KMANPUB | Decision Science and Intelligent Systems Vol. 1 No. 2 (2024): 71-93

Article history:
Received 29 January 2025
Revised 3 March 2025
Accepted 15 March 2025
Published online 20 March 2025

Identifying and Ranking Performance Evaluation Criteria of Retail Warehouses Using the Fuzzy Best-Worst Method

Shahab Bayatzadeh[1], HamidReza Talaie[2*]

[1] Department of industrial management Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabataba'I University, Tehran, Iran
[2] Assistant Professor, Department of Industrial Management, Faculty of Administrative Sciences and Economics, Arak University, Arak, Iran

*** Corresponding author email address**: h-talaie@araku.ac.ir

A r t i c l e I n f o

Article type:
Original Research

How to cite this article:
Bayatzadeh, Sh., & Talaie, H. (2025). Identifying and Ranking Performance Evaluation Criteria of Retail Warehouses Using the Fuzzy Best-Worst Method. *Decision Science and Intelligent Systems. 2(1), 1-21.*

© 2025 the authors. Published by KMAN Publication Inc. (KMANPUB), Ontario, Canada. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

A B S T R A C T

Efficient management of retail warehouses is associated with multiple challenges, and identifying key criteria for evaluating the performance of these warehouses is of particular importance. The primary research question in this study is: which criteria are more important for evaluating the performance of retail warehouses? In this study, performance-related criteria were initially identified and extracted through a comprehensive review of the literature and analysis of previous research. Subsequently, these criteria were evaluated using the fuzzy Delphi method and expert opinions in the field. In the next step, the validated criteria were ranked and prioritized using the fuzzy Best-Worst Method (FBWM) to determine the relative importance of each criterion. The results of the study indicated that inventory accuracy and transfer time are of high importance and have a direct impact on warehouse productivity and cost reduction. Additionally, labor productivity, picking time, stockout cost, and transfer quality were among other important factors, highlighting the role of human efficiency in improving warehouse performance. Criteria such as transportation cost, safety, and compliance with standards were considered less important compared to others. These findings are consistent with many previous studies and emphasize that accurate inventory management and optimization of warehouse processes are essential for enhancing efficiency. These results can assist managers in making better decisions aimed at improving warehouse performance and increasing customer satisfaction.

Keywords: *Performance Evaluation, Fuzzy Best-Worst Method, Fuzzy Delphi, Retail Warehouse.*

Introduction

The efficiency of warehouse operations in the retail sector plays a pivotal role in enhancing supply chain agility, ensuring customer satisfaction, and reducing overall operational costs. Retail warehouses,

due to their dynamic and complex nature, require robust evaluation systems to assess and improve performance. Performance evaluation of such environments involves identifying and prioritizing relevant criteria to guide managerial decisions. However, the diverse functions and fast-paced environment of retail warehouses make this task inherently multidimensional and complex (Ali et al., 2023).

Warehouses are critical infrastructure in the logistics system of any economy, enabling the proper flow, storage, and distribution of goods. Effective warehouse management supports timely customer service and maintains inventory integrity (Gafner et al., 2021). Conversely, mismanagement of warehouses may compromise competitiveness in local and international markets. Thus, implementing effective performance evaluation metrics is essential for diagnosing operational inefficiencies and enabling continuous improvement (Burinskienė & Lerher, 2021).

The importance of retail warehouse performance has further increased due to the explosive growth in e-commerce. According to recent reports, the operational revenue from warehousing globally exceeded $8.84 billion between 2010 and 2017, with the Middle East e-commerce warehouse sector expected to reach $500 million by 2024 (Barasin et al., 2024). Simultaneously, the COVID-19 pandemic disrupted supply chains globally, emphasizing the need for resilient and efficient warehouse operations (Gautié et al., 2020).

Modern warehousing in the retail sector is characterized by increasing complexity due to factors such as population growth, diversification of consumer demand, and technological advancement (Boysen et al., 2021). Retail warehouses must manage high product volumes and meet a variety of customer expectations, making inventory management, timely order processing, and service reliability essential (Amorim-Lopes et al., 2021). Core warehousing functions—such as receiving, storing, picking, packing, and shipping—must all be optimized to enhance performance (Dixit et al., 2020).

A major challenge in evaluating warehouse performance is the multifaceted nature of decision-making, which involves numerous competing criteria. Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) methods offer a structured approach to this complexity, enabling decision-makers to assess alternatives against conflicting objectives (Abdul Rahman et al., 2023). Among MCDM methods, the Fuzzy Best-Worst Method (FBWM) stands out for its ability to incorporate expert judgment under uncertainty, making it highly suitable for warehouse performance evaluation (Guo & Zhao, 2017).

Despite previous studies exploring warehouse performance (Bajec et al., 2020; Vatumalae et al., 2022), there remains a gap in comprehensive frameworks specifically targeting retail warehouses using FBWM. This study aims to bridge this gap by identifying, validating, and ranking key performance indicators tailored for retail warehouse environments. The guiding research questions include: What are the essential criteria for evaluating retail warehouse performance? And how should these criteria be prioritized to reflect their relative importance in operational success?

Methods and Materials

This study employed a mixed-methods design, integrating qualitative and quantitative approaches within an MCDM framework. First, performance evaluation criteria were identified through a comprehensive literature review. Sources included peer-reviewed journal articles and industry reports relevant to retail warehouse performance.

Next, the Fuzzy Delphi Method was applied to validate the relevance of the identified criteria. A panel of 10 experts specializing in retail warehouse management participated in the Delphi rounds. Triangular fuzzy numbers were used to handle linguistic variables and uncertainty in expert judgments.

After validation, the confirmed criteria were ranked using the Fuzzy Best-Worst Method. In this step, experts identified the most and least important criteria. Pairwise comparisons between the best/worst criteria and all other criteria were conducted, and fuzzy optimization models were solved using LINGO 18.0 to derive local and global weights. A consistency ratio was calculated to ensure reliability in the pairwise comparisons.

Findings

The Fuzzy Delphi process confirmed 19 out of 20 initially proposed criteria for evaluating retail warehouse performance. These criteria were grouped into five main categories: Receiving (C1), Transfer (C2), Storage and Inventory (C3), Picking (C4), and Packaging & Shipping (C5). Each main category included several sub-criteria.

Results from the FBWM analysis revealed that "Transfer" (C2) was the most critical category (weight = 0.323), followed by "Storage and Inventory" (C3; 0.280), "Picking" (C4; 0.162), "Packaging and Shipping" (C5; 0.146), and "Receiving" (C1; 0.089). Among all 19 sub-criteria, the five most influential were Transfer Time (C21; 0.157), Labor Productivity (C22; 0.109), Inventory Accuracy (C33; 0.104), Picking Time (C41; 0.085), and Stockout Cost (C32; 0.066).

Less influential criteria included Packaging Productivity (C52; 0.026), Transportation Cost (C53; 0.018), Safety (C13; 0.016), and Standards Compliance (C55; 0.014). The model’s consistency ratio remained below the acceptable threshold of 0.10, confirming the robustness of expert judgments and calculations.

Discussion and Conclusion

The results underscore the significance of operational efficiency and inventory control in retail warehouse performance. Transfer Time emerged as the most critical criterion, highlighting the importance of rapid internal logistics. Reducing transfer time not only minimizes congestion within warehouses but also accelerates downstream processes such as picking and packing, enhancing overall responsiveness.

Labor productivity was also found to be a major determinant of performance. Skilled labor can significantly reduce errors, optimize material handling, and ensure smooth operations, especially during peak demand periods. The high weight assigned to this criterion aligns with studies emphasizing workforce efficiency in complex warehousing environments.

Inventory accuracy was another crucial factor. Accurate inventory records reduce the risk of stockouts, overstocking, and order discrepancies. As retail supply chains become more reliant on real-time data, maintaining precise inventory becomes vital for just-in-time deliveries and customer satisfaction.

Picking time also featured prominently in the rankings. In fast-moving retail environments, reducing the time between order placement and dispatch is essential. This aligns with consumer expectations for rapid delivery, particularly in e-commerce. Streamlining picking operations can significantly improve order fulfillment speed and accuracy.

Conversely, criteria like safety and standards compliance, although important in the long term, were assigned lower weights. This suggests that while these elements contribute to sustainability and regulatory compliance, they may not directly influence immediate operational efficiency. Similarly, transportation costs and packaging productivity, often influenced by external factors such as fuel prices or third-party logistics providers, had lower relative importance.

These findings are generally consistent with earlier research. For example, Barasin et al. (2024) and Vatumalae et al. (2022) emphasized inventory accuracy and process optimization as key to warehouse efficiency. However, this study adds nuance by revealing the relative insignificance of some cost-centric criteria, challenging prior assumptions that financial metrics alone define performance. It also highlights the increasing relevance of time-based and labor-efficiency indicators in today's retail operations.

Furthermore, the use of FBWM offered several methodological advantages, including reduced pairwise comparisons and enhanced consistency. This allowed for more accurate reflection of expert judgments, especially under uncertainty, where traditional methods like AHP might fall short.

From a practical perspective, the results can inform warehouse managers and decision-makers seeking to improve operational performance. By focusing on high-priority areas such as internal transfer optimization, inventory accuracy, and picking efficiency, retail companies can achieve significant gains in cost reduction and customer satisfaction. Integrating automation, real-time tracking technologies (e.g., RFID), and employee training programs are actionable strategies aligned with these priorities.

In conclusion, the study provides a comprehensive framework for evaluating retail warehouse performance using FBWM. It identifies and prioritizes critical performance criteria that can serve as a diagnostic and planning tool for retail logistics managers. This methodological contribution is especially relevant in the post-pandemic retail landscape, where agility, accuracy, and speed have become central to competitive advantage.

علم تصمیم گیری و سیستم های هوشمند دوره ۱، شماره ۲ (۱۴۰۳): ۹۳-۷۱

تاریخچه مقاله
دریافت شده در تاریخ ۹ بهمن ۱۴۰۳
اصلاح شده در تاریخ ۱۲ اسفند ۱۴۰۳
پذیرفته شده در تاریخ ۲۵ اسفند ۱۴۰۳
منتشر شده در تاریخ ۳۰ اسفند ۱۴۰۳

شناسایی و رتبه‌بندی معیارهای ارزیابی عملکرد انبارهای خرده‌فروشی با استفاده از روش بهترین-بدترین فازی

شهاب بیات زاده[۱]، حمیدرضا طلایی[۲*]

۱. گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران
۲. استادیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اراک، اراک، ایران

*ایمیل نویسنده مسئول: h-talaie@araku.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله
پژوهشی اصیل

نحوه استناد به این مقاله:
بیات زاده، شهاب.، و طلایی، حمیدرضا. (۱۴۰۳). شناسایی و رتبه‌بندی معیارهای ارزیابی عملکرد انبارهای خرده‌فروشی با استفاده از روش بهترین-بدترین فازی. *علم تصمیم گیری و سیستم های هوشمند، ۱(۲)*، ۹۳-۷۱.

