

مجله اقتصادی

شماره‌های ۵ و ۶، مرداد و شهریور ۱۳۹۷، صفحات ۶۶-۵۱

رویکرد اقتصادی در پیش‌بینی درماندگی مالی بخش صنعت و معدن بازار سرمایه ایران با استفاده از روش زنبور عسل

سیدحسام وقفی

دانشجوی دکتری دانشگاه پیام نور

vaghfi2018@gmail.com

محمد مهدی قمیان

دکتری مدیریت دانشگاه تهران

gomian@gmail.com

نگار صدیق

کارشناس ارشد دانشگاه آزاد اسلامی

sedigh@gmail.com

مروارید خانمحمدی

کارشناس ارشد دانشگاه پیام نور

khanmohamadim@yahoo.com

پیش‌بینی درماندگی مالی یک پدیده بااهمیت برای سرمایه‌گذاران، اعتباردهندگان و سایر استفاده‌کنندگان از اطلاعات مالی محسوب می‌شود. تعیین احتمال درمانده شدن یک شرکت قبل از بروز درماندگی یک موضوع بسیار جالب و جذاب محسوب می‌شود و می‌تواند هم برای مدیران و هم برای سرمایه‌گذاران و اعتباردهندگان مفید واقع شود. این پژوهش با استفاده از اطلاعات ۶ سال مالی طی دوره ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۵ در بخش صنعت و معدن بازار سرمایه به بررسی تأثیر متغیرهای اقتصادی بر درماندگی مالی و پیش‌بینی آن با استفاده از الگوریتم هوش مصنوعی (کلونی زنبور عسل) پرداخته است. نتایج تحقیق حاکی از تأثیر متغیرهای اقتصادی بر درماندگی مالی شرکت‌های بخش صنعت و معدن بازار سرمایه است و همچنین نتایج نشان می‌دهد الگوریتم زنبور عسل توانایی بالایی در تحلیل و پیش‌بینی درماندگی مالی با متغیرهای اقتصادی دارد.

واژگان کلیدی: درماندگی مالی، متغیرهای اقتصادی، الگوریتم هوش مصنوعی، بخش صنعت و معدن بازار سرمایه ایران

۱. مقدمه

از دهه ۱۹۵۰ میلادی با افزایش شرکت‌ها و مؤسسات بازرگانی و ایجاد پیچیدگی در روابط اقتصادی و تجاری، وظایف امور مالی به صورت چشم‌گیری تغییر یافته است. تأکید دولت‌ها بر رشد اقتصاد به افزایش بیش از پیش شرکت‌ها و مؤسسات کمک و این وظایف را پیچیده‌تر نموده است (کميجانی و سعادت‌فر، ۱۳۸۵).

از سوی دیگر دستیابی بشر به فناوری‌های جدید ارتباطات و اطلاعات تغییرات محیطی را به همراه داشته که این تغییرات محیطی شتاب فزاینده‌ای را به اقتصاد بخشیده است. 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 به منظور کسب منابع مالی و محدود شدن دسترسی به سود توسط واحدهای تجاری و بنگاه‌های اقتصادی است. محدود شدن دسترسی به سود و منابع مالی خود عوارض و پیامدهای بسیاری به جا می‌گذارد، که شاید مهم‌ترین آن‌ها افزایش احتمال درماندگی و ورشکستگی بنگاه‌ها و واحدهای تجاری است (آلتمن^۱، ۱۹۶۸).

ورشکستگی شرکت‌ها همواره به عنوان یکی از دغدغه‌های اصلی سرمایه‌گذاران اعتباردهندگان و دولت‌ها مطرح بوده است، به نحوی که تشخیص به موقع شرکت‌هایی که در شرف ورشکستگی قرار دارند، می‌تواند تا حد زیادی از زیان‌های احتمالی ذی‌نفعان جلوگیری نماید. توسعه مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی به عنوان یک موضوع مهم، همواره مورد توجه جامعه دانشگاهی و بنگاه‌های اقتصادی بوده است (مشایخی و گنجی، ۱۳۹۳).

یکی از راه‌هایی که می‌توان با استفاده از آن به بهره‌گیری مناسب از فرصت‌های سرمایه‌گذاری و هم‌چنین جلوگیری از به هدر رفتن منابع کمک کرد، پیش‌بینی درماندگی مالی یا ورشکستگی است. به این ترتیب که اولاً، با ارائه هشدارهای لازم می‌توان شرکت‌ها را نسبت به وقوع درماندگی هوشیار کرد تا آن‌ها با توجه به این هشدارها دست به اقدامات مقتضی بزنند و دوم اینکه، سرمایه‌گذاران فرصت‌های مطلوب سرمایه‌گذاری را از فرصت‌های نامطلوب تشخیص داده، منابعشان را در فرصت‌های مناسب سرمایه‌گذاری کنند. پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها، مدت‌هاست که به عنوان یکی از موضوعات مهم در حوزه مالی و اقتصادی مطرح است.

