

## طراحی سیستم پیش‌بینی‌کننده عملکرد مالی در شرکت‌های صنعتی بر مبنای روش‌های داده‌کاوی

بابک سهرابی\*  
ایمان رئیسی وانانی\*\*  
بابک بوتراپی\*\*\*

### چکیده

با ظهور انواع جدید کسب‌وکارها که منتج به افزایش پیچیدگی در فضای کسب‌وکار شده است، مدیران و سرمایه‌گذاران بیش‌ازپیش نیازمند ابزارهایی هستند که با استفاده از آن‌ها، شفافیت بیشتری در وضعیت آتی کسب‌وکار خود ایجاد نمایند. وضعیت مالی سازمان‌ها در همه ادوار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده است و بررسی سودآوری کسب‌وکار نیز از طریق تحلیل وضعیت مالی سازمان تبیین می‌شود. صورت‌های مالی، وضعیت مالی سازمان را در یک دوره مشخص در بردارند. در این تحقیق سعی بر آن است که با استفاده از نسبت‌های مالی و با به‌کارگیری الگوریتم‌های داده‌کاوی، سیستمی طراحی شود که با توجه به عملکرد گذشته شرکت‌های صنعتی، سود خالص آن‌ها را در آینده پیش‌بینی نماید و بر مبنای آن، تحلیل مناسبی از وضعیت عملکردی شرکت حاصل گردد. سیستم مبتنی بر شبکه عصبی که در این تحقیق طراحی شده است، با کشف روابط موجود میان نسبت‌های مالی و سودآوری شرکت‌ها، اقدام به پیش‌بینی سود خالص سازمان‌ها می‌نماید.

**کلیدواژگان:** عملکرد مالی، شرکت‌های صنعتی، داده‌کاوی، شبکه‌های عصبی، اعتبارسنجی

---

\* استاد مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه تهران، ایران

\*\* استادیار مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول):  
imanraeesi@atu.ac.ir

\*\*\* کارشناس ارشد، مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران

## مقدمه

بسیاری از مدیران کسب و کارها نیازمند ابزارهایی هستند تا وضعیت سودآوری شرکت خود را بر اساس تصمیمات خود پیش‌بینی نمایند. از طرف دیگر در شرکت‌های دارای ساختار هولدینگی یا شرکت‌هایی که دامنه فعالیت آن‌ها صرفاً به یک حوزه محدود نیست، علاوه بر آنکه مدیران ارشد به دنبال اخذ حداکثر سود در فعالیت‌های تجاری خود هستند، دائماً در جستجوی شناسایی فرصت‌های سرمایه‌گذاری در فضای کسب و کاری می‌باشند لذا وجود سیستمی که با استفاده از آن بتوانند نتایج حاصل از سرمایه‌گذاری در حوزه‌های جدید را با بررسی روندهای قبلی وضعیت مالی این حوزه‌ها پیش‌بینی نمایند حائز اهمیت فراوانی است. ضمناً بسیاری از فعالان در حوزه بازار سرمایه نیز همواره در جستجوی ابزارهایی بوده‌اند که بتوانند وضعیت آتی شرکت‌ها را پیش‌بینی نمایند و لذا حداکثر سود حاصل از سرمایه‌گذاری خود را اخذ نمایند.

خلاصه اطلاعات مندرج در صورت‌های مالی شرکت‌ها در قالب مجموعه‌ای از نسبت‌های مالی تحلیل می‌شود که هرکدام بعدی از ابعاد سازمانی را تبیین می‌نمایند (بیور<sup>۱</sup>، ۱۹۶۶). به جهت پیچیدگی‌های موجود در پیش‌بینی‌های مبتنی بر متغیرهای متعدد، جهت تهیه سیستم پیش‌بینی کننده سود خالص هر شرکت، از روش‌های فرا ابتکاری استفاده می‌شود. روش‌های فرا ابتکاری<sup>۲</sup> به‌طورکلی برای حل مسائلی به کار می‌رود که هیچ الگوریتم رضایت‌بخشی برای حل و دستیابی به جواب مشخص در مورد آن‌ها وجود ندارد. رایج‌ترین استفاده روش‌های فرا ابتکاری بر روی مسائل بهینه‌سازی ترکیبی هدف‌گذاری شده است، این الگوریتم‌ها گستره‌ی بسیار وسیعی از روش‌های حل را در برمی‌گیرد. علاوه بر این، بسیاری از روش‌های یادگیری ماشین، شبکه‌های عصبی، روش‌های فازی و ... را می‌توان به‌نوعی در زمره‌ی الگوریتم‌های فرا ابتکاری به حساب آورد، زیرا همگی این روش‌ها برای دستیابی به پاسخ‌های احتمالی قابل قبول و نه پاسخ قطعی مسائل به کار گرفته می‌شوند.

در این پژوهش سعی بر آن است که با استفاده از مجموعه‌ای از روش‌های داده‌کاوی

---

1. Beaver

2. Meta-heuristic

### طراحی سیستم پیش‌بینی کننده عملکرد... ۳

سیستمی طراحی شود که مجموعه‌ای از نسبت‌های مالی را به‌عنوان ورودی دریافت کرده و رابطه بین مجموعه این نسبت‌ها را با سود خالص حاصله از کسب‌وکار کشف نماید. سیستمی که بتواند بر اساس عملکرد گذشته کسب‌وکارها میزان سود خالص آن‌ها را پیش‌بینی نماید، می‌تواند به‌عنوان ابزاری کارآمد در اختیار مدیران قرار بگیرد تا کیفیت و اثربخشی تصمیمات مدیران ارتقا دهد. نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند ابزاری در اختیار فعالان بازار سرمایه قرار دهد که با وضوح بیشتری سبد سرمایه‌گذاری خود را انتخاب نمایند.

