان برای محدود کردن قوانین شناسایی الگو، تعدیلاتی نیز اعمال کرد. فقط رویکرد مبتنی بر قواعد برای شناسایی الگوهای HB و IL استفاده می‌شود که توسط کندل‌های شمعی نشان داده می‌شوند و با خط و نقطه قابل نمایش نیستند. بسیاری از محققان الگوی شناخته شده Head-and-Shoulders Tops را بررسی کرده‌اند. ما توصیفات بولکواسکی (۲۰۱۱) و زاپرانیس (۲۰۰۷) را برای تعیین مجموعه‌ای از قوانین برای این الگو در جدول ۲ ترکیب می‌کنیم. در جدول ۲،  $SP_k$  ( $k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ ) نشان‌دهنده هفت نقطه انتخابی در این الگو است و  $\min(SP_m, SP_n)$  بیانگر مقدار حداقل در نقاط است. در جدول ۱، متعلق به الگوی سه سقف است و در آن  $\text{dif}(SP_m, SP_n)$  بیانگر اختلاف بین دو نقطه  $SP_m$  و  $SP_n$  است. در جدول ۳، که برای الگوی فنجان با دسته است،  $L_{mn}$  بیان‌کننده خطی است که دو نقطه  $SP_m$  و  $SP_n$  را قطع می‌کند و  $\text{dis}(SP_6, L_{15})$  نمایانگر فاصله  $SP_6$  و  $L_{15}$  است. به جز قوانینی که در جدول ۵ وجود دارد،  $SP_1$ ،  $SP_2$ ،  $SP_3$ ،  $SP_4$  و  $SP_5$  چند جمله‌ای مرتبه دوم را تشکیل می‌دهند که ضریب تعیین آن بزرگتر یا برابر ۰.۸ است.

## ۵-۲- تطبیق الگو مبتنی بر فاصله اقلیدسی

رویکرد مبتنی بر فاصله اقلیدسی، شباهت بین دو دنباله را با محاسبه فاصله اقلیدسی نقطه به نقطه بین آن‌ها اندازه‌گیری می‌کند. ما الگوی نمونه را با همان طول توالی تست شده، در آزمایشات بسط می‌دهیم. فاصله اقلیدسی بین دو دنباله  $X(x_1, \dots, x_n)$  و  $Y(y_1, \dots, y_n)$  را می‌توان با معادله زیر نمایش داد.

$$ED(X, Y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (۱۰-۲)$$

اگر فاصله اقلیدسی کمتر از یک حد آستانه داده شده باشد، گفته می‌شود دو توالی مشابه هستند.

## ۶-۲- تطبیق الگو مبتنی بر تاب‌دادن زمان پویا

رویکرد تاب‌دادن زمان پویا (DTW) که توسط برنت و کلیفورد در سال ۱۹۹۴ ارائه شد، شباهت بین سری‌های زمانی با طول‌های مختلف را اندازه‌گیری می‌کند. DTW می‌تواند توالی‌های مشابه خارج از فاز را نیز مطابقت دهد. در آزمایشات، الگوی نمونه را با همان طول توالی تست شده، در آزمایشات بسط دادیم. با دو دنباله  $X(x_1, \dots, x_n)$  و  $Y(y_1, \dots, y_n)$ ، یک ماتریس  $n \times m$  به نام  $M$  تشکیل می‌دهیم. عناصر  $d(x_i, y_i)$  در این ماتریس نمایانگر فاصله اقلیدسی بین دو نقطه  $x_i$  و  $y_i$  است.

مسیر تاب‌خوردگی  $W = w_1, w_2, \dots, w_k, \dots, w_K (\max(m, n) \leq K < m + n - 1)$  یک مجموعه همسایه از عناصر در ماتریس  $M$  است. مسیر تاب‌خوردگی سه محدودیت را دنبال می‌کند، یعنی شرایط مرزی<sup>۱</sup>، تداوم<sup>۲</sup> و یکنواختی<sup>۳</sup>. شرایط مرزی نشان می‌دهد که  $w_1 = (x_1, y_1)$  و  $w_K = (x_n, y_m)$ . تداوم به معنی  $w_k =$

<sup>۱</sup> Boundary conditions

<sup>۲</sup> Continuity

<sup>۳</sup> Monotonicity

$a - a' \geq 0$  نشان می‌دهد که  $(a, b), w_{k-1} = (a', b')$ , where  $a - a' \leq 1, b - b' \leq 1$ .  
 $0, b - b' \geq 0$ .

حال مسیر بهینه تاب‌خوردگی  $DTW(x, y)$  را می‌توان به شرح زیر تعریف کرد:

$$DTW(x, y) = \min \sqrt{\sum_{k=1}^{k=K} w_k} \quad (11-2)$$

مسیر بهینه تاب‌خوردگی  $DTW(x, y)$ ، که هزینه تاب برداشتن را به حداقل می‌رساند، توسط برنامه‌نویسی پویا محاسبه می‌شود. فاصله تجمعی  $\gamma(i, j)$  به عنوان فاصله  $d(x_i, y_j)$  تعریف می‌شود که در سلول فعلی یافت می‌شود و حداقل فاصله‌های تجمعی عناصر مجاور به شرح زیر است:

$$\gamma(i, j) = d(x_i, y_j) + \min \{\gamma(i-1, j-1), \gamma(i-1, j), \gamma(i, j-1)\} \quad (12-2)$$

وقتی  $\gamma(m, n)$  کمتر از یک حد آستانه مشخص باشد، گفته می‌شود که این دو توالی مشابه هستند.

## ۷-۲- تطبیق الگو مبتنی بر ماشین‌های بردار پشتیبان

با توجه به رویکرد تطبیق الگوی مبتنی بر ماشین‌های بردار پشتیبان، مجموعه‌ای از سری‌های زمانی با لیب‌های مثبت و منفی برای آموزش استفاده می‌شود. با استفاده از مدل مبتنی بر ماشین‌های بردار پشتیبان آموزش دیده، یک دنباله را می‌توان به عنوان یک الگوی مثبت یا منفی طبقه بندی کرد. ما از کتابخانه SVM که توسط چنگ و لین در سال ۲۰۱۱ ارائه شد و یک کتابخانه محبوب منبع آزاد یادگیری ماشین برای SVM است، استفاده کردیم. ما مجموعه‌ای از داده‌های آموزش دیده را وارد می‌کنیم (یعنی سری زمانی مثبت و منفی یک الگو) و از طبقه بندی بردار پشتیبان<sup>۱</sup> در کتابخانه LIBSVM برای ساخت مدلی برای طبقه بندی الگوی داده شده استفاده می‌کنیم. یک بردار آموزش  $x_i \in R^n$ ,  $i = 1, \dots, l$  در دو کلاس، و یک بردار شاخص  $y \in R^l$  به گونه‌ای که  $y_i \in \{-1, 1\}$  هر سری زمانی یک بردار است. سری‌های زمانی مثبت با لیب ۱ و سری‌های زمانی منفی با لیب -۱ برچسب گذاری می‌شوند. C-SVC مشکل بهینه سازی زیر را حل می‌کند:

$$\min_{w, b, \xi} \frac{1}{2} w^T w + c \sum_{i=1}^l \xi_i \quad (۲-۱۳)$$

$$S.T. \quad y_i(w^T \phi(x_i) + b) \geq 1 - \xi_i, \quad \xi_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, l \quad (۲-۱۴)$$

به طوریکه  $\phi(x_i)$ ، نقاط  $x_i$  را در یک فضا با ابعاد بیشتر نشان می‌دهد و C پارامترهای تنظیم را تشکیل می‌دهد.

