فصلنامــه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گــذاری
سال نهم/ شماره سی‌وششم/ زمستان ۱۳۹۹

طراحی سیستم معاملاتی هوشمند با هدف کشف پیوت قیمتی با استفاده از الگوهای کندلستیک و تکنیک مربع گن (صنعت بیمه و صندوق بازنشستگی)

ابراهیم عباسی
دانشیار و عضو هیئت علمی دانشگاه الزهرا، (نویسنده مسئول)
abbasiebrahim2000@alzahra.ac.ir

حسین دیده‌خانی
استادیار و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی‌آبادکتول
h.didekhani@gmail.com

پرویز سعیدی
دانشیار و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی‌آبادکتول
dr.parvizsaeedi@yahoo.com

مصطفی باقری
دانشجوی دکتری مدیریت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی‌آبادکتول،
bagheriemail@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۵/۰۷ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۸/۱۴

چکیده

هدف پژوهش حاضر طراحی یک سیستم معاملاتی هوشمند با استفاده از تکنیک‌های هوش مصنوعی به منظور کشف و طبقه‌بندی صحیح پیوت‌های قیمتی است. منظور از پیوت قیمتی نقاط برگشت قیمت است که موجب تغییر روند قیمت سهام می‌شود. در این بین نیز از دو تکنیک مربعی گن و الگوهای کندلستیک در کنار سایر متغیرها استفاده شده است. به منظور ساخت سیستم معاملاتی هوشمند از تکنیک شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده شده است. داده‌های مورد استفاده در این پژوهش مربوط به ۱۲ شرکت فعال در گروه بیمه و صندوق بازنشستگی طی ۵سال شهریور ۱۳۹۱ الی شهریور ۱۳۹۶ می‌باشد. پیوت‌های قیمتی شرکت‌های مورد بررسی با الگوبرداری از اندیکاتور ZigZag و با کدنویسی در SQLServer شناسایی شده‌اند. نتیجه پژوهش نشان از توانمندی بالای سیستم طراحی شده برای کشف و طبقه‌بندی پیوت‌های قیمتی با محوریت دو الگوی کندلستیک و تکنیک مربعی گن دارد. در این بین، سطح اهمیت الگوهای کندلستیک و سطوح مربعی گن در کشف و طبقه‌بندی صحیح پیوت‌های قیمتی بالاتر از سایر متغیرها بوده است.

واژه‌های کلیدی: الگوهای کندلستیک، مربع گن، پیوت قیمتی، اندیکاتور ZigZag.

۱- مقدمه

با افزایش پیچیدگی‌های بازارهای مالی نیاز به استفاده از ابزارهای نوین مالی برای تحلیل و تصمیم‌گیـری در خصوص خرید و فروش سهام نیز زیاد شده است. بازارهای مالی یکی از فضاهای کسب و کاری است کـه امـروزه علاوه بر پیچیدگی فعالیت، حجم بالایی از سرمایه در گردش را در بر گرفته است. هدف اکثر فعالین بـازار سـهام کسب سود از تفاوت قیمت سهام است که وجود عدم اطمینان در این بازار، این هدف را تحت الشعاع خـود قـرار داده است. وجود عدم اطمینان برای سرمایه‌گذار ناخوشایند بوده و راهی جز کـاهش عـدم اطمینـان بـرای آنـان نمی‌گذارد. یکی از راه‌های کاهش عدم اطمینان در بـازار سـهام، اسـتفاده از روشـهای جدیـد ریاضـی (از جملـه سریهای زمانی و توابع غیرخطی) است؛ یکی از دلایل استفاده از روشهای جدید ریاضی، عـدم دسترسـی و عـدم شناخت کافی سرمایه گذاران به اطلاعات بنیادی کافی جهت پیش بینی قیمت سهام است. به منظور غلبه بر این محدودیت، ابزارها و روشـهای تحلیـل تکنیکـال گسـترش یافتنـد. اسـتفاده از تریـدرهای هوشـمند، نسـبتهای فیبوناچی، اندیکاتورها، الگوهای قیمتی و .... از جمله این روشها بود (سابات، پاتنایک، پانیگرافی و ماهتو، ۲۰۱۷).

هدف اصلی پژوهش حاضر، طراحی سیستم معاملاتی هوشمند مبتنی بر روشهای جدید ریاضـی بـه منظـور کسب بازدهی مطلوب از طریق کشف پیوت قیمتـی و بـا تاکیـد بـر الگوهـای کندلسـتیک مـی‌باشـد. الگوهـای کندلستیک از جمله تکنیک‌های تحلیل تکنیکال می‌باشـد، کـه چهـار نـوع قیمـت سـهام را در قالـب گرافیکـی مشخصی نشان می‌دهد. اولین و آخرین قیمت تشکیل دهنده بدنه کندل و بالاترین و پایین‌ترین قیمـت تشـکیل دهنده سایه یک کندل است. کندل‌ها علاوه بر نشان دادن تغییرات قیمتی سهام، الگوهـای رفتـاری بـازار را نیـز نشان می‌دهند (نیسون، ۲۰۰۴). منظور از پیوت قیمتی نیز نقاطی است که روند قیمت سهام در آن نقاط عـوض می‌شود. به عبارتی در نقاط پیوت قیمتی روند نزولی به صـعودی و رونـد صـعودی بـه نزولـی تبـدیل مـی‌شـود (جای‌وانگ و جتراکول، ۲۰۱۶). منظور از پیوت قیمتی نیز نقاطی است که روند قیمت سهام در آن نقـاط عـوض می‌شود. به عبارتی در نقاط پیوت قیمتی روند نزولی به صعودی و روند صعودی به نزولی تبدیل می‌شود.

طبق مفروضات تحلیل تکنیکال، به منظور پیش‌بینی روند قیمت سهام نیازی به تعیین ارزش ذاتـی سـهام و بررسی سایر متغیرهای بنیادی نیست. استدلال بر این است که تمام عوامل درونی و بیرونی اثر خود را بر قیمـت سهم می‌گذارند. به عبارتی، تمامی اطلاعات و عوامل موثر بر سهام در قیمت و حجم معاملات سـهام نشـان داده می‌شود، لذا بررسی قیمت و حجم معاملات در بعد زمـانی کـافی اسـت. یکـی دیگـر از مفروضـات مهـم تحلیـل تکنیکال، تکراری بودن الگوهای عملکردی بازار است؛ که بر اساس آن می‌توان از روند گذشته قیمت سهام، رونـد آتی آن را پیش‌بینی کرد (اسچواجر و اتژورن، ۲۰۱۷).

بر این اساس، پژوهش حاصر قصد دارد تا سیستم معاملاتی هوشمند بر مبنای مفروضات تحلیل تکنیکال و با آموزش و تست الگوهای کندلستیک در بازه‌های زمانی گذشته طراحی کند. به عبارتی، سـعی بـر ایـن اسـت تـا سیستم معاملاتی مورد نظر بر اساس داده‌های گذشته آموزش و تست شده و قوانینی برای کشف پیـوت قیمتـی ارائه گردد. بنابراین، آنچه در این تحقیق اهمیت دارد، تشخیص صحیح (یا با حداقل خطا) برگشـت رونـد قیمـت سهام بر اساس الگوهای کندلستیک می‌باشد. تفاوت و نقطه قوت اصلی این پژوهش با سایر پژوهش‌های دیگر در

استفاده از دو متغیر کلیدی الگوهای کندلستیک و تکنیک مربعی گن است. به عبارتی سیستم طراحی شده بر مبنای توانایی این دو متغیر برای کشف پیوت‌های قیمتی می‌باشد.

در پژوهش‌های صورت گرفته (فلاح‌پور، گل‌ارضی و فتاره‌چیان، ۱۳۹۲؛ فخاری، ولی‌پورخطیر و موسوی، ۱۳۹۶؛ دش، ۲۰۱۶ و پاکرائی، ۱۳۹۶) از داده‌ها و متغیرهای کلاسیک تکنیکال برای تخمین برگشت روند قیمت سهام استفاده شده است؛ درحالی‌که پژوهش حاضر قصد دارد سیستم معاملاتی هوشمندی را با استفاده از الگوهای نوین تکنیکال (شامل شش الگوی کندلستیک، تکنیک مربعی گن و سایر متغیرهای مالی رفتاری) و تکنیک هوش‌مصنوعی (شبکه‌های عصبی مصنوعی) طراحی و از آن برای تخمین پیوت قیمت سهام استفاده کند. در مقاله حاضر پژوهشگر در ابتدا به بررسی پیشینه و طرح سوالات پژوهش پرداخته است. سپس روش پژوهش و متغیرهای مورد استفاده تشریح شده و نهایتاً یافته‌های پژوهش و نتیجه‌گیری ارائه شده است. در انتهای مقاله نیز موضوعات جدیدی برای انجام پژوهش‌های آتی پیشنهاد شده است.

۲- پیشینه پژوهش

در این بخش ابتدا سابقه نظری موضوع پژوهش ارائه و پس از آن نتایج پژوهش‌های تجربی صورت گرفته ارائه شده است.

