فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
دوره چهارده، شماره پنجاه و هفت، زمستان ۱۴۰۲
نوع مقاله : علمی پژوهشی
صفحات : ۶۴-۴۵

ارائه‌ی مدلی جهت پیش‌بینی روند بازار سهام از طریق تشخیص الگوهای فراکتال مبتنی بر تئوری امواج الیوت با استفاده از روش یادگیری عمیق

مسعود نادم[۱]
یحیی کامیابی[۲]
اسفندیار ملکیان[۳]

تاریخ دریافت مقاله : ۱۴۰۱/۱۰/۲۳ تاریخ پذیرش مقاله : ۱۴۰۲/۰۲/۲۴

چکیده

امروزه هوش مصنوعی در تشخیص الگوهای نموداری در تحلیل تکنیکال تحولی بزرگ ایجاد کرده است. البته ظهور روش‌های جدید و پیچیده در تحلیل تکنیکال، هر بار چالش نویی برای روش‌های هوش مصنوعی فراهم کرده است. از جمله روش‌های مورد اقبال و پیچیده‌ی تحلیل تکنیکال، تئوری امواج الیوت است. از طرف دیگر سرعت پیشرفت روش‌های هوش مصنوعی نیز به گونه ای است که هر بار روشی قدرتمندتر معرفی می‌گردد. از جمله روش‌های نوین و قدرتمند هوش مصنوعی روش یادگیری عمیق است. لذا در پژوهش حاضر به ارائه‌ی مدلی جهت پیش‌بینی روند بازار سهام از طریق تشخیص الگوهای فراکتال مبتنی بر تئوری امواج الیوت با استفاده از روش یادگیری عمیق پرداخته شده است. در این پژوهش تعداد ۱۵ الگوی امواج الیوت مدنظر قرار گرفت و سپس تعداد ۱۰۰۲ نمونه از نمودارهای قیمت سهام شرکت های حاضر در بورس ایران، برای الگوها جمع آوری و برچسب گذاری گردید و نهایتاً برای تشخیص به عنوان ورودی به الگوریتم یادگیری عمیق با بکارگیری مدل شبکه های عصبی بازگشتی وارد گردید. در این پژوهش از نرم افزار RapidMiner 9.9 و جهت تعیین توان مدل از معیار صحت استفاده شد. نتایج حاصل نشان دهنده‌ی صحت ۶۱ درصدی در تشخیص الگوها توسط مدل است.

کلمات کلیدی

الگوهای موجی، فراکتال، امواج الیوت، یادگیری عمیق، شبکه‌های عصبی بازگشتی

۱-گروه حسابداری، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران. Masoud_Nadem@yahoo.com
۲-گروه حسابداری، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران. (نویسنده ی مسئول) y.kamyabi@umz.ac.ir
۳-گروه حسابداری، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران. e.malekian@umz.ac.ir

مقدمه

امروزه سرمایه‌گذاران در بورس بخش مهمی از اقتصاد را تشکیل می‌دهند، به همین دلیل، پیش‌بینی قیمت سهام برای سرمایه‌گذاران اهمیت خاصی دارد. سرمایه‌گذاری در بازار سرمایه مستلزم تصمیم‌گیری و نیازمند دستیابی به اطلاعات در خصوص آینده بازار سهام است. در صورتی که بتوان روند آتی بازار سهام را با روش‌های مناسب پیش‌بینی نمود، سرمایه‌گذار می تواند بازده‌ی حاصل از سرمایه‌گذاری خود را بیشینه سازد. در ادبیات مالی از روش‌های گوناگونی برای پیش‌بینی روند آتی بازار استفاده می‌شود. یکی از پرکاربردترین این روش‌ها، تحلیل تکنیکال است، که بر مبنای بررسی روندهای گذشته، به پیش‌بینی روند آتی قیمت سهام می‌پردازد (زنگنه، ۱۳۹۸). تحلیل تکنیکال نیز خود دارای روش‌ها و ابزار مختلفی است که برخی دارای قدمت زیادی است. تحلیل تکنیکال سنتی، فراگیرترین روش از تحلیل تکنیکال است که در آن با بررسی حرکت قیمت در گذشته، سطوح حمایت-مقاومت که قیمت‌ها در آن سطوح مستعد تغییر روند هستند، تعیین می‌شوند (میرزایی، ۱۳۹۷). اما در دهه‌ی ۱۹۳۰ شخصی به نام رالف نلسون الیوت[1]با مطرح کردن تئوری امواج، روش نوینی را برای پیش‌بینی روندها پیش روی تحلیل‌گران تکنیکال گشود. الیوت استدلال کرد که حرکت رو به بالا و رو به پایین قیمت‌ها در بازار بر مبنای روانشناسی توده ها بوده و همیشه به شکل الگوهای تکراری ظاهر می‌شود. این الگوها به آنچه که الیوت آن را "امواج" می نامد بخشیزه شده است. مطابق نظریه‌ی الیوت، روانشناسی توده ها از خوش‌بینی به بدبینی و سپس از بدبینی به خوش‌بینی تغییر می‌کند و این دلیل اصلی تغییر روند قیمت‌ها است که به شکل امواج منعکس می‌شود. لذا طبق تئوری امواج الیوت قیمت‌ها در بازار در قالب الگوهای موجی آشکار و تکرار می‌شوند (ولنا و همکاران[2]، ۲۰۱۳). این دانش برای معامله‌گران و سرمایه‌گذاران ارزشمند است، زیرا اشکال دیگر تحلیل تکنیکال مانند روش‌های سنتی حمایت-مقاومت، فقط سطوح حمایت و مقاومت را به معامله‌گران نشان می‌دهد، اما به این سوال که چه میزان احتمال دارد که در آن سطوح تغییر روندی صورت گیرد، پاسخی داده نمی‌شود. برتری تئوری امواج الیوت نسبت به سایر روش‌ها نیز دقیقاً در همین مطلب نهفته است. چرا که با بکارگیری تئوری امواج الیوت، می‌توان سقف‌ها و کف‌های قیمتی را درک و کشف نمود. به عبارت بهتر اگر به درستی بتوان الگوهای تکرارشونده در قیمت‌ها را شناسایی کرد، می‌توان جهت حرکت بعدی آن‌ها را نیز پیش‌بینی نمود. در واقع با درک اینکه قیمت در چرخه‌ی امواج الیوت است، معامله‌گران ابزار منحصر به فردی برای یافتن نقاط ورود و خروج کم‌ریسک در اختیار دارند به طوری که با این ابزار می‌توانند زیان معاملات را کوچک و سودها را بزرگ

نمایند و این رمز موفقیت در بازارهای مالی است (فراست و پرچر[3]، ۲۰۰۱).

