

Paper Type: Original Article



A Hesitant Fuzzy Multi-Criteria Framework for Quality-of-Service Evaluation and Ranking in Shared Manufacturing Platforms

Reza Ehtesham Rasi^{1,*} , Ali Khademeh Molavi¹

¹ Department of Industrial Management, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran;
reza.ehteshamrasi@iau.ac.ir; molavi_ali@ymail.com.

Citation:



Ehtesham Rasi, A., & Khademeh Molavi, A. (2026). A hesitant fuzzy multi-criteria framework for quality-of-service evaluation and ranking in shared manufacturing platforms. *Management: Modeling, Analysis and Applications*, 3(3), 203-214.

Received: 23/05/2026

Reviewed: 07/08/2026

Revised: 17/09/2026

Accepted: 09/10/2026

Abstract

Purpose: With the expansion of shared manufacturing platforms, selecting appropriate service providers has become a complex decision-making problem due to the diversity of alternatives, conflicts among criteria, and the hesitancy of human judgment. The objective of this study is to propose a hesitant fuzzy Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) framework for evaluating and ranking the quality of shared manufacturing services, with explicit emphasis on managing uncertainty and experts' subjective judgments.

Methodology: In this study, an initial set of criteria for evaluating the quality of shared manufacturing services was identified based on a review of the relevant literature. Subsequently, key criteria were screened and finalized using the fuzzy Delphi method, with participation from academic and industrial experts. The weights of the selected criteria were determined using the fuzzy Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA) technique. Finally, service providers were evaluated and ranked by applying the VIKOR method in a hesitant/intuitionistic fuzzy environment. All model computations were conducted by explicitly accounting for hesitation in evaluations and divergences in expert opinions.

Findings: The results indicate that among the final criteria, accessibility and reliability have the highest weights in assessing the quality of shared manufacturing services, while green production capacity and provider credibility also play significant roles. Based on the hesitant fuzzy VIKOR ranking, one service provider was identified as the compromise solution, and the acceptance conditions of the compromise solution in the VIKOR model were fully satisfied.

Originality/Value: The main contribution of this study lies in the coherent integration of fuzzy Delphi, fuzzy SWARA, and hesitant fuzzy VIKOR methods for evaluating the quality of shared manufacturing services. Unlike deterministic or simple fuzzy approaches, the proposed framework can model the hesitation and uncertainty inherent in human judgments and serve as a reliable decision-support tool for managers of shared manufacturing platforms and industrial policymakers operating in complex, uncertain environments.

Keywords: Collaborative production, Fuzzy Delphi, Fuzzy SWARA, Hesitant VIKOR, Multi-criteria decision-making.



Corresponding Author: reza.ehteshamrasi@iau.ac.ir



<https://doi.org/10.22105/mmaa.vi.113>



Licensee. **Management: Modeling, Analysis and Application**. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).



۶

نوع مقاله: پژوهشی

یک چارچوب چندمعیاره فازی مردد برای ارزیابی و رتبه بندی کیفیت خدمات در پلتفرم های تولید اشتراکی

رضا احتشام رانی^۱، علی خادمه مولوی^۲

اگره مدیریت صنعتی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران.

چکیده

هدف: با گسترش پلتفرم های تولید اشتراکی^۱، انتخاب ارائه دهندگان خدمات مناسب به دلیل تنوع گزینه ها، تعارض معیارها و وجود تردید در قضاوت های انسانی به یک مساله تصمیم گیری پیچیده تبدیل شده است. هدف این پژوهش، ارائه یک چارچوب تصمیم گیری چندمعیاره^۲ مبتنی بر فازی مردد برای ارزیابی و رتبه بندی کیفیت خدمات تولید اشتراکی با تمرکز بر مدیریت عدم قطعیت و قضاوت های ذهنی خبرگان است.

روش شناسی پژوهش: در این پژوهش، ابتدا مجموعه ای از معیارهای ارزیابی کیفیت خدمات تولید اشتراکی بر اساس ادبیات موضوع شناسایی شد. سپس با به کارگیری روش دلفی فازی و مشارکت خبرگان دانشگاهی و صنعتی، معیارهای کلیدی غربال و نهایی شدند. وزن دهی معیارها با استفاده از تکنیک تحلیل نسبت ارزیابی وزن دهی تدریجی^۳ فازی انجام شد و در نهایت، ارائه دهندگان خدمات با بهره گیری از روش VIKOR در محیط فازی مردد/شهودی ارزیابی و رتبه بندی شدند. محاسبات مدل با در نظر گرفتن تردید در ارزیابی ها و اختلاف نظر خبرگان انجام گرفت.

یافته ها: نتایج نشان داد که در میان معیارهای نهایی، قابلیت دسترسی و قابلیت اطمینان بیشترین وزن را در ارزیابی کیفیت خدمات تولید اشتراکی دارند، در حالی که ظرفیت تولید سبز و اعتبار ارائه دهنده نیز نقش معناداری ایفا می کنند. بر اساس نتایج رتبه بندی VIKOR فازی مردد، یکی از ارائه دهندگان به عنوان راه حل توافقی و گزینه برتر شناسایی و شرایط پذیرش راه حل توافقی در مدل به طور کامل احراز شد.

اصالت/ارزش افزوده علم: نوآوری اصلی این پژوهش در تلفیق منسجم روش های دلفی فازی، SWARA فازی و VIKOR فازی مردد برای ارزیابی کیفیت خدمات تولید اشتراکی نهفته است. چارچوب پیشنهادی، برخلاف رویکردهای قطعی یا فازی ساده، توانایی مدل سازی تردید و عدم قطعیت در قضاوت های انسانی را دارد و می تواند به عنوان یک ابزار تصمیم یار قابل اتکا برای مدیران پلتفرم های تولید اشتراکی و سیاست گذاران صنعتی در محیط های پیچیده و نامطمئن مورد استفاده قرار گیرد.

کلیدواژه ها: تولید اشتراکی، دلفی فازی، SWARA فازی، VIKOR مردد، تصمیم گیری چندمعیاره.