© ۱۴۰۳ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده است. انتشار این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY-NC 4.0) صورت گرفته است.

چکیده

مدیریت کارآمد انبارهای خرده‌فروشی با چالش‌های متعددی همراه است و شناسایی معیارهای کلیدی برای ارزیابی عملکرد این انبارها اهمیت ویژه‌ای دارد. پرسش اصلی این پژوهش آن است که کدام معیارها برای ارزیابی عملکرد انبارهای خرده‌فروشی مهم‌تر هستند. در این مطالعه، ابتدا معیارهای مرتبط با عملکرد انبارها از طریق بررسی جامع ادبیات و تحلیل تحقیقات پیشین شناسایی و استخراج شدند. سپس این معیارها با استفاده از روش دلفی فازی و نظرات متخصصان حوزه ارزیابی شدند. در گام بعد، معیارهای تأییدشده به کمک روش بهترین-بدترین فازی رتبه‌بندی و اولویت‌بندی شدند تا اهمیت نسبی هر معیار مشخص شود. نتایج تحقیق نشان داد که معیارهای دقت موجودی و زمان انتقال از اهمیت بالایی برخوردارند و تأثیر مستقیمی بر بهره‌وری و کاهش هزینه‌های انبارداری دارند. همچنین، بهره‌وری کارگر و زمان برداشت، هزینه کمبود موجودی و کیفیت انتقال از دیگر عوامل مهم بودند که نشان‌دهنده نقش کارایی نیروی انسانی در بهبود عملکرد انبار است. معیارهایی مثل هزینه حمل و نقل، امنیت و رعایت استانداردها نسبت به سایر معیارها اهمیت کمتری داشته‌اند. این یافته‌ها با بسیاری از مطالعات پیشین همخوانی داشته و تأکید می‌کنند که مدیریت دقیق موجودی و بهینه‌سازی فرآیندهای انبار برای افزایش کارایی ضروری است. این نتایج می‌توانند به مدیران کمک کنند تا تصمیمات بهتری در جهت بهبود عملکرد انبارها و افزایش رضایت مشتریان اتخاذ کنند.

کلیدواژگان: *ارزیابی عملکرد، بهترین-بدترین فازی، دلفی فازی، انبار خرده‌فروشی.*

مقدمه

انبارها جایگاه مهمی در اقتصاد دارند. انبارها از مهم‌ترین مراکز ملی توسعه و بهبود برای افزایش کارایی اقتصاد کشور در حوزه لجستیک هستند (Ali et al.,2023). انبار نقشی اساسی در کسب‌وکارها دارد و یک سیستم مدیریت انبار قوی به شرکت‌ها کمک می‌کند تا نیازهای مشتریان را به‌سرعت و با قیمت مناسب برآورده کنند. مدیریت مؤثر انبار باعث می‌شود محصولات به‌راحتی در دسترس باشند و به‌سرعت به مشتریان تحویل داده شوند (Gafner et al.,2021). با این حال، اگر انبارها به درستی ساختاردهی و مدیریت نشود، ممکن است از رقابت موثر شرکت در بازارهای محلی و جهانی، جلوگیری کند. یکی از راه‌های حیاتی برای بهبود انبارها و کمک به مدیران در پیگیری مداوم عملیات آن‌ها، اندازه‌گیری عملکرد انبار است (Burinskienė and Lerher,2021). مدیریت باید مجموعه‌ای از معیارها را برای اندازه‌گیری عملکرد انبارها تعیین کند. بر اساس این معیارها، مدیران می‌توانند تشخیص دهند که آیا انبار به خوبی عمل می‌کند یا خیر (Marques et al.,2022).

به گزارش استاتیستا[1]، درآمد عملیاتی انبارداری بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۷ در دنیا، ۸.۸۴ میلیارد دلار آمریکا بوده است. همچنین، ارزش انبارهای تجارت الکترونیک در خاورمیانه تا سال ۲۰۲۴ به ۵۰۰ میلیون دلار آمریکا می‌رسد (Barasin et al.,2024).

به دلیل بروز همه گیری کووید-۱۹، جهان با مشکلات متعددی در زمینه انبارداری روبه‌رو شد (Barasin et al.,2024). این همه‌گیری بر لجستیک تأثیر قابل توجهی گذاشته است و جمهوری اسلامی ایران نیز باید برخی چالش‌ها را برای ادامه گسترش انبارها برطرف کند. با توجه به افزایش هزینه‌ها، انبارهای خرده‌فروشی باید هزینه‌های عملیاتی خود را کاهش دهند، سیستم‌های مدیریت خود را بهینه‌سازی کنند و مشکلات خود را با تکنیک‌های علمی پیشرفته حل کنند (Gautié et al.,2020).

امروزه با رشد جمعیت و همچنین فناوری‌های جدید، مفهوم انبارداری نوین اهمیت زیادی پیدا کرده است (Boysen et al.,2021). به طور خاص، انبارداری در شرکت‌های خرده‌فروشی نقش بسیار مهم تری دارد، چرا که این شرکت‌ها معمولاً با حجم بالایی از محصولات مختلف و نیازهای مشتریان متنوع روبرو هستند. بنابراین، انبارداری در این صنایع برای مدیریت و نگهداری موثر از مواد، مدیریت جریان کالا، و ارائه خدمات به مشتریان اساسی است (Amorim-Lopes et al.,2021). مهمترین نقش انبارداری در این شرکت‌ها مدیریت موجودی، ارائه خدمات سریع، بهره‌وری انبار و حفظ کیفیت محصولات است. انبارداری برای مدیریت موجودی محصولات اساسی است که شامل ذخیره سازی، ردیابی، و کنترل موجودی محصولات مختلف در انبارها می‌شود (Dixit et al.,2020). انبارداری برای فراهم آوردن محصولات به مشتریان در زمان مورد نیاز و به سرعت از اهمیت بالایی برخوردار است که شامل پردازش سفارشات، بسته‌بندی و ارسال محصولات به مقصدهای مختلف است. مدیریت بهره‌وری انبار از موارد مهم دیگری است که انبارداری در این شرکت‌ها برعهده دارد که شامل بهینه‌سازی استفاده از فضای انبار، کاهش زمان‌های تخلیه، و بهره‌وری در استفاده از نیروی انسانی و تجهیزات است (Muricho and Mogaka,2022). انبارداری برای حفظ کیفیت محصولات در طول دوره نگهداری از اهمیت بسزایی برخوردار است که شامل مواردی مانند کنترل دما، رطوبت، و شرایط محیطی دیگر است (Klumpp and Loske,2021). به طور کلی، انبارداری در شرکت‌های خرده‌فروشی برای ارتقاء کارایی عملیات، بهره‌وری، و رضایت مشتریان بسیار حیاتی است.

یکی از مفاهیم مهم در بحث انبارداری، ارزیابی عملکرد انبارها به خصوص در حوزه زنجیره تامین خرده‌فروشی است. با توجه به اهمیت زنجیره تامین خرده‌فروشی، بدون ارزیابی عملکرد، شرکت‌های خرده‌فروشی ممکن است با مشکلاتی مواجه شوند (Vatumalae et

[1] Statista

al.,2023). به عنوان مثال، یک شرکت خرده‌فروشی موجودی محصولات را نمی‌تواند به بهترین شکل مدیریت کند. این می‌تواند منجر به دو مشکل اساسی شود. اولاً، اگر محصولات به طور مداوم در دسترس نباشند، مشتریان ممکن است به دیگر فروشگاه‌ها رجوع کنند و از خدمات آن‌ها بهره‌مند شوند. دوماً، اگر محصولات زیادی در انبار باقی مانده و فروش کمتری صورت گیرد، شرکت ممکن است با ضایعات و زیان‌های مالی مواجه شود. با ارزیابی عملکرد، شرکت‌ها می‌توانند عیوب و نقاط ضعف خود را شناسایی کرده و برای رفع آن‌ها اقدامات مناسبی انجام دهند (Kembro and Norrman,2020).

بیشتر چالش‌های تصمیم‌گیری در دنیای واقعی نیازمند در نظر گرفتن همزمان چندین معیار و اهداف رقابتی هستند (Abdul Rahman et al.,2023). تصمیم‌گیری چندمعیاره[1](MCDM) با ساختاردهی و حل مسائلی مربوط به چندین معیار و اهداف متناقض سر و کار دارد. با افزایش تعداد انبارها در کشور، رقابت بین آن‌ها افزایش یافته است و هر انبار معیارهای ارزیابی دارد تا برتری خود را نسبت به دیگران اثبات کند (Barasin et al.,2024).

با توجه به اهمیت انبارداری، ارزیابی عملکرد انبارهای خرده‌فروشی ضروری است. این ارزیابی به مدیران کمک می‌کند تا نقاط قوت و ضعف انبار را شناسایی کرده و برای بهبود کیفیت خدمات، کاهش هزینه‌ها، افزایش بهره‌وری، و ارتقاء رضایت مشتریان اقدام کنند. همچنین، ارزیابی عملکرد به شرکت‌های خرده‌فروشی امکان رقابت بهتر در بازارهای پویا را می‌دهد و با استفاده از فناوری‌های نوین و بهینه‌سازی فرآیندها، موجب پیشرفت آن‌ها در مقایسه با رقبا می‌شود (Barasin et al.,2024). در نتیجه، ارزیابی عملکرد انبارهای خرده‌فروشی نه تنها به بهبود عملکرد داخلی شرکت‌ها کمک می‌کند بلکه به افزایش توان رقابتی و موفقیت در بازارها نیز کمک می‌نماید (Ding et al.,2022).

مرور ادبیات نشان می‌دهد اگرچه مطالعات قبلی به بررسی انبارداری در حوزه خرده فروشی پرداخته‌اند، اما تاکنون چارچوبی جامع با درنظر گرفتن معیارهای متعدد عملکردی برای ارزیابی عملکرد انبارهای خرده‌فروشی با رویکرد بهترین-بدترین فازی انجام نشده است. این مقاله به دنبال آن است که پاسخی برای این سوالات بیابد: معیارهای ارزیابی عملکرد انبارهای خرده‌فروشی کدام‌اند؟ و اهمیت این معیارها به چه ترتیبی است؟ هدف از طرح این سوالات، دستیابی به درکی روشن از عوامل مؤثر بر کارایی و بهره‌وری انبارهای خرده‌فروشی و ارائه‌ی اولویت‌بندی مؤثری برای بهبود عملکرد آن‌ها است.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

مبانی نظری و پیشینه پژوهش در دو بخش ارائه شده است.