در سال‌های پس از مرگ الیوت نویسندگانی از جمله چارلز کالینز[4]، همیلتون بولتون[5]، ریچارد راسل[6] و فراست و رابرت پرچر[7] همچنان به استفاده از قواعد امواج و ارائه‌ی پیش‌بینی‌ها به سرمایه‌گذاران ادامه دادند. حتی تحلیل‌گران دیگری مانند گلن نیلی[8] با ارائه‌ی سبک‌های جدیدی در موج شماری، هرچند نظریه‌ی موجی الیوت را به طور کامل تصدیق نمی‌کنند، اما آن را به عنوان نقطه‌ی شروع توسعه‌ی روش‌های پیش‌بینی موجی خود مورد استفاده قرار داده‌اند. در این میان بخش قابل‌توجهی از محبوبیت امروزه‌ی روش امواج الیوت مدیون تلاش‌های رابرت پرچر بوده است. رابرت پرچر که یک تحلیلگر و نویسنده در بازار سهام آمریکا شناخته می‌شود، از سال ۱۹۷۵ تحقیقات گسترده‌ای را بر روی کتاب‌های اصلی الیوت انجام داد و نتیجتاً به همراه فراست کتابی در مورد قواعد امواج الیوت نگارش نمود که در سال ۱۹۷۸ منتشر شد. پرچر همچنین موسسه‌ی بین المللی امواج الیوت را بنیان‌گذاری نمود. البته شهرت اصلی وی به دلیل پیش‌بینی‌های شگفت‌انگیز او از بازار آمریکا بود. از جمله پیش‌بینی‌های مشهور وی می‌توان به پیش‌بینی صعود بزرگ بازار در سال ۱۹۸۲، سقوط بزرگ دوشنبه‌ی سیاه در سال ۱۹۸۷ و پیش‌بینی بحران سال ۲۰۰۸ اشاره کرد، که همگی بر اساس قواعد تئوری امواج الیوت انجام گرفت و لذا باعث اقبال و توجه بیش از پیش تحلیل‌گران به روش امواج الیوت در پیش‌بینی بازارهای مالی شد (میرزایی، ۱۳۹۷). تئوری امواج الیوت فرض می‌کند که بازار در قالب ۵ موج به سمت بالا (امواج پیشرو[9]) و در قالب ۳ موج به سمت پایین (امواج اصلاحی[10]) حرکت می‌کند. و این چرخه‌ی امواج به طور مداوم تکرار می‌شود. لذا الیوت دو نوع اصلی از الگوهای امواج را کشف کرد، یکی امواج پیشرو که متشکل از ۵ موج و دیگری امواج اصلاحی که متشکل از ۳ موج است. امواج پیشرو در جهت روند اصلی بازار و امواج اصلاحی در جهت مخالف روند اصلی حرکت می‌کنند. استفاده از امواج الیوت برای تعیین توسعه‌ی آتی قیمت‌ها بسیار کاربردی است. اگر امواج الیوت در روند بورس سهام رخ دهد، می‌توان انتظار داشت که پس از موج پنجم پیشرو یا بعد از موج سوم اصلاحی، روند قیمت تغییر یابد. لذا چنانچه تحلیل‌گر بتواند الگوی فعلی امواج را در بازار تشخیص دهد، با دقت بالایی می‌تواند روند آتی را پیش‌بینی نماید (ولنا و همکاران[11]، ۲۰۱۶). اما یکی از چالش‌های اصلی تشخیص امواج الیوت، ساختار فراکتال آن‌هاست که همین امر باعث شده که برای تشخیص الگوهای امواج، قواعد فراوان و پیچیده‌ای وضع شود، به طوری که متخصصان موج‌شماری معمولاً زمان بسیاری را صرف شمارش و برچسب‌گذاری و نهایتاً تشخیص الگوی امواج می‌نمایند. لذا از یک طرف تنوع الگوهای امواج الیوت و از طرف دیگر پیچیدگی ساختار

فراکتالی این امواج، باعث گردیده که امواج پیشرو و یا اصلاحی در بازار همیشه به وضوح و به‌طور بصری قابل تشخیص و تمایز نبوده و گاه منجر به اشتباه در تشخیص و تحلیل و نتیجتاً باعث زیان‌های سنگین برای معامله‌گران گردد. به همین دلیل علی‌الرغم اینکه مطالعات اخیر نشان می‌دهد که الگوهای امواج الیوت ابزار توانمندی برای پیش‌بینی روند قیمت سهام است، اما بکارگیری آن توسط تحلیل‌گران، محدود است. از مطالب بیان شده می‌توان نتیجه گرفت که، یکی از چالش‌های مهم در بکارگیری تئوری الیوت، تشخیص مطمئن الگوهای امواج شکل‌گرفته در بازار جهت پیش‌بینی صحیح روند آتی قیمت سهام است. به نظر می‌رسد، بهترین راهکار برای حل این مشکل، بکارگیری هوش مصنوعی است. سیستم‌های هوش مصنوعی توانایی کشف الگوهای پیچیده با درجه‌ی انطباق بالا را دارد و از این رو به نظر می‌رسد که بکارگیری آن‌ها می‌تواند در تشخیص مطمئن الگوهای فراکتالی امواج در نمودارهای قیمت سهام، نیز کمک شایانی نماید. این امر می‌تواند منجر به افزایش قابل‌توجه صحت پیش‌بینی‌ها از روند آتی گردد. هوش مصنوعی شامل روش‌های مختلفی است که یکی از پرکاربردترین آن‌ها شبکه‌های عصبی است و شبکه‌های عصبی نیز خود بهره‌مند از الگوریتم‌های متنوعی است که از هر کدام متناسب با نوع مسئله‌ی پیش‌آمده استفاده می‌گردد (شاهعلی زاده، ۱۳۹۰). از زمان ابداع روش‌های هوش مصنوعی، تحقیقات فراوانی با بکارگیری این روش‌ها خصوصاً شبکه‌های عصبی برای اکثر موضوعاتی که با امر پیش‌بینی در ارتباط بوده است، انجام گرفته است. در زمینه‌ی پیش‌بینی قیمت سهام در بازارهای سرمایه با استفاده از شبکه‌های عصبی نیز تحقیقات فراوانی انجام شده است. اما نوع خاص بکارگیری شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی روند قیمت در بازارهای سرمایه، روش تشخیص الگو است. بدین ترتیب که ابتدا الگوهای نموداری خاصی تعریف و به شبکه‌ی عصبی آموزش داده می‌شود و سپس از شبکه‌های عصبی انتظار می‌رود که اقدام به تشخیص الگوهای مورد نظر در نمودار قیمت نماید. با تشخیص الگوی نموداری، حرکت پساالگویی قابل پیش‌بینی است. به چنین روشی تکنیک تشخیص رویداد[۱۲]در سری‌های زمانی[۱۳] گفته می‌شود. از آنجا که در روش امواج الیوت نیز جهت پیش‌بینی روند حرکت آتی قیمت نیاز به تشخیص الگوهای اصلاحی و پیشرو در نمودار قیمت است، لذا به نظر می‌رسد از تلفیق تکنیک تشخیص رویداد و روش امواج الیوت، بتوان مدل توانمندی جهت پیش‌بینی روندهای قیمتی در بازارهای سرمایه ایجاد کرد. اما در زمینه‌ی بکارگیری تکنیک تشخیص رویداد برای تشخیص الگوهای نموداری در سری‌های زمانی تنها دو پژوهش صورت گرفته که یکی توسط ولنا و همکاران (۲۰۱۶) بوده که به تشخیص الگوهای الیوتی با استفاده از الگوریتم‌های پس انتشار در شبکه‌های عصبی پرداخته شده است و دیگری پژوهش

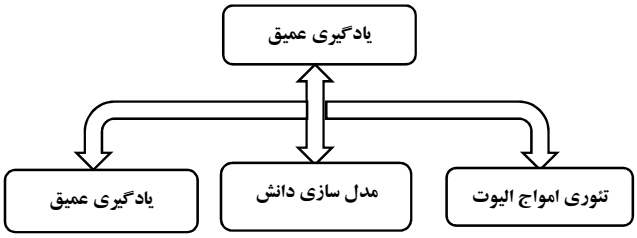
آتسالاکیس و همکاران[۱۴] (۲۰۱۱) است که به تشخیص الگوهای الیوتی با استفاده از سیستم نرو فازی پرداخته‌اند. در سایر مقالات یافت شده نیز، صرفاً به صورت تئوری پیشنهاداتی جهت اجرای تکنیک تشخیص رویداد برای سری‌های زمانی مطرح شده است. پیشنهاداتی نظیر استفاده از نمودارهای حالت، ساختن پنجره‌ی زمانی و نرمال‌سازی داده‌ها و غیره. اما یکی از پیشنهادات پررنگ‌تر، بکارگیری روش یادگیری عمیق است. یادگیری عمیق یکی از الگوریتم‌های نوین و بسیار توانمند شبکه‌های عصبی است که تقریباً در دهه‌ی اخیر معرفی و توسعه یافته است. یادگیری عمیق بسیار گسترده‌تر از یک الگوریتم ساده است به طوری که خود دارای الگوریتم‌های زیرمجموعه و همچنین دارای پارامترهای و تنظیمات متنوعی است، به همین دلیل امروزه یادگیری عمیق را به عنوان یک روش مستقل از شبکه‌های عصبی می‌شناسند، هر چند که مبنای کار آن از شبکه‌های عصبی نشأت می‌گیرد. بنابراین با توجه به مبانی نظری مطرح شده در مقالات مذکور، به نظر می‌رسد، روش یادگیری عمیق توانایی لازم برای اجرای تکنیک تشخیص رویداد برای الگوهای با ساختار فراکتال امواج الیوت که از نوع سری زمانی هستند را دارا باشد. لذا پژوهش حاضر به دنبال آن است که به عنوان اولین پژوهش در این زمینه، اقدام به ارائه‌ی مدلی جهت پیش‌بینی روند آتی قیمت سهام از طریق تشخیص الگوهای فراکتال امواج الیوت با استفاده از روش یادگیری عمیق، نماید.

