



## کاربرد روش‌های گوسی و شعاعی در پیش بینی محدودیت مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران

محمد رضا غلامزاده<sup>۱</sup>

مهدی فغانی<sup>۲</sup>

احمد پیغه<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت مقاله : ۹۷/۱۲/۱۶ تاریخ پذیرش مقاله : ۹۸/۰۳/۰۸

### چکیده

یکی از مسائل مهم در پیش بینی محدودیت مالی، انتخاب متغیرهای مناسب جهت پیش بینی می‌باشد. در این پژوهش جهت پیش بینی محدودیت مالی، روش هوش مصنوعی فرآیند گوسی و شبکه عصبی شعاعی را بررسی نمودیم. برای این منظور تعداد ۲۰۸ شرکت طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۶ به‌عنوان جامعه آماری انتخاب شده‌اند که با توجه به در دسترس بودن اطلاعات، تمام شرکت‌ها به‌عنوان نمونه آماری مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این پژوهش که نشان داد روش‌های هوش مصنوعی توانایی پیش بینی محدودیت مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد. بنابراین فرضیه اصلی این پژوهش تأیید می‌گردد و روش‌های شبکه عصبی شعاعی و فرآیند گوسی روش‌های کارآمد برای پیش‌بینی محدودیت مالی است. همچنین نتایج پژوهش نشان داد که متغیرهای ارزش شرکت، نسبت وجه نقد عملیاتی به دارایی‌ها، اهرم مالی، بازده دارایی‌ها، درصد مالکان نهادی دارای بیشترین اهمیت در پیش‌بینی محدودیت مالی می‌باشند.

### کلمات کلیدی

محدودیت مالی، شبکه عصبی شعاعی، رگرسیون فرآیند گوسی

۱- دانشجوی دوره دکتری حسابداری، دانشکده علوم انسانی، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران.

mrgholamzadeh@yahoo.com

۲- گروه حسابداری، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، سیستان و بلوچستان، ایران. faghani@acc.usb.ac.ir

۳- گروه حسابداری، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، سیستان و بلوچستان، ایران. pife@acc.usb.ac.ir

کاربرد روش‌های گوسی و شعاعی در پیش‌بینی محدودیت مالی شرکت‌های... / غلامزاده، فغانی و بیفه

مقدمه

بحث محدودیت‌های مالی یکی از موضوعات مهم و اساسی پیش روی تمام شرکت‌ها می‌باشد (خورشیدزاده، ۱۳۹۶). در چند دهه اخیر، به دلیل رخداد بحران‌های مالی پی در پی در اروپا و آسیا، بسیاری از شرکت‌ها در تأمین منابع مالی دچار مشکل شدند. با وجود چنین بحران‌هایی، مسئله تأمین مالی شرکت‌ها به یکی از مهم‌ترین مباحث مطرح در ادبیات مالی تبدیل شد. محیط اقتصادی متلاطم و متغیر شرکت‌ها که جهانی شدن بازارها، تغییر نیازهای مشتریان و افزایش رقابت در بازار محصولات مشخصه اصلی آن است، شرکت‌ها را مجبور کرد به طور دائم در پی بهبود عملکرد خود باشند. در این راستا، شرکت‌ها برای فعالیت‌ها و برنامه‌های خود به منابع مالی کافی نیاز دارند (آلمیدا و کامپلوا، ۲۰۰۲). مؤسسات و بنگاه‌های اقتصادی به ویژه فعالان در بخش صنعت، برای ادامه‌ی حیات و فعالیت‌های تولیدی خود و همچنین توسعه‌ی فعالیت‌ها، به سرمایه‌های کلان نیاز دارند. همچنین، این مؤسسات و بنگاه‌های اقتصادی برای تأمین سرمایه‌ی مورد نیاز خود وابستگی شدیدی به بازارهای مالی دارند. نقش این بازارها در اختیار گذاشتن سرمایه‌های لازم برای مؤسسات و شرکت‌ها است. یکی از نکات اساسی مورد توجه مدیران مالی بنگاه‌های اقتصادی، روش‌ها و میزان تأمین مالی است (دلآوری پور، ۱۳۹۰). باید توجه داشت که تأمین مالی به وسیله شرکت‌ها نامحدود نیست و شرکت‌ها از این بابت دارای محدودیت‌های تأمین منابع مالی هستند. محدودیت‌های مالی علاوه بر اینکه با محدود کردن دسترسی به وجوه مورد نیاز برای سرمایه منجر به از دست دادن فرصت‌های سرمایه‌گذاری و تأثیر منفی بر عملکرد و رشد بنگاه در آینده می‌شود، ممکن است بر بازدهی سهام شرکت نیز تأثیر منفی بگذارد. تأمین منابع مالی توسط شرکت‌ها نامحدود نیست و شرکت‌ها از این نظر با محدودیت مواجه هستند. شرکت‌هایی را واجد محدودیت مالی می‌نامند که دارای دسترسی پایین و پرهزینه به منابع تأمین مالی خارجی باشند (مرادی و همکاران، ۱۳۹۶). بنابراین با استفاده از این تعریف، تمام شرکت‌ها را می‌توان به عنوان شرکت‌های با محدودیت مالی تلقی کرد، اما سطوح محدودیت‌های مالی متفاوت است. در حالت کلی، شرکت‌های بدون محدودیت مالی و یا با محدودیت مالی کمتر، آنهایی هستند که به طور نسبی از دارایی‌های با قابلیت نقد شوندگی بالا برخوردارند و خالص دارایی آنها بالا است. بنابراین منظور از محدودیت‌های مالی، محدودیت‌هایی است که مانع تأمین همه وجوه مورد نیاز سرمایه‌گذاری مطلوب، برای شرکت‌ها باشند (امامی و فرید، ۱۳۹۵). شرکت‌های با محدودیت مالی از نارسایی‌های بازار سرمایه بیشتری برخوردار هستند و دسترسی محدودی به تأمین مالی خارجی دارند که این موضوع در بلندمدت به توانایی سودآوری، رشد و در نتیجه وضعیت مالی شرکت‌ها خدشه وارد نموده و چه بسا زمینه‌ساز عقب ماندن از عرصه رقابت و حذف از بازار را برای

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و یکم / زمستان ۱۳۹۸

شرکت‌ها ایجاد می‌نماید (مارچیکا و مورا، ۲۰۰۷). بنابراین این شرکت‌ها برای تامین مالی پروژه‌های سرمایه‌گذاری خود میزان بیشتری از وجه نقد را نگهداری می‌کنند و از فرصت‌های سرمایه‌گذاری سودآور صرف نظر می‌کنند (مشایخ و باقری، ۱۳۹۴). طبق نظر فازاری، شرکت‌ها زمانی دچار محدودیت تامین مالی هستند که بین منابع تامین مالی شده از داخل و منابع خارجی تخصیص داده شده با یک شکاف روبه باشند (دلاوری پور، ۱۳۹۰). محدودیت‌ها، عملکرد هر سیستم را تعیین می‌کنند و هر سیستمی دارای حداقل محدودیت‌هاست. به عبارت دیگر، عملکرد هر سیستم را می‌توان از طریق ارزیابی مدیریت محدودیت‌ها تعیین کرد و هیچ سیستمی وجود ندارد که هیچ گونه محدودیتی نداشته باشد. بنابراین، پیش‌بینی محدودیت مالی یک پدیده با اهمیت برای سرمایه‌گذاران، اعتباردهندگان و سایر استفاده‌کنندگان از اطلاعات مالی محسوب می‌شود.

### مبانی نظری

منظور از اصطلاح محدودیت مالی این است که در تامین مالی برای تمامی سرمایه‌گذاری‌های مطلوب مانعی وجود داشته باشد (حقیقت و زرگر، ۱۳۹۲). کامل‌ترین و صریح‌ترین تعریف از محدودیت مالی این است که شرکت‌ها زمانی در محدودیت تامین مالی هستند که بین مصارف داخلی و مصارف خارجی وجوه تخصیص داده شده با یک شکاف رو به رو باشند. بنابراین با استفاده از این تعریف، تمام شرکت‌ها را می‌توان به عنوان شرکت‌های با محدودیت مالی تلقی کرد، اما سطوح محدودیت‌های مالی متفاوت است (برادران حسن زاده و همکاران، ۱۳۹۳). شرکتی که در دسترسی به منابع خارجی بازار سرمایه با مشکلات بیشتری مواجه باشد، بخش بیشتری از منابع مالی مورد نیاز خود را از منابع داخل شرکت تامین می‌کند. بنابراین نمی‌تواند از طریق اخذ وام از منابع خارجی به وجه نقد دسترسی پیدا کند. به همین دلیل دچار محدودیت مالی می‌شود. این محدودیت‌ها، به محدودیت‌های داخلی و خارجی تقسیم می‌شوند (آلمیدا و کامپلو، ۲۰۰۲). محدودیت‌های مالی داخلی محدودیت‌هایی هستند که در ارتباط با منابع (وجوه نقد) داخل واحد تجاری مطرح بوده و می‌توان آن را تحت عنوان نظریه نمایندگی مطرح کرد. محدودیت‌های مالی خارجی محدودیت‌هایی هستند که در ارتباط با منابع مالی خارج از واحد تجاری بوده و از طریق انتشار اوراق قرضه و ... حاصل می‌شوند. این محدودیت را می‌توان طبق نظریه عدم تقارن اطلاعاتی مطرح کرد. طبق این نظریه مدیران درباره جریان نقدی، فرصت‌های سرمایه‌گذاری و به طور کلی چشم انداز آتی و ارزش واقعی شرکت اطلاعاتی بیش از اطلاعات سرمایه‌گذاران برون سازمانی در اختیار دارند (محمدزاده و ابیضی، ۱۳۹۷). شرکت‌های مواجه شده با محدودیت مالی، بین مصارف داخلی و مصارف خارجی وجوه تخصیص داده شده با نوعی شکاف روبه رو هستند. زمانی که تفاوت بین مصارف داخلی و

کاربرد روش‌های گوسی و شعاعی در پیش‌بینی محدودیت مالی شرکت‌های... / غلامزاده، فغانی و بیفه