۲-۱- پیشینه نظری

برای کسب سود در بازار سرمایه، علاوه بر داشتن اطلاعات تخصصی به استفاده از فنون و روش‌های تجربی نیاز است. در این بین روش‌ها و فنون مختلفی وجود دارد که می‌تواند به سرمایه‌گذاران کمک کند تا بتوانند بیشترین بازده را حاصل نمایند. یکی از این روش‌ها تحلیل تکنیکال است؛ گستردگی و سادگی روش‌های مربوط به این نوع تحلیل باعث شده از جذابیت بالایی برخوردار شود (صالح اردستانی، ۱۳۹۴). با توجه به موضوع و هدف پژوهش در ادامه پیشینه مربوط به تکنیک‌های مورد استفاده برای طراحی سیستم معاملاتی هوشمند ارائه می‌شود.

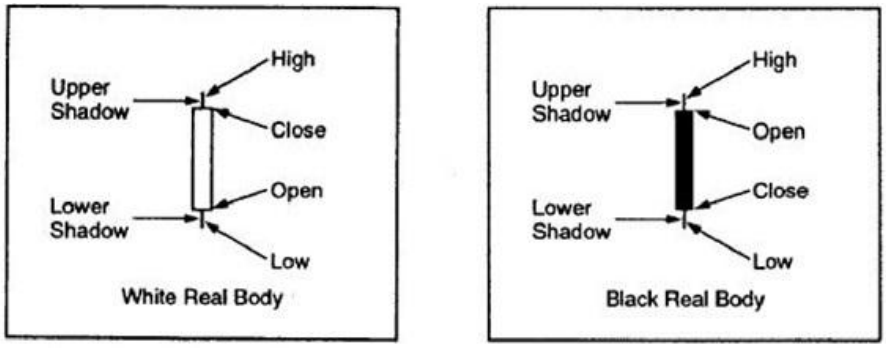
- **تحلیل تکنیکال**

تحلیل تکنیکال از اوایل قرن بیستم که به تدریج رفتار قیمت سهام و ارزش آن به شکل علمی‌تر مورد توجه قرار گرفت، به وجود آمد. در تحلیل تکنیکال الگوها، روند بازار، عرضه و تقاضای سهام مورد بررسی و مطالعه قرار می‌گیرد (آچلیز، ۲۰۰۰). تئوری داو، مبنای مهم تحقیقات تکنیکال بازار است. داو، تئوری خود را وسیله‌ای برای پیش‌بینی بازار سهام و سنجش روندهای کلی سهام می‌دانست. مفروضات این تئوری عبارت است از (مورفی، ۱۳۹۰) :

۱) تمامی اطلاعات مربوط به عوامل بنیادی در قیمت‌ها انعکاس پیدا کرده است،
۲) سه نوع روند اصلی، ثانویه و روندهای کوچک، تغییرات قیمت را هدایت می‌کنند،
۳) روندهای بازار تکرار می‌شوند.

- **الگوهای کندلستیک**

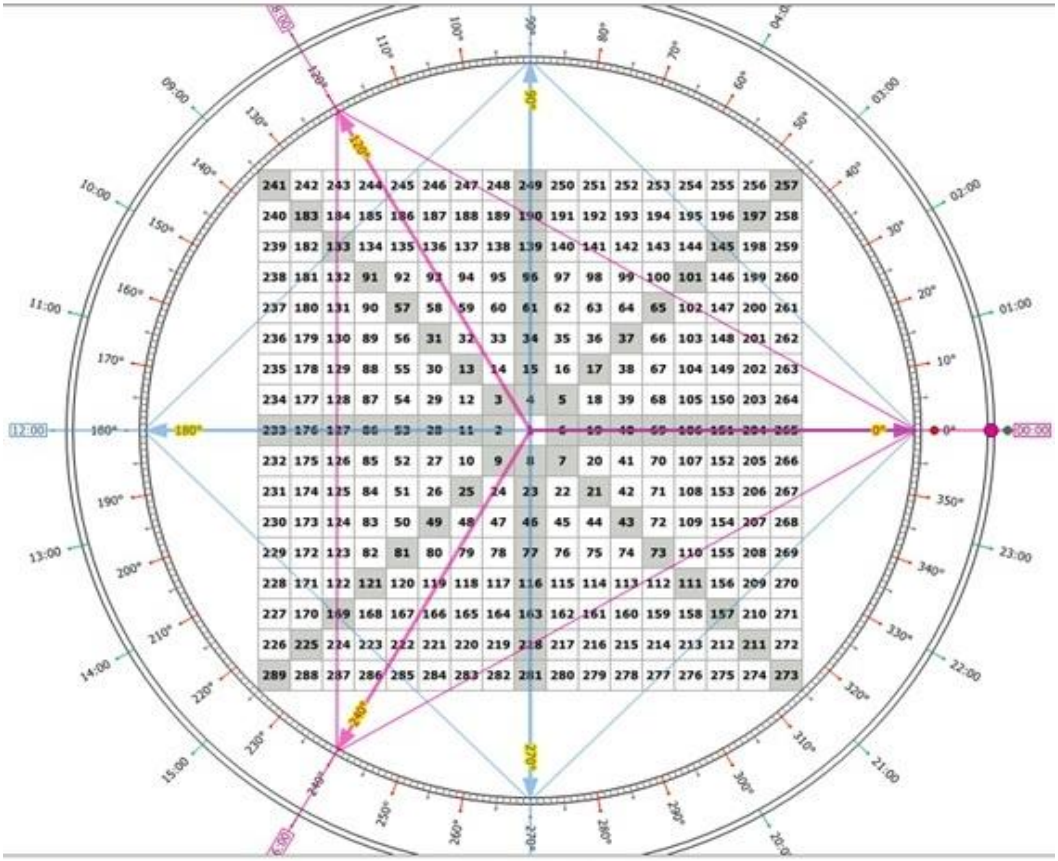
یکی از تکنیک‌های مورد استفاده در تحلیل تکنیکال، استفاده از الگوهای کندلستیک است. الگوهای کندلستیک از تقابل چند کندل در کنار هم ایجاد می‌شوند. نمودارهای کندلستیک حدود دو قرن پیش در ژاپن برای تحلیل قیمت برنج ابداع شد. از لحاظ ماهیت نمودارهای کندلستیک برای ترسیم نمودارها و نمایش قیمت در تحلیل تکنیکال بکار می‌روند. عمده‌ترین دلیل محبوبیت استفاده از این نمودارها، راحتی استفاده و مشخص بودن وضعیت صعودی یا نزولی هر کندل به صورت منفرد است (نیسون، ۲۰۰۱ و ۲۰۰۴). هر کندل از دو بخش کلی بدنه و سایه تشکیل شده است. بدنه متشکل از تقابل اولین و آخرین قیمت است. سایه‌ها نیز از تقابل اولین و آخرین قیمت با بیشترین و کمترین قیمت حاصل می‌شود. زمانیکه آخرین قیمت بالاتر از اولین قیمت باشد، یک کندل صعودی و زمانیکه اولین قیمت بالاتر از آخرین قیمت باشد، یک کندل نزولی شکل می‌گیرد. شمای تشکیل کندل‌های نزولی و صعودی در قالب شکل ۱ نشان داده شده است (نیسون، ۲۰۰۴):



شکل ۱. اجرای تشکیل دهنده کندل صعودی و نزولی (نیسون، ۲۰۰۴)

- **تکنیک مربعی گن**

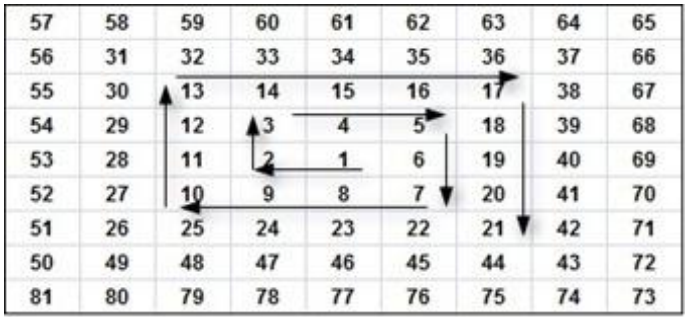
ویلیام دلبرت گن را به عنوان یک معامله‌گر افسانه‌ای بازار وال استریت می‌شناسند. وی پس از فعالیت در بورس کالا اقدام به انتشار پیش‌بینی‌های خود از میزان عرضه و تقاضای بازار سهام و بورس کالا کرد. پیش‌بینی‌های وی در مورد زمان تغییر جهت بازار بسیار شگفت انگیز بود. مربع‌گن از معروف‌ترین نظریه‌های وی جهت پیش‌بینی تغییر جهت بازار به شمار می‌رود. شکل ۲ مربع گن را نشان می‌دهد. در این مربع دو مجموعه از اعداد را مشاهده می‌کنید. یک گروه از اعداد بر روی دایره محیطی مربع قرار دارند و گروه دیگر در داخل مربع دیده می‌شوند. گن دایره محیطی را شبیه دایره مثلثاتی از صفر تا ۳۶۰ درجه بندی کرد (جوادی و عبداللهیان، ۱۳۹۴).



