تحقیقات مالی، دوره ۱۱، شماره ۲۸، پاییز و زمستان ۱۳۸۸، از صفحه ۳ تا ۲۰

پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از نسبت‌های حسابداری با رویکرد شبکه‌های عصبی

عادل آذر[1]*، سیروس کریمی[2]

۱. استاد دانشگاه تربیت مدرس، ایران
۲. عضو هیات علمی دانشگاه ایلام،ایران

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۷/۳/۱، تاریخ تصویب: ۱۳۸۸/۵/۴)

چکیده

هدف این تحقیق پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از نسبت‌های حسابداری با رویکرد شبکه‌های عصبی است. در این تحقیق توانایی پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از نسبت‌های حسابداری با دو رویکرد شبکه‌های عصبی مصنوعی و رگرسیون حداقل مربعات مورد بررسی قرار گرفته است. متغیرهای مستقل در این تحقیق نسبت‌های حسابداری و متغیر وابسته بازده سهام می‌باشد بدین منظور نسبت‌های حسابداری برای دو صنعت سیمان و دارو به مدت ۸ سال جمع‌آوری گردید.

فرضیه‌های تحقیق شامل یک فرضیه اصلی و دو فرضیه فرعی است. فرضیه اصلی به بررسی توانایی رویکرد شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی بازده سهام در مقایسه با رگرسیون حداقل مربعات در سطح جمع شرکت‌های فعال در دو صنعت می‌پردازد و فرضیه‌های فرعی به بررسی این مورد در سطح شرکت‌های فعال در سطح هر صنعت می‌پردازد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

واژه‌های کلیدی: شبکه‌های عصبی مصنوعی، نسبت‌های حسابداری، بازده سهام، رگرسیون حداقل مربعات.

* نویسنده مسئول
Email: azar@modares.ac.ir

مقدمه

تحول، دگرگونی و پویایی، ویژگی بارز دنیای امروز است و هر روز شاهد پیشرفت، اختراعات و ابداعات جدیدی هم‌چون رایانه‌ها، ماهواره‌های مخابراتی، سیستم‌های هوشمند و خبره اطلاعات و... در جوامع بشری هستیم. فناوری‌های مدرن تولیدی، استفاده از ربات‌ها در کارخانه‌ها و سازمان‌ها، ظهور شبکه‌های پیچیده مخابراتی و اختراعات و اکتشافات جدید، گسترده شدن حجم عملیات و وظایف سازمان‌ها و تشکیلات اداری و هزاران عامل دیگر، اقتصاد ملی را گسترده و پیچیده نموده است.

از سوی دیگر، امروزه با توجه به اهمیت و گسترش روز افزون بازارهای سرمایه در تجهیز و جمع‌آوری سرمایه‌های کوچک فردی به سمت فعالیت‌های تولیدی، شناسایی رفتار سرمایه‌گذاران و متغیرهای تاثیرگذار بر قیمت و بازده سهام در این بازارها اهمیت زیادی پیدا کرده است[۴]. بدیهی است که سرمایه‌گذاری در بورس ، بخش مهمی از اقتصاد کشور را تشکیل می‌دهد و بدون شک بیشترین میزان سرمایه از طریق بازارهای بورس در سرتاسر جهان مبادله می‌شود و اقتصاد ملی به شدت متاثر از عملکرد بازار بورس است. همچنین بازار بورس هم برای سرمایه‌گذاران حرفه‌ای و هم برای عموم مردم به عنوان یک ابزار سرمایه‌گذاری در دسترس است. بازارهای بورس از پارامترهای کلان اقتصادی و غیر اقتصادی و بسیاری دیگر از متغیرهای دیگر تاثیر می‌پذیرد، متعدد بودن عوامل مؤثر بر بازارهای سرمایه و ناشناخته بودن آنها، موجب عدم اطمینان در زمینه سرمایه‌گذاری شده است.

قسمتی از متغیرهای تاثیرگذار بر بازار سهام ناشی از اطلاعات مالی واحدهای اقتصادی است که از سیستم حسابداری این واحدها استخراج می‌شود، میزان تاثیر این اطلاعات بسیار پیچیده و تا حدودی ناشناخته است و همان‌طور که گفته شد تصمیم‌گیری در این شرایط با عدم اطمینان و نگرانی‌هایی همراه است[۷]. بدیهی است که ویژگی عدم اطمینان در تصمیم‌گیری، امر نامطلوبی است و از طرفی برای سرمایه‌گذاران در بازار بورس این خصوصیت امری اجتناب‌ناپذیر است، از این رو برای افزایش اعتماد و اطمینان سرمایه-گذاران، در اواسط قرن بیستم فرضیه‌های بازار کارا ارایه شد، بر اساس فرضیات بازار کارا، کسی نمی‌تواند با دست‌کاری در اطلاعات حسابداری و استفاده از روش‌های متعدد گزارشگری سود، بازار را گمراه کند. بازار در نهایت، واحد اقتصادی دارای مشکل را

تشخیص داده و قیمت بازار سهام آن را کاهش خواهد داد[۱۸]. برخلاف این موضوع بال و براون (۱۹۶۸) نشان دادند که بازارهای سرمایه به طور کامل کارا نیستند[۱۳]. به عبارتی اگر

کسی قبل از انتشار اطلاعات حسابداری، از آن اطلاع حاصل کند، می‌تواند بازده غیر-عادی کسب کند.

به طور کلی هدف ارایه فرضیه‌های فوق و تحقیقات مربوط، کاهش عدم اطمینان است و با توجه به این که پیش‌بینی بازار بورس، یکی از ابزارهای کاهش عدم اطمینان می‌باشد، سرمایه‌گذاران به دنبال روش‌هایی می‌باشند که بازده سهام را بهتر پیش‌بینی نماید تا بتوانند از سرمایه‌گذاری خود حداکثر بازدهی را کسب کنند.

