



Sustainable Meat Supplier Selection Using the DEMATEL-TOPSIS Method Under Internal and External Uncertainty (Case study: Shahrvand Company)

Mojtaba Farrokh  *

Assistant professor, Department of Operations Management and Information Technology, Faculty of Management, Kharazmi University, Tehran, Iran

Abstract

Nowadays, despite the growing awareness of evaluating suppliers based on sustainability aspects, there are still limitations in selecting suppliers according to sustainable performance due to the lack of a comprehensive list of sustainability criteria and well-developed methods for assessing them. Given the complexity and uncertainty surrounding these criteria and the supplier evaluation process, along with the need for high precision and sensitivity, this study aims to apply a rough-fuzzy DEMATEL-TOPSIS approach to rank meat and livestock suppliers. This hybrid method is designed to manage both internal and external uncertainties as well as the complexity of sustainability criteria. In the first phase, the rough-fuzzy DEMATEL method is used to determine the weights and interrelationships among the criteria. In the second phase, the rough-fuzzy TOPSIS method is employed to rank the suppliers. The applicability of this approach is examined through a case study in the meat supply chain. The results reveal that five criteria—cost, livestock health and meat freshness, impact on the local community, delivery reliability, and technological capability—are the most influential factors in selecting sustainable suppliers.

* Corresponding Author: Farrokh@khu.ac.ir

How to Cite: Farrokh, M. (2025). Sustainable Meat Supplier Selection Using the DEMATEL-TOPSIS Method Under Internal and External Uncertainty (Case study: Shahrvand Company), *Industrial Management Studies*, 23(78), 243-286.

Introduction

The selection of sustainable suppliers for meat and livestock has become a central topic within the food supply chain (Mohammed, 2020; Islam et al., 2024). Given the increasing global concerns regarding climate change, improving animal welfare conditions, and ensuring food quality and safety, the need for suppliers adhering to sustainability principles is becoming more urgent. Sustainable suppliers must not only comply with environmental requirements but also pay special attention to social and economic aspects to meet customer and community needs (Masudin et al., 2024; Singh et al., 2025). This paper examines the criteria and challenges associated with selecting sustainable suppliers in the meat and livestock industry and discusses innovative methods for evaluating and improving their performance.

This study proposes a methodology for selecting sustainable suppliers by developing a rough-fuzzy DEMATEL-TOPSIS approach that considers internal and external uncertainties. This approach offers several advantages: first, it combines fuzzy and rough sets—merging internal and external uncertainty management (Chen et al., 2019). Second, the proposed rough-fuzzy method simplifies the understanding of uncertainty using convex polygons. Third, the integration of fuzzy sets and rough sets provides a clear approach to managing various types of uncertainties, reducing distortions that could lead to incorrect outcomes (Chen et al., 2019; Stević et al., 2025). In this research, the Shahrvand Company was selected as a case study.

Literature review

Regarding the selection of meat and livestock suppliers, although selection criteria have been well developed, there is no consensus on the number of criteria or the overarching theory that defines the sustainability criteria chosen. Alikhani and colleagues (2019) show that strategic meat supplier selection is a multifaceted process that requires considering various factors, including sustainability and risk, yet no comprehensive research has simultaneously addressed both factors. According to them, traditional decision models in this area cannot distinguish sufficiently between different candidates, especially under conditions involving subjective judgments and separate criteria for each supplier. This study presents a multi-criteria

approach utilizing fuzzy sets and a Data Envelopment Analysis (DEA) model that considers risk and sustainability simultaneously in supplier evaluation. Mohammed (2020) indicates that evaluating and selecting meat suppliers based on sustainability, involving environmental, social, and economic criteria, requires multi-criteria decision-making methods and integrated fuzzy multi-criteria techniques. This research develops an integrated approach based on fuzzy multi-criteria techniques for assessing, selecting, and optimally allocating suppliers in the meat supply chain, contributing to more comprehensive and sustainable decision-making processes. Khan and Ali (2021) demonstrate that selecting a sustainable supplier in the meat distribution chain involves analyzing multiple factors, including environmental, economic, and social dimensions. Furthermore, innovative methods such as interpretive structural modeling (ISM) and fuzzy VIKOR were employed to identify key factors and evaluate suppliers in the Pakistani meat chain.

Developing a systematic methodology that simultaneously considers these two types of internal and external uncertainties is essential. To address this issue, Chen et al. (2019) used rough-fuzzy sets within a DEMATEL-ANP framework to evaluate the needs for sustainable value in product service systems, providing a valuable reference for managing internal and external uncertainties concurrently.

Methodology

In this study, after gathering the effective criteria for supplier evaluation from a review of the literature in reputable databases and through interaction with the planning, commercial, production, research and development, and quality control departments of the studied company, a total of 14 sustainability indicators were selected. Additionally, five supplier companies were evaluated as decision-making model options. One of the objectives of this research is to examine the interrelationships among sustainability criteria across economic, social, and environmental dimensions. The proposed approach introduces a new framework for evaluating and selecting suppliers based on sustainability criteria. In the first stage, the rough-fuzzy DEMATEL method is used to determine the internal relationships among these criteria and their weights. In the second stage, the rough-fuzzy TOPSIS method is employed to rank the

suppliers. The use of fuzzy numbers allows for consideration of external and internal impacts in selecting a sustainable supplier, providing more precise information for decision-making regarding the criteria and improving the accuracy of the ranking results (Chen et al., 2019).

Discussion and conclusion

Based on the rankings derived from the rough-fuzzy DEMATEL method, the five top criteria are cost, livestock health and meat freshness, impact on the local community, delivery reliability, and technological capability, in that order. The analysis and ranking of the factors influencing the selection of sustainable suppliers for meat supply show that cost, livestock health, and meat freshness are the highest priority criteria. These findings suggest that organizational managers should primarily focus on controlling and improving factors related to cost and product quality, namely livestock health and meat freshness, as they directly affect customer satisfaction, supply process effectiveness, and organizational credibility. The criteria related to impact on the local community and delivery reliability also hold significant importance but are ranked lower; this indicates that, alongside quality and cost, special attention should be given to social interactions, especially considering the requirements for development and long-term sustainability.

Therefore, organizations should consider strategies that not only focus on economic criteria but also emphasize social aspects, enabling them to identify and develop leading and sustainable suppliers in competitive markets. This ranking also provides suppliers with insights to recognize their weaknesses and areas needing improvement, guiding them toward performance enhancement and alignment with sustainability goals.

Keywords: Supplier selection, Sustainability Criteria, Meat Supply Chain, Rough-Fuzzy DEMATEL, Rough-Fuzzy TOPSIS.



انتخاب تأمین کننده پایدار گوشت به کمک روش دیمتل-تاپسیس در شرایط عدم قطعیت داخلی و خارجی (مورد مطالعاتی: شرکت شهروند)

استادیار، گروه مدیریت عملیات و فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت، دانشگاه
مجتبی فرخ  *
خوارزمی، تهران، ایران.

چکیده

امروزه، باوجود آگاهی فزاینده‌ای که درباره ارزیابی تأمین کنندگان با توجه به جنبه‌های پایداری وجود دارد، محدودیت‌هایی در انتخاب تأمین کننده بر اساس عملکرد پایدار از نظر نبود فهرست جامعی از معیارهای پایداری و روش‌های توسعه یافته برای ارزیابی این معیارها وجود دارد. با توجه به فضای پیچیده و عدم اطمینان حاکم بر این معیارها و ارزیابی تأمین کنندگان و نیاز به دقت و حساسیت بالا در این ارزیابی، هدف این تحقیق استفاده از رویکرد دیمتل-تاپسیس راف-فازی در مسئله رتبه‌بندی تأمین کنندگان گوشت و دام زنده برای مدیریت هم عدم قطعیت داخلی و خارجی و هم پیچیدگی معیارهای پایداری است. در مرحله اول به کمک روش دیمتل راف-فازی وزن و روابط درونی بین این معیارها مشخص می‌شود. سپس در مرحله دوم روش تاپسیس راف-فازی برای تعیین رتبه تأمین کنندگان استفاده خواهد شد. قابلیت استفاده از این رویکرد با ارزیابی تأمین کنندگان در یک مورد مطالعه در زنجیره تأمین گوشت بررسی شد. نتایج نشان می‌دهد پنج معیار هزینه، سلامت دام و تازگی گوشت، تأثیر روی جامعه محلی، قابلیت اطمینان تحویل و توانایی فناوری به ترتیب به عنوان پنج معیار برتر هستند که روی انتخاب تأمین کننده پایدار تأثیر چشم‌گیری دارند.

کلیدواژه‌ها: انتخاب تأمین کننده، معیارهای پایداری، دیمتل راف-فازی، تاپسیس راف-فازی.

مقدمه

امروزه، شرکت‌ها به دلیل آگاهی فزاینده درباره پایداری، قوانین سخت گیرانه دولتی و فشارها اجتماعی نمی‌توانند از مسئولیت‌های پایداری غفلت کنند (Stević et al., 2025). در این راستا، انتخاب تأمین‌کننده پایدار یکی از ارکان اساسی مدیریت زنجیره تأمین است که باید به خاطر اهمیت آن در تحقق اهداف پایداری شرکت‌ها و تأثیر آن در بهبود جایگاه رقابتی آن‌ها به دقت دنبال شود (Khan & Ali, 2021). این موضوع بر پایه این واقعیت استوار است که تأمین‌کنندگان می‌توانند نقش مهمی در مدیریت زنجیره تأمین پایدار ایفا کنند (Singh et al., 2025). در زنجیره تأمین خرده‌فروشی، انتخاب تأمین‌کننده پایدار^۱ برای گوشت و دام زنده به عنوان یکی از مباحث محوری در زنجیره تأمین مواد غذایی مورد توجه قرار گرفته است (Mohammed, 2020; Islam et al., 2024). برای مثال، در سال‌های اخیر چندین فروشگاه زنجیره‌ای بزرگ بریتانیا مانند Tesco و Morrisons به دلیل همکاری با یک تأمین‌کننده متخلف که گوشت فاسد را به عنوان محصول سالم عرضه می‌کرد، با بحران اعتماد عمومی و آسیب جدی به اعتبار و سودآوری خود مواجه شدند. با توجه به نگرانی‌های فزاینده جهانی در مورد تغییرات اقلیمی، بهبود شرایط رفاه حیوانات و تضمین کیفیت و امنیت غذایی، نیاز به تأمین‌کنندگانی که به اصول پایدار پایبند باشند، بیش‌ازپیش توسط شرکت‌های خرده‌فروشی احساس می‌شود. تأمین‌کنندگان پایدار نه تنها باید الزامات زیست‌محیطی را رعایت کنند، بلکه باید به جنبه‌های اجتماعی و اقتصادی نیز توجه ویژه‌ای داشته باشند تا بتوانند به نیازهای مشتریان و جامعه پاسخ دهند (Masudin et al., 2024; Singh et al., 2025). تأمین‌کننده‌ای که انتخاب می‌شود باید توانایی‌های لازم را برای تأمین با کیفیت موردنظر داشته باشد و هدف مهم‌تر، شناسایی تأمین‌کننده‌ای است که امکان تأمین نیازهای شرکت بر اساس اهداف توسعه پایدار را دارا باشند (Alikhani et al., 2016; Khan & Ali, 2021).

ترکیب ابعاد اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی در زنجیره تأمین به‌طور مکرر

1 Sustainable supplier

انتخاب تأمین‌کننده پایدار گوشت به کمک روش دیمتل-تاپسیس در شرایط عدم قطعیت...؛ فرخ | ۲۴۹

به‌عنوان مدیریت زنجیره تأمین پایدار تعبیر می‌شود که به رویکرد سه‌گانه معروف است (Li et al., 2019). انتخاب تأمین‌کننده پایدار به‌عنوان یکی از مهم‌ترین اجزای مدیریت زنجیره تأمین پایدار در شرکت‌های خریده‌فروشی برای تأمین گوشت و دام زنده شناخته شده است، زیرا فعالیت‌های تأمین‌کنندگان نقش حیاتی در کمک به آن‌ها برای دستیابی به مزیت رقابتی پایدار دارند (Mohammed et al., 2018). برخی پژوهشگران به معرفی معیارهای پایداری به‌عنوان معیارهایی عملیاتی و ضروری برای انتخاب تأمین‌کننده پایدار پرداخته‌اند. با این حال، این معیارهای پایداری عمدتاً به‌صورت عمومی برای ارزیابی تأمین‌کنندگان در زنجیره‌های تأمین معرفی شده‌اند (Nasri et al., 2023; Memari et al., 2019; Gökler & Boran, 2025) که برای زنجیره‌های تأمین شرکت‌های خرده‌فروشی که نیاز به ارزیابی تأمین‌کنندگان گوشت و دام زنده دارند، مناسب نیستند.

علاوه بر این، انتخاب تأمین‌کننده را می‌توان به‌عنوان یک فرایند تصمیم‌گیری چندمعیاره در نظر گرفت که شامل دو مرحله تعیین وزن معیارها و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان است. دیمتل^۱ روشی مفید برای تحلیل وابستگی‌های متقابل بین عوامل در یک فرایند پیچیده است و به‌طور گسترده در تحلیل معیارها، مدیریت و تصمیم‌گیری مسائل پیچیده‌ای مانند اولویت‌بندی معیارهای ارزیابی تأمین‌کننده پایدار مورد استفاده قرار گرفته است (Nasri et al., 2023; Chen et al., 2020; Gökler & Boran, 2025). این روش یک روش جامع برای ساخت و تحلیل یک مدل ساختاری که شامل روابط علی بین عوامل پیچیده و استراتژیک همانند معیارهای پایداری است، می‌باشد (Gökler & Boran, 2025). در روش دیمتل معیارها به دو گروه تقسیم می‌شوند: گروه علت و گروه معلول. گروه علت بر گروه معلول اثر می‌گذارد و چنین تأثیری برای برآورد وزن معیارها استفاده می‌شود (Dalalah et al., 2011). از این‌رو، مطالعه حاضر از روش دیمتل برای بررسی روابط درونی میان معیارها استفاده کرده و سپس وزن‌های معیارها را محاسبه می‌کند. از سوی دیگر، تاپسیس^۲، روشی رایج در تصمیم‌گیری چندمعیاره است که به‌طور گسترده‌ای

1 DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory)

2 TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution)

برای رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان پایدار مورد استفاده قرار گرفته است (Mohammed, 2020; Li et al., 2019; Memari et al., 2019). این روش بر پایه این ایده است که بهترین راه‌حل همواره نزدیک‌ترین فاصله اقلیدسی به راه‌حل ایده‌آل مثبت و دورترین فاصله از راه‌حل ایده‌آل منفی را به‌طور هم‌زمان دارد (Sangaiah et al., 2015). این روش قادر است عملکرد نسبی گزینه‌های تصمیم‌گیری را با کارایی محاسباتی بالا و حداقل محاسبات عددی اندازه‌گیری کند. با این حال، با توجه به عدم قطعیت داخلی و خارجی موجود در قضاوت خبرگان در مرحله جمع‌آوری داده برای این روش‌ها، نه دیمتل و نه تاپسیس قطعی نمی‌توانند با این نوع عدم قطعیت‌ها به‌طور هم‌زمان مقابله کنند. عدم قطعیت داخلی ناشی از ابهام فردی در تفکر و بیان ترجیحات تصمیم‌گیرندگان است (Chen et al., 2019). معمولاً فرآیند تصمیم‌گیری شامل حجم زیادی از اطلاعات و دانش خبرگانی است که معمولاً ناپایدار، ذهنی یا حتی ناسازگار است، زیرا تصمیم‌گیرندگان قضاوت‌های کلامی مبهمی را برای ارزیابی تأثیرات بین شاخص‌های پایداری به کار می‌برند که منجر به عدم قطعیت داخلی می‌شود. در حالی عدم قطعیت خارجی به دلیل تنوع ترجیحات گروهی و تفاوت در قضاوت‌های تصمیم‌گیرندگان مختلف ایجاد می‌شود؛ به عبارت دیگر، هر تصمیم‌گیرنده بر مبنای ویژگی‌ها، اولویت‌ها و ارزش‌های شخصی خود قضاوت می‌کند و این تفاوت‌ها منجر به پاسخ‌ها و ارزیابی‌های متنوع می‌شود. این نوع عدم قطعیت ناشی از تفاوت‌های بین فردی است که به تنوع ترجیحات گروهی برمی‌گردد و نیازمند مدل‌های انعطاف‌پذیر برای ادغام دیدگاه‌های متفاوت است (Stević et al., 2025). برای مدیریت عدم قطعیت داخلی و خارجی به ترتیب از مجموعه‌های فازی^۱ و مجموعه‌های راف^۲ در روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره توسط نویسندگان استفاده شده است (Chen et al., 2019; Pamučar et al., 2018). این ترکیب در طول فرآیند انتخاب، عدم قطعیت‌ها را در نظر می‌گیرد و از بروز تحریف در داده‌ها و نتایج نادرست جلوگیری می‌کند.

