

دوفصلنامه مطالعات رفتار مصرف کننده

دوره پنجم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۷، صفحه ۵۵ تا ۸۲

توسعه‌ی یک مدل ارزیابی فازی جدید با تمرکز بر بهبود قابلیت اطمینان قضاوت شغاهی مشتریان

حسن صادقی^۱، فضل اله کاظمی^{۲*}

۱- گروه مدیریت اجرایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شیراز

۲- گروه مدیریت کسب و کار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شیراز

اطلاعات مقاله	چکیده
دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۶/۰۹ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۷/۱۰/۱۲	استفاده از مدل‌های ارزیابی فازی مبتنی بر نظرسنجی امروزه بسیار مورد توجه قرار می‌گیرد. در اغلب روش‌های توسعه یافته توجه چندانی به قابلیت اطمینان نظرات افراد شرکت کننده در نظرسنجی نشده است. در این پژوهش، جهت بهبود قابلیت اطمینان نظرات (قضاوت شغاهی) افراد یک مدل ارزیابی چند معیاره نوین فازی ارائه گردیده است. جهت طراحی این مدل، ابتدا روش‌های سوآرا و کوپراس در محیط فازی توسعه و با یکدیگر تلفیق و سپس، در راستای بهبود قابلیت اطمینان داده‌های حاصل از نظرسنجی (قضاوت شغاهی افراد) و افزایش دقت نتایج نهایی، ضمن تفاوت قائل شدن بین وزن ارزیاب‌ها (افراد شرکت کننده در نظرسنجی)، از مفهوم عدد \bar{Z} استفاده شده است. به منظور تشریح فرآیند اجرایی مدل پیشنهادی، یک مطالعه‌ی موردی عملی در حوزه بانکداری اینترنتی به انجام رسید، که طی آن کیفیت خدمات بانکداری اینترنتی مؤسسه اعتباری کوثر بر اساس شاخص‌های مبتنی بر رضایت مشتری مورد ارزیابی قرار گرفته و در نهایت، ضمن تفسیر نتایج عددی حاصل و تشریح قابلیت‌های برجسته مدل فازی پیشنهادی، نتایج و پیشنهادات مدیریتی نیز مورد بحث قرار گرفته است. رویکرد پیشنهادی در این مقاله، یک مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره جدید فازی است که با بهبود قابلیت اطمینان قضاوت شغاهی افراد، ضمن کاهش عدم قطعیت ذاتی نهفته در مسائل ارزیابی، به بهبود قابلیت اطمینان داده‌های تصمیم‌گیری و افزایش دقت نتایج نهایی منجر خواهد شد.

واژه‌های کلیدی:

بانکداری اینترنتی^۲

سوآرای فازی

(FSWARA)^۳

عدد \bar{Z} ^۴

کوپراس فازی

(FCOPRAS)^۵

کیفیت خدمات

قابلیت اطمینان

نظرسنجی

* Corresponding author Email: kazemi@iaushiraz.ac.ir

² Internet Banking

³ Fuzzy Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis

⁴ Z-Number

⁵ Complex Proportional Assessment

۱. مقدمه

مقوله‌ی ارزیابی همواره یکی از چالش‌هایی است که سازمان‌های امروزی با آن مواجه هستند. مهم‌ترین چالش پیش روی مدیران در مسأله ارزیابی، انتخاب ابزاری دقیق و کارآمد برای این مهم است، بطوری که بتوان با اطمینان نسبت به دقت نتایج خروجی، تصمیمات مدیریتی را در مسیری صحیح هدایت نمود. مسائل ارزیابی معمولاً پیرامون معیارها/شاخص‌هایی شکل می‌گیرد که از بیشترین تناسب با مسأله مورد ارزیابی برخوردار است. ازین‌رو، بیشتر مسائل ارزیابی را می‌توان در حوزه مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)^۱ طبقه‌بندی نمود. به طور کلی در مسائل ارزیابی مبتنی بر نظرسنجی معمولاً با سه محدودیت اصلی مواجه هستیم: ۱- عدم تعریف یا ضعف در بکارگیری یک سیستم ارزیابی منسجم و ساختاریافته که بر اساس معیارهایی مناسب طراحی شده باشد؛ ۲- قابلیت اطمینان پایین داده‌های جمع‌آوری شده از نظرات شفاهی افراد شرکت‌کننده در نظرسنجی؛ و ۳- وجود عدم قطعیت ذاتی در داده‌های ارزیابی که مستقیماً بر دقت نتایج نهایی تأثیرگذار است. بطور کلی، پاسخ به این سؤال که در مسائل ارزیابی از چه رویکرد یا مدلی باید استفاده نمود که نتایج حاصل از آن کمتر تحت تأثیر محدودیت‌های مزبور قرار بگیرد، از اهمیت فراوانی برخوردار است. به عبارت دیگر، با تکیه بر چه مفاهیم و تکنیک‌هایی می‌توان یک مدل ارزیابی نظام یافته و دقیق طراحی نمود که محدودیت‌های ذاتی نهفته در آن به کمترین مقدار ممکن برسد. یکی از مفاهیمی که می‌تواند عدم قطعیت را به روشنی بیان نماید، استفاده از تئوری مجموعه‌های فازی^۲ است. متغیرهای زبانی فازی^۳ یکی از ابزارهای تئوری مجموعه‌های فازی هستند که برای تسهیل پیچیدگی مسائل تصمیم‌گیری و مواجهه با عدم قطعیت موجود در آن‌ها، مفید واقع می‌شوند (انگاین و همکاران^۴، ۲۰۱۶). اما به رغم استفاده از متغیرهای زبانی فازی برای غلبه بر عدم قطعیت موجود در قضاوت خبرگان، همچنان با چالش دیگری مواجه هستیم که از قابلیت اطمینان پایین قضاوت‌های شفاهی افراد ناشی می‌شود. مشکلی که در مجموعه فازی یا فازی کلاسیک به خوبی در نظر گرفته نشده است همین مقوله قابلیت اطمینان است. استفاده از مفهوم عدد^۵ در فرآیند ارزیابی مبتنی بر نظرسنجی کمک بسیار زیادی برای افزایش قابلیت اطمینان نظرات (قضاوت شفاهی) افراد و در نتیجه دقیق‌تر شدن نتایج حاصل از ارزیابی می‌نماید (لطفی‌زاده^۵، ۲۰۱۱). ناکارآمدی ابزارهای اندازه‌گیری جهت وزن‌دهی معیارها/شاخص‌های ارزیابی و تخمین سطح کیفیت خدمات اینترنتی، مسأله دیگری است که انجام فرآیند صحیح ارزیابی تا حد بسیار زیادی منوط به رفع این چالش می‌باشد. در این مقاله برای رفع مسأله‌ی مزبور، توسعه‌ی یک رویکرد تلفیقی از روش‌های سوارا و کوپراس در محیط فازی مد نظر قرار گرفته است.

ساختار این مقاله بصورت مقابل سازماندهی شده است: در بخش ۲ پیشینه پژوهش‌های مرتبط با موضوع مقاله مورد بررسی قرار گرفته است. تشریح ساختار مدل پیشنهادی در بخش ۳ به انجام رسیده

¹ Multi Criteria Decision Making

² Fuzzy sets theory

³ Fuzzy linguistic variables

⁴ Nguyen et al.

⁵ Lotfi A. Zadeh (Zadeh)

است. بدین ترتیب، ابتدا در بند ۳-۱ معیارها/ شاخص‌های ارزیابی متناسب با رضایت مشتری طبقه‌بندی شده‌اند. سپس در بند ۳-۲ فرآیند طراحی مدل سوآرا-کوپراس فازی مبتنی بر عدد \bar{Z} بصورت گام به گام و همراه با جزئیات تشریح شده است. بخش ۴، به تشریح نتایج عددی حاصل از اجرای مدل پیشنهادی جهت ارزیابی سطح کیفیت خدمات بانکداری اینترنتی در مؤسسه اعتباری کوثر می‌پردازد و در بخش ۵ تفسیر و تحلیل نتایج مزبور ارائه گردیده است. در نهایت و در بخش ۶ از مقاله نتیجه‌گیری لازم بعمل آمده و ضمن ارائه پیشنهادات مدیریتی، توصیه‌هایی برای تحقیقات آتی نیز ارائه گردیده است.

۲. پیشینه پژوهش

بانکداری اینترنتی، موضوعی است که در سالیان اخیر از زوایای متعددی مورد مطالعه واقع شده است. بلانش گراسیا^۱ و همکارانش (۲۰۱۵)، شرکت‌هایی را که با تجارت الکترونیک کار می‌کنند، مورد مطالعه قرار داده و تفاوت فرهنگی میان کشورها را بررسی کرده‌اند. آن‌ها معتقدند که فرهنگ به عنوان یک عامل تعدیل کننده کیفیت و رضایت خدمات الکترونیکی محسوب می‌شود که بر وفاداری الکترونیکی تاثیر گذار است. منیریت^۲ (۲۰۱۵)، افزایش کیفیت خدمات بانکداری اینترنتی را یک عامل بسیار ممتاز برای افزایش وفاداری مشتریان به سازمان در محیط رقابتی امروز می‌داند. جی هام^۳ (۲۰۱۶)، بر بانکداری الکترونیکی و رضایت‌مندی به وسیله‌ی مشتریان فعلی تاکید کرده و یک مطالعه اکتشافی از مشتریان در شش بانک انجام و به کمک روش تحلیل عاملی نسبت به شناسایی عواملی که در افزایش رضایت و خدمات بانکداری الکترونیکی موثر است می‌پردازد. سالیمون^۴ (۲۰۱۶)، به منظور پر کردن شکاف تحقیقاتی موجود در نیجریه و کشورهای در حال توسعه، به مسائل سودمندی مثل درک سهولت استفاده، آگاهی، امنیت درک شده و تسهیل شرایط که دارای اثرات مستقیم و غیرمستقیم بر پذیرش بانکداری الکترونیکی هستند می‌پردازد. اروچ و تاتار^۵ (۲۰۱۷)، روی آوردن بانک‌ها به ارائه خدمات غیرحضوری به مشتریان را یک ضرورت انکارناپذیر در هزاره سوم معرفی می‌نماید که به رغم اهمیت آن همچنان افراد زیادی هستند که تمایلی برای استفاده از این خدمات نشان نمی‌دهند. محققان متعددی جهت حل مسائل تصمیم‌گیری در بانکداری اینترنتی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده کرده‌اند. اسر^۶ (۲۰۱۴)، با هدف ارزیابی سطح کیفیت سایت اینترنتی بانک‌ها، روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی را با تکنیک کوپراس خاکستری^۷ ترکیب نموده است. استویکا و همکاران^۸ (۲۰۱۵)، به منظور تحلیل چگونگی تاثیر نوآوری‌هایی خدمات بانکداری اینترنتی

¹ Belanche Gracia

² Manpreet

³ Jham

⁴ Salimon

⁵ Oruç & Tatar

⁶ Ecer

⁷ COPRAS-G

⁸ Stoica et al.

در افزایش اثربخشی کل بانک‌های رومانی دو تکنیک DEA و PCA را با یکدیگر ترکیب نموده‌اند. مظاهری اسد و همکاران^۱ (۲۰۱۶)، بر مطالعه‌ی عوامل کلیدی و موثر بر رضایت مشتری در سیستم بانکداری اینترنتی تمرکز کرده‌اند. آن‌ها، با مطالعه‌ی ادبیات موضوع، هفت عامل اصلی را به عنوان مهم‌ترین معیارهای رضایت مشتری شناسایی و در مجموع ۲۷ زیرمعیار برای آن‌ها تعریف نموده‌اند.

روش تحلیل نسبت ارزیابی وزن‌دهی تدریجی یا سوآرا یکی از روش‌های وزن‌دهی جدید تصمیم‌گیری چندمعیاره است که نخستین بار توسط کرشولاین و همکاران^۲ (۲۰۱۰) در محیط غیر فازی (قطعی)^۳ بمنظور توسعه روش تحلیل اختلاف معقول بین معیارها به کار گرفته شد. ایشان، از سوآرا به عنوان یک روش مناسب برای پیاده‌سازی در سیستم‌های پشتیبان تصمیم تخصصی جهت حل مناقشات بین گزینه‌ها یاد نموده و اثبات کرده‌اند که انتخاب موفق یک روش منطقی برای حل مناقشات بر اساس تعیین وزن معیارها صورت می‌گیرد. هاشمخانی زلفانی و بهرامی^۴ (۲۰۱۴)، بر اولویت‌های سرمایه‌گذاری در صنایع با تکنولوژی بالا در ایران تمرکز کرده و برای این منظور از ترکیب دو روش سوآرا و کوپراس (در محیط قطعی) بهره‌گرفته‌اند. کراباسویچ و همکاران^۵ (۲۰۱۶)، استفاده از ابزار تصمیم‌گیری در استخدام‌های سازمانی را امری غیر رایج تلقی نموده و به منظور پر کردن این شکاف یک چارچوب تصمیم‌گیری جدید برای انتخاب کارکنان از بین نفرات متقاضی پیشنهاد داده‌اند. در این چارچوب، روش‌های سوآرا و ARAS با یکدیگر ترکیب شده‌اند که در آن برای وزن‌دهی شاخص‌ها و زیرشاخص‌های مسأله از سوآرا استفاده شده است.