با توجه به آنچه ذکر شد اهداف این پژوهش عبارت‌اند از فراهم کردن ابزاری در اختیار مدیران ارشد و سرمایه‌گذاران برای پیش‌بینی وضعیت سودآوری سازمان‌ها، شناسایی فرصت‌های کسب‌وکاری برای سازمان‌های چند فعالیتی، کاهش ریسک حاصل از سرمایه‌گذاری‌ها و کمک فرآیند برنامه‌ریزی و بودجه‌ریزی سازمان‌ها. حال با اهداف یادشده، این پژوهش در پی پاسخ به سؤالات زیر تدوین شده است:

- آیا امکان پیش‌بینی سودآوری سازمان بر اساس عملکرد گذشته سازمان وجود دارد؟
- آیا می‌توان با استفاده از داده‌کاوی میزان تأثیرگذاری نسبت‌های مالی را بر سود خالص سازمان مشخص نمود؟

به‌منظور طراحی سیستمی که امکان دریافت نسبت‌های مالی سازمان‌ها را داشته باشد و پیش‌بینی وضعیت سودآوری آن‌ها را ممکن سازد از سیستم شبکه عصبی مصنوعی<sup>۱</sup> استفاده شده است. شبکه عصبی یک سیستم پردازش داده‌هاست که با شبیه‌سازی شبکه عصبی مغز انسان و با کمک پردازش موازی داده‌ها در لایه‌های مختلف، مسئله‌ای را حل می‌نماید و یا روابط موجود در یک مجموعه داده‌ها را از طریق آموزش کشف می‌کند و می‌تواند خود را آزمون و اعتبار سنجی نماید. (اشپنگلر و همکاران<sup>۲</sup>، ۱۹۹۹)

دستاوردهای کاربردی این پژوهش در یک تقسیم‌بندی کلی، ۳ گروه کاربران را مخاطب قرار می‌دهد:

- مدیران کسب‌وکارها یا مدیران ارشد سازمان‌های دارای ساختار هولدینگی یا دارای چند فعالیت از این سیستم به‌عنوان ابزاری برای پیش‌بینی وضعیت سودآوری خود

---

1. Artificial Neural Network  
2. Spangler et al.

استفاده می‌نمایند. مدیران ارشد علاوه بر آنکه با در اختیار داشتن چنین ابزاری می‌توانند با شفافیت بیشتری وضعیت آتی کسب‌وکارهای خود را مشاهده کنند، این امکان را می‌یابند که نتایج حاصل از سرمایه‌گذاری‌های خود را پیش‌بینی نموده و لذا کیفیت تصمیمات استراتژیک خود را ارتقا دهند. شفاف نبودن وضعیت سودآوری حاصل از سرمایه‌گذاری‌ها در سازمان‌های هولدینگ و لذا صرف هزینه‌های هنگفت در کسب‌وکارهایی که فاقد ظرفیت‌های لازم برای سودآوری مطلوب هستند از ضرورت‌های وجود سیستم‌های پیش‌بینی کننده است.

- صاحبان و فعالان بازارهای سرمایه نیز با استفاده از پیش‌بینی وضعیت سودآوری سازمان‌ها، می‌توانند ریسک سبد سرمایه‌گذاری خود را کاهش دهند و درعین‌حال با شناسایی فرصت‌های آتی در جهت حصول سود حداکثری اقدام نمایند.
- دولتمردان و مدیران اقتصادی کشور نیز با در اختیار داشتن ابزار پیش‌بینی کننده سود سازمان‌ها می‌توانند وضعیت یا روند کسب‌وکارهای تحت نظارت خود را مشاهده نموده و تصمیمات مقتضی را پیش از وقوع بحران اخذ نمایند.

### پیشینه نظری پژوهش

در فرآیند بررسی پیشینه نظری پژوهش جاری، به حوزه‌های زیر اشاره می‌شود:

۱. مبانی پژوهش‌های مالی و شناسایی نسبت‌های مالی
۲. داده‌کاوی و شبکه‌های عصبی
۳. سیستم‌های پیشنهاددهنده

### ۱. مبانی پژوهش‌های مالی و شناسایی نسبت‌های مالی

همان‌طور که پیش‌تر نیز مطرح شد وضعیت مالی سازمان‌ها در همه ادوار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده است و بررسی سودآوری یا عدم سودآوری کسب‌وکارها نیز از طریق وضعیت مالی گزارش‌شده توسط سازمان‌ها تبیین می‌شود. راس، وسترفیلد و جردن معتقدند مقایسه روندهای مالی سازمان‌ها بر مبنای صورت‌های مالی آن‌ها مشکلاتی را ایجاد می‌نماید. مهم‌ترین مشکلی که از امکان مقایسه دو سازمان جلوگیری می‌کند، اندازه این سازمان‌ها در کسب‌وکار است لذا راهکاری که پیشنهاد می‌شود

## طراحی سیستم پیش‌بینی کننده عملکرد... ۵

استفاده از روش تجزیه و تحلیل نسبت‌های مالی است. استفاده از نسبت‌های مالی روشی سنتی و همچنان کارآمد برای تصمیم‌گیرندگان سازمان‌ها اعم از تحلیلگران کسب و کار، سرمایه‌گذاران و مدیران مالی است (دلن و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۳). شروع استفاده از نسبت‌های مالی به اواخر دهه ۱۹ میلادی برمی‌گردد. مقدار نسبت‌های مالی با استفاده از متغیرهای استخراج‌شده از صورت‌های مالی سازمان‌ها محاسبه می‌شود و می‌تواند مزایای زیر را فراهم نماید (راس و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۳):

- محاسبه عملکرد با هدف تنظیم پاداش برای مدیران
- محاسبه عملکرد بخش‌ها در شرکت‌های دارای ساختار سلسله‌مراتبی
- برنامه‌ریزی آتی با استفاده از داده‌های عملکردی گذشته برای سرمایه‌گذاران کنونی و سرمایه‌گذاران بالقوه
- ارائه اطلاعات به تأمین‌کنندگان و طلبکاران
- ارزیابی موقعیت رقابتی رقبا
- ارزیابی عملکرد حوزه مالی در ادغام‌ها

اگرچه بسیاری از منابع حوزه مدیریت مالی و حسابداری از طبقه‌بندی فوق استفاده می‌کنند اما در نسبت‌ها یا شاخص‌های تعریف‌شده در هر طبقه، اختلافاتی وجود دارد. برخی مطالعات در حوزه تجزیه و تحلیل نسبت‌های مالی از ۱۶ نسبت استفاده کرده‌اند (راس و همکاران، ۲۰۰۳)، برخی از ۵۹ نسبت (سینکا و لاراز، ۲۰۰۵) و برخی از ۳۱ نسبت مالی (دلن و همکاران، ۲۰۱۳). فرآیند محاسبه هر نسبت مالی دارای مکانیسمی جهانی است اما طبقه‌بندی شاخص‌ها و تفکیک شاخص‌ها بر اساس معیارهای مختلف باعث ایجاد تفاوت‌ها در تعداد شاخص‌ها شده است (خوزه، ۱۹۹۶). بسیاری از تحقیقات در حوزه تعریف و طبقه‌بندی نسبت‌های مالی صورت گرفته است (بایر، ۲۰۰۴؛ برنستین<sup>۳</sup>، ۱۹۹۹).