شکل ۲. چارچوب مربع گن

(جوادی و عبداللهیان، ۱۳۹۴)

اعداد روی مربع از عدد یک آغاز و برخلاف جهت دایره محیطی در جهت حرکت عقربه های ساعت افزایش می‌یابند. بطوریکه سلول ۲ در سمت چپ عدد یک قرار می‌گیرد و چرخش به صورت ساعت گرد ادامه پیدا می‌کند تا در عدد ۹ به پایان می‌رسد؛ این چرخش به همین صورت ادامه دارد (شکل ۳).



شکل ۳. چرخش اعداد در مربع گن

(جوادی و عبداللهیان، ۱۳۹۴)

گن برای اشاره به هر چرخش ۳۶۰ درجه ای روی مربع از اصطلاح مربع استفاده می‌کرد. به عنوان مثال حرکت از عدد ۵۰ الی ۸۱ بر روی مربع گن بیانگر یک مربع یا یک دور است. طبق تعریف گن، به هر مربع کوچکی که یک عدد درون آن نوشته شده است، سلول گفته می‌شود. هر سلول به نام عدد درون آن نام‌گذاری می‌شود. در مربع گن اعداد مجذور کامل فرد همیشه در گوشه پایین سمت چپ هر چرخش قرار می‌گیرد. این اعداد آخرین عدد هر چرخش می‌باشند. همچنین اعداد مجذور کامل زوج همیشه در گوشه بالا سمت راست هر چرخش قرار می‌گیرد. این دو گروه اعداد تقریباً در مقابل هم قرار می‌گیرند. با این تفاسیر ساده‌ترین قاعده گن در پیش‌بینی بازار، استفاده از اعدادی است که به روی تقاطع‌های اصلی و قطری قرار می‌گیرند. تقاطع قطری شبیه علامت ضربدر (×) و تقاطع اصلی شبیه علامت بعلاوه (+) است. تقاطع قطری از این جهت اهمیت دارد که زوایای چهار طرف آن، موقعیت مکانی تقریبی مجذورهای کامل فرد و زوج و نقاط میان راهی را مشخص می‌کند. اهمیت تقاطع اصلی نیز به این دلیل است که زوایای چهار طرف آن موقعیت تقریبی چارک های اول و سوم را نشان می‌دهد. شکل۳ تقاطع اصلی و قطری را در مربع گن نشان می‌دهد (پاتریک، ۱۳۹۴؛ هکستون، ۱۹۹۵ و هیرو، ۲۰۰۷).

- **گرایش‌های رفتاری**

با توجه به تاثیرپذیری پیوت‌های قیمتی از الگوهای معاملاتی سرمایه‌گذاران حقیقی و حقوقی، در این پژوهش از سرانه خرید و فروش اشخاص حقیقی و حقوقی در طول زمان استفاده شده است. به عبارتی در پژوهش حاضر علاوه بر استفاده از الگوهای کندلستیک و سطوح گن از متغیرهای نشان دهنده گرایش‌های رفتاری معامله‌گران نیز استفاده شده است (خلیلی عراقی، رهنمای رودپشتی و جودکی، ۱۳۸۸). در کنار سایر متغیرهای مورد استفاده با توجه به تاثیرپذیری بازده سهام از روزهای هفته از متغیر روزهای هفته نیز برای ساخت مدل استفاده شده است (بدری و صادقی، ۱۳۸۵ ؛ چن، کوک و روی، ۲۰۰۱).

۲-۲- پیشینه تجربی

بروک، لاکوشینوک و لبارون (۱۹۹۲) در پژوهشی امکان کسب بازده بالاتر از نرمال توسط تحلیل تکنیکال را مورد بررسی قرار دادند، نتیجه این پژوهش نشان داد که سیگنال های خرید ایجاد شده توسط تحلیل تکنیکال بازده بیشتر از نرمال ایجاد می‌کند ولی سیگنال های فروشی که این نوع تحلیل ایجاد می‌کند بازده کمتری نسبت به بازده نرمال ایجاد می‌کند. هادسون، دمپسی و کیسی (۱۹۹۶) نیز در مقاله ای به بررسی توانایی تحلیل تکنیکال برای کسب بازده اضافی پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که این ابزار قدرت پیش‌بینی تحلیلگران را افزایش می‌دهد. جینکای (۱۹۹۸) نیز به بررسی سودآوری ناشی از بکارگیری قواعد معامله تکنیکی با استفاده از مدل‌های غیرپارامتریک می‌پردازد. نتایج نشان از توانایی این روش در کسب سود قابل توجه نسبت به استراتژی خرید و فروش دارد. در پژوهش صورت گرفته توسط گوناسکریچ و پاور (سال ۲۰۰۱) نیز مشخص شد روش‌های تکنیکال توانایی بالاتری در پیش‌بینی سودآوری نسبت به روش خرید و نگهداری دارند. پژوهش صورت گرفته توسط هیبتی و رهنمای رودپشتی (۱۳۸۹) نشان می‌دهد که بین بازده محاسبه شده بر مبنای شاخص‌های تکنیکال و بازده واقعی بازار رابطه مثبت معناداری وجود دارد. پورزمانی، حیدرپور و محمدی (۱۳۹۰) و پورزمانی و رضوانی (۱۳۹۶) نیز در بررسی‌های خود متوجه شدند استفاده از تحلیل تکنیکال بازده بالاتری نسبت به روش خرید و نگهداری نصیب سهامداران می‌کند. یی، ژانگ، فوجیتا و گونگ (۲۰۱۶) نیز در پژوهشی اقدام به طراحی سیستم معاملاتی هوشمندی بر مبنای روش‌های تکنیکال نمودند. نتایج این پژوهش نشان از توانمندی بالای این سیستم در تخمین مقدار پنج شاخص مهم سهام و یک شاخص ارزی دارد. همچنین واو و دوآن (۲۰۱۷) نیز در پژوهشی با استفاده از داده‌های مورد استفاده در ساخت الگوهای تکنیکال اقدام به طراحی سیستم معاملاتی هوشمند در بورس چین نمودند. نتیجه این پژوهش نشان از توانمندی این سیستم در کسب بازده بالاتر از بازده استراتژی خرید و نگهداری دارد.

چیونگ هون، ونسونگ و آلان (۲۰۰۴) در پژوهشی از طریق شبیه‌سازی الگوهای کندلستیک اقدام به پیش‌بینی قیمت سهام کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از الگوهای کندلستیک منجر به کسب بازده اضافی می‌شود. در پژوهش دیگری نیز، گوس وامیل، بهنس دادیا و گاناتارا (۲۰۰۹) با استفاده از تکنیک‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی اقدام به تشخیص الگوهای کندلستیک کردند. نتایج این پژوهش نشان از مطلوب بودن کشف الگوهای کندلستیک با استفاده از تکنیک‌های داده کاوی دارد. مارشال، یانگ و رز (۲۰۰۶) نیز در پژوهش خود با عنوان "استراتژی معاملاتی مبتنی بر الگوهای کندلستیک" توانستند سیگنال‌های خرید و فروش کوتاه‌مدتی را ایجاد و به این وسیله بازده بیشتر از روش خرید و نگهداری کسب کنند. افرون (۱۹۷۹)، میلر (۱۹۹۰) و موریس (۱۹۹۵) نیز در پژوهش‌های خود توانستند استراتژی مبتنی بر الگوهای کندلستیک بر روی شاخص داو جونز ایجاد و نتایج مطلوبی کسب کنند. ژو، آتری و یگن (۲۰۱۶) نیز در پژوهشی اقدام به طراحی سیستم معاملاتی مبتنی بر الگوهای کندلستیک و تست آن بر روی شرکت‌های بورس چین نمودند. نتایج این پژوهش نشان داد که این سیستم روندهای نزولی را در شرکت‌های کوچک با نقدشوندگی بالا بهتر تخمین می‌زنند. چن، بآو و ژو (۲۰۱۶) نیز با طراحی و تست سیستم معاملاتی مبتنی بر الگوهای کندلستیک

دریافتند که الگوهای کندلستیک در بازارهای بزرگ توانمندی بیشتری دارند. همچنین با افزایش تعداد داده‌های آموزش سیستم، قدرت تخمین آن افزایش می‌یابد.

با توجه به پیشینه ارائه شده، این پژوهش قصد دارد تا با طراحی سیستم معاملاتی هوشمند نقاط پیوت قیمت سهام را تخمین بزند. نوآوری این پژوهش در استفاده از الگوهای نوین تکنیکال (شامل شش الگوی کندلستیک و تکنیک مربعی گن) و استفاده ترکیبی از آن‌ها با تکنیک‌های هوش‌مصنوعی (شبکه‌های عصبی مصنوعی) می‌باشد.