---

<sup>۱</sup> C-support vector classification

## ۸-۲- جمع‌بندی:

تجزیه و تحلیل تکنیکال معمولاً برای استخراج اطلاعات مفید از قیمت‌های تاریخی سهام انجام می‌شود. هنگام پیش‌بینی روند قیمتی، معامله‌گران معمولاً داده‌های گذشته بازار را تجزیه و تحلیل می‌کنند تا الگوهای مهم را شناسایی کنند. شناسایی الگوهای خاصی که در پیش‌بینی روند آینده قیمت‌ها، در سری زمانی داده‌های تاریخی سهام مفید تلقی می‌شود، یک روش معمول در تجزیه و تحلیل تکنیکال است. خصوصیات این الگوها که به الگوهای نمودار نیز معروف هستند، توسط کارشناسان بورس به طور گسترده مورد بررسی قرار گرفته و به عنوان سیگنال‌هایی شناخته می‌شوند که حرکت قیمت را پیش‌بینی می‌کنند. بولکواسکی در سال ۲۰۱۱ شرح مفصلی از ۵۳ الگوی نمودار را تهیه می‌کند و ویژگی‌های منحصر به فرد و روابط آن‌ها با حرکت قیمت را با جزئیات بررسی می‌کند. (بولکواسکی، ۲۰۱۱)

بسیاری از رویکردهای تطبیق الگو در سری‌های زمانی مالی برای شناسایی الگوهای نمودار و پیش‌بینی روند قیمت اعمال شده است. از آنجا که اندازه داده‌های یک سری زمانی مالی زیاد است، برخی از رویکردهای تطبیق الگو از جمله رویکردهای مبتنی بر الگو و مبتنی بر قاعده، یک سری زمانی را با روش‌های تقسیم‌بندی پیش پردازش می‌کنند تا تعداد نقاط سری زمانی کاهش یابد.

بنابراین، نتایج روش‌های مبتنی بر الگو و مبتنی بر قاعده، تحت تأثیر نتایج تقسیم‌بندی قرار می‌گیرند. در مقابل، سایر روش‌های تطبیق الگو مانند روش پویای زمان‌تاب (DTW)، فاصله اقلیدسی (ED) و ماشین‌های بردار پشتیبان (SVM)، الگوها را در سری‌های زمانی بدون تقسیم‌بندی تشخیص می‌دهند. اگرچه این روش‌ها تحت تأثیر روش تقسیم‌بندی نیستند، اما در مرحله محاسبات شباهت، به پردازش و زمان بیشتری نیاز دارند. اگرچه رویکردهای مبتنی بر الگو و مبتنی بر قاعده در محاسبه اندازه شباهت سری زمانی کارآمد هستند، اما در مرحله تقسیم‌بندی، مرحله قبل از پردازش، می‌تواند منجر به از دست رفتن اطلاعات از سری زمانی اصلی شود. رویکرد مبتنی بر الگو، فاصله زمانی و دامنه بین الگوها و سری‌های زمانی تقسیم‌بندی شده را محاسبه می‌کند. رویکرد

مبتهی بر قاعده قوانینی را برای شناسایی الگوی نمودار تعریف می کند. از آنجا که الگوها و قوانین از قبل ثابت و مشخص شده‌اند، این دو روش معمولاً در شناسایی تغییرات جزئی از الگوهای نمودار انعطاف پذیر نیستند. از طرف دیگر، روش فاصله اقلیدسی و روش پویای زمان‌تاب شباهت را بدون تقسیم بندی اندازه‌گیری می‌کنند. روش پویای زمان‌تاب می‌تواند شباهت دو سری زمانی را که اندازه آن‌ها با هم متفاوت است، اندازه‌گیری کند. ماشین‌های بردار پشتیبان را می‌توان برای یافتن حداکثر حاشیه و فاصله در یک ابر صفحه، برای جدا کردن دو نوع الگو، آموزش داد. بنابراین، ماشین‌های بردار پشتیبان می‌تواند تغییرات بیشتری را در الگوهای نمودار تشخیص دهد. برای دو الگوی مشابه، موقعیت این دو الگو در یک فضا می‌تواند آنقدر نزدیک باشد که از جدا شدن دقیق آن‌ها توسط SVM جلوگیری کند. به همین ترتیب، ED و DTW نیز نمی‌توانند به طور دقیق دو الگوی مشابه را از هم جدا کنند.

در جدول ۷ مقایسه بین استفاده مدل‌های مختلف از ابزارها را مشاهده می‌کنید.

**جدول ۷-۲: مقایسه رویکردهای مختلف تشخیص الگو**

	Distance based	Segment	Training
Template-Based	✓	✓	✗
Rule-Based	✗	✓	✗
Euclidean distance	✓	✗	✗
Dynamic time warping	✓	✗	✗
support vector machine	✗	✗	✓



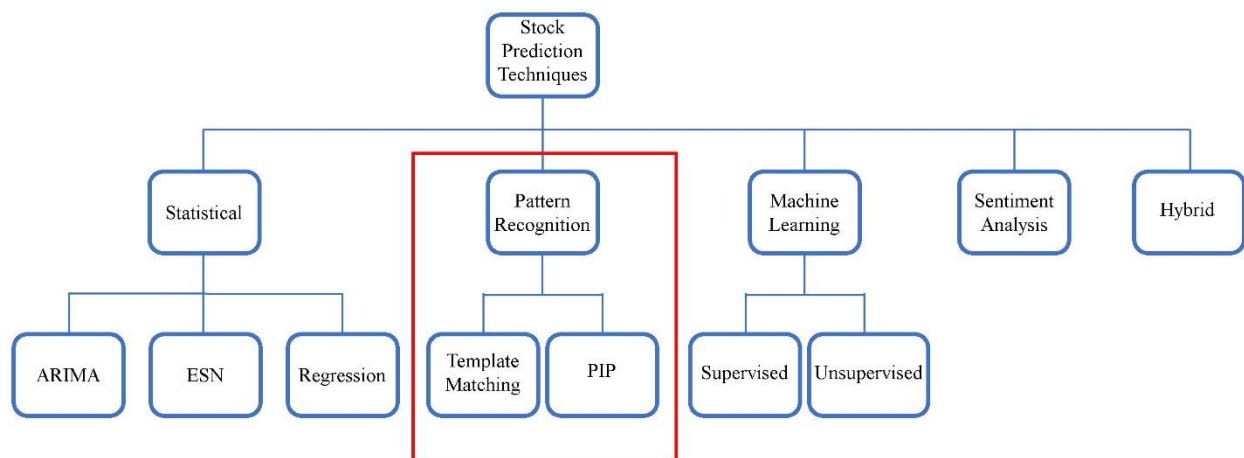
فصل سوم  
مرور ادبیات

### ۱-۳- مقدمه:

بورس اوراق بهادار یک سیستم بسیار پیچیده و قابل تغییر است که تحت تأثیر بسیاری از عوامل از جمله فضای اقتصادی، مسائل سیاسی، توسعه صنعتی و اخبار بازار و غیره قرار دارد. برای کسب سود از بازار سرمایه، سرمایه‌گذاران به دنبال ابزارها و تکنیک‌های مناسب برای تحلیل بازار سهام هستند. لذا دستیابی به مدل‌های دقیق بازار سهام می‌تواند ابزارهایی را برای تصمیم‌گیری بهتر مبتنی بر داده در اختیار سرمایه‌گذاران قرار دهد. این مدل‌ها می‌توانند به معامله‌گران کمک کنند تا ریسک سرمایه‌گذاری را کاهش دهند و سودآورترین سهام را انتخاب کنند. بعلاوه، ایجاد مدل‌های پیشرفته امکان استفاده از داده‌های غیر سنتی مانند قیمت سهام و اخبار تاریخی را فراهم می‌کند. پیشرفت‌های اخیر در تجزیه و تحلیل سهام و پیش‌بینی، تحت چهار دسته آماری، تشخیص الگو، یادگیری ماشین<sup>۱</sup> (ML) و تحلیل احساسات است. این دسته‌بندی‌ها اغلب در زیر دسته گروه گسترده‌تری از تجزیه و تحلیل تکنیکال قرار می‌گیرند. شکل .... یک طبقه‌بندی کلی از تکنیک‌های معروف پیش‌بینی سهام را نمایش می‌دهد که ما در این پژوهش بر روی بخش تشخیص الگو تمرکز می‌کنیم.