خارجی وجوه سرمایه‌گذاری در یک شرکت زیاد و بالا است، آن شرکت از نظر مالی محدودیت بیشتری دارد (محمدزاده و ابیضی، ۱۳۹۷). منظور از محدودیت مالی این است که عواملی مانع تأمین وجوه لازم برای همه سرمایه‌گذاری‌های مطلوب می‌شود. گارسایا و میراساوغورب<sup>۳</sup> (۲۰۱۴) بیان می‌کنند شرکت‌های با محدودیت مالی، تمایل دارند وجوه نقد خود را نخست برای تأمین مالی طرح‌های سودآور و سپس در دارایی‌های ثابت یا سرمایه در گردش سرمایه‌گذاری کنند. آنها وجوه نقد خود را به گونه‌ای سرمایه‌گذاری می‌کنند که تضمینی برای دریافت وام جدید به حساب آید. شرکت‌ها به دلیل مشکلات تأمین مالی که در آینده با آنها مواجه خواهند شد، به افزایش دارایی‌های ثابت مشهود تمایل بیشتری دارند (لاری دشت بیاض و همکاران، ۱۳۹۷). محدودیت‌های مالی در ایران یک نوع رقابت و تضاد بین سرمایه‌گذاری‌های جاری و آتی به وجود آورده، با وجود ریسک جریان‌های وجوه نقد آتی، باعث ایجاد انگیزه مدیران جهت اقدام برای پس اندازهای احتیاطی می‌شود بنابراین با کمبود منابع مدیران برای سرمایه‌گذاری‌ها مجبور به استفاده از منابع داخلی شوند و به خاطر همین احتمال از دست دادن بعضی از سرمایه‌گذاری‌ها را به علت محدود بودن منابع مالی به همراه دارند، نارسایی‌های موجود در بازار سرمایه ایران با ایجاد شکاف هزینه‌ای بین تأمین مالی داخلی و خارجی می‌تواند شرکت‌ها را در تأمین منابع مالی مورد نیازشان با مشکل مواجه کرده و آن دسته از موانعی دارد که مانع تأمین وجوه برای سرمایه‌گذاری‌های مطلوب می‌شود. عدم توانایی در تأمین وجوه برای سرمایه‌گذاری ممکن است ناشی از شرایط بد اعتباری و عدم توانایی در گرفتن وام، یا عدم توانایی در انتشار سهام جدید، یا وجود دارایی‌های غیرنقد شونده می‌باشد باعث به وجود آمدن محدودیت‌های مالی برای شرکت‌ها شود (حقیقی، ۱۳۹۶). در حالت کلی شرکت‌های بدون محدودیت مالی و یا محدودیت مالی کمتر، آنهایی هستند که به طور نسبی از دارایی‌های با قابلیت نقدشوندگی بالا برخوردارند و خالص دارایی آنها بالا است. بنابراین، منظور از محدودیت‌های مالی، محدودیت‌هایی است که مانع تأمین همه وجوه مورد نیاز برای سرمایه‌گذاری مطلوب برای شرکت‌ها می‌گردد (نصرت و بادآور نهنندی، ۱۳۹۷). تعیین دلیل یا دلایل دقیق محدودیت مالی و مشکلات مالی در هر مورد خاص کار آسانی نیست. در اغلب موارد دلایل متعددی با هم منجر به پدیده محدودیت مالی می‌شوند (زرنگار، ۱۳۹۳).

**پیشینه پژوهش**

**پژوهش داخلی**

قوی پنجه و غریب (۱۳۹۷) به بررسی رابطه بین محدودیت در تأمین مالی و اجتناب مالیاتی پرداختند. برای این منظور اطلاعات مالی ۱۰۲ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران طی دوره زمانی

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و یکم / زمستان ۱۳۹۸

۱۳۸۸ تا ۱۳۹۴ بررسی شد. نتایج پژوهش حاکی از آن است که بین محدودیت در تأمین مالی و اجتناب مالیاتی شرکت‌ها رابطه معناداری وجود ندارد.

حسینی و اکبری (۱۳۹۷) به تحلیل رفتار مدیران در گزارش سود: ارزیابی نقش ناکارای سرمایه‌گذاری و محدودیت مالی پرداختند. نتایج نشان دادند مدیریت سود به طور معنی‌دار و مثبتی تحت تأثیر تصمیمات ناکارای سرمایه‌گذاری قرار دارد. این در حالی است که محدودیت‌های مالی اثر معنی‌داری بر مدیریت سود نداشت.

رضوانی و پاک‌مرام (۱۳۹۷) به بررسی رابطه بین محدودیت مالی و نوع اظهارنظر حسابرس در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. جامعه مورد مطالعه شامل ۹۸ شرکت طی سال‌های ۱۳۹۱ الی ۱۳۹۵ می‌باشد. نتایج آزمون فرضیه حاکی از عدم وجود ارتباط معنی‌دار بین محدودیت مالی و نوع اظهارنظر حسابرس در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد. هادیان و همکاران (۱۳۹۶) به ارزیابی تأثیر عامل محدودیت مالی بر توان تبیین بازده سهام توسط مدل‌های سه‌عاملی فاما و فرنچ، چهار عاملی کارهات و پنج عاملی فاما و فرنچ پرداختند. یافته‌های پژوهش حاکی از این است که بازده سهام شرکت‌های دارای محدودیت مالی با هم حرکت می‌کنند؛ یعنی محدودیت مالی بیانگر یک بعد ریسک مشترک و سیستماتیک است. به علاوه، با اضافه کردن عامل محدودیت مالی به مدل‌های سه‌عاملی فاما و فرنچ و چهار عاملی کارهات، توان این مدل‌ها در تبیین بازده سهام افزایش می‌یابد؛ اما شواهدی دال بر اینکه افزودن عامل محدودیت مالی به مدل پنج‌عاملی فاما و فرنچ، توان تبیین بازده سهام توسط این مدل را افزایش می‌دهد، یافت نشد.

حقیقی (۱۳۹۶) در تحقیقی به بررسی رابطه محدودیت مالی بر اساس مدل KZ کاپلان و زینگالس و کارایی سرمایه‌گذاری پرداخت. نمونه شامل ۷۹ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران بین سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۹۲ را در برمی‌گیرد. فرضیات بر اساس همبستگی چند رشته‌ای، دوربین-واتسون و آزمون‌های F (فیشر) و رگرسیون خطی چندمتغیره، مورد آزمون قرار گرفتند. متغیر مستقل این پژوهش محدودیت‌های مالی است و متغیر وابسته تحقیق کارایی سرمایه‌گذاری (سرمایه‌گذاری کمتر از حد، سرمایه‌گذاری بیشتر از حد) می‌باشد. نتایج به دست آمده از این تحقیق حکایت از ارتباط منفی معنادار بین محدودیت‌های مالی و سرمایه‌گذاری کمتر از حد، سرمایه‌گذاری بیشتر از حد می‌باشد.

خواجوی و صالحی نیا (۱۳۹۴) محدودیت‌های تأمین مالی و رشد شرکت را مورد مطالعه قرار دادند. این پژوهش به بررسی رابطه محدودیت‌های تأمین مالی و رشد ۱۷۳ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران طی سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰ پرداخت. از تحلیل آماری رگرسیون خطی چندگانه برای

کاربرد روش‌های گوسی و شعاعی در پیش‌بینی محدودیت مالی شرکت‌های... / غلامزاده، فغانی و بیغه

آزمون فرضیه‌های پژوهش استفاده شد. نتایج آزمون فرضیه‌های پژوهش نشان می‌دهد که بین محدودیت‌های تأمین مالی و رشد دارایی‌ها و رشد فروش به‌عنوان شاخص‌های محاسبه رشد شرکت رابطه منفی معناداری وجود دارد. به‌بیان‌دیگر، شرکت‌هایی که از یک‌سو دارای مانده وجه نقد، سود تقسیمی و شاخص کیوتوبین کمتری هستند و از سوی دیگر دارای نسبت اهرمی بزرگ‌تری می‌باشند، رشد کمتری دارند. همچنین بین اندازه شرکت و رشد شرکت رابطه مستقیم و بین نسبت سود تقسیمی به کل دارایی‌ها و رشد شرکت رابطه معکوسی وجود دارد.

رحیمیان و جان فدا (۱۳۹۳) به بررسی نظام راهبری شرکتی و محدودیت‌های مالی (حساسیت سرمایه‌گذاری به جریان نقد) پرداختند. نمونه مورد استفاده در این مطالعه، مشتمل بر ۱۰۲ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران طی سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۰ است و برای آزمون فرضیه‌ها از روش‌های رگرسیون خطی و خوشه بندی استفاده شده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که تعداد سهامداران عمده و استقلال هیئت مدیره، تأثیر افزایشی و معنادار بر محدودیت‌های مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران دارند.

هزارخانی و همکاران (۱۳۹۳) به تحلیل حساسیت تأثیر جریان نقدی بر محدودیت مالی بر اساس مدل بائو پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که الگوی حساسیت جریان نقدی\_ وجه نقد در شرکت‌های با جریان نقد منفی، به نسبت سایر شرکت‌ها، دارای تفاوت است. نتایج دیگر تحقیق همچنین بیانگر این موضوع بود که اهمیت حساسیت جریان نقدی \_ وجه نقد در شرکت‌های با محدودیت مالی بالا کمتر از شرکت‌های با محدودیت مالی پایین است. همچنین نتایج نشان داد که نظارت خارجی می‌تواند بر ارزش حساسیت جریان نقدی - وجه نقد تأثیرگذار باشد، زیرا نتایج تحقیق نشان داد که در شرکت‌های با نظارت خارجی بالا، حساسیت جریان نقدی - وجه نقد از اهمیت بیشتری برخوردار است.

### پژوهش خارجی

ایوان و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۷) پژوهشی با عنوان عوامل تعیین‌کننده پول نقد و سررسید بدهی با در نظر گرفتن محدودیت مالی انجام دادند. آن‌ها انتخاب‌های مشترک را برای یک نمونه بزرگ از شرکت‌ها برای دوره ۱۹۸۵-۲۰۱۳ بررسی کردند. آن‌ها دریافتند که بین سررسید بدهی و دارایی نقد رابطه مثبت وجود دارد که این رابطه مثبت بین شرکت‌های با محدودیت مالی نیز وجود دارد.