پیشینه تحقیق

تحقیقات خارجی

مطالعات زیادی در رابطه با پیش‌بینی بازده سهام صورت گرفته است، در بیشتر این تحقیقات فرض بر این بوده است که بین متغیرهای مستقل و متغیرهای وابسته یک رابطه خطی وجود دارد مانند: ارزشیابی اقلام حسابداری و تاثیر آن بر بازده سهام- ریچارد و چارلز (۱۹۹۸) [۱۴] مقایسه مدل‌های خطی و غیر خطی بازده سهام- کاناس و یانوپولوس(۲۰۰۱) که در این تحقیق مدل‌های خطی و غیر خطی پیش‌بینی بازده ماهانه سهام بورس نیویورک با هم مقایسه شده است و نتایج آن نشان داد که مدل غیر خطی بهتر از مدل خطی بازده سهام را توضیح می‌دهد[۱۵] ، قابلیت پیش‌بینی بازده سهام با مدل‌های غیر خطی – مک میلیان (۲۰۰۱) در این تحقیق رابطه غیر خطی بین بازده با متغیرهایی مانند نرخ بهره، سود و نسبت سود تقسیمی به قیمت سهام با استفاده از مدل لگاریتمی ساده برآورد گردید و نتایج نشان داد که بین متغیرهای فوق با بازده سهام یک رابطه غیرخطی وجود دارد [۱۹]، روابط خطی و غیرخطی بین بازده و نسبت‌های مالی- عمران و رجب (۲۰۰۴)در این پژوهش وجود رابطه خطی و غیر خطی بین نسبت‌های مالی و بازده سهام با استفاده از تحلیل همبستگی و رگرسیون چند متغیره آزمون گردید. نتایج مدل خطی نشان داد که نسبت بازده حقوق صاحبان سهام تنها نسبتی است که می‌توان از آن برای پیش‌بینی بازده سهام استفاده نمود، همچنین نتایج مدل‌های غیرخطی نشان می‌دهد که نسبت بازده

حقوق صاحبان سهام و نسبت بازده دارایی‌ها برای پیش‌بینی بازده سهام، بهتر از سایر نسبت-ها است ، در مجموع مدل‌های غیر خطی بهتر از مدل‌های خطی رفتار بازده را توصیف می-کند[۱۶]. مقایسه مدل‌های خطی و غیرخطی بازده سهام – کاریل و دیگران ۲۰۰۵ در این پژوهش به مقایسه و بررسی مدل‌های خطی پیش‌بینی بازده سهام (مدل فاما و فرنچ ۱۹۹۲)و مدل‌های غیرخطی پیش‌بینی بازده سهام (مدل شبکه‌های عصبی و الگوریتم ژنتیک) پرداخته شده است به طور خلاصه نتایج بیانگر آن است که که تفاوت معناداری بین مدل-های خطی و غیرخطی و همچنین تعداد متغیرهای موجود در آنها وجود دارد، در مجموع مدل‌های غیرخطی از مدل‌های خطی بهتر است[۱۷].

تحقیقات داخلی

رابطه بین نسبت‌های مالی و بازده سهام؛در این تحقیق میزان حساسیت و عکس‌العمل بازار سرمایه نسبت به ریسک شرکت‌ها به دلیل استفاده از بدهی در ساختار سرمایه خود در چهار صنعت داروسازی، نساجی، ریسمان و لوازم خانگی مورد بررسی قرار گرفت نتایج بیانگر آن بود که تنها در صنعت داروسازی بین نسبت بدهی و بازده مورد انتظار رابطه مستقیم و بااهمیت وجود دارد و برای بقیه صنایع یا رابطه‌ای وجود ندارد و یا این که رابطه ضعیف است(محمدرضا عبدلی ۱۳۷۹). [۱۰]، پیش‌بینی قیمت سهام ایران خودرو با شبکه عصبی، مدل‌سازی خطی و پیش‌بینی قیمت سهام در این تحقیق رابطه نسبت‌های سودآوری از قبیل حاشیه سود، بازده حقوق صاحبان سهام،سود قبل از مالیات، بازده دارایی‌ها، رشد سود، رشد فروش و گردش دارایی‌ها با بازده سهام مورد آزمون قرار گرفت. آزمون فرضیات با استفاده از روش رگرسیون دو متغیره و چند متغیره و تکنیک OLS انجام شد، نتایج حاصل از رگرسیون نشان داد که برخی نسبت‌ها مانند؛ بازده دارایی‌ها، بازده حقوق صاحبان سهام، حاشیه سود و حاشیه سود قبل از مالیات دارای رابطه معناداری با بازده سهام بودند(ساسان مهرانی ۱۳۸۲) [۱۱]، مدل‌سازی پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه‌های عصبی_فازی(امیر افسر ۱۳۸۴) که در این تحقیق از قیمت‌های گذشته سهام برای پیش‌بینی قیمت سهام استفاده شده است [۳]، پایان نامه‌ای تحت عنوان پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه‌های عصبی_فازی و مقایسه آن با الگوهای خطی پیش‌بینی انجام شده است که در این تحقیق از شبکه‌های عصبی_فازیNAFIS برای پیش‌بینی قیمت سهام شرکت گروه

بهمن استفاده شده است از میان مدل‌های خطی، نیز مدل ARIMA انتخاب و مورد آزمون واقع شده است در شبیه‌سازی‌های انجام شده انواع مختلفی از شبکه‌های ۲ ورودی تا ۵ ورودی، با تعداد تابع عضویت متفاوت و نگاشت‌های مختلف، جهت پیش‌بینی قیمت سهام مورد نظر،نتایج بررسی‌های انجام شده نشان‌دهنده برتری شبکه‌های ANFIS در پیش‌بینی قیمت سهام نسبت به مدل‌های ARIMA است[۵] .

فرضیه‌های تحقیق

۱. پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از نسبت‌های حسابداری با رویکرد شبکه عصبی می‌تواند خطای پیش‌بینی بازده سهام را نسبت به روش‌های خطی مانند رگرسیون حداقل مربعات(OLS) در سطح شرکت‌های فعال در صنعت دارو کاهش دهد.