برای پر کردن شکاف پژوهشی مورد بحث فوق، مطالعه حاضر اولاً، به دنبال شناسایی

1 Fuzzy Sets

2 Rough Sets

انتخاب تأمین‌کننده پایدار گوشت به کمک روش دیمتل-تاپسیس در شرایط عدم قطعیت...؛ فرخ | ۲۵۱

مجموعه ای جامعی از معیارهای پایداری با توجه به ابعاد اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی است. این معیارها به عنوان معیارهای انتخاب تأمین‌کننده پایدار برای زنجیره تأمین شرکت‌های خرده‌فروشی جهت تأمین گوشت و دام زنده مورد استفاده قرار می‌گیرند. علاوه بر این، نویسندگان تلاش می‌کنند از ترکیب دیمتل راف-فازی^۱ با تاپسیس راف-فازی استفاده کنند تا بتوان تأمین‌کنندگان را بر اساس معیارهای پایداری که از پیچیدگی و ابهام بالایی برخوردار هستند، ارزیابی کنند. پژوهش حاضر در نظر دارد ارزیابی جامعی از تأمین‌کنندگان بر اساس معیارهای پایداری با در نظر گرفتن وابستگی‌های بین این معیارها انجام دهد که در قالب یک سیستم ارزیابی تأمین‌کنندگان مبتنی بر معیارهای پایداری اجرا می‌شود. وزن معیارهای پایداری با استفاده از دیمتل راف-فازی محاسبه می‌شود که توانایی بالایی در در نظر گرفتن روابط بین معیارهای پیچیده را دارد و از تاپسیس راف-فازی برای رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان استفاده می‌کند.

در این پژوهش، شرکت کالا و خدمات شهروند به عنوان مطالعه موردی انتخاب شده است. شهروند یکی از پیشرفته‌ترین زنجیره سوپرمارکت در ایران است که به مسائل پایداری اهمیت ویژه‌ای می‌دهد. این شرکت با توجه به جایگاه ویژه‌ای که در عرضه محصولات غذایی در کشور دارد دارای تأمین‌کنندگان زیاد، به خصوص در زمینه گوشت است. با توجه به احساس نیاز به وجود یک چارچوب و روش منسجم برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان گوشت در شرکت شهروند بر اساس اهداف پایداری، این موضوع به عنوان یک خلأ در نظر گرفته شده است و در دستور کار قرار گرفته است. در پژوهش جاری، با بهره‌گیری از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، تأمین‌کنندگان گوشت و دام این شرکت رتبه‌بندی خواهند شد.

پیشینه پژوهش

با وجود اینکه معیارهای پایداری ارزیابی تأمین‌کنندگان مربوط به صنایع مختلف به خوبی توسط برخی نویسندگان شناسایی شده‌اند (Hendiani et al., 2020; Mohammed,)

ارزیابی تأمین کنندگان گوشت و فراورده‌های دامی مطالعه جامعی صورت نگرفته است. برای این منظور، در زنجیره تأمین اکثر خرده‌فروشی‌ها عمدتاً از معیارهای سنتی مانند قیمت، کیفیت و قابلیت اطمینان تحویل معمولاً توسط تیم خرید برای ارزیابی تأمین کنندگان گوشت و فراورده‌های دامی استفاده می‌شوند. به‌زعم محمد^۱ و همکاران (۲۰۱۸) تصمیم‌گیری در فرآیند انتخاب تأمین‌کننده گوشت، نیازمند در نظر گرفتن معیارهای پایداری و پیچیدگی‌های مرتبط با آن است. علیخانی^۲ و همکاران (۲۰۱۹) نشان می‌دهند که انتخاب استراتژیک تأمین‌کننده گوشت، فرآیندی چندجانبه است که به عوامل مختلفی از جمله ابعاد پایداری و ریسک نیاز دارد، اما تاکنون پژوهشی جامع که هر دو عامل را هم‌زمان در نظر گیرد، انجام نشده است. خان و علی^۳ (۲۰۲۱) نشان می‌دهند که انتخاب تأمین‌کننده پایدار در زنجیره توزیع گوشت، نیازمند تحلیل عوامل متعددی است که شامل ابعاد زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی می‌شود. نجفی و ذلفقاریان^۴ (۲۰۲۴) نشان می‌دهند که در زنجیره‌های تأمین مواد غذایی، به‌ویژه در زنجیره تأمین گوشت، ادغام ابعاد اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی برای دستیابی به پایداری چالش‌برانگیز است و رویکردهای چندهدفه و مدل‌سازی‌های چندمعیاره برای مدیریت این ابعاد توصیه می‌شود. اسلام^۵ و همکاران (۲۰۲۴) یک چارچوب جامع و تلفیقی برای انتخاب تأمین‌کننده گوشت و برنامه‌ریزی تخصیص سفارش ارائه دادند که بر افزایش کارایی اقتصادی، کاهش ضایعات غذایی و انتشار گازهای گلخانه‌ای تأکید دارد. بااین‌حال، در هیچ‌یک از این مطالعات به شناسایی معیارهای پایداری ارزیابی تأمین‌کنندگان در مدیریت زنجیره تأمین گوشت و دام زنده بر اساس یک روش جامع، نظام‌مند و مبتنی بر نظرات خبرگان پرداخته نشده است. به‌طور کلی، ضعف در مطالعات مربوط به انتخاب تأمین‌کنندگان گوشت شامل

1 Mohammed

2 Alikhani

3 Khan & Ali

4 Najafi & Zolfagharinia

5 Islam

انتخاب تأمین‌کننده پایدار گوشت به کمک روش دیمتل-تاپسیس در شرایط عدم قطعیت...؛ فرخ | ۲۵۳

عدم وجود یک رویکرد جامع، محرمانه بودن نتایج، تکیه بر تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر هزینه و نگاه جزیره‌ای به فرآیند است (Mohammed, 2020).

طی چند دهه گذشته، معرفی و توسعه روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده پایدار، مورد توجه اکثر نویسندگان قرار گرفته است. در میان روش‌هایی مانند تحلیل سلسله مراتبی^۱ (AHP)، فرایند تحلیل شبکه^۲ (ANP) و دیمتل که توسط نویسندگان مختلف (Chen et al., 2020; Alikhani et al., 2019; Tadić et al., 2014; Awasthi et al., 2018) برای تعیین وزن‌ها معیارها استفاده شده است، روش دیمتل به دلیل در نظر گرفتن رابطه علی-معلولی میان معیارهای مختلف به عنوان یک رویکرد نسبتاً مؤثر و عملی در تعیین وزن معیارها شناخته شده است (Song & Cao, 2017). از سوی دیگر، به زعم اوپریکوویچ و تزنگ^۳ (2004) و زایمر و همکاران^۴ (۲۰۱۶)، تاپسیس در مقایسه با ELECTRE، PROMETHEE و VIKOR از برتری نسبی در رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان برخوردار است، به طوری که در یافتن گزینه‌های مطلوب و سازشی بهتر عمل می‌کند. ترکیب دو روش دیمتل و تاپسیس که توسط برخی نویسندگان مورد استفاده قرار گرفته است (Li et al., 2020; Sangaiah et al., 2015; Baykasoğlu et al., 2013; Zhang & Su, 2019)، تصمیم‌گیری را در شرایط پیچیده و چندمعیاره بهینه و قابل اعتماد می‌سازد.

به زعم علیخانی و همکاران (۲۰۱۹)، مدل‌های سنتی تصمیم‌گیری در حوزه ارزیابی تأمین‌کنندگان نمی‌توانند تفاوت قابل توجهی بین کاندیداهای مختلف، به ویژه در شرایط قضاوت ذهنی و مواقعی که با معیارهای پیچیده برای ارزیابی تأمین‌کنندگان روبه‌رو هستیم، قائل شوند. در این راستا، برخی محققان اصلاحاتی روی دیمتل جهت مدیریت عدم قطعیت در این روش انجام داده‌اند. برای نمونه دلاله و همکاران^۵ (۲۰۱۱) این روش را با بیان تأثیر

1 Analytical hierarchy process (AHP)

2 Analytic Network Process (ANP)

3 Opricovic & Tzeng

4 Zimmer et al.

5 Dalalah et al.

عوامل به صورت زبانی و استفاده از مجموعه‌های فازی برای مدیریت عدم قطعیت داخلی اصلاح کردند. به زعم آن‌ها، استفاده از اعداد فازی مثلی این امکان را فراهم می‌کند تا قضاوت‌های مبهم با تبدیل بیان زبانی به یک عدد فازی مثلی با استفاده از یک تابع عضویت از پیش تعیین شده مدیریت شوند. همچنین برای مدیریت عدم قطعیت داخلی و ابهام زبانی خبرگان، پژوهشگران دیگری در مسئله انتخاب تأمین‌کننده از روش دیمتل و تاپسیس فازی استفاده کرده‌اند. برای نمونه، محمد (۲۰۲۰) نشان می‌دهند که ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان گوشت بر اساس معیارهای پایداری، نیازمند ادغام تکنیک‌های چندمعیاره فازی است. این مطالعه، یک رویکرد یکپارچه و مبتنی بر تاپسیس فازی را برای ارزیابی، انتخاب و تخصیص بهینه تأمین‌کنندگان در زنجیره تأمین گوشت توسعه می‌دهد. اگرچه این روش‌ها مزیت‌های متفاوتی از نظر مدیریت عدم قطعیت داخلی (فردی) ارائه می‌دهند، اما قادر به مدیریت عدم قطعیت خارجی (بین فردی) ناشی از تنوع ترجیحات تصمیم‌گیرندگان مختلف نیستند (Chen et al., 2019). از سوی دیگر، در بسیاری از مطالعات قبلی، از مجموعه راف در انواع روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برای مدیریت عدم قطعیت خارجی استفاده شده است؛ این رویکرد در تجمیع قضاوت‌های متعدد به بازه‌های انعطاف‌پذیر که حاوی اطلاعات کافی مربوط به تصمیم‌گیرندگان گروهی است، خوب عمل می‌کند. در زمینه ارزیابی معیارهای مسئله انتخاب تأمین‌کننده پایدار، برخی از نویسندگان (Song & Cao, 2017; Singh et al., 2025) از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر مجموعه‌های راف مانند دیمتل راف استفاده کرده‌اند که قابلیت بالایی در مدیریت عدم قطعیت خارجی دارند، هرچند که برای مقابله با عدم قطعیت داخلی مناسب نیستند. برای حل این مسئله، چن^۱ و همکاران (۲۰۱۹) از مجموعه اعداد راف-فازی در روش ANP-دیمتل برای ارزیابی سیستم خدمات محصول ارزش‌افزوده برای دستیابی به اهداف پایداری استفاده کردند که مرجع مفیدی برای مدیریت هم‌زمان عدم قطعیت داخلی و خارجی فراهم می‌آورد. همچنین پاموکار و همکاران^۲ (۲۰۱۸) از اعداد راف-فازی برای

1 Chen

2 Pamučar et al.

اصلاح روش بهترین-بدترین^۱ (BWM) استفاده کردند.

با بررسی پیشینه تحقیق، می‌توان مشاهده کرد که نیاز به بهبود قابل توجهی در چارچوب انتخاب تأمین‌کننده پایدار وجود دارد. برای پاسخ به این چالش‌ها، در پژوهش حاضر علاوه بر شناسایی معیارهای پایداری مختص ارزیابی تأمین‌کنندگان گوشت و دام زنده، از ترکیب روش‌های دیمتل و تاپسیس راف-فازی برای این منظور استفاده می‌شود. با توجه به پیچیدگی، اهمیت استراتژیک، ابهام در قضاوت خبرگان در خصوص معیارهای پایداری، از روش دیمتل راف-فازی در مسئله ارزیابی تأمین‌کنندگان گوشت و دام زنده جهت تعیین ساختار علی و معلولی بین این معیارها و مدیریت عدم قطعیت داخلی و خارجی قضاوت خبرگان در خصوص آن‌ها استفاده می‌شود تا بتوان وزن این معیارها را به‌درستی تعیین کرد. علاوه بر این، از تاپسیس راف-فازی با توجه به نقاط قوت آن برای ارزیابی تأمین‌کنندگان پایدار استفاده می‌شود.

روش

در این مطالعه، بعد از جمع‌آوری معیارهای مؤثر در ارزیابی تأمین‌کنندگان که از بررسی پیشینه پژوهش در پایگاه‌های داده معتبر مانند Scopus، Web of Science، Google Scholar و ScienceDirect به دست آمدند و تعامل با واحد بازرگانی و کنترل کیفیت شرکت مورد مطالعه و همچنین کارشناسان سازمان‌های دیگر که در فرایند تأمین گوشت درگیر هستند، نهایتاً ۱۴ شاخص پایداری برگزیده و در جدول شماره ۱ آورده شدند. در این جدول، معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان بر اساس ابعاد پایداری در سه بعد اقتصادی (EC)، اجتماعی (SC) و زیست‌محیطی (EN) آورده شده‌اند. همچنین تأمین‌کنندگان به عنوان گزینه‌های مدل تصمیم‌گیری مورد ارزیابی قرار خواهند گرفت.