۱- مقدمه

با ظهور اقتصاد اشتراکی به عنوان یک مدل اقتصادی نوین، صنعت تولید در چین و سایر نقاط جهان با فرصت های تازه ای روبه رو شده است. ترکیب موثر اقتصاد اشتراکی با صنعت تولید، منجر به پیدایش مدل جدیدی تحت عنوان تولید اشتراکی شده است. تولید اشتراکی، یک مدل نوآورانه در

¹ Shared manufacturing

² Multi-Criteria Decision-Making (MCDM)

³ Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA)

صنعت تولید محسوب می‌شود که بر اساس مفهوم اشتراک‌گذاری طراحی شده است. در این مدل، منابع بلااستفاده و پراکنده‌ی شرکت‌های تولیدی مختلف گردآوری شده و از طریق تطبیق‌پذیری پویا و کارآمد، به سمت تقاضاکنندگان هدایت می‌گردد. درواقع، مفهوم تولید اشتراکی نخستین بار توسط الن برانت [1] مطرح شد و از آن زمان تاکنون، برخی شرکت‌های بزرگ در سطح بین‌المللی این مفهوم را به کار گرفته‌اند. به عنوان مثال، *MFG* که در سال ۲۰۰۰ در ایالات متحده به عنوان بزرگ‌ترین پلتفرم تجارت در این حوزه تاسیس شد و همچنین پلتفرم‌هایی نظیر *Predix* متعلق به *GE* و *Mindsphere* از شرکت *Siemens*، نمونه‌هایی از کاربردهای عملی این مدل هستند. همچنین شرکت‌هایی مانند *Uber* و *Snapp* نیز با الهام از همین ایده‌ها رشد یافته‌اند. مطالعاتی توسط یو و همکاران [2] به بررسی مفهوم، تعریف و عملیات خدماتی تولید اشتراکی در اقتصاد اشتراکی پرداخته‌اند. همچنین هه و همکاران [3] کاربرد این مدل را در صنعت تولید چین بررسی کرده‌اند. در سال‌های اخیر، با توسعه فناوری‌هایی همچون رایانش ابری، اینترنت اشیا و سیستم‌های فیزیکی-اطلاعاتی، مدل تولید اشتراکی توجه زیادی را به خود جلب کرده است [4]. برای نمونه، پلتفرم‌هایی نظیر کارخانه تائو بانو متعلق به علی بابا در چین، نمونه برجسته از کاربرد این مدل در عمل هستند. در پلتفرم‌های تولید اشتراکی، مجموعه‌ای بزرگ از خدمات تولیدی اشتراکی با کارکردهای مشابه اما ویژگی‌های غیرعملکردی بسیار متفاوت گرد هم آمده‌اند. از آنجا که به کارگیری مستقیم مدل‌های بهینه‌سازی ترکیبی موجب کاهش کارایی فرایند انتخاب می‌شود، لازم است که در گام نخست، ارزیابی مناسبی از خدمات موجود صورت گیرد تا بتوان از میان آن‌ها بهترین ترکیب را انتخاب کرد. از این رو، یکی از وظایف مهم در این زمینه، ارزیابی دقیق مجموعه‌ای از خدمات تولید اشتراکی با عملکرد مشابه و سپس انتخاب بهترین گزینه برای تشکیل ترکیب بهینه از خدمات اشتراکی است. در همین راستا، تحقیقات متعددی در داخل و خارج کشور به ارزیابی و بهینه‌سازی ترکیب خدمات تولید اشتراکی پرداخته‌اند. به عنوان نمونه، چن و همکاران [4] مدلی از رقابت دوگانه با در نظر گرفتن محدودیت ظرفیت در تولید اشتراکی ارائه کردند؛ ژانگ و همکاران [5] روش سنجش ترکیبی برای نظارت و نگهداری منابع تولید اشتراکی طراحی کردند و جیانگ و همکاران [6] مدل انتخاب و بهینه‌سازی تصمیم‌گیری در شرایط رقابت-همکاری ارائه نمودند. برخی دیگر از پژوهشگران نیز روش‌هایی برای تطبیق تقاضا و عرضه در پلتفرم‌های تولید اشتراکی طراحی کرده‌اند، از جمله پو و یوان [7] که یک مدل بهینه‌سازی تطبیق پایدار را با هدف حداکثرسازی رضایت عرضه و تقاضا معرفی کرده‌اند. همچنین، گنو و دونگ [8] یک مدل بهینه‌سازی تطبیق توانمندی‌ها را توسعه داده‌اند که معیارهایی مانند زمان تحویل، کیفیت تولید و هزینه حمل‌ونقل را در نظر می‌گیرد. باتوجه به اهمیت انتخاب خدمت مناسب، روش‌های *MCDM* همچون *TOPSIS*، *DEA* و روش همبستگی خاکستری^۱ برای ارزیابی خدمات پیشنهاد شده‌اند. با این حال، این روش‌ها محدودیت‌هایی در مواجهه با عدم قطعیت‌ها و داده‌های فازی دارند. برای رفع این محدودیت‌ها، در این مقاله از روش *VIKOR* در محیط مجموعه‌های فازی شهودی^۲ استفاده شده است. این روش توانایی مدیریت تضاد میان معیارها و ارائه راه‌حل‌های مصالحه‌ای نزدیک به گزینه ایده‌آل را داراست. همچنین، از رویکرد ترکیب روش *GI* و نظریه مجموعه‌های راف با دقت متغیر^۳ برای تعیین وزن شاخص‌ها استفاده شده است که تلفیقی از وزن‌دهی ذهنی و عینی به شمار می‌رود. در نهایت، ارزیابی خدمات کاندید به کمک روش *VIKOR* انجام می‌شود تا گزینه‌های برتر شناسایی شوند.

۲- ادبیات و پیشینه پژوهش

پلتفرم تولید اشتراکی از سه بخش اصلی تشکیل شده است: ۱- کاربران (مصرف‌کنندگان) که به خدمات نیاز دارند، ۲- ارائه‌دهندگان خدمات و ۳- پلتفرم‌های واسطه یا شخص ثالث [8]. در محیط اشتراکی، ارائه‌دهنده خدمات منابع بلااستفاده‌ی خود شامل تجهیزات، فضا (سایت)، مواد و ... را مجازی‌سازی کرده و آن‌ها را در بستر پلتفرم اشتراکی بارگذاری می‌کند. پس از آنکه کاربر تقاضای خود را ثبت می‌کند، پلتفرم وظیفه تجزیه درخواست‌ها را بر عهده گرفته، زیربخش‌های مربوطه را شناسایی می‌کند و با استفاده از تطبیق هوشمند، آن‌ها را به خدمات موجود روی پلتفرم متصل می‌سازد. سپس، یک یا چند ارائه‌دهنده خدمت، وظایف تعریف‌شده را انجام می‌دهند تا نیازهای کاربر را برطرف کنند. در این مقاله، یک مدل کیفیت خدمات^۴ برای ارزیابی خدمات تولید اشتراکی طراحی شده است. این مدل از سه بخش تشکیل شده است: ۱- پلتفرم تولید اشتراکی، ۲- ارائه‌دهندگان خدمات و ۳- کاربران متقاضی خدمات.