۲. پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از نسبت‌های حسابداری با رویکرد شبکه عصبی می‌تواند خطای پیش‌بینی بازده سهام را نسبت به روش‌های خطی مانند رگرسیون حداقل مربعات (OLS) در سطح شرکت‌های فعال در صنعت سیمان کاهش دهد.

روش تحقیق

این تحقیق کاربردی بوده و مبتنی بر تحقیقات میدانی است، یعنی بر مبنای اطلاعات جمع-آوری شده از بازار بورس تهران، فرضیات تحقیق آزمون و سپس نتایج حاصله به کل جامعه آماری تعمیم داده می‌شود. در این تحقیق برای بررسی رابطه خطی و ارزیابی میزان سودمندی روش‌های خطی از روش رگرسیون حداقل مربعات (OLS) استفاده شده است و سپس میزان خطای این روش براساس معیارهای ارزیابی عملکرد از قبیل؛ مربع میانگین خطای استاندارد (MSE)، مربع مجذور میانگین خطا (RMSE)، مربع میانگین خطای استاندارد نرمال شده (NMSE)، میانگین قدر مطلق خطا (MAE) و میانگین قدر مطلق درصد خطا (MAPE) محاسبه گردیده است، سه مورد اول از خانواده محاسبات میانگین خطای استاندارد هستند و دو معیار بعدی در مورد خطای مطلق هستند، لازم به ذکر است که سه معیار مربوط به میانگین خطای استاندارد، برای جریمه کردن خطاهای بزرگ و برای خنثی کردن اثر مقادیر مثبت و منفی تفاوت‌ها به توان دو رسیده‌اند؛ همچنین برای بررسی رابطه غیرخطی و ارزیابی میزان سودمندی روابط غیرخطی شبکه‌های عصبی مصنوعی

استفاده شد، شبکه‌های عصبی مصنوعی خود شامل چند روش مختلف با ویژگیهای متفاوت می‌باشد که از بین این روش‌ها ، روش پرسپترون چند لایه پس انتشار خطا (MLP) را که در حوزه مالی دارای بیشترین کاربرد است برای این تحقیق انتخاب گردید و سپس با توجه به معیارهای فوق برای روش رگرسیون حداقل مربعات، خطای این روش (شبکه عصبی پرسپترون چند لایه) اندازه‌گیری و مشخص شد. در مرحله پایانی تحقیق دو روش رگرسیون حداقل مربعات و شبکه عصبی پرسپترون چند لایه با توجه به معیارهای ارزیابی خطا با هم مقایسه و نتایج استخراج گردید. خلاصه معیارهای ارزیابی خطا برای روشهای خطی و غیرخطی به شرح زیر است. [۲]

جدول ۱. معیارهای ارزیابی عملکرد متداول برای مسایل پیش‌بینی

مربع میانگین خطای استاندارد MSE	$\frac{\sum_{P=1}^{P}(dp-zp)^2}{P}$
مربع مجذور میانگین خطا (RMSE)	$\sqrt{\frac{\sum_{P=1}^{P}(dp-zp)^2}{P}}$
مربع میانگین خطای استاندارد نرمال شده(NMSE)	$\frac{\sum_{P=1}^{P}(dp-zp)^2}{\sum_{P=1}^{P}(dp-\bar{d}p)^2}$
R^2 (ضریب تعیین)	$1-\frac{\sum_{P=1}^{P}(dp-zp)^2}{\sum_{P=1}^{P}(dp-\bar{d}p)^2}$
میانگین قدر مطلق خطا (MAE)	$\frac{\sum_{P=1}^{P}\lvert dp-zp\rvert}{P}$
میانگین قدر مطلق درصد خطا (MAPE)	$\frac{100}{P}\times\sum_{P=1}^{P}\left\lvert\frac{dp-zp}{dp}\right\rvert$

دوره مطالعه و جامعه آماری

به منظور انجام این تحقیق و رسیدن به اهداف مورد نظر تحقیق و کم اثر کردن سایر عوامل موثر بر بازده سهام مانند نوع صنعت و اوضاع و احوال حاکم بر آن صنعت، از صنایع مختلف فعال در بورس اوراق بهادار، دو صنعت دارو و سیمان را که دارای بیشترین شرکت

فعال در بورس بودند و داده‌های آن برای سال ۷۶ تا ۸۳ در دسترس بود به عنوان جامعه آماری انتخاب گردید.

۳-۸ نمونه تحقیق

با توجه به ویژگی‌های شبکه‌های عصبی که هر چه تعداد داده‌های مورد آزمون بیشتر باشد موجب کسب پاسخ بهتر از شبکه می‌شود تمامی شرکت‌هایی که در جامعه آماری تحقیق انتخاب شده بودند به عنوان نمونه آماری انتخاب و مورد آزمون قرار گرفتند و بنابراین نمونه تحقیق همان جامعه آماری بود و نمونه‌گیری به عمل نیامد. برای انتخاب نمونه در سطح هر صنعت و در سطح جمع دو صنعت، شرکت‌ها باید دارای شرایطی باشند که این امر باعث شد که تعداد شرکت‌هایی که در نمونه آماری به عنوان آزمودنی قرار بگیرند از ۲۳۵ شرکت_سال، کاهش و به ۲۲۲ شرکت_سال، برسد. شرایط مذکور به قرار زیر است: شرکت‌های بورس تهران برای قرار گرفتن در جامعه آماری این تحقیق باید دارای شرایط زیر باشند.

_ شرکت‌ها باید متعلق به دو صنعتی باشند که بیشترین تعداد شرکت‌ها را نسبت به سایر صنایع در خود جای داده است.

_ پایان دوره مالی شرکت‌ها ۲۹ اسفند بوده و هیچ کدام طی دوره تحقیق تغییر سال مالی نداده باشند.

_ شرکت‌ها در دوره زمانی ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۳ به‌طور مداوم در بورس فعالیت داشته باشند.

_ اطلاعات کامل مربوط به شرکت‌ها در دسترس باشد.

