

رتبه‌بندی شرکت‌های حقوقی متقاضی تسهیلات از بانک با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و مجموعه‌های فازی شهودی

فاطمه پیمانی^۱، محمد جلالی و رنامخواستی^{۲*}

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد، رشته مدیریت مالی، دانشکده مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، ایران

۲-استادیار، گروه ریاضی کاربردی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، ایران

رسید مقاله: ۲۵ خرداد ۱۴۰۱

پذیرش مقاله: ۱۶ آبان ۱۴۰۱

چکیده

امروزه با توجه به گسترش فزاینده صنعت اعتبار و به وجود آمدن پرتفوی‌های متنوع وام، مدل‌های رتبه‌بندی اعتباری در حال توسعه پویا با دقتی فراتر از گذشته است؛ به نحوی که حتی چند صدم درصد افزایش در دقت اعتبارسنجی مشتریان از اهمیت خاصی برخوردار شده است. هدف از انجام تحقیق پیش رو ارائه یک مدل رتبه‌بندی در فضای مجموعه‌های فازی شهودی از منظر موضوع ریسک می‌باشد. داده‌ها از سه منبع سیستم عملیاتی بانکی، پرونده‌های تسهیلات اعتباری موجود در بایگانی و فایل‌های شخصی کارشناسان گردآوری شده‌اند. و مدل ارائه‌شده بر روی ۲۲ شاخص متناسب با معیارهای مدل اعتبارسنجی 5C استخراج و وزن هر یک با روش تحلیل سلسله مراتبی-فازی شهودی تعیین گردید. نتایج استفاده از مدل پیشنهاد شده نشان داد به میزان قابل توجهی اعتبارسنجی مشتریان متقاضی تسهیلات بانکی بهبود یافته و قضاوت‌های شخصی کارشناسان بانک برای محاسبه میزان اعتبار مشتریان کاهش می‌یابد.

کلمات کلیدی: رتبه‌بندی، تسهیلات بانکی، تحلیل سلسله مراتبی، فازی شهودی.

۱ مقدمه

در گذشته تصمیم‌گیری در مورد اعطای تسهیلات به مشتریان بانک‌ها در ایران به روش سنتی و بر پایه قضاوت شخصی در مورد ریسک عدم بازپرداخت صورت می‌پذیرفت. لیکن افزایش فزاینده تقاضای تسهیلات بانکی از سوی بنگاه‌های اقتصادی و خانوارها از یک‌سو و افزایش رقابت‌های تجاری گسترده و تلاش بانک‌ها و موسسات مالی و اعتباری در کشور برای کاهش ریسک عدم بازپرداخت تسهیلات از سوی دیگر موجب به کارگیری روش‌های نوین از جمله روش‌های آماری در این زمینه شده است. امروزه بانک‌ها به منظور پیش‌بینی احتمال کوتاهی در بازپرداخت تسهیلات و طبقه‌بندی متقاضیان خود از رتبه‌بندی اعتباری مشتریان خود بهره می‌گیرند.

* عهده‌دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: m.jalali@khuisf.ac.ir

صرفه جویی در زمان، صرفه جویی در هزینه، حذف قضاوت های شخصی و افزایش دقت در ارزیابی متقاضیان انواع تسهیلات از جمله مزایای آن می باشد. روش های آماری مختلفی همچون تحلیل ممیزی، رگرسیون لجستیک، هموارسازی ناپارامتری و نیز روش هایی چون شبکه های عصبی در زمینه رتبه بندی اعتباری مورد استفاده قرار گرفته اند [۱].

هدف مدل های رتبه بندی اعتباری، پیش بینی احتمال عدم بازپرداخت تسهیلات از سوی مشتری و یا طبقه بندی متقاضیان تسهیلات به دو گروه دارای اعتبار خوب و دارای اعتبار بد است. به عبارت دیگر، رتبه بندی اعتباری مجموعه ای از مدل های تصمیم گیری و روش های مرتبط با آنها است که اعتباردهندگان را در اعطای اعتبار به مشتریان کمک می نماید. در حقیقت، موسسه اعتباردهنده با دو نوع تصمیم روبه رو است: اول آنکه آیا به یک متقاضی جدید اعتبار بدهد یا خیر؟ و دوم آنکه با مشتریان موجود چگونه رفتار کند؟ روش هایی که در مورد اول تصمیم گیری می کنند، رتبه بندی اعتباری نامیده می شوند؛ در حالی که روش هایی که در مورد مشتریان موجود تصمیم گیری می کنند رتبه بندی رفتاری می گویند.

ریسک اعتباری به عنوان خطر ناشی از احتمال عدم بازپرداخت تعهدات توسط مشتریان در سررسید بوده و یکی از مهم ترین ریسک ها در بانک ها و مؤسسات مالی به حساب می آید. از نظر کمیته بال عوامل مختلفی در افزایش ریسک اعتباری مؤثر هستند که می بایست با استفاده از ابزارهای مناسب آن را مدیریت کرد. یکی از مهم ترین ابزارهای کنترل ریسک اعتباری که مورد تاکید نهادهای بین المللی نیز هست، استقرار نظام رتبه بندی اعتباری است. در ایران به رغم تلاش های انجام شده کماکان بانک ها فاقد سیستم رتبه بندی اعتباری بوده و اعطای تسهیلات در آنها با استفاده از روش های سنتی انجام می شود. بالا بودن میزان مطالبات معوق شبکه بانکی و افزایش آن طی سال های گذشته و به تبع آن بالا بودن نسبت مطالبات معوق به تسهیلات اعطایی در بانک ها، استقرار رتبه بندی اعتباری را در بانک مورد تاکید قرار می دهد. در این راستا یکی از مناسب ترین ابزارهای رتبه بندی داخلی مدل تصمیم گیری بر اساس فازی شهودی می باشد که در این تحقیق به دنبال انجام آن می باشیم [۲].

۲ پیشینه تحقیق

صفری و همکاران [۳] در تحقیقی تحت عنوان "مدیریت ریسک اعتباری مشتریان حقوقی در بانک های تجاری با رویکرد تحلیل پوششی داده ها (رتبه بندی اعتباری)" با هدف شناسایی عوامل مؤثر بر خطرپذیری اعتباری و ارایه مدلی برای رتبه بندی اعتباری مشتریان حقوقی متقاضی تسهیلات بانک تجارت استان تهران مدلی بر پایه استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها ارایه کردند. با مقایسه رتبه های حاصل از به کارگیری معادله رگرسیونی با رتبه های به دست آمده از روش تحلیل پوششی داده ها، ملاحظه شد که تفاوت معناداری میان مقادیر محاسبه شده و واقعی وجود ندارد و این مساله دلالت بر تایید فرضیه کارایی مدل تحلیل پوششی داده ها در رتبه بندی اعتباری مشتریان حقوقی بانک تجارت می کند. مهرآرا و همکاران [۴] در پژوهشی تحت عنوان "رتبه بندی اعتباری مشتریان حقوقی بانک پارسیان" با هدف مدل سازی سنجش ریسک اعتباری و اعتبارسنجی مشتریان در بانک پارسیان از روش

رگرسیون لاجیت و پروبیت و مدل شبکه‌های عصبی هوشمند استفاده کردند. نتایج مقاله ضمن دلالت بر تایید نظریه‌های اقتصادی و مالی نشان می‌دهد که عملکرد پیش‌بینی الگوی شبکه عصبی (درصد پیش‌بینی‌های صحیح آن) به مراتب بهتر از الگوهای اقتصاد سنجی متعارف لاجیت و پروبیت است و در زمینه عوامل موثر بر ریسک اعتباری نشان می‌دهد که از بین متغیرهای مذکور، نوع وثیقه و نسبت بدهی دارای بیشترین اثر بر متغیر احتمال نکول می‌باشند. همچنین سابقه همکاری، نسبت جاری، نسبت آنی و نسبت مالکانه دارای اثر معمولی و سایر متغیرها کم اثر هستند.