---

<sup>۱</sup> Machine learning



شکل ۳-۱: طبقه بندی روش‌های پیش بینی سهام

تشخیص الگو مترادف با یادگیری ماشین است اما با توجه به تجزیه و تحلیل سهام، این دو تکنیک به روش‌های بسیار متفاوتی اعمال می‌شوند. تشخیص الگو بر روی شناسایی الگوها و روند داده‌ها متمرکز است (فو و یانگ، ۱۹۸۶؛ ونگ و چن، ۲۰۰۷؛ پاراچو و همکاران، ۲۰۱۰). الگوها در بازارهای سهام، توالی‌های تکراری هستند که در نمودارهای شمعی ( $OHLC^1$ ) یافت می‌شوند، که معامله‌گران در طول تاریخ از آن‌ها به عنوان سیگنال‌های خرید و فروش استفاده می‌کردند (ولای و دانیل، ۲۰۱۸). تجزیه و تحلیل تکنیکال، متکی به الگوهایی است که مستقیماً در داده‌های سهام یافت می‌شود؛ این تکنیک شامل تجزیه و تحلیل بصری نمودارهای ساخته شده در طول زمان، برای نشان دادن تغییرات در قیمت، حجم یا سایر اندیکاتورها مانند اندیکاتور مومنتوم<sup>۲</sup> است (نسبیت و باراس، ۲۰۰۴). نمودارسازی یک روش تجزیه و تحلیل فنی برای مقایسه قیمت بازار و تاریخچه حجم آن با الگوهای نمودار برای پیش بینی رفتار آینده قیمت بر اساس درجه مطابقت است (لی و همکاران ۲۰۰۲). نمودارسازی یک روش تجزیه و تحلیل تکنیکال برای مقایسه قیمت بازار و تاریخچه حجم آن با الگوهای نمودار

<sup>1</sup> Open-High-Low-Close

<sup>2</sup> Price momentum

برای پیش‌بینی رفتار آینده قیمت سهام بر اساس درجه مطابقت است (لی و همکاران، ۲۰۰۲). الگوهای نمودار که به طور معمول از آن‌ها استفاده می‌شود، شامل الگوهای saucers, wedges, pennants, flags, spikes, gaps, triangles, head-and shoulders و الگوهای سقف و کف است (پارک و آروین، ۲۰۰۷). الگوهای قیمت سهام، توانایی آگاهی‌دادن به یک سرمایه‌گذار از تحولات بعدی آن سهام را دارند (پاراچو و همکاران، ۲۰۱۰). دو روش به طور گسترده برای شناسایی و تشخیص الگو استفاده می‌شود: (۱) نقاط مهم ادراکی (PIP) هستند، که شامل کاهش ابعاد سری‌زمانی (به عنوان مثال تعداد نقطه داده‌ها) با حفظ نقاط برجسته است (۲) تطبیق الگو، این تکنیک برای مطابقت یک الگوی معین سهام با یک تصویر برای شناسایی شی استفاده می‌شود (چن و چن، ۲۰۱۶). در نهایت با توجه به پژوهش ولای و دانیل در سال ۲۰۱۸، بسیاری از مطالعات و مقالات رابطه ای بین الگوها و روندهای آینده بازار و سهام پیدا کرده‌اند.

## ۲-۳- بررسی مقالات

### ۱-۲-۳- مقالات بر اساس مدل‌های پایه‌ای شناسایی الگوها در داده‌های سهام

اولین پژوهش در زمینه الگوها را لوی (۱۹۷۱) بر روی قدرت پیش‌بینی ۳۲ الگوی نموداری پنج نقطه‌ای (از جمله تعاریف مختلف الگوهای کانال، سر و شانه سقف و کف، مثلث متقارن، کنج، الماس، سه قلو و کف و سقف) در بازار سهام نیویورک انجام داد و پی برد که بهترین و بدترین الگوها، متفاوت از بازار عمل نمی‌کنند. سپس نفتچی (۱۹۹۱) الگوهای سر و شانه و مثلث را در بورس اوراق بهادار تهران مورد بررسی قرار داد و در مقایسه با تئوری پیش‌بینی وینر-کولموگروف چنین اظهار کرد: اگر فرآیندهای تحت بررسی خطی باشند، آنگاه تحلیل تکنیکال توانایی کسب بعضی اطلاعات را که وینر-کولموگروف نادیده می‌گرفت، دارد. همچنین او الگوریتمی را برای آزمایش الگوهای تکنیکال معرفی کرد.

اوسلر و چانگ (۱۹۹۵) تحقیق بر روی الگوی سر و شانه برای قیمت روزانه ارزهای مهم نسبت به دلار انجام دادند و بر مفید بودن این الگو تأکید داشتند. لو، مامایسکی و وانگ (۲۰۰۰) الگوریتم نفتچی را بهبود دادند و با بررسی ۱۰ الگو در بازار سهام آمریکا در طول سال‌های ۱۹۶۲-۱۹۹۶ با روش رگرسیون غیرپارامتری کرنل به این نتیجه رسیدند که با توجه به اینکه تحلیل تکنیکال، اطلاعات مناسبی را در اختیار افراد قرار می‌دهد، ارزش استفاده را دارد. داوسون و استیلی (۲۰۰۳)، روش لو، مامایسکی و وانگ را در بازار سهام انگلستان انجام داده و همان نتایج اما با درجه ضعیف‌تر را گرفتند. ساوین، ولر و زوینگلیس (۲۰۰۷) از الگوریتم لو، مامایسکی و وانگ برای بازار آمریکا استفاده کردند و پی بردند که الگوی سر و شانه قدرت پیش‌بینی بازده مازاد را دارد. چونگ و پون (۲۰۱۴) با استفاده از الگوریتم لو، مامایسکی و وانگ و ایجاد فیلتر جدید، ادعا کردند که بازده مازاد تعدیل شده براساس ریسک برای الگو سر و شانه سقف بهبود می‌یابد.

در ایران هم مطالعاتی در رابطه با الگوهای تحلیل تکنیکال توسط شباهنگ و حسنی (۱۳۸۲) سه الگوی سر و شانه، مثلث متقارن و مستطیل انجام شده‌است. آن‌ها با استفاده از شبیه‌سازی مونت‌کارلو به مقایسه تعداد

دفعات الگوهای تکنیکی در سری قیمت سهام و سری خلق شده تصادفی پرداختند. همچنین بازده‌های به‌دست آمده بر اثر به‌کارگیری هر یک از الگوهای تکنیکی در هر سری قیمت را محاسبه کردند و اذعان داشتند که به استثنای الگوی مستطیل، دو الگو دیگر مفید می‌باشند.

## ۲-۲-۳- مقالات بر اساس مدل‌های مبتنی بر قاعده و مبتنی بر الگو

رویکردهای تطبیق الگوی TB و RB (فو و همکاران ۲۰۰۷) نیاز دارد تا تعداد نقاط داده‌ی ورودی سری‌زمانی با تعداد الگو نمونه یکسان باشد. در این روش‌ها، تقسیم‌بندی قبل از پردازش، یک مرحله لازم برای کاهش تعداد نقاط در سری زمانی است. توجه داشته باشید که تقسیم‌بندی می‌تواند بر نتایج تطبیق الگوی TB و RB تأثیر بگذارد، زیرا معیار تشابه براساس سری‌زمانی تقسیم‌بندی شده‌است. روش‌های تقسیم‌بندی معمولاً به عنوان یک مرحله قبل از پردازش در تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی، برای کاهش تعداد نقاط داده در سری‌های زمانی اصلی، استفاده می‌شوند.

