

پیش‌بینی نوسان شاخص صنعت شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با تأکید بر نقش متغیرهای مالی شرکتی منتخب و استفاده از ماشین بردار پشتیبان

غلامرضا منصورفر*
فرزاد غیور**
شبنم خالق پرست اطهری***

چکیده

هدف تحقیق حاضر مقایسه توانایی اطلاعات حسابداری جهت پیش‌بینی نوسان شاخص‌های بورس اوراق بهادار با استفاده از روش‌های هوشمند ماشین‌بردار پشتیبان و شبکه عصبی مصنوعی و روش کلاسیک رگرسیون لجستیک می‌باشد. نمونه آماری تحقیق شامل ۹۱ شرکت پذیرفته شده بورس اوراق بهادار تهران در قالب ۹ صنعت در محدوده زمانی ۱۳۸۲ الی ۱۳۹۱ است. با در نظر گرفتن ۱۱ متغیر مالی شرکتی، نتایج مطالعه نشان می‌دهد که علیرغم توانایی پیش‌بینی ۶۰ درصدی ماشین‌بردار پشتیبان و شبکه عصبی مصنوعی، بین نتایج واقعی و پیش‌بینی اختلاف معنی‌دار وجود است. نتایج حاصل از رگرسیون لجستیک نیز بیانگر این است که متغیرهای مالی منتخب در مجموع تنها قابلیت توضیح دهندگی ۴٪ نوسان شاخص را دارند. می‌توان گفت با وجود برتری غیرقابل انکار مدل‌های هوشمند نسبت به مدل‌های کلاسیک، اطلاعات حسابداری به تنهایی نمی‌توانند توضیح دهنده خوبی برای نوسانات شاخص صنعت تلقی شوند.

واژگان کلیدی: شاخص صنعت، متغیرهای مالی شرکتی، ماشین‌بردار پشتیبان، شبکه عصبی مصنوعی

* استادیار علوم مالی دانشگاه ارومیه (نویسنده مسئول) Email: G.mansourfar@urmia.ac.ir

** مربی حسابداری دانشگاه ارومیه

*** کارشناس ارشد حسابداری دانشگاه ارومیه

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۶/۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۹

مقدمه

بورس اوراق بهادار به عنوان بازار رسمی سرمایه در ایران با فراهم آوردن امکان معاملات میان مدت و بلندمدت اوراق بهادار محلی برای جذب پس اندازهای کوچک افراد و از مهمترین ابزارهای تامین مالی شرکت های تولیدی به حساب می آید. اصلی ترین دلیل روی آوردن به سرمایه گذاری در این بازار کسب سود است و لازمه بدست آوردن سود برای سرمایه گذاران اتخاذ تصمیمات بهینه سرمایه گذاری می باشد و این امر نیز مستلزم آن است که اطلاعات متنوع و کافی به منظور ارزیابی وضعیت بازار و پیش بینی آینده در اختیار سرمایه گذاران قرار گیرد (شاوردی و همکاران، ۲۰۱۲). در این میان، عملکرد بازار سرمایه را می توان با شاخص های آن که بیانگر حرکت قیمت سهام در آن است، نشان داد (سنگامی و حسن، ۲۰۱۳). در چند دهه اخیر افزایش محبوبیت معاملات مبتنی بر شاخص و گستردگی متغیرهای تأثیرگذار بر آن باعث شده است تا مفاهیم مرتبط با پیش بینی نوسانات شاخص قیمت سهام، هم برای محققان و هم برای پژوهشگران اهمیت زیادی پیدا کند (وی، ۲۰۱۲). بر همین اساس، در سالهای اخیر مطالعات فراوانی سعی در تبیین الگویی مناسب برای پیش بینی رفتار قیمت ها با استفاده از متغیرهای تأثیرگذار بر آن نموده اند. این روش ها غالباً در دو گروه کلی روش های سنتی و روش های هوشمند طبقه بندی می شوند. بخش عمده تحقیقات انجام شده در این راستا، مبتنی بر استفاده از روش های استاندارد مانند الگوهای رگرسیونی و ساختاری می باشد که هر چند توفیقات نسبی در زمینه پیش بینی متغیرهای مختلف داشته اند اما نتایج آنها نتوانسته پژوهشگران این عرصه را راضی نماید. از آنجا که عمدتاً مسائل مالی و اقتصادی موجب شکل گیری روابط غیرخطی و پیچیده در بازار سهام می شود، لذا استفاده از مدل های غیرخطی و انعطاف پذیر مانند شبکه عصبی - مصنوعی، الگوریتم ژنتیک و ماشین بردار پشتیبان می تواند نتایج قابل توجهی در برداشته باشد (نیکواقبال و همکاران، ۱۳۹۲). بر همین اساس در سالهای اخیر، محققین بسیاری توانسته اند با استفاده از روش های مختلف رفتار شاخص های سهام خود را پیش بینی کنند (تای و کاو، ۲۰۰۱؛ هوانگ و همکاران، ۲۰۰۵؛ وی، ۲۰۱۲). کیم (۲۰۰۳)، بیان کرد که هر چند شبکه عصبی مصنوعی، یک الگوی بهینه برای پیش بینی است اما محدودیت هایی در یادگیری دارد و در برابر رفتارهای پیچیده، عملکرد متناقض و غیرقابل پیش بینی نشان می دهد. در مقابل، ماشین بردار پشتیبان (SVM¹) را روشی مفید در پیش بینی معرفی کرد که راه حل های