در این مدل، خدماتی که توسط ارائه‌دهندگان عرضه می‌شود، در پلتفرم اشتراکی کپسوله‌سازی شده‌اند. هنگامی که یک کاربر درخواست خدمت را ثبت می‌کند، تقاضای خود را به پلتفرم ارسال می‌نماید [9]. سپس پلتفرم بر اساس تقاضا، خدمات مناسب را از میان خدمات کپسوله‌شده جست‌وجو

¹ Grey relational analysis

² Intuitionistic Fuzzy Sets (IFS)

³ Variable Precision Rough Set (VPRS)

⁴ Quality of Service (QoS)

و انتخاب می‌کند. در ادامه، پلتفرم با استفاده از شاخص‌های *QOS* که هم از منظر کاربران و هم از دیدگاه ارائه‌دهندگان خدمات تعریف شده‌اند، خدمات مختلف را رتبه‌بندی و بهینه‌سازی می‌کند. نتیجه نهایی این فرایند رتبه‌بندی به کاربر بازگردانده می‌شود و کاربر می‌تواند گزینه مناسب را از میان گزینه‌های توصیه‌شده انتخاب کند. شایان ذکر است که ارزیابی‌های کاربران از خدمات دریافت‌شده به تدریج واقع‌گرایانه‌تر خواهد شد؛ زیرا با افزایش دفعات استفاده از خدمات تولید اشتراکی، داده‌های تجربی بیشتری جمع‌آوری شده و دقت در تصمیم‌گیری افزایش می‌یابد. خدمات تولید اشتراکی شامل دو بخش اصلی هستند: ۱- تراکنش‌های آنلاین و ۲- فرایندهای تولید آفلاین.

در فرایند تامین نیازهای تراکنش‌های آنلاین، تولید اشتراکی نسبت به خدمات سنتی تولید باید به زیرساخت اینترنتی اهمیت بیشتری دهد [10]. از سوی دیگر، در مورد خدمات ابری وب (مانند *Web-based Cloud Services*)، مدل تولید اشتراکی باید قابلیت‌های تولید آفلاین را با اولویت بالاتری در نظر بگیرد [11]. بر این اساس، با توجه به معیارهای جامعیت، دقت، کاربردپذیری و سادگی، این مقاله یک سیستم ارزیابی *QOS* طراحی کرده است که شامل:

جدول ۱- شاخص‌های آنلاین خدمات تولید اشتراکی.
Table 1- Online indicators for co-production services.

توضیحات	شاخص	شماره
نسبت زمانی که سرویس در دسترس نبوده است به تعداد دفعاتی که سرویس فراخوانی شده است.	قابلیت دسترسی	1
نسبت دفعاتی که سرویس به درستی و با موفقیت پاسخ داده است به تعداد کل دفعات فراخوانی آن.	قابلیت اطمینان	2
توانایی سرویس در رمزنگاری و حفاظت از داده‌های کاربران در حین تبادل اطلاعات.	امنیت سرویس	3
ارزیابی کلی کاربران از عملکرد ارائه‌دهنده در اجرای موفق وظایف.	اعتماد به سرویس	4
میزان کامل بودن و به موقع بودن اطلاعاتی که ارائه‌دهنده با سایر ارائه‌دهندگان به اشتراک می‌گذارد.	اشتراک‌گذاری اطلاعات	5

در ادامه، جدول شاخص‌های آفلاین خدمات تولید اشتراکی ارائه می‌شود:

جدول ۲- شاخص‌های آفلاین خدمات تولید اشتراکی.
Table 2- Offline indicators for co-production services.

توضیحات	شاخص	شماره
مجموع هزینه‌هایی که کاربر برای دریافت خدمات پرداخت می‌کند (شامل هزینه پردازش، تحویل و ...).	هزینه	1
فاصله زمانی بین ثبت درخواست توسط کاربر تا زمان پاسخ‌گویی و انجام خدمت توسط ارائه‌دهنده.	زمان	2
میزان تطابق خروجی با استانداردهای مورد انتظار و سطح رضایت کاربران از خدمات ارائه‌شده.	کیفیت	3
توانایی ارائه‌دهنده در سازگاری با تغییرات در سفارشات، ظرفیت تولید یا شرایط پیش‌بینی نشده.	انعطاف‌پذیری خدمات	4
میزان توجه ارائه‌دهنده به مسایل زیست‌محیطی مانند کاهش آلاینده‌گی و رعایت اصول تولید پایدار.	قابلیت تولید سبز	5

۳- روش پژوهش

این تحقیق از نظر هدف، کاربردی و از نظر نحوه اجرا، توصیفی-پیمایشی است و به منظور ارزیابی و رتبه‌بندی خدمات تولید اشتراکی با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری فازی انجام شده است. جامعه آماری این پژوهش شامل خبرگان دانشگاهی و صنعتی آشنا با حوزه‌های مدیریت، مهندسی صنایع، فناوری تولید و *MCDM* است. برای گردآوری داده‌ها از نظرات ۱۵ نفر از خبرگان بهره گرفته شده که دارای حداقل مدرک کارشناسی ارشد و بیش از ۲۰ سال سابقه فعالیت پژوهشی یا اجرایی در حوزه‌های مرتبط هستند. در گام نخست، با الهام از مطالعات پیشین، مجموعه‌ای شامل ۲۰ معیار اولیه مرتبط با ارزیابی کیفیت خدمات تولید اشتراکی شناسایی شد. در مرحله بعد، با استفاده از تکنیک دلفی فازی و طی دو دور غربالگری، از میان این معیارها ۱۱ معیار که دارای بالاترین درجه اهمیت از دید خبرگان بودند انتخاب شدند. سپس با تحلیل نتایج دلفی و استفاده از توابع عضویت فازی، ۴ معیار اصلی نهایی انتخاب شد. این چهار معیار منتخب در مرحله بعدی با استفاده از تکنیک *SWARA* فازی مورد وزن‌دهی قرار گرفتند، به طوری که نظرات خبرگان به صورت عبارات زبانی دریافت و سپس به مقادیر فازی تبدیل شدند تا وزن نهایی هر معیار محاسبه گردد. پس از

تعیین وزن معیارها، شش گزینه تصمیم که به عنوان ارایه دهندگان خدمات تولید اشتراکی در نظر گرفته شده بودند، با استفاده از روش *VIKOR* فازی مورد ارزیابی و رتبه بندی قرار گرفتند. در این مرحله، داده های ارزیابی گزینه ها از طریق فرم های مقایسه ای تکمیل شده توسط خبرگان گردآوری شد و با استفاده از تکنیک های ریاضی فازی، ماتریس تصمیم شهودی تشکیل گردید و شاخص های ترکیب سودمندی و کمترین میزان پشیمانی محاسبه شد. نهایتاً گزینه ها با استفاده از شاخص *VIKOR* رتبه بندی شدند. برای انجام محاسبات، از نرم افزار *MATLAB* برای مدل سازی فازی و اجرای الگوریتم های *VIKOR* و *SWARA* استفاده شد. جهت پاسخگویی ارزیابی خدمات تولید اشتراکی، ابتدا پرسشنامه ای بر اساس ادبیات تحقیق با ۱۱ معیار اولیه طراحی شده و به اعضای گروه خبره ارسال شد. سپس طبق متدولوژی دلفی فازی به جمع آوری داده پرداخته شد. از آنجا که در روش دلفی توافق نظر خبرگان ملاک تصمیم گیری می باشد. طی چند مرحله پرسشنامه توزیع و جمع آوری گردید تا توافق کلی نظر خبرگان نسبت به طبقه بندی به دست آید.