کوپراس یا روش ارزیابی نسبی پیچیده یکی از رویکردهای تصمیم‌گیری چندمعیاره است که برای نخستین بار توسط زاوادسکاس و همکاران^۶ (۱۹۹۴) در محیط قطعی توسعه داده شد که از آن برای مسأله‌ی ارزیابی پروژه‌ها استفاده نمودند. در این روش گزینه‌های مختلف از نظر معیارهای متعدد به صورت مستقل (و نه مقایسه زوجی) مورد ارزیابی قرار گرفته و گزینه‌ها بر حسب هدف اولویت‌بندی می‌شوند. درجریس و کاولیناس^۷ (۲۰۱۴)، با ارزیابی مدل‌های ارائه شده در مقالات، معیارهای لازم برای ارزیابی پایداری ساختمان را شناسایی نموده‌اند که در نتیجه‌ی آن به ۱۱ معیار برای مسأله خود دست یافته‌اند. راتی و بالاموهان^۸ (۲۰۱۶)، معتقدند که استفاده از تئوری مجموعه‌های فازی می‌تواند در کاهش عدم قطعیت قضاوت شفاهی تصمیم‌گیرندگان موثر واقع شود و در همین راستا نسبت به توسعه‌ی یک مدل تصمیم‌گیری گروهی چندمعیاره فازی تلاش نموده‌اند. سراری و همکاران^۹ (۲۰۱۷)، بر اساس روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، یک رویکرد ترکیبی برای انتخاب خدمات وب پیشنهاد

¹ Mazaheri Asad et al.

² Keršulienė et al.

³ Crisp

⁴ Hashemkhani Zolfani & Bahrami

⁵ Karabasevic et al.

⁶ Zavadskas & Kaklauskas

⁷ Drejeris & Kavolynas

⁸ Rathi & Balamohan

⁹ Serrai et al.

نموده‌اند. در این رویکرد، از روش اسکای لاین^۱ برای کاهش فضای جستجو، از BWM^2 برای نرمال‌سازی و از تکنیک‌های ویکور، وزن‌دهی ساده، تاپسیس، و کوپراس برای رتبه‌بندی استفاده شده و در نهایت پاسخ حاصل از آن‌ها با یکدیگر مقایسه شده است.

مفهوم عدد \bar{Z} برای نخستین بار توسط پرفسور لطفی زاده (۲۰۱۱)، معرفی گردید. لطفی زاده معتقد است که تصمیم‌گیری بر اساس اطلاعات انجام می‌پذیرد و به همین دلیل، زمانی می‌توان به نتایج تصمیم‌گیری اعتماد کرد که اطلاعات جمع‌آوری شده معتبر باشند. مفهوم عدد \bar{Z} در اصل جهت افزایش قابلیت اطمینان اطلاعات یا به عبارتی داده‌های ورودی مسأله توسعه یافته است. یاگر^۳ (۲۰۱۲)، در ابتدا به تشریح مفاهیم و اصول محاسباتی عدد \bar{Z} بر اساس مدل لطفی زاده (۲۰۱۱) پرداخته و سپس از این اعداد جهت تعمیم یک مدل ارزیابی موسوم به ارزیابی \bar{Z} استفاده کرده است. سالاری و همکاران^۴ (۲۰۱۴)، بر اساس تئوری عدد \bar{Z} ، درجه قابلیت اطمینان قضاوت خبرگان را محاسبه و پس از تبدیل به اعداد فازی کلاسیک، آن را به مدل خود وارد نموده‌اند. علیف و همکاران^۵ (۲۰۱۵)، ضمن تشریح مفاهیم و ویژگی‌های اعداد \bar{Z} معرفی شده توسط لطفی زاده (۲۰۱۱)، اعداد مذکور را ابزاری مناسب جهت افزایش قابلیت اطمینان و محدودیت‌های ناشی از زبان طبیعی در علم تصمیم‌گیری و قضاوت شفاهی می‌دانند. کانگ و همکاران^۶ (۲۰۱۷)، معتقدند که محدودیت و قابلیت اطمینان را به خوبی می‌توان با استفاده از عدد \bar{Z} مدل نمود که این امر نشان از قدرت بیشتر این مفهوم در توصیف عددی دانش انسانی است. ماسانت و همکاران^۷ (۲۰۱۷)، عدد \bar{Z} را مفهومی فراتر از تئوری و قابل کاربرد در مسائل اقتصادی، تحلیل تصمیم، ارزیابی ریسک و غیره معرفی می‌نمایند. این پژوهشگران، با مطالعه‌ی ساختار جبری اعداد \bar{Z} ارائه شده توسط لطفی زاده (۲۰۱۱)، آن را در محیط فازی گسسته و بر اساس اعداد فازی گسسته تعمیم داده‌اند.

با مرور تحقیقات انجام پذیرفته می‌توان مشاهده کرد که موضوع قابلیت اطمینان نظرات افراد در هیچ یک از تحقیقات مزبور مورد توجه قرار نگرفته است. از طرفی، به وزن افراد شرکت‌کننده در نظرسنجی (ارزیاب‌ها) به عنوان یک عامل موثر بر افزایش (یا کاهش) تأثیرگذاری نظرات در فرآیند محاسبات نیز توجهی نشده است. تمام پژوهش‌های مورد بررسی از روش سوآرا در حالت قطعی (غیر فازی) استفاده نموده و توسعه‌ی سوآرا در محیط فازی تاکنون مورد توجه پژوهشگران قرار نگرفته است. در این مقاله، برای پر کردن شکاف موجود در پژوهش‌های پیشین، یک مدل ارزیابی تلفیقی از سوآرای فازی، کوپراس فازی و عدد \bar{Z} توسعه یافته است که ضمن محاسبه‌ی قابلیت اطمینان نظرات خبرگان در فرآیند نظرسنجی و در نظر گرفتن وزن افراد نظر دهنده، توسعه‌ی جدیدی از روش سوآرا در

¹ Skyline

² Best-Worst Method

³ Yager

⁴ Salari et al

⁵ Aliev et al

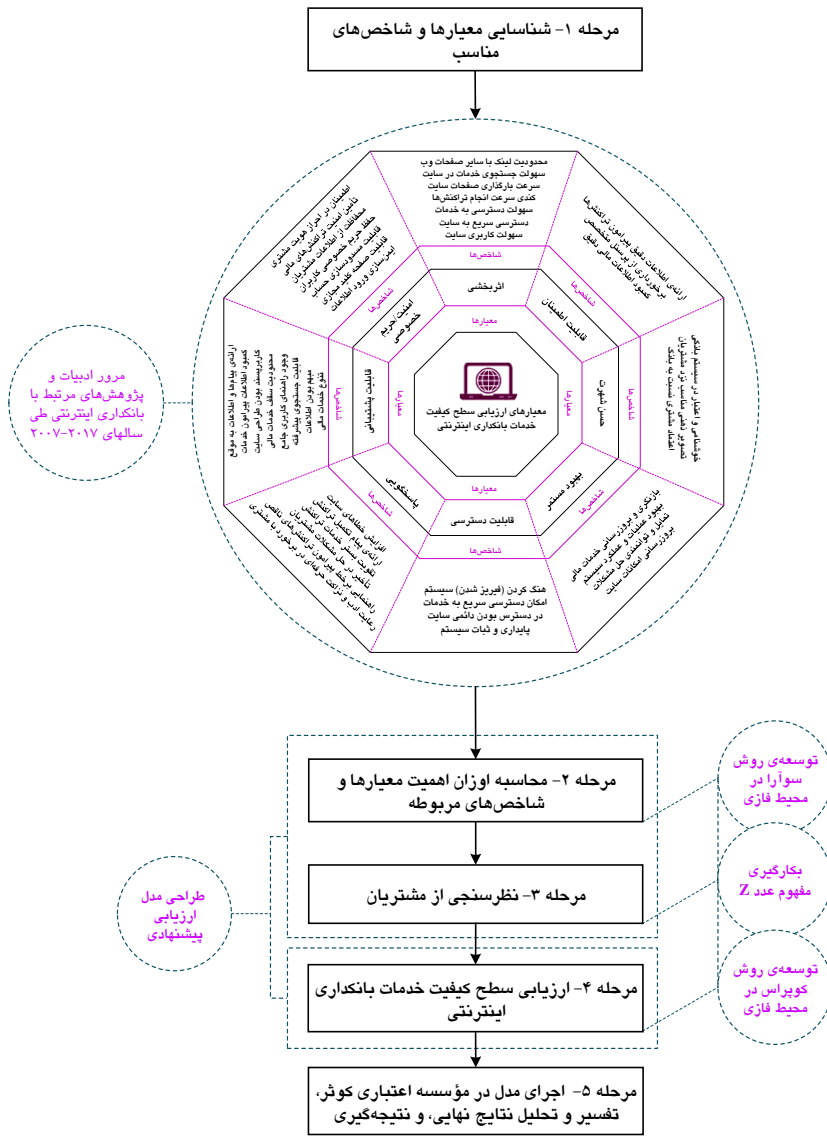
⁶ Kang et al

⁷ Massanet et al

محیط فازی را نیز ارائه نموده است. بدین ترتیب، نتایج حاصل از مدل پیشنهادی نسبت به مدل‌های پیشین از دقت و قابلیت اطمینان بیشتری برخوردار است.

۳. مدل پیشنهادی

طراحی مدل پیشنهادی این مقاله طی پنج مرحله اصلی به انجام رسیده است. اولین مرحله، شامل شناسایی مناسب‌ترین معیارها/شاخص‌های متناسب با رضایت مشتری برای ارزیابی سطح کیفیت خدمات بانکداری اینترنتی است. این فرآیند، با مرور پیشینه تحقیق و استخراج معیارها/شاخص‌های مناسب از پژوهش‌های معتبر مرتبط با این حوزه طی سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۷ میلادی به انجام رسیده است. در مرحله دوم، پس از توسعه‌ی روش سوآرا در محیط فازی، از آن به عنوان تکنیک محاسبه‌ی وزن معیارها/شاخص‌های ارزیابی استفاده می‌گردد. در مرحله سوم، ضمن نظرسنجی از مشتریان، به منظور محاسبه‌ی میزان قابلیت اطمینان نظرات ارائه شده، مفهوم عدد \tilde{Z} توسعه داده می‌شود. در مرحله چهارم، ارزیابی نهایی سطح کیفیت خدمات بانکداری اینترنتی با استفاده از توسعه‌ی جدیدی از روش کوپراس در محیط فازی به انجام خواهد رسید. اجرای مدل پیشنهادی در یک مطالعه موردی عملی پیرامون ارزیابی سطح کیفیت خدمات بانکداری اینترنتی، به منظور نشان دادن قابلیت‌های کلیدی آن، و تفسیر و تحلیل نتایج مرتبط، اقداماتی است که در مرحله‌ی پنجم و نهایی از این پژوهش به انجام خواهد رسید. مدل مفهومی مراحل پنجگانه روش پیشنهادی مقاله در شکل ۱ نمایش داده شده است.



شکل (۱). مراحل پنجگانه طراحی مدل پیشنهادی

۳-۱. طبقه‌بندی معیارها/شاخص‌های ارزیابی متناسب با رضایت مشتری

اگرچه پیرامون طبقه‌بندی انواع معیارهای ارزیابی سطح کیفیت خدمات بانکداری اینترنتی توافقی بین محققین وجود ندارد اما می‌توان گفت که طبقه‌بندی بر اساس شاخص‌های رضایت مشتری یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین دسته‌بندی‌هایی است که در پژوهش‌های پیشین مورد توجه قرار گرفته است. در این مقاله، با مرور و مطالعه‌ی پیشینه تحقیق تلاش گردید تا معیارهایی که بیشترین انطباق را با مفاهیم، شرایط و محیط بانکداری اینترنتی در ایران دارند انتخاب شوند. با مرور مقالات و

پژوهش‌های صورت پذیرفته در حوزه بانکداری اینترنتی، ۸ گروه معیار اصلی و ۴۲ شاخص مرتبط با آن‌ها که از بیشترین فراوانی برخوردار بوده و برای مسأله مورد بررسی مناسب به نظر می‌رسیدند، انتخاب شدند. معیارهای هشت‌گانه اصلی عبارتند از: اثربخشی^۱، امنیت/حریم خصوصی^۲، بهبود مستمر^۳، پاسخگویی^۴، حسن شهرت^۵، قابلیت اطمینان^۶، قابلیت پشتیبانی^۷، و قابلیت دسترسی سیستم^۸. معیارها/شاخص‌های مبتنی بر رضایت مشتریان، که در این مقاله جهت ارزیابی سطح کیفیت خدمات بانکداری اینترنتی انتخاب شده‌اند را می‌توان در جدول ۱ مشاهده نمود.