کاظمی و همکاران [۵] در تحقیقی تحت عنوان "رتبه‌بندی اعتباری مشتریان حقیقی بانک‌ها با استفاده از مدل‌های مختلف شبکه‌های عصبی: مطالعه موردی یکی از بانک‌های خصوصی ایران" ابتدا با بهره‌گیری از پرسشنامه و نظر خبرگان بانکی به انتخاب بعضی معیارهای مهم در اعطای انواع تسهیلات اعتباری اعم از مضاربه، مشارکت مدنی، فروش اقساطی و جعاله به مشتریان حقیقی یکی از بانک‌های خصوصی کشور پرداختند و سپس با ارایه چهار مدل MOE، MLP، LVQ و RBF از شبکه‌های عصبی و استفاده از داده‌های مشتریان حقیقی بانک مزبور در معیارهای انتخاب‌شده، به طبقه‌بندی آن‌ها پرداخته و دقت رتبه‌بندی مدل‌های مزبور را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج این حاکی از آن است که مدل MOE دقیق‌تر از مدل‌های MLP و RBF می‌باشد و مدل LVQ از دقت قابل قبولی برای رتبه‌بندی اعتباری متقاضیان بانکی برخوردار نیست. افسر و همکاران [5] در تحقیق خود تحت عنوان "خوشه‌بندی اعتباری مشتریان برای ارایه تسهیلات متناسب" به منظور رتبه‌بندی گروه‌های مشتریان و تعیین بخش‌های برتر از آن‌ها در جهت استفاده از آن برای شرکت کارگزاری به منظور مکانیزه کردن عملیات تخصیص اعتبار، پس از پیش پردازش اولیه از داده‌ها، آن‌ها به شکل مدل RFM پردازش شدند و سپس با استفاده از شبکه عصبی SOM به عنوان یکی از الگوریتم‌های خوشه‌بندی، مشتریان به ۱۰ خوشه تبدیل شدند. در ادامه با استفاده از مدل پیشنهادی خوشه‌ها رتبه‌بندی می‌شوند. خوشه‌های برتر شناسایی و عملیات اعطای تسهیلات برای اعضای این خوشه‌ها انجام می‌شود.

سپهردوست و برجسیان [۶] در پژوهشی تحت عنوان "برآورد احتمال نکول تسهیلات پرداختی بانک با استفاده از رگرسیون لاجیت" از داده‌های اطلاعاتی گذشته و حال مشتریان مانند ثبات شغلی، وثیقه، درآمد و چند شاخص اصلی دیگر استفاده کردند و از طریق رتبه‌بندی و امتیازدهی اعتباری، احتمال عدم نکول تسهیلات برای هر مشتری را اندازه‌گیری کردند. نتایج تخمین مدل نشان داد که احتمال عدم نکول تسهیلات با متغیرهای میزان وثیقه دریافتی از مشتری، میزان درآمد ماهانه مشتری، وضعیت متقاضی دریافت تسهیلات از لحاظ محل سکونت (مالک یا مستأجر بودن متقاضی)، سن متقاضی دریافت تسهیلات، وضعیت شغلی متقاضی از لحاظ ثبات و مدرک تحصیلی متقاضی دریافت تسهیلات، رابطه مثبت دارد و با مبلغ تسهیلات پرداختی به مشتری و مدت زمان بازپرداخت تسهیلات اعطایی به متقاضی، رابطه منفی دارد. قره‌جه داغی و همکاران [۷] در تحقیقی تحت عنوان "مقاله رتبه‌بندی اعتباری متقاضیان تسهیلات اعتباری بانکی با استفاده از الگوریتم داده کاوی ماشین بردار پشتیبان" مدل طبقه‌بندی مبتنی بر ماشین بردار پشتیبان ارایه کردند که در این روش از تکنیک‌های Grid و Filter، Wrapper، F-Score و search جهت طبقه‌بندی متقاضیان تسهیلات اعتباری بانکی استفاده شده

است و مدل پیشنهادی با چندین الگوریتم دیگر مقایسه گردیده و نتایج بررسی نشان می دهد که چارچوب جدید ارایه گردیده در مقایسه با سایر روش های مطرح در این حوزه از دقت بالاتری در تشخیص مشتریان خوش حساب و مشتریان بدحساب دارا می باشد.

پیرایش و موسوی [۸] مطالعه ای تحت عنوان "رتبه بندی ریسک اعتباری مشتریان حقوقی در بانک های تجاری با رویکرد تحلیل پوششی داده ها" از طریق مرور بر ادبیات پیشین و روش کتابخانه ای با هدف بررسی عوامل موثر بر ریسک اعتباری و رتبه بندی اعتباری مشتریان حقوقی متقاضی تسهیلات، با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها انجام دادند. در ابتدا به شرح مفاهیم اصلی از جمله ریسک اعتباری و مدیریت آن پرداختند و سپس مفهوم رتبه بندی و اهمیت آن را بررسی نمودند و در ادامه با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها جهت رتبه بندی مشتریان حقوقی را ارایه کردند و در نهایت مدل مدیریت خطرپذیری اعتباری با به کارگیری روش تحلیل پوششی داده ها را ارایه نمودند و نشان دادند که این روش در کاهش ریسک اعتباری بسیار اثر بخش است. دانش [۹] در تحقیق خود تحت عنوان "طراحی مدل رتبه بندی اعتباری مشتریان با رویکرد شبکه های عصبی (بررسی موردی بانک پارسیان)" برای ارایه مدل مناسب بررسی رفتار اعتباری مشتریان تسهیلات مصرفی وام مضاربه از استفاده از شبکه های عصبی جهت رتبه بندی اعتباری استفاده کرد. به منظور رسیدن به این مدل ابتدا عوامل مهم تاثیرگذار بر رفتار اعتباری مشتریان شناسایی گردید و سپس مشتریان به سه دسته خوش حساب، بد حساب و سررسید گذشته تقسیم شدند. در مرحله بعد مدل های شبکه عصبی پس از طراحی، با داده های آموزشی، آموزش داده شده و سپس با داده های آزمایشی مورد آزمایش قرار گرفتند.

محمدی و جوهری [۱۰] در پژوهشی تحت عنوان "ارزیابی مدل های ریسک اعتباری بانک ها با رویکرد ویژگی های اخلاقی مشتریان" با ارایه تکنیک مدل های چندسطحی، به بررسی و شرح این روش برای طراحی مدل ریسک اعتباری مشتریان بانک ها و لحاظ نمودن ویژگی های اخلاقی مشتریان به عنوان متغیر توضیحی در مدل پرداختند. ایشان نتیجه گرفتند که در یک مدل رگرسیون لاجستیک و با رویکرد چندسطحی، لحاظ ویژگی های اخلاقی مشتریان به عنوان یک متغیر توضیحی در کنار سایر متغیرهای توضیحی (نظیر سابقه همکاری با بانک، درآمد، نسبت های مالی مشتریان حقوقی و ...) نقش مهمی را می تواند در بیان رفتار ریسک اعتباری ایفا نماید.