مبانی نظری پژوهش

صنعت خرده فروشی

صنعت خرده‌فروشی یکی از مهم‌ترین و گسترده‌ترین صنایع در جهان است که به فروش مستقیم کالاها و خدمات به مصرف‌کنندگان نهایی می‌پردازد. این صنعت شامل طیف وسیعی از فروشگاه‌ها، شرکت‌ها و روش‌های فروش است که هدف اصلی آن‌ها برآورده کردن نیازهای روزمره مردم و تامین کالاها و خدمات متنوع است (Vatumalae et al.,2022). صنعت خرده‌فروشی به دلیل اهمیت بالای آن در تامین نیازهای روزمره مردم و حجم بالای معاملات، همواره از اهمیت بالایی برخوردار بوده و با پیشرفت تکنولوژی و تغییرات سبک زندگی، همچنان در حال تحول و رشد است (دوکوهکی[2] و همکاران، ۱۴۰۱).

[1] Multi-Criteria Decision Making
[2] Dokoohaki

عوامل موفقیت در خرده‌فروشی شامل تجربه مثبت مشتری، قیمت‌گذاری مناسب، تنوع محصولات و موقعیت مکانی مناسب است. ارائه خدمات باکیفیت و طراحی جذاب فروشگاه‌ها مشتریان را جذب می‌کند. همچنین، قیمت‌های رقابتی و تخفیف‌های ویژه باعث افزایش جذب مشتری می‌شوند. داشتن طیف گسترده‌ای از محصولات برای پاسخ‌گویی به نیازهای مختلف مشتریان و قرارگیری فروشگاه‌ها در مکان‌های پرتردد یا نزدیک به محل زندگی و کار آن‌ها، شانس موفقیت را بالا می‌برد (Vatumalae et al.,2023).

صنعت خرده‌فروشی با چالش‌هایی همچون رقابت شدید، تغییر رفتار مصرف‌کننده به خرید آنلاین، و هزینه‌های عملیاتی بالا روبه‌رو است. از سوی دیگر، فرصت‌هایی مانند استفاده از فناوری‌های نوین برای بهبود تجربه مشتری، ورود به بازارهای نوظهور، و تمرکز بر محصولات پایدار می‌توانند مزیت رقابتی و رشد را برای خرده‌فروشان فراهم کنند (دوکوهکی و همکاران، ۱۴۰۱).

انبارهای خرده‌فروشی بخش مهمی از زنجیره تامین این صنعت را تشکیل می‌دهند و نقش حیاتی در نگهداری و توزیع محصولات دارند (Tian et al..2021). این انبارها به گونه‌ای طراحی و مدیریت می‌شوند که بتوانند محصولات غذایی را با حفظ کیفیت و ایمنی به فروشگاه‌ها و مشتریان نهایی عرضه کنند (Ramirez-Malule et al.,2021).

فناوری در انبارهای خرده‌فروشی نقش مهمی ایفا می‌کند و شامل اتوماسیون، اینترنت اشیا و تحلیل داده‌ها می‌شود. اتوماسیون و رباتیک با استفاده از ربات‌ها و سیستم‌های حمل‌ونقل خودکار، کارایی انبار را بهبود می‌بخشند و خطاها را کاهش می‌دهند. اینترنت اشیا نیز با حسگرهای متصل به اینترنت، شرایط محیطی انبار، مانند دما و رطوبت را کنترل کرده و هشدارهای لازم را برای جلوگیری از فساد محصولات ارائه می‌دهد. همچنین، داده‌کاوی و تحلیل داده‌ها به پیش‌بینی تقاضا، مدیریت موجودی و بهینه‌سازی عملیات انبار کمک می‌کنند و با تحلیل الگوهای مصرف، برنامه‌ریزی تامین کالا را بهبود می‌دهند (Ramirez-Malule et al.,2021).

ارزیابی عملکرد

ارزیابی عملکرد سازمانی فرآیندی است که به سنجش و تحلیل عملکرد کلی یک سازمان می‌پردازد. این فرآیند شامل بررسی میزان دستیابی به اهداف استراتژیک، کارایی فرآیندها، بهره‌وری منابع و رضایت مشتریان است (Bajec et al.,2020). ارزیابی عملکرد سازمانی به مدیران کمک می‌کند تا نقاط قوت و ضعف سازمان را شناسایی کرده و راهکارهایی برای بهبود عملکرد و افزایش بهره‌وری ارائه دهند (Faveto et al.,2021). ارزیابی عملکرد سازمانی به معنی اندازه‌گیری و تحلیل عملکرد یک سازمان در ابعاد مختلف از جمله مالی، عملیاتی، رضایت مشتری و توسعه منابع انسانی است. این فرآیند به منظور اطمینان از حرکت سازمان به سمت اهداف استراتژیک و بهبود مداوم انجام می‌شود (Salhieh and Alswaer,2022).

ارزیابی عملکرد انبارهای خرده‌فروشی فرآیندی است که به سنجش و تحلیل کارایی و اثربخشی این انبارها در نگهداری، مدیریت و توزیع محصولات مختلف می‌پردازد. این ارزیابی به شناسایی نقاط قوت و ضعف، بهبود فرآیندها، کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری کمک می‌کند (Vatumalae et al.,2022). ارزیابی انبارهای خرده‌فروشی در دنیای امروز اهمیت بسیاری دارد و این اهمیت ناشی از تغییرات سریع در بازار، افزایش رقابت، نیاز به بهبود مستمر فرآیندها و انتظارات بالای مشتریان است (Polim and Lestari,2023).

پیشینه پژوهش

به منظور شناسایی معیارهای ارزیابی عملکرد انبارهای خرده فروشی، مرور ادبیات تحقیق انجام شده است.خلاصه این پژوهش‌ها در جدول ۱ و معیارهای شناسایی شده در جدول ۲ قابل رویت هستند. این معیارها بعدا براساس نظر خبرگان برای مورد مطالعه تحقیق بومی‌سازی شده و سپس با استفاده از روش بهترین‌بدترین فازی اولویت‌بندی می‌شوند و چارچوب جامعی به منظور ارزیابی عملکرد انبارهای شرکت‌های خرده‌فروشی ارائه می‌گردد.

جدول ۱

خلاصه‌ای از مطالعات مختلف در زمینه ارزیابی عملکرد انبارهای خرده‌فروشی

نویسنده/نویسندگان	خلاصه پژوهش
ولایت‌زاده[1] (۱۳۹۶)	این تحقیق بر روی ارزیابی عوامل مؤثر بر بهبود عملکرد مدیریت زنجیره تأمین در صنایع غذایی با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) انجام شده است. در این مطالعه، معیارهای اصلی شامل مدیریت اطلاعات، مدیریت لجستیک و مدیریت روابط شناسایی و اولویت‌بندی شدند.
میرنژاد[2] و همکاران (۱۳۹۸)	این مطالعه در زمینه طراحی مدل ارزیابی عملکرد برای ارزیابی‌شونده‌های سلسله‌مراتبی با شاخص‌های موزون در دپارتمان‌های هایپرمارکت انجام شده است. این تحقیق از مدل تلفیقی تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی عملکرد بخش‌های مختلف هایپرمارکت استفاده کرده است.
طهماسبی[3] و همکاران (۱۳۹۸)	در این تحقیق ارزشیابی عملکرد انبارهای مرکزی بیمارستان‌های دانشگاه علوم پزشکی تهران با استفاده از چک‌لیست طراحی‌شده انجام شده است. در این مطالعه وضعیت عملکرد انبارها از ابعاد ساختاری، فرآیندی و پیامدی ارزیابی و نواقص آن شناسایی شد.
رحمتی[4] و رمضانی[5] (۱۴۰۰)	این پژوهش به چارچوب ارزیابی سیستم مدیریت موجودی و انبار قطعات یدکی (MRO-iREAM) است که به شناسایی ابعاد و شاخص‌های ارزیابی برای بهبود عملکرد انبار قطعات یدکی پرداخته است. همچنین نقشه راهی برای بهبود عملکرد انبار ارائه شده است.
قاسمی[6] و همکاران (۱۴۰۲)	تحقیق بهبود مدل تخصیص سفارش موجودی مدیریت‌شده توسط تأمین‌کننده مبتنی بر فناوری بلاکچین است. این تحقیق چارچوب بلاک‌چین برای هماهنگی تأمین‌کنندگان و مشتریان و مدل ریاضی برای مدیریت موجودی در سیستم‌های متمرکز و غیرمتمرکز ارائه داده است.
باجک[7] و همکاران (۲۰۲۰)	چارچوبی برای سنجش عملکرد اجتماعی و زیست‌محیطی انبارها ارائه شده است که به اندازه‌گیری عملکرد محیطی و اجتماعی در زنجیره تأمین پرداخته و از روش فازی دلفی و بهترین-بدترین فازی استفاده کرده است.
گافنر[8] و همکاران (۲۰۲۱)	از تحلیل پوشش داده‌ها (DEA) برای ارزیابی کارآیی انبارهای خرده‌فروشی مواد غذایی استفاده کرده‌اند و مدل‌هایی برای اندازه‌گیری کارآیی در زنجیره‌های تأمین مواد غذایی ارائه داده‌اند.
بویسان[9] و همکاران (۲۰۲۱)	بر نیازهای انبارهای سنتی (غیر آنلاین) تمرکز کرده‌اند و الزامات خاص انبارهایی که به فروشگاه‌های آفلاین خدمات می‌دهند را بررسی کرده‌اند.
فاوتو[10] و همکاران (۲۰۲۱)	چارچوبی برای ارزیابی شاخص‌های کلیدی عملکرد سیستم‌های انبارداری خودکار معرفی کرده‌اند که به ارزیابی عملکرد انبارهای خودکار کمک می‌کند.
مارکز[11] و همکاران (۲۰۲۲)	از رویکرد ناب برای بهبود عملکرد عملیاتی انبارهای خرده‌فروشی استفاده کرده‌اند و با بازطراحی فرآیندهای تکمیل مجدد موجودی و استفاده از کارت‌های کانبان به بهبود کارایی پرداخته‌اند.
واتومالایی[12] و همکاران (۲۰۲۲)	دقت موجودی و سیستم‌های مدیریت انبار را در هایپرمارکت‌های خرده‌فروشی مالزی بررسی کرده‌اند و به استفاده از سیستم‌های مدیریت انبار برای بهبود دقت موجودی و ردیابی آن تأکید کرده‌اند.
صالحیه[13] و الوایر[14] (۲۰۲۲)	مدل بلوغ پیشنهادی برای ارتقای عملکرد انبارها را ارائه داده‌اند که شامل شش مرحله است و به عنوان معیار جامعی برای بهبود عملیات انبارها استفاده می‌شود.