جدول ۳- معیارهای ارزیابی کیفیت خدمات تولید اشتراکی.

Table 3- Criteria for evaluating the quality of co-production services.

ردیف	عنوان معیار
1	قابلیت دسترسی
2	هزینه دریافت خدمات
3	امنیت اطلاعات
4	اعتماد به سرویس
5	توان اشتراک گذاری اطلاعات
6	قابلیت اطمینان
7	زمان پاسخ گویی
8	کیفیت خدمات
9	انعطاف پذیری در ارایه خدمت
10	ظرفیت تولید سبز
11	اعتبار و سابقه ارایه دهنده

۳-۱- به کارگیری روش دلفی فازی

متغیرهای کیفی به صورت اعداد فازی مثالی در جدول ۴ تعریف می شود.

جدول ۴- تعریف متغیرهای زبانی انتخاب معیارهای تصمیم گیری.

Table 4- Definition of linguistic variables for the selection of decision-making criteria.

عدد فازی مثالی			نماد	متغیرهای زبانی
a_3	a_2	a_1		
2	0	0	VL	خیلی کم
5	3	1	L	کم
7	5	3	M	متوسط
9	7	5	H	زیاد
10	10	8	VH	خیلی زیاد

باتوجه به معیارهای پیشنهادی و تعریف متغیرهای زبانی، پرسشنامه مورد نظر طراحی شد. در این مرحله از خبرگان به تعداد ۱۱ نفر خواسته شده است که میزان تاثیرگذار بودن هر یک از معیارها را بر ارزیابی کیفیت خدمات تولید اشتراکی را به صورت گزینه های کیفی تعریف شده انتخاب نمایند. در مرحله بعد بر اساس نتایج موجود در جدول ۱، میانگین میزان تاثیرگذار بودن هر یک از معیارهای تاثیرگذار طبق روابط زیر محاسبه می گردد.

$$A^{(i)} = (a_1^i, a_2^i, a_3^i), \quad i = 1, 2, 3, \dots, n. \quad (1)$$

$$A_m = (a_{m1}^i, a_{m2}^i, a_{m3}^i) = (1/n \sum a_1^{(i)}, 1/n \sum a_2^{(i)}, 1/n \sum a_3^{(i)}). \quad (2)$$

در رابطه فوق $A^{(i)}$ بیانگر دیدگاه فرد خبره i ام و A_m میانگین دیدگاه‌های خبرگان می‌باشد. مرحله بعدی فازی‌زدایی می‌باشد. مقدار فازی‌زدایی به روش مقدار میانگین برابر است با:

$$S(A) = 1 / 2(S_L(A) + S_R(A)),$$

$$S(A) = 1 / 2 \left[(a_{2i} - \int_{a_{1i}}^{a_{2i}} f_{\bar{A}}(x)) + (a_{2i} - \int_{a_{2i}}^{a_{3i}} f_{\bar{A}}(x)) \right] = \frac{a_{1i} + 2a_{2i} + a_{3i}}{4}.$$

جدول ۵- میانگین دیدگاه‌های خبرگان و فازی‌زدایی در راند اول.

Table 5- Mean of experts' perspectives and defuzzification in the first round.

ردیف	معیارها	اعداد فازی (مرحله ۱)			فازی‌زدایی
		a_1	a_2	a_3	
1	قابلیت دسترسی	9.05	7.45	9.45	9.82
2	هزینه دریافت خدمات	6.50	4.55	6.55	8.36
3	امنیت اطلاعات	4.59	2.73	4.55	6.55
4	اعتماد به سرویس	4.64	2.64	4.64	6.64
5	توان اشتراک‌گذاری اطلاعات	4.64	2.64	4.64	6.64
6	قابلیت اطمینان	8.86	7.27	9.27	9.64
7	زمان پاسخ‌گویی	6.50	4.55	6.55	8.36
8	کیفیت خدمات	5.14	3.45	5.09	6.91
9	انعطاف‌پذیری در ارائه خدمت	6.50	4.55	6.55	8.36
10	ظرفیت تولید سبز	8.18	6.45	8.45	9.36
11	اعتبار و سابقه ارائه‌دهنده	8.86	7.27	9.27	9.64

$$e = (a_{m1} - a_1^{(i)}, a_{m2} - a_2^{(i)}, a_{m3} - a_3^{(i)})$$

$$= (1/n \sum a_1^{(i)} - a_1^i, 1/n \sum a_2^{(i)} - a_2^i, 1/n \sum a_3^{(i)} - a_3^i). \quad (3)$$

با استفاده از رابطه (۳) اختلاف نظرات خبرگان محاسبه و در پرسشنامه‌ای تنظیم گردید. سپس هر یک از خبرگان باتوجه به ارزیابی مجدد نظر قبلی خود، نظرات جدید را اعلام نمودند. همان‌گونه که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، بیشترین میزان موافقت خبرگان با اکثر معیارهای شناسایی شده در پرسشنامه نخست می‌باشد. در این مرحله باتوجه به موارد فوق، پرسشنامه دوم تهیه گردیده و همراه با نقطه نظر قبلی هر فرد و میزان اختلاف آن‌ها با دیدگاه سایر خبرگان، مجدداً به اعضای گروه خبره ارسال گردید. میانگین دیدگاه‌های خبرگان و فازی‌زدایی حاصل از پرسشنامه فوق در جدول ۶ مشاهده می‌شود.

جدول ۶- میانگین دیدگاه‌های خبرگان و فازی‌زدایی در راند دوم.

Table 6 - Mean of experts' views and defuzzification in the second round.

ردیف	معیارها	اعداد فازی (مرحله ۲)			فازی‌زدایی
		a_1	a_2	a_3	
1	قابلیت دسترسی	8.86	7.27	9.27	9.64
2	هزینه دریافت خدمات	6.50	4.55	6.55	8.36
3	امنیت اطلاعات	4.64	2.64	4.64	6.64
4	اعتماد به سرویس	4.77	3.09	4.73	6.55

جدول ۶- ادامه.

Table 6- Continued.