1 Best-Worst Method (BWM)

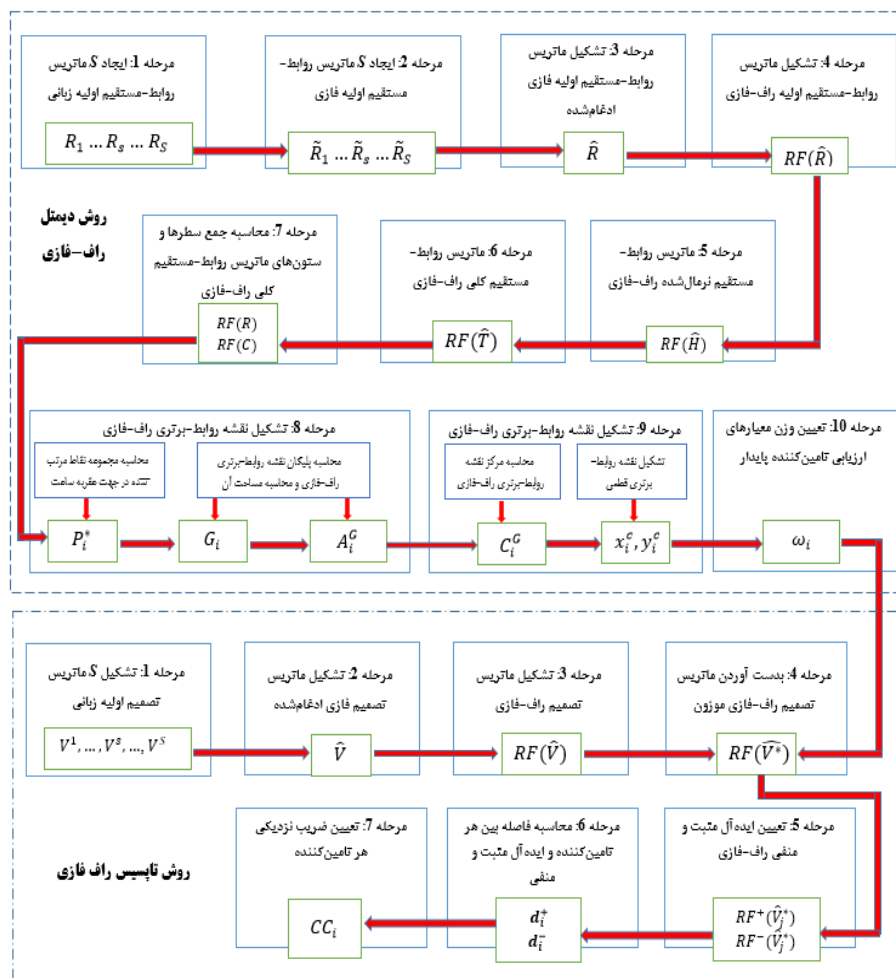
جدول ۱. معیارهای پایداری ارزیابی تأمین‌کنندگان

نماد	معیار	شرح	منابع
EC ₁	سلامت دام و تازگی گوشت	تضمین کیفیت و تازگی گوشت برای رضایت مشتری و کاهش ضایعات غذایی	Mohammed, 2020; Islam et al., 2024; Najafi & Zolfagharinia, 2024; Singh et al., 2025
EC ₂	توانایی فناوری	بهره‌گیری از فناوری‌های نوین برای بهبود فرآیندهای تولید و کنترل کیفیت	Masudin et al., 2024; Singh et al., 2025
EC ₃	انعطاف‌پذیری	قابلیت مقابله با تغییرات بازار و تقاضای مشتریان در فرآیندهای تأمین و توزیع	Mishra et al., 2024; Islam et al., 2024; Najafi & Zolfagharinia, 2024
EC ₄	قابلیت اطمینان تحویل	توانایی تحویل به‌موقع و بدون نقص محصولات طبق توافقات زمانی و کمی	Najafi & Zolfagharinia, 2024; Masudin et al., 2024
EC ₅	سهولت ارتباطی	برقرار کردن ارتباط مؤثر و شفاف با تأمین‌کنندگان و ذینفعان زنجیره تأمین	Khan & Ali, 2021; Mishra et al., 2024; Islam et al., 2024
EC ₆	هزینه	هزینه‌های مرتبط با خرید، حمل‌ونقل و نگهداری کالا در فرآیند تأمین و توزیع	Mohammed et al., 2018; Alikhani et al., 2019; Mohammed, 2020
SC ₁	توسعه کارکنان	برنامه‌های آموزشی و انگیزشی جهت ارتقاء مهارت‌ها و دانش کارکنان مرتبط	Banaeian et al., 2015; Mohammed et al., 2018
SC ₂	افشای اطلاعات	شفافیت در عملیات، مستندسازی و گزارش‌دهی مؤثر به ذینفعان خارجی و داخلی	Mishra et al., 2024; Islam et al., 2024; Singh et al., 2025
SC ₃	تأثیر روی جامعه محلی	مشارکت در توسعه اقتصادی و اجتماعی جوامع محلی مرتبط با زنجیره تأمین	Najafi & Zolfagharinia, 2024; Masudin et al., 2024; Singh et al., 2025
SC ₄	ایمنی، حقوق و سلامت کارکنان	رعایت مقررات ایمنی، حقوق انسانی و سلامت در تمامی مراحل زنجیره تأمین	Mohammed et al., 2018; Alikhani et al., 2019; Ecer & Pamucar, 2020

نماد	معیار	شرح	منابع
EN ₁	مدیریت سبز	اجرای سیاست‌ها و اقدامات سبز برای کاهش اثرات زیست‌محیطی فعالیت‌های تأمین‌کننده	Banaeian et al., 2015; Çalık et al., 2019
EN ₂	مدیریت ضایعات	کاهش و بازیافت ضایعات و جلوگیری از هدر رفت مواد و منابع در فرآیندهای تولید	Mohammed, 2020; Khan & Ali, 2021; Mishra et al., 2024; Islam et al., 2024
EN ₃	مدیریت و سیاست‌های محیطی	تدوین و رعایت سیاست‌های زیست‌محیطی و مدیریتی برای پایداری سازمانی	Mohammed et al., 2018; Alikhani et al., 2019; Mohammed, 2020
EN ₄	کنترل آلودگی	اجرای اقدامات کاهش آلودگی هوا، آب و خاک در فعالیت‌های زنجیره تأمین	Najafi & Zolfagharinia, 2024; Masudin et al., 2024

در این پژوهش از رویکرد ترکیبی دیمتل و تاپسیس راف-فازی برای رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان استفاده می‌شود. روش دیمتل راف فازی که توسط چن و همکاران (۲۰۲۰) توسعه یافته است با روش تاپسیس راف-فازی جهت ارزیابی تأمین‌کنندگان با توجه به معیارهای پایداری ترکیب می‌شود. در مرحله اول بکممک روش دیمتل راف-فازی روابط درونی بین معیارهای اقتصادی، اجتماعی و محیطی و وزن آن‌ها مشخص می‌شود. در مرحله دوم روش تاپسیس راف-فازی برای تعیین رتبه تأمین‌کنندگان استفاده خواهد شد. استفاده از مجموعه‌های راف و فازی در این رویکرد می‌تواند عدم قطعیت خارجی و داخلی قضاوت‌های خبرگان را در ارزیابی معیارهای پایداری و تأمین‌کنندگان را در نظر بگیرد و باعث بهبود تصمیم‌گیری در رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان شود (Chen et al., 2019). مراحل محاسباتی رویکرد دیمتل و تاپسیس راف-فازی در شکل ۱ آورده شده است.

شکل ۱. مراحل محاسباتی روش ترکیبی دیمتل و تاپسیس راف-فازی



روش دیمتل راف-فازی

در روش دیمتل، برای جمع آوری داده‌ها، پرسش نامه طراحی شده بین خبرگان توزیع شد. قضاوت خبرگان در این پرسشنامه بر پایه عبارات کیفی استوار است که در ادامه، بر اساس جدول ۲، این عبارات به عبارات کمی تبدیل می‌شوند. مراحل روش دیمتل راف-فازی:

مرحله ۱. ایجاد ماتریس‌های رابطه-مستقیم اولیه زبانی

برای اندازه‌گیری روابط بین n شاخص ارزیابی تأمین‌کنندگان، از یک گروه تصمیم‌گیری متشکل از S تصمیم‌گیرندگان (DM) دعوت می‌شود تا با بیان قضاوت‌های زبانی برای مقایسات زوجی بین n شاخص، مجموعه‌ای از ماتریس‌های مقایسه زوجی را بسازند. ماتریس رابطه-مستقیم اولیه زبانی S امین خبره به صورت زیر تشکیل می‌شود:

$$R^s = \begin{pmatrix} 0 & r_{12}^s & \dots & r_{1n}^s \\ r_{21}^s & 0 & \dots & r_{2n}^s \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1}^s & r_{n2}^s & \dots & 0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

جایی که r_{ij}^s ارزیابی خبره S ام از درجه که معیار i ام روی معیار j ام تأثیر می‌گذارد را نشان می‌دهد و S تعداد خبرگان و n تعداد معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان است.

مرحله ۲. تشکیل ماتریس‌های رابطه-مستقیم اولیه فازی

بر طبق پاموکار و همکاران (۲۰۱۸) و بر اساس مقیاس فازی جدول ۲، عناصر r_{ij}^s ماتریس زبانی R^s به اعداد فازی مثلثی $^1 \tilde{r}_{ij}^s = (l_{ij}^{rs}, m_{ij}^{rs}, u_{ij}^{rs})$ تبدیل می‌شود، جایی که l_{ij}^{rs} و m_{ij}^{rs} و u_{ij}^{rs} به ترتیب نشان‌دهنده حد پایین، وسط و بالای هر عدد فازی مثلثی هستند.

جدول ۲. مقیاس اعداد فازی مثلثی برای متغیرهای زبانی (Chen et al., 2020)

شماره	اصطلاحات زبانی	مقیاس فازی مثلثی
۱	بدون تأثیر (NI)	(0, 0, 0)
۲	تأثیر بسیار کم (VLI)	(0, 0, 0/5)
۳	تأثیر کم (LI)	(0/5, 1, 1/5)
۴	تأثیر متوسط (MI)	(1/5, 2, 2/5)
۵	تأثیر زیاد (HI)	(2/5, 3, 3/5)
۶	تأثیر بسیار زیاد (VHI)	(3/5, 4, 4)

سپس، ماتریس رابطه-مستقیم اولیه فازی $\tilde{R}^s$ به صورت زیر ایجاد می شود:

$$\tilde{R}^s = \begin{pmatrix} 0 & \tilde{r}_{12}^s & \cdots & \tilde{r}_{1n}^s \\ \tilde{r}_{21}^s & 0 & \cdots & \tilde{r}_{2n}^s \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{r}_{n1}^s & \tilde{r}_{n2}^s & \cdots & 0 \end{pmatrix} \quad (۲)$$

مرحله ۳. تشکیل ماتریس های روابط-مستقیم اولیه فازی ادغام شده

با تجميع ماتریس های رابطه-مستقیم اولیه فازی با یکدیگر که توسط S خبره تشکیل شده،

ماتریس رابطه-مستقیم اولیه فازی ادغام شده به صورت زیر تشکیل می شود:

$$\hat{R} = \begin{pmatrix} 0 & \hat{r}_{12} & \cdots & \hat{r}_{1n} \\ \hat{r}_{21} & 0 & \cdots & \hat{r}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{r}_{n1} & \hat{r}_{n2} & \cdots & 0 \end{pmatrix} \quad (۳)$$

جایی که $\hat{r}_{ij} = (\hat{l}_{ij}, \hat{m}_{ij}, \hat{u}_{ij})$ ، $\hat{l}_{ij} = \{l_{ij}^1, \dots, l_{ij}^s, \dots, l_{ij}^S\}$ ، $\hat{m}_{ij} = \{m_{ij}^1, \dots, m_{ij}^s, \dots, m_{ij}^S\}$ و اعداد فازی مثلثی ادغام شده همچنین به صورت $\hat{r}_{ij} = (\tilde{r}_{ij}^1, \dots, \tilde{r}_{ij}^s, \dots, \tilde{r}_{ij}^S)$ بیان می شود.

مرحله ۴. تشکیل ماتریس رابطه-مستقیم اولیه راف-فازی

بر طبق پاولاک^۱ (۱۹۸۲)، اعداد فازی مثلثی ادغام شده $\hat{r}_{ij}$ می تواند طبق رویه عملیات زیر به اعداد راف-فازی تبدیل شوند:

برای اعداد فازی مثلثی ادغام شده $\hat{r}_{ij} = \{\tilde{r}_{ij}^1, \dots, \tilde{r}_{ij}^s, \dots, \tilde{r}_{ij}^S\}$ ، تقریب های بالا و پایین s

امین $\tilde{r}_{ij}^s$ به ترتیب به صورت زیر می تواند به دست آید:

$$\underline{Apr}(\tilde{r}_{ij}^s) = \cup \{ \tilde{r}_{ij}^t \in \hat{r}_{ij} / \tilde{r}_{ij}^t \leq \tilde{r}_{ij}^s \} \quad (۴)$$

$$\overline{Apr}(\tilde{r}_{ij}^s) = \cup \{ \tilde{r}_{ij}^t \in \hat{r}_{ij} / \tilde{r}_{ij}^t \geq \tilde{r}_{ij}^s \} \quad (۵)$$

جایی که $\underline{Apr}(\tilde{r}_{ij}^s)$ و $\overline{Apr}(\tilde{r}_{ij}^s)$ به ترتیب تقریب پایین و بالای $\tilde{r}_{ij}^s$ هستند (Chen et al.,

(2020). سپس حد بالا و حد پایین $\tilde{r}_{ij}^s$ به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\underline{Lim}(\tilde{r}_{ij}^s) = (\underline{Lim}(l_{ij}^s), \underline{Lim}(m_{ij}^s), \underline{Lim}(u_{ij}^s)) = \left(\frac{\sum_{k=1}^{N_s^L} x_i^l}{N_s^L}, \frac{\sum_{k=1}^{N_s^L} x_i^m}{N_s^L}, \frac{\sum_{k=1}^{N_s^L} x_i^u}{N_s^L} \right) \quad (6)$$

$$\overline{Lim}(\tilde{r}_{ij}^s) = (\overline{Lim}(l_{ij}^s), \overline{Lim}(m_{ij}^s), \overline{Lim}(u_{ij}^s)) = \left(\frac{\sum_{k=1}^{N_s^U} y_i^l}{N_s^U}, \frac{\sum_{k=1}^{N_s^U} y_i^m}{N_s^U}, \frac{\sum_{k=1}^{N_s^U} y_i^u}{N_s^U} \right) \quad (7)$$

جایی که x_i^l ، x_i^m و x_i^u به ترتیب عناصر تقریب پایین برای مرز پایین، مرز متوسط و مرز بالای عدد فازی مثلثی $\tilde{r}_{ij}^s$ هستند و y_i^l ، y_i^m و y_i^u به ترتیب عناصر تقریب بالا برای مرز پایین، مرز متوسط و مرز بالای عدد فازی مثلثی $\tilde{r}_{ij}^s$ هستند. همچنین، N_s^L و N_s^U به تعداد موارد موجود در تقریب پایین و تقریب بالای عدد فازی مثلثی $\tilde{r}_{ij}^s$ اشاره دارند.