۳-۲. فرآیند طراحی مدل سوارا-کوپراس فازی مبتنی بر عدد \bar{Z}

طراحی مدل ارزیابی پیشنهادی در سه مرحله اصلی شکل می‌گیرد. مرحله اول شامل توسعه‌ی روش سوارا در محیط فازی است. تشکیل عدد \bar{Z} ، در دومین مرحله انجام شده و در نهایتاً با توسعه‌ی روش کوپراس در محیط فازی و تلفیق آن با سوارا و عدد \bar{Z} مراحل توسعه‌ی مدل پیشنهادی تکمیل می‌گردد.

۳-۲-۱. توسعه‌ی روش سوارا در محیط فازی (FSWARA)

فرض کنید با مسأله‌ای روبرو هستیم که در آن تعداد l معیار، m شاخص و h خبره وجود دارد. اوزان معیارها/شاخص‌های ارزیابی با استفاده از روش سوارای فازی را می‌توان با پیروی از گام‌های زیر تعیین نمود:

۳-۲-۱-۱. گام اول: انتخاب خبرگان

به منظور تعیین وزن معیارها و شاخص‌های مربوطه، در ابتدا لازم است گروهی متشکل از متخصصان و خبرگانی که از تجربه، دانش و تخصص لازم پیرامون موضوع بانکداری اینترنتی برخوردار بوده و توانایی ارزیابی و تجزیه و تحلیل شاخص‌های بانکداری اینترنتی در ابعاد مختلف را دارا می‌باشند انتخاب شوند.

۳-۲-۱-۲. گام دوم: مرتب‌سازی معیارها/شاخص‌ها به صورت نزولی

در این گام از کارشناسان درخواست می‌شود تا نظر خود را پیرامون اهمیت معیارها و شاخص‌های ارزیابی کیفیت بانکداری اینترنتی با تخصیص یک متغیر زبانی مناسب (شکل ۲) مشخص نمایند. در نهایت براساس میانگین ارزش‌های بدست آمده از نظرات کارشناسان، معیارها/شاخص‌ها به صورت نزولی اولویت‌بندی می‌شوند. در اینجا ضروری است وزن فازی خبرگان را بر اساس میزان تجربه آن‌ها بصورت یک متغیر زبانی مانند شکل ۳ تعریف و مورد استفاده قرار داد.

¹ Efficiency

² Security/Privacy

³ Continuous improvement

⁴ Responsiveness

⁵ Celebrity

⁶ Reliability

⁷ Supportability

⁸ System availability

۳-۲-۱-۳. گام سوم: محاسبه اهمیت نسبی فازی معیارها/شاخصها

در این گام، بر اساس مرتب‌سازی صورت گرفته در گام قبل، از خبرگان درخواست می‌شود تا نظر خود را پیرامون اهمیت نسبی معیارها/شاخص‌های ارزیابی با انتخاب یک عبارت زبانی مناسب (شکل ۲) اعلام نمایند. بدین ترتیب هر خبره با شروع از معیار/شاخص دوم موجود در پرسشنامه، اقدام به تعیین اهمیت نسبی معیار/شاخص دوم نسبت به معیار/شاخص اول (قبل از خود) می‌نماید. به عبارت دیگر در هر مرحله اختلاف ارزشی معیار l ام نسبت به معیار $l-1$ ام (شاخص m ام نسبت به شاخص $m-1$ ام) تعیین می‌شود. در نهایت براساس نظرات خبرگان و در نظر گرفتن وزن هر خبره، میانگین نسبی اختلاف ارزشی هر معیار/شاخص بدست خواهد آمد. این نسبت، میانگین فازی اهمیت نسبی ارزش‌ها نامیده شده و به کمک روابط (۱) و (۲) قابل محاسبه می‌باشد.

$$\tilde{S}_l = \frac{\sum_{h=1}^n \tilde{E}_h \otimes \tilde{S}_l^h}{\sum_{h=1}^n \tilde{E}_h}; l \in \mathbb{N} \quad (1)$$

جدول (۱). معیارها/شاخص‌های انتخابی جهت مسأله ارزیابی سطح کیفیت خدمات بانکداری اینترنتی

معیار	تعریف	شاخص	مرجع
اثربخشی (A ₁)	توانایی دسترسی سریع به سایت و استفاده از آن	محدودیت لینک با سایر صفحات وب (A ₁₁)، سهولت جستجوی خدمات در سایت (A ₁₂)، سرعت بارگذاری صفحات سایت (A ₁₃)، کندی سرعت انجام تراکنش‌ها (A ₁₄)، سهولت دسترسی به خدمات (A ₁₅)، دسترسی سریع به سایت، سهولت کاربری سایت (A ₁₆)	لوکانن و همکاران ^۱ (۲۰۰۸)، هو و لیاو ^۲ (۲۰۱۱)، حنفی زاده و همکاران ^۳ (۲۰۱۳)، شارما و گاویندالوری ^۴ (۲۰۱۴)، یاداف و همکاران ^۵ (۲۰۱۵)، لیانگ و انگاین ^۶ (۲۰۱۷)
امنیت/حریم خصوصی (A ₂)	ایمن بودن سایت و محافظت از اطلاعات کاربران	اطمینان در احراز هویت مشتری (A ₂₁)، تأمین امنیت تراکنش‌های مالی (A ₂₂)، محافظت از اطلاعات مشتریان (A ₂₃)، حفظ حریم خصوصی کاربران (A ₂₄)، قابلیت مسدودسازی حساب (A ₂₅)، قابلیت صفحه کلید مجازی (A ₂₆)، ایمن سازی ورود اطلاعات (A ₂₇)	هو و لیاو (۲۰۱۱)، حنفی زاده و همکاران (۲۰۱۳)، شارما و گاویندالوری (۲۰۱۴)، مودلی و گاوندر ^۷ (۲۰۱۶)، لیانگ و انگاین (۲۰۱۷)، رامبرز و دیوناس ^۸ (۲۰۱۷)
بهبود مستمر (A ₃)	بهبود دائمی هر یک از خدمات ارائه شده در سایت اینترنتی	بازنگری و بروزرسانی خدمات مالی (A ₃₁)، بهبود عملیات و عملکرد سیستم (A ₃₂)، تمایل و توانمندی حل مشکلات (A ₃₃)، بروزرسانی امکانات سایت (A ₃₄)	لوکانن و همکاران (۲۰۰۸)، هو و لیاو (۲۰۱۱)، حنفی زاده و همکاران (۲۰۱۳)، شارما و گاویندالوری (۲۰۱۴)، ساین و سیراهی ^۹ (۲۰۱۴)، لیانگ و انگاین (۲۰۱۷)، رامبرز و دیوناس (۲۰۱۷)

¹ Laukkanen et al.

² Hu & Liao

³ Hanafizadeh et al.

⁴ Sharma & Govindaluri

⁵ Yadav et al.

⁶ Liang & Nguyen

⁷ Moodley & Govender

⁸ Rambures & Duenas

⁹ Singh & Sirohi

ادامه جدول (۱). معیارها/شاخص‌های انتخابی جهت مسأله ارزیابی سطح کیفیت خدمات بانکداری اینترنتی

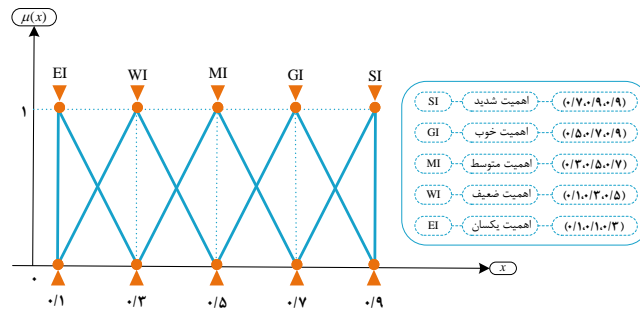
معیار	تعریف	شاخص	مرجع
پاسخگویی (A ₄)	توانایی واکنش بهنگام، منعطف و موثر به مشکلات ایجاد شده در سایت و پاسخگویی به مشتریان	افزایش خطاهای سایت (A ₄₁)، ارائه‌ی پیام تکمیل تراکنش (A ₄₂)، تقویت بستر خدمات تراکنش (A ₄₃)، تأخیر در حل مشکلات مشتریان (A ₄₄)، راهنمایی برخط پیرامون تراکنش‌های ناقص (A ₄₅)، رعایت ادب و نزاکت حرفه‌ای در برخورد با مشتری (A ₄₆)	گوئررو و همکاران ^۱ (۲۰۰۷)، لوکانن و همکاران (۲۰۰۸)، هو و لیائو (۲۰۱۱)، حنفی زاده و همکاران (۲۰۱۳)، شارما و گاویندالوری (۲۰۱۴)، ساین و سیراهی (۲۰۱۴)، رامبرز و دیوناس (۲۰۱۷)
حسن شهرت (A ₅)	خوشنامی و اعتبار بانک یا موسسه ارائه دهنده خدمات اینترنتی در نزد افکار عمومی	خوشنامی و اعتبار در سیستم بانکی (A ₅₁)، تصویر ذهنی مناسب نزد مشتریان (A ₅₂)، اعتماد مشتری نسبت به بانک (A ₅₃)	لوکانن و همکاران (۲۰۰۸)، هو و لیائو (۲۰۱۱)، حنفی زاده و همکاران (۲۰۱۳)، مودلی و گاوندر (۲۰۱۶)
قابلیت اطمینان (A ₆)	دقت خدمات، صحت ^۲ (اعتبار) اطلاعات و توانمندی ارائه خدمات وعده داده شده به مشتریان از طریق سایت	ارائه‌ی اطلاعات دقیق پیرامون تراکنش‌ها (A ₆₁)، برخورداری از پرسنل متخصص (A ₆₂)، کمبود اطلاعات مالی دقیق (A ₆₃)	هو و لیائو (۲۰۱۱)، حنفی زاده و همکاران (۲۰۱۳)، شارما و گاویندالوری (۲۰۱۴)، ساین و سیراهی (۲۰۱۴)، رامبرز و دیوناس (۲۰۱۷)
قابلیت پشتیبانی (A ₇)	کاربر پسند بودن سایت، تامین اطلاعات، و فراهم آوردن امکانات کاربری لازم برای مشتریان	ارائه‌ی پیام‌ها و اطلاعات به موقع (A ₇₁)، کمبود اطلاعات پیرامون خدمات (A ₇₂)، کاربرپسند بودن طراحی سایت (A ₇₃)، محدودیت سقف خدمات مالی (A ₇₄)، وجود راهنمای کاربری جامع (A ₇₅)، قابلیت جستجوی پیشرفته (A ₇₆)، مبهم بودن اطلاعات (A ₇₇)، تنوع خدمات مالی (A ₇₈)	هو و لیائو (۲۰۱۱)، حنفی زاده و همکاران (۲۰۱۳)، یاداف و همکاران (۲۰۱۵)، مودلی و گاوندر (۲۰۱۶)، لیانگ و انگاین (۲۰۱۷)
قابلیت دسترسی سیستم (A ₈)	عملکرد صحیح سایت از نظر فنی	هنگ کردن (فیریز شدن) سیستم (A ₈₁)، امکان دسترسی سریع به خدمات (A ₈₂)، در دسترس بودن دائمی سایت (A ₈₃)، پایداری و ثبات سیستم (A ₈₄)	گوئررو و همکاران (۲۰۰۷)، لوکانن و همکاران (۲۰۰۸)، هو و لیائو (۲۰۱۱)، حنفی زاده و همکاران (۲۰۱۳)، شارما و گاویندالوری (۲۰۱۴)، یاداف و همکاران (۲۰۱۵)، رامبرز و دیوناس (۲۰۱۷)

$$\tilde{S}_{ml} = \frac{\sum_{h=1}^n \tilde{E}_h \otimes \tilde{S}_{ml}^h}{\sum_{h=1}^n \tilde{E}_h}; l \in \mathbb{N} \quad (2)$$

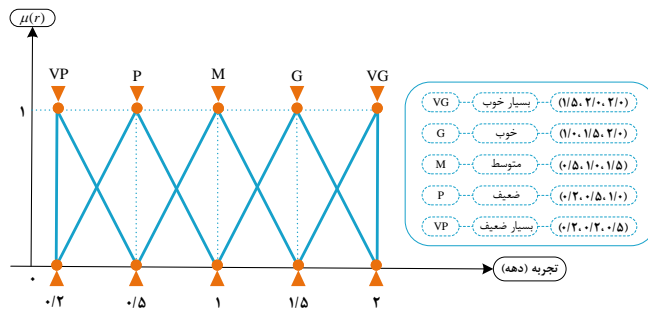
که \tilde{I}_l^h میانگین فازی اهمیت نسبی معیار l ام، \tilde{I}_l^h نظر خبره h ام در خصوص اهمیت نسبی معیار l ام، \tilde{S}_{ml}^h میانگین فازی اهمیت نسبی شاخص m ام از معیار l ام، \tilde{S}_{ml}^h نظر خبره k ام در خصوص اهمیت نسبی شاخص m ام از معیار l ام، \tilde{E}_h وزن فازی (تجربه) خبره h ام، و h ، تعداد خبرگان (متخصصان)، می‌باشد.

¹ Guerrero et al.

