



## پیش بینی پویا درماندگی مالی: مطالعه موردی

حمید رحیمی<sup>۱</sup>

مهرداد مینویی<sup>۲</sup>

محمد رضا فتحی<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۲۲

### چکیده

با توجه به شرایط اقتصادی امروز کشور، تعداد شرکتهای درمانده و اهمیت درماندگی مالی روزبهروز در حال افزایش است. افزایش عوامل اقتصادی تأثیرگذار بر درماندگی مالی نیز بر پیچیدگی تصمیم‌گیری در سرمایه‌گذاری این شرکت‌ها افزوده است. به همین منظور رویکرد ارائه‌شده در این پژوهش با در نظر گرفتن انواع معیارهای مالی، امکان پویاسازی پیش‌بینی درماندگی مالی را برای این تصمیم‌گیرندگان فراهم می‌سازد. رویکرد معرفی‌شده در این پژوهش ابتدا با خوشه‌بندی شرکتهای در خوشه متناسب درمانده مالی و غیر درمانده به کمک روش شبکه عصبی مصنوعی، نگاشت خودسازمان‌ده (SOM) اقدام و سپس با بهره‌گیری از روش تحلیل پوششی داده‌ها مبتنی بر بدترین عملکرد (WPF-DEA) نسبت به پیش‌بینی پویا درماندگی مالی شرکتهای پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران اقدام گردید. با بهره‌گیری از روش یادشده ۱۰۵ شرکت ارزیابی گردید و نتیجه ناکارایی این شرکتهای در طول ۵ دوره زمانی از سال ۱۳۹۵ الی ۱۳۹۹ پیش‌بینی شد. مدل تحلیل پوششی داده‌های پویا مبتنی بر بدترین عملکرد، توان ارزیابی ناکارایی واحدهای مورد بررسی اعم از شرکتهای عضو سازمان بورس و اوراق بهادار را دارا است. تحلیل پوششی داده‌ها توانسته است به‌صورت موفقیت‌آمیزی درماندگی مالی شرکتهای را به‌عنوان واحدهای تصمیم‌ناکارا شناسایی نماید.

**واژه‌های کلیدی:** درماندگی مالی، تحلیل پوششی داده‌ها مبتنی بر بدترین عملکرد، شبکه عصبی مصنوعی، نگاشت خودسازمان‌ده، سازمان بورس و اوراق بهادار

طبقه بندی JEL: G12, E47, G21

۱ گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران [h\\_rahimi57@yahoo.com](mailto:h_rahimi57@yahoo.com)  
۲ گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول) [mehrzad\\_m44@yahoo.com](mailto:mehrzad_m44@yahoo.com)  
۳ گروه مدیریت صنعتی و فناوری، دانشکده فارابی، دانشگاه تهران، قم، ایران [Reza.fathi@ut.ac.ir](mailto:Reza.fathi@ut.ac.ir)

۳۸۵

نوع مقاله: علمی پژوهشی  
[Ecj@iauctb.ac.ir](mailto:Ecj@iauctb.ac.ir)



Creative Commons - Attribution 4.0  
International - CC BY 4.0  
[Creativecommons.org](http://creativecommons.org)

## ۱- مقدمه

روند مطالعات پیشبینی درماندگی مالی و ورشکستگی نشان می‌دهد علیرغم پیشبینی‌های قابل قبول مدل‌های آماری، مفروضات صریح و محدودکننده این روشها نظیر خطی بودن، نرمال بودن، استقلال متغیرهای مستقل از یکدیگر و وجود یک ساختار تابعی از پیش تعیین شده کاربرد آنها را در دنیای واقعی محدود میکند (مهرانی، ۲۰۱۷). از طرف دیگر با تغییرات اساسی رخ داده در امور مالی شرکتها و همچنین تغییرات محیط اقتصاد جهانی نسبتهای مالی میتوانند فعالانه تغییر یابند (اوساما، ۲۰۱۹). این موضوع به منظور توسعه و ایجاد یک رویکرد انقلابی در مواجهه با محیطهای مالی پویا در آینده لازم و با اهمیت است. در چنین فضایی استفاده از روشهایی نظیر شبکههای عصبی و روشهای داده‌کاوی که عملاً محدودیت‌های پیش‌گفته روشهای آماری را نداشتند، پا به عرصه گذاشتند (بت‌شکن، ۲۰۱۸). با گذشت زمان و ورود روشهای جدیدتر طبقه‌بندی و همچنین معایب شبکههای عصبی مانند مقادیر عمدی مورد نیاز دادههای آموزشی و به منظور تخمین الگوی ورودی و همچنین مسئله تعمیم نتایج حاصل از روش شبکههای عصبی، فرایند شناسایی مدلهایی باقابلیت پیشبینی بیشتر به سمت سایر روشهای داده‌کاوی سوق پیدا کرد، به طوری که در طی ۱۵ سال اخیر روشهای دیگر از فناوری داده‌کاوی پا به عرصه پیشبینی درماندگی مالی و ورشکستگی شرکتها گذاشتند. این روشها عمدتاً به لحاظ کارایی، تاکنون کارکردی بهینه‌تر نسبت به سایر روشها داشته‌اند. از جمله روشهای نوین داده‌کاوی شامل الگوریتم ژنتیک، درخت تصمیمگیری، تئوری مجموعه اولیه، استدلال مبتنی بر مورد، ماشین بردار پشتیبان و غیره میشود. این روشها به واسطه تخمین فراگیر و توانایی آنها در استخراج دانش از میان مقادیر حجیم دادهها و همچنین قابلیت‌های طبقه‌بندی و پیشبینی آنها، از محبوبیت فراوانی برخوردار هستند (گامل، ۲۰۱۶). با توجه به اهمیت پیشبینی درماندگی مالی، پژوهشهای زیادی در این زمینه در خارج از کشور و تعدادی نیز در داخل کشور انجام گرفته است و مطالعات برخی از پژوهشگران به ارائه مدلی برای پیشبینی درماندگی مالی منجر شد که هرکدام از این مدلها با درصدی از اطمینان قابلیت پیشبینی درماندگی مالی شرکتها را دارند. تکنیک تحلیل پوششی دادهها (DEA) به عنوان یک تکنیک ناپارمتری باقابلیت‌ها و ویژگیهای منحصر به فرد خود به عنوان یک تکنیک ارزیابی چند معیاره توانسته است به مفهوم ارزیابی در حوزه مدیریت مالی، شفافیت و دقت بالایی ببخشد (ابراهیمیکردلر، ۱۳۹۷). تحلیل پوششی داده‌ها یکی از موفقترین تکنیکهای مورد استفاده در فعالیتهای پژوهشی مربوط به ارزیابی عملکرد بانکها و مؤسسات مالی بوده است (امروز نژاد و یانگ، ۲۰۱۸؛ پارادی و ژو، ۲۰۱۳). تحقیقات وسیع صورت گرفته در زمینه ارزیابی عملکرد مالی، مدلها و روشهای متعددی را ارائه میکنند. اما هدف همه آنها ارائه روشی برای انتخاب بهترین واحد در یک سناریوی حداکثر سازی عملکرد بوده و سعی در ارائه روشی برای شناخت بدترین واحد به منظور جلوگیری از ادامه فعالیت، نمیکنند و مدل‌های DEA مورد استفاده همگی جزء مدل‌های مبتنی بر بهترین عملکرد (BPF-DEA) هستند. کوپر و همکاران (۲۰۰۶) خاطر نشان میکنند که در فرایند بهینه‌سازی مدل‌های BPF-DEA، اوزانی که به واحدهای تصمیمگیری (DMU) تعلق میگیرند مناسبترین اوزانی هستند که میتوانند کارایی واحد تحت بررسی را حداکثر کنند. اگرچه مدل‌های BPF-DEA به نوعی توانایی تشخیص بدترین واحدها را نیز دارند اما اندازه‌گیری میزان ناکارایی واحدها در یک سناریوی حداکثر سازی میزان کارایی (با تخصیص

بهترین اوزانی که کارایی واحد تصمیم‌گیری را حداکثر میکنند) در دنیای واقعی چندان مناسب به نظر نمی‌رسد. بدین منظور لیو و چن (۲۰۰۹)، مدلی را با هدف تشخیص و ارزیابی ریسکهای سرمایه‌گذاری و پیش‌بینی ورشکستگیها معرفی کردند. آن‌ها معتقد هستند که طراحی مدلی برای ارزیابی و رتبه‌بندی واحدها با هدف تشخیص بدترین عملکردها در یک سناریوی حداقلسازی کارایی منطقیتر خواهد بود. این مدل با عنوان مدل مبتنی بر بدترین عملکرد (WPF-DEA) شناخته می‌شود. اما مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های مبتنی بر بدترین عملکرد (WPF-DEA) هنوز یک حقیقت مهم که عملکرد شرکتها یک بُعد زمانی دارد، را نادیده می‌گیرند و در واقع مدل‌های ایستا هستند (چن، ۲۰۰۹؛ چن و وندالن، ۲۰۱۰). عملکرد شرکتها در طی حیاتشان به صورت یک زنجیره به یکدیگر مرتبط است؛ بنابراین ارزیابی عملکرد آن‌ها در طی چند دوره زمانی ضروری است و اطلاعات بهتری به مدیران میدهد (نموتو و گوتو، ۱۹۹۹؛ نموتو و گوتو، ۲۰۰۳). به عبارت دیگر، به وضوح نیاز به ارزیابی چند دوره‌های وجود دارد اما مدل‌های متداول DEA برای یک دوره ساخته شده‌اند (لی و همکاران، ۲۰۱۷). با توجه به مطالب عنوان‌شده و با عنایت به اینکه پیش‌بینی درماندگی مالی یکی از مهم‌ترین مسئله پیش روی شرکتها محسوب می‌شود، بنابراین در تحقیق حاضر یک رویکرد نو یعنی WPF-DEA برای پیش‌بینی درماندگی مالی شرکتها پیشنهاد می‌شود. بنابراین مسئله این تحقیق طراحی مدل تحلیل پوششی داده‌های مبتنی بر بدترین عملکرد (WPF-DEA) برای پیش‌بینی پویای درماندگی مالی در بورس اوراق بهادار تهران میباشد. خاطرنشان می‌گردد، در این مقاله با بهره‌گیری از ترکیب تکنیک شبکه عصبی مصنوعی و مدل D-DEA-WPF شرکت‌های عضو سازمان بورس اوراق بهادار مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. رویکرد ارائه‌شده در این مقاله در دو مرحله انجام می‌گیرد. در مرحله اول با معرفی مدل شبکه عصبی مصنوعی، شرکت‌ها در دو خوشه درمانده مالی و غیر درمانده مالی خوشه‌بندی می‌شوند. در این مرحله با بهره‌گیری از ۸ معیار این خوشه‌بندی انجام می‌شود. سپس با معرفی مدل D-DEA-WPF نسبت به پیش‌بینی درماندگی مالی شرکتها اقدام و شرکت‌هایی که احتمال درماندگی مالی دارند شناسایی می‌گردد. ساختار ادامه این پژوهش به شرح زیر است:

در بخش دو، پیشینه پژوهشهای مرتبط در دو زیر بخش مطالعات داخلی و مطالعات خارجی ارائه شده است. سپس ادبیات نظری موضوع در خصوص درماندگی مالی و تحلیل پوششی داده‌ها مبتنی بر بدترین عملکرد ارائه می‌گردد و در ادامه، اقدام به خوشه‌بندی شرکتها به دو خوشه درمانده و غیر درمانده با روش شبکه عصبی مصنوعی SOM می‌گردد و سپس مدل پویای تحلیل پوششی داده‌ها مبتنی بر بدترین عملکرد بر مبنای ناکارایی در بخش چهارم طراحی و ارائه می‌شود. در بخش پنجم با داده‌های ۱۰۵ شرکت برآورد مدل و تحلیل داده‌ها انجام می‌شود. در انتها نتیجه‌گیری و پیشنهادها ارائه شده است.