۳- سوال پژوهش

سوال اصلی که محقق در پی پاسخ به آن می‌باشد مربوط به توانمندی سیستم معاملاتی هوشمند طراحی شده توسط شبکه های عصبی مصنوعی در کشف و طبقه‌بندی پیوت قیمتی می‌باشد :

سوال اصلی پژوهش

- آیا سیستم معاملاتی هوشمند مبتنی بر شبکه‌های عصبی مصنوعی جهت کشف و طبقه‌بندی پیوت قیمتی مناسب می‌باشد؟

در این راستا می‌توان به پرسش‌های فرعی دیگری نیز پاسخ داد. این پرسش‌ها مربوط به میزان توانایی دو متغیر الگوهای کندلستیک و تکنیک مربع گن در کشف پیوت قیمتی می‌باشد :

سوال فرعی پژوهش

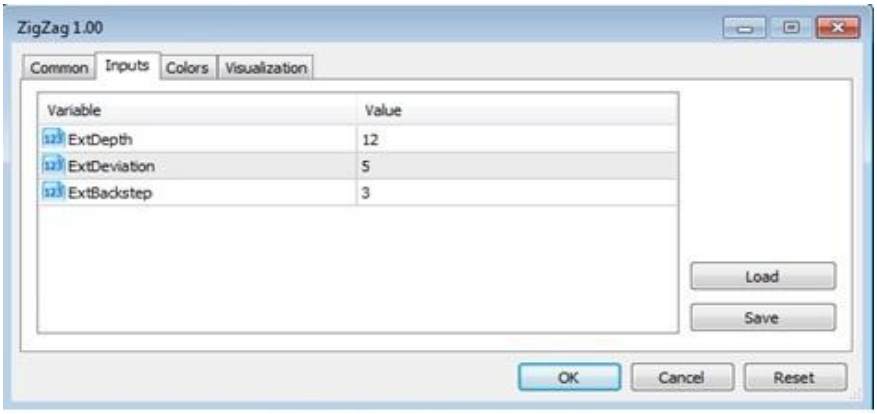
- آیا الگوهای کندلستیک و سطوح مربعی گن برای کشف و طبقه‌بندی پیوت قیمتی مناسب می‌باشند؟

۴- روش‌شناسی پژوهش

هدف از انجام پژوهش حاضر طراحی سیستم معاملاتی هوشمند مبتنی بر الگوهای کندلستیک و تکنیک مربعی‌گن در بازار بورس اوراق بهادار تهران به منظور کشف پیوت قیمت سهام و به تبع آن کسب بازدهی مطلوب (بازدهی بالاتر از بازدهی بازار) می‌باشد. منظور از پیوت قیمتی، نقاطی است که در آن روند قیمت سهام عوض می‌شود. به عبارتی، در پیوت قیمتی روند نزولی به صعودی (Up Pivot) و روند صعودی به نزولی (Down Pivot) تغییر می‌یابد.

قلمرو مکانی و زمانی این تحقیق شامل شرکت های فعال پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در گروه بیمه و صندوق بازنشستگی طی دوره زمانی پنج ساله از شهریور ۱۳۹۱ الی شهریور ۱۳۹۶ می باشد. بخشی از داده‌های مورد نیاز (شامل قیمتهای تعدیل شده، حجم و ارزش معاملات) از نرم افزار TseClient (قابل دانلود از سایت سازمان بورس و اوراق بهادار) و بخشی دیگر (اندیکاتور زیگ زاگ، سطوح گن، الگوهای کندلستیک) از طریق کدنویسی در SQL Server استخراج شده است. مراحل انجام پژوهش حاضر به شرح زیر می باشد.

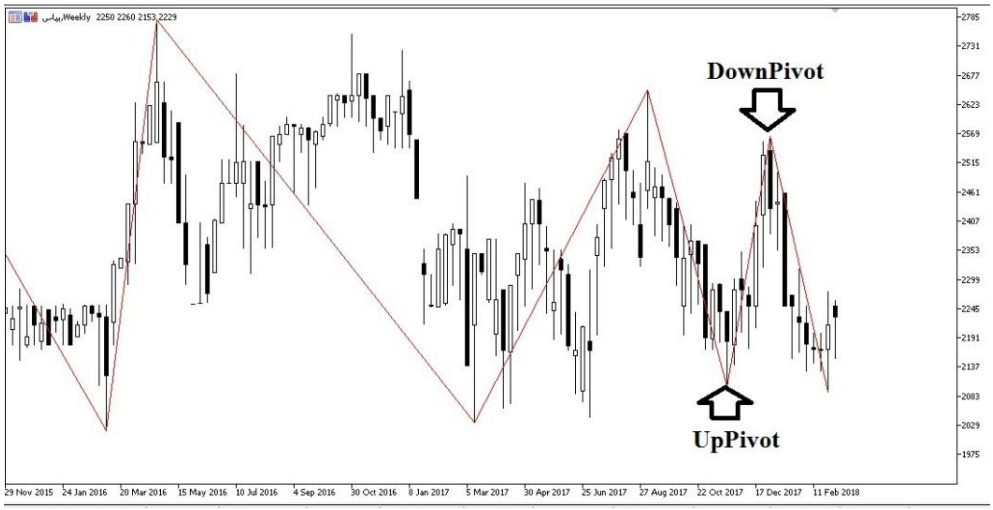
در گام اول به منظور شناسایی پیوت‌های قیمتی از اندیکاتور زیگ زاگ (ZigZag) استفاده شده است. این اندیکاتور سه پارامتر ورودی دریافت می‌کند (شکل ۴) و پیوتهای قیمتی را در قالب نمودار نشان می‌دهد.



شکل ۴ : پارامترهای اندیکاتور ZigZag (متاتریدر نسخه ۵)

پارامتر ExtDeviation : نشان دهنده حداقل نوسان قیمت سهام بین دو پیوت قیمتی همسایه است.
پارامتر ExtDepth : نشان دهنده حداقل تعداد کندلهای مورد بررسی بعد یا قبل از هر پیوت قیمتی است.
پارامتر ExtBackstep : نشان دهنده حداقل تعداد کندلهای بین پیوتهای سقف یا پیوتهای کف است.

بر اساس پارامترهای ورودی، آستانه شناسایی پیوت قیمتی به صورت پیش فرض بر مبنای نوسان حداقل ۱۰٪ در نظر گرفته شده است. به عنوان مثال در شکل ۵ پیوتهای قیمتی صعودی و نزولی سهام بیمه پاسارگاد (با نماد بپاس) بر اساس اندیکاتور زیگ زاگ نشان داده شده است.

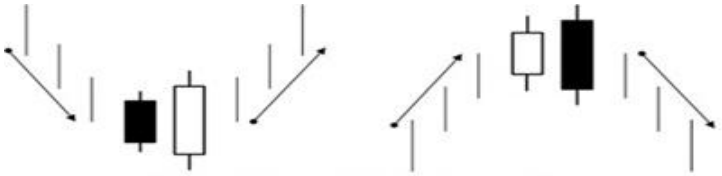


شکل ۵ : پیوتهای قیمتی نماد بپاس با استفاده از اندیکاتور ZigZag

در گام دوم، الگوهای کندلستیک رخ داده در هر پیوت قیمتی شناسایی می‌شود. مهمترین الگوهای کندلستیک مورد استفاده در پژوهش حاضر به شرح زیر ارائه شده است. لازم به ذکر است، الگوهای صعودی در انتهای روند نزولی رخ داده و منجر به تغییر روند قیمت سهام از نزولی به صعودی شده و الگوهای نزولی در انتهای روند صعودی رخ داده و منجر به تغییر روند قیمت سهام از صعودی به نزولی می‌شوند (محمدی، ۱۳۹۳).

- **الگوی پوشاننده**[۱]

این الگو شامل دو شمع با رنگ های متفاوت است که در انتهای روندهای نزولی یا صعودی تشکیل می شود. در الگوی صعودی، در انتهای یک روند نزولی بدنه کندل دوم (سفید) بدنه کندل اول (مشکی) را پوشش می دهد و در الگوی نزولی این ترتیب برعکس می‌شود. اندازه سایه ها در این الگو اهمیت چندانی ندارد. ایجاد شکاف بین نقطه پایان کندل اول و نقطه آغاز کندل دوم اهمیت بیشتری به این الگو برای آغاز روند صعودی می دهد. این الگو به شکل ۶ است (محمدی، ۱۳۹۳؛ مارشال، یانگ و رز، ۲۰۰۶؛ ژو، آتری و یگن، ۲۰۱۶؛ چن، بآو و ژو، ۲۰۱۶):



شکل ۶ : الگوی کندلستیک پوشاننده صعودی و نزولی

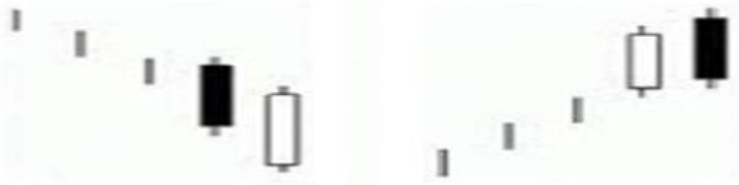
- **الگوی هارامی**[۲]

این الگو نیز در انتهای روندهای صعودی و نزولی تشکیل می شود و اخطار تغییر روند را صادر می‌کند. در الگوی صعودی، کندل اول بدنه مشکی دارد که تمامی بدنه کندل دوم را پوشش می‌دهد. سایه ها در این الگو اهمیت زیادی ندارند اما خارج نشدن سایه های کندل دوم از محدوده بدنه کندل اول قدرت بیشتر این الگو را نشان می دهد (شکل ۷). در الگوی هارامی نزولی، ترتیب کندل‌ها جابجا می‌شود (محمدی، ۱۳۹۳؛ مارشال، یانگ و رز، ۲۰۰۶؛ ژو، آتری و یگن، ۲۰۱۶؛ چن، بآو و ژو، ۲۰۱۶).