² Validity



شکل (۲). متغیر زبانی فازی برای مقایسه اهمیت معیارها/شاخص‌های ارزیابی (هسیه و همکاران، ۲۰۰۴)



شکل (۳). متغیر زبانی فازی برای توصیف وزن خبرگان

۳-۲-۱-۴. گام چهارم: تعیین ضرایب \tilde{k}_l و \tilde{k}_{ml}

در این گام مقدار ضریب \tilde{k}_l و \tilde{k}_{ml} به ترتیب برای معیارها و شاخص‌های مربوطه محاسبه می‌گردد. برای معیار/شاخص اول به صورت پیش فرض مقدار فازی (۱.۱.۱) در نظر گرفته می‌شود و برای معیار/شاخص‌های بعدی مقدار میانگین فازی اهمیت نسبی ارزش‌ها با عدد فازی (۱.۱.۱) جمع می‌شود. مقدار ضرایب \tilde{k}_l و \tilde{k}_{ml} را به ترتیب بر اساس روابط (۳) و (۴) می‌توان محاسبه نمود.

$$\tilde{k}_l = \begin{cases} (1, 1, 1); \\ \tilde{S}_l + (1, 1, 1); \end{cases} \quad (3)$$

$$\tilde{k}_{ml} = \begin{cases} (1, 1, 1); \\ \tilde{S}_{ml} + (1, 1, 1); \end{cases} \quad (4)$$

که \tilde{k}_l ضریب مربوط به معیار l ام، g_l میانگین فازی اهمیت نسبی معیار l ام، \tilde{k}_{ml} ضریب مربوط به شاخص m ام از معیار l ام، و g_{ml} میانگین فازی اهمیت نسبی شاخص m ام از معیار l ام، می‌باشند.

۳-۲-۱-۵. گام پنجم: تعیین وزن فازی محاسبه شده \tilde{q}_l و \tilde{q}_{ml}

مقادیر \tilde{q}_l و \tilde{q}_{ml} برای معیار/شاخص اول به صورت پیش فرض معادل (۱.۱.۱) در نظر گرفته می‌شود و برای معیار/شاخص‌های بعدی بر اساس روابط (۵) و (۶) محاسبه می‌گردد.

$$\tilde{q}_l = \begin{cases} (1, 1, 1); \\ \frac{\tilde{q}_{(l-1)}}{\tilde{k}_l}; \end{cases} \quad (۵)$$

$$\tilde{q}_{ml} = \begin{cases} (1, 1, 1); \\ \frac{\tilde{q}_{(m-1)}}{\tilde{k}_{ml}}; \end{cases} \quad (۶)$$

که \tilde{q}_l ، وزن فازی محاسبه شده معیار l ام، \tilde{k}_l ، ضریب مربوط به معیار l ام، \tilde{q}_{ml} ، وزن فازی محاسبه شده شاخص m ام از معیار l ام، و \tilde{k}_{ml} ، ضریب مربوط به شاخص m ام از معیار l ام، می‌باشند.

۳-۲-۱-۶. گام ششم: محاسبه ارزش نسبی فازی معیارها

در این گام، به ترتیب براساس روابط (۷) و (۸) وزن فازی معیارها و شاخص‌های مربوطه محاسبه می‌گردد.

$$\tilde{w}_l = \frac{\tilde{q}_l}{Q_{Sum}^{\tilde{q}_l}} \otimes (100, 100, 100); l \in N \quad (۷)$$

$$\tilde{w}_{ml} = \frac{\tilde{q}_{ml}}{Q_{Sum}^{\tilde{q}_{ml}}}; l, m \in N \quad (۸)$$

که \tilde{w}_l ، وزن فازی معیار l ام، \tilde{w}_{ml} ، وزن فازی شاخص m ام از معیار l ام، $Q_{Sum}^{\tilde{q}_l}$ ، جمع جبری قطعی اوزان فازی محاسبه شده \tilde{q}_l بوده و از رابطه (۹) قابل محاسبه می‌باشد، و $Q_{Sum}^{\tilde{q}_{ml}}$ ، جمع جبری قطعی اوزان فازی محاسبه شده \tilde{q}_{ml} می‌باشد، که از رابطه (۱۰) می‌توان آن را بدست آورد.

$$Q_{Sum}^{\tilde{q}_l} = \frac{[(\sum_{l=1}^N c_l - \sum_{l=1}^N a_l)] + [(\sum_{l=1}^N b_l - \sum_{l=1}^N a_l)]}{3} + \sum_{l=1}^N a_l \quad (۹)$$

$$Q_{Sum}^{\tilde{q}_{ml}} = \frac{[(\sum_{m=1}^N c_{ml} - \sum_{m=1}^N a_{ml})] + [(\sum_{m=1}^N b_l - \sum_{m=1}^N a_{ml})]}{3} + \sum_{l=1}^N a_{ml} \quad (۱۰)$$

۳-۲-۱-۷. گام هفتم: محاسبه وزن نهایی فازی شاخص‌ها

وزن نهایی فازی شاخص‌ها را براساس رابطه (۱۱) می‌توان محاسبه نمود.

$$\tilde{W}_{ml} = \tilde{w}_{ml} \otimes w_l; l, m \in N \quad (۱۱)$$

که، \tilde{W}_{ml} ، وزن نهایی فازی شاخص m ام از معیار l ام و w_l وزن نهایی قطعی معیار l ام می‌باشد. لازم به ذکر است که جمع غیرفازی (قطعی) وزن شاخص‌ها با وزن غیرفازی (قطعی) معیار مربوط به خود برابر است؛ یعنی: $\sum_{l=1}^N W_{ml} = w_l$.

۳-۲-۲. تشکیل عدد \tilde{Z}

در این مرحله، نظرات یا قضاوت‌های شفاهی افراد شرکت‌کننده در نظرسنجی به عدد \tilde{Z} تبدیل و ازین طریق، داده‌های لازم برای تشکیل ماتریس ارزیابی انفرادی فازی فراهم می‌گردد. عدد \tilde{Z} عددی

است مانند \bar{Z} که از دو جزء \bar{A} و \bar{B} تشکیل شده و آن را به صورت یک زوج دوتایی $(\bar{A}, \bar{B}) = \bar{Z}$ نشان می‌دهند. قسمت اول این عدد (\bar{A}) را محدودیت^۱ و قسمت دوم (\bar{B}) آن را قابلیت اطمینان^۲ می‌نامند (لطفی‌زاده، ۲۰۱۱). مراحل گام به گام تبدیل نظرات مشتریان به عدد \bar{Z} و تشکیل ماتریس ارزیابی انفرادی فازی در ادامه ارائه شده است:

۳-۲-۱. گام اول: ایجاد قسمت اول عدد \bar{Z} (محدودیت \bar{A})

برای ایجاد قسمت \bar{A} ، نظرات شفاهی افراد از طریق پرسشنامه جمع‌آوری و سپس با استفاده از مقادیر متناظر ارائه شده در شکل ۴ (وحدانی و همکاران^۳، ۲۰۱۳) به عدد فازی مثلثی تبدیل می‌گردد.

۳-۲-۲. گام دوم: ایجاد قسمت دوم عدد \bar{Z} (قابلیت اطمینان \bar{B})

برای این منظور، نظرات شفاهی افراد از طریق پرسشنامه جمع‌آوری و سپس با استفاده از مقادیر متناظر ارائه شده در شکل ۵ (هسیه و همکاران، ۲۰۰۴) به عدد فازی مثلثی تبدیل می‌گردد.

۳-۲-۳. گام سوم: تشکیل ماتریس ارزیابی انفرادی فازی

با مشخص شدن مقادیر \bar{A} و \bar{B} ، در حقیقت نظر فردی مشتری c پیرامون ارزیابی شاخص m از معیار l به یک عدد \bar{Z} مانند $\bar{Z}_{ml,j}^c = (\bar{A}_{ml,j}^c, \bar{B}_{ml,j}^c)$ تبدیل شده است که بر اساس آن می‌توان ماتریس ارزیابی انفرادی مبتنی بر عدد \bar{Z} را بصورت رابطه (۱۲) تشکیل داد.

$$\bar{D}_{Z\text{-number}}^c = \begin{bmatrix} \bar{Z}_{11,1}^c & \bar{Z}_{11,2}^c & \cdots & \bar{Z}_{11,j}^c \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{Z}_{ab,1}^c & \bar{Z}_{ab,2}^c & \cdots & \bar{Z}_{ab,j}^c \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{Z}_{ml,1}^c & \bar{Z}_{ml,2}^c & \cdots & \bar{Z}_{ml,j}^c \end{bmatrix} \quad (12)$$

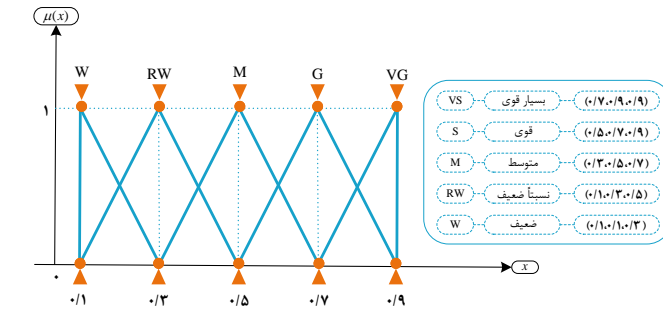
که، $\bar{A}_{ml,j}^c$ ، قسمت اول عدد \bar{Z} بوده و از تبدیل نظر شفاهی (متغیر زبانی) مشتری c پیرامون شاخص m از معیار l به عدد فازی مثلثی متناظر، بدست می‌آید، $\bar{B}_{ml,j}^c$ ، قسمت دوم عدد \bar{Z} بوده و از تبدیل نظر شفاهی مشتری c پیرامون قابلیت اطمینان \bar{A} به عدد فازی مثلثی متناظرش تعیین خواهد شد، و z ، تعداد گزینه‌های (آلترناتیوها) ارزیابی است. برای تبدیل ماتریس (۱۲) به ماتریس ارزیابی انفرادی فازی باید تمام $\bar{Z}_{ml,j}^c$ ها را به یک عدد فازی مثلثی کلاسیک تبدیل نمود.

¹ Restriction

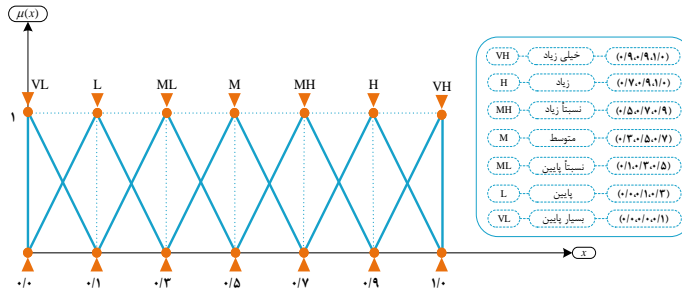
² Reliability

³ Vahdani et al

این فرآیند طی سه مرحله به شرح ذیل انجام می‌پذیرد:



شکل ۴- متغیر زبانی فازی مورد استفاده برای ایجاد قسمت اول عدد \bar{Z} (وحدانی و همکاران، ۲۰۱۳)



شکل ۵- متغیر زبانی فازی مورد استفاده برای ایجاد قسمت دوم عدد \bar{Z} (هسیه و همکاران، ۲۰۰۴)

الف. مرحله ۱- تبدیل \bar{B} به یک عدد قطعی

مقدار قطعی \bar{B} را با استفاده از روش مرکز سطح، می‌توان محاسبه نمود. در اینصورت اگر $\bar{B} = (b_1, b_2, b_3)$ باشد، آنگاه مقدار قطعی آن را با α نشان داده و با استفاده از رابطه (۱۳) محاسبه می‌نمایند (هو و لیائو، ۲۰۱۱):

$$\alpha = \frac{[(b_3 - b_1) + (b_2 - b_1)]}{3} + b_1, \quad (13)$$

ب. مرحله ۲- اضافه کردن وزن \bar{B} به \bar{A} و ساخت عدد موزون \bar{Z}^α

در این مرحله، عدد \bar{Z} موزون را بایستی برای تمام درایه‌های ماتریس $\bar{D}_{Z-number}^c$ (رابطه ۱۲) محاسبه نمود. برای این منظور، کافی است بازای هر \bar{Z} ، مقدار قطعی \bar{B} (α) را به \bar{A} اضافه نمود. عدد موزون را با \bar{Z}^α نشان می‌دهند، که مقدار آن $\bar{Z}^\alpha = \{(x, \mu_{\bar{A}}^\alpha(x)) | \mu_{\bar{A}}^\alpha(x) = \alpha \mu_{\bar{A}}(x)\}$ می‌باشد (کانگ و همکاران، ۲۰۱۲).

