فصلنامــه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گــذاری
سال دهم/ شماره سی‌وهفتم/ بهار ۱۴۰۰

ارائه مدل طبقه‌بندی هوشمند مبتنی بر شبکه عصب مصنوعی پرسپترون (MLP) و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در خدمات بازاریابی دیجیتال برای اولویت‌بندی ریسک نقدینگی و سرمایه گذاری

علیرضا عاشوری رودپشتی
دانش آموخته ی دکتری مدیریت بازرگانی-مدیریت بازاریابی، گروه مدیریت بازرگانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
alireza.ashour@srbiau.ac.ir

هرمز مهرانی
استادیار گروه مدیریت، موسسه آموزش عالی غزالی، قزوین، ایران؛ (نویسنده مسوول)
mehrani63@gmail.com

کریم حمدی
دانشیار مدیریت بازاریابی، گروه مدیریت بازرگانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
Hamdi_karim1@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۹/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۲۱

چکیده

مطالعه حاضر با استفاده از تکنیک‌های یادگیری ماشین و نظرکاوی کوشیده است تا بتواند مدل راهبردی خودکار به منظور طبقه‌بندی و کاوش نظرات ارائه شده در مورد خدماتی خاص که در این مورد در حوزه ی سرمایه گذاری بررسی شده است را با استفاده از بررسی نتایج به دست آمده در خدمات بازاریابی دیجیتال ارائه نماید. مدل مبتنی بر شبکه عصبی با شناسایی نظرات مرتبط، خصوصیات مختلف را در سطوح گوناگون ارزشیابی سنجیده و نظرات را بسته به کیفیت ارائه بصورت خودکار طبقه‌بندی می‌نماید. بحران‌های مالی موجود در نظام-های بانکی معمولاً ناشی از عدم توانایی در مدیریت ریسک‌های مالی و نقدینگی است که عاملی بر عدم شفافیت و توانایی در مدیریت سرمایه می‌باشد. بطوری‌که وجود چنین عدم‌قطعیت‌هایی سبب کاهش علاقه‌مندی سرمایه-گذاران در مشارکت‌های صنعتی و اجرایی گردیده است. این مقاله با هدف شناسایی عوامل موثر بر ریسک نقدینگی و همچنین ارائه مدلی هوشمند جهت پیش‌بینی و طبقه‌بندی عوامل ایجادکننده ریسک نقدینگی، شناسایی و اولویت‌بندی فاکتورهای درگیر آن پایه‌ریزی گردیده است. بدین منظور از روش سنجش هوشمند با بکارگیری شبکه عصبی پرسپترون (MLP) بهره گرفته شده که به عنوان یک رویکرد کاربردی هوش مصنوعی بشمار می‌آید. بدین منظور بررسی های لازم بر روی اطلاعات مالی و نقدینگی در شعب بانک ملت در شهر تهران

(مشتمل بر ۳۶ شعبه) مورد توجه بوده و برای جامعه نمونه از مجموعه تصادفی خوشه‌ای از۳۷۴ نفر از مشتریان و سرمایه‌گذاران منتخب بهره گرفته شده است. در این پژوهش، ۹ متغیر توضیح دهنده شامل متغیرهای درآمد واقعی سرانه، ماهیت فیزیکی بانک، تورم، ایجاد پول داغ، سپرده‌گذاری مدت‌دار، جمعیت، شاخص نقدینگی، ریسک بازار و نوسانات قیمت می‌باشد که بصورت نظارت شده و قضاوت خبرگان (۵۰ نیروی خبره) انتخاب گردید که وارد مدل شبکه عصبی MLP شده است. همچنین به منظور ارزیابی عملکردی این متغیرها توسط روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) ارزیابی گردیده و نتایج بصورت تلفیقی و آنالیز پوششی داده (EDA) ارائه شده است. نتایج حاصل از مدل هوشمند مشخص گردیده است که عوامل ریسک بازار و نوسانات قیمت به ترتیب بیشترین تاثیر و همچنین عوامل درآمد واقعی سرانه و ماهیت فیزیکی بانک دارای کمترین تاثیر در رخداد ریسک نقدینگی و مالی برای شعب مورد بررسی است. از سوی دیگر با در نظر گرفتن میزان انحراف معیار محاسبه شده توسط مدل می‌توان بیان نمود که عامل درآمد واقعی سرانه بیشترین عدم قطعیت در ارزیابی را داشته و همچنین عامل نوسانات کمترین عدم قطعیت در تحلیل ریسک نقدینگی را در شعب بانک ملت در تهران بهمراه دارد. این مسئله نشان می‌دهد که درآمد سرانه واقعی بیشترین تاثیر را از رخداد ریسک نقدینگی و ایجاد تورم داشته و بسیار حساس به این نوسانات تورمی بازار خواهد بود. در نهایت با نگرشی مقایسه‌ای بین دستاوردهای مدل MLP و AHP توسط رویکرد EDA مشاهده گردیده که مدل شبکه عصبی در پیش‌بینی ریسک نقدینگی بانک و رتبه‌بندی اولویت‌ها دارای دقت و کارایی بالاتری بوده است.

واژه‌های کلیدی: هوش مصنوعی، شبکه عصبی پرسپترون (MLP)، خدمات بازاریابی دیجیتال، ریسک نقدینگی، AHP.

۱- مقدمه

بانک‌ها را می‌توان به عنوان بزرگترین منابع مالی و اقتصادی در کشور ایران نام برد که با سازماندهی و هدایت دریافت‌ها و پرداخت‌ها امر مبادلات تجاری و بازرگانی را تسهیل می‌کنند و موجب گسترش بازارها و رشد و شکوفایی اقتصادی می‌گردند. بطورکلی در اقتصادهایی نظیر اقتصاد ایران سیستم مالی مبتنی بر بانک است (بیدگلی و همکاران،۲۰۱۸). فلذا می‌توان بیان داشت که بانک‌ها بیشترین نقش را در توسعه و ارتقای اقتصادی کشور دارا می‌باشند. از آنجا که کارکرد بهینه بانک‌ها، تاثیر بسزایی بر رشد و توسعه اقتصادی کشور می‌گذارد، ایجاد شرایط و بسترهای لازم در جهت ارتقاء کیفی و کمی عملکرد بانک‌ها در سایه ساماندهی هزینه‌ها و دستیافت به روندی تعادلی و پایدار بین جذب سرمایه و هزینه است (اسماعیل‌زاده مقری و جوانمردی،۲۰۱۶). این مسئله سبب گردیده که بانک‌ها به دلیل ماهیت فعالیت خود از همان آغاز با انواع ریسک، همچون ریسک-های مالی، بازار، دارایی، عملیاتی، نقدینگی و ریسک نرخ بهره مواجه و سعی نمایند تا این ریسک‌ها را شناسایی و مدیریت کنند. در واقع عملیات بانکی ارتباط میان تامین‌کننده و تامین‌شونده را در بر گرفته و سعی بر برقراری این ارتباط توسط تعهداتی برای طرفین می‌نماید. همانگونه که تامین‌کننده بایستی منابع مورد نیاز مشتریان را فراهم نماید، دریافت‌کنندگان منابع نیز متعهد به پرداخت تسهیلات دریافتی در طول دوره توافقی خواهند بود و در صورت عدم پرداخت به موقع، فعالیت مالی تامین‌کنندگان را تحت تاثیر قرار خواهند داد. یکی از آثار و پیامدهای فعالیت‌های تامین مالی در بانک‌ها و موسسات مالی، پیدایش مطالبات معوق است، پدیده‌هایی که از دغدغه‌های مهم بانک‌ها و موسسات مالی اعتباری است و تاثیر منفی در چرخه منابع و مصارف خواهد گذاشت (عربی و شاه‌جمالی،۱۳۹۸ ؛ بیدگلی و همکاران،۱۳۹۸). اعطای تسهیلات بانک‌ها باید به ترتیبی صورت گیرد که بر اساس پیش‌بینی‌های مربوطه اصل منابع تامین شده به همراه سود مورد انتظار در صورت تحقق در مدت معین قابل برگشت باشد. لیکن موانع و مشکلات گوناگون از جمله عدم بررسی دقیق طرح، نابسامانی اقتصادی، رکود بازار، نوسانات نرخ ارز، نقدینگی و غیره موجب می‌شود که عده‌ای از گیرندگان تسهیلات از بازپرداخت وجوه دریافتی خودداری نمایند و عده‌ای نیز با سوء استفاده از حسن نیت مسئولین بانک‌ها از استرداد وجوه خودداری نمایند و طبیعتاً تعدادی از تسهیلات معوق می‌گردد. این امر منجر به پایین آمدن کیفیت دارایی‌های بانک ها و رسیک اعتباری می‌گردد (احمدی و همکاران،۱۳۹۵). با توجه به افزایش تقاضای تسهیلات و ریسک موجود در اینگونه فعالیت‌ها بررسی ابزارهای مدیریت ریسک برای ساماندهی و کنترل ریسک ضروری است. بحث مدیریت ریسک به عنوان یکی از مباحث مدیریت، در تصمیم گیری‌های کلان و بلندمدت و نیز در مدیریت روزمره فعالیت‌های بانکی مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین می‌توان به این نکته دست‌یافت که مدیریت سرمایه و سپرده‌ها که به عنوان مهم‌ترین جزء عرضه‌ی پول توسط عموم بوده و مستقیماً بر تغییر در قیمت کالا و خدمات در اقتصاد وابستگی دارد می‌تواند توسط سیستم بانکی و از طریق جذب پس‌اندازها و اعطای اعتبار تامین گردیده و سبب رشد و توسعه اقتصادی صنایع مختلف در جامعه گردد. با این حال، ایجاد هر گونه اختلال در این فرآیند سبب ایجاد ریسک مالی و نقدینگی می‌گردد (مهرآرا و مهران‌فر،۱۳۹۲). بطورکلی می‌توان بیان نمود که یک بانک تجاری می‌تواند انواع مختلفی از سپرده‌های بلندمدت، کوتاه مدت، جاری و ... داشته باشد که

بسته به استراتژی‌های مدیریت و تصمیم‌گیری فرار از ریسک بکار گیرد (سوسیانلی[1]،۲۰۱۳). در سال‌های اخیر، پژوهش در زمینه بررسی ارتباط بین ریسک و بازده سرمایه‌گذاری افزایش درخور توجهی داشته است. بطوری‌که سعی گردیده تا پوششی مناسب از عوامل موثر در ایجاد ریسک برآورد گردد و بتواند ارتباطی منطقی بین عوامل موثر در ریسک سرمایه و نقدینگی ایجاد نماید. ارتباط صحیح بین نظام‌های مالی و سرمایه‌گذاری از مهم ترین عوامل رشد و توسعه اقتصادی محسوب خواهد شد که سایه عدم شفافیت و ریسک‌های نقدینگی همواره سبب کاهش علاقه‌مندی مشتریان گردیده است. همچنین در بازاری که حاشیه سود بانک‌ها به دلیل تشدید رقابت همواره در حال کاهش بوده و همواره فشاری برای کاهش بیشتر هزینه‌ها احساس می‌شود. این مسئله بر روی ریسک مالی و نقدینگی بانک‌ها تاثیر قابل توجهی دارد که این خود عاملی منفی شمرده می‌شود. بنابراین بکارگیری استراتژی‌های مدیریت بهینه و تصمیم‌گیری می‌تواند در خروج از بحران‌های مالی بسیار موثر باشد.