این روش‌های تقسیم‌بندی شامل نقاط مهم ادراکی (PIP) (چونگ و همکاران، ۲۰۰۱) (چن و همکاران، ۲۰۱۳)، تقریب مختلط<sup>۱</sup> (PAA) (پازانی و کئوق، ۲۰۰۰)، تقریب خطی به‌طور جداگانه<sup>۲</sup> (PLA) (کئوق و همکاران، ۲۰۰۱) و روش نقطه عطف<sup>۳</sup> (TP) (سی و یین، ۲۰۱۳)، است. فو و همکاران در سال ۲۰۰۷ سه روش مختلف PIP را مقایسه کردند؛ آن‌ها روش فاصله عمودی<sup>۴</sup> PIP را بهترین انتخاب می‌دانند. وان و همکاران (۲۰۱۶) گزارش می‌دهد که رویکرد مبتنی بر قاعده با PIP دقت بالاتری در تشخیص Head-and-shoulder Tops نسبت به همان روش مبتنی بر سایر روش‌های تقسیم‌بندی دارد. روش TB با محاسبه فاصله نقطه به نقطه و فاصله‌زمانی، شباهت بین الگوی نمونه و سری‌زمانی تقسیم‌شده را اندازه‌گیری می‌کند. رویکرد RB از قوانین

<sup>1</sup> Piecewise Aggregate Approximation

<sup>2</sup> Piecewise Linear Approximation

<sup>3</sup> Turning point

<sup>4</sup> Vertical distance PIP (PIP-VD)

مشخص تعریف شده برای شناسایی الگو در سری های زمانی تقسیم شده استفاده می کند. تنظیم این قوانین ذهنی است و بنابراین می تواند بر نتایج تطبیق الگو تأثیر بگذارد. اگرچه از TB و RB می توان برای محاسبه سریع تشابه بین سری زمانی تقسیم شده و الگوی استاندارد استفاده کرد، اما این رویکردها فاقد انعطاف پذیری در شناسایی تنوع الگوها هستند. به طور خاص، روش TB به الگوهای نمونه برای تطبیق الگو متکی است و قوانینی که در رویکرد RB تعریف شده اند نیز می توانند بسیار ذهنی و سختگیرانه باشند.

تکنیک های تشخیص الگو برای شناسایی روندهای آینده براساس داده های تاریخی با استفاده از تطابق الگو بکار گرفته می شوند. فو و همکاران در سال ۲۰۰۵ رویکردی کارا تر برای شناسایی الگو در داده های سری زمانی با استفاده از مفهوم تجسم انسانی<sup>۱</sup> PIP پیشنهاد کردند. نتایج پژوهش آنها نشان می دهد که رویکرد PIP نه تنها ابعاد را کاهش می دهد بلکه در مقایسه با روش تطبیق الگو، امکان شناسایی سریع تر الگوها را به شما می دهد. زیرا از روش مطابقت الگو متوالی با برش دادن داده های سری زمانی با رویکرد پنجره کشویی استفاده می کند.

لی و همکاران در سال ۲۰۰۸ با نشان دادن این نکته که سود حاصل از روش ابتکاری در مقایسه با معاملات تصادفی بهتر است، نظریه بازار کارا ( فاما ۱۹۷۰) را به چالش کشیدند. آنها از الگوی پرچم صعودی که نشان دهنده افزایش قیمت ها در آینده نزدیک است، استفاده کردند و از روش تطبیق الگو جهت شناسایی این الگو بهره بردند. این پژوهش روی قیمت های پایانی NYSE طی ۹۰۰۰ روز معاملاتی اعمال گردید و نتایج حاصل از آن نشان دهنده این است که این رویکرد معاملاتی در اکثر اوقات سود بالاتری از بازار کسب می کند، از این رو اعتبار تجزیه و تحلیل تکنیکال را تقویت می کند.

سرولو-رویو و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از الگوی پرچم، یک الگوی مبتنی بر قواعد پیشنهاد دادند. این مطالعه با معرفی دو پارامتر جدید حد ضرر و حد سود جهت بکارگیری مدلسازی پویا برای بسته شدن معاملات، پژوهش قبلی را گسترش می دهد. همچنین از داده های روزانه جهت ایجاد عرض قابل توجه در تعداد مشاهدات درون

---

<sup>1</sup> Human visualization concept

نمونه استفاده می‌کند. علاوه بر این، آن‌ها هر دو قیمت آغازین و پایانی را برای گسترش دامنه اطلاعات هنگام تصمیم‌گیری چه در صورت شروع عملیات و چه عدم شروع، در نظر گرفتند. به گفته نویسندگان، نتایج حاکی از عملکرد مثبت الگوی پرچم روی داده‌های روزانه داوجونز (DJIA) برای افق زمانی بیش از ۱۳ سال است. همچنین نتایج با استفاده از دو شاخص برجسته اروپایی، شاخص سهام آلمان (DAX) و بورس اوراق بهادار FTSE اعتبارسنجی شدند. همچنین شواهد تجربی موجود ارائه شده در برابر EMH (Fama 1970) نشان می‌دهد چگونه می‌توان استراتژی سرمایه‌گذاری را برای غلبه بر بازار به معنای میانگین-واریانس توسعه داد.

آرولو و همکاران در سال ۲۰۱۷ یک مکانیسم استوار برای معاملات پویای DJIA براساس شناسایی و تشخیص الگوی پرچم فیلترشده با استفاده از روش تطبیق الگو، براساس کار اولیه سرولو-رویو و همکاران ارائه می‌دهد. نویسندگان قبل از در نظر گرفتن الگوهای پرچم برای انجام معاملات، فیلترهای مختلفی را اعمال می‌کنند؛ طبق میانگین متحرک نمایی (EMA) و دامنه قیمتی الگوهای شناسایی شده. عملکرد آن‌ها بسیار بهتر از رویکرد پایه سرولو-رویو و همکاران است و همچنین استراتژی خرید و نگهداری با سود بالاتر و ریسک کمتر.



### ۳-۲-۳- مقالات بر اساس مدل‌های مبتنی بر فاصله اقلیدسی و روش DTW

رویکردهای تطبیق الگوی مبتنی بر ED و DTW، تکنیک‌های مبتنی بر فاصله بدون تقسیم‌بندی هستند. رویکرد ED یک روش اندازه‌گیری تشابه ساده است، و روش DTW (برندت و کلیفورد، ۱۹۹۴) یک روش اندازه‌گیری معروف با متغیرهای زیاد است. توجه داشته‌باشید که رویکرد TB که در بخش قبلی ذکر شد، یک رویکرد تطبیق الگوی مبتنی بر فاصله است. این سه روش، ED را بین الگوی نمونه و سری‌زمانی، به روش‌های مختلف محاسبه می‌کنند. رویکرد TB دامنه و فاصله زمانی بین نقاط بخش‌ها در یک سری‌زمانی و نقاط روی الگوی نمونه را محاسبه می‌کند. رویکردهای ED و DTW فاصله بین تمام نقاط داده در یک سری‌زمانی و نقاط روی الگوی نمونه بزرگ شده (یا با مقیاس بندی مجدد) را محاسبه می‌کنند. هنگام استفاده از روش‌های مبتنی بر فاصله، به یک حد آستانه نیاز است. وقتی فاصله محاسبه شده کمتر از حد آستانه باشد، سری‌های زمانی به عنوان یک الگو پذیرفته می‌شوند. DTW می‌تواند تغییرات بیشتری نسبت به ED را تشخیص دهد؛ زیرا قادر به محاسبه شباهت سری‌های زمانی خارج از فاز است. DTW همچنین می‌تواند تنوع طول را در بین سری‌های زمانی ورودی تشخیص دهد. اگرچه DTW تنوع طول را در محاسبه شباهت مجاز می‌داند، اما درجه اختلاف باید حداقل باشد.