## ۲- پیشینه پژوهش و ادبیات نظری

### ۲-۱- پیشینه پژوهش

یافته‌های حاصل از پژوهش منصور فر و همکاران (۱۳۹۵) نشان می‌دهد که استفاده از کیفیت سود در پیش‌بینی درماندگی مالی به طور معناداری دقت پیش‌بینی درماندگی مالی را افزایش می‌دهد. همچنین در مقایسه با سایر

مدل‌ها، مدل آلتمن دقت بیشتری در پیش‌بینی درماندگی مالی داشته و ابزار مناسب‌تری برای پیش‌بینی محسوب می‌شود.

فلاحپور (۱۳۹۵) به مطالعه پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها با استفاده از الگوریتم کلونی مورچگان می‌پردازد. نتایج به دست آمده از تحقیق بیانگر آن است که روش الگوریتم کلونی مورچگان در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها، به‌طور معناداری نسبت به روش تحلیل ممیز چندگانه عملکرد بهتری دارد.

در تحقیق بادآورنده‌ی و همکاران (۱۳۹۶) مدلی جهت پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران تهیه شده است. در این تحقیق از بین ۱۵ نسبت اولیه انتخاب‌شده، پنج نسبت که انتظار میرفت با هم بهترین پیش‌بینی را در خصوص بحران مالی ارائه نمایند، انتخاب شده است. سپس با استفاده از تجزیه و تحلیل رگرسیون و این پنج نسبت مالی مدلی جهت پیش‌بینی تهیه شده است که قادر بود با ۹۵ درصد اطمینان وضعیت ورشکستگی شرکتها را یک سال قبل از وقوع ورشکستگی پیش‌بینی نماید.

(بادآورنده‌ی، ۱۳۹۶). فروغی و همکاران در سال ۱۳۹۶ در تحقیقی به منظور شناسایی مهم‌ترین متغیرهای حائز اهمیت در پیش‌بینی بحران مالی و درماندگی مالی شرکتها از مدل تابع تفکیک خطی استفاده کردند و مدلی نه متغیری طراحی و ارائه نمودند. نتایج بررسی نشان داد که تا پنج سال قبل از بحران مالی میتوان با استفاده از مدل مورد نظر و با دقت نسبتاً بالا آن را پیش‌بینی کرد.

(فروغی، ۱۳۹۶). با توجه به نتایج تحقیق پیری، خداکریمی (۱۳۹۶) می‌توان گفت که ترکیبی از اطلاعات حسابداری و بازار، توانایی پیش‌بینی کنندگی درماندگی شرکت‌ها را داشته و با توجه به بررسی تداوم فعالیت شرکت‌ها می‌تواند موجب ارتقاء کیفی تصمیم‌گیری سهامداران و ذینفعان گردد. درماندگی مالی شرکت‌ها شدت رابطه بین هموارسازی سود و هزینه بدهی را افزایش می‌دهد و درماندگی مالی تأثیر منفی و معناداری بر هزینه بدهی شرکت‌ها دارد.

درنهایت بانکها و سرمایه‌گذاران در تعیین سلامت مالی و درماندگی مالی شرکت‌ها به متغیرهای تأثیرگذار بر آن دقت بیشتری نمایند، چراکه درماندگی مالی یک مرحله قبل از ورشکستگی شرکت است و به عنوان هشدار برای جلوگیری از فروپاشی شرکت تلقی می‌گردد که لذا با شناسایی و ارزیابی مدل‌های دقیق‌تر می‌توان درماندگی مالی شرکت‌ها را با اطمینان بیشتری پیش‌بینی کرده و نهایتاً اقدام به تصمیم‌گیری نمایند (سیف‌الهی، ۱۳۹۷).

زهرامرادی و شهلا سهرابی در سال ۱۳۹۷ در تحقیقی به بررسی رابطه سهامداران نهادی به عنوان مالک و مدیر بر درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداخته که نتیجه تحقیق آن‌ها حاکی از این است که بین میزان سهامداران نهادی که در هیئت مدیره‌اند (مالکیت نهادی) و درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران رابطه معنادار وجود دارد.

طهماسبی و همکاران (۱۳۹۷) در تحقیقی با استفاده از مدل‌های درخت تصمیم و رگرسیون لجستیک به پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداخته‌اند و نتایج تحقیق آن‌ها نشان می‌دهد هر دو مدل قابلیت پیش‌بینی درماندگی مالی را دارا می‌باشند، اما مدل درخت تصمیم از قدرت پیش‌بینی بالاتری نسبت به مدل رگرسیون لجستیک برخوردار است.

خردیار و همکاران (1397)) در پژوهشی یک سیستم استنتاج فازی عصبی انطباق پذیر (ANFIS) مبتنی بر تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) جهت پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها پیشنهاد داده‌اند و نتایج حاصل از پژوهش نشان می‌دهد سیستم استنتاج فازی عصبی انطباق پذیر (ANFIS) مبتنی بر تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) قابلیت پیش‌بینی وقوع درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد. ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۷) در تحقیقی تلاش کرده‌اند که متغیرهای توضیحی اثرگذار در پیش‌بینی درماندگی مالی از بین مجموعه متغیرهای حسابداری و بازار را شناسایی و سپس با استفاده از مدل کاکس الگوی پیش‌بینی مناسبی ارائه کنند.

بتشکن و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی رویکردی جدید برای انتخاب متغیرهای مؤثر در پیش‌بینی درماندگی مالی با استفاده از نظر خبرگان و الگوریتم‌های تصمیم‌گیری ارائه داده‌اند. در پژوهش رمضان زاده (۱۳۹۸)، مدل پیش‌بینی درماندگی مالی با استفاده از مدیریت سود شرکت‌ها بسط داده شده است و ضمن طراحی مجدد مدل پیش‌بینی درماندگی مالی آلتمن (۱۹۸۳) با متغیر مدیریت سود واقعی به عنوان یک متغیر پیش‌بین، عملکرد مدل اولیه و مدل تعدیل شده در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران مورد مطالعه تطبیقی قرار گرفت.

وقفی، دارایی (1398)) در پژوهشی به بررسی عوامل مؤثر بر درماندگی مالی و پیش‌بینی آن به وسیله الگوریتم‌های هوش مصنوعی (روش درخت تصمیم، ماشین بردار پشتیبان و طبقه‌بندی بیز) پرداخته‌اند. نتایج تحقیق حاکی از تأثیر مستقیم تورم و ریسک مالی و تأثیر معکوس نسبت مدیران غیرموظف، بازده سالانه سهام و نسبت وجه نقد عملیاتی بر درماندگی مالی می‌باشد.

نتایج تحقیق مهرانی و همکاران (۱۳۹۸) نشان می‌دهد که مدل‌های مستخرج از شاخص‌های حسابداری به‌طور معنی‌داری نسبت به مدل‌های مبتنی بر شاخص‌های غیر حسابداری از دقت پیش‌بینی بالاتری برخوردارند و اضافه نمودن شاخص‌های غیر حسابداری به مدل‌های مبتنی بر شاخص‌های حسابداری، قدرت پیش‌بینی آن‌ها را به‌طور معنی‌داری افزایش نمی‌دهد. میرعرب بایگی و همکاران در پژوهشی (۱۳۹۹) به پیش‌بینی پویا درماندگی مالی شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شاخص مالیم کوئیسیت پرداخته‌اند که نتایج این تحقیق نشان از توانایی بالای این شاخص در تشخیص درماندگی مالی شرکت‌ها و رفع مسئله ناکارآمدی روش‌های پیشین می‌باشد. وقفی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی به بررسی عوامل مؤثر بر درماندگی مالی و پیش‌بینی آن با استفاده از الگوریتم آدابوست و طبقه‌بندی احتمالی بیز پرداخته شده است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که الگوریتم تقویت انطباقی آدابوست با استفاده از داده‌های مالی و اقتصادی توانایی بالاتری نسبت به روش طبقه‌بندی احتمالی بیز در پیش‌بینی درماندگی مالی دارد. محبی هره دشت و همکاران (۱۳۹۹) در تحقیقشان به بررسی تأثیر شاخص‌های غیرمالی بر پیش‌بینی وقوع درماندگی مالی در بانک شهر با استفاده از رویکرد مدل یابی معادلات ساختاری می‌پردازد. نتایج نشان دادند که شاخص‌های حاکمیت شرکتی، توانایی مدیریت و رقابت‌پذیری، شاخص‌هایی با ماهیت غیرمالی هستند که می‌توانند در پیش‌بینی وقوع درماندگی مالی بسیار مؤثر باشند. صوفی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی از ترکیب تکنیک‌های شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک بر مبنای نسبت‌های پیش‌بینی

زیمنسکی برای مدل‌سازی پیش‌بینی درماندگی مالی استفاده کرده‌اند. رحیمی و همکاران (۱۴۰۰) به تبیین متغیرهای مالی موثر در پیش‌بینی درماندگی مالی پرداختند. در این پژوهش ۱۰۶ شرکت با روش نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب شدند و داده‌های مالی آنها از سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۸ استخراج و با آزمون همبستگی پیرسون رابطه بین متغیرها بررسی و از ۳۴ نسبت مالی، ۲۴ نسبت که دارای رابطه معنی‌دار بودند، انتخاب گردید. رحیمی و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی به پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از تکنیک DEA-DA و شبکه عصبی پرداختند.

شاه و مرتزا (۲۰۰۰) با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی به پیش‌بینی ورشکستگی شرکتها پرداختند. آن‌ها در تحقیق خود از هشت نسبت مالی استفاده کردند که دقت پیش‌بینی مدل آن‌ها ۷۳ درصد بود. آلفار و گارسیابه (۲۰۰۸) به منظور پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها دو مدل آدابوست و شبکه‌های عصبی مصنوعی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق حاکی از آن است که الگوریتم آدابوست نسبت به شبکه‌های عصبی مصنوعی عملکرد بهتری دارد و دقت پیش‌بینی این روش ۹۹/۱ درصد بود.

سووشی و همکارانش (۲۰۰۹) در کار تحقیقاتی خود تحلیل پوششی داده‌ها را به‌عنوان ابزاری سریع و آسان برای ارزیابی ورشکستگی شرکت در مقایسه با رگرسیون لجستیک معرفی نمودند. جامعه آماری مورد استفاده آن‌ها شامل ۵۰ شرکت ورشکسته و ۹۱۰ شرکت غیر ورشکسته بین‌سالهای (۱۹۹۱-۲۰۰۴) می‌باشد. آن‌ها نه متغیر (دو خروجی و هفت ورودی) را در مطالعات خود بکار بردند. نتایج حاصل از تحقیق نشان می‌دهد که روش LR در نمونه‌های داخلی بسیار خوب عمل می‌کند. در حالی که DEA در نمونه‌ها خارجی عملکرد خوبی را از خود نشان می‌دهد. همچنین در ۸۴ تا ۸۹ درصد موارد مدل DEA در شناسایی مستقیم شرکت‌های ورشکسته بسیار خوب عمل نموده و LR در ۶۱ تا ۶۴ درصد از موارد در این زمینه خوب عمل می‌کند. از سوی دیگر در شناسایی شرکت‌های غیر ورشکسته، مدل LR 30/69 تا ۴۷/۹۹/۴۷ خوب عمل می‌کند. در حالی که DEA در مورد این مقادیر بین 42/68 تا ۸۳/۳۳ درصد است. ژو و همکاران در سال (۲۰۰۹) در تحقیقی با وارد ساختن کارایی به‌عنوان یک متغیر مستقل در کنار نسبت‌های مالی، اقدام به پیش‌بینی درماندگی مالی به وسیله ماشین بردار پشتیبان، رگرسیون لجستیک و تحلیل ممیزی چندگانه نمودند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از امتیاز کارایی در مدل‌های فوق اساساً صحت پیش‌بینیها را در مقایسه با زمانی که از کارایی استفاده نمیشود، افزایش خواهد داد. تنیکو و ویلسون (۲۰۱۳)، به پیش‌بینی درماندگی مالی و ورشکستگی شرکت‌ها با استفاده از ترکیب اطلاعات حسابداری، اطلاعات بازار سهام و متغیرهای اقتصاد کالن بر اساس الگوی آلتمن و شبکه‌های عصبی در بازه زمانی ۱۹۸۰-۲۰۱۱ پرداختند. نتایج حاکی از سودمندی ترکیب اطلاعات حسابداری، بازار و متغیرهای اقتصاد کالن دارد. بر اساس مطالعاتی که شامل و همکاران (۲۰۱۶) صورت گرفته، استفاده از شبکه‌های عصبی (NNs) در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها از دقت بالاتری نسبت به روش‌های آماری نظیر رگرسیون لجستیک و تجزیه و تحلیل تمایز چندگانه داشته است. آگوست گونزالز و همکاران (۲۰۱۷) به پیش‌بینی درماندگی مالی با استفاده از متغیرهای کالن و متغیرهای حسابداری در شرکت‌های بورسی اسپانیا طی دوره زمانی ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۱ پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که یک الگوی ترکیبی از متغیرهای کالن اقتصادی و متغیرهای حسابداری، توان پیش‌بینی



درماندگی مالی شرکت‌ها را دارد. چپارمونت و کاسو (۲۰۱۷) تأثیر نسبت‌های نقدینگی و نسبت‌های سرمایه در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها را بررسی کرده و نتایج آن نشان داد با ارتقا وضعیت نقدینگی و نسبت‌های مالکانه و سرمایه، احتمال درماندگی مالی کاهش می‌یابد. لی و همکاران در سال ۲۰۱۷ در پژوهش خود، «پیش‌بینی پویای درماندگی مالی با استفاده از DEA و شاخص مالیم کوئیست» مدل‌های DEA مقطعی را به DEA مالیم کوئیست چند زمانه بسط دادند. نتایج پژوهش آن‌ها که مبتنی بر نمونه‌ای از ۷۴۲ شرکت پذیرفته‌شده چینی طی ۱۰ سال نظارت بود نشان داد که DEA مالیم کوئیست علاوه بر پیش‌بینی‌های دقیق درماندگی مالی براساس شاخص‌های کارایی DEA بینش‌هایی را در مورد موقعیت رقابتی یک شرکت ارائه می‌دهد. لی و همکاران (۲۰۱۷) از روش استدلال بر مبنای مورد (CBR) به‌عنوان یکی از روش‌های استدلال مهم در زمینه هوش مصنوعی، برای پیش‌بینی درماندگی مالی استفاده کرده‌اند. صالحی و همکاران (۲۰۱۷) روش‌های داده‌کاوی را برای پیش‌بینی درماندگی مالی ورشکستگی به کار گرفته‌اند. تینوکو و همکاران (۲۰۱۸) طی تحقیقی برای نخستین بار از شبکه‌های بیز برای پیش‌بینی ورشکستگی استفاده کردند. آن‌ها در تحقیق خود از مدل ساده و پیچیده بیز استفاده کردند. نتایج تحقیق نشان داد که مدل ساده بیز با ۸۰ درصد اطمینان و مدل پیچیده بیز با ۸۸ درصد اطمینان وضعیت ورشکستگی را درست پیش‌بینی کردند. شلیپا و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیقی به کاربرد انتگرال Choquet در دستهبندی چندگانه تجمیعی به منظور پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها پرداخته و در نهایت یافته‌های تحقیق خود را با داده‌های واقعی شرکت‌های چینی به منظور تعیین دقت دستهبندی مورد مقایسه قرار داد. نتایج تحقیق نشان داد که پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها با استفاده از روش دسته‌بندی کننده ترکیب مبتنی بر انتگرال Choquet نسبت به دستهبندی کننده‌های واحد از دقت و ثبات بیشتری برخوردار است. کیهوتو و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیقی تحت عنوان «توسعه مدل‌های SFNN برای پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های ساختمانی» روش جدیدی به منظور پیش‌بینی درماندگی مالی ارائه کردند و مدل پیش‌بینی خود را از ترکیب سه روش بهینه‌سازی نقشه ویژگی خودسازمان‌دهنده، فازی و شبکه‌های عصبی ترکیبی هایپر-رکتانگیولر ارائه کردند. این مدل توانسته است با دقت ۸۵/۱ درصد درماندگی مالی شرکت‌ها را درست پیش‌بینی کند. وکیلی فرد و همکاران (۲۰۱۸) در مقاله‌ای تحت عنوان «یک تجزیه و تحلیل آماری برای پیش‌بینی درماندگی مالی» از ۴۵ نسبت مالی استفاده کردند و آن‌ها را به دو متغیر کلی جدید به نام ریسک و بازدهی تقسیم کردند. آن‌ها در تحقیق خود با استفاده از رگرسیون لجستیک احتمال درماندگی مالی شرکت‌ها را در کوتاه‌مدت پیش‌بینی کردند. حیدری و همکاران در سال ۲۰۱۸ برای پیش‌بینی مالی شرکت‌ها از مدل الگوریتم ژنتیک استفاده کردند. نتایج تحقیق آن‌ها حاکی از آن بود که مدل ژنتیک علاوه بر قابلیت پیش‌بینی درماندگی مالی، قابل فهم برای استفاده‌کنندگان نیز بوده است. حیدری و همکاران در سال ۲۰۱۹ به بررسی پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها به وسیله الگوریتم ژنتیک و تحلیل ممیزی چندگانه پرداختند. نتایج تحقیق افزایش صحت پیش‌بینی مدل الگوریتم ژنتیک در مقایسه با مدل تحلیل ممیزی چندگانه را نشان می‌دهد. خواجوی و همکاران (۲۰۱۹) به وسیله ماشین بردار پشتیبان اقدام به طراحی مدلی برای پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها نمودند و نتایج مدل SVM را با مدل MVA و LR و شبکه عصبی پس انتشار (BPN) مقایسه کردند. نتایج تحقیق نشان داد که مدل SVM برای داده‌های آموزشی و آزمایشی به ترتیب با ۸۸/۰۱ و

۸۳/۰۶ درصد در مقایسه با سایر مدل‌ها از صحت بیشتری برخوردار بوده است. مجیسون و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده از ماشین بردار پشتیبان در فرایند پیش‌بینی به مقایسه نتایج آن با مدل شبکه‌های مصنوعی پرداختند. نتایج این مقایسه نیز از تعمیم‌پذیری و دقت کلی بیشتر مدل SVM در مقایسه با شبکه عصبی خبر داده است. همچنین، در پژوهشی، «تحلیل تطبیقی مدل‌های پیش‌بینی درماندگی مالی دومرحله‌ای»، موسوی و همکاران (۲۰۱۹) برای محاسبه کارایی بازار شرکت‌ها علاوه بر کارایی مدیریتی غالب، تخمین معیار تفکیک شده کارایی مختلط و بررسی نقش آن در مقایسه با کارایی فنی محض و کارایی مقیاس در عملکرد DPM ها، کاربرد سیستم خبره در امتیازدهی اعتباری و پیش‌بینی درماندگی را با استفاده از مدل‌های متنوع DEA بسط دادند. علاوه، مقایسه جامعی بین DPM ها دومرحله‌ای از طریق برآورد انواع معیارهای کارایی DEA در مرحله اول و به کارگیری طبقه‌بندی‌های ایستا و پویا در مرحله دوم انجام دادند. براساس نتایج تجربی، دستورالعمل‌هایی را برای کمک به متخصصین در توسعه DPM های دومرحله‌ای ارائه کردند.

## ۲-۲- ادبیات نظری

### درماندگی مالی

در ادبیات مالی تعاریف مختلفی از درماندگی مالی ارائه گردیده است. (گردون، ۱۹۷۱) در یکی از نخستین مطالعات علمی بر تئوری درماندگی آن را به‌عنوان کاهش قدرت سودآوری شرکت معرفی می‌کند که احتمال عدم توانایی بازپرداخت بهره و اصل بدهی را افزایش می‌دهد. اغلب شرکت‌هایی که در وضعیت سالمی نیستند به دلیل رکود که یکی از نتایج رایج بحران مالی است، دچار درماندگی مالی میشوند شرکت‌های خاصی به دلیل افزایش رقابت خارجی در معرض زوال قرار گرفته‌اند. از نظر آسکوئیس، جرتنر و اسکارفستین عملکرد ضعیف یک شرکت به عنوان معنادارترین دلیل درماندگی مالی، شناخته شده است. از نظر آن‌ها عملکرد ضعیف صنعت و اهرم مالی بالا دلایل دیگر درماندگی شرکتها هستند. آندراد و کاپالن (۱۹۹۸) نیز مانند آسکوئیس و همکاران (۱۹۹۴) در تحقیق خود به نتایجی مشابه با آنان رسیده‌اند. در تحقیقات آن‌ها، اهرم مالی بالا به دلیل آنکه نیازمند وجه نقد به منظور پوشش پرداختهای مرتبط است، باعث کمبود نقدینگی در شرکت میشود. لذا از نظر آن‌ها، اهرم مالی، دلیل رایج درماندگی مالی شرکتها شناخته شده است. به علاوه، اوپلر و تیمان (۱۹۹۲) نشان داده‌اند که درماندگی مالی در شرکت‌های با اهرم مالی بالا، ریشه‌هایی در صنعتی با رکود اقتصادی دارد و شرکتها تمایل بیشتری به درگیر شدن در فعالیتهای مصونسازی نشان داده‌اند. درماندگی مالی اصطلاحی است که به‌طور کلی برای اشاره به شرایطی استفاده می‌شود که شرکت در ایفای تعهدات و پرداخت بدهی‌های ناتوان باشد و یا با مشکل مواجه شود. ممکن است درماندگی مالی شرکت‌ها موقتی باشد، اما در صورتی که وضعیت مالی شرکت بهبود نیابد ممکن است به ورشکستگی شرکت منجر شود. درماندگی مالی هم برای اعتباردهندگان و هم برای سهامداران هزینه‌بر است زیرا زمانی که شرکت دچار درماندگی مالی شود به صورت بالقوه این ریسک وجود دارد که تمام سرمایه سهامداران از بین برود (سعیدی و آقایی، ۱۳۸۸). از نقطه نظر اقتصادی، درماندگی مالی را می‌توان به زیانده بودن شرکت تعبیر نمود که در این حالت شرکت دچار عدم موفقیت شده است. در واقع در این حالت نرخ بازدهی شرکت کمتر از



نرخ، هزینه سرمایه می‌باشد. حالت دیگری از درماندگی مالی زمانی رخ می‌دهد که شرکت موفق به رعایت کردن یک یا تعداد بیشتری از بندهای مربوط به قرارداد بدهی مانند نگاه داشتن نسبت جاری یا نسبت ارزش ویژه به کل دارایی‌ها طبق قرارداد نمی‌شود. حالات دیگری از درماندگی مالی عبارت‌اند از زمانی که جریان نقدی شرکت برای بازپرداخت اصل و فرع بدهی کافی نباشد و نیز زمانی که ارزش ویژه شرکت عددی منفی شود (وستون و همکاران، ۱۹۹۲). ویتاکر در سال ۱۹۹۹، درماندگی مالی را وضعیتی در نظر می‌گیرد که در آن جریان‌های نقدی شرکت از مجموع هزینه‌های بهره مربوط به بدهی بلندمدت کمتر است (محسنی و همکاران، ۱۳۹۲). ملاک درماندگی شرکت‌ها در ایران، مضمون ماده ۱۴۱ قانون تجارت مصوب سال ۱۳۴۷ می‌باشد. بر اساس این ماده: "اگر بر اثر زیان‌های وارد شده حداقل نصف سرمایه شرکت از میان برود، هیئت‌مدیره مکلف است مجمع عمومی فوق‌العاده صاحبان سهام را دعوت کند تا موضوع انحلال یا بقای شرکت مورد شور و رأی واقع شود. هرگاه مجمع مزبور رأی به انحلال شرکت ندهد، باید در همان جلسه و با رعایت مقررات ماده ۶ قانون، سرمایه شرکت را به مبلغ سرمایه موجود کاهش دهد. در صورتی که هیئت‌مدیره برخلاف این ماده به دعوت مجمع عمومی فوق‌العاده مبادرت نکند یا مجمعی که دعوت می‌شود نتواند مطابق مقررات قانونی منعقد شود هر ذینفع می‌تواند انحلال شرکت را از دادگاه صلاحیت‌دار درخواست کند". در زمان درماندگی مالی، شرکت‌ها با دو مشکل اصلی مواجه می‌گردند: کمبود نقدینگی در ترازنامه و وجود تعهدات فراوان. به عبارت دیگر، در زمان درماندگی مالی، جریان نقدی پوشش لازم و برای ایفای تعهدات را تأمین نکرده و شرکت دچار ناتوانی موقت در پرداخت بدهی‌ها می‌شود. در این حالت، شرکت‌ها به فروش دارایی‌ها و دریافت وام رو می‌آورند که نتیجه آن، کاهش ظرفیت و عملکرد تولیدی و نیز افزایش اهرم می‌باشد. به همین دلیل، پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها امری ضروری بوده و امکان ارائه راه‌حل‌های ممکن را قبل از بروز هرگونه بحرانی فراهم می‌آورد (منصور فر و همکاران، ۱۳۹۲). درماندگی مالی یکی از مراحل ورشکستگی است، که در این مرحله شرکتها در بازپرداخت بدهی‌های خود دچار مشکل می‌شوند. در یک تعریف کلی؛ درماندگی مالی حالتی است که در آن به علت کاهش قدرت سودآوری شرکت، احتمال عدم توانایی بازپرداخت اصل و فرع بدهی شرکت افزایش یافته است (رضوانی، ۱۳۹۲). شرکت‌هایی که نمیتوانند درماندگی مالی را تشخیص دهند و اقداماتی را در مراحل اولیه انجام دهند، دچار ورشکستگی میشوند که نه تنها موجب ضرر زیادی برای سهامداران، اعتباردهندگان، مدیران و سایر بخشهای مرتبط میشود، بلکه ثبات اقتصادی را نیز تحت تأثیر قرار میدهد (سان و لی، ۲۰۰۹) و مادامی که شرکت گرفتار وضعیت درماندگی مالی "کامل" نشده است، مدیران شرکت فرصت دارند تا با مقایسه وضعیت مالی فعلی شرکت با وضعیت‌های مالی گذشته، روند آینده شرکت را با هدف تقویت ظرفیت رفع ریسک مالی و بهبود سطح کنترل مالی، تقویت نماید (سان و همکاران، ۲۰۱۱). درماندگی مالی مفهومی گسترده است که دربرگیرنده موقعیتهای مختلفی است که در آنها شرکتها با مشکلات مالی مواجه‌اند (گنگ و همکاران، ۲۰۱۵). درماندگی مالی به وضعیتی اطلاق میشود که جریان نقدی شرکت برای پرداخت هزینه‌های تعهد شده کافی نیست (گنگ و همکاران، ۲۰۱۵؛ امسلی و همکاران، ۲۰۱۷) در عمل، درماندگی مالی همیشه به ورشکستگی منجر نمیشود (جایاسکرا، ۲۰۱۸).

**تحلیل پوششی داده‌ها مبتنی بر بدترین عملکرد (WPF-DEA)**

اندازه‌گیری کارایی شرکت در ارزیابی عملکرد یک سازمان هم از اهمیت فراوانی برخوردار است. از طرف دیگر در بازار سرمایه کشور، ضرورت ایجاد انواع ابزارها و مدل‌ها برای محاسبه کارایی و ارزیابی عملکرد شرکت‌های مختلف از جمله شرکت‌های سرمایه‌گذاری احساس می‌شود. از آنجا که مدل‌های موجود نتوانسته‌اند دغدغه سرمایه‌گذاران و سایر ذینفعان را در حل این مسئله را به طور کامل حل کنند، نیاز به ارائه مدلی است که بتواند با در نظر گرفتن مهم‌ترین متغیرهای تأثیرگذار و همچنین با برطرف کردن نقص‌های مدل‌های پیشین، چارچوبی مطمئن‌تر و دقیق‌تر برای ارزیابی ارائه دهد. یکی از ابزارهای کارآمد که این مهم را محقق ساخته تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) است که چارچوب نظام ارزیابی عملکرد مستحکمی را فراهم می‌کند و تکنیک مناسبی برای مقایسه واحدها از نظر کارایی به شمار می‌آید (آزاد، علی‌اصغر، ۱۳۹۹).

فارل برای اولین بار در سال ۱۹۵۷ روش‌های ناپارامتریک را جهت تخمین کارایی مطرح نمود. او به‌جای تخمین تابع تولید، مقدار ورودیها و خروجیهای واحدها را مشاهده و مرزی برای این واحدها در نظر گرفت و این مرز را مرز کارا نام گذاشت و آن را ملاک ارزیابی کارایی قرار داد. مقاله فارل نقش مهمی در مقاله اساسی، چارنز و همکاران به نام CCR ایفا نمود و به عنوان نقطه شروع برای تحلیل پوششی داده‌ها مطرح گردید. در مقاله CCR فرمولبندی برنامه‌ریزی خطی برای اندازه‌گیری کارایی یک واحد تصمیم‌گیرنده در حالت چندین ورودی و خروجی تعمیم یافت. بعد از مدل CCR، در سال ۱۹۸۴ بنکر و همکاران نسخه بازده به مقیاس متغیر مدل CCR را معرفی کردند و این مدل را BCC نام نهادند. همچنین در این سال مدل FDH توسط دپرینس و همکاران معرفی گردید. سپس مدل جمعی یا Add در سال ۱۹۸۵ توسط چارنز و همکاران معرفی شد. پس از مدل جمعی، مدل راسل در سال (۱۹۸۷) توسط فیر و لول برای محاسبات مشکل مطرح شد. علاوه بر مدل‌های فوق، کوپر و همکاران در سال ۱۹۹۹ مدل اندازه‌گیری با دامنه تعدیل شده (RAM) را معرفی کردند. همچنین یک مدل غیر شعاعی دیگر به منظور ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیری توسط تن در سال ۲۰۰۱ معرفی شد که به نام مدل اندازه‌گیری مبتنی بر متغیرهای کمکی (SBM) شناخته می‌شود. هم‌چنین مدل‌های اساسی دیگری نظیر اندرسون و پترسون (AP) کارایی متقاطع (CE) و مجموعه وزن‌های یکسان (CSW) و... مطرح شدند (مهرگان و همکاران، ۱۳۹۴).

بنا بر ادعای کوپر و همکاران (۲۰۰۶) پس از پیدایش تحلیل پوششی داده‌ها بیش از هزاران مقاله و کتاب در این خصوص تدوین و بسیاری از مراکز تحقیقاتی بر روی آن فعالیت داشته‌اند. مفهوم WPF-DEA برای اولین بار توسط پارکان و وانگ (۲۰۰۰) و پارادی و همکاران (۲۰۰۴) معرفی شد. آن‌ها نشان دادند که چگونه WPF-DEA میتواند با شناسایی شرکتهایی که در بد بودن کارا هستند، بدترین عملکردها را ارزیابی کند.

پارکان و وانگ (۲۰۰۰) به منظور شناخت عملکردهای ضعیف و یا پیشبینی ورشکستگیها در یک سناریوی حداقلسازی کارایی، مدل WPF-DEA را ارائه دادند. برای تشخیص واحدهایی ناکارایی که بدترین عملکرد را دارند، آن‌ها مدل را که به‌عنوان مدل کسری WPF-CCR شناخته می‌شود ارائه نمودند. آن‌ها معتقد هستند که به منظور تشخیص بدترین عملکردها، طراحی مدلی برای ارزیابی و رتبه‌بندی واحدها در یک سناریوی حداقل سازی کارایی منطقیتر خواهد بود. به هر حال مدل‌های شعاعی WPF-CCR و WPF-BCC دارای مشکلی اساسی هستند که

نمی‌توانند مقادیر کمی را به شکل مستقیم محاسبه‌کنند و برای محاسبه متغیرهای کمی به یک روش غیرمستقیم پیچیده‌تر نیاز دارند.

بنابراین لیو و چن (۲۰۰۹) مدل WPF-SBM را براساس مجموعه امکان تولید مدل SBM ارائه نمودند. در بیشتر مدل‌های BPF-DEA بهترین واحدها که در موقعیت بهترین عملکرد قرار دارند یا بر روی مرز کارایی قرار دارند با مقدار کارایی یک مشخص می‌شوند و معمولاً مجموعه‌های از چندین واحد این موقعیت را دارا هستند. در مدل‌های WPF-DEA نیز ممکن است مجموعه‌های از واحدها در موقعیت بدترین عملکرد یا مرز ناکارا قرار بگیرند. ایجاد تمایز بین این واحدها موضوع جالبی به نظر می‌رسد.

لیو و چن (۲۰۰۹) این مسئله را "Hypo-Efficiency" نامیدند و آن را کارایی در نظر گرفتند که بدتر از بدترین عملکرد است و این مسئله را بر اساس مدل ابر کارایی تن (۲۰۰۲) توسعه دادند تا رتبه‌بندی بدترین عملکردها به وسیله WPF-SBM شناسایی شود. بنابراین از این پس ما "hypo-efficiency" را با همان تعریف لیو و چن (۲۰۰۹)، ابرناکارایی می‌نامیم. لیو و چن (۲۰۰۹) مدل Hypo SBM را براساس مجموعه امکان تولید مدل Super SBM ارائه نمودند. مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های مبتنی بر بدترین عملکرد (WPF-DEA) لیو و چن بُعد زمانی را نادیده می‌گیرند که در واقع مدل‌هایی ایستا هستند.

### ۳- روش تحقیق

در این پژوهش، آمار و اطلاعات شرکت‌ها از طریق مطالعه گزارش‌های ماهانه و سالانه شرکت‌ها، جستجو در سایت‌های مرتبط و نرم‌افزار ره‌آورد نوین به شیوه میدانی جمع‌آوری گردید. در بخش پیشینه تحقیق و مبانی نظری تحقیق، جمع‌آوری اطلاعات از منابع دست‌دوم و به صورت کتابخانه‌ای، سایت‌ها و مجلات علمی معتبر صورت پذیرفت. داده‌های مورد نیاز تحقیق از منابع اطلاعاتی سازمان بورس و اوراق بهادار و سامانه‌های دادگان موجود مانند نرم‌افزار سازمان بورس اوراق بهادار تهران و ره‌آورد نوین و کدال گردآوری و پس از اعتبارسنجی مورد استفاده قرار گرفت. داده‌های جمع‌آوری شده، ابتدا در قالب بانک اطلاعات ذخیره و سپس با انتقال این داده‌ها به نرم‌افزار اکسل (Excel)، زمینه تجزیه و تحلیل این داده‌ها و نتایج حاصل از آن‌ها فراهم گردید. محققین در تحقیق حاضر به دنبال "طراحی مدل تحلیل پوششی داده‌های مبتنی بر بدترین عملکرد برای پیش‌بینی درماندگی مالی" است، لذا می‌توان بیان داشت که با توجه به تلاش برای بهبود و ارتقاء مدل‌های پیشین، این تحقیق از حیث جهت‌گیری تحقیق از نوع تحقیق توسعه‌ای-کاربردی می‌باشد. از نظر فلسفه تحقیق نیز تحقیق حاضر از نوع اثبات‌گرایی است. استراتژی تحقیق در این تحقیق از نوع قیاسی می‌باشد. همچنین چون محقق ضمن بررسی وضعیت موجود به دنبال کشف راه‌حلی بهتر برای ارتقاء وضعیت فعلی است بنابراین هدف تحقیق از نوع اکتشافی می‌باشد. در این تحقیق محقق پس از جمع‌آوری داده‌ها اقدام به پیمایش داده‌ها می‌کند لذا تحقیق از نوع توصیفی-پیمایشی است. افق زمانی چند مقطعی و شیوه گردآوری داده‌ها بر اساس بررسی اسناد و مدارک می‌باشد. جامعه آماری تحقیق را شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران برای دوره زمانی ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۸ تشکیل می‌دهد، روش

نمونه‌گیری حذفی سیستماتیک است که در مجموع ۱۰۵ شرکت برای انتخاب موجود بودند که نمونه‌ها بر اساس چهار شرط زیر انتخاب شدند:

- ✓ دربرگیرنده شرکت‌های تولیدی باشند.
- ✓ اطلاعات مالی آن‌ها در دوره موردبررسی در دسترس باشند
- ✓ سال مالی شرکت منتهی به پایان اسفندماه هر سال باشد
- ✓ از نظر اندازه (جمع کل داراییها) با یکدیگر دارای انطباق باشد.

### ۳-۱- مدل ارائه شده

در این پژوهش با گسترش مدل WPF-DEA اقدام به ارائه مدلی می‌شود که توان پیش‌بینی پویایی درماندگی مالی شرکت‌ها را متناسب داشته باشد. به منظور ساده‌سازی ارائه، تابع هدف مدل مذکور در قالب مدل ناکارایی با ماهیت ورودی ارائه شده و مدل‌های با ماهیت ورودی با کاهش ورودی‌ها سر و کار دارند و سعی می‌شود مقدار خروجی‌های فعلی را حفظ کنند. همانگونه که در مدل نیز مشخص است می‌توان با ایجاد محدودیت‌ها و قیود جدید درماندگی مالی شرکت‌ها را به‌صورت پویا پیش‌بینی نمود. از این روی، چالش تعداد خوشه‌ها در این پژوهش محل بحث نبوده و با هر تعدادی می‌توان مدل موردنظر را ارائه نمود. نکته قابل توجه این است که اساساً در این مقاله تحلیل پوششی داده‌ها به خوشه‌بندی نمی‌پردازد، بلکه در فرآیند پیش‌بینی تأثیرگذار است. مدل ارائه شده می‌تواند پیش‌بینی کند که کدام شرکت‌ها دچار درماندگی مالی خواهند شد. در ابتدا، شبکه عصبی خوشه‌بندی مناسب را انجام می‌دهد، سپس مدل ارائه شده که بر مبنای بدترین عملکرد طراحی شده با روش تحلیل پوششی داده‌ها به صورت پویا و ناکارایی به پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها می‌پردازد.

### ۳-۲- مدل‌سازی کمی

در این زیر بخش به ارائه مدل تحلیل پوششی داده‌های ناکار - پویا پرداخته می‌شود. در تشریح مدل از واحدهای تصمیم استفاده می‌گردد که به مفهوم شرکت‌های مورد ارزیابی می‌باشد. فضای شدنی در اینجا  $n$  واحد ( $n=1, \dots, N$ ) که در طی آن دوره  $t$  ( $t=1, \dots, T$ ) می‌خواهیم واحدهای تصمیم را ارزیابی کنیم. در هر دوره واحدهای تصمیم دارای  $m$  ورودی که  $(i=1, \dots, p)$  و  $s$  خروجی که  $(i=1, \dots, s)$  و  $r$  خروجی غیرقابل کنترل ثابت  $(i=1, \dots, r)$  می‌باشد. همچنین که  $(i=1, \dots, m)$  است ورودی قابل کنترل می‌باشد. که  $(i=1, \dots, p)$  است ورودی ثابت یا غیرقابل کنترل می‌باشد. که  $(i=1, \dots, s)$  خروجی قابل کنترل می‌باشد و که  $(i=1, \dots, r)$  خروجی غیرقابل کنترل مربوط به واحدهای تصمیم در دوره  $t$ ام می‌باشد.

همچنین چهار نوع ارتباط را با علائم در مدل استفاده شده است. به عنوان مثال، علائمی مانند  $(i, 1, \dots)$ ،  $(j=1, \dots, n)$ ،  $(t=1, \dots, T)$  برای نمایش ارتباط‌های خوب می‌باشند. برای ارتباط بد، برای ارتباط آزاد و برای ارتباط ثابت استفاده می‌شود

بیانگر الگوها برای واحدهای ناکارا می‌باشند الگوها به تعداد دوره‌های زمانی تکرار می‌شود. که بیان بردار شدت در دوره  $t$  ام می‌باشد.

$n$  free,  $n$  bad,  $n$  fix به ترتیب تعداد ارتباط‌های ثابت، بد و آزاد می‌باشد. محدودیت آخر بیانگر بازدهی نسبت به معیار متغیر می‌باشد اگر این محدودیت حذف شود به مدلی با بازدهی نسبت به معیار ثابت می‌رسیم. توجه کنید که در سمت راست عبارت فوق، ، ، ، ، ، ایر مثبت می‌باشند. ، ، ، و که توسط متصل می‌شوند دوم جریان ارتباط بی دوره  $t$  ام و  $t+1$  را تضمین می‌شود.

$S$  متغیری است که موجب استاندارد شدن محدودیت‌ها می‌شود. متغیرهای کمکی می‌باشند که به ترتیب بیانگر مازاد ورودی، کمبود خروجی، کمبود ارتباط مطلوب، مازاد ارتباط نامطلوب، انحراف ارتباط می‌باشد.

ناکارایی کلی با ماهیت ورودی ارائه‌شده و مدل‌های با ماهیت ورودی با کاهش ورودی‌ها سروکار دارند و سعی می‌شود مقدار خروجی‌های فعلی را حفظ می‌کنند. در مدل  $D$  sbm (اس بی ام پویا) متغیر کمکی مربوط به ورودی‌ها را و همچنین متغیرهای کمکی مربوط به ارتباط‌های بد را حداکثر می‌کند. در مدل‌های با ماهیت خروجی سعی می‌کنیم خروجی‌ها را حداکثر کنیم و ورودی‌ها را حفظ کنیم در مدل  $D$  sbm متغیرهای مربوط به خروجی‌ها را به طور هم‌زمان افزایش دهند. تفاوت در نوع ماهیت مدل‌ها به تابع هدف مسئله تأثیر می‌گذارد که مدل به شرح زیر ارائه می‌شود.

### برآورد مدل و تحلیل نتایج

جهت تشریح رویکرد استفاده‌شده در این مقاله به بررسی عملکرد شرکت‌های عضو سازمان بورس اوراق بهادار تهران پرداخته می‌شود. در این زیر بخش ابتدا 105 شرکت عضو بر مبنای معیارهای ارائه شده در دو خوشه متناسب در مانده و غیر در مانده پرداخته می‌شود. اطلاعات مربوط به این شرکت‌ها از درگاه اینترنتی رهاورد نوین و کدال و درگاه اینترنتی اطلاع‌رسانی بورس اوراق بهادار تهران استخراج شده است. جهت شناسایی عوامل ورودی، خروجی و ارتباطات از نظرات خبرگان استفاده شده است. عامل‌های ورودی، خروجی و ارتباطات جهت ارزیابی این ۱۰۵ شرکت به شرح ذیل ارائه می‌گردد.

### عوامل ورودی:

نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها (WCTA): نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها نسبتی است که نشان‌دهنده سهم سرمایه در گردش در مقایسه با کل دارایی‌ها است. هر چه این سهم بزرگ‌تر باشد، توانایی نقدینگی شرکت بیش‌تر است و دوری شرکت از خطر درماندگی مالی را نشان می‌دهد.

نسبت دارایی‌های جاری به بدهی جاری (CACL): نسبت جاری متداول‌ترین وسیله اندازه‌گیری قدرت پرداخت بدهی‌های کوتاه‌مدت است. هر چه این نسبت بزرگ‌تر باشد، شرکت کم‌تر دچار درماندگی مالی می‌شود.

نسبت سود قبل از هزینه‌های مالی و مالیات به کل دارایی‌ها (EBITA): بهره، هزینه تأمین سرمایه از طریق دریافت وام در نتیجه سهم وام‌دهندگان از سود شرکت و مالیات، سهم دولت از سود شرکت است. سود شرکت قبل

از این دو عامل نشان‌دهنده توانایی سودآوری شرکت با استفاده از دارایی‌های شرکت است. هر چه این نسبت بزرگ‌تر باشد، توان سودآوری شرکت بالاتر و در نتیجه شرکت از خطر درماندگی مالی دورتر است. نسبت سود قبل از هزینه‌های مالی و مالیات به فروش (EBIT): این نسبت بیانگر توان سودآوری شرکت است. هر چه قدر این نسبت بزرگ‌تر باشد، شرکت سودآورتر بوده و کم‌تر در معرض درماندگی مالی قرار می‌گیرد.

#### عوامل خروجی:

نسبت کل بدهی به کل حقوق صاحبان سهام (TDTE): بدهی‌ها و حقوق صاحبان سهام نشان‌دهنده چگونگی تأمین سرمایه شرکت می‌باشد. اگر دارایی‌های شرکت بیشتر از محل بدهی‌ها تأمین شود امکان درماندگی مالی بیش‌تری برای شرکت وجود خواهد داشت.

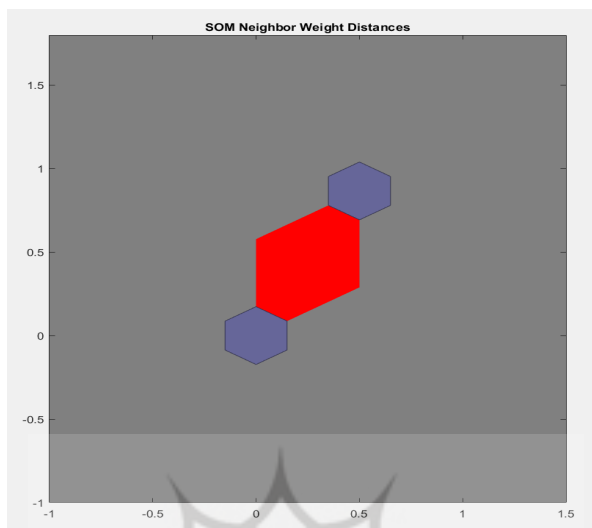
#### ارتباطات:

بد- دوره وصول مطالبات: نسبت متوسط دوره وصول مطالبات یکی از نسبت‌های فعالیت است که بیان‌گر مدت‌زمانی است که طول خواهد کشید با شرکت مطالبات خود را از مشتریان دریافت کند  
خوب- نسبت نقدینگی (LR): نسبت نقدینگی یا جز یکی از نسبت‌های مالی می‌باشد که از تقسیم پول نقد و معادل‌های نقدی و اوراق بهاداری که به‌راحتی قابل‌تبدیل به نقد می‌باشند، بر بدهی‌های جاری، به دست می‌آید. این نسبت آزمون نقدینگی شرکت است و برای محاسبه آن کل وجوه نقد و اوراق بهادار قابل‌خرید و فروش در بازار را جمع می‌کنند و آن را بر کل بدهی‌های جاری تقسیم می‌کنند.

آزاد- گردش دارایی جاری: این نسبت، میزان تأثیرگذاری گردش دارایی‌ها را در کسب درآمد شرکت نشان می‌دهد و بیانگر این است که چگونه دارایی‌های شرکت برای ایجاد درآمد به کار گرفته می‌شوند. با مقایسه این نسبت در دوره‌های گذشته می‌توان به این نتیجه رسید که افزایش دارایی‌ها در کسب درآمد بیشتر توسط شرکت، تأثیرگذار بوده است یا خیر. به‌منظور اجرای فرآیند خوشه‌بندی SOM در این پژوهش، از نرم‌افزار MATLAB (نسخه R2019) استفاده شده است.

با ورود داده‌های مربوط به ۱۰۵ شرکت تولیدی عضو سازمان بورس و اوراق بهادار تهران و قراردادن شاخص‌های فوق، عملاً ۱۰۵ بردار ورودی با مؤلفه‌های مربوط به شاخص‌ها به شبکه SOM موردنظر داده می‌شود. در اینجا، شبکه SOM با تعداد دو خوشه پیش‌فرض (یعنی با توپولوژی یک در یک) و با توپولوژی شش‌ضلعی (Hexagonal) و تابع فاصله پیوندی (LinkDist) ساختاردهی شده است. با توجه به این موضوع، تعداد نرون‌های شبکه نیز برابر با دو خواهد بود. پس از اجرای شبکه، محل قرارگیری مراکز خوشه‌ها و میزان فواصل بین آن‌ها براساس شکل ۱ قابل اندازه‌گیری است. در شکل ۱، نمودار فواصل بین نرون‌ها (خوشه‌ها) نمایان است که هرچه این فواصل تیره‌تر باشد، نشان‌گر بیشتر بودن فاصله است.

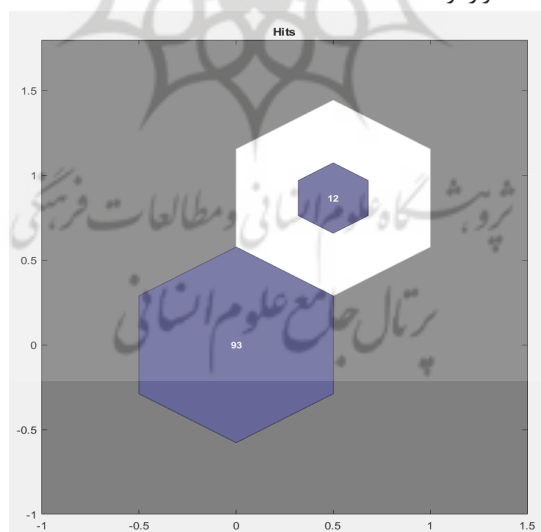




شکل ۱: نمودار فواصل همسایگی بین خوشه‌ها در SOM

منبع: یافته‌های پژوهشگر

در شکل ۲ تعداد اعضا هر یک از خوشه‌ها نمایش داده شده است. در این تصویر مشخص است که در هر یک از خوشه‌ها چه تعداد از شرکت‌ها قرار گرفته‌اند.



شکل ۲: نمودار اعضا خوشه‌ها در SOM

منبع: یافته‌های پژوهشگر

با توجه به آنکه شرکت‌های در این خوشه‌بندی به دو خوشه تقسیم شده است. می‌توان بر مبنای عضویت در هر خوشه به ارائه خدمات مناسب برای هر خوشه پرداخت. بر این مبنای شرکت‌ها عضو سازمان بورس اوراق بهادار به دو خوشه درمانده و غیر درمانده تقسیم شده است. اکنون با مدل طراحی شده تحلیل پوششی داده‌ها بر مبنای بدترین عملکرد و با داده‌های پنج سال از سال ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۸ اقدام به پیش‌بینی پویای درماندگی مالی شرکت‌ها می‌گردد. جهت محاسبه ناکارایی دوره‌های زمانی، با بهره‌گیری از مدل ارائه شده در این مقاله ۵، دوره زمانی از سال ۱۳۹۴ الی سال ۱۳۹۸ مورد استفاده قرار گرفته است. ناکارایی کلی این ۱۰۵ شرکت برای این پنج دوره زمانی به شرح جدول ۱ ارائه می‌گردد. در این جدول مشخص شده است که میانگین ناکارایی هر شرکت در طی این پنج دوره زمانی به چه صورت بوده است.

جدول ۱: ناکارایی کلی در طول ۵ دوره زمانی

DMU	ناکارایی کلی	DMU	ناکارایی کلی	DMU	ناکارایی کلی
1	626/2	36	626/2	71	136/4
2	042/1	37	042/1	72	516/4
3	9/2	38	9/2	73	874/1
4	076/1	39	076/1	74	894/1
5	438/2	40	438/2	75	48/4
6	95/3	41	95/3	76	802/3
7	962/1	42	962/1	77	116/1
8	57/2	43	57/2	78	058/1
9	07/1	44	07/1	79	122/3
10	514/2	45	514/2	80	06/4
11	69/2	46	69/2	81	49/3
12	36/2	47	36/2	82	79/2
13	912/2	48	912/2	83	522/3
14	104/1	49	104/1	84	692/3
15	37/2	50	37/2	85	116/1
16	9/1	51	9/1	86	754/2
17	714/2	52	714/2	87	52/2
18	374/3	53	374/3	88	666/2
19	17/4	54	17/4	89	354/2
20	104/1	55	104/1	90	576/2
21	66/2	56	66/2	91	116/1
22	1	57	1	92	052/1
23	472/2	58	472/2	93	39/3
24	484/5	59	484/5	94	302/3
25	104/1	60	104/1	95	858/9
26	63/3	61	63/3	96	406/4
27	91/1	62	91/1	97	854/2
28	124/6	63	124/6	98	938/3
29	724/2	64	724/2	99	116/1
30	056/1	65	056/1	100	052/1
31	864/1	66	864/1	101	354/5
32	62/3	67	62/3	102	48/3
33	438/2	68	438/2	103	822/2
34	97/2	69	97/2	104	378/3
35	116/5	70	116/5	105	956/2

منبع: یافته‌های پژوهشگر

نتیجه مدل (۱) دربرگیرنده امتیاز کارایی یک برای DMU هایی است که توسط مدل مبتنی بر بدترین عملکرد ب عنوان بدترین واحدها شناخته شده‌اند. همچنین این مدل امتیاز کارایی بزرگ‌تر از یک را برای واحدهایی که نتوانسته‌اند خود را به عنوان واحدهای ضعیف نشان‌دهنده تعیین مینماید. بر مبنای نتایج به‌دست آمده در جدول (۱) می‌تواند شرکت‌های عضو سازمان بورس و اوراق بهادار را در چندین دوره زمانی به صورت مشترک مورد ارزیابی قرارداد. به این صورت که ناکارایی این شرکت‌ها در دوره‌های زمانی مورد ارزیابی قابل‌شناسایی است. این ناکارایی بیانگر آن است که آن شرکت‌ها در طول دوره‌های زمانی پنج ساله دارای عملکرد نامناسب بوده‌اند.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

پیش‌بینی در ماندگی مالی سازمان‌ها و شرکت‌ها یکی از مهم‌ترین موضوعاتی است که در حوزه حسابداری و مالی همواره مورد توجه بوده است. تشخیص صحیح در ماندگی مالی ناشی از پیش‌بینی با دقت بالا در عوامل مربوط به در ماندگی مالی می‌تواند از بروز این اتفاق در شرکت‌ها و نهادها جلوگیری نماید. در این پژوهش ابتدا با کمک یکی از تکنیک‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی به اسم نگاشت خودسازمان‌ده (SOM)، خوشه‌بندی شرکت‌ها به دو خوشه در مانده و غیر در مانده انجام و سپس با مدل تحلیل پوششی داده‌های پویا مبتنی بر بدترین عملکرد نسبت به پیش‌بینی در ماندگی شرکت‌ها اقدام گردید. بدین منظور، داده‌های مربوط به ۸ متغیر مالی انتخاب شده (چهار ورودی، یک خروجی و سه ارتباطات) مربوط به ۱۰۵ شرکت تولیدی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران نسبت به برآورد مدل اقدام نتایج در بخش قبلی ارائه گردید. در این پژوهش با بهره‌گیری از تکنیک دقیق، پیش‌بینی ناکارایی واحدهای تصمیم در دوره‌های زمانی مختلف ارزیابی و واحدهای تصمیم یا همان شرکت‌هایی که کاندیدای در ماندگی مالی در دوره زمانی آتی هستند، شناسایی شدند. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که تحلیل پوششی داده‌های پویا مبتنی بر بدترین عملکرد از توان بالایی در پیش‌بینی در ماندگی مالی شرکت‌ها برخوردار است و پیش‌بینی قابل‌قبولی در مورد در ماندگی مالی شرکت‌ها ارائه میکند و با اطمینان بالایی میتوان از آن استفاده کرد. مدل مذکور نسبت به مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های پویا مبتنی بر بدترین عملکرد از جمله مدل لیو و چن (۲۰۰۹) دارای یک مزیت است و آن مزیت پویا بودن آن است. مدل لیو و چن بعد زمانی را نادیده گرفته و در واقع مدلی ایستا هستند. اما عملکرد شرکت‌ها در طی حیاتشان به‌صورت یک زنجیره به یکدیگر مرتبط است که در این پژوهش برای مرتفع نمودن این نقص، مدل تحلیل پوششی داده‌های مبتنی بر بدترین عملکرد برای پیش‌بینی پویا در ماندگی مالی شرکت‌ها ارائه گردید یکی از کاربردهای مدل ارائه شده در این پژوهش علاوه بر شناسایی واحدهای ناکارا به عنوان واحدهای دارای در ماندگی مالی در طول دوره‌های زمانی و ارتباطات بین دوره‌های زمانی، ارائه راهکار بهبود برای این واحدهای در مانده می‌باشد که می‌تواند شرکت‌های غیر در مانده را برای شرکت‌های در مانده به عنوان الگو قرار دهد و برای آن‌ها به ارائه راهکارهای بهبود بپردازد. همچنین رویکرد ارائه شده در این پژوهش توان ارزیابی ناکارایی واحدهای تصمیم در هر دوره زمانی با توجه به ارتباط بین این دوره‌های زمانی را در اختیار تصمیم‌گیرندگان قرار می‌گیرد. و در نهایت می‌تواند شیب‌خط کارایی در طول دوره‌های زمانی نیز مورد ارزیابی قرار گیرد. و بر مبنای آن به رتبه‌بندی شرکت‌های اقدام نمود. این ویژگی قابلیت را برای تصمیم‌گیرندگان ایجاد می‌کند

تا بتوانند عملکرد در دوره زمانی آتی را نیز بر مبنای این روند شناسایی و نسبت به تخصیص سرمایه‌گذاری به آن شرکت پرداخته شود. با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌های پویا مبتنی بر بدترین عملکرد در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها می‌توان با شناسایی زود هنگام علائم درماندگی مالی، از مبتلا شدن شرکت‌ها به ورشکستگی و خسارات جبران‌ناپذیر جلوگیری کرد و ریسک ورشکستگی را به حداقل رساند. از طرفی دیگر، ذینفعان و سایر افراد و سازمانها که به‌نوعی با شرکت‌ها تعامل دارند نیز می‌توانند با کمک این روش تصمیم‌گیری‌های مناسبتری را اتخاذ نمایند. بنابراین به شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار، بانکها و مؤسسات مالی و اعتباری، شرکت‌ها و صندوقهای سرمایه‌گذاری و سرمایه‌گذاران در بورس توصیه می‌شود تا از این تکنیک استفاده کنند. شرکت‌ها می‌توانند در پیش‌بینی زود هنگام درماندگی مالی و اقدام و مدیریت به‌موقع از این تکنیک استفاده کنند. استفاده از این رو برای ارائه تسهیلات و خدمات مالی و سیستمهای امتیازدهی و رتبهبندی اعتباری بانکها و مؤسسات مالی و اعتباری بسیار مفید می‌باشد. شرکت‌ها و صندوقهای سرمایه‌گذاری نیز می‌توانند در مدیریت پرتفوی و همچنین ارائه مشاوره به مشتریان خود از این رو استفاده کنند. و در نهایت استفاده از این رو برای سرمایه‌گذاران در بورس در اتخاذ تصمیمات مناسب در مورد خرید و فروش سهام و بهینه‌سازی پرتفوی شرکت‌ها می‌تواند به کار رود. در پایان پیشنهاد می‌شود که این مدل جهت پیش‌بینی پویای درماندگی برای صنایع مختلف مثل (فلزات، لاستیک، خودرو و ...) مورد استفاده قرار گرفته تا شرکت‌ها به‌موقع از وضعیت درماندگی مالی خود مطلع شوند و با اقدام مناسب و به‌موقع از ورشکستگی پیشگیری کنند و در ادامه پیشنهاد می‌گردد محققان در آینده، تحقیقاتی به شرح ذیل انجام و مدل‌های جدیدی از تحلیل پوششی داده‌ها ارائه نمایند:

رویکرد ارائه شده برای تحلیل پوششی داده‌های ناکارایی قابل توسعه بر مبنای رویکرد شبکه‌ای می‌باشد و می‌توان هر واحد تصمیم را به خرده واحدهای تصمیم تقسیم نماید. همچنین می‌توان پایه مدل ارائه شده در این پژوهش را بر مبنای رویکرد دو مرزی توسعه داد.

### فهرست منابع

- ۱) ابراهیمی سرو علیا، محمدحسن؛ باباجانی، جعفر؛ آخوند، محمدرضا؛ فاخر، اسلام؛ (۱۳۹۷) ارائه الگویی برای پیش‌بینی پویای درماندگی مالی با استفاده از تحلیل بقاء، فصلنامه اقتصاد مقداری، شماره ۵۹، صص ۱۶۷ - ۱۹۸
- ۲) ابراهیمی کردلر، علی، جعفرزاده، عبدالحسین، علی احمدی، محمدهادی. (۱۳۹۷). ارائه مدلی برای ارزیابی کارایی به کمک ترکیب مدل اندازه‌گیری با دامنه تعدیل‌شده و محدودیت‌های وزنی (مطالعه موردی: شعبه‌های شرکت بیمه ایران). فصلنامه مدیریت صنعتی، ۱۰(۲)، ۱۶۱-۱۸۲.
- ۳) آزاد علی اصغر پور زمانی. زهرا (۱۳۹۹) ارائه الگوی سنجش کارایی شرکت‌ها با نقش معیارهای نظارتی) رویکرد فرهنگی و لاسو). فصلنامه اقتصاد مالی، دوره ۱۴، شماره ۵۳، صص ۶۵-۹۶
- ۴) باد آورنده‌ی، یونس و محرومی، رامین. (۱۳۹۶) ارتباط بین نوسان پذیری بازده سهام و اقلام تعهدی سرمایه در گردش: رویکرد سرمایه‌گذاری اختیاری واقعی. دانش حسابداری. شماره ۳۱. صص ۱۱۸-۹۳

- (۵) بت‌شکن، محمدهاشم؛ سلیمی، محمدجواد؛ فلاحتگر متحدجو، سعید (۱۳۹۷)، ارائه یک روش ترکیبی به‌منظور پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران، نشریه تحقیقات مالی، شماره ۵۰، صص ۱۷۳-۱۹۲
- (۶) پیری، پرویز؛ خداکریمی، پری؛ (۱۳۹۶)، پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها بر مبنای الگوی ترکیبی از اطلاعات حسابداری و بازار با رویکرد رگرسیون لجستیک، فصلنامه مطالعات تجربی حسابداری مالی، شماره ۵۵، ص ۱۴۵
- (۷) خردیار، سینا؛ قلی زاده، محمدحسن، لطفی، فروغ (۱۳۹۷)، پیش‌بینی درماندگی مالی با استفاده از روش ترکیبی PCA-ANFIS و الگوریتم فرا ابتکاری بهینه‌سازی ازدحام کبوتر، فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره ۳۷، صص ۱۳۳-۱۵۷
- (۸) رضوانی، محمد. (۱۳۹۲). بررسی رابطه حاکمیت شرکتی و درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده بورس اوراق بهادار تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی
- (۹) رحیمی، حمید، مینویی، مهرزاد و فتحی، محمد رضا (۱۴۰۰)، تبیین متغیرهای مالی موثر در پیش‌بینی درماندگی مالی: کاربرد شبکه عصبی مصنوعی، نشریه صنعت لاستیک ایران، دوره ۲۵، شماره ۱۰۱، صص ۶۵-۸۴
- (۱۰) رحیمی، حمید، مینویی، مهرزاد و فتحی، محمد رضا (۱۴۰۰)، پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از تکنیک DEA-DA و شبکه عصبی مصنوعی، دوره ۱۹، شماره ۵۸، صص ۵۲۱-۵۴۹
- (۱۱) رمضان زاده زیدی، عباس؛ فغانی ماکرانی، خسرو؛ جعفری، علی؛ (۱۳۹۸)، بسط مدل‌سازی درماندگی مالی با استفاده از مدیریت سود شرکت‌ها در محیط اقتصادی ایران، فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی، شماره ۴۶، صص ۱۰۱-۱۲۰
- (۱۲) سعیدی، علی و آرزو آقایی، (۱۳۸۸)، پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های بیز"، بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، صص ۷۸-۵۹
- (۱۳) سیفاللهی، ناصر. (۱۳۹۷). شناسایی مکانیزم اثرگذاری مدیریت هموارسازی سود بر هزینه بدهی مالی در شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه اقتصاد مالی، دوره ۱۲، شماره ۴۲، صص ۱۸۱-۱۹۹
- (۱۴) صوفی، منصور؛ همایون‌فر، مهدی؛ فدایی، مهدی؛ (۱۳۹۹)، تعیین روش بهینه پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها مطالعه موردی: شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران، فصلنامه دانش سرمایه‌گذاری، شماره ۳۵، صص ۸۵-۱۰۰
- (۱۵) طهماسبی، رسول؛ علی اصغر انواری رستمی، عباس شریف؛ (۱۳۹۷) پیش‌بینی ریسک درماندگی مالی شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل‌های تحلیل عاملی، درخت تصمیم و رگرسیون لجستیک، فصلنامه دانش سرمایه‌گذاری، شماره ۲۷، صص ۱۸۹-۲۰۶

- ۱۶) فروغی، داریوش، امیری، هادی، و الشریف، سید محمد (۱۳۹۶). تأثیر درماندگی مالی بر اثرگذاری اقلام تعهدی بر بازده آتی. مطالعات تجربی حسابداری مالی، شماره ۵۵، صص ۹۳-۱۲۳
- ۱۷) فلاح پور، سعید؛ ارم، اصغر؛ (۱۳۹۵)؛ پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها با استفاده از الگوریتم کلونی مورچگان، نشریه تحقیقات مالی، شماره ۴۲ ص ۳۴۷-۳۶۸
- ۱۸) محبی هره دشت، بهنام؛ چاوشی، سید کاظم؛ جهانگیر نیا، حسین؛ غلامی جمکرانی، رضا؛ (۱۳۹۹)، بررسی تأثیر شاخص‌های غیرمالی بر پیش‌بینی وقوع درماندگی مالی از دیدگاه مدیران شهری (مورد مطالعه: بانک شهر)، فصلنامه اقتصاد و مدیریت شهری، "شماره" ۳۰ صص ۲۳-۳۸
- ۱۹) محسنی، رضا آقا بابایی، رضا و وحید محمد، قربانی (۱۳۹۲)، پیش‌بینی درماندگی مالی با بکار بردن کارایی به‌عنوان یک متغیر پیش‌بینی کننده، فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، سال بیست و یکم، شماره ۶۵، صص ۱۴۶-۱۲۳.
- ۲۰) مرادی رامز، زهرا و سهرابی، شهلا (۱۳۹۷). بررسی رابطه سهامداران نهادی به‌عنوان مالک و مدیر بر درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه اقتصاد مالی. دوره ۱۲ شماره ۴۴. صص ۸۷-۱۰۲
- ۲۱) منصورفر، غلامرضا، غیور، فرزاد و بهناز، لطفی (۱۳۹۲)، ترکیب اجزای جریان نقد و پیش‌بینی درماندگی مالی در بورس اوراق بهادار تهران، تحقیقات حسابداری و حسابرسی، شماره ۱۸.
- ۲۲) منصورفر، غلامرضا؛ غیور، فرزاد؛ اسدی، مریم؛ (۱۳۹۵) اثر تعدیل‌گر کیفیت سود در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده بورس اوراق بهادار مجله راهبرد مدیریت مالی، شماره ۱۵، صص ۲۵-۴۴
- ۲۳) مهرانی، ساسان؛ کامیابی، یحیی؛ غیور، فرزاد؛ (۱۳۹۸) بررسی توانایی شاخص‌های حسابداری و غیرحسابداری مؤثر بر پیش‌بینی درماندگی مالی و مقایسه روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک، فصلنامه پژوهش‌های تجربی حسابداری، سال نهم شماره ۳۴، صص ۴۹-۷۲
- ۲۴) میرعرب بایگی، علیرضا؛ مکاری، هاشم؛ آذریون، آرش پیش‌بینی پویا در ورشکستگی مالی با استفاده از روش مالم کوئیس (مورد مطالعه: شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران) نشریه کارافن، شماره ۴۹ صص ۲۰۳-۲۲۰
- ۲۵) وقفی، سید حسام؛، حیدری، زهره؛ خواجه‌زاده، سامیران؛ کامران راد، صدیقه؛ (۱۳۹۹) تحلیل درماندگی مالی در بخش کشاورزی و مواد غذایی با تأکید بر نقش متغیرهای کلان اقتصادی و حسابداری، مجله تحقیقات اقتصاد کشاورزی، سال دوازدهم شماره ۳، صص ۲۱۱-۲۳۶
- ۲۶) وقفی، سید حسام؛ دارابی، رؤیا؛ (۱۳۹۸) اعتبارسنجی الگوریتم‌های هوش مصنوعی در پیش‌بینی درماندگی مالی در بخش صنعت و معدن با تأکید بر نقش متغیرهای کلان اقتصادی، مالی، مدیریتی و ریسک، پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۹۱، صص ۲۱۳-۲۴۳
- 27) Acosta-González, E., & Fernández-Rodríguez, F, Ganga H, (2017), Predicting Corporate Financial Failure Using Macroeconomic Variables and Accounting Data, Computational Economics, Accepted



- 28) Alfaro, E., & Garcia, N. (2008). Bankruptcy Forecasting: an Empirical Comparison of Ad Boost and Neural Networks. *International Advances in Economic Research*, 25(2), 110-122.
- 29) Andrade, G. Kaplan, S.N. (1998), "How Costly is financial (not Economic) Distress? Evidence from Highly Leveraged Transactions that Became Distressed", *Journal of Finance*, 53, PP. 1443–1493.
- 30) Botshekan, M. H., Salimi, M., & Falahatgar Mottahedjoo, S. (2018). Developing a hybrid approach for financial distress prediction of listed companies in Tehran stock exchange. *Financial Research Journal*, 20(2), 173-192. (In Persian)
- 31) Chen, C. M., & van Dalen, J. (2010). Measuring dynamic efficiency: Theories and an integrated methodology. *European Journal of Operational Research*, 203(3), 749-760.
- 32) Chen, Y., Liang, L., & Zhu, J. (2009). Equivalence in two-stage DEA approaches. *European Journal of Operational Research*, 193(2), 600-604.
- 33) Chiaramonte L, Casu B, (2017), Capital and liquidity ratios and financial distress. Evidence from the European banking industry, *The British Accounting Review*, 9(2), 138-161
- 34) Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2006). *Introduction to data envelopment analysis and its uses: with DEA-solver software and references*. Springer Science & Business Media.
- 35) Emrouznejad, A., & Yang, G. L. (2018). A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA: 1978–2016. *Socio-Economic Planning Sciences*, 61, 4-8.
- 36) Gameel, M., & El-Geziry, K. (2016). Predicting financial distress: multi scenarios modeling using neural etwork. *International Journal of Economics and Finance*, 11(8), 159-168
- 37) Geng, R. B., Bose, I., & Chen, X. (2015). "Prediction of financial distress: An empirical study of listed Chinese companies using data mining". *European Journal of Operational Research*, 241, 236-247.
- 38) Godarzi, A.A., Madadi Amiri, R., Talaei, A., Jamasb, T. (2014). Predicting oil price movements: A dynamic Artificial Neural Network approach. *Energy*
- 39) Gordon, M. J. (1971), "Towards a Theory of Financial Distress", the *Journal of Finance*", Vol.26. PP: 347-356.
- 40) Heydari Farahany, M., ghayour, F., & mansourfar, G. (2019). The effect of management behavioral strains on financial distress. *Journal of Financial Accounting Research*, 3(11), 117-134.
- 41) Jayasekera, R. (2018). "Prediction of company failure: Past, present and promising directions for the future". *International Review of Financial Analysis*, 55, 196-208.
- 42) Khajavi, S., & Ghadirian-Arani, M. (2018). The role of managerial ability in financial distress prediction. *Journal of Financial Accounting Research*, 9(4), 83-102.
- 43) Kihooto, E., Omagwa, J., & Ronald, M. (2016). Financial distress in commercial and services companies listed at Nairobi Securities Exchange. Kenya. *European Journal of Business and Management*, 27(8), 86-89.
- 44) Li, Z., Crook, J., & Andreeva, G. (2017). Dynamic prediction of financial distress using Malmquist DEA. *Expert Systems with Applications*, 6(80), 9.
- 45) Li, Z., Crook, J., & Andreeva, G. (2017). Dynamic prediction of financial distress using Malmquist EA. *Expert Systems with Applications*, 80, 94-106.
- 46) Liu, F. H. F., & Chen, C. L. (2009). The worst-practice DEA model with slack-based measurement. *Computers & Industrial Engineering*, 57(2), 496-505.
- 47) Megginson, W., Meles, A., Sampagnaro, G., & Verdoliva, V. (2019). Financial distress risk in initial public offerings: how much do venture capitalists matter? *Journal of Corporate Finance*, 25(1), 10-30.
- 48) Mehrani, S., Kamyabi, Y., Ghayour, F. (2017). Reviewing the effectiveness of earnings quality indices on the power of financial distress prediction models. *Accounting and Auditing Review*, 24(1), 103-126. (In Persian)

- 49) Mousavi, M. M., Ouenniche, J., & Tone, K. (2019). A comparative analysis of two-stage distress prediction models. *Expert Systems with Applications*, 119, 322-341.
- 50) Mselmi, N., Lahiani, A., & Hamza, T. (2017). "Financial distress prediction: The case of French small and medium-sized firms". *International Review of Financial Analysis*, 50, 67-80.
- 51) Nemoto, J., & Goto, M. (1999). Dynamic data envelopment analysis: modeling intertemporal behavior of a firm in the presence of productive inefficiencies. *Economics Letters*, 64(1), 51-56.
- 52) Nemoto, J., & Goto, M. (2003). Measurement of dynamic efficiency in production: an application of data envelopment analysis to Japanese electric utilities. *Journal of Productivity analysis*, 19(2-3), 191-210.
- 53) Osama, E. A., & Bassam, L. Predicting Financial Distress for Listed MENA Firms. (2019). *International Journal of Accounting and Financial Reporting*, 2(9), 51-75.
- 54) Paradi, J. C., & Zhu, H. (2013). A survey on bank branch efficiency and performance research with data envelopment analysis. *Omega*, 41(1), 61-79.
- 55) Shah, J., & Murtaza, M. (2000). A neural network based clustering procedure for bankruptcy Prediction. *American Business Review*, 2(18), 80-86.
- 56) Shilpa, N., & Amulya, M. (2017). Corporate financial distress: analysis of Indian automobile industry. *SDMIMD Journal of Management*, 8(1), 85-93.
- 57) Sueyoshi, Toshiyuki & Mika Goto (2009), "DEA-DA for Bankruptcy-Based Performance Assessment: Misclassification of Japanese Construction Industry", *European Journal of Operational Research*, Vol. 199, PP. 576-594.
- 58) Sun, J., & Li, H. (2009). "Financial distress early warning based on group decision making". *Computers & Operations Research*, 36, 885-906.
- 59) Sun, J., He, K. Y., & Li, H., (2011). "SFFS-PC-NN optimized by genetic algorithm for dynamic prediction of financial distress with longitudinal data streams". *Knowledge based systems*, 24, 1013-1023.
- 60) Tinoco, M., Holmes, P., & Wilson, N. (2018). Polytomous response financial distress models: The role of accounting, market and macroeconomic variables. *International Review of Financial Analysis*, 24(2), 112-124.
- 61) Tinoco, M., Holmes, P., & Wilson, N. (2018). Polytomous response financial distress models: The role of accounting, market and macroeconomic variables. *International Review of Financial Analysis*, 24(2), 112-124
- 62) Tisan, A., Cirstea, M. (2013). SOM neural network design - A new Simulink library based approach targeting FPGA implementation. *Mathematics and Computers in Simulation*, 91, 134-149.
- 63) Wakilifard, H., Ahmadvand, M., & Sadehvand, M. (2018). The relationship between financial distress risk and momentum anomaly in Tehran stock exchange. *Financial Knowledge of Securities Analysis*, 38(11), 43-55.
- 64) Wang, Z., Bian, S., Liu, Y., Liu, Z. (2013) the load characteristics classification and synthesis of substations in large area power grid. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 48, 71-82.
- 65) Weston J. Fred & E. Copeland, Thomas (1992), *Managerial Finance*, Dryden Press, 9th Edition.
- 66) Whitaker, Richard (1999), "The Early Stage of Financial Distress", *Journal of Economics and Finance*, Vol. 23, No. 2, PP. 123-133
- 67) Xu, X., & Wang, Y. (2009). Financial failure prediction using efficiency as a predictor. *Expert Systems with Applications*, 36(1), 366-373.
- 68) Yousefi, S., Shabanpour, H., Farzipoor Saen, R. (2020). Sustainable clustering of customers using capacitive artificial neural networks: A case study in Pegah Distribution Company. *RAIRO-Operations Research*, in press

- 69) Yousefi, S., Soltani, M., Farzipoor Saen, R., Pishvae, M.S., )2017(. A robust fuzzy possibilistic programming for a new network GP-DEA model to evaluate sustainable supply chains. J. Clean. Prod. 166, 537–549.
- 70) Yousefi, S., Soltani, R., Bonyadi Naeini, A., & Farzipoor Saen, R. (2019). A robust hybridartificial neural network double frontier data envelopment analysis approach for assessing sustainability of power plants under uncertainty. Expert Systems, 36(5), 1-14.



## Dynamic Prediction of Financial Distress: A Case Study

Hamid Rahimi<sup>1</sup>  
Mehrzaad Minooei<sup>2</sup>  
Mohammad Reza Fathi<sup>3</sup>

Received: 13 / December / 2023 Accepted: 03 / February / 2024

### Abstract

Considering the current economic conditions of the country, the number of helpless companies and the importance of financial helplessness are increasing day by day. The increase in economic factors affecting financial helplessness has also increased the complexity of investment decisions for these companies. For this purpose, the approach presented in this research, taking into account various financial criteria, provides the possibility of dynamic forecasting of Financial Distress for these decision makers. The approach introduced in this research is first by clustering the companies in the proportional cluster of financially helpless and non-helpless with the help of artificial neural network method, self-organizing mapping (SOM) and then by using the data envelopment analysis method based on the worst performance (WPF-DEA). A dynamic forecast of the financial helplessness of the companies admitted to the Tehran Bahadur Stock Exchange was carried out. Using the mentioned method, 105 companies were evaluated and the result of the inefficiency of these companies was predicted during 5 time periods from 2015 to 2019. The dynamic data coverage analysis model based on the worst performance has the ability to evaluate the inefficiency of the examined units, including companies that are members of the Stock Exchange and Securities Organization. Data envelopment analysis has been able to successfully identify the financial helplessness of companies as inefficient decision units.

**Key words:** Financial Distress, data envelopment analysis based on worst performance, artificial neural network, self-organizing mapping, stock exchange organization

**JEL classification:** G12, E47, G21

<sup>1</sup> Department of Industrial Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran  
h\_rahimi57@yahoo.com

<sup>2</sup> Department of Industrial Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran  
(corresponding author) mehrzad\_m44@yahoo.com

<sup>3</sup> Department of Industrial and Technology Management, Farabi Faculty, University of Tehran, Qom, Iran  
Reza.fathi@ut.ac.ir  
Ecj@iauctb.ac.ir