1. Altman

۲. مبانی نظری

پیش‌بینی تداوم فعالیت واحدهای اقتصادی یکی از عناصر مهم در تصمیم‌گیری جهت سرمایه‌گذاری است. در طول سالیان متمادی این موضوع مورد توجه پژوهشگران بسیاری واقع شده و الگوهایی جهت پیش‌بینی ورشکستگی ارائه شده‌اند (قدرتی و معنوی مقدم، ۱۳۸۹).

امروزه شرکت‌ها در یک محیط فعال به رقابت می‌پردازند. کمبود منابع از یک سو و از طرف دیگر ضعف مدیریت در به‌کارگیری منابع موجود و همچنین وضعیت نابسامان اقتصادی کشورها از جمله عواملی هستند که باعث می‌شوند برخی از این شرکت‌ها نتوانند به‌موقع به تعهدات خود عمل نموده و بنابراین در آستانه حذف از این رقابت قرار بگیرند از این رو بسیاری از پژوهشگران از جمله (آلتمن^۱ - شیراتا^۲ - اهلسون^۳ و...) با توجه به نسبت‌های مالی شرکت‌ها و سایر متغیرهای موجود در صورت‌های مالی الگوهایی را برای پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها ارائه نمودند تا وضعیت شرکت را در مراحل مختلف درماندگی مالی تشخیص و از اتلاف منابع موجود شرکت جلوگیری کرده و یا به تجدید ساختار در مدیریت خود بپردازند تا همچنان بتوانند به رقابت ادامه داده و به تداوم فعالیت بپردازند. از سوی دیگر حقوق‌دانان نیز با توجه به اثرات زیان‌بار ورشکستگی شرکت‌ها اقدام به وضع قوانین در این حوزه نموده‌اند. ماده ۱۴۱ قانون تجارت کشور ایران از جمله این قوانین است. در حال حاضر، نگاه‌های اقتصادی در محیطی بسیار متغیر و رقابتی فعالیت می‌کنند. واکنش سریع و درست در مقابل شرایط بسیار متغیر بازار، در موقعیت‌های نگاه‌ها نقش بسزایی دارد. با توسعه بازارهای پولی و مالی و متعاقب آن، حاکم شدن وضعیت رقابتی، بسیاری از شرکت‌ها درمانده مالی از گردونه رقابت خارج می‌شوند (پورحیدری و کویانی حاجی، ۱۳۸۹). ریسک سیستماتیک یا بتا سهام یکی از معیارهای سنجش ریسک است. در دهه‌های اخیر نسبت به ثبات و اهمیت بتا به منزله معیار سنجش ریسک، انتقاد شدیدی شد. این اختلاف نظر بین پژوهشگران درباره‌ی ریسک، در تجزیه و تحلیل ریسک درماندگی مالی نیز انعکاس یافت (اوتچوا^۴، ۲۰۰۷).

1. Altman
2. Shirata
3. Ohlsan
4. Outecheva, N

از عوامل کلان اقتصادی در آمد سرانه و رشد اقتصادی بالا در فضای کسب و کار شرکت‌ها، احتمال درماندگی مالی را کاهش و تورم نیز احتمال درماندگی شرکت‌ها را افزایش می‌دهد (صادقی و همکاران، ۱۳۹۲). با استفاده از متغیرهای کلان اقتصادی، بازار و حسابداری و تلفیق این سه دسته از متغیرها درماندگی مالی شرکت‌ها را بهتر می‌توان پیش‌بینی کرد (هرناندز و ویلسون^۱، ۲۰۱۳). صادقی و همکاران (۱۳۹۲) معتقدند که صرف استفاده از نسبت‌های مالی و در نظر نگرفتن شرایط اقتصادی حاکم بر جامعه و شرکت‌ها در فرآیند پیش‌بینی درماندگی مالی منجر به نتیجه‌گیری‌های نادرست خواهد شد، این محققین به همراه محققینی همچون آلفینا^۲ (۲۰۱۳) و لی^۳ و همکاران (۲۰۱۵) به این نتیجه رسیدند که متغیرهای کلان در کنار سایر متغیرها، توان پیش‌بینی مدل را افزایش خواهد داد. متغیرهای کلان اقتصادی کسب و کار شرکت‌ها را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد و غافل شدن از عوامل تعیین‌کننده این فضا چه بسا منجر به تصمیمات اشتباه گردد. این تصمیمات نادرست و اشتباه منجر درماندگی مالی شرکت‌ها خواهد شد و در نتیجه باعث ورشکستگی شرکت‌ها شود (صادقی و همکاران، ۱۳۹۲).