هر $\tilde{r}_{ij}^s$ به فرم راف-فازی تبدیل می شود. فرم راف-فازی $RF(\tilde{r}_{ij}^s)$ به صورت زیر می تواند بیان شود:

$$RF(\tilde{r}_{ij}^s) = [\tilde{r}_{ij}^{sL}, \tilde{r}_{ij}^{sU}] = [(l_{ij}^{sL}, m_{ij}^{sL}, u_{ij}^{sL}), (l_{ij}^{sU}, m_{ij}^{sU}, u_{ij}^{sU})] \quad (8)$$

$$[\tilde{r}_{ij}^{sL}, \tilde{r}_{ij}^{sU}] = [\underline{Lim}(\tilde{r}_{ij}^s), \overline{Lim}(\tilde{r}_{ij}^s)] \quad (9)$$

$$(l_{ij}^{sL}, m_{ij}^{sL}, u_{ij}^{sL}) = (\underline{Lim}(l_{ij}^s), \underline{Lim}(m_{ij}^s), \underline{Lim}(u_{ij}^s)) \quad (10)$$

$$(l_{ij}^{sU}, m_{ij}^{sU}, u_{ij}^{sU}) = (\overline{Lim}(l_{ij}^s), \overline{Lim}(m_{ij}^s), \overline{Lim}(u_{ij}^s)) \quad (11)$$

جایی که $\tilde{r}_{ij}^{sL}$ و $\tilde{r}_{ij}^{sU}$ به ترتیب حد بالا و حد پایین عدد راف-فازی $RF(\tilde{r}_{ij}^s)$ هستند. l_{ij}^{sL} و l_{ij}^{sU} به ترتیب حد بالا و حد پایین عدد راف $RN(l_{ij}^s)$ هستند؛ m_{ij}^{sL} و m_{ij}^{sU} به ترتیب حد بالا و حد پایین عدد راف $RN(m_{ij}^s)$ هستند؛ u_{ij}^{sL} و u_{ij}^{sU} به ترتیب حد بالا و حد پایین عدد راف $RN(u_{ij}^s)$ هستند. سپس عدد راف-فازی متوسط $RF(\hat{r}_{ij})$ با تجمع اعداد راف-فازی

ادغام شده $RF(\tilde{r}_{ij}^s)$ با استفاده از اصول محاسبه راف به صورت زیر به دست می آید:

$$RF(\hat{r}_{ij}) = [\tilde{r}_{ij}^L, \tilde{r}_{ij}^U] \quad (12)$$

$$\tilde{r}_{ij}^L = (r_{ij}^{lL}, r_{ij}^{mL}, r_{ij}^{uL}) = \left(\frac{\sum_{s=1}^S l_{ij}^{sL}}{S}, \frac{\sum_{s=1}^S m_{ij}^{sL}}{S}, \frac{\sum_{s=1}^S u_{ij}^{sL}}{S} \right) \quad (13)$$

$$\tilde{r}_{ij}^U = (r_{ij}^{lU}, r_{ij}^{mU}, r_{ij}^{uU}) = \left(\frac{\sum_{s=1}^S l_{ij}^{sU}}{S}, \frac{\sum_{s=1}^S m_{ij}^{sU}}{S}, \frac{\sum_{s=1}^S u_{ij}^{sU}}{S} \right) \quad (14)$$

جایی که $\tilde{r}_{ij}^L$ و $\tilde{r}_{ij}^U$ به ترتیب حد بالا و حد پایین عدد بازه راف-فازی $RF(\hat{r}_{ij})$ هستند. l_{ij}^L و l_{ij}^U به ترتیب حد بالا و حد پایین بازه راف $RN(\hat{l}_{ij})$ هستند؛ m_{ij}^L و m_{ij}^U به ترتیب حد بالا و حد پایین عدد راف $RN(\hat{m}_{ij})$ هستند؛ u_{ij}^L و u_{ij}^U به ترتیب حد بالا و حد پایین بازه راف $RN(\hat{u}_{ij})$ هستند (Chen et al., 2020).

نظر به حساسی بودن اعداد مربوط به رابطه بین معیارها، از میانگین حسابی جهت جمع نظرات خبرگان در رابطه (۱۳) و (۱۴) استفاده شده است. بر طبق (Chen et al., 2019)، ماتریس رابطه مستقیم اولیه راف-فازی را می توان به صورت زیر نوشت:

$$RF(\hat{R}) = \begin{pmatrix} 0 & RF(\hat{r}_{12}) & \cdots & RF(\hat{r}_{1n}) \\ RF(\hat{r}_{21}) & 0 & \cdots & RF(\hat{r}_{2n}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ RF(\hat{r}_{n1}) & RF(\hat{r}_{n2}) & \cdots & 0 \end{pmatrix} \quad (15)$$

جایی که $\tilde{r}_{ij}^U = (r_{ij}^{lU}, r_{ij}^{mU}, r_{ij}^{uU})$ و $\tilde{r}_{ij}^L = (r_{ij}^{lL}, r_{ij}^{mL}, r_{ij}^{uL})$ ، $RF(\hat{r}_{ij}) = [\tilde{r}_{ij}^L, \tilde{r}_{ij}^U]$

مرحله ۵. به دست آوردن ماتریس رابطه-مستقیم نرمال شده راف-فازی

ماتریس رابطه-مستقیم نرمال شده راف-فازی $RF(\hat{H}) = [RF(\hat{h}_{ij})]_{n \times n}$ از طریق روابط (۱۸)-(۱۶) به ماتریس رابطه-مستقیم اولیه نرمالیزه شده راف-فازی تبدیل می شود، جایی که $RF(\hat{h}_{ij}) = [(h_{ij}^{ll}, h_{ij}^{ml}, h_{ij}^{ul}), (h_{ij}^{lu}, h_{ij}^{mu}, h_{ij}^{uu})]$ ابتدا بکمک رابطه (۱۷)، یک عدد راف محاسبه و سپس اعداد راف-فازی رابطه (۱۵) در رابطه (۱۶) بر این عدد تقسیم می شوند.

$$RF(\hat{h}_{ij}) = \frac{RF(\hat{r}_{ij})}{RN(r)} \quad (16)$$

$$RN(r) = \left[\max \sum_{j=1}^n r_{ij}^{ul}, \max \sum_{j=1}^n r_{ij}^{uu} \right], i, j \in \{1, 2, \dots, n\} \quad (17)$$

با در نظر گرفتن دو رابطه فوق $RF(\hat{h}_{ij})$ می تواند به صورت زیر به دست آید:

$$RF(\hat{h}_{ij}) = \left[\left(\frac{r_{ij}^{ll}}{\max \sum_{j=1}^n r_{ij}^{ul}}, \frac{r_{ij}^{ml}}{\max \sum_{j=1}^n r_{ij}^{ul}}, \frac{r_{ij}^{ul}}{\max \sum_{j=1}^n r_{ij}^{ul}} \right), \left(\frac{r_{ij}^{lu}}{\max \sum_{j=1}^n r_{ij}^{lu}}, \frac{r_{ij}^{mu}}{\max \sum_{j=1}^n r_{ij}^{lu}}, \frac{r_{ij}^{uu}}{\max \sum_{j=1}^n r_{ij}^{lu}} \right) \right] \quad (18)$$

مرحله ۶. به دست آوردن ماتریس رابطه کلی راف-فازی

در این گام شش ماتریس قطعی $H_{ml} = [h_{ij}^{ml}]$ ، $H_{lu} = [h_{ij}^{lu}]$ ، $H_{ll} = [h_{ij}^{ll}]$ ، $H_{uu} = [h_{ij}^{uu}]$ ، $H_{ul} = [h_{ij}^{ul}]$ ، $H_{mu} = [h_{ij}^{mu}]$ ، $H_{ml} = [h_{ij}^{ml}]$ استخراج می کنیم. ماتریس های $H_{lu} = [h_{ij}^{lu}]$ و $H_{ll} = [h_{ij}^{ll}]$ برای مثال به صورت زیر تعریف می شوند:

$$H_{ll} = \begin{pmatrix} h_{11}^{ll} & h_{12}^{ll} & \dots & h_{1n}^{ll} \\ h_{21}^{ll} & h_{22}^{ll} & \dots & h_{2n}^{ll} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{n1}^{ll} & h_{n2}^{ll} & \dots & h_{nn}^{ll} \end{pmatrix}, H_{lu} = \begin{pmatrix} h_{11}^{lu} & h_{12}^{lu} & \dots & h_{1n}^{lu} \\ h_{21}^{lu} & h_{22}^{lu} & \dots & h_{2n}^{lu} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{n1}^{lu} & h_{n2}^{lu} & \dots & h_{nn}^{lu} \end{pmatrix} \quad (19)$$

ماتریس رابطه کلی راف-فازی به صورت زیر محاسبه می شود:

$$RF(\hat{T}) = RF(\hat{H})(I - RF(\hat{H}))^{-1} \quad (20)$$

اجازه دهید $RF(\hat{T}) = [RF(\hat{t}_{ij})]_{n \times n}$ باشد، جایی که

$$RF(\hat{t}_{ij}) = [(l_{ij}^{ll}, m_{ij}^{ll}, u_{ij}^{ll}), (l_{ij}^{lu}, m_{ij}^{lu}, u_{ij}^{lu})]$$

$$T_{IL} = [t_{ij}^{LL}]_{n \times n} = H_{IL} (I - H_{IL})^{-1} \quad (21)$$

$$T_{IU} = [t_{ij}^{IU}]_{n \times n} = H_{IU} (I - H_{IU})^{-1} \quad (22)$$

به طور مشابه ماتریس $T_{mL} = [t_{ij}^{mL}]_{n \times n}$ ، $T_{mU} = [t_{ij}^{mU}]_{n \times n}$ ، $T_{uL} = [t_{ij}^{uL}]_{n \times n}$ و $T_{uU} = [t_{ij}^{uU}]_{n \times n}$ با استفاده از روابط (۲۲)–(۱۹) می توانند به دست آیند.

مرحله ۷. محاسبه جمع ردیف‌ها و ستون‌های ماتریس رابطه راف-فازی
بر طبق سانگ و کاو^۱ (۲۰۱۷)، در ماتریس رابطه کلی راف-فازی، جمع ردیف‌ها و ستون‌ها به صورت جداگانه به عنوان بردارهای راف-فازی $RF(P)$ و $RF(C)$ نشان داده می شوند:

$$RF(P) = [RF(P_i)]_{n \times 1} = [(P_i^{LL}, P_i^{mL}, P_i^{uL}), (P_i^{LU}, P_i^{mU}, P_i^{uU})]_{n \times 1} \quad (23)$$

$$= \left[\left(\sum_{j=1}^n t_{ij}^{LL}, \sum_{j=1}^n t_{ij}^{mL}, \sum_{j=1}^n t_{ij}^{uL} \right), \left(\sum_{j=1}^n t_{ij}^{LU}, \sum_{j=1}^n t_{ij}^{mU}, \sum_{j=1}^n t_{ij}^{uU} \right) \right]_{n \times 1}$$

$$RF(C) = [RF(C_i)]_{n \times 1} = [(C_i^{LL}, C_i^{mL}, C_i^{uL}), (C_i^{LU}, C_i^{mU}, C_i^{uU})]_{n \times 1} \quad (24)$$

$$= \left[\left(\sum_{i=1}^n t_{ij}^{LL}, \sum_{i=1}^n t_{ij}^{mL}, \sum_{i=1}^n t_{ij}^{uL} \right), \left(\sum_{i=1}^n t_{ij}^{LU}, \sum_{i=1}^n t_{ij}^{mU}, \sum_{i=1}^n t_{ij}^{uU} \right) \right]_{n \times 1}$$

مقدار $RF(P_i)$ نشان دهنده مجموع ردیف i ام ماتریس $RF(\hat{T})$ است و مجموع اثرات مستقیم و غیرمستقیم را نشان می دهد که معیار i روی سایر معیارها دارد. به طور مشابه، مقدار $RF(C_i)$ مجموع ستون i ام ماتریس $RF(\hat{T})$ است و کل اثرات مستقیم و غیرمستقیم را که معیار i ام از سایر معیارها دریافت می کند را نشان می دهد.

مرحله ۸. تشکیل نقشه رابطه-برتری راف-فازی

برای تعیین مقدار برتری، نوع رابطه، وزن نسبی و درجه عدم قطعیت معیارهای پایداری، نقشه برتری-رابطه راف-فازی بر اساس یک روش پیشنهادی مبتنی بر گراف که توسط چن و همکاران (۲۰۱۹) معرفی شده است، ساخته می شود. بردار راف-فازی $RF(X_i)$ که

انتخاب تأمین کننده پایدار گوشت به کمک روش دیمتل-تاپسیس در شرایط عدم قطعیت...؛ فرخ | ۲۶۵

«برتری راف-فازی^۱» نامیده می شود با افزودن $RF(P_i)$ به $RF(C_i)$ به دست می آید. به طور مشابه، بردار $RF(Y_i)$ که بردار «رابطه راف-فازی^۲» نامیده می شود با تفریق $RF(P_i)$ به $RF(C_i)$ ساخته می شود. سپس $RF(X_i)$ را می توان به صورت زیر نوشت:

$$RF(X_i) = \left[(X_i^{lL}, X_i^{mL}, X_i^{uL}), (X_i^{lU}, X_i^{mU}, X_i^{uU}) \right]_{n \times 1} = \left[(P_i^{lL} + C_i^{lL}, P_i^{mL} + C_i^{mL}, P_i^{uL} + C_i^{uL}), (P_i^{lU} + C_i^{lU}, P_i^{mU} + C_i^{mU}, P_i^{uU} + C_i^{uU}) \right]_{n \times 1} \quad (25)$$

$$RF(Y_i) = \left[(Y_i^{lL}, Y_i^{mL}, Y_i^{uL}), (Y_i^{lU}, Y_i^{mU}, Y_i^{uU}) \right]_{n \times 1} = \left[(P_i^{lL} - C_i^{lL}, P_i^{mL} - C_i^{mL}, P_i^{uL} - C_i^{uL}), (P_i^{lU} - C_i^{lU}, P_i^{mU} - C_i^{mU}, P_i^{uU} - C_i^{uU}) \right]_{n \times 1} \quad (26)$$

یک مجموعه نقاط $P_i = \{p_i^k = (x_i^k, y_i^k) | k = 1, 2, \dots, 6\}$ برای i امین معیار تعریف کنید، جایی که:

$$\begin{cases} x_i^k \in \{X_i^{lL}, X_i^{mL}, X_i^{uL}, X_i^{lU}, X_i^{mU}, X_i^{uU}\} \\ y_i^k \in \{Y_i^{lL}, Y_i^{mL}, Y_i^{uL}, Y_i^{lU}, Y_i^{mU}, Y_i^{uU}\} \end{cases} \quad (27)$$