پ. مرحله ۳- تبدیل \tilde{Z}^a به یک عدد فازی مثلثی کلاسیک

اگر عدد \tilde{Z} موزون یک عدد مثلثی فازی مانند $\tilde{Z}^a = (a_1, a_2, a_3)$ باشد، آنگاه عدد فازی کلاسیک متناظر با آن یک عدد مثلثی فازی مانند $\tilde{G} = (g_1, g_2, g_3)$ بوده که از رابطه (۱۴) محاسبه می‌گردد (کانگ و همکاران، ۲۰۱۲).

$$\tilde{G} = (g_1, g_2, g_3) = \sqrt{a} \times \tilde{A}^a = (\sqrt{a} \times a_1, \sqrt{a} \times a_2, \sqrt{a} \times a_3) \quad (14)$$

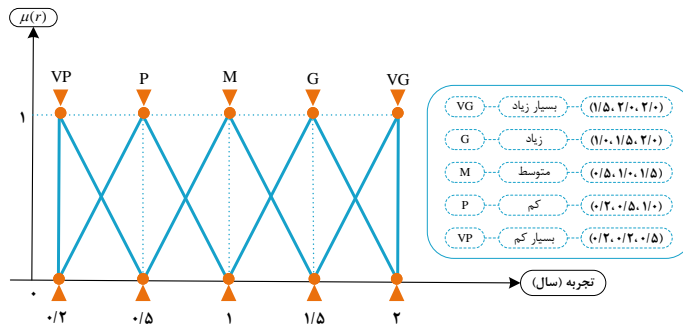
پس از محاسبه $\tilde{G} = (g_1, g_2, g_3)$ ، بازای تمام دارایی‌های ماتریس $\tilde{D}_{Z-number}^c$ (رابطه ۱۲)، وزن فازی مشتری نظردهنده را در آن ضرب کرده و سپس به نحوی که در رابطه (۱۵) مشاهده می‌گردد، ماتریس ارزیابی انفرادی فازی تشکیل خواهد شد.

$$\tilde{D}_{Fuzzy}^c = \begin{bmatrix} \tilde{F}_{11,1}^c & \tilde{F}_{11,2}^c & \cdots & \tilde{F}_{11,j}^c \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{F}_{ab,1}^c & \tilde{F}_{ab,2}^c & \cdots & \tilde{F}_{ab,j}^c \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{F}_{ml,1}^c & \tilde{F}_{ml,2}^c & \cdots & \tilde{F}_{ml,j}^c \end{bmatrix} \quad (15)$$

که \tilde{D}_{Fuzzy}^c ، ماتریس ارزیابی انفرادی فازی مشتری c و $\tilde{F}_{ml,j}^c$ عدد فازی کلاسیک موزون متناظر با شاخص m از معیار l (ارائه شده توسط مشتری c)، و j تعداد گزینه‌ها (آلترناتیوهای) ارزیابی می‌باشد. با استفاده از رابطه (۱۶) می‌توان مقدار $\tilde{F}_{ml,j}^c$ را محاسبه نمود:

$$\tilde{F}_{ml,j}^c = \tilde{E}_c \otimes \tilde{G}_{ml,j}^c \quad (16)$$

که \tilde{E}_c ، وزن فازی مشتری c ، $\tilde{G}_{ml,j}^c$ عدد فازی کلاسیک متناظر با عدد \tilde{Z} موزون شاخص m از معیار l ، و j تعداد گزینه‌های (آلترناتیوها) ارزیابی می‌باشد. وزن فازی مشتریان را می‌توان بر اساس میزان سابقه یا تجربه آن‌ها در استفاده از خدمات بانکداری اینترنتی بصورت یک متغیر زبانی مانند شکل ۶ تعریف و مورد استفاده قرار داد.



شکل (۶). متغیر زبانی فازی برای توصیف وزن مشتریان

۳-۲-۳. توسعه‌ی روش کوپراس در محیط فازی (FCOPRAS)

به منظور رفع نواقص مدل‌های موجود و افزایش قابلیت اطمینان ابزار ارزیابی، در این قسمت سبک کامل و جدیدی از توسعه‌ی کوپراس در محیط فازی ارائه شده است که قادر به حفظ ماهیت و طبیعت اعداد فازی تا مراحل انتهایی محاسبات می‌باشد. گام‌های روش کوپراس فازی پیشنهادی در ادامه تشریح شده است:

۳-۲-۳-۱. گام اول: تشکیل ماتریس ارزیابی فازی نهایی

در این گام، میانگین مقادیر ماتریس ارزیابی انفرادی فازی (\tilde{D}_{Fuzzy}^c) محاسبه و جهت تشکیل ماتریس ارزیابی نهایی فازی (\tilde{D}) مورد استفاده قرار می‌گیرند. درایه‌های ماتریس \tilde{D} را با استفاده از رابطه (۱۷) می‌توان محاسبه نمود:

$$\tilde{F}_{ml,j} = \frac{\sum_{c=1}^n \tilde{F}_{ml,j}^c}{\sum_{c=1}^n \tilde{E}_c} ; m, l, j \in N \quad (17)$$

که \tilde{E}_c ، وزن فازی مشتری c ، $\tilde{F}_{ml,j}^c$ عدد فازی کلاسیک موزون متناظر با شاخص m از معیار l (ارائه شده توسط مشتری c)، و z تعداد گزینه‌های (آلترناتیوها) ارزیابی می‌باشد. پس از محاسبه‌ی $\tilde{F}_{ml,j}$ ، ماتریس ارزیابی فازی نهایی (\tilde{D}) به صورت زیر تشکیل می‌گردد:

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{F}_{11,1} & \tilde{F}_{11,2} & \cdots & \tilde{F}_{11,j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{F}_{ab,1} & \tilde{F}_{ab,2} & \cdots & \tilde{F}_{ab,j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{F}_{ml,1} & \tilde{F}_{ml,2} & \cdots & \tilde{F}_{ml,j} \end{bmatrix} \quad (18)$$

۳-۲-۳-۲. گام دوم: نرمال‌سازی داده‌های ماتریس ارزیابی فازی

ماتریس نرمال ارزیابی فازی (\tilde{D}') را بصورت زیر می‌توان تشکیل داد:

$$\tilde{D}' = \begin{bmatrix} \tilde{F}'_{11,1} & \tilde{F}'_{11,2} & \cdots & \tilde{F}'_{11,j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{F}'_{ab,1} & \tilde{F}'_{ab,2} & \cdots & \tilde{F}'_{ab,j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{F}'_{ml,1} & \tilde{F}'_{ml,2} & \cdots & \tilde{F}'_{ml,j} \end{bmatrix} \quad (19)$$

که $\tilde{F}'_{ml,j} = \left(\frac{\min_j F_{ml,j}^a}{F_{ml,j}^c}, \frac{\min_j F_{ml,j}^b}{F_{ml,j}^c}, \frac{\min_j F_{ml,j}^a}{F_{ml,j}^c} \right)$ و $\tilde{F}'_{ml,j} = \left(\frac{F_{ml,j}^a}{\max_j F_{ml,j}^c}, \frac{F_{ml,j}^b}{\max_j F_{ml,j}^c}, \frac{F_{ml,j}^c}{\max_j F_{ml,j}^c} \right)$ مقدار نرمال برای شاخص‌های سود (منظور شاخص‌هایی است که هرچه مقدار آن‌ها بیشتر باشد بهتر است؛ مانند امنیت) و شاخص‌های هزینه (منظور شاخص‌هایی است که هرچه مقدار آن‌ها کمتر باشد بهتر است؛ مانند هنگ کردن سیستم) می‌باشند.

۳-۲-۳. گام سوم: محاسبه‌ی ماتریس ارزیابی موزون نرمال فازی

ماتریس ارزیابی موزون نرمال فازی (\tilde{Y}) را با ضرب وزن نهایی فازی شاخص‌ها (\tilde{W}_{ml}) در درایه‌های ماتریس \tilde{D}' براساس رابطه (۲۰) می‌توان محاسبه نمود:

$$\tilde{y}_{ml,j} = \tilde{W}_{ml} \otimes \tilde{F}'_{ml,j} \quad (20)$$

که $\tilde{F}'_{ml,j}$ مقدار نرمال موزون متناظر با شاخص m ام از معیار l ، برای گزینه z می‌باشد. با مشخص شدن مقادیر $\tilde{y}_{ml,j}$ ، ماتریس ارزیابی فازی نرمال موزون به صورت زیر تشکیل خواهد شد:

$$\tilde{Y} = \begin{bmatrix} \tilde{y}_{11,1} & \tilde{y}_{11,2} & \cdots & \tilde{y}_{11,j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{y}_{ab,1} & \tilde{y}_{ab,2} & \cdots & \tilde{y}_{ab,j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{y}_{ml,1} & \tilde{y}_{ml,2} & \cdots & \tilde{y}_{ml,j} \end{bmatrix} \quad (21)$$

۳-۲-۴. گام چهارم: محاسبه‌ی مقدار کل شاخص‌های $\tilde{R}_{ml,j}$ و $\tilde{P}_{ml,j}$

$\tilde{R}_{ml,j}$ و $\tilde{P}_{ml,j}$ ، به ترتیب جمع امتیازات نرمال موزون برای شاخص‌های سود و هزینه بوده و بیان‌گر سطح دستیابی گزینه z به اهداف در نظر گرفته شده برای ارزیابی می‌باشند. مقدار $\tilde{P}_{ml,j}$ با استفاده از رابطه (۲۲) قابل محاسبه می‌باشد. توجه شود که هرچه مقدار این شاخص بیشتر باشد بهتر است. بنابراین $\tilde{P}_{ml,j}$ را برای شاخص‌هایی از جنس سود باید محاسبه نمود زیرا مسیر بهینه‌سازی آن در جهت بیشینه‌سازی است.

$$\tilde{P}_{ml,j} = \sum_{j=1}^r \tilde{y}_{ml,j}; m, l, j \in \mathbb{N} \quad (22)$$

که، r تعداد شاخص‌هایی است که مقدار بیشینه آن‌ها مطلوب است (شاخص‌های سود). مقدار $\tilde{R}_{ml,j}$ نیز با استفاده از رابطه (۳-۳۵) قابل محاسبه می‌باشد. توجه شود که هرچه مقدار این شاخص کمتر باشد بهتر است. بنابراین $\tilde{R}_{ml,j}$ را برای شاخص‌هایی از جنس هزینه باید محاسبه نمود زیرا مسیر بهینه‌سازی آن در جهت کمینه‌سازی است.

$$\tilde{R}_{ml,j} = \sum_{j=m+1}^{r'} \tilde{y}_{ml,j}; m, l, j \in \mathbb{N} \quad (23)$$

که، $(r' - r)$ تعداد شاخص‌هایی است که مقدار کمینه آن‌ها مطلوب است (شاخص‌های هزینه).

۳-۲-۵. گام پنجم: فازی‌زدایی مقادیر $\tilde{R}_{ml,j}$ و $\tilde{P}_{ml,j}$

در این گام با استفاده از رابطه (۱۳) مقادیر قطعی شاخص‌های $\tilde{R}_{ml,j}$ و $\tilde{P}_{ml,j}$ محاسبه می‌گردند.

۳-۲-۳-۶. گام ششم: تعیین کمینه مقدار $R_{ml,j}$

کمینه مقدار $R_{ml,j}$ ، با استفاده از رابطه (۲۴) قابل محاسبه می‌باشد:

$$R_{\min} = \min_i R_{ml,j}; \quad i, l, j \in N \quad (24)$$

۳-۲-۳-۷. گام هفتم: محاسبه وزن (امتیاز) نسبی گزینه‌ها

وزن یا امتیاز نسبی گزینه‌ها را به کمک رابطه (۲۵) می‌توان محاسبه نمود:

$$Q_j = P_{ml,j} + \frac{R_{\min} \sum_{j=1}^r R_{ml,j}}{R_{ml,j} \sum_{j=1}^r R_{ml,j}}; \quad m, l, j \in N \quad (25)$$

که Q_j وزن نسبی گزینه Z_m ، $P_{ml,j}$ و $R_{ml,j}$ نیز به ترتیب مقادیر قطعی $\bar{P}_{ml,j}$ و $\bar{R}_{ml,j}$ می‌باشند. با ساده کردن رابطه (۲۵)، می‌توان آن را به صورت زیر بازنویسی نمود:

$$Q_j = P_{ml,j} + \frac{\sum_{j=1}^r R_{ml,j}}{R_{ml,j} \sum_{j=1}^r \frac{1}{R_{ml,j}}}; \quad i, l, j \in N \quad (26)$$

۴. مطالعه موردی: مؤسسه اعتباری کوثر

مدل پیشنهادی این مقاله، با هدف ارزیابی سطح کیفیت خدمات بانکداری اینترنتی مؤسسه اعتباری کوثر به اجرا گذاشته شد. جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه مشتریان مؤسسه اعتباری کوثر می‌شود. تعداد اعضای این جامعه آماری نامحدود و بالای ۱۰۰۰۰۰ نفر می‌باشد، بنابراین، بر اساس جدول مورگان (حیدری و همکاران، ۱، ۲۰۱۱) تعداد ۳۸۴ نفر از مشتریان به عنوان نمونه انتخاب و پرسشنامه نهایی بین آن‌ها توزیع گردید. در ادامه، نتایج عددی حاصل از مدل ارائه گردیده است.

۴-۱. محاسبه‌ی وزن معیارها/شاخص‌ها با استفاده از روش سوآرای فازی (FSWARA)

در این مرحله، ۳۲ نفر از خبرگان و کارشناسان مجرب و متخصص در زمینه بانکداری اینترنتی در سطح مؤسسه اعتباری کوثر انتخاب گردیدند که از سابقه فعالیت حرفه‌ای در این زمینه برخوردار بودند. پس از انتخاب خبرگان و تعیین وزن فازی آن‌ها، با پیروی از گام‌های دوم تا هفتم (ارائه شده در بند ۳-۲-۱) و استفاده از روابط (۱) تا (۱۱) می‌توان وزن نهایی معیارها/شاخص‌های ارزیابی را محاسبه نمود. نتایج عددی حاصل از محاسبات وزن شاخص‌های مسأله در جدول ۲ خلاصه شده است.