بر اساس محدودیت‌های فوق دو صنعت دارو و سیمان به‌عنوان جامعه آماری انتخاب شد و از میان ۳۰ شرکت فعال در صنعت داروسازی ۱۷ شرکت و از ۲۶ شرکت فعال در صنعت سیمان ۱۰ شرکت برای انتخاب جامعه و ۱۰۰ ٪ جامعه به‌عنوان نمونه مورد آزمون قرار گرفت. عمومی‌ترین طبقه بندی از نسبت‌های حسابداری به شرح زیر است.[۵]

جدول ۲. طبقه بندی نسبت‌های حسابداری

طبقه‌بندی	نوع نسبت
نسبت‌های نقدینگی	نسبت جاری
	نسبت آنی
نسبت‌های سودآوری	سود ناویژه به درآمد (فروش)
	سود عملیاتی به درآمد (فروش)
	سود خالص به سود ناویژه
	سود خالص به درآمد (فروش)
نسبت‌های عملکرد	گردش موجودی کالا
	گردش دارایی ثابت
	گردش مجموع دارایی‌ها
نسبت‌های بازدهی	بازده مجموع دارایی‌ها
	بازده سرمایه

یافته های تحقیق

پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از نسبت‌های حسابداری با رویکرد رگرسیون حداقل مربعات (OLS)

برای پیش‌بینی بازده سهام در این تحقیق از نسبت‌های سال گذشته برای پیش‌بینی بازده سهام استفاده شده است و ابتدا با استفاده از روش رگرسیون حداقل مربعات (OLS) بازده سهام برآورد گردیده است. به عبارت دیگر برای بدست آوردن عوامل تاثیرگذار بر روی صنایع سیمان و دارو و هم‌چنین پیش‌بینی مقادیر بازدهی با توجه به متغیرهای مستقل ـ نسبت‌های حسابداری ـ از رگرسیون چندگانه استفاده شده است به این صورت که بازده سهام به عنوان متغیر وابسته (y) و نسبت‌های حسابداری به‌عنوان متغیرهای مستقل X_I در مدل زیر آمده است.

$$y = a_{\circ} + \sum_{i=1}^{8} a_i x_i + e$$

که برای به‌دست آوردن پارامترهای مجهول (a_i) از روش کمترین مربعات خطا استفاده شده است و e نشان دهندهٔ خطای پیش‌بینی است.

پس از انجام محاسبات مربوط به رگرسیون حداقل مربعات با استفاده از نرم افزار SPSS، میانگین مجذور خطا (MSE) و میزان R^2 برای جمع دو صنعت به ترتیب ۵۱۴۴/۳۷

و ۰/۱۴۶ است و با توجه به این مقادیر می‌توان معادله اصلی پیش‌بینی بازده سهام را به صورت زیر نوشت:

بازدهی کل = ۹/۰۹۵ − ۱۲/۹۶۲ CR + ۱۷/۰۵۲ QR −۰/۵۸۷ FAFR+ ۴۸/۵۴۵TAFR

$+ ۴۸/۴۵ \text{ TAFR}+۲/۰۱۰ \text{ TARR} - ۰/۰۳۱ \text{ ERR} - ۰/۱۰۵ \frac{NP}{E} - ۰/۰۰۳ \frac{NP}{GP} R$

نسبت جاری

QR نسبت آنی (سریع) FAFR نسبت گردش دارایی‌های ثابت

TAFR نسبت گردش مجموع دارایی‌ها TARR نسبت بازده گردش مجموع دارایی‌ها

ERR نسبت بازده سرمایه $\frac{NP}{E}$ نسبت سود خالص به درآمد

$\frac{NP}{GP}$ نسبت سود خالص به سود ناویژه

هر چه ضریب متغیرهای فوق بیشتر باشد بدین معناست که تغییر در متغیر فوق باعث تغییرات بیشتری در بازدهی می‌شود.

پس از محاسبه مقدار MSE و میزان R2 برای صنایع سیمان و دارو معادله اصلی مربوط به پیش‌بینی بازده سهام را می توان به صورت زیر نوشت.

R2 =۰/۲۵۵ , MSE =۷۵۲۴

بازدهی سیمان=−۶۳۵/۱۸۷ − ۳۶/۴۶۵ CR + ۱۳۲ QR −۰/۷۵FAFR + ۳۲/۰۰۹ TAFR

$+ ۴/۱۸۲ \text{ TARR} - ۰/۲۵ \text{ ERR} - ۰/۲۵ \frac{NP}{E} - ۰/۳۷۹ \frac{NP}{GP}$

معادله پیش بینی بازده دارو

R2 =۰/۱۰۸ MSEدارو =۳۲۲۶

هم‌چنین برای ارزیابی عملکرد رگرسیون در پیش‌بینی بازده سهام،مقادیر زیر محاسبه شده است.

جدول ۳. معیارهای ارزیابی عملکرد برای روش رگرسیون حداقل مربعات (OLS)

نام صنعت	MSE	RMSE	NMSE	R2	MAE	MAPE
صنعت سیمان	۷۵۲۴/۵	۸۶/۷۴۳۸	۰/۷۴۴۷	۰/۲۵۵	۶۷/۱۶۶۸	۰/۳۹۶۳
صنعت دارو	۳۳۲۶/۰۱	۵۷/۶۷۱۵	۰/۸۹۲	۰/۱۰۸	۴۷/۲۳۲۸	۰/۱۸۶۵

پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از نسبت‌های حسابداری با رویکرد شبکه‌های عصبی

برای پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از نسبت‌های حسابداری با رویکرد شبکه‌های عصبی چند لایه پیش‌خور که عموماً شبکه‌های چند لایه پرسپترون (MLP) نامیده می‌شود استفاده شده است. برای آموزش شبکه عصبی فوق از قانون یادگیری پس انتشار خطا استفاده می‌شود. این قانون از دو مسیر اصلی تشکیل می‌شود. مسیر اول به مسیر رفت موسوم می‌باشد که در این مسیر، بردار ورودی به شبکه MLP اعمال و تاثیراتش از طریق لایه‌های میانی به لایه های خروجی انتقال می‌یابد. بردار خروجی تشکیل یافته در لایه خروجی، پاسخ واقعی شبکه MLP را تشکیل می‌دهد. در این مسیر پارامترهای شبکه، ثابت و بدون تغییر در نظر گرفته می‌شوند.