مبانی نظری و پیشینه‌ی پژوهش

رویکرد بین رشته ای پژوهش

مبحث اصلی پژوهش ارائه‌ی مدلی مبتنی بر روش یادگیری عمیق برای تشخیص الگوهای فراکتالی امواج الیوت در سری‌های زمانی به منظور پیش‌بینی است. الگوهای امواج الیوت دقیق نیستند، هر بار که ظاهر می‌شوند کمی متفاوت هستند. آن‌ها می‌توانند دامنه و دوره‌ی زمانی متفاوتی داشته باشند، هرچند الگوهای مشابه نیز ممکن است از نظر بصری متفاوت به نظر برسند. الگوهای امواج الیوت را می‌توان به دو دسته ی الگوهای پیشرو و الگوهای اصلاحی، تقسیم کرد. بعد از الگوهای پیشرو حرکتی برخلاف جهت روند اصلی خواهیم داشت، در حالی که بعد از الگوهای اصلاحی، حرکتی در جهت روند اصلی اتفاق خواهد افتاد. الگوهای الیوت را می توان نوعی نقشه‌ی راه دانست که به تحلیل‌گران کمک می‌کند تا در موقعیت‌های خاص، جهت بازار را تشخیص و نرخ موفقیت خود در معاملات را افزایش دهند. پس از تشخیص الگوی موجی شکل‌گرفته، اقدام به پیش‌بینی روند آتی می‌شود. پژوهش حاضر رویکرد تشخیص الگوی امواج الیوت بر اساس روش یادگیری عمیق، را پیشنهاد می‌دهد. این پژوهش از یک رویکرد

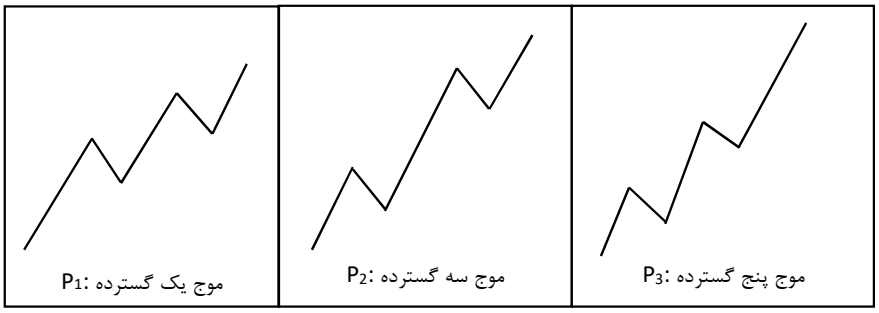
بین‌رشته‌ای استفاده می‌کند که شامل یادگیری عمیق، تئوری امواج الیوت و مدل‌سازی دانش می‌شود که در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱-رویکرد بین رشته ای پژوهش (منبع: مدل پژوهش)

الگوهای امواج الیوت

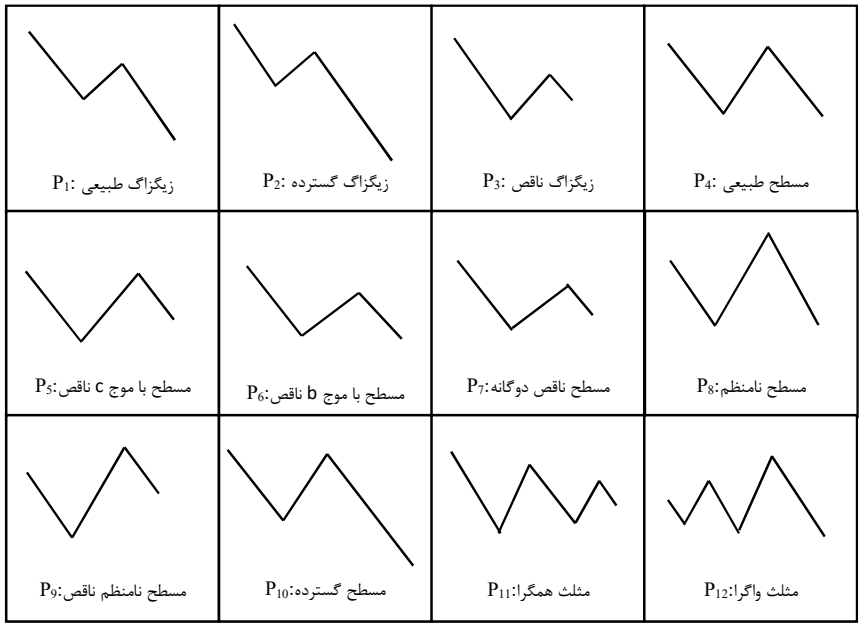
الگوهای امواج الیوت به دو دسته‌ی کلی شامل الگوهای پیشرو و الگوهای اصلاحی تقسیم می‌شود. الگوهای پیشرو دارای ساختار ۵ موجی است که ۳ موج در جهت روند اصلی و ۲ موج برخلاف جهت روند اصلی می‌باشد. موج‌های یک و سه و پنج، ۳ موجی هستند که در ساختار یک الگوی پیشرو در جهت روند اصلی حرکت می‌کنند. طبق اصول امواج الیوت حتماً یکی از این ۳ موج نسبت به ۲ موج دیگر قدرتمندتر ظاهر می‌شود و اصطلاحاً گسترده می‌گردد. بر همین اساس الگوهای پیشرو بر حسب اینکه کدام یک از امواج درونی آن گسترده می‌شود، دارای انواع مختلفی است. الگوهای پیشرو مدنظر این پژوهش در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- الگوهای پیشرو امواج الیوت (منبع: یافته‌های پژوهشگر)

لازم به ذکر است که بعد از شکل گیری و تشخیص الگوهای پیشرو، انتظار تغییر روند از صعودی به نزولی وجود دارد. به عبارت دیگر حرکت پساالگویی آن‌ها نزولی پیش‌بینی می‌شود. الگوهای اصلاحی

پیچیده‌تر از الگوهای پیشرو هستند و از تنوع بیشتری نیز برخوردارند. الگوهای اصلاحی شامل سه نوع الگوی پایه شامل الگوی‌های زیگزاگ[۱۵]، الگوی‌های مسطح[۱۶] و الگوهای مثلث[۱۷] می‌باشند. الگوهای زیگزاگ و مسطح هر دو دارای ساختاری سه موجی شامل موج های a و b و c هستند. تفاوت بین الگوهای زیگزاگ و الگوهای مسطح در قدرت و ارتفاع موج های b و c است. بر خلاف الگوهای زیگزاگ و مسطح، الگوی‌های مثلث دارای ۵ موج درونی شامل موج های a و b و c و d و e هستند که می توانند به دو صورت همگرا و یا واگرا رخ دهند (زنگنه، ۱۳۹۸). الگوهای اصلاحی موردنظر این پژوهش در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳- الگوهای اصلاحی امواج الیوت (منبع: یافته‌های پژوهشگر)

نکته حائز اهمیت از باب الگوهای اصلاحی اینکه بعد از شکل‌گیری و تشخیص این الگوها، انتظار تغییر روند از نزولی به صعودی وجود دارد. به عبارت دیگر حرکت پساالگویی آن‌ها صعودی پیش‌بینی می‌شود. بنابراین برای معامله‌گران، تشخیص الگوهای اصلاحی بسیار حائز اهمیت است. چرا که می‌تواند انتهای اصلاح و سطوح برگشت قیمت و تغییر روند را مشخص و باعث ورود به سهم در ابتدای روندهای صعودی و کسب سودهای مناسب گردد.

