University of Sistan and Baluchestan

Public Management Researches

Print ISSN: 2538 - 3418 Online ISSN: 2676 - 7880

Iranian Academy of Management Sciences

Digital Innovation Management in the Retail Industry: Focusing on Key IoT Capabilities and Ranking of Leading Stores

Morteza Piri[1]*, Mojtaba Norozi[2], Mohamad Reza Zahedi[3]

1. Assistant Professor, Management and Industrial Engineering Complex, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran. (Corresponding Author).
   E-mail: piri@mut.ac.ir
2. Ph.D. Candidate, Management and Industrial Engineering Complex, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran.
3. Associate Professor, Management and Industrial Engineering Complex, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran.

Extended Abstract

Abstract

This study aims to identify, analyze, and prioritize the capabilities of the Internet of Things (IoT) and to rank selected smart retail stores using a hybrid multi-criteria decision-making approach in a fuzzy environment. In the first step, based on a systematic literature review and expert opinions, 14 key IoT capabilities were extracted. The conceptual framework was then validated using confirmatory factor analysis (CFA) and data collected from 138 senior and middle managers of the Etka chain stores in Tehran. In the second step, the fuzzy DANP technique was applied to analyze the causal relationships among the components and to calculate their final weights. The results indicated that capabilities such as "Personalized Services," " Customer Experience Enhancement," and " Delay Reduction " were of the highest importance. In the final step, the fuzzy MARCOS method was employed to rank 16 Asian smart stores in terms of their utilization of IoT capabilities. The results showed that the Tachikawa Concept Store ranked first, while the AEON LakeTown was placed last. The findings of this study can serve as a strategic reference for managers in the Iranian retail industry. By learning from the experiences of leading Asian stores and considering the identified IoT capabilities along with their causal relationships and assigned weights, managers can pinpoint existing digital gaps, prioritize strategic technology investments, and take effective actions toward developing intelligent retail infrastructures.

Introduction

The rapid growth of digital technologies, especially the Internet of Things, is reshaping retail by connecting devices, sensors, and systems into intelligent networks that enable real-time monitoring, data collection, automation, and data-driven decision-making. In this context, IoT enhances supply chain transparency, inventory optimization, operational efficiency, and personalized customer experiences. However, adoption in developing economies such as Iran remains limited due to technological, organizational, and infrastructural barriers, emphasizing the need to identify and prioritize high-impact IoT capabilities. To address this gap, this study proposes an integrated framework combining CFA, Fuzzy DANP, and Fuzzy MARCOS to validate, weight, and rank key IoT capabilities. Furthermore, by benchmarking leading Asian smart retail stores under uncertainty, the proposed approach identifies successful implementation patterns and provides practical guidance for data-driven strategic digital transformation in retail.

Case study

The case study focuses on Etka Chain Stores in Tehran, where 138 senior and middle managers informed the confirmatory factor analysis and nine IoT and retail experts supported the fuzzy analyses . This real-world Iranian retail context strengthens the practical relevance of IoT capability evaluation and underpins strategic digital transformation decisions for emerging economies.

Materials and Methods

This study adopted a structured mixed-method approach to identify, validate, and prioritize IoT capabilities in retail and to evaluate the performance of selected chain stores. The research was conducted in three sequential phases to ensure methodological rigor.

In the first phase, the conceptual structure of the 14 IoT capability components was validated through measurement model assessment using variance-based Structural Equation Modeling (PLS-SEM) in SmartPLS. A researcher-developed questionnaire comprising 42 items was designed through a systematic literature review and refined by eight academic and industry experts. Data were collected from 138 senior and middle managers across 64 Etka chain stores in Tehran using simple random sampling. Convergent and discriminant validity, as well as reliability, were confirmed through factor loadings, AVE, Fornell–Larcker criteria, and Cronbach's alpha.

In the second phase, causal relationships and relative importance of the IoT capabilities were analyzed using Fuzzy DANP method. Nine purposively selected experts evaluated pairwise influences using linguistic scales converted into triangular fuzzy numbers. The process included constructing and

normalizing relation matrices and deriving final weights through a converged weighted supermatrix.

In the final phase, Fuzzy MARCOS was applied to rank selected retail stores based on the derived weights. A fuzzy decision matrix was normalized, ideal and anti-ideal solutions were determined, and utility degrees were calculated to obtain the final rankings.

Discussion and Results

This study provides an integrated and systematic understanding of how IoT capabilities support digital transformation and operational efficiency in the retail sector. The analysis followed three sequential stages: validation of the conceptual model, examination of causal relationships and capability prioritization, and benchmarking smart retail stores under uncertainty.

First, the conceptual framework comprising 14 IoT capability dimensions was validated using CFA in SmartPLS. The results confirmed the robustness of the measurement model, as all indicators demonstrated high and statistically significant factor loadings. Convergent validity and reliability were established through strong AVE and composite reliability values, while discriminant validity was verified using the Fornell–Larcker criterion. In addition, the SRMR value (0.058) indicated a satisfactory model fit, supporting the suitability of the identified IoT capability structure for subsequent causal and ranking analyses.

Second, the interdependencies and relative importance of IoT capabilities were examined using the Fuzzy DANP approach. Expert evaluations enabled the construction of fuzzy direct and total relation matrices, from which cause–effect relationships were derived. The findings identified “Smart Monitoring,” “Identification and Tracking of Aggregated Units,” and “Unique Identification” as key driving capabilities that influence other dimensions. In contrast, capabilities related to customer-centric and sustainability outcomes were found to be more dependent. The final priority weights highlighted “Personalized Services,” “Customer Experience Enhancement,” “Delay Reduction,” “Identification and Tracking of Aggregated Units,” and “Safety Management and Situational Awareness” as the most critical capabilities for retail digital transformation.

Finally, the Fuzzy MARCOS method was applied to rank sixteen smart retail stores with different operational models. The results revealed substantial variation in IoT capability utilization, with utility scores indicating clear performance gaps among stores, with the Tachikawa Concept Store achieving the highest rank and AEON LakeTown occupying the lowest position.

Conclusion

This study developed and empirically validated a comprehensive hybrid framework to identify, analyze, and prioritize Internet of Things (IoT)

capabilities in retail. By integrating CFA, FDANP, and FMARCOS, the research ensured both conceptual rigor and robust multi-criteria decision-making under uncertainty. Benchmarking sixteen Asian smart retail stores revealed substantial disparities in IoT adoption, highlighting the strategic role of advanced digital and automation technologies in enhancing competitiveness, operational efficiency, and customer engagement. For Iranian retailers, particularly Etka Chain Stores, the findings offer a practical roadmap to guide technology investments, optimize retail operations, and support data-driven digital transformation. The study provides both theoretical and practical contributions by establishing a systematic framework and empirical benchmarks for IoT capability evaluation. Future research could explore dynamic interactions among IoT, artificial intelligence, and blockchain technologies to further understand their combined impact on sustainable smart retail innovation.
Keywords: Internet of Things, Smart Retail, Digital Transformation, Fuzzy DANP, Fuzzy MARCOS

Article Type: Research Article

Cite this article: Piri, M., Norozi, M., & zahedi, M.R. (2026). Digital Innovation Management in the Retail Industry: Focusing on Key IoT Capabilities and Ranking of Leading Stores. *Public Management Researches*, 19 (72), 275-304. (In Persian)

DOI:10.22111/JMR. 2025.52220.6392

Received: 30 May. 2025 **Revised:** 29 Oct. 2025

Accepted: 30 Dec. 2025 **Published online:** 22 June. 2026

© The Author(s).