مسیر دوم به مسیر برگشت موسوم است. در این مسیر، بر عکس مسیر رفت، پارامترهای شبکه MLP تغییر و تنظیم می‌گردند. این تنظیم مطابق با قانون اصلاح خطا انجام می‌گیرد. سینگال خطا در لایه خروجی شبکه تشکیل می‌گردد.[۸]

بردار خطا برابر با اختلاف بین پاسخ مطلوب و پاسخ واقعی شبکه می‌باشد. مقدار خطا، پس از محاسبه، در مسیر برگشت از لایه خروجی و از طریق لایه‌های شبکه در کل شبکه توزیع می‌گردد. چون توزیع اخیر، در خلاف مسیر ارتباطات وزنی سیناپس‌ها صورت می‌پذیرد، کلمه پس انتشار خطا جهت توضیح اصلاح رفتاری شبکه انتخاب شده است. پارامترهای شبکه طوری تنظیم می‌شوند که پاسخ واقعی شبکه هرچه بیشتر به سمت پاسخ مطلوب نزدیک‌تر شود.

روش شبکه‌های عصبی مصنوعی

در طی دو دهه اخیر شاهد حضور موفق شبکه‌های عصبی مصنوعی در مباحث مدیریت و مالی بوده‌ایم و مقالات بسیاری در این زمینه ارائه شده و ایده آموزش برای حل مسایل شناسایی الگوهای پیچیده با استفاده از دیدگاه عامل‌های داده هوشمند برای محققان دانشگاهی بسیار چالش برانگیز شده است. شبکه‌های عصبی ابزاری بسیار ارزشمند برای دامنه گسترده‌ای از حوزه‌های مدیریت و مالی است که به عنوان یک جزء حیاتی اغلب سیستم‌های داده‌کاوی، باعث تغییر روش نگاه افراد و سازمان‌ها به ارتباط بین داده‌ها می‌شود.

معماری شبکه

برای ساخت یک مدل شبکه عصبی و استفاده از آن باید مراحل زیر را طی کرد

الف) مشخص کردن توپولوژی شبکه

در این مرحله تعداد لایه‌ها و گره‌های شبکه، نوع شبکه و توابع پایه و تحریک انتخاب می‌شود. پس نرم افزار مناسب برای شبکه انتخاب شده و تهیه می‌گردد.

ب) آموزش شبکه

منظور از آموزش شبکه، اصلاح مقادیر وزن‌های شبکه برای نمونه‌های متعدد با توجه به نوع الگوریتم یادگیری است. اطلاعات مربوط به الگوهای مورد نظر به صورت داده‌های آموزشی برای چندین مرتبه به شبکه نشان داده می‌شوند و شبکه در جریان فرایند یادگیری برای هر دسته الگوی آموزشی مقدار وزن‌های خود را اصلاح می‌کند. پس از تکرار این کار برای دفعات زیاد وزن‌ها طوری به هنگام می‌شوند که با دیدن اطلاعات هر الگو بتواند آن را بازیابی کنند. با تغییر توابع انتقال، تعداد لایه‌ها و گره‌های هر لایه و عوامل موثر در یادگیری وزن‌ها به صورت سعی و خطا، خروجی مطلوب بدست می‌آید[۱].

ج) آزمایش یا تعمیم شبکه

پس از این‌که مرحله آموزش کامل شد، برای اطمینان از عملکرد مطلوب شبکه آن را برای یک دسته اطلاعات معلوم امتحان می‌نمایند و نواقص احتمالی را برطرف می‌کنند پس از تکمیل این مرحله شبکه آماده استفاده خواهد شد.

در طراحی شبکه علاوه بر مراحل فوق و پس از تعیین نوع شبکه و روش آموزش، تعیین متغیرهای زیر اهمیت دارد.[۱۲]

تعداد گره‌های ورودی ، تعداد لایه‌های مخفی و گره‌های مخفی،تعداد گره‌های خروجی انتخاب تعداد ورودی‌ها در شبکه‌های عصبی از اهمیت خاصی برخوردار است، زیرا هر الگوی، ورودی اطلاعات مهمی در مورد ساختار خود همبسته‌ی پیچیده داده‌ها را شامل می‌شود. اکثر محققان برای بدست آوردن تعداد الگوی ورودی از روش سعی و خطا استفاده نموده‌اند. در این تحقیق تعداد الگوی ورودی با توجه به حجم نمونه و با روش سعی و خطا انتخاب شده است.

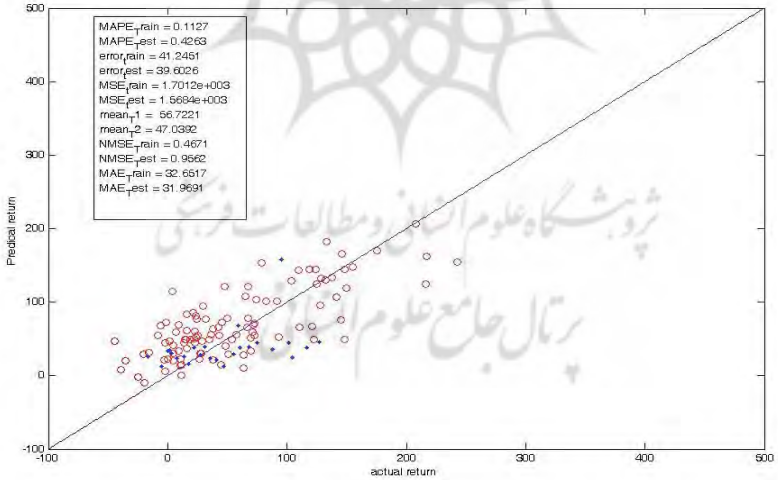
در مسایل مربوط به پیش‌بینی که افق پیش‌بینی معمولاً یک گام به جلو است و با توجه به اینکه تعداد گره‌های خروجی وابسته به افق پیش‌بینی است تعداد گره خروجی، یک گره است.