۳. پیشینه پژوهش

راموز و محمودی (۱۳۹۶) پیش‌بینی ریسک ورشکستگی مالی با استفاده از مدل ترکیبی در بورس اوراق بهادار تهران را مورد ارزیابی و بررسی قراردادند. پیش‌بینی با استفاده از مدل ترکیبی (استفاده از متغیرهای حسابداری و بازاری) و تکنیک شبکه‌های عصبی از نوع مدل پرسپترون چندلایه (MLP) صورت پذیرفت. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که مدل ترکیبی (ترکیب متغیرهای حسابداری و بازاری) با استفاده از تکنیک شبکه عصبی، نسبت به هر کدام از دو مدل حسابداری و بازاری از دقت بالاتری در پیش‌بینی ریسک ورشکستگی مالی برخوردار است. همچنین، مدل بازاری نیز دقت بیشتری نسبت به مدل حسابداری دارد.

احمدی (۱۳۹۵) بررسی رابطه بین حاکمیت شرکتی و ریسک سیستماتیک با درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۳ را انجام داد.

1. Hernandez, M.T, Wilson, N.
2. Alifiah
3. Li

طبق نتایج پژوهش، تمرکز مالکیت و مالکیت نهادی تأثیری منفی و معنی‌داری بر درماندگی مالی دارد. همچنین متغیر ترکیبی تمرکز مالکیت و ریسک سیستماتیک بر درماندگی مالی تأثیر مثبت و معنی‌داری دارد. در نهایت متغیر ترکیبی مالکیت نهادی و ریسک سیستماتیک تأثیر منفی و معنی‌داری بر درماندگی مالی دارد.

طالب‌نیا و همکاران (۱۳۸۹) به پیش‌بینی بحران مالی مبتنی بر ارائه الگویی مشتمل بر متغیرهای کلان اقتصادی و متغیرهای مالی پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد که الگوهای اسپرین گیت و والاس توسعه یافته با نسبت‌های جریان وجوه نقد و متغیرهای کلان اقتصادی دارای متغیرهای مؤثر برای پیش‌بینی بحران مالی می‌باشند.

فونتین^۱ و همکاران (۲۰۱۷) پیش‌بینی درماندگی مالی در شرکت‌های سهامی عام با استفاده از متغیرهای کلان اقتصادی انجام دادند. مدل پیش‌بینی شده با استفاده از تکنیک رگرسیون لجستیک با داده‌های پانل و نمونه‌ای از شرکت‌های تجاری معروف برزیل که سهام موجود در سهام، کالاها و بورس اوراق بهادار سائوپائولو بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۴ را شامل می‌شوند، انجام می‌شود. به علاوه متغیرهای مالی، مدل نهایی شامل متغیرهای کلان اقتصادی است. این متغیرها از نظر آماری تست شده و فرضیه تأیید شده است که آن‌ها دقت مدل را بهبود می‌بخشد. این تحقیق حاکی از وجود نارضایتی مالی در ۹۶٪ از شرکت‌هایی که ورشکسته شده‌اند. علاوه بر این، رابطه بین پدیده ورشکستگی و نارضایتی مالی، با استفاده از متغیرهای توضیحی مالی و اقتصاد کلان، تأیید می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که اکثر ۸۳٪ متغیرهای توضیحی در مدل پیش‌بینی ورشکستگی نیز در مدل پیش‌بینی پدیده درماندگی مالی وجود دارد. متغیرهای مورد انتظار ناخالص داخلی و نسبت گردش دارایی و متغیرهای خالص نسبت به متغیرهای مالی کل بدهی‌ها در پیش‌بینی هر دو پدیده قابل توجه است.

آلیفیا^۲ (۲۰۱۴) پیش‌بینی درماندگی مالی در بخش بازرگانی و خدمات مالزی با استفاده از متغیرهای کلان اقتصادی را انجام داد. به این نتیجه رسید که متغیرهای کلان در کنار سایر متغیرها، توان پیش‌بینی مدل را افزایش خواهد داد.

1. Felipe Fontaine Rezende
2. Mohd Norfian Alifiah

هرناندز و ویلسون^۱ (۲۰۱۳) مطالعه‌ای احتمال ورشکستگی و درماندگی مالی ۲۳۲۱۸ شرکت پذیرفته‌شده در بورس را برای دوره‌ی ۱۹۸۰-۲۰۱۱ با استفاده از متغیرهای کلان اقتصادی، بازار و حسابداری مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج نشان داد که تلفیق این سه دسته از متغیرها، درماندگی مالی شرکت‌ها را بهتر از مدل شبکه‌های عصبی توضیح می‌دهد.

۴. فرضیه تحقیق

با توجه به مبانی نظری بیان‌شده و هدف پژوهش که ارائه مدلی مناسب جهت پیش‌بینی درماندگی مالی در بخش صنعت و معدن بازار سرمایه ایران با رویکرد اقتصادی است فرضیه‌های زیر تدوین شده است:

- الگوریتم کلونی زنبور عسل توانایی پیش‌بینی درماندگی مالی جاری بخش صنعت و معدن بازار سرمایه ایران را با متغیرهای اقتصادی دارد.
- الگوریتم کلونی زنبور عسل توانایی پیش‌بینی درماندگی مالی آتی بخش صنعت و معدن بازار سرمایه ایران را با متغیرهای اقتصادی دارد.