ردیف	معیارها	اعداد فازی (مرحله ۲)			فازی زدایی
		a_1	a_2	a_3	
5	توان اشتراک گذاری اطلاعات	4.77	3.09	4.73	6.55
6	قابلیت اطمینان	9.05	7.45	9.45	9.82
7	زمان پاسخ گویی	6.64	4.64	6.64	8.64
8	کیفیت خدمات	5.14	3.45	5.09	6.91
9	انعطاف پذیری در ارائه خدمت	6.64	4.64	6.64	8.64
10	ظرفیت تولید سبز	8.36	6.64	8.64	9.55
11	اعتبار و سابقه ارائه دهنده	8.81	7.17	9.18	9.77

در این مرحله با محاسبه اختلاف میانگین های دو مرحله ۱ و ۲ با استفاده از روابط فاصله میان اعداد فازی (رابطه (۴)) میزان اجماع نظر خبرگان محاسبه می شود. در صورتی که اختلاف محاسبه شده از ۰/۲ کمتر باشد، فرایند دلفی فازی متوقف می شود.

$$S(A_{m2}, A_{m1}) = \left| \frac{1}{3} [(a_{m21} + a_{m22} + a_{m23}) - (a_{m11} + a_{m12} + a_{m13})] \right|. \quad (4)$$

باتوجه به رابطه (۴)، میزان اختلاف بین مراحل اول و دوم به جدول ۷ می باشد.

جدول ۷- میزان اختلاف دیدگاه خبرگان در نظرسنجی راند اول و دوم.

Table 7- Extent of divergence in experts' views in the first and second rounds of the survey.

ردیف	معیارها	راند اول	راند دوم	اختلاف راند اول و دوم
1	قابلیت دسترسی	9.05	8.86	0.19
2	هزینه دریافت خدمات	6.5	6.64	0.14
3	امنیت اطلاعات	4.59	4.64	0.05
4	اعتماد به سرویس	4.64	4.77	0.13
5	توان اشتراک گذاری اطلاعات	4.64	4.77	0.13
6	قابلیت اطمینان	8.86	9.05	0.19
7	زمان پاسخ گویی	6.5	6.64	0.14
8	کیفیت خدمات	5.14	5.14	0
9	انعطاف پذیری در ارائه خدمت	6.5	6.64	0.14
10	ظرفیت تولید سبز	8.18	8.36	0.18
11	اعتبار و سابقه ارائه دهنده	8.86	8.81	0.05

باتوجه به جدول ۷ و محاسبه اختلاف میانگین های دو مرحله ۱ و ۲ با استفاده از روابط فاصله میان اعداد فازی و حداقل خطای ۰/۲، خبرگان در تمامی معیارها به اجماع رسیده است. نهایتاً مطابق جدول ۸ و توافقی اعضا ۷ معیار حذف گردید. معیارهای نهایی دارای اهمیت بالاتر (بالای ۷) که مورد توافق خبرگان قرار گرفت در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۸- استخراج معیارهای نهایی ارزیابی کیفیت خدمات.

Table 8- Derivation of the final criteria for service quality evaluation.

ردیف	معیارها	میانگین امتیاز فازی
1	قابلیت دسترسی	8.86
2	قابلیت اطمینان	9.05
3	ظرفیت تولید سبز	8.36
4	اعتبار و سابقه ارائه دهنده	8.81

۳-۲- تعیین وزن معیارها با استفاده از تکنیک SWARA فازی

روش SWARA یکی از روش‌های MCDM است که هدف آن محاسبه وزن معیارها و زیرمعیارها است. عملکرد این روش همانند روش‌های بهترین بدترین^۱، آنتروپی شانون و لینمپ^۲ می‌باشد که معیارها را وزن دهی می‌کنند. در این روش معیارها بر اساس ارزش رتبه‌بندی می‌شوند. در این روش به مهم‌ترین معیار رتبه یک و به کم‌اهمیت‌ترین معیار رتبه آخر داده می‌شود. در این روش کارشناسان (پاسخ‌دهندگان) نقش مهمی در تعیین وزن معیارها دارند. مشخصه اصلی این روش، امکان برآورد کارشناسان و صاحب‌نظران در رابطه با نسبت اهمیت معیارها در فرایند تعیین وزن آنها می‌باشد.

در جدول ۹ بر اساس نظرات خبرگان ۴ معیار اصلی در ارزیابی را مورد تحلیل قرار گرفتند. وزن نهایی معیارها در جدول زیر مشاهده می‌شود.

جدول ۹- استخراج وزن معیارهای ارزیابی کیفیت خدمات.

Table 9- Derivation of the weights for service quality evaluation criteria.

کد	معیارهای اصلی	اهمیت نسبی	ضریب کاربرد	وزن اولیه	وزن نهایی	وزن قطعی
		S_i	$K_j = S_i + 1$	$W_j = X_j - 1 / K$	$Q_j = W_j / \sum W_j$	W_j
1	قابلیت دسترسی	0.00	0.00	1.00	1.00	0.41
2	قابلیت اطمینان	0.41	0.37	0.73	0.71	0.30
3	ظرفیت تولید سبز	0.75	0.65	0.51	0.44	0.18
4	اعتبار و سابقه ارائه‌دهنده	0.74	0.66	0.32	0.23	0.11
				2.60	2.44	1.00

۳-۳- ارزیابی ارائه‌دهندگان خدمات تولید اشتراکی در فضای مردد

جهت انتخاب بهترین ارائه‌دهندگان خدمات تولید اشتراکی در فضای مردد، ۶ سازمان انتخاب گردید. در مراحل قبلی معیارهای تصمیم‌گیری توسط خبرگان شرکت شناسایی و وزن‌دهی گردیدند.

تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری فازی مردد: در گام نخست با توجه به تشکیل جلسه بر اساس توافق جمعی از خبرگان خواسته شده است که ارزیابی خود را نسبت به ۶ شرکت مورد مطالعه بر اساس ۴ معیار انجام نمایند. در ماتریس تصمیم‌گیری زیر می‌توانید خلاصه نظرات را مشاهده نمایید.

جدول ۱۰- نتایج تحلیل داده‌های فازی مردد جهت ارزیابی ارائه‌دهندگان خدمات تولید اشتراکی.

Table 10- Results of hesitant fuzzy data analysis for the evaluation of collaborative manufacturing service providers.

شرکت	قابلیت دسترسی (+)	قابلیت اطمینان (+)	ظرفیت تولید سبز (+)	اعتبار و سابقه ارائه‌دهنده (+)
Company 1	[0.6 0.7]	[0.5 0.6]	[0.5 0.6]	[0.5 0.6]
Company 2	[0.6 0.7 0.9]	[0.8 0.9]	[0.4 0.5 0.7]	[0.5 0.6 0.8]
Company 3	[0.2 0.3 0.4]	[0.4 0.4]	[0.7 0.8]	[0.3 0.5]
Company 4	[0.7 0.9]	[0.6 0.8]	[0.3 0.6]	[0.7 0.8]
Company 5	[0.8 0.9]	[0.7 0.8 0.9]	[0.4 0.5]	[0.5 0.7 0.8]
Company 6	[0.7 0.8]	[0.5 0.6 0.7]	[0.7 0.8]	[0.4 0.5 0.7]

همان‌گونه که مشاهده می‌شود خبرگان در فضای تصمیم‌گیری تردید و عدم اطمینان نظر داده‌اند. به عنوان مثال خبرگان در ارزیابی شرکت اول بر اساس معیار سرعت عملیات دو نظر ارایه نموده‌اند. برخی ۰/۵ و برخی دیگر امتیاز ۰/۷ را تخصیص داده‌اند. ولی ارزیابی شرکت دوم بر اساس مشارکت سه نظر متفاوت ارایه نموده‌اند. گروهی امتیاز ۰/۴ و گروه دیگر امتیاز ۰/۵ و گروهی دیگر امتیاز ۰/۷ را تخصیص داده‌اند.