۴-۲. تشکیل ماتریس ارزیابی فازی نهایی بر اساس رویکرد عدد \tilde{Z}

از آنجا که در این پژوهش به دنبال ارزیابی سطح کیفیت بانکداری اینترنتی بر اساس رضایت مشتریان هستیم، پس بر اساس ۴۸ شاخص شناسایی شده (که مبتنی بر رضایت مشتریان است) پرسشنامه‌ای تهیه و بین مشتریانی که تجربه استفاده از خدمات اینترنتی این موسسه را داشتند (به عنوان نمونه آماری) توزیع گردید. با تبدیل نظرات مشتریان به عدد \tilde{Z} ، داده‌های لازم برای تشکیل ماتریس ارزیابی انفرادی فازی فراهم می‌گردد. با استفاده از روابط (۱۷) و (۱۸) مقادیر ماتریس ارزیابی نهایی فازی (\tilde{F}_{ml}) به شرح جدول ۳ بدست خواهد آمد.

۴-۳. رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس روش کوپراس فازی (FCOPRAS)

پس از بدست آمدن مقادیر \tilde{F}_{ml} و تشکیل ماتریس ارزیابی فازی نهایی (\tilde{D})، ابتدا به کمک روابطه (۱۹) تا (۲۱)، به ترتیب مقادیر ماتریس نرمال ارزیابی فازی (\tilde{D}') و ماتریس ارزیابی موزون نرمال فازی (\tilde{Y}) محاسبه می‌گردد. در ادامه با پیروی از گام‌های چهارم تا هفتم روش کوپراس فازی (ارائه شده در بند ۳-۲-۳) و استفاده از روابط (۲۲) تا (۲۶)، امتیاز نهایی سطح کیفیت بانکداری اینترنتی موسسه اعتباری کوثر (QT) محاسبه خواهد شد. بر این اساس $\tilde{P}_{ml,j} = (14.745, 38.459, 106.583)$ ، $\tilde{R}_{ml,j} = (3.663, 8.617, 23.232)$ ، $P_{ml,j} = 53.295$ ، $R_{ml,j} = R_{min} = 11.837$ ، و در نهایت، $Q_T = 65.132$ می‌شود. به همین ترتیب می‌توان امتیاز کیفی خدمات بانکداری اینترنتی را بر اساس ۸ معیار اصلی محاسبه نمود که نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول (۲). وزن فازی شاخص‌های ارزیابی بر اساس روش سوآرای فازی

شاخص	\tilde{S}_{ml}	\tilde{K}_{ml}	\tilde{W}_{ml}	شاخص	\tilde{S}_{ml}	\tilde{K}_{ml}	\tilde{W}_{ml}
A ₁₆	(۰/۰۰، ۰/۱۰۰)	(۰/۰۰، ۰/۱۰۰)	(۰/۱۰۰، ۰/۱۰۰)	A ₆₆	(۰/۱۰۰، ۰/۱۰۰)	(۰/۱۰۰، ۰/۱۰۰)	(۰/۱۰۰، ۰/۱۰۰)
A ₁₄	(۰/۵۲، ۰/۹۹)	(۰/۱۹، ۰/۹۹)	(۰/۴۷، ۰/۹۲)	A ₆₂	(۰/۱۹، ۰/۹۹)	(۰/۱۷، ۰/۹۲)	(۰/۱۷، ۰/۹۲)
A ₁₁	(۰/۵۱، ۰/۱۰۰)	(۰/۲۰، ۰/۱۰۰)	(۰/۵۱، ۰/۹۶)	A ₆₄	(۰/۵۱، ۰/۹۹)	(۰/۲۱، ۰/۹۶)	(۰/۲۱، ۰/۹۶)
A ₁₃	(۰/۴۹، ۰/۹۵)	(۰/۱۸، ۰/۹۵)	(۰/۴۷، ۰/۹۲)	A ₆₁	(۰/۴۹، ۰/۹۵)	(۰/۱۹، ۰/۹۲)	(۰/۱۹، ۰/۹۲)
A ₁₂	(۰/۵۷، ۰/۱۰۰)	(۰/۲۳، ۰/۱۰۰)	(۰/۴۵، ۰/۹۱)	A ₆₃	(۰/۵۷، ۰/۱۰۰)	(۰/۱۷، ۰/۹۱)	(۰/۱۷، ۰/۹۱)
A ₁₇	(۰/۵۸، ۰/۱۰۰)	(۰/۲۲، ۰/۱۰۰)	(۰/۴۳، ۰/۸۹)	A ₆₅	(۰/۵۸، ۰/۱۰۰)	(۰/۲۱، ۰/۸۹)	(۰/۲۱، ۰/۸۹)
A ₁₅	(۰/۵۱، ۰/۹۸)	(۰/۲۱، ۰/۹۸)	(۰/۴۳، ۰/۸۹)	A ₇₈	(۰/۵۱، ۰/۹۸)	(۰/۲۱، ۰/۹۸)	(۰/۲۱، ۰/۹۸)
A ₂₁	(۰/۱۰۰، ۰/۱۰۰)	(۰/۱۰۰، ۰/۱۰۰)	(۰/۵۲، ۰/۹۸)	A ₇₆	(۰/۱۰۰، ۰/۱۰۰)	(۰/۲۱، ۰/۹۸)	(۰/۲۱، ۰/۹۸)
A ₂₃	(۰/۴۲، ۰/۸۹)	(۰/۱۴، ۰/۸۹)	(۰/۵۱، ۰/۱۰۰)	A ₇₁	(۰/۴۲، ۰/۸۹)	(۰/۲۰، ۰/۱۰۰)	(۰/۲۰، ۰/۱۰۰)

ادامه جدول (۲). وزن فازی شاخص‌های ارزیابی بر اساس روش سوارای فازی

\tilde{W}_{ml}	\tilde{K}_{ml}	\tilde{S}_{ml}	شاخص	\tilde{W}_{ml}	\tilde{K}_{ml}	\tilde{S}_{ml}	شاخص
(۰/۴۲، ۰/۹۶، ۱/۹۵)	(۱/۵۴، ۲/۰۳)	(۰/۵۴، ۱/۰۳)	A73	(۲/۰۲، ۴/۸۱)	(۱/۵۹، ۲/۰۷)	(۰/۵۹، ۱/۰۷)	A22
(۰/۲۲، ۰/۶۹، ۱/۷۱)	(۱/۴۰، ۱/۸۸)	(۰/۴۰، ۰/۸۸)	A72	(۲/۹۲، ۲/۹۲)	(۱/۰۰، ۱/۰۰)	(۰/۲۴)	A33
(۰/۱۲، ۰/۴۷، ۱/۴۸)	(۱/۴۶، ۱/۹۲)	(۰/۴۶، ۰/۹۲)	A74	(۱/۹۵، ۲/۴۷)	(۱/۵۰، ۱/۹۸)	(۰/۵۰، ۰/۹۸)	A32
(۰/۰۶، ۰/۳۲، ۱/۲۵)	(۱/۴۷، ۱/۹۴)	(۰/۴۷، ۰/۹۴)	A75	(۱/۳۶، ۲/۱۴)	(۱/۴۳، ۱/۹۰)	(۰/۴۳، ۰/۹۰)	A31
(۰/۰۳، ۰/۲۱، ۱/۰۶)	(۱/۴۹، ۱/۹۸)	(۰/۴۹، ۰/۹۸)	A77	(۱/۹۱، ۱/۹۱)	(۱/۰۰، ۱/۰۰)	(۰/۱۵)	A41
(۱۰/۲۱، ۱۰/۲۱)	(۱/۰۰، ۱/۰۰)	(۱/۰۰، ۱/۰۰)	A81	(۱/۲۹، ۱/۶۲)	(۱/۴۸، ۱/۹۴)	(۰/۴۸، ۰/۹۴)	A43
(۵/۰۱، ۶/۵۱، ۸/۳۷)	(۱/۵۷، ۲/۰۴)	(۰/۵۷، ۱/۰۴)	A82	(۰/۹۱، ۱/۴۱)	(۱/۴۲، ۱/۸۸)	(۰/۴۲، ۰/۸۸)	A44
(۲/۵۲، ۴/۳۰، ۶/۹۹)	(۱/۵۲، ۱/۹۸)	(۰/۵۲، ۰/۹۸)	A86	(۰/۶۲، ۱/۱۹)	(۱/۴۸، ۱/۹۳)	(۰/۴۸، ۰/۹۳)	A42
(۱/۲۵، ۲/۸۱، ۵/۷۸)	(۱/۵۳، ۲/۰۱)	(۰/۵۳، ۱/۰۱)	A84	(۳/۲۳، ۳/۲۳)	(۱/۰۰، ۱/۰۰)	(۰/۱۹)	A51
(۰/۶۳، ۱/۸۵، ۴/۸۳)	(۱/۵۱، ۱/۹۸)	(۰/۵۱، ۰/۹۸)	A85	(۲/۲۷، ۲/۸۲)	(۱/۴۳، ۱/۹۰)	(۰/۱۵، ۰/۴۳، ۰/۹)	A54
(۰/۳۱، ۱/۱۸، ۳/۹۵)	(۱/۵۸، ۲/۰۶)	(۰/۵۸، ۱/۰۶)	A87	(۱/۴۹، ۲/۳۴)	(۱/۵۲، ۱/۹۸)	(۰/۵۲، ۰/۹۸)	A52
(۰/۱۵، ۰/۷۸، ۲/۳۳)	(۱/۵۱، ۱/۹۸)	(۰/۵۱، ۰/۹۸)	A83	(۰/۹۸، ۱/۹۵)	(۱/۵۲، ۲/۰۰)	(۰/۵۲، ۱/۰۰)	A53

۵. تحلیل و تفسیر نتایج عددی

برای آنکه بتوان درک بهتری از نتایج عددی حاصل از مدل پیشنهادی ارزیابی سطح کیفیت خدمات بانکداری اینترنتی بدست آورد، لازم است که امتیازات نهایی بدست آمده برای کیفیت را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهیم. در تعیین امتیاز نهایی کیفیت (QT) به کمک مدل تلفیقی سوارا-کوپراس پیشنهادی چهار متغیر اصلی نقش ایفا می‌نمایند که عبارتند از:

$$۱- \text{وزن معیارها/شاخص‌ها } (\tilde{W}_{ml}/\tilde{W}_l)$$

۲- وزن مشتریان،

۳- نظر شفاهی مشتریان پیرامون کیفیت معیارها/شاخص‌های ارزیابی (قسمت اول عدد $\tilde{Z} \sim \tilde{A}$)، و

۴- میزان قابلیت اطمینان نظرات مشتریان پیرامون معیارها/شاخص‌های ارزیابی (قسمت دوم عدد $\tilde{B} \sim \tilde{Z}$).

با مشخص شدن مقادیر بیشینه و کمینه امتیازات کیفیت و مقایسه آن‌ها با امتیازات کسب شده براحتی می‌توان متوجه شد که این امتیازات (Q_l) در چه سطحی قرار دارند. اگر مقادیر بیشینه و کمینه امتیاز نهایی کیفیت را به ترتیب با Q^{Max} و Q^{Min} نشان دهیم.

آنگاه:

(الف) هرچه Q_i (امتیاز کیفیت کسب شده توسط معیار I ام) به Q^{Max} نزدیک تر باشد، کیفیت خدمات بانکداری اینترنتی در سطح مطلوب تری قرار دارد، و
(ب) هرچه Q_i به Q^{Min} نزدیک تر باشد، کیفیت خدمات بانکداری اینترنتی در سطح پایین تری قرار می گیرد.

از بین چهار متغیر بالا، متغیر سوم یا نظرات شفاهی مشتریان (\bar{A}) مهم ترین نقش را در امتیازات بدست آمده دارد، زیرا امتیازات نهایی بر اساس این نظرات و تبدیل آن ها به متغیرهای عددی بدست آمده اند. همانطور که عنوان شد، نظرات مشتریان به کمک یک مقیاس عددی با طیف پنجگانه (شکل ۴) به متغیرهای عددی فازی برگردانده شد. بنابراین، برای یافتن مقادیر Q^{Max} و Q^{Min} ، متغیرهای اول، دوم و چهارم را ثابت نگه داشته و مقدار \bar{A} را به ترتیب برابر گویه بسیار قوی و ضعیف که معادل عدد فازی مثلثی $(0/9, 0/9, 0/7)$ و $(0/3, 0/1, 0/1)$ است قرار می دهیم. نتایج بدست آمده از این تغییرات در جدول ۴ (ستون سوم تا ششم) ارائه شده است.