بالمیر و وایتد<sup>۵</sup> (۲۰۱۷) در پژوهشی با عنوان "آیا محدودیت مالی قیمت‌گذاری می‌شود؟ شواهدی از رویکرد متنی" با استفاده از رویکرد متنی یک معیار نوین برای اندازه‌گیری محدودیت مالی ایجاد نموده و اثر آن را بر بازده موردبررسی قرارداداند. معیار اندازه‌گیری محدودیت مالی آن‌ها به سه معیار محدودیت

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و یکم / زمستان ۱۳۹۸

در تأمین مالی از طریق سرمایه، بدهی و معیار کلی اندازه‌گیری محدودیت مالی قابل تفکیک بود. نتایج استفاده از هر سه معیار، نشان داد که شرکت‌های دارای محدودیت مالی نسبت به سایر شرکت‌ها بازده بالاتری کسب می‌نمایند. به علاوه بازده این شرکت‌ها به‌طور همگام تغییر می‌کند و توسط مدل فاما و فرنچ پنج عاملی (۲۰۱۵) قابل توضیح نیست. نتایج این پژوهش نشان داد که عامل محدودیت مالی بازده مازاد تعدیل شده ۶/۵ درصد کسب می‌کند.

کورت<sup>۶</sup> (۲۰۱۷) جهت بررسی رابطه بین مدیریت سود و محدودیت‌های مالی با لحاظ کردن فرضیه اقدام فرصت‌طلبانه، فرضیه انتظارات عقلایی و فرضیه علامت‌دهی دریافتند شرکت‌های دارای محدودیت‌های مالی در قیاس با شرکت‌های بدون محدودیت مالی بیشتر درگیر مدیریت سود رو به بالا هستند.

لی و پارک<sup>۷</sup> (۲۰۱۶) به بررسی تعامل بین محدودیت‌های مالی و حاکمیت شرکتی در تعیین سطح نگهداشت وجه نقد پرداختند. نتایج پژوهش حاکی از آن است که حاکمیت شرکتی مشکلات نمایندگی مربوط به سطح نگهداشت وجه نقد را در شرکت‌هایی که با محدودیت مالی کمتر مواجه هستند، کاهش می‌دهد. همچنین نتایج نشان داد شرکت‌هایی که با محدودیت مالی کمتر مواجه هستند، سطح حاکمیت شرکتی را افزایش می‌دهند و استانداردهای حاکمیت شرکتی را اتخاذ می‌کنند.

یانگ (۲۰۱۵) در پژوهشی با عنوان "محدودیت در تأمین مالی از طریق بدهی و سرمایه" به بررسی تأثیر محدودیت مالی بر بازده سهام پرداخت. نمونه مورد استفاده شامل شرکت‌های بورس سهام نیویورک برای دوره ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۲ بود. در این پژوهش به منظور محاسبه محدودیت مالی از یک مدل ساختاری با قید حداکثر سازی ارزش شرکت، استفاده شد. نتایج پژوهش نشان داد که محدودیت در تأمین مالی از طریق بدهی در یک سال، منجر به ایجاد صرف ریسک سه درصدی خواهد شد.

پژوهش دیگری توسط لیائو<sup>۸</sup> (۲۰۱۴) نشان داد که شرکت‌ها از فروش بلوکی سهام خود به دیگر شرکت‌ها منتفع می‌شوند و محدودیت‌های مالی خود را کاهش می‌دهند. او دریافت که شرکت‌های هدف، عمدتاً شرکت‌هایی هستند که از محدودیت مالی رنج می‌برند، اما از فرصت‌های سرمایه‌گذاری و رشد بالایی برخوردارند. این شرکت‌ها حتی نسبت به شرکت‌هایی که محدودیت مالی ندارند بازدهی بالاتری را در زمان تصاحب تجربه می‌کنند. بر اساس یافته‌های او بعد از تصاحب، ۲۷ درصد (۹٪) شرکت‌های هدف اقدام به انتشار سهام (اوراق قرضه) جدید می‌کنند و ارزش کل بازار خود را حدود ۲۷ درصد (۲۴٪) افزایش می‌دهند. به دنبال کاهش محدودیت‌های مالی، شرکت‌های هدف، مخارج سرمایه‌گذاری و فروش خود را نیز افزایش می‌دهند.

کاربرد روش‌های گوسی و شعاعی در پیش‌بینی محدودیت مالی شرکت‌های... / غلامزاده، فغانی و بیفه

یانگ<sup>۹</sup> و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی به بررسی تاثیر محدودیت‌های مالی و هزینه‌های نمایندگی بر کارایی سرمایه‌گذاری پرداختند که نتایج آن نشان داد شرکت‌هایی که جریان نقد آزاد بیش از حد مطلوب دارند، بیشتر احتمال دارد که بیش سرمایه‌گذاری کنند و دلیل آن هزینه‌های نمایندگی است و شرکت‌هایی که جریان نقد آزاد کمتر از حد مطلوب دارند، به کم سرمایه‌گذاری تمایل دارند و علت آن محدودیت‌های مالی است.

کالاتزیس<sup>۱۰</sup> و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهشی خود مستقیماً به موضوع تأثیر نظام راهبری شرکتی بر محدودیت‌های مالی پرداختند. آنان با استفاده از داده‌های ۵۳۲ شرکت سهامی عام برزیلی طی سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۲، نتیجه گرفتند که تمرکز مالکیت و کنترل بالاتر، موجب محدودیت‌های مالی بیشتر می‌گردد.

### فرضیه‌های پژوهش

یکی از مزیت‌های استفاده از شبکه‌های عصبی در این است که مدل شبکه به راحتی بر پایه‌ی داده‌های ورودی و خروجی ساخته و آموزش داده می‌شود و قادر است که با دقت مناسب خروجی فرایندهای دینامیک را پیش‌بینی کند (بیات و همکاران، ۱۳۹۷). الگوریتم فرآیند گوسی و شبکه عصبی در گروه روش‌های یادگیری ماشین و سیستم‌های خبره هوش مصنوعی هستند. نظام راهبری افضل خواهد توانست، میزانی که سهامداران کنترل‌کننده می‌توانند در تملک (سلب مالکیت) نقش ایفا کنند را کاهش دهد و به این ترتیب، محدودیت‌های مالی شرکت را بکاهد (رحیمیان و جان فدا، ۱۳۹۳). برخی از پژوهش‌گران معتقدند سازوکارهای هیئت‌مدیره شرکت‌ها، بر محدودیت در تأمین مالی آن‌ها تأثیر بسزایی می‌گذارد؛ دیدگاه این پژوهش‌گران بر این مبنا استوار است که ویژگی‌های هیئت‌مدیره بر فرایند نظارتی آن‌ها در شرکت تأثیر دارد؛ به همین دلیل این خصوصیت‌ها می‌تواند عامل مؤثری در تعیین میزان اعتماد سهامداران و بستانکاران نسبت به شرکت باشد و این نیز احتمالاً بر میزان محدودیت تأمین مالی شرکت‌ها تأثیرگذار است (افسرده و نیازی، ۱۳۹۴). از آنجایی که محدودیت مالی، ریسک شرکت را افزایش می‌دهد، انتظار می‌رود سرمایه‌گذاران از شرکت‌هایی که محدودیت مالی بیشتری دارند، توقع بازده و عملکرد بالاتری داشته باشند. با توجه به مبانی نظری بیان‌شده و هدف پژوهش متغیرهای اولیه در سه گروه معیارهای حاکمیت شرکتی، معیارهای ارزیابی عملکرد و نسبت‌های مالی انتخاب و فرضیه‌های زیر تدوین شده است.

۱- روش هوش مصنوعی فرآیند گوسی توانایی بالایی جهت پیش‌بینی محدودیت مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد.



فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و یکم / زمستان ۱۳۹۸

۲- روش هوش مصنوعی شبکه عصبی شعاعی توانایی بالایی جهت پیش بینی محدودیت مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد.

۳- روش هوش مصنوعی فرآیند گوسی نسبت به روش شبکه عصبی شعاعی توانایی بالاتری جهت پیش بینی محدودیت مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد.

**روش پژوهش**

**جامعه و نمونه آماری پژوهش**

این تحقیق از لحاظ هدف کاربردی و به لحاظ نوع مطالعه میدانی- کتابخانه‌ای، با استفاده از اطلاعات تاریخی به صورت پس رویدادی است. جامعه آماری این تحقیق شامل کلیه شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد. در این تحقیق برای این که نمونه آماری یک نماینده مناسب از جامعه آماری مورد نظر باشد، از روش حذف سیستماتیک استفاده شده است. برای این منظور ۵ معیار زیر در نظر گرفته شده و در صورتی که شرکتی کلیه معیارها را احراز کرده باشد به عنوان نمونه تحقیق انتخاب شده و مابقی حذف می‌شوند.

- ✓ شرکت قبل از سال ۱۳۹۰ در بورس پذیرفته شده و تا پایان سال ۱۳۹۶ در بورس فعال باشد.
- ✓ شرکت نباید از گروه شرکت‌های سرمایه گذاری، هلدینگ‌ها و واسطه‌گری مالی باشد.
- ✓ شرکت طی بازه زمانی تحقیق تغییر سال مالی نداشته باشد.
- ✓ اطلاعات مالی شرکت‌ها در دسترس باشد.

بعد از مدنظر قرار دادن کلیه معیارهای بالا، تعداد ۲۰۸ شرکت به عنوان جامعه غربالگری شده باقیمانده است. که همه آن‌ها به عنوان نمونه انتخاب شده‌اند.

**متغیرهای تحقیق**

متغیرهای استفاده شده در این تحقیق با توجه به پژوهش‌های لگزیان و همکاران (۱۳۹۰)، جهانگیرنیا و همکاران (۱۳۹۶)، ساعتی قره موسی و همکاران (۱۳۹۶)، کرمی و همکاران (۱۳۸۸)، احمدپورو رحمانی فیروزجایی، (۱۳۸۶)، احمدپورو، رحمانی فیروز جایی، (۱۳۸۶)، مهرآرا و همکاران (۱۳۹۲)، شریعت پناهی و خسروی (۱۳۸۷)، زمانی شبخانه و باقری (۱۳۹۲)، جهانشاد و شعبانی (۱۳۹۴) در سه گروه معیارهای حاکمیت شرکتی، معیارهای ارزیابی عملکرد و نسبت‌های مالی به شرح جدول شماره (۱) می‌باشد.