شکل ۷ : الگوی کندلستیک هارامی صعودی و نزولی

- **خط نافذ**[۳]

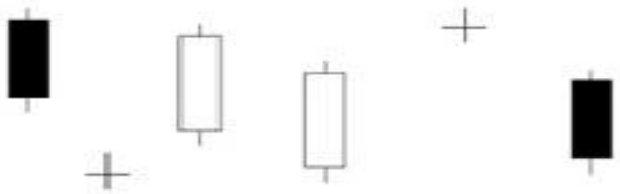
در این الگو دو کندل با رنگ‌های متفاوت مشاهده می‌شود، به نحویکه در حالت صعودی این الگو، بدنه کندل اول (مشکی) را بالاتر از بدنه کندل دوم (سفید) می بینیم و نقطه آغاز کندل دوم با شکافی نزولی نسبت به پایان کندل اول شروع شده است. نکته قابل توجه این است که بدنه کندل دوم می‌باید حداقل از نیمه کندل اول عبور کرده باشد. ترتیب قرارگیری کندل‌ها در الگوی صعودی خط نافذ برعکس توضیحات ارائه شده است (محمدی، ۱۳۹۳؛ مارشال، یانگ و رز، ۲۰۰۶؛ ژو، آتری و یگن، ۲۰۱۶؛ چن، بآو و ژو، ۲۰۱۶).



شکل ۸ : الگوی کندلستیک خط نافذ صعودی و نزولی

- **کودک رها شده**[۴]

این الگو با ترکیب سه کندل ایجاد می‌گردد، به نحویکه در حالت صعودی پس از یک کندل نزولی شکافی نزولی شکل می‌گیرد که پس از آن کندلی به صورت ستاره (دوجی) ایجاد و مجدداً بعد از یک شکاف صعودی با یک کندل صعودی بسته می‌شود. در حالت نزولی این الگو، ترکیب ذکر شده برعکس است (شکل ۹). لازم به ذکر است الگوی صعودی کودک رها شده در انتهای روند نزولی و الگوی نزولی آن در انتهای روند صعودی شکل می‌گیرد (محمدی، ۱۳۹۳).

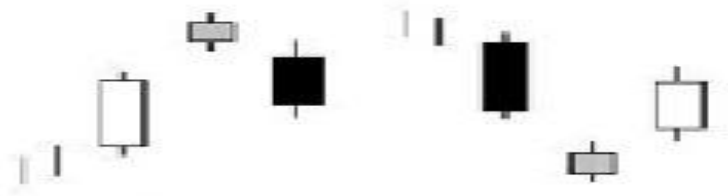


شکل ۹ : الگوی کندلستیک کودک رها شده صعودی و نزولی

- **ستاره صبحگاهی**[۵] **و ستاره عصرگاهی**[۶]

ستاره صبحگاهی از مجموع سه کندل در انتهای روند نزولی تشکیل می شود. کندل اول نزولی، کندل دوم با شکاف نزولی آغاز شده و بدنه آن میتواند نزولی یا صعودی باشد ولی در غالب موارد بدنه و سایه‌های بزرگی ندارد و کندل سوم صعودی است که آغاز آن با شکاف صعودی نسبت به کندل دوم است. برخلاف الگوی قبلی، ستاره

عصرگاهی در انتهای روند صعودی تشکیل می‌شود (شکل ۱۰). کندل اول صعودی، کندل دوم با شکاف صعودی آغاز و کنـــدل سوم نزولـــی است که آغاز آن با شکاف صعودی نسبت به کنـــدل دوم است (محمـــدی، ۱۳۹۳؛ مارشال، یانگ و رز، ۲۰۰۶).



شکل ۱۰ : الگوی کندلستیک ستاره صبحگاهی و عصرگاهی

- **دوجی سه ستاره**

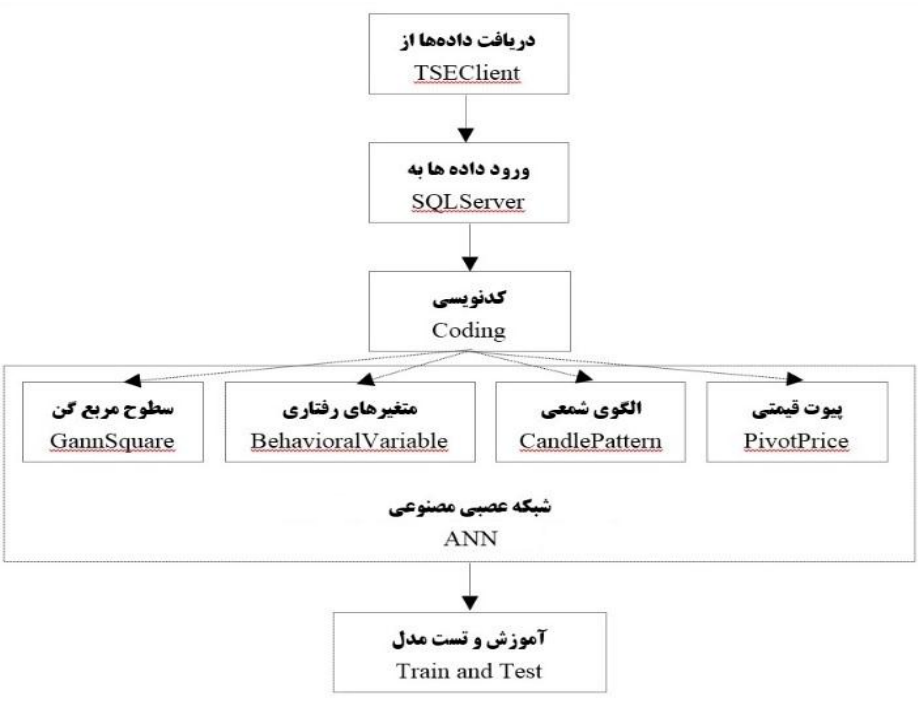
این الگو از ترکیب سه کندل دوجی مانند تشکیل شده است (شـکل ۱۱). اندازه سایه ها در این سه کنـدل حائز اهمیت نیست، اما وجود شکاف نزولی/صـعودی بین کنـدل اول و دوم و شکاف صعودی/نزولـی بین کنـدل دوم و سوم بر قدرت این الگو برای تغییر روند از نزولی به صعودی و بلعکس می‌افزاید (محمدی، ۱۳۹۳).

شکل ۱۱ : الگوی کندلستیک دوجی سه ستاره

در گام سوم، سطوح اصلی معرفی شده توسط تکنیک مربعی گن در هر نمـودار مشـخص و ثبـت مـی‌شـود. منظور از سطوح اصلی، قیمتهای تعیین شده در محور افقی (۰ و ۱۸۰ درجه) و محور عمودی (۹۰ و ۲۷۰ درجه) است . به منظور تعیین سطوح اصلی مربعی گن از مینیمم‌ترین (Minor) یا ماکزیمم‌ترین (Major) پیوت قیمتـی در ابتدای دوره مورد بررسی بر اساس اولویت وقوع پیوت و با استفاده از عدد آخرین قیمت معامله (ClosePrice) استفاده شده است. با توجه به محدوده ی نوسان تعریف شده برای قیمت سهام، تشکیل پیوت در آسـتانه ای بـه اندازه دامنه نوسان قیمت سهام نیز به عنوان پیوت قیمتی در محدوده ی گن در نظر گرفته می شود.

در گام چهارم، به منظور طراحی سیستم معاملاتی هوشمند، از تکنیک شبکه های عصبی مصنوعی استفاده شده است. یک شبکه عصبی مصنوعی، شامل مجموعه ای از نرون های به هم متصل شده می باشد که به هر مجموعه از این نرون ها یک لایه گفته می شود. نقش نرون‌ها در شبکه های عصبی، پردازش اطلاعات است. این امر، در شبکه های عصبی مصنوعی به وسیله یک پردازشگر ریاضی که همان تابع فعالسازی است، انجام می شود. یک تابع فعالسازی بر اساس نیاز خاص مساله ای که قرار است به وسیله شبکه عصبی حل شود، از سوی طراح

انتخاب می شود. در شبکه عصبی مصنوعی، شبکه قانون کار را یاد می گیرد و از یادگیری به ازای هر ورودی، خروجی مناسب را ارائه می دهد. شبکه عصبی از ورودی ها، وزن ها، مجموعه ای از نرون ها و خروجی ها تشکیل می شود. هر ورودی (Xi) قبل از این که وارد نرون شود، وزن دار می گردد (در Wij ضرب می شود). خروجی نرون با استفاده از تابع تبدیل fj محاسبه می گردد. یک ورودی، سبب ایجاد یک خروجی در نرون لایه اول می گردد و به همین شکل، پاسخی برای رشته های لایه بعد بوجود می آورد که این خروجی ها، ورودی های نرون های بعد خواهند شد و خروجی های دیگری را در نرون های آن لایه بوجود می آورند. این روند ادامه می یابد تا این که یک پاسخ در لایه خروجی ایجاد شود. مدل بدست آمده از تکنیک شبکه های عصبی مصنوعی یک مدل غیرخطی است که توانایی حل مسائل پیچیده را دارد. مدلهای حاصل از شبکه های عصبی مصنوعی قابلیت تفسیر پایینی دارند (اتا و سیریک، ۲۰۰۹ و مکیان، المدرسی و تکلو، ۱۳۸۹). به منظور طراحی سیستم معاملاتی هوشمند داده‌های تحقیق را به دو دسته آموزش و آزمون دسته‌بندی شده است؛ از داده‌های آموزش به منظور ساخت و استخراج مدل شبکه های عصبی استفاده شده است و دقت مدل ساخته شده با داده‌های آزمون ارزیابی شده است. مراحل انجام این پژوهش را می‌توان در قالب شکل ۱۲ نشان داد.