Publisher: University of Sistan and Baluchestan

پژوهش‌های مدیریت عمومی
شاپا چاپی: ۳۴۱۸-۲۵۳۸ شاپا الکترونیکی: ۷۸۸۰-۲۶۷۶
دانشگاه سیستان و بلوچستان
انجمن علوم مدیریت ایران

مدیریت نوآوری دیجیتال در صنعت خرده‌فروشی با تمرکز بر قابلیت‌های کلیدی اینترنت اشیا و رتبه‌بندی فروشگاه‌های پیشرو

مرتضی پیری[۱*] –مجتبی نوروزی [۲]–محمدرضا زاهدی[۳]

۱. نویسنده مسئول، استادیار مجتمع دانشگاهی مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران.
piri@mut.ac.ir
۲. دانشجو دکتری، مجتمع دانشگاهی مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران.
۳. دانشیار مجتمع دانشگاهی مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران.

چکیده

تحولات سریع فناوری‌های دیجیتال، به‌ویژه اینترنت اشیا (IoT)، چشم‌انداز صنعت خرده‌فروشی را دستخوش تغییرات اساسی کرده است. پژوهش حاضر با هدف شناسایی، تحلیل و اولویت‌بندی قابلیت‌های اینترنت اشیا و همچنین رتبه‌بندی فروشگاه‌های هوشمند منتخب، یک رویکرد ترکیبی تصمیم‌گیری چندمعیاره را در محیط فازی ارائه می‌دهد. در گام نخست، بر پایه مرور نظام‌مند ادبیات و نظر خبرگان، ۱۴ قابلیت کلیدی اینترنت اشیا استخراج و با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی و داده‌های جمع‌آوری‌شده از ۱۳۸ مدیرمیانی و ارشد در فروشگاه‌های زنجیره‌ای اتکا در شهر تهران، ساختار مفهومی آن اعتبارسنجی شد. در مرحله دوم، با بهره‌گیری از تکنیک دنپ فازی، روابط علّی میان مؤلفه‌ها تحلیل و اوزان نهایی محاسبه گردید. نتایج این مرحله نشان داد که مؤلفه‌هایی مانند «ارائه خدمات شخصی‌سازی‌شده»، «ارتقاء تجربه‌مشتری» و «کاهش زمان‌تأخیر» از بالاترین اهمیت برخوردارند. در گام نهایی، با استفاده از روش مارکوس در محیط فازی، ۱۶ فروشگاه هوشمند آسیایی از منظر میزان بهره‌گیری از قابلیت‌های IoT رتبه‌بندی شدند، به‌طوری‌که فروشگاه مفهومی تاچیکاوا در جایگاه نخست و مرکز خرید لیک‌تاون در رتبه آخر قرار گرفتند. یافته‌های این پژوهش می‌تواند به‌عنوان الگویی راهبردی برای مدیران صنعت خرده‌فروشی ایران مورد استفاده قرار گیرد. مدیران می‌توانند با الگوبرداری از تجربه فروشگاه‌های برتر آسیایی، شکاف دیجیتال موجود را شناسایی کرده، اولویت‌های سرمایه‌گذاری در فناوری را به صورت هدفمند تعریف نموده و گام‌هایی مؤثر در مسیر توسعه زیرساخت‌های هوشمند بردارند.

واژه‌های کلیدی: اینترنت اشیا، تحول دیجیتال، خرده‌فروشی هوشمند، دنپ فازی، مارکوس فازی

مقاله مستخرج از رساله دکتری آقای مجتبی نوروزی است.

استناد: پیری، مرتضی؛ نوروزی، مجتبی؛ زاهدی، محمدرضا. (۱۴۰۵). مدیریت نوآوری دیجیتال در صنعت خرده‌فروشی با تمرکز بر قابلیت‌های کلیدی اینترنت مجتبی اشیا و رتبه‌بندی فروشگاه‌های پیشرو، *پژوهش‌های مدیریت عمومی*. ۱۹(۷۲)، ۳۰۴-۲۷۵ .

DOI:10.22111/JMR.2025.52220.6392

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۰۹ **تاریخ ویرایش:** ۱۴۰۴/۰۸/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۰۹ **تاریخ انتشار:** ۱۴۰۵/۰۴/۰۱

نوع مقاله: علمی پژوهشی **ناشر:** دانشگاه سیستان و بلوچستان

حق مؤلف © نویسندگان

مقدمه

تحولات شگرف در حوزه فناوری‌های دیجیتال، ساختار بسیاری از صنایع را دگرگون ساخته و اینترنت اشیا[1] (IoT) به‌عنوان یکی از مهم‌ترین پیشران‌های این دگرگونی‌ها شناخته می‌شود(*Abdullah Sani & Jaafar, 2025*). این فناوری با اتصال هوشمند دستگاه‌ها و سیستم‌ها امکان تبادل بلادرنگ داده، پایش لحظه‌ای، ردیابی موجودی و کاهش ضایعات را فراهم می‌کند و نقش مهمی در بهبود بهره‌وری و پایداری زنجیره تأمین دارد(*Senthilraja et al., 2024; Younis et al., 2025*). پیش‌بینی می‌شود ارزش بازار جهانی IoT از ۹۷۰ میلیارد دلار در ۲۰۲۲ به بیش از ۲,۲ تریلیون دلار تا ۲۰۲۸ برسد، که نشان‌دهنده اهمیت این فناوری در توسعه مدل‌های نوآورانه کسب‌وکار است(*Abdullah Sani & Jaafar, 2025; Parra-Sánchez, 2025*).

صنعت خرده‌فروشی به‌عنوان یکی از حوزه‌های پویای اقتصادی، نیازمند عملکرد عملیاتی مؤثر و بهره‌گیری مستمر از نوآوری‌های فناورانه است(*Caro & Sadr, 2019*). اینترنت اشیا به‌عنوان فناوری نوظهور و تحول‌آفرین، قابلیت بازتعریف فرآیندهای خرده‌فروشی را دارد و با تقویت اتصال‌پذیری، پردازش هوشمند و واکنش‌های مبتنی بر داده، ارزش زنجیره خرده‌فروشی را افزایش می‌دهد(*Ho et al., 2025; Serral et al., 2020*). این فناوری انتظار می‌رود تجربه خرید مشتریان را بهبود بخشد، تعاملات قبل، حین و پس از خرید را بهینه کند و رضایتمندی و وفاداری آنان را ارتقا دهد(*Roe et al., 2022*). از سوی دیگر، برای خرده‌فروشان،IoT با ردیابی دقیق محصولات، پایش موجودی، کاهش سرقت و امکان قیمت‌گذاری پویا، به افزایش سودآوری کمک می‌کند(*Serral et al., 2020*). به‌طور کلی، این فناوری بستری پویا برای تعامل بلادرنگ میان تأمین‌کنندگان، خرده‌فروشان و مشتریان ایجاد می‌کند و با بازتعریف خدمات و ارتقای تجربه خرید، منافعی قابل‌توجه برای عرضه و تقاضا به همراه دارد(*Kamble et al., 2019; Roe et al., 2022*).

در ایران، با گذار اقتصادی از وابستگی به منابع به سوی بهره‌وری و نوآوری، علاقه به IoT در حال افزایش است و پژوهشگاه‌ها و سازمان‌های مختلف تلاش‌هایی برای توسعه آن آغاز کرده‌اند(*Mohammadzadeh et al., 2018*). هرچند کاربرد گسترده IoT در

[1]. Internet of Things

خرده‌فروشی کشور هنوز ابتدایی است، ظرفیت آن در بهبود بهره‌وری، ارتقای رقابت‌پذیری و خلق ارزش داخلی قابل توجه است و انتظار می‌رود به شکوفایی اقتصادی و بهبود عملکرد بازیگران این صنعت کمک کند.