آن همیشه در سطح جهانی بهینه است در حالی که دیگر مدل‌های شبکه عصبی ممکن است در برخی از مسائل محلی با شکست روبرو شوند. وی (۲۰۱۲)، شهرت و کارآمدی مدل ماشین‌بردارپشتیبان را به واسطه فرمول ویژه تابع هدف محدب با محدودیت در ضرایب لاگرانژ دانست و بیان کرد که از مزیت‌های این مدل نسبت به مدل‌های دیگر پیش‌بینی این است که اولاً در این مدل داده‌ها می‌توانند بدون داشتن فرضیات قوی به کار گرفته شوند. ثانیاً، بیشتر مدل‌های شبکه عصبی مرسوم ریسک‌های تجربی را به حداقل می‌رسانند در حالی که ماشین‌بردارپشتیبان ریسک‌های ساختاری را نیز به حداقل می‌رساند. کاو و تای (۲۰۰۳) نشان دادند که ماشین‌بردارپشتیبان بهتر از روش‌های سنتی سری‌های زمانی، شبکه‌های عصبی و مدل‌های میانگین متحرک آریما است.

یکی از ویژگی‌های بورس اوراق بهادار وجود صنایع مختلف با ریسک و بازدهی متفاوت است و تخصیص منابع در این بازار زمانی به نحو مطلوب انجام خواهد گرفت که سرمایه‌گذار بتواند روند قیمت یا بازدهی سهام شرکت‌های مورد نظر خود را بررسی و با اطلاعات دوره‌های قبل و یا شرکت‌های دیگر مقایسه کند. این امر زمانی که تمایل به بررسی روند قیمت یا بازدهی سهام برای یک شرکت مشخص وجود داشته باشد با دستیابی به قیمت سهام و سود شرکت مورد نظر صورت می‌گیرد، اما انجام این بررسی برای تمامی یا گروهی از شرکتها تنها با بررسی قیمت تک‌تک آنها امکان پذیر نیست و نیاز به استفاده از نماگری دارد که بتواند وضعیت عمومی قیمت یا بازدهی گروه شرکت‌های مورد بررسی را نشان دهد. علیرغم اهمیت یاد شده، بخش عمده تحقیقات صورت گرفته در راستای پیش‌بینی شاخص‌ها با تأکید بر تأثیر متغیرهای اقتصاد کلان بر شاخص کل و شاخص قیمت و بازده نقدی صورت گرفته است و در زمینه پیش‌بینی قیمت و یا نوسان شاخص صنایع موجود در بورس اوراق بهادار تهران تحقیقی صورت نگرفته است. علاوه بر این، شاخص قیمت هر صنعت برآیند قیمت سهام تک‌تک شرکت‌های موجود در آن صنعت می‌باشد و می‌توان گفت متغیرهای تأثیرگذار بر قیمت و بازده سهام نیز باعث ایجاد نوسان در شاخص‌های بازار می‌شوند. می‌توان گفت شاخص‌های موجود در بازار علاوه بر تأثیرپذیری از متغیرهای اقتصادی به طور مستقیم، از متغیرهای مالی استخراج شده از صورت‌های مالی نیز تأثیر می‌پذیرند.

با عنایت به موارد فوق و اهمیت پیش‌بینی نوسان شاخص صنعت و گستردگی مدل‌های پیش‌بینی، و تنوع عوامل مالی تأثیرگذار بر قیمت و بازده سهام، ارائه الگویی که بتواند رفتار

قیمت در بورس اوراق بهادار تهران را با در نظر گرفتن متغیرهای تأثیرگذار بر آن پیش‌بینی نماید ضروری است. این امر از یک سو منجر به بروزرسانی دانش سرمایه‌گذاران بویژه سرمایه‌گذاران نهادی می‌شود و از سوی دیگر فرصت‌های سرمایه‌گذاری جهانی را برای سرمایه‌گذاران ایجاد می‌نماید. همچنین، ایران به عنوان یک کشور در حال توسعه نیازمند الگویی است که بتواند رفتار قیمت در بورس اوراق بهادار خود را با توجه به تنوع متغیرهای تأثیرگذار بر آن بهبود بخشد. بر این اساس سوالاتی که پژوهش حاضر در صدد یافتن پاسخی مناسب برای آنهاست در قالب یک سوال اصلی و دو سوال فرعی بشرح زیر مطرح می‌شود:

سوال اصلی: آیا اطلاعات مالی استخراج‌شده از صورتهای مالی در پیش‌بینی نوسان شاخص صنعت تأثیرگذارند؟

سوال فرعی ۱: آیا استفاده از ماشین‌بردارپشتیبان به عنوان یک روش هوشمند قابلیت پیش‌بینی نوسان شاخص صنعت با استفاده از اطلاعات مالی را دارد؟

سوال فرعی ۲: آیا ماشین‌بردارپشتیبان در مقایسه با شبکه عصبی مصنوعی و روش رگرسیون منجر به بهبود نتایج پیش‌بینی شاخص‌های بازار با استفاده از اطلاعات مالی می‌شود؟

ویژگیهایی که این تحقیق را از سایر تحقیقات مرتبط با موضوع متمایز می‌کند، استفاده از متغیرهای مالی منتخب شرکتی است که با تأثیرگذاری مستقیم بر قیمت و بازده سهام، بطور غیرمستقیم شاخص را تحت تأثیر قرار می‌دهند. همچنین استفاده از ماشین‌بردار پشتیبان به عنوان یکی از ابزارهای مهم و پیشرفته داده‌کاوی و مقایسه نتایج آن با نتایج حاصل از رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی مصنوعی از دیگر ویژگیهای تحقیق حاضر است.