شکل ۱۲. مراحل انجام پژوهش

۵- متغیرهای پژوهش

با توجه به هدف اصلی پژوهش و بر حسب نتایج تجربی گذشته، متغیرهای مورد استفاده در این پژوهش را به دو دسته اصلی و فرعی تقسیم‌بندی می‌کنیم. متغیرهای اصلی متغیرهایی هستند کـه در شناسـایی پیـوت قیمتـی مورد استفاده قرار می‌گیرند، و متغیرهای فرعی متغیرهایی هستند که شواهد اضافی بـرای افـزایش دقـت مـدل فراهم می‌کنند. در نهایت لیست متغیرهای مورد استفاده در پژوهش به شرح جدول ۱ است.

جدول شماره ۱ : لیست متغیرهای مورد استفاده

ردیف	عنوان متغیر	معادل در نرم افزار	نوع متغیر
۱	نوع پیوت	PivotType	Flag
۲	نوع الگوی کندلستیک	CandlePattern	Categorical
۳	واکنش به سطوح گن	GannReaction	Flag
۴	روز تقویمی پیوت و ماه تقویمی پیوت	PivotDay , PivotMonth	Categorical
۵	نسبت حجم معاملات به میانگین ۵ روز گذشته (-1)	VolumeAve	Categorical
۶	نسبت درصد نوسان قیمت به میانگین ۵ روز گذشته (-1)	FluctuationAve	Categorical
۷	نسبت سرانه خرید حقیقی به میانگین ۵ روز گذشته (-1)	PBuyAve	Categorical
۸	نسبت سرانه فروش حقیقی به میانگین ۵ روز گذشته (-1)	PSellAve	Categorical

۶- یافته‌های پژوهش

در این بخش آمار توصیفی داده‌های مورد استفاده از در این پژوهش ارائه شده است. جدول شماره۲ نشان دهنده تعداد رکورد مورد استفاده در این پژوهش به تفکیک نوع پیوت قیمتی است. در جدول پایه مورد استفاده حـدود ۱۶٪ از رکوردهای مورد استفاده پیوت قیمتی هستند و در مابقی رکوردها هیچ پیوت قیمتی رخ نداده است.

جدول شماره ۲ : پیوت های قیمتی مورد بررسی به تفکیک Up و Down

شرح	تعداد رکورد پیوت قیمتی			جمـع رکوردها
	UpPivot	DownPivot	NoPivot	
تعداد پیوت قیمتی	۱۵۴۸	۱۴۸۹	۱۵۳۹۳	۱۸۴۳۰
درصد	٪۸	٪۸	٪۸۴	٪۱۰۰

پراکندگی پیوت‌های فوق بر اساس روزهای هفته نیز به شرح جدول شماره۳ ارائه شده است. جدول زیر نشـان از فراوانی تقریباً یکسان پیوت‌های قیمتی در طول ایام هفته دارد.

جدول شماره ۳ : پراکندگی پیوت های قیمتی به تفکیک ایام هفته

روزهای هفته	UpPivot		DownPivot	
	تعداد	میانگین بازدهی	تعداد	میانگین بازدهی
شنبه	۳۱۰	٪۱۹	۳۴۲	٪۱۸-
یکشنبه	۳۷۲	٪۱۸	۲۳۸	٪۱۵-
دوشنبه	۴۰۲	٪۱۹	۲۵۳	٪۲۱-
سه‌شنبه	۲۴۸	٪۲۱	۳۲۸	٪۱۹-
چهارشنبه	۲۱۷	٪۱۷	۳۲۸	٪۱۸-
جمع /میانگین	۱۵۴۸	٪۱۹	۱۴۸۹	٪۱۸-

همچنین پراکندگی پیوت‌های قیمتی بر اساس الگوهای قیمتی نیز به شرح جدول شماره۴ ارائه شده است.

جدول شماره ۴ : پراکندگی پیوت های قیمتی به تفکیک الگوهای کندلستیک

الگوهای قیمتی	UpPivot		DownPivot	
	تعداد	میانگین بازدهی	تعداد	میانگین بازدهی
هارامی صعودی/نزولی	۲۹۴	٪۱۶	۴۴۹	-٪۱۹
پوشای صعودی/نزولی	۷۷۷	٪۲۵	۴۵۸	-٪۱۹
ستاره دوجی صعودی/نزولی	۸۸	٪۲۳	۱۱۳	-٪۱۶
ستاره‌عصرگاهی صعودی/نزولی	۱۹۶	٪۱۴	۱۷	-٪۱۶
نافذ صعودی/نزولی	۱۳۳	٪۲۳	۳۷۶	-٪۱۹
کودک رهاشده صعودی/نزولی	۶۰	٪۱۴	۷۶	-٪۱۸

همانطور که جدول شماره۴ نشان می‌دهد هم در پیوت‌های صعودی و هم در پیوت‌های نزولی، فراوانی و درصد بازدهی الگوی کندلستیک پوشا (شکل شماره۶) بیشتر از سایر الگوها می‌باشد و این به این دلیل است که اکثر الگوهای پوشا در محدوده حمایت و مقاومت با اهمیت سهام رخ می‌دهند. لذا احتمال بازگشتی بودن این الگو بیشتر از سایر الگوها است.

۷- مدل پژوهش

پس از آماده سازی متغیرهای، پایگاه داده مورد نظر در نرم افزار IBM SPSS Clementine ۱۴,۲ بارگذاری شده و به صورت تصادفی به دو دسته آموزش (٪۸۰) و آزمون (٪۲۰) تقسیم گردید، که جزئیات آن به شرح جدول شماره۵ می‌باشد.

جدول شماره ۵ : داده‌های آموزش و آزمون

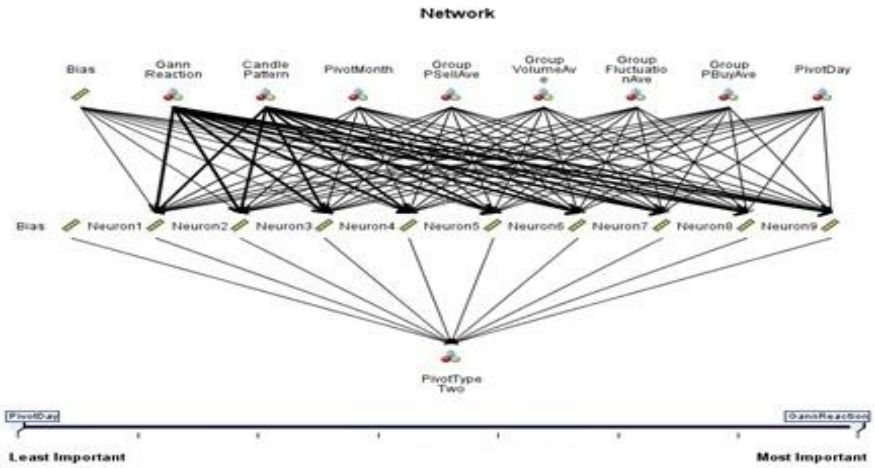
شــرح	داده‌های آموزش (TrainData)	داده‌های آزمون (TestData)	جمــع
UpPivot	۱۲۳۸	۳۱۰	۱۵۴۸
DownPivot	۱۱۹۱	۲۹۸	۱۴۸۹
NoPivot	۱۲۳۱۴	۳۰۷۹	۱۵۳۹۳
جمــع	**۱۴۷۴۴**	**۳۶۸۶**	**۱۸۴۳۰**
درصد	**٪۸۰**	**٪۲۰**	**٪۱۰۰**

مدل شبکه عصبی مصنوعی با استفاده از داده های آموزش ساخته و با استفاده از داده های آزمون مورد ارزیـابی قرار گرفتند. نتایج حاصل از اجرای شبکه عصبی مصنوعی نشان از توانایی بـالای ایـن تکنیـک در کشـف پیـوت قیمتی دارد. مدل مذکور در قالب توپولوژی شبکه زیر ارائه شده است (جدول شماره ۶).

جدول شماره ۶ : توپولوژی شبکه عصبی مصنوعی

تعداد گره های لایه ورودی	تعداد گره های لایه میانی			تعداد گره های لایه خروجی
	لایه اول	لایه دوم	لایه سوم	
۸	۹	-	-	۱

معنای توپولوژی فوق این می‌باشد که لایه میانی مدل می باید از ۱ لایه شـامل ۹ گـره تشـکیل گـردد. تکنیـک شبکه‌های عصبی مصنوی از قابلیت تفسیر پایینی برخوردار می باشد، در عین حال قابلیـت بـالایی جهـت حـل مسائل پیچیده دارد. توپولوژی فوق در قالب شکل شماره ۱۳ نشان داده شده است.