هانلین و همکاران^۱ [۱۱] در تحقیقی تحت عنوان "یک مدل برای تعیین ارزش عمر مشتری در یک زمینه بانکی خرده فروشی" یک مدل ارزیابی مشتری که در بانک با تسهیلات خرد کشور آلمان ارایه کردند. در این روش ترکیبی از مدل سازی زنجیره ای مارکوف و CART (طبقه بندی و درخت رگرسیون) استفاده نمودند. علاوه بر این، آن را بر اساس تجزیه و تحلیل گروه های همگن به جای مشتریان فردی استفاده کردند. این تحقیق روی یک مجموعه بزرگ داده ها انجام شد و نشان داد این مدل را می توان در زندگی روزمره کسب و کار استفاده نمود. جاروسلاو و اوا^۲ [۱۲] در پژوهشی تحت عنوان "مدل داخلی بانک تجاری به عنوان ابزار

¹ Haenlein

² Jaroslav & Eva

اندازه‌گیری خطر اعتبار وام گیرنده در رابطه با عملکرد مالی" به بررسی جنبه‌های نظری، روش شناختی و عملی انتخاب مدل‌های ارزیابی داخلی بانک‌های تجاری در قالب مدل‌هایی پرداختند که عملکرد مالی را اندازه‌گیری می‌کنند و مقایسه نتایج مدل‌های واقعی رتبه‌بندی که در جمهوری چک استفاده می‌شود و نتایج حاصل از روش‌های برآورد اعتبار و روش ورشکستگی انتخاب شده در شرکت‌های انتخاب شده از بخش‌های شرکت‌های کوچک و متوسط ارایه شده است. صادقی و همکاران^۱ [۱۳] در مطالعه‌ای تحت عنوان "یک روش برای اعتبارسنجی از مشتریان بانک با استفاده از تکنیک‌های داده کاوی" با استفاده از تکنیک داده کاوی مدلی جهت اعتبارسنجی مشتریان متقاضی استفاده از تسهیلات بانک‌ها ارایه کردند و در نهایت روش خود را با سیستم‌های موجود قبلی مقایسه نمودند و نشان دادند این روش هم دقت خوبی دارد و هم از نظر حجم محاسبات و عملیات نسبت به خیلی از روش‌های قبلی برتری محسوسی دارد.

دی جانگ و همکاران^۲ [۱۴] در تحقیقی تحت عنوان "چارچوب اعتبارسنجی بهترین مدل عمل برای بانک‌ها" به ارزیابی ادبیات در دسترس برای بهترین شیوه‌های اعتبارسنجی پرداختند. این مطالعه جامع زمینه برنامه‌ای برای مدیریت مدل موثر را فراهم می‌کند و تمرکز بر اعتبار و ریسک‌پذیری در ارایه خدمات بر مشتریان است. در نتیجه‌ی این تحقیق یک چارچوب "بهترین تمرین" برای اعتبارسنجی مدل پیشنهاد می‌شود. ابزار Scorecard نیز برای ارزیابی این است که چارچوب اعتبارسنجی بهترین مدل عمل ارایه شده به طور مناسب مونتاژ و اجرا شده است. علیخانی و عمل نیک [۱۵] در تحقیقی تحت عنوان "مدل یکپارچه‌ی چندهدفه رضایت بخش فازی برای مساله‌ی انتخاب تامین‌کننده با اقلام چندگانه و تخصیص بهینه‌ی سفارش" از روش‌های فازی جهت حل مسایل چندهدفه استفاده نمودند. منصوری و همکاران [۱۶] در تحقیق خویش تحت عنوان "طراحی مدل عملکرد اجتماعی شرکتی زنجیره تامین سبز با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی فازی در شرایط عدم قطعیت" از ابزار فازی در جهت طراحی مدل‌های چند هدفه جهت طراحی مدلی برای بررسی عملکرد شرکت‌ها استفاده نمودند.

در تحقیقات مختلفی در نظام بانکی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها به کارایی نظام بانکی پرداخته شده است. در این تحقیقات به موضوعات دارایی- بدهی یا کارایی بانک‌ها در حالت وجود داده‌های غیرمطمئن پرداخته شده است [۱۷، ۱۸]. در میان این موارد اثرگذار بر کارایی بانک‌ها یکی از مهم‌ترین بخش‌های هر بانک بخش تسهیلات بانکی می‌باشد که مستقیماً به دارایی و بدهی و کارایی بانک اثر مستقیم دارد.

۳ روش تحقیق

پژوهش حاضر کاربردی می‌باشد. از آنجا که از طریق نظرسنجی به توصیف پدیده در یک جامعه مشخص می‌پردازیم. پژوهش حاضر توصیفی پیمایشی می‌باشد. به طور کلی تحقیق از نظر هدف کاربردی و از نظر شیوه جمع‌آوری اطلاعات توصیفی پیمایشی می‌باشد. جامعه تحقیق متقاضیان تسهیلات بانک اقتصاد نوین یک شعبه

¹ Sadeghi
² de Jongh

منتخب استان اصفهان می باشند که در طی دوره زمانی مشخص ۳۰ روزه در نظر گرفته شده اند. روش نمونه گیری در این پژوهش روش سرشماری می باشد به طوری که از کلیه شرکت های متقاضی تسهیلات بانکی در یک دوره زمانی استفاده شده است. بدین صورت که برای دستیابی به اطلاعات مشتریان بانک از انواع پایگاه های موجود داده مانند پرونده ها و سیستم های کامپیوتری از روش مشاهده و ثبت اطلاعات مورد نیاز در چک لیست استفاده شده است. همچنین برای شناسایی متغیرهای تاثیر گذار در رفتار اعتباری مشتریان و متغیرهای کلامی از مصاحبه آزاد با خبرگان بانک مورد مطالعه استفاده شده است.

داده های موجود، در سه پایگاه ذخیره شده بود

❖ سیستم عملیاتی بانکی (سیستم پردازش تراکش)

❖ پرونده های تسهیلات اعتباری موجود در بایگانی

❖ فایل های شخصی کارشناسان.

از آنجا که پایگاه داده مربوط به پرونده اعتباری، مبنای جستجو در دو پایگاه داده دیگر بود؛ بنابراین در گام اول این پایگاه مورد پاکسازی اولیه قرار گرفته سپس داده های باقی مانده در آن مبنای جستجو و جمع آوری اطلاعات از دو پایگاه دیگر قرار گرفتند و در نهایت همه داده در یک پایگاه ادغام گردیدند تا در مراحل بعدی استفاده شوند. جامعه آماری تحقیق متشکل از، ۱۷ مورد از مشتریان حقوقی بانک اقتصاد نوین شعبه چهار باغ بالا می باشند که در دوره زمانی یک ماهه سال مالی ۹۶ که از بانک تسهیلات اعتباری دریافت نموده اند. با توجه به این که فقط این تعداد داده در دسترس محقق قرار گرفت و دسترسی به کل داده های مشتریان حقوقی بانک جهت نمونه گیری، امکان پذیر نبود و بنابر اظهارات مدیران بخش اعتباری بانک مورد مطالعه، بقیه داده ها به صورت پراکنده و غیرمنسجم در اختیار می باشد؛ بنابراین نمونه گیری در خصوص این جامعه آماری صورت نگرفته است و بعد از پالایش داده تعداد، ۱۲ مورد داده جهت ساخت مدل نهایی مورد استفاده قرار گرفته است. این داده در یک پایگاه داده در نرم افزار Excel ذخیره شده اند. خصیصه هایی که همان متغیرهای مستقل تحقیق و طبقه مشتری که همان متغیر وابسته تحقیق می باشند، فیلدهای این پایگاه داده را تشکیل می دهند.

این تحقیق اولین مطالعه رتبه بندی بر اساس ترکیب روش تصمیم گیری تحلیل سلسله مراتبی و فازی شهودی می باشد که در زمینه رتبه بندی مشتریان حقوقی متقاضی تسهیلات بانکی انجام گرفته است. در این تحقیق ریسک اعتباری ملاک عمل قرار گرفت و ۲۲ شاخص متناسب با معیارهای مدل اعتبارسنجی 5C مطابق تحقیق سفید گران و حاله F در پنج دسته بندی شخصیت، ظرفیت، سرمایه، شرایط و وثیقه استفاده شدند. از آنجا که از روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده گردید و این روش ماتریس های مقایسات زوجی نیاز دارد اگر به طور مستقل از تمام ۲۲ معیار استفاده شود بایستی ۲۲ ماتریس مربعی ۱۲*۱۲ را نظرسنجی ۱۱ طیفی کارشناسان از روی اسناد موجود کامل نمود از طرفی محاسبات بسیار زیاد روش فازی شهودی برای این امر به نوبه خود مشکل ساز بود. بنابراین با توجه به وزن های به دست آمده در تحقیق سفید گران و حاله [۱۹]، پنج شاخص اصلی شخصیت، ظرفیت، سرمایه، شرایط و وثیقه مطابق جدول ۱ به عنوان ملاک عمل استفاده گردید.