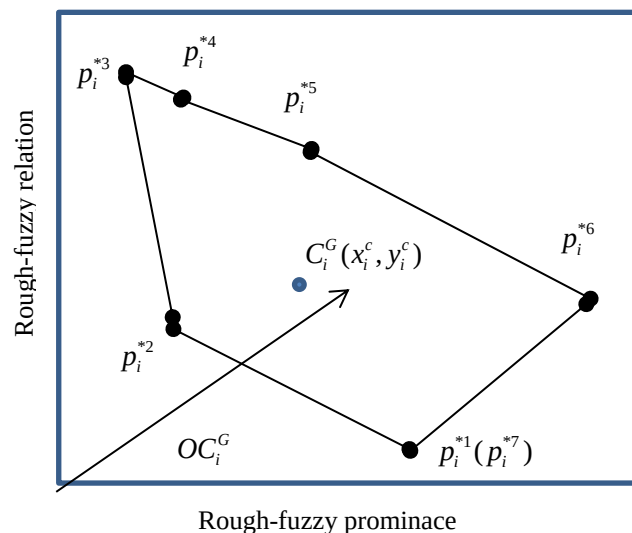
برای تشکیل نقشه رابطه- برتری راف- فازی برای i امین معیار، مجموعه نقاط P_i برای ایجاد پلگان محدب بسته G_i استفاده می شود. ابتدا، لازم است مجموعه نقاط P_i را به یک مجموعه نقاط جدید $P_i^{*k} = \{p_i^{*k} = (x_i^{*k}, y_i^{*k}) | k = 1, 2, \dots, 6\}$ تبدیل کنیم که در آن همه نقاط $p_i^k = (x_i^k, y_i^k)$ در جهت عقربه های ساعت مرتب می شوند. رویه تبدیل P_i به P_i^{*k} در مدل زیر ارائه می شود:

$\bar{p}_i = (\bar{x}_i, \bar{y}_i)$ را به عنوان نقطه مرکزی مجموعه نقاط P_i تعریف کنید، جایی که $\bar{y}_i = \sum_{1 \leq k \leq 6} y_i / 6$ و $\bar{x}_i = \sum_{1 \leq k \leq 6} x_i / 6$. مختصات نسبی $(\Delta x_i^k, \Delta y_i^k)$ هر نقطه p_i^k به نقطه مرکز $\bar{p}_i$ به صورت محاسبه می شود: $\Delta x_i^k = x_i^k - \bar{x}_i$ و $\Delta y_i^k = y_i^k - \bar{y}_i$. سپس مختصات نسبی را به مختصات قطبی $(\Delta \rho_i^k, \Delta \theta_i^k)$ تبدیل کنید، جایی که $\Delta \theta_i^k = \arctan(\Delta y_i^k / \Delta x_i^k)$ ؛ بنابراین، با رتبه بندی $\Delta \theta_i^k$ در جهت نزولی، مجموعه نقاط P_i به P_i^{*k} تبدیل می شود.

1 Rough-fuzzy prominence

2 Rough-fuzzy relation

شکل ۲. پلیگان رابطه-برتری راف-فازی



با نگاشت مجموعه نقاط مرتب شده جدید P_i^{*k} برای هر معیار، یک چندضلعی (پلیگان) محدب بسته G_i در صفحه دوبعدی همان طور که در شکل ۲ نشان داده شده است، ساخته می شود. برای معیار i ام، پلیگان G_i منطقه راف-فازی برتری و روابط معیار i ام را نشان می دهد که به وسیله مساحت A_i^G مشخص می شود. منطقه A_i^G عدم اطمینان تصمیم گیری در خصوص معیار i ام را نشان می دهد که منعکس کننده تنوع ترجیحات (عدم قطعیت خارجی) و ابهام زبانی (عدم قطعیت داخلی) است و به صورت زیر محاسبه می شود (Steger, 1996):

$$A_i^G = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^6 (x_i^{*k} \times y_i^{*k+1} - x_i^{*k+1} \times y_i^{*k}) \quad (28)$$

که در این رابطه $x_i^{*7} = x_i^{*1}$ و $y_i^{*7} = y_i^{*1}$ می باشد. درواقع نقطه پایان، نقطه شروع نیز است (Chen et al., 2019).

مرحله ۹. تشکیل دیاگرام تأثیر- علی قطعی

همان طور که در شکل ۲ مشاهده می شود، نقطه $C_i^G(x_i^c, y_i^c)$ درواقع مرکز ثقل پلیگان بسته

انتخاب تأمین کننده پایدار گوشت به کمک روش دیمتل-تاپسیس در شرایط عدم قطعیت...؛ فرخ | ۲۶۷

است. بعد افقی x_i^c و بعد قائم y_i^c مربوط به مرکز C_i^G بوده که به ترتیب نشان دهنده «برتری» و «نوع رابطه» قطعی معیار i ام است و می تواند به صورت زیر محاسبه شود.

$$x_i^c = \frac{1}{6A_i^G} \sum_{k=1}^6 ((x_i^{*k} + y_i^{*k+1}) \times (x_i^{*k} y_i^{*k+1} - x_i^{*k+1} y_i^{*k})) \quad (29)$$

$$y_i^c = \frac{1}{6A_i^G} \sum_{k=1}^6 ((y_i^{*k} + x_i^{*k+1}) \times (x_i^{*k} y_i^{*k+1} - x_i^{*k+1} y_i^{*k})) \quad (30)$$

به گفته سانگ و کاو (۲۰۱۷)، بردار y_i^c معیارها را به دو گروه علی و معلولی تقسیم می کند. وقتی معیاری به گروه علی تعلق دارد که مقدار y_i^c آن مثبت باشد. برعکس، اگر مقدار y_i^c منفی باشد، این معیار در گروه معلولی قرار می گیرد که به معیارهای دیگر وابسته است. نمودار علی و معلولی قطعی را می توان با نگاشت مجموعه داده (x_i^c, y_i^c) به دست آورد که اطلاعات قابل مشاهده در مورد تعامل بین معیارهای مختلف را ارائه می دهد.

مرحله ۱۰. تعیین وزن معیارهای پایداری

اهمیت معیار i با طول d_i^{oc} بردار OC_i^G که از مبدأ به مرکز مرکزی C_i^G هدایت می شود نشان داده می شود که به صورت زیر محاسبه می شود:

$$d_i^{oc} = \sqrt{(x_i^c)^2 + (y_i^c)^2} \quad (31)$$

سپس وزن های نرمال شده معیار i ام می تواند با نرمال کردن طول بردار d_i^{oc} که نشان دهنده برتری این معیار در بین معیارهای دیگر است، به صورت زیر محاسبه می شود:

$$w_i = \frac{d_i^{oc}}{\sum_{1 \leq i \leq n} d_i^{oc}} \quad (32)$$

روش تاپسیس راف-فازی

در این بخش، روش تاپسیس راف-فازی که توسط لای^۱ و همکاران (۱۹۹۴) برای ارزیابی تأمین کنندگان ارائه شده است، مورد استفاده قرار می گیرد. ارزیابی زبانی خبرگان در مورد

تأمین کنندگان با توجه به هر معیار به عدد بازه راف-فازی تبدیل می‌شود. مراحل محاسباتی در ادامه نشان داده شده است:

مرحله ۱. ایجاد ماتریس‌های تصمیم اولیه زبانی

با فرض اینکه p تأمین کننده وجود دارند که توسط S تصمیم گیرنده با توجه به n معیار ارزیابی می‌شوند، ماتریس ارزیابی اولیه زبانی V^s که توسط S امین تصمیم گیرنده ساخته شده است به صورت زیر ایجاد می‌شود:

$$V^s = \begin{pmatrix} v_{11}^s & v_{12}^s & \cdots & v_{1n}^s \\ v_{21}^s & v_{22}^s & \cdots & v_{2n}^s \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{p1}^s & v_{p2}^s & \cdots & v_{pn}^s \end{pmatrix} \quad (33)$$

v_{ij}^s نشان دهنده متغیر زبانی s امین تصمیم گیرنده در مورد عملکرد تأمین کننده i ام تحت معیار j ام است ($i=1,2,\dots,p$).

مرحله ۲. تشکیل ماتریس تصمیم فازی ادغام شده

بر اساس مقیاس فازی جدول ۳، عناصر v_{ij} ماتریس زبانی V^s به $\tilde{v}_{ij}^s = (l_{ij}^{vs}, m_{ij}^{vs}, u_{ij}^{vs})$ تبدیل می‌شوند. سپس ماتریس تصمیم فازی به صورت زیر تشکیل می‌شود:

$$\tilde{V}^s = \begin{pmatrix} \tilde{v}_{11}^s & \tilde{v}_{12}^s & \cdots & \tilde{v}_{1n}^s \\ \tilde{v}_{21}^s & \tilde{v}_{22}^s & \cdots & \tilde{v}_{2n}^s \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{v}_{p1}^s & \tilde{v}_{p2}^s & \cdots & \tilde{v}_{pn}^s \end{pmatrix} \quad (34)$$

جدول ۳. مقیاس اعداد فازی مثلثی برای متغیرهای زبانی (Dalalah et al., 2011)

شماره	اصطلاحات زبانی	مقیاس فازی
1	بسیار خوب (VG)	(0/75, 1, 1)
2	خوب (G)	(0/5, 0/75, 1)
3	منصفانه (F)	(0/25, 0/5, 0/75)
4	ضعیف (P)	(0, 0/25, 0/5)
5	بسیار ضعیف (VP)	(0, 0, 0/25)

انتخاب تأمین‌کننده پایدار گوشت به کمک روش دیمتل-تاپسیس در شرایط عدم قطعیت...؛ فرخ | ۲۶۹

ماتریس فازای ادغام‌شده $\hat{V}$ برای نشان دادن بهتر ماتریس‌های فازای متعدد ساخته‌شده توسط S تصمیم‌گیرنده معرفی شده است. هر عنصر از این ماتریس فازای ادغام‌شده با ترکیب عناصر منفرد مربوطه از S ماتریس فازای به دست می‌آید که به صورت زیر نشان داده شده است:

$$\hat{V} = \begin{pmatrix} \hat{v}_{11} & \hat{v}_{12} & \cdots & \hat{v}_{1n} \\ \hat{v}_{21} & \hat{v}_{22} & \cdots & \hat{v}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{v}_{p1} & \hat{v}_{p2} & \cdots & \hat{v}_{pn} \end{pmatrix} \quad (35)$$

جایی که $\hat{m}_{ij}^v = \{m_{ij}^{v1}, \dots, m_{ij}^{vs}, \dots, m_{ij}^{vs}\}$ ، $\hat{l}_{ij}^v = \{l_{ij}^{v1}, \dots, l_{ij}^{vs}, \dots, l_{ij}^{rs}\}$ ، $\hat{v}_{ij} = (\hat{l}_{ij}^v, \hat{m}_{ij}^v, \hat{u}_{ij}^v)$ ، $\hat{u}_{ij}^v = \{u_{ij}^{v1}, \dots, u_{ij}^{vs}, \dots, u_{ij}^{vs}\}$ و اعداد فازای مثلثی ادغام‌شده همچنین به صورت $\hat{v}_{ij} = (\tilde{v}_{ij}^1, \dots, \tilde{v}_{ij}^s, \dots, \tilde{v}_{ij}^s)$ بیان می‌شود.

مرحله ۳. تشکیل ماتریس تصمیم راف-فازی

مشابه روابط (۱۴)–(۴)، ماتریس تصمیم فازای ادغام‌شده می‌تواند تبدیل به ماتریس تصمیم راف-فازی شود:

$$RF(\hat{V}) = \begin{pmatrix} RF(\hat{v}_{11}) & RF(\hat{v}_{12}) & \cdots & RF(\hat{v}_{1n}) \\ RF(\hat{v}_{21}) & RF(\hat{v}_{22}) & \cdots & RF(\hat{v}_{2n}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ RF(\hat{v}_{p1}) & RF(\hat{v}_{p2}) & \cdots & RF(\hat{v}_{pn}) \end{pmatrix} \quad (36)$$

جایی که $\tilde{v}_{ij}^U = (v_{ij}^{LU}, v_{ij}^{mU}, v_{ij}^{uU})$ و $\tilde{v}_{ij}^L = (v_{ij}^{LL}, v_{ij}^{mL}, v_{ij}^{uL})$ ، $RF(\hat{v}_{ij}) = [\tilde{v}_{ij}^L, \tilde{v}_{ij}^U]$

مرحله ۴. تشکیل ماتریس تصمیم راف-فازی موزون

سپس، مقادیر ماتریس راف-فازی موزون $RF(\hat{V}^*)$ به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$RF(\hat{V}^*) = w_j \times RF(\hat{v}_{ij}) = [(w_j v_{ij}^{LL}, w_j v_{ij}^{mL}, w_j v_{ij}^{uL}), (w_j v_{ij}^{LU}, w_j v_{ij}^{mU}, w_j v_{ij}^{uU})] \\ = [(v_{ij}^{*LL}, v_{ij}^{*mL}, v_{ij}^{*uL}), (v_{ij}^{*LU}, v_{ij}^{*mU}, v_{ij}^{*uU})] \quad (37)$$

که w_j وزن هر کدام از معیارها است که در رابطه (۳۲) محاسبه شد.

مرحله ۵. تعیین ایده آل مثبت و منفی راف-فازی

راه حل های ایده آل مثبت و منفی راف-فازی با استفاده از روابط زیر از ماتریس تصمیم گیری راف-فازی مشخص می شوند:

$$RF^+(\hat{v}_j^*) = \max_i RF(\hat{v}_{ij}^*) \quad \text{where} \quad \hat{v}_j^{*+uU} = \max_i \hat{v}_{ij}^{*+uU} \quad (38)$$

$$RF^-(\hat{v}_j^*) = \min_i RF(\hat{v}_{ij}^*) \quad \text{where} \quad \hat{v}_j^{*-lL} = \min_i \hat{v}_{ij}^{*-lL} \quad (39)$$

که در آن $RF^+(\hat{v}_j^*)$ و $RF^-(\hat{v}_j^*)$ به طور جداگانه ایده آل مثبت و منفی راف-فازی را نشان می دهد.