در ادامه ضمن مروری اجمالی بر برخی تحقیقات صورت گرفته در زمینه عوامل موثر بر شاخص قیمت سهام، به بررسی چگونگی تأثیرگذاری برخی از متغیرهای مالی شرکتی موثر بر قیمت سهام که هدف تحقیق حاضر است، پرداخته می‌شود. در خصوص بررسی و تقسیم‌بندی عوامل موثر بر تغییرات شاخص قیمت سهام مطالعات مختلفی صورت گرفته است. بهانوت (۲۰۰۶)، عوامل موثر بر قیمت سهام را به دو دسته عوامل درونی شامل عوامل ساختاری، مالی، بازاریابی و مدیریتی؛ و عوامل بیرونی شامل عوامل اقتصادی، سیاسی و فرهنگی تقسیم‌بندی کرده‌اند. بهانوت علاوه بر این در تئوری خود بیان می‌کند که

مداخلات دولت نیز بر شاخص قیمت سهام موثرند. علوی راد (۲۰۱۱)، عنوان کرد که بازار سهام تحت تأثیر بسیاری از عوامل مرتبط به هم اقتصادی، اجتماعی و سیاسی است که این عوامل در تعامل با یکدیگر به شیوه‌ای بسیار پیچیده قرار دارند و طبیعی است که شناسایی دقیق عوامل موثر بر شاخص سهام با چنین پیچیدگی مشکل است. علاوه بر این نسبت‌های مالی مستخرج از صورت‌های مالی نیز از دیرباز به عنوان یکی از ابزارهای بسیار مفید در ارزیابی شرکت‌ها جهت پیش‌بینی وضعیت آتی واحد تجاری به شمار می‌آیند. وی همچنین عنوان کرد که تغییرات قیمت سهام فقط ناشی از عوامل بنیادی سهام نیست و عوامل غیربنیادی نیز تأثیر قابل توجهی بر تغییرات قیمت سهام دارند. در طبقه‌بندی دیگر، (گان، ۲۰۰۶) عوامل موثر بر قیمت سهام را به دو دسته عوامل داخلی و خارجی تقسیم بندی نمود که عوامل داخلی، آن دسته از عوامل موثر بر قیمت سهام می‌باشند که در ارتباط با عملیات و تصمیمات اتخاذ شده در شرکت بوده و عوامل بیرونی شامل عوامل خارج از اختیارات مدیریت شرکت هستند که به گونه‌ای فعالیت شرکت را تحت تأثیر قرار می‌دهند. این عوامل نیز خود به دو دسته عوامل سیاسی و عوامل اقتصادی طبقه‌بندی می‌شوند. وی بیان می‌دارد که شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد سرمایه‌گذاران بر این باورند که سیاست‌های پولی و وقایع اقتصادی تأثیر زیادی بر نوسانات قیمت سهام دارند.

علاوه بر عوامل مطرح شده در بالا که به صورت مستقیم بر شاخص‌های بازار تأثیر می‌گذرانند، بخش مهمی از متغیرهای تأثیرگذار بر شاخص‌ها ناشی از اطلاعات مالی است که از طریق سیستم حسابداری شرکت‌ها تهیه می‌شوند (همت فر وهمکاران، ۱۳۹۰ و نمازی و رضایی، ۱۳۹۳). از آنجا که گزارشهای مالی، ابزاری برای افشای اطلاعات مالی قابل اعتماد و اتکاست، مراجع تدوین‌کننده استانداردهای حسابداری، با هدف متعادل کردن خوشبینی مدیران، حمایت از حقوق ذینفعان و ارائه منصفانه صورتهای مالی، اصول و رویه‌های حسابداری را وضع کرده، که منجر به افزایش کیفیت اطلاعات حسابداری و کارایی بازار گردد (حساس یگانه و امیدی، ۱۳۹۳). بنابراین آن دسته از عوامل مالی که بصورت مستقیم بر قیمت و بازده سهام موثر هستند به طور غیرمستقیم شاخص‌های بازار را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهند. در میان انبوه عوامل تأثیرگذار بر شاخص‌های بازار، تحقیق حاضر در راستای دستیابی به هدف اصلی خود، با بررسی مطالعات پیشین که به بررسی تأثیر متغیرهای حسابداری بر قیمت و بازده سهام پرداخته‌اند اقدام به گزینش متغیرهای پژوهش می‌نماید.

روش تحقیق

برای دستیابی به اهداف مطرح شده و پاسخگویی به سوالات تحقیق، پس از مطالعه جامع ادبیات پیرامون موضوع، انتخاب متغیرها و جمع‌آوری آنها، به تخمین مدل براساس ماشین بردارپشتیبان پرداخته می‌شود. در این روش، ابتدا داده‌ها به دو دسته داده‌های آموزشی و داده‌های آزمایشی تقسیم بندی می‌شوند که حدود ۸۰٪ داده‌ها در مرحله آموزش و ۲۰٪ باقیمانده در مرحله آزمون وارد مدل می‌گردند. فاز آموزش با استفاده از چهار تابع کرنلی خطی، چندجمله‌ای، آرپی‌اف و حلقوی موجود در ماشین‌برداری‌پشتیبان انجام می‌شود. در انتهای فاز آموزش، قابلیت تعمیم مدل با وارد کردن داده‌های آزمون و استفاده از تابعی که بالاترین قدرت پیش‌بینی را در فاز آموزش داشته است بررسی می‌شود تا مشخص گردد متغیرهای مالی منتخب در مجموع تا چه میزان قابلیت پیش‌بینی نوسانات شاخص صنعت را دارند. فرآیند تخمین مدل با بکارگیری شبکه‌های عصبی مصنوعی نیز بصورت فوق لیکن با شش تابع موجود در شبکه عصبی مصنوعی که الگوریتم‌های یادگیری متفاوتی دارند انجام می‌شود. در نهایت، مدل رگرسیون لجستیک مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. نتایج حاصل از بکارگیری هر سه مدل در نهایت با یکدیگر مقایسه و نتیجه‌گیری خواهد شد.