همان‌طور که اشاره شد در مراجع حوزه مدیریت مالی و حسابداری نسبت‌های مالی در ۴ طبقه کلی تقسیم‌بندی می‌شوند:

---

1. Delen et al.  
2. Ross et al.  
3. Bernstein

- نسبت‌های نقدینگی: توانایی و قدرت پرداخت شرکت در مورد واریز بدهی‌های کوتاه‌مدت را اندازه‌گیری می‌کند.
  - نسبت‌های سودآوری: میزان موفقیت شرکت را در کسب سود و نحوه تأمین آن از محل درآمد، فروش و سرمایه‌گذاری را مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد.
  - نسبت‌های فعالیت: درجه کارایی شرکت را در کاربرد منابع اندازه‌گیری می‌کند.
  - نسبت‌های اهرمی: تأمین نیازهای مالی شرکت از طریق ایجاد بدهی را نشان می‌دهد. در واقع این نسبت‌ها تعیین می‌کنند که شرکت تا چه حد نیازهای مالی خود را از منابع دیگران تأمین نموده است.
- در پژوهش حاضر، نسبت‌های مالی که بیانگر وضعیت مالی یک سازمان است، مبنای تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد تا با شناسایی روندها و ارتباطات بین داده‌هایی که در قالب نسبت‌های مالی منتشر می‌شوند، از وضعیت گذشته مطلع شده و اقدام به پیش‌بینی وضعیت سودآوری سازمان‌ها صورت گیرد. برای کشف روابط بین داده‌های حجیم از تکنیک‌های آماری و داده‌کاوی استفاده می‌شود. در ادامه به معرفی پیشینه پژوهشی حوزه داده‌کاوی پرداخته می‌شود.

## ۲. داده‌کاوی و شبکه‌های عصبی

داده‌کاوی<sup>۱</sup> عبارت است از استخراج اطلاعات و دانش و کشف الگوهای پنهان از یک پایگاه داده‌های بسیار بزرگ. این الگوها و دانش معمولاً در داده‌ها پنهان می‌باشند. به بیان دیگر، داده‌کاوی به بررسی و تجزیه و تحلیل مقادیر عظیمی از داده‌ها به منظور کشف الگوها و قوانین معنی‌دار، اطلاق می‌شود (وو، ۲۰۰۶). از داده‌کاوی معمولاً برای دسته‌بندی، پیش‌بینی، تخمین و خوشه‌بندی داده‌ها استفاده می‌شود. تعدادی از معروف‌ترین این تکنیک‌ها عبارت‌اند از الگوهای خوشه‌بندی، شبکه‌های عصبی، الگوریتم‌های ژنتیک، نزدیک‌ترین همسایگی، رگرسیون و درخت تصمیم‌گیری. ویژگی‌های داده‌کاوی سبب شده امروزه در تجارت الکترونیک و کسب‌وکار، از آن استفاده‌های بسیاری گردد (بایر، ۲۰۰۴؛ هان و کامبر<sup>۲</sup>، ۲۰۱۱). داده‌کاوی فرآیندی

---

1. Data Mining  
2. Han & Kamber

## طراحی سیستم پیش‌بینی کننده عملکرد... ۷

مشخص دارد که پژوهشگران مختلف در سطح جهان برای به‌کارگیری این تکنیک‌ها از این اصول تبعیت می‌نمایند.

شبکه‌های عصبی مصنوعی، سیستم‌های اطلاعاتی موازی و توزیع شده‌ای هستند که پردازش اطلاعات توسط مغز انسان را شبیه‌سازی می‌کنند. این شبکه‌های مصنوعی، قوه شناختی انسان و نحوه عملکرد مدارهای موازی عصبی را با استفاده از مدل‌سازی ریاضیاتی شبیه‌سازی می‌نماید (تینگ پنگ<sup>۱</sup>، ۲۰۰۸). شبکه‌های عصبی می‌توانند برای یادگیری الگوهای پیچیده اطلاعات و تعمیم آموخته‌ها به کار روند (لی و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۵). همچنین برای شناخت ارتباط پیچیده بین داده‌های ورودی و خروجی یک سیستم یا آزمایش، می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند (بورک و همکاران<sup>۳</sup>، ۱۹۹۷).

لذا سیستم شبکه عصبی مصنوعی، داده‌های گردآوری شده را به صورت مجموعه‌ای از متغیرهای ورودی و متغیر خروجی دریافت می‌نماید و هسته این سیستم تلاش می‌کند بتواند رابطه پنهان بین ورودی‌ها و خروجی ارائه شده به سیستم را کشف کند. پس از کشف رابطه سیستمی تهیه می‌شود که می‌تواند همانند ذهن انسان ورودی‌های جدیدی را بگیرد و خروجی متناظر با آن‌ها را حدس بزند.

## ۳. سیستم‌های پیشنهاددهنده

سیستم‌های پیشنهاددهنده، همواره سعی داشته‌اند علی‌الخصوص در حوزه‌های مرتبط با مدیریت، تحلیلی از داده‌ها انجام داده و راهکارهای ممکن را به کاربران سیستم پیشنهاد دهند. اساساً سیستم‌های پیشنهاددهنده سیستم‌هایی هستند که عقاید و علائق کاربران را به‌عنوان ورودی دریافت کرده و پس از یکپارچگی و تجمیع آن‌ها، از این اطلاعات برای ارائه پیشنهاد به دیگر کاربران استفاده نمایند (رسنیک و واریان<sup>۴</sup>، ۱۹۹۷). زیرمجموعه‌ای از سیستم‌های پشتیبان تصمیم هستند که توانایی تحلیل رفتار گذشته و ارائه توصیه‌هایی برای مسائل جاری را دارند (تینگ پنگ، ۲۰۰۸). بورک، کریستین و بنجامین معتقدند اجزای اصلی سیستم‌های پیشنهاددهنده عبارت‌اند

---

1. Ting-Peng  
2. Li et al.  
3. Burke et al.  
4. Resnick & Varian

از:

۱. داده‌های پس‌زمینه که شامل داده‌هایی است که سیستم در خود دارد.
۲. داده‌های ورودی که کاربر آن‌ها را در تعامل با سیستم، وارد سیستم می‌نماید و بر اساس همین داده‌ها، پیشنهادها تولید می‌گردند.
۳. الگوریتم و مدلی که با ترکیب دو نوع داده یادشده، پیشنهادهای مناسب را تولید می‌نماید.