با وجود پتانسیل‌های یادشده، موفقیت در پیاده‌سازی مؤثر اینترنت اشیا در صنعت خرده‌فروشی مستلزم شناسایی دقیق قابلیت‌های کلیدی آن به‌ویژه در زمینه‌هایی چون زیرساخت فنی، توانمندی‌های سازمانی، تعامل با مشتریان، و قابلیت‌های تحلیلی مبتنی بر داده است. در عین حال، تصمیم‌گیرندگان نیازمند روشی نظام‌مند برای اولویت‌بندی این قابلیت‌ها و انتخاب خرده‌فروشان پیشرو هستند که بتوانند به‌طور اثربخش در مسیر تحول دیجیتال حرکت کنند.

با توجه به ضرورت شناسایی الگوهای موفق در پیاده‌سازی فناوری‌های نوین و بهره‌گیری از تجربیات پیشروان این حوزه، مسئله اصلی پژوهش حاضر، شناسایی و اولویت‌بندی قابلیت‌های اینترنت‌اشیا در صنعت خرده‌فروشی و رتبه‌بندی فروشگاه‌های شاخص آسیایی بر اساس میزان بهره‌مندی آن‌ها از این قابلیت‌ها است. هدف از این رویکرد، نه‌تنها تحلیل وضعیت موجود، بلکه الگوبرداری از نمونه‌های برتر بین‌المللی برای توسعه بومی این فناوری در کشور است. برای دستیابی به این هدف، پژوهش از یک رویکرد ترکیبی بهره می‌برد. در گام نخست، از تحلیل عاملی تأییدی به‌منظور تأیید ساختار مفهومی قابلیت‌های IoT در خرده‌فروشی استفاده می‌شود. سپس با بهره‌گیری از تکنیک ترکیبی دنپ فازی[1]، وزن‌دهی و اولویت‌بندی معیارها صورت می‌گیرد. در نهایت، روش مارکوس با استفاده از اوزان به‌دست‌آمده از روش دنپ فازی برای رتبه‌بندی فروشگاه‌های منتخب به کار گرفته می‌شود. این چارچوب تحلیلی، تصویری روشن از جایگاه قابلیت‌های IoT در خرده‌فروشی ارائه می‌دهد و می‌تواند مبنایی مؤثر برای تدوین سیاست‌های راهبردی، تصمیم‌گیری مدیریتی و برنامه‌ریزی تحول دیجیتال در صنعت خرده‌فروشی کشور فراهم آورد.

[1]. Fuzzy DEMATEL based ANP (FDANP)

مرورادبیات و پیشینه پژوهش

اینترنت اشیا

اینترنت اشیا که نخستین‌بار در دهه ۱۹۸۰ مطرح و در ۱۹۹۹ توسط کوین اشتون[1] به‌طور گسترده شناخته شد، به‌عنوان یکی از فناوری‌های عمومی[2] (GPT) و محورهای کلیدی تحول دیجیتال، قابلیت ایجاد نوآوری‌های بنیادین در بخش‌های مختلف اقتصادی و صنعتی را داراست(*Abdullah Sani & Jaafar, 2025; Jamme & Connor, 2023*). این فناوری با اتصال هوشمند دستگاه‌ها و سیستم‌ها، امکان تبادل داده‌های بلادرنگ، خودکارسازی وظایف و بهبود فرآیندهای سازمانی را فراهم می‌کند(*Kamble et al., 2019; Pino et al., 2024*). اینترنت اشیا نقش کلیدی در حفظ مزیت رقابتی سازمان‌ها ایفا می‌کند و پذیرش آن یک ضرورت استراتژیک برای بقا و رشد در محیط‌های پویا به‌شمار می‌رود(*Roe et al., 2022*).

از منظر مفهومی، اینترنت اشیا شبکه‌ای از اشیای فیزیکی است که از طریق زیرساخت‌های دیجیتال به یکدیگر متصل شده و قادر به ارسال، دریافت و تبادل اطلاعات هستند. این اتصال‌پذیری انعطاف‌پذیری، شفافیت و قابلیت ردیابی داده‌ها را افزایش می‌دهد و با ایجاد ارزش افزوده در تعاملات دیجیتال، تجارت جهانی و رقابت‌پذیری بین‌المللی را تسهیل می‌کند(*Younis et al., 2025*). توانایی IoT در تولید داده‌های معنادار و ارائه خدمات شخصی‌سازی شده، ارتباطات عمیق‌تر با مشتریان و درآمدهای پایدار را ممکن می‌سازد(*Pino et al., 2024; Roe et al., 2022*).

کاربردهای اینترنت اشیاء در حوزه‌های گوناگونی چون بهداشت و درمان(*Sadhu et al., 2022*)، کشاورزی، حمل‌ونقل، نفت و گاز(*Ahmetoglu et al., 2022*)، تولید(*Roe et al., 2022; Serral et al., 2020*)، زنجیره تأمین و لجستیک(*Pino et al., 2024*) و شهرهای هوشمند(*Chanal & Kakkasageri, 2020; Parvin et al., 2025*) به‌طور فزاینده‌ای در حال گسترش است. این کاربردها بیانگر تأثیر گسترده و ظرفیت تحول‌آفرین اینترنت اشیاء در صنایع مختلف هستند.

---

[1]. Kevin Ashton

[2]. General Purpose Technology

اینترنت اشیاء در صنعت خرده‌فروشی

ادبیات موجود نشان می‌دهد اینترنت اشیا (IoT) نقش محوری در تحول صنعت خرده‌فروشی دارد و با بهبود تعامل بلادرنگ با مشتریان، بهینه‌سازی تجربه خرید و افزایش کارایی عملیاتی، به ارتقای رقابت‌پذیری شرکت‌ها کمک می‌کند. کاربردهای این فناوری در زمینه‌هایی مانند استراتژی قیمت‌گذاری، تبلیغات هدفمند، مدیریت منابع و تحلیل داده، موجب تصمیم‌گیری دقیق‌تر و افزایش بهره‌وری می‌شود(*Younis et al., 2025*).

فناوری‌هایی نظیر شناسایی فرکانس رادیویی[1](RFID) ، حسگرها و سیستم‌های خودکار، زیرساخت فروشگاه‌های هوشمند را فراهم می‌کنند و با ارائه داده‌های لحظه‌ای، امکان پیش‌بینی نیازهای مشتریان و خلق ارزش جدید را مهیا می‌سازند(*Ahmetoglu et al., 2022; Ma et al., 2022*). کاربردهای عملی IoT شامل چرخ‌دستی‌های هوشمند، قفسه‌ها و اتاق‌های پرو تعاملی بوده که به شخصی‌سازی تجربه خرید، کاهش زمان انتظار و بهبود رضایت مشتری کمک می‌کند(*Hassija et al., 2019; Roe et al., 2022*).

استفاده از داده‌های زمان‌واقعی برای مدیریت موجودی، چیدمان فروشگاه و تخصیص منابع، فرآیندهای لجستیکی را بهینه و سودآوری را از طریق قیمت‌گذاری پویا و ردیابی محصولات افزایش می‌دهد(*Kamble et al., 2019; Serral et al., 2020*). فناوری‌های تکمیلی مانند واقعیت افزوده[2] (AR) و واقعیت مجازی[3] (VR) نیز تجربه‌های تعاملی و شخصی‌سازی‌شده برای مشتریان فراهم می‌کنند(*Kaushik & Dahiya, 2018*).