متغیرهای پژوهش و نحوه محاسبه آنها

متغیرهای مستقل تحقیق حاضر عبارتند از ۱۱ مورد از مهمترین و پرکاربردترین نسبتهای مالی که در سال‌های اخیر توسط پژوهشگران در پیش‌بینی قیمت و بازده سهام استفاده شده است. نگاره (۱) فهرست، نحوه محاسبه و کد اختصاصی مربوط به هر متغیر را نشان می‌دهد.

نگاره (۱) متغیرهای مستقل تحقیق

ردیف	کد اختصاصی	نام	فرمول
۱	QUR	نسبت آنی	بدهی جاری / (موجودی مواد و کالا، پیش پرداخت و سفارشها- دارایی جاری)
۲	CUR	نسبت جاری	بدهی های جاری / دارایی های جاری
۳	LIR	نسبت بدهی	جمع داراییها / جمع بدهیها
۴	ROE	نرخ بازده حقوق صاحبان سهام	جمع حقوق صاحبان سهام / سودخالص
۵	ROA	نرخ بازده دارایی	جمع داراییها / سودخالص
۶	TURNNO	گردش دارایی	جمع داراییها / فروش خالص
۷	LnCFO	لگاریتم طبیعی جریان نقد عملیاتی هر سهم	لگاریتم طبیعی (تعداد سهام / جریان خالص جوه نقد عملیاتی)
۸	PE	نسبت قیمت به سود هر سهم	سود هر سهم / قیمت سهام
۹	PB	نسبت قیمت به ارزش دفتری هر سهم	ارزش دفتری هر سهم / قیمت سهام
۱۰	LnNOA	لگاریتم طبیعی خالص دارائیهای عملیاتی	لگاریتم تفاوت بین دارائیهای عملیاتی و بدهی های عملیاتی
۱۱	LIQ	نرخ نقد شوندگی سهم	میانگین موزون سهام منتشره شرکت / حجم معاملات سالانه

متغیر وابسته تحقیق:

متغیر وابسته تحقیق به شرح زیر تعریف می شود:

$$Y_j = \ln \left(\frac{T_{ij}}{T_{ij-1}} \right)$$

که در آن y_j بازده روز j و T_{ij} شاخص صنعت مورد نظر در روز j است. برای به دست آوردن نوسانات بازده سالانه نیز از رابطه زیر استفاده شده است:

$$2) \sigma^2 m = 1/N \left(\sum_{j=1}^{N_j} y_j - y^m \right)$$

که در آن y_j ، بازده در روز j ام سال و y^m میانگین بازدههای روزانه در طول یکسال و N نمایانگر تعداد روزهای کاری بازار سهام در طول یکسال می باشد. به منظور بررسی تأثیر نسبت های مالی بر نوسانات شاخص صنعت، عدد انحراف معیار بدست آمده برای هر سال

با سال قبل مقایسه می‌شود، چنانچه عدد انحراف معیار نسبت به سال قبل افزایش یافته باشد متغیر وابسته مربوط به آن ۱ و در غیر این صورت صفر در نظر گرفته می‌شود.

جامعه آماری، دوره زمانی مورد آزمون و روش نمونه‌گیری

جامعه آماری تحقیق برای گردآوری متغیرهای مالی کلیه شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی سالهای ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۱ است. برای انتخاب نمونه آماری، شاخص صناعی که بیشترین سهم از بازار را دارند به عنوان شاخص‌های مورد مطالعه در نظر گرفته شده و در مجموع ۹ صنعت که حدوداً ۶۵٪ سهم از بازار را به خود اختصاص می‌دهند به صورت جدول زیر انتخاب شده است.

نگاره (۲) فهرست صنایع نمونه آماری

صنعت	شیمیایی	فلزات اساسی	فرآورده های نفتی	کانه فلزی	سیمان، آهک و گچ	خودرو و ساخت قطعات	محصولات دارویی	رایانه	محصولات غذایی بجز قند و شکر	جمع
تعداد شرکت	۵۸	۳۶	۱۵	۱۱	۳۷	۳۳	۳۴	۱۰	۳۲	۲۶۶
سهم از بازار سال ۹۱	%۱۹,۴۶	%۱۷,۴۷	%۱۱,۳۳	%۹,۴۱	%۱,۷۵	%۱,۷۵	%۱,۳۲	%۱,۱۲	%۱,۰۵	%۶۴,۶۷

همچنین برای گزینش شرکت‌های موجود در هر صنعت، نمونه‌گیری مبتنی بر روش حذف سیستماتیک با توجه به معیارهای عمومی غربال شرکت‌ها انجام گردید که در مجموع ۹۱ شرکت از میان ۹ صنعت برتر از لحاظ سهم از بازار به عنوان نمونه آماری تحقیق انتخاب شده‌اند.

ماشین بردار پشتیبان (SVM):

ماشین بردار پشتیبان یکی از روش‌های یادگیری ماشینی است که بر مبنای یادگیری آماری در سال ۱۹۹۵ توسط واپنیک و همکارانش ارائه گردید. ماشین بردار پشتیبان یا SVM در واقع یک طبقه‌بندی کننده دووجهی است که سعی دارد در دو طبقه، ابرصفحه-ای ایجاد نماید که فاصله هر طبقه تا ابرصفحه حداکثر باشد. داده‌های نقطه‌ای که به ابرصفحه نزدیک‌ترند، برای اندازه‌گیری این فاصله بکار می‌روند. از این رو، این داده‌های نقطه-ای، بردارهای پشتیبان نام دارند (واپنیک ۱۹۹۵). در این روش، ساخت مدل شامل دو مرحله آموزش و آزمایش می‌باشد. در انتهای فاز آموزش، قابلیت تعمیم مدل آموزش داده شده با استفاده از داده‌های آزمایش ارزیابی می‌شود (وی، ۲۰۱۲).

