



فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری
دوره ۱۱ / شماره ۲ (پیاپی ۴۲) / تابستان ۱۴۰۱
صفحه ۴۵۵ تا ۴۷۹

پیش بینی و بهینه سازی نقدینگی مورد نیاز خودپرداز شعب با استفاده از هوش مصنوعی

مهدی افشار رامندی

دانش آموخته دکتری حسابداری، گروه حسابداری، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران
mahdi.afshar61@gmail.com

فرزین رضایی

دانشیار و عضو هیات علمی، گروه حسابداری، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران (مسئول مکاتبات)
Farzin.rezaei@qiau.ac.ir

مهدی رضایی

استاد یار و عضو هیات علمی، دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران
Rezaei@QIAU.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۲۹

چکیده

هدف از این تحقیق پیش بینی و بهینه سازی وجه نقد مورد نیاز خودپرداز شعب بانک کشاورزی با توجه به اشتهای ریسک با استفاده از الگوریتم های هوش مصنوعی است. برای دستیابی به این هدف از اطلاعات مربوط به مانده و گردش دفاتر کل و سرفصل های خزانه و خودپرداز ۳۲ شعبه بانک کشاورزی مدیریت استان قزوین به مدت دو سال از تاریخ ۱۳۹۶/۱۱/۰۱ لغایت ۱۳۹۸/۱۲/۲۹ بصورت روزانه استفاده شده است. اطلاعات مذکور پس از استاندارد سازی برای پردازش با هوش مصنوعی و رگرسیون های خطی^۱، ستیفی^۲ و لاسو^۳ و الگوریتم های آنها جهت برآورد و بهینه سازی کمترین مقدار مربع خطای^۴ مدل با استفاده از زبان برنامه نویسی پایتون^۵ در نرم افزار ژوپیتر^۶ بکار گرفته شده است. یافته های تحقیق حاکی از وجود رابطه معنادار معکوس بین مانده نقد خودپرداز و اشتهای ریسک شعب و هزینه فرصت و همچنین ارتباط مثبت و معنادار بین مانده و گردش روزانه بدهکار و بستانکار سرفصل خودپرداز می باشد. در الگوریتم های هوش مصنوعی داده های که در ابتدا و پیش از این برای یادگیری پارامترهای مدل به ماشین داده شده بودند مجدداً به عنوان ارزیابی به مدل ها با پارامترها و ضرایب یادگرفته شده، داده می شوند با این تفاوت که این بار مدل ها مقدار متغیر وابسته را پیش بینی می نمایند. نتایج

¹ Linear Regression

² Ridge

³ Lasso

⁴ Mean Square Error

⁵ Python

⁶ Jupyter

بکارگیری الگوریتم‌های هوش مصنوعی در پیش‌بینی مبالغ مورد نیاز خودپرداز برای روزهای آینده با میانگین درست‌نمایی ۰/۹۵ می‌باشد که سطح خطای برآورد در محدوده قابل قبول می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: اشتباه‌های ریسک، بانک کشاورزی، بهینه‌سازی، مدیریت نقدینگی، هوش مصنوعی.

۱- مقدمه

در بیان شماره ۳ کمیته بازل^۱ ریسک نقدینگی^۲، ریسک اعتباری^۳، ریسک عملیاتی^۴ و ریسک بازار^۵ از جمله موارد عدم قطعیت در صنعت بانکداری است. کمیته مذکور سعی کرده است با ارائه و تدوین شاخص‌های ارزیابی عملکرد، تا حدودی این عدم قطعیت‌ها را کنترل نماید و همواره بانک‌ها را به مدیریت ریسک و بهبود عملکرد ترغیب نماید. همانگونه که بیان شد کاهش عدم قطعیت نیازمند اطلاعات مفید و همچنین تکنیک‌ها و روش‌های نوین برای تصمیم‌گیری در سطوح مختلف بانک است. در این میان رویکردهای نوین حسابداری نیز برای پاسخگویی به چالش‌های مربوط به مدیریت هزینه، مدیریت عملکرد، روش‌های اندازه‌گیری بهای تمام شده و ریسک با پیشرفت فن‌آوری و سایر علوم همسو و همگام گردیده‌اند. در صنعت بانکداری، ریسک بخش‌ها و واحدهای متفاوت از طرق مختلفی کنترل می‌شوند ولی روش‌های مذکور نمی‌توانند کلیه ریسک‌های موجود در بانک را پوشش دهند. ریسک حساب‌های تجاری معمولاً با ارزش در معرض ریسک^۶ کنترل می‌شوند ارزش در معرض خطر یا حداکثر خسارت احتمالی^۷ زبانی است که در سطح احتمال معین تعیین می‌شود. با توجه به این که ریسک بانک همواره چشم‌گیر و از نوع غیر خطی است در بیشتر موارد ریسک آنها در خارج از محدوده ارزش در معرض ریسک قرار می‌گیرد ضمن اینکه ارزش در معرض ریسک شامل ریسک‌های غیر مالی و شرکا نمی‌شود. در حوزه ریسک هیت ثبات مالی^۸ بعنوان یک نهاد بین‌المللی سعی در اشاعه دیدگاه نظارتی مبتنی بر حاکمیت ریسک^۹، فرهنگ ریسک^{۱۰} و اشتباه‌های ریسک^{۱۱} که تاثیر بسزایی بر نحوه مدیریت بانک‌ها خواهند داشت، نموده است. بانک‌ها برای آنکه بتوانند در بازارهای کنونی پیشرو باشند، باید در خصوص ریسک رویکردی یکپارچه اتخاذ کنند، به نحوی که بتوانند بر ارزش‌های به دست آمده از ارتقای حاکمیت ریسک سرمایه‌گذاری کنند. چنین رویکردی باید به‌طور متعادل بر ریسک‌های مالی و غیرمالی در کوتاه‌مدت و بلندمدت متمرکز شود، انتظارات قانونی و مدیریتی در حال ظهور را در نظر گیرد، نتایج ملموسی ایجاد

^۱ Basel committee

^۲ Liquidity risk

^۳ Credit risk

^۴ operational risk

^۵ Market Risk

^۶ Value at Risk (VaR)

^۷ Probable Maximum Loss (PML)

^۸ Financial Stability Board (FSB)

^۹ Risk Governance

^{۱۰} Risk culture

^{۱۱} Risk appetite

کند و بیشترین عایدی را در قبال هزینه‌های جذب شده به همراه داشته باشد. این رویکرد «حاکمیت ریسک ۲۰۲۰» نام‌گذاری شده است.

گزارش اشتباهی ریسک^۱، چارچوب اشتباهی ریسک^۲ و اشتباهی ریسک یا آستانه تحمل آن، به میزانی از ریسک پذیری گفته می‌شود که مدیریت ارشد برای دستیابی به اهداف استراتژیک سازمان آن را می‌پذیرد. آستانه ریسک پذیری سازمان برای ایجاد تعادل در بهره برداری از عدم قطعیت‌های محیطی و مواجهه با خطرات ناشی از آن معین می‌گردد. سازمان‌های مختلف حسب نوع کسب و کار، استراتژی‌ها و البته گرایش ذینفعان خود، از درجات مختلفی از اشتباهی ریسک برخوردارند.

تعیین حد مطلوب اشتباهی ریسک، شاید دشوارترین مرحله از فرایند مدیریت ریسک سازمانی باشد به گونه‌ای که برخی از محققان، اهمیت این قسمت را معادل با مجموع سایر حوزه‌های مدیریت ریسک سازمانی می‌دانند زیرا اشتباهی ریسک بر فرهنگ سازمانی موثر است و شیوه تصمیم‌گیری استراتژیک سازمان را شکل‌دهی می‌کند. انتظارات درخصوص چگونگی کارکرد چارچوب اشتباهی ریسک، در ارتباط مستقیم با چگونگی مدیریت کسب‌وکارها توسط موسسات مالی قرار دارد. در بالاترین سطح، چارچوب اشتباهی ریسک باید با طرح کسب‌وکار^۳ و استراتژی سازمان مطابقت داده شود. به عبارت دیگر، هنگام تدوین برنامه سالانه، هیات‌مدیره و مدیران باید سازگاری برنامه را با اشتباهی ریسک در نظر گیرند و لازم است که هرگونه تغییر در استراتژی، در تناظر با اشتباهی ریسک سنجیده شود. به علاوه در افق دید وسیع‌تر، چارچوبی از سنجه‌ها باید در سطح سازمان مورد توافق و تبادل قرار گیرد تا راهنمای تصمیمات روزانه سازمان باشد. همچنین، اشتباهی ریسک باید به صراحت، ریسک‌های غیرمالی از قبیل ریسک جریانات کسب‌وکار، تطبیق، فناوری اطلاعات و قانونی را در بر گیرد. تعیین اشتباهی ریسک در تخصیص منابع، تدوین استراتژی‌ها سازمان، صحنه‌گذاری استراتژی‌ها و تسهیل پاسخگویی مدیران میانی کاربرد دارد. روش‌های و مبانی تعیین اشتباهی ریسک عبارتند از: سطوح پاسخگویی، نقشه ریسک و تلورانس (نوسانات ریسک) می‌باشد.

مدیریت نقدینگی به معنی توانایی بانک برای ایفای تعهدات مالی خود در طول زمان است که در سطوح روزانه، هفتگی، ماهانه... و در شرایط بحرانی صورت می‌پذیرد. مدیریت نقدینگی نیازمند شناسایی عوامل ریسک که در صنعت بانکداری به دو طبقه: درونی (مانند: ریسک اقلام زیر خط ترازنامه، اتکای شدید به سپرده‌های کوتاه مدت، شکاف زمانی سررسید دارایی و بدهی، رشد سریع بانک‌ها فراتر از منابع سپرده‌ای و درآمدی و غیره...) و همچنین عوامل بیرونی (مانند: شوک‌های اقتصادی، عملکرد ضعیف اقتصادی، کاهش اعتماد سپرده‌گذاران، عوامل غیر اقتصادی و حساسیت سپرده‌گذاران به تحولات بازار و غیره...) و تغییرات ناشی از متغیرهای محیطی می‌باشد. مدیریت نقدینگی از اصلی‌ترین چالش‌های پیشروی سیستم بانکی است. از یک سو، نگهداری مقادیر ناکافی نقدینگی، بانک را با ریسک عدم ایفای تعهدات و حتی ورشکستگی مواجه می‌سازد و از سوی دیگر نگهداری وجه نقد مازاد نوع خاصی از

¹ Risk appetite statement

² The framework of appetite risk

³ Business Plan

تخصیص ناکارآمد است که باعث کاهش سودآوری بانک و سوددهی به سپرده‌گذاران می‌گردد. ریسک نقدینگی بعنوان شاخصی جهت کنترل و مدیریت نقدینگی در دسترس مدیران قرار گیرد.

یکی از راهکارهای پیشگیری و مدیریت نقدینگی، استفاده کارا از منابع موجود در سیستم بانکی است یکی از منابعی که کمتر مورد توجه پژوهشگران و مدیران قرار گرفته است وجوه نقد موجود در خزانه و خودپردازهای شعب است. از یکسو دلیل نگهداری وجوه نقد در شعب و خزانه، پاسخگویی به نیازهای نقدی مشتریان و همچنین مدیریت ریسک نقدینگی است. ریسک نقدینگی به مفهوم ناتوانی بانک در پرداخت دیون (سپرده‌ها) و یا عمل به تعهدات خود تعریف می‌شود و به نوبه خود می‌تواند بر ارزش برند و جایگاه بانک در میان مردم لطمه زده و حتی موجب ورشکستگی بانک‌ها گردد از سوی دیگر نگهداشت وجوه نقد همواره با مفهوم عدم کارایی و هزینه همراه بوده است به بیان ساده‌تر ننگه داشت وجوه نقد در شعب با سودآوری آنها رابطه معکوس و منفی دارد. در حقیقت هرچه میزان وجوه نقد موجود در شعب افزایش یابد سرمایه‌گذاری از محل سپرده‌های مردمی کاهش و در نتیجه بهره‌وری کاهش خواهد یافت و در نقطه مقابل هرچه میزان ننگه داشت وجوه نقد کاهش یابد به همان نسبت ریسک نقدینگی و بازده ناشی از سرمایه‌گذاری کاهش می‌یابد از این رو تعیین نقطه بهینه برای نگهداری وجوه نقد شعبه امری مهم و حیاتی است. اما تصمیم‌گیری در این خصوص نیازمند شناخت دقیق ریسک و ظرفیت ریسک بانک دارد شناخت استانه ریسک و حد ریسک به درک اشتباهی ریسک مدیران کمک می‌نماید. بر اساس بخشنامه‌های موجود شعب بانک کشاورزی مجاز به نگهداری وجوه نقد کمتر یا مساوی ۲٪ از مجموع منابع آزاد خود هستند این در حالی است که درصد مذکور به دلیل عدم پویایی و ایستا بودن در بیشتر مواقع نا کاراست. ضمن اینکه براساس دستورالعمل نافذ مانده خودپردازها با این استدلال که خودپردازها در طول شبانه روز فعالیت می‌نمایند و بطور مستمر از مانده آنها کاسته می‌شود و از این رو قابل اتکا نیستند، بعنوان وجوه نقد با مانده خزانه تجمیع نمی‌شوند. با توجه به این نکته، به دلیل عدم وجود حد مجاز، خودپردازها به محلی برای نگهداری وجوه بالاتر از سقف مجاز خزانه و ناکارایی در استفاده بهینه از منابع تبدیل شده‌اند.

برای حل مسائل بسیار پیچیده عصر حاضر مانند مفاهیم مرتبط با بهینه‌سازی و ریسک که اغلب غیر دقیق و همراه با عدم قطعیت است به سیستم‌های هوشمندی نیاز است که بتواند ترکیبی از دانش، تکنیک‌ها و روشها را از منابع مختلف بکار گیرد. همچنین انتظار می‌رود این سیستم‌ها همانند انسان دارای مهارت‌های همچون: استدلال کردن، انطباق با تغییرات، قدرت یادگیری و غیره... را برای بهبود عملکرد خود داشته باشند و بتوانند چگونگی تصمیم‌گیری و عملکرد خود را شرح دهند. هوش مصنوعی^۱ که گاهی نیز هوش ماشینی نامیده می‌شود، هوشی است که مربوط به ماشین و رایانه است؛ بر خلاف هوش طبیعی که متعلق به انسان و حیوان است. کتب مرجع اولیه‌ای که در مورد هوش مصنوعی نوشته شده‌اند (مانند کتاب هوش مصنوعی راسل و نورویگ) هوش مصنوعی را مطالعه‌ی عامل‌های هوشمند^۲ تعریف کرده‌اند. عامل هوشمند هر دستگاهی است که محیط پیرامون خود را درک می‌کند و تلاش می‌کند تا با بالاترین شانس به اهداف خود دست یابد. تعریف دیگری که می‌توان برای هوش مصنوعی ارائه کرد

¹ Artificial Intelligence

² intelligent agents

به این صورت است: هوش مصنوعی در حقیقت ماشین‌ها یا رایانه‌هایی هستند که سعی در تقلید اعمال شناخت انسان‌ها مانند یادگیری و حل مسئله دارند. هوشمندی مفهومی نسبی است و نمی‌توان محدوده صحیحی را برای تعریف از آن مشخص نمود. رفتاری که از نظر یک فرد هوشمند به نظر می‌رسد؛ ممکن است برای یک فرد دیگر این‌گونه به نظر نرسد. اما در مجموع خصوصیات زیر قابلیت‌های ضروری برای هوشمندی است: پاسخ به موقعیت‌های از قبل تعریف نشده با انعطاف بسیار بالا و بر اساس بانک دانش، معنا دادن به پیام‌های نادرست یا مبهم، درک تمایزها و شباهت‌ها، تجزیه و تحلیل اطلاعات و نتیجه‌گیری، توانمندی آموختن و یادگرفتن، برقراری ارتباط دوطرفه، را می‌توان برشمرد.

هوش مصنوعی در سطوح بالا به دو نوع وسیع به نام‌های «هوش مصنوعی محدود»² و هوش مصنوعی عمومی³ تقسیم می‌شود. چنین دسته‌بندی به درک بهتر مفاهیم و دستاوردهای هوش مصنوعی و روش توسعه‌ی آن‌ها کمک می‌کند. هوش مصنوعی محدود، به نام هوش مصنوعی ضعیف⁴ نیز شناخته می‌شود.

با فرض اینکه تعاریف بالا را از هوشمندی بپذیریم، موارد زیر فهرستی است از وظایفی که از یک سامانه هوشمند انتظار می‌رود و تقریباً اکثر دانشمندان هوش مصنوعی بر آن توافق نظر دارند: تولید گفتار، تشخیص و درک گفتار (پردازش زبان طبیعی انسان)، دست‌ورپذیری و قابلیت انجام اعمال فیزیکی در محیط طبیعی و مجازی، استنتاج و استدلال، تشخیص الگو و بازنمایی الگو برای پاسخ‌گویی به مسائل بر اساس دانش قبلی، شمایی گرافیکی یا فیزیکی جهت ابراز احساسات و عکس‌العمل‌های ظریف، سرعت عکس‌العمل بالا.

هوش مصنوعی یکی از روش‌های کنترل هوشمند است که با الهام از ساختار مغز و الگوبرداری از رفتار انسان برای پردازش داده‌ها و اطلاعات به منظور یادگیری و ایجاد دانش مورد استفاده قرار می‌گیرد. به بیان دیگر هوش مصنوعی روشی است که دانش ارتباط بین چند مجموعه داده را از طریق آموزش فراگرفته و برای استفاده در موارد مشابه ذخیر می‌نماید. کاربردهای هوش مصنوعی در سایر علوم بسیار گسترده است مانند: تشخیص الگو، ذخیره و بازبینی اطلاعات، تقریب توابع (رگرسیون خطی، تخمین و پیش‌بینی)، بهینه‌سازی و تعیین جواب با قیود متعدد، داده کاوی (استخراج دانش قابل استناد و جدید).

از یکسو، با گسترش صنعت و توسعه بانکداری خصوصی، رقابت در میان بانک‌ها افزایش چشم‌گیری داشته است. جذب منابع و سپرده‌ها با نرخ سود متفاوت، نخستین تلاش بانک‌ها برای افزایش سهم از بازار است و که تا حدود زیادی به سود حاصل از تسهیلات بانکی (مصارف) وابسته است به مفهوم ساده‌تر بانکها برای سودآوری بر تفاوت نرخ سود دریافتی و پرداختی تمرکز داشته‌اند و این درحالی است که ریسک اعتباری و درجه نقد شونگی دارایی‌ها چالش پیش روی بانک‌ها بوده و هست در گام بعدی بانک‌ها تمرکز خود را از درآمدها به هزینه‌ها معطوف نموده و سعی در کاهش بهای تمام شد پول از طریق مدیریت و کنترل آن نموده‌اند.

¹ cognitive

² Narrow AI

³ General AI

⁴ Weak AI

از سوی دیگر بانک مرکزی برای کنترل نقدینگی و اقتصاد کشور در این شرایط حساس سیاست انقباضی اختیار نموده و بانک‌ها را ملزم به تغییر در دارایی‌ها را کند و تبدیل آنها به دارایی‌های با قابلیت نقدشوندگی بیشتر و همچنین محدود ساختن بانک جهت استقراض و اضافه برداشت از بانک مرکزی، تعیین نرخ دستوری برای سود پرداختی و دریافتی از مشتریان، ممانعت از بنگاه داری و غیره ... نموده است. این الزامات توجه بانک‌ها را به منابع داخلی و مدیریت نقدینگی و کنترل آنها متمرکز نموده است و مباحث مربوط به مدیریت و ارزیابی عملکرد را امری ضروری مبدل ساخته است.

هدف اصلی مدیریت هزینه، شناخت، جمع‌آوری، اندازه‌گیری، طبقه‌بندی و گزارش اطلاعاتی است که ممکن است بر تصمیم‌گیران اثرگذار دارد. مدیریت هزینه نوین، پارادایم حسابداری جهت کمک به اتخاذ تصمیمات بهتر از طریق بکارگیری روش‌های نوین قیمت‌گذاری، بازاریابی و بطور کلی بهینه‌سازی^۱ فرایندهای زنجیره ارزش^۲ است. مدیران بانکها نیز مانند هر بنگاه اقتصادی دیگری، اصل منفعت و هزینه را در تصمیم‌گیری‌های خود لحاظ می‌نمایند از این رو برای افزایش سودآوری به مدیریت هزینه و مدیریت ریسک روی آورده‌اند. هزینه‌های بانکی به دو طبقه کلی تحت عناوین: بهره‌ای/ غیر بهره‌ای یا عملیاتی/ غیرعملیاتی تقسیم می‌شوند. بخش عمده بهای تمام شده پول مربوط به هزینه‌های بهره‌ای می‌باشد که بیانگر بهای پرداختی بابت تجهیز منابع است. به بیان دیگر بخش عمده‌ای از هزینه‌های سیستم بانکی در راستای تامین مالی منابع است. منابع به ۳ طبقه عمده شامل: الف) انواع سپرده‌های مردمی (مانند: سپرده‌های قرض الحسنه، کوتاه مدت و بلند مدت)، ب) استقراض از سیستم بانکی و ج) اضافه برداشت از بانک مرکزی تقسیم می‌شوند. در میان هزینه‌های بهره‌ای، اضافه برداشت از بانک مرکزی اثرگذارترین و بااهمیت‌ترین هزینه پرداختی در بخش منابع است و بطور متوسط دوبرابر هزینه‌های غیر بهره‌ای می‌باشد.

کمیته بازل در بیانیه شماره ۳ خود بانک‌ها را به مدیریت هزینه و ریسک تشویق می‌نماید در گزارشی از بانکداری اروپا ارائه می‌نماید رشد هزینه‌ها را بسیار سریعتر از رشد درآمدهای بانک‌ها اعلام و عامل این افزایش در هزینه‌ها را مواردی همچون: بحرانهای مالی سالهای اخیر و واکنش قانونگذاران به آنها، سرمایه‌گذاری‌های قابل توجه در فناوری‌های اطلاعات و هزینه‌های ناشی از دعاوی حقوقی عنوان می‌نماید. دلیل نگهداری وجه نقد، پاسخگویی به نیازهای نقدی مشتریان و همچنین مدیریت ریسک نقدینگی است. از این رو تعیین نقطه بهینه برای نگهداری وجه نقد شعب امری مهم و حیاتی است. اما تصمیم‌گیری در این خصوص به دلیل عدم بکارگیری اطلاعات مربوط و قابل اتکا و به موقع، کاری دشوار و تاحدودی به دلیل استفاده از تجارب فردی روسا و مسئولین مالی شعب، نادقیق است.

تصمیم‌گیری در خصوص وجه نقد مورد نیاز با توجه به قیودی همچون، جریان نقد مورد انتظار، انواع ریسک نقدینگی (توان نقدینگی^۳، توان واریز بدهی^۴، انعطاف‌پذیری^۵، تورش‌های رفتاری روسا و مسئولین مالی و

¹ Optimization

² Value Chain

³ Liquidity

⁴ Solvency

⁵ Financial Flexibility

همچنین عدم وجود اطلاعات و آگاهی از وضعیت سایر شعب و غیره.. کاری بسیار دشواری است که طبق روش مرسوم کنونی موجب افزایش بهای تمام شده پول و همچنین ناکارایی وجه نقد در شعب می گردد. از این رو هوش مصنوعی می تواند فرایند مدیریت وجه نقد ایستای کنونی را پویا نموده و هزینه فرصت را با تغییر در وزن ریسک نقد ینگی و مقدار مورد نیاز کنترل و مدیریت نماید بعنوان راهکاری جهت پاسخ به سوال اصلی تحقیق حاضر، آیا می توان با استفاده از هوش مصنوعی و با توجه به اشتهای ریسک شعب مقدار وجه نقد مورد نیاز برای خودپرداز را مدیریت و بهینه نمود؟

۲- پیشینه نظری پژوهش

استفاده از دستگاه های خودپرداز به دلیل استقبال گسترده از تراکنش های مالی الکترونیکی و دسترسی بهتر به خدمات مالی در بسیاری از کشورهای جهان رواج یافته است. از آنجایی که شبکه خودپردازها روز به روز متراکم تر می شود و کاربران با سرعت بیشتری به خدمات دسترسی می یابند موسسات مالی و بانک ها در خصوص مدیریت تعداد زیاد خودپردازها با چالش سرویس دهی و پول گذاری بهینه مواجه گشته اند. از یکسو پول گذاری بیش از حد خودپردازها منجر به افزایش هزینه نگهداری و هزینه فرصت بانک ها می شود و از سوی دیگر کسری نقدینگی موجب کاهش دفعات پرداخت نقدی و احتمال نارضایتی و کاهش ارزش سهام بانک می گردد. (بلیز اکینجی و همکاران، ۲۰۱۹)

هدف در مدیریت نقدینگی خودپرداز توسعه سیاست کنترل موجود آن ها به گونه ای که اتمام موجودی و هزینه پول و فرصت برای منابع ذخیره شده در دستگاه ها به حداقل ممکن برسد، است. بنابراین سیستم های پیش بینی دقیق تقاضا و سیاست پول گذاری مطلوب به وضوح اجزای اصلی این بهینه سازی هستند. پیشینه مربوط به مدل های پیش بینی بسیار غنی است و روش های که برای پیش بینی تقاضای نقدینگی خودپرداز استفاده می شود زیر مجموعه ای از پروژه های است که می توان در این زمینه انجام شود(بروکول و همکاران، ۲۰۰۲؛ تشوموی و داستاوفر، ۲۰۰۶؛ لوتکپول، ۲۰۰۵).

مسئله پیش بینی تقاضای نقدی دستگاه های خودپرداز پس از راه اندازی، در مسابقات تبیین شبکه های عصبی مصنوعی و هوش محاسباتی سال ۲۰۰۸ مورد بررسی گسترده قرار گرفت. هدف از طرح این مسئله پیش بینی تقاضای نقدی روزانه برای ۱۱۱ دستگاه خودپرداز یک بانک انگلیسی بود. داده های مسئله شامل برداشت روزانه پول نقد از دستگاه های خودپرداز در بازه زمانی ۲ سال با هدف پیش بینی تقاضای ۵۶ روز آینده بوده است (کرونا، ۲۰۰۸). اندروز و همکاران (۲۰۱۱) توانستند در بین شرکت کنندگان با استفاده از یادگیری ماشین رتبه اول را کسب نمایند. دو جز مهم رویکرد آنها شامل مدل میانگین گیری (ترکیبی از پیش بینی ها در مدل های متعدد) و مدل سازی فصلی است. کوپل و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از داده های مشابه و بکارگیری شبکه عصبی فازی خودکار (SOFNN) همچنین طائب و همکاران (۲۰۱۲) اثرات فصلی را بعنوان یک متغیر درونزا به ترکیب پیش بینی خود افزودند.

در حقیقت نقدینگی توانایی بانک برای ایفای تعهدات در زمان مقرر بدون تحمل زیان است و ریسک نقدینگی به مفهوم قرار گرفتن بانک در معرض شرایط نیاز اضطراری به نقدینگی می باشد که این نیاز می تواند ناشی از جریانات

غیر عادی و یا غیر منتظره باشد (اسکانیلا، ۲۰۱۶). عوامل ریسک نقدینگی در بانک‌ها را می‌توان، عدم تطابق زمانی دارایی‌ها و بدهی‌ها، رفتار مشتریان، نوسانات بازارهای مالی، نقدینگی و توان بازپرداخت بر شمرده. هر چند نقدینگی و توان بازپرداخت مفاهیم کاملاً وابسته‌ای هستند اما یکسان نیستند نقدینگی توانایی مقابله سریع و اقتصادی با خروج نقد است و توان بازپرداخت بدهی به توانایی بانک در پرداخت بدهی و ایفای سایر تعهدات در بلندمدت اشاره دارد.

نوآوری‌های مالی و پیچیدگی روزافزون ابزارهای مالی، رشد بازارهای مالی، جهانی شدن اقتصاد، گسترش اوراق بهادار دارایی، حرکت بانک‌ها به سوی تامین مالی از طریق جذب منابع ناپایدار^۱، تکامل ساختار سیستم‌های پرداخت و بازارهای سرمایه همگی تاثیر بسزائی در ماهیت و ویژگی‌های ریسک نقدینگی در صنعت بانکداری داشته‌اند. (اسکانیلا، ۲۰۱۶؛ توتینیو^۲، ۲۰۱۲، ۲۰۱۳؛ موتورا^۳، ۲۰۱۰، ۲۰۰۸، ۲۰۰۹؛ بسسیز^۴، ۲۰۰۹؛ ونتو^۵، ۲۰۰۵؛ اوناو^۶، ۲۰۰۴). کمیته بازل بر تغییر روش ایستای کنونی به سوی یک چشم‌انداز پویا در اندازگیری، نظارت و کنترل ریسک نقدینگی بانک‌ها تاکید نموده است. مدیران بانک برای محدود کردن وسعت و مدت شوک‌های نقدینگی ملزم به تنظیم و تصویب یک طرح جامع هستند طرحی قوی‌تر است که با شفافیت استراتژی‌های لازم برای تامین نیازهای ضروری نقدینگی را شناسایی، ارزیابی و راهبردهای جایگزین را ارائه نماید. این طرح شامل چارچوبی برای مدیریت نقدینگی، لیستی از منابع نقد در دسترس که در مواقع ضروری برای پاسخ به نگرانی‌ها و کنترل نقدینگی بکار گرفته شود (EBA^۷، ۲۰۰۸؛ تریویسان^۸، ۲۰۱۰).

اصول و مبانی مشتری‌مداری دیدگاه مدیران بنگاه‌های اقتصادی را بیش از پیش معطوف مشتریان و نیازهایشان نموده است. این مشتریان هستند که کیفیت، زمان و حتی قیمت محصولات و خدمات خود را به بنگاه‌های اقتصادی دیکته می‌کنند. برای بقا فعالیت در چنین شرایطی واحدهای اقتصادی ناگزیر به تغییر در رویه‌ها و تطبیق آن با محیط پیرامون خود هستند.

آشفته‌گی‌های مالی سال ۲۰۰۷ موجب توجه هر چه بیشتر مدیران و مقامات مالی بانک‌ها به ریسک نقدینگی گردید. (لاگانگا^۹ و تریویو^{۱۰}، سان، ۲۰۱۰؛ گوالاندري^{۱۰} و همکاران، ۲۰۱۰، ۲۰۰۹؛ کمیته بازل، ۲۰۱۰، ۲۰۰۹، ۲۰۰۸، ۲۰۰۶؛ لاگانگا، ۲۰۰۹). یکی از ویژگی‌های اقتصاد، وجود عدم قطعیت نسبت به رویدادهای آینده است و بانک‌ها به دلیل نوع فعالیت خود با عدم قطعیت بیشتری روبرو هستند. نگرش به ریسک در بانک‌ها به عنوان عاملی که باید از آن اجتناب نمود، منطقی نیست. در حقیقت تداوم فعالیت و سودآوری بدون پذیرش ریسک ممکن نیست. ریسک در بانک‌ها را می‌توان فرآیندی از شناخت، پذیرش و مخاطرات جهت دستیابی به اهداف دانست. کمیته بازل (۲۰۱۰)

¹ Volatile sources

² Totino

³ Mottura

⁴ Bessis

⁵ Vento

⁶ Onado

⁷ European Banking Authority

⁸ Trevisan

⁹ La Ganga

¹⁰ Gualandri

دلیل اصلی بحران مالی بانک ها را مدیریت ناصحیح و ناکارآمد ریسک نقدینگی بوده است. از این رو کمیته مذکور اصول و چارچوب مدیریت ریسک نقدینگی را تدوین نمود که به صورت خلاصه شامل: نظارت مدیران ارشد، شنا سایی تحمل ریسک، بکارگیری ابزارهای نقدینگی برای پیش بینی گردش نقد، تدوین برنامه جامع برای مواقع ضروری و نگهداری دارایی ها با قابلیت نقدشوندگی بالا می باشد.

طرح منابع احتمالی فرایندی برای ارزیابی منابع نقدی در دسترس در زمان نیاز و توانایی بانک ها در مواجهه با وقایع اقتصادی و مالی قابل پیش بینی و غیرقابل پیش بینی است. این طرح شامل منابع نقدینگی، محدودیت ها، نقش هر منبع در تامین اعتبار، ترتیب استفاده از منابع نقدینگی در صورت بروز وضعیت بحرانی را مشخص نماید. اجرای چارچوب و الزامات کمیته بازل در خصوص نقدینگی با چالش ها و تردیدهای با اهمیتی مواجه شده است از جمله این چالش ها می توان به تاثیرات مستقیم و غیر مستقیم فرایندهای مهم اقتصادی، عدم شناسایی اجزایی منحصر بفرد دارایی ها و بدهی ها در نسبت نقدینگی و نهایتاً تاثیر هزینه های تامین نقدینگی، رقابت در بازار سپرده گذاری و بحران های اعتباری و رشد اقتصادی را نام برد. (پونتیا و پوریتا^۱، ۲۰۰۹؛ رستی^۲، ۲۰۱۳؛ توتینو^۳، ۲۰۱۲؛ اسکانا^۴، ۲۰۱۶).

روش های تامین نقدینگی در سیستم بانکی از تنوع چندانی برخوردار نیستند و می توان آنها را به دو گروه عمده شامل تامین منابع داخلی و تامین منابع خارجی دسته بندی نمود. منابع داخلی شامل سپرده های مردمی، ذخایر و موجودی ها است و روش تامین مالی خارجی مربوط به استقراض از سایر بانک ها و همچنین اضافه برداشت از بانک مرکزی است. در هر حال انتظار می رود بانک ها سطح خاصی از ذخایر نقدی را جهت پاسخ به نیازهای احتمالی، حفظ نمایند. نگهداری این ذخایر ناشی از الزامات بانک مرکزی است که برابر درصدی از سپرده های بانکی و تسهیلات بوده و جزئیاتی را که بانکها مکلف به رعایت آن هستند را تعیین می نماید.

چارچوب مناسب برای راهنمایی بانک ها برای مدیریت نقدینگی بوسیله استانداردهای بین المللی به بهترین شیوه ارائه گردیده است و بانکها موظفند مطابق دستورالعمل ها و سیاست های، مدیریت نقدینگی خود را تدوین و اجرا نمایند. این سیاست ها باید ریسک نقدینگی را در سطح قابل قبول نگه داشته و مسئولیت های مدیران را برای تحقق اهداف نقدینگی به وضوح مشخص نماید.

برای برقراری توازن بهینه بین حداکثر مقدار نقدینگی (که صرف سرمایه گذاری برای رسیدن به بازده بالاتر می شود) و حداقل مقدار نقدینگی (که باید در دسترس باشد) مدل های مختلفی ارائه شده است. مدل های نقدینگی مطالعه شده عبارتند از: مدل دوره نگهداری^۳، مدل ویلیام بومول^۴، مدل میلر و اور^۵، مدل برانک^۶، مدل استون^۷، مدل وایت و نورمن^۸، مدل تقاضا برای پول بانک، مدل بیشینه کردن سود بانک با فرض نگهداری ذخایر و مقدار مشخص

¹ Punetta & Porretta

² Resti

³ Duration

⁴ Baumol

⁵ Miller-Orr

⁶ Brank

⁷ Stone

⁸ White and Norman

سرمایه، مدل مدیریت پول، چارچوبی برای تخصیص دارایی و در نهایت مدل برنامه ریزی آرمانی در بودجه بندی سرمایه‌ای.

در اغلب مدل‌های مذکور مفروضاتی مانند: عدم دریافت و پرداخت در دوره زمانی برآورد همانند مدل بامول، فرض نرمال بودن جریان خالص وجوه نقد، توزیع تصادفی برنولی متقارن در مدل میلر و اور، فرض وجود شرایط اطمینان کامل در مدل‌های برانک و مدل پیشینه کردن سود بانک با فرض نگهداری ذخایر و یا رویکرد حذف معاملات غیر ضروری در مدل استون و خروجی‌های اتفاقی براساس توزیع نرمال مدل وایت و نورمن اغلب با رویداد‌های واقعی مغایر و نامنتطبق است. هرچند پیشینه اندک تحقیقات در این خصوص در بانک‌ها و موسسات بیانگر موفقیت روش‌ها در تعیین مقدار بهینه نگهداری وجوه نقد بوده است اما همچنان شکاف بین وجه نقد مورد نیاز واقعی و ذخیره نگهداری شده همچنان لاینحل باقی مانده است. مدل‌های مذکور در مجموع درصد کاهش ریسک از طریق برآوردهای آماری نقدینگی با استفاده از داده‌های موجود و در برخی موارد شبیه‌سازی براساس رویدادهای گذشته هستند. در این میان نقش مدیران در تعیین سیاست‌ها و تصمیم‌گیری در خصوص مواجهه با ریسک‌ها نادیده گرفته شده است و تنها در برخی از متون به ریسک‌پذیر و یا ریسک‌گریز بودن مدیران اشاره‌ای گذرا و مختصر شده است. لذا بهینه‌سازی از طریق تعیین مقادیر نگهداری تحت تاثیر مستقیم تورش‌های رفتاری و فردی تصمیم‌گیرنده قرار دارد این همبستگی اثربخشی مدل‌ها را کاهش می‌دهد.

تحقیق حاضر برای مقابله با این همبستگی ضمن اندازه‌گیری اشتباهات ریسک‌شعب، با بکارگیری هوش مصنوعی برای تعیین حدود و مقدار بهینه نقدینگی مورد نیاز در بازه‌های زمانی آتی، اثرگذاری تورش‌های فردی را کمینه می‌نماید.

۳- پیشینه تجربی پژوهش

جلیلیان نگار، زنجیرچی سید محمود، ناصر صدرآبادی علیرضا (۱۳۹۹) به بررسی مدیریت ریسک نقدینگی و مشارکت مشتریان در تامین نقدینگی بانکی پرداخته‌اند. در پژوهش حاضر تلاش شد با هدف تامین نقدینگی بانکی به منظور کاهش ریسک نقدینگی در بانک تجارت، عوامل موثر بر تصمیم‌گیری مشتریان مبنی بر سپرده‌گذاری و دریافت تسهیلات بانکی، شناسایی شده و در فضای فازی شهودی اولویت بندی شوند. پژوهش از منظر هدف کاربردی و پژوهشی توصیفی و میدانی است. جامعه آماری شامل مدیران، معاونان و کارشناسان فعال در واحدهای مدیریتی بانک تجارت است. برای تحقق هدف ابتدا با روش تحلیل محتوا، عوامل موثر بر مشارکت مشتریان در تامین نقدینگی بانک، شناسایی و سپس با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند شاخصه، اولویت بندی شد. نتایج نشان داد که از میان عوامل موثر بر تصمیم سپرده‌گذاری مشتریان سود سپرده بانکی، شاخص جامعه، تجربه مشتری، سرعت و دقت در ارائه خدمات و برخورد کارکنان در اولویت‌های اول تا پنجم اهمیت قرار دارند. همچنین از میان عوامل موثر بر تصمیم دریافت تسهیلات، تعداد چک برگشتی، درآمد، سابقه، مالکیت و مبلغ قسط، از مهم‌ترین عوامل هستند.

منجذب محمدرضا، موسوی سیدابراهیم (۱۳۹۹) به ارائه الگوی بهینه منابع و مصارف بانکی با تاکید بر نقش مدیریت ریسک (رویکرد معیار جامع و روش تسلسلی حداقل کردن بدون محدودیت) پرداختند. در این تحقیق یک الگوی چند هدفه بهینه یابی منابع و مصارف بانکی با تاکید بر نقش مدیریت ریسک ارائه شد. الگوی ریاضی با دو هدف حداقل کردن هزینه جذب سپرده ها و حداکثرسازی سود کسب شده از تسهیلات با در نظر گرفتن ریسک تسهیلات اعطایی و جریمه تاخیر تادیه ارائه شد. سپس برای حل این الگو یکی از بانک های کشور مورد مطالعه قرار گرفت و از روش معیار جامع با مقدار توان ۲ در جهت حداقل سازی مجموع توان دوم انحرافات استفاده شد. در نهایت به دلیل غیرخطی بودن تابع هدف درجه دوم روش معیار جامع و محدب نبودن مساله از روش تسلسلی حداقل کردن بدون محدودیت برای یافتن نقطه بهینه استفاده کردیم. نتایج تحقیق حاکی از کارایی الگوی برنامه ریزی ریاضی ارائه شده جهت حل مساله غیرخطی درجه دو نامحذب بود.

رسول خوش بین، فرزین رضایی، محمد علی رستگارسرخه (۱۳۹۹) به بررسی مدیریت ریسک نقدینگی در عملیات بازار باز بین بانکی با معیار *GlueVaR* پرداختند. با توجه به رایج شدن اعطای اعتبار بین بانکی در قبال اخذ وثیقه در راستای شروع عملیات بازار باز (*OMO*) در ایران و ضرورت هرچه بیشتر مدیریت ریسک نقدینگی در بانکها، در این تحقیق برای مدیریت ریسک نقدینگی در سامانه های پرداخت بین بانکی، از جامعه آماری داده های روزانه سامانه های نوین پرداخت در صنعت بانکداری و نمونه آماری سری زمانی مجموع مانده های داده های روزانه سامانه های پرداخت یک بانک ایرانی از تاریخ ۹۴/۰۱/۰۱ تا تاریخ ۱۳۹۸/۰۵/۳۱ استفاده شده است و مانایی سری زمانی با آزمون های دیکی فولر و فیلیپس پرون بررسی شده است. سپس با توجه به ساختار داده ها و اینکه سری زمانی مجموع مانده های سامانه های پرداخت نرمال نبودند از معیار *GlueVaR* که برای رفع نواقص دو معیار *CVaR* و *VaR* معرفی شده و ترکیب خطی از آنهاست، استفاده شده است. بر این اساس، جدول اشتباهی ریسک نقدینگی با شش سناریو مختلف گزارش شده است تا بانکها بر مبنای آن بتوانند سپری از دارایی های نقد شونده را متناسب با نگرش خود، ذخیره نمایند. نتایج نشان می دهد به کارگیری معیار *GlueVaR* برای مدیریت ریسک نقدینگی، به دلیل به کارگیری دو سطح اطمینان مختلف و دو معیار ارزش در معرض خطر و ریزش مورد انتظار، از انعطاف لازم برای نگرش های متفاوت در مقابله با ریسک نقدینگی برخوردار است.

برادران حسن زاده رسول، حشمت نساء، صولتی خسروشاهی ابراهیم (۱۳۹۸) در تحقیقی به تعیین تاثیر سپر سرمایه برای بانک ها به عنوان عاملی نظارتی و کنترلی در ارتباط بین ریسک نقدینگی و ریسک پذیری بانک ها پرداخته است. در این پژوهش، تعداد هشت بانک برای دوره زمانی ۱۳۸۹-۱۳۹۵ مورد بررسی قرار گرفت. به منظور اندازه گیری معیار سپر سرمایه (حفاظتی و ضد چرخه ای)، از سپر سرمایه بانک ها (حفاظتی و ضد چرخه ای) به صورت متغیر شاخص با اندازه یک برای بانک های موجود در چارک بالا با میزان بالای سپر سرمایه و با اندازه صفر برای سایر بانک ها استفاده شده است؛ و برای اندازه گیری ریسک نقدینگی از سه معیار نسبت تسهیلات به سپرده، نسبت ترکیب سپرده، و نسبت سپرده به دارایی ها استفاده شده است. همچنین برای ریسک پذیری بانک از دو معیار دفتری و بازاری بانک مطابق پژوهش خان و همکاران (۲۰۱۶) استفاده شده است. نتایج پژوهش نشان می دهد متغیر تعاملی سپر سرمایه و ریسک نقدینگی با ریسک پذیری دفتری بانک ارتباط معنی دار و معکوس دارد.

ولی نتایج پژوهش در مورد همین تاثیر سپر سرمایه بر ارتباط ریسک نقدینگی و ریسک پذیری بازاری بانک تنها در مورد معیار کل سپرده ها به کل دارایی ها (معیار معکوس ریسک نقدینگی) تایید شد.

مهدی پدram و زهرا زواریان (۱۳۸۸) در تحقیقی به پیش بینی وضعیت جریان نقدینگی بان ها به منظور تعیین نیاز نقدینگی پرداختند. آنها با برآزش میانگین شرطی از مدل های *ARFIMA* و *ARMA* با در نظر گرفتن متغیرهای کلان اقتصادی و اثرات تقویمی مدلی را جهت پیش بینی نیاز نقدینگی بانک ارائه نمودند. آزمون عملی مدل بیانگر علیرغم پیش بینی یکماه بان که همچنان با کمبود منابع نقدینگی حاصل از وام دهی و سپرده گذاری مواجه هستند.

محمود فتوح ، ایوانا نعمت تو و سوئدی ون وینبرگن(۲۰۲۰) در مقاله ای با عنوان ریسک پذیری، رقابت و عدم اطمینان با تمرکز بررسی تاثیر اوراق قرضه قابل تبدیل بر اشتباهی ریسک بانک ها پرداخته اند. نتایج تحقیق حاکی از تاثیر مثبت و معنادار انتشار اوراق قرضه قابل تبدیل بر اشتباهی ریسک و ریسک پذیری بانک ها است. همچنین نتایج از تاثیر قابل توجه ارزش بازار نسبت به ارزش دفتری بر تصمیم گیری درخصوص انتشار اوراق قرضه قابل تبدیل دارد. با مد نظر قرار دادن این موضوع که ریسک همواره وجود دارد آنها دریافتند که انتظارات ریسکی سهامداران فعلی تاثیر قابل توجه ای بر ریسک دارایی ها دارد. عدم اطمینان ناشی از اقتصاد کلان، بسته به اینکه از کدام یک از رویکردهای ، ارزش بازار یا ارزش دفتری استفاده شود، تاثیر مهمی بر اشتباهی ریسک بانک ها دارد. با نگاه موشکافانه تر در می یابیم که اقدامات مبتنی بر ارزش بازار در شرایط با عدم اطمینان بیشتر تاثیر مثبت اوراق قرضه قابل تبدیل را افزایش می دهد.

میشل سدولین^۱ و موجد ایرول جنیویس (۲۰۲۱) در تحقیق تحت عنوان مروری بر چالش های پیش بینی نقدینگی در دستگاه خودپرداز اذعان داشتند که در دوران همه گیری کووید ۱۹ بانک ها بخش عمده ای از خدمات خود را به دستگاه های خودپرداز منتقل نموده اند و با افزایش میزان برداشت ،مشتریان را به استفاده از خدمات غیر حضوری ترغیب نموده اند. اما پیش بینی تقاضا برای جریان های نقدی این دستگاه ها به یک فرآیند چالش برانگیز و روز افزون مبدل شده است. زیرا مستقیما با پول نقد را هدف قرار داده است. پول گذاری کمتر از تقاضا می تواند موجب نارضایتی مشتری و ذخیره اضافی پول در خودپردازها موجب تحمیل هزینه های بیشتر نگهداری و هزینه فرصت می گردد. در این تحقیق مطالعات مربوط به پیش بینی تقاضای خودپرداز تحت روش های مانند ساختار داده ها، روش پیش بینی، مدل های جایگزین، افق پیش بینی و زمینه تحقیقات آتی طبقه بندی، مقایسه و مورد کاوش قرار گرفته اند.

یلیز اکینجی ، نیکولتا سربان و اکرم دومان (۲۰۱۹) در تحقیق تحت عنوان سیایت های بهینه پول گذاری خودپردازها در شرایط عدم قطعیت تقاضا، از اطلاعات برداشت ۹۸ دستگاه خودپرداز یک بانک ترکیه ای در شهر استانبول برای بهینه سازی نقدینگی مورد نیاز خودپردازها از روش برنامه ریزی خطی و سیاست پیش بینی فواصل بجای پیش بینی نقطه ای استفاده نموده اند. نتایج تحقیق علاوه بر بهینه سازی پول گذاری خود پرداز ها،حاکمی از کاهش چشمگیر هزینه های نگهدار و فرصت خودپرداز ها در مقایسه با سایر روش های رایج در این زمینه است.

¹ Michele Cedolin

یوسف دیب و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیق تحت عنوان بهینه سازی و مدیریت نوسانات نقدی از طریق فرآیندهای تصادفی، برای تعیین سطح بهینه پول نقد مورد نیاز شرکت ها از جریان های ورودی و خروجی و روند تصادفی استفاده نمودند. و با استفاده از معادلات دیفرانسیل توانستند طول دوره مطلوب برای سرمایه گذاری را تعیین بنمایند. همچنین با بکارگیری مدل های بهینه سازی احتمال موفقیت را با حداکثر مبلغ سرمایه گذاری افزایش دهند. در نهایت با استفاده از معادلات بهینه و برنامه نویسی پویا مدل های تحقیق را به اثبات برسانند. فرانسسکو سالاس (۲۰۱۸) در تحقیق خود تحت عنوان داده های تصادفی برای مدل های مدیریت وجه نقد به هنگام، با استفاده از روش های برنامه ریزس خطی و تصادفی اذعان داشتند که با داشتن یک نمونه کوچک از اطلاعات تصادفی تا حدودی می توان به مدل بهینه مطلوب دست یافت.

سید کرمی علیشاه و ایمران کهان (۲۰۱۸) در تحقیقی تحت عنوان عوامل موثر بر نقدینگی بانک های پاکستان بیان داشتند که بین نقدینگی و کفایت سرمایه، هزینه تامین مالی و اندازه بانک ارتباط معنادار وجود دارد و نسبت دارایی های نقد شونده بر کل دارایی ها و نسبت کل بدهی بر کل سپرده با یکدیگر در ارتباط هستند. همچنین نتایج بیانگر ارتباط ضعیف سودآوری و نقدینگی و ارتباط معکوس بین سپرده ها و نقدینگی در بانک های نمونه است.

مجید توانا و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیقی تحت عنوان شبکه های عصبی مصنوعی و مدل شبکه بیزین برای ارزیابی ریسک نقدینگی بانک ها، دو سیستم هوشمند شبکه های عصبی و بیزین مشتمل بر چندین الگو را پیاده سازی نمودند. ریسک نقدینگی یکی از تهدیدهای مالی پیش روی بانک ها است که ممکن است منجر به پیامدهای غیر قابل جبران برای بانک ها گردد. کنترل پدیده ای مانند ریسک نقدینگی نیازمند بکارگیری روش های اندازه گیری دقیق است ضمن اینکه ریسک نقدینگی بسیار پیچیده بوده و تعریف مناسب آن دشوار است. علاوه بر این مشکلات مربوط به تعریف عوامل تعیین کننده و پیش بینی آن در مدل اندازه گیری عملکرد بسیار مشکل است. برای حل این مساله ما از شبکه های عصبی و شبکه بیزین استفاده کرده ام. یاده سازی این دو روش هوشمند یک الگوی مناسب برای آزمون اعتبار سنجی مدل در اختیار ما قرار می دهد.

بتی و همکاران (۲۰۱۷) مسئله بهینه سازی نقدینگی خودپرداز را به عنوان یک برنامه ریسک تدوین کردند که به طور همزمان زمان بازدید و مقدار پول گذاری خودپرداز را بهینه می نماید. این رویکرد مشخص می نماید که برای توزیع پول نقد برای خودپرداز به کدام دستگاه در کدام مسیر باید مراجعه کرد. با این حال این تحقیقات با مدل پیش بینی تقاضای نقدی قابل قیاس نیستند. در این مدل ها فرض بر واقعی نبودن تقاضاها با این استدلال که تقاضای نقدی آینده در ابتدای دوره و در زمان برنامه ریزی هنوز مشخص نیست و ممکن است محقق نشود، است

باکر و همکاران (۲۰۱۳) برای پیش بینی تقاضای خودپردازها از برنامه نویسی برای سه مدل بهینه سازی خود استفاده می کنند زیرا پیش بینی تقاضا را بصورت نقطه ای می یابد با این حال، به منظور رفع عدم قطعیت در پیش بینی تقاضاها از بهینه سازی با استفاده از فواصل پیش بینی استفاده می کنند.

ام‌بورد و جوزا ای‌سانتوز (۲۰۱۲) در تحقیقی با عنوان نقدینگی بانک‌ها و هزینه نقدینگی برای شرکت‌ها اذعان داشتند بانک‌های که پس از بحران مالی از منابع بانک مرکزی و صندوق فدرال رزرو استفاده نموده‌اند هزینه‌های بالاتری را برای اعطای تسهیلات جدید از شرکت‌های مطالبه نموده‌اند. بطور خلاصه، بیشتر تحقیقات بر پیش‌بینی برداشت از دستگاه‌های خودپرداز تمرکز نموده‌اند. تحقیق در مورد مدیریت نقدینگی بسیار محدود است. تحقیقات مرتبط با بهینه‌سازی عرضه نقدینگی در یک طرح اختصاص تسهیلات نقدی است (استگوستون و همکاران، ۲۰۱۶). تحقیقات حاضر در مورد پیش‌بینی اجازه استقراض از دستگاه خودپرداز با ویژگی‌های مشابه را نمی‌دهد و سعی می‌کنند برداشت روزانه را پیش‌بینی کنند معقوله‌ای که معمولاً در میزان خطا بسیار بالاست.

علاوه بر این، تحقیقات نقاطی را پیش‌بینی می‌کنند که استفاده از آنها در تعیین مقدار مطلوب پول‌گذاری مجدد بسیار دشوار است. به منظور ارائه پیش‌بینی دقیق‌تر تقاضای نقدی، پیش‌بینی‌های تجمعی در سطوح هفتگی انجام می‌شود. به منظور افزایش قدرت پیش‌بینی ما مدل فعلی را پیشنهاد می‌نماییم که از الگوهای فصلی و چرخه‌ای از سری زمانی متعدد برگرفته از موقعیت نزدیک استفاده می‌نماید.

۴- روش شناسی پژوهش

تحقیق حاضر از منظر نتیجه‌کاربردی با فرآیند اجرای ترکیبی است قلمرو موضوعی تحقیق پیش‌بینی و بهینه‌سازی نقدینگی موردنیاز خودپرداز شعب با استفاده از هوش مصنوعی و قلمرو زمانی دوره دو ساله از ۱۳۹۶/۱۱/۰۱ لغایت ۱۳۹۸/۱۲/۲۹ می‌باشد قلمرو مکانی تحقیق شعب بانک کشاورزی مدیریت استان قزوین می‌باشد. نوع داده‌ها ترکیبی و روش گردآوری اسنادکاوی دفاتر روزنامه و کل شعب می‌باشد.

جامعه آماری تحقیق شامل ۳۲ شعبه بانک کشاورزی استان قزوین می‌باشد. که از شعب مذکور دو شعبه به دلیل زیان ده بودن در بازه زمانی تحقیق تعطیل گشته است لذا اطلاعات کامل آنها در دسترس نبوده و از جامعه آماری نمونه حذف شده است. داده‌های تحقیق از طریق دفتر کل شعب بصورت روزانه در قالب فایل اکسل جمع‌آوری گردیده است. و داده‌ها پس از استاندارد سازی جهت ادامه فرآیند به نرم افزار ژوپیتر انتقال داده شده است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در تحقیق حاضر با هدف پیش‌بینی نقدینگی مورد نیاز خودپرداز شعب از روش هوش مصنوعی جهت یافتن کمترین مقدار مربع خطا^۱ حاصل از بکارگیری رگرسیون‌های خطی، ستیغی و لاسو و الگوریتم‌های آنها استفاده شده است. فرآیند تجزیه و تحلیل به این نحوه است که پس از تفکیک، مرتب‌سازی و استانداردسازی، اطلاعات هر یک از شعب به نرم افزار ژوپیتر منتقل می‌شود و نرم افزار در مرحله نخست با استفاده از داده‌های موجود اقدام به یادگیری و طراحی الگوی مالی از طریق تبیین ضرایب برای هر شعبه می‌نماید. در مدل‌های رگرسیون

^۱ Mean Square Error (MSE)

تحقیق مقدار ضرایب^۱ (β) با استفاده از هایپر پارامیتر^۲ در یادگیری ماشین نظارت شده بصورت تصادفی و با روش آزمون و خطا برآورد گردیده است. در این روش ماشین با استفاده از الگوریتم های متفاوت در بازه های زمانی تعیین شد مقدار ضرایب متغیرها یعنی مقدار تاثیر متغیرها بر مبلغ پرداختی خودپرداز شعب را برای شناخت الگوی مالی هر شعبه تغییر می دهد و در مجموع برای هر شعبه با توجه به بازه های زمانی هفتگانه و سه روش رگرسیونی استفاده شده، ۲۱ الگو استخراج می نماید سپس باتوجه به ضرایب و بازه های زمانی، مقدار مربع خطا ها را برآورد می نماید و در نهایت کمترین مقدار مربع خطا برای هر شعبه را مشخص می نماید. در مرحله بعد ماشین به ساخت بازه های زمانی متوالی (برای مثال ۶ روزه) اقدام نموده و هر سه مدل رگرسیونی و الگوریتم های آن ها را برآورد نموده و مقادیر خطای آنها را ذخیره می نماید و از میان خطاهای محاسبه شده مقدار کمترین را بعنوان بهترین روش پیش بینی با درصد درستنمایی بالا ذخیره می نماید. این فرآیند برای بازه های زمانی (۳۰، ۲۵، ۲۰، ۱۸، ۱۴، ۱۰ و ۷) روزه برای هر شعبه برآورد می گردد و در پایان ماتریس ۸×۳ شامل سطر بازه زمانی و ستون الگوریتم ها را برای هر شعبه نمایش می دهد. در نهایت از ماتریس فوق بهترین الگوریتم با توجه به کمترین خطا یا به بیان دیگر با بالاترین درصد درستنمایی با بازه زمانی مطلوب مشخص می گردد.

متغیرهای تحقیق

در تحقیق حاضر برای یادگیری ماشین و همچنین آزمون درستنمایی برآوردها از متغیرها بشرح جدول ذیل استفاده شده است:

عنوان متغیر	نماد	نحوه محاسبه
مانده خزانه	X1	مستخرج از دفاتر کل شعب بصورت روزانه
مانده خودپرداز	X2	
گردش بدهکار خزانه	X3	
گردش بستانکار خزانه	X4	
گردش بدهکار خودپرداز	X5	
گردش بستانکار خودپرداز	X6	
اشتهای ریسک شعبه	RAP ³	با استفاده از مفهوم چی بی شف و نیم انحراف معیار از طریق فرمول زیر محاسبه گردیده است. $RAP = 1 - \frac{X5_{it} - X6_{it}}{2 \sum_{30}^1 \sigma_i}$ $X5_{it}$: مانده بدهکار خودپرداز شعبه اندر روز t $X6_{it}$: مانده بستانکار خودپرداز شعبه اندر روز t

¹ Coefficient

² Hyperparameter

³ Risk Appetite

عنوان متغیر	نماد	نحوه محاسبه
		$2 \sum_{i=1}^{30} \sigma_i$: دو نیم انحراف معیار ماهانه بستانکار شعبه
هزینه فرصت	OP ¹	$OP = \sum_{i=1}^{365} \frac{X2_{it} \times COM}{365}$ <p>$X2_{it}$: مازاد(مانده) خودپرداز شعبه i در زمان t COM^2: بهای تمام شده پول شعبه i در زمان t برای محاسبه هزینه فرصت پس از بکارگیری هوش مصنوعی از روش شبیه سازی ناپارامتریک و ارزش در معرض ریسک روزانه و آماره Z بشرح ذیل استفاده شده است: $Var = S.Z.\alpha.\sigma\sqrt{t}$ $Var: ارزش در معرض ریسک$ $S: ارزش دارایی$ $\alpha: سطح اطمینان$ $\sigma: انحراف معیار روزانه$ $T: دوره زمانی$ و Z از طریق رابطه ذیل محاسبه گردیده است: $Z = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma}$</p>

برآورد پارامترها در روش ستیغی

رگرسیون ستیغی، زمانی مناسب است که تعداد زیادی متغیر پیش بین با ضرایب غیر صفر و دارای توزیع نرمال وجود داشته باشد همچنین این مدل در مواقعی که تعداد متغیرها مدل زیاد باشند و یا هم خطی چندگانه شدید بین متغیرها وجود داشته باشد، می تواند بسیار مفید باشد. در این شرایط واریانس برآوردگرها متورم و به شکل قله (ستیغ) خود را نشان می دهد. یکی از معایب اصلی رگرسیون چندگانه خطی تعداد زیاد متغیرهای پیش بین که موجب بیش برآوردگی و یا بلعکس به دلیل تعداد کم متغیرها سبب کم برآوردگی می شود، است. از این رو برای مقابله با بیش و کم برآوردگی مدل باید راهکاری جهت تعیین مناسب برآوردگرها یافت که برآوردگرها ناریب و دارای واریانس کمتری نسبت به OLS باشند در این حالت رگرسیون ستیغی بنظر راهکار مناسبی است. (ویلیکاکس، ۲۰۱۹)

در روش رگرسیون خطی هدف کمینه سازی مجموع مربعات خطا است:

$$\text{argmin} ||y - \hat{y}||^2 = \text{argmin} \sum [y_i - (\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p)]^2 \quad (\text{رابطه ۱})$$

¹ Opportunity cost

² Cost Of Money

این هدف در شرایطی که تعداد متغیرهای پیش بین افزایش یابد و یا هم خطی چندگانه بین متغیرها وجود داشته باشد نتایج مدل مذکور ناصحیح برآورد می گردد. این عدم صحت ناشی از بیش برآوردی و افزونگی هم خطی است.

برای رفع این نقیصه از رگرسیون ستیغی استفاده می شود. مجموع مربعات خطای رگرسیون ستیغی عبارت است از:

$$\sum_{i=1}^N (y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^n X_{ij}\beta_j)^2 + \lambda \sum_i \beta_i^2 \quad \text{رابطه ۲}$$

در این معادله λ میزان جریمه است که به تعداد پارامترها برمیگردد. در رگرسیون خطی چندگانه λ برابر صفر است و هرچقدر مقدار جریمه بزرگتر باشد، مقدار انقباض بیشتری صورت می گیرد. منظور از argmin مقادیری از β است که تابع مورد نظر را کمینه می نماید. (مرونا، ۲۰۱۱). اصلی ترین ویژگی رگرسیون ستیغی آن است که مقدار جریمه ضریب را به سمت صفر می کشاند، اما هیچگاه صفر نمی شود، مگر زمانی که λ بسیار بزرگ باشد. (لاکمن، ارولو و ای ایند، ۲۰۱۴).

یکی از مشکلات اصلی رگرسیون ستیغی، تعیین λ است که می توان با ترسیم نمودار MSE برحسب λ و یا از طریق اعتباریابی متقابل میزان صحیح آنرا بدست آورد. این روش در درون خود شش الگوریتم شامل الگوریتم های (خودکار، تجزیه مقدار منفرد^۱، چولسکی^۲، ال اس کیوار^۳، اسپارس^۴، جی^۵، گرادیان میانگین تصادفی^۶ و سگا^۶) است. تفاوت این الگوریتم ها با یک دیگر در نحوه و روش محاسبه مجذور مربع خطا است.

رگرسیون لاسو (عملگر گزینش و انقباض کمترین قدر مطلق)

هدف از رگرسیون لاسو بهبود دقت پیش بینی مدل و امکان تفسیر مدل با ایجاد ریزگرد آیه های کوچک تری از متغیرهای کمکی با بیشترین تاثیر است. در این روش نحوه محاسبه مجموع مربعات خطا به صورت ذیل است:

$$\sum_{i=1}^N (y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^n X_{ij}\beta_j)^2 + \lambda \sum_j |\beta_j| \quad \text{رابطه ۳}$$

در این معادله λ پارامتر میزان سازی مدل است. اگر مقدارش برابر صفر باشد، مدل به OLS تبدیل خواهد شد با افزایش آن تعداد متغیرهای مستقل در مدل کاهش خواهد یافت.

¹ Singular Value Decomposition(SVD)

² cholesky

³ lsqr

⁴ sparse_cg

⁵ Stochastic Average Gradient (SAG)

⁶ saga

در مقایسه با روش ستیغی، هر دو روش مرتفع کننده مشکل هم خطی چندگانه هستند و برآوردهای آن‌ها فاقد بیش برآوردگی و یا کم برآوردگی است و تنها تفاوت میان این دو روش سرعت بیشتر روش ستیغی نسبت به روش لاسو است. (لیو و ژنگ، ۲۰۰۹). برای تعیین λ در هر دو روش، از راه‌های مختلف از جمله اعتبار یابی متقابل استفاده می‌شود همچنین شرط استاندارد بودن متغیرها در هر دو رگرسیون برقرار است. (حستی، تبشیرانی و وینرایت، ۲۰۱۵). این روش نیز دربرگیرنده دو نوع الگوریتم شامل: چرخشی و تصادفی است.

۵- پرسش اصلی تحقیق

ایا می‌توان با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی و با توجه به اشتباه‌های ریسک شعب مقدار وجه نقد مورد نیاز برای خودپرداز را مدیریت و بهینه نمود؟

۶- یافته‌های تحقیق

جدول شماره ۱ تنظیمات مرتبط با رگرسیون‌های سه تیغی و لاسو را نمایش می‌دهد. که در آن آلفا برابر است با ضریب جریمه، تول نشان دهنده مقدار جریمه، سلکشن و سولور بیانگر الگوریتم مورد استفاده در ماشین برای محاسبه خطا، مکس ایتر بیانگر حداکثر دفعات اقدام برای حل مسله، فیت اینترسپت عامل متوقف کننده عملیات برای پیشگیری از تسلسل و تولید محتوای نادرست است و پری کامپیوت به ماشین اجازه دسترسی به الگوریتم‌ها و ماتریس‌های از پیش تعیین شده را می‌دهد و در نهایت وارم استارت بیانگر اولویت ماشین در استفاده از روش بهینه مربوط به محاسبات قبلی است.

جدول ۱- تنظیمات الگوریتم لاسو و ستیغی

Algorithm setting			
Ridge		Lasso	
Alpha	0.003	Alpha	0.001
Max-iter	1000	Fit-intercept	False
Solver	Sparse-cg	Precompute	True
Tol	0.0001	Selection	Random
		Warm-start	True

جدول شماره ۲، نشان دهنده نمونه‌ای از ماتریس خطاهای محاسبه شده به سه روش سه تیغی، لاسو و خطی در بازه‌های زمانی ۳۰، ۲۵، ۲۰، ۱۸، ۱۴، ۱۰، ۸، ۷، ۶ روزه برای شعبه ۵۴۰۵ می‌باشد. پس از شناسایی الگوهای مالی هر شعبه و تعیین ضریب تاثیرگذاری هر پارامتر بر برآورد نقدینگی خودپرداز، ماشین داده‌های مربوطه را با روش‌های مختلف آزمون نموده و کمترین مقدار خطای هر روش برای هر بازه زمانی را در ماتریس قرار می‌دهد و در نهایت از طریق یافتن کمترین مقدار خطا از میان هشتاد خطای موجود روش بهینه و بازه زمانی مرتبط با هر شعبه را بر می‌گزیند. سپس پس از برآورد مقدار نقدینگی مورد نیاز روز آینده شعب مجدداً آنرا با داده‌های موجود

مقایسه و درصد درست‌نمای و یا به بیان دیگر درصد صحت برآورد را آزمون می نماید. دقت برآورد هر شعبه در ستون درست‌نمایی جدول شماره ۳ درج شده است. میانگین درست‌نمای ۰/۹۶ درصد است بدین معنی که برآوردهای ماشین از خطای بسیار پائین و دقت آماری قابل قبولی برخوردار هستند.

جدول ۲. نمونه ماتریس مجموع مربع خطای شعب

بازه زمانی	Linear-MSE	Lasso-MSE	Ridge-MSE
۶	۳۴/۵۳۳	۳۴/۶۹۴	۳۴/۲۴۰
۷	۳۴/۲۵۴	۳۴/۱۴۶	۳۳/۹۰۴
۸	۳۳/۹۶۴	۳۳/۸۴۹	۳۳/۷۱۰
۱۰	۳۳/۶۹۱	۳۳/۵۵۳	۳۳/۴۱۳
۱۴	۳۳/۱۸۴	۳۳/۰۱۶	۳۲/۸۵۵
۱۸	۳۲/۷۳۷	۳۲/۵۷۲	۳۲/۲۳۹
۲۰	۳۲/۷۰۸	۳۲/۴۶۹	۳۲/۲۰۱
۲۵	۳۲/۸۶۸	۳۲/۳۴۳	۳۲/۱۹۳
۳۰	۳۲/۹۰۴	۳۲/۱۳۸	۳۱/۹۳۵

جدول ۳. خلاصه نتایج هوش مصنوعی منبع یافته های محقق

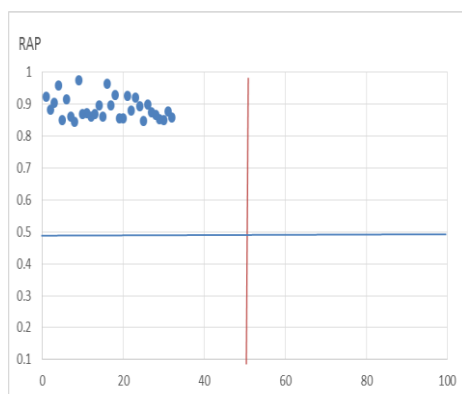
شعبه	الگوریتم بهینه	بازه زمانی بهینه	حد اقل MSE	احتمال درست‌نمایی	RAP قبل	هزینه فرصت قبل	RAP بهینه	هزینه فرصت بهینه
۵۴۰۵	<i>Lasso(alpha=0.001, fit_intercept=False, precompute=True, selection='random', warm_start=True)</i>	۳۰	۹۳۵/۳۱	۹۹/۰	۰/۰۴	۱۲۳	۰/۹۰	۷
۵۲۴۲		۳۰	۸۷۸/۳۴	۹۵/۰	۰/۱۸	۲۴۱	۰/۹۶	۷۱
۴۷۶۵		۳۰	۵۱۶/۳۵	۹۳/۰	۰/۰۴	۱۹۰	۰/۹۱	۱۷
۴۷۶۲		۳۰	۸۸۲/۳۵	۹۸/۰	۰/۰۳	۲۲۹	۰/۸۴	۳
۴۷۶۴		۲۵	۰۵۹/۳۲	۱	۰/۰۲	۲۲۰	۰/۸۶	۰/۱۴
۵۴۱۴		۳۰	۹۵۵/۳۱	۹۰/۰	۰/۰۲	۱۸۶	۰/۸۷	۸
۵۴۰۸		۳۰	۰۱۷/۳۵	۹۹/۰	۰/۰۱	۲۰۲	۰/۸۶	۵
۵۴۴۶		۳۰	۴۹۳/۳۶	۹۰/۰	۰/۰۲	۲۰۳	۰/۹۰	۰/۵۶
۵۴۴۷		۳۰	۲۷۴/۳۳	۹۷/۰	۰/۰۱	۲۴۰	۰/۸۶	۵۶
۴۷۴۴		۳۰	۲۹۷/۳۶	۹۴/۰	۰/۲۶	۲۴۰	۰/۹۶	۰/۴
۴۷۲۸		۲۵	۹۲۸/۳۴	۹۸/۰	۰/۰۴	۲۸۲	۰/۹۰	۲۸
۴۷۵۸		۳۰	۸۲۹/۳۷	۱	۰/۱۰	۲۴۲	۰/۹۳	۰
۴۷۵۶		۳۰	۰۱۸/۳۵	۹۷/۰	۰/۰۰	۲۲۶	۰/۸۵	۴۳

شعبه	الگوریتم بهینه	بازه زمانی بهینه	حد اقل MSE	احتمال درستی	RAP قبل	هزینه فرصت قبل	RAP بهینه	هزینه فرصت بهینه
۴۷۵۵		۳۰	۸۳۴/۳۰	۹۶/۰	۰/۰۸	۲۴۰	۰/۹۳	۱/۵
۴۷۵۴		۳۰	۶۴۳/۳۴	۹۷/۰	۰/۰۰	۲۲۷	۰/۸۸	۴۲
۴۷۲۹		۳۰	۲۱۴/۳۳	۹۵/۰	۰/۱۴	۲۷۲	۰/۹۲	۱/۹
۴۷۶۱		۳۰	۷۲۳/۳۵	۱	۰/۰۵	۲۰۹	۰/۸۹	۱/۴
۴۷۵۹		۳۰	۶۹۵/۳۵	۹۹/۰	۰/۰۳	۲۰۷	۰/۸۷	۰/۴۵
۴۷۵۰		۳۰	۸۴۱/۳۴	۹۹/۰	۰/۰۲	۲۵۴	۰/۸۵	۴۴
۴۷۴۸		۲۵	۳۳۴/۳۶	۹۷/۰	۰/۰۰	۲۳۰	۰/۸۶	۲/۳
۴۷۴۶		۲۵	۶۲۸/۳۰	۹۰/۰	۰/۱۸	۲۹۴	۰/۹۷	۵۱
۴۷۴۲		۳۰	۴۱۶/۳۳	۹۹/۰	۰/۰۰	۲۹۱	۰/۸۷	۷۷
۴۷۵۲		۳۰	۸۴۷/۳۱	۹۳/۰	۰/۰۲	۲۳۱	۰/۹۲	۰
۴۷۶۰		Linear Regression	۲۵	۳۰۱/۳۳	۱	۰/۰۳	۱۹۳	۰/۸۹
۴۷۴۱	۳۰		۶۹۱/۳۶	۹۶/۰	-	-	-	-
۴۷۴۵	Ridge(alpha=0.003, max_iter=1000, solver='sparse_cg', tol=0.0001)	۳۰	۱۰۱/۳۷	۹۱/۰	۰/۰۰	۱۹۷	۰/۸۸	۲۳
۴۸۴۹		۳۰	۱۶۳/۳۱	۹۱/۰	۰/۰۱	۱۳۳	۰/۸۵	۲۰
۵۴۱۶		۳۰	۸۲۰/۳۵	۹۷/۰	۰/۰۰	۱۸۰	۰/۸۷	۳۵
۵۴۱۷		۳۰	۶۰۱/۳۶	۱	-	-	-	-
۴۷۵۷		۲۰	۶۱۸/۳۲	۹۷/۰	۰/۰۲	۲۲۲	۰/۸۵	۱/۷
۴۷۴۰		۲۰	۶۷۳/۳۲	۹۲/۰	۰/۰۲	۲۳۸	۰/۸۵	۰
۴۷۵۱		۲۵	۴۰۵/۳۳	۹۷/۰	۰/۰۱	۱۹۷	۰/۸۸	۰

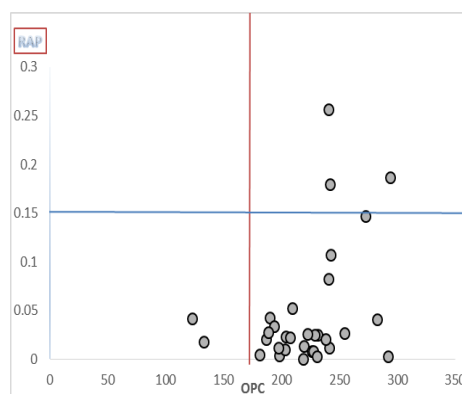
بررسی جدول شماره ۳، مبین این موضوع است که میانگین اشتهای ریسک شعب از ۰/۵ به ۰/۸۸۷ بعد از بهینه سازی افزایش یافته است. همچنین هزینه فرصت از میانگین ۲۲۰ میلیون ریال به ۱۸ میلیون ریال کاهش یافته است. بیشترین مقدار اشتهای ریسک قبل از بکارگیری هوش مصنوعی متعلق به شعبه ۴۷۴۴ با ۰/۲۶ می باشد و پس از بهینه سازی بیشترین مقدار مربوط به شعبه ۴۷۴۶ با مقدار ۰/۹۷ می باشد. بیشترین مقدار هزینه فرصت قبل از بهینه سازی متعلق به شعبه ۴۷۴۶ با مقدار ۲۹۴ میلیون ریال و کمترین مقدار مربوط به شعبه ۵۴۰۴ با مقدار ۱۲۳ میلیون ریال است. در خصوص هزینه فرصت با توجه به دقت ماشین در برآورد مبالغ مورد نیاز که از طریق منیم سازی مقادیر خطا می باشد، لذا پس از بهینه سازی، از روش شبیه سازی با بکارگیری ارزش در معرض خطر و آماره Z برای برآورد مقادیر مازاد نگهداری شده توسط شعب استفاده شده است. بدین صورت که نخست احتمال آماره Z بصورت روزانه برآورد و سپس در معادله ارزش در معرض خطر قرار داده شده است.

۱- نتیجه گیری و بحث

همانگونه که در نمودار پراکندگی اشتباهی ریسک شکل شماره ۱ مشاهده می شود اکثریت شعب در ناحیه چهارم و تعداد کمی در ناحیه اول نمودار با مختصات اشتباهی ریسک پائین و هزینه فرصت بالا قرار گرفته اند در نواحی (۴ و ۱) فوق که اغلب شعب به استثنای سه شعبه (۵۴۱۴، ۴۷۴۶ و ۵۴۴۶) که اشتباهی ریسک آنها در سطح ۱۰ درصد است مابقی شعب قبل از بهینه سازی با میانگین اشتباهی ریسک ۶ درصد که بیانگر عدم اشتباهی ریسک است در این چارک (۴) قرار دارند که این موضوع بیانگر عدم توجه مسئولین شعب به مفهوم ریسک نقدینگی و اشتباهی ریسک و همچنین عدم اهتمام برای کاهش بهای تمام شده پول و استفاده بهینه از نقدینگی موجود در شعب است. استفاده از تجربه فردی موجب تورش های رفتاری در مدیریت ریسک نقدینگی و تحمیل هزینه فرصت ناشی از عدم استفاده از موجودی نقد در شعب گردیده است. همچنین عدم وجود دستورالعمل یکپارچه برای تعیین کف و سقف پول گذاری خودپرداز ها در برخی از موارد موجب استفاده از صندوق خودپردازها برای پوشش ناکارایی و نگهداشت مبالغ مازاد از سقف مجاز خزانه شعب گردیده است.



شکل ۲. نمودار پراکندگی اشتباهی ریسک بعد از بهینه سازی



شکل ۱. نمودار پراکندگی اشتباهی ریسک قبل از بهینه سازی

جدول ۴. جدول طبقه بندی اشتباهی ریسک و چارچوب آن

بحران های مدیریتی	بسیار محتاطانه	نوسان صفر	بدون اشتها
بازنگری در بیانیه ریسک	محتاطانه	نوسان کم	اشتهای پائین
حفظ وضعیت موجود	محافظه کارانه	نوسان متوسط	اشتهای متوسط
گزینه تجاری	مطمئن	نوسان بالا	اشتهای بالا



هوش مصنوعی با شناسایی الگوی نقدینگی هر شعبه با استفاده از داده‌های گذشته، توانسته است مبالغ مورد نیاز هر خودپرداز را بصورت بهینه برآورد نماید. همانگونه که در نمودار پراکندگی اشتباهی ریسک بهینه شده توسط ماشین شکل شماره ۲ نمایش داده شده است. در اغلب تحقیقات با هدف پیش بینی نقدینگی مورد نیاز برای خودپرداز احتمال درستی پیش بینی بین ۸۵ الی ۹۰ درصد برآورد شده است اما در تحقیق حاضر هوش مصنوعی پس از برآورد نسبتاً دقیق بشرح ستون درستی جدول شماره ۳، توانسته است بطور میانگین ۱۰۰ درصد نقدینگی مورد نیاز روزهای آتی برای هر شعبه پیش بینی و ضمن افزایش اشتباهی ریسک با میانگین ۹۹ درصد، با توجه به الگوی نقدینگی با کاهش نگهداری مازاد، هزینه فرصت شعب را به حداقل ممکن هدایت نماید و محل استقرار شعب از نواحی اول و چهارم به ناحیه دوم با اشتباهی ریسک بالا و هزینه فرصت کم را فراهم نماید. شایان ذکر است که در برخی از تحقیقات مشابه کاهش هزینه پس از بهینه سازی کمتر از ۳۰ درصد گزارش شده است و در برخی از تحقیقات که فاصله پیش بینی را هفتگی در نظر گرفته اند این کاهش هزینه به ۶۵ درصد افزایش یافته است اما در تحقیق حاضر که مازاد از طریق آماره Z و بصورت شبیه سازی محاسبه گردیده است میزان کاهش هزینه بصورت میانگین ۸۵ درصد می باشد. اشتباهی ریسک بالا موجب بهبود کارایی و عملکرد شعب و کاهش هزینه تمام شده پول و افزایش بهره وری می گردد. اما باید به این نکته که اشتباهی ریسک بالا موجب افزایش نوسان ریسک می گردد نیز توجه نمود هر چند که ماشین یادگیری از داده‌های گذشته و استفاده از مفاهیم آماری مانند: ضریب تاثیر عوامل، میانگین، انحراف معیار و غیره قادر به برآورد میزان دقیق نقدینگی مورد نیاز دستگاه های خودپرداز است اما عدم ذخیره گیری ممکن است موجب کاهش کارایی و تاثیر سو بر برند و شهرت بانک گردد. همانگونه که در جدول شماره ۴ مشاهده می شود عدم توجه به اشتباهی ریسک یعنی فقدان اشتباهی ریسک، نوسانات ریسک را به سطح صفر می رساند و این امر موجب رویکرد بسیار محتاطانه نسبت به ریسک می گردد ذکر این نکته ضروری است که عدم نوسان در ریسک که همواره با مفهوم ریسک گریزی افراد همراه است بیانگر نبود یا عدم وجود ریسک نیست بلکه ریسک بخصوص در فرآیندهای مالی همواره وجود دارد و این نحوه برخورد افراد است که در این خصوص تمایز ایجاد می کند در نهایت با توجه به یافته‌های تحقیق عدم وجود دستورالعمل مدون در خصوص تعیین حدود سقف و کف و همچنین میزان پرداخت خودپردازها در شعب بانک کشاورزی موجب قرار گرفتن کلیه شعب در محدوده بدون اشتباهی ریسک گردیده است که این امر علاوه بر دامن زدن به بحران های مدیریتی و عدم توجه به اصل منفعت و هزینه موجب زیاندهی و افزایش هزینه و بهای تمام شده پول می گردد. لذا پیشنهاد می شود که ضمن تشریح مبانی اشتباهی ریسک و بهای تمام شده پول برای مسئولین شعب برای افزایش بهره وری و استفاده از حداکثر نقدینگی موجود، بعنوان راهکار جایگزین بخشنامه های سراسری فاقد انعطاف پذیری لازم و بدون توجه به الگوها و الگوریتم های ورودی و خروجی نقدینگی شعب با بهره گیری از هوش مصنوعی تصمیم گیری ها در خصوص نگهداشت نقدینگی را تسهیل و با برآوردهای دقیق ماشین بهینه نمایند. این امر نه تنها موجب افزایش بهره وری و سود شعب از محل استفاده حداکثری منابع می گردد بلکه مزایایی دیگری همچون کاهش ریسک نگهداشت وجه نقد خارج از سف پوشش بیمه ای، کاهش استهلاک دستگاه های خودپرداز و در نهایت کاهش حجم پایه پولی در ابعاد کلان را در پی خواهد داشت.

نتایج مربوط به پیش بینی و بهینه سازی نقدینگی و هزینه فرصت در تحقیق حاضر با تحقیقات اقا قلیزاده و همکاران (۱۳۹۹)، فیومن سیاهپوترا و هارتونو، ریکا روزنلی (۲۰۲۱)، جولیا گارسیا کابلو (۲۰۲۱)، یلیز اکینچی و همکاران (۲۰۱۹)، فرانچسکو سالاس (۲۰۱۹)، باکر و همکاران (۲۰۱۳)، ربرتو آرمینس و همکاران (۲۰۱۲)، دیژوناس و همکاران (۲۰۰۹)، سیدیک و رانکلر (۲۰۰۹) همسو است با توجه به این موضوع که در مقام قیاس هر یک از تحقیقات فوق با روش های گوناگون و بازه زمانی متفاوت به بهینه سازی نقدینگی مورد نیاز خودپرداز پرداخته اند. در بیشتر این تحقیقات پیش بینی ها بصورت هفتگی و تجمعی (بدین معنی که کل تقاضا برای دستگاه های موجود در یک شبکه) با این استدلال که به بیان اکینچی (۲۰۱۹) در بازه روزانه نوسانات شدیدتر و احتمال پیش بینی صحیح پائین تر است بر بازه های زمانی هفتگی، ماهانه و فصلی تمرکز نموده اند. اما نتایج این تحقیق مبین این موضوع است که استفاده ترکیبی از داده های دستگاه های مختلف موجود در شبکه و بهره گیری از الگوریتم های هوش مصنوعی می تواند در برآوردهای روزانه نتایج قابل استناد تر با میانگین ۹۹ درصد از درستنمایی را ارائه نماید. ضمن اینکه نتیجه تحقیقات می تواند حدنصاب پول گذاری و کارایی تامین و نگهداری خودپردازها را تا سطوح بسیار کارتر از وضعیت موجود ارتقا بخشد.

فهرست منابع

- * جلیلیان، نگار و زنجیرچی، سید محمود و ناصر صدرا بادی، علیرضا، ۱۳۹۹، مدیریت ریسک نقدینگی و مشارکت مشتریان در تأمین نقدینگی بانکی، دوفصلنامه کاوش های مدیریت بازرگانی، دوره: ۱۲، شماره: ۲۳، ص ۱۲۵-۱۴۶
- * موسوی، سیدابراهیم، منجذب، محمدرضا، (۱۳۹۹). مقاله پژوهشی: ارائه الگوی بهینه منابع و مصارف بانکی با تاکید بر نقش مدیریت ریسک (رویکرد معیار جامع و روش تسلسلی حداقل کردن بدون محدودیت). راهبرد مدیریت مالی، ۸(۲)، ۴۰-۲۳.
- * خوش بین، رسول، رضایی، فرزین، رستگارسرخه، محمد علی. (۱۳۹۹). مدیریت ریسک نقدینگی در عملیات بازار باز بین بانکی با معیار GlueVaR. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۱۱(۴۵)، ۲۲۲-۱۹۹.
- * برادران حسن زاده، رسول؛ حشمت، نساء. (۱۳۹۸). تاثیر سپر سرمایه بر ارتباط بین ریسک نقدینگی و ریسک پذیری بازاری و دفتری بانک ها، پژوهش های پولی بانکی، تابستان ۱۳۹۸، شماره ۴۰، ص ۱۹۷ تا ۲۲۲.
- * پدram، مهدی؛ شیرین بخش، شمس الله؛ زواریان، زهرا. (۱۳۸۸). پیش بینی جریان نقدینگی بانک به منظور تعیین شکاف نقدینگی، دانش مالی تحلیل اوراق بهادار (مطالعات مالی) پاییز ۱۳۸۷، ص ۱ تا ۳۸.
- * زواریان، زهرا (۱۳۸۸). بینی وضعیت جریان نقدینگی بانک به منظور تعیین نیاز نقدینگی پیش. تهران. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه الزهرا
- * Adao, Bernardino and Silva, Andre C., The Effect of Firm Cash Holdings on Monetary Policy (May 1, 2019). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2635727> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2635727>

- * Basel Committee on Banking Supervision (BCBS) (2008). Principles for sound liquidity risk management and supervision. September, No.144. Bank of International Settlements, available at <http://www.bis.org/publ/bcbs144.pdf>
- * Basel Committee on Banking Supervision (BCBS) (2010). Basel III: International Framework for Liquidity Risk Measurement, Standards and Monitoring. December, No.188. Bank for International Settlements, available at <http://www.bis.org/publ/bcbs188.pdf>.
- * Basel Committee on Banking Supervision (BCBS) (2011). Revisions to the Basel II Market Risk Framework. February, No.193. Bank for International Settlements, available at <http://www.bis.org/publ/bcbs193.pdf>.
- * Basel Committee on Banking Supervision (BCBS) (2012). Basel III Liquidity Standard and Strategy for Assessing Implementation of Standards Endorsed by Group of Governors and Heads of Supervision. Press releases, 8 January 2012. Bank for International Settlements, available at <http://www.bis.org/press/p120108.htm>
- * Basel Committee on Banking Supervision (BCBS) (2013), Basel III: The Liquidity Coverage Ratio and Liquidity Risk Monitoring Tools. January, No.238. Bank for International Settlements, available at <http://www.bis.org/publ/bcbs238.pdf>
- * Dlugosz, Jennifer and Gam, Yong Kyu and Gopalan, Radhakrishnan and Skrastins, Janis, Decision-Making Delegation in Banks (February 19, 2019). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3155683> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3155683>
- * 16-Francisco Salas-Molina, Fitting random cash management models to data, Computers and Operations Research (2018), doi:10.1016/j.cor.2018.04.007
- * Madjid Tavana , Amir-Reza Abtahi , Debora Di Caprio ,Maryam Poortarigh ; An Artificial Neural Network and Bayesian Network Model for Liquidity Risk Assessment in Banking, Neurocomputing (2017), doi:10.1016/j.neucom.2017.11.034
- * Olha M. BARTOSH; MANAGEMENT ACCOUNTING AS THE BASIS FOR EFFECTIVE SYSTEM OF BANKING MANAGEMENT, FINANCIAL SPACE,2014, № 1 (۱۳)
- * Patrick M. McGuire, BANK TIES AND BOND MARKET ACCESS: EVIDENCE ON INVESTMENT-CASH FLOW SENSITIVITY IN JAPAN, NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH,1050 Massachusetts Avenue,Cambridge, MA 02138, April 2003
- * Sound Practices for Managing Liquidity in Banking Organizations, Basel Committee on Banking Supervision,BIS, February 2000
- * Syed Quaid Ali Shah, , Muhammad Tahir, Imran Khan, Syed Sadaqat Ali Shah, Factors Affecting Liquidity of Banks: Empirical Evidence from the Banking Sector of Pakistan, Faculty of Management & Finance University of Colombo, June, 2018 ,Vol. 09, No. 01

Predicting and optimizing the liquidity required by branch ATMs using artificial intelligence

Mahdi Afshar ramandi

Accounting Ph.D student, Department of accounting, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran
mahdi.afshar61@gmail.com

Farzin Rezaei

Associate professor of QIAU, Department of accounting, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran
(Corresponding Author)
Farzin.rezaei@qiau.ac.ir

Mahdi Rezaei

Assistant Professor, Faculty of Computer and Information Technology Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran
Rezaei@QIAU.ac.ir

Abstract

Purpose of this corpus is too optimize and predict required cash for atm devices among KESHAVARZI bank branches with in QAZVIN Province, with artificial intelligence algorithm depending on risk appetite. To achieve this purpose 2 years of daily transaction belonging to KESHAVARZI BANK branches data has been used. Which data were indicating balance, financial daily book, treasury fund and transactions and ATM transactions. The procedure of cleaning, standardization was done before the data sent to linear regression algorithms, the algorithms used in this approach are linear regression, lasso regression and ridge regression. After calculating MSE error, algorithm chose the best model with less MSE error using python programming language Also Jupiter notebook has been used as IDE This research indicates that there are a reverse meaningful relationship between cash balance and risk appetite and opportunity cost. Also a straight meaningful relationship between daily cash flow and debt-credit (which has been provided by the bank and costumers). Features and data that has been used for training an AI model reevaluate again with a different values that has been also generated by AI in next step.

Results shows that using artificial intelligence can predict daily cash needs with 95% accuracy with an acceptable error.

Keyword: Risk Apptite, Bank Kshavarzi, Optimization, Cash management, Artificial intelligence