کیم و همکاران در سال ۲۰۱۸ به منظور معاملات آتی روی شاخص سهام KOSPI 200 براساس DTW، یک سیستم معاملاتی تطبیق الگو ایجاد کردند. که داده‌های ورودی برای پنجره کشویی شامل داده‌های سری زمانی روزانه از ساعت 9-12 pm است. نویسندگان برای مطابقت با الگوهای شناخته شده از روش DTW استفاده می‌کنند. این رویه استراتژی معاملاتی در ساعات بعدازظهر همان روز را شکل می‌دهد. رویکرد آن‌ها بازدهی سالانه خوبی ایجاد می‌کند و نشان می‌دهد که بیشتر الگوها در زمان تقسیم سود، سودآوری بیشتری دارند.

#### ۴-۲-۳- مقالات بر اساس مدل‌های مبتنی بر SVM

توالی‌های لیبل‌دار یا سری‌های زمانی نیز می‌توانند با استفاده از SVM طبقه‌بندی شوند، که یک مدل یادگیری نظارت‌شده با الگوریتم‌های یادگیری مرتبط است که می‌تواند داده‌ها را تجزیه و تحلیل کند و الگوها را تشخیص دهد. SVM یک طبقه‌بندی خطی باینری غیراحتمالاتی است که یک توالی ورودی جدید را به یک دسته یا دسته دیگر اختصاص می‌دهد. مدل SVM یک توالی را از یک فضای ویژگی با بُعد کم را به یک فضای ویژگی با ابعاد بالا ترسیم می‌کند و ابر صفحه با حداکثر حاشیه را برای جدا کردن دو دسته پیدا می‌کند. از یک تابع کرنل برای ترسیم از فضای ویژگی بعد کم به یک فضای ویژگی بعد بالا، استفاده می‌شود. انتخاب تابع کرنل و تسريع در محاسبه ماتریس کرنل، شامل دو چالش در SVM است (زینگ و همکاران، ۲۰۱۰). LIBSVM (چنگ و لین، ۲۰۱۱) یک کتابخانه معروف منبع آزاد یادگیری ماشین است که الگوریتم بهینه سازی حداقل توالی (SMO) را برای SVM‌های کرنل که طبقه‌بندی و رگرسیون را پشتیبانی می‌کنند، پیاده‌سازی می‌کند. SVM یک رویکرد نظارت شده است و می‌تواند تغییرات بیشتری را در الگوهای ورودی تشخیص دهد. از SVM می‌توان برای یافتن ابر صفحه با حداکثر حاشیه در فضای با ابعاد بالا برای جداسازی دو نوع الگو استفاده کرد. وقتی از SVM در جداسازی دو الگوی مشابه استفاده می‌شود، موقعیت‌های آن‌ها در فضای دارای ابعاد بالا اغلب در فاصله کمی قرار دارد. به همین دلیل، فاصله بین دو الگوی مشابه به قدری مشابه است که رویکردهای TB، ED و DTW نمی‌توانند آن‌ها را به روشی خوب یا رضایت بخشی تشخیص دهند. بر خلاف روش SVM، اندازه‌گیری شباهت از روش HSMM<sup>۱</sup> بر اساس محاسبه فاصله نیست. بنابراین یک HSMM می‌تواند الگوهای مشابه را بهتر تشخیص دهد و تغییرات بیشتری را از توالی‌های ورودی تشخیص دهد.

---

<sup>۱</sup> Hidden-Semi Markov model

## ۵-۲-۳- مقالات بر اساس مدل‌های مبتنی بر الگوریتم‌های هوش مصنوعی

در سال‌های اخیر، مطالعات زیادی با هدف پیش‌بینی قیمت در بازارهای مالی، براساس شناسایی چندین الگوی نمودار معروف (بولکواسکی، ۲۰۰۵) در سری‌های زمانی، انجام شده‌است. بدین منظور، از چندین روش همراه با تکنیک‌های بهینه‌سازی مانند الگوریتم‌های ژنتیک استفاده شده و نتایج خوبی بدست آورده‌اند (لین و همکاران، ۲۰۰۴؛ پینتو و نوس، ۲۰۱۱). برخی از مطالعات برای ایجاد قوانین سرمایه‌گذاری از تکنیک‌های بهینه‌سازی مانند الگوریتم‌های ژنتیک و شبکه‌های عصبی استفاده کرده‌اند (لی، پوروپس و راگوسا، ۲۰۰۲). پس از آن بسیاری از مطالعات نیز بر اساس این روش‌ها، تشخیص الگوهای دیگر و نوع جدیدی از الگوها را آزمایش کردند (سروالو، ۲۰۱۵؛ پاراچو، ۲۰۱۱؛ ونگ و چن، ۲۰۰۷).

پاراچو و همکاران در سال ۲۰۱۱ روش ترکیبی را بر اساس روش تطبیق الگو و الگوریتم ژنتیک برای ایجاد یک سیستم معاملاتی الگوریتمی پیشنهاد دادند. روش تطبیق الگو برای شناسایی روندهای صعودی و از الگوریتم ژنتیک جهت شناسایی و انتخاب مقادیر بهینه برای پارامترهای مورد استفاده در روش تطبیق الگو مانند خرید مناسب، فروش مناسب، حذف نویزها و اندازه پنجره استفاده می‌شد. این استراتژی معاملاتی روی شاخص S&P500 در بازه زمانی ۲۰۰۴-۱۹۹۸ آموزش دیده و روی داده‌های بازه زمانی ۲۰۱۰-۲۰۰۵ تست شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که این روش نسبت به استراتژی خرید و نگهداری شاخص یا یک سهام خاص عملکرد مطلوب‌تری دارد.

مارکوسکا و جیدزیچ در سال ۲۰۰۸ برای شناسایی الگوهای داده‌های سهام و استفاده از روش PIP برای کاهش ابعاد و یافتن تنها نقاط مهم الگوها، یک تکنیک تحت نظارت شبکه عصبی را اجرا کردند. تکنیک PIP برای انجام یک کار منصفانه در کشف الگوهای مجموعه‌ای از داده‌های سری زمانی کوتاه شده مشخص شد.

چن و چن در سال ۲۰۱۶ یک روش ترکیبی برای شناسایی الگوی پرچم صعودی در شاخص سهام TAIEX و NASDAQ ارائه دادند. نویسندگان روشی را ایجاد کردند که مزایای استفاده از دو روش تشخیص الگو یعنی

PIP و تطبیق الگو را با هم ترکیب می‌کند. رویکرد ترکیبی پیشنهادی آن‌ها از نظر بازده شاخص کل با حاشیه سود خوبی از مدل‌های دیگر مانند الگوریتم ژنتیک،  $RST^1$  و مدل ترکیبی این دو، پیشی گرفت.

### ۳-۳- جداول مقایسه‌ای مقالات

با مطالعه و تجزیه و تحلیل مقالات انتخابی، خلاصه‌ای از اطلاعات آن‌ها در قالب جداول در صفحات بعدی ارائه شده‌است.

---

<sup>1</sup> Rough Set Theory (RST)

جدول ۳-۱: مقایسه‌ی مقالات و خالصه‌ی اطلاعات آنها

ردیف		نویسندگان سال	مجله	نام بازار	داده	بازه زمانی	نوع مدل	عملکرد الگوریتم		عملکرد استراتژی خرید و نگهداری	
۱		William Leigh, 2002	Decision Support Systems	NYSE Composite index	قیمت سهام و حجم معامله	1984/07/24- 1998/06/11	Hybrid Neural Network w/ Pattern detection	۶۶٪ (درصد روزهایی که بازار بعد از سفارش خرید صعودی است)	۶۰٪ (درصد روزهایی که بازار بعد از سفارش خرید صعودی است)		
۲		M.R. Hassan, B. Nath, 2005	International Conference on Intelligent Systems Design and Applications	Southwest Airlines Co	قیمت سهام	2002/12/18- 2004/09/29	Hidden Markov Model (HMM)	مدل ارائه شده ANN ۲۰۱۱ (دقت پیش‌بینی)	۱.۶۷۳ (دقت پیش‌بینی)	-	
۳		Tak-chung Fu, 2007	Engineering Applications of Artificial Intelligence	Several	قیمت سهام	-	Template- based	۹۶٪ (درصد شناسایی الگو)	-		
۴		Tak-chung Fu, 2007	Engineering Applications of Artificial Intelligence	Several	قیمت سهام	-	Rule- based	۳۸٪ (درصد شناسایی الگو)	-		
۵		Jar-Long Wang, Shu-Hui Chan, 2007	Expert Systems with Applications	NASDAQ & TWI	قیمت سهام	1985/04/03- 2004/03/20	Bull Flag w/ Matrix Template	NASDAQ	TWI	۳.۲۷٪ (میانگین معاملات در طول دوره)	۴.۰۳٪ (میانگین معاملات در طول دوره)
						1971/06/01- 2004/03/24		NASDAQ	TWI	۴.۳۸٪ (میانگین معاملات در طول دوره)	۶.۴۸٪ (میانگین معاملات در طول دوره)