لایه‌ها و گره‌های پنهان نیز نقش مهمی را در موفقیت شبکه‌های عصبی ایفا می‌کنند. گره‌های مخفی در لایه‌های مخفی به شبکه عصبی اجازه می‌دهند تا خصوصیات داده‌ها را کشف و شناسایی نماید و بدین وسیله نگاشت‌های غیرخطی پیچیده را در بین متغیرهای ورودی و خروجی برقرار نماید. در تئوری، شبکه‌های عصبی می‌توانند دقت دلخواه را برای تقریب توابع با استفاده از تعداد کافی گره مخفی در لایه مخفی بدست آورند. در این تحقیق تعداد گره‌های لایه مخفی با روش سعی و خطا و با توجه به نتایج انتخاب شده است.

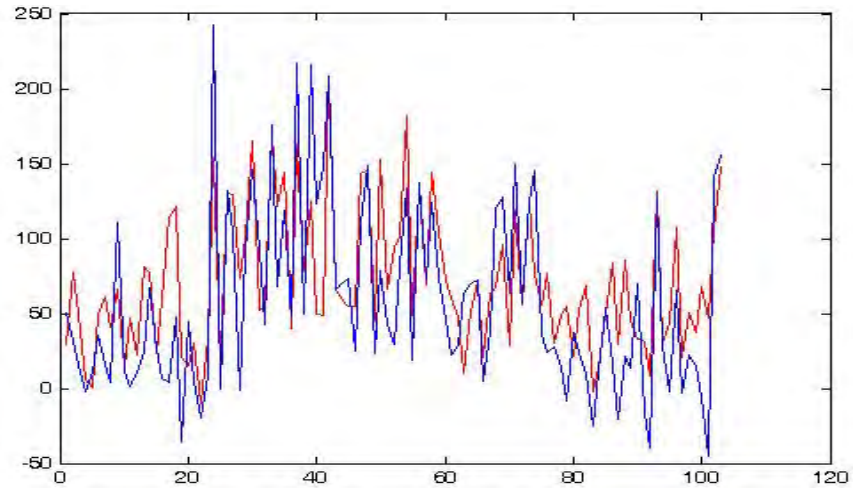
مدل‌های مختلفی در تعیین توپولوژی مناسب شبکه‌های عصبی مورد آزمون قرار گرفته و با تغییر تعداد لایه‌ها و تعداد نرون‌های لایه پنهان، مدل اصلی پیش‌بینی انتخاب گردید. پس از انجام آزمون‌های مختلف در این تحقیق تعداد لایه‌های مطلوب در این تحقیق، چهار لایه (یک لایه ورودی، دو لایه مخفی و یک لایه خروجی) با تعداد نرون‌های مختلف ــ با توجه به نتایج ــ می‌باشد.

پیش‌بینی با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی

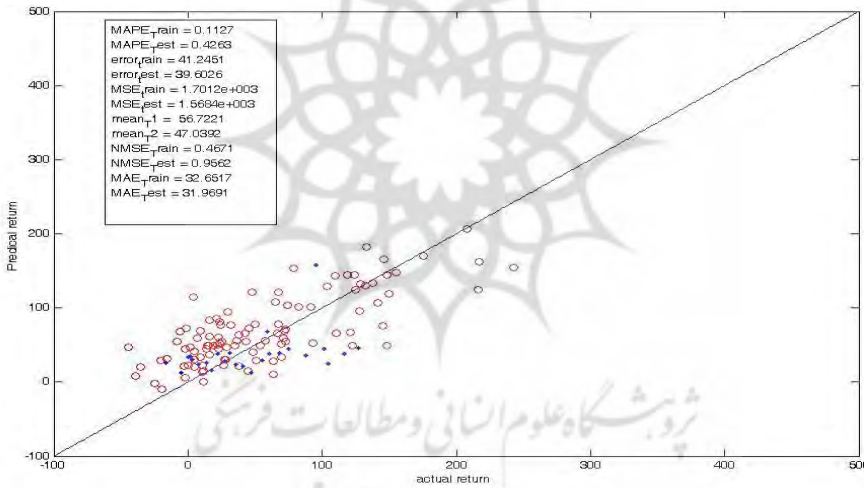
الگوریتم یادگیری استفاده شده در این تحقیق، الگوریتم پس از انتشار خطاست و برای یادگیری سریع‌تر از الگوریتم پس از انتشار خطای ارتجاعی استفاده شده است. تعداد تکرارها در این تحقیق ۸۰۰ است که نمودارهای مقدار پیش‌بینی و مقادیر واقعی و سایر نمودارهای حاصله از شبکه‌های عصبی در شکل‌های زیر نشان داده شده است.



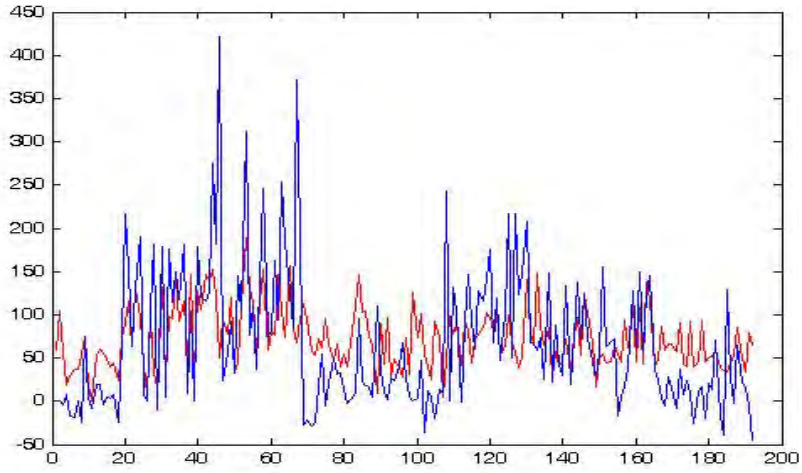
نمودار ۱. نمودار بازده پیش‌بینی شده توسط شبکه‌های عصبی و مقادیر واقعی بازده برای داده‌های آموزشی- صنعت سیمان



