



تأثیر هوش مصنوعی بر پیش‌بینی رفتار قیمتی سهام در بورس اوراق بهادار

(مطالعه موردی: شرکت‌های پذیرفته‌شده با مرکزیت استان کرمان)

سهیلا شمس الدینی^۱*

عباس بابایی نژاد^۲

چکیده

بازارهای مالی، به‌ویژه بورس با نوسانات شدید، پیچیدگی بالا و رفتارهای غیرخطی مواجه‌اند. روش‌های سنتی همچون تحلیل بنیادی و تکنیکال، در مواجهه با این شرایط پویا و در تحلیل داده‌های سری‌های زمانی مالی، کارایی محدودی دارند، علاوه بر این، از منظر مالی، رفتاری، هیجانات و سوگیری‌های شناختی سرمایه‌گذاران نیز می‌توانند موجب انحراف قیمت‌ها از ارزش ذاتی شوند. این کاستی‌ها موجب شده است پژوهشگران به سمت فناوری‌های نوین روی آورند. از این رو، استفاده از هوش مصنوعی و روش‌های یادگیری ماشین، به‌عنوان جایگزین یا مکمل روش‌های کلاسیک، به طور فزاینده‌ای مورد توجه قرار گرفته است. این رویکردها توانایی شناسایی الگوهای پنهان در داده‌های مالی و ارائه پیش‌بینی‌های دقیق‌تر از رفتار آتی قیمت سهام را دارند. لذا این پژوهش با هدف بررسی تأثیر مدل‌های هوش مصنوعی بر پیش‌بینی رفتار قیمتی سهام شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران (مطالعه موردی: استان کرمان) انجام شد. روش تحقیق کاربردی و از نوع توصیفی-تحلیلی با رویکرد کمی است. جامعه آماری شامل ۳۰ شرکت فعال در صنایع معدنی و فلزی بود که داده‌های آن‌ها طی سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۳ گردآوری و با استفاده از مدل‌های LSTM، RNN، شبکه عصبی-فازی با الگوریتم ژنتیک، PSO-SVR و PSO-ANN در محیط Python و MATLAB تحلیل شد. نتایج نشان داد مدل RNN نسبت به ANN و مدل LSTM نسبت به RNN دقت بیشتری دارند. مدل ترکیبی عصبی-فازی با الگوریتم ژنتیک موجب کاهش خطای پیش‌بینی شد و PSO-SVR توانست جهش‌های ناگهانی قیمت را با دقت بالاتری

^۱ گروه مدیریت بازرگانی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) soheilashamsadini@iaui.ac.ir

^۲ گروه مدیریت دولتی، واحد کرمان، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمان، ایران. abbasbabaei@iaui.ac.ir

شناسایی کند. در میان مدل‌ها، PSO-BiLSTM بهترین عملکرد را داشت. همچنین، نوسانات قیمت مواد معدنی به عنوان عامل محلی، اثر معناداری بر دقت پیش‌بینی مدل‌ها داشت. یافته‌ها بیانگر ظرفیت بالای هوش مصنوعی در بهبود پیش‌بینی و تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران است.

واژگان کلیدی :

هوش مصنوعی؛ پیش‌بینی رفتار قیمتی سهام؛ سری‌های زمانی؛ شبکه عصبی بازگشتی؛ شبکه حافظه بلندمدت .

مقدمه:

یکی از گزاره‌های اساسی در نظریه قیمت‌گذاری دارایی‌ها این است که بازده‌های انتظاری مقطعی باید با میزان قرارگرفتن آن‌ها در معرض عوامل ریسکی توضیح داده شوند. به همین دلیل، شناسایی عوامل اثرگذار بر بازده انتظاری در سال‌های اخیر شدت گرفته و بخش بزرگی از ادبیات اقتصاد مالی را به خود اختصاص داده است. از زمان ارائه نظریه پرتفوی مدرن مارکوویتز (۱۹۵۲) تاکنون، مدل‌های متعددی برای تبیین بازده اضافی بازار توسعه یافته‌اند. در ادامه، مدل‌های کلاسیک مانند مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای (CAPM) و مدل‌های توسعه‌یافته‌تر همچون مدل سه عاملی و پنج عاملی فاما و فرنچ کوشیدند رفتار بازده را با عوامل سیستماتیک توضیح دهند. با این حال، شواهد تجربی نشان داد که این مدل‌ها به‌ویژه در بازارهای نوظهور، قادر به توضیح کامل نوسانات قیمتی نیستند. در یکی از مطالعات اخیر، هاروی، لیو و ژو (۲۰۱۶) قدرت پیش‌بینی بیش از ۳۰۰ عامل را موردبررسی قرار دادند [۱].

بازارهای مالی، به‌ویژه بورس اوراق بهادار تهران، با نوسانات شدید، پیچیدگی بالا و رفتارهای غیرخطی مواجه‌اند. روش‌های سنتی همچون تحلیل بنیادی و تکنیکال، در مواجهه با این شرایط پویا و در تحلیل داده‌های سری‌های زمانی مالی، کارایی محدودی دارند [۲]. علاوه بر این، از منظر مالی رفتاری، هیجانات و سوگیری‌های شناختی سرمایه‌گذاران نیز می‌توانند موجب انحراف قیمت‌ها از ارزش ذاتی شوند. این کاستی‌ها موجب شده است پژوهشگران به سمت فناوری‌های نوین روی آورند.

از این رو، استفاده از هوش مصنوعی (AI) و روش‌های یادگیری ماشین، به عنوان جایگزین یا مکمل روش‌های کلاسیک، به طور فزاینده‌ای موردتوجه قرار گرفته است. این رویکردها توانایی شناسایی الگوهای پنهان در داده‌های مالی و ارائه پیش‌بینی‌های دقیق‌تر از رفتار آتی قیمت سهام را دارند. در سال‌های اخیر، تکنیک‌های یادگیری ماشین، به‌ویژه شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN)، یادگیری عمیق (DL) و مدل‌های بازگشتی مانند LSTM، به ابزارهای کلیدی در مدل‌سازی و پیش‌بینی سری‌های زمانی مالی

قسمتی از عنوان مقاله.../ نویسندگان (برای نمونه مقالات فصل قبل را ملاحظه فرمائید.)

تبدیل شده‌اند. پژوهش حیدری و امیری (۱۴۰۱) نشان داد که مدل‌های یادگیری عمیق توانسته‌اند دقت پیش‌بینی قیمت سهام را به محدوده ۷۰ تا ۸۰ درصد برسانند؛ هرچند هنوز از پیش‌بینی کاملاً دقیق فاصله دارند [۳]. این مدل‌ها امکان مدل‌سازی روابط غیرخطی پیچیده میان متغیرهای مؤثر را فراهم می‌کنند، اما موفقیت آن‌ها به انتخاب متغیرهای مناسب، کیفیت داده‌ها و تنظیم پارامترهای مدل وابسته است.