### پیشینه کاربردی پژوهش

مطابق آنچه گفته شد به بررسی مطالعات صورت گرفته از کاربرد الگوریتم‌های داده-کاوی در پیش‌بینی وضعیت مالی سازمان‌ها می‌پردازیم. اساساً پژوهش‌هایی که در حوزه تهیه و طراحی سیستم‌های پیش‌بینی کننده در حوزه مالی انجام شده‌اند از منظر کاربردی به دو بخش عمده تقسیم می‌شوند:

بخش اول از مطالعات به بررسی تأثیرگذاری شاخص‌های مالی در ورشکستگی یا بحران مالی شرکت‌ها پرداخته‌اند. بحث پیش‌بینی بحران‌های مالی به جهت اهمیت آن برای سازمان‌ها، سرمایه‌گذاران و حتی اقتصاد کشورها دهه‌هاست که مورد بررسی‌ها و پژوهش‌های زیادی قرار گرفته است (وانک و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۵). این بخش از پژوهش‌ها که قسمت عمده مقالات بین‌المللی را در بر گرفته‌اند شامل مقالاتی می‌شوند که مجموعه‌ای از نسبت‌های مالی که در ادبیات موضوع حوزه حسابداری و مالی موجود می‌باشند را به‌عنوان ورودی سیستم در نظر گرفته‌اند و بر اساس روش‌های مختلف داده‌کاوی و الگوریتم‌های فرا ابتکاری مشخص می‌کنند که کدام شاخص‌ها بیشترین تأثیر را در ورشکستگی یا بحران مالی شرکت‌ها دارند. (بیور<sup>۲</sup>، ۱۹۹۶؛ دلن و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۱۳؛ کومار و راوی، ۲۰۰۷؛ سان و لی<sup>۴</sup>، ۲۰۰۸؛ شین و لی، ۲۰۰۲؛ زوپونیدیس<sup>۵</sup>، ۱۹۹۸).

بخش دوم پژوهش‌هایی هستند که ورودی سیستم آن‌ها مجموعه‌ای از نسبت‌های مالی

---

1. Wanke et al.  
2. Beaver  
3. Delen et al.  
4. Sun & Li  
5. Zopounidis



## طراحی سیستم پیش‌بینی کننده عملکرد... ۹

است و بر اساس آن‌ها اقدام به پیش‌بینی نرخ ارزش سهام در بازار سرمایه نموده‌اند. در واقع تفاوت این بخش مطالعات با بخش قبلی در خروجی آن‌هاست. خروجی این مطالعات ارزش و قیمت سهام در بورس بوده است (گنگ و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۵؛ لم<sup>۲</sup>، ۲۰۰۴؛ زیبانه‌زاد و فروغی<sup>۳</sup>، ۲۰۱۱).

سیستم پیشنهاددهنده در این پژوهش نسبت‌های مالی ۲ سال فعالیت سازمان‌های موردبررسی را دریافت نموده و بر اساس موتور داده‌کاوی خود و با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی، اقدام به کشف روابط بین نسبت‌های مالی و سود خالص از کسب‌وکار به‌عنوان خروجی سیستم خواهد پرداخت. در فرآیند تهیه و گردآوری داده‌های مالی در این پژوهش، سازمان‌هایی پالایه شده‌اند که فعالیت‌های مشابهی از نظر میزان سرمایه‌بری داشته باشند.

### روش‌شناسی پژوهش

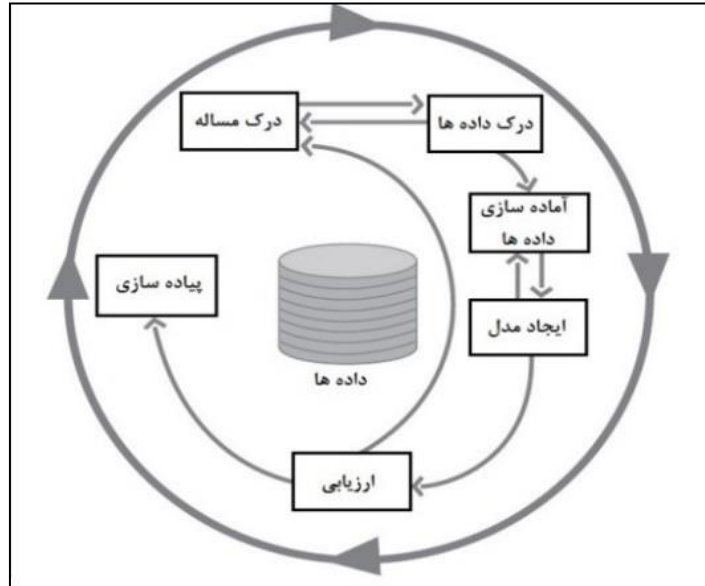
اطلاعات موردنظر برای پردازش در این تحقیق را می‌توان به دو دسته داده‌های کتابخانه‌ای و داده‌های میدانی تقسیم کرد. داده‌های کتابخانه‌ای از طریق بررسی پایان‌نامه‌ها، مقالات، کتب فارسی و انگلیسی و اطلاعات موجود در وبسایت‌های مرجع معتبر، به دست آمده‌اند. داده‌های غیر کتابخانه‌ای از مجموعه اطلاعات حسابداری جمع شده ۳۳ شرکت در صنعت دارویی و سرمایه‌گذاری استخراج شده و مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در پژوهش حاضر به دلیل جنس اطلاعات موردنیاز و فرآیند جمع‌آوری اطلاعات در انبار داده‌ها در حوزه مالی حسابداری، اطلاعات مالی سازمان‌ها و نسبت‌های مالی آن‌ها در هر دوره از این انبار داده استخراج شده و مورد استفاده قرار گرفته است.

تکنیک مورد استفاده و انتخاب آن بستگی به ماهیت داده‌های موجود و ترجیحات اجرایی و ماهیت عمل داده‌کاوی دارد (بیور، ۱۹۶۶) که البته در هر پژوهشی، بایستی فرایندی مشابه (برنستین، ۱۹۹۹) که فرایند استاندارد داده‌کاوی مشترک بین صنایع مختلف است، دنبال شود. حالت کلی این فرایند از این قرار است:

---

1. Geng et al.  
2. Lam  
3. Zibanezhad & Foroghi

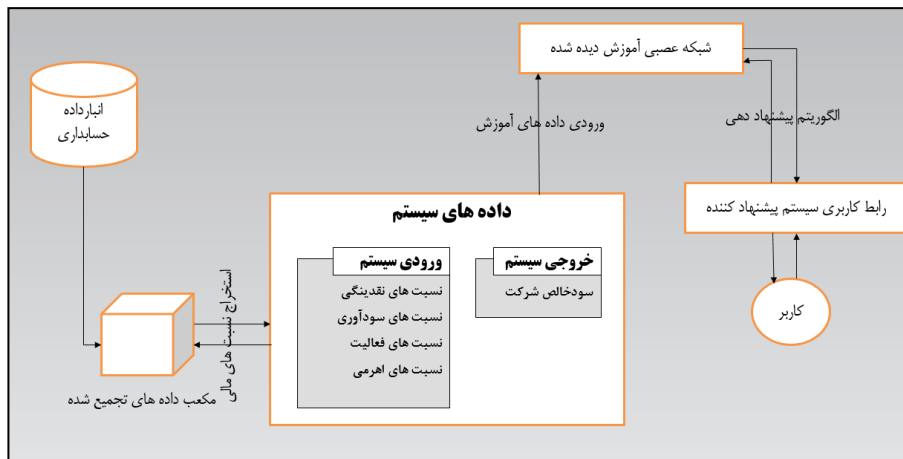
۱۰ مطالعات مدیریت فناوری اطلاعات، سال چهارم، شماره ۱۴، زمستان ۹۴



شکل ۱. فرآیند استاندارد داده کاوی CRISP-DM

(منبع: چپمن و همکاران، ۱۹۹۹)

معماری سیستم طراحی شده در شکل ۲ نمایش داده شده است:



شکل ۲. معماری سیستم طراحی شده

## طراحی سیستم پیش‌بینی کننده عملکرد... ۱۱

شبکه عصبی مصنوعی طراحی شده در پژوهش حاضر، به‌عنوان ورودی داده‌های آماده‌شده در قالب نسبت‌های مالی شرکت‌ها را دریافت می‌کند و سود خالص نرمال شده سازمان‌های متناظر را به‌عنوان خروجی سیستم اخذ می‌نماید. پس از آموزش سیستم با استفاده از ورودی‌ها و خروجی‌های داده‌شده به سیستم، اقدام به پیش‌بینی سود خالص سازمان‌ها با دریافت نسبت‌های مالی نرمال شده آن‌ها می‌کند.

خلاصه گام‌های الگوریتم ارائه‌شده به‌صورت زیر است:

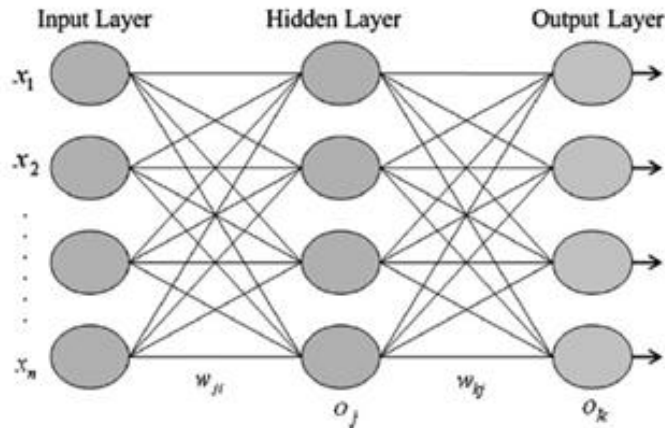
۱. استخراج داده‌های حسابداری مورد نیاز پژوهش: این اطلاعات از مکعب حسابداری، با استفاده از کدنویسی استخراج می‌شود. اطلاعات آماده‌شده در قالب مقادیر مالی فراهم می‌گردد.

۲. محاسبه نسبت‌های مالی با استفاده از اطلاعات در دسترس: با استفاده از اطلاعات استخراج‌شده در قالب سرفصل‌های حسابداری، نسبت‌های مالی مورد محاسبه قرار می‌گیرد.

۳. نرمال‌سازی داده‌ها و بررسی رویه و روال‌های صدور اسناد حسابداری: به دلیل حساسیت‌های ابزار تهیه و طراحی که در این پژوهش MATLAB R2014b است، داده‌ها بایستی نرمال شده و سپس درون سیستم به‌عنوان ورودی یا خروجی قرار بگیرند. اساساً نرمال‌سازی داده‌ها بایستی بر اساس هر شرکت و در هر سال مالی خاص اتفاق بیفتد. نرمال‌سازی یک شاخص برای کل سازمان‌ها الگوی معناداری تولید نمی‌کند، حتی نرمال‌سازی داده‌ها برای یک سازمان در مهروموم‌های مختلف بی‌معنا خواهد بود. داده‌های حسابداری با در نظر گرفتن رویه و روال‌های استاندارد نیز دچار تورم‌هایی می‌شوند که ممکن است یک یا چند نسبت مالی را به‌صورت قابل‌توجهی تغییر دهند. صدور برخی اسناد حسابداری در مواقع خاصی از سال یا تغییرات سهامی شرکت‌ها می‌تواند نمونه‌هایی از این قبیل اتفاقات باشد لذا استفاده از آرای خبرگان در این بخش مورد استفاده قرار گرفته است.

۴. ارائه ورودی‌ها و خروجی‌های موتور شبکه‌های عصبی مصنوعی: در این مرحله، نسبت‌های مالی و شاخص سود خالص سازمان‌ها که بررسی و نرمال شده‌اند، به‌عنوان ورودی و خروجی سیستم شبکه‌های عصبی مصنوعی قرار می‌گیرند. فرآیند آموزش با ۷۰٪ داده‌ها صورت می‌گیرد درحالی‌که داده‌های اعتبارسنجی و آزمون هر

کدام ۱۵٪ حجم اطلاعات را به خود اختصاص می‌دهند.



شکل ۳. معماری سیستم شبکه عصبی

۵. بررسی خروجی‌ها و ارزیابی عملکرد سیستم و بازگشت به مرحله ۳ در صورت لزوم: برای آموزش سیستم شبکه عصبی مصنوعی طراحی شده در پژوهش حاضر، از روش Levenberg-Marquardt استفاده شده است و جهت بررسی خطای سیستم از شاخص  $MSE^1$  استفاده می‌گردد.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - Y_i)^2$$

شکل ۴. فرمول محاسبه MSE

۶. اعلام نتیجه سیستم پیش‌بینی کننده: پس از تهیه سیستم شبکه عصبی مصنوعی واسط کاربری لازم برای کاربران تهیه گردیده است تا با ورود نسبت‌های مالی خود به سیستم، سود خالص حاصل از فعالیت خود را پیش‌بینی نموده و نتیجه را از طریق همان واسط ارائه کند.