نمودار ۲. نمودار مقادیر پیش‌بینی شده برای داده‌های آموزشی و میزان پراکندگی آنها از مقادیر واقعی - صنعت سیمان



نمودار ۳. نمودار مقادیر پیش‌بینی شده برای داده‌های آموزشی و میزان پراکندگی آنها از مقادیر واقعی - صنعت دارو



نمودار ۴. نمودار بازده پیش‌بینی شده توسط شبکه‌های عصبی و مقادیر واقعی بازده برای داده‌های آموزشی- صنعت دارو

همان‌طور که در قبلاً اشاره شد برخی معیارهای عملکرد متداول برای نشان دادن چگونگی یادگیری ارتباط داده‌ها در شبکه‌های عصبی استفاده می‌شود. در مسایل پیش-بینی، این معیارها بطور عمده مربوط به خطای بین خروجی‌های پیش‌بینی شده و خروجی مطلوب واقعی است معیارهای عملکرد رایج برای مسایل پیش‌بینی – خطی و غیرخطی – قبلاً ذکر شد که سه مورد اول از خانواده محاسبات میانگین خطای استاندارد هستند:

مربع خطای میانگین استاندارد (MSE)، مربع مجذور میانگین خطا (RMSE) و مربع میانگین خطای استاندارد نرمال شده (NMSE). R2 که در ارتباط با NMSE است ضریب تعیین می‌باشد که به صورت زیر محاسبه می‌شود. NMSE = 1-R2 .

R2 جهت تغییرات متغیر مستقل و وابسته را نشان می‌دهد و مقدار آن بین صفر و یک است و مقدار یک نشان دهنده تطابق کامل داده‌هاست، در حالی که مقدار صفر برای R2 نشان‌دهنده عملکردی است که می‌توان از استفاده میانگین مقدار خروجی واقعی d به عنوان مبنای پیش‌بینی‌ها انتظار داشت. دو معیار دیگر برای ارزیابی عملکرد شبکه عصبی و رگرسیون حداقل مربعات در مورد خطای مطلق هستند: میانگین قدر مطلق خطا (MAE) و میانگین قدر مطلق در صد خطا (MAPE).

مقادیر ۶ روش ارزیابی عملکرد مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی برای دو صنعت سیمان و دارو در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول ۴. معیارهای ارزیابی عملکرد برای شبکه‌های عصبی مصنوعی

نام صنعت	MSE	RMSE	NMSE	R^2	MAE	MAPE
صنعت سیمان	۱۳۱۳/۷	۳۶/۲۴۵۵	۰/۱۳۰۱	۰/۸۳۳۹	۲۴/۵۰۵۹	۰/۱۴۱۸
صنعت دارو	۱۷۰۱/۲	۴۱/۲۴۵۱	۰/۴۶۷۱	۰/۵۳۲۹	۳۲/۶۵۱۷	۰/۱۰۹۴

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج مقایسه‌ای دو مدل رگرسیون حداقل مربعات (OLS) و شبکه‌های عصبی به طور خلاصه در جدول شماره پنج نشان داده شده است.

جدول ۵. نتایج مقایسه‌ای حاصل از روش رگرسیون حداقل مربعات و شبکه‌های عصبی

روش	نام صنعت	MSE	RMSE	NMSE	R^2	MAE	MAPE
رگرسیون حداقل مربعات (OLS)	صنعت سیمان	۷۵۲۴/۵	۸۶/۷۴۳۸	۰/۷۴۴۷	۰/۲۵۵	۶۷/۱۶۶۸	۰/۳۹۶۳
	صنعت دارو	۳۳۲۶/۰۱	۵۷/۶۷۱۵	۰/۸۹۲	۰/۱۰۸	۴۷/۲۳۲۸	۰/۱۸۶۵
شبکه های عصبی مصنوعی	صنعت سیمان	۱۳۱۳/۷	۳۶/۲۴۵۵	۰/۱۳۰۱	۰/۸۳۳۹	۲۴/۵۰۵۹	۰/۱۴۱۸
	صنعت دارو	۱۷۰۱/۲	۴۱/۲۴۵۱	۰/۴۶۷۱	۰/۵۳۲۹	۳۲/۶۵۱۷	۰/۱۰۹۴

نتایج کلی تحقیق

در این تحقیق دو فرضیه به شرح زیر مطرح شده است.

فرضیه ۱: پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از نسبت‌های حسابداری با رویکرد شبکه‌های عصبی می‌تواند خطای پیش‌بینی بازده سهام را نسبت به روش‌های خطی مانند رگرسیون حداقل مربعات (OLS) در سطح شرکت‌های فعال در صنعت سیمان کاهش دهد.

فرضیه ۲: پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از نسبت‌های حسابداری با رویکرد شبکه‌های عصبی می‌تواند خطای پیش‌بینی بازده سهام را نسبت به روش‌های خطی مانند رگرسیون حداقل مربعات(OLS) در سطح شرکت‌های فعال در صنعت دارو کاهش دهد.

۱. با توجه به جدول ۵-۱ میزان خطای پیش‌بینی توسط مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی از لحاظ ۶ معیار ارزیابی عملکرد نسبت به روش رگرسیون حداقل مربعات (OLS) ارجحیت دارد. بنابراین

هم‌چنان که جدول ۵-۱ نشان می‌دهد در سطح شرکت‌های فعال در صنعت سیمان و صنعت دارو، شبکه‌های عصبی مصنوعی از لحاظ ۶ معیار ارزیابی عملکرد نسبت به روش-های رگرسیون حداقل مربعات ارجحیت دارد، بنابراین فرضیه‌های ۱ و ۲ ذکر شده در ابتدای بحث مبنی بر این‌که پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از نسبت‌های حسابداری با رویکرد شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌تواند خطای پیش‌بینی بازده را نسبت به مدل خطی رگرسیون حداقل مربعات (OLS) در سطح شرکت‌های فعال در صنعت دارو و سیمان کاهش دهد، تایید می‌شود.