کاربرد شبکه‌های عصبی پیچشی (CNN) و بازگشتی (RNN) در بازار سرمایه ایران افزایش یافته و نتایج مثبتی به همراه داشته است. مطالعه شایگانی و نوربخش (۱۴۰۲) نشان داد که این شبکه‌ها در مقایسه با مدل‌های آماری سنتی، توان بالاتری در شناسایی الگوهای قیمتی دارند [۴]. با این حال، پیچیدگی محاسباتی و نیاز به منابع پردازشی قوی، استفاده عملی از این مدل‌ها را در مقیاس وسیع با چالش مواجه کرده است. از سوی دیگر، ترکیب الگوریتم‌های هوش مصنوعی با سیستم‌های فازی و الگوریتم‌های تکاملی، مانند الگوریتم ژنتیک، راهکاری مؤثر برای بهینه‌سازی مدل‌های پیش‌بینی ارائه کرده است. مرادزاده‌فرد و همکاران (۱۳۹۸) با بهره‌گیری از مدل‌های هیبریدی عصبی-فازی و ژنتیک، به کاهش قابل توجه خطای پیش‌بینی دست یافتند [۵]. همچنین، مدل‌های ترکیبی مانند PSO-SVR برای شناسایی جهش‌های قیمتی و رفتارهای ناگهانی بازار استفاده شده‌اند. رضوی و همکاران (۱۳۹۹) نشان دادند که این مدل‌ها قادرند نقاط بحرانی و نوسانات شدید بازار را با دقت نسبتاً بالایی شناسایی کنند [۶]. چنین توانمندی‌هایی در محیط‌های مالی پرریسک، برای تصمیم‌گیری دقیق و مدیریت ریسک اهمیت ویژه‌ای دارند. از منظر کارایی بازار، بورس ایران به دلیل وجود ناکارآمدی‌های ساختاری و رفتاری، بستر مناسبی برای کاربردهای هوش مصنوعی محسوب می‌شود. پژوهش نوری‌کردستانی و همکاران (۱۴۰۱) نشان داد که مدل ترکیبی PSO-BiLSTM توانسته است پیش‌بینی نسبتاً دقیقی از بازده سهام در بورس و فرابورس ایران ارائه کند [۷]. این یافته‌ها بیانگر آن است که ترکیب الگوریتم‌های بهینه‌سازی با شبکه‌های یادگیری عمیق، رویکردی کارآمد برای تحلیل رفتارهای پیچیده و غیرخطی بازار است. در کنار این موارد، یکی دیگر از کاربردهای مهم هوش مصنوعی در بازار سرمایه، تحلیل رفتار هیجانی سرمایه‌گذاران است. این فناوری با پردازش داده‌های روان‌شناختی و اطلاعات شبکه‌های اجتماعی، قادر است نشانه‌های رفتاری را استخراج کرده و به کاهش خطاهای شناختی و ارتقای منطق در تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری کمک کند [۳]. این بعد رفتاری تاکنون در مدل‌های پیش‌بینی قیمت سهام کمتر مورد توجه قرار گرفته و جای توسعه دارد.

تحلیل تکنیکال نیز در سال‌های اخیر با کمک الگوریتم‌های هوش مصنوعی تحول یافته است. ابزارهایی مانند استخراج الگوهای کندل استیکی، تشخیص سطوح حمایت و مقاومت، و سیگنال‌های معاملاتی بادقت بالاتری قابل استفاده شده‌اند. طبق گزارش ارساد (۲۰۲۳)، ترکیب تحلیل تکنیکال با مدل‌های هوش مصنوعی توانسته است کیفیت تشخیص نقاط ورود و خروج از سهام را بهبود بخشد [۸]. البته، اتکای صرف به تحلیل تکنیکال، بدون در نظر گرفتن عوامل بنیادی، می‌تواند به خطای تحلیل منجر شود.

با وجود مطالعات فراوان در حوزه بورس اوراق بهادار تهران، پژوهش‌های منطقه‌ای کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. شرکت‌های پذیرفته شده با مرکزیت استان کرمان، به دلیل وابستگی به صنایع معدنی و فلزی، رفتار قیمتی متمایزی نسبت به سایر شرکت‌ها دارند. نوسانات قیمت مواد معدنی به طور مستقیم بر ارزش سهام این شرکت‌ها تأثیرگذار است و همین ویژگی، ضرورت طراحی و بومی سازی مدل‌های هوش مصنوعی متناسب با شرایط خاص این منطقه را دوچندان می‌کند. براین اساس، پژوهش حاضر در پی پاسخ به این پرسش اساسی است که: هوش مصنوعی چه تأثیری بر پیش‌بینی رفتار قیمتی سهام شرکت‌های پذیرفته شده با مرکزیت استان کرمان در بورس اوراق بهادار تهران دارد؟

پیشینه پژوهش

ساکار و ودیوو^۱ (۲۰۲۵) در تحقیقی با عنوان "چارچوب یادگیری عمیق ترکیبی برای پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از VAE، ترنسفورمر و LSTM" این پژوهش نشان داد مدل ترکیبی LSTM، ترنسفورمر و VAE توانست به صورت هم‌زمان ویژگی‌های خطی و غیرخطی قیمت سهام را استخراج کند. عملکرد مدل ترکیبی در تمام شاخص‌های دقت، مانند RMSE و MAE، بهتر از سایر مدل‌ها بود. استفاده از معماری ترکیبی منجر به کاهش قابل توجه خطای پیش‌بینی و افزایش توانایی مدل در مقابله با نویزهای بازار شد. این روش برای بازارهای بی‌ثبات و پرتلاطم مالی مناسب تشخیص داده شد [۱۰].

بوی^۲ (۲۰۲۵) در تحقیقی با عنوان چارچوب ترکیبی یادگیری توجهی مبتنی بر ترنسفورمر برای پیش‌بینی قیمت سهام با فرکانس بالا این پژوهش نشان داد مدل HAELT با ترکیب ترنسفورمر، attention و شبکه ResNet توانست الگوهای پنهان در داده‌های با فرکانس بالا را بهتر تشخیص دهد. دقت مدل به ویژه در داده‌های ثانیه‌ای بازار چشم‌گیر بود. چارچوب ارائه شده برای کاربردهای لحظه‌ای

قسمتی از عنوان مقاله.../ نویسندگان (برای نمونه مقالات فصل قبل را ملاحظه فرمائید.)

مانند معاملات الگوریتمی بسیار مؤثر بوده و از پایداری بالایی در محیط‌های پرنوسان برخوردار است [۱۱].