شکل ۱۳ : شبکه عصبی مصنوعی

نتایج حاصل از دقت این مدل نیز در جدول زیر (جدول شماره۷) نشان داده شده است.

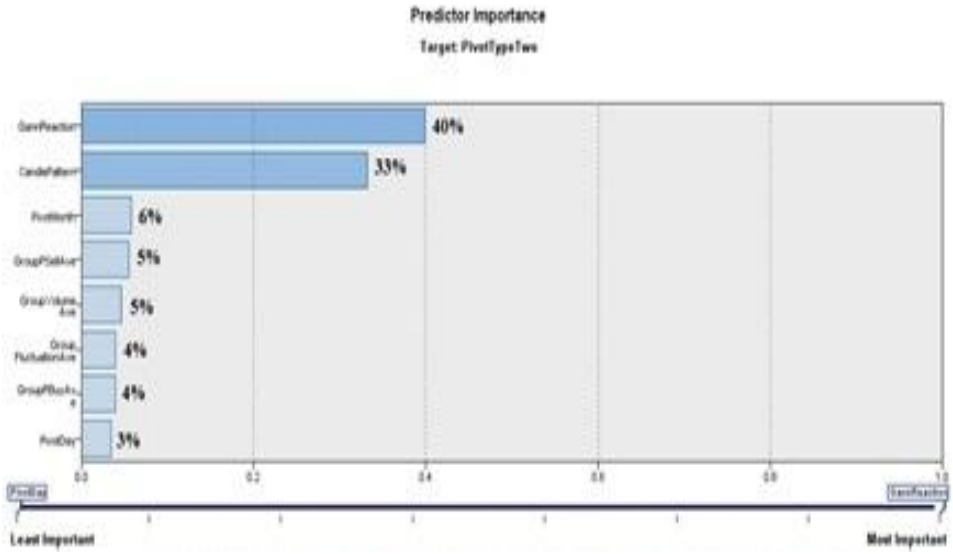
جدول شماره ۷ : خروجی حاصل از مدل شبکه عصبی مصنوعی

شـــرح	داده‌های آموزش (TrainData)		داده‌های آزمون (TestData)	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد
طبقه‌بندی صحیح	۱۴۱۵۴	٪۹۶	۳۶۱۲	٪۹۸
طبقه‌بندی اشتباه	۵۹۰	٪۴	۷۴	٪۲
جمـــع	**۱۴۷۴۴**	**٪۱۰۰**	**۳۶۸۶**	**٪۱۰۰**

همانطور که در جدول فوق نشان داده شده است میانگین دقت مدل حاصل از تکنیک شبکه‌های عصبی مصنوعی در کشف صحیح پیوت قیمتی بر اساس داده‌های آزمون ۹۸٪ می‌باشد؛ که نشان از توانمندی بالای ایـن تکنیـک برای کشف و طبقه‌بندی صحیح پیوت‌های قیمتی با استفاده از متغیرهای تعریف شده دارد.

میزان اهمیت متغیرها

مطابق نتایج حاصله میزان اهمیت متغیرهای این پژوهش جهت طبقه‌بندی صحیح پیوت قیمتی به شـرح شـکل زیر (شکل شماره ۱۳) می‌باشند.



شکل ۱۳ : میزان اهمیت متغیرها در کشف و طبقه بندی پیوتهای قیمتی

همانطور که مشخص است دو متغیر GannReaction (واکنش به سطوح گن) و CandlePattern (نوع الگوی کندلستیک) به عنوان مهمترین متغیرهای این مدل برای طبقه‌بندی صحیح متغیر هدف می‌باشد. همـانطور کـه در شکل فوق مشخص است سهم این دو متغیر در تخمین صـحیح نـوع پیـوت قیمتـی بـه ترتیـب ۴۰درصـد و ۳۳درصد می‌باشد. این میزان اهمیت برای متغیرهای PivotMonth (ماه تقویمی پیـوت) معـادل ۶درصـد، بـرای PSellAve (نسبت سرانه فروش حقیقی) معادل ۵درصد، بـرای VolumeAve (نسـبت حجـم معـاملات) معـادل ۵درصد، برای FluctuationAve (نسبت درصد نوسان قیمت) معـادل ۴درصـد، بـرای PBuyAve (نسـبت سـرانه خرید حقیقی) معادل ۴درصد و نهایتاً برای متغیر PivotDay (روز تقویمی پیوت) معادل ۳درصد می‌باشد.

۸- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

کسب بازده قیمتی مطلوب با کمترین ریسک ممکن یکی از موضوعات مورد بحث سرمایه‌گـذاران در تمـامی زمان‌ها بوده است. به این منظور، پژوهش حاضر اقدام به ارائه سیستم معاملاتی هوشـمندی مبتنـی بـر تکنیـک شبکه‌های عصبی مصنوعی به منظور شناسایی نقاط پیوت قیمتی با کمترین خطای ممکن در بازار سرمایه ایـران نموده است. در این پژوهش علاوه بر استفاده از متغیرهای مربوط بـه مـالی رفتـاری از دو الگـوی کندلسـتیک و سطوح مربعی گن برای شناسایی نقاط پیوت قیمتی در گروه بیمه و صـندوق بازنشسـتگی بهـره گرفتـه شـد. از آنجایی که الگوهای کندلستیک رفتار سرمایه‌گذاران در بازار سهام را منعکس می‌کنند، از سایر متغیرهای مربوط به مالی رفتاری برای هم‌افزایی در حصول یک مدل مطلوب استفاده گردید. با توجه به حجم بالای داده‌های مورد استفاده در این پژوهش از تکنیک‌های داده‌کاوی به منظور طراحی سیستم معاملاتی هوشمند اسـتفاده شـد. در این پژوهش ابتدا نقاط پیوت قیمتی با الگوبرداری از انـدیکاتور ZigZag و کدنویسـی در نـرم افـزار SQLServer شناسایی شده و هم زمان واکنش این نقاط به سطوح گن نیز مورد بررسی قرار گرفته اسـت. همچنـین الگوهـای کندلستیک رخ داده در این نقاط به همراه یکسری از متغیرهای مربوط به مالی رفتاری برای تمامی شرکت‌هـای مورد بررسی به مدت ۵ سال در تایم فرم روزانه مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت با استفاده از نرم‌افزار تخصصی داده‌کاوی اقدام به طراحی شبکه و ایجاد مدلی هوشمند برای طبقه‌بندی صحیح پیوت‌های قیمتی استفاده شـد. در نهایت از نتایج این تکنیک در طراحی سیستم معاملاتی هوشـمند اسـتفاده شـد. در پاسـخ بـه سـوال اصـلی پژوهش، طبق نتایج ارزیابی صورت گرفته با داده‌های آزمون (جـدول شـماره۷) متوجـه مـی‌شـویم کـه سیسـتم طراحی شده توانایی طبقه‌بندی صحیح متغیر هدف (پیوت قیمتی) را با دقت بالایی (با دقت ۹۸٪) دارد. بنابراین سیستم طراحی شده قابلیت مطلوبی برای کشف و طبقه‌بندی پیوت قیمتی دارد. همچنـین در پاسـخ بـه سـوال فرعی تحقیق و با توجه به میزان اهمیت دو الگوی کندلستیک (۴۰٪) و سطوح مربعـی گـن (۳۳٪) در کشـف و طبقه‌بندی پیوت قیمتی در سیستم طراحی شده، می‌توان اینگونه برداشت کرد که توانمندی دو متغیر فوق‌الذکر در جهت کشف و طبقه‌بندی پیوت‌های قیمتی مناسب می‌باشد. نتایج این تحقیق در خصوص توانمنـدی تحلیـل تکنیکال برای کسب بـازدهی مطلـوب بـا سـایر پـژوهش‌هـا از جملـه تحقیقـات صـورت گرفتـه توسـط بـروک،

لاکوشینوک و لبارون (۱۹۹۲)، هادسون، دمپسی و کیسی (۱۹۹۶) و هیبتی و رهنمای رودپشتی (۱۳۸۹) قرابت دارد.

در نهایت به منظور تحقیقات آتی پیشنهاد می‌گردد پژوهشگران از رویکردهای جدید حوزه تحلیلی از جمله روش کانسلیم و همچنین تحلیل بازارهای کامودیتی در کنار سایر متغیرهای تکنیکال برای کشف پیوت قیمتی استفاده کنند.