۵. متغیرهای پژوهش

۵-۱. متغیر وابسته

درماندگی مالی: درماندگی مالی در واقع به معنی ناتوانی مالی شرکت در ایفای تعهداتش است. در این بررسی از ماده (۱۴۱) قانون تجارت به عنوان معیار تشخیص درماندگی مالی استفاده شده است. شرکت‌هایی که مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت باشند به عنوان شرکت‌های درمانده مالی شناسایی شده‌اند.

۵-۲. متغیر مستقل

متغیر مستقل این پژوهش با رویکرد اقتصادی با توجه به پژوهش احمدی (۱۳۹۵)، صادقی و همکاران (۱۳۹۲)، آلیفیا (۲۰۱۴)، هرناندز و ویلسون (۲۰۱۳) و فونتین و همکاران (۲۰۱۷) انتخاب شده‌اند.

1. Hernandez and Wilson

جدول ۱. متغیرهای مستقل اولیه پژوهش

نام متغیر	تعریف عملیاتی
نسبت ارزش افزوده بازار	تفاوت میانگین ارزش دفتری حقوق صاحبان سرمایه با میانگین ارزش بازار حقوق صاحبان سرمایه طی سال تقسیم بر ارزش حقوق صاحبان سهام اول دوره
نسبت ارزش افزوده اقتصادی	$EVA = NOPAT_t - (WACC_t \times Capital_t - 1)$ در این مدل EVA ارزش افزوده اقتصادی، NOPAT سود خالص عملیاتی پس از کسر مالیات، Capital سرمایه به کار گرفته شده در شرکت و WACC نرخ متوسط هزینه سرمایه است.
ریسک بازار	ریسک سیستماتیک درجه تغییرات بازده یک سرمایه‌گذار خاص نسبت به تغییرات بازده مجموعه سرمایه‌گذاران بازار است و با شاخص β اندازه‌گیری می‌شود. $\beta = \frac{Cov(R_m, R_i)}{\delta^2 R_m}$
تورم	استفاده از اطلاعات بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران
رشد تولید ناخالص داخلی	استفاده از اطلاعات بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران

مأخذ: محاسبات پژوهش

۶. روش پژوهش

در این پژوهش با الگوریتم زنبور عسل و متغیرهای اقتصادی توسط نرم‌افزار متلب اقدام به پیش‌بینی درماندگی مالی در بخش صنعت و معدن بازار سرمایه شده است. جامعه آماری این تحقیق شامل تمامی شرکت‌های بخش صنعت و معدن بازار سرمایه طی سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۵ هستند که داده‌های مورد نظر آن‌ها در دسترس باشد. بر این اساس تعداد ۲۲۵ شرکت طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵ (۱۳۵۰ سال - شرکت) به عنوان نمونه آماری انتخاب شده است.

جدول ۲. نمونه آماری شرکت‌ها

نام صنعت	درمانده مالی	سال شرکت	درصد
صنایع استخراجی	۹	۷۵	۱۲
صنعت حمل و نقل	۱۰	۴۵	۲۲,۲۲
صنعت خودرو و قطعات	۴۵	۱۱۸	۳۸,۱۳
صنعت داروسازی	۲	۸۷	۲,۲۹
صنعت زراعت و مواد غذایی	۳۳	۱۵۸	۲۰,۸۸
صنعت سیمان آهک گچ و کاشی و سرامیک	۱۷	۱۷۲	۹,۸۸
صنعت شیمیایی و فراورده‌های نفتی	۲۹	۱۵۰	۱۹,۳۳
صنعت فلزات اساسی	۲۵	۱۰۲	۲۴,۵۱
صنعت کانی غیر فلزی	۳۷	۹۹	۳۷,۳۷
صنعت لاستیک و پلاستیک	۲۲	۵۷	۳۸,۵۹
صنعت ماشین‌آلات و تجهیزات	۲۵	۷۴	۳۳,۷۸
صنعت محصولات چوبی، فلزی و کاغذی	۳۲	۸۳	۳۸,۵۵
جمع	۲۸۶	۱۳۵۰	۲۱,۱۸

مأخذ: محاسبات پژوهش

۷. تجزیه و تحلیل داده‌ها

۷-۱. آمار توصیفی

به منظور بررسی و تجزیه و تحلیل اولیه داده‌ها، ابتدا اطلاعات مربوط به آماره‌های توصیفی متغیرهای مورد مطالعه در این پژوهش در جدول شماره (۳) ارائه شده است تا نگاه کلی از داده‌هایی که در این پژوهش مورد تحلیل واقع شده‌اند، به دست آید.