کاربرد روش‌های گوسی و شعاعی در پیش‌بینی محدودیت مالی شرکت‌های... / غلامزاده، فغانی و بیفه

جدول ۱- متغیرهای پژوهش

نام متغیر کمی	تعریف عملیاتی
بازده دارایی	سود خالص/کل دارایی‌ها
بازده حقوق صاحبان سهام	سود خالص / حقوق صاحبان سهام
بازده سهام	بازده سهام سالانه شرکت
اهرم مالی	کل بدهی / کل دارایی
نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام	کل بدهی / کل حقوق صاحبان سهام
نسبت گردش دارایی	کل فروش / کل دارایی
ارزش شرکت	لگاریتم طبیعی ارزش بازار شرکت
بازده فروش	سود خالص / فروش خالص
نسبت وجه نقد عملیاتی به کل دارایی‌ها	وجه نقد عملیاتی / دارایی‌ها
نسبت بدهی بلندمدت به کل دارایی‌ها	بدهی بلندمدت / کل دارایی‌ها
نسبت بدهی کوتاه مدت به کل دارایی‌ها	بدهی کوتاه مدت / کل دارایی‌ها
اندازه شرکت	لگاریتم طبیعی کل دارایی‌ها
نسبت سود تقسیمی	سود تقسیمی هر سهم / جمع دارایی‌ها
ریسک سیستماتیک	ریسک سیستماتیک درجه تغییرات بازده یک سرمایه‌گذاری خاص نسبت به تغییرات بازده مجموعه سرمایه‌گذاری بازار است و با شاخص $\beta$ اندازه‌گیری می‌شود. $\beta = \frac{\text{Cov}(R_m, R_i)}{\delta^2 R_m}$
نسبت قیمت به سود هر سهم	از تقسیم قیمت سهام بر سود هر سهم به‌دست آمده است.
اندازه هیات مدیره	تعداد اعضای هیات مدیره شرکت
نسبت مدیران غیر موظف	از تقسیم تعداد مدیران غیر موظف به کل اعضای هیات مدیره
نسبت مالکان نهادی	مجموع سهام متعلق به سهامداران بیش از ۵٪
متغیر وابسته	
محدودیت مالی	مدل بومی حصار زاده

یافته‌های پژوهش

متغیر گزینی (روش انتخاب ویژگی مبتنی بر Relief-F)

این روش از یک راه حل آماری برای انتخاب ویژگی استفاده می کند. این روش یک الگوریتم مبتنی بر وزن دهی به متغیرهای مستقل است که ایده آن از الگوریتم های مبتنی بر نمونه الهام گرفته شده است. این الگوریتم از میان مجموعه  $D$  نمونه آموزشی یک زیرمجموعه شرکت انتخاب می کند. الگوریتم به صورت تصادفی یک شرکت-سال از این زیرمجموعه را به عنوان یک نمونه انتخاب می کند، سپس مبتنی بر ویژگی های (متغیرهای مستقل) این نمونه، نزدیک ترین برخورد<sup>۱۱</sup> و نزدیک ترین شکست<sup>۱۲</sup> را بر اساس تابع ارزیابی فاصله اقلیدسی پیدا می کند. نزدیک ترین برخورد، نمونه ای (شرکت-سالی) است که کمترین فاصله اقلیدسی را در میان سایر نمونه های هم کلاس با نمونه انتخاب شده دارد. منظور از هم کلاس یعنی اگر نمونه انتخابی هموار ساز سود بود، بر اساس فاصله اقلیدسی به دنبال شرکت-سالی می گردد که همین خصوصیات را داشته باشد و دوماً متغیرهای مستقل آن از لحاظ فاصله اقلیدسی به شرکت-سال انتخابی نزدیک باشد. نزدیک ترین شکست نیز شرکت-سالی است که کمترین فاصله اقلیدسی را در میان نمونه هایی که هم کلاس با نمونه انتخاب شده نیستند، دارد. ایده اصلی در این الگوریتم این است که هر چه اختلاف بین اندازه یک ویژگی در شرکت-سال انتخاب شده و نزدیک ترین برخورد کمتر باشد، این ویژگی بهتر است و علاوه بر یک ویژگی خوب آن است که اختلاف بین اندازه آن ویژگی و نزدیک ترین شکست آن بیشتر باشد.

Relief( $D, S, NoSample, Threshold$ )

- (1)  $T = \phi$
- (2) Initialize all weights,  $W_j$ , to zero.
- (3) For  $i = 1$  to  $NoSample$  /\* Arbitrarily chosen \*/  
Randomly choose an instance  $x$  in  $D$   
Finds its  $nearHit$  and  $nearMiss$   
For  $j = 1$  to  $N$   
 $W_j = W_j - diff(x_j, nearHit_j)^2 + diff(x_j, nearMiss_j)^2$
- (4) For  $j = 1$  to  $N$   
If  $W_j \geq Threshold$   
Append feature  $f_j$  to  $T$
- (5) Return  $T$

### شکل ۱- الگوریتم Relief

در این الگوریتم هر کدام از متغیرهای مستقل در ابتدا دارای یک وزن  $W$  هستند، که در شروع الگوریتم مقدار آن برابر صفر است. الگوریتم پس از تعیین نزدیک ترین برخورد و نزدیک ترین شکست، وزن های ویژگی ها را به روز رسانی می کند. این به روز رسانی، به این صورت است که مربع اختلاف بین مقدار

کاربرد روش‌های گوسی و شعاعی در پیش‌بینی محدودیت مالی شرکت‌های... / غلامزاده، فغانی و بیفه

ویژگی موردنظر در نمونه انتخاب‌شده و نمونه نزدیک‌ترین برخورد از وزن ویژگی کم می‌شود و مربع اختلاف بین مقدار ویژگی در نمونه انتخاب‌شده و نزدیک‌ترین شکست، به وزن ویژگی اضافه می‌شود. هر چه مقدار این وزن بزرگ‌تر باشد، ویژگی موردنظر، بهتر می‌تواند شرکت‌های متعلق به یک کلاس را از دیگر شرکت‌ها جدا کند. بعد از تعیین فاصله برای تمام شرکت-سال‌های موجود در مجموعه نمونه‌ها، الگوریتم، ویژگی‌هایی ( $f$ ) را که وزن آن‌ها کمتر یا مساوی با یک حد آستانه ( $Threshold$ ) و منفی است را حذف می‌کند و سایر ویژگی‌ها به‌عنوان زیرمجموعه ویژگی جواب ( $T$ )، بازمی‌گردند. مقدار حد آستانه توسط کاربر تعیین می‌گردد، البته ممکن است که به‌صورت اتوماتیک به‌وسیله تابعی از تعداد کل ویژگی‌ها تعیین شود و یا اینکه با سعی و خطا تعیین گردد. Relief برای ویژگی‌های نویزی و همبسته خوب عمل می‌کند و پیچیدگی زمانی آن به‌صورت تابعی خطی از تعداد ویژگی‌های داده‌شده و  $NoSample$  است. این الگوریتم برای نمونه‌های با ویژگی‌های پیوسته و اسمی<sup>۱۳</sup> هم خوب کار می‌کند. یکی از محدودیت‌های اساسی این الگوریتم این است که ویژگی‌هایی که دارای افزونگی<sup>۱۴</sup> باشند را پیدا نمی‌کند و بنابراین، مجموعه‌های غیر بهینه را پیدا می‌کند که دارای افزونگی هستند. این مشکل را می‌توان با یک جستجوی تعیین جامعیت<sup>۱۵</sup> برای زیرمجموعه‌های انتخاب‌شده توسط الگوریتم حل کرد. علاوه بر این، مشکل دیگر الگوریتم این است که با مسائل دو کلاسه خوب کار می‌کند. این محدودیت نیز با الگوریتم Relief-F مرتفع شده و با الگوریتم جدید مشکل داده‌های غیر کامل (نمونه‌های آموزشی غیر کامل) نیز حل شده است. همچنین نسخه دیگری از این الگوریتم با نام RRelief-F برای مسائل رگرسیون نیز وجود دارد. داده‌های شرکت-سال جمع‌آوری شده برای متغیر وابسته بازده سهام به الگوریتم انتخاب ویژگی RRelief-F داده شدند و برای پیدا کردن نزدیک‌ترین برخوردها و نزدیک‌ترین شکست‌ها از الگوریتم KNN<sup>۱۶</sup> با مقدار  $K = 200$  استفاده شد در Error! Reference source not found. جدول ۲ متغیرهای مستقل انتخابی جهت ورود به روش‌های هوش مصنوعی ارائه شده است.

جدول ۲- متغیرهای مستقل انتخابی توسط الگوریتم RRelief-F

x1	ارزش شرکت
x2	نسبت وجه نقد عملیاتی به دارایی‌ها
x3	اهرم مالی
x4	بازده دارایی‌ها
x5	درصد مالکان نهادی

پس از انتخاب متغیرهای مستقل مسئله، این متغیرهای مستقل جهت ساخت مدل به روش‌های هوش مصنوعی داده شده اند.

رگرسیون فرآیند گوسی (GPR)

رگرسیون فرآیند گوسی<sup>۱۷</sup> مدل‌های احتمالاتی مبتنی بر هسته غیر پارامتری است. مجموعه‌ای از شرکت-سال‌ها به صورت  $\{(x_i, y_i), i = 1, 2, \dots, n\}$  را در نظر بگیرید که تابع توزیع ناشناخته‌ای آمده باشند.  $x_i \in R^d$  نشان دهنده بردار متغیرهای مستقل یک شرکت است و  $y_i \in R$  متغیر وابسته یعنی محدودیت مالی است. مدل GPR مسئله پیش بینی مقدار متغیر وابسته پیوسته برای اساس متغیرهای مستقل داده شده پیش‌بینی می‌کند. مدل رگرسیون خطی GPR به صورت زیر است:

$$y(x) = \beta^T x + \epsilon \quad (۱)$$

که در آن  $\epsilon \sim N(0, \sigma^2)$  است. واریانس خطا  $\sigma^2$  و ضرایب  $\beta$  با استفاده از GPR از روی شرکت-سال‌ها تقریب زده می‌شود. یک مدل GPR پاسخ را با معرفی متغیرهای پنهان،  $f(x_i), i = 1, 2, \dots, n$ ، از یک فرآیند گوسی و توابع پایه صریح<sup>۱۸</sup>،  $h$ ، توضیح می‌دهد. تابع کوواریانس متغیرهای پنهان<sup>۱۹</sup> را هموارساز می‌کند و توابع پایه ورودی  $x$  را به یک فضای ویژگی‌ای  $p$  بعدی تصویر می‌کند. مدل گوسی، یک مجموعه از متغیرهای تصادفی است، به طوری که هر تعداد محدود از آنها دارای توزیع گوس توام باشند. اگر  $\{f(x), x \in R^d\}$  یک فرآیند گوسی است، آنگاه با  $n$  شرکت-سال  $x_1, x_2, \dots, x_n$ ، متغیرهای تصادفی از توزیع توام  $f(x_1), f(x_2), \dots, f(x_n)$  گوسی هستند. مدل گوسی به وسیله تابع میانگین  $m(x)$  و تابع کوواریانس  $k(x, x')$  شناخته می‌شود. یعنی، اگر  $\{f(x), x \in R^d\}$  فرآیندی گوسی است، آنگاه  $E(f(x)) = m(x)$  و  $Cov[f(x), f(x')] = E\{[f(x) - m(x)][f(x') - m(x')]\} = k(x, x')$  حال مدل زیر را در نظر بگیرید:

$$h(x)^T \beta + f(x) \quad (۲)$$

که در آن  $f(x) \sim GP(0, k(x, x'))$ ، یعنی  $f(x)$  یک فرآیند گوسی با میانگین صفر و واریانس  $k(x, x')$  است.  $h(x)$ ها توابع پایه‌ای هستند که بردار ویژگی شرکت-سال‌ها را (یعنی متغیرهای مستقل هر شرکت که در فضای ورودی  $R^d$  هستند) را بردار ویژگی جدید  $h(x)$  در فضای  $R^p$  منتقل می‌کنند.  $\beta$  ضرایب تابع‌های پایه هستند که دارای ابعاد  $1 \times p$  اند. هر شرکت-سال به همراه متغیر وابسته به صورت زیر مدل می‌شود:

کاربرد روش‌های گوسی و شعاعی در پیش‌بینی محدودیت مالی شرکت‌های... / غلامزاده، فغانی و بیفه

$$P(y_i|f(x_i), x_i) \sim N(y_i|h(x_i)^T\beta + f(x_i), \sigma^2) \quad (3)$$

از این رو، مدل فرآیند گوسی یک مدل احتمالاتی است [۴]. متغیر پنهان  $f(x_i)$  برای هر  $x_i$  وجود دارد که یک مدل GPR غیرپارامتری را می‌سازد. در حالت برداری، این مدل برابر است با

$$P(y|f, X) \sim N(y|H\beta + f, \sigma^2 I) \quad (4)$$

که در آن

$$X = \begin{pmatrix} x_1^T \\ \vdots \\ x_n^T \end{pmatrix}, y = \begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix}, H = \begin{pmatrix} h(x_1^T) \\ \vdots \\ h(x_n^T) \end{pmatrix}, f = \begin{pmatrix} f(x_1) \\ \vdots \\ f(x_n) \end{pmatrix} \quad (5)$$

توزیع توام متغیرهای پنهان  $f(x_1), f(x_2), \dots, f(x_n)$  در مدل GPR به صورت زیر است:

$$P(f|X) \sim N(f|0, K(X, X)) \quad (6)$$

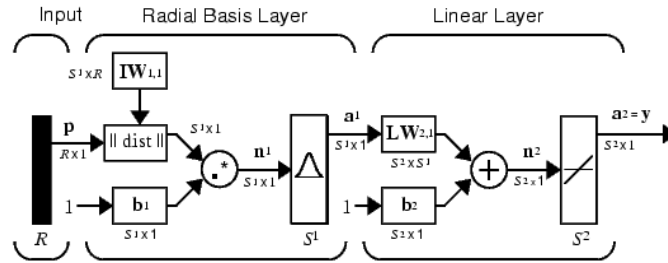
که در آن

$$K(X, X) = \begin{bmatrix} k(x_1, x_1) & \cdots & k(x_1, x_n) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ k(x_n, x_1) & \cdots & k(x_n, x_n) \end{bmatrix} \quad (7)$$

تابع کواریانس  $k(x, x')$  معمولاً به وسیله مجموعه پارامترهای  $\theta$  پارامتری می‌شود. اغلب  $k(x, x')$  به صورت  $k(x, x'|\theta)$  نوشته می‌شود. هدف الگوریتم GPR تقریب ضرایب تابع‌های پایه  $\beta$ ، واریانس نویز  $\sigma^2$  و پارامتر  $\theta$  از داده‌های آموزشی است.

شبکه عصبی تابع‌های پایه شعاعی

یکی از کارآمدترین شبکه‌های عصبی مصنوعی، شبکه مبتنی بر تابع‌های پایه شعاعی<sup>۲۰</sup> است. این شبکه اساساً به منظور دو هدف کلی رگرسیون و ایجاد نگاشت بین بردارهای ورودی و خروجی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مدل یاد شده از نوع شبکه عصبی پیش‌خور است و دارای دو لایه شامل یک لایه میانی حاوی توابع پایه شعاعی و یک لایه خروجی خطی است. در این شبکه ورودی تابع انتقالی، از حاصلضرب فاصله بین بردارهای وزن و بردارهای ورودی در بایاس به دست می‌آید.



شکل ۲: مدل کلی یک شبکه RBF با R داده ورودی

در این شبکه‌ها در صورتی که ورودی تابع صفر باشد، مقدار بیشینه تابع پایه شعاعی برابر یک خواهد بود و با کاهش فاصله بین وزن‌ها و ورودی‌ها، مقدار خروجی افزایش می‌یابد. از این رو در یک شبکه RBF، نرون به صورت آشکارسازی عمل می‌کند که زمانی که ورودی همسان با وزن خود باشد عدد یک را تولید می‌کند. بایاس وظیفه تنظیم حساسیت نرون‌های تابع پایه شعاعی را بر عهده دارد. تابع پایه شعاعی دارای قابلیت‌های فراوانی در تقریب توابع است. در حالیکه توابع سیگموند به کار رفته در شبکه‌های عصبی انتشار خطا بازگشتی دارای چنین خاصیتی نیستند. در تمامی نرون‌های لایه میانی به جای توابع سیگموند و تانژانت‌های پربولیک از تابع نمایی گوس استفاده شده است. این تابع غیر خطی بوده و به معادله زیر است

$$g = \exp\left(-\frac{\|x_i - c\|^2}{2 \times r^2}\right) \quad (8)$$

که  $x_i$  نشان‌دهنده متغیرهای مستقل انتخابی است. در این شبکه‌ها در لایه ورودی خاصیت محاسباتی وجود ندارد، در لایه میانی نرون‌های تابع پایه شعاعی با تابع تحریک گوس قرار دارند و تابع تحریک نرون‌های لایه خروجی، خطی می‌باشد. پاسخ نرون‌های لایه میانی، در یک بازه محدود مورد پردازش قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر، هر نرون لایه میانی محلی را برای پذیرایی از بردارهای ورودی فراهم می‌آورد. به این بازه عددی که دارای تقارن شعاعی بوده و معمولاً با پارامتر  $\sigma$  نشان داده می‌شود میدان پذیرا<sup>۲۱</sup> گفته می‌شود. میدان پذیرا دارای مرکز  $c$  و عرض  $\delta$  بوده و میزان همپوشانی بین هر نرون لایه میانی با نرون‌های مجاور، عرض  $\delta$  را تعیین می‌کند. هر چه بردار ورودی شبکه به مرکز تابع غیر خطی نرون نزدیک‌تر باشد، مقدار خروجی لایه میانی بزرگتر است و برعکس. معیار محاسبه این فاصله نیز، فاصله اقلیدسی<sup>۲۲</sup> می‌باشد.

تعداد نرون‌های موجود در لایه میانی برابر تعداد بردارهای ورودی است که همان زوج‌های آموزشی در مجموعه آموزشی را تشکیل می‌دهد. هر نرون لایه میانی به اندازه تعداد ورودی‌های شبکه، تابع RB

کاربرد روش‌های گوسی و شعاعی در پیش‌بینی محدودیت مالی شرکت‌های... / غلامزاده، فغانی و بیفیه

دارد. در لایه خروجی نیز به تعداد مؤلفه‌های بردارهای هدف نرون وجود دارد. نرون‌های تابع پایه شعاعی (موجود در لایه میانی) با نرون‌های خطی (موجود در لایه خروجی) با ماتریسی تعریف می‌شوند که وزن‌های شبکه را تشکیل می‌دهند. تابع آستانه به شکل زیر است:

$$a_{ij} = \Psi_j \left( \frac{x_i - c_{ij}}{\delta_{ij}} \right) \quad (9)$$

در این رابطه  $a_{ij}$  خروجی تابع،  $x$  درایه بردار ورودی به نرون لایه میانی و  $c$  و  $\delta$  به ترتیب مرکز و عرض  $i$  امین تابع آستانه از  $j$  امین نرون لایه میانی می‌باشند. همان طور که ذکر شد،  $\Psi$  تابعی از فاصله بین بردار ورودی و مرکز تابع آستانه است. اگر این فاصله با تغییر بردار ورودی ثابت بماند، مقدار تابع پایه نیز ثابت خواهد ماند. به بیان دیگر بردارهای ورودی با فاصله یکسان از مرکز توابع آستانه، خروجی یکسانی را تولید می‌کنند. به همین دلیل به این شبکه‌ها شبکه‌های تقارن شعاعی گفته می‌شود. خروجی شبکه RBF تابعی خطی از خروجی نرون‌های لایه میانی است. آموزش این شبکه به دو صورت با سرپرست و بدون سرپرست انجام می‌شود. نکته قابل توجه در شبکه‌های RBF این است که به دلیل انتخاب یک لایه میانی به طور معمول نیازی به داشتن تعداد زیاد لایه‌ها نبوده و سرعت یادگیری افزایش می‌یابد

انتخاب متغیرهای مستقل به کمک روش RRelief-F

داده‌های شرکت-سال‌های جمع‌آوری شده برای متغیر محدودیت مالی سال جاری به الگوریتم انتخاب ویژگی RRelief-F داده شدند و برای پیدا کردن نزدیک‌ترین برخوردها و نزدیک‌ترین شکست‌ها از الگوریتم  $KNN^{23}$  با مقدار  $K = 200$  استفاده شد و تعداد 5 متغیر مستقل انتخاب شدند. الگوریتم RRelief-F با توجه به اینکه از الگوریتم KNN و وزن دهی استفاده می‌کند جهت متغیر را نمایش نمی‌دهد. به منظور پیش‌بینی محدودیت مالی، متغیر گزینی فقط در سال جاری انجام گرفت و از متغیرهای مستقل انتخاب شده، جهت پیش‌بینی، در سال آتی و دو سال آتی استفاده شد.