ماشین‌های بردار پشتیبان دارای خواصی مانند: طراحی طبقه‌بندی کننده با حداکثر تعمیم، رسیدن به نقطه بهینه کلی تابع، تعیین خودکار ساختار و توپولوژی بهینه برای طبقه‌بندی-کننده، مدل کردن توابع متمایز غیرخطی با استفاده از هسته‌های غیرخطی و مفهوم حاصل ضرب داخلی در فضاها هیلبرت می‌باشند. شهرت و کارآمدی مدل ماشین بردار پشتیبان به واسطه فرمول ویژه تابع هدف محدب با محدودیت در ضرایب لاگرانژ و مشخصاتی مانند کنترل ظرفیت تابع تصمیم، دخالت تابع هسته و پراکندگی راه حل است. ماشین بردار پشتیبان از چهار تابع کرنلی خطی، چند جمله‌ای، آر بی اف و حلقوی استفاده می‌نماید.

شبکه عصبی مصنوعی

فکر استفاده از شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی‌های اقتصادی اولین بار در سال ۱۹۸۸ توسط هالبرت وایت مطرح شد. شبکه‌های عصبی شامل مجموعه‌ای از نرون‌های به هم متصل می‌باشد که الهام گرفته از ساختار مغز انسان است، به هر مجموعه از این نرون‌ها یک لایه گفته می‌شود. برای ایجاد این لایه‌ها، نرون‌ها به وسیله توابع فعال‌سازی (محرک) به یکدیگر متصل می‌شوند. در واقع شبکه‌های عصبی مصنوعی همانند نرون‌های طبیعی دارای

گره‌های پردازشگری می‌باشند که داده‌های ورودی آنها از گره‌های قبلی وارد و توسط توابع انتقال به سمت گره بعد منتقل می‌شود.

تجزیه و تحلیل یافته‌ها

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها، نتیجه‌گیری و در نهایت پاسخگویی به سوالات اصلی تحقیق، اطلاعات سالانه مربوط به صورت‌های مالی شرکتهای نمونه با استفاده از سه مدل یادشده مورد آزمون قرار گرفته است. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار Excel تلخیص و طبقه‌بندی و با نرم‌افزارهای Eviews8، Stata13 و Spss- Clementine12 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند.

نتایج پردازش مدل ماشین بردار پشتیبان با استفاده از متغیرهای مالی شرکتی منتخب در نگاره (۳) نشان داده شده است.

نگاره (۳) نتایج پیش بینی با استفاده از ماشین بردار پشتیبان

تعداد پیش بینی نادرست	تعداد پیش بینی درست	قدرت پیش بینی	نوع تابع
۳۱۰	۴۱۰	٪۵۶٫۹۴	چندجمله‌ای (Polynomial)
۳۴۴	۳۷۶	٪۵۲٫۲۲	حلقوی (Sigmoid)
۳۲۱	۳۹۹	٪۵۵٫۴۲	خطی (Linear)
۳۳۱	۳۸۹	٪۵۴٫۰۳	آر بی اف (Rbf)

بررسی نتایج حاصل از ماشین بردار پشتیبان نشان می‌دهد تابع چندجمله‌ای در فرآیند ساخت مدل، توانسته است مدلی با بالاترین قدرت پیش‌بینی در داده‌های آموزشی ایجاد نماید که از مجموع ۷۲۰ مشاهده، ۴۱۰ پیش‌بینی درست انجام دهد. از ۹۱ شرکت موجود در نمونه، ۱۹ شرکت که معادل ٪۲۰ حجم نمونه را شامل می‌شود به عنوان داده‌های آزمایشی وارد مدل شدند تا اعتبار و قدرت پیش‌بینی مدل بدست آمده با استفاده از نتایج- واقعی شاخص صنعت مربوط به این ۱۹ شرکت مورد آزمون قرار گیرد. از آنجائی که در این مطالعه، تابع چندجمله‌ای دارای بالاترین قدرت پیش‌بینی بوده برای پیش‌بینی نوسان شاخص صنایع از این تابع استفاده شده است. نتایج بدست آمده از اجرای مدل باید با نتایج

واقعی مقایسه شود تا مشخص گردد که آیا نتایج واقعی با پیش‌بینی‌های انجام شده تفاوت معنی‌داری دارند یا خیر؟ بدین منظور از آزمون من-ویتنی یو استفاده شده است.

نگاره (۴) نتایج آزمون تفاوت معنی‌داری نتایج واقعی با نتایج پیش‌بینی مدل ماشین‌بردارپشتیبان

من ویتنی- یو	آماره Z	احتمال آماره
۱۹۰	-۲,۰۴۹	۰,۰۴۰

بنابراین، در سطح اطمینان ۹۵٪ مقدار احتمال آماره کمتر از ۰,۰۵ می‌باشد و این موضوع نشان می‌دهد که هر چند ماشین‌بردارپشتیبان توانسته است به مدلی دست یابد که تا میزان ۵۷٪ نوسانات قیمت شاخص صنایع را به درستی پیش‌بینی نماید، اما بین نتایج واقعی بدست آمده و نتایج پیش‌بینی شده توسط ماشین‌بردارپشتیبان تفاوت معنی‌داری وجود دارد و نمی‌توان به نتایج بدست آمده اتکا کرد. هر تابع در شبکه‌عصبی‌مصنوعی در فرآیند آموزش و ساخت مدل با استفاده از لایه‌های ورودی و خروجی تعریف شده، تعداد لایه‌های پنهان و تعداد نرون‌های تخصیص یافته به هر لایه را به روش آزمون و خطا مشخص می‌کند. نتایج پردازش مدل با استفاده از متغیرهای مالی شرکتی منتخب و شش تابع موجود در شبکه‌عصبی‌مصنوعی در نگاره (۵) آمده است.