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

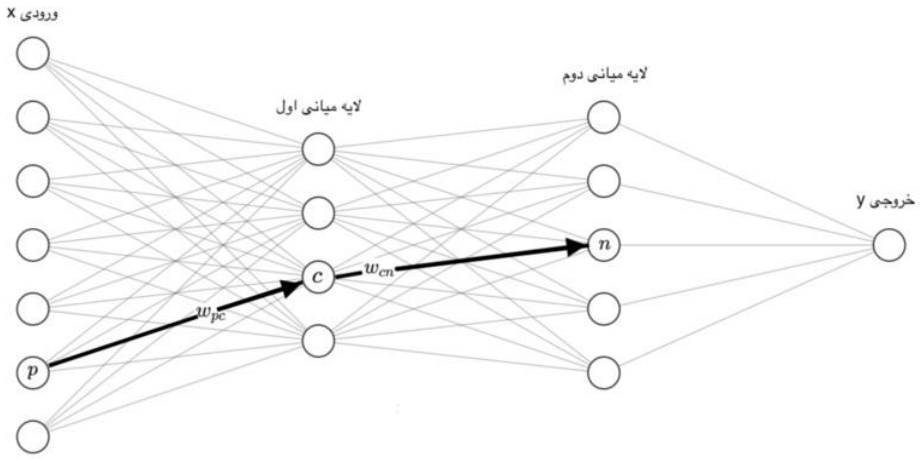
در کشور ایران نیز به جهت شرایط کنونی اقتصاد، مشکلات موجود در گسترش زمینه‌های تولیدی، تجهیز کارآمد پس‌اندازهای خصوصی و هدایت و نظارت آن در مسیر فعالیت‌های مولد و اشتغال‌زا، به گسترش ظرفیت-های تولیدی منجر و ضمن تامین رشد اقتصادی؛ از تشدید فشارهای تورمی جلوگیری به عمل می‌آورد. بنابراین ضرورت حفظ استقلال اقتصادی و وجود موانع و مشکلات در مسیر تحرک سرمایه به ویژه در کشور ایجاب می-نماید که در تامین منابع لازم جهت انجام سرمایه گذاری، اتکای اصلی بر منابع داخلی متمرکز گردد. در این قبیل کشورها جذب و تجهیز پس‌اندازهای کوچک و بزرگ از طریق شبکه بانکی در تامین سرمایه‌گذاری در بخش‌های مختلف اقتصادی تاثیر بسزایی خواهد داشت (اقبال[2]،۲۰۱۲). در این میان بحث سرمایه‌گذاری، میزان نقدشوندگی، نرخ بازده مورد انتظار هر دارایی، وضعیت ریسک و نوسانات بازار، تورم، ایجاد پول داغ، کیفیت زندگی اجتماعی، تصمیمات سیاسی و.... به عنوان یک مشخصه در ایجاد ریسک دارایی‌ها و سرمایه بشمار می‌آید. در واقع یکی از عوامل مؤثر بر ریسک دارایی‌ها قابلیت نقدشوندگی آن‌هاست که در ارزش گذاری دارایی‌های ناشی از تبلور مفهوم ریسک عدم نقدشوندگی دارایی در ذهن خریدار ایجاد می‌گردد. این مسئله علاوه بر تاثیر منفی در ذهن سرمایه‌گذار، سبب کاهش سرمایه‌گذاری گردیده و ریسک سرمایه را افزایش می‌دهد. چنین مسئله‌ای نیز انتظار دریافت بازده بیشتر را توسط سرمایه‌گذار بهمراه دارد. این مسئله به نوبه خود سبب افزایش ریسک نقدینگی و کاهش دارایی بصورت چرخه‌ای نیز می‌گردد (عربی و شاه‌جمالی، ۲۰۱۸). در این راستا متخصصین امور اقتصادی سعی در شناسایی و کاربرد تکنولوژی‌های نوین در ارائه رهیافت‌های مدیریتی هوشمند و طبقه‌بندی عوامل و فاکتورهای موثر بر ریسک سرمایه نموده‌اند. بسیاری از محققان بر این باورند که ترکیب مدل‌ها می‌تواند منجر به بهبود کارایی شود. بر این اساس در پژوهش‌های پیشین به‌منظور فائق آمدن بر محدودیت‌های مدل‌های واحد و بهبود کارایی مدل‌های طبقه‌بندی، استفاده از مدل‌های ترکیبی امری رایج و متداول بشمار می‌آید. هدف از ترکیب مدل‌ها یا استفاده از مدل‌های ترکیبی و هوشمند کاهش میزان ریسک ناشی از استفاده از مدل‌های نامناسب و کسب نتایج کارا است (خاشعی و تربت، ۱۳۹۷). در این راستا هدف از

انجام این پژوهش ، بکارگیری رویکردی هوشمند مبتنی بر شبکه عصبی مصنوعی از نوع پرسپترون و مدل سلسله مراتبی می‌باشد.

۲-۱- شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) و شبکه پرسپترون (MLP)

با ظهور تکنولوژی‌های کامپیوتری در علوم مدیریت بازاریابی و علوم اقتصادی و مالی و مدیریت سرمایه گذاری و بکارگیری رویکردهای نوین مبتنی بر هوش مصنوعی در این زمینه که توانسته با دقت بالایی خصوصیات و ویژگی‌های موثر در تغییرات مالی و اقتصادی را طبقه‌بندی و پیش‌بینی نماید؛ مدل‌های هوشمند برای شناسایی و اولویت‌بندی عاملی بصورت گسترده مورد توجه محققین اقتصادی و اقتصادانان مورد توجه قرار گرفته است. شبکه‌های عصبی مصنوعی[۳] (ANN) یکی از این کاربردها می‌باشد که توانسته بخوبی نتایج قابل توجهی در زمینه ریست مالی و مدیریت اقتصادی سرمایه در خدمات بازاریابی دیجیتال را ارائه نماید. دقت بالا و همچنین قابلیت اتکای این روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی سبب گردیده تا استفاده از این روش‌ها افزایش چشم‌گیری نشان دهد. شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) یا به زبان ساده‌تر شبکه‌های عصبی سیستم‌ها و روش‌های محاسباتی نوین برای یادگیری ماشینی، نمایش دانش و در انتها اعمال دانش به دست آمده در جهت بیش‌بینی پاسخ‌های خروجی از سامانه‌های پیچیده می‌باشد. ایده اصلی این گونه شبکه‌ها تا حدودی الهام‌گرفته از شیوه کارکرد سیستم عصبی زیستی برای پردازش داده‌ها و اطلاعات به منظور یادگیری و ایجاد دانش میباشد. عنصر کلیدی این ایده، ایجاد ساختارهایی جدید برای سامانه پردازش اطلاعات است. این سیستم از شمار زیادی عناصر پردازشی فوق‌العاده بهم‌پیوسته با نام نورون تشکیل شده که برای حل یک مسئله با هم هماهنگ عمل می‌کنند و توسط سیناپس‌ها (ارتباطات الکترومغناطیسی) اطلاعات را منتقل می‌کنند. در این شبکه‌ها اگر یک سلول آسیب ببیند بقیه سلول‌ها می‌توانند نبود آن را جبران کرده، و نیز در بازسازی آن سهیم بوده و این شبکه‌ها قادر به یادگیری‌اند. یادگیری در اینگونه سیستم‌ها به صورت تطبیقی صورت می‌گیرد، یعنی با استفاده از مثال‌ها وزن سیناپس‌ها به گونه‌ای تغییر می‌کند که در صورت دادن ورودی‌های جدید، سیستم پاسخ درستی تولید کند (هاسون[۴]،۲۰۰۳). در واقع یک شبکه عصبی بر پایه شبکه عصبی مصنوعی، از سه لایه مبنا شامل ورودی، خروجی و پردازش تشکیل می‌شود (این در حالات عمیق‌تر به چندین لایه مختلف تقسیم‌بندی می‌گردد و بر تعداد لایه‌های پردازش زیادتری تبدیل می‌شود). هر لایه شامل گروهی از نورون‌ها است که عموماً با دیگر نورون‌های لایه‌های دیگر در ارتباط‌اند (مگر این که کاربر ارتباط بین نورون‌ها را محدود کند)؛ ولی نورون‌های هر لایه با سایر نورون‌های همان لایه، ارتباطی ندارند. در یک شبکه ANN نورون کوچک‌ترین واحد پردازشگر اطلاعات است که اساس عملکرد شبکه‌های عصبی را تشکیل می‌دهد و مجموعه‌ای از نورون‌ها که با قرار گرفتن در لایه‌های مختلف، معماری خاصی را بر مبنای ارتباطات بین نورون‌ها در لایه‌های مختلف تشکیل می‌دهند؛ را شامل می‌شود. نورون می‌تواند یک تابع ریاضی غیرخطی باشد، در نتیجه یک شبکه عصبی که از اجتماع این نورون‌ها تشکیل می‌شود، نیز می‌تواند یک سامانه کاملاً پیچیده و غیرخطی باشد. در شبکه ANN هر نورون به‌طور مستقل عمل می‌کند و رفتار کلی شبکه، برآیند رفتار نورون‌های متعدد است. به عبارت دیگر، نورون‌ها در

یک روند همکاری، یکدیگر را تصحیح می‌کنند (ال‌شاهاد[5]، ۲۰۱۴). در واقع ANN یکی از رویکردهای یادگیری نظارت‌شده[6] ماشین می‌باشد که به عنوان تابع دنباله‌دار از مجموعه توابع بنام تابع هزینه[7] اقدام به بهینه‌سازی داده‌ها و طبقه‌بندی اطلاعات ورودی می‌نماید. به عنوان مثال در مسئله رگرسیون تابع هزینه می‌تواند اختلاف بین پیش‌بینی و مقدار واقعی خروجی به توان دو باشد، یا در مسئله طبقه‌بندی ضرر منفی لگاریتم احتمال خروجی باشد (هاسون،۲۰۰۳). شبکه‌های ANN توسط تکنیک‌های مختلف پیاده‌سازی می‌گردد. شبکه عصبی پرسپترون[8] (MLP) یکی از شبکه‌های پرکاربرد در علوم کاربردی می‌باشد که دسته‌ای از شبکه‌های عصبی مصنوعی پیشخور[9] (FNN) است. یک MLP شامل حداقل سه لایه گره است: یک لایه ورودی، یک لایه پنهان و یک لایه خروجی. به جز گره‌های ورودی، هر گره یک نورون است که از یک تابع فعال‌سازی غیرخطی استفاده می‌کند.MLP از تکنیک یادگیری نظارت شده به نام بازپرداخت برای آموزش استفاده می‌کند. لایه‌های متعدد آن و فعال‌سازی غیر خطی آن MLP را از یک پرسپترون خطی متمایز می‌کند. شکل (۱) ساختار شبکه MLP را نشان داده است (آگاروال[10]،۲۰۱۸).