جدول ۳. آمار توصیفی پژوهش

میانگین	میانه	کمترین	بیشترین	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی
۱/۳۳۲	۰/۵۳۴	۱۴۰/۰۶۹-	۷۰۹/۰۷۰	۲۲/۳۳۳	۲۶/۷۷۶	۷۹۰/۲۷۵
۰/۴۵۳	۱/۳۶۸	۱۴۸۴/۷۷۸-	۹۴/۳۳۳	۴۰/۲۲۸	۳۴/۳۵۱-	۱۲۵۳/۹۵۶
۰/۱۲۱	۰/۱۰۱	۱/۳۳۶-	۰/۸۵۵	۰/۱۵۵	۰/۷۲۱-	۹/۴۹۵
۰/۱۹۹	۰/۲۶۳	۰/۰۳۷	۰/۳۰۱	۰/۰۹۵	۰/۶۳۲-	۱/۱۲۵-
۲۱/۲۵۰	۲۱/۵۰۰	۹/۰۰۰	۳۴/۷۰۰	۹/۴۲۰	۰/۱۹۵	۱/۵۰۹-

مأخذ: محاسبات پژوهش

۲-۷. اجرای الگوریتم زنبور عسل

داده‌ها به دو دسته آموزش و ارزیابی تقسیم می‌شوند از داده‌های آموزش برای یادگیری مدل و از داده‌های ارزیابی به منظور محاسبه نرخ خطای الگوریتم‌ها روی داده‌هایی که تاکنون مشاهده نکرده است، استفاده می‌شود. البته برای اینکه ارزیابی مناسب باشد تعداد یک اجرا الگوریتم کفایت نمی‌کند. معمولاً الگوریتم‌ها تمایل دارند که نرخ خطای تخمینی خود را به نرخ خطای واقعی نزدیک کنند و این امر با اجرای بارهای فرآیند یادگیری و ارزیابی امکان‌پذیر است. بنابراین زمانی که یک مجموعه داده در اختیار گذاشته می‌شود، باید بخشی از آن را برای ارزیابی نهایی کنار گذاشت و از بقیه برای یادگیری استفاده کرد و مجدداً دو مجموعه‌ها را تغییر داد و دوباره مدل را ارزیابی کرد. یکی از روش‌های معمول برای این منظور روش اعتبارسنجی ۱۰ قسمتی^۱ نام دارد. در این روش مجموعه داده‌ها به K قسمت مساوی، به صورت تصادفی تقسیم می‌گردد. K زوج مجموعه $\{x_i, y_i\}_{i=1}^K$ به صورت تصادفی استخراج می‌شود که در آن x_i متغیرهای مستقل و y_i متغیر وابسته نمونه i ام است. در اجرای اول قسمت اول از K قسمت به منظور ارزیابی، $K-1$ قسمت باقیمانده برای یادگیری استفاده می‌شود. در اجرای دوم قسمت دوم از K قسمت به منظور ارزیابی، $K-1$ قسمت باقیمانده برای یادگیری استفاده می‌شود. K مرتبه الگوریتم به همین روال اجرا می‌گردد. مجموعه داده‌های یادگیری و ارزیابی باید به اندازه کافی بزرگ باشند تا خطای تخمینی، به مقدار واقعی نزدیک‌تر باشد. در عین حال داده‌های یادگیری و ارزیابی با داده‌های یادگیری و ارزیابی سایر تکرارها، باید کمترین هم‌پوشانی را داشته باشند تا به این وسیله تمام داده‌ها در فرآیند یادگیری و ارزیابی دخالت داده شوند. در این روش دو نکته دیده می‌شود. نکته اول اینکه نسبت مجموعه ارزیابی به یادگیری کوچک است. همچنین هرچقدر مقدار N (تعداد کل نمونه‌های مجموعه داده‌ها) افزایش یابد می‌توان مقدار پارامتر K را کاهش داد و اگر مقدار N کوچک باشد، باید مقدار K را آنقدر بزرگ در نظر گرفت که تعداد نمونه‌های لازم برای عمل یادگیری فراهم باشد. در هر بار تکرار یک نرخ خطا برای داده‌های یادگیری و ارزیابی محاسبه می‌گردد و در نهایت میانگین

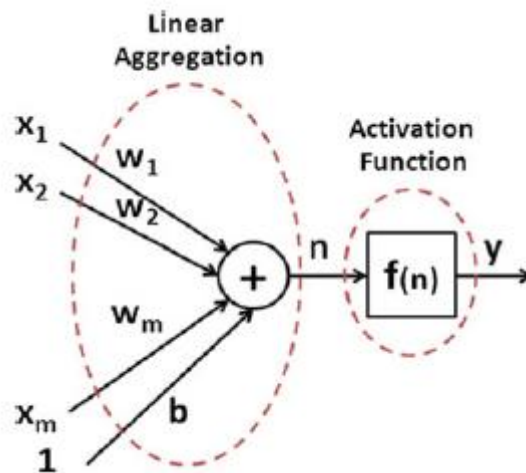
1. Fold Cross-Validation

نرخ‌های خطای به دست آمده به عنوان نرخ خطا داده‌های یادگیری و داده‌های ارزیابی انتساب داده می‌شود.