۳-اروش‌های تجزیه و تحلیل اطلاعات

در این بخش به بررسی تئوری ابزار و روش‌های تجزیه و تحلیل اطلاعات در این پژوهش می‌پردازیم. در این تحقیق از روش تصمیم‌گیری چند معیاره تحلیل سلسله مراتبی ^۱AHP، منطق فازی و فازی شهودی برای تجزیه و تحلیل و رتبه‌بندی داده‌ها استفاده شده است.

۳-۱-۱-۱ فازی شهودی

تعریف: یک مجموعه فازی شهودی A از مجموعه مرجع X به صورت زیر تعریف می‌شود [۲۰].

$$A = \{(x, \mu_A(x), \vartheta_A(x)) : x \in X\}$$

به طوری که توابع $\mu_A : X \rightarrow [0, 1]$ و $\vartheta_A : X \rightarrow [0, 1]$ به ترتیب درجه عضویت و درجه عدم عضویت عنصر $x \in X$ نامیده می‌شود و همواره شرایط زیر برقرار است:

$$0 \leq \mu_A(x) + \vartheta_A(x) \leq 1$$

برای هر عنصر $x \in X$ درجه عدم قطعیت یک مجموعه فازی شهودی A به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\pi_A = 1 - \mu_A(x) - \vartheta_A(x)$$

اگر مقدار π_A کوچک باشد، دانش راجع به متغیر x قطعی‌تر است. اگر π_A بزرگ باشد، دانش درباره‌ی x مبهم‌تر است. بدیهی است برای تمامی عناصر مجموعه مرجع، زمانی که رابطه برقرار باشد، همان عدد فازی معمولی حاصل می‌شود [۲۰].

جدول ۱. معیارها و زیر معیارهای مورد استفاده جهت رتبه‌بندی مشتریان

نماد معیار	معیار	نماد زیر معیار	زیر معیار
C_1	شخصیت	C_{1-1}	مدت زمان رابطه با بانک
		C_{1-2}	ارتباط تحصیلات مدیر عامل با فعالیت شرکت
		C_{1-3}	تعداد چک برگشتی
		C_{1-4}	نحوه ایفای تعهدات
		C_{1-5}	وضعیت محل اصلی فعالیت
C_2	ظرفیت	C_{2-1}	متوسط موجودی سالانه
		C_{2-2}	سنوآت فعالیت شرکت
		C_{2-3}	نسبت فروش به کل دارایی‌ها
		C_{2-4}	نسبت سود خالص به کل دارایی‌ها
		C_{2-5}	نسبت سود خالص به حقوق صاحبان سهام
C_3	سرمایه	C_{3-1}	نسبت جاری
		C_{3-2}	نسبت آنی (سریع)
		C_{3-3}	نسبت مالکانه
		C_{3-4}	نسبت دارایی‌های ثابت به حقوق صاحبان سهام
		C_{3-5}	نسبت بدهی جاری به حقوق صاحبان سهام
		C_{3-6}	نسبت بدهی

¹ Analytic Hierarchy Process

شرایط اقتصادی	C_{4-1}		
شرایط سیاسی	C_{4-2}	شرایط	C_4
تغییرات مقررات با توجه به فعالیت شرکت	C_{4-3}		
نوع وثیقه	C_{5-1}		
ارزش وثیقه	C_{5-2}	وثیقه	C_5
ضریب نقد شوندگی وثایق	C_{5-3}		

تعریف: یک عدد فازی شهودی مثلثی مانند $\langle \tilde{a} = (\underline{a}, a, \bar{a}); w_{\tilde{a}}, u_{\tilde{a}} \rangle$ بر مجموعه ای اعداد حقیقی، دارای تابع عضویت و عدم عضویتی به صورت زیر است. [۲۱]

تعریف: اگر $\langle \tilde{a} = (\underline{a}, a, \bar{a}); w_{\tilde{a}}, u_{\tilde{a}} \rangle$ و $\langle \tilde{b} = (\underline{b}, b, \bar{b}); w_{\tilde{b}}, u_{\tilde{b}} \rangle$ دو عدد فازی شهودی مثلثی باشند و λ نیز یک عدد حقیقی باشد،

$$\mu_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} (x - \underline{a})w_{\tilde{a}}/(a - \underline{a}) & \underline{a} \leq x \leq a \\ w_{\tilde{a}} & x = a \\ (\bar{a} - x)w_{\tilde{a}}/(\bar{a} - a) & a < x \leq \bar{a} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (۱)$$

$$\vartheta_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} [a - x + \vartheta_{\tilde{a}}(x - \underline{a})]/(a - \underline{a}) & \underline{a} \leq x \leq a \\ \vartheta_{\tilde{a}} & x = a \\ [x - a + \vartheta_{\tilde{a}}(\bar{a} - x)/(\bar{a} - a) & a < x \leq \bar{a} \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (۲)$$

برای مجموعه های فازی شهودی مثلثی $\tilde{a}$ و $\tilde{b}$ عملگرهای ریاضی به صورت زیر تعریف می شوند [۱۸].

$$\tilde{a} + \tilde{b} = \langle (\underline{a} + \underline{b}, a + b, \bar{a} + \bar{b}); \min\{w_{\tilde{a}}, w_{\tilde{b}}\}, \max\{\vartheta_{\tilde{a}}, \vartheta_{\tilde{b}}\} \rangle \quad (۳)$$

$$\tilde{a} - \tilde{b} = \langle (\underline{a} - \underline{b}, a - b, \bar{a} - \bar{b}); \min\{w_{\tilde{a}}, w_{\tilde{b}}\}, \max\{\vartheta_{\tilde{a}}, \vartheta_{\tilde{b}}\} \rangle \quad (۴)$$

$$\tilde{a}\tilde{b} = \begin{cases} \langle (\underline{a}\underline{b}, ab, \bar{a}\bar{b}); \min\{w_{\tilde{a}}, w_{\tilde{b}}\}, \max\{\vartheta_{\tilde{a}}, \vartheta_{\tilde{b}}\} \rangle & \tilde{a} > 0, \quad \tilde{b} > 0 \\ \langle (\underline{a}\underline{b}, ab, \bar{a}\bar{b}); \min\{w_{\tilde{a}}, w_{\tilde{b}}\}, \max\{\vartheta_{\tilde{a}}, \vartheta_{\tilde{b}}\} \rangle & \tilde{a} < 0, \quad \tilde{b} > 0 \\ \langle (\underline{a}\underline{b}, ab, \bar{a}\bar{b}); \min\{w_{\tilde{a}}, w_{\tilde{b}}\}, \max\{\vartheta_{\tilde{a}}, \vartheta_{\tilde{b}}\} \rangle & \tilde{a} < 0, \quad \tilde{b} < 0 \end{cases} \quad (۵)$$

$$\tilde{a}/\tilde{b} = \begin{cases} \langle (\underline{a}/\underline{b}, a/b, \bar{a}/\bar{b}); \min\{w_{\tilde{a}}, w_{\tilde{b}}\}, \max\{\vartheta_{\tilde{a}}, \vartheta_{\tilde{b}}\} \rangle & \tilde{a} > 0, \quad \tilde{b} > 0 \\ \langle (\bar{a}/\bar{b}, a/b, \underline{a}/\underline{b}); \min\{w_{\tilde{a}}, w_{\tilde{b}}\}, \max\{\vartheta_{\tilde{a}}, \vartheta_{\tilde{b}}\} \rangle & \tilde{a} < 0, \quad \tilde{b} > 0 \\ \langle (\underline{a}/\underline{b}, a/b, \underline{a}/\underline{b}); \min\{w_{\tilde{a}}, w_{\tilde{b}}\}, \max\{\vartheta_{\tilde{a}}, \vartheta_{\tilde{b}}\} \rangle & \tilde{a} < 0, \quad \tilde{b} < 0 \end{cases} \quad (۶)$$

$$\lambda\tilde{a} = \begin{cases} \langle (\lambda\underline{a}, \lambda a, \lambda\bar{a}) \rangle & \lambda > 0 \\ \langle (\lambda\bar{a}, \lambda a, \lambda\underline{a}) \rangle & \lambda < 0 \end{cases} \quad (۷)$$

$$\tilde{a}^{-1} = \left\langle \left(\frac{1}{\bar{a}}, \frac{1}{a}, \frac{1}{\underline{a}} \right); w_{\tilde{a}}, u_{\tilde{a}} \right\rangle \quad (8)$$

