

شناسایی و رتبه‌بندی فناوری های وام‌دهی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی


■ احمدرضا محمودی خالدي^۱

کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی گرایش تولید و

عملیات

■ محسن شفیعی نیک آبادی⁺*

عضو هیئت علمی گروه مدیریت صنعتی دانشگاه سمنان

10.22034/jtd.2025.2051071.1986 

چکیده

عصر حاضر، فین‌تک‌ها "فناوری مالی" به عنوان عناصر مهمی در صنعت مالی شناخته شده اند و فناوری‌های جدید وام‌دهی با سرعت در حال گسترش است. در این راستا، هدف از این پژوهش شناسایی و رتبه‌بندی فناوری‌های جدید وام‌دهی توسط فین‌تک‌ها است. ابتدا با توجه به ادبیات و تحقیقات موجود فناوری‌های نوظهور در حوزه وام‌دهی معیارها استخراج شده است و با تأیید خبرگان نهایی‌سازی شده است. سپس با روش دیمتال فازی ارتباط بین معیارهای سازمانی، فنی، اجرایی عملیاتی و اقتصادی مالی بررسی شد. پس از آن با روش تحلیل شبکه‌ای فازی وزن‌دهی معیارها انجام پذیرفت. تا در نهایت با دو روش رتبه‌بندی ساو فازی و تاپسیس فازی رتبه‌بندی شد که تماماً با در محیط برنامه اکسل انجام شده است. در آخر با در نظر گرفتن میانگین جواب هر دو روش ساو و تاپسیس نتیجه رتبه‌بندی براساس ۱۷ زیر معیار به این صورت شد که هوش مصنوعی، کلان داده، بلاکچین، سیستم‌های پرداخت الکترونیک و رایانش ابری به ترتیب رتبه‌های اول تا پنجم را کسب کردند. این تحقیق میتواند به بانک تجارت در حوزه وام‌دهی کمک کند تا در انتخاب و پیاده سازی فناوری مناسب برای بهبود عملکرد وام‌دهی بطور موثرتری عمل کند.

واژگان کلیدی: فیتتک، وام‌دهی، هوش مصنوعی، کلان داده، بلاکچین، رایانش ابری.

^۱ شماره نمابر: ... و آدرس پست الکترونیکی سازمانی: mailto:ahmadreza_mahmoodi77@semnan.ac.ir

* عهده دار مکاتبات

⁺ شماره نمابر: ... و آدرس پست الکترونیکی سازمانی: Shafiei@semnan.ac.ir

۱- مقدمه

صنعت مالی و بانکی در گذشته با مشکلات بسیاری مواجه بوده است که در دهه‌های اخیر، صنعت مالی و بانکی شاهد تغییرات شگرفی بوده است که ناشی از پیشرفت‌های فناوری و اضافه شدن این فناوری‌ها در صنعت مالی موجب ظهور فینتک‌ها یا "فناوری مالی" شده است. فینتک‌ها "فناوری مالی" با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، توانسته‌اند خدمات مالی را به شیوه‌های نوین، کارآمدتر و دسترس‌پذیرتر ارائه دهند (Gomber et al., 2018). فین‌تک اصطلاحی است که برای اشاره به نوآوری‌های فناوریک در عرصه مالی به کار می‌رود. این فناوری‌ها با هدف بهبود و خودکارسازی خدمات مالی، به کسب‌وکارها، مصرف‌کنندگان و شرکت‌ها کمک می‌کنند تا عملیات مالی خود را بهتر مدیریت و کنترل کنند. فین‌تک‌ها در حوزه‌ها و زمینه‌های مختلف مالی کاربرد دارند از این رو دارای زمینه گسترده کاری است که یکی از مهم‌ترین حوزه‌های فعالیت آن‌ها، خدمات تسهیلات و وام‌دهی است. وام‌دهی از گذشته تا کنون به شکل‌های مختلفی در موسسات مالی به مصرف‌کنندگان با مدل‌های مختلفی ارائه شده است فقط با یک نگاه اجمالی و یک مقایسه ساده قابل فهم است در کشور‌های پیشرفته و کشور‌های جهان سوم که فرآیند وام‌دهی تا چه اندازه با یکدیگر متفاوت بوده است. روند‌های فرسایشی که در امر وام‌دهی بایست طی شود و این روند‌ها بصورت دستی و سنتی با دخالت انسان شکل می‌گیرد یک روند و سیکل زمان بر با توقف‌هایی که در طول روند اتفاق می‌افتد درصد خطا بیشتر بوده است (Pallathadka et al., 2022). در زمینه‌های وام‌دهی مشکلات بسیار پایه‌ای وجود دارد چه برای موسسات و صنایع مالی و چه برای مشتریان در روند وام‌دهی سنتی از مراحل اولیه تا پایانی اساساً هزینه بر و زمان بر برای نهاد عامل و مشتری است مشکلاتی مانند اعتبارسنجی، تصدیق مدارک، تخمین ریسک نکول، نحوه احراز هویت، آرشيو و ذخیره داده‌ها، مشکلات در روند پرداخت و بایگانی اسناد و مدارک در سیستم‌های سنتی تماماً یک بسته کاملی از گلوگاه‌های موسسات مالی است. بعد از رواج فینتک‌ها در سراسر دنیا نحوه انجام خدمات در صنعت مالی دچار تحول و دگرگونی گسترده‌ای شد بطوری که با ورود و بهره از فناوری‌های نوین در این عرصه مخصوصاً در وام‌دهی شاهد ایجاد بستری مناسب که مشکلات سابق در آن به حداقل رسیده است را شاهد باشیم (برگ، ۲۰۲۰). بانک تجارت با مشکلاتی بنیادی همانند، روند‌های جدید مثل ظهور فناوری‌های جدید، افزایش انتظارات مشتریان بزرگ و کلیدی، افت منابع بانکی، بانکداری مبتنی بر

موبایل روبه‌رو است. ازدیگرچالش‌ها و مشکلات بانک تجارت میتوان به موارد ذیل اشاره کرد: مقاومت در برابر نوآوری، بزرگترین چالش تغییر نگرش کارمندان نسبت به نوآوری‌ها می‌باشد پذیرش نوآوری برای بقا ضروری است. رقابت با فین‌تک‌ها است که بانک تجارت با سرمایه‌گذاری در این حوزه، باید به دنبال خلق ارزش در اکوسیستم فناوری مالی باشد تا از سایر رقبا در این صنعت عقب نماند. مشکلات زیرساختی و امنیتی، در ایران و در بانک تجارت با چالش‌هایی مانند مشکلات زیرساختی، امنیت و تحریم‌ها مواجه است که می‌تواند بر فرآیندهای وام‌دهی تأثیرگذار باشد. بانک تجارت که به عنوان یکی از بانک‌های پیشرو در کشور نیازمند همگام‌سازی با این تحولات و بهره‌گیری از فناوری‌های جدید برای بهبود فرآیندهای وام‌دهی و رقابت با فین‌تک‌ها است. بی‌توجهی به این امر می‌تواند منجر به کاهش سهم بازار، کاهش رضایت مشتریان و عقب‌ماندن بانک از روندهای نوآورانه در صنعت مالی شود. از سوی دیگر، یک انتخاب صحیح و استراتژیک در پذیرش و پیاده‌سازی فناوری‌های نوین می‌تواند به افزایش کارایی، کاهش هزینه‌ها، و بهبود تجربه مشتری منجر گردد. (حسینی، ۱۳۹۶). (Nasir et al., 2020). ضرورت وجود اهمیت گسترش فینتک بدلیل وجود مسائل و مشکلات بانک‌های سنتی به خصوص در بانک‌های ایران، مانند وجود رسمیت بالا و بوروکراسی، ساختارهای سخت و پیچیده، هزینه عملیاتی، نبود نوآوری و خلاقیت در خدمات بانکی و برآورده نشدن انتظارات مشتریان، ارائه خدمات بانکی با هزینه و زمان بیشتر موضوعی بسیار با اهمیت در صنعت بانکداری بشمارمی‌آید (نجفی، ایراندوست، سلطان پناه و شیخ احمدی، ۱۳۹۸). علاوه بر این، بانک‌های ایران با چالش‌های عمیق‌تری نظیر ظهور فناوری‌های جدید، افزایش انتظارات مشتریان بزرگ، کاهش منابع بانکی و افزایش بانکداری مبتنی بر موبایل روبه‌رو هستند. به نظر می‌رسد استفاده از فناوری‌های نوین مالی مانند فین‌تک می‌تواند به حل این مشکلات کمک کند (حسینی، ۱۳۹۶). یکی از شاخه‌های مهم فین‌تک که به‌طور ویژه در فرآیند وام‌دهی تحول ایجاد کرده است، (لندتک) یا فناوری وام‌دهی است با وجود نوآوری‌هایی مانند محاسبات و رایانش ابری، هوش مصنوعی، بلاکچین، موسسات مالی سنتی در حال تغییر ابزار در صنعت مالی هستند (pazooki et al 2025). شرکت‌ها و موسساتی که خدمات وام‌دهی را به‌صورت دیجیتال و مبتنی بر فناوری ارائه می‌دهند، به عنوان وام‌دهندگان فین‌تک شناخته شده‌اند (Agrawal & Chua, 2020). فناوری‌های مورد استفاده در وام‌دهی شامل موارد ذیل است؛ پرداخت الکترونیک به‌عنوان یکی از فین‌تک‌های نسل دوم و نخستین فناوری نوین در این حوزه،