کشف امواج الیوت

امواج اصلی الیوت با قواعد پیچیده و فراوان برای امواج درونی آن‌ها، مشخص می‌شوند، بنابراین تشخیص آن‌ها در سری‌های زمانی دشوار است. به طور کلی سه روش برای تشخیص امواج الیوت وجود دارند که عبارتند از (آتسالاکیس و همکاران، ۲۰۱۱):

الف) تشخیص طبق قواعد (شمارش از کوچک به بزرگ): اولین راهکار برای طبقه‌بندی این است که اجزای امواج الیوت به تدریج از کوچک تا بزرگ شمارش شود. این فرآیند با برچسب گذاری تک‌موج‌های مجزا آغاز می‌شود. در این روش ابتدا با شمارش کوچک‌ترین موج‌ها، الگوهای پایین‌دستی مشخص و سپس این الگوها مبنایی برای تشخیص الگوهای بالادستی و اصلی می‌گردند. این روش از قواعد خاصی استفاده می‌کند، که با توجه به نسبت هر موج به امواج مجاور، جایگاه آن موج از این نظر که جزئی از الگوی اصلی یا فرعی است، مشخص می‌شود. در این قواعد نسبت‌های فیبوناچی[۱۸] تعیین‌کننده هستند. این روش دقیق است، اما با توجه به تعداد زیاد قوانین خاص آن، بسیار زمان‌بر است.

ب) تشخیص موج‌های بزرگ و موج‌شماری درونی آن‌ها (شمارش از بزرگ به کوچک): راهکار دوم، تشخیص الگوها و موج‌های بزرگ و سپس موج شماری درونی آن ها بر اساس موج‌های کوچکتر است. الگوهای فاز پیشرو به دلیل شرایط دقیق‌تر، از الگوهای فاز اصلاحی به وضوح قابل تشخیص است. بنابراین می‌توان الگوهای ارائه شده در داده‌های ورودی را تشخیص داد. در اینجا هدف پیدا کردن یک الگوی بالادستی و سپس شمارش موج‌های درونی آن جهت اطمینان از تشخیص الگوی اصلی است. در این روش، یکی از معایب این است که فازهای پیشرو به طور مستقل قابل تشخیص هستند، در حالی که فازهای اصلاحی باید مشتق شوند. یکی دیگر از معایب، این است که تا زمانی که حرکات کوچک درونی به طور کامل تشخیص نگردد و در نتیجه الگو تکمیل نشود، الگوی اصلی ناشناخته خواهد بود.

ج) تشخیص بر مبنای الگوهای خاص: راهکار سوم، این است که تشخیص را به برخی از الگوهای مهم، که بر حسب تجربه، در بازار مهم‌تر و پر تکرارتر از سایر الگوهای امواج الیوت هستند، محدود کرد. بنابراین، این روش وابسته به تشخیص تک موج‌ها نیست. یک نقطه‌ی ضعف این روش، این است که تحلیل‌گر در داده‌های ورودی قادر به پیدا کردن الگوهای خاص بسیاری هست که زمان‌بر است، لذا باید تعداد محدودی از مهم‌ترین الگوها را شناسایی و برای تشخیص انتخاب نمود. با این حال، این رویکرد بسیار مؤثر است. در پژوهش حاضر از این روش استفاده شده است.

یادگیری عمیق[۱۹]

یادگیری عمیق گونه‌ای از شبکه‌های عصبی مصنوعی است که شامل چندین لایه پردازش اطلاعات است که به الگوریتم توانایی بیشترین همگامی با داده‌ها را می‌دهد. مهم‌ترین مزیت الگوریتم‌های یادگیری عمیق نسبت به مدل سنتی شبکه‌ی عصبی، استخراج خودکار ویژگی‌های مناسب از ورودی‌های خام می‌باشد که از آن برای روند یادگیری مدل استفاده می‌کند (هیرانشا و همکاران[۲۰]، ۲۰۱۸). به عبارتی شبکه‌ی عصبی که از یادگیری عمیق استفاده می‌کند نوع خاصی از شبکه‌ی عصبی مصنوعی (ANN[۲۱]) است که از چند لایه تشکیل شده و در هر لایه نقش‌آفرینی متفاوتی داشته به طوری که شبکه‌ی کلی عملکرد بهتری از شبکه‌های کم عمق دارد (سزار و ازبایغلو[۲۲]، ۲۰۱۸). به عبارت دیگر شبکه‌های عصبی عمیق در مقایسه با شبکه‌های عصبی معمولی، دارای تعداد لایه‌های بیشتر، توابع فعالسازی متفاوت و همچنین روش‌های آموزش کارآمدتری هستند. این امر باعث گردیده تکنیک‌های یادگیری عمیق در حوزه‌ی گسترده‌ای از علوم مختلف مانند پردازش تصویر، فیلم، گفتار، تحلیل متن و سری‌های زمانی استفاده شود (دیگزیت[۲۳]، ۲۰۱۸).

داده‌های تنسور[۲۴] و یادگیری عمیق

تنسور ساختار داده‌ای است که توسط سیستم یادگیری عمیق استفاده می‌شود. در واقع تنسور آرایه‌ای چند بعدی از عناصر یک نوع داده را در خود نگه می‌دارد. هنگامی که صفربعدی باشد آرایه‌ی عددی[۲۵]، وقتی یک بعدی باشد آرایه‌ی برداری[۲۶] و زمانی که دو بعدی باشد می‌توان آن را آرایه‌ی ماتریسی[۲۷] نامید. اما چنانچه بیش از دوبعدی باشد، به آن تنسور گفته می‌شود. با توجه به بکارگیری ساختار داده‌ای تنسور در یادگیری عمیق که یک ساختار چندبعدی است، برای حل مسائلی که ابعاد داده‌های اولیه‌ی آن زیاد باشد، تنها راه‌حل، بکارگیری یادگیری عمیق است. در یادگیری عمیق ابعاد تنسورها با توجه به داده‌های اولیه اینگونه است که، داده‌های سری‌زمانی به عنوان تنسور سه‌بعدی، تصاویر به عنوان تنسور چهاربعدی و ویدئوها به صورت تنسور پنج‌بعدی، تعریف می‌شود (کوهن و همکاران[۲۸]، ۲۰۱۶).