شکل ۱- شمایی از ساختار یک شبکه MLP

(آگاروال، ۲۰۱۸)

اگر یک پرسپترون چند لایه، تابع فعال‌سازی خطی در تمام نورون‌ها داشته باشد، در واقع با این تابع خطی ورودی‌های وزن دار هر نورون را ترسیم می‌کند. سپس با استفاده از جبر خطی نشان می‌دهد که هر عددی مربوط به لایه‌ها را می‌توان به یک مدل ورودی - خروجی دو لایه کاهش داد. در MLP، برخی از نورون‌ها از یک تابع فعال غیرخطی استفاده می‌کنند که برای مدل‌سازی فرکانس پتانسیل‌های عمل یا شلیک نورون‌های بیولوژیکی توسعه داده شده‌است. دو تابع فعال، که هردو تابع سیگموید می‌باشند. این تابع در رابطه ی (۱) ارائه گردیده است. در این تابع اولین جمله، تابع تانژانت هایپربولیک است که بین منفی یک تا یک تغییر می‌کند و

بقیه تابع لجستیک‌اند، y_i خروجی i-امین نورون و υ_i مجموع وزنی اتصالات ورودی است. یادگیری در شبکه MLP با تغییر وزن اتصال پس از پردازش هر قطعه از داده‌ها، براساس میزان خطا در خروجی در مقایسه با نتیجه مورد انتظار رخ می‌دهد. این نمونه که از یادگیری نظارت‌شده و از طریق مدل FNN و تعمیم الگوریتم حداقل مربعات در پرسپترون خطی انجام می‌شود. خطای موجود در نرون خروجی j را در n-امین نقطه داده به‌صورت $e_j(n)=d_j(n)-y_i(n)$ نشان داده و در آن d مقدار هدف و y مقدار تولید شده توسط پرسپترون است. این مقادیر برپایه یادگیری صورت گرفته تصحیح می‌گردند. میزان خطای برآورد شده بعد از تصحیح و تنظیم مدل هوشمند بصورت روابط (۲) تا (۵) قابل ارائه خواهد بود.

$$y(\upsilon_i)=\tan(\upsilon_i) \quad ; \quad y(\upsilon_i)=(1+e^{-\upsilon_i})^{-1} \qquad (۱)$$

$$\varepsilon(n)=\frac{1}{2}\sum_j e_j^2(n) \qquad (۲)$$

$$\Delta w_{ji}(n)=-\eta\frac{\partial\varepsilon(n)}{\partial\upsilon_j(n)}y_i(n) \qquad (۳)$$

$$-\frac{\partial\varepsilon(n)}{\partial\upsilon_i(n)}=e_j(n)\phi'[\upsilon_i(n)] \qquad (۴)$$

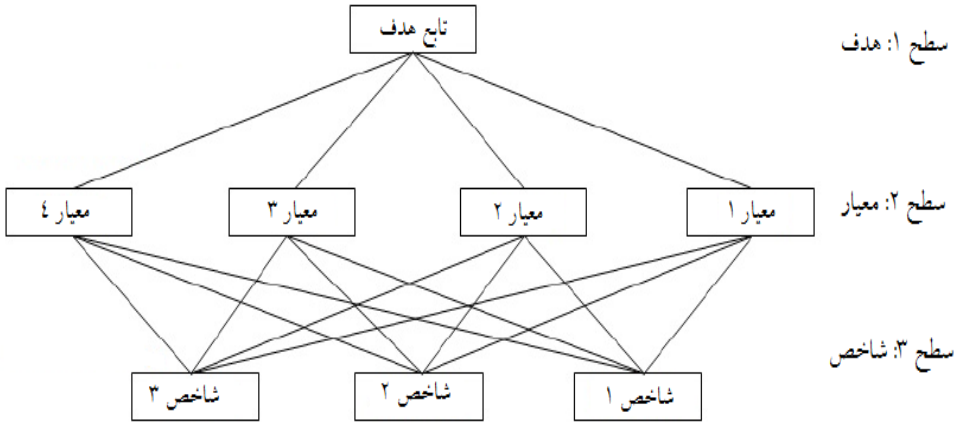
$$-\frac{\partial\varepsilon(n)}{\partial\upsilon_i(n)}=\phi'[\upsilon_i(n)]\sum_k -\frac{\partial\varepsilon(n)}{\partial\upsilon_k(n)}w_{kj}(n) \qquad (۵)$$

در این روابط y_i خروجی MLP، η میزان یادگیری مدل، υ_i مشتق محاسبه شده وابسته به القایی تابع، ϕ' مشتق تابع فعال‌سازی و k ضریب وابسته به وزن گره‌ها در لایه خارجی است. در مطالعه حاضر از این مدل به منظور ارزیابی و طبقه‌بندی ریسک نقدینگی بانک بر روی مجموعه داده ورودی شامل اطلاعات مالی و نقدینگی در شعب بانک ملت در تهران مشتمل بر۳۶ شعبه و جامعه نمونه تصادفی متشکل از ۳۷۴ نفر از مشتریان و سرمایه‌گذاران منتخب می‌باشد. این نتایج به منظور پوشش داده‌ها و همچنین ارزیابی عملکردی با نتایج روش تحلیل سلسله مراتبی[۱۱] (AHP) مورد سنجش قرار گرفته است.

۲-۲- تحلیل فرآیندی سلسله مراتبی (AHP)

یکی از رویکردهای نوین و توانمند خدمات بازاریابی دیجیتال که می‌تواند در چنین شرایطی پاسخگو بوده و تمامی جوانب مربوط به ارزیابی‌های مالی و مدیریتی را پوشش دهد، فرایند AHP می‌باشد. این رویکرد با مشخص نمودن معیارها و انتخاب مهمترین و حساسترین معیارهای مستقل یا وابسته؛ اقدام به اولویت‌بندی و سنجش میزان تاثیر عوامل مختلف نسبت به تابع هدف و طبقه‌بندی عوامل مختلف بر اساس میزان تاثیرپذیری می‌نماید (برونلی[۱۲]،۲۰۱۴). بنابراین می‌توان بیان داشت در یک ارزیابی بهینه و استراتژیک شناخت تاثیرپذیری هر عامل می‌تواند بر تعیین نمودن میزان تاثیرگذاری آن بر تابع هدف (ریسک سرمایه و نقدینگی) بصورت قابل

قبولی بکار گرفته شود. رویکرد AHP با استفاده از معیارهای چندجانبه سعی می‌نماید تا بتواند روندی مناسب را برای تصمیم‌گیری ارائه نماید. بطورکلی AHP یک روش تحلیل سلسله مراتبی مبتنی بر ارزیابی ماتریس‌های زوجی است که سبب پوشش حداکثری عوامل موثر بر روی یک تابع هدف می‌گردد. علت سلسله مراتبی خواندن این روش؛ بکارگیری راهبردها بصورت هرم و تمرکز اهداف در راس هرم و گسترش و تعمیم معیارها و عوامل تاثیرگذار تا زیرمعیارها و گزینه‌ها تا به پایین هرم می‌باشد. تقریباً تمامی محاسبات مربوط به فرایند AHP براساس قضاوت تصمیم‌گیرنده یا گیرندگان (نیروی خبرگی[۱۳]) که در قالب ماتریس مقایسات زوجی ظاهر می‌شود، صورت می‌پذیرد و هرگونه خطا و ناسازگاری در مقایسه و تعیین اهمیت بین گزینه‌ها و شاخص‌ها نتیجه نهایی به دست آمده از محاسبات را مخدوش می‌سازد. نرخ ناسازگاری که در ادامه با نحوه محاسبه ماتریس سازگاری تهیه می‌شود. این ماتریس بیانگر تعاملی بودن معیارها و شرایط واقعی پروژه است که هرچقدر ماتریس تصمیم با نرخ سازگاری پایین باشد؛ ارزیابی با درستی بالاتری صورت گرفته است. نرخ سازگاری برای ماتریس-های تصمیم ۰/۱ یا ۱۰٪ می‌باشد (استروژچیک و همکاران[۱۴]، ۲۰۱۹). ساختار سلسله مراتبی یک ماتریس تصمیم توسط رویکرد AHP بصورت شکل (۲) قابل مشاهده می‌باشد، چنین چیدمانی سبب ارزیابی زوجی و توالی محاسبات دقیق را برای ارزیابی‌های چندعاملی که بیش از یک معیار مشخص در آن دخیل می‌باشد فرآهم می‌آورد.



شکل ۲- روند مبنا در ارزیابی‌های مبتنی بر AHP

(زوپوندیس و دومپوس، ۲۰۱۷)

۲-۳- پیشینه تحقیق داخلی

ابوالحسنی و حسنی‌مقدم (۱۳۸۵) طی مقاله‌ای به بررسی ریسک‌های مرتبط با روش‌های گوناگون تخصیص منابع در سیستم بانکی پرداخته و بیان نموده است که نظام بانکی با دو نوع گوناگون از ریسک روبه‌رو است:

(الف) ریسک‌هایی که بین نظام بانکداری بدون ربای ایران و نظام بانکداری متعارف مشترک هستند و (ب) ریسک‌هایی که با توجه به ویژگی خاص نظام بانکداری، فقط به این نظام اختصاص دارند. نتیجه حاصل در این مقاله بیانگر این نکته است که علاوه بر کاربردی بودن برخی از روش‌های مدیریت ریسک متداول در بانکداری ایران، برخی قراردادها و قوانین مانند قراردادهای مالی اسلامی در راستای کاهش مدیریت ریسک شمرده می-شوند. رحمانی و اسماعیلی (۱۳۸۹) در مقاله‌ای اقدام به ارزیابی ریسک اعتباری و مالی در موسسات مالی و بانک‌های کشور نموده و سعی کردند تا بتوانند عوامل موثر بر ریسک نقدینگی، سرمایه و دارایی‌های موسسات را تهیه نماید. این محققین برای دستیافت به این مهم از ابزار تحلیل سوآپ نکول بهره گرفته و ضمن معرفی ماهیت سوآپ و جایگاه این نوع مشتقات اعتباری، با رویکردی فقهی و اسلامی در بانکداری؛ سعی نمودند تاثیر عوامل و کاهش ریسک را در مدیریت مالی و نقدینگی محاسبه نمایند. موذنی (۱۳۹۰) در پژوهشی با بررسی تأثیر تغییرات زمانی ریسک در ارزیابی قدرت پیش‌بینی‌کنندگی ریسک بازار توسط سهام رشدی و قیمتی در بورس که بصورت جامعه آماری از ۲۷۰ شرکت پذیرفته شده دربورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۷ جمع‌آوری گردیده بود بیان داشتند که قدرت پیش‌بینی‌کنندگی ریسک بازار توسط سهام ارزشی نسبت به سهام رشدی از برتری خاصی برخوردار نبوده و نقش عوامل تاثیرگذار در ایجاد ریسک سرمایه در هر دو حالت می‌تواند بسیار قابل توجه باشد. ابراهیمی و دریابر (۱۳۹۱) طی مقاله‌ای از روش شبکه عصبی برای ارزیابی ریسک اعتباری در نظام بانکی استفاده نمودند. این محققین از روش تلفیقی با شبکه عصبی از رگرسیون لجستیک بهره گرفتند که بصورت تحلیل پوششی داده‌ها سعی کرده تا ریسک مالی و اعتباری بانک‌ها را رتبه-بندی نماید. در این راستا مشخص گردید که شبکه عصبی کارایی بالاتری را برای طبقه‌بندی مجموعه داده ها دارد. نظرپور و رضایی (۱۳۹۲)، در مطالعه‌ای با استفاده از روش توصیفی-تحلیل و استفاده از روش‌های تجربی مبتنی بر تصمیم و سیستم خبره، اقدام به طبقه‌بندی و اولویت‌بندی الگوی پرداخت تسهیلات، عقود مبادله‌ای اعتباری در مقایسه با عقود مشارکتی برای مؤسسات مالی و بانک‌ها نمودند که نتایج حاصل از ارزیابی مشخص نمود عقود اسلامی غیرمشارکتی (مبادله‌ای) در مقایسه با عقود مشارکتی ریسک کمتری در بر دارند، اما این عقود نیز واجد ریسک‌اند و بانک‌های ایران را در معرض ریسک اعتباری قرار می‌دهند. محمودی و همکاران (۱۳۹۶) طی مطالعه‌ای از مدل AHP برای شناسایی و رتبه‌بندی عوامل موثر بر ریسک اعتباری مشتریان حقوقی از دیدگاه مدیران و کارشناسان بانک ملت حوزه بندرعباس پرداخته‌اند. در مطالعه ایشان برای بررسی ویژگی‌های جامعه‌شناسی از روش‌های آمار توصیفی و برای شناسایی روابط و تعیین اولویت معیارهای تحقیق از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و روش AHP فازی استفاده شده است. نتایج حاصل از تحلیل ایشان نشان می‌دهد که به ترتیب عوامل اقتصادی، فنی و مالی در رتبه اول تا سوم بوده و در بررسی اولویت شاخصه‌ای بعد اقتصادی، قیمت مواد اولیه، عرضه، تقاضا و صادرات دارای بیشترین اولویت می‌باشند. محققین عوامل موثر در ریسک را بصورت فاکتورهای فنی، محیط زیست، دانش فنی، ظرفیت طرح و کیفیت محصول، عامل مالی، شاخصه ی دوره وصول مطالبات، نسبت آنی، نسبت جاری بازده دارایی و حاشیه سود ناخالص معرفی نمودند. خاشعی و تربت (۱۳۹۷) طی مطالعه‌ای از روش ترکیبی منطق فازی، شبکه عصبی و تحلیل سلسله مراتبی به‌منظور تجزیه و

