



## پیش‌بینی ارزش شرکت مبتنی بر روش‌های یادگیری عمیق

سیده مریم بابانژاد باقری<sup>۱</sup>

عباسعلی پورآقاجان<sup>۲</sup>

محمد مهدی عباسیان فریدونی<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۰۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۲۶

### چکیده

پیش‌بینی و درک روشن از رفتار یک پدیده نقش عمده‌ای در اتخاذ راهبردها و تصمیم‌گیری‌ها دارد. توسعه همه جانبه و تعمیق بازار سرمایه به عنوان موتور محرکه توسعه اقتصادی، نیازمند اعتماد عمومی مشارکت کنندگان به کارایی و درستی آن در تعیین قیمت عادلانه اوراق بهادار است. از سوی دیگر، پیش‌بینی ارزش شرکت، نوسانات قیمت یا بازدهی سهام اهمیت زیادی در انتخاب پرتفوی، مدیریت دارایی‌ها و حتی قیمت‌گذاری سهام شرکت‌هایی که تازه وارد بورس می‌شوند، دارد.

در این پژوهش با استفاده از داده‌های ۱۵۹ شرکت طی دوره زمانی ۱۰ ساله شامل ۱۳۹۹-۱۳۹۰ و عوامل موثر بر ارزش شرکت شامل نسبت‌های مالی، سازوکارهای راهبردی شرکتی، عوامل اقتصاد کلان و بازار سهام اقدام به پیش‌بینی ارزش شرکت شده است. در این پژوهش از دو ساختار روش یادگیری عمیق شامل GRU و BLSTM جهت ارزیابی بهتر استفاده می‌شود. نتایج حاصل از بررسی داده‌های گردآوری شده با استفاده از تکنیک‌های یادگیری عمیق، بیانگر آن بود که مدل ترکیبی با مقدار خطای RMSE کمتری نسبت به مدل GRU ارزش شرکت را پیش‌بینی کرده است.

**واژه‌های کلیدی:** ارزش شرکت، نسبت مالی، حاکمیت شرکتی، اقتصاد کلان، بازار سهام، یادگیری عمیق.

**طبقه بندی JEL:** G02, G17, G33

۱ گروه حسابداری، واحد قائم‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم‌شهر، ایران. nezhad\_1354@yahoo.com

۲ گروه حسابداری، واحد قائم‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم‌شهر، ایران (نویسنده مسئول). bbas\_acc46@yahoo.com

۳ گروه حسابداری، واحد قائم‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم‌شهر، ایران. mm.abbasian@yahoo.com

## ۱- مقدمه

امروزه تحولات اقتصادهای صنعتی، بازار سرمایه را به ماشینی تبدیل کرده است که نمی‌توان بدون تغییر اساسی در شیوه زندگی، آن را حذف کرد. به عقیده‌ی کینز اصلی‌ترین وظیفه‌ی یک بورس اوراق بهادار، جذب سرمایه‌گذاری‌ها با بالاترین بازده می‌باشد (زارعی، ۱۳۷۱). بسیاری از اقتصاددانان به این نتیجه رسیده‌اند که یکی از عوامل موثر بر رشد و توسعه پایدار، سرمایه‌گذاری موثر است و برای رشد اقتصادی لازم است افراد مازاد درآمد خود را سرمایه‌گذاری کنند (کیامهر و همکاران، ۱۳۹۹). بنابراین می‌توان گفت که بورس مکانی برای رقابت خواستار سرمایه در جهت سوق دادن منابع مالی دارندگان سرمایه به جانب فعالیت‌های خود است. در مورد تغییرات قیمت سهام در بازار اوراق بهادار می‌توان گفت که رویدادهای عادی و غیرعادی متعددی از جمله عوامل سیاسی و اقتصادی و بسیاری عوامل دیگر می‌توانند بر قیمت سهام اثر بگذارند و باعث ایجاد تغییرات فزاینده و یا کاهش در قیمت‌ها گردند (خاکپور، ۱۳۸۷). برای پاسخ به این سوال که تا چه حد می‌توان از قیمت‌های قبلی سهام برای پیش‌بینی قیمت‌های آینده استفاده نمود، مدل‌های مختلف مانند مدل‌های تکنیکی<sup>۱</sup> (نمودارگراها)<sup>۲</sup> و مدل‌های ساختاری<sup>۳</sup> (بنیادگراها)<sup>۴</sup> به وجود آمدند. تحلیل‌گران تکنیکی معتقدند تغییرات آینده قیمت سهام می‌تواند با توجه به قیمت‌های پیشین تعیین شوند؛ پس این تحلیل، فرضیه بازار کارا را رد می‌کند. اما بنیادگراها معتقدند قیمت جاری (و آینده) سهام به ارزش ذاتی آن و بازده موردانتظار سرمایه‌گذاری بستگی دارد. برای تعیین ارزش ذاتی سهام، علاوه بر در نظر گرفتن عوامل موثر در اقتصاد، باید اطلاع دقیقی در مورد شرکت‌ها و عوامل موثر بر درآمد شرکت‌ها در دسترس باشد. پیش‌بینی معاملات سهام رویکرد مهمی برای سرمایه‌گذاران در بازارهای سهام به شمار می‌رود، تحقیقات نشان می‌دهند که ترکیب معین شاخص فنی، تغییرات بازار مالی را به طور دقیق پیش‌بینی می‌کند و از این رو سود بیشتری از راهبرد خرید و فروش ساده به دست می‌آید (چانگ و همکاران، ۲۰۱۷). بازار سهام یکی از بازارهای مالی مهم در هر کشور است که نقش تجهیز و تخصیص منابع مالی در اقتصاد را بر عهده دارد. با توجه به این وظیفه بازار سهام، رصد وضعیت و نوسان‌های بورس اوراق بهادار از منظر سه گروه اهمیت دارد. اولین گروهی که وضعیت بورس اوراق بهادار و سهام را دنبال می‌کنند، افراد دارای منابع مالی یا به عبارت دیگر پس اندازکنندگان در جامعه هستند که می‌خواهند سبد دارایی خود را تشکیل دهند و از این رو تمامی بازارهای مالی و دارایی را برای تشکیل سبد دارایی مناسب رصد می‌کنند (خدماتی پور و امیری، ۱۳۹۶). گروه دیگر که وضعیت بازار سهام و نوسان‌هایش برای آنها مهم است، بنگاه‌های اقتصادی و شرکت‌ها یا همان متقاضیان منابع مالی هستند. رونق و رکود بازار سهام بر نحوه دستیابی شرکت‌ها به منابع مالی و در نتیجه عملکرد شرکت‌ها اثرگذار خواهد بود. گروه سوم که نوسان‌ها و وضعیت بازار سهام را پیگیری می‌کنند، سیاست‌گذاران و مسئولان اقتصادی هستند. طبیعی است که بازار سهام بخش زیادی از منابع مالی کشور را تخصیص می‌دهد و نحوه تخصیص منابع مالی بر عملکرد بخش حقیقی اقتصاد، اثرگذاری مستقیمی دارد؛ بنابراین نوسان‌های بازار

<sup>1</sup> Technical Models

<sup>2</sup> Chartists

<sup>3</sup> Fundamental Analysis

<sup>4</sup> Fundamentalists

سهام برای بیشتر کارگزاران اقتصادی اهمیت زیادی دارد (لی و گالوانی ۲۰۱۸<sup>۱</sup>). همچنین امروزه به‌موازات مدل‌های پیش‌بینی سنتی، مدل‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی در ادبیات پیش‌بینی‌های اقتصادی وارد شده‌اند. پیش‌بینی و درک روشن از رفتار یک پدیده نقش عمده‌ای در اتخاذ راهبردها و تصمیم‌گیری‌ها دارد. توسعه همه‌جانبه و تعمیق بازار سرمایه به عنوان موتور محرکه توسعه اقتصادی، نیازمند اعتماد عمومی مشارکت‌کنندگان به کارایی و درستی آن در تعیین قیمت عادلانه اوراق بهادار است. از سوی دیگر، پیش‌بینی ارزش شرکت، نوسانات قیمت یا بازدهی سهام اهمیت زیادی در انتخاب پرتفوی، مدیریت دارایی‌ها و حتی قیمت‌گذاری سهام شرکت‌هایی که تازه وارد بورس می‌شوند، دارد.

## ۲. مبانی نظری پژوهش

سرمایه‌گذاری، به تعویق انداختن مصرف جهت مصرف بیشتر و بهتر در آینده اطلاق می‌گردد. بنابراین مهمترین امر در این زمینه، خرید یک سهم به قیمت پایین و فروش آن به قیمت بالاتر است که این موضوع؛ به معنی پیش‌بینی قیمت سهام است. نظریه‌های متفاوتی در خصوص ارزیابی و پیش‌بینی بورس در بازارهای سازمان یافته مطرح شده است. تحلیل و تبیین عوامل تعیین‌کننده بازدهی سهام بر اساس روند گذشته و با استفاده از داده‌های شرکت‌های فعال در بازار سرمایه می‌تواند در کسب بازده آتی کمک کند (دهقان خاوری و میر جلیلی، ۱۳۹۸). در اوایل قرن بیستم، گروهی از متخصصان صاحب تجربه در ارزیابی اوراق بهادار اعتقاد راسخ بر این امر داشتند که میتوان از طریق مطالعه و تجزیه و تحلیل روند تاریخی تغییرات قیمت سهام، تصویری را برای پیش‌بینی قیمت آینده سهام ارائه نمود. مطالعات علمی تر با تأکید بر شناسایی دقیق رفتار قیمت سهام، گرایش به سمت مدل‌های ارزشیابی قیمت سهام را به وجود به عنوان یک شروع در تعیین رفتار قیمت آورد. در ابتدا نظریه گام‌های تصادفی سهام مطرح شد. سپس به ویژگی‌ها و ساختار بازار سرمایه توجه شد که نتیجه این مطالعات و بررسیها منجر به فرضیه بازار کارای سرمایه شد. این فرضیه به دلیل ترکیب خاص آن، مورد توجه محافل علمی قرار گرفت. در بازار کارای سرمایه، اعتقاد بر این است که قیمت سهام انعکاسی از اطلاعات جاری مربوط به آن سهم است و تغییرات قیمت سهام دارای الگوی خاص قابل پیش‌بینی نیست. نظریات مطرح شده تا دهه ۱۹۸۰ میلادی به خوبی تعیین‌کننده رفتار قیمت سهام در بازار بودند تا اینکه تحولات بازار سهام نیویورک در سال ۱۹۸۷ میلادی، اعتبار فرضیات بازار کارای سرمایه و مدل‌هایی نظیر تصادفی بودن قیمت‌ها را به شدت زیر سؤال برد. در دهه ۱۹۹۰ میلادی و بعد از آن، بیشتر توجه متخصصان به یک رفتار آشوبگرانه همراه با نظم معطوف شد و تلاش در جهت طراحی مدل‌های غیرخطی به منظور پیش‌بینی قیمت سهام اهمیت روز افزونی یافت. اما پیش‌بینی قیمت یا بازده سهام کار ساده‌ای نیست؛ زیرا عوامل بسیاری در تعیین آن دخالت دارند که تمام این عوامل را نمیتوان صرفاً در تحلیل تکنیکی فقط داده‌های تاریخی مربوط به حرکت قیمت و حجم معاملات سهام را برای پیش‌بینی حرکت آتی قیمت مطالعه میکند، در نظر گرفت. بنابراین ثابت شده است که استفاده از ابزارها و الگوریتم‌های محاسباتی پیچیده تر مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی از مدلسازی فرایندهای غیر خطی که منتج به قیمت و روند سهام می‌شوند، پاسخ‌های بهتری از روش‌های آماری به دست میدهند. بر مبنای تئوریهای اقتصادی، شاخص قیمت سهام

می‌بایست منعکس کننده انتظارات آحاد اقتصادی از عملکرد آتی شرکت‌ها باشد، درحالی‌که سود شرکت‌ها سطح فعالیت‌های اقتصادی را منعکس میکند. آنگاه اگر شاخص قیمت سهام به‌درستی اطلاعات مربوط به روند آتی متغیرهای اساسی می‌توان از آن به‌عنوان یک متغیر پیشرو برای پیش‌بینی نوسانهای فعالیت‌های اقتصادی استفاده کرد. بنابراین، روابط علی و تعاملات پویا میان متغیرهای کلان اقتصادی و شاخص قیمت سهام در تدوین سیاست‌های کلان اقتصادی یک کشور بسیار مهم است (آسیابی اقدم و همکاران، ۱۴۰۱). با توجه به اهمیت موضوع ذکر شده، در این پژوهش با استفاده از نسبت‌های اثرگذار بر ارزش شرکت شامل نسبت‌های مالی، متغیرهای حاکمیت شرکتی، داده‌های اقتصاد کلان و نسبت‌های بازار سهام اقدام به پیش‌بینی ارزش شرکت شده است.