جدول (۳). مقادیر ماتریس فازی نهایی با احتساب وزن خبرگان (\bar{D}) و ماتریس نرمال ارزیابی فازی (\bar{D}')

شاخص	نوع شاخص	مقادیر ماتریس \bar{D}	مقادیر ماتریس \bar{D}'	شاخص	نوع شاخص	مقادیر ماتریس \bar{D}	مقادیر ماتریس \bar{D}'
A ₁₁	سود	(0/488, 0/914)	(0/504, 0/945)	A ₆₁	سود	(0/251, 0/918)	(0/259, 0/949)
A ₁₂	سود	(0/497, 0/935)	(0/514, 0/967)	A ₆₂	سود	(0/248, 0/907)	(0/256, 0/938)
A ₁₃	سود	(0/506, 0/945)	(0/523, 0/978)	A ₆₃	هزینه	(0/251, 0/919)	(0/264, 0/964)
A ₁₄	هزینه	(0/471, 0/893)	(0/515, 1/000)	A ₆₄	سود	(0/251, 0/923)	(0/260, 0/955)
A ₁₅	سود	(0/497, 0/938)	(0/514, 0/970)	A ₆₅	سود	(0/253, 0/917)	(0/262, 0/949)
A ₁₆	سود	(0/499, 0/937)	(0/516, 0/969)	A ₆₆	هزینه	(0/249, 0/905)	(0/268, 0/973)
A ₁₇	هزینه	(0/498, 0/922)	(0/487, 0/934)	A ₇₁	سود	(0/254, 0/928)	(0/263, 0/960)
A ₂₁	هزینه	(0/488, 0/931)	(0/496, 0/965)	A ₇₂	هزینه	(0/250, 0/910)	(0/266, 0/969)
A ₂₂	سود	(0/500, 0/961)	(0/517, 0/994)	A ₇₃	سود	(0/262, 0/956)	(0/271, 0/989)
A ₂₃	سود	(0/482, 0/914)	(0/499, 0/945)	A ₇₄	سود	(0/256, 0/925)	(0/265, 0/957)
A ₃₁	سود	(0/466, 0/882)	(0/482, 0/912)	A ₇₅	هزینه	(0/251, 0/920)	(0/263, 0/967)
A ₃₂	سود	(0/500, 0/937)	(0/517, 0/969)	A ₇₆	سود	(0/246, 0/901)	(0/252, 0/932)
		(0/259, 0/949)	(0/268, 0/949)			(0/246, 0/901)	(0/255, 0/932)

ادامه جدول (۳). مقادیر ماتریس فازی نهایی با احتساب وزن خبرگان (\bar{D}) و ماتریس نرمال ارزیابی فازی (\bar{D}')

شاخص	نوع شاخص	مقادیر ماتریس \bar{D}	مقادیر ماتریس \bar{D}'	شاخص	نوع شاخص	مقادیر ماتریس \bar{D}	مقادیر ماتریس \bar{D}'
A ₃₃	سود	(۰/۴۶۶، ۰/۸۸۴)	(۰/۴۸۲، ۰/۹۱۴)	A ₇₇	هزینه	(۰/۴۹۹، ۰/۹۳۹)	(۰/۴۸۶، ۰/۹۳۷)
A ₄₁	سود	(۰/۵۱۳، ۰/۹۶۷)	(۰/۵۳۱، ۱/۰۰۰)	A ₇₈	سود	(۰/۴۸۵، ۰/۹۲۰)	(۰/۵۰۲، ۰/۹۵۲)
A ₄₂	سود	(۰/۴۷۶، ۰/۸۹۵)	(۰/۴۹۲، ۰/۹۲۶)	A ₈₁	سود	(۰/۴۹۳، ۰/۹۳۳)	(۰/۵۱۰، ۰/۹۵۵)
A ₄₃	سود	(۰/۴۶۲، ۰/۸۸۰)	(۰/۴۷۸، ۰/۹۱۱)	A ₈₂	سود	(۰/۴۷۶، ۰/۹۱۳)	(۰/۴۹۳، ۰/۹۴۴)
A ₄₄	سود	(۰/۴۷۸، ۰/۹۰۴)	(۰/۴۹۴، ۰/۹۳۵)	A ₈₃	سود	(۰/۴۶۷، ۰/۸۸۷)	(۰/۴۸۳، ۰/۹۱۸)
A ₅₁	سود	(۰/۴۷۶، ۰/۹۰۲)	(۰/۴۹۲، ۰/۹۳۴)	A ₈₄	سود	(۰/۴۸۴، ۰/۹۱۱)	(۰/۵۰۱، ۰/۹۴۲)
A ₅₂	سود	(۰/۵۰۷، ۰/۹۴۲)	(۰/۵۲۴، ۰/۹۷۴)	A ₈₅	سود	(۰/۴۹۳، ۰/۹۳۹)	(۰/۵۱۰، ۰/۹۶۱)
A ₅₃	سود	(۰/۴۸۵، ۰/۹۲۰)	(۰/۵۰۲، ۰/۹۵۱)	A ₈₆	سود	(۰/۴۹۵، ۰/۹۲۷)	(۰/۵۱۲، ۰/۹۵۹)
A ₅₄	هزینه	(۰/۴۹۶، ۰/۹۳۳)	(۰/۴۸۸، ۰/۹۴۵)	A ₈₇	سود	(۰/۴۷۴، ۰/۸۹۹)	(۰/۴۹۱، ۰/۹۳۰)

بیشینه مقدار (غیر نرمال) شاخص‌های سود
کمینه مقدار (غیر نرمال) شاخص‌های هزینه

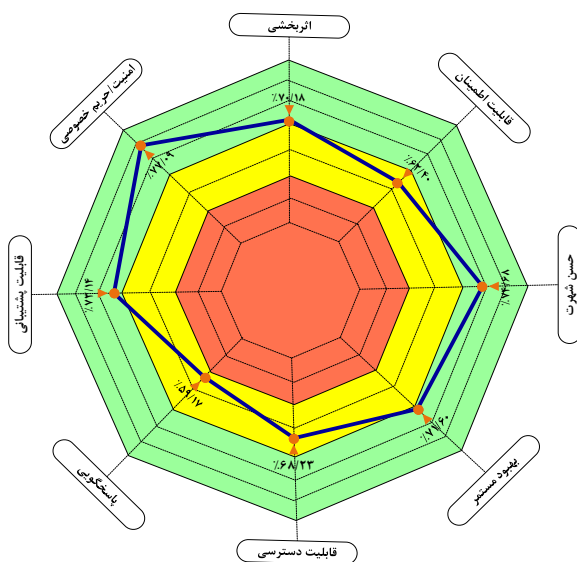
(۰/۲۶۶، ۰/۵۱۳، ۰/۹۶۷)
(۰/۲۴۲، ۰/۴۷۱، ۰/۸۹۳)

جهت تحلیل کیفی نتایج، یک شاخص کیفی پیشنهاد شده است که به کمک آن می‌توان سطح کیفیت خدمات بانکداری اینترنتی را بصورت کیفی تعیین نمود. بر این اساس اگر $0\% \leq Q_i \leq 30\%$ ، آنگاه معیار/ شاخص مربوطه در وضعیت قرمز و سطح کیفیت ضعیف قرار دارد. اگر $30\% < Q_i \leq 40\%$ ، آنگاه معیار/ شاخص مربوطه در وضعیت قرمز و سطح کیفیت نسبتاً ضعیف می‌باشد. اگر $40\% < Q_i \leq 60\%$ ، آنگاه معیار/ شاخص مربوطه در وضعیت زرد و سطح کیفیت متوسط است. اگر $60\% < Q_i \leq 70\%$ ، آنگاه معیار/ شاخص مربوطه در وضعیت زرد و سطح کیفیت نسبتاً خوب قرار داد. اگر $70\% < Q_i \leq 80\%$ ، آنگاه وضعیت معیار/شاخص مربوطه سبز و سطح کیفیت آن خوب می‌باشد. اگر $80\% < Q_i \leq 90\%$ ، آنگاه معیار/ شاخص مربوطه در وضعیت سبز و سطح کیفیت خیلی خوب به سر می‌برد. اگر $90\% < Q_i \leq 100\%$ ، آنگاه معیار/ شاخص مربوطه در وضعیت سبز و سطح کیفیت آن ممتاز خواهد بود.

جدول (۴). امتیازات کسب شده در معیارهای کیفیت خدمات بانکداری اینترنتی مؤسسه کوثر

معیار	امتیاز کسب شده (Q_i)	بیشینه امتیاز (Q^{Max})	کمینه امتیاز (Q^{Min})	فاصله بین Q^{Min} و Q^{Max}	امتیاز از ۱۰۰
اثربخشی (A_1)	۱۳/۹۰۰	۱۴/۶۰۲	۱۲/۲۴۸	۲/۳۵۴	٪ ۷۰/۱۸
قابلیت اطمینان (A_2)	۹/۱۶۵	۹/۷۰۶	۸/۲۶۷	۱/۴۳۹	٪ ۶۲/۴۰
حسن شهرت (A_3)	۳/۸۰۵	۴/۰۸۵	۲/۹۷۹	۱/۱۰۶	٪ ۷۴/۶۸
بهبود مستمر (A_4)	۳/۰۵۵	۳/۲۹۷	۲/۴۴۵	۰/۸۵۲	٪ ۷۱/۶۰
قابلیت دسترسی (A_5)	۵/۱۳۱	۵/۴۴۹	۴/۴۴۸	۱/۰۰۱	٪ ۶۸/۲۳
پاسخگویی (A_6)	۲/۶۲۳	۲/۷۷۰	۲/۴۱۰	۰/۳۶۰	٪ ۵۹/۱۷
قابلیت پشتیبانی (A_7)	۷/۳۴۷	۷/۷۴۰	۶/۲۷۷	۱/۴۶۳	٪ ۷۳/۱۴
امنیت/حریم خصوصی (A_8)	۲۰/۱۰۶	۲۱/۲۰۴	۱۶/۴۱۲	۴/۷۹۲	٪ ۷۷/۰۹
امتیاز کل	۶۵/۱۳۲	۶۸/۸۵۳	۵۵/۴۸۶	۱۳/۳۶۸	٪ ۷۲/۱۶

با نگاهی به امتیازات کسب شده می‌توان نتیجه گرفت که امتیاز کل کیفیت خدمات بانکداری اینترنتی مؤسسه اعتباری کوثر (۷۲/۱۶) در وضعیت سبز و سطح کیفی خوب قرار دارد. امتیاز کسب شده در هر یک از معیارهای کیفیت بر حسب درصد بصورت نمودار رادار در شکل ۷ نمایش داده شده است. از بین معیارهای کیفیت بانکداری اینترنتی، پنج معیار اثربخشی، حسن شهرت، بهبود مستمر، قابلیت پشتیبانی، و امنیت/حریم خصوصی در وضعیت سبز و سطح کیفی خوب قرار داشته و معیارهای قابلیت اطمینان، قابلیت دسترسی، و پاسخگویی در وضعیت زرد و به ترتیب در سطح کیفی نسبتاً خوب، نسبتاً خوب و متوسط قرار دارند.



شکل (۷). امتیازات نهایی معیارهای کیفیت بانکداری اینترنتی بر حسب درصد

۶. نتایج و پیشنهادات مدیریتی

در این مقاله، به منظور افزایش قابلیت اطمینان داده‌های حاصل از فرآیند نظرسنجی، یک مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره نوین فازی توسعه و ارائه گردید. مدل ارزیابی پیشنهادی دارای ویژگی‌های برجسته و منحصر بفردی است که از آن جمله می‌توان به افزایش قابلیت اطمینان قضاوت (نظرات) شفاهی افراد و افزایش اعتبار نتایج نهایی با بکارگیری مفهوم عدد Z در طراحی مدل، در نظر گرفتن وزن و اهمیت افراد شرکت کننده در نظرسنجی، توسعه‌ی جدیدی از روش سوآرا در محیط فازی و بکارگیری آن به عنوان یک روش دقیق و فاقد پیچیدگی محاسباتی جهت محاسبه‌ی وزن معیارها/ شاخص‌های ارزیابی، و بهبود عملکرد و افزایش قابلیت‌های روش کوپراس با توسعه‌ی سبک جدیدی از آن در محیط فازی اشاره کرد.

به منظور اثبات قابلیت‌های اجرایی رویکرد پیشنهادی، از آن جهت ارزیابی سطح کیفیت خدمات بانکداری اینترنتی مؤسسه کوثر استفاده گردید. این ارزیابی بر اساس معیارها/شاخص‌های مبتنی بر رضایت مشتریان انجام پذیرفت که در نتیجه‌ی آن مشخص شد که خدمات بانکداری اینترنتی این موسسه با کسب امتیاز کل ۷۷/۱۶ (از ۱۰۰) در وضعیت سبز و سطح کیفی خوب قرار دارد. همچنین، معیار "امنیت/حریم خصوصی" با کسب امتیاز ۷۷/۰۹ از ۱۰۰ به عنوان باکیفیت‌ترین بعد (معیار) بانکداری اینترنتی و معیار "پاسخگویی" (با کسب امتیاز ۵۹/۱۷ از ۱۰۰) در پایین‌ترین سطح کیفی قرار دارد.