تشخیص الگو

تشخیص الگو یکی از مهم‌ترین شاخه‌های هوش مصنوعی است که بر توصیف، اندازه‌گیری و طبقه‌بندی الگوهای شکل‌گرفته در داده‌های مختلف تمرکز دارد. در ۶۰ سال گذشته، هم از نظر تئوری و هم در کاربردهای تشخیص الگو پیشرفت‌های بزرگی حاصل شده است. یک سیستم تشخیص الگوی معمولی از مراحل پیش‌پردازش، استخراج ویژگی، طراحی طبقه‌بندی کننده و پس‌پردازش، تشکیل یافته

است. امروزه، عصر جدیدی از کلان‌داده‌ها آغاز شده است که باعث ایجاد هم فرصت‌ها و هم چالش‌هایی در زمینه‌ی تشخیص الگو گردیده است. لذا جستجو برای یافتن نظریه‌های جدید تشخیص الگو که با کلان‌داده‌ها تطبیق داشته باشند، امری اجتناب‌ناپذیر است. یادگیری عمیق، که می‌توان آن را مهم‌ترین پیشرفت ۱۰ سال اخیر در زمینه‌ی تشخیص الگو تلقی کرد، بر روش‌شناسی حوزه‌های مرتبط مانند بینایی کامپیوتر تأثیر زیادی گذاشته است و پیشرفت فوق‌العاده‌ای در تئوری و اجرا به دست آورده است. یادگیری عمیق را می‌توان به عنوان یک عزم جدی برای تغییر کل سیستم تشخیص الگو در نظر گرفت. بدین معنی که با ادغام مراحل پیش‌پردازش، استخراج ویژگی، طراحی طبقه‌بندی‌کننده و پس‌پردازش، به یک سیستم تشخیص الگوی تکامل‌یافته دست یافت. لذا انتظار می‌رود که توسعه‌ی نظریه‌ها و کاربردهای یادگیری عمیق بر حوزه‌ی تشخیص الگو تأثیر بیشتری بگذارد (ژانگ و همکاران[۲۹]، ۲۰۱۹)

مروری بر پژوهش‌های گذشته

از آنجا که در ادبیات مالی خارجی و داخلی، پژوهش حاضر برای اولین‌بار اقدام به ارائه‌ی مدلی برای تشخیص الگوهای سری‌زمانی با استفاده از روش نوین یادگیری عمیق نموده است، لذا هیچ‌گونه پژوهش خارجی و داخلی با چنین موضوعی وجود ندارد. با اینحال پاره‌ای از مطالعات در حوزه‌ی تشخیص الگوهای سری زمانی که با سایر روش‌های هوش مصنوعی انجام گرفته است، مورد بررسی قرار می‌گیرد. مصطفی و همکاران[۳۰] (۲۰۲۲)، به تشخیص تغییرات الگوی بازار با استفاده از رویکرد یادگیری ماشین در بازار سرمایه‌ی ژاپن پرداختند. آن‌ها در این پژوهش یک مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی (ANN) را آموزش دادند تا الگوی بازار مالی را تشخیص دهد و از این مدل برای تشخیص این‌که آیا و چه زمانی الگوی بازار تغییر کرده است استفاده نمودند. آن‌ها دریافتند که الگوی بازار پنج تغییر مهم را تجربه کرده است. زمان‌بندی این تغییرات با رویدادهای تاریخی مهمی هم‌چون رکود اقتصادی بزرگ، پاندمی کرونا و تغییرات در رژیم سیاست‌های پولی، هم زمان بوده است. وو و همکاران[۳۱] (۲۰۲۲)، به مقایسه‌ی توانایی تشخیص الگو توسط دو مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی (ANN) و شبکه‌ی عصبی پالسی (SNN[۳۲]) پرداختند و نشان دادند که مدل شبکه‌ی عصبی پالسی (SNN) به طور قابل‌توجهی در تشخیص الگوهای نموداری توانمندتر است. لیو و همکاران[۳۳] (۲۰۲۲)، در پژوهش خود به پیش‌بینی بازار سهام چین با یادگیری عمیق پرداختند. در این پژوهش از ۳۶ روند قیمتی و ۵ متغیر بنیادی به عنوان ورودی‌های مدل یادگیری عمیق جهت پیش‌بینی بازار استفاده گردید. مدل معرفی شده در این پژوهش با نرخ دقت ۵۵ درصد موفق به پیش‌بینی بازار سهام شده است. اوباید و پوکتاکتونگ[۳۴] (۲۰۲۰)، در پژوهشی به

اندازه‌گیری احساسات سرمایه‌گذار در واکنش به عکس‌های خبری با استفاده از روش یادگیری ماشین پرداختند. این پژوهش شاخصی با عنوان شاخص بدبینی سرمایه‌گذار[۳۵] را با استفاده از نمونه‌ی بزرگی از عکس‌های خبری معرفی می‌کند. این پژوهش نشان داد که قدرت پیش‌بینی شاخص بدبینی با استفاده از اخبار اقتصادی نسبت به اخبار عمومی بیش از شش برابر قوی‌تر است. ولنا و همکاران (۲۰۱۶)، در پژوهشی به ارائه‌ی مدلی جهت تشخیص الگوهای امواج الیوت در بازار سهام آمریکا و همچنین بازار فارکس با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی با بکارگیری الگوریتم‌های پس انتشار پرداختند. نتایج نشان‌دهنده‌ی نرخ صحت ۶۱ درصد برای این مدل بود. آتسالاکیس و همکاران (۲۰۱۱)، اقدام به پیش‌بینی بازار با استفاده از تئوری امواج الیوت و سیستم نرو فازی پرداختند. در این پژوهش از اطلاعات قیمت سهام بانک ملی یونان استفاده گردید. مدل نروفازی معرفی شده در این پژوهش با نرخ صحت ۵۹ درصد موفق به پیش‌بینی بازار شد. معمارزاده و همکاران (۱۴۰۱)، در پژوهشی برای پیش‌بینی حرکت ارزش سهام روشی مبتنی بر یادگیری عمیق طراحی و توسعه دادند. داده‌های ارزش بازار سهام همراه با شاخص احساسات محاسبه شده و توسط حالت‌های مختلف مدل پیشنهادی LSTM برای پیش‌بینی روند حرکت ارزش بازار سهام، بررسی شدند. نتایج حاکی از آن است که شاخص‌های احساسات و محاسبه دو معیار PCTchange و HLPCT در پیش‌بینی روند حرکت ارزش بازار سهام با کم‌ترین خطا تأثیرگذار بوده است. شریف فر و همکاران (۱۴۰۰)، در پژوهشی توانایی معماری‌های الگوریتم حافظه‌ی کوتاه‌مدت ماندگار (LSTM) جهت پیش‌بینی قیمت سهام را مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق نشان از عملکرد بهتر معماری LSTM همراه با لایه‌ی Drop Out نسبت به مدل ساده‌ی آن و همچنین مدل RNN دارد. محمدشریفی و همکاران (۱۴۰۰)، در پژوهش خود به منظور پیش‌بینی قیمت بیت‌کوین از ترکیب مدل ARIMA و سه نوع شبکه‌ی عصبی عمیق شامل RNN، LSTM و GRU استفاده نمودند. نتایج نشان می دهد که مدل ARIMA-GRU در معیارهای ارزیابی نسبت به سایر مدل‌ها نتایج بهتری داشته است. سیف و همکاران (۱۴۰۰)، در پژوهش خود به پیش‌بینی شاخص بورس ایران با استفاده از اطلاعات دو اندیکاتور نوسان‌نمای الیوت (مک‌دی[۳۶]) و شاخص قدرت نسبی[۳۷] با بکارگیری سه روش شامل درخت تصمیم، K نزدیکترین همسایه و ماشین بردار پشتیبان خطی پرداختند، که نتایج پژوهش نشان از دقت ۹۰ درصد برای تصمیمات خرید، فروش و نگهداری بود. ذوالفقاری و همکاران (۱۳۹۹)، در پژوهشی به معرفی یک مدل ترکیبی از شبکه‌ی یادگیری عمیق و مدل‌های منتخب خانواده‌ی GARCH جهت پیش‌بینی کوتاه‌مدت بازدهی روزانه‌ی شاخص کل بورس

اوراق بهادار تهران پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که مدل‌های ترکیبی دقت پیش‌بینی بالاتری نسبت به مدل‌های تکی دارند.