1. Mean Squared Error

## یافته‌های پژوهش

اطلاعات مالی سازمان‌ها در منبع اصلی با ساختار زیر آماده شده‌اند و این داده‌ها پس از صحت‌سنجی دقیق با توجه به صورت‌های مالی سازمان‌ها، به‌عنوان ورودی برای سیستم مورد استفاده قرار گرفته‌اند. جدول (۱) نمایی کلی از این داده‌ها را نشان می‌دهد:

جدول ۱. اطلاعات حسابداری استخراج شده

تعداد نمونه‌ها	تعداد شرکت‌ها
۷۱۵	۳۳

پس از در اختیار داشتن اطلاعات و سرفصل‌های خام حسابداری، مطابق آنچه در مرور ادبیات حوزه مالی اشاره شد، نیازمندیم نسبت‌های مالی را با استفاده از این سرفصل‌های حسابداری استخراج نماییم. این اطلاعات با توجه به آنچه در اختیار محقق قرار گرفته است تهیه و تدوین می‌شود و لذا فرآیند محاسبه نسبت‌های مالی با توجه به تعاریف تک‌تک نسبت‌ها در ادبیات حوزه مالی و حسابداری صورت می‌گیرد.

جهت محاسبه نسبت‌های مالی از روی سرفصل‌های حسابداری، نیاز است با استفاده از کدنویسی این داده‌ها استخراج شوند و مورد پردازش قرار بگیرند. فرآیند نرمال‌سازی داده‌ها بدین‌صورت است که ابتدا مطابق نظر خبرگان داده‌های نامتجانس، برای هر سال و هر شرکت خاص حذف می‌شوند و سپس فرآیند محاسبه میانگین و انحراف معیار آغاز می‌گردد و در گام بعدی حاصل تفاضل هر نسبت مالی از میانگین همان نسبت در همان شرکت و سال کسر شده و بر انحراف معیار در همان بخش نیز تقسیم می‌شود. با استفاده از همین تکنیک مقادیر نرمال شده هر شاخص به‌صورت معنادار استخراج می‌شود.

اطلاعات آماده‌شده با نسبتی که در جدول (۲) ذکر شده است وارد سیستم شبکه عصبی در نرم‌افزار MATLAB R2014b شده است.

۱۴ مطالعات مدیریت فناوری اطلاعات، سال چهارم، شماره ۱۴، زمستان ۹۴

جدول ۲. پارامترهای شبکه عصبی مصنوعی ساخته شده

پارامتر	مقدار
سایز لایه‌های پنهان	۱۰
نحوه تقسیم داده‌ها	تصادفی
نسبت داده‌های آموزش	۷۰
نسبت داده‌های اعتبارسنجی	۱۵
نسبت داده‌های آزمون	۱۵
تابع آموزش	Levenberg-Marquardt
دوره‌ها	۱۰۰۰
حداکثر شکست قابل تحمل در آموزش	۰
معیار هدف در اعتبارسنجی	۰/۰۰۱

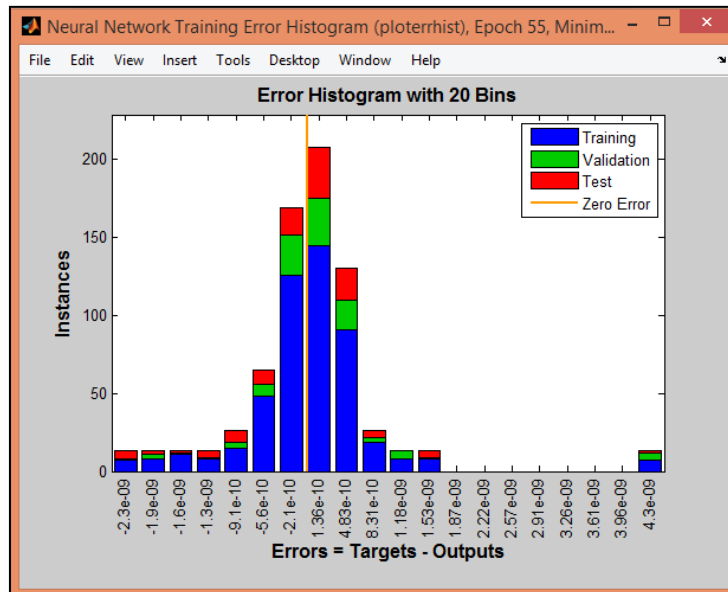
جدول زیر نمونه داده‌های وارد سیستم شده را تشریح می‌کند:

جدول ۳. نمونه داده‌های وارده به سیستم توسط کاربر

متغیر ورودی	تعریف
نسبت جاری	دارایی‌های جاری / بدهی‌های جاری
نسبت آنی	دارایی‌های جاری - (موجودی‌ها) / بدهی‌های جاری
نسبت بدهی	کل دارایی‌ها / کل بدهی‌ها
نسبت حقوق صاحبان سهام	حقوق صاحبان سهام / کل دارایی‌ها
حاشیه سود ناخالص	سود ناخالص / فروش و درآمدها
حاشیه سود عملیاتی	سود عملیاتی / فروش و درآمدها
حاشیه سود خالص	سود خالص / فروش و درآمدها
نرخ بازگشت حقوق صاحبان سهام	سود خالص / حقوق صاحبان سهام
گردش دارایی جاری	فروش و درآمدها / دارایی‌های جاری
گردش دارایی ثابت	فروش و درآمدها / دارایی ثابت
گردش مجموع دارایی‌ها	فروش و درآمدها / کل دارایی‌ها

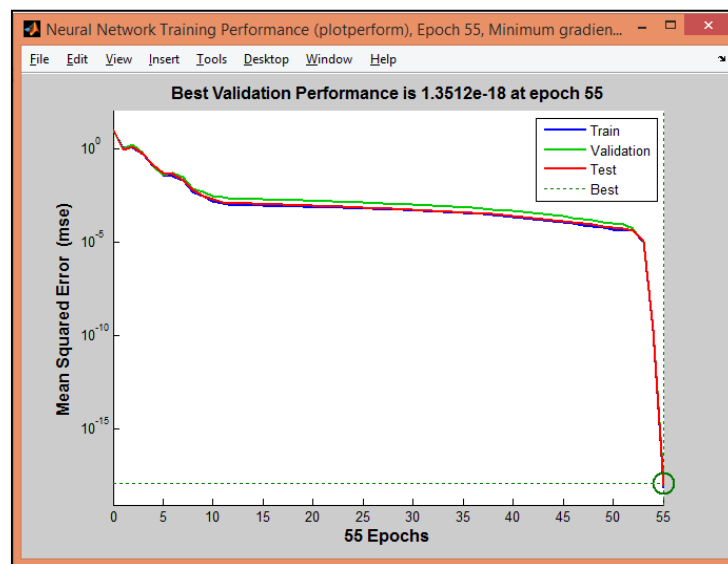
پس از آموزش سیستم بر اساس داده‌های ورودی و خروجی نمودار خطای سیستم طراحی شده به صورت زیر (شکل ۵) حاصل شده است:

طراحی سیستم پیش‌بینی کننده عملکرد... ۱۵



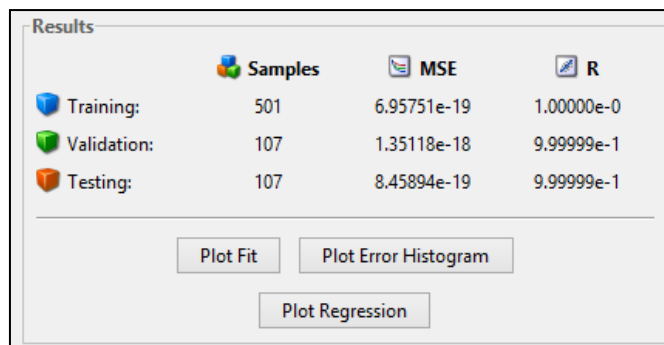
شکل ۵. نمودار خطای آموزش الگوریتم شبکه‌های عصبی

و همین‌طور نمودار عملکرد سیستم شبکه عصبی مصنوعی ساخته‌شده بر اساس شاخص MSE به صورت شکل ۶ است:



شکل ۶. نمودار عملکرد سیستم شبکه عصبی مصنوعی ساخته‌شده بر اساس شاخص MSE

و نهایتاً عملکرد کلی سیستم شبکه عصبی مصنوعی ساخته شده در شکل ۷ ارائه شده است:



	Samples	MSE	R
Training:	501	6.95751e-19	1.00000e-0
Validation:	107	1.35118e-18	9.99999e-1
Testing:	107	8.45894e-19	9.99999e-1

Plot Fit   Plot Error Histogram

Plot Regression

شکل ۷. نمودار عملکرد کلی سیستم شبکه عصبی مصنوعی ساخته شده

همان‌طور که دیده می‌شود شبکه بدون اشکال خاصی آموزش می‌بیند. دقت سیستم طراحی شده نیز مطابق آنچه در اشکال فوق ایجاد شده و سیستمی که با ورود داده‌های واقعی آزمون می‌شود بسیار بالا است به گونه‌ای که با فرآیند آزمون در فضای واقعی نیز با دقت بسیار بالایی اقدام به پیش‌بینی سود خالص سازمان‌ها می‌نماید. البته مهم‌ترین شرط استفاده از این سیستم این است که کاربران برای استفاده از آن بایستی صنعت و دوره بلوغ سازمان خود را مدنظر داشته باشند.

واسط کاربری سیستم پیشنهاددهنده

همانند سایر سیستم‌های پیشنهادکننده، این سیستم نیز به موتور شبکه عصبی آموزش دیده شده متصل است که با استفاده از کدهای نوشته شده به زبان C#.Net به تعامل با آن می‌پردازد. وظیفه اصلی این سیستم دریافت اطلاعات مالی سازمان‌ها و ارائه پیش‌بینی از میزان سود خالص آن‌هاست. این سیستم نسبت‌های مالی سازمان‌ها را به صورت اعداد واقعی بر مبنای شاخص‌های مالی در یک رابط کاربری دریافت می‌کند و با استفاده از داده‌هایی که در فرآیند آموزش و آزمون سیستم شبکه‌های عصبی نقش داشته‌اند اقدام به نرمال‌سازی داده‌های ورودی کاربر می‌نماید و سپس نتیجه را به تابع مربوطه در نرم‌افزار MATLAB ارسال و پاسخ آن را دریافت کرده و به کاربر ارائه می‌کند تا بر مبنای مقدار سود پیش‌بینی شده، امکان تحلیل شرایط سازمان در آینده فراهم گردد.



طراحی سیستم پیش‌بینی کننده عملکرد... ۱۷

حاشیه سود ناخالص	۰/۸۱	نسبت آتی	۳/۱۱
حاشیه سود عملیاتی	۰/۸	نسبت پنهان	۸/۱۲
حاشیه سود خالص	۰/۷۹	گردش دارایی جاری	۰/۰۲
نسبت جاری	۳/۱۱	گردش دارایی غیرجاری	۰/۰۲

شکل ۸. فرم ورود اطلاعات مالی

سیستم پیشنهاددهنده پس از دریافت اطلاعات مالی از کاربر، اقدام به نرمال‌سازی داده‌ها نموده و نتیجه را به سیستم شبکه عصبی مصنوعی آموزش‌دیده ارسال می‌کند و نتیجه را در اختیار کاربر قرار می‌دهد. شکل ۹ نمونه‌ای از خروجی سیستم پیشنهاددهنده را نمایش می‌دهد.

نمایش نتیجه

با توجه به نسبت های وارده شما پیش بینی مقدار سودخالص شما برابر است با 450 واحد : میلیون ریال

OK

شکل ۹. فرم نمایش نتیجه محاسبات

## نتیجه‌گیری و پیشنهادها

ویژگی خاص پژوهش حاضر این است که داده‌های موردنیاز، مستقیماً از اسناد حسابداری سیستم‌های عملیاتی ۳۳ شرکت که همگی در صنایع دارویی و سرمایه‌گذاری بوده‌اند استخراج شده است. استفاده از سیستم‌های پیش‌بینی کننده وضعیت قیمت سهام در بورس با توجه به صورت‌های مالی ارائه‌شده این سازمان‌ها موضوع پژوهش‌هایی در داخل و خارج ایران بوده است اما این بررسی‌های بر روی داده‌های منتشرشده در صورت‌های مالی سازمان‌ها صورت پذیرفته‌اند که به صورت دوره‌های سالانه، شش‌ماهه یا سه‌ماهه منتشر می‌شوند. موضوع این پژوهش نوع جدیدی از پیش‌بینی‌های حوزه مالی را میسر می‌کند به صورتی که از یک‌سو این اطلاعات مستقیماً از اسناد حسابداری سیستم‌های عملیاتی سازمان‌ها استخراج می‌شوند و از سوی دیگر خروجی سیستم سود خالص ماهانه شرکت‌های مورد بررسی است. این رویکرد عملیاتی در پژوهش حاضر مقدار سود خالص را به‌عنوان شاخص خروجی در نظر گرفته است و در تحقیقات بومی اولین نمونه‌ای است که دست به پیش‌بینی سود خالص هر سازمان در دوره‌های ماهانه زده است. سیستم ارائه شده در این پژوهش، می‌تواند به صورت مستقل در اختیار کاربران آن قرار گیرد تا با استفاده از آن با آگاهی و وضوح بیشتر نسبت به سرمایه‌گذاری یا تأمین منابع مالی سازمان‌های زیرمجموعه خود اقدام کنند.