۳-۱-۲ تحلیل سلسله مراتبی فازی شهودی^۱ IFAHP

فرآیند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی به طور گسترده‌ای به منظور تصمیم‌گیری در مسایل واقعی به کار گرفته شده است. اما علیرغم سادگی و کارایی بالای آن، به جهت عدم در نظر گرفتن بی‌دقتی و عدم اطمینان ذاتی ادراکات تصمیم‌گیرندگان، اغلب مورد انتقاد قرار گرفته است. بدین منظور در اکثر روش‌های حل مدل تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی از اعداد فازی برای انجام مقایسات زوجی استفاده گردیده و تابع عضویت مبنای تعیین وزن معیارها و زیر معیارها بوده است. روش تحلیل سلسله مراتبی فازی شهودی IFAHP در تحقیقات زیادی استفاده شده‌اند. چان و کومار^۲ در سال ۲۰۰۷ معرفی شد [۲۱]. آن‌ها ابتدایک تابع ارزیابی برای اندازه‌گیری درجه‌ی رضایت و عدم رضایت تصمیم‌گیرندگان ارائه کردند، سپس مفهوم عملگرهای نقطه‌ای فازی شهودی را بیان کردند تا به وسیله‌ی آن درجه‌ی عدم قطعیت را کاهش دهند. بدین ترتیب مجموعه‌ای از توابع امتیازدهی جدیدی را برای مساله تصمیم‌گیری چند معیاره ارائه کردند. در این ساختار که از ترکیب روش تصمیم‌گیری تحلیل سلسله مراتبی AHP و روش فازی شهودی IF استفاده شد بر اساس منطق فازی و فازی شهودی مطابق گام‌های زیر مدل طراحی گردید.

۴ تشکیل ساختار تصمیم‌گیری

برای ساختن ساختار تصمیم‌گیری بر اساس فازی شهودی ابتدا همچون روش تحلیل سلسله مراتبی عادی گزینه‌ها و معیارها مشخص می‌شوند.

۴-۱ تعیین متغیرهای زبانی فازی شهودی برای ارزیابی معیارها نسبت به هم و گزینه‌ها نسبت به هم

در این پژوهش، برای هر یک از شاخص‌های زبانی از طیف یازده تایی مطابق جدول ۲ استفاده شده است. جدول ۲. متغیرهای زبانی فازی شهودی برای اهمیت معیارها نسبت به هم

متغیر زبانی	بازه عددی
با اهمیت به طور مطلق کم	(۰/۰۰, ۱/۰۰)
با اهمیت بسیار بسیار کم	(۰/۰۵, ۰/۹)
با اهمیت بسیار کم	(۰/۱۰, ۰/۸)
با اهمیت کم	(۰/۲, ۰/۷)
با اهمیت تا حدودی کم	(۰/۳, ۰/۶)

^۱ Intuitionistic Fuzzy Analytic Hierarchy Process

^۲ Chan & Kumar

(۰/۵, ۰/۵)	با اهمیت یکسان
(۰/۶, ۰/۳)	با اهمیت تا حدودی زیاد
(۰/۷, ۰/۲)	با اهمیت زیاد
(۰/۸, ۰/۱)	با اهمیت بسیار زیاد
(۰/۹, ۰/۰۵)	با اهمیت بسیار بسیار زیاد
(۱/۰۰, ۰/۰۰)	با اهمیت به طور مطلق زیاد

۴-۲ تشکیل ماتریس اهمیت زوجی معیارها نسبت به هم

در این مرحله تمام معیارها با استفاده از جدول ۲ توسط پاسخ دهندگان مقایسه شده و امتیازدهی می شوند. اگر تعداد پاسخ دهندگان بیش از یک نفر باشد در نهایت میانگین اعداد نظیر توابع عضویت به عنوان درجه عضویت و میانگین اعداد نظیر عدم عضویت به عنوان درجه عدم عضویت برای هر زوج درایه محاسبه می گردد.

۴-۳ تشکیل ماتریس رابطه ی ترجیحی زوجی گزینه ها نسبت به معیارها

در ادامه تمام گزینه ها در جدول های مقایسه زوجی به ازای هر معیار با هم دو به دو مقایسه می گردند. و پاسخ دهندگان ترجیحیت آنها را نسبت به هم با استفاده از جدول ۲ مشخص می نمایند. قابل ذکر است که اگر تعداد پاسخ دهندگان بیش از یک نفر باشد در نهایت میانگین اعداد نظیر توابع عضویت به عنوان درجه عضویت و میانگین اعداد نظیر عدم عضویت به عنوان درجه عدم عضویت برای هر زوج درایه محاسبه می گردد.

۴-۴ بررسی سازگاری ماتریس اهمیت زوجی شهودی معیارها

محاسبه نرخ ناسازگاری در روش تحلیل سلسله مراتبی از اهمیت بالایی برخوردار است. در حالت کلی می توان گفت که میزان قبول ناسازگاری یک سیستم بستگی به تصمیم گیرنده دارد، اما ساعتی^۱ عدد ۰/۱ را به عنوان حد قابل قبول ارایه می کند و معتقد است چنانچه میزان ناسازگاری بیشتر از ۰/۱ باشد، بهتر است در قضاوت ها تجدید نظر شود [۲۲]. زشوری و هاچنگ^۲ [۲۳] برای سنجش سازگاری روش تحلیل سلسله مراتبی در محیط داده های فازی شهودی روابط زیر را تعریف و استفاده نمودند و در این تحقیق این روش استفاده می گردد.

ابتدا ماتریس ترجیح شهودی $R = (r_{ij})_{n \times n}$ ، که $r_{ij} = \langle \mu_{ij}, v_{ij} \rangle_{n \times n}$ ، $(i, j = 1, 2, \dots, n)$ که μ_{ij} و v_{ij} از روابط زیر به دست می آیند برای جداول مقایسات زوجی می سازیم.

$$\mu_{ij} = \begin{cases} 0 & (\mu_{it}, \mu_{tj}) \in \{(0, 1), (1, 0)\} \\ \frac{\mu_{it}\mu_{tj}}{\mu_{it}\mu_{tj} + (1 - \mu_{it})(1 - \mu_{tj})} & \text{در غیر این صورت} \end{cases} \quad (9)$$

¹ Saaty

² Zeshuri & Huchang

$$v_{ij} = \begin{cases} 0 & (\mu_{it}, \mu_{tj}) \in \{(\circ, 1), (1, \circ)\} \\ \frac{v_{it} v_{tj}}{v_{it} v_{tj} + (1 - v_{it})(1 - v_{tj})} & \text{در غیر این صورت} \end{cases} \quad (10)$$

متناظر با ماتریس R از رابطه زیر ماتریس $\bar{R}$ را به دست می آوریم.

که $\bar{R} = (r_{ij})_{n \times n}$ و $\bar{r}_{ij} = \bar{\mu}_{ij}, \bar{v}_{ij}$ و $\bar{\mu}_{ij}$ و $\bar{v}_{ij}$ از روابط زیر به دست می آیند.