نگاره (۵) نتایج پیش‌بینی با استفاده از شبکه‌عصبی‌مصنوعی

نوع تابع	قدرت پیش‌بینی	لایه‌های پنهان	اوزان تخصیص داده شده به لایه‌ها	پیش‌بینی درست	پیش‌بینی نادرست
سریع	۵۶,۳۹٪	۱	۳	۴۰۶	۳۱۴
پویا	۶۳,۰۶٪	۲	لایه اول	۴۵۴	۲۶۶
			لایه دوم		
چندمنظوره	۵۹,۸۶٪	۱	۱۹	۴۳۱	۲۸۹
هرس	۵۲,۵٪	۱	۱۵	۳۷۸	۳۴۲
آر بی اف ان	۵۶,۵۳٪	۱	۲۰	۴۰۷	۳۱۳
هرس جامع	۵۲,۳۶٪	۲	لایه اول	۳۷۷	۳۴۳
			لایه دوم		
			۱		
			۲		

بررسی نتایج حاصل از بکارگیری شبکه عصبی مصنوعی نشان می دهد تابع پویا با قدرت پیش بینی ۶۳,۰۶٪ و دو لایه پنهان، مدل بهینه در طراحی یک شبکه عصبی می باشد.

نگاره (۶) نتایج آزمون تفاوت معنی داری نتایج واقعی با نتایج پیش بینی مدل شبکه عصبی

من ویتنی - یو	آماره Z	احتمال آماره
۱۹۰	-۲,۰۴۹	۰,۰۴۰

بنابراین، در سطح اطمینان ۹۵٪ مقدار احتمال آماره کمتر از ۰,۰۵ می باشد و این موضوع نشان می دهد که هر چند شبکه عصبی مصنوعی توانسته است به مدلی دست یابد که تا میزان ۶۳٪ نوسانات قیمت شاخص صنایع را به درستی پیش بینی نماید، اما بین نتایج واقعی بدست آمده و نتایج پیش بینی شده توسط شبکه عصبی مصنوعی تفاوت معنی داری وجود دارد و نمی توان به نتایج بدست آمده اتکا کرد.

یکی از ویژگی های مدل رگرسیون لجستیک این است که نیازی به برقراری فروض نرمال بودن و همسانی واریانس ها نیست و به منظور دقیق بودن نتایج بدست آمده تنها لازم است آزمون هم خطی چندگانه انجام شود. تولرانس^۱ یک متغیر مستقل به عنوان یک معیار برای آزمون هم خطی چندگانه، نشان دهنده این است که متغیر مذکور تا چه حد می تواند توسط سایر متغیرهای موجود در الگو پیش بینی شود. عامل تورم تولرانس نیز معکوس تولرانس بوده و هر چقدر افزایش یابد باعث می شود واریانس ضرایب رگرسیون افزایش یافته و رگرسیون را برای پیش بینی نامناسب می سازد. معمولاً تولرانس کوچکتر از ۰,۱ و عامل تولرانس بزرگتر از ۱۰ به وجود مشکل هم خطی چندگانه اشاره دارند. با توجه به جدول (۷) مشخص می شود که هم خطی چندگانه در هیچ کدام از متغیرهای مستقل وجود ندارد.

بعد از بررسی مفروضات مربوط به مدل رگرسیون پانل لجستیک، جدول (۸) نتایج نهایی تخمین مدل لجستیک را نشان می دهد.

نگاره (۷) نتایج آزمون همخطی چندگانه

متغیرها	CUR	QUR	LIR	TURN0	ROA	LIQ	PB	PE	ROE	LnNOA	LnCFO
تولرانس (Coefficients)	۰،۱۹۰	۰،۱۹۴	۰،۱۹۹	۰،۲۷۰	۰،۲۸۷	۰،۶۲۵	۰،۶۳۷	۰،۶۴۲	۰،۶۹۶	۰،۸۷۳	۰،۹۲۰
عامل تورم تولرانس (VIF)	۵،۲۰	۵،۱۴	۵،۰۱	۳،۶۹	۳،۴۷	۱،۶۰	۱،۵۷	۱،۵۶	۱،۴۴	۱،۱۴	۱،۰۹

نگاره (۸) نتایج تخمین مدل لجستیک

نام متغیر	ضریب	انحراف استاندارد	مقدار Z	احتمال
LnCFO	۰,۵۴۸	۰,۵۷۶	۰,۹۵	۰,۳۴۱
PB	-۰,۰۱۱	۰,۰۱۷	-۰,۶۵	۰,۵۱۴
ROE	-۰,۰۱۱	۰,۰۱۹	-۰,۵۹	۰,۵۵۳
LIR	-۱,۸۲۰	۰,۶۰۹	-۲,۹۹	*۰,۰۰۳
TURN0	۰,۳۴۶	۰,۱۶۵	۲,۰۹	*۰,۰۳۷
QUR	-۰,۵۶۴	۰,۲۹۲	-۱,۹۳	۰,۰۵۰
CUR	۰,۲۷۳	۰,۲۵۶	۱,۰۶	۲۸۷,۰
ROA	-۰,۰۲۴	۰,۰۰۷	-۳,۳۹	*۰,۰۰۱
PE	۰,۰۱۳	۰,۰۰۶	۲,۰۶	*۰,۰۳۹
LnNOA	-۰,۰۰۴	۰,۰۳۴	-۰,۱۲	۰,۹۰۵
LIQ	۱,۹۶۶	۰,۷۲۳	۴,۷۳	*۰,۰۰۰
LR $\chi^2(11) = ۵۵,۲۳$		Prob $\chi^2 = ۰,۰۰۰۱$		
Pseudo $R^2 = ۰,۰۴$		Log likelihood = -۶۰۳,۰۷		