۳- نتایج تحقیق نشان می‌دهد که با استفاده از نسبت‌های حسابداری تا حدودی می‌توان بازده سهام را پیش‌بینی کرد و هر دو روش رگرسیون حداقل مربعات (OLS) و شبکه‌های عصبی مصنوعی توانایی پیش‌بینی بازده سهام را دارند اما عملکرد شبکه-های عصبی مصنوعی از رگرسیون حداقل مربعات بهتر است.

۴- ارتباط بین بازده سهام و نسبت‌های حسابداری در سطح صنایع مختلف یکسان و ثابت نیست و به علل مختلف این همبستگی دچار تغییر می‌شود.

۵- میزان رابطه بین نسبت‌های حسابداری و بازده سهام تا حدود زیادی ضعیف است و نمی‌تواند نقطه اتکا باشد این نتایج مطابق با یافته‌های روتنستین و پاولزیک (۲۰۰۵) است که بیان نمودند، اگر در تحقیقات بازار صرفاً بعد اقلام صورتهای مالی و نسبت‌های مالی منتج از آنها در نظر گرفته شود سودمندی محدود و کمی در پیش-بینی قیمت و بازده سهام با استفاده از متغیرهای مالی وجود دارد.

پیشنهاد برای تحقیقات آتی

۱. برای پیش‌بینی بازده سهام می‌توان از سایر روش‌های هوش مصنوعی مانند شبکه‌های مصنوعی – فازی و الگوریتم ژنیتک و یا مدل‌های ترکیبی استفاده کرد و نتایج را با روش‌های شبکه‌های عصبی و رگرسیون حداقل مربعات مقایسه کرد.

۲- این تحقیق در سطح دو صنعت فعال در بورس انجام شده است بنابراین می‌توان این تحقیق را در سطح بزرگ‌تر و یا در سطح تمامی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس انجام داد.

منابع و مآخذ

۱. آذر، عادل و رجب زاده، علی ارزیابی پیش‌بینی ترکیبی : با رویکرد شبکه‌های عصبی – کلاسیک در حوزه اقتصاد، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۶۳، ۸۲، ۱۳۸۲، صص ۸۷-۱۱۴.

۲. آذر، عادل و مومنی، منصور، آمار و کاربرد آن در مدیریت، جلد دوم، چاپ دوم، انتشارات سمت، ۱۳۷۷

۳. افسر، امیر، مدل‌سازی پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه‌های عصبی- فازی و روش‌های ترکیبی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت دانشگاه تربیت مدرس، تابستان ۱۳۸۴.

۴. بابائیان،علی و عرب مازار،محمد (۱۳۷۹). بررسی تحلیلی ارتباط بین تغییرات اقلام ترازنامه با تغییرات بازده سهام در شرکت های بورس تهران.پایان نامه کارشناسی ارشد حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی. ص ۲

۵. بت‌شکن، محمود ۱۳۸۰. پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه‌های عصبی_فازی و مقایسه آن با الگوهای خطی پیش‌بینی

۶. جهانخانی، علی و پارسائیان، علی، مدیریت سرمایه‌گذاری و ارزیابی اوراق بهادار ، انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، .۱۳۷۶

۷. خالقی‌مقدم، حمید و رستمی، وهاب (۱۳۸۲). رابطه بین توانایی نسبی تداوم فعالیت و نسبت قیمت به سود در ارزیابی شرکت‌ها. مجله مطالعات حسابداری، دانشکده حسابداری دانشگاه علامه طباطبایی ۳(۱):۱-۲۴

۸. خالوزاده، حمید، ارزیابی روش‌های پیش‌بینی‌پذیری قیمت سهام و تعیین میزان قابلیت پیش‌بینی‌پذیری در بازار بورس تهران، فصلنامه علمی- پژوهشی علوم انسانی دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس، پاییز۱۳۸۲،۷ (۳۰)، (ویژه نامه مدیریت)، صص۸۹-۶۱.

۹. راعی، رضا و چاوشی، کاظم، (۱۳۸۲)، پیش‌بینی بازده سهام در بورس اوراق بهادار تهران : مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی و مدل چند عاملی . مجله تحقیقات مالی، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران ۵(۱۵) : ۱۲۰-۹۷.

۱۰. عبدلی، محمدرضا ارتباط سود تقسیمی با بازده سهام. پایان‌نامه کارشناسی ارشد حسابداری، دانشکده حسابداری دانشگاه علامه طباطبایی (۱۳۷۹).

۱۱. مهرانی، ساسان و مهرانی، کاوه، بررسی رابطه بین نسبت‌های سودآوری و بازده سهام. مجله بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، ۱۰(۳۳) : ۹۳.-۱۰۵

۱۲. مهناج، محمدباقر، هوش محاسباتی (جلد اول) مبانی شبکه‌های عصبی، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۷۹.

13.Ball, & Brown ,P (1968) An Emprical Evaluation of accounting income numbers" journal of accounting Research, Atumn,pp.159-179

14. Richard , F.Charles,M.C.L.,(1998)."Accounting Valuation, market expectation and cross _sectional stock returns" Journal of Accounting and Economics ,Vol 25(1998), pp. 283-319

15. Kanas ,A& Yannopoulous,A.(2001). "Comparing linear and nonlinear forcasts for stock returns". International Review of Economics and finance, Vol. 10,pp 383-398

16. Omran, M., & Ragab,A.(2004). Linear versus non-linear Relationships between Financial Ratios and stock Return." Review of Accounting & finance. Vol 3,no.2, pp.84-103.

17. Karyl,Q.C,et al(2005)." A Comparision between Fama and Frenchs Model and Artificial Neural Network In Predicating The Chinese stock market".Computer and operations research, vol 32,pp 2499-2512

18. E.S.Henderiksen,(1992) Accounting theory, pp.185-187

19. Qi.M. non linear predictability of stock return using financial and economic variables. Journal of business & economic statistics,17(4)419-452

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی