

## تبیین متغیرهای مالی موثر در پیش‌بینی احیای مالی با استفاده از

### رویکرد هوش مصنوعی

کاظم هارونکلایی\*، قدرت‌الله برزگر\*\*

DOI:10.30495/ECO.2023.1982463.2737

#### چکیده

هدف اصلی مقاله شناسایی متغیرهای مالی موثر در پیش‌بینی احیای مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران و بهره‌مندی از رویکرد هوش مصنوعی در تحلیل داده‌های مربوط به ۱۷۳ شرکت درمانده احیاشده طی دوره زمانی ۱۳۸۳ - ۱۳۹۹ بود. در این رویکرد، نخست با استفاده از الگوریتم‌های انتخاب ویژگی‌های لارس و رلیف، از میان ۵۴ متغیر مالی منتخب، ۱۰ متغیر مهم و موثر در احیای مالی شرکت‌های نمونه، شناسایی شد. در ادامه، برای ارزیابی دقت نتایج متغیرهای شناسایی‌شده در پیش‌بینی احیای مالی از الگوریتم‌های یادگیر ماشین بردار پشتیبان و درخت تصمیم استفاده شد. نتایج نشان داد متغیرهای برگزیده با روش انتخاب ویژگی و لارس و ارزیابی دقت با الگوریتم ماشین بردار پشتیبان نسبت به روش انتخاب ویژگی رلیف و ارزیابی دقت با الگوریتم درخت تصمیم، عملکرد بهتری در پیش‌بینی زمان خروج از درماندگی داشته است. همچنین، نتایج آشکار کرد که بدون لحاظ کردن روش‌های انتخاب ویژگی، ماشین یادگیر بردار پشتیبان در مقام مقایسه با درخت تصمیم، در پیش‌بینی زمان خروج از درماندگی، از قدرت پیش‌بینی بالاتری برخوردار است. براساس نتایج، به سرمایه‌گذاران بازار سرمایه در انتخاب پرتفوی سرمایه‌گذاری پیشنهاد می‌شود بر مبنای متغیرهای مالی موثر در پیش‌بینی احیای مالی و ماشین یادگیر بردار پشتیبان، شرکت‌های مستعد خروج از درماندگی را شناسایی و اقدام به سرمایه‌گذاری نمایند.

#### تاریخ دریافت:

۱۴۰۱/۱۲/۲۴

#### تاریخ پذیرش:

۱۴۰۱/۰۴/۱۸

#### طبقه‌بندی JEL:

B26, C58, D53, G34

#### واژگان کلیدی:

درماندگی مالی، احیای مالی، متغیرهای مالی، رویکرد هوش مصنوعی، بورس اوراق بهادار تهران.

kazem.haron@yahoo.com

gh\_barzeghar@umz.ac.ir

\* استادیار، گروه حسابداری، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران، پست الکترونیکی:

\*\* استادیار، گروه حسابداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران (نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی:

## ۱. مقدمه

در طول فعالیت شرکت، رشد و موفقیت<sup>۱</sup>، بدان نحو که مدیران انتظار دارند، تحقق نمی‌یابد و دوران افول، به‌عنوان بخش اجتناب‌ناپذیری از «چرخه عمر سازمان‌ها»<sup>۲</sup>، دیر یا زود فرا می‌رسد. «دوران افول»<sup>۳</sup> دورانی است که در آن، بنگاه بخش قابل توجهی از منابع خود، اعم از منابع مالی، نیروی انسانی و مشتریان وفادار را از دست می‌دهد. با استمرار دوران افول، بنگاه با بحران مالی مواجه شده و در صورت غلبه نیافتن بر آن، توقف کسب‌وکار و ورشکستگی رخ می‌دهد (بهشتی‌سرشت، دهقان دهنوی، مشایخی و امیری، ۱۴۰۰).

برای جلوگیری از زیان‌های ناشی از درماندگی<sup>۴</sup> و ورشکستگی<sup>۵</sup> به ذینفعان و نیز جلوگیری از پیامدهای اجتماعی و اقتصادی آن، یافتن روش‌هایی برای پیش‌بینی خروج از درماندگی و رسیدن به احیای مالی<sup>۶</sup> اهمیت ویژه‌ای دارد. احیای مالی شرکت فرایند بسیار مهمی است که مدیران تلاش می‌کنند، روند عملکرد بسیار ضعیف شرکت را تغییر داده و بهبود و رونق اقتصادی را دوباره به شرکت بازگردانند (فیلاتوچف و تامز، ۲۰۰۶).<sup>۷</sup> احیای مالی شرکت اقدام کارآفرینانه مضاعفی است که با استفاده از راهبردهایی که توسط مدیریت اتخاذ می‌شود، شرکت را از نقطه منفی به نقطه سر به سر و سپس، به سمت رشد هدایت می‌کند (پانیکر و مانیمالا، ۲۰۱۵).<sup>۸</sup>

در زمینه پیش‌بینی احیای مالی، دو زمینه روش‌شناختی شامل مدل‌های پارامتریک<sup>۹</sup> و ناپارامتریک<sup>۱۰</sup> وجود دارد. در سال‌های اخیر و قبل از توسعه روش‌های هوش مصنوعی، همه محققان، از روش‌های پارامتریک مانند رگرسیون لجستیک (LR)<sup>۱۱</sup> و تحلیل ممیزی چندگانه (MDA)<sup>۱۲</sup> استفاده کردند. با وجود سادگی و سهولت مدل‌های پارامتریک، در پیش‌فرض‌های مربوط به تبعیت از یک توزیع آماری خاص (اغلب، پیروی از توزیع نرمال) این احتمال وجود دارد که صحت ریاضی این روش‌ها مبهم باشد؛ زیرا داده‌های مالی در واقعیت از توزیع نرمال تبعیت نمی‌کنند. از موارد بسیار تأثیرگذار و مهم که در مطالعات به آن کمتر توجه شده است، فرایند انتخاب هوشمند متغیرهای ورودی است و با توسعه هوش مصنوعی، برای پیش‌بینی احیای مالی و خروج از درماندگی می‌توان از مدل‌های ناپارامتریک مانند شبکه عصبی مصنوعی (ANN)<sup>۱۳</sup>، ماشین بردار پشتیبان (SVM)<sup>۱۴</sup> و درخت تصمیم (DT)<sup>۱۵</sup> استفاده کرد. این رویکردها، فرض‌های محدودکننده‌ای مانند نرمال بودن، خطی بودن و استقلال متغیرهای ورودی را که در میزان اثرگذاری و اعتبار پیش‌بینی، محدودیت ایجاد می‌کنند، ندارند. از این‌رو، رویکرد هوش مصنوعی ضعف ناشی از ضرورت تبعیت از توزیع آماری خاص موجود در روش‌های پارامتریک را پوشش می‌دهد. روش‌های ناپارامتریک با استفاده از مکانیزم آموزش و آزمایش و نیز روابط غیرخطی، مدل مدنظر را چندین بار اجرا می‌کنند تا به بهترین مدل

<sup>1</sup> Growth and Development

<sup>2</sup> Lifecycle of Organizations

<sup>3</sup> Decline/Declining Companies

<sup>4</sup> Helplessness

<sup>5</sup> Insolvency

<sup>6</sup> Recover Financially/Financial Recovery

<sup>7</sup> Filatotchev & Toms

<sup>8</sup> Panicker & Manimala

<sup>9</sup> Parametric Models

<sup>10</sup> Non-parametric Models

<sup>11</sup> Logistic Regression

<sup>12</sup> Multivariate Discriminate Analysis

<sup>13</sup> Artificial Neural Network

<sup>14</sup> Support Vector Machine

<sup>15</sup> Decision Tree

پیش‌بینی دست یابند؛ بنابراین، از این دیدگاه برتری محسوسی نسبت به روش‌های پارامتریک دارند (مهرانی، کامیابی و غیور، ۱۳۹۸).

نوآوری این مقاله، استفاده از «رویکرد هوش مصنوعی»<sup>۱</sup> در شناسایی متغیرهای موثر در احیای مالی و پیش‌بینی زمان خروج از درماندگی است. از این‌رو، در این مقاله سعی می‌شود با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی به شناسایی عوامل مالی موثر در احیای مالی و پیش‌بینی زمان خروج از درماندگی و احیای مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداخته شود.

برای دستیابی به این هدف، مقاله در پنج بخش سازمان‌دهی می‌شود: در ادامه، پس از مقدمه، در بخش دوم، ادبیات پژوهش مرور می‌شود؛ در بخش سوم، روش پژوهش ارائه می‌شود؛ در بخش چهارم، یافته‌ها و نتایج عرضه می‌شود و بخش پنجم به نتیجه‌گیری و پیشنهادها اختصاص می‌یابد.

## ۲. مروری بر ادبیات پژوهش

### ۲-۱. مبانی نظری

#### - احیای مالی

سندل، پتون و ریگز<sup>۲</sup> (۱۹۷۶) به‌عنوان اولین محققان احیای مالی، احیای شرکت را فرایندی دو مرحله‌ای دانسته‌اند، بدین‌صورت که در مرحله اول، عملکرد شرکت، ضعیف است و روندی نزولی دارد؛ اما، پس از آن عملکرد شرکت رو به بهبود می‌رود. بسیاری از تعاریف مربوط به اصطلاح «احیای شرکت»<sup>۳</sup> ماهیت مالی دارد و درآمد را معیاری برای احیای مالی لحاظ کرده‌اند؛ برای مثال، بیبو<sup>۴</sup> (۱۹۸۲) مطرح کرده است که احیای موفق شرکت، زمانی ممکن می‌شود که شرکت با اجرای راهبردهای احیا، بهبود قابل توجهی به مدت دو یا سه سال در سودآوری ایجاد کند و در بازسازی موقعیت خود نیز در بازار موفق شود و برای کامل کردن «چرخه احیا»<sup>۵</sup> در کارکنان خود ایجاد انگیزه نماید. اسلاتر<sup>۶</sup> (۱۹۸۴) معتقد است که اگر بعد از یک دوره رکود شش‌ساله، سود قبل از مالیات شرکت برای چهار سال متوالی افزایش یابد، می‌توان احیای شرکت را موفقیت‌آمیز دانست.

به‌زعم بیبو (۱۹۹۹)، احیای مالی، دوره‌ای غیرعادی در بستر تاریخی هر شرکت به‌شمار می‌آید و حاکی از وضعیتی است که مستلزم مداخله مدیریت با استفاده از رویکردهای مدیریتی منحصربه‌فرد بسیار متفاوت با روش‌های رایج در دوره‌های عادی است. در این دوره، اصول مدیریتی تثبیت‌شده‌ای که به‌طور معمول در زمان‌های باثبات به‌کار می‌رود، دیگر معتبر نیست. دلایل عمده شکست راهبرد احیای مالی عبارت است از: مدیریت ناکارآمد، منابع مالی ناکافی و راهبرد احیای ضعیف.

در مرحله بحران، از یک‌سوی، تعارض و اختلاف در درون سازمان و نیز میان سازمان و ذینفعان بیرونی شدت می‌یابد و از سوی دیگر، نیاز به واکنش قاطع و شدیدتری احساس می‌شود تا بتوان از آخرین فرصت‌ها برای رهایی از

<sup>1</sup> Artificial Intelligence Approach

<sup>2</sup> Schendel, Patton, Riggs

<sup>3</sup> Revival of the Company

<sup>4</sup> Bibeault

<sup>5</sup> A Corporate Recovery also referred to as Corporate Turnaround, Restructuring, Retrenchment

<sup>6</sup> Slatter

انحلال استفاده کرد. در این مرحله، تغییرات بنیادین در رهبری، راهبرد، ساختار و ایدئولوژی ضرورت بیشتری می‌یابد. به دلیل از دست دادن کارکنان کلیدی، ترس و واهمه کارکنان فعلی و مقاومت در برابر تغییرات و حمایت نکردن ذینفعان بیرونی، در این مرحله، احیای شرکت دشوار خواهد بود. در این مرحله، تغییر مدیران ارشد احیابخش خواهد بود. در مرحله پایانی که انحلال و فروپاشی شرکت قطعی می‌شود، اقدامات اصلاحی به شکست می‌انجامد و در نهایت، با جداسدن کارکنان کلیدی که تصمیم به جدایی از سازمان داشته‌اند، ورشکستگی شرکت رخ می‌دهد.

با افزایش دامنه بحران مالی و اقتصادی، مدیران شرکت‌های دارای بحران مالی تلاش گسترده‌ای کردند راهبردهایی را که به نجات آنها از ورشکستگی منجر می‌شود، اجرا کرده و روند افول شرکت را متوقف نمایند و از رهگذر آن، شرایط احیای شرکت را فراهم کنند. از جمله راهبردهای احیای شرکت می‌توان به کاهش هزینه‌ها (پیرس و رابینز<sup>۱</sup>، ۱۹۹۳ و برتون و روبانیک<sup>۲</sup>، ۱۹۹۷)، تجدید ساختار دارایی‌ها (سودارسانام و لای<sup>۳</sup>، ۲۰۰۱ و هامبریک و شکتز<sup>۴</sup>، ۱۹۸۳)، سازماندهی مجدد بدهی‌ها، تغییر مدیران ارشد (بلچر و نیل<sup>۵</sup>، ۲۰۰۰)، راهبرد تغییر در بازارها و محصولات و نیز انجام سرمایه‌گذاری برای بازسازی و نوسازی فرایندهای تولید و توزیع (هارکر<sup>۶</sup>، ۲۰۰۱) اشاره کرد (رحمان‌سرشت، حساس یگانه، فلاح‌شمس و ایران‌دوست، ۱۳۹۳).

کاهش هزینه، رایج‌ترین راهبرد احیای شرکت است. این راهبرد، سریع‌تر از راهبردهای دیگری مانند تامین مالی خارجی، تغییر ساختار سرمایه، افزایش درآمد و کاهش و استقرار مجدد دارایی‌ها می‌تواند اجرایی شود. همچنین، صرف‌نظر از اینکه عامل افول بنگاه داخلی باشد یا خارجی، فنی باشد یا مدیریتی، اقتصادی باشد یا سیاسی، این راهبرد، به‌طور کلی، راهی موثر برای توقف افول بنگاه است. با این حال، پژوهش‌های مختلف نشان می‌دهد راهبرد کاهش هزینه تحت چه شرایطی موثرتر و تحت چه شرایطی، بهتر است به کار گرفته نشود (بهشتی‌سرشت و همکاران، ۱۴۰۰).

## ۲-۲. پیشینه پژوهش

در ادامه، به اهم پژوهش‌های داخلی و خارجی مرتبط به موضوع بحث پرداخته می‌شود. بهشتی‌سرشت و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهش خود، «راهبرد کاهش هزینه و دارایی»<sup>۷</sup> در احیای مالی بنگاه‌ها را با استفاده از «نظریه رانت اقتصادی»<sup>۸</sup> و «مدل‌سازی دینامیک سیستم‌ها»<sup>۹</sup> بررسی کردند. در این پژوهش از روش مدل‌سازی دینامیک سیستم‌ها - که روشی قدرتمند در شناسایی و تحلیل سیستم‌های پیچیده است - به‌عنوان یکی از راهبردهای احیای مالی بنگاه برای واکاوی راهبرد کاهش هزینه و دارایی، استفاده شده است. نتایج نشان داد که میزان اثربخشی راهبرد کاهش هزینه و دارایی، وابستگی زیادی به دلایل افول دارد. افزون‌براین، در برخی شرایط، راهبرد کاهش هزینه و دارایی نه تنها باعث توقف افول نمی‌شود، بلکه آن را تشدید می‌کند.

<sup>1</sup> Pearce & Robbins

<sup>2</sup> Bruton & Rubanik

<sup>3</sup> Sudarsanam & Lai

<sup>4</sup> Hambrick & Schechter

<sup>5</sup> Belcher & Nail

<sup>6</sup> Harker

<sup>7</sup> Cost and Asset Retrenchment Strategy

<sup>8</sup> Rent Creation Theory

<sup>9</sup> System Dynamics Modeling

رحیمی، مینویی و فتحی (۱۴۰۰) در پژوهش خود به انتخاب متغیرهای مالی موثر برای پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران و سپس پیش‌بینی درماندگی مالی با روش شبکه عصبی مصنوعی پرداختند. آنها در وهله نخست، با روش نمونه‌گیری تصادفی ساده، ۱۰۶ شرکت را انتخاب و اطلاعات مالی آنها را طی دوره زمانی ۱۳۸۶ - ۱۳۹۸ استخراج کردند. در این پژوهش، رابطه بین متغیرها با استفاده از آزمون هم‌بستگی پیرسون مورد بررسی قرار گرفت و از میان ۳۴ نسبت مالی، ۲۴ نسبت که رابطه معنادار داشت، انتخاب شد و در نهایت، با روش شبکه عصبی مصنوعی، پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها اجرا گردید که درماندگی یا عدم‌درماندگی ۱۰۳ شرکت به‌درستی پیش‌بینی گردید. با مقایسه پیش‌بینی توسط روش شبکه عصبی مصنوعی با مقادیر واقعی متغیر وابسته در سال ۱۳۹۸، آشکار شد که در بیش از ۹۷ درصد موارد، این روش، درماندگی مالی شرکت‌ها را به‌درستی پیش‌بینی کرده است.

ناظمی اردکانی، زارع مهرجردی و محمدی ندوشن (۱۳۹۷) در پژوهشی، الگوی پیش‌بینی ورشکستگی مناسب شرکت‌ها را برحسب صنایع منتخب (صنایع خودرو و ساخت قطعات، محصولات شیمیایی و محصولات غذایی به‌جز قند و شکر) با استفاده از «الگوی درخت تصمیم»<sup>۱</sup> برای هر صنعت یادشده طراحی و تبیین نمودند. قلمرو زمانی این پژوهش شامل دوره زمانی ۱۳۸۰ - ۱۳۹۲ بود. یافته‌های پژوهش نشان داد الگوی طراحی شده برای صنایع خودرو و ساخت قطعات، محصولات شیمیایی، محصولات غذایی به‌جز قند و شکر به‌ترتیب، دقت پیش‌بینی ۹۵/۹۵، ۹۶/۸۳، ۹۷/۸۳ درصد را داشته است که این ارقام، دقت بالای الگوی طراحی شده را برای سه صنعت مذکور نشان می‌داد.

فلاح‌پور، نوروزیان لکوان و هندیجانی‌زاده (۱۳۹۶) در پژوهش خود برای پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران از «روش ترکیبی ماشین بردار پشتیبان و انتخاب ویژگی»<sup>۲</sup> استفاده کردند. در این تحقیق، ماشین بردار پشتیبان با چهار تابع کرنل خطی، شعاعی، چند جمله‌ای و سیگموئید<sup>۳</sup> به‌عنوان مدل طبقه‌بندی‌کننده و ترکیب آن با روش رلیف<sup>۴</sup> به‌عنوان انتخاب ویژگی فیلترکننده و الگوریتم ژنتیک به‌عنوان یکی از انواع روش‌های پوشش‌دهنده انتخاب ویژگی مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج نشان داد عملکرد روش الگوریتم ژنتیک در مقایسه با روش‌های فیلترکننده، بهتر است. همچنین، دقت ماشین بردار پشتیبان با توابع کرنل خطی، شعاعی، چندجمله‌ای و سیگموئید در ترکیب با الگوریتم ژنتیک، با سطح اطمینان ۹۵ درصد تفاوت معناداری باهم ندارند.

بحرایی، اعتمادی و گرامی اصل (۱۳۹۵) در پژوهشی سیستم‌های هوش مصنوعی (ANN و ANFIS) و رگرسیون لجیت (LR) را در پیش‌بینی ورشکستگی مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران مقایسه کردند. آنها در دوره زمانی ۱۳۸۹ - ۱۳۹۴ تعداد ۷۱ شرکت ورشکسته و ۷۴ شرکت سالم و برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها، سه روش شبکه‌های عصبی - فازی (ANFIS)، شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) و رگرسیون لجیت را انتخاب کردند. نتایج نشان داد، در پیش‌بینی ورشکستگی، مدل مبتنی بر شبکه‌های عصبی مصنوعی نسبت به مدل مبتنی بر شبکه‌های عصبی - فازی و رگرسیون لجیت دقت بیشتری دارد.

<sup>1</sup> Decision Trees Model

<sup>2</sup> Combined Approach of Support Vector Machine and Feature Selection

<sup>3</sup> Sigmoid

<sup>4</sup> Relief

نیاتسومبار و پو<sup>۱</sup> (۲۰۲۲) چالش‌ها و تجربه‌های مرتبط با راهبرد احیا را در صنعت هوایی کنیا در دوره زمانی ۲۰۰۴ - ۲۰۱۶ به صورت کیفی و از طریق مصاحبه بررسی کردند. یافته‌های پژوهش نشان داد، عوامل موثر در احیای مالی شامل مشارکت کارکنان، عوامل بیرونی، هزینه‌های بالای عملیاتی، تضاد مدیریت و اتحادیه، تجدید ساختار بدهی و رهبری است.

یونیس و ماین<sup>۲</sup> (۲۰۱۹) در پژوهشی توصیفی اثر راهبردهای احیا را بر عملکرد شرکت‌های لبنی منتخب<sup>۳</sup> کشور کنیا طی دوره زمانی ۲۰۱۵ - ۲۰۱۷ بررسی کردند. به طور خاص، این مطالعه به دنبال ارزیابی تأثیر راهبرد تجدید ساختار مالی، راهبرد سازمان‌دهی مجدد، راهبرد تغییر موقعیت و راهبرد تعریف مجدد بازار بر عملکرد شرکت یادشده بود. آنها با بررسی کامل ادبیات و مبانی نظری احیا، راهبردهای احیا و خروج از درماندگی شرکت یادشده را تجزیه و تحلیل نمودند. یافته‌های پژوهش نشان داد، راهبردهای تجدید ساختار مالی<sup>۴</sup> و سازمان‌دهی مجدد<sup>۵</sup> بر عملکرد شرکت مذکور تأثیر دارد.

مجیسون، ملس، سمپانگرو و وردولیوا<sup>۶</sup> (۲۰۱۹) در پژوهش خود با استفاده از ماشین بردار پشتیبان، ریسک درماندگی مالی شرکت‌های عرضه اولیه را در کشور آمریکا (نمونه‌ای شامل ۱۵۹۳ شرکت) طی دوره زمانی ۱۹۹۰ - ۲۰۰۷ بررسی کردند و نتایج آن را با مدل شبکه‌های مصنوعی مقایسه نمودند. نتایج این مقایسه حاکی از تعمیم‌پذیری و دقت کلی بیشتر مدل ماشین بردار پشتیبان در مقایسه با شبکه عصبی بوده است.

قزای<sup>۷</sup> (۲۰۱۸) در پژوهشی اقدام به بررسی چشم‌اندازهای نظری راهبردهای احیا کرده است. وی نخست به طور جامع مبانی نظری احیا و نوسازی را بررسی کرد و سپس، برای توسعه چارچوب نظری احیا، بر زمینه‌های رفتاری مدیریت ارشد سازمان، در زمان نزول عملکرد و بحران تمرکز کرد. نتایج پژوهش نشان داد که فرایند احیا بر کارایی، عملکرد و شناخت مدیریتی متمرکز است. مدیریت ارشد شرکت برای حمایت از فرایند احیا باید دلایل ایجاد بحران را شناسایی کرده و برای احیای شرکت با مدیریت راهبردی پایدار اقدام نموده تا به جلب حمایت ذی‌نفعان منجر گردد.

هوئی-یونگ‌کیم، ما و آیه‌زو<sup>۸</sup> (۲۰۱۶) در پژوهش خود پیش‌بینی احیای مالی شرکت‌های درمانده در بورس چین را طی سال‌های ۱۹۹۸ - ۲۰۱۱ بررسی کردند. تعداد ۴۴۱ شرکت درمانده انتخاب و از سه متغیر اصلی نسبت‌های حسابداری، متغیرهای بازار و اطلاعات ساختار مالکیت و تغییر ساختار استفاده کردند. یافته‌های پژوهش نشان داد، احیای شرکت‌های درمانده با مدت زمان رابطه منفی دارد؛ بدین معنا که با طولانی شدن مدت درماندگی، احتمال موفقیت شرکت برای احیا کم‌تر می‌شود. نتایج آشکار کرد که از میان سه متغیر، متغیرهای حسابداری، قوی‌ترین شاخص برای پیش‌بینی احیای شرکت است.

چین<sup>۹</sup> (۲۰۱۶) در پژوهشی به پیش‌بینی احیای مالی شرکت‌های درمانده در بورس اوراق بهادار آفریقای جنوبی که که دارای پتانسیل احیا هستند، اقدام کرد. در این پژوهش، از متغیر مالی کارایی، اندازه، دارایی‌های آزاد و تغییر

<sup>۱</sup> Nyatsumbar & Poee

<sup>۲</sup> Eunice & Maina

<sup>۳</sup> منظور، شرکت «New Kenya Cooperative Creameries Limited» است.

<sup>۴</sup> Financial Restructuring Strategy

<sup>۵</sup> Reorganization Strategy

<sup>۶</sup> Megginson, Meles, Sampagnaro & Verdoliva

<sup>۷</sup> Ghazzawi

<sup>۸</sup> Heui-Yeong Kim, Ma and Annie Zhou

<sup>۹</sup> Chin

مدیریت ارشد در دوره زمانی ۲۰۰۷ - ۲۰۱۴ برای پیش‌بینی استفاده شد. برای تفاوت معناداری نسبت‌های مالی بین دو گروه از شرکت‌ها، از آزمون t,f استفاده گردید. یافته‌ها نشان داد «کارایی»<sup>۱</sup> متغیر کلیدی برای پیش‌بینی احیای موفقیت‌آمیز است.

### ۳. روش تحقیق

از آنجا که هدف این پژوهش، تبیین عوامل موثر بر احیای مالی است، از نظر هدف، کاربردی و از منظر روش پژوهشی توصیفی - تبیینی است. برای گردآوری مبنای نظری از روش کتابخانه‌ای استفاده شده است. همچنین، اطلاعات متغیرهای مالی، با استفاده از نرم‌افزار ره‌آورد نوین و صورت‌های مالی حسابرسی شده و سایت کدال استخراج شده است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز از نرم‌افزار آماری متلب (نسخه ۲۰۱۵) بهره‌برداری شد.

جامعه آماری شامل تمامی شرکت‌های تولیدی پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران طی دوره زمانی ۱۳۸۳ - ۱۳۹۹ است. برای تعیین نمونه آماری، از روش حذف سیستماتیک استفاده گردید. بدین‌منظور، آن‌دسته از شرکت‌های جامعه آماری که از ویژگی‌های زیر برخوردار بودند، به‌عنوان نمونه آماری، مناسب دانسته شدند و مابقی شرکت‌ها حذف شدند. ویژگی‌های تعیین‌کننده عبارتند از:

- ۱) شرکت در دوره زمانی مورد بررسی، تغییر سال مالی نداشته باشد؛
- ۲) شرکت‌های مورد بررسی جزو شرکت‌های واسطه‌گر مالی، سرمایه‌گذاری و هلدینگ نباشند؛
- ۳) اطلاعات و داده‌های شرکت در دسترس باشد؛
- ۴) شرکت‌هایی به‌عنوان نمونه انتخاب می‌شوند که براساس مدل تعدیل‌شده درماندگی کردستانی - تاتلی (۱۳۹۳)، نخست در طبقه شرکت‌های درمانده قرار گرفته و سپس، از درماندگی خارج شده و در طبقه شرکت‌های سالم قرار گیرد.

براین‌اساس، تعداد نمونه شامل ۱۷۳ شرکت درمانده‌ای است که در سال‌های آتی از درماندگی خارج و در طبقه شرکت سالم قرار گرفته است. در این راستا، اطلاعات مالی دوره‌های زمان درماندگی هر شرکت و اولین دوره مالی که هر شرکت از درماندگی خارج شده و سالم گردیده است، جمع‌آوری شد. از مجموع داده‌های نمونه این پژوهش، تعداد ۲۶۵ داده مربوط به دوره سلامت مالی است و تعداد ۴۸۵ داده به دوره درماندگی تعلق دارد.

متغیرهای مستقل پژوهش عبارت از «عوامل مالی» است که پس از مرور جامع ادبیات پژوهش مرتبط و بررسی متغیرهای مالی مورد استفاده در تحقیقات پیشین به‌دست آمد و در مجموع، مشتمل بر ۵۴ متغیر مالی است. فهرست متغیرها و چگونگی محاسبه آنها در جدول (۱) عرضه شده است.

<sup>1</sup> Efficiency

جدول ۱. معرفی متغیرهای مالی

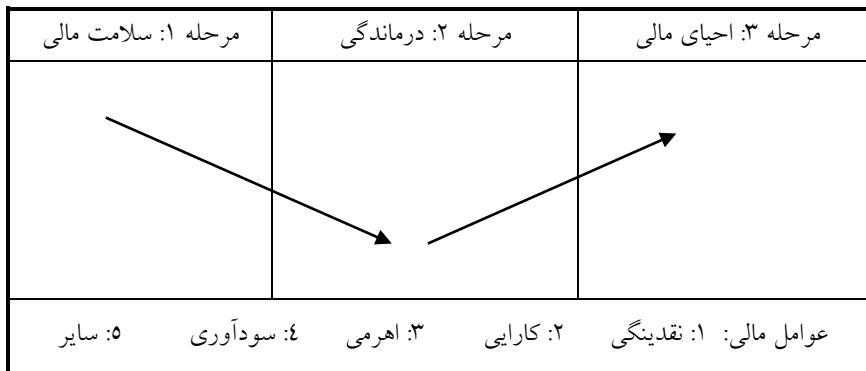
| ردیف | نماد متغیر         | نام متغیر                      | ردیف | نماد متغیر | نام متغیر                                |
|------|--------------------|--------------------------------|------|------------|--|
| ۱    | WC                 | سرمایه در گردش                 | ۲۸   | EXP.CHANGE | تغییرات هزینه                            |
| ۲    | CF. L              | بدهی / گردش نقدی               | ۲۹   | EBIT.INT   | پوشش بهره                                |
| ۳    | QA.TA              | دارایی / دارایی سریع           | ۳۰   | CL.TA      | دارایی / بدهی جاری                       |
| ۴    | WC.TA              | دارایی / سرمایه در گردش        | ۳۱   | CA.TL      | بدهی / دارایی جاری                       |
| ۵    | EBITDA.S           | فروش / استهلاک + سود عملیاتی   | ۳۲   | EBT.CL     | بدهی جاری / سود قبل از کسر مالیات        |
| ۶    | EBITDA.TA          | دارایی / استهلاک + سود عملیاتی | ۳۳   | FA.TE      | حقوق صاحبان سهام / دارایی ثابت           |
| ۷    | CA.TA              | دارایی / دارایی جاری           | ۳۴   | INT.S      | فروش / هزینه بهره                        |
| ۸    | NCI                | مدت تداوم عملیات بدون درآمد    | ۳۵   | EBT.TE     | حقوق صاحبان سهام / سود قبل از کسر مالیات |
| ۹    | QA.CL              | بدهی جاری / دارایی سریع        | ۳۶   | EBIT.TL    | بدهی / سود عملیاتی                       |
| ۱۰   | CA.CL              | نسبت جاری                      | ۳۷   | TL.TA      | دارایی / بدهی                            |
| ۱۱   | WC.FA              | دارایی ثابت / سرمایه در گردش   | ۳۸   | TE.TA      | دارایی / حقوق صاحبان سهام                |
| ۱۲   | S.TA               | نسبت گردش دارایی               | ۳۹   | CAP.CHANGE | تغییرات سرمایه                           |
| ۱۳   | S.TE               | حقوق صاحبان سهام / فروش        | ۴۰   | EBT.TA     | دارایی / سود قبل از کسر مالیات           |
| ۱۴   | S.FA               | نسبت گردش دارایی ثابت          | ۴۱   | NI.TA      | دارایی / سود خالص                        |
| ۱۵   | S.CA               | نسبت گردش دارایی جاری          | ۴۲   | NI.S       | فروش / سود خالص                          |
| ۱۶   | DOWN SIZING        | کوچک سازی شرکت                 | ۴۳   | EBIT.TA    | دارایی / سود عملیاتی                     |
| ۱۷   | INVENTORY.S        | فروش / موجودی کالا             | ۴۴   | INT.TL     | بدهی / هزینه بهره                        |
| ۱۸   | TR. I              | کالا / مطالبات                 | ۴۵   | EBIT.S     | فروش / سود عملیاتی                       |
| ۱۹   | DAYS TO PAY A. P   | دوره پرداخت بدهی               | ۴۶   | GP. S      | فروش / سود ناخالص                        |
| ۲۰   | DAY TO SELL INVENT | دوره فروش کالا                 | ۴۷   | TL.TE      | حقوق صاحبان سهام / بدهی                  |
| ۲۱   | TR.AP              | حساب‌های پرداختی / مطالبات     | ۴۸   | GP. O EX   | هزینه عملیاتی / سود ناخالص               |
| ۲۲   | O.E CHANGE         | تغییرات هزینه عملیاتی          | ۴۹   | ROE        | بازده حقوق صاحبان سهام                   |
| ۲۳   | REV CHANGE         | تغییرات درآمد                  | ۵۰   | RE.TA      | دارایی / سود انباشته                     |
| ۲۴   | SELL EFF           | کارایی فروش                    | ۵۱   | GP.TA      | دارایی / سود ناخالص                      |
| ۲۵   | EXP. EFF           | کارایی هزینه                   | ۵۲   | AGE        | عمر شرکت                                 |
| ۲۶   | INCOME EFF         | کارایی سود                     | ۵۳   | SIZE.I     | لگاریتم دارایی                           |
| ۲۷   | REC.TURN           | دوره وصول مطالبات              | ۵۴   | SIZE.II    | لگاریتم فروش                             |

منبع: گردآوری محقق

متغیر وابسته این پژوهش، «احیای مالی» است. برای تبدیل احیای مالی به متغیر کمی از مقادیر صفر و یک استفاده شده است که برای شرکت‌های درمانده مقدار «صفر» و برای شرکت‌های احیاشده مقدار «یک» لحاظ شده است.



مدل مفهومی احیای شرکت‌های درمانده



منبع: یافته‌های پژوهش

۴. تجزیه و تحلیل یافته‌های پژوهش

در این مقاله، برای شناسایی متغیرهای مالی موثر بر احیای مالی از روش‌های هوش مصنوعی استفاده شده است. براساس مطالعات، «سیستم‌های یادگیری ماشین مبتنی بر هوش مصنوعی»<sup>۱</sup> با استفاده از داده‌ها و مکانیسم یادگیری خودکار، پیش‌بینی‌های دقیقی ارائه کرده‌اند. چگونگی پیش‌بینی سیستم‌های یادگیری به طور کامل به انتخاب کارآمد ویژگی‌ها بستگی دارد. انتخاب متغیرهای کلیدی یا ویژگی‌ها، مرحله‌ای مهم و چالش‌برانگیز در مدل‌سازی آماری است. در این پژوهش برای به دست آوردن متغیرهای مهم و موثر بر احیای مالی شرکت‌ها از الگوریتم‌های استخراج ویژگی لارس<sup>۲</sup> و رلیف استفاده شده است. «روش‌های استخراج ویژگی»<sup>۳</sup> ماهیت‌های متفاوتی دارند و هرکدام با توجه به معیارهای خاص خود، متغیرهای تاثیرگذار را استخراج می‌کنند. برای ارزیابی و دقت پیش‌بینی ویژگی‌های استخراج‌شده<sup>۴</sup>، دو روش «ماشین یادگیر (ML)»<sup>۵</sup> شامل ماشین بردار پشتیبان و درخت تصمیم به کار گرفته شده است.

- یافته‌های مبتنی بر الگوریتم انتخاب ویژگی لارس

با استفاده از این الگوریتم، ۱۰ متغیر - که تاثیرگذاری آنها نسبت به ۵۴ متغیر بیشتر بوده است - انتخاب گردید که براساس اولویت اثرگذاری آنها در جدول (۲) آمده است.

جدول ۲. انتخاب ویژگی‌های اثرگذار با استفاده از الگوریتم لارس

| متغیرهای استخراج‌شده با الگوریتم لارس براساس اولویت اثرگذاری |                         |         |        |
|--|-------------------------|---------|--------|
| شماره  | شاخص                    | نماد    | وزن    |
| ۱  | جمع دارایی/جمع بدهی     | TD.TA   | ۵/۸۱۷۴ |
| ۲  | جمع بدهی/سود عملیاتی    | EBIT.TD | ۴/۶۷۵۹ |
| ۳  | جمع دارایی/جمع حقوق ص س | TE.TA   | ۲/۶۲۴۶ |

<sup>1</sup> Machine Learning Systems based on Artificial Intelligence

<sup>2</sup> The Lars Feature Selection Algorithm

<sup>3</sup> Feature Selection Methods

<sup>4</sup> Extracted Features

<sup>5</sup> Machine learning (ML)

| متغیرهای استخراج شده با الگوریتم لارس براساس اولویت اثرگذاری |   |           |        |
|--|---|-----------|--------|
| شماره  | شاخص  | نماد      | وزن    |
| ۴  | فروش / هزینه بهره   | INT.S     | ۱/۷۲۳۶ |
| ۵  | فروش / موجودی کالا  | INVTRNI.S | ۰/۶۱۴۱ |
| ۶  | جمع دارایی / دارایی جاری  | CA.TA     | ۰/۴۹۱۳ |
| ۷  | جمع دارایی / فروش   | S.TA      | ۰/۲۹۱۱ |
| ۸  | بدهی جاری / سود قبل از کسر مالیات                               | PBT.CL    | ۰/۲۷۸۸ |
| ۹  | دارایی مشهود سال قبل / دارایی مشهود سال قبل - دارایی مشهود جاری | DOWNIZING | ۰/۲۴۶۳ |
| ۱۰   | فروش / استهلاک + سود عملیاتی                                    | EBITDA.S  | ۰/۱۹۳۸ |

منبع: یافته‌های پژوهش

## - یافته‌های مبتنی بر الگوریتم انتخاب ویژگی رلیف

با استفاده از این الگوریتم، ۱۰ متغیر که تاثیرگذاری آنها نسبت به ۵۴ متغیر بیشتر است، انتخاب شد که به ترتیب تاثیرگذاری در جدول (۳) آمده است.

## جدول ۳. انتخاب ویژگی‌های تاثیرگذار با استفاده از الگوریتم رلیف

| متغیرهای استخراج شده با الگوریتم رلیف به ترتیب اولویت تاثیرگذاری |  |                    |        |
|--|--|--------------------|--------|
| شماره  | شاخص   | نماد               | وزن    |
| ۱  | دارایی مشهود سال قبل / دارایی مشهود سال قبل - دارایی مشهود جاری                  | DOWNIZING          | ۰/۰۱۱  |
| ۲  | حقوق صاحبان سهام / بدهی  | TD.TE              | ۰/۰۰۵  |
| ۳  | درآمد سال قبل / (درآمد سال قبل - درآمد سال جاری)                                 | REV.CHNG           | ۰/۰۰۲۴ |
| ۴  | بهای تمام شده کالای فروش رفته / ۳۶۵ * میانگین حساب‌های پرداختی                   | ACC.PAYABLE        | ۰/۰۰۲۳ |
| ۵  | ۳۶۵ * { (استهلاک + سود قبل مالیات - فروش) / (بدهی جاری - م کالا - دارایی جاری) } | NCI                | ۰/۰۰۲  |
| ۶  | فروش / موجودی کالا   | INVTRNI.S          | ۰/۰۰۲  |
| ۷  | حقوق صاحبان سهام / دارایی ثابت   | FA.TE              | ۰/۰۰۱۸ |
| ۸  | ۳۶۵ / بهای تمام شده کالای فروش رفته / متوسط موجودی کالا                          | DAY.SLL.INVE<br>NT | ۰/۰۰۱۶ |
| ۹  | ۳۶۵ / (فروش) / متوسط مطالبات   | REC.TURN           | ۰/۰۰۱۳ |
| ۱۰   | جمع حقوق صاحبان سهام / سود قبل از کسر مالیات                                     | EBT.TE             | ۰/۰۰۰۹ |

منبع: یافته‌های پژوهش

– یافته‌های مبتنی بر الگوریتم‌های یادگیر

برای تحلیل و بررسی یک سیستم، ابتدا رفتار آن سیستم را براساس نمونه‌های فعلی که در دسترس است، تبدیل به مدل کرده و سپس، از آن مدل برای تشخیص رفتارهای آینده سیستم استفاده می‌شود. بدین ترتیب، سیستم، مدل رفتارها و تجربیات گذشته را یاد می‌گیرد. توسعه و گسترش روش‌های یادگیری، هدف حوزه‌ای از دانش است که با عنوان «یادگیری ماشین» شناخته می‌شود.

در این پژوهش، برای ارزیابی متغیرهای استخراجی که از الگوریتم‌های استخراج ویژگی لارس و رلیف به دست آمده‌اند، از الگوریتم‌های یادگیر ماشین بردار پشتیبان و درخت تصمیم استفاده شده است. آزمایش‌ها بدین شکل اجرا گردید که نخست، نمونه‌ها به دو دسته «داده‌های آموزش» و «داده‌های آزمون» تقسیم شدند. داده‌های آموزش و آزمون با نسبت ۸۰ درصد داده آموزش و ۲۰ درصد داده آزمون و به صورت تصادفی تقسیم‌بندی شد. با توجه به اینکه داده‌های آموزش و آزمون به صورت تصادفی انتخاب می‌شوند، هریک از روش‌ها ۱۰ مرتبه تکرار شدند و میانگین تکرارها به عنوان «نتیجه نهایی» ثبت گردید. برای محاسبه دقت الگوریتم‌ها، ابتدا نتیجه برآورد شده توسط الگوریتم، گرد شد و سپس با مقدار واقعی مقایسه گردید. نتایج آموزش ویژگی‌های استخراجی از دو الگوریتم انتخاب لارس و رلیف توسط ماشین‌های بردار پشتیبان و درخت تصمیم بر داده‌های آموزش و آزمون، به ترتیب، در جدول (۴) گزارش شده است.

جدول ۴: نتایج اجرای الگوریتم‌ها براساس معیار دقت

| انتخاب ویژگی | دوره                  | پیش‌بینی              | درخت تصمیم | ماشین بردار پشتیبان |
|--------------|-----------------------|-----------------------|------------|---------------------|
| لارس         | یک سال                | تعداد پیش‌بینی صحیح   | ۳۲         | ۳۷                  |
|              |                       | تعداد پیش‌بینی اشتباه | ۱۲         | ۸                   |
|              |                       | درصد پیش‌بینی         | ۰/۷۲       | ۰/۸۲                |
|              | دو سال                | تعداد پیش‌بینی صحیح   | ۱۵         | ۱۷                  |
|              |                       | تعداد پیش‌بینی اشتباه | ۱۰         | ۸                   |
|              |                       | درصد پیش‌بینی         | ۰/۶        | ۰/۶۸                |
|              | سه سال                | تعداد پیش‌بینی صحیح   | ۹          | ۱۱                  |
|              |                       | تعداد پیش‌بینی اشتباه | ۶          | ۴                   |
|              |                       | درصد پیش‌بینی         | ۰/۶        | ۰/۷۳                |
|              | نُه تا ده سال         | تعداد پیش‌بینی صحیح   | ۸          | ۱۰                  |
|              |                       | تعداد پیش‌بینی اشتباه | ۷          | ۵                   |
|              |                       | درصد پیش‌بینی         | ۰/۵۳       | ۰/۶۶                |
| کل           | تعداد پیش‌بینی صحیح   | ۶۴                    | ۷۵         |                     |
|              | تعداد پیش‌بینی اشتباه | ۳۵                    | ۲۵         |                     |
|              | درصد پیش‌بینی         | ۰/۶۵                  | ۰/۷۵       |                     |
| رلیف         | ۷۱                    | تعداد پیش‌بینی صحیح   | ۳۰         | ۳۶                  |

| انتخاب ویژگی | دوره | پیش‌بینی              | درخت تصمیم | ماشین بردار پشتیبان |
|--------------|------|-----------------------|------------|---------------------|
| ۳ سال        |      | تعداد پیش‌بینی اشتباه | ۱۴         | ۸                   |
|              |      | درصد پیش‌بینی         | ۰/۶۸       | ۰/۸۲                |
|              |      | تعداد پیش‌بینی صحیح   | ۱۶         | ۱۶                  |
|              |      | تعداد پیش‌بینی اشتباه | ۹          | ۹                   |
| ۴ سال        |      | درصد پیش‌بینی         | ۰/۶۴       | ۰/۶۴                |
|              |      | تعداد پیش‌بینی صحیح   | ۸          | ۹                   |
|              |      | تعداد پیش‌بینی اشتباه | ۷          | ۶                   |
|              |      | درصد پیش‌بینی         | ۰/۵۳       | ۰/۶                 |
| از ۳ سال     |      | تعداد پیش‌بینی صحیح   | ۸          | ۱۰                  |
|              |      | تعداد پیش‌بینی اشتباه | ۷          | ۵                   |
|              |      | درصد پیش‌بینی         | ۰/۵۳       | ۰/۶۷                |
| کل           |      | تعداد پیش‌بینی صحیح   | ۶۲         | ۷۱                  |
|              |      | تعداد پیش‌بینی اشتباه | ۳۷         | ۲۸                  |
|              |      | درصد پیش‌بینی         | ۰/۶۳       | ۰/۷۲                |

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به نتایج به دست آمده، ویژگی‌های استخراج شده لارس با الگوریتم‌های یادگیر ماشین بردار پشتیبان با دقت ۷۵ درصد، زمان خروج شرکت درمانده را از درماندگی پیش‌بینی می‌نماید و براساس معیار دقت از بهترین نتیجه برخوردار است.

با مقایسه نتایج الگوریتم ماشین بردار پشتیبان و الگوریتم درخت تصمیم، میزان دقت ماشین بردار پشتیبان از درخت تصمیم برای پیش‌بینی احیای مالی و زمان خروج از درماندگی در همه وضعیت‌های موجود بهتر است.

#### - میزان خطا و دقت ویژگی‌های استخراج شده

در این پژوهش برای تعیین میزان خطا و دقت ویژگی‌های استخراج شده از ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) و میانگین مطلق خطا (MAE) که معیارهایی برای تفاوت بین مقادیر پیش‌بینی شده و واقعی هستند و همچنین، ضریب تعیین ( $R^2$ ) استفاده شده است. ضریب تعیین، مشخص‌کننده قدرت توجیه‌کنندگی رگرسیون است. هرچه این ضریب به یک نزدیک‌تر باشد، قدرت توجیه‌کنندگی رگرسیون بالاتر است.

از آنجا که نمونه‌های آزمون به صورت تصادفی انتخاب شدند، هرکدام از روش‌ها ۱۰ مرتبه اجرا شد. در این راستا، میانگین نتایج اجرا در جدول (۵) آمده است.

جدول ۵. میزان خطا و دقت معیارهای مختلف اندازه‌گیری

| P-value | R <sup>2</sup> | RMSE  | MAE   | معیار الگوریتم     |
|---------|----------------|-------|-------|--------------------|
| ۰/۰۰۲۱  | ۰/۵۷۷          | ۰/۹۹۸ | ۰/۷۴۲ | لارس + درخت تصمیم  |
| ۰/۰۰۳۳  | ۰/۷۸۹          | ۰/۷۶۹ | ۰/۵۱۲ | لارس + ماشین بردار |
| ۰/۰۰۰۳  | ۰/۶۲۹          | ۰/۹۴۷ | ۰/۷۱۱ | رلیف + درخت تصمیم  |
| ۰/۰۰۲۴  | ۰/۷۴۸          | ۰/۸۱۸ | ۰/۵۲۷ | رلیف + ماشین بردار |

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به نتایج به دست آمده مشخص می‌شود که شاخص‌های استخراجی با استفاده از روش لارس به همراه ارزیابی دقت الگوریتم یادگیر ماشین بردار پشتیبان، از لحاظ معیار MAE و RMSE، کمترین خطا (به ترتیب، ۰/۵۱۲، ۰/۷۶۹) را دارند. با بررسی معیار R<sup>2</sup> نیز روش لارس به همراه الگوریتم یادگیر ماشین بردار پشتیبان از وضعیت مناسب‌تری برخوردار است. همچنین، با مقایسه روش‌های ماشین بردار پشتیبان و درخت تصمیم این نتیجه به دست می‌آید که بدون لحاظ کردن نوع ویژگی‌های استخراجی، ماشین یادگیر بردار پشتیبان نسبت به درخت تصمیم، از قدرت پیش‌بینی بالاتری برخوردار است. در ماشین بردار پشتیبان برای ویژگی‌های استخراجی از لارس و رلیف، به ترتیب، معیار MAE برابر با ۰/۵۱۲ و ۰/۵۲۷ است که برای درخت تصمیم این معیارها، به ترتیب، ۰/۷۴۲ و ۰/۷۱۱ می‌باشد. این نتیجه برای معیار RMSE نیز صادق است.

برای معناداری نتایج حاصل شده، آزمون تی - تست (T-Test) اجرا شد. مقادیر p به دست آمده از آزمون آماری t با درصد اطمینان ۹۵ درصد نشان می‌دهد، نتایج کسب شده با توجه به معیارهای مختلف اندازه‌گیری، معنادار است.

### ۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف اصلی این مقاله، طراحی و تبیین الگوی پیش‌بینی احیای مالی شرکت‌های درمانده با استفاده از متغیرهای مالی بود. با توجه به عملکرد بهتر مدل‌های هوش مصنوعی در قیاس با مدل‌های رگرسیونی تحلیل ممیزی، لاجیت و پروبیت در پیش‌بینی درماندگی مالی، برای پیش‌بینی احیای مالی نیز از این مدل‌ها استفاده شد.

در این مقاله، براساس نتایج پژوهش‌های پیشین، ۵۴ نسبت مالی برای متغیرهای پیش‌بین انتخاب گردید. در وهله نخست، برای به دست آوردن متغیرهای بااهمیت و موثر در خروج از درماندگی شرکت‌ها، از الگوریتم‌های استخراج ویژگی لارس و رلیف استفاده شد و ۱۰ متغیر تاثیرگذار در خروج از درماندگی در قالب هریک از این الگوریتم‌ها شناسایی گردید. سپس، برای ارزیابی دقت نتایج حاصل از متغیرهای استخراجی روش‌های لارس و رلیف، از الگوریتم‌های یادگیر ماشین بردار پشتیبان و درخت تصمیم بهره‌برداری شد. نتایج نشان‌دهنده عملکرد بهتر متغیرهای استخراجی روش انتخاب ویژگی لارس با روش ارزیابی دقت الگوریتم ماشین بردار پشتیبان در قیاس با روش انتخاب ویژگی رلیف با روش ارزیابی دخت تصمیم است. همچنین، صرف‌نظر از الگوهای انتخاب ویژگی، برای ارزیابی دقت

نتایج، ماشین یادگیر بردار پشتیبان نسبت به درخت تصمیم، در پیش‌بینی خروج از درماندگی، از قدرت پیش‌بینی بالاتری برخوردار است.

نتایج حاصل از پژوهش با یافته‌های بینی و امیر (۲۰۱۰)، چوپ و یانگ کیما و شیگونگ ما (۲۰۱۶) مطابقت دارد، در حالی که با یافته‌های سیتیم (۲۰۱۵) و چنچهن و منشا (۲۰۱۴) مطابقت ندارد. این ناسازگاری یافته‌ها ممکن است به دلیل تعدد نمونه انتخاب شده، تعدد متغیرها و دامنه زمانی متفاوت باشد.

براساس نتایج، پیشنهاد می‌شود که سرمایه‌گذاران بازار سرمایه در انتخاب پرتفوی مناسب برای سرمایه‌گذاری، براساس انتخاب ویژگی لارس و الگوریتم ماشین بردار پشتیبان از میان شرکت‌های درمانده، شرکت‌هایی را برای سرمایه‌گذاری انتخاب کنند که زمان خروج از درماندگی سریع‌تری نسبت به سایر شرکت‌های درمانده دارند؛ زیرا شرکت‌های درمانده در دوره مالی احیاشده، بازده قیمتی بالایی دارند.

همچنین، شرکت‌های تولیدی دارای وضعیت درماندگی با استفاده از الگوهای این پژوهش، می‌توانند زمان احیای مالی خود را پیش‌بینی کرده و در صورت طولانی بودن زمان احیای مالی، اقدامات لازم را برای احیای مالی اجرا نمایند.

#### منابع

- بحرایی، علیرضا، اعتمادی، کیوان و گرامی اصل، امیر (۱۳۹۵). مقایسه سیستم‌های هوش مصنوعی و رگرسیون لجیت در پیش‌بینی ورشکستگی مالی. *فصلنامه تحقیقات بازاریابی نوین*، ۲۰(۲۱)، ۱۵۳-۱۶۶.
- بهشتی سرشت، مصطفی، دهقان دهنوی، محمدعلی، مشایخی، علیتی و امیری، میثم (۱۴۰۰). واکاوی راهبرد کاهش هزینه و دارایی در احیای مالی بنگاه‌ها با استفاده از نظریه رانت اقتصادی و مدل‌سازی دینامیک سیستم‌ها. *مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، ۱۲(۴۷)، ۱۳۷-۱۶۰.
- پورزمانی، زهرا و کلانتری، حسن (۱۳۹۲). مقایسه قدرت پیش‌بینی بحران مالی توسط تکنیک‌های مختلف هوش مصنوعی. *پژوهش‌های حسابداری مالی و حسابرسی*، ۵(۱۷)، ۳۳-۶۴.
- راموز، نجمه و محمودی، مریم (۱۳۹۶). پیش‌بینی ریسک ورشکستگی مالی با استفاده از مدل ترکیبی در بورس اوراق بهادار تهران. *راهبرد مدیریت مالی*، ۵(۱۶)، ۵۱-۷۵.
- رحمان سرشت، حسین، حساس یگانه، یحیی، فلاح‌شمس، میرفیض و ایران‌دوست، منصور (۱۳۹۳). طراحی مدل راهبردی فرایند احیای شرکت‌های بحران‌زده، *نشریه مدیریت بازرگانی*، ۶(۳)، ۴۹۷-۵۱۶.
- رحیمی، حمید، مینویی، مهرزاد و فتحی، محمدرضا (۱۴۰۰). تبیین متغیرهای مالی موثر در پیش‌بینی درماندگی مالی: کاربرد شبکه عصبی مصنوعی. *صنعت لاستیک ایران*، ۲۵(۱۰۱)، ۶۵-۸۴.
- کردستانی، غلامرضا و تاتلی، رشید (۱۳۹۳). ارزیابی توان پیش‌بینی مدل‌های ورشکستگی، *فصلنامه دانش حسابرسی*، ۱۴(۵۵)، ۷۰-۵۱.
- فلاح‌پور، سعید، نوروزیان لکوان، عیسی و هندیجانی‌زاده، محمد (۱۳۹۶). مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران. *مجله تحقیقات مالی*، ۱۹(۱)، ۱۵۶-۱۳۹.
- مهرانی، ساسان، کامیابی، یحیی و غیور، فرزاد (۱۳۹۸). بررسی توانایی شاخص‌های حسابداری و غیرحسابداری مؤثر بر پیش‌بینی درماندگی مالی و مقایسه روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک، *پژوهش‌های تجربی حسابداری*، ۹(۳۴)، ۷۱-۴۹.

- ناظمی اردکانی، مهدی، زارع مهرجردی، وحید، محمدی ندوشن، علیرضا (۱۳۹۷). طراحی و تبیین الگوی پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها برحسب صنایع منتخب با استفاده از الگوی درخت تصمیم. *مجله مدیریت دارایی و تامین مالی*، ۶(۲)، ۱۲۱-۱۳۸.

- Belcher, T. & Nail, L. (2000). Integration problems and turnaround strategies in a cross border-merger: A clinical examination of the Pharmacia-Upjohn merger. *International Review of Financial Analysis*, 9(2), 219-234.
- Bibeault, D.B. (1999). *Corporate turnaround: How managers turn losers into winners!* Beard Books, Washington, DC.
- Bibeault, D.B. (1982) *Corporate Turnaround: How Managers Turn Losers into Winners*, NewYork: McGraw-Hill.
- Bruton, G. D. & Rubanik. Y. T. (1997). Turnaround of high technology firms in Russia: The case of Micron. *Academy of Management Executive*, 11(2), 68-79.
- Chin, Ch. (2016). *Predicting corporate turnaround of listed companies in South Africa*. University of Cape Town., <http://hdl.handle.net/11427/22915>.
- Filatotchev, I. & Toms, S. (2006). Corporate governance and financial constraints on strategic turnarounds. *Journal of Management Studies*, 43 (3), 407-433.
- Eunice, K., & Maina, S. (2019). Turnaround strategies and performance of dairy companies. *International Journal of BUSINESS & Management*, 7(6), 284-294.
- Manimala, M. (1991). Turnaround management, lessons from successful cases, *ASCI Journal of Management*, 20(4), 234-254.
- Ghazzawi, I. (2018). Organizational turnaround: A conceptual framework and research agenda. *American Journal of Management*, 17(7), 10-24.
- Hambrick, D. C. & Schecter, S. M. (1983). Turnaround strategies for mature industrial-product business units. *Academy of Management Journal*, 26(2), 231-248.
- Harker, M. (2001). Market manipulation: A necessary strategy in the company turnaround process? *Qualitative Market Research Journal of Managerial Issues*; summer 2007; 19, 2; ABI/INFORM Global pg. 253 4(4), 197-206.
- Heui-Yeong Kima, M., & Ma., Sh. (2016). Survival prediction of distressed firms. *Journal of the Asia Pacific Economy*, 21, 418-443.
- 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.
- Nyatumba, K., & Poee, D. (2022). Turbulences associated with the implementation of turnaround strategies at Kenya Airways. *Africa's Public Service Delivery & Performance Review*, 10(1), 11 pages.
- Panicker, S. & Manimala, M.J. (2015). Successful turnarounds: The role of appropriate entrepreneurial strategies. *Journal of Strategy and Management*, 8(1), 21-40.
- Pearce, J. A. & Robbins, K. (1993). Toward improved theory and research on business turnaround. *Journal of Management*, 19(3), 613-636.
- Schendel, D., Patton, G. R., & Riggs, J. (1976). Corporate turnaround strategies: A study of profit decline and recovery. *Journal of general Management*, 3(3), 3-11.
- Slatter, S. (1984). *Corporate recovery: Successful turnaround strategies and their implementation*. Singapore: Penguin Books.
- Sudarsanam, S. & Lai, J. (2001). Corporate financial distress and turnaround strategies: An empirical analysis. *British Journal of Management*, 12(3), 183-199.