سوال پژوهش

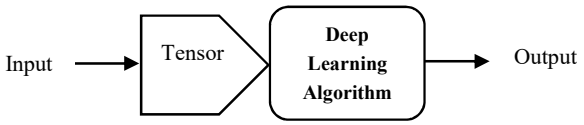
با توجه به جدید بودن موضوع پژوهش، این پژوهش درصدد پاسخگویی به سؤال زیر می‌باشد:

- مدل یادگیری عمیق معرفی شده در پژوهش تا چه میزان در تشخیص الگوهای فراکتال امواج الیوت شکل‌گرفته در نمودارهای قیمت سهام شرکت‌های حاضر در بورس اوراق بهادار ایران، موفق است؟

روش پژوهش

این پژوهش از نظر روش‌شناسی، پژوهشی آمیخته تلقی شده که در آن ترکیبی از روش‌های کیفی و کمی استفاده می‌گردد (دانایی فرد و همکاران، ۱۳۹۵). همچنین از نظر هدف پژوهش نیز پژوهشی کاربردی محسوب می‌شود. در این پژوهش ابتدا اقدام به جمع آوری نمونه برای الگوهای امواج الیوت مدنظر پژوهش، در نمودارهای قیمت سهام شرکت‌های فعال در بورس اوراق بهادار تهران گردید. در همین راستا با جستجو در نمودار قیمت ۱۴۸ شرکت مختلف از شرکت‌های عضو بورس اوراق بهادار تهران در دوره‌ی ۱۱ ساله‌ی ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰ اقدام به جمع‌آوری نمونه برای هر یک از الگوهای ذکر شده گردید. برای ۱۵ الگوی مدنظر، جمعاً ۱۰۰۲ نمونه جمع‌آوری شد (به طور میانگین برای هر الگو ۶۷ نمونه). نمونه‌های مربوطه ابتدا با استفاده از نمودارهای موجود در سایت رهاورد۳۶۵ و با استفاده از نمودار خطی مربوط به قیمت هر سهم، تشخیص و سپس اطلاعات لازم شامل تاریخ و قیمت بسته‌شدن در هر تاریخ، از نرم‌افزار رهاوردنوین۳ استخراج گردید و جهت پردازش به نرم‌افزار اکسل[۳۸]منتقل شد. این اطلاعات شامل ۱۵،۲۹۴ داده‌ی روز-قیمت مربوط به ۱۰۰۲ نمونه‌ی استخراج شده از نمودار قیمت ۱۴۸ شرکت حاضر در بورس اوراق بهادار تهران بوده است. با توجه به غالب بودن تایم‌فریم روزانه در تحلیل‌های تکنیکال در بورس ایران، در این پژوهش نیز تایم‌فریم روزانه مدنظر قرار گرفت. پس از جمع‌آوری اطلاعات نمونه‌ها، اقدام به دسته‌بندی و برچسب‌گذاری هر یک از نمونه‌ها گردید. نمونه‌های انتخاب‌شده دارای ۲ ویژگی خاص بودند که استفاده از روش یادگیری عمیق را برای آن‌ها ناگزیر می‌نمود. اولین ویژگی آن‌که از نظر زمانی الزاماً تناسب و تشابهی بین نمونه‌ها وجود نداشت. بدین‌معنی که طول زمانی نمونه‌ها متفاوت از یکدیگر بود و بدین سبب تعداد داده‌ی تشکیل‌دهنده‌ی هر نمونه از نمونه‌ی دیگر، متفاوت و لذا قیاس‌پذیری زمانی بین نمونه‌ها وجود نداشت. دومین ویژگی نمونه‌ها آنکه از نظر تعداد نمونه برای هر الگو نیز موازنه‌ای وجود نداشت. بدین‌معنی که تعداد نمونه برای الگوها یکسان نبود. این دو ویژگی و به

خصوص ویژگی اول باعث شد که پژوهش حاضر به سوی ارائه‌ی مدلی از نوع یادگیری عمیق سوق داده شود. چرا که فقط در ساختار تنسور می‌توان داده‌هایی با طول و عرض متفاوت را وارد نمود. الگوهای نمونه پس از برچسب‌گذاری برای تشخیص به عنوان ورودی به الگوریتم یادگیری عمیق وارد گردید. مدل کلی یادگیری عمیق پژوهش در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل۴- مدل یادگیری عمیق اولیه‌ی پژوهش (منبع: مدل پژوهش)

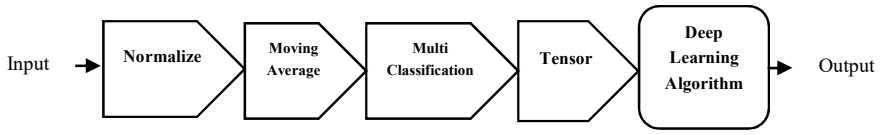
در سیستم یادگیری عمیق از الگوریتم‌های مختلفی می‌توان استفاده نمود. در حوزه‌ی پیش‌بینی قیمت سهام یکی از الگوریتم‌هایی که عمدتاً بکارگرفته شده است، الگوریتم شبکه‌ی عصبی بازگشتی (RNN[۳۹]) می‌باشد. شبکه‌ی عصبی بازگشتی (RNN)، شبکه‌ای با یک حلقه‌ی پس‌خور می‌باشد که خاصیت آن‌ها در قیاس با شبکه‌ی عصبی مصنوعی (ANN) این است که رفتار آن‌ها هم بوسیله‌ی خودشان و هم به وسیله‌ی ورودی‌های خارجی به شبکه تعیین می‌گردد و نسبت به شبکه‌های عصبی مصنوعی، ساختارهای پویا را، که از ویژگی‌های بازار سهام است، بهتر مدل‌سازی می‌کنند (کیو و همکاران[۴۰]، ۲۰۱۹). در حقیقت از آنجایی که شبکه‌های عصبی بازگشتی در خود یک حلقه‌ی بازگشتی دارند قابلیت حفظ اطلاعات در خود شبکه را دارند. شبکه‌ی عصبی عمیق بازگشتی از مهم‌ترین مدل‌های مورد استفاده برای پیش‌بینی سری‌های زمانی یا الگوهای مبتنی بر گذشته‌اند. وجه مشخصه‌ی مدل‌های عصبی عمیق بازگشتی آن است که قادرند تا الگوهای وابستگی (تأخیردار) را از طریق سازوکار بازگشتی خود در نظر بگیرند. در این دسته از مدل‌ها دانش تجمعی از دوره‌های قبلی با استفاده از چرخه‌ها به دوره‌های بعد منتقل می‌شود و برای پیش‌بینی دوره‌های بعدی استفاده می‌شود.

همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود داده‌های ورودی ابتدا به ساختار تنسور تبدیل می‌شوند و سپس وارد مدل یادگیری عمیق جهت طی مراحل آموزش[۴۱] و تست[۴۲] می‌گردند. اما برای افزایش توان مدل می‌توان بر روی اطلاعات اولیه اقداماتی را انجام داد و سپس به ساختار تنسور تبدیل نمود. در این پژوهش، قبل از مرحله‌ی تنسور سه اقدام بر روی اطلاعات انجام گرفت که باعث افزایش قابل‌توجه توان مدل گردید. این اقدامات عبارتند از:

۱- نرمال کردن[۴۳] اطلاعات قیمتی: بدین‌معنی که جهت قیاس‌پذیری بهتر نمونه‌ها، تمامی اطلاعات قیمتی در فاصله‌ی ۰ و ۱ بازتعریف شدند.

۲- اضافه کردن میانگین‌های متحرک[۴۴] به نمودارهای نمونه: بدین معنی که در مرحله‌ی آموزش علاوه بر نمودار قیمت برای هر نمونه، نمودار میانگین متحرک متناظر با آن را نیز نمایش بدهد. نمودار میانگین متحرک نسبت به نمودار قیمت، دارای نوسانات کمتری است. در این پژوهش از سه میانگین متحرک با نام های M_1 و M_2 و M_3 استفاده شده است. M_1 میانگین متحرکت قیمت امروز و ۱ روز قبل است. M_2 میانگین متحرک قیمت امروز و ۲ روز قبل و M_3 میانگین متحرک قیمت امروز و ۳ روز قبل است.