علاوه بر آنچه گفته شد، یکی از نیازهای بسیار اساسی مدیران ارشد کسب‌وکارها استفاده یا عدم استفاده از منابع بانکی است. استفاده از منابع بانکی و نحوه تسهیم جریان مالی ناشی از آن در حوزه‌های مختلف کسب‌وکاری یکی از دغدغه‌های همیشگی مدیران ارشد و مدیران مالی سازمان‌هاست. وجود سیستمی که بتواند میزان سودآوری حاصل از فعالیت سازمان را بر اساس نسبت‌های مالی آن‌ها پیش‌بینی نماید نه تنها در مرحله اخذ تصمیم در حوزه دریافت یا عدم دریافت تسهیلات بانکی کمک شایانی می‌کند، بلکه در چگونگی تسهیم آن در واحدهای کسب‌وکاری نیز کاربرد قابل توجهی دارد. لذا هم در مقام تصمیم‌سازی در فرآیند اخذ تسهیلات بانکی و هم در مقام تسهیم جریان مالی تزریق‌شده در واحدهای کسب‌وکاری، وجود چنین سیستمی

نقش بسزایی بازی می‌کند.

سیستم طراحی شده در پژوهش حاضر دارای برخی محدودیت‌هاست که در ذیل به برخی از آن‌ها اشاره شده است:

- این پژوهش عمدتاً بر پایه داده‌کاوی و بنابراین، داده‌های حجیم استوار است لذا داده‌های با حجم کم یعنی داده‌هایی که از فعالیت‌های شرکت‌های تازه تأسیس استخراج می‌شود، نمی‌تواند مورد استفاده سیستم باشد.
  - عدم تبعیت از استانداردهای حسابداری در سازمان‌های با حجم فعالیت و گردش مالی بالا، از دیگر محدودیت‌های استفاده از سیستم است. صدور نابهنگام اسناد حسابداری، عدم تطابق درآمدها و هزینه‌های سازمان در سیستم‌های عملیاتی سازمان‌ها مهم‌ترین محدودیت توسعه و به‌کارگیری چنین سیستمی است.
  - سازمان‌هایی قابل تجزیه و تحلیل هستند که در دوران بلوغ به سر ببرند. سازمان‌هایی که در دوران رشد هستند از آن جهت که هنوز شرایط پایداری را پیدا نکرده‌اند و نسبت‌های مالی آن‌ها ممکن است دائماً بالا و پایین برود، امکان نگاشت بین داده-های عملکردی آن‌ها و سود خالص آن‌ها امکان‌پذیر نیست.
- همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، با در اختیار داشتن اطلاعات مالی و حسابداری استاندارد در یک صنعت مشخص و انتخاب شرکت‌هایی که در دوران بلوغ خود به سر می‌برند، با دقت بسیار بالایی رابطه بین نسبت‌های مالی و سود خالص سازمان‌ها قابل استحصال است و می‌توان با استفاده از این مجموعه نسبت‌های مالی اقدام به پیش‌بینی سود خالص سازمان‌ها به صورت ماهانه نمود.

## منابع

- Altman E. (1968), Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy, **The Journal of Finance**, vol. 23, p. 589–609.
- Bagheri A., Mohammadi H. and Akbari M. (2015) Financial Forecasting Using ANFIS Networks with Quantum-behaved Particle Swarm Optimization, **Expert Systems with Applications**, vol. 42, pp. 1325-1339.
- Beaver, W. (1966) Financial ratios as predictors of failure, **Journal of Accounting Research**, pp. 71-11.
- Bernstein L. (1999) Analysis of financial statements, **McGraw-Hill**.
- Burke R.t, Kristian J. and Benjamin C. (1997) The FindMe approach to assisted browsing, **IEEE Intelligent Systems**, vol. 12, no. 4, pp. 32-40.
- Chapman P., Clinton J., Kerber R., Khabaza T. (1999) CRISP-DM 1.0: Step-by-Step data mining guide, **SPSS Inc**.
- Delen D., Kuzey C. and Uyar A. (2013) Measuring firm performance using financial ratios: A decision tree approach, **Expert Systems with Applications**, no. 40, pp. 3970-3983.
- Geng R., Bose I. and Chen X. (2015) Prediction of financial distress: An empirical study of listed Chinese companies using data mining, **European Journal of Operational Research**, vol. 240, no. 1, p. 258–268.
- Han J. and Kamber J. P. M. (2011) Data Mining: Concepts and Techniques, **Elsevier**.
- Lam M. (2004) Neural network techniques for financial performance prediction: integrating fundamental and technical analysis, **Decision Support Systems**, vol.37, p. 567-581.
- Li Y., Lu L. and Xuefeng L. (2005) A hybrid collaborative filtering method for multiple-interests and multiple-content recommendation in e-Commerce, **Expert Systems with Applications**, vol. 28, pp. 67-77.
- Kumar P. R. and Ravi V. (2007) Bankruptcy prediction in banks and firms via statistical and intelligent techniques – A review, **European Journal of Operational Research**, vol. I, no. 180, p. 1–28.
- Resnick P. and Varian R. (1997) Recommender Systems, **Communications of the ACM**, pp. 56-58.
- Ross S. A., Westerfield R. W., Jordan B. D. (2003) Fundamentals of corporate finance (6<sup>th</sup> ed.), New York: **The McGraw-Hill**.
- Spangler W. E., May J. and Vargas L. (1999) Choosing data mining methods for multiple classification: Representational and performance measurement implications for decision support, **Journal of Management Information Systems**, vol. 16, no. 1, pp. 37-62.
- Sun J. and Li H. (2008) Data mining method for listed companies' financial

- distress prediction, **Knowledge-Based Systems**, vol. 1, pp. 1-5.
- Ting-Peng L. (2008) Recommendation systems for decision support: An editorial introduction, **Decision Support Systems**, vol.28, pp. 67-77.
- Venugopal V. and Baets W. (1994) Neural networks and their applications in marketing management, **Journal of Systems Management**, vol. 45, no. 9, pp. 16-21.
- Wanke P., Barros C. P. and Faria J. R. (2015) Financial distress drivers in Brazilian banks: A dynamic slacks approach, **European Journal of Operational Research**, vol. 240, pp. 258-268.
- Zibanezhad E. and Foroghi M. D. (2011) Applying Decision Tree to Predict Bankruptcy. Computer Science and Automation Engineering (CSAE), **IEEE International Conference**, vol. 4, pp. 165-169.
- Zopounidis C. and Dimitras A. I. (1998) Multicriteria decision aid methods for the prediction of business failure, **Springer**.