به‌طور کلی، ادغام IoT در خرده‌فروشی موجب بهبود عملکرد عملیاتی، افزایش سودآوری و ارتقای تجربه مشتری شده و آن را به فناوری کلیدی برای آینده این صنعت تبدیل کرده است(*Đurđević et al., 2022; Roe et al., 2022*). در سال‌های اخیر، مطالعات متعددی به بررسی ابعاد مختلف به‌کارگیری اینترنت اشیاء در صنعت خرده‌فروشی پرداخته‌اند. جدول ۱ به‌طور خلاصه یافته‌های کلیدی این پژوهش‌ها را ارائه داده و تصویر جامعی از مزایا، چالش‌ها و کاربردهای IoT در این صنعت ترسیم می‌کند.

---

[1]. Radio Frequency Identification

[2]. Augmented Reality

[3]. Virtual Reality

جدول شماره۱: مرور یافته‌های پژوهشی مرتبط با اینترنت اشیا در بخش خرده‌فروشی

ردیف	یافته‌های پژوهش	نویسندگان
۱	این مطالعه با استفاده از داده‌های خرده‌فروشی استرالیایی نشان داد که قابلیت‌های IoT تأثیر مثبت و معناداری بر یکپارچه‌سازی فرآیندهای داخلی، مشتری و تأمین‌کننده دارد که به بهبود عملکرد زنجیره تأمین و سازمانی منجر می‌شود.	(De Vass et al., 2018)
۲	این مطالعه نقش حیاتی اینترنت اشیا در یکپارچه‌سازی کانال‌های خرده‌فروشی را بررسی نموده و یک رویکرد مدیریت استراتژیک برای برجسته کردن دلایل و مزایای استفاده از اینترنت اشیا پیشنهاد می‌دهد.	(Caro & Sadr, 2019)
۳	مطالعه نشان داد که اینترنت اشیا کیفیت محصولات در خرده‌فروشی مواد غذایی را بهبود می‌بخشد، اما قوانین دولتی و زیرساخت ناکافی اینترنت، توسعه اینترنت اشیا را محدود می‌کند.	(Kamble et al., 2019)
۴	دیدگاه مدیران ارشد درباره فناوری، نقش تعیین‌کننده‌ای در پذیرش اینترنت اشیا در خرده‌فروشان سنتی، به‌ویژه کسب وکارهای کوچک و متوسط، داشت.	(Lorente-Martínez et al., 2020)
۵	مطالعه نشان داد که خرده‌فروشی مبتنی بر اینترنت اشیا برای مصرف‌کنندگان حس تازگی ایجاد کرده و وفاداری بیشتری در میان خریداران محصولات به وجود آورده است.	(Adapa et al., 2020)
۶	مدلی برای ارزیابی بلوغ طراحی شده تا خرده‌فروشان را در پذیرش اینترنت اشیا راهنمایی کند و بر جنبه‌های کلیدی و اهمیت توافق متخصصان برای اجرای موفق تأکید دارد.	(Serral et al., 2020)
۷	مصاحبه‌ها با مدیران خرده‌فروشی نشان داد که اینترنت اشیا می‌تواند به زنجیره‌های تأمین خرده‌فروشی در جمع‌آوری اطلاعات، افزایش شفافیت و کارایی عملیاتی کمک کند.	(De Vass et al., 2021)
۸	مقاله نشان داد که چگونه فناوری‌های نوظهور، از جمله اینترنت اشیا و رباتیک، خرده‌فروشی را به‌ویژه در مواجهه با چالش های COVID-19 و سناریوهای آینده متحول می‌کنند.	(Shankar et al., 2021)
۹	بر اساس داده‌های خرده‌فروشی کره، پژوهش نشان داد که کاربردپذیری و لذت، تأثیر قابل‌توجهی بر پذیرش فناوری اینترنت اشیا توسط مصرف‌کنندگان در محیط‌های خرده‌فروشی دارند.	(Park et al., 2021)
۱۰	یافته‌های پژوهش نشان داد که فناوری اینترنت اشیا می‌تواند به خرده‌فروشان سنتی کمک کند تا سهم بازار خود را بازیابند، اما مصرف‌کنندگان ریسک‌گریز، حتی با خدمات شخصی‌سازی‌شده، سودآوری را چالش‌برانگیز می‌کنند.	(Ma et al., 2022)
۱۱	مطالعه نشان داد که تبلیغات مبتنی بر بیکن‌ها[1] توجه خریداران و تصمیمات برای خرید آن‌ها را افزایش داده و نشان‌دهنده پذیرش مثبت فناوری در محیط‌های خرده‌فروشی است.	(Đurđević et al., 2022)
۱۲	اینترنت اشیا را به‌عنوان یک عامل کلیدی در بهبود تجربه مشتریان در خرده‌فروشی معرفی و در عین حال چالش‌های مهم امنیتی و حریم خصوصی در اجرای آن را برجسته کرد.	(Roe et al., 2022)
۱۳	یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که قابلیت اینترنت اشیا از طریق نقش میانجی یکپارچگی زنجیره تأمین و قابلیت زنجیره تأمین تأثیر مثبتی بر عملکرد شرکت‌ها در صنعت خرده‌فروشی بریتانیا دارد.	(Argyropoulou et al., 2024)
۱۴	این پژوهش به بررسی تلفیق حسگرهای متصل به اینترنت اشیا با فناوری واقعیت افزوده برای ایجاد تجربه‌های خرید تعاملی و شخصی‌سازی‌شده می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهد که این فناوری‌ها با بهبود تعامل مشتری، افزایش کارایی مدیریت موجودی و بهینه‌سازی چیدمان فروشگاه‌ها، مزایای رقابتی ایجاد می‌کنند.	(Datta & Raman, 2024)
۱۵	این پژوهش تأثیر قابلیت‌های IoTی مبتنی بر بلاکچین بر یکپارچگی زنجیره تأمین، قابلیت‌های لجستیکی پایدار و عملکرد شرکت‌ها را بررسی می‌کند. یافته‌ها نشان می‌دهد که این ادغام باعث بهبود عملکرد پایدار، کاهش ضایعات و کاهش انتشار کربن شده و به تحقق اهداف توسعه پایدار کمک می‌کند.	(Nazir & Fan, 2024)
۱۶	این پژوهش با بهره‌گیری از یادگیری ماشین و تحلیل احساسات مبتنی بر جنبه(SA)، دیدگاه مشتریان نسبت به کاربردهای اینترنت اشیا در خرده‌فروشی را بررسی کرده و با شناسایی جنبه‌های نوین تجربه مشتری، راهکارهایی برای بهبود استراتژی‌های تحول دیجیتال در بازار ویتنام ارائه می‌دهد.	(Ho et al., 2025)

[1]. beacon

با وجود پژوهش‌های متعددی درباره کاربردهای اینترنت اشیا در صنعت خرده‌فروشی، هنوز شکاف‌هایی در زمینه شناسایی جامع و اولویت‌بندی قابلیت‌های این فناوری، و نیز ارزیابی عملکرد خرده‌فروشان بر مبنای آن در شرایط عدم‌قطعیت وجود دارد. اغلب مطالعات پیشین صرفاً به بررسی آثار فناوری پرداخته‌اند و کمتر به تحلیل ساختارمند روابط علی و وزن‌دهی قابلیت‌ها از دید خبرگان توجه کرده‌اند. در پاسخ به این خلأ، پژوهش حاضر با به‌کارگیری رویکردی ترکیبی شامل تحلیل عاملی تأییدی، تکنیک دنپ فازی برای وزن‌دهی و اولویت‌بندی زیرمعیارها، و روش مارکوس فازی برای رتبه‌بندی خرده‌فروشی‌های منتخب، تلاشی نظام‌مند در جهت ارائه مدلی جامع برای تصمیم‌گیری در زمینه پیاده‌سازی اینترنت اشیا در خرده‌فروشی انجام می‌دهد.

روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و محیط عدم قطعیت فازی

تکنیک دنپ فازی

در مسائل تصمیم‌گیری پیچیده که معیارهایی فناورانه، اقتصادی، اجتماعی و سازمانی دخیل هستند، استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) مانند رویکرد ترکیبی DANP امری ضروری است(*Aparisi-Cerdá et al., 2024; Liu & Liu, 2021*). اگرچه روش‌هایی چون AHP و ANP کاربرد گسترده‌ای دارند، اما در تحلیل جامع وابستگی‌ها و تعاملات متقابل میان معیارها با محدودیت‌هایی مواجه‌اند(Liu & Liu, 2021; Shao et al., 2024). روش DANP با ترکیب DEMATEL و ANP این نقیصه را برطرف کرده و با تحلیل ساختار علّی و محاسبه وزن دقیق شاخص‌ها، تصمیم‌گیری را بهبود می‌بخشد(*Amoozad Mahdiraji et al., 2022; Rahardjo et al., 2023*).

اثربخشی این تکنیک در حوزه‌هایی چون سیاست‌گذاری کربن‌زدایی، انرژی‌های تجدیدپذیر، گردشگری، فناوری اطلاعات و امور مالی اثبات شده است(*Aparisi-Cerdá et al., 2024; Liu & Liu, 2021*). درایران نیز مطالعاتی در حوزه اینترنت اشیا در ساختمان‌های مسکونی شیراز(*Tahmasebi & Feili, 2022*) و ارزیابی سازمان هوشمند در تأمین اجتماعی(*Zohrabi et al., 2021*) از این روش بهره گرفته‌اند.

ترکیب دنپ با تکنیک‌های رتبه‌بندی و مدل‌سازی معادلات ساختاری، دقت تحلیل را افزایش داده و به تصمیم‌گیری مؤثر در محیط‌های پیچیده کمک می‌کند(*Shao et al.,*

2024). افزون بر این، در شرایط عدم‌قطعیت، تلفیق رویکرد فازی با دنپ به شناسایی و اولویت‌بندی موانع، تحلیل روابط علّی و تصمیم‌گیری چندمعیاره کمک می‌کند(*Andalib Ardakani et al., 2025*). در پژوهش حاضر نیز، این مدل برای تحلیل قابلیت‌های IoT در خرده‌فروشی و تعیین وزن معیارهای کلیدی به‌کار رفته و در مرحله نهایی، رتبه‌بندی خرده‌فروشان با روش مارکوس فازی در محیط نامطمئن صورت می‌گیرد.

تکنیک مارکوس فازی

روش مارکوس یکی از رویکردهای نوین و کارآمد در حوزه تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) است که نخستین‌بار توسط استِویک و همکاران[1] در سال ۲۰۲۰ معرفی شد(*Nejati et al., 2024; Rajabpour et al., 2021; Roshanravan et al., 2025*). این روش با بهره‌گیری از ماتریس تصمیم، وزن‌دهی به معیارها و محاسبه فاصله گزینه‌ها از نقاط مرجع ایده‌آل و ضدایده‌آل، درجه سودمندی گزینه‌ها را محاسبه و آن‌ها را به‌صورت تطبیقی رتبه‌بندی می‌کند(*Jayakumar et al., 2024*). سادگی ساختار محاسباتی، دقت بالا و سازگاری با مسائل پیچیده از مزایای کلیدی این روش به شمار می‌آید(*Nejati et al., 2024*).

با توجه به وجود عدم‌قطعیت در قضاوت‌های انسانی، نسخه فازی این روش تحت عنوان FMARCOS توسعه یافته است تا با بهره‌گیری از منطق فازی، تحلیل دقیق‌تری از داده‌های زبانی و مبهم ارائه کند(*Nejati et al., 2024; Roshanravan et al., 2025*). در مارکوس فازی، نقاط مرجع به‌صورت فازی تعریف می‌شوند و رابطه گزینه‌ها با این نقاط به‌گونه‌ای محاسبه می‌شود که درجه مطلوبیت فازی هر گزینه مشخص گردد، که این امر موجب کاهش ابهام و افزایش قابلیت اعتماد نتایج می‌شود. در مقایسه با روش‌هایی مانند تاپسیس و واسپاس، مارکوس فازی ضمن حفظ دقت، پیچیدگی کمتری دارد و عملکرد بهتری در محیط‌های نامطمئن از خود نشان داده است(*Jayakumar et al., 2024; Wang & Dang, 2024*).

کاربردهای این روش تاکنون در حوزه‌هایی همچون انتخاب تأمین‌کننده، تحلیل ریسک، ارزیابی پروژه‌های صنعتی، مکان‌یابی پسماند، رتبه‌بندی شرکت‌های بیمه و ارزیابی

[1]. Stević et al

نرم‌افزارهای مدیریت پروژه بررسی شده است(*Jayakumar et al., 2024; Wang et al., 2022*). این مطالعه با ترکیب دنپ فازی و مارکوس فازی، چارچوبی نظام‌مند برای تحلیل روابط علّی و رتبه‌بندی خرده‌فروشان بر اساس قابلیت‌های اینترنت‌اشیا در شرایط عدم‌قطعیت ارائه می‌دهد، که پیش‌تر در این حوزه کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

چارچوب نظری پژوهش

چارچوب نظری این پژوهش با هدف شناسایی و اولویت‌بندی قابلیت‌های اینترنت‌اشیا در صنعت خرده‌فروشی تدوین شده است. این چارچوب بر مبنای مرور نظام‌مند ادبیات موضوع، تحلیل‌های مفهومی و تطبیق با شرایط بومی ایران توسعه یافته و چهارچوبی مفهومی از قابلیت‌های کلیدی اینترنت اشیا را ارائه می‌دهد که می‌توانند بر عملکرد و رقابت‌پذیری خرده‌فروشان تأثیرگذار باشند. بر این اساس، عناوین و تشریح چهارده قابلیت محوری و پژوهش‌های پشتیبان مربوطه در جدول ۲ آورده شده است.

جدول شماره۲: مولفه‌های قابلیت‌های اینترنت‌اشیا در خرده فروشی

ردیف	مولفه	تشریح مولفه	پژوهش‌های پشتیبان
۱	شناسایی منحصربفرد	توانایی شناسایی و ردیابی اقلام در سطح فردی با استفاده از فناوری‌هایی مانند RFID و حسگرها به‌منظور ارتقاء شفافیت و ردیابی دقیق	(Caro & Sadr, 2019; De Vass et al., 2018; Roe et al., 2022)
۲	شناسایی‌و ردیابی واحدهای بزرگ تر	توانایی شناسایی و ردیابی واحدهای تجمیع‌شده (مانند کانتینرها و پالت‌ها) برای بهبود کارایی لجستیک و انبارداری	(Caro & Sadr, 2019; De Vass et al., 2018; Ma et al., 2022; Shafique et al., 2018)
۳	نظارت هوشمند	استفاده از فناوری‌های IoT برای نظارت خودکار و بلادرنگ بر کالاها، تجهیزات و محیط‌های عملیاتی	(Caro & Sadr, 2019; De Vass et al., 2018; Roe et al., 2022; Shafique et al., 2018)
۴	ارزیابی‌و اندازه‌گیری هوشمند	اندازه‌گیری و ارزیابی هوشمند شاخص‌های کلیدی عملکرد و شرایط محیطی برای حفظ کیفیت عملیات	(De Vass et al., 2018; Shafique et al., 2018; Stimoniaris et al., 2020)
۵	کنترل از راه‌دور	مدیریت عملیات و تجهیزات از راه دور از طریق دستگاه‌های متصل و سیستم‌های هوشمند بدون نیاز به حضور فیزیکی	(De Vass et al., 2018; Jamme & Connor, 2023; Roe et al., 2022; Shafique et al., 2018)
۶	تصمیم‌گیری هوشمند	انجام تصمیم‌گیری خودکار و مبتنی بر داده‌های لحظه‌ای	(Ahmetoglu et al., 2022; De Vass et al., 2018; Jamme & Connor, 2023; Roe et al., 2022)