تحلیل مسائل امتیازدهی اعتباری بهره‌گرفتند. هدف از انجام این مطالعه ارائه مدلی محاسباتی و بهبود مدیریت ریسک‌های اعتباری بیان شده است. باقری و حق‌شناس کاشانی (۱۳۹۷) با انجام مطالعه‌ای از روش شبکه عصبی پرسپترون برای ارزیابی ریسک اعتباری تعاونی‌های شهری بهره گرفته و سعی نمودند تا الگویی برای پیش‌بینی ریسک اعتباری این موسسات ارائه نمایند. برپایه نتایج حاصل از این مطالعه مدل‌های شبکه عصبی با دقت ۹۹/۱٪توانایی پیش‌بینی ریسک مالی را دارا می‌باشند. عربی و شاه‌جمالی (۱۳۹۸) طی پژوهشی از مدل AHP برای رتبه‌بندی مدیریت ریسک اعتباری در بانکداری بدون ربا استفاده نمودند. این محققین از تکنیک گلوله‌برفی برای ارزیابی استفاده نمودند که مشخص گردیده دو معیار پوشش‌دهندگی و کارایی از بین ۷ عامل اصلی به عنوان بیشترین معیار موثر در مدیریت ریسک مالی شناسایی گردیده است. سایر معیارها به ترتیب ابزار وثیقه و ضمانت، اعتبار سنجی، وجه التزام، مشتقات اعتباری و ذخیره زیان وام معرفی شده است.

۲-۴- پیشینه تحقیق خارجی

التر و همکارانش[۱۵] (۲۰۱۰)، مدل مبتنی بر شبکه عصبی را برای تصمیم‌های دریافت وام بانکی ارائه دادند. در این تحقیق، مدل شکه‌های چندلایه با الگوریتم پیش‌خور مورد استفاده بوده که با تکیه بر نتایج حاصل مشخص گردیده که شبکه ANN، عملکرد مناسبی برای ارزیابی درخواست اعتباری به‌منظور پشتیبانی بانک‌های اردن در رابطه با وام، معرفی شده است. سان[۱۶] (۲۰۱۰) با استفاده از رویکردهای تلفیقی فازی و سلسله مراتبی (Fuzzy-AHP) به منظور شناسایی عوامل موثر در ریسک نقدینگی و مالی بانک‌ها در تایوان بهره گرفته است. این محقق با استفاده از سیستم تصمیم‌گیری چندمعیاری (MCDM) برای شناسایی عوامل و معیاربندی شاخص‌های موثر در ریسک نقدینگی بانک‌ها از روش حل زوج ایده‌آل و تاپسیس عددی بهره گرفته است. نتایج مطالعه ایشان حاکی از تاثیر مستقیم تورم بر افزایش نرخ ریسک نقدینگی و کاهش سرمایه می‌باشد. وو و همکاران[۱۷] (۲۰۱۲) طی مقاله‌ای با استفاده از رویکرد مشارکتی مبتنی بر تحلیل سلسله مراتبی و سیستم تصمیم‌گیری چندمعیاری اقدام به ارزیابی مدیریت بهینه ریسک مالی در بانک‌ها و موسسات مالی و اعتباری نموده و سعی نمود تا با شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌ها و عوامل موثر در ارزیابی و مدیریت ریسک نقدینگی، استراتژی‌های مناسب برای مدیریت سرمایه و جذب سپرده‌ها را در بانک‌های چین معرفی نمایند. ایشان مدل تلفیقی خود را به عنوان مدل کمی IAHP-GDM معرفی کرده و بیان داشتند، مدل IAHP-GDM امکان ارزیابی بهینه و شناسایی میزان تاثیر عوامل مختلف بر روی ایجاد ریسک سرمایه و ریسک نقدینگی را دارا می‌باشد. کوتانایی و همکاران[۱۸] (۲۰۱۵) طی مقاله‌ای اقدام به داده‌کاوی ترکیبی الگوریتم‌های انتخاب ویژگی، طبقه‌بندی-های یادگیری گروهی و مدل AHP برای امتیازدهی اعتبار مربوط به موسسات مالی پرداختند. برپایه -ی نتایج حاصل از این مطالعه مشخص گردید که بکارگیری شبکه‌های ANN توانایی بالایی در ارائه مدل‌های هوشمند در ارزیابی ریسک‌های مالی دارد. حاجی‌اغلو و دینکار[۱۹] (۲۰۱۵) طی پژوهشی اقدام به استفاده از روش‌های فازی AHP با مدل تحلیل TOPSIS-VIKOR جهت ارزیابی میزان ریسک نقدینگی و کاهش سرمایه‌های بانک‌ها و موسسات خصوصی در ترکیه نموده و بیان داشتند که عوامل گوناگونی در کاهش ریسک سرمایه در ترکیه موثر

می‌باشد. با این حال باتوجه به اینکه ترکیه کشوری در حال توسعه و متکی بر فعالیت‌های بانکی می‌باشد، بنابراین بیشترین ریسک مالی در مرحله سرمایه‌گذاری است که در طی دو گروه ریسک اقتصادی و اعتباری می‌تواند رخ دهد. بیشترین تاثیر پارامتریک نیز برای اعطای تسهیلات بانکی بوده و مشکل بازگشت سرمایه را با عدم‌قطعیت‌هایی همراه کرده است. ایوب‌اغلو و چیلک[۲۰] (۲۰۱۶) طی مقاله‌ای از روش تاپسیس عددی و تحلیل سلسله مراتبی اقدام به اولویت‌بندی و شناسایی عوامل موثر در ایجاد ریسک سرمایه در واحدهای مالی و فروش شرکت‌های درگیر در مسائل انرژی نمودند. این محققین با در نظر گرفتن ۱۵ عامل اصلی که برای تحلیل فاکتورهای مالی بین سال‌های ۲۰۰۳تا۲۰۱۳ در شهر آنکارا تعیین نمودند که مهمترین آن‌ها بصورت نقدینگی، فعالیت، اهرم مالی، نسبت سودآوری و رشد اقتصادی می‌باشند. این محققین همچنین تاثیر بحران اقتصادی سال ۲۰۰۸ ترکیه در افزایش قابل توجه ریسک سرمایه را در این کشور به عنوان نقطه داغ رخدادهای مالی معرفی نمودند. آلاراج و ابود[۲۱] (۲۰۱۶) به منظور بهبود دقت مدل‌سازی خود، یک مدل امتیازدهی اعتباری ترکیبی ارائه کردند. در این مدل روش‌های ترکیبی هم در فاز پیش پردازش داده‌ها و هم در فاز طبقه‌بندی مشتریان بکار گرفته شدند. شئو[۲۲] (۲۰۱۸) با انجام مطالعه‌ای اقدام به سنجش سیستماتیک تاثیر ریسک سرمایه و نقدینگی بر بانک‌های مهم چین نموده که در این راستا از مدل تحلیلی سلسله مراتبی و مدل آنتروپی (AHP-Entropy) استفاده نموده است. این محقق از روی نتایج تجربی مشاهده نموده است که فعالیت‌های فرامرزی، مقیاس سرمایه‌گذاری، ارتباطات بین بانکی، پیچیدگی قراردادهای مالی به عنوان مهمترین منابع ایجاد ریسک سرمایه در این بانک‌ها تراز اول کشور بشمار آمده‌اند. وانگ[۲۳] (۲۰۱۹) طی مقاله‌ای با استفاده از سیستم اولویت‌بندی فرآیندی و تحلیل سلسله مراتبی بهمراه مدل هوشمند پوششی داده‌ها (EDA) اقدام به اندازه‌گیری ریسک نقدینگی در بانک‌ها و موسسات اعتباری در چین از روی اطلاعات بلاک چین[۲۴] و مدل جعبه ماسه‌ای[۲۵] نموده است. این محقق با ارزیابی چندعاملی عوامل موثر بر ریسک مالی و سرمایه بخصوص نقدینگی بیان داشت که بیشترین تاثیر بر روی یک سرمایه‌گذاری مبتنی بر بلاک چین همواره بر ریسک سرمایه، میزان فعالیت، مقیاس سرمایه‌گذاری و همچنین فعالیت‌های فرامنقطه‌ای بانک دارد. یادو و اناناد[۲۶] (۲۰۲۰) طی مطالعه‌ای با استفاده مدل محاسباتی هوشمند ترکیبی بر روی موسسات کوچک اعتباری-مالی (MFIs) در هندوستان سعی نمودند تا میزان تاثیرپذیری ریسک سرمایه و نقدینگی را در فعالیت‌های اقتصادی را بر این بنگاه‌های مالی کوچک مورد ارزیابی قرار دهند. نتایج حاصل مشخص نموده است که عواملی مانند قراردادهای مالی و اعطای تسهیلات مهمترین منابع ایجاد ریسک مالی و سرمایه در این موسسات کوچک می‌باشند. یو و همکاران[۲۷](۲۰۲۰) از رویکرد AHP برای ارائه مدل دینامیکی جهت ارائه سیستم تحلیل پویای مالی (TSMEs) و شبکه ANN برای موسسات اعتباری در چین بهره گرفتند. این محققین بیان داشتند که در یک ارزیابی بهینه برای اندازه‌گیری ریسک مالی و سرمایه باید همواره سیستم‌های تحلیل چندمعیاری و چندعاملی بکار گرفته شوند. مدل تهیه شده توسط نرم‌افزار دلفی بوده که امکان استفاده به عنوان شاخص ارزیابی‌های مالی و اعتباری در موسسات مالی را دارا می‌باشد. این محققین ادعا نمودند که مدل بکارگرفته شده توسط ایشان امکان تحلیل جامع ریسک مالی را در چین دارد.