### پیشینه خارجی

ون و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۲۰) بر مبنای مدل حرکت براونی هندسی اقدام به پیش‌بینی قیمت سهام ۷ شرکت موجود در شاخص ترکیبی بورس جاکارتا کرده‌اند. آنها دریافتند که مدل حرکت براونی هندسی دقت بالایی در پیش‌بینی داشته به گونه‌ای که مقدار MAPE برای مقادیر پیش‌بینی شده کوچکتر از ۲۰ درصد بوده است.

بورونو و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۹) با استفاده از مدل حرکت براونی هندسی به پیش‌بینی قیمت سهام پرداخته‌اند. هدف آنها شناسایی بهترین دوره زمانی داده‌های تاریخی جهت تخمین پارامترهای مدل GBM و بهترین افق پیش‌بینی بود. آنها دریافتند استفاده از ۶۵ مشاهده روزانه تاریخی می‌تواند قیمت سهام را برای ۲۱ روز با صحت بالا پیش‌بینی نماید که در این حالت نتایج پیش‌بینی با استفاده از مدل GBM از صحت بالاتری نسبت به حالت‌های دیگر برخوردار است. آنها به منظور بررسی صحت قیمت‌های پیش‌بینی شده نسبت به قیمت‌های واقعی از معیار MAPE برای تفسیر نتایج حاصل، از جدول پیشنهادی لورنس و همکاران استفاده کرده‌اند.

کانگ<sup>۳</sup> (۲۰۱۶) به پیش‌بینی قیمت سهام ۵۰ شرکت بزرگ استرالیایی با استفاده از حرکت براونی هندسی پرداختند. نخست، با استفاده از مدل CAPM به پیش‌بینی بازده مورد انتظار سالانه هر یک از سهام پرداخته شد و پس از آن، حرکت براونی هندسی در دو حالت، یکبار برای سهام انفرادی و بار دیگر برای پرتفویهای متشکله در حالت مختلف، به کار گرفته شد. نتایج حاصل نشان داد اگرچه طبق معیار MAPE پیش‌بینی دوره‌های ۱ هفته، ۲ هفته، ۱ ماه، ۲ ماه و یکسال به صورت مطلوب و قابل قبولی انجام می‌پذیرد، اما کمترین خطای پیش‌بینی در دوره‌های ۱ هفته، ۲ هفته و ۱ ماه حاصل شده و پس از آن، هرچه افق زمانی پیش‌بینی افزایش می‌یابد مقادیر خطا رو به افزایش می‌گذارد.

### پیشینه داخلی

شریف‌فر (۱۴۰۱) طی پژوهشی نشان داد که نتایج حاصل از اجرای الگوریتم‌های مبتنی بر شبکه عصبی پیچشی به تعداد ۵۴ دفعه با پارامترهای متفاوت و با استفاده از دو دسته اصلی داده‌های ورودی شامل اطلاعات قیمتی

<sup>۱</sup> Wen

<sup>۲</sup> Bruno

<sup>۳</sup> Guang

روزانه سهام و ده شاخص تکنیکال منتخب برای سهام شرکت ذوب آهن اصفهان، دارای خطای MAPE و NRMSE کمتر بوده که نشان دهنده عملکرد بهتر آن نسبت به سایر الگوریتم‌های RNN است.

پژوهش میرجعفری (۱۴۰۱) یک بهینه سازی واکنش شیمیایی مصنوعی مبتنی بر شبکه پیوند عملکردی را برای پیش بینی قیمت سهام پیشنهاد می کند. در این راستا قیمت پنج سهام در یک دوره ۸ ساله طی سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ جمع آوری شد. آزمایش های مختلف برای ارزیابی عملکرد مدل پیشنهادی مانند پیش بینی قیمت سهام ۱ روز بعد، ۱ هفته بعد و ۱ ماه بعد صورت گرفته اند. از طریق مطالعات شبیه سازی، نشان داده شد که مدل پیشنهادی پیش بینی دقیق تری نسبت به دیگر مدل ها ارائه می دهد. مدل پیش بینی مبتنی بر مدل شبکه پیوند عملکردی شیمیایی مصنوعی، حداقل زمان را در مقایسه با مدل های پیش بینی مبتنی بر شبکه عصبی مصنوعی و مدل های ترکیبی دارد.

معمارزاده (۱۴۰۱) با بررسی حالت های مختلف مدل پیشنهادی LSTM برای پیش بینی روند حرکت ارزش بازار سهام، دریافته اند که شاخص های احساسات و محاسبه دو معیار HLPCT و PCT change در پیش بینی ارزش بازار سهام با کمترین خطا تاثیرگذار بوده و نتایج مقایسه با روشهای قبلی نشان دهنده برتری روش پیشنهادی در میزان پیش بینی قیمت ها است.

نظریه (۱۴۰۰) در مقاله خود مدلی بر پایه روش تجزیه و تحلیل سیگنال مبتنی بر روش یادگیری عمیق به نام EMD-SAE ارائه نموده است. در این پژوهش از سهام شرکت های نفت پارس و معادن و فلزات برای سنجش عملکرد مدل و ارزیابی دقت پیش بینی استفاده گشته است. در این پژوهش، اثر تجزیه و تحلیل سیگنال بر دقت پیش بینی سری زمانی مالی ارزیابی گشته و برتری روش تلفیقی پیشنهاد شده از طریق مقایسه با روش های مبتنی بر یادگیری ماشین EMD-AdaBoost و EMD-SVR اثبات گردید.

شریف فر (۱۴۰۰) در مقاله خود با عنوان ارزیابی و اعتبارسنجی روش بهینه یادگیری عمیق در پیش بینی قیمت سهام (رویکرد الگوریتم حافظه کوتاه مدت ماندگار LSTM)، ضمن طبقه بندی عوامل موثر بر قیمت سهام، مولفه های معاملات سهامداران حقیقی و حقوقی را به عنوان عاملی اثرگذار بر قیمت سهام مورد بررسی قرار داد. برای اجرای مدل از سه گروه داده های قیمتی، شاخص های تکنیکال و معاملات سهامداران حقیقی و حقوقی استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان از عملکرد بهتر روش LSTM همراه با لایه Drop Out نسبت به مدل ساده آن و همچنین مدل RNN بود.

افضلیان بروجنی (۱۴۰۰) در مقاله خود با عنوان ارزیابی پیش بینی قیمت سهام در ایران با استفاده از روش های غیر خطی نشان داد که تکنیک های هوشمند از جمله شبکه های عصبی مصنوعی، کلونی زنبور عسل مصنوعی به دلیل توانایی بالا در آموزش داده ها و اختصاص وزن های مناسب به این داده ها و کشف فرآیند مولد آن ها، با سرعت و دقت بالا، نتایج قابل قبولی جهت پیش بینی پدیده های پیچیده مالی و اقتصادی از جمله پیش بینی قیمت سهام دارد، که می توان بر اساس آن تقریباً نقشه راه مشخصی برای پیش بینی قیمت سهام توصیه نمود.

ظهیرمبهرن (۱۴۰۰) به منظور تخمین قیمت سهام بانک های بورسی، روشی ترکیبی بر پایه ارزیابی و ردگیری نوسانات قیمت سهام بانک ها توسط تبدیل موجک گسسته با توجه به پارامترهای تعداد و حجم سهام و تخمین

قیمت سهام توسط الگوریتم شبکه عصبی بر پایه پارامترهای تبدیل موجک معرفی نمود. تخمین این روش جهت اهداف بلند مدت مفیدتر است. چون هرچه تعداد داده‌ها بالاتر روند شناخت دقیق تری نسبت به سیستم حاصل می‌گردد. الگوریتم هوشمند شبکه‌ی عصبی به علت تطبیق پذیری نسبی نسبت به نوسانات، تخمین قیمت سهام را با درصد قابل قبول حدود ۰.۸۵ بدست می‌دهد. در شرایط یکسان الگوریتم‌های هوشمند دقت بالاتری را نسبت به روابط ریاضی با ضرایب ثابت از خود نشان می‌دهند.

### ۳. روش شناسی پژوهش

پیش‌بینی و درک روشن از رفتار یک پدیده نقش عمده‌ای در اتخاذ راهبردها و تصمیم‌گیری‌ها دارد. ساختارهای متعددی از روش‌های یادگیری ماشین به صورت کلاسیک و عمیق وجود دارد که در کاربردهای متفاوت عملکردهای متفاوتی دارند. در این پژوهش از دو ساختار روش یادگیری عمیق شامل GRU و BLSTM جهت ارزیابی بهتر استفاده می‌شود. در ادامه هر کدام از آزمایش‌های مربوط به هر مدل به تفکیک شرح داده می‌شود.

#### الف. روش GRU :

در این پژوهش از GRU<sup>۱</sup> به عنوان یکی از مدل‌های یادگیری عمیق استفاده شده است. این مدل قادر است روابط پیچیده بین مولفه‌های مختلف در بازارهای مالی جهت پیش‌بینی قیمت سهام را شناسایی کند. GRUها یک نوع شبکه عصبی حافظه محور هستند به این دلیل که می‌توانند اطلاعات را در یک دوره زمانی حفظ کنند. به عبارت ساده، GRUها مجبور نیستند از یک واحد حافظه برای کنترل جریان اطلاعات مانند مدل LSTM استفاده کنند، بلکه می‌توانند به طور مستقیم از تمام حالت‌های پنهان بدون هیچ کنترلی استفاده کنند. این مدل‌ها شبیه به مدل LSTM هستند با این تفاوت که به جای سه دروازه<sup>۲</sup>، شامل دو دروازه ریست<sup>۳</sup> و دروازه‌ی به‌روزرسانی<sup>۴</sup> هستند.

دروازه ریست نحوه‌ی ترکیب ورودی جدید با حافظه قبلی را تعیین می‌کند و تصمیم می‌گیرد چه مقدار از اطلاعات گذشته، یعنی اطلاعات گام‌های قبلی، فراموش شود. در اینجا هم مقدار ورودی جدید (xt)، به همراه مقدار حالت پنهان گام قبل (ht-1)، در وزن متناظر خود ضرب و سپس با هم جمع می‌شوند و به یک تابع سیگموئید وارد می‌شوند تا خروجی بین بازه صفر تا ۱ قرار بگیرد و به دروازه اجازه می‌دهد تا در مراحل بعدی بین اطلاعات کمتر و مهم تر فیلتر شود.

$$\text{gatereset} = \sigma(\text{Winputreset} \times \text{Xt} + \text{Whiddenreset} \times \text{ht} - 1)$$

هنگامی که کل شبکه از طریق انتشار معکوس آموزش داده می‌شود، وزن‌های موجود در معادله به‌روزرسانی می‌شوند تا بردار یاد بگیرد که فقط ویژگی‌های مفید را حفظ کند. حالت پنهان قبلی ابتدا در یک وزن قابل تمرین

<sup>۱</sup> Gated Recurrent Unit

<sup>۲</sup> Gate

<sup>۳</sup> Reset

<sup>۴</sup> update

ضرب می‌شود و سپس با بردار ریست، یک ضرب عنصری انجام می‌شود. این عملیات تصمیم می‌گیرد که کدام اطلاعات از مراحل زمانی قبلی همراه با ورودی‌های جدید حفظ شود. در همان زمان، ورودی جاری نیز قبل از اینکه با حاصل ضرب بردار ریست و حالت پنهان قبلی جمع شود، در یک وزن قابل آموزش ضرب می‌شود. در نهایت، یک تابع  $\tanh$  فعال سازی غیر خطی برای نتیجه نهایی برای بدست آوردن  $r$  در معادله زیر اعمال می‌شود.

$$r = \tanh(\text{gatereset} \odot (W_{h1} \cdot h_t - 1) + W_{x1} \cdot X_t)$$

دروازه‌ی به‌روزرسانی در GRU همان چیزی است که دروازه‌ی ورودی و دروازه‌ی فراموشی در LSTM بودند. دروازه‌ی به‌روزرسانی تعیین می‌کند که چه مقدار از حالت قبلی حفظ شود. در این دروازه مقدار ورودی جدید ( $x_t$ ) به همراه مقدار حالت پنهان گام قبلی ( $h_{t-1}$ ) در وزن متناظر خود ضرب و سپس با هم جمع می‌شوند و به یک تابع سیگموئید وارد می‌شوند تا خروجی میان بازه صفر تا ۱ قرار بگیرد. سپس خروجی دروازه‌ی به‌روزرسانی با حالت پنهان گام قبلی ضرب می‌شوند.

$$\text{gateupdate} = \sigma(W_{\text{inputupdate}} \times X_t + W_{\text{hiddenupdate}} \times h_t - 1)$$

سپس بردار به‌روزرسانی با حالت پنهان قبلی ضرب را انجام می‌دهد تا  $u$  در معادله زیر بدست آید، که بعداً برای محاسبه خروجی نهایی استفاده خواهد شد.

$$u = \text{gateupdate} \odot h_t - 1$$

هر دو بردار دروازه‌ی به‌روزرسانی و ریست با استفاده از یک فرمول ایجاد می‌شوند، اما وزن‌های ضرب شده با حالت ورودی و حالت پنهان برای هر دروازه منحصر به فرد است، به این معنی که بردارهای نهایی برای هر دروازه متفاوت است. این به دروازه‌ها اجازه می‌دهد تا اهداف خاص خود را برآورده کنند.

معکوس بردار به‌روزرسانی را با خروجی دروازه ریست،  $r$  ضرب المان انجام می‌دهند. هدف از این عملیات این است که دروازه‌ی به‌روزرسانی تعیین کند چه بخشی از اطلاعات جدید باید در حالت پنهان ذخیره شود. در نهایت خروجی این مرحله با خروجی ضرب نقطه‌ای دروازه‌ی به‌روزرسانی با حالت پنهان قبلی ( $u$ ) جمع می‌شود و حالت پنهان جدید را ایجاد می‌کند که به عنوان خروجی نهایی استفاده می‌شود.

$$h_t = r \odot (1 - \text{gateupdate}) + u$$

### ب. روش LSTM:

LSTM مخفف Long-Short-Term Memory، یک مدل شبکه عصبی است که ابتدا در سال ۱۹۹۷ پیشنهاد شد. ویژگی کلیدی این مدل این است که می‌تواند اطلاعاتی را ذخیره کنند که برای پردازش سلولی آینده استفاده شود. حافظه‌ی LSTM دارای دو بردار کلیدی است: (۱) حالت کوتاه مدت: خروجی را در مرحله‌ی زمانی فعلی حفظ می‌کند. (۲) حالت بلند مدت: مواردی را که برای طولانی مدت در نظر گرفته شده‌اند را در حین عبور از شبکه

ذخیره می‌کند، می‌خواند و یا فراموش می‌کند. تصمیم خواندن، ذخیره‌سازی و نوشتن بر اساس برخی از توابع فعال‌سازی<sup>۱</sup> است که خروجی این توابع فعال‌سازی مقدراری بین (۰، ۱) است.

LSTM دارای ساختار زنجیره‌ای است که شامل چهار شبکه عصبی و بلوک‌های حافظه مختلف به نام سلول است. اطلاعات توسط سلول‌ها حفظ می‌شود و تصمیم‌گیری‌های حافظه توسط دروازه‌ها انجام می‌شود. سه دروازه وجود دارد:

دروازه‌ی فراموشی: اطلاعاتی که در حالت سلولی مفید نیستند با دروازه‌ی فراموشی حذف می‌شوند. دو ورودی  $X_t$  (ورودی در زمان خاص) و  $h_{t-1}$  (خروجی سلول قبلی) به دروازه وارد می‌شوند و با ماتریس‌های وزن ضرب می‌شوند. نتیجه از طریق یک تابع فعال‌سازی که یک خروجی باینری می‌دهد منتقل می‌شود. اگر برای یک حالت سلولی خاص خروجی ۰ باشد، قسمتی از اطلاعات فراموش می‌شود و برای خروجی ۱، اطلاعات برای استفاده در آینده حفظ می‌شود.

دروازه‌ی ورودی: افزودن اطلاعات مفید به حالت سلول توسط دروازه‌ی ورودی انجام می‌شود. ابتدا اطلاعات با استفاده از تابع سیگموئید<sup>۲</sup> تنظیم می‌شود و مقادیری را که باید به خاطر سپرده شود مشابه دروازه‌ی فراموشی با استفاده از ورودی‌های  $X_t$  و  $h_{t-1}$  فیلتر می‌شوند. سپس یک بردار با استفاده از تابع  $\tanh$  ایجاد می‌شود که خروجی بین -۱ تا +۱ می‌دهد که شامل مقادیر ممکن از  $X_t$  و  $h_{t-1}$  است. در نهایت مقادیر بردار و مقادیر تنظیم شده برای به‌دست آوردن اطلاعات مفید ضرب می‌شوند.

دروازه‌ی خروجی: وظیفه استخراج اطلاعات مفید از وضعیت سلول فعلی به عنوان خروجی، توسط دروازه‌ی خروجی انجام می‌شود. ابتدا یک بردار با اعمال تابع  $\tanh$  بر روی سلول تولید می‌شود. سپس اطلاعات با استفاده از تابع سیگموئید تنظیم شده و با مقادیری که باید با استفاده از ورودی‌های  $X_t$  و  $h_{t-1}$  به خاطر سپرده شوند، فیلتر می‌شود. سپس مقادیر بردار و مقادیر تنظیم شده ضرب می‌شوند تا به عنوان خروجی و ورودی به سلول بعدی ارسال شوند.

### ج. روش Bidirectional LSTM (BLSTM):

BLSTM مدل گسترش یافته‌ی LSTM است که برخلاف LSTM استاندارد، ورودی در هر دو جهت جریان دارد و می‌تواند از اطلاعات هر دو طرف استفاده کند. همچنین ابزار قدرتمندی برای مدل‌سازی وابستگی‌های متوالی بین ورودی‌ها در هر دو جهت دنباله است. در LSTM دو طرفه به جای آموزش یک مدل، دو مدل وجود دارد. مدل اول دنباله ورودی ارائه شده را می‌آموزد و مدل دوم عکس آن دنباله را می‌آموزد. BLSTM نوعی LSTM دو لایه است، اما جهت لایه‌ها کاملاً مخالف یکدیگر هستند. به این معنا که دنباله‌ی ورودی از دو جهت روبه جلو<sup>۳</sup> و روبه عقب<sup>۴</sup>، در یک زمان یکسان عبور داده می‌شوند.

<sup>۱</sup> Activation

<sup>۲</sup> Sigmoid

<sup>۳</sup> Forward

<sup>۴</sup> Backward



### -مجموعه داده و توصیف پایگاه داده مورد استفاده

به منظور بررسی مدل‌های یادگیری از مجموعه‌ای از داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت. این مجموعه داده شامل ۱۱۷۸ نمونه و هر نمونه شامل ۱۱۵ ویژگی می‌باشد که مربوط به اطلاعات مالی سهام ایران بین سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۹ است. در روش‌های کلاسیک یادگیری ماشین، قبل از استفاده از مدل، ویژگی‌ها نیاز به هر دو مرحله‌ی استخراج ویژگی و انتخاب ویژگی داشتند. یادگیری عمیق می‌تواند هر دوی این نیازها را حذف کند. در این پژوهش تنها از قابلیت انتخاب ویژگی مدل‌های عمیق استفاده شد. به این معنی که تمام ویژگی‌های ممکن قبلاً استخراج شده‌اند و خود مدل عمیق یاد می‌گیرد به کدام ویژگی بیشتر توجه کند. از دیدگاهی دیگر مدل‌های کلاسیک یادگیری ماشین باید با ویژگی‌های مناسب تغذیه شوند. اما در یادگیری عمیق، حتی اگر ویژگی‌ها مناسب نباشند، مدل سعی می‌کند آن‌ها را ترکیب کند تا ویژگی‌های مناسب را ایجاد کند. بنابراین برای عملکرد بهتر و دستیابی به دقت بالاتر همگی ۱۱۵ ویژگی به مدل‌های یادگیری عمیق داده می‌شود.

### -پیاده‌سازی مدل

برای پیاده‌سازی مدل‌های یادگیری عمیق از کتابخانه‌های معروف Pandas و Numpy جهت خواندن داده در محیط پایتون (python 2.7) و همچنین جهت ساختن کتابخانه‌های مبتنی بر ابزارهای یادگیری عمیق از کتابخانه مشهور Keras از ابزارهای Tensorflow استفاده شد. در این پژوهش برای از بین بردن اثرات نامطلوب ناشی از داده‌های ناهمگون، لازم است داده‌ها به گونه‌ای استاندارد شوند که در محدوده [۰, ۱] قرار گیرند. بنابراین در ابتدا داده‌ها را نرمال می‌کنیم. علاوه بر این مجموعه داده‌ها به دو قسمت تقسیم شدند که ۸۰٪ به‌عنوان داده‌های آموزشی و ۲۰٪ برای ارزیابی مدل قرار دادیم. به منظور توضیح بهتر عملکرد مدل‌های یادگیری عمیق، این مقاله از دو روش GRU و در روش دوم از ترکیب BLSTM و GRU برای پیش‌بینی قیمت سهام ایران استفاده می‌کند. همچنین از معیارهای MAE و RMSE به عنوان شاخص‌های ارزیابی برای قضاوت در مورد عملکرد پیش‌بینی مدل استفاده می‌شوند.

در روش اول با استفاده از مدل GRU، مدل طراحی شده را بر روی مجموعه داده اعمال کردیم. این پژوهش برای اولین بار از مدل GRU جهت پیش‌بینی مقدار سهام بورس ایران استفاده کرده است. هدف از این بررسی یافتن کم‌ترین خطا بین مقادیر پیش‌بینی شده و مقادیر واقعی است.

ساختار شبکه‌ی عصبی GRU در این پژوهش به این صورت است که رکوردهای داده یکی یکی خوانده می‌شود و همگی ویژگی‌ها در هر رکورد به یک بلوک حافظه تعلق می‌گیرد. مدل دارای ۸۰ بلوک حافظه متصل به هم است که هر بلوک از چهار سلول حافظه تشکیل شده است. مقادیر هر رکورد خوانده شده به‌عنوان اولین ورودی، به سلول‌های درون آن بلوک وارد می‌شوند و از آنجایی که سلول‌ها به صورت متصل به هم قرار دارند، خروجی هر سلول در هر گام زمانی به سلول بعدی در همان بلوک وارد می‌شود. تمامی مراحل تا آخرین بلوک ادامه می‌یابد و خروجی آخرین بلوک، به‌عنوان خروجی نهایی مدل در نظر گرفته می‌شود. ارتباط بین هر بلوک حافظه برای داده‌هایی که به صورت دنباله‌ای به یکدیگر مرتبط هستند سبب می‌شود که رکوردهای بعدی از وضعیت رکوردهای قبلی در تعیین خروجی هر بلوک استفاده کنند که این امر در پیش‌بینی دقیق‌تر مدل موثر است. پارامترها در این

مدل به‌گونه‌ای تنظیم شدند که کم‌ترین خطا را داشته باشند. از این رو برای اجرای شبکه‌ی GRU، از کتابخانه‌ی کراس<sup>۱</sup> با چهار لایه‌ی GRU و از آدام<sup>۲</sup> به‌عنوان بهینه‌ساز استفاده شد. آزمایش برای ۵۰ دوره<sup>۳</sup> و مقدار دسته<sup>۴</sup> ۵۰ و در ۸۰ گام زمانی مورد بررسی قرار گرفت. متغیرهای موثر بر ارزش سهام شرکت و روش سنجش هر یک ذکر می‌گردند.

جدول ۱. متغیرهای پژوهش و تعریف عملیاتی آنان

ردیف	نام متغیر	نماد	روش سنجش متغیر
۱	کل بدهی به کل دارایی	F1	کل بدهی کل دارایی
۲	فروش به دارایی	F2	فروش دارایی
۳	سود خالص به دارایی	F3	سود خالص دارایی
۴	سرمایه در گردش به کل دارایی	F4	سرمایه در گردش کل دارایی
۵	موجودی‌ها به کل دارایی	F5	موجودی‌ها کل دارایی
۶	موجودی به فروش	F6	موجودی فروش
۷	حسابهای دریافتی به فروش	F7	حساب‌های دریافتی فروش
۸	درصد تغییرات دارایی	F8	(دارایی اول دوره - دارایی پایان دوره) دارایی
۹	دارایی‌های ثابت به کل دارایی	F9	دارایی‌های ثابت کل دارایی
۱۰	حسابهای دریافتی به دارایی	F10	حساب‌های دریافتی دارایی

<sup>1</sup> Keras

<sup>2</sup> Adam

<sup>3</sup> epoch

<sup>4</sup> Batch size

ردیف	نام متغیر	نماد	روش سنجش متغیر
۱۱	دارایی جاری به بدهی جاری	F11	<u>دارایی جاری</u> بدهی جاری
۱۲	سود ناخالص به فروش	F12	<u>سود ناخالص</u> فروش
۱۳	سود ناخالص به کل دارایی	F13	<u>سود ناخالص</u> کل دارایی
۱۴	درصد تغییرات فروش	F14	<u>(فروش اول دوره - فروش پایان دوره)</u> دارایی
۱۵	سود خالص به فروش	F15	<u>سود خالص</u> فروش
۱۶	درصد تغییرات حسابهای دریافتی	F16	<u>(حساب دریافتی اول دوره - حساب دریافتی پایان دوره)</u> حساب دریافتی اول دوره
۱۷	دارایی جاری به کل دارایی	F17	<u>دارایی جاری</u> کل دارایی
۱۸	وجه نقد به کل دارایی	F18	<u>وجه نقد</u> کل دارایی
۱۹	سود عملیاتی به فروش	F19	<u>سود عملیاتی</u> فروش
۲۰	سود انباشته به کل دارایی	F20	<u>سود انباشته</u> کل دارایی
۲۱	سود خالص به حقوق صاحبان سهام	F21	<u>سود خالص</u> حقوق صاحبان سهام
۲۲	نسبت ارقام تعهدی به دارایی	F22	<u>(جریان نقد عملیاتی - هزینه استهلاک - سود خالص قبل از غیراقدام مترقبه)</u> دارایی
۲۳	نسبت سود عملیاتی منهای جریان نقدی عملیاتی به دارایی	F23	<u>(جریان نقد عملیاتی - سود عملیاتی)</u> دارایی
۲۴	بهای تمام شده کالای فروش رفته به موجودی	F24	<u>بهای تمام شده کالای فروش رفته</u> موجودی

ردیف	نام متغیر	نماد	روش سنجش متغیر
۲۵	درصد تغییرات در موجودی	F25	(موجودی اول دوره - موجودی پایان دوره) موجودی اول دوره
۲۶	وجه نقد به بدهی جاری	F26	وجه نقد بدهی جاری
۲۷	بدهی بلند مدت به دارایی	F27	بدهی بلند مدت دارایی
۲۸	سود ناخالص به سود وزیان عملیاتی	F28	سود ناخالص سود و زیان عملیاتی
۲۹	بدهی بلند مدت به حقوق صاحبان سهام	F29	بدهی بلند مدت حقوق صاحبان سهام
۳۰	نسبت حقوق صاحبان سهام به دارایی	F30	حقوق صاحبان سهام دارایی
۳۱	نسبت تغییرات موجودی به تغییرات فروش	F31	(موجودی اول دوره - موجودی پایان دوره) (فروش اول دوره - فروش پایان دوره)
۳۲	جریان نقدی عملیاتی به دارایی	F32	جریان نقدی عملیاتی دارایی
۳۳	موجودی به دارایی جاری	F33	موجودی دارایی جاری
۳۴	بهای تمام شده کالای فروش رفته به فروش	F34	بهای تمام شده کالای فروش رفته فروش
۳۵	هزینه بهره به کل بدهی	F35	هزینه بهره کل بدهی
۳۶	نسبت مجموع موجودی و حسابهای دریافتنی به کل دارایی	F36	مجموع موجودی کالا + حساب های دریافتنی کل دارایی
۳۷	دارایی آنی به بدهی جاری	F37	دارایی آنی بدهی جاری
۳۸	سود قبل از مالیات به کل دارایی	F38	سود قبل از مالیات کل دارایی

ردیف	نام متغیر	نماد	روش سنجش متغیر
۳۹	سود قبل از مالیات به دارایی های ثابت	F39	$\frac{\text{سود قبل از مالیات}}{\text{دارایی های ثابت}}$
۴۰	سود قبل از مالیات به بدهی های جاری	F40	$\frac{\text{سود قبل از مالیات}}{\text{بدهی های جاری}}$
۴۱	بدهی جاری به کل دارایی	F41	$\frac{\text{بدهی جاری}}{\text{کل دارایی}}$
۴۲	سود قبل از بهره و مالیات به دارایی	F42	$\frac{\text{سود قبل از بهره و مالیات}}{\text{دارایی}}$
۴۳	سود قبل از مالیات به قبل از بهره و مالیات	F43	$\frac{\text{سود قبل از مالیات}}{\text{سود قبل از بهره و مالیات}}$
۴۴	فروش یه حقوق صاحبان سهام	F44	$\frac{\text{فروش}}{\text{حقوق صاحبان سهام}}$
۴۵	فروش به کل بدهی	F45	$\frac{\text{فروش}}{\text{کل بدهی}}$
۴۶	تغییرات حساب دریافتی به دارایی	F46	$\frac{\text{(حساب دریافتی اول دوره - حساب دریافتی پایان دوره)}}{\text{دارایی}}$
۴۷	درصد تغییرات در بهای تمام شده فروش	F47	$\frac{\text{(بهای تمام شده فروش اول دوره - بهای تمام شده فروش پایان دوره)}}{\text{بهای تمام شده فروش اول دوره}}$
۴۸	درصد تغییرات در نسبت جاری	F48	$\frac{\text{نسبت جاری اول دوره}}{\text{نسبت جاری اول دوره}}$
۴۹	درصد تغییرات در گردش حسابهای دریافتی	F49	$\frac{\text{(گردش حساب دریافتی اول دوره - گردش حساب دریافتی پایان دوره)}}{\text{گردش حساب دریافتی اول دوره}}$
۵۰	درصد تغییرات در گردش موجودی	F50	$\frac{\text{(گردش موجودی اول دوره - گردش موجودی پایان دوره)}}{\text{گردش موجودی اول دوره}}$
۵۱	درصد تغییرات سود ناخالص یه فروش	F51	$\frac{\text{(نسبت سود ناخالص به فروش اول دوره - نسبت سود ناخالص به فروش پایان دوره)}}{\text{فروش}}$
۵۲	درصد تغییرات هزینه های عملیاتی	F52	$\frac{\text{(هزینه عملیاتی اول دوره - هزینه عملیاتی پایان دوره)}}{\text{هزینه عملیاتی اول دوره}}$

ردیف	نام متغیر	نماد	روش سنجش متغیر
۵۳	درصد تغییرات سود به فروش	F53	$\frac{\text{نسبت سود به فروش اول دوره} - \text{نسبت سود به فروش پایان دوره}}{\text{نسبت سود به فروش اول دوره}}$
۵۴	سود سهام پرداخت شده به سود خالص	F54	$\frac{\text{سود سهام پرداخت شده}}{\text{سود خالص}}$
۵۵	وجه نقد عملیاتی به هزینه بهره	F55	$\frac{\text{وجه نقد عملیاتی}}{\text{هزینه بهره}}$
۵۶	هزینه بهره به کل دارایی	F56	$\frac{\text{هزینه بهره}}{\text{کل دارایی}}$
۵۷	سود عملیاتی به دارایی	F57	$\frac{\text{سود عملیاتی}}{\text{دارایی}}$
۵۸	سود و زیان انباشته به حقوق صاحبان سهام	F58	$\frac{\text{سود و زیان انباشته}}{\text{حقوق صاحبان سهام}}$
۵۹	نسبت سود عملیاتی منهای جریان نقدی عملیاتی به فروش	F59	$\frac{\text{نسبت سود عملیاتی منهای جریان نقدی عملیاتی}}{\text{فروش}}$
۶۰	درصد تغییرات وجه نقد عملیاتی	F60	$\frac{\text{وجه نقد عملیاتی اول دوره} - \text{وجه نقد عملیاتی پایان دوره}}{\text{وجه نقد عملیاتی اول دوره}}$
۶۱	موجودی به بدهی جاری	F61	$\frac{\text{موجودی}}{\text{بدهی جاری}}$
۶۲	حسابهای دریافتی به موجودی	F62	$\frac{\text{حسابهای دریافتی}}{\text{موجودی}}$
۶۳	حسابهای دریافتی به سود و زیان عملیاتی	F63	$\frac{\text{حسابهای دریافتی}}{\text{سود و زیان عملیاتی}}$
۶۴	سود عملیاتی به حقوق صاحبان سهام	F64	$\frac{\text{سود عملیاتی}}{\text{حقوق صاحبان سهام}}$
۶۵	سود عملیاتی به دارایی ثابت	F65	$\frac{\text{سود عملیاتی}}{\text{دارایی ثابت}}$
۶۶	سود خالص به دارایی ثابت	F66	$\frac{\text{سود خالص}}{\text{دارایی ثابت}}$

ردیف	نام متغیر	نماد	روش سنجش متغیر
۶۷	درصد تغییرات در سود عملیاتی	F67	$\frac{\text{سود عملیاتی اول دوره} - \text{سود عملیاتی پایان دوره}}{\text{سود عملیاتی اول دوره}}$
۶۸	درصد تغییرات در سود خالص	F68	$\frac{\text{سود خالص اول دوره} - \text{سود خالص پایان دوره}}{\text{سود خالص اول دوره}}$
۶۹	درصد تغییرات حاشیه سود ناخالص	F69	$\frac{\text{حاشیه سود ناخالص اول دوره} - \text{حاشیه سود ناخالص پایان دوره}}{\text{حاشیه سود ناخالص اول دوره}}$
۷۰	هزینه بهره به هزینه های عملیاتی	F70	$\frac{\text{هزینه بهره}}{\text{هزینه های عملیاتی}}$
۷۱	نسبت جریان نقدی عملیاتی منهای سود عملیاتی به فروش	F71	$\frac{\text{سود عملیاتی} - \text{جریان نقدی عملیاتی}}{\text{فروش}}$
۷۲	هزینه های عملیاتی به کل دارایی	F72	$\frac{\text{هزینه های عملیاتی}}{\text{کل دارایی}}$
۷۳	کل بدهی به کل دارایی منهای دارایی نامشهود	F73	$\frac{\text{کل بدهی}}{\text{دارایی نامشهود} - \text{کل دارایی}}$
۷۴	تغییرات نسبت موجودی به فروش	F74	$\frac{\text{نسبت موجودی به فروش اول دوره} - \text{نسبت موجودی به فروش پایان دوره}}{\text{نسبت موجودی به فروش اول دوره}}$
۷۵	سود قبل از بهره و مالیات به فروش	F75	$\frac{\text{سود قبل از بهره و مالیات}}{\text{فروش}}$
۷۶	سود قبل از مالیات به فروش	F76	$\frac{\text{سود قبل از مالیات}}{\text{فروش}}$
۷۷	سود خالص به سود ناخالص	F77	$\frac{\text{سود خالص}}{\text{سود ناخالص}}$
۷۸	سود قبل از بهره و مالیات به دارایی ثابت	F78	$\frac{\text{سود قبل از بهره و مالیات}}{\text{دارایی ثابت}}$
۷۹	سود قبل از مالیات به حقوق صاحبان سهام	F79	$\frac{\text{سود قبل از مالیات}}{\text{حقوق صاحبان سهام}}$
۸۰	سود قبل از بهره و مالیات به بدهی جاری	F80	$\frac{\text{سود قبل از بهره و مالیات}}{\text{بدهی جاری}}$

ردیف	نام متغیر	نماد	روش سنجش متغیر
۸۱	سود و زیان انباشته به سود خالص	F81	سود و زیان انباشته سود خالص
۸۲	وجه نقد به بدهی	F82	وجه نقد بدهی
۸۳	دارایی ثابت به بدهی بلند مدت	F83	دارایی ثابت بدهی بلند مدت
۸۴	فروش به دارایی ثابت	F84	فروش دارایی ثابت
۸۵	سرمایه در گردش به فروش	F85	سرمایه در گردش فروش
۸۶	سود قبل از بهره و مالیات به هزینه بهره	F86	سود قبل از بهره و مالیات هزینه بهره
۸۷	درصد تغییرات دارایی ثابت	F87	(دارایی ثابت اول دوره - دارایی ثابت پایان دوره) دارایی ثابت اول دوره
۸۸	وجه نقد عملیاتی به بدهی جاری	F88	وجه نقد عملیاتی بدهی جاری
۸۹	وجه نقد عملیاتی به سود عملیاتی	F89	وجه نقد عملیاتی سود عملیاتی
۹۰	نقش دوگانه مدیرعامل	H1	اگر مدیرعامل شرکت، رئیس یا نایب رئیس هیات مدیره باشد کد ۱ و در غیر این صورت از صفر استفاده شده است.
۹۱	نسبت مدیران غیر موظف	H2	از تقسیم تعداد اعضای هیات مدیره غیر موظف به تعداد کل اعضای هیات مدیره بدست آمده است.
۹۲	درصد مالکان نهادی	H3	مجموع سهام تحت تملک بانک ها، بیمه ها، شرکت های سرمایه گذاری، بنیادها، صندوق ها و ...
۹۳	تمرکز مالکیت	H4	تمرکز مالکیت سهامداران نهادی شرکت
۹۴	سهامدار عمده	H5	مجموع سهامداران با مالکیت سهام بالای ۵ درصد
۹۵	تخصیص مالی اعضای کمیته حسابرسی	H6	از تقسیم تعداد اعضای کمیته حسابرسی با تخصیص مالی تقسیم بر کل اعضا بدست آمده است
۹۶	استقلال کمیته حسابرسی	H7	نسبت تعداد اعضای غیر موظف کمیته حسابرسی به کل اعضا
۹۷	وجود کمیته حسابرسی	H8	۰. عدم وجود کمیته ۱. وجود کمیته



ردیف	نام متغیر	نماد	روش سنجش متغیر
۹۸	تعداد کارکنان واحد حسابرسی داخلی	H9	تعداد کارکنان واحد حسابرسی داخلی
۹۹	وجود حسابرسی داخلی	H10	۰. عدم وجود حسابرسی داخلی ۱. وجود حسابرسی داخلی
۱۰۰	تحصیلات رئیس حسابرسی داخلی	H11	اگر رئیس حسابرسی شرکت دارای مدرک دیپلم، فوق دیپلم، کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترا باشد به ترتیبی از اعداد ۱ تا ۵ استفاده می‌شود.
۱۰۱	تجربه مدیر حسابرسی داخلی	H12	از تعداد سالهای تجربه مدیر حسابرسی بدست آمده است
۱۰۲	متوسط تعداد معاملات سالانه	M1	میانگین تعداد معاملات روزانه بازار سهام در هر دوره مورد بررسی
۱۰۳	متوسط حجم معاملات سالانه	M2	میانگین حجم معاملات بازار سهام در هر دوره مورد بررسی
۱۰۴	تغییرات بازده سهام	M3	(قیمت سهام اول دوره - قیمت سهام آخر دوره) قیمت سهام اول دوره
۱۰۵	متوسط شاخص صنعت	M4	میانگین شاخص صنعت برای شرکت‌های مورد بررسی
۱۰۶	متوسط شاخص کل	M5	میانگین شاخص نقدی کل بازار سهام در هر دوره مورد بررسی
۱۰۷	نرخ تورم سالانه	E1	براساس جدول آماری استخراجی از بانک مرکزی
۱۰۸	شاخص بهای کالای مصرفی	E2	براساس جدول آماری استخراجی از بانک مرکزی
۱۰۹	نرخ رشد تولید ناخالص داخلی	E3	براساس جدول آماری استخراجی از بانک مرکزی
۱۱۰	نرخ رشد مسکن	E4	براساس جدول آماری استخراجی از بانک مرکزی
۱۱۱	نرخ بهره	E5	براساس جدول آماری استخراجی از بانک مرکزی
۱۱۲	نرخ رشد دلار بازار	E6	براساس جدول آماری استخراجی از بانک مرکزی
۱۱۳	قیمت نفت اپک	E7	www.tgju.org
۱۱۴	طلای ۱۸ عیار	E8	www.tgju.org
۱۱۵	نرخ سود بانکی	E9	براساس جدول آماری استخراجی از بانک مرکزی
۱۱۶	تراز تجاری	E10	کل صادرات - کل واردات

منبع: یافته پژوهشگر

جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است. در این پژوهش برای اینکه نمونه آماری یک نماینده مناسب از جامعه آماری مد نظر باشد، از روش حذف سیستماتیک استفاده شده است. برای این منظور چهار معیار زیر در نظر گرفته شده و در صورتی که شرکتی کلیه معیارها را احراز کرده باشد به عنوان نمونه پژوهش انتخاب شده و باقی حذف می‌شوند.

(۱) شرکت قبل از سال ۱۳۹۰ در بورس پذیرفته شده و تا پایان سال ۱۳۹۹ در بورس فعال باشد.

(۲) شرکت از گروه شرکتهای سرمایه‌گذاری، هلدینگها و واسطه‌گری مالی نباشد.

۳) شرکت طی بازه زمانی پژوهش تغییر سال مالی نداشته باشد.

۴) اطلاعات شرکتها در دسترس باشد.

بعد از مد نظر قرار دادن کلیه معیارهای بالا، تعداد ۱۵۹ شرکت به عنوان جامعه غربالگری شده باقی مانده است که همه آنها به عنوان نمونه انتخاب شده اند. از این رو مشاهدات ما طی بازه زمانی ۱۳۹۰ لغایت ۱۳۹۹ به ۱۱۷۷ سال - شرکت می رسد.

### سوال تحقیق

ساختار روش یادگیری عمیق شامل GRU و BLSTM جهت ارزیابی نسبت به سایر روشها مناسب می باشد؟

### ۴. یافته های پژوهش

آمار توصیفی متغیرهای های تحقیق شامل میانگین، انحراف معیار، حداقل و حداکثر ارائه می گردد.

جدول ۲. آمار توصیفی متغیرها

ردیف	نام متغیر	نماد	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
۱	کل بدهی به کل دارایی	F1	۰.۵۷۴۸۸۱۶	۰.۱۷۳۰۳۸۷	۰.۱۴۶۴۰۵	۰.۹۴۹۰۰۵
۲	فروش به دارایی	F2	۱.۱۶۲۸۶	۰.۸۵۰۵۵۴۸	۰.۱۵۶۸۶۱۴	۵.۵۵۸۲۷۳۳
۳	سود خالص به دارایی	F3	۰.۱۳۹۱۹۳	۰.۱۲۶۶۴۸۵	-۰.۱۴۰۶۳۳	۰.۶۵۴۲۴۱۶
۴	سرمایه در گردش به کل دارایی	F4	۰.۱۵۵۴۰۵۹	۰.۲۱۳۳۶۸۲	-۰.۵۹۵۷۵۸	۰.۸۱۹۱۴۲۱
۵	موجودی ها به کل دارایی	F5	۰.۲۴۷۵۶۲۸	۰.۱۴۰۰۲۲۱۶	۰.۰۰۱۳۸۴۳	۰.۸۹۹۲۰۸۶
۶	موجودی به فروش	F6	۰.۳۰۲۰۰۳۷	۰.۲۰۱۹۳۲۳	۰.۰۰۲۳۳۰۸	۱.۴۶۰۱۴
۷	حسابهای دریافتی به فروش	F7	۰.۳۴۰۶۳۹۳	۰.۳۲۵۳۰۲۲	۰.۰۰۰۰۶۷۷	۲.۵۴۵۶۸۶
۸	درصد تغییرات دارایی	F8	۰.۲۵۰۶۰۵۷	۰.۳۰۳۷۶۴	-۰.۴۷۸۷۸۷۲	۱.۹۹۲۴۳۶
۹	دارایی های ثابت به کل دارایی	F9	۰.۲۶۰۸۴۰۵	۰.۱۷۲۲۹۵۹	۰.۰۰۶۵۴۲	۰.۸۶۹۱۷۱۲
۱۰	حسابهای دریافتی به دارایی	F10	۰.۲۵۲۰۷۱۸	۰.۱۷۵۴۲۳	۰.۰۰۰۰۱۴۲۴	۰.۸۴۹۷۰۴۶
۱۱	دارایی جاری به بدهی جاری	F11	۱.۴۶۵۹۳۶	۰.۷۳۰۴۲۲۸	۰.۲۶۱۷۴۴۴	۶.۸۵۲۱۶۷
۱۲	سود ناخالص به فروش	F12	۰.۲۷۳۲۲۷۸	۰.۱۵۲۲۴۹۷	-۰.۲۳۴۸۵۹۱	۰.۷۷۸۷۳۴
۱۳	سود ناخالص به کل دارایی	F13	۰.۲۲۹۲۵۲۷	۰.۱۲۷۳۲۴۴	-۰.۰۸۰۳۶۸۲	۰.۶۷۶۲۴۶۹
۱۴	درصد تغییرات فروش	F14	۰.۳۰۲۷۹۶۵	۰.۳۹۳۰۷۶	-۰.۷۸۱۵۷۱۴	۳.۳۹۴۹
۱۵	سود خالص به فروش	F15	۰.۱۷۱۰۶۸۸	۰.۱۶۸۴۵۵	-۰.۶۷۸۴۳	۰.۹۵۳۸۲۸
۱۶	درصد تغییرات حسابهای دریافتی	F16	۱.۵۴۵۷۲۱	۳۱.۲۷۴۴۶	-۰.۹۷۴۷۷۹۷	۱۰۶۵.۱۰۷
۱۷	دارایی جاری به کل دارایی	F17	۰.۶۵۹۷۹۸۲	۰.۱۸۷۹۹۵۹	۰.۱۲۹۳۸۷۹	۰.۹۷۲۹۹۶۴
۱۸	وجه نقد به کل دارایی	F18	۰.۰۴۴۳۵۵۳	۰.۰۴۷۸۵۱۶	۰.۰۰۰۰۲۶۶۹	۰.۴۵۲۵۰۹۱

ردیف	نام متغیر	نماد	میانگین	انحراف معیار	حد اقل	حد اکثر
۱۹	سود عملیاتی به فروش	F19	۰.۲۰۴۳۸۵۷	۰.۱۶۰۴۸۶	-۰.۶۶۴۷۱	۰.۸۳۳۸۸۹۴
۲۰	سود انباشته به کل دارایی	F20	۰.۱۷۲۲۸۷۳	۰.۱۶۳۱۵۵۱	-۰.۲۹۹۶۵۸۸	۰.۶۷۴۰۴۴۱
۲۱	سود خالص به حقوق صاحبان سهام	F21	۰.۳۰۴۴۳۱۳	۰.۲۵۶۴۵۹۸	-۱.۲۲۹۷۸۵	۲.۱۴۷۷۲۱
۲۲	نسبت اقلام تعهدی به دارایی	F22	۰.۰۱۲۹۵۹۶	۰.۱۲۱۸۰۶۵	-۰.۴۴۲۰۹۶	۰.۷۵۷۴۱۷
۲۳	نسبت سود عملیاتی منهای جریان نقدی عملیاتی به دارایی	F23	۰.۰۳۸۹۰۳۶	۰.۱۱۵۸۲۱۸	-۰.۳۳۸۹۷۸۹	۰.۶۷۴۱۴۷
۲۴	بهای تمام شده به موجودی	F24	۴.۶۸۰۷۴۲	۱۵.۱۰۴۰۶	۰.۳۲۰۷۵۵	۳۷۵.۲۰۱۲
۲۵	درصد تغییرات در موجودی	F25	۰.۳۱۸۴۷۷۴	۰.۴۹۴۸۵۰۴	-۰.۹۸۲۴۲۴۷	۳.۲۸۱۶۷۹
۲۶	وجه نقد به بدهی جاری	F26	۰.۱۰۹۶۴۷۷	۰.۱۴۶۵۰۳۲	۰.۰۰۰۵۱۰۷	۱.۱۹۳۷۶۷
۲۷	بدهی بلند مدت به دارایی	F27	۰.۰۷۰۲۰۲۵	۰.۰۷۶۹۵۸	۰.۰۰۰۷۳۴۸	۰.۶۱۵۶۲۹۷
۲۸	سود ناخالص به سود وزیان عملیاتی	F28	۱.۵۳۹۹۵۱	۱.۳۸۳۲۵۸	-۱۴.۷۰۷۲۱	۱۱.۵۹۰۰۱
۲۹	بدهی بلند مدت به حقوق صاحبان سهام	F29	۰.۲۳۸۸۶۴۶	۰.۴۰۵۶۵۸۴	۰.۰۰۰۹۲۴۹	۵.۵۷۰۴۶۷
۳۰	نسبت حقوق صاحبان سهام به دارایی	F30	۰.۴۲۴۷۹۸۵	۰.۱۷۳۱۴۳۶	۰.۰۵۰۹۹۵	۰.۸۵۳۵۹۵
۳۱	نسبت تغییرات موجودی به تغییرات فروش	F31	۰.۲۰۳۲۶۹۱	۱.۳۹۶۱۹۹	-۸.۷۴۰۷۷۶	۱۱.۷۴۳۲۶
۳۲	جریان نقدی عملیاتی به دارایی	F32	۰.۱۲۹۷۵	۰.۱۲۵۸۲۲۲	-۰.۳۹۸۴۶۵۹	۰.۶۸۷۲۱۳۴
۳۳	موجودی به دارایی جاری	F33	۰.۳۵۹۵۴۰۴	۰.۱۷۸۹۳۲۸	۰.۰۰۲۱۲۰۷	۰.۸۹۹۲۰۸۶
۳۴	بهای تمام شده کالای فروش رفته به فروش	F34	۰.۷۲۶۶۳۸	۰.۱۵۱۸۶۳۶	۰.۲۲۱۲۶۶	۱.۱۳۳۴۴۱
۳۵	هزینه بهره به کل بدهی	F35	۰.۰۵۶۸۶۸۱	۰.۰۴۲۳۷۶۹	۰	۰.۲۲۴۵۷۴۳
۳۶	نسبت مجموع موجودی و حسابهای دریافتی به کل دارایی	F36	۰.۴۹۵۲۵۹۹	۰.۱۸۷۲۷۴۶	۰.۰۵۲۹۶۹۲	۰.۹۴۳۸۴۰۸
۳۷	دارایی آنی به بدهی جاری	F37	۰.۸۸۵۴۹۵۵	۰.۴۸۸۱۱۹۷	۰.۰۹۷۳۲۱۲	۴.۰۸۳۰۷۵
۳۸	سود قبل از مالیات به کل دارایی	F38	۰.۱۵۹۸۱۳۲	۰.۱۳۷۸۴۴۹	-۰.۱۴۰۶۳۳	۰.۶۳۶۴۵۹۴
۳۹	سود قبل از مالیات به دارایی های ثابت	F39	۱.۱۳۰۴۸۴	۱.۵۸۴۳۱۱	-۰.۷۲۸۸۹۷۳	۱۲.۹۲۱۲۵
۴۰	سود قبل از مالیات به بدهی های جاری	F40	۰.۴۴۰۱۰۵	۰.۵۵۴۸۴۸	-۰.۲۹۸۵۳	۲.۹۸۲۲
۴۱	بدهی جاری به کل دارایی	F41	۰.۵۰۵۰۷۶۸	۰.۱۶۸۵۲۳۷	۰.۱۰۹۷۱۹۲	۰.۸۹۱۵۱۴۵
۴۲	سود قبل از بهره و مالیات به دارایی	F42	۰.۱۸۶۹۴۷۶	۰.۱۲۹۲۰۰۳	-۰.۱۲۳۳۹۹	۰.۶۳۶۴۵۹۴
۴۳	سود قبل از مالیات به سود قبل از بهره و مالیات	F43	۰.۸۰۰۹۴۶۱	۰.۵۳۸۴۱۰۶	-۱.۷۱۲۳۶	۶.۱۰۵۸۴۹
۴۴	فروش به حقوق صاحبان سهام	F44	۲.۹۹۶۱۶۲	۳.۰۵۶۸	۰.۲۶۸۹۷۸	۲۸.۶۷۷۳۳
۴۵	فروش به کل بدهی	F45	۱.۸۲۶۵۹	۱.۱۰۵۱۸۹	۰.۲۰۴۶۵۵۲	۸.۹۷۳۳۵۸
۴۶	تغییرات حساب دریافتی به دارایی	F46	۰.۰۴۹۹۱۷۹	۰.۱۱۵۵۶۰۶	-۰.۳۰۵۸۲۹۳	۰.۵۹۷۲۲۶۹
۴۷	درصد تغییرات در بهای تمام شده فروش	F47	۰.۲۸۱۷۱۵	۰.۳۷۵۲۴۶۲	-۰.۷۷۲۲۵۹۵	۳.۹۳۵۴۵
۴۸	درصد تغییرات در نسبت جاری	F48	۰.۰۷۴۱۰۳۱	۰.۲۹۱۷۸۱۱	-۰.۷۰۲۱۴۸۹	۱.۶۹۰۰۸۵

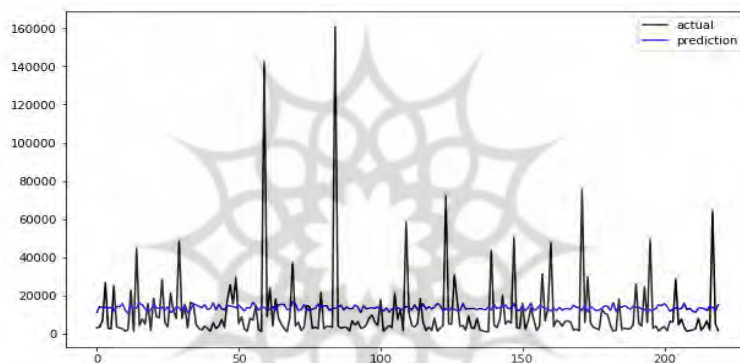
ردیف	نام متغیر	نماد	میانگین	انحراف معیار	حدافل	حداکثر
۴۹	درصد تغییرات در گردش حسابهای دریافتی	F49	۰.۲۰۵۰۴۶۵	۱.۲۹۷۶۰۵	-۰.۹۷۸۹۰۴۲	۱۴.۵۷۷۵۱
۵۰	درصد تغییرات در گردش موجودی	F50	۰.۰۶۱۲۸۶۸	۰.۴۱۹۵۳۲۱	-۰.۹۸۷۶۷۴۱	۳.۹۰۴۱۰۸
۵۱	درصد تغییرات سود ناخالص به فروش	F51	۰.۰۹۷۸۶۶۵	۰.۷۵۱۲۸۸۹	۵.۰۹۶۳۰۱	۱۰.۳۲
۵۲	درصد تغییرات هزینه های عملیاتی	F52	۰.۳۴۷۸۹۲۷	۰.۹۶۲۶۲۲۴	-۱.۷۶۰۱۲۴	۱۳.۸۴۸۵۳
۵۳	درصد تغییرات سود به فروش	F53	۰.۲۴۲۰۹۱۱	۳.۷۴۶۹۰۸	-۳۲.۱۹۸۲۳	۵۹.۵۳۰۷۷
۵۴	سود سهام پرداخت شده به سود خالص	F54	۰.۵۲۸۲۷۸۱	۰.۴۱۲۸۶۵۴	-۰.۵۷۴۹۵۰۶	۴.۳۱۰۳۴۵
۵۵	وجه نقد عملیاتی به هزینه بهره	F55	۱۹.۸۳۵۷۲	۸۰.۶۶۱۳۵	-۳۲.۰۰۲۳۳	۱۰۰.۹.۳۲
۵۶	هزینه بهره به کل دارایی	F56	۰.۰۳۵۲۵۱۱	۰.۰۳۰۷۴۱۲	۰	۰.۱۹۵۴۸۴۲
۵۷	سود عملیاتی به دارایی	F57	۰.۱۶۸۲۴۰۷	۰.۱۲۷۶۹۶۴	-۰.۱۲۴۰۶۶۶	۰.۶۳۵۸۲۷۷
۵۸	سود و زیان انباشته به حقوق صاحبان سهام	F58	۰.۳۵۴۰۸۶۲	۰.۳۷۸۱۵۶۹	-۳.۲۰۰۴۶۹	۰.۹۹۱۲۲۰۵
۵۹	نسبت سود عملیاتی منهای جریان نقدی عملیاتی به فروش	F59	۰.۰۴۷۰۲۲۹	۰.۱۵۴۱۹۰۲	-۰.۷۹۰۲	۰.۷۳۱۵۴۷۱
۶۰	درصد تغییرات وجه نقد عملیاتی	F60	۰.۷۶۴۶۳۷۴	۷.۶۳۷۵۲	-۲۹.۱۴۴۸۳	۱۴۸.۸۳۳۸۸
۶۱	موجودی به بدهی جاری	F61	۰.۵۵۸۵۸۳۴	۰.۴۲۳۹۶۸۸	۰.۰۰۲۱۶۳	۴.۷۶۲۳۳۴
۶۲	حسابهای دریافتی به موجودی	F62	۱.۷۴۳۱۵۹	۲.۷۰۱۹۲۶	۰.۰۰۰۲۲۸۲	۳۵.۵۲۸۵۳
۶۳	حسابهای دریافتی به سود و زیان عملیاتی	F63	۲.۳۵۰۰۶۱	۴.۳۵۱۵۵	-۲۶.۷۵۶۹۶	۳۸.۵۷۶۶
۶۴	سود عملیاتی به حقوق صاحبان سهام	F64	۰.۴۲۲۴۶۱۳	۰.۳۲۳۸۶۹۶	-۰.۶۲۸۸۴۰۱	۲.۲۴۴۴۵۲
۶۵	سود عملیاتی به دارایی ثابت	F65	۱.۲۰۶۱۵۳	۱.۵۹۵۴۵۱	۰.۷۵۲۵۷۷۵۸	۱۳.۹۳۰۱۹
۶۶	سود خالص به دارایی ثابت	F66	۰.۹۶۹۹۰۸۱	۱.۳۵۷۸۶	-۰.۷۲۸۸۹۷۳	۱۱.۱۴۵۰۶
۶۷	درصد تغییرات در سود عملیاتی	F67	۰.۵۶۶۳۵۴۹	۲.۳۵۲۹۰۴	-۱۱.۲۶۴۷۵	۲۳.۷۲۵۳۷
۶۸	درصد تغییرات در سود خالص	F68	۰.۶۸۶۳۶۴۲	۴.۹۹۴۲۹۷	-۳۳.۷۱۸۱۸	۷۷.۵۰۱۴۳
۶۹	درصد تغییرات حاشیه سود ناخالص	F69	-۰.۱۶۰۵۱۱۳	۰.۶۲۳۰۴۳۴	-۶.۰۸۴۴۱۱	۳.۶۳۵۲۴۳
۷۰	هزینه بهره به هزینه های عملیاتی	F70	۰.۸۳۴۵۰۱۹	۰.۹۸۳۶۴۷۸	۰	۵.۹۷۰۶۲۵
۷۱	نسبت جریان نقدی عملیاتی منهای سود عملیاتی به فروش	F71	-۰.۰۴۷۰۲۲۳	۰.۱۵۴۱۹۰۲	-۰.۷۳۱۵۴۷۱	۰.۷۹۰۱۹۶
۷۲	هزینه های عملیاتی به کل دارایی	F72	۰.۰۶۶۷۹۲۸	۰.۰۵۱۹۴۸۹	۰.۰۰۰۳۲۵۸۹	۰.۴۰۴۴۷۳۶
۷۳	کل بدهی به کل دارایی منهای دارایی نامشهود	F73	۰.۵۷۸۶۰۵۷	۰.۱۷۴۰۰۸۷	۰.۱۴۶۹۰۶	۰.۹۵۸۶۱۲۴
۷۴	تغییرات نسبت موجودی به فروش	F74	۰.۲۰۹۶۴۰۵	۲.۲۸۰۲۲۸	-۰.۷۲۵۰۳	۶۴.۳۲۴۳۶
۷۵	سود قبل از بهره و مالیات به فروش	F75	۰.۲۳۲۳۱۷۴	۰.۱۷۸۵۰۱۴	-۰.۶۷۸۴۳	۰.۹۹۵۲۶۸۸
۷۶	سود قبل از مالیات به فروش	F76	۰.۱۹۶۶۱۳۶	۰.۱۸۶۸۰۸۹	-۰.۶۷۸۴۳	۰.۹۹۵۲۶۸۸
۷۷	سود خالص به سود ناخالص	F77	۰.۵۵۴۹۳۰۸	۰.۶۱۹۸۸۱۵	-۷.۷۹۰۳۱۴	۴.۲۰۰۷۸۷

۴۹۰۲۷۹	-۱.۲۱۳۴۰۳	۰.۹۶۱۹۹۶۵	۰.۹۳۸۴۷۷۵	F78	سود قبل از بهره و مالیات به دارایی ثابت	۷۸
۲.۱۴۷۷۲۱	-۰.۸۸۳۴۴۱۴	۰.۲۸۵۹۵۷۸	۰.۳۶۰۰۹۹۹	F79	سود قبل از مالیات به حقوق صاحبان سهام	۷۹
۳.۸۶۶۸۱۷	-۰.۲۹۸۵۳	۰.۵۱۱۴۲۷۲	۰.۴۸۰۰۲۷۲	F80	سود قبل از بهره و مالیات به بدهی جاری	۸۰
۸۷.۹۵۲۸۳	-۱۸۱.۲۲۹۲	۱۱.۸۹۸۲۳	۰.۶۱۹۹۸۰۸	F81	سود و زیان انباشته به سود خالص	۸۱
۰.۸۸۱۷۰۱۹	۰.۰۰۰۳۷۵۴	۰.۱۲۹۵۶۲۶	۰.۰۹۵۶۹۹۲	F82	وجه نقد به بدهی	۸۲
۶۲۹.۵۲۸	۰.۱۲۳۰۹۲۱	۲۹.۹۷۶۱۲	۱۰.۷۷۳۳	F83	دارایی ثابت به بدهی بلند مدت	۸۳
۴۰.۴۸۲۸	۰.۲۶۰۸۷۰۸	۶.۲۲۰۹۰۹	۶.۲۲۸۰۸۴	F84	فروش به دارایی ثابت	۸۴
۱.۲۳۷۹۴۶	-۱.۹۷۳۰۰۴	۰.۳۱۷۱۷۱۸	۰.۱۸۲۰۱۰۵	F85	سرمایه در گردش به فروش	۸۵
۱۲۶۶.۲۱۹	-۹.۶۹۹۰۷	۱۰.۵۲۷۶۱	۲۷.۵۲۰۳۶	F86	سود قبل از بهره و مالیات به هزینه بهره	۸۶
۴۷.۴۱۰۱۹	-۰.۷۵۵۱۳۰۳	۱.۹۱۵۷۵۵	۰.۲۷۴۹۰۱۳	F87	درصد تغییرات دارایی ثابت	۸۷
۲.۷۱۱۴۳۲	-۰.۸۸۵۶۳۵۶	۰.۴۲۹۷۳۰۴	۰.۳۳۵۳۷۲	F88	وجه نقد عملیاتی به بدهی جاری	۸۸
۱۰.۴۰۰۲۲	-۵.۰۶۵۳۷۳	۱.۲۳۳۸۴	۰.۸۶۷۶۷۱۲	F89	وجه نقد عملیاتی به سود عملیاتی	۸۹
۱	۰	۰.۴۵۵۳۸۵۶	۰.۲۹۳۱۱۸۱	H1	نقش دوگانه مدیرعامل	۹۰
۱	۰	۰.۲۱۵۲۴۷۵	۰.۶۳۷۵۷۱۳	H2	نسبت مدیران غیر موظف	۹۱
۹۸.۹۳	۰	۳۴.۳۸۴۹۸	۴۸.۵۰۱۷	H3	درصد مالکان نهادی	۹۲
۱	۰	۰.۳۲۶۵۲۹۳	۰.۴۴۴۲۶۹۱	H4	تمرکز مالکیت	۹۳
.	۰	۲۱.۸۰۳۵۸	۶۴.۷۷۳۸۶	H5	سهامدار عمده	۹۴
۱	۰	۰.۳۸۴۷۱۶۶	۰.۵۱۶۸۶۴۹	H6	تخصیص مالی اعضای کمیته حسابرسی	۹۵
۱	۰	۰.۳۵۳۹۰۹۷	۰.۵۳۵۸۵۳۹	H7	استقلال کمیته حسابرسی	۹۶
۱	۰	۰.۴۳۸۸۱۱۴	۰.۷۴۰۰۱۷	H8	وجود کمیته حسابرسی	۹۷
۱۱	۰	۲۰.۱۴۶۲۶	۱.۷۵۲۷۶۱	H9	تعداد کارکنان واحد حسابرسی داخلی	۹۸
۱	۱	۰.۳۹۹۹۱۴۸	۰.۸۰۰۳۳۹۸	H10	وجود حسابرس داخلی	۹۹
۵	۰	۱.۵۰۲۴۰۸	۲۰.۲۵۶۸۴	H11	تحصیلات رئیس حسابرسی داخلی	۱۰۰
۳۸	۰	۶.۸۲۶۱۷۴	۴.۵۸۵۳۸۷	H12	تجربه مدیر حسابرسی داخلی	۱۰۱
۶۳۲۶.۲۵۲	۰.۰۳۲۰۳۳۴	۳۴۴.۰۷۴۴	۱۴۵.۵۵۵۸	M1	متوسط تعداد معاملات سالانه	۱۰۲
+۰.۸E1.۱۵	۰.۵۲۱۸۰۶۶	۴۶۶۷۵۳۸	۱۲۸۷۲۸۷	M2	متوسط حجم معاملات سالانه	۱۰۳
۱۰.۷۲۰۴۲	-۰.۹۶۰۶۶۶۱	۱.۵۵۳۳۳۱	۰.۶۲۶۳۵۲۸	M3	تغییرات بازده سهام	۱۰۴
۳۰۳۵۸۷.۸	۱۵۱.۰۲۸	۴۸۷۴۳.۹۶	۱۸۵۵۲.۲۲	M4	متوسط شاخص صنعت	۱۰۵
۹۰.۸۱۸۴.۳	۲۴۸۳۰.۹۵	۲۳۷۲۸۳.۱	۱۵۹۷۴۲.۵	M5	متوسط شاخص کل	۱۰۶
۴۱.۲۴	۹	۱۱.۲۴۹۴۲	۲۳.۵۲۳۷۹	E1	نرخ تورم سالانه	۱۰۷
۲۵۲.۶	۴۰.۳۲۱	۵۹.۷۶۶۷۳	۱۰۸.۷۵۷۵	E2	شاخص بهای کالای مصرفی	۱۰۸
۴۲.۸	-۱۰.۸	۱۸.۰۳۱۱۴	۱۴.۱۰۲۳۸	E3	نرخ رشد تولید ناخالص داخلی	۱۰۹
۱.۷۵۲	۰.۰۷۸	۰.۴۴۸۸۹۷۶	۰.۳۸۳۷۵۰۱	E4	نرخ رشد مسکن	۱۱۰

۲۷	۱۷.۵	۳.۱۲۳۴۱۳	۲۱.۰۲۶۲۳	E5	نرخ بهره	۱۱۱
۱.۶۲۰۱۹۹	-۰.۱۴۰۴۵۵۸	۰.۴۸۴۳۱۲	۰.۳۷۹۷۱۵۷	E6	نرخ رشد دلار بازار	۱۱۲
۱۲۲.۴	۲۷.۳۱	۳۱.۳۰۹۷۸	۷۴.۴۲۱۳۲	E7	قیمت نفت اپک	۱۱۳
۱۰۸۵۵	۵۵۶.۸	۲۹۴۵.۸۱۱	۲۵۰۴.۹۱	E8	طلای ۱۸ عیار	۱۱۴
۱۸	۱۵	۱.۳۱۰۸۰۱	۱۷.۲۳۰۲۵	E9	نرخ سود بانکی	۱۱۵
۳.۰۶۴۴۲۵	-۲۳.۶۸۲۳۱	۹.۰۰۰۸۳۸	-۹.۰۱۳۴۸۵	E10	تراز تجاری	۱۱۶

منبع: یافته پژوهشگر

شکل زیر نتایج پیش‌بینی قیمت سهام با مقایسه بین مقادیر واقعی و مقادیر پیش‌بینی شده را نشان می‌دهد.



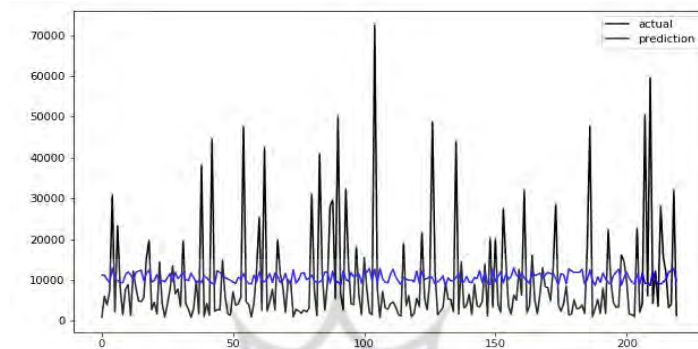
نمودار ۱- نتایج پیش‌بینی قیمت سهام با مقایسه بین مقادیر واقعی و مقادیر پیش‌بینی شده

منبع: یافته پژوهشگر

طبق نتایج به دست آمده در مدل GRU مقدار RMSE و MSE به ترتیب برابر ۰.۰۰۷٪ و ۰.۰۰۴۹٪ به دست آمد. در روش دوم، مدل پیشنهادی از ترکیب مدل BLSTM و مدل GRU تشکیل شده است. در مدل BLSTM نیز همه‌ی ویژگی‌ها در هر رکورد وارد بلوک حافظه می‌شوند. ۸۰ بلوک حافظه در هر لایه وجود دارد و هر بلوک شامل دو سلول است. هر رکورد به عنوان اولین ورودی وارد سلول‌های آن بلوک می‌شوند و خروجی آخرین بلوک به عنوان خروجی لایه محاسبه می‌شود.

۱-۱- برای اجرای مدل BLSTM، از دولایه استفاده می‌شود که لایه‌ی بالایی خروجی لایه‌ی پنهان رو به جلو را از گام زمانی ۱ تا گام زمانی ۸۰ محاسبه می‌کند و خروجی را در هر زمان به دست می‌آورد و ذخیره می‌کند. لایه‌ی پایین از گام زمانی ۸۰ تا گام زمانی ۱ برعکس محاسبه می‌شود و خروجی لایه پنهان رو به عقب هر بار به دست می‌آید و ذخیره می‌شود. سپس مقادیر دو لایه میانگین گرفته می‌شود. لایه‌ی سوم و چهارم در روش ترکیبی مدل GRU است که دنباله‌ی خروجی لایه‌های قبل به عنوان ورودی در ۸۰ بلوک حافظه به صورت سری وارد شده و

خروجی آخرین بلوک در آخرین لایه به عنوان خروجی نهایی در نظر گرفته می‌شود.  
 ۲-۱- در روش دوم نیز، از آدام به عنوان بهینه‌ساز و از تابع سیگموئید به عنوان تابع فعالیت استفاده می‌شود.  
 تعداد بهینه پارامترها با آزمایش تعیین می‌شوند.



نمودار ۲- نتایج مدل ترکیبی

منبع: یافته پژوهشگر

از این رو مقدار ۵۰ دوره و مقدار ۵۰ دسته برای اجرای مدل تعیین می‌شود. شکل زیر نتایج این بررسی را نشان می‌دهد. طبق نتایج به دست آمده در مدل ترکیبی BLSTM&GRU مقدار RMSE و MSE به ترتیب برابر ۰.۰۴٪ و ۰.۰۱۶٪ به دست آمد.

### ۳-۱- معیار ارزیابی مقایسه مدل‌های ارزیابی شده

جهت سنجش نتایج به دست آمده و مقایسه‌ی عملکرد هر یک از آن‌ها برای پیش‌بینی مقادیر قیمت سهام با خطای کم‌تر، یافته‌های حاصل شده از ارزیابی‌ها را با یکدیگر مورد مقایسه قرار دادیم. در این مقایسه مقادیر RMSE هر یک از روش‌های GRU و BLSTM&GRU در جدول زیر نشان داده شده است. همانطور که نتایج جدول نشان می‌دهد، مدل ترکیبی با مقدار خطای RMSE کم‌تری نسبت به مدل GRU قیمت سهام را پیش‌بینی کرده است.

جدول ۳- مقایسه پیش‌بینی مقادیر قیمت سهام با خطای کمتر

روش مورد استفاده	RMSE
GRU	۰.۰۷
BLSTM&GRU	۰.۰۴

منبع: یافته پژوهشگر

جدول ۴- متغیرهای تاثیرگذار

ردیف	متغیر اثرگذار	نماد
۱	سود خالص به دارایی	F3
۲	دارایی جاری به بدهی جاری	F11
۳	سود خالص به فروش	F15
۴	سود عملیاتی به فروش	F19
۵	نسبت ارقام تعهدی به دارایی	F22
۶	وجه نقد به بدهی جاری	F26
۷	نسبت حقوق صاحبان سهام به دارایی	F30
۸	موجودی به دارایی جاری	F33
۹	بهای تمام شده کالای فروش رفته به فروش	F34
۱۰	هزینه بهره به کل بدهی	F35
۱۱	سود قبل از مالیات به کل دارایی	F38
۱۲	درصد تغییرات در نسبت جاری	F48
۱۳	وجه نقد عملیاتی هزینه بهره	F55
۱۴	سود عملیاتی به دارایی	F57
۱۵	سود عملیاتی به حقوق صاحبان سهام	F64
۱۶	تغییرات نسبت موجودی به فروش	F74
۱۷	سود قبل از مالیات به حقوق صاحبان سهام	F79
۱۸	سود قبل از بهره و مالیات به بدهی جاری	F80
۱۹	فروش به دارایی ثابت	F84
۲۰	وجه نقد عملیاتی به سود عملیاتی	F89
۲۱	تخصیص مالی اعضای کمیته حسابرسی	H6
۲۲	تعداد کارکنان واحد حسابرسی داخلی	H9
۲۳	تحصیلات رییس حسابرسی داخلی	H11
۲۴	متوسط تعداد معاملات سالانه	M1
۲۵	تغییرات بازده سهام	M3
۲۶	شاخص بهای کالای مصرفی	E2
۲۷	نرخ بهره	E5
۲۸	نرخ رشد دلار بازار	E6

منبع: یافته پژوهشگر



## ۵. نتیجه‌گیری

در این پژوهش با استفاده از داده‌های ۱۵۹ شرکت طی دوره زمانی ۱۳۹۹-۱۳۹۰ و نسبت‌های اثرگذار بر ارزش شرکت شامل نسبت‌های مالی، سازوکارهای راهبردی شرکتی، داده‌های اقتصاد کلان و شاخص‌های بازار سهام اقدام به پیش‌بینی ارزش شرکت شده است. در این پژوهش از دو ساختار روش یادگیری عمیق شامل GRU و LSTM جهت ارزیابی بهتر استفاده می‌شود. نتایج حاصل از بررسی داده‌های گردآوری شده با استفاده از تکنیک‌های یادگیری عمیق، بیانگر آن بود که مدل ترکیبی با مقدار خطای RMSE کم‌تری نسبت به مدل GRU قیمت سهام را پیش‌بینی کرده است. همچنین متغیرهایی که بیشترین اثرگذاری را بر ارزش شرکت داشتند به شرح جدول زیر می‌باشند:

در ایران پیرامون کاربرد رویکرد فراابتکاری جهت پیش‌بینی ارزش شرکت، پژوهش‌هایی مانند صالحی و فرخی (۱۳۹۷)، حجازی و همکاران (۱۳۹۱)، چالاک و یوسفی (۱۳۹۱)، کاردان و همکاران (۱۳۹۶) انجام شده که تأییدکننده نتایج این پژوهش هستند. نتایج پژوهش حاضر با پژوهش خدادادی و تاکر (۱۳۹۱)، آزادی و ترکمندی (۱۳۹۷)، رحیمیان و همکاران (۱۳۹۵)، ژو<sup>۱</sup> (۲۰۱۸) مغایر بوده و به نظر می‌رسد در سالهای اخیر نظام راهبردی شامل کمیته حسابرسی و حسابرسی داخلی در ایران به‌عنوان یک بازوی قدرتمند توانسته است جایگاه خود را در شرکت‌ها و نزد سرمایه‌گذاران پیدا کرده و نقش آنها از مشاوره به نظارت تغییر یافته است. نتایج این پژوهش می‌تواند به صورت کاربردی مورد استفاده سرمایه‌گذاران بالفعل و بالقوه جهت تشکیل پرتفوی بهینه مورد استفاده قرار گیرد. همچنین مدیران بازار سرمایه ایران می‌توانند با پیش‌بینی ارزش شرکت‌ها و تعیین عوامل مؤثر بر آن برای مدیریت کردن جذب سرمایه سهامداران و کمک به آنها برای انتخاب گزینه بهینه سرمایه‌گذاری اقدام کنند.

## فهرست منابع

- ۱) افضلیان بروجنی، سیده‌الناز (۱۴۰۰)، ارزیابی پیش‌بینی قیمت سهام در ایران با استفاده از روش‌های غیر خطی «مقاله مروری»، سومین همایش مالی ایران: محور اصلی آینده پژوهی صنعت مالی، تهران.
- ۲) آسیایی اقدم، لیلا، رحیم زاده، اشکان، رجائی، یداله. (۱۴۰۱). اثر متغیرهای اقتصادی بر رفتار قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار. اقتصاد مالی.
- ۳) دهقان خاوری، سعید، میر جلیلی، سید حسین. (۱۳۹۸). تعامل ریسک سیستماتیک با بازده سهام در بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه اقتصاد مالی. سال سیزدهم، شماره ۴۹، صص ۲۸۲-۲۵۷.
- ۴) شریف‌فر، امیر و خلیلی عراقی، مریم و رئیسی وانانی، ایمان و فلاح شمس، میرفیض (۱۴۰۱)، کاربرد معماری‌های یادگیری عمیق در پیش‌بینی قیمت سهام (رویکرد شبکه عصبی پیچشی).

<sup>۱</sup>. Zhou

- ۵) شریف‌فر، امیر و خلیلی، مریم و رئیسی، ایمان و فلاح، میر فیض (۱۴۰۰)، ارزیابی و اعتبارسنجی معماری بهینه یادگیری عمیق در پیش‌بینی قیمت سهام (رویکرد الگوریتم حافظه کوتاه‌مدت ماندگار).
- ۶) خدای پور، احمد، امیری، اسماعیل (۱۳۹۶)، هزینه معاملات سهام و قیمت سهام: نقش تعدیلی سرمایه‌گذاران نهاد، مجله بررسی‌های حسابداری، دوره ۴، شماره ۱۵.
- ۷) ظهیر مبرهن، امیراحمد و قاسمی، احمدرضا (۱۴۰۰)، پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از تبدیل موجک، ششمین همایش بین‌المللی مدیریت، حسابداری، اقتصاد و علوم اجتماعی، همدان.
- ۸) کیامهر، علی، جنانی، محمدحسن، همت فر، محمود. (۱۳۹۹). تبیین نقش ناهنجاری‌های بازار سهام در قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای. فصلنامه اقتصاد مالی. سال چهاردهم، شماره ۵۳، صص ۲۱۲-۱۹۳.
- ۹) میرجعفری، سیدکاظم و محمدی، شعبان و سیفی، حسین (۱۴۰۱)، طراحی مدل بهینه‌سازی شیمیایی مصنوعی برای پیش‌بینی قیمت سهام و مقایسه آن با مدل‌های مبتنی بر شبکه عصبی مصنوعی و مدل‌های ترکیبی در بورس اوراق بهادار تهران، دومین کنفرانس سراسری مطالعات و یافته‌های نوین در مدیریت و حسابداری ایران.

۱۰) معمارزاده، سیده‌فائزه و خسروی فارسانی، هادی و جاودانی گندمانی، تقی (۱۴۰۱)، ارائه یک روش مبتنی بر یادگیری عمیق جهت پیش‌بینی قیمت سهام، هشتمین کنفرانس بین‌المللی وب پژوهی، تهران.

۱۱) نظریه، فاطمه (۱۴۰۰)، پیش‌بینی قیمت سهام توسط روش تلفیقی مبتنی بر تجزیه و ترکیب، ششمین کنفرانس بین‌المللی تحقیقات بین‌رشته‌ای در مهندسی برق، کامپیوتر، مکانیک و مکترونیک، تهران.

- 1) Bergstra, J and Y. Bengio (2013). Random search for hyper-parameter optimization, Journal of machine learning research.
- 2) Bruno Miranda and Henrique Vinicius and Amorim Sobreiro and Herbert Kimura (2019) "Stock price prediction using support vector regression on daily and up to the minute prices", Journal of Finance and Data Science, Vol. 4, Issue 3, September 2018, PP. 183-201.
- 3) Chen, G.H, S. Nikolov and D. Shah (2013). A latent source model for nonparametric time series classification, in Advances in Neural Information Processing Systems.
- 4) Chang R.P. Ko K.C. Nakano S. Rhee S.G (2017). Residual momentum in Japan. Journal of Empirical Finance.
- 5) Georgoula, I, et al (2015). Using time-series and sentiment analysis to detect the determinants of bitcoin prices, Available at SSRN 2607167, Conference: 9th Mediterranean Conference on Information Systems At: Samos.
- 6) Greaves, A and B. Au (2015). Using the bitcoin transaction graph to predict the price of bitcoin, No Data. Joshi, R, Accuracy, precision (2016). recall & f1 score: Interpretation of performance measures, Retrieved April.
- 7) Lee, Lifang. Galvani, Valentina (2018), "Market states, sentiment, and momentum in the corporate bond Market" Journal of Banking and Finance, 89, pp. 249-265.
- 8) Madan, I, S. Saluja and A. Zhao (2015). Automated bitcoin trading via machine learning algorithms, URL. Matta, M, I. Lunesu and M. Marchesi (2015). Bitcoin Spread Prediction Using Social and Web Search Media, in UMAP Workshops.
- 9) Matta, M, I. Lunesu and M. Marchesi (2015). The predictor impact of Web search media on Bitcoin trading volumes, 7th International Joint Conference on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management (IC3K).

- 10) McNally, S, J. Roche, and S. Caton (2018). Predicting the price of bitcoin using machine learning, in 2018 26th Euromicro International Conference on Parallel, Distributed and Network-based Processing (PDP). Nakamoto, S and A (2008). Bitcoin, A peer-to-peer electronic cash system.
- 11) Shah, D and K. Zhang (2014). Bayesian regression and Bitcoin, 52nd annual Allerton conference on communication, control, and computing (Allerton).
- 12) Wen Long and Zhichen Lu and Lingxiao Cui (2020) "Deep learning-based feature engineering for stock price movement prediction", Knowledge-Based Systems, Vol. 164, 15 January 2019, PP. 163-173.



## Company value prediction based on deep learning methods

S. M. Babanezhad Bagheri<sup>1</sup>  
Abbasali PourAghajan<sup>2</sup>  
M. Mehdi Abbasian Feridoni<sup>3</sup>

Received: 17 / July / 2023

Accepted: 31 / August / 2023

### Abstract

Prediction and clear understanding of the behavior of a phenomenon plays a major role in adopting strategies and decisions. All-round development and deepening of the capital market as the driving engine of economic development requires the public trust of participants in its efficiency and correctness in determining the fair price of securities. On the other hand, predicting company value, price fluctuations, or stock returns is very important in portfolio selection, asset management, and even stock pricing of newly listed companies.

In this research, using the data of 159 companies during a 10-year period including 2011-2020 and the factors affecting the company's value, including financial ratios, corporate governance mechanisms, macroeconomic factors, and the stock market, the company's value has been predicted. In this research, two structures of deep learning methods including GRU and BLSTM are used for better evaluation. The results of examining the data collected using deep learning techniques indicated that the combined model with a lower RMSE error than the GRU model predicted the value of the company.

**Keywords:** company value, financial ratio, corporate governance, macroeconomics, stock market, deep learning.

**Classification jel:** G02, G17, G33

<sup>1</sup> Accounting Department, Qaimshahr Branch, Islamic Azad University, Qaimshahr, Irannezhad\_1354@yahoo.com

<sup>2</sup> Department of Accounting, Qaimshahr Branch, Islamic Azad University, Qaimshahr, Iran (corresponding author). bbas\_acc46@yahoo.com

<sup>3</sup> Accounting Department, Qaimshahr Branch, Islamic Azad University, Qaimshahr, Iran mm.abbasian@yahoo.com