روش ارزیابی مدل GPR و RBF

برای پیش‌بینی متغیر وابسته بیان شده در بخش از الگوریتم GPR و RBF استفاده شده است. همچنین از روش 10-Fold Cross-Validation برای اجرا و ارزیابی استفاده شده است. در الگوریتم

GPR از کرنل گوسی برابر بیان شباهت کمک گرفته شده است.

$$K(x_i, x_j) = \exp \left( - \frac{\|x_i - x_j\|^2}{2 \times \sigma^2} \right) \quad (10)$$

که مقدار  $\sigma$  نیز در این الگوریتم به صورت اتوماتیک تنظیم می‌گردد و  $x_i$  نشان‌دهنده متغیرهای مستقل انتخابی است. بعلاوه، بدون از دست دادن عمومیت، Foldهای تقسیم‌بندی شده شرکت-سال‌ها



فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و یکم / زمستان ۱۳۹۸

در روش 10-Fold Cross-Validation برای همه مدل‌ها یکسان در نظر گرفته شده است.

معیارهای ارزیابی پیش‌بینی

پس از تقسیم شرکت-سال‌ها به دو دسته داده‌های یادگیری و تست با استفاده از روش 10-Fold Cross-Validation برای ارزیابی مدل‌ها از معیار ارزیابی با نام میانگین قدر مطلق خطا<sup>۲۴</sup> (MAE) استفاده شده است که با استفاده از روابط زیر محاسبه می‌گردند.

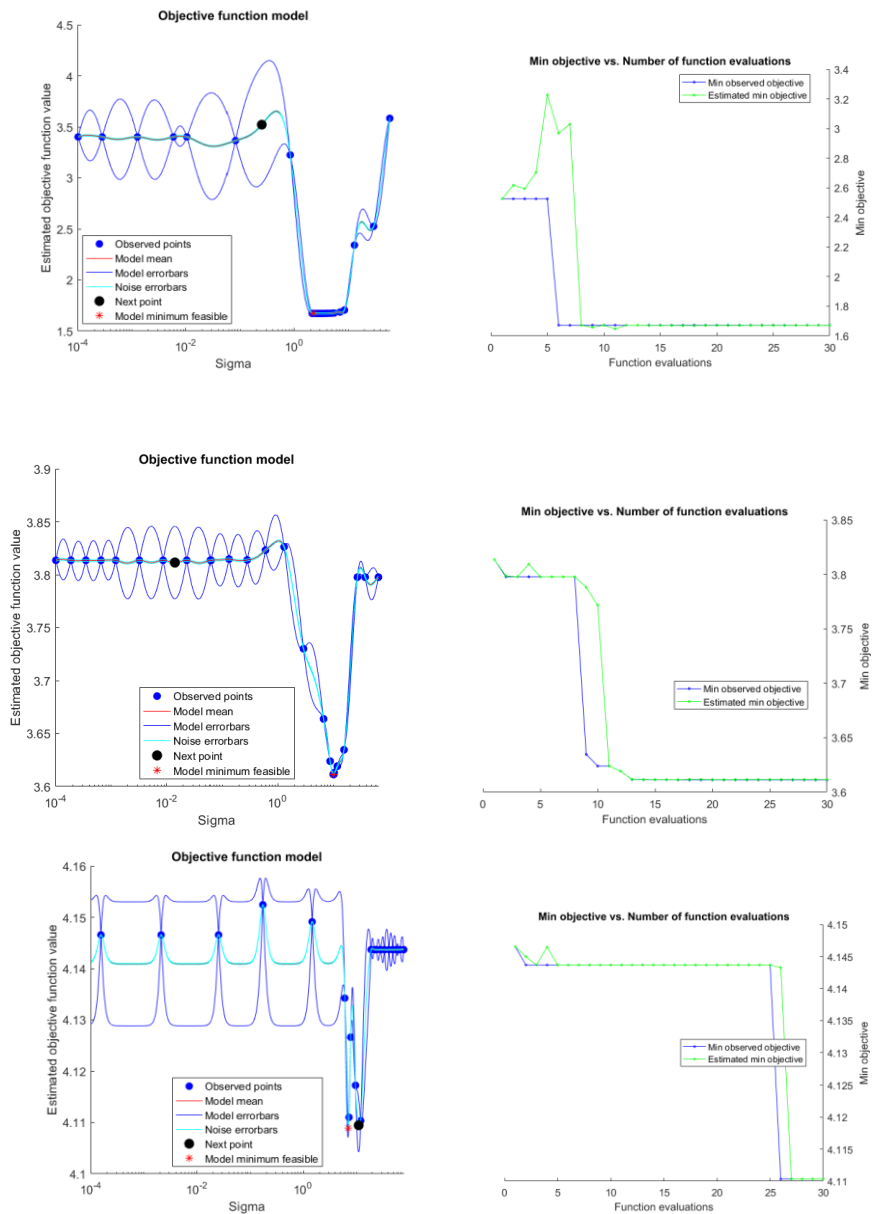
$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - d_i|$$

که در روابط بالا  $y_i$  و  $d_i$  به ترتیب متغیر وابسته واقعی و متغیر وابسته پیش‌بینی شده توسط الگوریتم‌ها برای شرکت-سال تام است و  $n$  تعداد شرکت-سال‌ها (در مرحله آموزش یا مرحله تست) و  $\bar{y}$  و  $\bar{d}$  میانگین متغیر وابسته واقعی و پیش‌بینی شده را به ترتیب نشان می‌دهد.

**نتایج پیش‌بینی GPR و RBF**

داده‌های آموزشی و ارزیابی تقسیم‌بندی شده توسط روش 10-Fold Cross-Validation به GPR و RBF داده شد. در هر کدام از Foldهای اجرا پارامتر بهینه  $\sigma$  الگوریتم GPR توسط الگوریتم بیزین جستجو و پیدا شد. به عنوان نمونه در Fold اول اجرا هر سه سال نمودار حداقل تابع هدف در برابر تعداد ارزیابی‌های GPR در شکل ستون سمت راست نشان داده شده است. هر سطر این شکل مربوط به یک سال است. دو شکل سطر اول برای سال جاری، دو شکل سطر وسط برای سال آتی و در نهایت دو شکل سطر آخر برای سال آتی آتی است. مشاهده می‌شود که با ارزیابی بیشتر تابع با مقادیر مختلف پارامتر  $\sigma$  مقدار تابع هدف (خطای الگوریتم GPR) کاهش پیدا کرده است. در ستون سمت چپ این شکل نمودار  $\sigma$ های بررسی شده در برابر تخمین مقدار تابع هدف توسط الگوریتم بیزین نشان داده شده است. دایره‌های آبی رنگ نقاط سیگما بررسی شده و نقطه مشکی مقدار سیگما بعدی جهت بررسی و نقطه ستاره قرمز رنگ نشان دهنده مقدار بهینه سیگما پیدا شده است و خط‌ها نشان دهنده خطای تابع هدف در بررسی‌ها است. در سال جاری مقدار سیگما برابر با ۲,۳۰۶۶، سال آتی ۱۰,۱۶۳۱ و سال آتی آتی ۷,۱۱۳۹ پیدا شد. از نمودارهای سمت راست می‌توان دریافت که خطای پیش‌بینی سال جاری کمتر از سال آتی و هر دو کمتر از دو سال آتی است.

کاربرد روش‌های گوسی و شعاعی در پیش‌بینی محدودیت مالی شرکت‌های... / غلامزاده، فغانی و بیفه



شکل ۳- پیدا کردن پارامتر سیگما در الگوریتم GPR توسط الگوریتم بی‌زین سطر اول سال جاری، سطر دوم سال آتی، سطر سوم سال آتی در Fold اول.

پس از اجرای فرآیند یادگیری مدل‌ها، به منظور اینکه بررسی شود چقدر مدل‌ها فرآیند یادگیری را با موفقیت سپری کرده است، ابتدا همان داده‌های یادگیری را که قبلاً به الگوریتم‌ها داده شده است تا

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و یکم / زمستان ۱۳۹۸

پارامترهای مدل خود را یاد بگیرد، مجدداً به عنوان نمونه ارزیابی به مدل با پارامترهای یاد گرفته شده داده می‌شود، با این تفاوت که این بار مدل‌ها مقدار متغیر وابسته را پیش‌بینی می‌کنند، سپس میانگین ۱۰ معیار خطا روش 10-Fold Cross-Validation محاسبه شده و در جدول ۲ گزارش شده است. در این جدول فقط خطای MAE نشان داده شده است. هر چقدر این خطاها به صفر نزدیک‌تر باشند نشان دهنده یادگیری بهتر مدل‌ها هستند. مشاهده می‌شود خطای الگوریتم احتمالاتی GPR از الگوریتم شبکه عصبی RBF در هر سه سال کمتر است و خطای سال جاری کمتر از سال آتی و هر دو کمتر از سال آتی آتی هستند. بنابراین، الگوریتم احتمالاتی GPR از الگوریتم شبکه عصبی RBF بهتر است و ضمناً هر می‌تواند محدودیت مالی را پیش‌بینی کنند. ضمناً هر چه فاصله سال‌ها نسبت به سال جاری دورتر می‌شود دقت پیش‌بینی کاهش می‌یابد.

جدول ۲- میانگین خطای MAE برای ارزیابی میزان آموزش مدل‌ها برای سال‌های مختلف

سال آتی آتی		سال آتی		سال جاری		MAE
RBF	GPR	RBF	GPR	RBF	GPR	Fold
۵,۷۶۳	۵,۵۸۴	۲,۴۶۵	۳,۵۰۱	۲,۴۰۰	۱,۱۵۰	۱
۵,۷۲۲	۰,۰۰۵	۲,۴۵۴	۳,۵۵۹	۲,۴۱۵	۱,۱۶۹	۲
۵,۷۵۴	۵,۱۹۵	۲,۴۷۸	۳,۴۵۸	۲,۴۱۵	۱,۱۱۸	۳
۵,۶۸۰	۵,۰۸۰	۲,۴۵۹	۳,۴۰۹	۲,۳۷۷	۱,۱۶۸	۴
۵,۷۹۲	۵,۸۱۴	۲,۴۶۳	۳,۳۹۴	۲,۴۱۵	۱,۱۶۱	۵
۵,۸۸۸	۵,۹۲۴	۲,۵۰۲	۳,۵۲۱	۲,۴۱۹	۱,۱۵۵	۶
۵,۶۰۹	۵,۰۷۴	۲,۴۴۷	۳,۰۸۳	۲,۴۱۴	۱,۱۳۴	۷
۵,۷۹۸	۵,۱۲۸	۲,۴۷۱	۳,۶۲۸	۲,۴۰۵	۱,۱۵۵	۸
۵,۷۴۰	۵,۰۵۱	۲,۵۵۴	۳,۵۲۵	۲,۳۹۶	۱,۱۷۴	۹
۵,۶۴۶	۴,۹۳۸	۲,۵۰۳	۲,۶۹	۲,۳۹۱	۱,۱۵۵	۱۰
۵,۷۳۹	۴,۷۷۹	۲,۴۷۹	۳,۳۹۵	۲,۴۰۵	۱,۱۵۴	میانگین