۳- روش‌شناسی تحقیق

پژوهش حاضر مطالعه‌ای کاربردی و مبتنی بر تحلیل محاسباتی توسط تکنیک شبکه عصبی پرسپترون (MLP) می‌باشد که به عنوان یکی از شناخته شده‌ترین تکنیک‌های یادگیری ماشین و هوش مصنوعی در زمینه شناسایی الگو و طبقه‌بندی داده‌های بزرگ[۲۸] مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ است. در این راستا سه مرحله ارزیابی شامل گردآوری اطلاعات، تهیه مدل‌های مراتبی و شبیه‌سازی برپایه تحلیل محاسباتی (هوش مصنوعی) آماده-سازی گردیده است. در مرحله گردآوری اطلاعات از روش توصیفی-پیمایشی اقدام به تهیه داده‌ها و اطلاعات ورودی بصورت مجموعه داده تحلیل گردیده است. از ویژگی‌های پژوهشی توصیفی-پیمایشی این است که پژوهشگر دخالتی در متغیرها، ضرایب و المان‌ها نداشته و امکان کنترل آن‌ها توسط کاربر وجود نداشته و پژوهشگر صرفاً آنچه وجود دارد ارائه می‌دهد. در این مرحله بعد از انجام مطالعات کتابخانه‌ای، عوامل مختلف ارزیابی در تابع هدف (که در اینجا مدیریت ریسک نقدینگی بانک می‌باشد)، استخراج می‌شود. سپس این عوامل از طریق روش‌های میدانی و پرسشنامه‌ای توسط همکاری پرسنل خبره سنجیده و دسته‌بندی می‌شوند. داده‌های گردآوری شده در تحلیل‌های بعدی بصورت مجموعه داده ورودی وارد می‌شوند. نتایج حاصل مرحله گردآوری اطلاعات که منجر به شناسایی و استخراج عوامل موثر در ریسک نقدینگی بانک می‌باشد و از جامعه آماری مرجع مشتمل بر۳۶ شعبه از شعب بانک ملت در استان تهران و از بین ۳۷۴ نفر از مشتریان و سرمایه‌گذاران این بانک تهیه گردیده در جدول (۱) ارائه شده است. باتوجه به جدول معیارها که توسط سیستم خبره و طی عملیات میدانی و پرسشنامه‌ای آماده‌سازی گردیده است، ۹ معیار اصلی و مجموعاً ۲۰ زیرمعیار وابسته برای دخیل در ایجاد ریسک مالی و سرمایه در شعب منتخب بانک ملت در تهران شناسایی گردیده که این عوامل برای تهیه ماتریس‌های اولیه ی تصمیم جهت تعیین میزان تاثیرپذیری-تاثیرگذاری بکار گرفته شده است. این داده‌ها بعد از جمع‌آوری اطلاعات مجموعه داده ورودی در تحلیل تهیه می‌گردد. این مجموعه داده در مرحله بعدی توسط رویکردهای AHP و MLP بصورت تلفیقی مورد بررسی و طبقه‌بندی قرار می‌گیرد. در این راستا طی روش AHP، عوامل مشخص گردیده بصورت معیارها و زیرمعیارهای مبنا مورد تحلیل قرار گرفته و ضرایب تاثیر بصورت وزن-دار استخراج می‌شوند. این نتایج بعد از بازبینی و ارزیابی مدل بصورت ماتریس‌های وزن‌دار نهایی بر روابط (۶) و (۷) گزارش می‌گردد. در مدل AHP که A یک ماتریس مقایسه زوجی می‌باشد و به‌صورت رابطه (۶) خواهد بود. همچنین به‌کارگیری روش خبرگی در هر یک از سطرهای ماتریس مقایسات زوجی، ارزش S_k که خود یک تابع فضایی است به‌صورت رابطه (۷) محاسبه می‌گردد.

جدول ۱- تعاریف معیاری و زیرمعیاری بکار رفته در این مطالعه

ردیف	معیار اصلی	نماد	زیرمعیار مبنا	نماد	توصیف آلترناتیوی
۱	درآمد واقعی سرانه	C1	میزان بهره‌برداری از سود	M1	به مجموعه دارایی‌های و سرمایه‌های جذب شده توسط بانک که می‌تواند بصورت پیوسته به عنوان یک عامل محرک برای بانک اطلاق گردد.
			تاثیر مثبت سرمایه‌گذاری بانک	M2	
			مجموع دارایی‌های بانک	M3	

ردیف	معیار اصلی	نماد	زیرمعیار مبنا	نماد	توصیف آلترناتیوی
۲	ماهیت فیزیکی بانک	C2	تعداد و اندازه شعب	M4	به تمامی ماهیت‌های فیزیکی و کمی که امکان شمارش و توجه توسط مشتریان قابل شمارش می‌باشند، اطلاق می‌گردد. این عوامل بصورت چشمی و فاکتورهای تجربی قابل اندازه‌گیری است.
			تراکم مکانی شعب	M5	
۳	تورم	C3	کاهش سود بانکی	M6	به سیاست‌های کلان اقتصادی که سبب ایجاد افت شدید در توان مالی اجتماع و مشتریان بانک‌ها می‌گردد. این مسئله می‌تواند کیفیت زندگی اجتماعی را بشدت کاهش داده و سبب کاهش توان مالی مردم جامعه گردد.
			افزایش قیمت محصولات و کالاها	M7	
۴	ایجاد پول داغ	C4	عدم ثبات قیمت کالاها	M8	به مجموعه عواملی که سبب افزایش تراکم نقدینگی در جامعه گردیده و قدرت خرید اجتماعی را بصورت قابل توجهی کاهش می‌دهد.
			نوسانات شدید پولی و افت سرمایه	M9	
۵	سپرده‌گذاری مدت‌دار	C5	سپرده‌های کوتاه مدت	M10	به مجموعه خدمات بانکی که در جذب سرمایه-های خارجی و سپرده‌های مشتریان نقش داشته و می‌تواند بصورت مثبت در افزایش دارایی‌های بانک بکار گرفته شود.
			سپرده‌های بلندمدت	M11	
۶	جمعیت	C6	مشتریان و مراجعه کنندگان	M12	به نرخ جمعیت مراجعه کننده به بانک نسبت به کل جمعیت بهره‌مند از خدمات بانکی در کشور اطلاق می‌شود.
			تعداد پرسنل	M13	
			تعداد سرمایه‌گذاران	M14	
۷	شاخص نقدینگی	C7	نسبت عدم نقدینگی	M15	به تمامی شاخص‌هایی که بصورت پیوسته در ایجاد ریسک‌های مختلف بخصوص افزایش نقدینگی و پذیرش آن دارای اولویت توجه می-باشند، گفته می‌شود.
			حجم معاملات	M16	
۸	ریسک بازار	C8	شاخص نقدینگی بازار	M17	به تمامی فشارهای مالی و نوسانات پیرامون معاملات در بازار فروش یا خرید متوجه سرمایه-گذار گردیده و سبب ایجاد ریسک سرمایه می‌شود.
			نسبت قیمت به ارزش	M18	
۹	نوسانات قیمت	C9	نسبت قیمت به فروش	M19	تاثیرات تعاملی یا پیرامونی سرمایه در طی انجام معاملات که عموماً به دو گروه فاکتورهای داخلی و محیطی قابل تقسیم‌بندی می‌باشند.
			نوسانات قیمت دارایی پایه	M20	

منبع: یافته‌های پژوهشگر

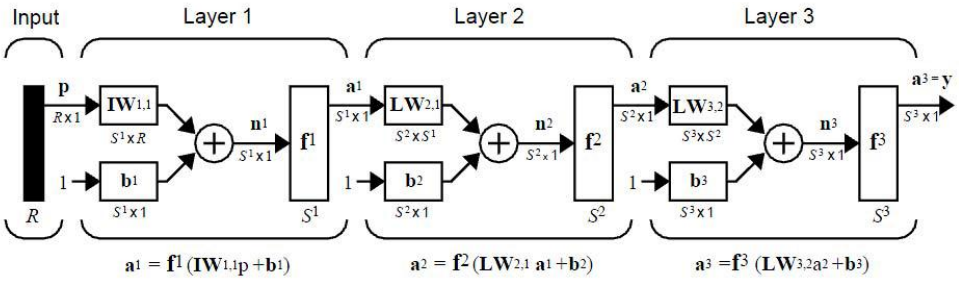
$$A=\begin{bmatrix} 1 & M_{12} & M_{13} & \cdots & M_{1n} \\ M_{21} & 1 & M_{23} & \cdots & M_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ M_{n1} & M_{n2} & M_{n3} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \qquad (۶)$$

$$S_k = \sum_{j=1}^{n} A \times \left[\sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} M_{ij} \right] \qquad (۷)$$

در این روابط M آلترناتیوهای مربوط به هر معیار تصمیم، i و j نشان‌دهنده گزینه‌ها و شاخص‌ها و A تابع آلترناتیوهای مبتنی بر AHP می‌باشد. در این روش، پس از محاسبه S_kها درجه ی بزرگی آن‌ها را نسبت به هم به دست آورد. به‌طورکلی هر معیار و زیرمعیار به‌صورت مفرد و مجموع دارای وزن و ضریب تأثیر می‌باشد که در ارزیابی‌ها برحسب میزان اهمیت و حساسیت آن می‌تواند ضرایب با وزن بالاتر به‌کاربرده شود. در این مرحله با کمک‌گیری از رابطه (۸) می‌توان وضعیت وزن‌دهی نسبی پارامتریک را در تهیه ماتریس تصمیم نهایی مدل AHP برآورد نمود. این ماتریس لایه‌های اطلاعاتی در مجموعه داده ورودی تحلیل در شبکه عصبی MLP وارد می‌شود. در مجموعه داده برآورد گردیده هرکدام از این معیارهای نهایی بهمراه ضریب تاثیر برآورد شده بصورت کلاس‌های ورودی به مدل هوشمند وارد می‌شوند و تاثیرات عاملی برپایه میزان عملکرد مدل باز آرایی و ضرایب نهایی تاثیر استخراج می‌شوند.

$$V_H = \sum_{1}^{n} W_k \cdot W_i(g_{ij}) \qquad (۸)$$

در این رابطه W_k مقدار میانگین وزنی گزینه‌های تصمیم‌گیری، W_i مقادیر متناظر میانگین وزنی معیارها، g_{ij} ماتریس معیارها نسبت به یکدیگر و V_H وزن نهایی هر گذینه می‌باشد. با این حال هنوز معیارها و الترناتیوهای ارزیابی بصورت کلاسیک بوده و موارد کیفی و شهودی را در برنگرفته است (زوپوندیس و دومپوس، ۲۰۱۷). در این مرحله اطلاعات بصورت پیوسته تدقیق گردیده و بصورت کلاس‌های ارزیابی وارد مدل MLP می‌شوند. ساختار مدل MLP بکار رفته شده در این مطالعه در شکل (۳) نشان داده شده است. همانطور که در این شکل مشاهده می‌گردد، سه لایه شامل لایه ورودی، لایه پردازش و لایه خروجی در مدل هوشمند تعریف گردیده تا بتواند کلاس‌های مورد بررسی را ارزیابی نماید و برپایه اولویت‌های برآورد شده طبقه‌بندی نماید. همچنین به منظور ارزیابی دقت یادگیری مدل از ماتریس درهم‌ریختگی[۲۹] بهره گرفته شده است که بتوان علاوه بر میزان دقت مدل، صحت و درستی مدل نیز سنجش گردد. همچنین با استفاده از ماتریس درهم‌ریختگی امکان برآورد فاکتور f1 و بازخوانی نیز موجود می‌باشد که نشانگر میزان هماهنگی و هارمونیک بودن داده‌ها می‌باشد.