¹ Best-Worst Method (BWM)² Linmap

۳-۴- محاسبه عملکرد ارزش

بر اساس روابط فازی مردد جهت ارزیابی در ماتریس تصمیم گیری می بایست ارزش هر یک از مقایسات را محاسبه نمود. تمامی معیارها از جنس معیارهای مثبت می باشند. کمترین و بیشترین مقدار ارزش مجموعه فازی مردد در هر یک از درایه های ماتریس تصمیم گیری را با استفاده از روابط زیر به دست می آوریم.

$$h^-(x) = \min h(x).$$

$$h^+(x) = \max h(x).$$

لازم به ذکر است جهت تعیین مقدار ارزش هر مجموعه فازی مردد $s(h_{ij})$ نیاز به محاسبه اجتماع تمامی عملکرد میانگین گیری وزنی مرتب شده می باشد. مطابق رابطه زیر استفاده شده است.

$$= \frac{1}{i} \sum_{i=1}^i h_{ij}^i s(h_{ij}).$$

در جدول ۱۱ محاسبه مقدار عملکرد ارزش مجموعه فازی مردد مشاهده می شود.

جدول ۱۱- ارزش معیارهای حاصل s_{ij} .
Table 11- Values of the resulting criteria s_{ij} .

شرکت	توسعه سیستم ها (+)	مشارکت (+)	سرعت نوآوری (+)	سرعت عملیات (+)
Company 1	0.55	0.55	0.55	0.65
Company 2	0.63	0.53	0.85	0.73
Company 3	0.40	0.75	0.35	0.30
Company 4	0.75	0.45	0.70	0.80
Company 5	0.67	0.45	0.80	0.85
Company 6	0.53	0.75	0.60	0.75

جدول ۱۲- محاسبه بدترین و بهترین ارزش معیارها.
Table 12- Calculation of the worst and best values for the criteria.

معیارها	توسعه سیستم ها (+)	مشارکت (+)	سرعت نوآوری (+)	سرعت عملیات (+)
$s(h_{1j})$	0.55	0.55	0.55	0.65
$s(h_{2j})$	0.63	0.53	0.85	0.73
$s(h_{3j})$	0.40	0.75	0.35	0.30
$s(h_{4j})$	0.75	0.45	0.70	0.80
$s(h_{5j})$	0.67	0.45	0.80	0.85
$s(h_{6j})$	0.53	0.75	0.60	0.75
h^-_j	{0.3,0.5}	{0.3,0.6}	{0.3,0.4}	{0.2,0.3,0.4}
h^*_j	{0.7,0.8}	{0.7,0.8}	{0.8,0.9}	{0.8,0.9}
$s(h^-)$	0.400	0.450	0.350	0.300
$s(h^*)$	0.750	0.750	0.850	0.850

۳-۵- بررسی راه حل ایده آل

راه حل ایده آل همیشه قابل اجرا نمی باشد زیرا معیارهای متضاد نمی توانند به طور همزمان رضایت بخش باشند. بنابراین هدف پیدا کردن نزدیک ترین راه حل به ایده آل می باشد. در روش $VIKOR$ فازی مردد راه حل توافقی با امتیازات متقابل ایجاد شده که در روش $VIKOR$ آن را با حداکثر رضایت و

حداقل پشیمانی تعریف می‌نماییم. ابزار گروهی و میزان پشیمانی فرد از طریق نظر خبرگان با $L_{1,i}$ و $L_{\infty,i}$ فرموله می‌شود. فاصله متریک میان دو عنصر h_{ij}^* و h_{ij} می‌باشد که از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$d(h_{ij}^*, h_{ij}) = \frac{1}{l_j} \sum_{k=1}^{l_j} |h_j^{*\sigma(k)} - h_{ij}^{\sigma(k)}|,$$

که در رابطه فوق h_{ij}^* و h_{ij} مقدار K امین ارزش h_{ij} و h_{ij}^* می‌باشد که $\{L_{h_{ij}}, L_{h_{ij}^*}\}$.

همچنین $d(h_{ij}^*, h_{ij}^-)$ به روش مشابه تعریف می‌شود.

$$d(h_{ij}^*, h_{ij}^-) = \frac{1}{l_j} \sum_{k=1}^{l_j} |h_j^{*\sigma(k)} - h_{ij}^{-\sigma(k)}|.$$

جدول ۱۳- محاسبه راه حل ایده‌آل.

Table 13- Calculation of the ideal solution.

معیارها	توسعه سیستم‌ها (+)	مشارکت (+)	سرعت نوآوری (+)	سرعت عملیات (+)
$s(h^-)$	0.400	0.450	0.350	0.300
$s(h^*)$	0.750	0.750	0.850	0.850
$d(h_{ij}^*, h_{ij}^-)$	0.350	0.300	0.500	0.550

جدول ۱۴- محاسبه معیار فاصله متریک.

Table 14- Calculation of metric distance criteria.

معیارها	توسعه سیستم‌ها (+)	مشارکت (+)	سرعت نوآوری (+)	سرعت عملیات (+)
h_{ij}^*	0.750	0.750	0.850	0.850
$s(h_{1j})$	0.55	0.55	0.55	0.65
$s(h_{2j})$	0.63	0.53	0.85	0.73
$s(h_{3j})$	0.40	0.75	0.35	0.30
$s(h_{4j})$	0.75	0.45	0.70	0.80
$s(h_{5j})$	0.67	0.45	0.80	0.85
$s(h_{6j})$	0.53	0.75	0.60	0.75
$s(h^*)$	0.750	0.750	0.850	0.850
$d(h_{ij}^*, h_{1j})$	0.200	0.200	0.300	0.200
$d(h_{ij}^*, h_{2j})$	0.117	0.217	0.000	0.117
$d(h_{ij}^*, h_{3j})$	0.350	0.000	0.500	0.550
$d(h_{ij}^*, h_{4j})$	0.000	0.300	0.150	0.050
$d(h_{ij}^*, h_{5j})$	0.083	0.300	0.050	0.000
$d(h_{ij}^*, h_{6j})$	0.217	0.000	0.250	0.100

اندازه‌گیری معیارهای مثبت (فاصله نسبی گزینه i ام از نقطه ایده‌آل) در فازی مجدد به صورت زیر می‌باشد.

$$\tilde{S}_i = \tilde{L}_{1,i} = \sum_{j=1}^n w_j \cdot \frac{d(h_{ij}^*, h_{ij})}{d(h_{ij}^*, h_{ij}^-)},$$

که در رابطه فوق بردار W_j بردار وزنی معیارها می‌باشد. وزن به دست آمده معیارهای مطابق به کارگیری روش $SWARA$ فازی مجدد مطابق بخش قبل عبارت است از:

جدول ۱۵- خروجی وزن های معیارهای تصمیم گیری در SWARA فازی.
Table 15- Output of decision criteria weights in fuzzy SWARA.