ردیف	نویسندگان سال	مجله	نام بازار	داده	بازه زمانی	نوع مدل	عملکرد الگوریتم	عملکرد استراتژی خرید و نگهداری
۶	Tak-chung Fu, 2007	Engineering Applications of Artificial Intelligence	Several	قیمت سهام	-	PAA	۸۲٪ (درصد شناسایی الگو)	-
۷	William Leigh, 2008	IEEE, Man, and Cybernetics	NYSE Composite index	قیمت سهام	1967/08/04- 2003/05/12	Bull Flag w/ Matrix Template	۴.۵۹٪ (میانگین معاملات در طول دوره)	۱.۸۳٪ (میانگین معاملات در طول دوره)
۸	Paulo Parracho, 2011	IEEE Congress on Evolutionary Computation	S&P 500	قیمت سهام	1998-2010	Uptrend pattern w/ Matrix Template + GA	۳۶.۹۲٪ (بازدهی کل)	-۴.۶۹٪ (بازدهی کل)
۹	António Canelas, 2013	Engineering Applications of Artificial Intelligence	S&P 500	قیمت سهام	1998-2010	SAX + GA	۱۶.۲۸٪ (میانگین بازدهی سالیانه)	۷.۷۹٪ (میانگین بازدهی سالیانه)
۱۰	Roberto Cervelló- Royo, 2015	Expert Systems with Applications	DJIA	قیمت سهام	2000/05/22- 2013/11/29	Bull Flag w/ Matrix Template	۱۳٪ (میانگین بازده)	-

ردیف	نویسندگان سال	مجله	نام بازار	داده	بازه زمانی	نوع مدل	عملکرد الگوریتم	عملکرد استراتژی خرید و نگهداری
۱۱	Tai-liang Chen, and Feng-yu Chen, 2016	Information Sciences	TAIEX & NASDAQ	قیمت سهام	NASDAQ 1989/01/17- 2004/03/20 TAIEX 1990/08/15- 2004/03/24	PIP +Template matching	۴۵۴.۲۹٪ (بازدهی کل شاخص)	-
۱۲	João Leitão, Rui Neves, Nuno Horta, 2016	Expert Systems with Applications	S&P 500	قیمت سهام	2011-2014	SIR + GA	۷۶.۷٪ (بازدهی کل)	۶۱.۹٪ (بازدهی کل)
۱۳	Rubén Arévalo, 2017	Expert Systems with Applications	DJIA	قیمت سهام	2000/05/22- 2013/11/29	Rule- based + EMA indicator	۲۸۶٪ (درصد سود در طول دوره)	-
۱۴	Sang Hyuk Kim, 2018	Sustainability	KOSPI 200	قیمت سهام	2001/01/02- 2015/12/30	Dynamic Time Warping	با ۱۳ الگو ۷.۱۷٪ (درصد سود کل) با ۲۷ الگو ۶.۸۷٪ (درصد سود کل)	-
۱۵	R. Naranjo, M. Santos, 2019	Expert Systems with Applications	Nasdaq & Ibex35	قیمت سهام	2011-2015	Fuzzy decision system	Nasdaq ۳.۹۸ (نسبت شارپ) Ibex35 ۳.۷۴ (نسبت شارپ)	Nasdaq ۴.۰۸ (نسبت شارپ) Ibex35 ۱.۴ (نسبت شارپ)

#### ۴-۳- جمع‌بندی

بحث تشخیص و شناسایی الگو و کاربرد آن در استراتژی معاملاتی، امروزه کاربرد وسیعی بین محققان و تحلیل‌گران بازارهای مالی دارد، که چند نمونه از آن‌ها در بخش بررسی مقالات این فصل آورده شد. با جمع‌آوری و درکنار هم قرار دادن اطلاعات بدست‌آمده از این مقالات و مرور پیشینه‌ی پژوهش، نکات مفیدی بدست می‌آید که زمینه را برای یافتن خला‌های مطالعاتی و همچنین پیشنهاد برای تحقیقات آتی فراهم می‌آورد که در فصل بعدی به آن‌ها اشاره خواهد شد.



## فصل چهارم

### نتیجه‌گیری و پیشنهاد برای تحقیقات آتی

## ۱-۴- مقدمه

در فصول گذشته، مباحث اولیه‌ی تشخیص الگوی سهام به طور اجمالی مورد بررسی قرار گرفت. در طی این بررسی‌ها، مطالعات و مقالات متعددی مورد بحث و بررسی قرار گرفتند تا بتوانیم درک صحیحی از ضرورت، نوع کاربرد و همچنین توسعه‌های لازم در این حوزه داشته باشیم.

امروزه با توجه به اهمیت بازار سرمایه و پیچیدگی‌های آن در حوزه تجزیه و تحلیل، توجه بسیاری از محققان و تحلیل‌گران به سمت حوزه پیش‌بینی روند و قیمت‌ها جلب شده است. تشخیص و شناسایی الگو نیز یکی از بخش‌هایی که مورد توجه قرار گرفته است.

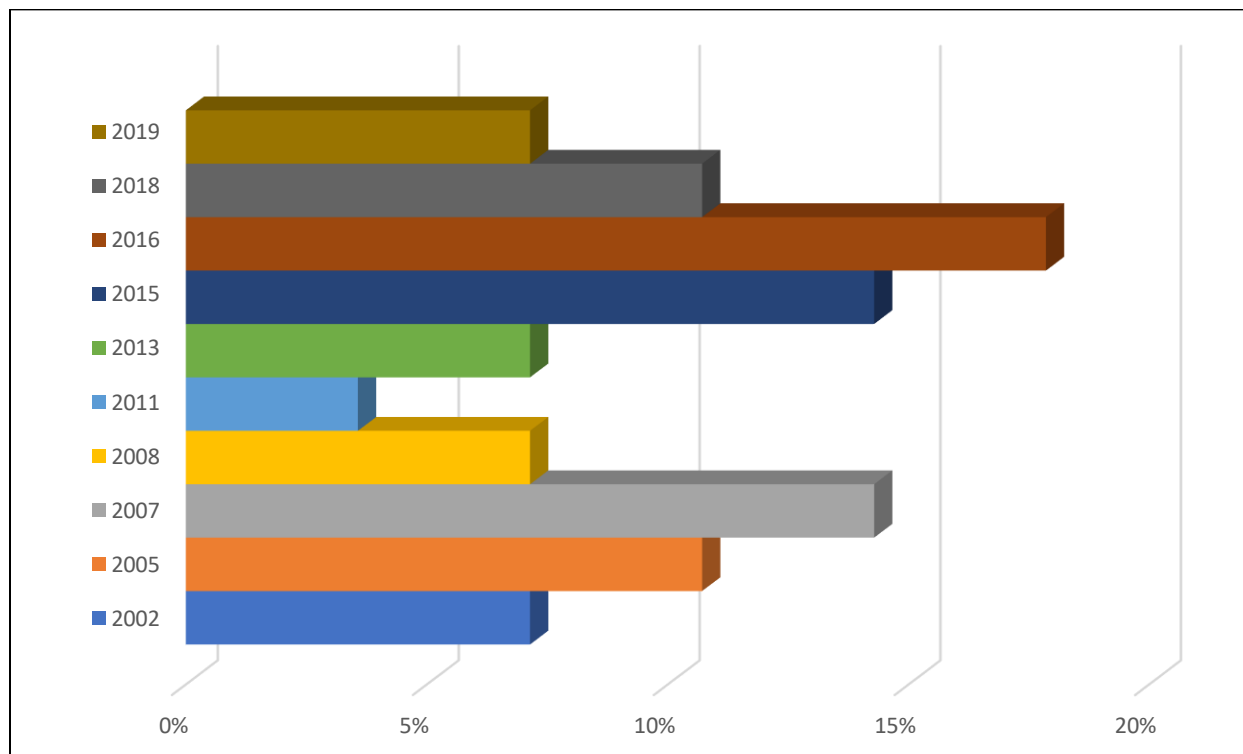
در فصول قبل با بررسی پژوهش‌ها و مقالات، به تنوع روش‌های تشخیص الگو و گسترش روش‌ها و الگوریتم‌های هوشمند همچون شبکه عصبی، الگوریتم ژنتیک و ... در این حوزه، پی بردیم. در این فصل پژوهش‌های بررسی شده را به صورت نمودارهای آماری از جنبه‌های مختلف بررسی می‌کنیم و سپس با توجه به خلاهای مطالعاتی یافته شده بر اساس مقالات بررسی شده در فصل قبل، به ارائه‌ی پیشنهادهایی در جهت تحقیقات آینده می‌پردازیم.