شکل ۳- شمایی از فرآیند ارزیابی در مدل MLP

در حوزه هوش مصنوعی، ماتریس درهم‌ریختگی به ماتریسی گفته می‌شود که در آن عملکرد الگوریتم‌های مربوطه را نشان می‌دهند. این ماتریس برای سنجش عملکردی مدل‌های هوشمند مبتنی بر یادگیری نظارت شده می‌باشد که برای تعیین مقدار شاخص‌های ارزیابی مانند دقت[۳۰] و صحت[۳۱]، بازخوانی[۳۲] و فاکتور f1 است. اگرچه بیان مبانی و روابط مبنای این ماتریس در مجال این مطالعه نمی‌باشد؛ اما این مقادیر نماینده میزان توانمندی مدل برای برآورد الگوهای ارزیابی توسط تابع هدف خود می‌باشند. بطوری‌که هرچه مقدار این عوامل بر ۱ (یا ۱۰۰ ٪) نزدیک‌تر گردد نشان‌دهنده عملکرد مناسب‌تر و دقیق‌تر الگوریتم می‌باشند.

۴- یافته‌های تحقیق

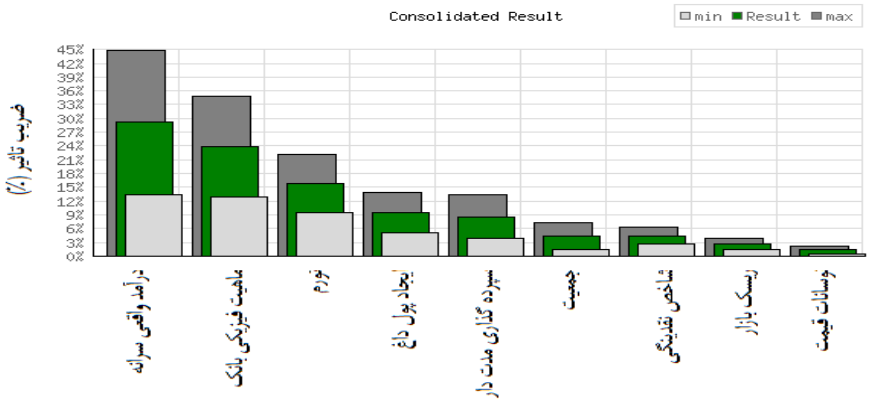
هدف از انجام این مطالعه، شناسایی عوامل موثر در ایجاد ریسک مالی و نقدینگی برای جذب یا عدم جذب سرمایه‌های بانک‌ها می‌باشد که بصورت موردی برای بانک ملت در استان تهران پیاده‌سازی گردیده است. بدین منظور سعی گردیده است تا با بکارگیری شبکه عصبی MLP و سیستم تحلیل بهینه سلسله مراتبی AHP، مدل محاسباتی هوشمند برای ارزیابی ریسک نقدینگی و سرمایه برای این بانک ارائه گردد. بدین منظور از مجموعه مراحل ارزیابی شامل گردآوری اطلاعات، تهیه مجموعه داده، تهیه مدل AHP و تهیه مدل هوشمند MLP بهره گرفته شده که بصورت آنالیز پوششی داده‌ها (EDA) پیاده‌سازی شده است. توالی مدل هوشمند ارائه شده (نتیجه هر مرحله ورودی مدل در مرحله بعدی است) سبب گردیده تا مدل بصورت پیوسته پالایش و تصحیح گردد. این مسئله بر روی افزایش دقت و کاهش خطاهای محاسباتی بسیار موثر بوده است. بعد از مرحله گردآوری داده‌ها که نتایج آن‌ها بصورت شاخص‌های ارزیابی در جدول (۱) ارائه شده است، مدل تصمیم AHP با در نظر گرفتن شاخص سازگاری مجاز (کمتر از ۰/۱) تهیه گردیده است. نتایج برآورد مدل فرآیندی و ماتریس-هایی نهایی تصمیم بهمراه اولویت‌های استخراج نهایی در جداول (۲) و (۳) ارائه گردیده است. همانطور که در این جداول مشاهده می‌گردد، ماتریس‌های تصمیم نهایی برآورد شده سازگار بوده و ضریب سازگاری برآورده شده برای معیارها و زیرمعیارها به ترتیب بصورت ۰/۰۹۲ و ۰/۰۹۳ می‌باشد که به ترتیب ۹/۲٪ و ۹/۳٪ قابل بیان

است. این مقادیر از حد آستانه سازگاری تعریف شده توسط شاخص سازگاری پایین‌تر بوده و در نتیجه ماتریس نهایی برآورد شده بصورت بهینه و سازگار می‌باشد. با تهیه ماتریس‌های تصمیم‌گیری نهایی، خصوصیات مدل فرآیندی قابل استخراج می‌باشد که می‌توان به ارزیابی تغییرات تاثیرپذیری، میزان اهمیت و اولویت ماتریس بهینه برای پارامترها و عوامل موثر و همچنین تغییرات پارامتریک المان‌های ماتریس تصمیم اشاره نمود. اشکال (۴) تا (۷) نتایج حاصل از تحلیل سلسله مراتبی را برای مدل تهیه شده نشان داده است.

جدول ۲- ضرایب تاثیر در ماتریس تصمیم نهایی برای مدل معیارها توسط AHP

معیارها	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
C1		–	–	–	–	–	–	–	–
C2	۱/۰۰		–	–	–	–	–	–	–
C3	۰/۲۵	۱/۰۰		–	–	–	–	–	–
C4	۰/۱۷	۰/۲۰	۰/۵۰		–	–	–	–	–
C5	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۵۰	۰/۵۰		–	–	–	–
C6	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۳۳	۰/۲۰		–	–	–
C7	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۱۷	۰/۲۵	۰/۲۵	۱/۰۰		–	–
C8	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۳۳	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۵۰		–
C9	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۲۵	
	تعداد مقایسات		۳۶	**ماهیت ماتریس**		سازگار	**ضریب ویژه ایگن**		۱۰/۰۶۲
	ضریب تاثیر دلتا		$۱/۰ \times ۱۰^{-۸}$	**نرخ سازگاری**		۰/۰۹۲	**ضریب برداری ایگن**		۷

منبع: یافته‌های پژوهشگر



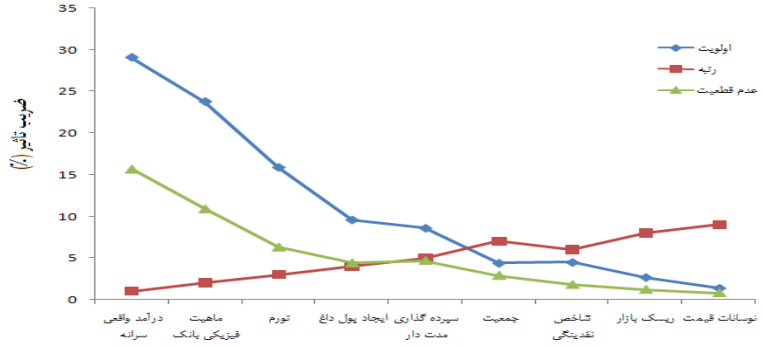
شکل ۴- ماتریس تصمیم نهایی برای مدل تحلیل فرآیندی و استخراج ضرایب تاثیر معیاری

(منبع: یافته‌های پژوهشگر)

جدول ۳- ضرایب تاثیر در ماتریس تصمیم نهایی برای مدل زیرمعیارها توسط AHP

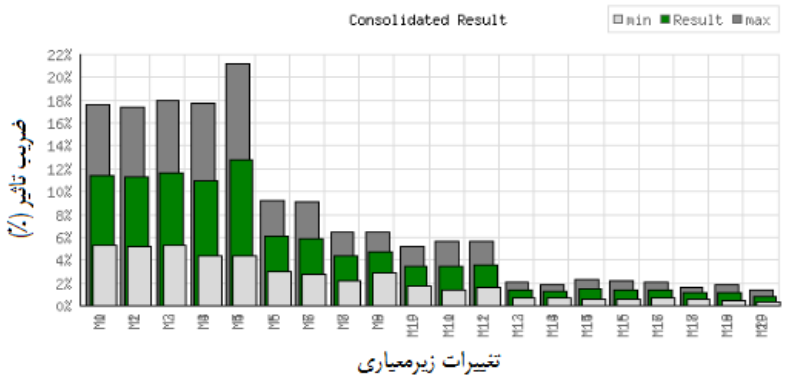
معیار	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20
M1	۱	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
M2	۱	۱	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
M3	۱	۱	۱	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
M4	۱	۱	۰/۵	۱	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
M5	۱	۱	۰/۵	۱	۱	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
M6	۰/۲	۰/۲	۰/۵	۰/۵	۰/۱	۱	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
M7	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۲	۰/۱	۱	۱	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
M8	۰/۲	۰/۱	۰/۳	۰/۱	۰/۱	۰/۳	۱	۱		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
M9	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۱	۱	۱	۱	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
M10	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۱	۰/۵	۱	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
M11	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۵	۰/۲	۰/۵	۰/۵	۱	۱	–	–	–	–	–	–	–	–	–
M12	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۱	۱	۱	–	–	–	–	–	–	–	–
M13	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۱	–	–	–	–	–	–	–
M14	۰/۲	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۱	۱	–	–	–	–	–	–
M15	۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۵	۱	۱	–	–	–	–	–
M16	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۳	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۱	۱	۰/۵	۱	–	–	–	–
M17	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۵	۰/۲	۱	۱	۱	۱	۱	–	–	–
M18	۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۳	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۲	۰/۵	۱	۰/۳	۰/۵	۰/۵	۱	–	–
M19	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۳	۰/۳	۰/۵	۱	۰/۵	۰/۵	۱	۱	–
M20	۰/۲	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۵	۰/۵	۰/۲	۰/۲	۰/۵	۰/۳	۰/۲	۱
	تعداد مقایسات						۱۹۰		ماهیت ماتریس				سازگار		ضریب ویژه ایگن				۲۲/۹۰۱	
	ضریب تاثیر دلتا						$۹/۳\times۱۰^{-۸}$		نرخ سازگاری				۰/۰۹۳		ضریب برداری ایگن				۷	

منبع: یافته‌های پژوهشگر



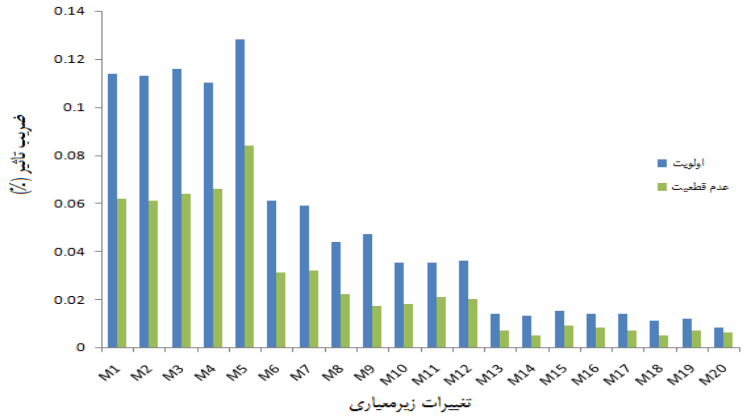
شکل ۵- تغییرات پارامتریک عوامل تاثیرگذار-تاثیرپذیر معیاری در مدل AHP

(منبع: یافته‌های پژوهشگر)