رابطه ۱ تابعی است که الگوریتم زنبور سعی در یافتن ضرایب $b_i, i = 1, \dots, m$ دارد وقتی که m تعداد متغیرهای مستقل به اضافه یک برای سال t است. (برای سال $t, m=9$ و سال $m=9, t-1$ و سال $m=8, t-2$ است. $m-1$ مورد مربوط به متغیرهای مستقل و یک مورد بایاس است) است.

$$z = \text{sign}(b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_mx_m) \quad (1)$$

که در آن بایاس b_0 و $b_i, i=1, \dots, m-1$ وزن‌های هر کدام از متغیرها (x_i) است قرار دارد. تابع Sign تابع علامت است اگر حاصل مثبت باشد + و اگر منفی باشد - را برمی‌گرداند. الگوریتم با استفاده از داده‌های یادگیری این پارامترها را پیدا می‌کند که اصطلاحاً به آن آموزش مدل گفته می‌شود و سپس با داده‌های ارزیابی، مدل را ارزیابی می‌گردد. برای وضوح بیشتر شکل ۱ نشان‌دهنده مدل استفاده شده است.



شکل ۱. مدل استفاده شده

و در جدول ۴ میانگین دقت پیش‌بینی (نرخ شناسایی) پس از اجرای روش اعتبارسنجی ۱۰ قسمتی (تکه‌ای) مشاهده می‌گردد.

جدول ۴. نرخ شناسایی برای داده‌های ارزیابی الگوریتم زنبور عسل

پیش‌بینی درماندگی مالی برای سال جاری			
خطای نوع دوم	خطای نوع اول	نرخ شناسایی	Fold
۰,۰۰	۰	۱۰۰,۰۰	۱
۰,۰۰	۰	۱۰۰,۰۰	۲
۰,۰۰	۰	۱۰۰,۰۰	۳
۰,۰۰	۰	۱۰۰,۰۰	۴
۰,۰۰	۰	۱۰۰,۰۰	۵
۰,۰۰	۱۶,۶۶۶۶۷	۹۱,۶۷	۶
۱۴,۲۹	۰	۹۱,۶۷	۷
۲۰,۰۰	۰	۹۱,۶۷	۸
۱۶,۶۷	۰	۹۱,۶۷	۹
۰,۰۰	۲۰	۹۱,۶۷	۱۰
۵,۱۰	۳,۶۶۶۶۶۷	۹۵,۸۳	میانگین
پیش‌بینی درماندگی مالی برای سال آتی			
خطای نوع دوم	خطای نوع اول	نرخ شناسایی	Fold
۲۰	۲۸,۵۷۱۴۳	۷۵	۱
۴۲,۸۵۷۱۴	۲۰	۶۶,۶۶۶۶۷	۲
۳۳,۳۳۳۳۳	۵۰	۵۸,۳۳۳۳۳	۳
۱۱,۱۱۱۱۱	۰	۹۱,۶۶۶۶۷	۴
۲۰	۰	۹۱,۶۶۶۶۷	۵
۱۴,۲۸۵۷۱	۰	۹۱,۶۶۶۶۷	۶
۴۰	۲۸,۵۷۱۴۳	۶۶,۶۶۶۶۷	۷
۵۰	۰	۷۵	۸
۰	۱۶,۶۶۶۶۷	۹۱,۶۶۶۶۷	۹
۰	۳۷,۵	۷۵	۱۰
۲۳,۱۵۸۱۳	۱۸,۱۳۰۹۵	۷۸,۳۳۳۳۳	میانگین

مأخذ: محاسبات پژوهش

و به‌عنوان نمونه برای اجرای هفتم سال t (جاری) و سال $t+1$ (آتی) جزییات خطای نوع یک و دو برای داده‌های ارزیابی در جدول ۵ و ۶ نشان داده شده است.

جدول ۵. خطای نوع اول و دوم اجرای هفتم داده‌های ارزیابی الگوریتم در سال جاری

		واقعی			
		درمانده مالی	سالم		
پیش‌بینی	سالم	۰	۶	ورشکست	٪۰,۰۰
	ورشکست	۵	۱		
		٪۱۰۰,۰۰	٪۸۵,۷۱		
		Specificity	Sensitivity		
				خطای نوع اول	٪۰,۰۰
				خطای نوع دوم	٪۱۴,۲۹
				نرخ شناسایی	٪۹۱,۶۷