[1] Velayatzadeh
[2] Mirnejad
[3] Tahmasebi
[4] Rahmati
[5] Ramezani
[6] Ghasemi
[7] Bajec
[8] Gafner
[9] Boysen
[10] Faveto
[11] Marques
[12] Vatumalae
[13] Salhie
[14] Alswaer

واتومالایی[1] و همکاران (۲۰۲۳)	تحقیق کیفی درباره عواملی که بر عملکرد عملیات انبارهای هایپرمارکت‌های خرده‌فروشی در مالزی تأثیر می‌گذارند، انجام داده‌اند. به اهمیت سرمایه انسانی و فناوری اطلاعات تأکید کرده‌اند.
پولیم[2] و لستاری[3] (۲۰۲۳)	پیشنهاد دو گزینه با استفاده از فناوری ردیابی (کد QR و RFID) برای بهبود سیستم‌های مدیریت انبار شرکت‌های خرده‌فروشی که با مشکل اختلافات موجودی مواجه هستند، ارائه داده‌اند.
باراسین[4] و همکاران (۲۰۲۴)	از روش بهترین-بدترین گروهی و RATMI برای ارزیابی عملکرد انبارهای خرده‌فروشی استفاده کرده‌اند. این رویکرد به وزن‌دهی معیارها و رتبه‌بندی انبارها بر اساس شاخص ردیابی به میانه پرداخته است.

جدول ۲

معیارهای ارزیابی عملکرد انبارهای خرده‌فروشی

معیار	زیرمعیار	توصیف	مراجع
دریافت	زمان دریافت	میانگین زمان برای تخلیه یک کامیون و جابجایی کالاها و پالت‌ها به مکان‌های مشخص شده انبار	واتومالایی و همکاران (۲۰۲۰)؛ باراسین و همکاران (۲۰۲۴)
	بهره‌وری دریافت	تعداد پالت‌های دریافتی و پردازش شده در هر ساعت کاری. تعداد واحدهای فردی (جعبه‌ها و بسته‌ها) دریافتی و پردازش شده در هر ساعت کاری، RFID.	رامیرز-مالوله و همکاران (۲۰۲۱)؛ باراسین و همکاران (۲۰۲۴)؛ پولیم و لستاری (۲۰۲۳)
	کیفیت دریافت	درصد کالاهای دریافتی که با سفارش خرید از نظر تعداد و نوع مطابقت دارد.	قوتا و چافیک (۲۰۲۲)؛ باراسین و همکاران (۲۰۲۴)
	امنیت	تعداد کل ساعاتی که کارمندان به دلیل زخم‌ها یا بیماری‌های مرتبط با کار قادر به کار نیستند. درصد حوادث محیط کاری که منجر به زخم یا بیماری شده و نیاز به درمان پزشکی فراتر از ابتدایی داشته‌اند.	واتومالایی و همکاران (۲۰۲۰)؛ باراسین و همکاران (۲۰۲۴)
انتقال	زمان انتقال	میانگین زمانی که برای جابجایی کالاها از محل دریافت به مکان‌های ذخیره‌سازی مشخص شده آن‌ها طول می‌کشد.	فیلیس (۲۰۲۱)؛ باراسین و همکاران (۲۰۲۴)؛ بویسان و همکاران (۲۰۲۱)
	بهره‌وری کارگر	درصد زمانی که کارگران صرفاً در کار جابجایی کالاها هستند در مقایسه با سایر زمان‌های کاری.	رامیرز-مالوله و همکاران (۲۰۲۱)؛ باراسین و همکاران (۲۰۲۴)
	کیفیت انتقال	درصد کالاهایی که در تکرار اول به مکان‌های درست ذخیره رسیده‌اند.	قوتا و چافیک (۲۰۲۲)؛ باراسین و همکاران (۲۰۲۴)
ذخیره‌سازی و انبارش	بهره‌وری عملیات موجودی	تعداد جابجایی‌های پالت (ورودی/خروجی) در هر ساعت کاری.	واتومالایی و همکاران (۲۰۲۰)؛ باراسین و همکاران (۲۰۲۴)
	هزینه کمبود موجودی	هزینه ماهانه نگهداری موجودی در انبار، شامل اجاره، خدمات عمومی، بیمه و غیره.	فیلیس (۲۰۲۱)؛ صالحیه و الوایر (۲۰۲۲)
	دقت موجودی	درصد فضای ذخیره‌سازی موجودی کنونی که توسط کالاها اشغال شده است، درصد سوابق موجودی که با موارد موجود در انبار همخوانی دارد، استفاده از فناوری بلاکچین.	صالحیه و الوایر (۲۰۲۲)؛ فاوتو و همکاران (۲۰۲۱)؛ قاسمی و همکاران (۱۴۰۲)
	نرخ حوادث	تعداد حوادث ثبت‌شده مرتبط با کار در طول یک سال. حوادث قابل ثبت شامل موارد مرگ و میر و بیماری‌هایی که درمان پزشکی می‌طلبند.	باراسین و همکاران (۲۰۲۴)؛ بویسان و همکاران (۲۰۲۱)
	خرابی تجهیزات	کل زمانی که تجهیزات انبار به دلیل خرابی یا نگهداری در دسترس نیستند.	رامیرز-مالوله و همکاران (۲۰۲۱)؛ باراسین و همکاران (۲۰۲۴)
برداشت	زمان برداشت	میانگین زمانی که برای انتخاب و آماده‌سازی همه موارد مرتبط با یک سفارش طول می‌کشد.	فیلیس (۲۰۲۱)؛ باراسین و همکاران (۲۰۲۴)

[1] Vatumalae
[2] Polim
[3] Lestari
[4] Barasin

	بهره‌وری برداشت	تعداد سفارش‌های آماده‌سازی شده در هر ساعت کاری، RFID.	باراسین و همکاران (۲۰۲۴)؛ پولیم و لستاری (۲۰۲۳)
	کیفیت برداشت	درصد سفارش‌هایی که با همه موارد صحیح و کامل انتخاب شده‌اند.	فیلیس (۲۰۲۱)؛ باراسین و همکاران (۲۰۲۴)
بسته‌بندی و حمل و نقل	زمان حمل و نقل	میانگین زمانی که برای بسته‌بندی و حمل سفارش‌ها پس از انتخاب آن‌ها طول می‌کشد، زمانی که از ثبت سفارش تا تحویل آن به مشتری طول می‌کشد.	واتومالایی و همکاران (۲۰۲۰)؛ فاوتو و همکاران (۲۰۲۱)
	بهره‌وری حمل و نقل	تعداد سفارش‌های حمل شده در هر ساعت کاری، RFID.	باراسین و همکاران (۲۰۲۴)؛ پولیم و لستاری (۲۰۲۳)
	هزینه حمل و نقل	هزینه ماهیانه حمل و نقل کالاها به مشتریان، هزینه ماهانه نگهداری تجهیزات و زیرساخت‌های انبار.	واتومالایی و همکاران (۲۰۲۲)؛ بویسان و همکاران (۲۰۲۱)
	دقت ارسال بار	درصد سفارش‌های حمل شده که همه موارد آن‌ها صحیح و کامل است، درصد سفارش‌هایی که در مدت زمان معین اعلام شده تحویل داده شده‌اند.	فیلیس (۲۰۲۱)؛ باراسین و همکاران (۲۰۲۴)
	رعایت استانداردها	میزان انطباق با استانداردهای بهداشتی و ایمنی مواد غذایی	ولایت زاده (۱۳۹۶)؛ باجک و همکاران (۲۰۲۰)

روش شناسی پژوهش

جامعه و نمونه آماری پژوهش

جامعه آماری این پژوهش خبرگان صنعت خرده‌فروشی می‌باشد. با توجه به ماهیت روش تصمیم‌گیری چندمعیاره، تعداد ۱۰ نفر از خبرگان صنعت خرده‌فروشی با تمرکز بر تخصص مدیریت انبار خرده فروشی به منظور پاسخگویی به پرسشنامه مقایسات زوجی انتخاب شدند. مشخصات توصیفی خبرگان نمونه آماری در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳

مشخصات توصیفی خبرگان

ردیف	سمت شغلی	تحصیلات	سن	جنسیت
۱	مدیر شعبه	کارشناسی	۴۳	مرد
۲	مدیر شرکت پخش	کارشناسی ارشد	۴۳	مرد
۳	مدیر شعبه	کارشناسی	۳۹	زن
۴	مدیر انبار مرکزی	کارشناسی	۵۳	مرد
۵	مدیر شعبه	کارشناسی ارشد	۴۰	مرد
۶	مدیر منطقه	دکتری	۳۷	زن
۷	مدیر شرکت پخش	کارشناسی	۵۱	مرد
۸	مدیر شرکت پخش	کارشناسی ارشد	۳۵	مرد
۹	مدیر شعبه	کارشناسی ارشد	۴۹	مرد
۱۰	مدیر تدارکات	کارشناسی	۵۰	مرد

دلفی فازی

روش دلفی با هدف دستیابی به اجماع میان متخصصان در مورد یک موضوع خاص طراحی شده است. این روش با استفاده از چندین دور پرسشنامه ناشناس، داده‌ها را از گروهی از کارشناسانی که دانش و تجربه حرفه‌ای در یک حوزه مشخص دارند، جمع‌آوری می‌کند. با این حال، روش سنتی دلفی دارای نقاط ضعف آشکاری مانند ابهام، زمان‌بر بودن و نیاز به تحقیقات گسترده برای رسیدن به اجماع است. علاوه بر این، این روش ممکن است منجر به جمع‌آوری داده‌های نادرست و ناکافی شود و به قضاوت‌های سلیقه‌ای خبرگان وابسته باشد (Naghipour et al.,2024).

برای غلبه بر این محدودیت‌ها، روش دلفی فازی با ترکیب نظریه فازی و روش دلفی توسعه داده شده است. این روش به عنوان یک رویکرد تصمیم‌گیری گروهی، از ویژگی‌هایی همچون ناشناس بودن، دستیابی به اجماع، کنترل بازخورد و ادغام پاسخ‌ها تحت اولویت‌های زبانی برخوردار است. روش دلفی فازی ضمن کاهش تکرارهای زائد و تعیین شفاف اولویت‌ها، این امکان را به خبرگان می‌دهد تا نظرات خود را به‌طور مستمر بیان کنند. علاوه بر این، کارایی و اثربخشی بیشتری در مدیریت پرسش‌نامه‌ها دارد و نیاز به تعداد زیادی از خبرگان ندارد؛ به طوری که کیفیت تصمیم‌گیری به‌طور مستقیم به تعداد آنان وابسته نیست. به‌منظور حصول دقت بیشتر، انتخاب خبرگان از مجموعه‌ای جامع از دانش و تجربه که تمام ابعاد مسئله را پوشش دهد، بسیار حائز اهمیت است (Al-Rikabi and Montazer,2024).