## ۴-۲- دسته‌بندی مقالات

با توجه به بررسی مقالات و مطالعات متعدد در بخش قبلی و اطلاعاتی استخراج‌شده، مقالات بررسی شده را بر اساس سال و نوع مدل دسته‌بندی و آنالیز می‌کنیم:

### ۴-۲-۱- دسته‌بندی مقالات بر اساس سال انتشار

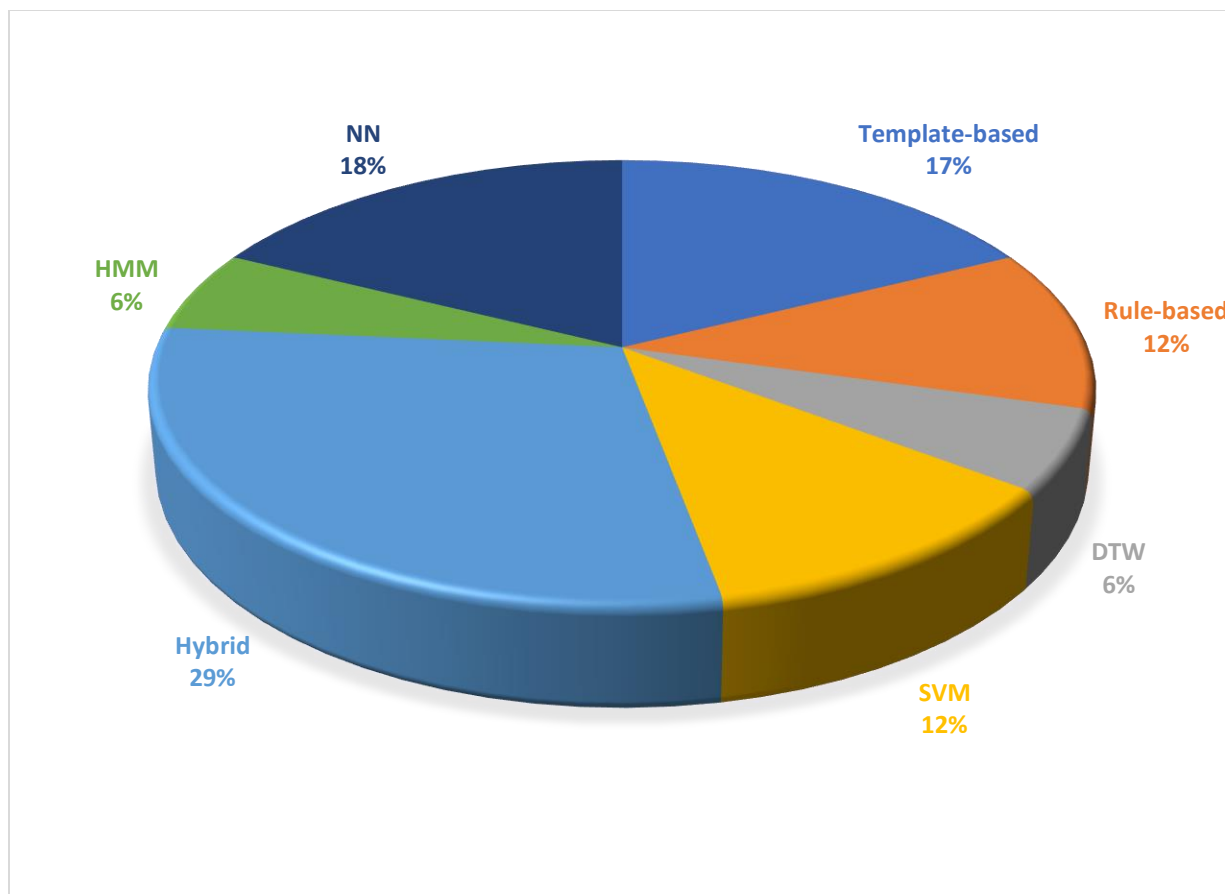
مقالات مورد بررسی در این تحقیق، در بازه زمانی سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۸ انتخاب شده و مورد بررسی قرار گرفته‌اند. نمودار ۶ بیانگر میزان تحقیقات و مقالات در سال‌های مختلف است.



شکل ۴-۱: دسته‌بندی مقالات بر اساس سال انتشار

## ۴-۲-۲- دسته بندی مقالات بر اساس نوع مدل انتخابی

نظر به اینکه مقالات مربوط به شناسایی و تشخیص الگو از مدل‌ها و الگوریتم‌های مختلفی بهره برده‌اند، که در شکل ۷ درصد بکارگیری مقالات از این مدل‌ها را مشاهده می‌کنید.



شکل ۴-۲: دسته بندی مقالات بر اساس نوع مدل انتخابی

### ۳-۴- نتیجه گیری

با توجه به بررسی مقالات داخلی و خارجی مربوط به تشخیص الگو و با در کنار هم قرار دادن نتایج حاصله از این دسته مقالات نکاتی بدست می آید که در ادامه آن را شرح می دهیم.

به طور کلی، تکنیک های تشخیص الگو نویدبخش هستند اما به تنهایی نتایج قانع کننده ای در پیش بینی سهام ندارند (ولای و دانیل، ۲۰۱۸). این تکنیک ها می توانند به جای پیش بینی مقادیر واقعی، برای تجزیه و تحلیل و استخراج الگوها قدرتمند باشند. بنابراین، به جای استفاده از تکنیک های تشخیص الگو به طور جداگانه برای پیش بینی سهام، بهتر است که آن ها فقط برای شناسایی روندها یا در ترکیب با تکنیک های پیش بینی استفاده شوند. اخیراً مدل شناسایی الگوی توسعه یافته توسط چن و چن (۲۰۱۶) برای تعیین الگوهای پرچم صعودی موجود در الگوهای تاریخی سهام ارائه شد، بازدهی بی سابقه شاخص سهام ( $TIR\%$  و  $TIR$ ) را در پیش بینی شاخص های NASDAQ و TAIEX ایجاد کرد و نشان داد که این مدل می تواند به تحلیل گران سهام یا سرمایه گذاران سهام برای بررسی دقیق الگوهای سهام یاری رساند. به نظر می رسد این کار امیدوار کننده و بسیار دقیق باشد، زیرا آن ها همچنین تعداد معاملات مورد نیاز برای دستیابی به چنین  $TIR$  بالایی را در نظر می گیرند.