جدول ۶. خطای نوع اول و دوم اجرای هفتم داده‌های ارزیابی الگوریتم در سال آتی

		واقعی			
		درمانده مالی	سالم		
پیش‌بینی	سالم	۲	۳	درمانده	٪۶۰
	درمانده	۵	۲		
		٪۷۱,۴۳	٪۶۰		
		Specificity	Sensitivity		
				خطای نوع اول	٪۲۸,۵۷
				خطای نوع دوم	٪۴۰
				نرخ شناسایی	٪۶۶,۶۷

مأخذ: محاسبات پژوهش

برای ارزیابی الگوریتم از دو روش استفاده شده است:

۱- برای ارزیابی مدل‌های پیش‌بینی از معیار ارزیابی با نام‌های نرخ شناسایی استفاده شده است که با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌گردند.

$$Correct\ Rate = \frac{Number\ of\ True\ Prediction}{Total\ Number\ of\ Samples} \quad (۲)$$

هرچقدر مقدار Correct Rate نزدیک‌تر به ۱۰۰ باشد پیش‌بینی الگوریتم‌ها به واقعیت نزدیک‌تر است.

۲- نحوه محاسبه خطاهای نوع اول و دوم به این صورت است:

TP: تعداد شرکت‌های سالم که درست سالم پیش‌بینی شده‌اند.

FP: تعداد شرکت‌های درمانده که اشتباه سالم پیش‌بینی شده‌اند.

TN: تعداد شرکت‌های درمانده که درست درمانده پیش‌بینی شده‌اند.

FN: تعداد شرکت‌های سالم که اشتباه درمانده پیش‌بینی شده‌اند.

جدول ۷. نحوه محاسبه خطای نوع یک و نوع دو

	واقعی			
	درمانده	سالم		
دقت پیش‌بینی سالم $\frac{TP}{FP + TN}$	FP	TP	سالم	پیش‌بینی
دقت پیش‌بینی درمانده $\frac{TN}{TN + FN}$	TN	FN	درمانده	
	Specificity $\frac{TN}{FP + TN}$	Sensitivity $\frac{TP}{TP + FN}$		
			1- Specificity =	خطای نوع اول
			1- Sensitivity =	خطای نوع دوم
			$\frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN}$	نرخ شناسایی

مأخذ: محاسبات پژوهش

همان‌طور که جدول شماره ۴، ۵ و ۶ که نتایج میزان خطای پیش‌بینی الگوریتم و خطای نوع ۱ و نوع ۲ را نشان می‌دهد می‌توان بیان کرد که الگوریتم زنبور عسل روش مناسب جهت پیش‌بینی درماندگی مالی بخش صنعت و معدن بازار سرمایه ایران با قدرت بالای ۹۵ درصد با متغیرهای اقتصادی می‌باشند.

جدول ۸. خلاصه نتایج آزمون فرضیه پژوهش

ردیف	نام الگوریتم	میانگین نرخ شناسایی	میانگین نرخ شناسایی	خطای نوع اول	خطای نوع دوم
۱	الگوریتم ABC	سال t (جاری)	۹۵,۸۳	۳,۶۶	۵,۱۰
۲	الگوریتم ABC	سال t+۱ (آتی)	۷۸,۳۳	۱۸,۱۳	۲۳,۱۵

مأخذ: محاسبات پژوهش

۸. نتیجه گیری

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 در ماندگی مالی است. 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 به منظور کسب منابع مالی و محدود شدن دسترسی به سود توسط واحدهای تجاری و بنگاه‌های اقتصادی است. یکی از راه‌هایی که می‌توان با استفاده از آن به بهره‌گیری مناسب از فرصت‌های سرمایه‌گذاری و همچنین جلوگیری از به هدر رفتن منابع کمک کرد، پیش‌بینی در ماندگی مالی یا ورشکستگی است (ماین و جانگک^۱، ۲۰۰۸). در این پژوهش با استفاده از متغیرهای اقتصادی اقدام به پیش‌بینی در ماندگی مالی در بخش صنعت و معدن بازار سرمایه ایران شده است که نتایج تحقیق نشان می‌دهد متغیرهای اقتصادی توان پیش‌بینی در ماندگی مالی با استفاده از الگوریتم زنبور عسل (قدرت پیش‌بینی ۹۵٪ در سال جاری و ۷۸٪ در سال آتی) را دارد. نتایج پژوهش با نتایج تحقیق صادقی و همکاران (۱۳۹۲)، احمدی (۱۳۹۵) و طالب‌نیا و همکاران (۱۳۹۰) در ایران و پژوهش فونتین^۲ و همکاران (۲۰۱۷)، آلیفیا^۳ (۲۰۱۴) و هرناندز و ویلسون^۴ (۲۰۱۳) در خارج از ایران مطابقت دارد.