مرحله ۶. تعیین فاصله بین هر گزینه و ایده آل های مثبت و منفی

فاصله بین هر تأمین کننده و ایده آل های مثبت و منفی طبق فرمول های زیر محاسبه می گردد:

$$d_i^+ = \sqrt{\frac{1}{6} \sum_{j=1}^n \left[(v_{ij}^{*lL} - v_j^{*+lL})^2 + (v_{ij}^{*mL} - v_j^{*+mL})^2 + (v_{ij}^{*uL} - v_j^{*+uL})^2 + (v_{ij}^{*lU} - v_j^{*+lU})^2 + (v_{ij}^{*mU} - v_j^{*+mU})^2 + (v_{ij}^{*uU} - v_j^{*+uU})^2 \right]} \quad (40)$$

$$d_i^- = \sqrt{\frac{1}{6} \sum_{j=1}^n \left[(v_{ij}^{*lL} - v_j^{*-lL})^2 + (v_{ij}^{*mL} - v_j^{*-mL})^2 + (v_{ij}^{*uL} - v_j^{*-uL})^2 + (v_{ij}^{*lU} - v_j^{*-lU})^2 + (v_{ij}^{*mU} - v_j^{*-mU})^2 + (v_{ij}^{*uU} - v_j^{*-uU})^2 \right]} \quad (41)$$

مرحله ۷. تعیین ضریب نزدیکی تأمین کنندگان

ضریب نزدیکی^۱ تأمین کنندگان جهت رتبه بندی آنها به صورت زیر محاسبه می شود:

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad (42)$$

یافته ها

در این بخش برای نشان دادن کارایی و عملکرد مدل ارائه شده، این روش در شرکت کالا و خدمات شهروند بکار گرفته می شود. این شرکت یکی از نهادهای معروف و معتبر در

1 Closeness Coefficient (CC)

ایران است که در زمینه ارائه خدمات و فروش کالاهای مختلف فعالیت می‌کند. شرکت شهروند دارای فروشگاه‌های زنجیره‌ای در سراسر کشور است که در آن‌ها محصولات خوراکی، بهداشتی، آرایشی، الکترونیکی و دیگر کالاها به فروش می‌رسد. شهروند با تأمین کالاهای موردنیاز از تولیدکنندگان و توزیع آن‌ها به فروشگاه‌های خود، نقش مهمی در زنجیره تأمین ایفا می‌کند. یکی از محصولات موردنیاز در این شرکت گوشت و دام زنده است که فرآیند تأمین آن از پیچیدگی و چالش‌های مختلفی مواجهه است. تأمین گوشت و دام برای شرکت شهروند با چالش‌های متعددی همراه است که می‌تواند بر عملکرد و کیفیت خدمات این شرکت تأثیرگذار باشد. نوسانات شدید بازار و تغییرات قیمت، مشکلات بهداشتی و نیاز به نظارت دقیق بر کیفیت محصولات، محدودیت‌های وارداتی و صادراتی ناشی از سیاست‌های دولتی، چالش‌های لجستیکی در زنجیره تأمین، تأثیرات منفی تغییرات اقلیمی بر دامداری و تعهدات اجتماعی و اخلاقی نسبت به دامداران محلی همگی از جمله مشکلاتی هستند که شرکت باید در مدیریت تأمین گوشت و دام به آن‌ها توجه کند. از سوی دیگر، با توجه به فشار روزافزون مشتریان و دولت برای عرضه گوشت و دام سالم که فرایند تأمین و تولید آن توسط تأمین‌کنندگانی که استانداردهای محیط‌زیست و منافع اجتماعی را رعایت می‌کنند، این شرکت در تلاش برای بهبود عملکرد پایدار خود برای دستیابی به موقعیت بهتر در بین رقبا است. در این راستا، مالکان و مدیران ارشد این شرکت انتخاب صحیح تأمین‌کننده برای تأمین گوشت و دام زنده را به‌عنوان یک استراتژی توسعه پایدار ضروری دانسته‌اند. در نتیجه، چارچوب پیشنهادی برای کمک به این شرکت برای ارزیابی تأمین‌کنندگان بر اساس معیارهای ارزیابی پایدار اجرا می‌شود. بدین منظور، پس از تعامل با واحدهای بازرگانی و کنترل کیفیت شرکت، تعداد ۵ شرکت عرضه‌کننده گوشت و دام به‌عنوان کاندید انتخاب شدند. این تأمین‌کنندگان شامل یک شرکت واردکننده گوشت از کشور برزیل که با فروشگاه‌های زنجیره‌ای در تأمین گوشت منجمد همکاری می‌کند، شرکت پشتیبانی امور دام کشور که امکان تهیه گوشت با قیمت‌های مصوب برای مصرف‌کنندگان از بازار داخل و خارج را فراهم می‌سازد، یک

شرکت بسته‌بندی مستقر در تهران که به تأمین گوشت تازه و منجمد برای فروشگاه‌های بزرگی مانند شهروند و رفاه مشغول است، یک شرکت فرآورده‌های گوشتی مستقر در آمل که با فروشگاه‌های زنجیره‌ای برای عرضه گوشت همکاری می‌کند و یک شرکت دیگر که در حوزه دامداری و صنایع روستایی قادر به تأمین گوشت تازه از دام‌های داخل کشور است. هر یک از این تأمین‌کنندگان دارای نقاط قوت و ضعف‌های از نظر معیارهای پایداری هستند و شرکت شهروند پس از بررسی آن‌ها بکمک چارچوب پیشنهادی قصد دارد جهت تأمین گوشت موردنیاز خود آن‌ها را اولویت‌بندی کند.

در این مطالعه، یک پنل از خبرگان متشکل از پنج متخصص از درون و بیرون شرکت شهروند تشکیل شد که برای تأیید و ارزیابی معیارهای پایداری و تعیین امتیاز تأمین‌کنندگان موردبررسی بکار گرفته شدند. مشارکت‌کنندگان در این پنل شامل یک دامپزشک و متخصص علوم دامی از سازمان دامپزشکی، یک کارشناس محیط‌زیست آشنا با زنجیره تأمین گوشت، یک کارشناس از وزارت جهاد کشاورزی آشنا با فرایند تأیید صلاحیت تأمین‌کنندگان و صدور مجوزهای قانونی و نهایتاً مدیر بازرگانی و مدیر کنترل کیفیت و ایمنی مواد غذایی شهروند هستند که هر یک بیش از ده سال سابقه کاری در حوزه تخصصی خود دارند. تمامی اعضای پنل دارای تخصص فنی یا مدیریتی لازم در حوزه تولید و تأمین گوشت از بازار داخل یا خارج کشور بوده و از دانش کافی در ارزیابی تأمین‌کنندگان و معیارهای پایداری بهره‌مند هستند. این خبرگان به‌صورت مستقل نظرات خود را در خصوص تأثیر معیارها روی هم و ارزیابی تأمین‌کنندگان ارائه کردند تا مبنای دقیق و قابل‌اعتمادی برای تحلیل‌های موردنیاز مدیران شهروند باشد.

برای درک و تأیید معیارهای شناسایی‌شده، از روش دلفی استفاده شد. برای این منظور، جلسات دلفی در سه دور تکرار شد تا همگرایی در نظرات خبرگان حاصل شود. کارشناسان پنل، ۱۴ شاخص ارزیابی پایداری تأمین‌کنندگان ($EC_1, EC_2, \dots, EN_4$) جدول ۱ را مرتبط تشخیص دادند؛ بنابراین تصمیم گرفته شد این معیارها به‌عنوان معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان استفاده شوند.

انتخاب تأمین کننده پایدار گوشت به کمک روش دیمتل-تاپسیس در شرایط عدم قطعیت...؛ فرخ | ۲۷۳

برای جمع آوری داده‌ها، هر یک از این خبرگان ترجیحات خود را با متغیرهای زبانی، با توجه به دانش حوزه خود در خصوص معیارهای ارزیابی تأمین کننده پایدار و عملکرد گذشته تأمین کنندگان بیان می کنند. ابتدا برای اندازه گیری روابط بین ۱۴ معیار پایدار، هر یک از اعضای پنل دعوت می شوند تا بر اساس مقیاس جدول ۲ با بیان قضاوت های زبانی در خصوص روابط بین معیارهای ارزیابی تأمین کنندگان، مجموعه ای از ماتریس های رابطه-مستقیم اولیه را به عنوان پرسشنامه اول پر کنند. در نتیجه، ماتریس های رابطه-مستقیم اولیه زبانی تهیه می شود. نهایتاً، ماتریس های اولیه ارزیابی زبانی بر اساس مقیاس جدول ۳ برای ۵ تأمین کننده نامزد با توجه به هر شاخص از نظر ۵ خبره تهیه می شود. در ادامه، روش های دیمتل-تاپسیس راف-فازی برای ارزیابی و اولویت بندی تأمین کنندگان اجرا می شود.

با توجه به محدودیت طول این مقاله، این بخش عمدتاً برخی از نتایج محاسباتی کلیدی روش دیمتل-تاپسیس راف-فازی را ارائه می کند. فرآیند تعیین وزن معیارها با استفاده از روش دیمتل راف-فازی در ادامه نشان داده شده است. هر یک از اعضای گروه تصمیم گیری، به ترتیب بر اساس مقیاس جدول ۲ قضاوت های زبانی را برای ارتباط معیارهای ارزیابی تأمین کننده پایدار ارائه می کنند و در نتیجه، ماتریس های رابطه-مستقیم اولیه زبانی آن ها فراهم می شود. سپس ارزیابی های زبانی تصمیم گیرندگان با استفاده از جدول ۲ به نمرات فازی تبدیل می شوند. گام بعدی، تشکیل ماتریس های رابطه-مستقیم اولیه راف-فازی برای معیارها است. این ماتریس ها بکمک روابط (۱۴)-(۴) با توجه به ماتریس های رابطه-مستقیم فازی ادغام شده به دست می آیند. عملیات تفصیلی برای تبدیل ماتریس مقایسات زوجی فازی ادغام شده به ماتریس مقایسات زوجی راف-فازی ادغام شده با ذکر مثال مربوط به عدد فازی تأثیر معیار SC_1 در معیار EC_2 تشریح می شود. نظر خبره ۱ تا ۵ در بررسی تأثیر معیار SC_1 در معیار EC_2 به ترتیب $(\frac{3}{5}, \frac{3}{5}, \frac{2}{5}, \frac{1}{5})$ ، $(\frac{2}{5}, \frac{2}{5}, \frac{1}{5}, \frac{0}{5})$ ، $(\frac{3}{5}, \frac{3}{5}, \frac{2}{5}, \frac{1}{5})$ و $(\frac{4}{5}, \frac{4}{5}, \frac{3}{5}, \frac{2}{5})$ است. در این صورت، $\hat{m}_{12} = \{3, 1, 3, 2, 4\}$ که در ماتریس مقایسات زوجی فازی ادغام شده نشان داده شده است را در نظر بگیرید. عدد

راف-فازی برای هر عنصر را می‌توان با استفاده از رابطه (۱۱)-(۴) به دست آورد:

$$\begin{aligned} \underline{Lim}(1) &= 1 & \overline{Lim}(1) &= (1+2+3+3+4)/5 = 2.6 \\ \underline{Lim}(2) &= (1+2)/2 = 1.5 & \overline{Lim}(2) &= (2+3+3+4)/4 = 3 \\ \underline{Lim}(3) &= (1+2+3+3)/4 = 2.25 & \overline{Lim}(3) &= (3+3+4)/3 = 3.33 \\ \underline{Lim}(4) &= (1+2+3+3+4)/5 = 2.6 & \overline{Lim}(4) &= 4 \\ RN(m_{12}^1) &= RN(m_{12}^3) = [\underline{Lim}(3), \overline{Lim}(3)] = [2.25, 3.33] \\ RN(m_{12}^2) &= [\underline{Lim}(1), \overline{Lim}(1)] = [1, 2.6] \\ RN(m_{12}^4) &= [\underline{Lim}(2), \overline{Lim}(2)] = [1.5, 3] \\ RN(m_{12}^5) &= [\underline{Lim}(4), \overline{Lim}(4)] = [2.6, 4] \end{aligned}$$

سپس با تجميع اين اعداد تقریبی طبق روابط (۱۴)-(۱۲)، میانگین تقریبی عدد راف به صورت $RN(\hat{m}_{12}) = [1.92, 3.25]$ خواهد بود. با اتخاذ رویه‌های محاسباتی مشابه، فرم عددی راف برای $\hat{u}_{12}$ و $\hat{l}_{12}$ به صورت $RN(\hat{l}_{12}) = [1.52, 2.75]$ و $RN(\hat{u}_{12}) = [2.3, 3.54]$ به دست می‌آید. در نهایت، قضاوت‌های فازی ادغام‌شده به عدد راف-فازی $RN(\hat{r}_{12}) = [(1.52, 1.92, 2.3), (2.75, 3.25, 3.54)]$ تبدیل می‌شوند. به همین ترتیب، سایر اعداد فازی مثلثی ادغام‌شده در ماتریس رابطه-مستقیم اولیه ادغام‌شده می‌توانند با به همین صورت به عدد راف-فازی تبدیل و ماتریس رابطه-مستقیم اولیه راف-فازی تشکیل شود. در مرحله بعد، این ماتریس که تأثیر معیارهای ارزیابی را روی هم نشان می‌داد، طبق روابط (۱۸)-(۱۶) به ماتریس رابطه راف-فازی نرمال تبدیل و سپس، ماتریس رابطه کلی راف-فازی طبق روابط (۲۲)-(۱۹) به دست می‌آید. در ادامه، جمع سطر و ستون‌های این ماتریس طبق روابط (۲۳) و (۲۴) محاسبه می‌شوند.

مختصات رأس و مساحت چندضلعی مربوط به هر یک از معیارهای ارزیابی تأمین‌کننده پایدار بر اساس روابط (۳۰)-(۲۵) محاسبه و در جدول ۴ آورده شده است. سپس با نگاشت این مختصات همانند شکل ۲ در یک صفحه دوبعدی، چندضلعی بسته (پلیگان) مربوط به هر یک از این معیارها (نقشه رابطه-برتری راف-فازی) ساخته می‌شود. این نمودار نشان می‌دهد که هر چند ضلعی مرتبط با هر یک از معیارها، دارای ابعاد

انتخاب تأمین‌کننده پایدار گوشت به کمک روش دیمتل-تاپسیس در شرایط عدم قطعیت...؛ فرخ | ۲۷۵

مشخصی از نظر اندازه و موقعیت مکانی بر روی نمودار است. مساحت هر چندضلعی نشان‌دهنده اندازه راف-فازی مرتبط با هر یک از معیارها است. در واقع، بزرگ بودن ناحیه چندضلعی به معنای افزایش عدم قطعیت از نظر ابهام زبانی (عدم قطعیت داخلی) و تنوع ترجیحات گروهی (عدم قطعیت خارجی) است؛ به عبارت دیگر، اندازه و موقعیت مکانی هر چند ضلعی بسته (پلیگان) که با اتصال این نقاط برای هر معیار به دست می‌آید، علاوه بر این که میزان عدم قطعیت داخلی و خارجی هر معیار را نشان دهد، امکان محاسبه مقدار تأثیر هر معیار بر روی معیارهای دیگر و همچنین درجه علی بودن هر معیار را مشخص می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که معیار EN_4 دارای بزرگ‌ترین منطقه راف-فازی تصمیم (مساحت چندضلعی) با مقدار $0/847$ است. این بیان می‌کند که ارزیابی‌های خبرگان در مورد رابطه متقابل بین EN_4 و سایر معیارها دارای بزرگ‌ترین مقادیر عدم قطعیت هستند. فرض بر این است که ابهام زبانی (عدم قطعیت داخلی) ناشی از قضاوت فردی به وسیله عدم قطعیت خارجی ناشی از خبره‌های گروهی تقویت شده است. علاوه بر این، EC_5 دارای کوچک‌ترین اندازه عدم قطعیت داخلی و خارجی است که به این معنی است که پنج خبره تناقض کمتری در قضاوت‌های این معیار دارند. این اندازه‌گیری می‌تواند مرجع قابل توجهی برای درک اینکه کدام معیار به بررسی‌های بیشتر نیاز دارد ارائه دهد.