مراحل اجرای روش دلفی فازی به‌صورت زیر است (Rejeb et al.,2022):

گام ۱. در اولین مرحله، با مرور ادبیات علمی موجود در زمینه ارزیابی عملکرد انبارهای خرده‌فروشی، معیارهای مرتبط شناسایی و جمع‌آوری می‌شوند.

گام ۲. معیارهای شناسایی‌شده در گام قبل از طریق پرسشنامه دلفی فازی مورد بررسی قرار می‌گیرند تا ارتباط و همخوانی آن‌ها با ارزیابی عملکرد انبارهای خرده‌فروشی در ایران مشخص شود. در این گام، از عبارات کلامی مطابق جدول ۴ برای بیان اهمیت هر معیار استفاده شده است. در این پژوهش از اعداد فازی مثلثی استفاده شده است، زیرا این اعداد از نظر بسیاری از پژوهشگران هم فهم آسانی دارند و هم کاربرد وسیعی یافته‌اند. عدد فازی به شکل F=(l, m, u) نشان داده می‌شود که در آن، l کمترین مقدار ممکن، u بیشترین مقدار ممکن و m محتمل‌ترین مقدار است که عدد فازی F می‌تواند به خود بگیرد.

جدول ۴

اعداد فازی مثلثی طیف لیکرت ۵ درجه‌ای

متغیر کلامی	عدد فازی		
	u	m	l
خیلی کم-VL	۰/۲۵	۰	۰
کم-L	۰/۵	۰/۲۵	۰
متوسط-M	۰/۷۵	۰/۵	۰/۲۵
زیاد-H	۱	۰/۷۵	۰/۵
خیلی زیاد-VH	۱	۱	۰/۷۵

گام ۳. تعیین معیارهای نهایی برای ارزیابی عملکرد انبارهای خرده‌فروشی. در این مرحله، وزن هر معیار محاسبه و با یک مقدار آستانه مقایسه می‌شود. معیارهایی که وزن آن‌ها از مقدار آستانه بیشتر باشد، به عنوان معیارهای نهایی پذیرفته می‌شوند. وزن هر معیار از طریق روابط ۱ و ۲ محاسبه می‌شود:

$$\tilde{a}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}) \; for \; i = 1 \dots n; j = 1 \dots m \qquad (۱)$$

$$\tilde{\tau}_j = (l_j, m_j, u_j) = \left(min\{l_{ij}\}, \left(\prod_{i=1}^{n} m_{ij} \right)^{\frac{1}{n}}, max\{u_{ij}\} \right) \qquad (۲)$$

که در این روابط i نمایانگر هر یک از خبرگان و n تعداد کل خبرگان، j معیاری خاص و m تعداد کل معیارها، $\tilde{a}$ ارزش فازی هر معیار توسط خبره و $\tilde{\tau}$ میانگین ارزش فازی هر معیار می‌باشد. سپس، برای دی‌فازی‌سازی میانگین فازی معیارها از روش مرکز ثقل استفاده می‌شود که در رابطه ۳ نشان داده شده است:

$$crisp\ value = \frac{l+m+u}{3} \qquad (۳)$$

اگر مقدار دی‌فازی‌شده از مقدار آستانه بیشتر باشد، معیار پذیرفته می‌شود؛ در غیر این صورت، معیار رد می‌شود. مقدار آستانه ممکن است به روش‌های مختلفی محاسبه شود و بسته به نظر پژوهشگر و خبرگان متغیر باشد که در این پژوهش ۰/۷ انتخاب شده است.

بهترین-بدترین فازی

روش بهترین-بدترین[1] یکی از تکنیک‌های تصمیم گیری چند معیاره است. در این روش هم بهترین و هم بدترین معیار انتخاب می‌شوند و بقیه معیارها در مقایسه‌های زوجی با آن‌ها مقایسه می‌شوند. سپس برای بدست آوردن وزن معیارها یک مسئله حداکثر-حداقل فرموله و حل می‌شود (Rezaei,2015). گو و ژائو[2] (۲۰۱۷) روش بهترین-بدترین مدل فازی برای غلبه بر چالش‌های ناشی از عدم قطعیت‌ها، افزایش دقت و انعطاف در فرآیند تصمیم‌گیری چند معیاره و کاهش پیچیدگی‌های محاسباتی را ارائه دادند. این ترکیب به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا قضاوت‌های خود را به شکلی طبیعی‌تر و با دقت بیشتری در محیط‌های تصمیم‌گیری پیچیده اعمال کنند.

گام‌های این روش به صورت زیر می‌باشد (Guo and Zhao,2017):

گام ۱. شناسایی معیارهای ارزیابی. هر معیار نمایانگر جنبه‌ای از عملکرد یا ویژگی‌های گزینه‌های مورد بررسی است و می‌تواند سطح موفقیت یا تأثیر هر گزینه را منعکس کند.

گام ۲. شناسایی مهم‌ترین و کم‌اهمیت‌ترین معیار. در این مرحله، با توجه به سیستم معیارهای تصمیم‌گیری که قبلاً تعریف شده است، تصمیم‌گیرندگان باید مهم‌ترین معیار و کم‌اهمیت‌ترین معیار را مشخص کنند. مهم‌ترین معیار با c_B و کم‌اهمیت‌ترین معیار با c_W نشان داده می‌شود.

گام ۳. اجرای مقایسه مرجع فازی برای معیار بهترین. در روش بهترین-بدترین فازی، مقایسه مرجع فازی اهمیت بالایی دارد و شامل دو بخش است: مقایسه زوجی $\tilde{a}_{ij}$ زمانی که i بهترین معیار c_B است و مقایسه زوجی $\tilde{a}_{ij}$ در صورتی که j بدترین معیار c_W است. در این گام، بخش اول انجام می‌شود. با استفاده از اصطلاحات زبانی ارائه‌شده در جدول ۵، ترجیحات فازی برای بهترین معیار نسبت به سایر معیارها

[1] Best-Worst
[2] Guo and Zhao

تعیین می‌شود. این ترجیحات سپس با استفاده از قوانین تبدیل به اعداد فازی سه‌گانه تبدیل می‌شوند.رابطه ۴ بردار فازی ترجیحات بهترین معیار نسبت به دیگر معیارها را نشان می‌دهد:

$$\tilde{A}_B = (\tilde{a}_{B1}, \tilde{a}_{B2}, \cdots, \tilde{a}_{Bn}) \quad (۴)$$

که در رابطه ۴، $\tilde{A}_B$ نمایانگر مقایسه فازی بهترین معیار c_B نسبت به معیار c_j است. واضح می‌باشد که مقدار $\tilde{a}_{BB} = (1,1,1)$ در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۵

متغیرهای زبانی و شاخص سازگاری برای روش بهترین-بدترین فازی

متغیر زبانی	اهمیت یکسان EI	اهمیت کم WI	اهمیت نسبی FI	اهمیت زیاد VI	اهمیت خیلی زیاد AI
$\tilde{a}_{BW}$	(۱، ۱، ۱)	(۰/۶۷، ۱، ۱/۵)	(۱/۵، ۲، ۲/۵)	(۲/۵، ۳، ۳/۵)	(۳/۵، ۴، ۴/۵)
CI	۳	۳/۸۰	۵/۲۹	۶/۶۹	۸/۰۴

گام ۴. اجرای مقایسه مرجع فازی برای معیار بدترین. رابطه ۵ بردار فازی ترجیحات سایر معیارها بر بدترین معیار را نشان می‌دهد:

$$\tilde{A}_W = (\tilde{a}_{1W}, \tilde{a}_{2W}, \cdots, \tilde{a}_{nW}) \quad (۵)$$

که در رابطه ۵، $\tilde{A}_W$ نمایانگر مقایسه فازی معیار c_j نسبت به بدترین معیار c_W است. واضح می‌باشد که مقدار $\tilde{a}_{WW} = (۱,۱,۱)$ در نظر گرفته می‌شود.

گام ۵. تعیین وزن‌های بهینه فازی $(\tilde{w}_1^*, \tilde{w}_2^*, \cdots, \tilde{w}_n^*)$.

با حل مدل ۶ وزن‌های معیار بدست می‌آید:

$$\min \tilde{\xi}^*$$

$$s.t \begin{cases} \left| \frac{(l_B^w, m_B^w, u_B^w)}{(l_j^w, m_j^w, u_j^w)} - (l_{Bj}, m_{Bj}, u_{Bj}) \right| \leq (k^*, k^*, k^*) \\ \left| \frac{(l_j^w, m_j^w, u_j^w)}{(l_W^w, m_W^w, u_W^w)} - (l_{jW}, m_{jW}, u_{jW}) \right| \leq (k^*, k^*, k^*) \\ \sum_{j=1}^{n} R(\tilde{w}_j) = 1 \\ l_j^w \leq m_j^w \leq u_j^w \\ l_j^w \geq 0 \\ j = 1,2, \cdots, n \end{cases} \quad (۶)$$

که در این مدل k^* ،$\tilde{\xi}^* = (k^*, k^*, k^*)$ و $R(\tilde{w}_j)$ مقدار فازی زدایی شده $\tilde{w}_j$ می‌باشد که از رابطه ۷ بدست می‌آید:

$$R(\tilde{w}_j) = \frac{l_j + 4m_j + u_j}{6} \quad (۷)$$

نرخ سازگاری در روش بهترین-بدترین فازی توسط رابطه ۸ بدست می‌آید:

$$CR = \frac{k^*}{CI} \qquad (۸)$$

که در این رابطه k^* از حل مدل ۶ و CI (شاخص سازگاری) از جدول ۵ بدست می‌آید. هرچه نرخ سازگاری نزدیک تر به صفر باشد مدل سازگارتر می‌باشد (Rezaei,2016). گرچه معیار مشخصی برای نرخ سازگاری در نظر گرفته نشده است اما در این پژوهش مقادیر کمتر از ۰/۱ قابل قبول خواهند بود.

یافته‌ها

پس از شناسایی معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان با استناد به تحقیقات پیشین (جدول ۲)، پرسشنامه‌ای برای ارزیابی این معیارها توسط خبرگان با استفاده از روش دلفی فازی طراحی شد. برای اجرای دلفی فازی، حداقل ۵ نفر خبره نیاز است و تعداد بین ۵ تا ۲۰ نفر کفایت می‌کند؛ البته در صورت امکان، استفاده از تعداد بیشتری از خبرگان توصیه می‌شود (Danacı and Yıldırım,2023). این پرسشنامه در میان ۱۰ نفر از خبرگان حوزه خرده‌فروشی، با تمرکز بر مدیریت انبار خرده‌فروشی و با توجه به مشخصات جدول ۳، توزیع و پاسخ‌ها جمع‌آوری شد. پس از دو مرحله، به دلیل آنکه اختلاف مقدار دی‌فازی معیارها در دو مرحله کمتر از ۰.۲ بود، ارسال پرسشنامه متوقف شد (Naghipour et al.,2024). با در نظر گرفتن مقدار آستانه که ۰.۷ است، از میان ۲۰ معیار اولیه، ۱۹ معیار به تأیید خبرگان رسید و در جدول ۶ نمایش داده شده است.