۳- طبقه‌بندی اطلاعات به صورت دوتایی[۴۵]: در این نوع طبقه‌بندی، فقط دوطبقه (دوکلاس) موجود است و هر کدام از نمونه‌ها به یکی از کلاس‌ها تعلق دارند. به عبارت دیگر نوعی از طبقه‌بندی که خروجی آن به یکی از دو دسته‌ی ناسازگار تعلق داشته باشد. استفاده از این نوع طبقه‌بندی نسبت به طبقه‌بندی چندتایی[۴۶] باعث آسان‌تر شدن تشخیص برای شبکه‌ی عصبی و در نتیجه افزایش توان مدل می‌گردد. لذا مدل پژوهش به صورت شکل ۵ تکمیل شد.



شکل ۵- مدل یادگیری عمیق تکامل‌یافته‌ی پژوهش (منبع: مدل پژوهش)

در مدل یادگیری عمیق پژوهش داده‌های آموزش و تست به نسبت ۷۰ درصد و ۳۰ درصد بکارگرفته شد و از نرم افزار RapidMiner 9.9 جهت انجام روش یادگیری عمیق استفاده شد. در این پژوهش برای تعیین توان مدل از معیار صحت[۴۷] استفاده گردید که از رابطه‌ی ۱ محاسبه می‌گردد.

$$Accuracy= (TP+TN)/(TP+TN+FP+FN)$$ رابطه‌ی ۱

متغیرهای استفاده شده در رابطه‌ی ۱ به صورت زیر تعریف می‌شود:

TP[۴۸]: تعداد موارد واقعاً "مثبت" که به درستی "مثبت" تشخیص داده شده است.

TN[۴۹]: تعداد موارد واقعاً "منفی" که به درستی "منفی" تشخیص داده شده است.

FP[۵۰]: تعداد موارد واقعاً "مثبت" که به اشتباه "منفی" تشخیص داده شده است.

FN[۵۱]: تعداد موارد واقعاً "منفی" که به اشتباه "مثبت" تشخیص داده شده است.

نتیجه گیری و بحث

هدف این پژوهش ارائه‌ی مدلی جهت پیش‌بینی روند بازار سهام از طریق تشخیص الگوهای فراکتال مبتنی بر تئوری امواج الیوت با استفاده از روش یادگیری عمیق است. در این پژوهش توان مدل معرفی‌شده برای تشخیص الگوهای امواج سنجیده شد. مدل اولیه ای که مورد آزمون قرار گرفت(شکل ۴) به گونه ای طراحی گردیده بود که، بعد از تبدیل ساختار داده ها به تنسور، بدون هیچ گونه اقدام اضافه ای، داده ها بلافاصله وارد الگوریتم یادگیری عمیق شده و مراحل آموزش و تست انجام و خروجی گرفته می شود. نتایج مرحله ی آزمون نشان دهنده ی نرخ صحت در تشخیص ۴,۵٪ برای این مدل بود که عدد بسیار پایینی است و عملاً این مدل با شکست روبرو شد. به عبارت بهتر این مدل موفق به تشخیص صحیح فقط ۴,۵٪ از الگوهای امواج الیوت ارائه شده به الگوریتم یادگیری عمیق شده است. لذا پس از ناکام ماندن این مدل، پژوهش حاضر به دنبال ایجاد تغییراتی در مدل به منظور ارتقای توانایی آن بود که این تغییرات منجر به طراحی مدل اصلی پژوهش (شکل ۵) گردید. در این مدل، آیتم هایی شامل نرمال سازی اطلاعات و بکارگیری میانگین های متحرک و همچنین بکارگیری طبقه بندی دوتایی جهت چیدمان اطلاعات اضافه گردید. نتایج حاصل از مرحله ی آزمون نشان دهنده ی نرخ صحت در پیش بینی معادل ۶۱٪ برای مدل اصلی پژوهش است. بنابراین استفاده از آیتم هایی شامل نرمال سازی اطلاعات، بکارگیری میانگین های متحرک و همچنین بکارگیری طبقه بندی دوتایی جهت چیدمان اطلاعات در مدل، باعث ارتقای قابل توجه توان مدل گردیده به طوری که مدل نهایی پژوهش موفق به تشخیص الگوهای امواج الیوت با نرخ صحت قابل قبول شد. بنابراین از آنجا که طبق ادبیات پژوهش‌های این حوزه، مدل‌های پیش‌بینی با درجه‌ی صحت بالاتر از ۵۱ درصد مدل‌های موفقی شناخته می‌شوند (ولنا و همکاران، ۲۰۱۶)، لذا این پژوهش موفق گردید مدلی نوین جهت پیش‌بینی بازار بر اساس تشخیص الگوهای مبتنی بر تئوری امواج الیوت با استفاده از روش یادگیری عمیق معرفی نماید. مدل ارائه‌شده توسط پژوهش حاضر در مقایسه با پژوهشی که توسط ولنا و همکاران (۲۰۱۶)، انجام گرفت (مدلی مبتنی بر شبکه‌های عصبی مصنوعی) دارای توان تشخیص مشابهی است چرا که نرخ صحت در هر دو مدل ۶۱ درصد گزارش شده است. اما در مقایسه با پژوهشی که توسط آتسالاکیس و همکاران (۲۰۱۱)، انجام گرفت (مدلی مبتنی بر روش نرو فازی)، توان بالاتری دارد چرا که مدل معرفی‌شده توسط ایشان نرخ صحت ۵۹ درصد را نشان داده است. با توجه به نتایج بدست آمده از پژوهش و از طرف دیگر با توجه به

ناکارا بودن بازار بورس ایران و در نتیجه امکان پیش‌بینی قیمت از طریق بکارگیری ابزارهای تحلیل تکنیکال، لذا به نظر می‌رسد مدل معرفی شده در این پژوهش با توجه به توانایی قابل قبول آن در تشخیص الگوهای با ساختار فراکتال در نمودارهای قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، می‌تواند منجر به کسب سود بیشتر از میانگین شاخص بورس، برای سرمایه‌گذاران گردد. همچنین مدل ارائه شده در پژوهش می تواند توسط تحلیل‌گران، سبدگردانان، مدیران صندوق‌های سرمایه‌گذاری و سایر فعالان بازار سرمایه نیز بکارگرفته شده و باعث بهبود عملکرد آن‌ها گردد. در نهایت معرفی این مدل به عنوان اولین مدل یادگیری عمیق که به فرآیند تشخیص الگوهای امواج الیوت پرداخته است می‌تواند به بسط تئوریکی ادبیات مربوط به فرآیند تشخیص رویداد توسط روش یادگیری عمیق و همچنین تئوری امواج الیوت کمک نماید. به عبارت دیگر این پژوهش می‌تواند آغازی برای پژوهش‌های دیگر در حوزه تشخیص الگو با استفاده از روش یادگیری عمیق باشد و قطعاً به ارائه‌ی مدل‌های بسیار توانمندتر توسط پژوهشگران منجر گردد.

منابع

۱) دانایی فرد، حسن. الوانی، سیدمهدی و آذر، عادل. (۱۳۹۴). روش‌شناسی پژوهش کمی در مدیریت: رویکردی جامع. چاپ دهم. انتشارات صفار. تهران.

۲) ذوالفقاری، مهدی. سحابی، بهرام و بختیاران، محمدجواد. (۱۳۹۹). طراحی مدلی جهت پیش‌بینی بازده‌ی شاخص کل بورس اوراق بهادار (با تأکیدبرمدل‌های

۳) ترکیبی شبکه‌ی یادگیری عمیق و مدل‌های خانواده‌ی GARCH). فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار. شماره چهل و دوم . بهار ۱۳۹۹.