جدول ۴. ماتریس نقاط گوشه‌ای چندضلعی راف-فازی

دسته	p_1^*	p_2^*	p_3^*	p_4^*	p_5^*	p_6^*	p_7^*	A_i^G
EC_1	(3/432, -1/638)	(3/849, -1/269)	(2/249, -1/009)	(1/629, -0/759)	(1/309, -0/869)	(1/839, -0/959)	(3/432, -1/638)	0/441
EC_2	(3/165, -1/145)	(3/430, -1/021)	(1/430, -0/521)	(1/530, -0/451)	(1/830, -0/521)	(2/230, -0/781)	(3/165, -1/145)	0/170
EC_3	(3/108, -1/118)	(3/416, -1/010)	(2/316, -0/610)	(1/426, -0/410)	(1/116, -0/037)	(1/816, -0/712)	(3/108, -1/118)	0/413
EC_4	(3/065, -1/735)	(3/460, -1/231)	(2/230, -0/961)	(1/560, -0/742)	(1/130, -0/581)	(1/830, -0/991)	(3/065, -1/735)	0/548
EC_5	(1/758, 0/657)	(1/226, 0/470)	(1/316, 0/310)	(2/326, 0/560)	(3/845, 0/9370)	(3/316, 1/012)	(1/758, 0/657)	0/438
...	...	...	...	...	...	...	...	...
EN_4	(1/114, -0/258)	(2/016, -0/450)	(1/346, -0/210)	(0/486, -0/110)	(0/516, -0/130)	(0/816, -0/212)	(1/114, -0/258)	0/117

جدول شماره ۵ پارامترهای خاص چندضلعی رابطه راف-فازی را برای هر معیار نشان می‌دهد. پارامترهای x_i^c و y_i^c به‌طور جداگانه نمایانگر بعد افقی و بعد عمودی مرکز C_i^G هر چندضلعی معیار هستند. d_i^{oc} نشان‌دهنده طول بردار OC_i^G است که از مبدأ به مرکز C_i^G هدایت می‌شود. این پارامتر برای اندازه‌گیری قدرت اهمیت معیار i ام استفاده می‌شود. رتبه‌بندی اوزان معیارهای ارزیابی تأمین‌کننده پایدار به شرح زیر ارائه شده است:

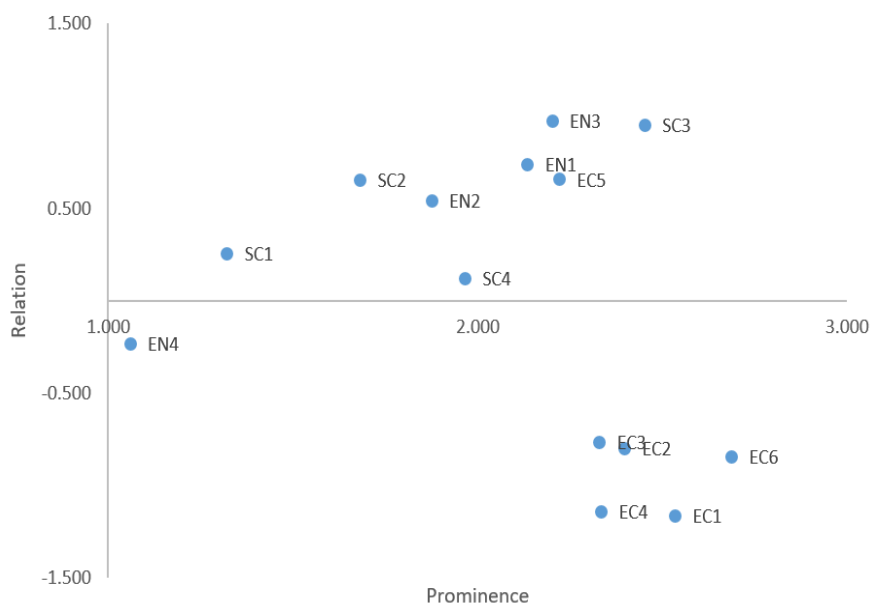
معیار EC_6 (هزینه)، EC_1 (سلامت دام و تازگی گوشت)، SC_3 (تأثیر روی جامعه محلی)، EC_4 (قابلیت اطمینان تحویل) و EC_2 (توانایی فناوری) به ترتیب به‌عنوان پنج معیار برتر تعیین می‌شوند. بعلاوه، همان‌طور که در جدول ۵ و شکل ۳ نشان داده شده است، EC_1 ، EC_2 ، EC_3 ، EC_4 ، EC_6 ، SC_1 و EN_4 به گروه معلول تعلق دارند، زیرا مقادیر مختصات y_i^c آن‌ها منفی است و به‌صورت عدد پررنگ در جدول ۵ نشان داده شده است. بقیه معیارها به‌عنوان معیارهای علی و ساطع‌کننده اثر شناسایی می‌شوند.

جدول ۵. ماتریس وزن و رتبه معیارها

شاخص	x_i^c	y_i^c	d_i^{oc}	w_i	رتبه
EC_1	2.534	-1.163	2.788	0.090	2
EC_2	2.397	-0.798	2.526	0.082	5
EC_3	2.329	-0.764	2.452	0.079	6
EC_4	2.334	-1.139	2.598	0.084	4
EC_5	2.221	0.658	2.316	0.075	8
EC_6	2.687	-0.842	2.816	0.091	1
SC_1	1.321	0.254	1.345	0.043	13
SC_2	1.681	0.654	1.804	0.058	12
SC_3	2.452	0.954	2.631	0.085	3
SC_4	1.965	0.123	1.969	0.064	10
EN_1	2.135	0.741	2.260	0.073	9
EN_2	1.875	0.542	1.952	0.063	11
EN_3	2.201	0.974	2.407	0.078	7
EN_4	1.058	-0.233	1.084	0.035	14

انتخاب تأمین‌کننده پایدار گوشت به کمک روش دیمتل-تاپسیس در شرایط عدم قطعیت...؛ فرخ | ۲۷۷

شکل ۳. ارتباط علت و معلولی معیارها در روش پیشنهادی



رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان

در این قسمت، با استفاده از روابط (۳۹)–(۳۳)، هر دو راه‌حل ایده‌آل مثبت و منفی راف-فازی محاسبه شده و در جدول ۶ آمده است.

جدول ۶. ماتریس ایده‌آل‌های مثبت و منفی روش تاپسیس راف-فازی پیشنهادی

شاخص	راه‌حل ایده‌آل مثبت	راه‌حل ایده‌آل منفی
EC ₁	[(0/009, 0/024, 0/028), (0/033, 0/048, 0/053)]	[(0/014, 0/028, 0/043), (0/042, 0/057, 0/057)]
EC ₂	[(0/006, 0/014, 0/021), (0/017, 0/030, 0/043)]	[(0/018, 0/031, 0/045), (0/030, 0/043, 0/052)]
EC ₃	[(0/001, 0/007, 0/006), (0/022, 0/040, 0/065)]	[(0/008, 0/028, 0/037), (0/036, 0/058, 0/079)]
EC ₄	[(0/007, 0/025, 0/027), (0/043, 0/061, 0/073)]	[(0/023, 0/041, 0/059), (0/052, 0/070, 0/073)]
EC ₅	[(0/002, 0/014, 0/022), (0/019, 0/033, 0/047)]	[(0/009, 0/023, 0/037), (0/026, 0/040, 0/054)]
...	...	...
EN ₃	[(0/001, 0/014, 0/023), (0/025, ...)]	[(0/011, 0/027, 0/042), (0/030, ...)]

شاخص	راه حل ایده آل مثبت	راه حل ایده آل منفی
	0/041, 0/056]]	0/046, 0/061]]
EN ₄	[(0/000, 0/012, 0/024), (0/024, 0/043, 0/058)]	[(0/000, 0/018, 0/036), (0/042, 0/061, 0/071)]

جدول ۷ مربوط به مرحله ۶ روش تاپسیس راف-فازی است؛ در این مرحله، فاصله هر گزینه (تأمین کننده) از ایده آل مثبت و منفی طبق روابط (۴۰) و (۴۱) محاسبه می شود. در این مرحله، با محاسبه این فواصل، عملیات دیفازی کردن اعداد راف فازی نیز صورت می گیرد. سپس، با اعمال رابطه (۴۲)، ضریب نزدیکی و رتبه هر تأمین کننده، همان طور که در جدول ۷ نشان داده شده است، به دست می آید.

جدول ۷. ماتریس رتبه نهایی تأمین کنندگان در روش پیشنهادی

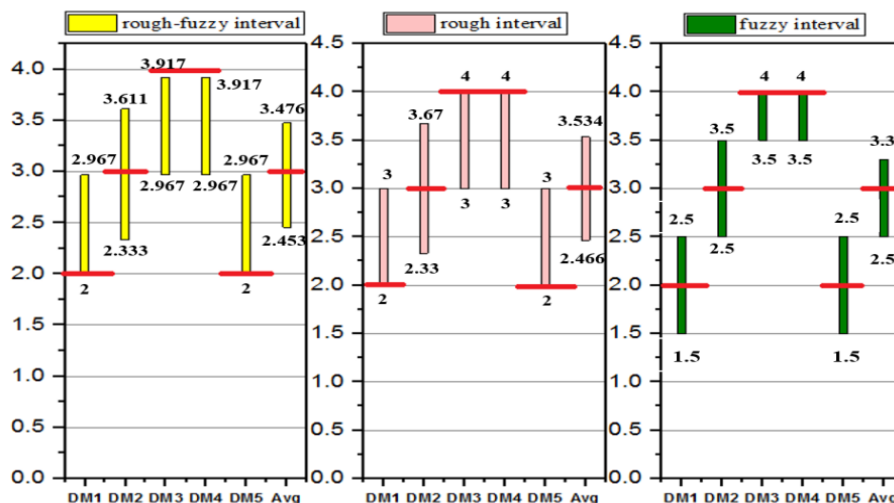
رتبه	CC_i	d_i^-	d_i^+	تأمین کننده
5	0.365	0.102	0.177	1
3	0.569	0.169	0.128	2
2	0.581	0.182	0.131	3
1	0.605	0.069	0.045	4
4	0.532	0.115	0.101	5

مقایسه مدیریت عدم قطعیت روش های مختلف

در این قسمت، نحوه مدیریت عدم قطعیت در روش دیمتل راف-فازی و مقایسه آن با روش های دیمتل قطعی، فازی، راف، با استفاده از روش مورد استفاده توسط چن و همکاران (۲۰۲۰) و سانگ و کاو (۲۰۱۷) نمایش داده می شود. تفاوت های بین این چهار روش عمدتاً ناشی از مکانیسم های مختلف مدیریت قضاوت تصمیم گیرندگان از لحاظ عدم قطعیت داخلی و خارجی است که منجر به فواصل تخمینی متفاوت در این روش ها می شود. در این قسمت، به منظور مقایسه تفاوت بین این چهار روش، از قضاوت های زبانی گروهی تصمیم گیرندگان در مورد تأثیر معیار سوم EC₃ روی معیار دهم SC₁₀ به عنوان مثال استفاده می کنیم. پنج نفر از خبرگان به ترتیب درجه تأثیر EC₃ روی SC₂ را به صورت MI، HI، VHI و MI ارائه داده اند. همان طور که در شکل ۴ نشان داده شده است، مقادیر آن ها در روش قطعی که با خط قرمز مشخص شده، به صورت ۲ و ۳ و ۴ و ۴ و ۲

است. همچنین مقادیر روش فازی عبارت‌اند از $[1,5, 2,5]$ ، $[2,5, 3,5]$ ، $[3,5, 4]$ ، $[3,5, 4]$ و $[1,5, 2,5]$. به همین ترتیب مقادیر مربوط به روش راف عبارت‌اند از $[2, 3]$ ، $[3, 67]$ ، $[2, 33]$ ، $[3, 4]$ ، $[3, 4]$ و $[2, 3]$ ؛ و در گام آخر مقادیر مربوط به روش راف-فازی عبارت‌اند از $[2, 2, 96]$ ، $[2, 33, 3, 61]$ ، $[2, 96, 3, 91]$ ، $[2, 96, 3, 91]$ و $[2, 2, 96]$. برای نمونه، با توجه به نظرات تصمیم‌گیرنده اول (DM_1) و پنجم (DM_5) که مقادیر قطعی آن‌ها ۲ است، می‌توان روش‌های مدیریت عدم قطعیت مختلف را نشان داد. نتایج مقایسه نظرات این دو تصمیم‌گیرنده نشان می‌دهد که حد پایین روش فازی (۱,۵) نسبت به حد پایین روش راف-فازی (۲)، کمتر برآورد شده است، چون روش فازی تنها عدم قطعیت درون‌فردی را در نظر می‌گیرد و تأثیر دیدگاه دیگر تصمیم‌گیرندگان را در نظر نمی‌گیرد. به همین صورت، حد بالا در روش فازی (۲,۵) مقدار کمتری نسبت به حد بالا در روش راف-فازی (۲,۹۶۷) است. همچنین، حد بالای دامنه راف (یعنی $[2, 3]$) در مقایسه با حد بالای دامنه راف-فازی (یعنی $[2, 2, 96]$) مقدار بیشتری است؛ چراکه روش راف، عدم قطعیت درون‌فردی و ابهام زبانی را در نظر نمی‌گیرد. علاوه بر این، با محاسبه میانگین حسابی نظرات تصمیم‌گیرندگان در چهار روش، مقدار میانگین در روش قطعی عدد ۳ تعیین می‌شود. بازه‌های متوسط گروهی در روش‌های فازی، راف و راف-فازی به ترتیب برابر با $[2, 3, 3]$ ، $[2, 46, 3, 53]$ و $[2, 45, 3, 47]$ است. این نتایج نشان می‌دهد که حد بالای دامنه میانگین در روش راف-فازی، بین حد پایین دامنه میانگین در روش‌های فازی و راف قرار دارد. به‌طور کلی، بازه میانگین گروهی در روش راف-فازی، وضعیت واقعی عدم قطعیت‌های درون‌فردی و بین‌فردی را منعکس می‌کند. در نتیجه، می‌توان نتیجه گرفت که در مطالعه حاضر، روش راف-فازی پیشنهادی امکان توصیف دقیق‌تر و واقعی‌تری از وضعیت معیارهای موردنظر در مسئله ارزیابی تأمین‌کننده پایدار را فراهم می‌آورد.