شکل ۶- ماتریس تصمیم نهایی برای مدل تحلیل فرآیندی و استخراج ضرایب تاثیر زیرمعیاری

(منبع: یافته‌های پژوهشگر)



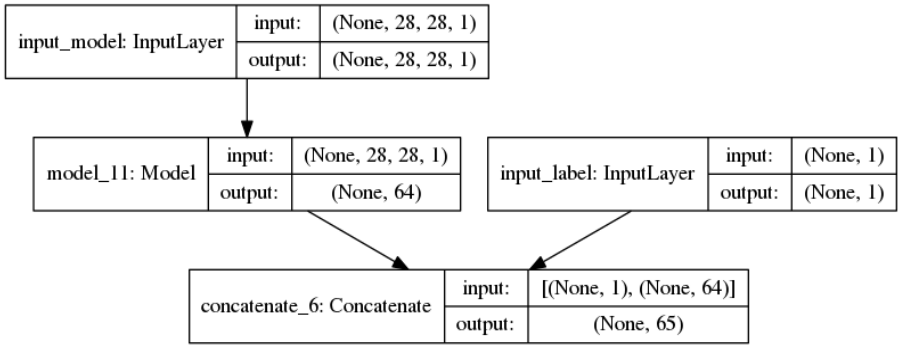
شکل ۷- تغییرات پارامتریک عوامل تاثیرگذار-تاثیرپذیر زیرمعیاری در مدل AHP

(منبع: یافته‌های پژوهشگر)

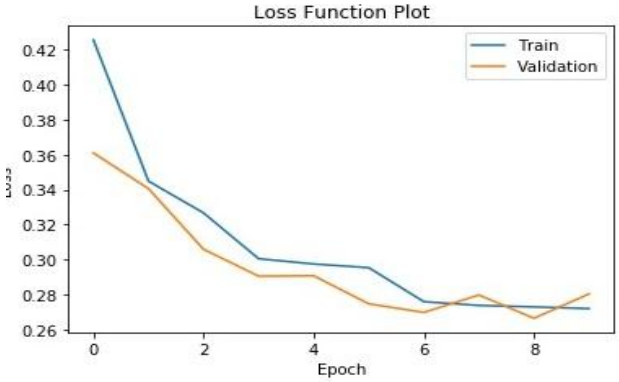
بعد از تهیه مدل AHP، اطلاعات آماده‌سازی شده وارد مدل MLP می‌گردد. بدین منظور شاخص‌ها به عنوان کلاس‌های ارزیابی در تحلیل وارد شده و مدل برپایه مجموعه داده برآورد شده توسط ماتریس‌های تصمیم نهایی اجرا می‌گردد. اشکال (۸) تا (۱۰) نتایج حاصل از ارزیابی را نشان داده است. همانطور که در شکل (۸) مشاهده می‌گردد، تابع هزینه یا خطای محاسبات برای مجموعه داده تهیه شده برآورد گردیده و خطایی کمتر از ۲۸/. را نمایش می‌دهد. این خطا مقدار کوچکی بوده و در تحلیل داده‌های میدانی مناسب شمرده می‌شود. از سوی دیگر ماتریس درهم ریختگی و همچنین ماتریس تصمیم نهایی تهیه شده توسط مدل هوشمند که در شکل (۹) نشان داده شده است؛ بیانگر دقت ارزیابی برآورد شده بالغ بر ۰/۹۱ برای تابع کل می‌باشد که دقت قابل توجهی است.

این مسئله نشان دهنده دقت بالای پیاده‌سازی و عملکرد خوب مدل ارائه شده است. در نهایت با تکیه بر نتایج شکل (۱۰) می‌توان بیان نمود که عوامل ریسک بازار و نوسانات قیمت به ترتیب بیشترین تاثیر و همچنین عوامل درآمد واقعی سرانه و ماهیت فیزیکی بانک دارای کمترین تاثیر در رخداد ریسک نقدینگی و مالی برای شعب مورد بررسی برآورد شده‌اند. از سوی دیگر با در نظر گرفتن میزان انحراف معیار محاسبه شده توسط مدل برای ارزیابی نوسانات اطلاعات ورودی می‌توان بیان نمود که عامل درآمد واقعی سرانه بیشترین عدم قطعیت در ارزیابی را داشته و همچنین عامل نوسانات کمترین عدم قطعیت در تحلیل ریسک نقدینگی را در شعب بانک ملت در تهران بهمراه دارد. این مسئله نشان می‌دهد که درآمد سرانه واقعی بیشترین تاثیر را از رخداد ریسک نقدینگی و ایجاد تورم داشته و بسیار حساس به این نوسانات تورمی بازار خواهد بود.

باتوجه به نتایج ارزیابی‌ها می‌توان بیان داشت که بکارگیری رویکردهای مبتنی بر هوش مصنوعی مانند شبکه عصبی MLP بخوبی توانسته است، نتایجی با دقت بالا و خطای بسیار کم (محدوده‌ای کمتر از ۰/۲۸) را فراهم نماید. در واقع این مدل خطا به عنوان تابع هزینه[۳۳] یا تابع زیان[۳۴] نیز معرفی می‌شود که در شکل (۹) شده است. تابع هزینه یا تابع زیان در علم بهینه‌سازی تابعی است که مقدار زیان را در یک پیشامد نشان می‌دهد که مشتمل بر تمامی تغییرات خطاهای محاسباتی برای هر مرحله یا تکرار در مدل پیاده‌سازی شده است. تابع هزینه همچنین در علم اقتصاد و حسابداری مالی، کنترل بهینه و مدیریت ریسک کاربرد دارد. بطوری‌که با کاهش میزان تابع هزینه میزان ریسک محاسباتی نیز کاسته می‌شود. بنابراین می‌توان بیان داشت که مدل ارائه شده در شکل (۹) بخوبی توانسته از میان عدم قطعیت‌های موجود، تابع هزینه دقیقی را براورد نماید. بدین صورت که میزان خطای محاسباتی برای مجموعه آموزشی و آزمایشی کاهش قابل توجهی از ۰/۴۲ تا کمتر از ۰/۲۸ داشته است. با نگرشی به اشکال (۱۰) و (۱۱) نیز می‌توان بیان داشت که دقت محاسباتی برآورد شده توسط معیارهای ارزیابی بالغ بر ۰/۹۱ یا ۹۱٪ برای کل ماتریس و بسته به معیارها از ۰/۸۶ تا ۰/۹۸ برآورد گردیده است که چنین دقتی و درستی بسیار بالا می‌باشد که این مقدار بیانگر دقت بالای محاسبات صورت گرفته است.



شکل ۸- فلوچارت روند پیاده‌سازی



شکل ۸- تغییرات تابع هزینه برای مدل پیشنهادی

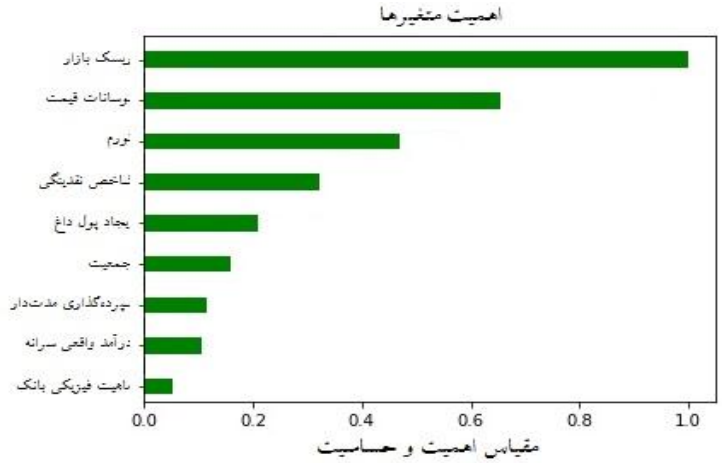
Confusion Matrix

```
[[ 958    0   11    4    1   11   12    3    7   13]
 [   0 1116    2    1    2    4    3   19    9    8]
 [   3    3  911   22    4    2    4   23    8    5]
 [   1    3   13  902    0   41    1    2   21   11]
 [   0    1   18    1  897   14   11   11    9   40]
 [   3    1    1   25    0  769   18    0   24    6]
 [   9    4   20    3   18   20  904    1   12    0]
 [   1    0   21   14    3    3    1  927   11   23]
 [   5    7   34   26    4   21    4    5  857    7]
 [   0    0    1   12   53    7    0   37   16  896]]
```

Classification Report

	precision	recall	f1-score	support
0	0.98	0.94	0.96	1020
1	0.98	0.96	0.97	1164
2	0.88	0.92	0.90	985
3	0.89	0.91	0.90	995
4	0.91	0.90	0.90	1002
5	0.86	0.91	0.88	847
6	0.94	0.91	0.93	991
7	0.90	0.92	0.91	1004
8	0.88	0.88	0.88	970
9	0.89	0.88	0.88	1022
accuracy			0.91	10000
macro avg	0.91	0.91	0.91	10000
weighted avg	0.91	0.91	0.91	10000

شکل ۹- ماتریس تصمیم نهایی و درهم‌ریختگی مدل برای عوامل ۹ گانه ارزیابی و تابع کل



شکل ۱۰- نتیجه برآورد اهمیت پارامتری متغیرهای ارزیابی توسط مدل MLP

۵- نتیجه‌گیری

استفاده از رویکردهای تصمیم‌گیری بهینه که به منظور شناسایی و ارزشیابی پارامتریک چندعاملی برای ارائه یک مدل کمی، هوشمند بهینه‌سازی شده برای تابع هدف مدتی است که در علوم مدیریت بازرایابی و علوم اقتصادی بصورت گسترده مورد استفاده قرار گرفته است. در این میان بکارگیری روش‌های تلفیقی مبتنی بر تکنیک‌های هوش مصنوعی به دلیل دقت و سرعت محاسبات بالا و همچنین امکان تحلیل مجموعه داده‌های بزرگ بسیار مورد توجه محققین و متخصصین حوزه مدیریت بازاریابی و علوم اقتصادی بوده است. بطوری‌که امروزه استفاده از این رویکردها جایگزین روش‌های سنتی و معمول گردیده است. شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) و بخصوص شبکه عصبی پرسپترون (MLP) در دهه‌های اخیر موفقیت‌های چشم‌گیری در توسعه و ارائه مدل‌های هوشمند در ارزیابی خدمات بازاریابی دیجیتال با رویکرد بررسی ریسک نقدینگی و مالی برای گردش و جذب سرمایه در بانک‌ها بدست آورده است. این مدل‌های مبتنی بر یادگیری نظارت شده ماشین توانایی شناسایی الگو و همچنین سنجش میزان اولویت و اهمیت پارامتریک عوامل موثر بر ایجاد ریسک مالی یا اعتباری را دارا می‌باشند. بدین منظور در این مطالعه از شبکه MLP برای توسعه و ارائه مدلی هوشمند و کمی برای سنجش ریسک نقدینگی بهره گرفته شده است. مطالعه حاضر به عنوان یک مطالعه کاربردی و موردی بر روی اطلاعات مالی و نقدینگی در شعب بانک ملت در تهران (مشتمل بر ۳۶ شعبه) مورد و جامعه نمونه‌ای شامل مجموعه تصادفی خوشه‌ای درنظرکاوی بعنوان یکی از خدمات بازاریابی دیجیتال از ۳۷۴ نفر از مشتریان و سرمایه‌گذاران پیاده‌سازی شده است. در این راستا مطالعه حاضر در سه مرحله اصلی بصورت ارزیابی شامل گردآوری اطلاعات، تهیه مدل‌های مراتبی و شبیه‌سازی برپایه تحلیل محاسباتی (هوش مصنوعی) آماده‌سازی گردیده است. در مرحله گردآوری اطلاعات از روش توصیفی-پیمایشی اقدام به تهیه داده‌ها و اطلاعات ورودی