لازم به توضیح است که در مدل لاجیت جزء اخلاص به دلیل موهومی بودن متغیر وابسته دارای ناهمسانی واریانس خواهد بود. یکی از معیارهای بررسی نکوبی برازش در رگرسیون لجستیک معیار LR است. این معیار مانند F در رگرسیون معمولی عمل می‌کند. مقدار χ^2 مربوط به این آماره با درجه آزادی ۱۱ برابر ۵۵,۲۳ و احتمال مربوط به آن ۰,۰۰۰۱ است که این، فرض معناداری مدل رگرسیون لجستیک تعریف شده را مورد تأیید قرار می‌دهد. معیار دیگری که برای ارزیابی به کار می‌رود Log Likelihood می‌باشد. مقدار این آماره منفی است و هرچه قدر مطلق آن بزرگتر باشد، حاکی از مناسب بودن مدل تعریف شده می‌باشد. علاوه بر این ضریب تعیین بدست آمده برای مدل نشان دهنده درصد توضیح‌دهندگی متغیر وابسته توسط متغیرهای مستقل می‌باشد که پائین بودن مقدار آن بیانگر درصد بسیار ناچیز تأثیرگذاری متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته می‌باشد. آماره Z در رگرسیون لجستیک معنی‌داری تک تک متغیرها را ارزیابی می‌کند. احتمال آماره Z بدست آمده برای پنج متغیر نسبت بدهی، گردش دارائیها، بازده دارائیها، نسبت قیمت به

سود هر سهم و نقدشوندگی سهام کمتر از ۰,۰۵ می‌باشد و نشان دهنده این است که در سطح اطمینان ۹۵٪ این متغیرها بر نوسان شاخص صنعت در بورس اوراق بهادار تهران اثر گذارند.

نتیجه گیری

نتایج حاصل از بکارگیری ماشین بردار پشتیبان و چهار تابع کرنلی موجود با الگوریتم-های یادگیری منحصربفرد نشان داد، هر چند ماشین بردار پشتیبان می‌تواند با بکارگیری تابع چندجمله‌ای بر روی داده‌های آموزشی به مدلی با توانایی پیش‌بینی نسبتاً بالا (۵۷٪) دست یابد، اما مقایسه نتایج واقعی با نتایج پیش‌بینی شده حاکی از این موضوع است که مدل بدست آمده برای تحقیق از اعتبار لازم برخوردار نمی‌باشد. همچنین نتایج مطالعه با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری موجود در شبکه عصبی مصنوعی نشان داد که تابع پویا با ۲ لایه پنهان و اوزان تخصیص داده شده به لایه‌ها توانست مدلی بسازد که تا میزان ۶۳٪ نوسانات را پیش‌بینی نماید، اما با وارد کردن داده‌های آزمایشی به مدل و مقایسه نتایج واقعی با نتایج پیش‌بینی شده مانند روش قبل مشخص گردید که این مدل نیز از اعتبار لازم برخوردار نیست. در توضیح قدرت پیش‌بینی ماشین بردار پشتیبان بخش عمده تحقیقات انجام گرفته نشان از دقت بسیار بالا و اعتبار مدل‌های بدست آمده توسط این روش‌ها داشته‌اند، هر چند نتایج برخی تحقیقات حاکی از این بوده که بکارگیری این روش‌ها در کشورهای توسعه-نیافته و کشورهای کمتر توسعه‌یافته در مقایسه با کشورهای توسعه‌یافته، عملکرد ضعیفتری داشته‌اند. برای مثال قدرت پیش‌بینی ماشین بردار پشتیبان برای شاخص قیمت سهام NIKKEI 225 ۷۳٪ و S&P500 ۷۰٪ محاسبه شده، در حالی که قدرت پیش‌بینی آن برای شاخص قیمت سهام کره حدوداً ۵۸٪ برآورد شده است (کیم، ۲۰۰۳). همچنین بخش عمده تحقیقات انجام شده نشان از برتری روش ماشین بردار پشتیبان در مقایسه با شبکه-عصبی مصنوعی و برتری این دو در مقایسه با روش‌های کلاسیک داشته‌اند. در بررسی نتایج بدست آمده از رگرسیون لجستیک حاکی از معنی داری کل مدل می‌باشد لیکن از مجموع ۱۱ متغیر مالی انتخاب شده، تنها پنج متغیر موجود از معنی داری لازم برخوردار می‌باشند. ضمن اینکه این متغیرها در مجموع تنها ۴٪ نوسانات شاخص را پیش‌بینی نموده-اند. مطابق آنچه در مبانی نظری تحقیق به عنوان عوامل تأثیرگذار بر شاخص صنعت معرفی شد، عوامل متنوعی بر شاخص قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تأثیر می‌گذارند و