فهرست منابع

* بدری، ا؛ صادقی، م (۱۳۸۵). بررسی اثر روزهای مختلف هفته بر بازدهی، نوسان پذیری و حجم معاملات در بورس اوراق بهادار تهران. پیام مدیریت، شماره ۱۷ و ۱۸، ص ۵۵-۸۳.
* پاکرائی، ا (۱۳۹۶). پیش‌بینی روند حرکتی قیمت سهام با استفاده از XCS مبتنی بر الگوریتم ژنتیک و یادگیری تقویتی. دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، سال ۱۰ (۳۴)، ص۳۹-۵۵.
* پورزمانی، ز؛ حیدرپور، ف؛ محمدی، م (۱۳۹۰). مقایسه استراتژی های خرید و فروش سهام در سرمایه گذاری بلندمدت به روش های فیلتر، خرید و نگهداری و میانگین متحرک بازار. مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، تابستان ۱۳۹۰.
* پور زمانی، ز؛ رضوانی اقدام، م (۱۳۹۶). مقایسه کارآمدی استراتژی های ترکیبی تحلیلی تکنیکال با روش خرید و نگهداری برای خرید سهام در دوره های صعودی و نزولی. فصلنامه علمی پژوهشی دانش مالی تحلیل اوراق بهادار. بهار ۱۳۹۶.
* خلیلی عراقی، م؛ رهنمای رودپشتی، ف؛ جودکی، آ (۱۳۸۸). بررسی تفاوتهای رفتاری بین سرمایه‌گذاران حقیقی و حقوقی بعد از تعطیلات هفتگی. مجله پژوهشهای مدیریت، شماره ۸۳ (زمستان)، ص ۷۹-۸۶.
* صالح اردستانی، ع (۱۳۹۴). بررسی مقایسه ای اثربخشی اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال از نوع روند با نوسان گر تصادفی در تحلیل اوراق بهادار شرکت های دارویی، مجله مدیریت بهداشت و درمان، سال ۶، ص ۴۱ الی ۴۸.
* فخاری، ح؛ ولی‌پورخطیر، م؛ موسوی، س (۱۳۹۶). بررسی عملکرد شبکه بیزین و لونبرگ مارکوات در مقایسه با مدل‌های کلاسیک در پیش‌بینی قیمت سهام شرکت‌های سرمایه‌گذاری، تحقیقات مالی، دوره ۱۹ (۲)، ص ۲۹۹-۳۱۸.
* فلاح‌پور، س؛ گل‌ارضی، غ، فتوره‌چیان، ن (۱۳۹۲). پیش‌بینی روند قیمت سهام با استفاده از ماشین‌بردار پشتیبان بر پایه الگوریتم ژنتیک در بورس اوراق بهادار تهران. تحقیقات مالی، دوره ۱۵(۲). ص ۲۶۹-۲۸۸.
* مکیان، س و المدرسی، س و تکلو، س (۱۳۸۹). مقایسه مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی با روشهای رگرسیون لجستیک و تحلیل ممیزی در پیش بینی ورشکستگی شرکتها. فصلنامه پژوهشهای اقتصادی، شماره ۲، ص ۱۴۱-۱۶۱.

* پاتریک، م (۱۳۹۴). پیش بینی بازار سهام و کالا با استفاده از مربع نه تـایی گـن، ترجمـه جـوادی علیرضـا، عبداللهیان سیدمرتضی، چاپ اول، انتشارات چالش.
* محمدی، ع (۱۳۹۳). مرجع کامل الگوهای شمعی در بازارهای سرمایه. انتشارات آراد کتاب. چاپ دو.
* مورفی، ج (۱۳۹۰). تحلیل تکنیکال در بازار سرمایه، ترجمه کامیار فراهانی فرد و رضا قاسـمیان لنگـرودی، چاپ هشتم، نشر چالش.
* هیبتی، ف؛ رهنمای رودپشتی، ف (۱۳۸۹). ارتباط دو رویکرد قیمتگذاری سهام در بورس اوراق بهادار تهران. مجله مطالعات مالی، شماره ۵، ص ۱۱۵ الی ۱۳۶.
* Achelis (۲۰۰۰). Journal of Accounting Research. s.l.: Vision Books.
* Ata, A; Seyrek .H (۲۰۰۹). The use of data mining techniques in detecting fraudulent financial statements : an application on manufacturing firms. The Journal of Faculty of Economics and Administrative Sciences, Vol ۱۴۲, pp..۱۷۰-۱۵۷.
* Brock,w; Lakonishok,J; LeBaron,B (۱۹۹۲). Simple technical trading rules and the stochastic properties of stock returns. The Journal of Finance ۴۷, no. ۵,.۱۷۶۴-۱۷۳۱.
* Chen.G, Kwok.C.Y,Rui.O.M, (۲۰۰۱), The day of the week effect regulatory in the stock market of China, journal of multinational financial management, vol. ۱۱, pp..۱۶۳-۱۳۹.
* Chiung-Hon,L; Wensung,C; Alan,L (2004). An Implementation of Knowledge based Pattern Recognition for Financial it Prediction. in Proceedings of the IEEE Conference on Cybernetics and Intelligent Systems Singapore, December.
* Dash, R., & Dash, P. K. (2016). A hybrid stock trading framework integrating technical analysis with machine learning techniques. The Journal of Finance and Data Science, 2(1), 42-57.
* Efron, B (۱۹۷۹). Bootstrap method:Another look at the jackknife. The annals of statistics ۷۱, -۱ .۲۶.
* Fock, J. H., Klein, C., & Zwergel, B. (2005). Performance of candlestick analysis on intra day futures data. Journal of Futures Markets, 13, 28–40.
* Goswamil.M, Bhensdadia.K, Ganatra.P (۲۰۰۹). CandlestickAnalysis based Short Term Prediction of Stock Price Fluctuation using SOM-CBR. IEEE International Advance Computing Conference. Patiala, India, ۷-۶March.
* Gençay,R (۱۹۹۸). Optimization of technical trading strategies and the profitability in security markets. Economics Letters ۵۹, no. ۲: .۲۴۹۲۵۴
* Gunasekarage, A; Power, D. M (۲۰۰۱). The profitability of moving average trading rules in South Asian stock markets. Emerging Markets Review, ۲(۱),p.p.۱۷۳۳.
* Hero, B. F. (۲۰۰۷). Multidimensional Analysis of the Lambdoma Keyboard Experiments. In Integration of Knowledge Intensive Multi-Agent Systems, ۲۰۰۷. KIMAS ۲۰۰۷. International Conference on (pp. ۳۲۳-۳۱۸). IEEE.
* Hexton, R. (۱۹۹۵). Technical Analysis in the Options Market: The Effective Use of Computerized Trading Systems. John Wiley and Sons.
* Hudson,R; Dempsey,M; Keasey,K (۱۹۹۶). A note on the weak form efficiency of capital markets: The application of simple technical trading rules to UK stock prices- ۱۹۳۵to ۱۹۹۴. Journal of Banking & Finance ۲۰, no. ,.۱۱۳۲-۱۱۲۱.
* Jaiwang, G., & Jeatrakul, P. (2016, December). A forecast model for stock trading using support vector machine. In Computer Science and Engineering Conference (ICSEC), 2016 International (pp. 1-6).
* Lu,Tsung-Hsun;Shiu,Yung-Ming;Liu,Tsung-Chi(2012).Profitable candlestick trading strategies—The evidence from a new perspective. Review of Financial Economics, no.21,pp63-68.

* Marshall, R; Young,M; rose,L (۲۰۰۶), Candlestick technical trading strategies : can they create value for investors?. Journal of banking & finance, no.۳۰.
* Miller, E (۱۹۹۰). Atomic Bombs, the depression and equilibrium. Journal of portfolio management, .۴۱-۳۷.
* Nison, S. (2001). Japanese candlestick charting techniques: a contemporary guide to the ancient investment techniques of the Far East. Penguin.
* Nison.s (۲۰۰۴), Candlestick trading principles. Technical Analysis of stocks and commodities November, .۲۷-۲۲.
* Rasheed,K (۲۰۰۷). Stock market prediction with multiple classifiers. Applied Intelligence, Volume ۲۶, Issue ۱, pp ۲۵–.۳۳.
* Sabat, R; Patnaik, S; Panigrahy, S; Mahto, D. (۲۰۱۷). technical analysis and assesment of automated solar electric hybrid vehicle utilities for improved obstacle detection and performance. International Research Journal of Engineering and Technology.volume 4, issue 4, april.
* Schwager, J. D; Etzkorn, M. (۲۰۱۷). Technical Indicators. A Complete Guide to the Futures Market: Technical Analysis and Trading Systems, Fundamental Analysis, Options, Spreads, and Trading Principles, .۱۷۳-۱۵۵.
* Shiu, Y., & Lu, T. (2011). Pinpoint and synergistic trading strategies of candlesticks. In ternational Journal of Economics and Finance, 3, 234–244.
* Wu, B., & Duan, T. (2017). A Performance Comparison of Neural Networks in Forecasting Stock Price Trend. International Journal of Computational Intelligence Systems, 10(1), 336-346.
* Ye, F., Zhang, L., Zhang, D., Fujita, H., & Gong, Z. (2016). A novel forecasting method based on multi-order fuzzy time series and technical analysis. Information Sciences, 367, 41-57.
* Zhu, M., Atri, S., & Yegen, E. (2016). Are candlestick trading strategies effective in certain stocks with distinct features?. Pacific- Intelligent System Design to Discovering the Pivot Price

یادداشت‌ها

[1] Engulfing Pattern
[2] Harami Pattern
[3] Piercing Line Pattern
[4] Abandoned Baby Pattern
[5] Bullish Morning Star Pattern
[6] Bearish Evening Star Pattern