جدول ۶

نتایج دلفی فازی

معیار اصلی	زیر معیار	مقدار فازی			میانگین دی‌فازی
		L	M	U	
دریافت	زمان دریافت	۰/۵	۰/۹۴۴	۱	۰/۸۴۷.
	بهره‌وری دریافت	۰/۵	۰/۸۴۱	۱	۰/۷۹۶
	کیفیت دریافت	۰/۲۵	۰/۶۳۰	۱	۰/۶۲۸
	امنیت	۰/۲۵	۰/۸۴۱	۱	۰/۷۳۳
انتقال	زمان انتقال	۰/۲۵	۰/۹۱۷	۱	۰/۷۷۱
	بهره‌وری کارگر	۰/۲۵	۰/۸۸۱	۱	۰/۷۵۳
	کیفیت انتقال	۰/۲۵	۰/۷۸۵	۱	۰/۷۰۵
ذخیره‌سازی و انبارش	بهره‌وری عملیات موجودی	۰/۲۵	۰/۸۲۲	۱	۰/۷۲۳
	هزینه کمبود موجودی	۰/۲۵	۰/۷۹۴	۱	۰/۷۱۰
	دقت موجودی	۰/۵	۰/۹۷۲	۱	۰/۸۶۱
	نرخ حوادث	۰/۲۵	۰/۸۴۶	۱	۰/۷۳۵
	خرابی تجهیزات	۰/۲۵	۰/۷۸۵	۱	۰/۷۰۵
برداشت	زمان برداشت	۰/۵	۰/۸۶۶	۱	۰/۸۰۸

	بهره‌وری برداشت	۰/۵	۰/۸۹۱	۱	۰/۸۲۱
	کیفیت برداشت	۰/۵	۰/۹۱۷	۱	۰/۸۳۴
بسته‌بندی و حمل و نقل	زمان حمل و نقل	۰/۵	۰/۸۱۸	۱	۰/۷۸۴
	بهره‌وری حمل و نقل	۰/۲۵	۰/۹۷۲	۱	۰/۷۹۸
	هزینه حمل و نقل	۰/۲۵	۰/۹۰۷	۱	۰/۷۶۶
	دقت ارسال بار	۰/۵	۰/۹۴۴	۱	۰/۸۴۷
	رعایت استانداردها	۰/۲۵	۰/۸۸۱	۱	۰/۷۵۳

پس از حذف معیارهای تایید شده معیارهای نهایی در جدول ۷ نشان داده شده است.

جدول ۷

معیارها و زیرمعیارهای نهایی ارزیابی عملکرد انبارهای خرده‌فروشی

معیار اصلی	نماد معیار	زیر معیار	نماد زیر معیار
دریافت	C۱	زمان دریافت	C۱۱
		بهره‌وری دریافت	C۱۲
		امنیت	C۱۳
انتقال	C۲	زمان انتقال	C۲۱
		بهره‌وری کارگر	C۲۲
		کیفیت انتقال	C۲۳
ذخیره‌سازی و انبارش	C۳	بهره‌وری عملیات موجودی	C۳۱
		هزینه کمبود موجودی	C۳۲
		دقت موجودی	C۳۳
		نرخ حوادث	C۳۴
		خرابی تجهیزات	C۳۵
برداشت	C۴	زمان برداشت	C۴۱
		بهره‌وری برداشت	C۴۲
		کیفیت برداشت	C۴۳
بسته‌بندی و حمل و نقل	C۵	زمان حمل و نقل	C۵۱
		بهره‌وری حمل و نقل	C۵۲
		هزینه حمل و نقل	C۵۳
		دقت ارسال بار	C۵۴
		رعایت استانداردها	C۵۵

به منظور وزن دهی به معیار از کارشناس‌های ۲،۵و۶ از جدول ۳ خواسته شد تا با استفاده از روش بهترین-بدترین فازی ترتیب اولویت‌های هر معیار را مشخص کنند. برای بدست آوردن وزن معیار نیاز می‌باشد که ۶ مدل حل شود:

مدل ۱. شناسایی وزن‌های محلی C1، C2، C3، C4 و C5.

مدل ۲. شناسایی وزن‌های محلی در C1،

مدل ۳. شناسایی وزن‌های محلی در C2،

مدل ۴. شناسایی وزن‌های محلی در C3،

مدل ۵. شناسایی وزن‌های محلی در C4.

مدل ۶. شناسایی وزن‌های محلی در C5.

به منظور حل مدل ۱، مقایسات انجام شده توسط خبره شماره ۲ در جدول ۸ نمایش داده شده است.

جدول ۸

میزان ارجحیت معیارهای ارزیابی عملکرد انبارهای خرده‌فروشی توسط خبره شماره ۲

بهترین معیار	بدترین معیار	معیارهای ارزیابی عملکرد انبارهای خرده فروشی				
		C۱	C۲	C۳	C۴	C۵
C۲		AI	EI	WI	FI	VI
	C۱	EI	AI	VI	VI	WI

مدل مربوط به مقایسات خبره شماره ۲ در رابطه ۹ نشان داده شده است:

$$
\begin{aligned}
&\min k^* \\
&l_2 - 3.5 * u_1 \le k * u_1; l_2 - 3.5 * u_1 \ge -k * u_1; \\
&m_2 - 4 * m_1 \le k * m_1; m_2 - 4 * m_1 \ge -k * m_1; \\
&u_2 - 4.5 * l_1 \le k * l_1; u_2 - 4.5 * l_1 \ge -k * l_1; \\
&l_2 - 0.67 * u_3 \le k * u_3; l_2 - 0.67 * u_3 \ge -k * u_3; \\
&m_2 - 1 * m_3 \le k * m_3; m_2 - 1 * m_3 \ge -k * m_3; \\
&u_2 - 1.5 * l_3 \le k * l_3; u_2 - 1.5 * l_3 \ge -k * l_3; \\
&l_2 - 1.5 * u_4 \le k * u_4; l_2 - 1.5 * u_4 \ge -k * u_4; \\
&m_2 - 2 * m_4 \le k * m_4; m_2 - 2 * m_4 \ge -k * m_4; \\
&u_2 - 2.5 * l_4 \le k * l_4; u_2 - 2.5 * l_4 \ge -k * l_4; \\
&l_2 - 2.5 * u_5 \le k * u_5; l_2 - 2.5 * u_5 \ge -k * u_5; \\
&m_2 - 3 * m_5 \le k * m_5; m_2 - 3 * m_5 \ge -k * m_5; \\
&u_2 - 3.5 * l_5 \le k * l_1; u_2 - 3.5 * l_1 \ge -k * l_1; \\
&l_3 - 2.5 * u_1 \le k * u_1; l_1 - 2.5 * u_1 \ge -k * u_1; \\
&m_3 - 3 * m_1 \le k * m_1; m_1 - 3 * m_1 \ge -k * m_1; \\
&u_3 - 3.5 * l_1 \le k * l_1; u_1 - 3.5 * l_1 \ge -k * l_1; \\
&l_4 - 2.5 * u_1 \le k * u_1; l_1 - 2.5 * u_1 \ge -k * u_1; \\
&m_4 - 3 * m_1 \le k * m_1; m_1 - 3 * m_1 \ge -k * m_1; \\
&u_4 - 3.5 * u_1 \le k * u_1; l_1 - 3.5 * u_1 \ge -k * u_1; \\
&l_5 - 0.67 * u_1 \le k * u_1; l_1 - 0.67 * u_1 \ge -k * u_1; \\
&m_5 - 1 * m_1 \le k * m_1; m_1 - 1 * m_1 \ge -k * m_1; \\
&u_5 - 1.5 * u_1 \le k * u_1; l_1 - 1.5 * u_1 \ge -k * u_1; \\
&\frac{1}{6} * l_1 + \frac{1}{6} * 4 * m_1 + \frac{1}{6} * u_1 + \frac{1}{6} * l_2 + \frac{1}{6} * 4 * m_2 + \frac{1}{6} * u_2 \\
&+ \frac{1}{6} * l_3 + \frac{1}{6} * 4 * m_3 + \frac{1}{6} * u_3 + \frac{1}{6} * l_4 + \frac{1}{6} * 4 * m_4 \\
&+ \frac{1}{6} * u_4 + \frac{1}{6} * l_5 + \frac{1}{6} * 4 * m_5 + \frac{1}{6} * u_5 = 1; \\
&l_1 \le m_1 \le u_1; l_2 \le m_2 \le u_2; l_3 \le m_3 \le u_3; l_4 \le m_4 \le u_4; \\
&l_5 \le m_5 \le u_5 \ ;
\end{aligned}
\qquad (۹)
$$

پس از حل این مدل توسط نرم افزار LINGO18.0 وزن‌های فازی بدست می‌آید:

$\tilde{w}_1^* = (0.080681, 0.080899, 0.092378); \tilde{w}_2^* = (0.283985, 0.328115, 0.397422)$

$\tilde{w}_3^* = (0.206363, 0.27715, 0.308202); \tilde{w}_4^* = (0.191607, 0.208439, 0.248026)$

$\tilde{w}_5^* = (0.101232, 0.101776, 0.104763)$

$\tilde{\xi}^* = (0.425845, 0.425845, 0.425845)$

ضریب سازگاری با توجه به جدول ۵ و ۸ و رابطه ۸ برابر است با:

$$CR = \frac{0.425845}{8.04} = 0.053 < 0.1$$

مقدار دی‌فازی وزن‌ها با استفاده از رابطه ۷ برابر است با:

$w_1^* = 0.0.83; w_2^* = 0.332; w_3^* = 0.271; w_4^* = 0.212;$

$w_5^* = 0.102$

سایر محاسبات برای معیارهای اصلی و زیرمعیارها به همین روال انجام شد. تعداد ۱۷ مدل ریاضی با استفاده از LINGO 18.0 حل شدند. در نهایت، با استفاده از میانگین هندسی، نظرات خبرگان تجمیع و اوزان نهایی مشخص شد و در جدول ۹ نشان داده شده‌اند.