ردیف	مولفه	تشریح مولفه	پژوهش‌های پشتیبان
۷	تحلیل‌هوشمند عملیات	پردازش و تحلیل داده‌های عملیاتی برای استخراج بینش‌های ارزشمند و ارائه توصیه‌های بهینه‌سازی	(Caro & Sadr, 2019; De Vass et al., 2018; Roe et al., 2022)
۸	اشتراک‌گذاری بلادرنگ داده‌ها	تسهیل اشتراک‌گذاری بلادرنگ داده‌ها میان بخش‌های مختلف سازمانی و بین سازمان‌ها.	(Ahmetoglu et al., 2022; Argyropoulou et al., 2024; De Vass et al., 2018; Rebelo et al., 2022)
۹	تصمیم‌گیری هماهنگ سازمانی‌و بین‌سازمانی	ایجاد هماهنگی و هم‌راستایی تصمیم‌گیری‌ها در سطوح مختلف سازمانی با اتکا بر جریان اطلاعات فراهم‌شده توسط IoT.	(Argyropoulou et al., 2024; Brous et al., 2020; De Vass et al., 2018)
۱۰	کاهش اثرات زیست‌محیطی	بهینه‌سازی مصرف انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای با هدف پایداری محیط زیست در زنجیره تأمین	(Ahmetoglu et al., 2022; Chand & Tarei, 2024; Rebelo et al., 2022; Stimoniaris et al., 2020)
۱۱	مدیریت‌ایمنی و آگاهی‌موقعیتی	بهبود مواجهه با ریسک‌های ایمنی، خطرات محیطی و سطوح بالای آگاهی موقعیتی	(Ahmetoglu et al., 2022; Brous et al., 2020; Chand & Tarei, 2024; Jamme & Connor, 2023)
۱۲	کاهش زمان‌تأخیر	میزان زمان تأخیر در فرآیندهای عملیاتی	(De Vass et al., 2018; Ho et al., 2025; Roe et al., 2022; Shafique et al., 2018)
۱۳	ارائه خدمات شخصی‌سازی‌شده	ارائه خدمات، پیشنهادات و تجربه‌های متناسب با نیازها و ترجیحات مشتری بر مبنای داده‌های IoT.	(Đurđević et al., 2022; Ho et al., 2025; Ma et al., 2022; Roe et al., 2022)
۱۴	ارتقاء تجربه‌مشتری	بهبود کلی کیفیت تعاملات مشتری در طول سفر خرید با کمک فناوری‌های هوشمند IoT.	(Caro & Sadr, 2019; Ho et al., 2025; Ma et al., 2022; Roe et al., 2022)

این مؤلفه‌ها به‌عنوان مبنای طراحی ابزار گردآوری داده‌ها و مدل مفهومی پژوهش استفاده شده‌اند. در مرحله نخست، اعتبار ساختاری چارچوب از طریق تحلیل عاملی تأییدی بررسی می‌شود. سپس، با بهره‌گیری از تکنیک دنپ فازی، روابط بین مؤلفه‌ها تحلیل و وزن‌دهی خواهد شد. در نهایت، عملکرد خرده‌فروشی‌های منتخب با استفاده از روش مارکوس فازی ارزیابی و رتبه‌بندی می‌گردد.

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر ماهیت ترکیبی (کمی- کیفی) است و در یک توالی سه‌مرحله‌ای اجرا شده است. در بخش کیفی، مؤلفه‌های قابلیت‌های اینترنت‌اشیا با اتکا به مرور نظام‌مند ادبیات استخراج و با نظر خبرگان بازبینی و نهایی‌سازی گردید. سپس در بخش

کمی، به‌منظور اعتبارسنجی ساختار مفهومی قابلیت‌ها، از تحلیل عاملی تأییدی در چارچوب مدل‌یابی معادلات ساختاری مبتنی بر حداقل مربعات جزئی (PLS-SEM) استفاده شد. ابزار گردآوری داده‌ها در این مرحله، پرسشنامه محقق‌ساخته شامل ۴۲ گویه در قالب ۱۴ مؤلفه با مقیاس پنج‌درجه‌ای لیکرت بود که روایی محتوایی آن با نظر ۸ نفر از اساتید و متخصصان حوزه خرده‌فروشی و فناوری اطلاعات بررسی و اصلاح شد. جامعه آماری مرحله کمی شامل ۲۱۶ نفر از مدیران ارشد و میانی ۶۴ فروشگاه زنجیره‌ای اتکا در تهران بود. حجم نمونه با فرمول کوکران ۱۳۸ نفر تعیین و نمونه‌گیری به روش تصادفی ساده انجام گرفت. تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SmartPLS صورت پذیرفت. برای ارزیابی کیفیت ابزار، روایی همگرا و واگرا و همچنین پایایی با استفاده از شاخص‌های بارهای عاملی، AVE، معیار فورنل-لارکر ، آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی(CR) بررسی و تأیید شد. در مراحل بعدی پژوهش (پس از تأیید مدل اندازه‌گیری)، برای وزن‌دهی و رتبه‌بندی از روش‌های دنپ فازی و مارکوس فازی استفاده گردید.

در مرحله دوم پژوهش، به‌منظور تحلیل روابط علّی میان مؤلفه‌های قابلیت‌های اینترنت‌اشیا و محاسبه اوزان نهایی آن‌ها، از روش دنپ فازی استفاده شد. داده‌های این مرحله از طریق یک پرسشنامه مقایسات زوجی گردآوری گردید که در آن خبرگان میزان اثرگذاری مؤلفه‌ها بر یکدیگر را با مقیاس‌های زبانی ارزیابی کردند. برای تبدیل ارزیابی‌های زبانی به اعداد فازی مثلثی، از طیف پنج‌درجه‌ای استفاده شد تا ابهام و عدم قطعیت موجود در قضاوت‌های ذهنی خبرگان به‌صورت مناسب مدل‌سازی شود. پنل خبرگان شامل ۹ نفر از متخصصان حوزه‌های فناوری اطلاعات، خرده‌فروشی و تصمیم‌گیری چندمعیاره بود که با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند و مبتنی بر قضاوت تخصصی[1] انتخاب شدند. معیارهای انتخاب خبرگان شامل داشتن مدرک کارشناسی ارشد یا دکتری در رشته‌های مرتبط، برخورداری از حداقل ۱۰ سال سابقه حرفه‌ای یا پژوهشی در زمینه‌هایی همچون مدیریت فناوری، سیستم‌های اطلاعاتی یا خرده‌فروشی دیجیتال، و نیز تسلط بر مفاهیم و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره بود. به‌منظور پوشش هم‌زمان ابعاد نظری و عملی موضوع، ترکیب خبرگان به‌صورت متوازن طراحی شد؛ به‌طوری‌که سه نفر از اعضای هیئت علمی دانشگاه در حوزه‌های مدیریت فناوری و مدیریت کسب‌وکار، دو نفر از مشاوران و پژوهشگران ارشد حوزه خرده‌فروشی دیجیتال و اینترنت اشیا، دو نفر از مدیران فناوری اطلاعات و تحول دیجیتال در فروشگاه‌های زنجیره‌ای، و دو نفر از

[1]. Judgmental/Purposive Sampling

تحلیلگران داده و سامانه‌های هوشمند خرده‌فروشی در آن حضور داشتند. این خبرگان علاوه بر شناخت زیرساخت‌های فناوری خرده‌فروشی داخلی، با بهره‌گیری از گزارش‌های صنعتی، مقالات تخصصی و مستندات رسمی برندها، با ویژگی‌ها و عملکرد فروشگاه‌های پیشرو آسیایی نیز آشنایی داشتند؛ ازاین‌رو امکان انجام ارزیابی‌های مقایسه‌ای مبتنی بر شواهد برای آنان فراهم بود. این ترکیب خبرگان با هدف تقویت اعتبار تحلیل روابط علّی و رتبه‌بندی فروشگاه‌ها در چارچوب دنپ فازی و مارکوس فازی در نظر گرفته شد. همچنین، تعداد ۹ خبره با دامنه رایج و پذیرفته‌شده در مطالعات تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی همخوانی دارد (*Amoozad Mahdiraji et al., 2022*).