در ادامه با توجه به نتایج حاصل از پژوهش پیشنهادهایی به صورت کاربردی برای ارتقاء سطح توانمندی سازمان‌ها در ارزیابی فرآیندهای کاری خود ارائه می‌گردد:

از آنجا که یکی از چالش‌های فرآیندهای ارزیابی معمولاً زمان‌بر بودن انجام نظرسنجی و تبدیل داده‌های شفاهی به مقادیر عددی است، پیشنهاد می‌گردد که مدل ارائه شده در این مقاله بصورت یک نرم‌افزار کاربردی ارزیابی عملکرد در سازمان طراحی و پیاده‌سازی گردد، به منظور تشخیص هرچه صحیح‌تر نقاط قابل بهبود در فرآیندهای مورد ارزیابی، انجام ارزیابی دوره‌ای و مقایسه نتایج در دوره‌های مختلف با یکدیگر ضروری است، در مدل پیشنهادی، توجه به دانش، عملکرد و تجارب خبرگان در وزن‌دهی معیارها از اهمیت فراوانی برخوردار است. ازینرو توصیه می‌شود افراد واجد شرایط در داخل سازمان شناسایی و صلاحیت آن‌ها جهت شرکت در فرآیند وزن‌دهی معیارها/ شاخص‌ها گردیدندی شود تا بدین ترتیب قابلیت اطمینان نتایج نهایی افزایش یابد.

به منظور تصمیم‌گیری هرچه بهتر پیرامون تخصیص منابع به اقدامات بهبود دهنده، پیشنهاد می‌شود که بر اساس نتایج نهایی مدل، سبدهی از نقاط قابل بهبود انتخاب و بر اساس مدل‌های بهینه‌سازی ترکیب مناسبی از تخصیص منابع به آن‌ها مشخص شود.

علاوه بر پیشنهادات فوق، در راستای ارتقاء سطح خدمات بانکداری اینترنتی پیشنهادات مدیریتی زیر قابل ارائه می‌باشد:

پیشنهاد می‌گردد که در راستای ارتقای رضایت مشتریان از معیار "بروزرسانی امکانات سایت" ارتقاء تنوع و گستره خدمات بانکداری اینترنتی و فراهم آوردن خدمات پرتقاضا مانند درخواست اینترنتی وام و تسهیلات مد نظر قرار گیرد،

فراهم آوردن امکان درخواست صدور اینترنتی دسته چک جهت افزایش سطح رضایت مشتریان از معیار "بهبود مستمر".

رضایت مشتریان از شاخص "رعایت ادب حرفه‌ای در برخورد با مشتری" در سطح پایینی قرار دارد که به منظور ارتقاء کیفیت این شاخص پیشنهاد می‌شود با برگزاری دوره‌های آموزشی و تخصصی بانکداری اینترنتی برای کارکنان سطح تخصص و خیرگی آن‌ها در پاسخگویی اثربخش به درخواست‌های مشتریان افزایش یابد.

ارتقاء سطح کیفیت راهنمای برخط خدمات بانکداری اینترنتی و امکان رهگیری دقیق تراکنش‌های ناقص توسط مشتریان، و شناسایی و رهگیری میزان بروز خطاهای فنی در سایت اینترنتی و کاهش آن‌ها با مهندسی مجدد فرآیندها و افزایش قابلیت پاسخگویی سرورها.

مدل ارزیابی پیشنهادی، قادر است ضمن انجام ارزیابی‌های دقیق دوره‌ای، نقاط ضعف (قابل بهبود) سیستم مورد ارزیابی را شناسایی و اطلاعات لازم پیرامون وضعیت جاری را در اختیار مدیران قرار دهد. در پژوهش‌های آتی و به منظور افزایش اثربخشی هرچه بیشتر نتایج می‌توان ترکیب بهینه‌ای از شاخص‌های قابل ارتقاء را با استفاده از مدل‌های بهینه‌سازی مبتنی بر تحقیق در عملیات نظیر برنامه‌ریزی هدف^۱، الگوریتم ژنتیک^۲، برنامه‌ریزی پویا^۳، و مدل‌های فرا ابتکاری^۴، شناسایی و ارائه نمود.

فهرست منابع

- Aliev, R. (2015). Decision Making under Z-Information. *Decision and Control*, 27, 275-287, doi:10.1007/978-3-319-14636-2_14.
- Belanche Gracia, D., Arino, L. V. C., Blasco, M. G. (2015). The effect of culture in forming e-loyalty intentions: A cross-cultural analysis between Argentina and Spain. *BRQ Business Research Quarterly*, 18 (4), 275-292, doi:10.1016/j.brq.2015.02.003.
- Drejeris, R., Kavolynas, A. (2014). Multi-criteria Evaluation of Building Sustainability Behavior. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 10, 502-511, doi: 10.1016/j.sbspro.2013.12.894.
- Ecer, F. (2014). A hybrid banking websites quality evaluation model using AHP and COPRAS-G: a Turkey case. *Technological and Economic Development of Economy*, 20 (4), 758-782, doi: 10.3846/20294913.2014.915596.

¹ Goal Programming

² Genetic algorithm

³ Dynamic Programming

⁴ Meta-heuristic Models

- Guerrero, M.M., Egea, J.M.O., González, M.V.R. (2007). Application of the latent class regression methodology to the analysis of Internet use for banking transactions in the European Union. *Journal of Business Research*, 60 (2), 137-145, doi:10.1016/j.jbusres.2006.10.012.
- Hanafizadeh, P., Keating, B.W., Khedmatgozar, H.R. (2013). A systematic review of Internet banking adoption. *Telematics and Informatics*, 31 (3), 492-510, doi:10.1016/j.tele.2013.04.003.
- Hashemkhani Zolfani, S., Bahrami, M. (2014). Investment prioritizing in high tech industries based on SWARA-COPRAS approach. *Technological and Economic Development of Economy*, 20 (3), 534-553, doi:10.3846/20294913.2014.881435.
- Heidary, A., Emami, A., Eskandaripour, S., Hassani, H.A., Hasanlu, H., Shahbazi, M. (2011). Effect of exercise on the level of violence (aggression) in the selected male students of wrestling and karate in Zanjan-Iran. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 30, 2416-2417, doi:10.1016/j.sbspro.2011.10.471.
- Hsieh, T.Y., Lu, S.T., Tzeng, G.H. (2004). Fuzzy MCDM approach for planning and design tenders selection in public office buildings. *International Journal of Project Management*, 22 (7), 573-584, doi:10.1016/j.ijproman.2004.01.002.
- Hu, Y. C., Liao, P. C. (2011). Finding critical criteria of evaluating electronic service quality of Internet banking using fuzzy multiple-criteria decision making. *Applied Soft Computing*, 11 (4), 3764-3770, doi: 10.1016/j.asoc.2011.02.008.
- Jham, V. (2016). Customer Satisfaction with Internet Banking: Exploring the Mediating Role of Trust. *Journal of Emerging in Economics and Management Science (JETEMS)*, 7 (2), 75-87.
- Kang, B. Y., Wei, D., Li, Y., Deng, Y. (2012). A Method of converting Z-number to classical fuzzy number. *Journal of Information & Computational Siense*, 9 (3), 703-709.
- Kang, B., Deng, Y., Sadiq, R. (2017). Total utility of Z-number. *Applied Intelligence*, Article in Press, doi:10.1007/s10489-017-1001-5.
- Karabasevic, D., Zavadskas, E.K., Turskis, Z., Stanujkic, D. (2016). The framework for the selection of personnel based on the SWARA and ARAS methods under uncertainties. *Informatica*, 27 (1), 49-65.
- Keršulienė V., Zavadskas E.K., Turskis Z. (2010). Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). *Journal of Business Economics and Management*, 11 (2), 243-258, doi:10.3846/jbem.2010.12.
- Laukkanen, P., Sinkkonen, S., Laukkanen, T. (2008). Consumer resistance to internet banking: postponers, opponents and rejectors. *International Journal of Bank Marketing*, 26 (6), 440-455, doi:10.1108/02652320810902451.
- Liang, CC. Nguyen, N.L. (2017). Marketing strategy of internet-banking service based on perceptions of service quality in Vietnam. *Electronic Commerce Research*, 1-18, doi:10.1007/s10660-017-9261-z.
- Manpreet, K. (2015). Influential Factors of Service Quality Affecting E-loyalty in E-Retailing. *International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies*, 3 (12), 34-41.
- Manpreet, K. (2015). Influential Factors of Service Quality Affecting E-loyalty in E-Retailing. *International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies*, 3 (12), 34-41.
- Massanet, S., Riera, J. V., Torrens, J. (2017). On the Aggregation of Zadeh's Z-Numbers Based on Discrete Fuzzy Numbers. *Aggregation Functions in Theory and in Practice, Advances in Intelligent Systems and Computing*, 581, 118-129, doi:10.1007/978-3-319-59306-7_1.

- Mazaheri Asad, M., Mohajerani, N. S., Noursresh, M. (2016). Prioritizing Factors Affecting Customer Satisfaction in the Internet Banking System Based on Cause and Effect Relationships. *Procedia Economics and Finance*, 36, 210-219, doi:10.1016/S2212-5671 (16)30032-6.
- Moodley, D., Govender, I. (2016). Factors influencing academic use of internet banking services: An empirical study. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 8 (1), 43-51, doi:10.1080/20421338.2015.1128043.
- Nguyen, H.T., Dawal, S.Z., Nukman, Y., Aoyama, H., Case, K. (2016). An Integrated Approach of Fuzzy Linguistic Preference Based AHP and Fuzzy COPRAS for Machine Tool Evaluation. *PLoS ONE* 10 (9): e0133599, doi:10.1371/journal.pone.0133599.
- Oruç, Ö. E., Tatar, Ç. (2017). An investigation of factors that affect internet banking usage based on structural equation modeling. *Computers in Human Behavior*, 66, 232-235.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V.A, Valerie A., Berry, L.L. (1988). SERVQUAL: A Multiple-Item Scale for Measuring Consumer Perceptions of Service Quality. *Journal of Retailing*, 64, 12-40.
- Rambures, D.D., Duenas, F.E. (2017). Fast Growing Internet Banking and Finance. *China's Financial System*, Palgrave Macmillan, Cham, 91-100, doi:10.1007/978-3-319-40451-6_7.
- Rathi, K., Balamohan, S. (2016). A Mathematical Model for Subjective Evaluation of Alternatives in Fuzzy Multi-Criteria Group Decision Making Using COPRAS Method. *International Journal of Fuzzy Systems*, 1-10, doi: 10.1007/s40815-016-0256-z.
- Salari, M., Bagherpour, M., Wang, J. (2014). A novel earned value management model using Z-number. *International Journal of Applied Decision Sciences*, 7 (1), 97-119, doi: 10.1504/IJADS.2014.058037.
- Salimon, M. G., Zien, Y. R., Mokhtar, M., Sanuri, S. (2016). The influence of E-Satisfaction, E-Trust and Hedonic Motivation on the Adoption of E-banking and its Determinants in Nigeria: A Pilot Study. *Mediterranean Journal of Social Science*, 7 (1), 54-63, doi:10.5901/mjss.2016.v7n1p54.
- Serrai, W., Abdelli, A., Mokdad, L., Hammal, Y. (2017). Towards an efficient and a more accurate web service selection using MCDM methods. *Journal of Computational Science*, Article In Press, doi:10.1016/j.jocs.2017.05.024.
- Sharma, S.K., Govindaluri, S.M. (2014). Internet banking adoption in India. *Journal of Indian Business Research*, 6 (22), 155-169, doi:10.1108/JIBR-02-2013-0013.
- Singh, S., Sirohi, N.J. (2014). Internet banking services as tool of CRM: a study of customer satisfaction in the National Capital Region, Delhi. *Int. J. Electronic Customer Relationship Management*, 8 (1/2/3), 101-118, doi:10.1504/IJECRM.2014.066888.
- Stoica, O., Mehdian, S., Sargu, A. (2015). The Impact of Internet Banking on the Performance of Romanian Banks: DEA and PCA Approach. *Procedia Economics and Finance*, 20, 610-622, doi: 10.1016/S2212-5671 (15)00115-X.
- Vahdani, B., Mousavi, S.M., Hashemi, H., Mousakhani, M., Tavakkoli-Moghaddam, R. (2013). A new compromise solution method for fuzzy group decision-making problems with an application to the contractor selection. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 26 (2), 779-788, doi:10.1016/j.engappai.2012.11.005.
- Waltz C.F. (1983). Bausell RB. *Nursing research: Design, Statistics and Computer Analysis*. 2nd ed. Philadelphia: FA Davis Company.

- Yadav, R., Chauhan, V., Pathak, G.S. (2015). Intention to adopt internet banking in an emerging economy: a perspective of Indian youth. *International Journal of Bank Marketing*, 33 (4), 530-544, doi:10.1108/IJBM-06-2014-0075.
- Yager, R.R. (2012). On Z-valuations using Zadeh's Z-numbers. *International Journal of Intelligent Systems*, 27 (3), 259-278.
- Zadeh, L. A. (2011). A note on Z-numbers. *Information Sciences*, 181 (14), 2923–2932.
- Zavadskas, E.K., Kaklauskas, A., Sarka, V. (1994). The new method of multicriteria complex proportional assessment of projects. *Technological and Economic*