معیار	توسعه سیستم ها (+)	مشارکت (+)	سرعت نوآوری (+)	سرعت عملیات (+)
W	0.11	0.18	0.3	0.41

مقدار تاسف (R) که بیانگر حداکثر نارضایتی گزینه i ام از فاصله نقطه ایده آل می باشد به صورت زیر تعریف می شود.

$$\tilde{R}_i = \tilde{L}_{\infty, i} = \text{Max}_j \left(W_j \cdot \frac{d(h_j^*, h_{ij})}{d(h_j^*, h_j^-)} \right).$$

۳-۶- محاسبه معیار VIKOR

معیار VIKOR که با نماد Q نشان می دهند و برای هر گزینه به صورت زیر محاسبه می شود.

$$\tilde{Q}_i = V \cdot \frac{\tilde{S}_i - \tilde{S}^*}{\tilde{S}^- - \tilde{S}^*} + (1 - V) \cdot \frac{\tilde{R}_i - \tilde{R}^*}{\tilde{R}^- - \tilde{R}^*},$$

که در آن

$$\tilde{S}^- = \max \tilde{S}_i, \tilde{S}^* = \min \tilde{S}_i.$$

$$\tilde{R}^- = \max \tilde{R}_i, \tilde{R}^* = \min \tilde{R}_i.$$

$$\tilde{S}^- = \max \tilde{S}_i = 0.820, \tilde{S}^* = \min \tilde{S}_i = 0.236.$$

$$\tilde{R}^- = \max \tilde{R}_i = 0.410, \tilde{R}^* = \min \tilde{R}_i = 0.130.$$

و بردار V وزن استراتژیک حداکثر معیارها می باشد. بدون در نظر گرفتن عمومیت مساله ما این را با مقدار $V=0.5$ در نظر می گیریم.

جدول ۱۶- خروجی معیارهای تصمیم گیری در VIKOR فازی مردد.
Table 16- Output of decision criteria in hesitant fuzzy VIKOR.

معیارها	سرعت عملیات (+)	سرعت نوآوری (+)	مشارکت (+)	توسعه سیستم ها (+)	$\tilde{S}_i$	$\tilde{R}_i$	$\tilde{Q}_i$
W	0.41	0.3	0.18	0.11			
Company 1	[0.6 0.7]	[0.5 0.6]	[0.5 0.6]	[0.5 0.6]	0.512	0.180	0.30
Company 2	[0.6 0.7 0.9]	[0.8 0.9]	[0.4 0.5 0.7]	[0.5 0.6 0.8]	0.254	0.130	0.10
Company 3	[0.2 0.3 0.4]	[0.4 0.4]	[0.7 0.8]	[0.3 0.5]	0.820	0.410	1.00
Company 4	[0.7 0.9]	[0.6 0.8]	[0.3 0.6]	[0.7 0.8]	0.307	0.180	0.80
Company 5	[0.8 0.9]	[0.7 0.8 0.9]	[0.4 0.5]	[0.5 0.7 0.8]	0.236	0.180	0.90
Company 6	[0.7 0.8]	[0.5 0.6 0.7]	[0.7 0.8]	[0.4 0.5 0.7]	0.293	0.150	0.80
h_j^-	[0.2 0.3 0.4]	[0.3 0.4]	[0.3 0.6]	[0.4 0.5]			
h_j^*	[0.8 0.9]	[0.8 0.9]	[0.7 0.8]	[0.7 0.8]			
$d(h_j^*, h_j^-)$	0.550	0.500	0.300	0.350			

۳-۷- تصمیم گیری نهایی

گزینه ها را با توجه به مقادیر $\tilde{S}_i, \tilde{Q}_i, \tilde{R}_i$ رتبه بندی می کنیم. راه حل مطلوب باید یکی از شرایط زیر را داشته باشد.

$$\tilde{Q}_i(A^{(2)}) - \tilde{Q}_i(A^{(1)}) \geq \frac{1}{m-1},$$

که در رابطه فوق $A^{(2)}, A^{(1)}$ در لیست مرتب شده گزینه های اول و دوم می باشد.

$$\tilde{Q}_{(A^{(2)})} - \tilde{Q}_{(A^{(1)})} = 0.30 - 0.10 = 0.20 \geq \frac{1}{6-1} = 0.20.$$

این شرط برقرار می‌باشد.

اما شرط دوم این می‌باشد که گزینه‌ای که مقدار $\tilde{Q}_i$ آن از همه کوچکتر باشد باید در مقادیر $\tilde{R}_i, \tilde{S}_i$ نیز بهترین رتبه را داشته باشد یعنی از همه کوچکتر باشد که این شرط برای $Q_{Company 2}$ برقرار می‌باشد یعنی $\widetilde{R}_{Company 2}, \widetilde{S}_{Company 2}$ نسبت به سایر مقادیر به‌دست آمده کوچکتر می‌باشد. لذا شرکت شماره ۲ انتخاب می‌شود.