۴) زنگنه، امیر. (۱۳۹۸). مرجع تحلیل تکنیکال کاربردی. چاپ دوم. تهران. آراد کتاب.

۵) سیف، سمیرا. جمشیدی نوید، بابک. قنبری، مهرداد و اسماعیل پور، منصور. (۱۴۰۰). پیش‌بینی روند بورس سهام ایران با استفاده از نوسان‌نمای امواج الیوت و شاخص قدرت نسبی. نشریه تحقیقات مالی. پیاپی ۶۱ . بهار ۱۴۰۰.

۶) شریف فر، امیر. خلیلی عراقی، مریم. رئیسی وانانی، ایمان و فلاح، میرفیض. (۱۴۰۰). ارزیابی و اعتبارسنجی‌معماری‌بهینه‌ی‌یادگیری‌عمیق‌درپیش‌بینی‌قیمت‌سهام (رویکرد الگوریتم حافظه‌ی کوتاه مدت ماندگار LSTM). فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار. شماره چهل و هشتم. پائیز ۱۴۰۰.

۷) محمدشریفی، ابوصالح. خلیلی دامغانی، کاوه. عبدی، فرشید و سردار، سهیلا. (۱۴۰۰). پیش‌بینی قیمت بیت‌کوین با استفاده از مدل ترکیبی ARIMA و یادگیری عمیق. فصلنامهٔ مطالعات مدیریت صنعتی. دوره‌ی نوزدهم. شماره ۱۶. تابستان ۱۴۰۰.

۸) معمارزاده، سیده فائزه. خسروی‌فارسانی، هادی و جاودانی گندمانی، تقی. (۱۴۰۱). ارائه‌ی یک روش مبتنی‌بریادگیری‌عمیق‌جهت‌پیش‌بینی‌قیمت‌سهام.هشتمین‌همایش‌بین‌المللی‌تحقیقات‌وب. تهران.۱۴۰۱.

۹) میرزایی، مهدی. (۱۳۹۷). مبانی اصول امواج الیوت. چاپ دوم. تهران. آراد کتاب.

10) Atsalakis, George S. Dimitrakakis, Emmanouil M. Zopounidis, Constantinos D. Zopounidis. (2011). “Elliott Wave Theory and neuro-fuzzy systems, in stock market prediction: The WASP system”. Expert Systems with Applications 38 (2011) 9196–9206.

11) Cohen, N. Sharir, O. Shashua, A. (2016). “On the expressive power of deep learning: A tensor analysis”. COLT. pp. 698–728.

12) Dixit, A. Tiwari, M. Pathak, H. Astya, R. (2018). "An Overview of Deep Learning Architectures, Libraries and Its Applications Areas". International Conference on Advances in Computing, Communication Control and Networking (ICACCCN), Greater Noida (UP), India. pp: 293-297.

13) Elliott RN (1938), The wave principle, reprinted. In: Prechter RR Jr (ed) 1994. R. N, Elliott’s Masterworks.

14) Frost, A, J. Prechter, Robert R, Jr.(2001). Elliott Wave Principle: Key to Market

Behavior. Published by Wiley.
15) Hiransha M, E.A. Gopalakrishnan, Vijay Krishna Menon, and K.P. Soman; (2018) "Nse stock market prediction using deep-learning models." Procedia Computer Science, 132:1351–1362.
16) Kyu, Beom Lee. Hyu, Soung Shin. (2019). "An Application of a Deep Learning Algorithm for Automatic Detection of Unexpected Accidents Under Bad CCTV Monitoring Conditions in Tunnels". International Conference on Deep Learning and Machine Learning in Emerging Applications (Deep-ML).
17) Sezer, O.B. Ozbayoglu, A.M. (2018) "Algorithmic Financial Trading with Deep Convolutional Neural Networks: Time Series to Image Conversion Approach". Applied Soft Computing Journal.
18) Volna, Eva. Kotyrba, Martin. Jarusek, Robert. (2013). "Multi-Classifier Based on Elliott Wave's Recognition". Computers and Mathematics with Applications. Vol 66 . 213–225.
19) Volna, Eva. Kotyrba, Martin. Kominkova Oplatkova, Zuzana. Senkerik, Roman. (2016). "Elliott waves classification by means of neural and pseudo neural networks". Springer. Published Online. 3 march.
20) Wu, Chih-Hung; Fang, Wen-Chang. (2011) "Combining the Fuzzy Analytic Hierarchy Process and the fuzzy Delphi method for developing critical competences of electronic commerce professional managers", Qual Quant, Vol. 45, PP. 751–768.
21) Zhang , C. Xu, L. Li, X. Wang, H. (2018). "A Method of Fault Diagnosis for Rotary Equipment Based on Deep Learning". Prognostics and System Health Management Conference (PHM-Chongqing). pp: 958-962.
22) Zhong, G. Cheriet, M. (2014). "Large Margin Low Rank Tensor Analysis". Neural Computation. 26 () 761–780.

یادداشت‌ها:

1- Ralf Nelson Elliot
2- Volna et al
3- Frost & Prechter
4- Charles J. Collins
5- Hamilton Bolton
6- Richard Russell
7- Robet Prechter
8- Glenn Neely
9- Impuls Waves
10- Correction Waves
11- Volna et al
12- Event Detection

13- Time Series
14- Atsalakis et al
15- Zigzag
16- Flat
17- Triangle
18- Fibonacci
19- Deep Learning
20- Hiransha et al
21- Artificial Neural Networks
22- Sezer & Ozbayoglu
23- Dixit
24- Tensor Data
25- Scalar
26- Vector
27- Matrix
28- Cohen et al
29- Zhang et al
30- Mustafa et al
31- Wu et al
32- Spiking Neural Networks
33- Liu et al
34- Obaid & Pukthuanthong
35- Photo Pssimism
36- MACD
37- RSI
38- Excel
39- Recurrent Neural Networks
40- Kyu et al
41- Train
42- Test
43- Normalize
44- Moving Average
45- Binary Classification
46- Multi Classification
47- Accuracy
48- True Positive
49- True Negative
50- False Positive
51- False Negative

Presenting a Model for Predicting Stock Market Trends by Detecting Fractal Patterns Based on Elliott Wave Theory Using Deep Learning Method

Masoud Nadem[1]
Yahya Kamyabi[2]
Esfandiar Malekian[3]

Receipt: 13/01/2023 Acceptance: 14/05/2023

Abstract

Today, artificial intelligence has made a big change in the recognition of chart patterns in technical analysis. Although, the emergence of new and complex analytical methods in technical analysis has provided a new challenge for artificial intelligence methods. One of the popular and complex technical analysis methods is Elliott Wave Theory. On the other hand, the speed of progress of artificial intelligence methods is such that a more powerful method is introduced every time. One of the new and powerful artificial intelligence methods is the deep learning method. Therefore, in this research, a model has been presented to predict the trend of the stock market through the detection of fractal patterns based on Elliott wave theory using deep learning method. In this research, 15 Elliott wave patterns were considered, and then 1002 samples of stock price charts of companies listed on Tehran Stock Exchange were collected and labeled for patterns, and finally entered as input into deep learning algorithm using recurrent neural network model for recognition. In this research, RapidMiner 9.9 software was used and accuracy criteria were used to determine the power of the model. Based on the results, the accuracy of developed model in recognizing patterns is 61%.

Keywords

Wave Patterns, Fractal, Elliott Waves, Deep Learning, Recurrent Neural Networks

1-Department of Accounting, Faculty of Economics and Administrative Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran. Masoud_Nadem@yahoo.com
2-Department of Accounting, Faculty of Economics and Administrative Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran. (corresponding author) y.kamyabi@umz.ac.ir
3-Department of Accounting, Faculty of Economics and Administrative Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran. e.malekian@umz.ac.ir