با توجه به نتایج پژوهش که نشان داد متغیرهای اقتصادی دارای محتوای اطلاعاتی جهت پیش‌بینی در ماندگی مالی است لذا به مدیران بخش صنعت و معدن بازار سرمایه توصیه می‌شود

1. Jhung
2. Felipe Fontaine Rezende
3. Mohd NorfianAlifiah
4. Hernandez and Wilson

متغیرهای ذکر شده را جهت تصمیم‌گیری در زمینه تداوم فعالیت شرکت‌ها مد نظر قرار دهند. همچنین با توجه به نتایج پژوهش که نشان می‌دهد الگوریتم زنبور عسل دارای قدرت بالایی در پیش‌بینی درماندگی مالی در بخش صنعت و معدن بازار سرمایه ایران است لذا به صاحبان سرمایه و تصمیم‌گیران شرکت توصیه می‌شود در تصمیم‌گیری‌های خود پیرامون سرمایه‌گذاری در بخش صنعت و معدن بازار سرمایه از قدرت پیش‌بینی الگوریتم‌های هوش مصنوعی به‌ویژه روش زنبور عسل استفاده کنند.

منابع

- احمدی، سید شریف (۱۳۹۵). «بررسی رابطه بین حاکمیت شرکتی و ریسک سیستماتیک با درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران». پایان‌نامه کارشناسی ارشد.
- پورحیدری، امید و مهدی کوپائی حاجی (۱۳۸۹). «پیش‌بینی بحران مالی با استفاده از مدل مبتنی بر تابع تفکیکی خطی». مجله پژوهش‌های حسابداری مالی، شماره ۱ (۳). صص ۳۳-۴۶.
- راموز، نجمه و مریم محمودی (۱۳۹۶). «پیش‌بینی ریسک ورشکستگی مالی با استفاده از مدل ترکیبی در بورس اوراق بهادار تهران». راهبرد مدیریت مالی. سال پنجم. شماره شانزدهم. صص ۵۱-۷۵.
- صادقی، حسین؛ رحیمی، پریسا و یونس سلمانی (۱۳۹۲). «تأثیر عوامل کلان اقتصادی و نظام راهبری درماندگی بر مالی شرکت تولیدی‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران». دوفصلنامه اقتصاد پولی، مالی (دانش و توسعه سابق). دوره جدید. سال بیست و یکم. شماره ۸. پاییز و زمستان.
- طالب‌نیا، قدرت‌اله و اسماعیل شجاع (۱۳۹۰). «رابطه بین نسبت ارزش افزوده بازار (MVA) به سود حسابداری فصلنامه حسابداری مدیریت و نسبت ارزش افزوده اقتصادی (EVA) به سود حسابداری در شرکت‌های پذیرفته‌شده». دوره ۴. شماره ۸. صص ۴۷-۶۰.

- قدرتی، حسن و امیرهادی معنوی مقدم (۱۳۸۹). «بررسی دقت مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی (آلتن، شیراتا، اهلسون، زمیسکی، اسپرینگیت، سی ای اسکور، فولمر، ژنتیک فرج زاده و ژنتیک مک کی) در بورس اوراق بهادار تهران». *تحقیقات حسابداری*. شماره ۷.
- کمیجانی، اکبر و جواد سعادت فر (۱۳۸۵). «کاربرد مدل‌های شبکه عصبی در پیش‌بینی ورشکستگی اقتصادی شرکت‌های بازار بورس». *جستارهای اقتصادی*. شماره ۶.
- مشایخی، بیتا و حمیدرضا گنجی (۱۳۹۳). «تأثیر کیفیت سود بر پیش‌بینی ورشکستگی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی». *تحقیقات حسابداری مالی و حسابرسی*. مقاله ۶. دوره ۶. شماره ۲۲. صص ۱۴۷-۱۷۳.

- Altman, E.I., (1968). "Financial ratios, discriminant analysis and prediction of corporate bankruptcy", *Journal of Finance*, Vol. 23, PP. 589-609.
- Felipe Fontaine Rezende, Roberto Marcos da Silva Montezano, Fernando Nascimento de Oliveira, Valdir de Jesus Lameira (2017). "Predicting financial distress in publicly-traded companies", *Revista Contabilidade & Finanças*, On-line version ISSN 1808-057X, Rev. contab. finanç. vol. 28, no. 75
- Hernandez, M.T, Wilson, N. (2013), "Financial Distress and Bankruptcy Prediction among Listed Companies Using Accounting, Market and Macroeconomic Variables", *International Review of Financial Analysis*, In Press, Available online 26 February
- Li, Z., Crook, J., & Andreeva, G. (2015). "Corporate Governance and Financial Distress: a Discrete Time Hazard Prediction Model", Retrieved from <http://ssrn.com/abstract=2635763>
- Mohd Norfian Alifiah, (2014). "Prediction of financial distress companies in the trading and services sector in Malaysia using macroeconomic variables", *Journal Procedia-Social and Behavioral Sciences*. Vol. 129, PP. 90-98
- Mohd Norfian Alifiah, Norhana Salamudin, Ismail Ahmad (2013). "Prediction of financial distress companies in the consumer products sector in Malaysia", *Journal Sains Humanik*, Vol. 64, Issue 1