محسن و عاصم^(۲۰۲۵) در تحقیقی با عنوان "مطالعه مقایسه‌ای یادگیری عمیق برای پیش‌بینی قیمت سهام: مدل‌های استک‌شده و وزن‌دار" این پژوهش نشان داد مدل استک‌شده متشکل از LSTM، GRU و CNN توانست به طور معنی‌داری دقت پیش‌بینی را افزایش دهد و در مقایسه با مدل‌های وزن‌دار، بهتر عمل کند. شاخص‌های خطا مانند RMSE تا ۲۵٪ کاهش یافت. ترکیب ساختارهای متفاوت یادگیری عمیق در یک معماری تجمیعی موجب بهبود کلی عملکرد و افزایش توان مدل در پیش‌بینی رفتار غیرخطی سهام شد [۱۲].

کبیر، رحمان و لیو^(۲۰۲۵) در تحقیقی با عنوان "مدل ترکیبی مقاوم LSTM-ترنسفورمر برای پیش‌بینی سری‌های زمانی مالی" این پژوهش نشان داد مدل پیشنهادی با اجرای روی داده‌های بیت‌کوین، سهام آمازون و شاخص CSI توانست روندها و نقاط بازگشت را با دقت بالا شناسایی کند. مدل نسبت به نویز مقاوم بود و نوسانات را به خوبی کنترل می‌کرد. LSTM-ترنسفورمر ترکیبی انعطاف‌پذیر و قابل اعتماد برای پیش‌بینی سری‌های زمانی مالی پیچیده است و قابلیت تعمیم به داده‌های واقعی بازار را دارد [۱۳].

شیاو، دنگ و بی^(۲۰۲۴) در تحقیقی با عنوان "تحلیل مقایسه‌ای مدل‌های LSTM، GRU و ترنسفورمر در پیش‌بینی قیمت سهام" این پژوهش نشان داد در مقایسه سه مدل LSTM، GRU و ترنسفورمر بر روی داده‌های تسلا، مدل LSTM در حفظ ثبات عملکرد و پیش‌بینی دقیق‌تر نسبت به سایر مدل‌ها برتری داشت [۱۴].

غلامی و شمس^(۱۴۰۳) در تحقیقی با عنوان "ارائه مدلی برای پیش‌بینی قیمت سهام مبتنی بر CNN-LSTM بهینه شده در بورس اوراق بهادار تهران" : هایپرپارامترها، پارامترهایی هستند بر روی خروجی مدل‌ها تاثیر دارند و با تغییر هر کدام از این هایپرپارامترها نتایج مختلفی به دست می‌آید که می‌تواند مناسب یا غیر مناسب باشند این پارامترها در طول آموزش یاد نمی‌گیرند و باید قبل از آموزش تنظیم شوند. طبق نتایج به دست آمده، بهینه‌سازی هایپرپارامترها، می‌تواند سهم را بر اساس رفتار آن سهم بهینه کند که این امر منجر به پیش‌بینی دقیق‌تر قیمت می‌شود. همچنین، با استفاده از مدل LSTM-CNN

استخراج ویژگی‌ها از داده‌ها و شناسایی و درک وابستگی‌ها در ویژگی‌های استخراج شده به طور مناسب‌تری از CNN-LSTM صورت می‌گیرد که می‌تواند در بهبود دقت پیش‌بینی کمک کند. [۱۵].

جنگ میری اسپلی و صالحی (۱۴۰۲) در تحقیقی با عنوان "پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از الگوریتم‌های رگرسیون خطی و جنگل تصادفی" این پژوهش نشان داد این الگوریتم‌ها در پیش‌بینی قیمت سهام این ۴ شرکت بسیار کارا عمل نموده و از بین این دو الگوریتم، الگوریتم جنگل تصادفی در شاخص میانگین مربع خطاها عملکرد بهتری از خود نشان داده است همچنین باید به این نکته اشاره نمود که دقت هر دو الگوریتم برای پیش‌بینی قیمت سهام بالای ۹۸ درصد بوده است [۱۶].

خوانساریان و همکاران (۱۴۰۲) در تحقیقی با عنوان "پیش‌بینی قیمت با شبکه عصبی مصنوعی LSTM و مدل انتخاب سبد سهام دارایی‌های مالی و ارزهای دیجیتال" این پژوهش نشان داد ترکیب LSTM با منطق فازی موجب بهبود دقت پیش‌بینی و کنترل بهتر روی داده‌های مبهم بازار شد. دقت مدل در برخی بازه‌ها به بیش از ۹۲٪ رسید. استفاده از منطق فازی به مدل امکان می‌دهد در شرایط عدم قطعیت و نوسانات شدید بازار همچنان عملکرد قابل‌اعتمادی ارائه دهد [۱۷].

نوری کردستانی، ناظمی و حسینی (۱۴۰۱) در تحقیقی با عنوان "بهینه‌سازی مدل BiLSTM با الگوریتم PSO برای پیش‌بینی قیمت سهام" این پژوهش نشان داد به‌کارگیری الگوریتم بهینه‌سازی PSO برای تنظیم وزن‌ها و پارامترهای BiLSTM منجر به بهبود شاخص‌های عملکرد مانند RMSE و MAE شد. سرعت همگرایی مدل نیز افزایش یافت. ترکیب مدل‌های یادگیری عمیق با الگوریتم‌های فراابتکاری، قابلیت مدل در یادگیری الگوهای پیچیده بازار را ارتقا می‌دهد [۷].

فرضیات پژوهش

دقت پیش‌بینی مدل شبکه عصبی بازگشتی (RNN) بیشتر از مدل شبکه عصبی مصنوعی (ANN) است.
قدرت پیش‌بینی مدل LSTM نسبت به مدل RNN در پیش‌بینی رفتار قیمتی سهام بالاتر است.
مدل ترکیبی شبکه عصبی - فازی و الگوریتم ژنتیک دقت بیشتری در پیش‌بینی بازده سهام نسبت به مدل‌های یادگیری عمیق ANN و LSTM دارد.
مدل PSO-SVR توانایی بالاتری در تشخیص جهش‌های ناگهانی قیمت نسبت به مدل‌های تک مدل ANN و LSTM دارد.
مدل PSO-BiLSTM قدرت پیش‌بینی بیشتری نسبت به سایر مدل‌های استفاده‌شده دارد.

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش باهدف بررسی تأثیر مدل‌های هوش مصنوعی (شامل شبکه‌های عصبی بازگشتی، مدل‌های هیبریدی، PSO-SVR و PSO-BiLSTM) بر افزایش دقت پیش‌بینی رفتار قیمتی سهام و کاهش خطای پیش‌بینی در بورس اوراق بهادار تهران (مطالعه موردی: شرکت‌های مستقر در استان کرمان) انجام شد. از نظر هدف، پژوهش کاربردی است؛ زیرا نتایج آن می‌تواند به بهبود تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران و ارتقای کارایی بازار سرمایه کمک کند. از لحاظ روش، تحقیق از نوع توصیفی-تحلیلی با رویکرد کمی و مبتنی بر مدل‌سازی داده‌محور است.

جامعه آماری پژوهش شامل کلیه شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با مرکزیت در استان کرمان است. به دلیل محدودیت دسترسی به داده‌های پیوسته و باکیفیت در بازه زمانی ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۳، نمونه‌ای شامل ۳۰ شرکت به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شد. این شرکت‌ها بر اساس معیارهایی همچون حجم معاملات بالا، فعالیت مستمر و وابستگی به صنایع معدنی و فلزی (مانند مس و سنگ آهن) انتخاب شدند. برای اطمینان از کفایت حجم نمونه، از فرمول کوهن (۱۹۸۸) استفاده شد. با فرض سطح اطمینان ۹۵٪، توان آماری ۰٫۸ و اندازه اثر متوسط (۰٫۵)، حداقل حجم نمونه ۲۸ شرکت برآورد شد که انتخاب ۳۰ شرکت این معیار را تأمین می‌کند.

ابزار تحقیق شامل مدل‌های هوش مصنوعی (شبکه‌های عصبی بازگشتی، شبکه‌های عصبی پیچشی، PSO-SVR و PSO-BiLSTM) است که در محیط Python (کتابخانه‌های TensorFlow و Keras) پیاده‌سازی شدند. همچنین، برای پیش‌پردازش داده‌ها و آزمون‌های آماری از کتابخانه Pandas در Python و نرم‌افزار MATLAB استفاده گردید.

ابزار تجزیه و تحلیل آماری: برای بررسی ایستایی داده‌ها،

برای بررسی ایستایی سری‌های زمانی، از آزمون دیکی-فولر تعمیم‌یافته (ADF) و KPSS استفاده شد؛ این دو آزمون مکمل یکدیگر بوده و ترکیب آن‌ها امکان ارزیابی دقیق‌تر پایداری داده‌ها را فراهم می‌کند. برای ارزیابی عملکرد مدل‌های هوش مصنوعی، از معیارهای میانگین مربعات خطا (MSE) و ضریب تعیین (R^2) استفاده شد که از شاخص‌های رایج در سنجش دقت پیش‌بینی مدل‌ها هستند [۱۹-۲۰].

به منظور آزمون فرضیات، مجموعه‌ای از آزمون‌های آماری متناسب با نوع متغیرها و اهداف پژوهش به کار گرفته شد:

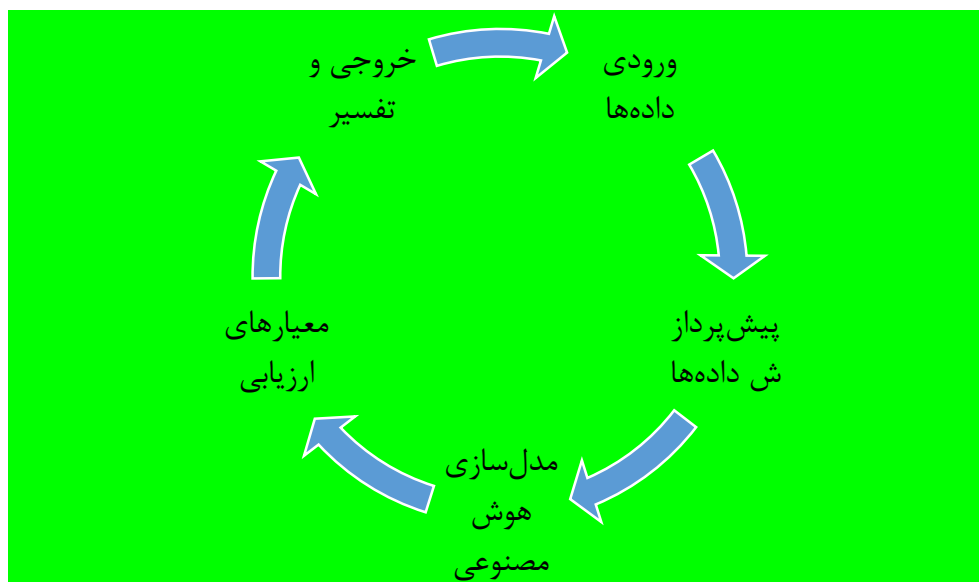
آزمون t دو نمونه‌ای و تحلیل واریانس (ANOVA) برای مقایسه دقت مدل‌های مختلف،

آزمون همبستگی پیرسون برای سنجش رابطه بین پیش‌بینی‌ها و داده‌های واقعی،

آزمون کای - دو (χ^2) برای بررسی معناداری تشخیص جهش‌های قیمتی،

و آزمون علیت گرنجر برای ارزیابی رابطه علی بین نوسانات عوامل محلی (مانند قیمت مواد معدنی) و بازده سهام. این مجموعه ابزارها امکان مقایسه جامع دقت، خطا، و روابط علی بین متغیرها را در چارچوب پژوهش فراهم ساخت.

مدل مفهومی:



این مدل چرخه پیش‌بینی رفتار قیمتی سهام با استفاده از هوش مصنوعی را نشان می‌دهد. داده‌های ورودی شامل اطلاعات قیمتی، بنیادی و محلی پس از طی مراحل پیش‌پردازش (پاک‌سازی، نرمال‌سازی و آزمون ایستایی) وارد مدل‌های مختلف هوش مصنوعی می‌شوند. خروجی مدل‌ها با معیارهای آماری نظیر R^2 و MSE ارزیابی شده و در نهایت، نتایج پیش‌بینی به عنوان ابزار تصمیم‌گیری برای سرمایه‌گذاران و مدیران بازار سرمایه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

شکل ۱. مدل مفهومی پژوهش: چرخه پیش‌بینی رفتار قیمتی سهام با هوش مصنوعی (یافته‌های پژوهش)

قسمتی از عنوان مقاله.../ نویسندگان (برای نمونه مقالات فصل قبل را ملاحظه فرمائید.)

Figure 1. Research conceptual model: Stock price behavior prediction cycle with artificial intelligence (research findings)

یافته‌های تحقیق

تنظیمات مدل‌های هوش مصنوعی

برای اطمینان از شفافیت در مدل‌سازی، پارامترهای کلیدی مدل‌های هوش مصنوعی استفاده شده در این پژوهش در جدول زیر ارائه شده است:

جدول ۱. تنظیمات مدل‌های هوش مصنوعی

Table 1. AI model settings

مدل	پارامترها
RNN	۲ لایه بازگشتی، ۶۴ واحد در هر لایه، نرخ یادگیری ۰,۰۰۱، ۱۰۰ epoch، تابع فعال‌سازی ReLU
CNN	۳ لایه کانولوشنی، ۳۲ فیلتر، اندازه کرنل ۳، نرخ یادگیری ۰,۰۰۲، ۸۰ epoch
PSO-SVR	پارامتر سی=۱/۵، گاما=۰,۱، بهینه‌سازی با PSO جمعیت ۳۰
PSO-BiLSTM	۲ لایه BiLSTM، ۱۲۸ واحد در هر لایه، نرخ یادگیری ۰,۰۰۱، بهینه‌سازی با PSO جمعیت ۵۰

مدل‌های RNN و CNN با استفاده از کتابخانه Keras پیاده‌سازی شدند و از اعتبارسنجی متقابل ۵-تایی برای ارزیابی استفاده شد. الگوریتم PSO برای تنظیم پارامترهای SVR و BiLSTM به کار رفت تا همگرایی سریع‌تر و دقت بالاتری حاصل شود. داده‌ها با روش نرمال‌سازی Min-Max (در بازه [۰,۱]) پیش‌پردازش شدند تا تأثیر مقیاس‌های متفاوت کاهش یابد.

فرضیه ۱: دقت پیش‌بینی مدل شبکه عصبی بازگشتی (RNN) بیشتر از مدل شبکه عصبی مصنوعی (ANN) است.

جدول ۲. خروجی آزمون‌های آماری فرضیه اول (یافته‌های پژوهش)

Table 2. Output of statistical tests of the first hypothesis (research findings)

نتیجه	مقدار p	مقدار	شاخص	آزمون آماری
RNN ($R^2=0.78$) تفاوت معنادار بین و ANN ($R^2=0.52$)	۰.۰۰۲	۳.۴۵	t	دو نمونه‌ای t
و روش‌های سنتی RNN, CNN تفاوت معنادار بین	۰.۰۰۱	۱۲.۴۰	F	ANOVA
و قیمت واقعی RNN رابطه قوی بین پیش‌بینی‌های	۰.۰۰۰	۰.۸۲	r	همبستگی پیرسون
داده‌های قیمتی ایستا هستند	۰.۰۰۱	-۴.۱۵	t-stat	ADF

نتایج جدول ۱ نشان داد مدل RNN نسبت به ANN عملکرد بهتری در پیش‌بینی دارد. ضریب تعیین بالاتر و خطای کمتر RNN نشان می‌دهد که این مدل توانسته الگوهای غیرخطی داده‌های قیمتی را بهتر شناسایی کند.

فرضیه ۲: قدرت پیش‌بینی مدل LSTM نسبت به مدل RNN در پیش‌بینی رفتار قیمتی سهام بالاتر است.

جدول ۳: خروجی آزمون‌های آماری فرضیه ۲ (یافته‌های پژوهش)

Table 3: Output of statistical tests of hypothesis 2 (research findings)

نتیجه	مقدار p	مقدار	شاخص	آزمون آماری
LSTM ($R=0.81$, $RMSE=0.62$) تفاوت معنادار بین و RNN ($R^2=0.78$, $RMSE=0.78$)	۰.۰۰۴	۲.۹۵	t	دو نمونه‌ای t
برتری معنادار LSTM نسبت به RNN	۰.۰۰۲	۱۱.۳۵	F	ANOVA
رابطه قوی بین پیش‌بینی‌های LSTM و قیمت واقعی	۰.۰۰۰	۰.۸۵	r	همبستگی پیرسون
داده‌های قیمتی ایستا هستند	۰.۰۰۱	-۴.۲۲	t-stat	ADF

قسمتی از عنوان مقاله.../ نویسندگان (برای نمونه مقالات فصل قبل را ملاحظه فرمائید.)

نتایج جدول ۳ نشان داد LSTM توانست نسبت به RNN دقت بالاتری نشان دهد، این نتیجه تأیید می‌کند که حافظه بلندمدت LSTM در کشف الگوهای زمانی نقش مهمی دارد.

فرضیه ۳: مدل ترکیبی شبکه عصبی-فازی و الگوریتم ژنتیک دقت بیشتری در پیش‌بینی بازده سهام نسبت به مدل‌های یادگیری عمیق ANN و LSTM دارد.

جدول ۴: خروجی آزمون‌های آماری فرضیه ۳ (یافته‌های پژوهش)

Table 4: Output of statistical tests of hypothesis 3 (research findings)

نتیجه	مقدار p	مقدار	شاخص	آزمون آماری
$MSE=0/12$ کاهش خطای معنادار مدل هیبریدی $MSE=0/19$ ANN/LSTM در مقایسه با	۰.۰۰۶	۲.۸۹	t	جفت‌شده t
تفاوت معنادار بین خطای مدل‌های هیبریدی و غیرهیبریدی	۰.۰۰۰۲	۱۰.۲۵	F	ANOVA
داده‌های قیمتی ایستا هستند	۰.۰۰۰۱	-۴.۲۰	t-stat	ADF

نتایج جدول ۴ نشان داد مدل هیبریدی نسبت به مدل‌های یادگیری عمیق خطای کمتری دارد. ترکیب هوش مصنوعی با الگوریتم ژنتیک باعث بهبود بهینه‌سازی و کاهش خطای پیش‌بینی شد.

فرضیه ۴: مدل PSO-SVR توانایی بالاتری در تشخیص جهش‌های ناگهانی قیمت نسبت به مدل‌های تک‌مدلی ANN و LSTM دارد.

جدول ۵: خروجی آزمون‌های آماری فرضیه ۴ (یافته‌های پژوهش)

Table 5: Output of statistical tests of hypothesis 4 (research findings)

نتیجه	مقدار p	مقدار	شاخص	آزمون آماری
-------	---------	-------	------	-------------

معنادار است		۰/۸۵ (Accuracy= دقت طبقه‌بندی جهش‌ها		۰.۰۰۶	۲.۷۵	Z	آزمون نسبت
رابطه معنادار بین پیش‌بینی جهش‌ها و وقوع واقعی		۰.۰۰۰		۱۵.۶۰	χ^2	کای - دو	
تغییرات ساختاری در سری‌های زمانی شناسایی شد		۰.۰۰۳		۳.۹۰	S	CUSUM	

مدل PSO-SVR در شناسایی جهش‌های ناگهانی موفق‌تر از مدل‌های ANN و LSTM بود. این نشان می‌دهد که استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی PSO باعث افزایش دقت در تشخیص تغییرات شدید بازار می‌شود.

فرضیه ۵: مدل PSO-BiLSTM قدرت پیش‌بینی بیشتری نسبت به سایر مدل‌های استفاده‌شده دارد.

جدول ۶: خروجی آزمون‌های آماری فرضیه ۵ (یافته‌های پژوهش)

Table 6: Output of statistical tests of hypothesis 5 (research findings)

نتیجه	مقدار p	مقدار	شاخص	آزمون آماری
تفاوت معنادار بین PSO-BiLSTM (آردو=۰/۷۹) و سایر مدل‌ها (آردو =۰/۵۵)	۰.۰۰۱	۳.۸۲	t	tدو نمونه‌ای
تفاوت معنادار بین PSO-BiLSTM و سایر مدل‌ها	۰.۰۰۰	۱۳.۱۵	F	ANOVA
رابطه قوی بین پیش‌بینی‌های PSO-BiLSTM و بازده واقعی	۰.۰۰۰	۰.۸۴	r	همبستگی پیرسون
داده‌های بازده ایستا هستند	۰.۰۰۱	-۴.۳۰	t-stat	ADF

فرضیه ۶: عوامل محلی (نوسانات قیمت مواد معدنی) بر دقت پیش‌بینی مدل‌های هوش مصنوعی اثر معناداری دارند.

جدول ۷: خروجی آزمون‌های آماری فرضیه ۵ (یافته‌های پژوهش)

Table 7: Output of statistical tests of hypothesis 5 (research findings)

قسمتی از عنوان مقاله.../ نویسندگان (برای نمونه مقالات فصل قبل را ملاحظه فرمائید).

نتیجه	مقدار	مقدار	شاخص	آزمون آماری
	p			
اثر معنادار نوسانات قیمت مواد معدنی بر قیمت سهام	۰.۰۰۲	۰.۶۵	β	رگرسیون خطی
رابطه قوی بین قیمت مواد معدنی و قیمت سهام	۰.۰۰۰	۰.۷۰	r	همبستگی پیرسون
رابطه علی معنادار بین نوسانات مواد معدنی و قیمت سهام	۰.۰۰۳	۹.۴۵	F	گرنجر

نتایج جدول ۷ نشان داد نوسانات قیمت مواد معدنی تأثیر مستقیم و معناداری بر رفتار قیمتی سهام شرکت‌های کرمان دارند. بنابراین، افزودن این عوامل محلی باعث افزایش دقت پیش‌بینی مدل‌های هوش مصنوعی می‌شود.

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که به‌کارگیری مدل‌های مختلف هوش مصنوعی در پیش‌بینی رفتار قیمتی سهام منجر به بهبود معنادار دقت و کاهش خطای پیش‌بینی می‌شود. مقایسه مدل‌ها بیانگر آن است که مدل RNN نسبت به ANN عملکرد بهتری دارد، زیرا توانایی بیشتری در شناسایی روابط غیرخطی و وابستگی‌های زمانی دارد. همچنین، مدل LSTM دقت بالاتری نسبت به RNN نشان داد که این امر ناشی از وجود حافظه بلندمدت در ساختار آن است. در ادامه، استفاده از مدل‌های ترکیبی مانند شبکه عصبی-فازی همراه با الگوریتم ژنتیک موجب کاهش چشمگیر خطای پیش‌بینی شد و نشان داد که ادغام الگوریتم‌های تکاملی با شبکه‌های عصبی می‌تواند ضعف‌های مدل‌های منفرد را جبران کند. علاوه بر این، نتایج فرضیات نشان داد که مدل PSO-SVR در تشخیص جهش‌های ناگهانی قیمت سهام نسبت به مدل‌های ANN و LSTM کارآمدتر است. این امر اهمیت استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی مانند PSO را در تنظیم پارامترهای مدل‌ها برجسته می‌سازد. در میان تمامی مدل‌ها، مدل PSO-BiLSTM بهترین عملکرد را داشت و با دستیابی به بالاترین ضریب تعیین و کمترین خطا، قدرت پیش‌بینی برتری نسبت به سایر مدل‌ها از خود نشان داد. در نهایت، بررسی نقش عوامل محلی بیانگر آن بود که نوسانات قیمت مواد معدنی اثر مستقیم و معناداری بر رفتار قیمتی سهام شرکت‌های

پذیرفته شده در بورس با مرکزیت کرمان دارند. افزودن این متغیرها به مدل های هوش مصنوعی موجب افزایش دقت پیش بینی و ارتقای کارایی مدل ها شد. بنابراین، می توان نتیجه گرفت که هوش مصنوعی نه تنها ابزار قدرتمندی برای پیش بینی رفتار قیمتی سهام است، بلکه در صورت تلفیق با عوامل اقتصادی محلی و الگوریتم های بهینه سازی، قابلیت بالایی برای بهبود تصمیم گیری های سرمایه گذاری و مدیریت ریسک در بازار سرمایه ایران دارد. یافته های این پژوهش دارای پیامدهای مهمی برای ذی نفعان مختلف بازار سرمایه است. در سطح خرد، مدیران شرکت های پذیرفته شده در بورس با مرکزیت کرمان می توانند از مدل های هوش مصنوعی به ویژه مدل های ترکیبی مانند PSO-BiLSTM برای رصد دقیق تر روندهای قیمتی سهام و مدیریت ریسک استفاده کنند. با توجه به آنکه نتایج نشان داد نوسانات قیمت مواد معدنی تأثیر مستقیمی بر ارزش سهام این شرکت ها دارد، بهره گیری از ابزارهای هوشمند می تواند به تصمیم گیری آگاهانه تر در حوزه هایی همچون استراتژی های تولید، سرمایه گذاری و تأمین مالی منجر شود.

برای سرمایه گذاران و تحلیلگران، به کارگیری مدل های هوش مصنوعی می تواند کیفیت سیگنال های خرید و فروش را بهبود بخشد و از بروز تصمیمات هیجانی جلوگیری کند. استفاده از این مدل ها به سرمایه گذاران کمک می کند تا نقاط ورود و خروج از سهام را با دقت بالاتری شناسایی کرده و بازدهی سبد سرمایه گذاری خود را افزایش دهند.

از منظر نظارتی، سازمان بورس و نهادهای ناظر می توانند از مدل های هوش مصنوعی در طراحی سامانه های پایش و کنترل هوشمند بازار استفاده کنند. این مدل ها قادرند جهش های غیرعادی قیمت یا الگوهای مشکوک معاملاتی را با دقت بالا شناسایی کنند و در نتیجه، به افزایش شفافیت، کاهش ریسک سیستماتیک و ارتقای اعتماد عمومی به بازار سرمایه کمک نمایند.

در سطح کلان نیز نتایج این پژوهش نشان می دهد که ارتباط تنگاتنگ بین بازار مواد معدنی و بازار سرمایه در استان کرمان باید مورد توجه سیاست گذاران اقتصادی قرار گیرد. از آنجا که نوسانات قیمت فلزات و مواد معدنی می تواند به طور مستقیم بر سهام شرکت های بورسی منطقه اثرگذار باشد، لازم است سیاست های تنظیمی و حمایتی در بازارهای کالایی با در نظر گرفتن پیامدهای آن بر بازار سرمایه تدوین شوند.

قسمتی از عنوان مقاله.../ نویسندگان (برای نمونه مقالات فصل قبل را ملاحظه فرمائید.)

این پژوهش دو نوآوری اصلی دارد: نخست، مقایسه دو به دو مدل‌های یادگیری عمیق و ترکیبی در دقت پیش‌بینی که کمتر در ادبیات داخلی انجام شده بود، و دوم، تلفیق عوامل اقتصادی محلی با مدل‌های پیش‌بینی هوش مصنوعی که خلأ مهمی در پژوهش‌های پیشین به‌شمار می‌رفت.

پیشنهادهای کاربردی:

- مدیران، سرمایه‌گذاران و پژوهشگران ارائه می‌شود. نخست، توسعه مدل‌های بومی‌سازی شده توصیه می‌شود؛ به این معنا که الگوریتم‌های هوش مصنوعی با داده‌های خاص بورس کرمان، از جمله نوسانات قیمت مواد معدنی، بهینه‌سازی شوند تا دقت پیش‌بینی افزایش یابد. دوم، ترکیب تحلیل‌های بنیادی با هوش مصنوعی می‌تواند چشم‌انداز جامع‌تری از رفتار قیمتی سهام ارائه دهد. ادغام نسبت‌های مالی و شاخص‌های بنیادی با داده‌های سری زمانی، موجب ارتقای قابلیت اعتماد به نتایج پیش‌بینی خواهد شد.

- در بعد عملی، پیشنهاد می‌شود پلتفرم‌های پیش‌بینی مبتنی بر مدل‌های پیشرفته مانند PSO-BiLSTM برای سرمایه‌گذاران بورس کرمان طراحی و پیاده‌سازی شوند تا ضمن تسهیل فرآیند تصمیم‌گیری، ریسک سرمایه‌گذاری کاهش یابد. در نهایت، برای پژوهش‌های آینده توصیه می‌شود تحلیل حساسیت مدل‌ها جهت ارزیابی میزان پایداری نتایج انجام گیرد و همچنین، تأثیر داده‌های رفتاری و روان‌شناختی سرمایه‌گذاران (مانند داده‌های شبکه‌های اجتماعی) در مدل‌های پیش‌بینی مورد بررسی قرار گیرد تا ابعاد رفتاری بازار نیز به‌طور کامل پوشش داده شوند.

منابع:

- [1] Ansari Samani, Habib, and Nazari, Farhan. (2016). Identifying and ranking the factors predicting stock price bubbles: Application of logistic regression and artificial neural network. Quantitative Economics (Economic Reviews), 13(4), 75-102. doi. /10.2017/jqe.2017.18667,1430. [In Persian] .
- [2] Bui, T. (2025). HAELT: A Hybrid Attentive Ensemble Learning Transformer Framework for High-Frequency Stock Price Forecasting. Expert Systems with Applications, 232. doi. /10.1080/10438599.2025.1493075.
- [3] Cenk Miri Sply, Fatemeh and Salehi, Mojtaba, (2023), Stock Price Forecasting Using Linear Regression and Random Forest Algorithms, Second National Conference on New Developments in 17. doi: 10.22034/qjimdo.2023.411381.1615. [In Persian]

- [4] Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep learning. MIT Press. ۱۸, (۱۷), 41-24. doi: ۲۲۰۷۰/cs.۲۰۲۲,۱۵۲۸۰,۱۱۶۸.
- [5] Gholami, Nima and Shams Qarneh, Naser. (2024). Presenting a model for predicting stock prices based on optimized CNN-LSTM in Tehran Stock Exchange. Financial Management Outlook, 14(45), 123-147. doi: 10.48308/jfmp.2024.104892. [In Persian]
- [6] Heydari, Mohammad., Amiri, Hassan. (2023). Investigating the power of artificial intelligence-based models in predicting stock price trends on the Tehran Stock Exchange. Financial Research, 24(4), 602-623. doi:10.22059/frj.2023.320064.1007149 . [In Persian] .
- [7] Jahankhani, Ali., Abduh Tabrizi, Hassan. (2019). Efficient Capital Market Theory. Financial Research, 1(1), 23-27. doi: 20.1001.1.10248153.2019.1.1.4.9. [In Persian] .
- [8] James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). An introduction to statistical learning: With applications in R. Springer. doi.org/10.1007/978-1-4614-7138-7
- [9] Kabir, M., Rahman, T., & Liu, Q. (2025). LSTM–Transformer-Based Robust Hybrid Deep Learning Model for Financial Time Series Forecasting. IEEE Access, 13. doi.org/10.3390/sci7010007
- [10] Khonsarian, Fariba, Timorpour, Behzad, Rastegar, Mohammad Ali (2024) Price prediction with LSTM artificial neural network and portfolio selection model of financial assets and digital currencies, Financial Engineering and Securities Management 57(14), 116-134. doi./10.1016/j.jik.2024.100610. [In Persian] .
- [11] Moradzadeh Fard, Mehdi., Abdollahi, Mohammad, Shakeri, Ali. (2019). Stock Price Prediction Using Hybrid Neuro-Fuzzy Models and Genetic Algorithm. Financial Research, 21(2), 112-130. doi: 10.52547/JFMP.11.36.119. [In Persian] .
- [12] Mohsin, A., & Asim, M. (2025). Deep Learning for Stock Price Prediction: A Comparative Study of Stacked and Weighted Ensemble Models. Neural Computing and Applications, 37(4). doi: 10.1109/ICSSAS64001.2024.10760490
- [13] Nouri-Kordestani, Somayeh., Ahmadi, Maryam., Rezaei, Hossein. (2012). Forecasting stock returns using the PSO-BiLSTM model in the Iranian stock exchange and over-the-counter market. Financial Research, 24(1), 45-60. doi.org/10.22051/jfm.2023.40712.2701. [In Persian] .
- [14] Nosrat Nezami, Mohammad Reza, Mohammadi Nodeh, Fazel and Kherdiar, Sina. (2025). Bankruptcy prediction modeling with emphasis on new measurement

قسمتی از عنوان مقاله.../ نویسندگان (برای نمونه مقالات فصل قبل را ملاحظه فرمائید.)

methods. Investment Science, 14(55), 675-697. doi:10.30495/jik.2025.23649 . [In Persian] .

[15] Shaygani, Bahram., Nourbakhsh, Ali. (2025). Application of convolutional and recurrent neural networks in predicting stock prices in Tehran Stock Exchange. Quarterly Journal of Financial Engineering and Securities Management, 14(3), 15-30. doi. /10.82247/jebr.2025.1122184. [In Persian]

[16] Seif, Samira; Jamshidi Navid, Babak; Ghanbari, Mehrdad; Esmailipour, Mansour (2017). Forecasting the trend of the Iranian stock exchange using Elliott wave oscillator and relative strength index. Financial Research, 23(1), 134-157. doi.org/10.22051/jfm.2023.40712.2701. [In Persian] .

[17] Sarkar, S., & Vadivu, G. (2025). An Advanced Ensemble Deep Learning Framework for Stock Price Prediction Using VAE, Transformer, and LSTM Model. Applied Artificial Intelligence, 39(2) doi : 10.22034/qjimdo.2023.387198.1568.29-48,(20)6. [In Persian]

[18] Xiao, L., Deng, Y., & Bi, K. (2024). Comparative Analysis of LSTM, GRU, and Transformer Models for Stock Price Prediction. Journal of Forecasting, 43(1). doi. /10.1016/j.iref.2024.103613.

[19] Zeydi, Hossein, Salavati, Erfan and Lotfi Heravi, Mohammad Mehdi. (2025). Housing Price Prediction Using LSTM Artificial Intelligence Algorithm. Financial Research, 25(4), 557-576. doi: 10.22059/frj.2025.349924.1007398. [In Persian]

یادداشت‌ها:

۱. Sarkar& Vadivu
۲. Bui
۳. Mohsin, A., & Asim
۴. Kabir & Rahman & Liu
۵. Xiao & Deng & Bi
۶. Augmented Dickey–Fuller

The Impact of Artificial Intelligence on Forecasting Stock Price Behavior in the Stock Exchange(Case Study: Listed Companies Based in Kerman Province)

1-Soheila Shamsadini* (corresponding author) 2-Abbas Babaeinejad

۱- Department of Business Management ,ST.C.,Islamic Azad University,
Tehran, Iran.(Corresponding Author)

Email:soheilashamsadini@iau.ac.ir

۲-Department of public administration ,Ke.C., Islamic Azad University, Kerman,
Iran.

Email:abbasbabaiei@iau.ac.ir

Abstract

Financial markets, especially the stock market, are faced with severe fluctuations, high complexity, and nonlinear behaviors. Traditional methods such as fundamental and technical analysis have limited effectiveness in dealing with these dynamic conditions and in analyzing financial time series data. In addition, from a financial, behavioral, emotional, and cognitive biases of investors can also cause prices to deviate from intrinsic value. These shortcomings have led researchers to turn to new technologies. Therefore, the use of artificial intelligence and machine learning methods, as an alternative or complement to classical methods, has been increasingly considered. These approaches have the ability to identify hidden patterns in financial data and provide more accurate predictions of future stock price behavior. Therefore, this study was conducted to investigate the effect of artificial intelligence models on predicting the stock price behavior of companies listed on the Tehran Stock Exchange (case study: Kerman Province). The research method is applied and descriptive-analytical with a quantitative approach. The statistical population consisted of 30 companies active in the mining and metal industries, whose data was collected between 2019 and 2024 and analyzed using RNN, LSTM, neural-fuzzy network with genetic algorithm, PSO-SVR, and PSO-BiLSTM models in Python and MATLAB environments. The results showed that the RNN model is more accurate than ANN and the LSTM model is more accurate than RNN. The combined neural-fuzzy model with genetic algorithm reduced the prediction error, and PSO-SVR was able to identify sudden price jumps with higher accuracy. Among the models, PSO-BiLSTM performed best. Also, mineral price fluctuations as a local factor had a significant effect on the prediction accuracy of the models. The findings indicate the high capacity of artificial intelligence in improving investors' forecasts and decision-making.

Keywords: Artificial Intelligence; Stock Price Behavior Forecasting; Time Series; Recurrent Neural Network (RNN); Long Short-Term Memory (LSTM)

This study aimed to investigate the effect of artificial intelligence models on predicting the price behavior of stocks of companies listed on the Tehran Stock Exchange (case study: Kerman province). The research method is applied and descriptive-analytical with a quantitative approach. The statistical population included 30 companies active in the mining and metal industries, whose data was collected during the years 1398 to 1403 and analyzed using RNN, LSTM, neural-fuzzy network with genetic algorithm, PSO-SVR and PSO-BiLSTM models in Python and MATLAB environments. The results showed that the RNN model is more accurate than ANN and the LSTM model is more accurate than RNN. The combined neural-fuzzy model with genetic algorithm reduced the prediction error and PSO-SVR was able to identify sudden price jumps with higher accuracy. Among the models, PSO-BiLSTM had the best performance. Also, mineral price fluctuations as a local factor had a significant effect on the prediction accuracy of the models. The results of this study showed that the use of different artificial intelligence models in predicting stock price behavior leads to a significant improvement in accuracy and a reduction in forecast error. The comparison of the models indicates that the RNN model performs better than the ANN, because it has a greater ability to identify nonlinear relationships and time dependencies. Also, the LSTM model showed higher accuracy than the RNN, which is due to the presence of long-term memory in its structure. Furthermore, the use of hybrid models such as the neural-fuzzy network combined with the genetic algorithm significantly reduced the forecast error and showed that the integration of evolutionary algorithms with neural networks can compensate for the weaknesses of individual models. In addition, the results of the hypotheses showed that the PSO-SVR model is more efficient in detecting sudden stock price jumps than the ANN and LSTM models. This highlights the importance of using optimization algorithms such as PSO in adjusting the parameters of the models. Among all the models, the PSO-BiLSTM model performed best and demonstrated superior predictive power compared to other models by achieving the highest coefficient of determination and the lowest error. Finally, examining the role of local factors indicated that mineral price fluctuations have a direct and significant effect on the price behavior of stocks of companies listed on the Kerman Stock Exchange. Adding these variables to AI models increased the prediction accuracy and improved the efficiency of the models. Therefore, it can be concluded that AI is not only a powerful tool for predicting stock price behavior, but also has a high potential for improving investment decisions and risk management in the Iranian capital market when combined with local economic factors and optimization algorithms. The findings of this study have important

implications for various stakeholders in the capital market. At the micro level, managers of listed companies headquartered in Kerman can use artificial intelligence models, especially hybrid models such as PSO-BiLSTM, to more accurately monitor stock price trends and manage risk. Given that the results showed that mineral price fluctuations have a direct impact on the stock value of these companies, the use of intelligent tools can lead to more informed decision-making in areas such as production, investment, and financing strategies. For investors and analysts, the use of AI models can improve the quality of buy and sell signals and prevent emotional decisions. Using these models helps investors identify entry and exit points from stocks with greater accuracy and increase the return on their investment portfolio. From a regulatory perspective, the Stock Exchange Organization and regulatory bodies can use AI models in designing intelligent market monitoring and control systems. These models are able to identify abnormal price jumps or suspicious trading patterns with high accuracy and, as a result, help increase transparency, reduce systematic risk, and promote public trust in the capital market. At the macro level, the results of this study also show that the close relationship between the mineral market and the capital market in Kerman province should be considered by economic policymakers. Since fluctuations in the prices of metals and minerals can directly affect the stocks of listed companies in the region, it is necessary to formulate regulatory and support policies in commodity markets by considering its consequences on the capital market. This research has two main innovations: first, a pairwise comparison of deep and hybrid learning models in forecasting accuracy, which has been rarely done in the domestic literature, and second, the integration of local economic factors with artificial intelligence forecasting models, which was considered an important gap in previous research.