اما چیزی که باید نگران آن باشیم، اتفاق افتادن پدیده‌ای به نام بیش‌برازش<sup>۲۵</sup> است. به همین علت برای بررسی عمومیت<sup>۲۶</sup> مدل ارائه شده، میزان خطای MAE برای پیش‌بینی متغیر وابسته محدودیت مالی برای شرکت-سال‌های تست (شرکت-سال‌هایی که توسط روش 10-Fold Cross-Validation در هر تکرار کنار گذاشته شده‌اند و الگوریتم‌ها آن‌ها را تاکنون ندیده است به دست آورده شده است. به ازای

کاربرد روش‌های گوسی و شعاعی در پیش‌بینی محدودیت مالی شرکت‌های... / غلامزاده، فغانی و بیفه

هر معیار خطا، ۱۰ خطا که هر کدام توسط روش 10-Fold Cross-Validation گزارش شده‌اند، به دست می‌آید که میانگین این خطاها در جدول ۳ نشان داده شده است. مشابه قبل نتیجه گرفته می‌شود که مدل‌های به دست آمده دارای عمومیت هستند، یعنی برای شرکت-سال‌هایی که تا به حال ندیده‌اند، هم خوب عمل می‌کنند و همچنین مشکل بیش‌برازش هم اتفاق نیفتاده است، از آنجاکه اختلاف معیارهای خطای داده‌های آموزش و ارزیابی ناچیز است. علاوه بر این کلیه نتایج قبلی نیز در اینجا صادق هستند.

جدول ۳- میانگین خطای MAE برای ارزیابی میزان قدرت پیش‌بینی مدل‌ها برای سال‌های مختلف

سال آتی آتی		سال آتی		سال جاری		MAE
RBF	GPR	RBF	GPR	RBF	GPR	Fold
۵,۹۴۴	۵,۹۲۸	۴,۲۸۳	۳,۱۵۰	۲,۴۹۳	۱,۱۸۹	۱
۵,۶۸۸	۰,۰۰۴	۳,۵۱۰	۲,۸۲۶	۲,۴۶۰	۱,۰۴۳	۲
۵,۷۲۴	۴,۸۹۸	۳,۹۳۹	۳,۵۰۷	۲,۷۹۶	۱,۴۸۶	۳
۶,۴۷۶	۵,۶۴۱	۴,۵۷۶	۳,۶۴۴	۳,۲۳۰	۱,۰۲۵	۴
۵,۴۸۶	۵,۴۰۳	۵,۴۷۴	۳,۸۲۸	۳,۱۶۶	۱,۰۹۵	۵
۴,۴۲۹	۴,۴۲۶	۴,۸۰۵	۴,۰۶۴	۳,۹۹۶	۱,۱۱۳	۶
۶,۵۱۱	۵,۵۸۹	۴,۱۵۸	۳,۰۳۳	۳,۱۲۴	۱,۲۹۹	۷
۵,۰۰۰	۴,۵۵۲	۳,۷۶۷	۲,۸۸۳	۳,۵۱۶	۱,۱۷۲	۸
۵,۴۴۸	۵,۳۵۴	۵,۴۲۸	۴,۱۰۲	۲,۶۱۸	۰,۹۳۹	۹
۶,۸۵۴	۵,۶۰۹	۳,۶۸۳	۲,۷۲۷	۲,۴۷۰	۱,۱۶۲	۱۰
۵,۷۵۶	۴,۷۴۰	۴,۳۶۲	۳,۳۷۶	۲,۹۸۷	۱,۱۵۲	میانگین

**بحث و نتیجه‌گیری**

سرعت یافتن فعالیت‌ها و رویدادهای اقتصادی پیامدهای مثبت و منفی زیادی را به همراه داشته است. یکی از مهم‌ترین پیامدهای منفی این تغییرات، افزایش رقابت‌ها به‌منظور کسب منابع مالی و محدود شدن دسترسی به سود توسط واحدهای تجاری و بنگاه‌های اقتصادی است. از جمله دغدغه‌های دائم مدیران مالی شرکت‌ها، تأمین مالی است. مدیران مالی شرکت‌ها، اغلب برای انجام طرح‌های توسعه‌ای یا تأمین سرمایه در گردش روزمره خود، به تأمین مالی نیاز دارند. یکی از نکات اساسی که مدیران مالی بنگاه‌های اقتصادی به آن توجه می‌کنند، روش‌های تأمین مالی است. از طرفی شرکت‌ها برای تأمین مالی از این منابع، همواره با محدودیت‌هایی مواجه‌اند که به آنها محدودیت‌های مالی می‌گویند (کریم

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و یکم / زمستان ۱۳۹۸

پور و همکاران، ۱۳۹۶). یکی از مسائلی که می‌تواند به نحوه تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران کمک نماید، وجود ابزارها و مدل‌های مناسب برای ارزیابی شرایط مالی و وضعیت شرکت‌ها است. یکی از ابزارهای مورد استفاده برای تصمیم به سرمایه‌گذاری، مدل‌های پیش‌بینی میزان محدودیت مالی شرکت‌ها است. در این پژوهش با استفاده از داده‌های مالی و ویژگی‌های نظام راهبری شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار بین سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۶ و با بکارگیری روش‌های هوش مصنوعی اقدام به پیش‌بینی محدودیت مالی شرکت‌ها شده است. نتایج اولیه پژوهش منتج شده از روش متغیر گزینی حاصل از آزمون RRelief-F نشان داد که متغیرهای ارزش شرکت، نسبت وجه نقد عملیاتی به دارایی‌ها، اهرم مالی، بازده دارایی‌ها، درصد مالکان نهادی دارای بیشترین اهمیت در پیش‌بینی محدودیت مالی می‌باشند در تحلیل این انتخاب‌ها می‌توان بیان کرد که معیارهای عملکرد و نقدینگی شرکت و همچنین ریسک مالی و در نهایت نظارت حاکمیت شرکتی بر محدودیت مالی شرکت تاثیر گذار است. این نتایج نشان می‌دهد که در تحلیل و بررسی عوامل موثر بر محدودیت مالی دلایل متعدد پیرامون عملکرد، نقدینگی و معیارهای نظارتی می‌تواند تاثیرگذار باشد و تصمیم‌گیران برای کنترل محدودیت مالی شرکت‌ها باید به جنبه‌های مختلف شرکت دقت نظر داشته باشند. نتایج پژوهش با نتایج پژوهش‌های لگزیان و همکاران (۱۳۹۰)، ساعتی قره موسی و همکاران (۱۳۹۶)، احمدپورو رحمانی فیروزجایی، (۱۳۸۶)، کرمی و همکاران (۱۳۸۸) جهانشاد و شعبانی (۱۳۹۴) مرتبط می‌باشد. نتایج دیگر پژوهش نیز نشان داد که الگوریتم هوش مصنوعی شبکه عصبی شعاعی و الگوریتم فرآیند گوسی توانایی پیش‌بینی محدودیت مالی را با قدرت مناسب و نزدیک به هم دارند. با توجه به این نتایج می‌توان بیان کرد که الگوریتم شبکه عصبی شعاعی از ترکیب شبکه عصبی با نگاشت داده‌ها از فضای ورودی به فضای ویژگی در لایه دوم خود است. رگرسیون فرآیند گوسی ترکیبی از مدل احتمالاتی و تابع شباهت کرنل است در این مدل با توجه به اینکه با فضای ورودی کار می‌کند و از تابع کرنل برای بررسی شباهت در فضای ویژگی استفاده می‌کند و همچنین از آنجا که مدل احتمالاتی است و داده‌های شرکت‌ها از تابع توزیع گوسی چند بعدی پیروی می‌کنند به درستی قدرت پیش‌بینی الگوریتم فرآیند گوسی از شبکه عصبی شعاعی بالاتر می‌باشد هرچند که الگوریتم شبکه عصبی شعاعی نیز قدرت پیش‌بینی محدودیت مالی را دارد و تقریباً نزدیک به فرآیند گوسی عمل کرده است.

با توجه به نتایج اولیه پژوهش که نشان داد متغیرهای مالی و نظام راهبری دارای بیشترین اهمیت در تبیین محدودیت مالی می‌باشند لذا به مدیران شرکت‌های فعال در بازار سرمایه توصیه می‌شود

کاربرد روش‌های گوسی و شعاعی در پیش‌بینی محدودیت مالی شرکت‌های... / غلامزاده، فغانی و بیفه

متغیرهای ذکرشده را جهت تصمیم‌گیری در زمینه تصمیمات مربوط به تأمین مالی و سرمایه‌گذاری که مرتبط با سطح محدودیت مالی شرکت‌ها می‌باشد مدنظر قرار دهند.

همچنین نتایج این تحقیق می‌تواند به‌صورت کاربردی موردتوجه مدیران بازار سرمایه ایران قرار گیرد به‌طوری‌که با پیش‌بینی محدودیت مالی در شرکت‌ها و کار کردن بر روی عوامل مؤثر بر آن، نسبت به مدیریت کردن جذب سرمایه سهامداران، کاهش ریسک بحران‌های مالی و کمک به سرمایه‌گذاران جهت اجتناب از زیان‌های بزرگ در بازار سهام، اقدام نمایند.

به سازمان بورس اوراق بهادار با استفاده از مدل ارائه شده برای محدودیت مالی، نسبت به رتبه بندی محدودیت مالی شرکت‌ها برای هر سال اقدام کرده و مانند رتبه بندی کیفیت افشا، نتایج را به اطلاع استفاده کنندگان برساند.