۴- نتایج‌گیری

این پژوهش با هدف توسعه یک چارچوب *MCDM* برای ارزیابی و رتبه‌بندی خدمات تولید اشتراکی، در محیطی همراه با عدم قطعیت و تردید انجام شد. بر پایه ساختار مفهومی مقاله بیس، ابتدا ۱۱ معیار کلیدی مرتبط با کیفیت خدمات تولید اشتراکی (*QOS*) استخراج گردید. در گام بعد، با بهره‌گیری از تکنیک دلفی فازی و جمع‌بندی نظرات ۱۱ نفر از خبرگان حوزه تولید و تصمیم‌گیری، ۴ معیار با بیشترین میزان توافق و اهمیت انتخاب شدند. این چهار معیار شامل: قابلیت دسترسی به خدمات، قابلیت اطمینان، ظرفیت تولید سبز و اعتبار و سابقه ارائه‌دهنده بودند که هم از منظر کاربران و هم از دیدگاه ارائه‌دهندگان، تاثیر قابل توجهی در تصمیم‌گیری دارند. به‌منظور تعیین وزن اهمیت این معیارها، از روش *SWARA* فازی استفاده شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که قابلیت دسترسی با وزن نهایی ۰/۴۱ و قابلیت اطمینان با وزن ۰/۳۰، به‌عنوان تاثیرگذارترین عوامل در ارزیابی خدمات شناخته شدند. معیارهای ظرفیت تولید سبز و اعتبار ارائه‌دهنده نیز به‌ترتیب با وزن‌های ۰/۱۸ و ۰/۱۱ در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. این نتایج نشان می‌دهد که در فضای خدمات اشتراکی، عوامل مربوط به پایداری عملکرد و کیفیت زیرساخت اطلاعاتی بیشترین نقش را در تصمیم‌گیری ایفا می‌کنند. در گام نهایی، با به‌کارگیری روش *VIKOR* در محیط فازی مجدد، شش ارائه‌دهنده خدمات تولید اشتراکی در مواجهه با معیارهای منتخب و با در نظر گرفتن تردیدهای موجود در داده‌های انسانی، مورد ارزیابی و رتبه‌بندی قرار گرفتند. نتایج نهایی رتبه‌بندی نشان داد که شرکت شماره ۲ با امتیاز *VIKOR* پایین‌تر ($Q = 0.10$) بهترین عملکرد را در میان گزینه‌ها داشته و به‌عنوان راه‌حل توافقی و ترجیحی انتخاب شد. آزمون شرایط مدل *VIKOR* نیز نشان داد که تفاوت معناداری بین گزینه اول و دوم وجود دارد و شرایط لازم برای پذیرش راه‌حل توافقی به‌درستی احراز شده است. ویژگی برجسته این پژوهش، تلفیق تکنیک‌های دلفی فازی، *SWARA* فازی و *VIKOR* فازی شهودی در محیطی همراه با تردید و قضاوت‌های ذهنی است. این ترکیب روش‌شناختی توانسته است یک ابزار کارآمد برای تصمیم‌گیری در فضای پیچیده و نامطمئن تولید اشتراکی فراهم کند؛ فضایی که در آن داده‌ها به‌صورت کامل شفاف نیستند و قضاوت‌های کارشناسی با درجاتی از تردید همراه است. در چنین محیط‌هایی، استفاده از منطق فازی شهودی به‌جای روش‌های قطعی، قدرت تمایز و دقت مدلسازی را به میزان زیادی افزایش می‌دهد. با توجه به ضرورت ارتقا کیفیت خدمات تولید اشتراکی، پیشنهاد می‌شود که پلتفرم‌های ارائه‌دهنده این خدمات، در وهله نخست بر بهبود قابلیت دسترسی سیستم‌های خود تمرکز کنند تا کاربران در هر زمان بتوانند به خدمات بدون وقفه دسترسی داشته باشند، همچنین سرمایه‌گذاری بر روی زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و توسعه راهکارهای پایدار برای افزایش قابلیت اطمینان سیستم‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، با توجه به وزن قابل توجه معیار ظرفیت تولید سبز، پیشنهاد می‌شود ارائه‌دهندگان خدمات با بهره‌گیری از فناوری‌های پاک، مدیریت مصرف انرژی و بهینه‌سازی منابع تولید، رویکردهای زیست محیطی را در اولویت قرار دهند، از سوی دیگر با توجه به اهمیت اعتبار ارائه‌دهنده در ذهن کاربران، ایجاد مکانیزم‌های شفاف ارزیابی عملکرد، ارائه گزارش‌های دوره‌ای از کیفیت خدمات و تقویت کانال‌های ارتباطی برای جلب اعتماد کاربران ضروری است، همچنین توصیه می‌شود پلتفرم‌های تولید اشتراکی در طراحی سیستم‌های تطبیق عرضه و تقاضا، مدل‌های تصمیم‌یار بر پایه روش‌های فازی مجدد را به‌کار گیرند تا بتوانند در شرایط تردید و داده‌های غیرقطعی، گزینه‌های بهینه‌تری را به کاربران پیشنهاد دهند و در نهایت با پیاده‌سازی ساختارهای *MCDM*، امکان پاسخ‌گویی بهتر به نیازهای متنوع و پویای اکوسیستم تولید اشتراکی فراهم گردد. در مجموع، چارچوب پیشنهادی این پژوهش می‌تواند به‌عنوان یک مدل تصمیم‌یار قوی برای مدیران، تحلیلگران و سیاست‌گذاران در حوزه تولید اشتراکی و خدمات پلتفرمی مورد استفاده قرار گیرد؛ به‌ویژه در سناریوهایی که چندین گزینه و معیار متضاد با داده‌های مبهم و شهودی وجود دارند.

منابع

- [1] Brandt, E. (1990). Deborah Wince-Smith: A vision for shared manufacturing. *Mechanical engineering*, 112(12), 52. <https://www.proquest.com/openview/3b7e7a92c03528fb1ae9260c6b1b63d/1.pdf?pq-origsite=gscholar&cbl=40505>
- [2] Yu, C., Xu, X., Yu, S., Sang, Z., Yang, C., & Jiang, X. (2020). Shared manufacturing in the sharing economy: Concept, definition and service operations. *Computers & industrial engineering*, 146, 106602. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106602>

- [3] He, J., Zhang, J., & Gu, X. (2019). Research on sharing manufacturing in Chinese manufacturing industry. *The international journal of advanced manufacturing technology*, 104(1), 463–476. <https://doi.org/10.1007/s00170-019-03886-w>
- [4] Chen, J., Sun, C., & Liu, J. (2023). Shared manufacturing in a differentiated duopoly with capacity constraints. *Soft computing*, 27(12), 8107–8135. <https://doi.org/10.1007/s00500-023-08085-0>
- [5] Zhang, G., Chen, C.-H., Liu, B., Li, X., & Wang, Z. (2023). Hybrid sensing-based approach for the monitoring and maintenance of shared manufacturing resources. *International journal of production research*, 61(12), 3849–3867. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.2013564>
- [6] Jiang, Z., Lin, Q., & He, N. (2023). Model selection and decisions optimization of shared manufacturing under co-opetitive relationships. *Control decis*, 38, 2401–2414.
- [7] Pu, D., & Yuan, G. (2023). Two-sided matching model considering multi-information fusion of stakeholders. *Expert systems with applications*, 212, 118784. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118784>
- [8] Guo, S., & Dong, M. (2021). Order matching mechanism of the production intermediation internet platform between retailers and manufacturers. *The international journal of advanced manufacturing technology*, 115(3), 949–962. <https://doi.org/10.1007/s00170-020-06175-z>
- [9] Wang, G., Zhang, G., Guo, X., & Zhang, Y. (2021). Digital twin-driven service model and optimal allocation of manufacturing resources in shared manufacturing. *Journal of manufacturing systems*, 59, 165–179. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.02.008>
- [10] Liu, P., Zhang, X., & Wang, Z. (2020). An extended VIKOR method for multiple attribute decision making with linguistic D numbers based on fuzzy entropy. *International journal of information technology & decision making*, 19(01), 143–167. <https://doi.org/10.1142/S0219622019500433>
- [11] Hao, M., Wang, H., & Gao, K. (2022). The multiagent evolutionary game research of enterprise resource sharing on a shared manufacturing platform. *Discrete dynamics in nature and society*, 2022(1), 2322887. <https://doi.org/10.1155/2022/2322887>