برای سنجش روایی ظاهری و روایی محتوایی، فهرست مؤلفه‌ها و پرسش‌نامه‌های مربوط به روش‌های دنپ فازی و مارکوس فازی در اختیار خبرگان قرار گرفت و نظرات اصلاحی ایشان دریافت و اعمال شد؛ بدین‌ترتیب، روایی محتوایی پرسش‌نامه‌ها به تأیید خبرگان رسید. پس از تأیید محتوایی ابزار، همگرایی و سازگاری قضاوت‌های خبرگان با استفاده از شاخص نرخ ناسازگاری[1] ارزیابی شد. مقدار به‌دست‌آمده برای این شاخص برابر با ۰/۰۴۶ است که کمتر از آستانه قابل قبول ۰/۰۵ است(*Shao et al., 2024*). این نتیجه بیانگر آن است که اختلاف میان ارزیابی‌های خبرگان در سطح قابل قبول قرار دارد، قضاوت‌های آنان از توافق و سازگاری مناسبی برخوردار است و داده‌های حاصل از این قضاوت‌ها نیز از قابلیت اتکای مناسبی برخوردارند.

در روش ترکیبی دنپ فازی ابتدا میزان تأثیرگذاری معیار i بر معیار j با استفاده از طیف پنج‌درجه‌ای ارائه شده در جدول ۳ تعیین می‌شود.

جدول شماره۳: طیف پنج درجه‌ای تکنیک دنپ فازی و معادل قطعی برای عبارات کلامی

متغیر	معادل قطعی	معادل فازی
بدون تأثیر	۰	(۰,۰,۰/۲۵)
تأثیر کم	۱	(0/0,0/25,0/5)
تأثیر متوسط	۲	(0/25,0/5,0/75)
تأثیر زیاد	۳	(0/5,0/75,1)
تأثیر خیلی زیاد	۴	(0/75,1,1)

[1]. Gap Ratio

در ماتریس ارتباط مستقیم، $\tilde{x}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ اعداد فازی مثلثی می‌باشند. برای در نظر گرفتن نظر همه خبرگان طبق فرمول (۱-۳)، از آن‌ها میانگین حسابی گرفته می‌شود.

$$\tilde{Z} = \frac{\tilde{x}^1 \oplus \tilde{x}^2 \oplus \tilde{x}^3 \oplus \dots \oplus \tilde{x}^p}{p} \qquad (۳-۱)$$

در این فرمول p تعداد خبرگان و $\tilde{x}^1$ ، $\tilde{x}^2$ ، $\tilde{x}^p$ به ترتیب ماتریس مقایسه زوجی خبره ۱، خبره ۲ و خبره p می‌باشد و $\tilde{Z}$ عدد فازی مثلثی به صورت $\tilde{z}_{ij} = (l'_{ij}, m'_{ij}, u'_{ij})$ است.

گام‌های بعدی شامل نرمال‌سازی ماتریس ارتباط مستقیم، محاسبه ماتریس روابط کامل فازی، محاسبه شدت و جهت تأثیر، نرمال سازی ماتریس ارتباط کامل، محدود کردن سوپرماتریس و استخراج وزن نهایی هر مؤلفه بود که مطابق روش استاندارد دنپ فازی انجام شد(*Amoozad Mahdiraji et al., 2022*).

در مرحله نهایی، برای رتبه‌بندی فروشگاه‌های منتخب بر اساس میزان بهره‌مندی از قابلیت‌های اینترنت‌اشیا، از روش مارکوس فازی استفاده شد و وزن‌های به‌دست‌آمده از مرحله دنپ فازی به‌عنوان اوزان معیارها مورد استفاده قرار گرفتند. داده‌های این بخش نیز با مشارکت همان ۹ خبره مرحله قبل گردآوری شد تا یکپارچگی ارزیابی‌ها حفظ گردد. ابتدا ماتریس تصمیم فازی بر پایه ارزیابی خبرگان از فروشگاه‌ها در برابر هر معیار تشکیل و مقادیر زبانی با طیف پنج‌درجه‌ای به اعداد فازی تبدیل شد. سپس با اجرای گام‌های استاندارد مارکوس فازی، مقادیر ایده‌آل و ضدایده‌آل تعیین، داده‌ها نرمال‌سازی و مطلوبیت هر فروشگاه محاسبه و پس از فازی‌زدایی، رتبه نهایی فروشگاه‌ها استخراج شد(*Wang & Dang, 2024*).