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و یکم / زمستان ۱۳۹۸

منابع

- ۱) امامی، مریم السادات؛ فرید، داریوش (۱۳۹۵)، سرمایه در گردش، عملکرد شرکت و محدودیت‌های مالی، پژوهش‌های حسابداری مالی، سال ۸، شماره ۴، صص ۱-۱۶.
- ۲) برادران حسن زاده، رسول؛ بادآور نهندی، یونس؛ نگهبان، لیلا (۱۳۹۳)، تاثیر محدودیت‌های مالی و هزینه‌های نمایندگی بر کارایی سرمایه‌گذاری، پژوهش‌های حسابداری مالی، سال ۶، شماره ۱، صص ۸۹-۱۰۶.
- ۳) بیات، علی؛ سید علی‌رضا احمدی؛ مجید محمدی (۱۳۹۷) "پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از الگوریتم کرم شب تاب" مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار تهران، دوره ۹، شماره ۳۷، صص ۲۶۲-۲۳۴
- ۴) پورفرد سرابی، محمد و امیر لعلی سرابی، ۱۳۹۴، بررسی رابطه بین محدودیت‌های تامین مالی و هزینه حقوق صاحبان سهام در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، دومین همایش ملی علوم مدیریت و برنامه ریزی، آموزش و استاندارد سازی ایران، تهران، انجمن توسعه و ترویج علوم و فنون بنیادین،
- ۵) تهرانی، ر.؛ حصارزاده، ر. (۱۳۸۸). تأثیر جریان‌های نقدی آزاد و محدودیت در تأمین مالی بر بیش سرمایه‌گذاری و کم سرمایه‌گذاری. تحقیقات حسابداری، ۱ (۳)، صص ۵۰-۶۷.
- ۶) حقیقت، حمید و زرگر فیوجی، یعقوب (۱۳۹۲). تأثیر محدودیت‌های مالی و وجه نقد نگهداری شده بر حساسیت سرمایه‌گذاری به جریان نقدی. پژوهش‌های کاربردی در گزارشگری مالی، سال ۲، شماره ۳، صص ۱۴۹-۱۷۴.
- ۷) حسنی، محمد؛ اکبری، محسن (۱۳۹۷)، تحلیل رفتار مدیران در گزارش سود: ارزیابی نقش ناکارای سرمایه‌گذاری و محدودیت مالی، پژوهش‌های تجربی حسابداری، سال ۷، شماره ۲۷، صص ۵۵-۷۹.
- ۸) خواجه‌جوی، شکراله و صالحی‌نیا، محسن (۱۳۹۴). محدودیت‌های تأمین مالی و رشد شرکت (مطالعه موردی: بورس اوراق بهادار تهران). فصلنامه حسابداری مالی، ۷ (۲۵): ۲۹-۴۸.
- ۹) خورشیدزاده حقیقی، شیرین (۱۳۹۶). بررسی رابطه بین محدودیت‌های مالی و کارایی سرمایه‌گذاری در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه مطالعات مدیریت و حسابداری، دوره ۳، شماره ۱، صص ۴۲۰-۴۲۸.
- ۱۰) دلاوری پور، جلال الدین (۱۳۹۰)، بررسی رابطه بین محدودیت‌های مالی و بازده سهام در شرکت‌های تولیدی، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید چمران اهواز.

کاربرد روش‌های گوسی و شعاعی در پیش‌بینی محدودیت مالی شرکت‌های... / غلامزاده، فغانی و بیغه

- (۱۱) دولو، م؛ محمودی، م. (۱۳۹۵). سرمایه در گردش، عملکرد شرکت و محدودیت‌های مالی، دانش حسابداری مالی، ۳ (۴)، صص ۱۰۷-۱۳۰.
- (۱۲) رحیمیان، نظام الدین؛ جان فدا، رضا (۱۳۹۳)، نظام راهبری شرکتی و محدودیت‌های مالی (حساسیت سرمایه گذاری به جریان نقد)، دانش سرمایه گذاری، سال ۳، شماره ۱۰، صص ۲۵-۴۵.
- (۱۳) رضوانی، معصومه؛ پاک مرام، عسگر (۱۳۹۷)، رابطه بین محدودیت مالی و نوع اظهارنظر حسابرس در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، پنجمین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی در مدیریت و حسابداری، تهران، انجمن مدیریت ایران
- (۱۴) زرنگار، حسین (۱۳۹۳). " بررسی نقش محدودیت‌های مالی در تغییر خط مشی‌های شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران". پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی شاهرود.
- (۱۵) کریم پور، علیرضا؛ برادران حسن زاده، رسول؛ بادآور نهندی، یونس؛ زینالی، مهدی (۱۳۹۶)، الگویی برای محدودیت مالی در شرکت‌های ایرانی، تحقیقات مالی، دوره ۱۹، شماره ۳، صص ۳۶۵-۳۸۸.
- (۱۶) لاری دشت بیاض، محمود؛ صالحی، مهدی؛ سخاوت پور، مریم (۱۳۹۷)، بررسی رابطه محدودیت مالی، ساختار دارایی‌ها و تأمین مالی در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، فصلنامه علمی- پژوهشی مدیریت دارایی و تأمین مالی، سال ششم، شماره اول، صص ۱۸۱-۱۹۶.
- (۱۷) قوی پنجه، رامین؛ غریب، حجت (۱۳۹۷)، بررسی رابطه بین محدودیت در تأمین مالی و اجتناب مالیاتی، فصلنامه سیاست‌های مالی و اقتصادی، سال ششم، شماره ۲۱، صص ۱۵۹-۱۸۲.
- (۱۸) محمدزاده سالطه، حیدر؛ ابیضی، عیسی (۱۳۹۷)، تأثیر محدودیت مالی بر خطر سقوط قیمت سهام با تأکید بر اقلام تعهدی اختیاری، بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، دوره ۲۵، شماره ۲، صص ۲۵۱-۲۶۸.
- (۱۹) مرادی، مهدی؛ موسوی، فهیمه؛ مرندي، زکيه (۱۳۹۶)، بررسی ارتباط محدودیت مالی و جریان نقد آزاد مثبت و منفی بر سرمایه گذاری بیش از حد و ناکافی در دارایی‌های شرکت با استفاده از مدل ایستا و پویا، پژوهش‌های کاربردی در گزارشگری مالی، سال ۶، شماره ۱۱، صص ۲۳۳-۲۶۰.
- (۲۰) مشایخ، شهناز؛ باقری، نازیلا (۱۳۹۴)، جهت حساسیت جریان وجه نقد عملیاتی به مانده وجه نقد و محدودیت دسترسی به منابع مالی و تاثیر سهامداران نهادی بر آن، دانش حسابداری مالی، دوره ۲، شماره ۳، صص ۴۷-۶۹.
- (۲۱) نصرت، قاسم؛ بادآور نهندی، یونس (۱۳۹۷)، ارتباط بین حاکمیت شرکتی و رشد شرکت با تاکید بر نقش محدودیت مالی، مدیریت توسعه و تحول، شماره ۳۲، صص ۲۵-۳۵.



فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و یکم / زمستان ۱۳۹۸

۲۲) هادیان، ریحانه؛ هاشمی، عباس؛ صمدی، سعید (۱۳۹۶)، ارزیابی تأثیر عامل محدودیت مالی بر توان تبیین بازده سهام توسط مدل‌های سه عاملی فاما و فرنچ، چهار عاملی کارهارت و پنج عاملی فاما و فرنچ، حسابداری مالی، سال ۹، شماره ۳۴، صص ۱-۳۴.

23) Almeida, H., & Campello, M. (2002). Financial constraints and investment-cash flow sensitivities: New research directions. Working paper, New York University.

24) Almeida, H., Campello, M. & Weisbach, M. S. (2004). The Cash Flow Sensitivity of Cash. *The Journal of Finance*, 59 (4), 1777-1804.

25) Altman, E. (1983). *Corporate Financial Distress*. John Wiley & Sons, New York.

26) Buehlmaier, M. M. and Whited, T. (2017), Are Financial Constraints Priced? Evidence from Textual Analysis, Simon School Working Paper.

27) Cleary, S. (2006). International corporate investment and the relationships between financial constraint measures. *Journal of Banking & Finance*, 30 (5), 1559-1580.

28) Gracia, J. L., & Mirasogorb, F. (2014). Sensitivity of external resources to cash flow under financial constraints. *International Business Review*, 3 (5): 920-930.

29) Ivan E. Rose c, Liao (2017), The joint determinants of cash holdings and debt maturity: the case for financial constraints, *Review of Quantitative Finance and Accounting* April 2017, Volume 48, Issue 3, pp 597-641.

30) Kalatzis, A. G., Pellicani, A. D., and Moccellini, J. V., (2010), The impact of corporate governance on financial constraint: evidence from Brazilian firms, *International Conference on Applied Economics – ICOAE 2010*, pp. 389-395.

31) Klepsch, C., & Elsas, R. (2016). A new measure of financial constraints applicable to private and public firms. Available in: <https://www.researchgate.net/publication/282355758>.

32) Kurt, Ahmet C. (2017), How Do Financial constraints Relate to Financial Reporting Quality? Evidence from seasoned Equity offerings, *European Accounting Review*, Pages 1-31.

33) Lamont, O., Polk, C., Saa-Reguejo, J., (2001). Financial constraints and stock returns. *Review of Financial Studies*, 14 (4), 524-554.

34) Lee, Choonsik. Park, Heungju (2016). Financial Constraints, Board Governance Standards, and Corporate Cash Holdings. *Review of Financial Economics*. 28 (C), 21-34.

35) Liao, C. (2014). What drives corporate block acquisitions? The case for financial constraints. *Journal of Corporate Finance*, 26, 78-95.

36) Marchica, M.T., Mura, R. (2007). Cash holding policy and ability to invest: how do firms determine their capital expenditures? Working paper

کاربرد روش‌های گوسی و شعاعی در پیش‌بینی محدودیت مالی شرکت‌های... / غلامزاده، فغانی و بیفیه

37) Yang, J , Guariglia, A. (2012), Is Investment inefficiency caused by financial constraints or agency costs? www.ssrn.com.

38) Yang, J. (2015). Equity and Debt Financing Constraints, McDonough School of Business, Georgetown University, Working Paper.

یادداشت‌ها :

- 
- 1 Almeida, H., & Campello
  - 2 Marchica, M.T., Mura, R.
  - 3 Gracia and Mirasogorb
  - 4 Ivan E. Rose c, Liao
  - 5 Buehlmaier, M. M. and Whited
  - 6 Kurt
  - 7 Lee, Choonsik. Park, Heungju
  - 8 Liao
  - 9 Yan
  - 10 Kalatzis
  - 11 Near Hit
  - 12 Near Miss
  - 13 Nominal
  - 14 Redundant
  - 15 Subsequent exhaustive search
  - 16 K-Nearest Neighbor
  - 17 Gaussian Processes Regression
  - 18 Explicit basis functions
  - 19 latent variables
  - 20 Radial basis function neural network
  - 1 Receptive Field
  - 22 Oqladian Geometry
  - 23 K-Nearest Neighbor
  - 24 Mean Absolute Error
  - 25 Overfitting
  - 26 Generalitty