به‌طور ویژه مورد توجه قرار گرفته است. پرداخت الکترونیکی به معنای انتقال پول از طریق شبکه‌های الکترونیکی است (Lee & Shin, 2018). این شبکه‌ها در سیستم‌های مختلف پرداخت الکترونیکی نظیر پول نقد الکترونیکی، گواهی‌های اعتباری، کیف پول‌های دیجیتال، کارت‌های اعتباری و بانکداری آنلاین مورد استفاده قرار می‌گیرند. از طریق این سیستم‌ها، مشتریان می‌توانند در هر زمان و مکان، امور مالی خود را به‌صورت آنلاین مدیریت کنند. از جمله مزایای این روش پرداخت، می‌توان به کاهش موارد جرم و کلاهبرداری اشاره کرد که این مسئله به ایجاد امنیت بیشتر در تراکنش‌ها کمک می‌کند مشتریان در هر زمان یا مکان قادر خواهند بود امور شخصی مالی را بصورت آنلاین انجام دهند و همچنین مزایای آن در کاهش فعالیت مجرمانه و موارد کلاهبرداری است (Al-Qadi, 2018). بانکداری تلفن همراه و ابزارهای پرداخت مالی دیجیتال می‌توانند انعطاف پذیری اقتصادی و شیوه‌های پایدار فینتک را در محیط‌های تجاری رقابتی ایجاد کنند، (هیدای الرحمن و اسلامی، ۲۰۲۴). فناوری بلاک‌چین به عنوان دومین فناوری در حوزه فین‌تک، یکی از جدیدترین و پیشرفته‌ترین فناوری‌های مالی به شمار می‌آید که در سال‌های اخیر پیشرفت‌های چشمگیری داشته و ارتباط نزدیکی با بازارهای سرمایه و مؤسسات مالی پیدا کرده است (Panday & Yadav, 2022). یکی از کاربردهای مهم بلاک‌چین در بانکداری، رمزگذاری و اشتراک‌گذاری اطلاعات اعتباری مشتریان است. به‌عنوان مثال، زمانی که یک مشتری درخواست وام می‌دهد، وام‌دهنده می‌تواند اطلاعات اعتباری را مستقیماً از بلاک‌چین بازبازی کند، به‌جای آنکه به بانک مرکزی مراجعه کند و استعلام اطلاعات را از آنجا دریافت کند. این فرآیند نه‌تنها سرعت بیشتری به همراه دارد، بلکه صحت و دقت اطلاعات را نیز تضمین می‌کند. همچنین بانک‌ها می‌توانند از این فناوری برای تأیید و مدیریت وام‌ها و سیستم‌های مدیریت دارایی استفاده کنند (Wang et al., 2021). زیرساخت‌های تراکنش بلاک‌چین می‌توانند منابع وجوه و شیوه‌های پرداخت را تعیین کنند فناوری‌های بلاک‌چین و دفتر کل توزیع شده می‌توانند به پولشویی و شناسایی تراکنش‌های مالی غیرقانونی کمک کنند (Daugaard, 2024). سومین فناوری کلیدی در حوزه وام‌دهی، هوش مصنوعی است (Panday & Yadav, 2022). تأثیر هوش مصنوعی بر خدمات بانکی و مالی بسیار چشمگیر بوده است. استفاده از این فناوری منجر به تحولاتی گسترده در این حوزه‌ها شده و باعث شده است تا تمام فرایندهای مالی و بانکی، از جمله اعطای وام، به‌صورت دیجیتال و خودکار انجام شود. این فرآیند شامل مراحل اصلی اعطای وام، مدیریت پرداخت‌ها و همچنین تمامی مراحل پس از پرداخت وام است که با کمک هوش مصنوعی تسریع و بهبود یافته‌اند (Kumar et al.,

2021). مانند ابزارهای وام دهی مولد هوش مصنوعی و فین‌تک می‌توانند مدیریت ریسک فرآیند امتیازدهی اعتباری را بهینه کنند (Tigges, 2024). چهارمین فناوری مهم در زمینه وام‌دهی، رایانش ابری است. این فناوری به دلیل ارائه فرصت‌های مدیریت داده، کاهش هزینه‌های عملیاتی، افزایش چابکی، اتوماسیون خدمات و تمرکز بیشتر بر نیازهای مشتریان، مورد توجه قرار گرفته است (Hasan et al., 2020). از دیگر مزایای مهم رایانش ابری برای سازمان‌های مالی، چابکی در فرایندهای تجاری است. با استفاده از مدل‌های عملیاتی مبتنی بر ابر، مؤسسات مالی می‌توانند از چرخه‌های توسعه محصول سریع‌تر بهره‌مند شوند و به نیازهای مشتریان با سرعت بیشتری پاسخ دهند. این چابکی و انعطاف‌پذیری، به مؤسسات مالی اجازه می‌دهد تا به تغییرات بازار و نیازهای مشتریان با کارایی و انعطاف‌پذیری بیشتری پاسخ دهند (Jones & Martin, 2023). رایانش ابری و زیرساخت‌های ابری با تجزیه و تحلیل و محاسبات ابری برای ارزیابی اعتباری مشتری استفاده می‌شود که با تحلیل امتیازات اعتباری، درآمد و تاریخچه‌های پرداخت و سایر اطلاعات می‌تواند وام دهی مبتنی بر داده‌ها را در چند ثانیه اتخاذ کند این فناوری هر روز در حال رشد و پیشرفت است بطوریکه باتوجه به افزایش تصاعدی مشتریان و داده‌ها محاسبات و تحلیل‌ها همیشه پاسخگو است (Hemanth Kumar, 2025).

پنجمین فناوری مهم در حوزه وام‌دهی، تجزیه و تحلیل کلان داده است. در زمینه مالی مجموعه داده‌های متنوعی مانند داده‌های تراکنش‌ها، روند بازار، معیار عملکرد مالی که تجزیه و تحلیل این داده‌ها باعث اتخاذ تصمیمات درست در صنعت مالی می‌شود (pazooki et al 2025). الگوریتم‌های یادگیری ماشینی به پلتفرم‌های وام‌دهی غیر بانکی و بانک‌های دیجیتالی که به شرکت‌های کوچک و متوسط خدمات وام ارائه می‌کنند، کمک می‌کند تا اعتبار کسب‌وکارها را از راه دور ارزیابی کند. این فناوری با خودکارسازی فرایندها، می‌تواند بررسی‌های دقیق وام‌ها را تسریع کند و امکان ارزیابی سریع‌تری از درخواست‌های وام را فراهم آورد (Masika, 2019). تجزیه و تحلیل کلان داده همچنین این قابلیت را دارد که تاییدیه‌های اعتباری را به‌صورت خودکار انجام دهد و بهبوداتی در انطباق با مقررات نظارتی ایجاد کند. در دنیای امروز، بانک‌ها در مدیریت ریسک اعتباری و نگهداری از پایگاه‌های داده مالی خود با چالش‌هایی روبرو هستند. روش‌های مبتنی بر کلان داده به بانک‌ها کمک می‌کنند تا پایگاه‌های داده مالی را به شیوه‌ای مؤثرتر مدیریت کرده و گروه‌های مختلف ریسک را تقسیم‌بندی کنند (Chen, 2018). مجموعه داده بزرگ همیشه باید با تکنیک‌های کلان داده مدیریت شود تا برآوردگرهای سریع‌تر و بی‌کلان داده به بانک‌ها کمک می‌کند تا الزامات قانونی مرتبط با مدیریت ریسک اعتباری و ریسک یکپارچگی داده‌ها را بهتر

□ آشنا با فرآیندهای بانکی و دارای حداقل ۵ سال سابقه کاری در حوزه مربوطه بوده است.

در این پژوهش از متد قضایه هدفمند به عنوان یک روش نمونه‌گیری در تحقیقات کیفی و همچنین تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده شده است. هنگامی که هدف سنجش دیدگاه افرادی خیره باشد نخست ملاک‌هایی برای خبرگی تعیین شده است. سپس پژوهشگر براساس همین ملاک‌ها به شناسایی و برقراری ارتباط با خبرگان پرداخته است. مهم‌ترین نکته در این شیوه از نمونه‌گیری تعریف درست ملاک‌های خبرگی است. معمولاً از تحصیلات و سابقه کاری به عنوان ملاک‌های خبرگی استفاده شده است (سرمد و همکاران، ۱۴۰۲)، حجم جامعه آماری ۱۲ نفر از مدیران و کارشناسان اداره برنامه‌ریزی راهبردی و مدیریت تحول بانک تجارت جهت حصول نتایج استفاده شده است. در پژوهش حاضر ابتدا با مطالعات کتابخانه‌ای منجر به تشخیص فناوری‌های وام‌دهی و معیارهای ارزیابی فناوری‌ها شد، سپس با تأیید خبرگان معیارهای اصلی جهت رتبه‌بندی فناوری‌های وام‌دهی شناسایی و پایش شدند. درگام بعد با استفاده از روش دیمتل فازی ارتباط بین معیارها مشخص شد و سپس با روش ANP فازی وزن هر یک از معیارها و زیر معیارها بدست آمد. درنهایت با روش‌های SAW فازی و تاپسیس فازی فناوری‌ها رتبه‌بندی شد و بهترین فناوری مشخص شده است. جهت بررسی روایی پرسشنامه استفاده شده است که بر اساس تأیید خبرگان پرسشنامه دارای روایی بوده است، به منظور سنجش پایایی، نرخ ناسازگاری محاسبه شده است. به این دلیل که نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ دارای پایایی بوده است.

۱-۲- روش دیمتل فازی

دیمتل فازی: جهت شناسایی روابط بین معیارهای اصلی از این روش استفاده شده است تا اثر گذاری و اثر پذیری معیارها بر روی یکدیگر بررسی شوند و همچنین ایجاد دیدگاه سیستمی که در تکنولوژی‌های نوین حائز اهمیت می باشد

تشکیل ماتریس نظر خبرگان: ما از هر خبره خواسته ایم که ارتباط و تعامل بین عنصر i و عنصر j را مشخص کند. این تأثیر می‌تواند با استفاده از امتیاز p_{ij} تعریف شود. به عنوان مثال، می‌توان از اعداد صحیح بین ۰ تا ۴ استفاده کرد که نشان‌دهنده تأثیر عنصر i بر عنصر j است. عدد ۰ به معنی عدم تأثیر، عدد ۱ تأثیر کم، عدد ۲ تأثیر متوسط، عدد ۳ تأثیر زیاد و عدد ۴ تأثیر بسیار زیاد است. به این ترتیب، برای هر تصمیم‌گیرنده، ماتریس $P_k = \{p_{ij}\}_{n \times n}$ تشکیل شده است (آذر و همکاران، ۱۳۹۸).

رعایت کنند. یکی از نتایج مهم استفاده از کلان داده در وام‌دهی این است که ریسک نکول یکی از انواع ریسک‌های مالی است که به عدم باز پرداخت بدهی و تعهدات اشاره دارد)، به این صورت است که با تحلیل‌های داده‌های حجیم و متنوع بانک‌ها و موسسات مالی دید دقیق‌تری نسبت به توان باز پرداخت و رفتار مالی مشتری پیدا میکنند بطور مثال کلان داده می‌تواند ریسک‌هایی که در داده‌های سنتی قابل مشاهده نیستند را آشکار کند، (آن دسته از مشتریانی که درآمد ظاهری خوبی دارند ولی الگوی مخارج آنها مرز ورز شکستگی را نشان می‌دهد). کلان داده به افراد بیشتری شانس برابری برای دریافت وام می‌دهد و بانک‌ها در نتیجه ریسک اعتباری خود را کاهش می‌دهند (Pérez-Martín et al., 2018). تجزیه و تحلیل کلان داده به عنوان یکی از ابزارهای اساسی در تحول دیجیتال خدمات وام‌دهی، توانسته است به طور مؤثری باعث کاهش هزینه‌ها، افزایش سرعت و دقت فرایندها و بهبود تجربه مشتریان در دریافت خدمات مالی شود. استفاده از فناوری به عنوان یک ابزار کلیدی در وام‌دهی به مؤسسات مالی این امکان را می‌دهد که فرایندهای خود را بهبود بخشند و خدماتی کارآمدتر، سریع‌تر و امن‌تر به مشتریان خود ارائه دهند. فناوری‌های نوین مانند کلان داده، هوش مصنوعی و رایانش ابری، فرایند وام‌دهی را شفاف‌تر، ساده‌تر و کم‌هزینه‌تر کرده و به بانک‌ها کمک می‌کنند تا ریسک‌های اعتباری را بهتر مدیریت کنند. در نتیجه، مؤسسات مالی که از این فناوری‌های مدرن استفاده می‌کنند، قادر به ارائه خدمات باکیفیت‌تر به مشتریان خود باشند و می‌توانند با بهره‌گیری از این فناوری‌ها، رقابت‌پذیری خود را در بازارهای مالی تقویت کنند. در این پژوهش تلاش بر این بوده است که شناسایی فناوری‌های جدید وام‌دهی توسط فین تک‌ها و رتبه‌بندی این فناوری‌ها به چه صورت خواهد بود؟

۲- روش تحقیق

این پژوهش از منظر هدف جز تحقیقات کاربردی و از منظر زمان مقطعی و از منظر متغییر شامل متغییرهای کیفی و از منظر طرح تحقیق، به صورت توصیفی - پیمایشی بوده است. جامعه آماری این پژوهش، مدیران و کارشناسان اداره برنامه‌ریزی راهبردی و مدیریت تحول بانک تجارت بوده است. جهت تکمیل پرسشنامه از خبرگان با ویژگی‌های زیر بهره گرفته‌ایم:

- فعال حوزه فینتک و داشتن دانش و اطلاعات تخصصی کافی در حوزه مهندسی مالی، مدیریت صنعتی، مهندسی صنایع و فناوری اطلاعات.
- دارای تحصیلات کارشناسی به بالا باشد.

$$\tilde{z} = \frac{\tilde{x}^1 \oplus \tilde{x}^2 \oplus \tilde{x}^3 \oplus \dots \oplus x^p}{p} \quad (1)$$

P تعداد خبره و $\tilde{x}^1, \tilde{x}^2, \tilde{x}^3, \dots, \tilde{x}^p$ ماتریس خبره ۱، خبره ۲ و خبره p می‌باشد و \tilde{z} عدد فازی مثلثی به شکل $\tilde{z}_{ij} = (l'_{ij}, m'_{ij}, u'_{ij})$ است.

نرمالسازی ماتریس ارتباط مستقیم: ماتریس میانگین را نرمالیزه کرده و آن را ماتریس H نامیده ایم.

$$\tilde{H}_{ij} = \frac{\tilde{z}_{ij}}{r} = \left(\frac{l'_{ij}}{r}, \frac{m'_{ij}}{r}, \frac{u'_{ij}}{r} \right) = (l''_{ij}, m''_{ij}, u''_{ij}) \quad (2)$$

که r از رابطه زیر حاصل می‌شود:

$$r = \max_{1 \leq i \leq n} \left(\sum_{j=1}^n u'_{ij} \right) \quad (3)$$

محاسبه ماتریس ارتباط کامل معیارها (Tc): پس از محاسبه ماتریس‌های بالا، ماتریس ارتباط کامل فازی براساس روابط (۸) حاصل شده است.

$$T = \lim_{k \rightarrow +\infty} (\tilde{H}^1 \oplus \tilde{H}^2 \oplus \dots \oplus \tilde{H}^k) \quad (4)$$

که هر درایه آن عدد فازی به صورت $\tilde{t}_{ij} = (l^t_{ij}, m^t_{ij}, u^t_{ij})$ است و به صورت زیر حساب می‌شود:

$$[l^t_{ij}] = H_l \times (I - H_l)^{-1} \quad (5)$$

$$[m^t_{ij}] = H_m \times (I - H_m)^{-1} \quad (6)$$

$$[u^t_{ij}] = H_u \times (I - H_u)^{-1} \quad (7)$$

در این فرمول‌ها I بعنوان ماتریس همانی یا یک‌شناخته می‌شود H_l, H_m, H_u هر کد/م ماتریس‌های $n \times n$ هستند که درایه‌های به ترتیب نمایانگر عدد پایین، عدد میانی و عدد بالایی اعداد فازی مثلثی ماتریس H می‌باشد.

شدت و جهت تأثیر: شاخص r_i بیانگر مجموع سطر i ام و شاخص c_j بیانگر مجموع ستون j ام از ماتریس ارتباطات کامل (T) هست. برای ترسیم نمودار احتیاج است به ۲ شاخص شدت اثرگذاری و اثرپذیری و جهت تأثیر هستیم که با استفاده از r_i و c_j به دست می‌آیند. برای هر $i=j$ داریم:

$$\tilde{D} = (\tilde{D}_i)_{n \times 1} = \left[\sum_{j=1}^n \tilde{T}_{ij} \right]_{n \times 1} \quad (8)$$

$$\tilde{R} = (\tilde{R}_i)_{1 \times n} = \left[\sum_{j=1}^n \tilde{T}_{ij} \right]_{1 \times n} \quad (9)$$

که \tilde{D} و \tilde{R} ماتریس $1 \times n$ و $n \times 1$ هستند.

مرحله بعدی میزان اهمیت شاخص‌ها $(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)$ و رابطه بین معیارها $(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)$ معلوم می‌شود. اگر $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i > 0$ باشد معیار مربوطه اثرگذار و اگر $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i < 0$ باشد معیار مربوطه اثرپذیر است (آذر و همکاران، ۱۳۹۸):

$$\text{defuzzy} = \frac{(u-l) + (m-l)}{3} \quad (10)$$

۲-۲- تکنیک TOPSIS فازی

رتبه بندی گزینه‌ها بر اساس فاصله از بهترین و بدترین حالت ممکن رتبه بندی میشوند و کمک میکند تا انتخابی انجام شود که به حالت ایده آل نزدیک و از حالت بد دور باشد و این روش انعطاف پذیری بالا در انواع داده‌ها دارد و نتایج واقع‌گرایانه تری ارائه داده است.

مرحله اول: تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری: اگر ماتریس تصمیم

نظر خبرگان به شرح زیر باشد.

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (11)$$

$$i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$

هر ستون نشان دهنده یک معیار سنجش و هر سطر نماینده یک گزینه است. X_{ij} بیانگر کمیت گزینه i ام در زیرمعیار j ام است. همچنین زیرمعیارها بر اساس تأثیرشان بر گزینه‌ها مثبت یا منفی باشند. در این پژوهش جهت ارزیابی گزینه‌ها نسبت به هر معیار از عبارات کلامی و اعداد فازی استفاده شده است.

مرحله دوم: در این مرحله بایستی ماتریس تصمیم فازی نظر خبرگان تبدیل به یک ماتریس بی‌مقیاس فازی (\tilde{R}) شود. برای ایجاد ماتریس \tilde{R} ، باید بر اساس رابطه ۱۲ و ۱۳ ماتریس تصمیم را نرمالایز شود.

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad (12)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right) \text{ and } c_j^+ = \max_i c_{ij} \quad (13)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right) \text{ and } a_j^- = \min_i a_{ij} \quad (14)$$

مرحله سوم: ایجاد ماتریس بدون مقیاس وزن دار فازی \tilde{V} با مفروض بودن بردار \tilde{W}_{ij} بر اساس فرمول

$$i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad \tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad (14)$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \cdot \tilde{w}_j$$

مرحله چهارم: در این گام بر اساس رابطه (۱۷) و (۱۸) ایده آل

فناوری، امنیت داده، فضای کاربری، تنوع خدمات، مقیاس پذیری، معیار اجرایی-عملیاتی در برگینده زیر معیار هایی چون: مقیاس پذیری، انعطاف پذیری، قابلیت اطمینان، بهره وری فرآیند وام دهی، ریسک اجرای فناوری، معیار اقتصادی و مالی شامل هزینه عملیاتی، هزینه پیاده سازی، هزینه نگهداری، ریسک بازگشت سرمایه و معیار سازمان، اندازه سازمان، آمادگی سازمان در پیاده سازی فناوری، حمایت مدیریت شامل شده است.

جدول ۱: معیار ها و زیر معیار های انتخاب فناوری

معیار	زیر معیار	منبع
فنی	سازگاری فناوری	(Wibowo et al., 2021)
	پیچیدگی فناوری	(Wibowo et al., 2021)
	امنیت داده	روحانی راد (۱۳۹۸)
	فضای کاربری تنوع خدمات	ویوک دویی ^۲ (۲۰۲۱)
اجرایی - عملیاتی	مقیاس پذیری	توبیاس برگ و همکاران (۲۰۲۲)
	انعطاف پذیری قابلیت اطمینان بهره وری فرآیند وام دهی	شفیعی نیک آبادی، علی اکبری نوری (۱۳۹۳)
	ریسک اجرای فناوری	آخوند زاده و همکاران (۱۳۹۴)
اقتصادی مالی	هزینه عملیاتی هزینه پیاده سازی هزینه نگهداری	شفیعی نیک آبادی، علی اکبری نوری (۱۳۹۳)
	ریسک بازگشت سرمایه	آخوند زاده و همکاران (۱۳۹۴)
	اندازه سازمان	(Wibowo et al., 2021)
سازمان	آمادگی سازمان در پیاده سازی فناوری	(Wibowo et al., 2021)
	حمایت مدیریت	نجفی و همکاران (۱۳۹۹)

۳-۱- نتایج دیمتال فازی

هدف از این روش بررسی تعامل معیار ها است که بتوان در روش ANP فازی از آن‌ها استفاده نمود. در مرحله اول ماتریس دیمتال در اختیار ۱۲ نفر از خبرگان قرار داده شد تا بر اساس طیف ۰ تا ۴، تعامل معیار ها باهم مشخص شود. در مرحله بعد، با استفاده از روابط ۲ و ۳، ماتریس ارتباط مستقیم موجود را نرمالیزه شده است. برای نرمال‌سازی، باید حداکثر مجموع سطرهای حدهای بالای ماتریس ارتباطات مستقیم را به دست آورد که در این بخش برابر با عدد ۳،۱۰۴ است. سپس تمامی مقادیر ماتریس ارتباطات مستقیم را بر عدد ۳،۱۰۴ تقسیم می‌کنیم. سپس با استفاده از رابطه (۵-۷) ماتریس ارتباطات

مثبت و منفی تعیین می‌شود.

$$A^+ = (\tilde{v}_1^+, \tilde{v}_2^+, \dots, \tilde{v}_n^+) \tilde{v}_j^+ \quad (17)$$

$$= (\tilde{c}_j^+, \tilde{c}_j^+, \tilde{c}_j^+) \text{ and } \tilde{c}_j^+$$

$$= \max_i \{\tilde{c}_{ij}^+\}$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-) \tilde{v}_j^- \quad (18)$$

$$= (\tilde{a}_j^-, \tilde{a}_j^-, \tilde{a}_j^-) \text{ and } \tilde{a}_j^-$$

$$= \min_i \{\tilde{a}_{ij}^-\}$$

$$\forall i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n$$

مرحله پنجم: نحوه محاسبه فاصله بین دو عدد فازی، فاصله هر یک از مولفه‌ها را از ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی به دست می‌آوریم:

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij} - \tilde{v}_j^*) \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (19)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij} - \tilde{v}_j^-) \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (20)$$

مرحله ششم: محاسبه گزینه ایده‌آل (CL): از طریق رابطه (۲۱)

محاسبه می‌کنیم.

$$Cl_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (21)$$

۳-۲- روش SAW فازی

در زمانی که وزن معیار ها مشخص شده و تمایل به قیاس گزینه ها و رتبه بندی آنها است این روش مناسب است بدلیل عملکرد سریع در تحلیل گزینه و شاخص های زیاد.

در این روش ماتریس خبرگان و مراحل تشکیل ماتریس تصمیم گیری و نرمال سازی آن همانند روش TOPSIS فازی با استفاده از روابط (۱۱)، (۱۲) و (۱۳) است. برای تعیین امتیاز نهایی از رابطه (۲۲) استفاده شده است.

$$K_i = \sum_{j=1}^n v_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (22)$$

دیفازی سازی، از رابطه (۲۳) نیز استفاده می‌شود.

$$\text{defuzzy} = \frac{(u-l) + (m-l)}{3} + l \quad (23)$$

۳-نتایج

در جدول ۱ معیارهای تاثیرگذار بر فناوری های جدید وام دهی توسط فین تک‌ها آورده شده است که شامل ۱۷ شاخص در ۴ دسته فنی، اجرایی-عملیاتی، اقتصادی-مالی، سازمانی می‌باشد. که معیار فنی شامل زیر معیار هایی نظیر سازگاری فناوری پیچیدگی

عملیاتی) تعامل قوی تری دارد، که نشان دهنده تأثیر مستقیم و قوی معیار فنی بر معیارهای دیگر است.

□ معیار عملیاتی (B) : این معیار به عنوان گیرنده بیشترین تأثیر از معیارهای دیگر شناخته می شود، به خصوص از (A) معیار فنی و (B) معیار سازمانی. مکان (B) در بخش پایینی نمودار نشان می دهد که بیشتر تحت تأثیر دیگر معیارها قرار دارد تا اینکه خودش تأثیرگذار بوده است.

□ معیار مالی (C) : به عنوان گیرنده یا معلول شناخته می شود، زیرا در بخش پایین نمودار با کمترین تعامل قرار گرفته است. تعاملات آن بیشتر از طریق D (معیار سازمانی) و (B) معیار عملیاتی انجام گرفته است.

□ معیار سازمانی (D) : این معیار نقش میانجی را دارد، زیرا با A و B تعامل دارد و تأثیر متقابل دارد. نقش مهمی در پیوند دادن معیارهای فنی و عملیاتی با هم دارد و به نوعی نقش واسطه را ایفا کرده است.

□ معیار فنی (A) بیشترین تأثیر را در سیستم دارد و به عنوان عامل اصلی شناخته می شود. معیارهای عملیاتی (B) و مالی (C) بیشتر تحت تأثیر دیگر معیارها قرار دارند و نقش گیرنده را ایفا کرده است. معیار سازمانی (D) نقش واسطه و پل ارتباطی بین معیارها را دارد و تأثیر و تعامل دوطرفه با دیگر معیارها دارد.

۲-۳- روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای

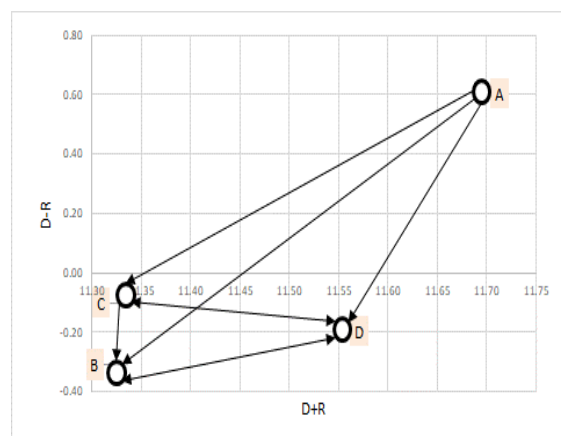
برای اجرای روش تحلیل شبکه‌ای فازی (FANP) ابتدا وزن‌ها را از طریق مقایسات زوجی و با استفاده از روش میانگین هندسی محاسبه شده است. سپس این وزن‌ها در ابرماتریس اولیه ANP قرار گرفته تا ابرماتریس‌های لازم را محاسبه کرده و در نهایت وزن‌های نهایی ANP فازی به دست آمده است. به عنوان نمونه مقایسات زوجی مربوط به معیارهای اصلی و زیرمعیارها ارائه شده است. این مقایسات بر اساس طیف فازی ۱ تا ۹ انجام شده که توسط ۱۲ خبره تکمیل و سپس با استفاده از روش میانگین هندسی ترکیب شده‌اند. برای محاسبه اوزان فازی و نرمال در در مرحله اول میانگین هندسی مقادیر فازی هر سطر جدول ۳ و همچنین زیر معیارها را محاسبه کرده و سپس هر میانگین هندسی حاصل را بر مجموع میانگین‌های هندسی تقسیم کرده است، وزن فازی حاصل شده است سپس هر وزن فازی را با استفاده از رابطه $\frac{l+2m+u}{4}$ فازی زدایی کرده و برای نرمال سازی هر وزن غیرفازی

کامل (T) را ایجاد کرده برای محاسبه ماتریس ارتباط کامل ابتدا ماتریس یک‌به‌همانی ($I_{4 \times 4}$) ایجاد می‌شود. سپس ماتریس همسانی را منهای ماتریس نرمال کرده و ماتریس حاصل را معکوس می‌کنیم. در نهایت ماتریس نرمال را در ماتریس معکوس ضرب می‌کنیم که در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- ماتریس ارتباطات کامل معیارها

	A	B	C	D
A	(0,097,0)	(0,26,0,6)	(0,249,0)	(0,278,0)
B	(0,191,0)	(0,083,0)	(0,176,0)	(0,207,0)
C	(0,167,0)	(0,214,0)	(0,08,0,3)	(0,22,0,5)
D	(0,191,0)	(0,187,0)	(0,199,0)	(0,09,0,3)

در گام بعدی بر اساس رابطه ۸ و ۹ جمع سطر (D) و جمع ستون (R) ماتریس ارتباطات کامل را بدست می‌آوریم. و سپس مقدار $D+R$ و $D-R$ را حساب می‌کنیم. در این فاز جهت دیفازی کردن مقادیر از رابطه ۱۰ استفاده می‌شود. در شکل ۱، بردار افقی $(D+R)$ میزان تعامل و تأثیر یک عامل در سیستم را مشخص می‌کند. به عبارت دیگر، هرچه مقدار $D+R$ یک عامل بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل دارد. بنابراین، معیار فنی (A) بیشترین تعامل را با دیگر عوامل مورد بررسی دارد. بردار عمودیا $(D-R)$ قدرت تأثیرگذاری هر عامل را نشان می‌دهد. به طور کلی، اگر $D-R$ مثبت باشد، آن متغیر به عنوان یک متغیر علت شناخته می‌شود و اگر منفی باشد، به عنوان یک متغیر معلول در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۱: نمودار علی معیارها

معیار فنی (A) : بالاترین تأثیر و تعامل را با دیگر معیارها دارد و در بالای نمودار در محور $D+R$ قرار گرفته است، که نشان دهنده آن است که معیار فنی به عنوان علت اصلی برای دیگر معیارها شناخته می‌شود. معیار فنی با (D) معیار سازمانی و (B) معیار

۱۰	۰,۰۴۸۱	تنوع خدمات		
۱۴	۰,۰۳۵۴	مقیاس پذیری		
۱۵	۰,۰۳۵۱	انعطاف پذیری	۰,۲۳۹۸	اجرائی- عملیاتی
۴	۰,۰۷۵۹	قابلیت اطمینان		
۳	۰,۰۷۷۴	بهره‌وری		
۹	۰,۰۵۱۴	ریسک اجرای فناوری		
۸	۰,۰۵۵۴	هزینه عملیاتی	۰,۲۴۵۲	اقتصادی- مالی
۵	۰,۰۷۲۳	هزینه پیاده‌سازی		
۱۱	۰,۰۴۵۸	هزینه نگهداری		
۶	۰,۰۷۱۸	ریسک بازگشت سرمایه		
۱۲	۰,۰۴۳۳	اندازه سازمان	۰,۲۴۷۸	سازمانی
۷	۰,۰۶۴۳	آمادگی سازمان		
۱	۰,۱۴۰۲	حمایت مدیریت		

۳-۳- روش تاپسیس فازی

در این بخش با روش تاپسیس برای رتبه‌بندی ۵ گزینه پژوهش که فناوری‌ها هستند مورد استفاده قرار گرفته است:

(۱) هوش مصنوعی (S1)

(۲) بلاک چین (S2)

(۳) کلان داده (S3)

(۴) پرداخت الکترونیک (S4)

(۵) رایانش ابری (S5)

در مرحله اول، ماتریس تصمیم بر اساس دیدگاه‌های خبرگان شکل گرفته است. در روش تاپسیس، این ماتریس شامل زیرمعیارها و گزینه‌های پژوهش است، به طوری که هر گزینه نسبت به هر زیرمعیار با استفاده از طیف فازی ۱ تا ۵ ارزیابی شده است. این ماتریس توسط ۱۲ خیره تکمیل شده و سپس با روش میانگین حسابی ترکیب شده است. ماتریس تصمیم فازی تاپسیس در

آن وزن را بر مجموع وزن‌های غیرفازی تقسیم کرده است (جدول ۴).

جدول ۳: مقایسات زوجی معیارها

	A	B	C	D
A	(۱,۱,۱)	(۱,۸۲,۲,۰۹۴)	(۱,۰۲۷,۱,۲۳۹)	(۰,۵۳۸,۰,۶۹۳)
B	(۰,۴۲۳,۰,۴۷۸)	(۱,۱,۱)	(۰,۴۷۳,۰,۵۴۱)	(۰,۹۴۴,۱,۱۴۲)
C	(۰,۶۶۷,۰,۸۰۷)	(۰,۴۷۳,۰,۵۴۱)	(۱,۱,۱)	(۱,۲۲۳,۱,۴۰۴)
D	(۰,۹۷۴,۱,۴۴۳)	(۰,۷۲۷,۰,۸۷۶)	(۰,۶۱۰,۰,۷۱۲)	(۱,۱,۱)

جدول ۴: وزن فازی و غیرفازی معیارهای اصلی

نام معیار	میانگین هندسی	وزن فازی (\tilde{W})	وزن غیرفازی	وزن نرمال
A	(۱,۰۰۱,۱,۱۵۸,۱,۳۳۳)	(۰,۲۱۵,۰,۲۸۴,۰,۳۷۴)	۰,۲۹۰	۰,۲۸۴
B	(۰,۶۵۹,۰,۷۲۷,۰,۸۳۳)	(۰,۱۴۲,۰,۱۸۱,۰,۲۳۴)	۰,۱۸۴	۰,۱۸۱
C	(۱,۰۶۴,۱,۲۰۳,۱,۳۵۵)	(۰,۲۲۹,۰,۲۹۵,۰,۳۸۱)	۰,۳۰۰	۰,۳۰۰
D	(۰,۸۴۰,۰,۹۷۴,۱,۱۲۶)	(۰,۱۸۱,۰,۲۳۹,۰,۳۱۶)	۰,۲۴۴	۰,۲۴۴
جمع		(۳,۵۶۵,۴,۰۷۲,۴,۶۴۷)		

با استفاده از وزن‌های حاصل شده از سوپرماتریس حدی، می‌توانیم عوامل پژوهش را اولویت‌بندی شده است؛ چرا که این وزن‌ها در واقع وزن‌های نهایی عوامل بوده است. نتایج این اولویت‌بندی در جدول ۶ ارائه شده است. بر این اساس، در میان معیارهای اصلی، معیار فنی با وزن ۰,۲۶۷۲ در رتبه اول قرار دارد. معیار سازمانی با وزن ۰,۲۴۷۸ در رتبه دوم و معیار اقتصادی- مالی با وزن ۰,۲۴۵۲ در رتبه سوم جای گرفته است. همچنین، در میان زیرمعیارها، حمایت مدیریت با وزن 0.1402 در رتبه اول، امنیت داده با وزن ۰,۱۰۸۹ در رتبه دوم، و بهره‌وری با وزن 0.0774 در رتبه سوم را کسب کرده‌اند.

جدول ۵: وزن و رتبه نهایی عوامل

رتبه	وزن زیرمعیار	زیرمعیار	وزن معیار	معیار
۱۶	۰,۰۲۵۳	سازگاری	۰,۲۶۷۲	فنی
۱۷	۰,۰۱۱۲	پیچیدگی		
۲	۰,۱۰۸۹	امنیت داده		
۱۳	۰,۰۳۸۵	فضای کاربری		

جدول ۸ ارائه شده است که در آن ۱۷ زیرمعیار پژوهش در ستون‌ها و ۵ گزینه در ردیف‌ها قرار گرفته است.

جدول ۷: ماتریس تصمیم تاپسیس فازی

	A1	A2	A3	D1	D2	D3
S1	۴,۱۶۷,۶ ۱۶۷۸,۱۶ (۷)	۳,۸۳۳,۵ ۸۳۳,۷,۸ (۳۳)	۵,۶۸۳,۳ (۸,۸۳۳)	۴,۱۶۷,۶ (۸)	۴,۳۳۳,۵ ۸۳۳,۷,۸ (۳۳)	۴,۵۶۶,۱۶ (۷,۸,۱۶۷)
S2	۳,۱۶۷,۵ (۷)	۳,۵۵۵,۳ ۳۳,۷,۳۳ (۳)	۵,۵۷۳,۳ ۳۳,۹,۳۳ (۳)	۳,۱۶۷,۴ ۸۳۳,۶,۸ (۳۳)	۴,۵۵۵,۷ (۵)	۳,۱۶۷,۴ ۶۶۷,۶,۶ (۶۷)
S3	۴,۱۶۷,۵ ۸۳۳,۷,۸ (۳۳)	۳,۶۶۷,۵ ۳۳۳,۷,۳ (۳۳)	۴,۳۳۳,۶ ۱,۶۷,۸,۱ (۶۷)	۴,۵۵۵,۷ (۵)	۴,۱۶۷,۵ ۶۶۷,۷,۶۶ (۷)	۴,۱۶۷,۵ ۸۳۳,۷,۸ (۳۳)
S4	۲,۶۶۷,۴ (۶)	۲,۵۵۴,۱۶ (۷,۶,۱۶۷)	۴,۶۶۷,۶ (۵,۸,۵)	۳,۱۶۷,۴ ۶۶۷,۶,۶ (۶۷)	۳,۵۵۵,۳ ۳۳,۷,۳۳ (۳)	۲,۸۳۳,۴ ۳۳۳,۶,۳ (۳۳)
S5	۳,۵۵۵,۱ ۶۷,۷,۱۶۷ (۷,۶,۱۶۷)	۲,۵۵۴,۱۶ (۷,۶,۱۶۷)	۱,۸۳۳,۳ ۱,۶۷,۵,۱ (۶۷)	۳,۵۵۵,۳ ۳۳,۷,۳۳ (۳)	۴,۵۶۶,۷ (۷,۶۶۷)	۳,۳۳۳,۵ ۱,۶۷,۷,۱ (۶۷)

ماتریس تصمیم جدول ۷ را بر اساس روابط ۱۲ و ۱۳ محاسبه شده است. سپس بر اساس رابطه ۱۴ ماتریس نرمال وزن دار بدست آمده است. وزن‌هایی که با استفاده از روش ANP فازی بدست آمده را در ماتریس نرمال ضرب می‌شود. نتایج در جدول ۹ آمده است

جدول ۸: ماتریس وزن دار تاپسیس فازی

	A1	A2	A3	D1	D2	D3
S1	۰,۱۳۰ ۰,۱۹۰ (۲۵)	۰,۰۵۰ ۰,۰۸۰ (۱۱)	۰,۵۸۰ ۰,۸۰,۱۰ (۳)	۰,۲۳۰ ۰,۳۲۰ (۴۳)	۰,۳۶۰ ۰,۴۸۰ (۶۴)	۰,۷۷۰ ۱,۰۶۰ (۴)
S2	۰,۱۰۰ ۰,۱۶۰ (۲۲)	۰,۰۵۰ ۰,۰۸۰ (۱)	۰,۶۴۰ ۰,۸۶۰ (۰,۹)	۰,۱۷۰ ۰,۲۶۰ (۳۷)	۰,۳۳۰ ۰,۴۵۰ (۶۲)	۰,۵۴۰ ۰,۸۰,۱۱ (۴)
S3	۰,۱۳۰ ۰,۱۸۰ (۲۴)	۰,۰۵۰ ۰,۰۸۰ (۱)	۰,۵۱۰ ۰,۷۲۰ (۹۵)	۰,۲۲۰ ۰,۳۰,۰۴ (۱)	۰,۳۴۰ ۰,۴۷۰ (۶۳)	۰,۷۲۰ ۱,۰۱,۱۳۴ (۱)
S4	۰,۰۸۰ ۰,۱۲۰ (۱۹)	۰,۰۴۰ ۰,۰۶۰ (۰,۹)	۰,۵۴۰ ۰,۷۶۰ (۹۹)	۰,۱۷۰ ۰,۲۵۰ (۳۶)	۰,۲۹۰ ۰,۴۴۰ (۶)	۰,۴۹۰ ۰,۷۴۰ (۰,۹)
S5	۰,۱۱۰ ۰,۱۶۰ (۲۲)	۰,۰۴۰ ۰,۰۶۰ (۰,۹)	۰,۲۱۰ ۰,۳۷۰ (۶)	۰,۱۹۰ ۰,۲۹۰ (۴)	۰,۳۳۰ ۰,۴۷۰ (۶۳)	۰,۵۷۰ ۰,۸۹۰ (۲۳)

سپس بر اساس روابط ۱۵ و ۱۶ ایده‌آل‌های مثبت (+A) و منفی (-A) حساب می‌شود. ایده آل مثبت بزرگترین عدد درایه سوم ستون معیار و ایده آل منفی کوچکترین درایه اول ستون معیارها در ماتریس وزن دار است که در جدول ۹ آورده شده است.

جدول ۹: ایده‌آل‌های تاپسیس فازی

	A1	A2	A3	D1	D2	D3
S+	۰,۲۵۰ ۰,۲۵۰ (۰,۲۵)	۰,۱۱۰ ۰,۱۱۰ (۰,۱۱)	۰,۱۰۹ ۰,۱۰۹ (۰,۱۰۹)	۰,۰۴۳ ۰,۰۴۳ (۰,۰۴۳)	۰,۰۶۴ ۰,۰۶۴ (۰,۰۶۴)	۰,۱۴۰ ۱۴۰,۱۴ (۱۴۰,۱۴)
S-	۰,۰۰۸ ۰,۰۰۸ (۰,۰۰۸)	۰,۰۰۴ ۰,۰۰۴ (۰,۰۰۴)	۰,۰۲۱ ۰,۰۲۱ (۰,۰۲۱)	۰,۰۱۷ ۰,۰۱۷ (۰,۰۱۷)	۰,۰۲۹ ۰,۰۲۹ (۰,۰۲۹)	۰,۰۴۹ ۰,۰۴۹ (۰,۰۴۹)

در این گام بر اساس روابط ۱۸ و ۱۹ فاصله گزینه‌ها از ایده‌آل مثبت (+d) و ایده‌آل منفی (-d) حساب می‌شود. بر اساس رابطه (۲۲) شاخص شباهت هر گزینه را محاسبه می‌کنیم و بر اساس آن فناوری‌ها را رتبه بندی می‌کنیم. برای مثال شاخص شباهت برای فناوری اول به صورت زیر محاسبه شده است.

$$Cl_{R11} = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-} = \frac{0.391}{0.391 + 0.365} = 0.517$$

جدول ۱۰: رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها در روش تاپسیس فازی

رتبه	امتیاز نهایی	فاصله تا ایده آل مثبت	فاصله تا ایده آل منفی
S1	۰,۵۱۷	۰,۳۹۱	۰,۳۶۵
S2	۰,۴۷۶	۰,۳۶۰	۰,۳۹۷
S3	۰,۴۸۵	۰,۳۶۸	۰,۳۹۱
S4	۰,۴۵۸	۰,۳۵۱	۰,۴۱۵
S5	۰,۴۱۴	۰,۳۲۳	۰,۴۵۷

با توجه به جدول ۱۰، هوش مصنوعی رتبه اول را کسب کرده است. کلان داده رتبه دوم، بلاک‌چین رتبه سوم، پرداخت الکترونیک رتبه چهارم و رایانش ابری رتبه پنجم را کسب کرده است.

۴-۳- روش SAW فازی

پس از تشکیل ماتریس تصمیم و نرمال سازی با استفاده از روابط ۱۱ تا ۱۳؛ در مرحله بعدی بر اساس رابطه ۲۰، مقادیر فازی هر سطر ماتریس وزن دار با هم جمع شده و مقدار فازی هر فناوری محاسبه کرده است و سپس بر اساس رابطه ۲۱ دیفازی شده و رتبه بندی انجام شده که نتایج نهایی در جدول ۱۱ آورده شده است. بر این اساس هوش مصنوعی رتبه اول را کسب کرده است. کلان داده رتبه دوم، بلاک‌چین رتبه سوم، پرداخت الکترونیک رتبه چهارم و رایانش ابری رتبه پنجم را کسب کرده است.

جدول ۱۱: رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها در روش SAW

رتبه	امتیاز نهایی غیرفازی	امتیاز نهایی فازی	
۱	۰.۶۸۲	(۰.۴۹۰۰۶۶۶۰۰۸۹)	S1
۳	۰.۶۴۵	(۰.۴۴۸۰۰۶۲۸۰۰۸۵۸)	S2
۲	۰.۶۵۳	(۰.۴۵۳۰۰۶۳۳۰۰۸۷۲)	S3
۴	۰.۶۲۸	(۰.۴۲۱۰۰۶۰۴۰۰۸۵۹)	S4
۵	۰.۵۹۱	(۰.۳۷۲۰۰۵۶۳۰۰۸۳۷)	S5

۴- بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف شناسایی و رتبه‌بندی فناوری‌های وام‌دهی توسط فین تک‌ها است. نوآوری این پژوهش از جنبه موضوعی به‌طور خاص بر شناسایی و رتبه‌بندی فناوری‌های نوین در حوزه وام‌دهی تمرکز دارد حوزه‌ای که هنوز در ادبیات داخلی و حتی بین‌المللی، به شکل جامع بررسی نشده بسیاری از پژوهش‌ها صرفاً به معرفی فناوری پرداخته‌اند، ولی این تحقیق هم شناخت، هم ارزیابی و هم انتخاب بهینه را ترکیب کرده است. نوآوری از جنبه کاربردی این پژوهش مستقیماً در تصمیم‌گیری مؤسسات مالی و فین‌تک‌ها برای سرمایه‌گذاری بر فناوری‌های خاص استفاده شود، همچنین به سیاست‌گذاران کمک کند اولویت‌های فناوری را در تحول دیجیتال نظام مالی تعیین کند با مرور ادبیات تحقیق معیارهای شناسایی شده که توسط خبرگان نهایی شده است که شامل ۴ معیار اصلی فنی، سازمان، اجرایی عملیاتی و اقتصادی مالی و در ۱۷ زیر معیار شامل (سازگاری، پیچیدگی، امنیت داده، فضای کاربری، تنوع خدمات، مقیاس‌پذیری انعطاف‌پذیری، قابلیت اطمینان، بهره‌وری، ریسک اجرای فناوری، هزینه عملیاتی، هزینه پیاده‌سازی، هزینه نگهداری، ریسک بازگشت سرمایه، اندازه سازمان، آمادگی سازمان و حمایت مدیریت) می‌باشد. همچنین با تأیید خبرگان به فناوری‌هایی نظیر: هوش مصنوعی، کلان داده، بلاکچین، رایانش ابری و سیستم‌های پرداخت الکترونیک بعنوان فناوری‌های وام‌دهی حاصل شده است. باتوجه به وزن‌های حاصل شده در زیرمعیارها بدلیل وجود نگاه سازمانی ۵ زیر معیار اولیه که بالاترین وزن‌ها را دریافت کردند جنبه احتیاطی را میتوان از آن برداشت کرد که شامل حمایت مدیریت، امنیت داده، بهره‌وری، قابلیت اطمینان و هزینه پیاده‌سازی می‌باشد. بخش مطالعات و برنامه ریزی بانک تجارت بدنبال فناوری بوده است که ابتدا حمایت مدیریت برخوردار باشد سپس با هزینه پیاده‌سازی مطلوب از امنیت داده بالایی هم برخوردار باشد که بهروری در انجام خدمات مالی به همراه داشته باشد با این تفاسیر بهتر است در کنار

سیستم‌های نیمه مدرن فعلی بصورت تدریجی از ابزارهای مبتدی هوش مصنوعی استفاده شود تا پس از تست‌ها مختلف این ابزارها پیشرفته شوند به طور کلی، هوش مصنوعی در بعد فنی و ازمنظر سازگاری سریع و راحت با سیستم‌ها و فرآیندها سازگار می‌شوند، از منظر پیچیدگی با استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی مانند یادگیری‌های ماشین این پیچیدگی فناوری‌ها به کمترین حد خود میرسد از منظر امنیت داده با استفاده از الگوهای رمزنگاری شده و الگوریتم‌های ایمنی خاص این فناوری در امنیت داده هم عملکرد بسیار عالی دارد از منظر فضای کاربری و تنوع خدمات با ایجاد یک فضای گسترده با خدماتی از قبیل پیش‌بینی ریسک و اعتبار سنجی خدمات متنوع مشتری و برنامه ریزی و ... هوش مصنوعی را متمایز کرده است از منظر مقیاس‌پذیری هم بانک یا هر موسسه مالی بر اساس نیاز خود میتواند هوش مصنوعی را براساس داده‌های تاریخی گسترش دهد. در بعد اجرایی - عملیاتی و ازمنظر قابلیت اطمینان با توجه به داده‌های گذشته و موجود با کمک الگوریتم‌های متنوع نتایج قابل اتکا و مورد اطمینان حاصل شود از منظر بهره‌وری با اصلاح و بهینه‌سازی و اتوماسیون فرآیندها هوش مصنوعی می‌تواند بهره‌وری را بطور چشمگیری در صنعت مالی و خدمات وام‌دهی افزایش دهد. در بعد اقتصادی مالی از منظر هزینه‌های عملیاتی، پیاده‌سازی و نگهداری و ریسک بازگشت سرمایه در تمامی فناوری‌ها در وهله اول این هزینه‌ها و ریسک بالا است ولی در هوش مصنوعی بدلیل افزایش بهره‌وری، کاهش دخالت و خطای انسانی و کاهش هزینه‌های منابع انسانی در بلندمدت صرفه اقتصادی بیشتری ایجاد می‌کند. در بعد سازمان و از منظر اندازه و آمادگی سازمان هوش مصنوعی را در مؤسسات مالی بزرگ و کوچک می‌توان استفاده کرد به شرطی که سازمان آمادگی لازم را دارا باشد و از منظر حمایت مدیریت بدلیل تنوع خدمات مقیاس‌پذیری بالا و بهره‌وری و کم‌ریسک بود این فناوری اکثر مدیران صنعت مالی گرایش به استفاده از هوش مصنوعی در فرآیندها مختلف وام‌دهی دارند.

پیشنهاد می‌شود طراحی چارچوب سیاست‌گذاری برای پشتیبانی از فناوری‌های هوش مصنوعی در بانک تجارت باشد حمایت مدیریت به عنوان زیر معیار مهم، نیازمند فراهم‌سازی بسترهای قانونی، فرهنگی و منابع انسانی است. لذا پیشنهاد می‌شود یک چارچوب سیاست‌گذاری کلان در بانک‌ها تدوین شود که شامل آموزش کارکنان، تغییر نگرش مدیران میانی، و تطبیق مقررات با فناوری‌های نوین باشد به علاوه باتوجه به ظرفیت‌هایی که دارد اقدام به استفاده از هوش مصنوعی و الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای تحلیل داده‌های رفتاری و مالی مشتریان جهت ارزیابی

دقیق تر ریسک اعتباری برای بهبود فرآیند وام دهی داشته باشد. شایان ذکر است که نتایج این تحقیق نشان دهنده این است که مدل پیشنهادی به طور قابل توجه از عهده حل این مسئله برآمده است و می‌تواند برای حل چالش‌های بسیار پیچیده استفاده شود از این رو رویکرد ترکیبی از تکنیک دیمتل فازی ANP فازی تاپسیس و ساو فازی می‌تواند به عنوان یک مدل پشتیبانی تصمیم برای حل مسائل مشابه پیاده سازی شود همچنین در پژوهش‌های بعدی پیشنهاد می‌شود تأثیر ترکیب فناوری‌های مکمل مثل هوش مصنوعی، بلاک‌چین یا کلان‌داده، بررسی شود تا مشخص گردد آیا هم‌افزایی این فناوری‌ها می‌تواند مزایای بیشتری نسبت به استفاده منفرد ایجاد کند یا خیر. با توجه به این که پژوهش حاضر مربوط به بانک تجارت است در تعمیم و گسترش آن به سایر موسسات خدمات مالی باید تامل شود.

فهرست منابع

- [۱] آذر عادل، خسروانی فرزانه، جلالی رضا. (۱۳۹۸). تحقیق در عملیات نرم. سازمان مدیریت صنعتی.
- [۲] حسینی، سید فرهنگ. (۱۳۹۶). فناوری نوین مالی. تهران: نوید مهر.
- [۳] روحانی راد، شایان. (۱۳۹۹). فین تک، جستاری در جهان و ایران. فصلنامه سیاست نامه علم و فناوری، دوره ۱۰، شماره ۱.
- [۴] شفیعی نیک‌آبادی، محسن؛ علی اکبری نوری، فهیمه. (۱۳۹۳). توجیه انتخاب فناوری پیشرفته: کاربرد رویکرد تلفیقی **FANP-FARAS**. فصلنامه مدیریت توسعه فناوری، دوره دوم، شماره ۳.
- [۵] نجفی، فریبا؛ ایراندوست، منصور؛ سلطان پناه، هیرش؛ شیخ احمدی، امیر. (۱۳۹۸). طراحی الگوی مدیریت ارتباط صنعت بانکداری ایران با فینتک‌ها و استارت‌آپ‌های فین تکی با رویکرد نظریه داده بنیاد. نشریه علمی راهبردهای بازرگانی، ۱(۱۳)-۱۶۱۸.
- [6] Al-Qadi, N. S. (2018). "Information Communication Technology Influence on E-Payment Adoption: A Point of View of Banking Institutions in Jordan". *International Journal of Computer Applications*, 975, 8887.
- [7] Agarwal, R., & Chua, Y.H. (2020). "FinTech and household finance: A review of the empirical literature". *China Finance Review International*, 10(4), 361–376
- [8] Chen M.(2018). "How the financial services industry is winning with big data".
- [9] Gomber, P., Koch, J. A., & Siering, M. (2018). "Digital Finance and Fintech: Current research and future research directions". *Journal of Business Economics*, 87(5), 537-580
- Daugaard, T. V., Jensen, J. B., Kauffman, R. J., & Kim, K. (2024). Blockchain solutions with consensus algorithms and immediate finality: Toward Panopticon-style monitoring to enhance anti-money laundering. *Electronic Commerce Research and Applications*, 65, 101386. <https://doi.org/10.1016/j.elerap.2024.101386>
- [10] Hasan, M. M., Popp, J., & Oláh, J. (2020). "Current landscape and influence of big data on finance". *Journal of Big Data*, 7(1), 1-17.
- Kumar, Hemanth. "Leveraging Cloud Computing for Scalable Financial Technology Solutions." *IJSAT-International Journal on Science and Technology* 11.1.
- [11] Jones, R., & Martin, T. (2023). "Dependency risks in cloud-based financial systems". *International Journal of Financial Technology*, 29(2), 204-218.
- [12] Lee, I., & Shin, Y. J. (2018). "Fintech: Ecosystem, business models, investment decisions, and challenges". *Business Horizons*, 61(1), 35-46
- [13] Masika, S. M. (2019). "Effect Of Mobile Lending On Financial Performance Of Commercial Banks In Kenya (Doctoral dissertation, University of Nairobi)".
- [14] Nasir, A., Shaukat, K., Khan, K. I., Hameed, I. A., Alam, T. M., & Luo, S. (2020). "What is core and what future holds for blockchain technologies and cryptocurrencies: A bibliometric analysis". *IEEE Access*, 9, 989-1004.
- [15] Oyewole, A., & Adegbite, M. (2023). "The impact of Artificial Intelligence (AI), Blockchain, Cloud Computing and Data Analytics on the future of the Fintech Industry in the US". *Blockchain, Cloud Computing and Data Analytics on the future of the Fintech Industry in the US*. (June 22, 2023).
- [16] Pallathadka, H., Sajja, G. S., Phasinam, K., Ritonga, M., Naved, M., Bansal, R., & Quiñonez-Choquecota, J. (2022). "An investigation of various applications and related challenges in cloud computing." *Materials Today: Proceedings*, 51, 2245-2248.
- [17] Panday", K. K., & Yadav, B. (2022). "A Study on Role of Fintech in Digital Lending: Status Quo And Way Forward. *International Journal on Research and Analytical Reviews*.
- [18] Pérez-Martín, A., Pérez-Torregrosa, A., & Vaca, M. (2018). "Big Data techniques to measure credit banking risk in home equity loans". *Journal of Business Research*, 89, 448-454.
- [19] S. Kumar, W.M. Lim, U. Sivarajah, J. Kaur. (2022). "Artificial intelligence and blockchain integration in business: trends from a bibliometric-content analysis", *Inf. Syst. Front.* 1–26.
- [20] Tut, D. (2023). "FinTech and the COVID-19 pandemic: Evidence from electronic payment systems". *Emerging Markets Review*, 54, 100999.
- [21] W. Pan, M. Qiu, (2020). "Application of blockchain in asset-backed securitization", in: 2020 IEEE 6th Intl Conference on Big Data Security on Cloud (BigDataSecurity), IEEE Intl Conference on High Performance and Smart Computing, (HPSC) and IEEE Intl Conference on Intelligent Data and Security, IDS, IEEE, 2020,

pp. 71–76.

[22] CWang, X., Yu, D., Zhang, F., & Li, X. (2021, June). "Research on the Control System and Risk Management Based on Internet Big Data and Cloud Computing". In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1952, No. 4, p. 042086). IOP Publishing.

Pazouki, Soudeh, et al. "The integration of big data in finTech: Review of enhancing financial services through advanced technologies." *World Journal of Advanced Research and Reviews* 25.1 (2025).

[23] Wibowo, S., Grandhi, L., Grandhi, S., & Wells, M. (2022). "A fuzzy multicriteria group decision making approach for evaluating and selecting Fintech projects". *Mathematics*, 10(2), 225.