جدول ۹

اوزان معیارها و زیرمعیار

معیار اصلی	نماد معیار	وزن معیار اصلی	زیر معیار	نماد زیر معیار	وزن زیرمعیار در معیار	وزن نهایی زیرمعیار
دریافت	C۱	۰/۰۸۹	زمان دریافت	C۱۱	۰/۴۹۰	۰/۰۴۴
			بهره‌وری دریافت	C۱۲	۰/۳۲۶	۰/۰۲۹
			امنیت	C۱۳	۰/۱۸۴	۰/۰۱۶
انتقال	C۲	۰/۳۲۳	زمان انتقال	C۲۱	۰/۴۸۵	۰/۱۵۷
			بهره‌وری کارگر	C۲۲	۰/۳۳۹	۰/۱۰۹
			کیفیت انتقال	C۲۳	۰/۱۷۶	۰/۰۵۷
ذخیره‌سازی و انبارش	C۳	۰/۲۸۰	بهره‌وری عملیات موجودی	C۳۱	۰/۱۴۹	۰/۰۴۲
			هزینه کمبود موجودی	C۳۲	۰/۲۳۵	۰/۰۶۶
			دقت موجودی	C۳۳	۰/۳۷۱	۰/۱۰۴
			نرخ حوادث	C۳۴	۰/۱۲۳	۰/۰۳۴
			خرابی تجهیزات	C۳۵	۰/۱۲۲	۰/۰۳۴
برداشت	C۴	۰/۱۶۲	زمان برداشت	C۴۱	۰/۵۲۵	۰/۰۸۵
			بهره‌وری برداشت	C۴۲	۰/۲۸۵	۰/۰۴۶
			کیفیت برداشت	C۴۳	۰/۱۹۰	۰/۰۳۱
بسته‌بندی و حمل و نقل	C۵	۰/۱۴۶	زمان حمل و نقل	C۵۱	۰/۲۵۴	۰/۰۳۷
			بهره‌وری حمل و نقل	C۵۲	۰/۱۸۰	۰/۰۲۶
			هزینه حمل و نقل	C۵۳	۰/۱۲۰	۰/۰۱۸
			دقت ارسال بار	C۵۴	۰/۳۵۲	۰/۰۵۱
			رعایت استانداردها	C۵۵	۰/۰۹۳	۰/۰۱۴

بحث

در معیارهای اصلی به ترتیب انتقال، ذخیره‌سازی و انبارش، برداشت، بسته‌بندی و حمل و نقل و دریافت بالاترین اهمیت را داشتند. در زیرمعیارها، زیرمعیار زمان انتقال، بهره‌وری کارگر، دقت موجودی، زمان برداشت و هزینه کمبود موجودی از معیارهای دیگه اهمیت بیشتری دارند و معیارهای بهره‌وری حمل و نقل، هزینه حمل و نقل، امنیت و رعایت استانداردها از کمترین اهمیت نسبت به سایر معیارها برخوردارند.

کاهش زمان انتقال به معنی تسریع در فرآیندهای بعدی (مثل ذخیره‌سازی، برداشت یا حمل‌ونقل) است. زمان انتقال پایین باعث کاهش ترافیک درون انبار، کاهش هزینه‌های عملیاتی و افزایش بهره‌وری کلی انبار می‌شود. در انبارهای بزرگ و خرده‌فروشی‌ها، زمان انتقال یکی از شاخص‌های کلیدی کارایی عملیات است که به شدت بر سایر مراحل تأثیر می‌گذارد. به همین دلیل، زمان انتقال اولویت بالایی دارد. کارگران نقش کلیدی در حمل و انتقال کالاها دارند و افزایش بهره‌وری آن‌ها می‌تواند به کاهش زمان و هزینه‌های انتقال کمک کند. بهره‌وری کارگر شامل بهینه‌سازی مهارت‌ها، مدیریت زمان و تجهیزات مناسب برای جابجایی کالاهاست. بهره‌وری کارگران از جمله عوامل مهمی است که به کاهش خطاها و بهبود کارایی انبار می‌انجامد. دقت موجودی تأثیر بسزایی در جلوگیری از خطاهای سفارش‌گذاری، کمبود یا اضافه‌بودن موجودی و افزایش رضایت مشتریان دارد. هرگونه خطا در دقت موجودی می‌تواند منجر به هزینه‌های بالای عملیاتی و کاهش بهره‌وری شود. بنابراین، دقت موجودی یکی از کلیدی‌ترین عوامل در مدیریت انبار است و اهمیت بالایی دارد. زیرمعیار زمان برداشت، به‌شدت بر سرعت تحویل و رضایت مشتری تأثیر می‌گذارد، زیرا کاهش زمان برداشت به معنای تحویل سریع‌تر سفارشات است. در عملیات خرده‌فروشی که انتظار

مشتریان برای دریافت سریع‌تر کالا زیاد است، زمان برداشت به‌عنوان معیاری کلیدی برای افزایش بهره‌وری و کاهش تأخیر در تحویل کالا اهمیت ویژه‌ای دارد. کاهش زمان برداشت به‌طور مستقیم به کاهش هزینه‌های عملیاتی و افزایش سرعت در کل زنجیره تأمین کمک می‌کند.

رعایت استانداردها در بلندمدت به کاهش خطرات و افزایش کیفیت حمل و نقل کمک می‌کند، اما تأثیر آن بر عملکرد روزانه نسبت به سایر عوامل کمتر است. کاهش هزینه‌های حمل و نقل به بهبود بهره‌وری و کاهش هزینه‌های عملیاتی انبار کمک می‌کند. با این حال، هزینه حمل و نقل وابسته به سایر زیرمعیارها، از جمله بهره‌وری و زمان حمل و نقل است، به همین دلیل اهمیت کمتری نسبت به دقت و زمان دارد.

معیارهایی مانند دقت موجودی و زمان انتقال بیشترین اهمیت را در بهبود عملکرد انبارهای خرده‌فروشی دارند. این امر با تحقیقات پیشین هم‌خوانی دارد که بر اهمیت دقت موجودی و بهره‌وری عملیات انبار تأکید داشتند (Barasin et al.,2024؛ Vatumalae et al.,2022). با این حال، تفاوت‌هایی نیز مشاهده می‌شود؛ مثلاً برخلاف مطالعات قبلی که بیشتر بر معیارهای مالی مانند هزینه کمبود موجودی تمرکز داشتند، این تحقیق نشان داد که عوامل غیرمالی مانند کیفیت انتقال و بهره‌وری برداشت نیز از اهمیت زیادی برخوردارند. تطبیق این یافته‌ها با پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که ارزیابی دقیق‌تر و بهینه‌سازی فرآیندهای عملیاتی می‌تواند به کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری منجر شود. به‌عنوان مثال، گافنر و همکاران[1] (۲۰۲۱) بر استفاده از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها برای بهبود دقت موجودی تأکید داشتند، در حالی که این مطالعه رویکرد فازی را برای کاهش عدم قطعیت و بهبود تصمیم‌گیری معرفی می‌کند.

همچنین، زمان برداشت و بهره‌وری برداشت در پژوهش حاضر دارای وزن‌های قابل‌توجهی بودند که نشان‌دهنده نقش مهم آن‌ها در سرعت بخشیدن به فرآیندهای انبار و تحویل به موقع سفارشات است. این یافته‌ها با نتایج مطالعه مارکز و همکاران (۲۰۲۲) که با رویکرد ناب به بهبود فرآیندهای انبار پرداختند و بهره‌وری را افزایش دادند، هماهنگ است. مطالعه میرنژاد و همکاران (۱۳۹۸) بر طراحی مدل ارزیابی عملکرد برای دپارتمان‌های هایپرمارکت با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها تمرکز داشت و به معیارهایی مانند بهره‌وری کارکنان اشاره کرده بود. در تحقیق حاضر نیز بهره‌وری کارگر به‌عنوان یکی از معیارهای مهم در بخش انتقال شناخته شد که نشان می‌دهد این معیار همچنان از اهمیت بالایی برخوردار است و تأثیر مستقیمی بر عملکرد انبار دارد.

نتایج پژوهش نشان داد که کیفیت انتقال و خرابی تجهیزات جزو معیارهای با اولویت پایین‌تر قرار دارند. این موضوع تفاوت‌هایی با برخی مطالعات قبلی دارد. برای مثال، رحمتی و رمضانی (۱۴۰۰) در پژوهش خود بر ارزیابی سیستم مدیریت موجودی و اهمیت حفظ تجهیزات برای جلوگیری از خرابی تأکید کردند. با این حال، در تحقیق حاضر وزن معیار خرابی تجهیزات کمتر بود که نشان می‌دهد شاید این عامل در انبارهای خرده‌فروشی ایران به‌اندازه عوامل دیگر مورد توجه قرار نمی‌گیرد. مقایسه یافته‌های تحقیق با پژوهش‌های دیگری نظیر مطالعه صالحیه و الوایر (۲۰۲۲) که بر مدل بلوغ عملکرد انبارها و معیارهای مرتبط با هزینه و بهره‌وری تأکید داشت، نشان می‌دهد که گرچه معیارهای هزینه‌ای مانند هزینه کمبود موجودی در تحقیق حاضر مطرح شدند، ولی در مقایسه با معیارهایی نظیر دقت موجودی و بهره‌وری عملیات موجودی اهمیت کمتری داشتند.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، مدیران انبارهای خرده‌فروشی می‌توانند با بهبود دقت موجودی از طریق پیاده‌سازی سیستم‌های مدیریت انبار پیشرفته و استفاده از فناوری‌هایی نظیر RFID، بهره‌وری و کارایی انبار خود را افزایش دهند. همچنین، کاهش زمان انتقال با بهبود فرآیندهای داخلی و آموزش کارکنان برای افزایش بهره‌وری کارگر توصیه می‌شود. توجه به کیفیت انتقال و پیشگیری از خرابی تجهیزات نیز می‌تواند به کاهش خطاها و افزایش رضایت مشتریان کمک کند. در نهایت، استفاده از روش‌های نوین مانند اتوماسیون و تحلیل داده‌ها برای ارزیابی مستمر عملکرد انبار و شناسایی نقاط ضعف، به بهبود مداوم و رقابت‌پذیری بیشتر شرکت‌ها کمک خواهد کرد.

[1] Gafner et al.

نتیجه‌گیری

در این مقاله، به ارزیابی و رتبه‌بندی معیارهای عملکرد انبارهای خرده‌فروشی با استفاده از روش بهترین-بدترین فازی پرداخته شد. ابتدا معیارهای مرتبط با عملکرد انبارها از مرور ادبیات شناسایی و استخراج شدند. سپس، این معیارها با کمک نظرات خبرگان حوزه خرده‌فروشی ارزیابی و با استفاده از روش دلفی فازی به تأیید رسیدند. نتایج تحقیق نشان داد که معیارهای زمان انتقال، دقت موجودی، زمان برداشت و بهره‌وری کارگر بیشترین اهمیت را در ارزیابی عملکرد انبارها دارند. این یافته‌ها تأییدکننده اهمیت معیارهایی است که به کارایی عملیاتی و دقت در مدیریت موجودی کمک می‌کنند.