بصورت مجموعه داده تحلیل گردیده است. در طی این مرحله با همکاری۵۰ تن از نیروهای خبره و بصورت پرسشنامه‌ای معیارهای ارزیابی به عنوان متغیرهای تحلیل بصورت ۹ معیار اصلی و مجموعاً ۲۰ زیرمعیار وابسته ی دخیل در ایجاد ریسک مالی و سرمایه در شعب بانک ملت در تهران شناسایی گردیده که این عوامل برای تهیه ماتریس‌های اولیه تصمیم جهت تعیین میزان ضرایب تاثیرپذیری-تاثیرگذاری بکار گرفته شده است. این داده‌ها بعد از جمع‌آوری اطلاعات مجموعه داده ورودی در تحلیل تهیه می‌گردد. این مجموعه داده در مرحله بعدی توسط رویکردهای AHP و MLP بصورت تلفیقی و آنالیز پوششی داده (EDA) مورد بررسی و طبقه‌بندی قرار می‌دهد. توالی مدل هوشمند ارائه شده (نتیجه هر مرحله ورودی مدل در مرحله بعدی است) سبب گردیده تا مدل بصورت پیوسته پالایش و تصحیح گردد. این مسئله بر روی افزایش دقت و کاهش خطاهای محاسباتی بسیار موثر بوده است. برپایه مدل AHP برآورد شده ماتریس‌های تصمیم نهایی سازگار بوده و ضریب سازگاری برآورده شده برای معیارها و زیرمعیارها به ترتیب بصورت ۰/۰۹۲ و ۰/۰۹۳ می‌باشند. . نتایج حاصل از این رویکرد ارزیابی بصورت مجموعه داده وزن‌دار وارد مدل MLP گردیده و معیارها به عنوان کلاس‌ها/متغیرها در تحلیل وارد شده‌اند. برپایه نتایج برآورد شده توسط مدل هوشمند مشخص گردیده که مدل با دقت ۰/۹۱ و با خطایی کمتر از ۰/۲۸ توانسته متغیرهای ارزیابی را طبقه‌بندی و رتبه‌بندی نماید. باتوجه به نتایج حاصل از مدل MLP می‌توان بیان داشت که میزان خطای محاسباتی برای مجموعه آموزشی و آزمایشی کاهش قابل توجهی از ۰/۴۲ تا کمتر از ۰/۲۸ داشته است. همچنین توجه به معیار دقت و درستی محاسباتی برآورد شده توسط معیارهای ارزیابی بالغ بر ۰/۹۱ یا ۹۱٪ برای کل ماتریس و بسته به معیارها از ۰/۸۶ تا ۰/۹۸ برآورد گردیده است که دارای چنین دقت و درستی بسیار بالایی می‌باشد که این مقدار بیانگر دقت بالای محاسبات صورت گرفته است. باتوجه به این نتایج عوامل ریسک بازار و نوسانات قیمت به ترتیب بیشترین تاثیر و همچنین عوامل درآمد واقعی سرانه و ماهیت فیزیکی بانک دارای کمترین تاثیر در رخداد ریسک نقدینگی و مالی برای شعب مورد بررسی برآورد شده‌اند. از سوی دیگر با در نظر گرفتن میزان انحراف معیار محاسبه شده توسط مدل برای ارزیابی نوسانات اطلاعات ورودی می‌توان بیان نمود که عامل درآمد واقعی سرانه بیشترین عدم قطعیت در ارزیابی را داشته و همچنین عامل نوسانات کمترین عدم قطعیت در تحلیل ریسک نقدینگی را در شعب بانک ملت در تهران به همراه دارد.

فهرست منابع

* Abolhassani, A., Hassani Moghadam, R. (2006). Investigating the types of risk and its management methods in the interest-free banking system of Iran. Islamic Economics, 30 (2): 145-172. [In Persian]
* Aggarwal C.C. (2018). Neural Networks and Deep Learning: A Textbook. Springer, 520 p.
* Ahmadi, A., Ahmadi Jashfaqani, H., Hastiani, A. (2016). The effect of credit risk on the performance of the banking system: An interbank study with Panel VAR approach. Financial Economics Quarterly, 10 (34): 131-152. [In Persian]
* Alaraj M., Abbod F. (2016). A New Hybrid Ensemble Credit Scoring Model Based on Classifiers Consensus System Approach. Expert Systems with Applications, 64: 36-55.

* Arabi, S.H., Shahjamali, M. (2019). Ranking of credit risk management tools in interest-free banking using AHP technique. Scientific Quarterly of Islamic Economics and Banking, 28 (3): 7-39. [In Persian]
* Bagheri N., Haghshenaskashani, F. (2019). Credit risk assessment of urban cooperatives using neural network method. Journal of Economics and Urban Management, 6(4): 17-33. [In Persian]
* Bidgoli, M., Taghavi, M., Ismailzadeh Moghari, A., Damankeside, M. (2018). Experimental test of the effect of business climate risk on the relationship between credit risk and financial performance in the Iranian banking industry. Financial Economics Quarterly, 13 (48): 1-35. [In Persian]
* Brunelli M. (2014). Introduction to the Analytic Hierarchy Process. Springer, 192 p.
* Cucinelli D., (2013). The Determinants of Bank Liquidity Risk within the Context of Euro Area. Interdisciplinary Journal of Research in Business, 2(10): 51-64.
* Ebrahimi M., Daryabar E. (2012). Credit risk management in the banking system - data envelopment analysis approach and Logistic regression and neural network. Investment Knowledge Quarterly, 1(2): 35-67. [In Persian]
* El Shahat A. (2014). Artificial Neural Network (ANN): Smart & Energy Systems Applications. Scholars' Press, 192 p.
* Eletter S.F., Yaseen S.G., Elrefae G.A. (2010). Neuro-based artificial intelligence model for loan decisions. American Journal of Economics and Business Administration, 2(1): 27-36.
* Eyüboğlu, K., Çelik, P. (2016).Financial Performance Evaluation of Turkish Energy Companies with Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Methods. Business and Economics Research Journal, 7(3): 21-38.
* Gunduz, M., Alfar, M. (2019). Integration of innovation through analytical hierarchy process (AHP) in project management and planning. Technological and Economic Development of Economy, 25: 258-276.
* Hacioglu, U., Dincer, H. (2015). A Comparative Performance Evaluation on Bipolar Risks in Emerging Capital Markets Using Fuzzy AHP-TOPSIS and VIKOR Approaches. Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics, 26(2): 118-129.
* Hassoun H.M. (2003). Fundamentals of Artificial Neural Networks. A Bradford Book, 540 p.
* Iqbal, Anjum,(2012), "Liquidity Risk Management : A Comparative Study between Conventional and Islamic Banks of Pakistan", Global Journal of Management and Business Research,Vol.12, Issue.5, 55-64.
* Ismailzadeh Moghari, A., Javanmardi, H. (2017). Designing a suitable model for liquidity management and risk forecasting in Bank Saderat Iran. Financial Economics Quarterly, 11 (39): 171-191. [In Persian]
* Khashei M., Torbat Sh. (2019). A Hybrid Intelligent Classification Model Based on Multilayer Perceptron Neural Networks and Fuzzy Regression for Credit Scoring. Computational Methods in Engineering, 37(2): 97-111. [In Persian]
* Koutanaei, F. N., Sajedi, H., Khanbabaei, M. (2015). A hybrid data mining model of feature selection algorithms and ensemble learning classifiers for credit scoring. Journal of Retailing and Consumer Services, 27, 11-23.
* Mahmoudi, Z., Kheirandish, M., Ahmadi, M. (2017). Identifying and ranking the factors affecting the credit risk of legal customers from the perspective of managers and experts of Bank Mellat in Bandar Abbas using the AHP model. Journal of Strategic Studies in Humanities and Islamic Sciences, 7 (1): 59-89. [In Persian]
* Mehrara, M., Mehranfar, M. (2013). Banking performance and macroeconomic factors in risk management. Economic Modeling Quarterly, 7 (1): 21-37. [In Persian]

* Moazeni, G. (2011). Comparison of growth and price stocks risk in Tehran Stock Exchange. Master Thesis, Faculty of Management and Accounting, University of Isfahan, Isfahan, Iran. [In Persian]
* Nazarpour, M., Rezaei, A. (2013). Credit risk management in Islamic banking with the approach of reviewing contracts and the payment pattern of facilities. Islamic Financial Research, 4: 123-156. [In Persian]
* Rahmani, G., Ismaili, A. (2010). Manage credit risk coverage using credit default swaps. Presented at the Third International Conference on the Development of the Financing System in Iran, Al-Zahra University, Tehran, Iran. [In Persian]
* Shou, H. (2018). Research on Measurement of China's Systemically Important Banks Based on AHP-Entropy Model. Advances in Social Science, Education and Humanities Research, 182: 618-621.
* Stojčić, M., Zavadskas, E.K., Pamučar, D., Stević, Ž. and Mardani, A. (2019), Application of MCDM Methods in Sustainability Engineering: A Literature Review 2008–2018, Symmetry, 11(3) 350.
* Sun, C. (2010). A performance evaluation model by integrating fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods. Expert Systems with Applications, 37: 7745-7754.
* Wang, S. (2019). Research on liquidity risk measurment method of financial block chain based on Sand box. In: 2019 International Conference on Smart Grid and Electrical Automation, doi: 10.1109/ICSGEA.2019.00111.
* Wu, W., Kou, G., Peng, Y., Ergu, D. (2012). Improved AHP-group decision making for investment strategy selection, Technological and Economic Development of Economy, 18(2): 299-316.
* Yadav, R., Ananad, S. (2020). Measuring the financial performance of MFIs in India using fuzzy logic AHP approach. Studies in Indian Place Names, 40(40): 2670-2678.
* Yu, A., Jia, Z., Zhang, W., Deng, K., Herrera, F. (2020). A Dynamic Credit Index System for TSMEs in China Using the Delphi and Analytic Hierarchy Process (AHP) Methods. Sustainability, 12: 1715.
* Zopounidis C., Doumpos M. (2002). Multi-criteria decision aid in financial decision making: methodologies and literature review. Journal of Multi-Criteria Decision Analysis, 11(4-5): 167-186.
* Zopounidis C., Doumpos M. (2017). Multiple Criteria Decision Making: Applications in Management and Engineering. Springer, 211 p.

یادداشت‌ها

[1] Cucinelli
[2] Iqbal
[3] Artificial Neural Networks
[4] Hassoun
[5] El Shahat
[6] Supervised learning
[7] Loss function
[8] Multilayer perceptron
[9] Feedforward Neural Network
[10] Aggarwal

[11] Analytical Hierarchy process
[12] Brunelli
[13] Experts
[14] Stojčić et al.
[15] Eletter et al.
[16] Sun
[17] Wu et al.
[18] Koutanaei et al.
[19] Hacioglu and Dincer
[20] Eyüboğlu and Çelik
[21] Alaraj and Abbod
[22] Shou
[23] Wang
[24] Block Chain
[25] Sand Box
[26] Yadav and Anand
[27] Yu et al.
[28] Big Data
[29] Confusion matrix
[30] Precision
[31] Accuracy
[32] Recall
[33] Cost function
[34] Loss function