شاخص‌های بازار به عنوان یک متغیر کلان اقتصادی تحت تأثیر عوامل زیادی قرار دارند و سطح نفوذپذیری متغیرها روی شاخص قیمت سهام براساس شرایط هر کشور متفاوت است. نتایج بدست آمده نشان داد که در بازار سرمایه ایران علی‌رغم اینکه شاخص قیمت سهام برگرفته از قیمت سهام تک‌تک شرکت‌های موجود در شاخص می‌باشد که خود تحت تأثیر متغیرهای مالی قرار دارند اما شاخص بازار به عنوان یک متغیر کلان اقتصادی بیشتر تحت تأثیر عوامل سیاسی و اقتصادی موجود در بازار قرار می‌گیرد و در تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاران، عوامل اقتصادی، سیاسی و اجتماعی نیز نقش بسزایی داشته و این ترکیب از متغیرها، در این حجم و با بکارگیری این مدل‌ها در پیش‌بینی نوسان شاخص صنعت نمی‌تواند چندان مفید واقع شود. مضافاً اینکه نتیجه بدست آمده ممکن است بخاطر انتخاب موردی صنایع به عنوان نمونه آماری باشد. در نهایت با مقایسه نتایج بدست آمده از سه روش بکار گرفته شده می‌توان گفت که به لحاظ قدرت پیش‌بینی، روش‌های هوشمند در مقایسه با روش‌های کلاسیک بسیار بهتر عمل می‌کنند لیکن متغیرهای مالی منتخب برای پیش‌بینی نوسانات شاخص مناسب نمی‌باشند.

پیشنهاد‌های مبتنی بر نتایج پژوهش

از آنجائی که نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اطلاعات حسابداری تأثیر کمی بر پیش‌بینی نوسان قیمت شاخص‌های بازار دارند، به سیاستگذاران، تحلیلگران بازار و سرمایه‌گذاران پیشنهاد می‌شود در تصمیم‌گیری‌های خود تنها به اطلاعات حسابداری اکتفا نکرده و نقش سایر عوامل تأثیرگذار بر نوسانات بازار را نیز در کنار اطلاعات حسابداری در نظر بگیرند. همچنین تحقیق حاضر نشان داد بکارگیری روش‌های هوشمند به علت عدم نیاز به بررسی بسیاری از مفروضات روش‌های سنتی، عملکرد بهتری دارند، بنابراین به پژوهشگران و دانشگاهیان توصیه می‌شود در مطالعات خود از این روش‌ها بیشتر استفاده نمایند. همچنین به محققین پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی از سایر عوامل کلان تأثیرگذار بر شاخص قیمت سهام هم در کنار اطلاعات حسابداری به عنوان مجموعه‌ای از متغیرهای پیش‌بینی‌کننده استفاده و بهبود نتایج بدست آمده را با تحقیق حاضر مقایسه نمایند. از طرفی دیگر، با توجه به اینکه تنوع عوامل تأثیرگذار بر نوسانات شاخص قیمت سهام وابسته به شرایط هر کشور نیز می‌باشد، پیشنهاد می‌گردد بررسی مقایسه‌ای عوامل موثر بر شاخص بازار سهام ایران با سایر کشورها نیز صورت گیرد.

منابع

حساس یگانه، یحیی و امیدی، الهام. رابطه کیفیت اطلاعات حسابداری، تأخیر واکنش قیمت و بازدهی آتی سهام، فصلنامه علمی - پژوهشی مطالعات تجربی حسابداری مالی، شماره ۴۲، ۱۳۹۳

نمازی، محمد و رضایی، غلامرضا. بررسی اثرات کیفیت اقلام تعهدی و مربوط بودن اطلاعات مالی بر هزینه های نمایندگی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، فصلنامه علمی - پژوهشی مطالعات تجربی حسابداری مالی، شماره ۴۴، ۱۳۹۳

نیکو اقبال، علی اکبر، گندلی علیخانی، نادیا و نادری، اسماعیل، ارزیابی مدل های شبکه عصبی مصنوعی ایستا و پویا در پیش بینی قیمت سهام، فصلنامه علمی پژوهشی دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، شماره ۲۲، ۱۳۹۲

همت فر، محمود، حسینی، علی اکبر، شاه ویسی، فرهاد و نجفی، یوسف. روابط خطی و غیرخطی بین متغیرهای حسابداری و بازده سهام شرکت های صنعت خودرو و ساخت قطعات، پژوهشنامه حسابداری مالی و حسابرسی، شماره ۱۲، ۱۳۹۰

Alavi rad, A. Macroeconomic variables and stock market interactions: evidence from Iran, *International Journal of Economics & Financial Studies*, (3)(1), 2011

Bhanot, K. Anatomy of a government interventions in index stocks: Price pressure or information effects?, *Journal of business*, (79)(2), 2006

Gan, C. Macroeconomic variables and stock market interactions: Newzeland evidence, *Investment Management and Financial Innovations*, (3)(4), 2006

Huang, w., Nakamori, Y. and Wang, S. Forecasting stock market movement direction with support vector machine. *Elsevier, Computers & Operations Research*, (32), 2005

Kim, K. *Financial time series forecasting using support vector machines*, *Neuro computing*, (55), 2003

Sangami, H., Hassan, M. Macroeconomic Variables on Stock Market Interactions: The Indian Experience, *Journal of Business and Management*, (11), 2013

Shaverdi, M., Fallahi, S. and Bashiri, V. Prediction of stock price of Iranian petrochemical industry using GMDH-Type neural network and genetic algorithm. *Applied Mathematical Sciences*, (6), 2012

- Tay, F. E. H. and Cao, L. Application of support vector machines in financial time series forecasting. *Omega* (29),2001
- Wei, Z. *A svm approach in forecasting the moving direction Chinese stock indices*, Department of industrial and systems engineering, Thesis of Master of Sciences, Lehigh University ,2012