وجوه متمایز و نوآوری این تحقیق، استفاده از ترکیب روش دلفی فازی و بهترین-بدترین فازی برای رتبه‌بندی معیارهای عملکرد انبارها بود که دقت بیشتری را در محیط‌های پیچیده و دارای عدم‌قطعیت فراهم کرد. این رویکرد به تصمیم‌گیران امکان می‌دهد تا با اطمینان بیشتری برنامه‌ریزی‌های استراتژیک برای بهبود عملکرد انبارهای خرده‌فروشی داشته باشند. نوآوری این تحقیق می‌تواند در افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌های عملیاتی در صنعت خرده‌فروشی تأثیرگذار باشد.

از محدودیت‌های این تحقیق می‌توان به جامعه آماری کوچک اشاره کرد که ممکن است تعمیم‌پذیری نتایج را محدود کند. همچنین، پیچیدگی‌های مرتبط با محاسبات فازی می‌تواند برای برخی از مدیران چالش‌برانگیز باشد.

برای تحقیقات آتی، پیشنهاد می‌شود که این مطالعه در سایر بخش‌های زنجیره تأمین، مانند لجستیک توزیع، نیز انجام شود. همچنین، استفاده از داده‌های میدانی گسترده‌تر و بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته مانند سیستم‌های مدیریت انبار خودکار می‌تواند دقت نتایج را بهبود بخشد و به بهبود فرآیندهای عملیاتی انبارها کمک کند.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

موازین اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازین و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

شفافیت داده‌ها

داده‌ها و مآخذ پژوهش حاضر در صورت درخواست از نویسنده مسئول و ضمن رعایت اصول کپی رایت ارسال خواهد شد.

حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

References

Abdul Rahman, N. S. F., Karim, N. H., Md Hanafiah, R., Abdul Hamid, S., & Mohammed, A. (2023). Decision analysis of warehouse productivity performance indicators to enhance logistics operational efficiency. *International Journal of Productivity and Performance Management*, *72*(4), 962-985. https://doi.org/10.1108/IJPPM-06-2021-0373

Ali, S. S., Kaur, R., & Khan, S. (2023). Evaluating sustainability initiatives in warehouse for measuring sustainability performance: an emerging economy perspective. *Annals of Operations Research*, *324*(1), 461-500. https://doi.org/10.1007/s10479-021-04454-w

Al-Rikabi, Y. K., & Montazer, G. A. (2024). Designing an e-learning readiness assessment model for Iraqi universities employing Fuzzy Delphi Method. *Education and Information Technologies*, *29*(2), 2217-2257. https://doi.org/10.1007/s10639-023-11889-0

Amorim-Lopes, M., Guimarães, L., Alves, J., & Almada-Lobo, B. (2021). Improving picking performance at a large retailer warehouse by combining probabilistic simulation, optimization, and discrete-event simulation. *International Transactions in Operational Research*, *28*(2), 687-715. https://doi.org/10.1111/itor.12852

Bajec, P., Tuljak-Suban, D., & Bajor, I. (2020). A warehouse social and environmental performance metrics framework. *Promet-Traffic&Transportation*, *32*(4), 513-526. https://doi.org/10.7307/ptt.v32i4.3390

Barasin, A. M., Alqahtani, A. Y., & Makki, A. A. (2024). Performance Evaluation of Retail Warehouses: A Combined MCDM Approach Using G-BWM and RATMI. *Logistics*, *8*(1), 10. https://doi.org/10.3390/logistics8010010

Boysen, N., de Koster, R., & Füßler, D. (2021). The forgotten sons: Warehousing systems for brick-and-mortar retail chains. *European Journal of Operational Research*, *288*(2), 361-381. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.04.058

Burinskienė, A., & Lerher, T. (2021). Improving retail warehouse activity by using product delivery data. *Processes*, *9*(6), 1061. https://doi.org/10.3390/pr9061061

Danacı, M., & Yıldırım, U. (2023). Comprehensive analysis of lifeboat accidents using the Fuzzy Delphi method. *Ocean Engineering*, *278*, 114371. https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2023.114371

Ding, C., Liu, L., Zheng, Y., Liao, J., & Huang, W. (2022). Role of Distribution Centers Disruptions in New Retail Supply Chain: An Analysis Experiment. *Sustainability*, *14*(11), 6529. https://doi.org/10.3390/su14116529

Dixit, A., Routroy, S., & Dubey, S. K. (2020). Measuring performance of government-supported drug warehouses using DEA to improve quality of drug distribution. *Journal of Advances in Management research*, *17*(4), 567-581. https://doi.org/10.1108/JAMR-12-2019-0227

Dokoohaki, F., Ebrahimi, & Askarifar, K. (2023). Functional Bottlenecks of Wholesaler – Retailer Two Tiered Supply Chain in Distribution Channel of Food Production. *Supply Chain Management*, *24*(76), 75-87.(In Persian). https://dorl.net/dor/20.1001.1.20089198.1401.24.76.5.6

Gafner, A., Loske, D., & Klumpp, M. (2021). Efficiency measurement of grocery retail warehouses with DEA. In *Adapting to the Future: Maritime and City Logistics in the Context of Digitalization and Sustainability. Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL), Vol. 32* (pp. 317-348). Berlin: epubli GmbH. https://doi.org/10.15480/882.4008

Gautié, J., Jaehrling, K., & Perez, C. (2020). Neo-Taylorism in the digital age: workplace transformations in French and German retail warehouses. *relations industrielles/industrial relations*, *75*(4), 774-795. https://doi.org/10.7202/1074564ar

Ghasemi, R., Akhavan, P., Fatahi valilai, O., & Abbasi, M. (2023). Improved supplier-managed inventory order assignment platform enabled by Blockchain Technology. *Research in Production and Operations Management*, *14*(3), 91-115. https://dorl.net/dor/20.1001.1.29810329.1402.14.3.4.2

Guo, S., & Zhao, H. (2017). Fuzzy best-worst multi-criteria decision-making method and its applications. *Knowledge-based systems*, *121*, 23-31.
https://doi.org/10.1016/j.knosys.2017.01.010

Faveto, A., Traini, E., Bruno, G., & Lombardi, F. (2021). Development of a key performance indicator framework for automated warehouse systems. *IFAC-PapersOnLine*, *54*(1), 116-121. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.08.013

Kembro, J. H., & Norrman, A. (2020). Warehouse configuration in omni-channel retailing: a multiple case study. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, *50*(5), 509-533. https://doi.org/10.1108/IJPDLM-01-2019-0034

Klumpp, M., & Loske, D. (2021). Sustainability and resilience revisited: Impact of information technology disruptions on empirical retail logistics efficiency. *Sustainability*, *13*(10), 5650. https://doi.org/10.3390/su13105650

Marques, P. A., Jorge, D., & Reis, J. (2022). Using lean to improve operational performance in a retail store and e-commerce service: A Portuguese case study. *Sustainability*, *14*(10), 5913. https://doi.org/10.3390/su14105913

Mirnejad, R., pooya, A., & Motahari Farimani, N. (2019). Designing a DEA Model for Evaluating Performance for Hierarchal Decision Making Units with Weighting Attribute in Hypermarket Departments. *New Marketing Research Journal*, *8*(4), 69-94.(In Persian). https://doi.org/10.22108/nmrj.2019.106095.1387

Muricho, M. W., & Mogaka, C. O. (2022). Drone technology and performance of retail logistics. *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*, *7*(1), 73-81. https://doi.org/10.14254/jsdtl.2022.7-1.6

Naghipour, M. S., Rahim, Z. A., & Iqbal, M. S. (2024). A 5G competency model based on the fuzzy Delphi method. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, *8*(10), 6788. https://doi.org/10.24294/jipd.v8i10.6788

Polim, D. N., & Lestari, Y. D. (2023). Business Process Reengineering to Excellence Warehouse Management System: A Case Study of Retail Industry. *Jurnal Syntax Transformation*, *4*(1), 92-109. https://doi.org/10.46799/jst.v4i1.686

Rahmati, H., & Ramezani, S. (2021). Inventory Management System and Spare Parts Warehouse Assessment Framework and Roadmap (MRO-iREAM). *Supply Chain Management*, *23*(70), 71-90.(In Persian). https://dorl.net/dor/20.1001.1.20089198.1400.23.70.5.7

Ramirez-Malule, D., Jaén-Posada, J. S., & Villegas, J. G. (2021). A System Dynamics Model for Warehouse Performance Measurement with Highly Seasonal Demand and with Long and Short Life Products. In *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Management, Sao Paulo, Brazil* (pp. 5-8). https://doi.org/10.46254/SA02.20210590

Rejeb, A., Rejeb, K., Keogh, J. G., & Zailani, S. (2022). Barriers to blockchain adoption in the circular economy: a fuzzy Delphi and best-worst approach. *Sustainability*, *14*(6), 3611. https://doi.org/10.3390/su14063611

Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, *53*, 49-57. https://doi.org/10.1016/j.omega.2014.11.009

Rezaei, J. (2016). Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model. *Omega*, *64*, 126-130. https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.12.001

Salhieh, L., & Alswaer, W. (2022). A proposed maturity model to improve warehouse performance. *International Journal of Productivity and Performance Management*, *71*(8), 3724-3746. https://doi.org/10.1108/IJPPM-01-2021-0043

Tahmasebi Z, Tajvar M, Arab M. Performance Evaluation of the Central Stores of Hospitals Affiliated to Tehran University of Medical Sciences in 2018. *jhosp 2019; 18* (1):21-32.(In Persian). http://jhosp.tums.ac.ir/article-1-6098-fa.html

Tian, X., Wang, H., & Erjiang, E. (2021). Forecasting intermittent demand for inventory management by retailers: A new approach. *Journal of Retailing and Consumer Services*, *62*, 102662. https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2021.102662

Vatumalae, V., Rajagopal, P., Sundram, V. P. K., Munir, Z. A., & Ghapar, F. (2023). Linking Factors Leading to Retail Hypermarket Warehouse Operations Performance in Malaysia. *SMART Journal of Business Management Studies*, *19*(1), 1-9. http://dx.doi.org/10.5958/2321-2012.2023.00001.5

Vatumalae, V., Rajagopal, P., Sundram, V. P. K., & Hua, Z. (2022). A study of retail hypermarket warehouse inventory management in Malaysia. *SMART Journal of Business Management Studies*, *18*(1), 71-79. https//doi.org/10.5958/2321-2012.2022.00009.4

Velayatzadeh, M.(2017). An overview of the importance and necessity of health and safety of food warehouses. *The 10th student conference of new health sciences of the country*.Tehran.(In Persian). https://civilica.com/doc/614655/