با بررسی مقالات در این حوزه متوجه شدیم که تعداد مقالات خارجی و همچنین روش های حل بکار گرفته شده، در مقالات خارجی از تنوع بیشتری برخوردار است. و نکته دیگری که می توان استنتاج کرد، همانطور که اکثر مقالات به سمت استفاده از هوش مصنوعی و بهره گیری از علوم کامپیوتری سوق پیدا کرده اند، مقالات و پژوهش های این حوزه نیز از این قضیه مستثنی نیست و به سمت استفاده از الگوریتم های هوشمند و داده کاوی و .... حرکت می کنند.

اکثر مدل های بکار رفته، ابتدا نقاط PIP را شناسایی و سپس با استفاده از رویکردهای مبتنی بر قاعده و الگو، الگوهای سهام را تشخیص داده اند و در نهایت با استفاده از ابزارهای مختلف روش را پس آزمایی کرده و به سرمایه گذاران در مرحله خرید و فروش یاری می رسانند.

#### ۴-۴- پیشنهادات برای تحقیقات آتی

با توجه به موارد ذکر شده در بخش‌های قبل و جداول نتایج، می‌توان موارد زیر را به عنوان پیشنهاد برای تحقیقات آتی مطرح نمود.

(۱) استفاده از الگوریتم‌های شبکه‌عصبی جهت تعیین اوزان در روش مبتنی بر الگو و یا استفاده از منطق

فازی جهت ایجاد قوانین در روش مبتنی بر قواعد.

(۲) استفاده از یادگیری عمیق جهت رسیدن به یک دقت مناسب در بازارهای مختلف.

(۳) بکارگیری رویکردهای دیگر پیش بینی همچون ابزارهای تحلیل تکنیکال و استفاده از آن در استراتژی

های خرید و فروش و بهینه سازی پرتفوی.

(۴) اعمال کردن سایر روش‌های پیشرفته تشخیص الگو به مدل‌های ارائه شده مانند تئوری موجک<sup>۱</sup>، جهت

شناسایی بهتر الگوها و محاسبه دقیق‌تر بازدهی سهام.

(۵) اعمال کردن روش‌ها و رویکردهای دیگر جهت شناسایی دیگر الگوهای مهم همچون الگوی دو سقف و

دو کف یا الگوی سر و شانه، که کمتر مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

---

<sup>1</sup> Wavelet Theory

## فهرست مراجع

شباهنگ، ر.، و حسنی، ف. (۱۳۸۲). نحوه بکارگیری الگوی معامله تکنیکی در بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه آینده پژوهی مدیریت، ۱۵(۴)، ۱۷-۳۷.

موسوی، محمدمهدی، پور ابراهیم، حمیدرضا. (۱۳۹۵). تشخیص الگوهای تحلیل تکنیکال با استفاده از رگرسیون کرنل. مدل سازی ریسک و مهندسی مالی، دوره ۱، شماره ۲، ۱۶۶-۱۸۴.

Arévalo, Rubén, Jorge García, Francisco Guijarro, and Alfred Peris. 2017. A dynamic trading rule based on filtered flag pattern recognition for stock market price forecasting. *Expert Systems with Applications* 81: 177–92.

Cervelló-Royo, Roberto, Francisco Guijarro, and Karolina Michniuk. 2015. Stock market trading rule based on pattern recognition and technical analysis: Forecasting the DJIA index with intraday data. *Expert Systems with Applications* 42: 5963–75.

Chen, Tai-liang, and Feng-yu Chen. 2016. An intelligent pattern recognition model for supporting investment decisions in stock market. *Information Sciences* 346: 261–74.

Cheng, Ching-Hsue, Tai-Liang Chen, and Liang-Ying Wei. 2010. A hybrid model based on rough sets theory and genetic algorithms for stock price forecasting. *Information Sciences* 180: 1610–29.

Chong, T., & Poon, K. (2014). A New Recognition Algorithm for “Headand-Shoulders” Price Patterns.

Dawson, E., & Steeley, J. (2003). On the Existence of Visual Technical Patterns in the UK Stock Market. *Journal of Business Finance & Accounting*, 30(1), 263-293.

Fu, Tak-chung, Fu-lai Chung, Robert Luk, and Chak-man Ng. (2005). Preventing Meaningless Stock Time Series Pattern Discovery by Changing Perceptually Important Point Detection. Paper presented at the International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, Changsha, China, August 27–29.

- Fama, Eugene F. 1970. Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance* 25: 383–417.
- Kim, Sang, Hee Soo Lee, Hanjun Ko, Seung Hwan Jeong, Hyun Woo Byun, and Kyong Joo Oh. 2018. Pattern Matching Trading System Based on the Dynamic Time Warping Algorithm. *Sustainability* 10: 4641.
- Levy, R. (1971). The Predictive Significance of Five-Point Chart Patterns. *Journal of Business*, 44(3), 316-323.
- Lo, AW., Mamaysky, H., & Wang, J. (2000). Foundations of Technical Analysis: Computational Algorithms, Statistical Inference, and Empirical Implementation. *The Journal of Finance*, 55(4), 1705-1765.
- Leigh, William, Cheryl J. Frohlich, Steven Hornik, Russell L. Purvis, and Tom L. Roberts. 2008. Trading with a Stock Chart Heuristic. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans* 38: 93–104.
- Neftci, S. (1991). Naive Trading Rules in Financial Markets and Wiener Kolmogorov Prediction Theory: A Study of "Technical Analysis". *The Journal of Business*, 64(4), 549-571.
- Osler, CL & Chang, PH. (1995). Head and Shoulders: Not Just a Flaky Pattern. Federal Reserve Bank of New York Staff Reports, 4, August 1995.
- Parracho, Paulo, Rui Neves, and Nuno Horta. 2010. Trading in Financial Markets Using Pattern Recognition Optimized by Genetic Algorithms. Paper presented at the 12th Annual Conference Companion on Genetic and Evolutionary Computation, Portland, OR, USA, July 7–11.
- Phetchanchai, Chawalsak, Ali Selamat, Amjad Rehman, and Tanzila Saba. 2010. Index Financial Time Series Based on Zigzag-Perceptually Important Points. *Journal of Computer Science* 6: 1389–95.
- Savin, G., Weller, P., & Zvingelis, J. (2007). The Predictive Power of „Head-and-Shoulders“ Price Patterns in the U.S. Stock Market. *Journal of Financial Econometrics*, 5(2), 243-265.



## **Abstract**

In recent years, how to forecast the stock market has been one of the most important and common research topics and has also always been the focus of many analysts and researchers. Predicting stock prices is on itself a challenging issue due to the number of variables involved; Therefore, to make accurate predictions, stock researchers and analysts have tested various algorithms, models, and analysis techniques; For example, technical analysis is one of the most popular approaches used by many investors, or artificial intelligence algorithms such as fuzzy time series, genetic algorithms and neural networks, which have been proposed by researchers to predict the future of the index and the stock market. Chart patterns are an important part of classical technical analysis, and one of the most prominent features of technical analysis tools is their reproducibility, so that they can be easily seen in any chart and any time frame. Price patterns can be used as a signal to enter, a confirmation tool or to predict the direction and extent of market price movements. Therefore, with the development of data science and artificial intelligence algorithms, a lot of research has been done on predicting the trend and return of stocks through pattern recognition and also in the field of decision making. For this reason, our goal in the forthcoming research is to get acquainted with the studies and researches done on different types of stock market patterns as well as intelligent models to identify patterns and finally help investors in making profitable investment decisions.

**Key words:** Stock market forecasting, Pattern recognition, Technical indicator, Artificial intelligence



K. N. Toosi University Of Technology  
**Department of Industrial Engineering**

**Intelligent pattern recognition in investment decision  
making**

**Hossein Rahimi**

**Supervisor:**

**Dr. Amirabbas Najafi**

**Master of Science Seminar in  
Industrial Engineering**

July 2021