برای $j < i$ و $j > i+1$ داریم: $\bar{r}_{ij} = \bar{\mu}_{ij}, \bar{v}_{ij}$

، $j = i+1$ $\bar{r}_{ij} = r_{ij}$

$$\bar{\mu}_{ij} = \frac{\sqrt{\prod_{t=i+1}^{j-1} \mu_{it} \mu_{tj}}}{\sqrt{\prod_{t=i+1}^{j-1} \mu_{it} \mu_{tj} + \prod_{t=i+1}^{j-1} (1 - \mu_{it})(1 - \mu_{tj})}} \quad (11)$$

$$\bar{v}_{ij} = \frac{\sqrt{\prod_{t=i+1}^{j-1} v_{it} v_{tj}}}{\sqrt{\prod_{t=i+1}^{j-1} v_{it} v_{tj} + \prod_{t=i+1}^{j-1} (1 - v_{it})(1 - v_{tj})}} \quad (12)$$

و متناظر با ماتریس $\bar{R}$ وزن ها به صورت زیر محاسبه می گردند.

$$w_i = \left(\frac{\sum_{j=1}^n \bar{\mu}_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (1 - \bar{v}_{ij})}, 1 - \frac{\sum_{j=1}^n (1 - \bar{v}_{ij})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \bar{\mu}_{ij}} \right) \quad i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (13)$$

و فاصله بین R و $\bar{R}$ را با استفاده از فرمول فاصله اقلیدسی مطابق فرمول زیر محاسبه می نمایم.

$$d(R, \bar{R}) = \frac{1}{\sqrt{(n-1)(n-2)}} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sqrt{(\bar{\mu}_{ij} - \mu_{ij})^2 + (\bar{v}_{ij} - v_{ij})^2 + (\bar{\mu}_{ij} - \mu_{ij} + \bar{v}_{ij} - v_{ij})^2} \quad (14)$$

اگر $d(R, \bar{R}) < 0.1$ باشد در این صورت سازگاری ماتریس اهمیت زوجی اثبات می گردد در غیر این صورت

باید ترمیمات لازم روی این ماتریس انجام شود و دوباره سازگاری مورد بررسی قرار گیرد.

در نهایت برای امتیازدهی و رتبه بندی نهایی از رابطه ی زیر امتیاز پروژه ها را محاسبه می کنیم.

$$p(\alpha) = 0.5(1 + \pi_\alpha)(1 - \mu_\alpha) \quad (15)$$

که $\pi_\alpha = 1 - (\mu_\alpha + v_\alpha)$ و این اعداد از زوج اعداد نظیر وزن های به دست می آیند [۲۴].

۵ رتبه بندی نمونه مورد نظر با روش پیشنهادی

۵-۱ تشکیل ساختار تصمیم گیری

ساختار کلی تصمیم گیری در این تحقیق، متشکل از سه سطح اهداف، معیارها و گزینه هاست.

مجموعه های معیارها با $C = \{C_1, C_2, C_3, \dots, C_n\}$ و مجموعه گزینه ها با $A = \{A_1, A_2, A_3, \dots, A_m\}$ نمایش داده می شوند. در این مساله گزینه ها عبارتند از ۱۲ مشتری حقوقی متقاضی تسهیلات از بانک و معیارها عبارت از شخصیت، ظرفیت، سرمایه، شرایط و وثیقه می باشند.

در این پژوهش، برای هر یک از شاخص های زبانی از طیف یازده تایی مطابق جدول ۲ استفاده شده است.

۲-۵ تشکیل ماتریس اهمیت زوجی معیارها نسبت به هم (جدول ۳)

جدول ۳. رابطه ی اهمیت زوجی معیارها نسبت به هم (یافته های تحقیق)

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
C_1	(۰/۵, ۰/۵)	(۰/۶, ۰/۳)	(۰/۸, ۰/۱)	(۰/۹, ۰/۰/۵)	(۰/۷, ۰/۲)
C_2	(۰/۳, ۰/۶)	(۰/۵, ۰/۵)	(۰/۶, ۰/۳)	(۰/۷, ۰/۲)	(۰/۸, ۰/۱)
C_3	(۰/۱, ۰/۸)	(۰/۳, ۰/۶)	(۰/۵, ۰/۵)	(۰/۶, ۰/۳)	(۰/۲, ۰/۷)
C_4	(۰/۰/۵, ۰/۹)	(۰/۲, ۰/۷)	(۰/۳, ۰/۶)	(۰/۵, ۰/۵)	(۰/۶, ۰/۳)
C_5	(۰/۲, ۰/۷)	(۰/۸, ۰/۱)	(۰/۷, ۰/۲)	(۰/۳, ۰/۶)	(۰/۵, ۰/۵)

۳-۵ تشکیل ماتریس رابطه ی ترجیحی زوجی گزینه ها نسبت به معیارها

در این مرحله تمام گزینه ها نسبت به هم و نسبت به هر معیار به طور جداگانه مقایسه می شوند. جدول ۴ نمونه ای از پنج جدول مقایسات این متغیرها نسبت به معیارهای شخصیت، ظرفیت، سرمایه، شرایط و وثیقه می باشد.

۴-۵ بررسی سازگاری ماتریس اهمیت زوجی شهودی

۴-۵-۱ تشکیل ماتریس R (رابطه ی اهمیت زوجی معیارها نسبت به هم)

ماتریس های مقایسات زوجی به دست آمده را به عنوان ماتریس های اهمیت ترجیحی در نظر می گیریم.

$$R = \begin{bmatrix} C_1 & C_2 & C_3 & C_4 & C_5 \\ \begin{pmatrix} 0/5, 0/5 \\ 0/3, 0/6 \\ 0/1, 0/8 \\ 0/0/5, 0/9 \\ 0/2, 0/7 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 0/6, 0/3 \\ 0/5, 0/5 \\ 0/3, 0/6 \\ 0/2, 0/7 \\ 0/8, 0/1 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 0/8, 0/1 \\ 0/6, 0/3 \\ 0/5, 0/5 \\ 0/3, 0/6 \\ 0/7, 0/2 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 0/9, 0/0/5 \\ 0/7, 0/2 \\ 0/6, 0/3 \\ 0/5, 0/5 \\ 0/3, 0/6 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 0/7, 0/2 \\ 0/8, 0/1 \\ 0/2, 0/7 \\ 0/6, 0/3 \\ 0/5, 0/5 \end{pmatrix} \end{bmatrix}$$

[illegible]

۵-۴-۲ تشکیل ماتریس $\bar{R}$

برای تعیین درجه عضویت ها و عدم عضویت ها در این ماتریس از روابط تعریف شده که در ۳-۱-۱ آمده اند استفاده می کنیم.

$$\bar{R} = \begin{bmatrix} C_1 & C_2 & C_3 & C_4 & C_5 \\ (0/5, 0/5) & (0/6, 0/3) & (0/643, 0/155) & (0.821, 0.071) & (0/586, 0/134) \\ (0/3, 0/6) & (0/5, 0/5) & (0/6, 0/3) & (0/643, 0/155) & (0/532, 0/063) \\ (0/155, 0/643) & (0/3, 0/6) & (0/5, 0/5) & (0/6, 0/3) & (0/643, 0/155) \\ (0/05, 0/9) & (0/155, 0/643) & (0/3, 0/6) & (0/5, 0/5) & (0/6, 0/3) \\ (0/134, 0/586) & (0/063, 0/532) & (0/155, 0/643) & (0/3, 0/6) & (0/5, 0/5) \end{bmatrix}$$

۵-۴-۳ محاسبه نرخ سازگاری ماتریس های مقایسات زوجی

در ادامه با استفاده از رابطه (۱۴) مقدار نرخ ناسازگاری متناظر جداول $\bar{R}$ و R برای تمام جدول ها محاسبه می گردد که نتایج این محاسبه در جدول ۵ آمده است.

جدول ۵. نتایج نرخ سازگاری ماتریس های مقایسات زوجی

ماتریس مقایسات زوجی	$d(R, \bar{R})$
ماتریس مقایسات زوجی معیارها	۰/۰۲
ماتریس رابطه ترجیحی زوجی گزینه ها نسبت به معیار شخصیت	۰/۰۸۳
ماتریس رابطه ترجیحی زوجی گزینه ها نسبت به ظرفیت	۰/۰۸۸
ماتریس رابطه ترجیحی زوجی گزینه ها نسبت به معیار سرمایه	۰/۰۷۳
ماتریس رابطه ترجیحی زوجی گزینه ها نسبت به معیار شرایط	۰/۰۸۵
ماتریس رابطه ترجیحی زوجی گزینه ها نسبت به معیار وثیقه	۰/۰۴۳

اعداد جدول ۵ نشانگر این موضوع هستند که سازگاری اعداد داده شده برقرار است و می توانیم به محاسبه وزن ها پردازیم.

۵-۴-۴ محاسبه وزن های نظیر هر ماتریس مقایسات زوجی

با استفاده از رابطه (۱۳) وزن های نظیر تمام جدول ها را به دست آورده و وزن نهایی را از رابطه (۱۵) محاسبه می نماییم نتیجه این محاسبات و رتبه بندی مشتریان حقوقی در جدول ۶ آورده شده است.

جدول ۶. وزن نظیر هدف و وزن های هر گروه از مشتریان، وزن نهایی و رتبه بندی نهایی						وزن نهایی	رتبه بندی نهایی مشتریان حقوقی
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5		
هدف	(۰/۲۷۶۷,۰/۶۶۷)	(۰/۲۲۹۲,۰/۷۱۴۳)	(۰/۱۲۴۴,۰/۸۱۸۲)	(۰/۱۶۶۰,۰/۸۲۶۸)	(۰/۱۴۲۳,۰/۸۰۹۵)		
A_1	(۰/۰۷۶۶,۰/۸۹۴۱)	(۰/۰۳۱۵,۰/۹۵۸۷)	(۰/۰۷۴۰,۰/۸۹۴۷)	(۰/۰۸۲۹,۰/۸۸۳۴)	(۰/۰۴۷۶,۰/۹۲۵۷)	۰/۴۸۹۷	۵
A_2	(۰/۰۱۴۰,۰/۹۷۴۵)	(۰/۰۶۰۲,۰/۹۱۸۸)	(۰/۰۹۴۵,۰/۸۷۷۲)	(۰/۰۹۴۴,۰/۸۶۹۶)	(۰/۰۶۲۰,۰/۹۰۷۱)	۰/۴۹۰۶	۳
A_3	(۰/۰۴۱۵,۰/۹۱۸۲)	(۰/۰۴۵۹,۰/۹۴۰۳)	(۰/۰۸۸۱,۰/۸۸۷۱)	(۰/۰۷۶۵,۰/۸۹۱۱)	(۰/۰۴۸۸,۰/۹۲۳۷)	۰/۴۹۱۱	۱
A_4	(۰/۰۵۶۲,۰/۹۱۸۲)	(۰/۰۴۸۷,۰/۹۳۱۱)	(/۰۸۰۴,۰/۸۸۷۱)	(۰/۰۷۹۱,۰/۸۸۸۰)	(۰/۰۵۷۸,۰/۹۱۳۳)	۰/۴۹۰۹	۲
A_5	(۰/۰۶۱۲,۰/۹۱۲۲)	(۰/۰۱۱۴۹,۰/۸۴۱۴)	(۰/۰۵۲۳,۰/۹۳۴۸)	(۰/۰۵۲۳,۰/۹۲۰۲)	(۰/۰۵۵۳,۰/۹۱۱۲)	۰/۴۸۷۷	۶
A_6	(۰/۰۸۹۳,۰/۸۷۹۱)	(۰/۰۶۵۹,۰/۹۱۲۷)	(۰/۰۴۲۷,۰/۹۳۲۹)	(۰/۰۴۳۴,۰/۹۳۵۶)	(۰/۰۵۱۴,۰/۹۲۱۱)	۰/۴۸۹۹	۴
A_7	(۰/۰۷۲,۰/۸۶۱۱)	(۰/۰۷۵,۰/۸۶۹۱)	(۰/۰۴۴۷,۰/۹۳۹۸)	(۰/۰۴۳۴,۰/۹۳۷۱)	(۰/۰۴۷۶,۰/۹۳۱۹)	۰/۴۸۳۷	۸
A_8	(۰/۰۸۹۳,۰/۸۷۹۱)	(۰/۰۸۵۹,۰/۸۹۱۳)	(۰/۰۹۸,۰/۸۵۳۶)	(۰/۰۱۰۷۱,۰/۸۵۴۳)	(۰/۰۵۹۱,۰/۹۱۱۸)	۰/۴۸۱۶	۱۱
A_9	(۰/۰۳۰۰,۰/۹۵۱۹)	(۰/۰۲۳۲,۰/۸۵۳۰)	(۰/۰۹۳۲,۰/۸۷۲۶)	(۰/۰۹۱۸,۰/۸۷۲۷)	(۰/۰۱۰۷۹,۰/۸۵۲۹)	۰/۴۸۳۳	۹
A_{10}	(۰/۰۱۱۴۹,۰/۸۵۱۴)	(۰/۰۹۶۰,۰/۸۸۰۶)	(۰/۰۴۹۸,۰/۹۵۲۷)	(۰/۰۳۰۶,۰/۹۴۶۳)	(۰/۰۹۰۰,۰/۸۷۴۶)	۰/۴۸۲۱	۱۰
A_{11}	(۰/۰۱۰۲۱,۰/۸۶۵۶)	(۰/۰۷۵۹,۰/۹۰۲۰)	(۰/۰۶۸۹,۰/۹۰۰۸)	(۰/۰۶۷۶,۰/۹۰۱۸)	(۰/۰۹۹۰,۰/۸۶۳۸)	۰/۴۸۴۸	۷
A_{12}	(۰/۰۶۷۷,۰/۹۰۴۷)	(۰/۰۱۱۷,۰/۸۷۴۴)	(۰/۰۶۱۳,۰/۹۰۶۹)	(۰/۰۶۲۵,۰/۹۰۷۹)	(۰/۰۹۸۷,۰/۸۷۳۵)	۰/۴۸۰۷	۱۲

۶ نتایج تحقیق

باعنایت به ضرورت طراحی و تدوین یک الگوی جامع با رویکرد چند بعدی برای مدیریت انتخاب و رتبه بندی مشتریان بانک ها جهت پرداخت تسهیلات بانکی، پژوهش حاضر با استفاده از نظریه فازی شهودی و روش تحلیل سلسله مراتبی انجام شد. علیرغم این که در ادبیات نظری و پژوهش های پیشین مدیریت ریسک اغلب به صورت روابط بله خیر کنترل می شد یا در نهایت با به دست آوردن وزن های تک بعدی آنها رتبه بندی می شدند در این تحقیق با استفاده از فازی شهودی روند مقایسه و تجزیه تحلیل داده های مشتریان کلا تفاوت کرد. این تفاوت بسیار قدرت تصمیم گیری را متمایز می کرد چرا که مراحل زیر را داشت:

الف: مسئول مربوطه به امور تسهیلات بایستی تمام داده ها را از متقاضی تسهیلات دریافت کند؛ اما با این پیش ذهنیت که اطلاعات دریافتی درجه بندی فازی خواهد داشت.

ب: برای هر مورد از معیارهای اعتبارسنجی مطلوبیت و یا عدم مطلوبیت را بایستی مشخص کند و بدین منظور از جدول ۲ استفاده نماید. برای استفاده از این جدول بانک بایستی محدودیت های مطلوبیت را مشخص کند و طبق آن امتیازبندی کند که به نوبه خود این روش از تصمیمات خودسرانه و جهت دار و اعمال نفوذ افراد تا حدی زیادی پیشگیری می کند. زیرا در روش کلاسیک اگر فردی امتیاز مورد نظر را دارد جواب بله را دریافت می کند و به مرحله بعد می رود. اما در این روش میزان مطلوبیت هم معلوم می شود و به همین سبک میزان عدم مطلوبیت.

ج: از مهم ترین امتیاز روش و الگوی معرفی شده محاسبه نرخ سازگاری با استفاده از فرمول های ریاضی در فضای فازی شهودی است. اگر امتیازدهنده قضاوتی نادرست داشته باشد این قضاوت در پرسه محاسبه نرخ سازگاری مشخص می گردد و در صورت ناسازگار بودن مجبور به اصلاح نظر خود در جدول های مقایسه زوجی می باشد و این یک امتیاز ویژه در این روش می باشد. به عبارتی امتیازدهنده در عین حالی که مطلوبیت و عدم مطلوبیت معیار مورد نظر متقاضی را با مرزهای این مورد که توسط بانک مشخص شده تعیین می کند، اظهار نظر وی با نرخ سازگاری تحت نظارت خواهد بود.

د: این پروسه خاصیت آموزش دارد بدین صورت که به مرور زمان کارمندان استفاده کننده از این روش با شناخت فازی که از افراد پیدا می کنند قضاوت های درست تری خواهند داشت و اشتباهات قبلی خود را اصلاح می کنند. روش در بانک ها برای جلوگیری از اشکالات قضاوتی، افزودن به موارد قانونی، ایجاد محدودیت برای وام گیرنده و یا افزودن مقدار یا تنوع وثیقه ها می باشد که هر کدام از این اقدام ها به نوبه خود مشکلات زیادی برای شرکت های حقوقی در جهت ارتباط ساده تر با بانک ها و استفاده بهینه از منابع بانکی ایجاد می نماید. نتایج این تحقیق از لحاظ ترکیبی بودن و نقش آفرینی هر چه بیشتر قضاوت کنندگان و ایجاد حس اعتماد به نتایج، شباهت زیادی به تحقیق سفیدگران و حال (۱۳۹۵) دارد؛ زیرا این محققین نیز از عوامل 5C و زیرمعیارهای ۲۲ گانه همانند پژوهش حاضر استفاده نموده و رتبه بندی آنها بر اساس روش تصمیم گیری-ANP PROMETHEE انجام گردیده؛ اما برتری های چهارگانه فوق در تحقیق ایشان حاصل نمی شود.

منابع

- [1] Ghasemi, P., (2014). Crisis relief logistics management. Iran, Science Development, 1 (1). [In Persian].
- [2] Berman, O., (2009). The variable radius covering problem. European Journal of Operational Research, 196(2), 516-525.
- [3] Safari S., Ebrahimi Shaghaghi M., Sheikh M.J. (2011). Credit risk management of legal customers in commercial banks with data envelopment analysis approach (credit rating). Management Research in Iran, 4 (69), 164-137. [In Persian].
- [4] Mehrara M., Mosaei M., Tasori M., Hassanzadeh A. (2010). Credit rating of legal customers of Parsian Bank. Economic Modeling, Volume 3, Number 4 4 in a row 10: 121-150. [In Persian].
- [5] Kazemi, A., Ghasemi J. Zandieh and. (2012). Credit rating of real customers of banks using different models of neural networks: A case study of a private bank in Iran. Industrial Management Studies, Volume 9, Number 23: 161-131. [In Persian].
- [6] Sepehr Doost H., Borjisian A. (2015). Estimating the probability of default of bank payment facilities using logit regression. Planning and Budgeting, Volume 19, Number 1: 52-31. [In Persian].
- [7] Qaraji Daghi H., Jafarzadeh R., Hatem Lu A. (2014). Credit Rating of Bank Credit Facility Applicants Using Backup Machine Data Mining Algorithm. First National Conference on Distribution Computing and Big Data Processing, Tabriz, Azerbaijan Shahid Madani University. [In Persian].
- [8] Pirayesh, R. Mousavi S.Z. (2016) Credit risk rating of legal customers in commercial banks with data coverage analysis (DEA) approach, 4th National Conference on Management, Economics and Accounting, Tabriz, East Azerbaijan Industrial Management Organization, University of Tabriz. [In Persian].
- [9] Danesh, p. (2018). Designing Customer Credit Ranking Model with Neural Networks Approach (Case Study of Parsian Bank), the First International Conference on New Research Achievements in Management, Accounting, Economics and Industrial Engineering with Emphasis on Resistance Economics. [In Persian].
- [10] Mohammadi T., Johari H. (2018). Evaluation of banks 'credit risk models with the approach of customers' ethical characteristics. Quarterly Journal of Ethics in Science and Technology, Year 13, No. 1: 8-1. [In Persian].
- [11] Haenlein, M., Kalplan, A.N., Beeser, A.J. (2007). A Model to Determine Customer Lifetime Value in a Retail Banking Context. European Management Journal 25(3) 221-234.
- [12] Jaroslav B., Cipovová, E. (2011). Internal Model of Commercial Bank as an Instrument for Measuring Credit Risk of the Borrower in Relation to Financial Performance (Credit Scoring and Bankruptcy Models). Journal of Competitiveness, 4, 104-120.
- [13] Sadeghi Laghareh, F., Mirabedini, S.J. , Haroun Abadi, A. (2015). Provide a method for validation of bank customers using data mining techniques. International Academic Journal of Vol. 2, No. 12, 2015, pp. Science and Engineering 1-12.
- [14] De Jongh P., Eben, M. Gary, W., Tanja, V. (2015). A proposed best practice model validation framework for banks. South African Journal of Economic and Management Sciences, 20, 1-15.
- [15] Alikhani, R., Amalnik, M.S. (2017). Satisfactory integrated multi-objective fuzzy model for the problem of selecting suppliers with multiple items and optimal order allocation. Journal of Operations Research in Applications, (43), 37-15. [In Persian].
- [16] Mansoori, A., Iranzadeh, S., Hadi, A. (2019). Designing a social supply chain corporate social performance model using fuzzy mathematical programming in conditions of uncertainty. Journal of Operations Research in Applications, (58), 106-87. [In Persian].
- [17] Amiri, M., Hadi Nejad, F., Malekkhooyan, S. (2018). Evaluation and Prioritization of Suppliers with Combined Entropy Approach, Modified Hierarchical and Primitive Analysis Process (Case Study: YouTube). Journal of Operations Research and its Applications. 4(5), 1-20. [In Persian].
- [18] Ali Mohamadi Ardakani M., Afkhami Ardakani, M. (2020). Provide a network approach in evaluating the performance of banks in a state of data uncertainty. Journal of Operations Research in its Applications. 1(60), 51-68. [In Persian].
- [19] Sefid Gran S., Haleh H. (2017). Identification and ranking of legal clients applying for bank facilities from the perspective of credit risk using the ANP-PROMETHE combined method. Journal of Management, Development and Transformation, 2016, 190-179. [In Persian].
- [20] Atanassov, K. (1983). Intuitionistic fuzzy sets, VII ITKR's Session, Sofia.

- [21] Chan, F. K., Kumar, N. (2007). Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based on approach. *Omega* 35, 417-431.
- [22] Saaty, T. L. (1986). Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process. *Management Science*, 32, 841-845.
- [23] Zeshuri, X., Huchang, L. (2013). Intuitionistic Fuzzy Analytic Hierarchy Process. *IEEE Transactions on Fuzzy System*, 22(4), 749-761.
- [24] Szmidt, E., Kacprzyk, J. (2009). Amount of information and its reliability in the ranking of Atanassov's intuitionistic fuzzy alternatives, In: Rakus-Andersson E, Yager R, Ichalkaranje N, Jain L, editors. *Recent advances in decision making (Studies in Computational Intelligence)*. Berlin, Germany: Springer, 7-19.