شکل ۴. مقایسه بازه‌های تخمینی روش‌های مختلف



بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با بررسی ادبیات به شناسایی معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان پایدار برای شرکت‌های خرده‌فروشی که به دنبال ارزیابی تأمین‌کنندگان گوشت و دام زنده هستند، می‌پردازد. سپس، از ترکیب روش دیمتل-تاپسیس راف-فازی برای انتخاب تأمین‌کننده پایدار استفاده می‌کند. روش دیمتل راف-فازی پیشنهادی، مجموعه‌های فازی و راف را با در نظر گرفتن ابهام زبانی فردی و تنوع ترجیحات گروهی، تلفیق می‌کند تا قضاوت‌های زبانی چندین کارشناس خبره را به بازه‌های عددی راف-فازی تبدیل کند تا بتوان عدم قطعیت داخلی و خارجی را به‌طور هم‌زمان مدیریت کرد. انتخاب تأمین‌کننده مناسب بر اساس روش دیمتل-تاپسیس راف-فازی می‌تواند ارتباط پیچیده و توأم با عدم قطعیت بین معیارها را در ارزیابی تأمین‌کنندگان در نظر بگیرد. هدف اصلی در چنین مواردی انتخاب تأمین‌کننده مناسب و تضمین روند پایدار است. اولاً، در چارچوب پیشنهادی به‌دقت بر شناسایی سیستماتیک معیارهای ارزیابی تأمین‌کننده پایدار تأکید دارد، چراکه این معیارها مرجع ارزشمندی برای مدیران فراهم می‌کند تا تأمین‌کنندگان مناسب را در راستای الزامات توسعه پایدار بشناسند. این معیارها می‌تواند به مدیران کمک کنند تا

تأمین‌کنندگان مناسب را در مرحله توسعه پایدار، سریع‌تر هدف قرار دهند. ثانیاً، چارچوب مورد استفاده، توانایی دیمتل را در مدیریت روابط پیچیده و مبهم، به همراه قابلیت‌های روش تاپسیس در یافتن گزینه‌های مصالحه‌ای، ترکیب می‌نماید. تحلیل مفصل هر معیار در روش دیمتل مرجع مفیدی برای شناسایی نقش ابعاد پایداری در بهبود پایداری تأمین‌کنندگان فراهم می‌کند.

نتایج به دست آمده، نشان‌دهنده تأثیر مثبت برخی از عوامل مرتبط با ابعاد اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی پایداری روی یکدیگر است و بینش‌هایی را درباره اهمیت هر یک ارائه می‌دهد. این معیارها می‌توانند توسط مدیران عالی سازمان‌ها برای شناسایی و انتخاب بهترین تأمین‌کننده مورد استفاده قرار گیرند و همچنین توسط تأمین‌کنندگان برای تشخیص نقاط ضعف و تحلیل روندهای آینده و نیازهای جدید در حوزه انتخاب تأمین‌کننده به کار روند. با توجه به رتبه‌بندی به دست آمده از روش دیمتل راف-فازی، پنج معیار هزینه، سلامت دام و تازگی گوشت، تأثیر روی جامعه محلی، قابلیت اطمینان تحویل و توانایی فناوری به ترتیب به عنوان پنج معیار برتر تعیین می‌شوند. در تحلیل و رتبه‌بندی معیارهای تأثیرگذار بر انتخاب تأمین‌کننده پایدار در تأمین گوشت، نتایج نشان می‌دهد که معیارهای هزینه تأمین، سلامت دام و تازگی گوشت، در اولویت قرار دارند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که مدیران سازمان باید بیشترین تمرکز را بر کنترل و بهبود شاخص‌های مرتبط با هزینه و کیفیت محصول، یعنی سلامت دام و تازگی گوشت، قرار دهند، چرا که این عوامل مستقیماً بر رضایت مشتری، اثربخشی فرآیند تأمین و اعتبار سازمان تأثیرگذار هستند. معیار تأثیرگذاری بر جامعه محلی و قابلیت اطمینان تحویل نیز از اهمیت قابل توجهی برخوردارند، اما در رتبه‌های پایین‌تر قرار گرفته‌اند؛ این نشان می‌دهد که در کنار کیفیت و هزینه، باید توجه ویژه‌ای به تعاملات اجتماعی به‌ویژه با توجه به الزامات پاسخگویی به نیازهای توسعه‌ای و پایداری بلندمدت صورت گیرد؛ بنابراین، سازمان‌ها باید استراتژی‌هایی را در نظر بگیرند که نه تنها بر معیارهای اقتصادی تمرکز داشته باشند، بلکه به ابعاد اجتماعی نیز اهمیت بدهند تا بتوانند در بازارهای رقابتی، تأمین‌کنندگان پایدارتری را

شناسایی کنند. این رتبه‌بندی همچنین به تأمین‌کنندگان فرصت می‌دهد تا نقاط ضعف و حوزه‌های نیازمند تحول در زنجیره تأمین خود را تشخیص دهند و در راستای بهبود عملکرد کلی، به سمت مسیرهای سازگار با اهداف پایداری حرکت کنند.

اگرچه روش‌های مورد استفاده دارای نقاط قوت است، اما در آینده تحقیقات بیشتری نیز در مورد آن باید انجام شود. برای مثال، از جمله محدودیت‌های استفاده از روش دیمتل این است که در تعیین وزن معیارها تنها به تأثیر بین آن‌ها توجه دارد و به اهمیت و قدرت معیارها توجه نمی‌کند. برای این منظور، می‌توان از روش AHP استفاده کرد. همچنین مطالعات آینده می‌توانند به توسعه و بهبود مدل‌های چندمعیاره‌ای بپردازد که قابلیت ادغام پارامترهای دیگر مانند معیارهای مالی، عملیاتی و ریسک‌های مرتبط با پایداری را در ارزیابی تأمین‌کنندگان داشته باشند. همچنین، بهره‌گیری از داده‌های واقعی در محیط‌های صنعتی مختلف و مقایسه نتایج حاصل از رویکردهای مختلف، می‌تواند منجر به تعمیم‌پذیری بیشتر مدل شود. علاوه بر این، تحقیقات بیشتری درباره ادغام سایر نظریه‌های مجموعه فازی (مانند مجموعه فازی شهودی با مقادیر بازه‌ای^۱ و مجموعه فازی تردیدی با مقادیر بازه‌ای^۲) و نظریه مجموعه‌های راف می‌تواند برای بررسی سازوکارهای برخورد با عدم قطعیت چندگانه با روش دیمتل و تاپسیس انجام گیرد.

تعارض منافع

نویسنده هیچ گونه تعارض منافی ندارد.

ORCID

Mojtaba Farrokh



<https://orcid.org/0000-0003-1390-3105>

1 Interval-valued intuitionistic fuzzy set

2 Interval-valued hesitant fuzzy set

References

1. Alikhani, R., Torabi, S. A., & Altay, N. (2019). Strategic supplier selection under sustainability and risk criteria. *International Journal of Production Economics*, 208, 69-82. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.11.018>
2. Awasthi, A., Govindan, K., & Gold, S. (2018). Multi-tier sustainable global supplier selection using a fuzzy AHP-VIKOR based approach. *International Journal of Production Economics*, 195, 106-117. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.10.013>
3. Baykasoğlu, A., Kaplanoğlu, V., Durmuşoğlu, Z. D., & Şahin, C. (2013). Integrating fuzzy DEMATEL and fuzzy hierarchical TOPSIS methods for truck selection. *Expert systems with applications*, 40(3), 899-907. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.05.046>
4. Banaeian, N., Mobli, H., Nielsen, I. E., & Omid, M. (2015). Criteria definition and approaches in green supplier selection—a case study for raw material and packaging of food industry. *Production & Manufacturing Research*, 3(1), 149-168. <https://doi.org/10.1080/21693277.2015.1016632>
5. Najafi, M., & Zolfagharinia, H. (2024). A Multi-objective integrated approach to address sustainability in a meat supply chain. *Omega*, 124, 103011. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2023.103011>
6. Çalık, A., Paksoy, T., & Huber, S (2019). Lean and green supplier selection problem: A novel multi objective linear programming model for an electronics board manufacturing company in Turkey. In Multiple criteria decision making and aiding (pp. 281-309). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99304-1_10
7. Chen, Z., Ming, X., Zhang, X., Yin, D., & Sun, Z. (2019). A rough-fuzzy DEMATEL-ANP method for evaluating sustainable value requirement of product service system. *Journal of Cleaner Production*, 228, 485-508. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.145>
8. Caccialanza, A., Cerrato, D., & Galli, D. (2023). Sustainability practices and challenges in the meat supply chain: a systematic literature review. *British Food Journal*, 125(12), 4470-4497. <https://doi.org/10.1108/BFJ-10-2022-0866>
9. Chen, Z., Lu, M., Ming, X., Zhang, X., & Zhou, T. (2020). Explore and evaluate innovative value propositions for smart product service system: A novel graphics-based rough-fuzzy DEMATEL method. *Journal of Cleaner Production*, 243, 118672. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118672>
10. Chen, Z., Ming, X., Zhou, T., & Chang, Y. (2020). Sustainable supplier selection for smart supply chain considering internal and external

- uncertainty: An integrated rough-fuzzy approach. *Applied Soft Computing*, 87, 106004. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.106004>
11. Dalalah, D., Hayajneh, M., & Batieha, F. (2011). A fuzzy multi-criteria decision making model for supplier selection. *Expert systems with applications*, 38(7), 8384-8391. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.01.031>
12. Ecer, F., & Pamucar, D (2020). Sustainable supplier selection: A novel integrated fuzzy best worst method (F-BWM). and fuzzy CoCoSo with Bonferroni (CoCoSo'B). multi-criteria model. *Journal of Cleaner Production*, 266, 121981. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121981>
13. Gökler, S. H., & Boran, S. (2025). A novel resilient and sustainable supplier selection model based on D-AHP and DEMATEL methods. *Journal of engineering research*, 13(1), 57-67. <https://doi.org/10.1016/j.jer.2023.07.015>
14. Hendiani, S., Mahmoudi, A., & Liao, H (2020). A multi-stage multi-criteria hierarchical decision-making approach for sustainable supplier selection. *Applied Soft Computing Journal* 94. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106456>
15. Li, J., Fang, H., & Song, W. (2019). Sustainable supplier selection based on SSCM practices: A rough cloud TOPSIS approach. *Journal of cleaner production*, 222, 606-621. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.070>
16. Li, X., Han, Z., Zhang, R., Zhang, Y., & Zhang, L. (2020). Risk assessment of hydrogen generation unit considering dependencies using integrated DEMATEL and TOPSIS approach. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(53), 29630-29642. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.07.243>
17. Lai, Y. J., Liu, T. Y., & Hwang, C. L. (1994). Topsis for MODM. *European journal of operational research*, 76(3), 486-500. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(94\)90282-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(94)90282-8)
18. Khan, A. U., & Ali, Y. (2021). Sustainable supplier selection for the cold supply chain (CSC) in the context of a developing country. *Environment, development and sustainability*, 1-30. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-01203-0>
19. Memari, A., Dargi, A., Jokar, M. R. A., Ahmad, R., & Rahim, A. R. A. (2019). Sustainable supplier selection: A multi-criteria intuitionistic fuzzy TOPSIS method. *Journal of manufacturing systems*, 50, 9-24. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2018.11.002>
20. Mohammed, A., Setchi, R., Filip, M., Harris, I., & Li, X. (2018). An integrated methodology for a sustainable two-stage supplier selection and order allocation problem. *Journal of Cleaner Production*, 192, 99-114. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.131>

21. Mohammed, A. (2020). Towards a sustainable assessment of suppliers: an integrated fuzzy TOPSIS-possibilistic multi-objective approach. *Annals of operations research*, 293(2), 639-668. <https://doi.org/10.1007/s10479-019-03167-5>
22. Masudin, I., Zuliana, P. E., Utama, D. M., & Restuputri, D. P. (2024). Assessment and risk mitigation on halal meat supply chain using fuzzy best-worst method (BWM) and risk mitigation number (RMN). *Journal of Islamic Marketing*, 15(3), 842-865. <https://doi.org/10.1108/JIMA-08-2022-0240>
23. Mishra, A. R., Rani, P., Pamucar, D., & Saha, A. (2024). An integrated Pythagorean fuzzy fairly operator-based MARCOS method for solving the sustainable circular supplier selection problem. *Annals of Operations Research*, 342(1), 523-564. <https://doi.org/10.1007/s10479-023-05453-9>
24. Nasri, S. A., Ehsani, B., Hosseinienezhad, S. J., & Safaie, N. (2023). A sustainable supplier selection method using integrated Fuzzy DEMATEL-ANP-DEA approach (case study: Petroleum Industry). *Environment, Development and Sustainability*, 25(11), 12791-12827. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02590-2>
25. Opricovic, S., & Tzeng, G. H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European journal of operational research*, 156(2), 445-455. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00020-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00020-1)
26. Pamučar, D., Petrović, I., & Čirović, G. (2018). Modification of the Best-Worst and MABAC methods: A novel approach based on interval-valued fuzzy-rough numbers. *Expert systems with applications*, 91, 89-106. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.08.042>
27. Pawlak, Z. (1982). Rough sets. *International journal of computer & information sciences*, 11(5), 341-356. <https://doi.org/10.1007/BF01001956>
28. Sangaiah, A. K., Subramaniam, P. R., & Zheng, X. (2015). A combined fuzzy DEMATEL and fuzzy TOPSIS approach for evaluating GSD project outcome factors. *Neural Computing and Applications*, 26(5), 1025-1040. <https://doi.org/10.1007/s00521-014-1771-1>
29. Stević, Ž., Karamaşa, Ç., Demir, E., & Korucuk, S. (2025). Assessing sustainable production under circular economy context using a novel rough-fuzzy MCDM model: A case of the forestry industry in the Eastern Black Sea region. *Journal of Enterprise Information Management*, 38(1), 261-291. <https://doi.org/10.1108/JEIM-10-2020-0419>
30. Singh, A., Kumar, V., & Verma, P. (2025). Sustainable supplier selection in a construction company: a new MCDM method based on dominance-based rough set analysis. *Construction Innovation*, 25(2),

- 328-362. <https://doi.org/10.1108/CI-12-2022-0324>
31. Song, W., & Cao, J. (2017). A rough DEMATEL-based approach for evaluating interaction between requirements of product-service system. *Computers & Industrial Engineering*, 110, 353-363. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.06.020>
32. Islam, S., Amin, S. H., & Wardley, L. J. (2024). A supplier selection & order allocation planning framework by integrating deep learning, principal component analysis, and optimization techniques. *Expert Systems with Applications*, 235, 121121. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.121121>
33. Steger, C. (1996). On the calculation of moments of polygons. *Reporte técnico, Technische Universität München*. https://mv.in.tum.de/_media/members/steger/publications/1996/fgbv-96-04-steger.pdf
34. Tadić, S., Zečević, S., & Krstić, M. (2014). A novel hybrid MCDM model based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy VIKOR for city logistics concept selection. *Expert systems with applications*, 41(18), 8112-8128. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.07.021>
35. Zhai, L. Y., Khoo, L. P., & Zhong, Z. W. (2008). A rough set enhanced fuzzy approach to quality function deployment. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 37(5), 613-624. <https://doi.org/10.1007/s00170-007-0989-9>
36. Zimmer, K., Fröhling, M., & Schultmann, F. (2016). Sustainable supplier management—a review of models supporting sustainable supplier selection, monitoring and development. *International journal of production research*, 54(5), 1412-1442. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1079340>
37. Zhang, X., & Su, J. (2019). A combined fuzzy DEMATEL and TOPSIS approach for estimating participants in knowledge-intensive crowdsourcing. *Computers & Industrial Engineering*, 137, 106085. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106085>

استناد به این مقاله: فرخ، مجتبی. (۱۴۰۴). انتخاب تأمین‌کننده پایدار گوشت به کمک روش دیمتل-تاپسیس در شرایط عدم قطعیت داخلی و خارجی (مورد مطالعاتی: شرکت شهروند)، مدیریت صنعتی، ۲۳(۷۸)، ۲۴۳-۲۸۶.
DOI: 10.22054/jims.2025.86164.2972



Industrial Management Studies is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.