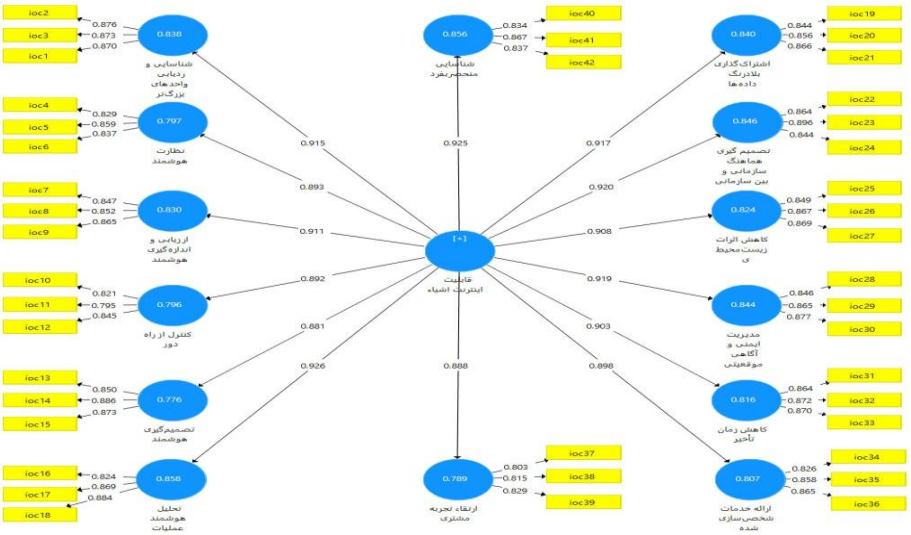
یافته‌های پژوهش

بخش اول یافته‌ها: تحلیل عاملی تاییدی

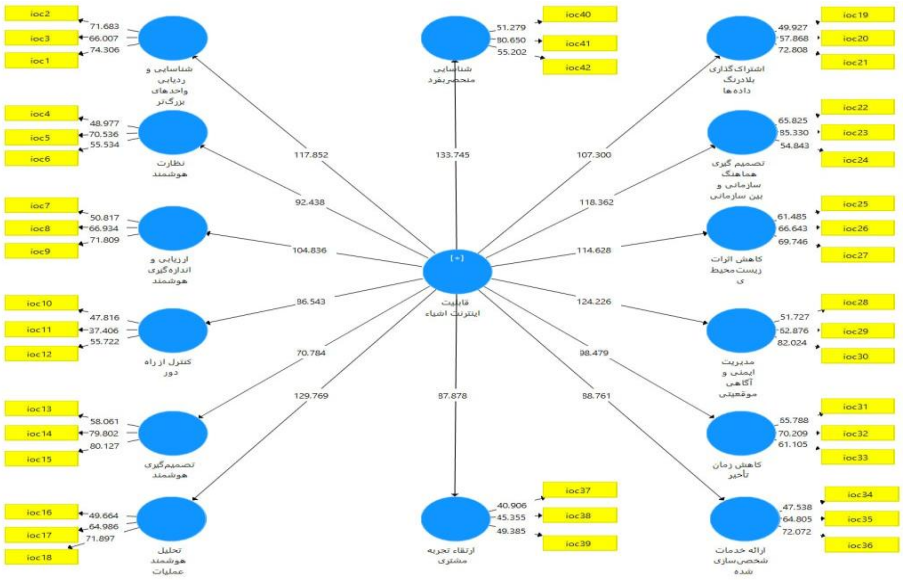
برای بررسی برازش مدل اندازه‌گیری قابلیت‌های اینترنت‌اشیا در خرده‌فروشی، که شامل ۱۴ بعد می‌باشد، تحلیل عاملی تأییدی با رویکرد حداقل مربعات جزئی و با استفاده از نرم‌افزار SmartPLS انجام گرفت. مطابق ساختار مفهومی مدل پژوهش، هر یک از ابعاد چهارده‌گانه با استفاده از سه گویه سنجیده شده‌اند. خروجی نرم‌افزار در حالت برآورد

ضرایب مسیر در شکل ۱ نمایش داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، تمامی بارهای عاملی بالاتر از ۰/۸۸ هستند که مقدار مناسبی تلقی می‌گردد. شکل ۲ نیز مدل ساختاری را در حالت معناداری ضرایب مسیر نشان می‌دهد. در این حالت، تمامی آماره‌های t بزرگ‌تر از ۱/۹۶ هستند، بنابراین، کلیه ضرایب در سطح ۹۵ درصد معنادارند.

به منظور اطمینان از برازندگی مدل اندازه‌گیری، شاخص‌های روایی و پایایی مورد بررسی قرار گرفتند. برای ارزیابی روایی همگرا، مقدار میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE) برای تمامی سازه‌ها بزرگ‌تر از ۰/۶۰ و مقدار پایایی ترکیبی (CR) برای همگی بیش از ۰/۸۵ گزارش شد، که این مقادیر نشان‌دهنده تأیید روایی همگرا و پایایی سازه‌ها است. به‌منظور بررسی روایی واگرا، از معیار فورنل و لارکر استفاده شد. نتایج نشان داد که جذر AVE هر سازه بیشتر از همبستگی آن با سایر سازه‌ها بوده بنابراین، روایی واگرای مدل نیز تأیید می‌گردد. در نهایت، شاخص‌های برازش مدل از جمله SRMR بررسی شد.



شکل شماره۱: مدل در حالت تخمین ضرایب



شکل شماره۲: مدل درحالت معناداری ضرایب

مقدارSRMR برابر با ۰/۰۵۸ به دست آمد که کمتر از مقدار آستانه ۰/۰۸ بوده و نشان‌دهنده برازش مناسب مدل اندازه‌گیری است. بر این اساس، مدل اندازه‌گیری پژوهش از روایی و پایایی مطلوبی برخوردار بوده و برای تحلیل مدل ساختاری مناسب تشخیص داده شد.

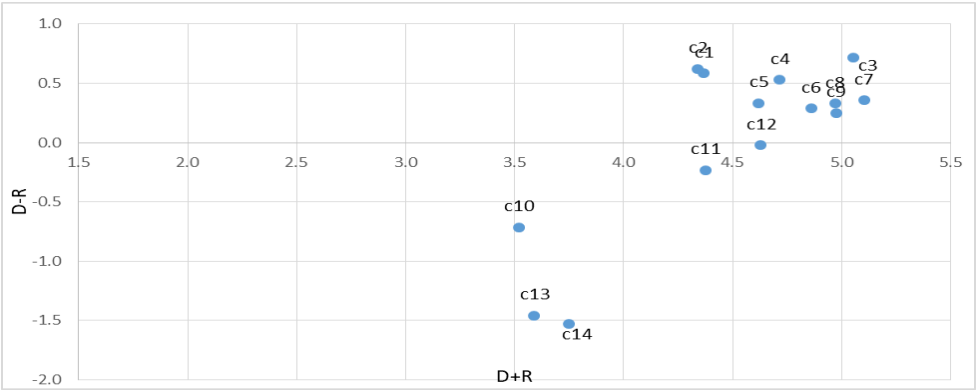
بخش دوم یافته‌ها: تحلیل روابط علّی و تعیین وزن نهایی مؤلفه‌های قابلیت‌های اینترنت‌اشیا

به منظور سنجش روابط علّی و اهمیت نسبی مؤلفه‌های قابلیت‌های اینترنت‌اشیا، از تکنیک ترکیبی دنپ فازی استفاده شد. در این مرحله، داده‌های حاصل از مقایسه زوجی ۹ خبره (اعداد ۰ تا ۴) به مقادیر فازی مثلثی تبدیل و ماتریس اولیه روابط مستقیم تشکیل شد. پس از نرمال‌سازی و محاسبه ماتریس ارتباط کامل، شاخص‌های تأثیرگذاری **(D)** و تأثیرپذیری **(R)** استخراج گردید (جدول ۴).

جدول شماره۴: محاسبه R و D و نوع مولفه‌ها

	D			R			D غیرفازی	R غیرفازی	D+R	D-R	نوع معیار
C1	0/661	1/698	5/069	0/409	1/206	4/066	2/476	1/894	4/370	0/582	علت
C2	0/641	1/689	5/110	0/387	1/184	4/017	2/480	1/863	4/343	0/617	علت
C3	0/928	2/143	5/581	0/536	1/439	4/534	2/884	2/169	5/053	0/715	علت
C4	0/752	1/851	5/264	0/501	1/387	4/401	2/622	2/096	4/719	0/526	علت
C5	0/654	1/700	5/072	0/507	1/421	4/511	2/476	2/146	4/622	0/329	علت
C6	0/728	1/812	5/179	0/618	1/567	4/686	2/573	2/290	4/863	0/283	علت
C7	0/808	1/935	5/443	0/642	1/637	4/849	2/729	2/376	5/105	0/352	علت
C8	0/745	1/855	5/348	0/615	1/578	4/779	2/649	2/324	4/973	0/326	علت
C9	0/726	1/820	5/288	0/648	1/640	4/806	2/612	2/365	4/976	0/247	علت
C10	0/141	0/783	3/276	0/514	1/404	4/442	1/400	2/120	3/520	-0/720	معلول
C11	0/457	1/375	4/380	0/604	1/552	4/765	2/070	2/307	4/377	-0/236	معلول
C12	0/575	1/547	4/786	0/593	1/583	4/811	2/303	2/329	4/632	-0/026	معلول
C13	0/113	0/522	2/562	0/712	1/789	5/079	1/066	2/526	3/592	-1/461	معلول
C14	0/129	0/537	2/658	0/774	1/882	5/271	1/108	2/642	3/750	-1/534	معلول

نتایج نشان داد مؤلفه‌های «نظارت‌هوشمند»، «شناسایی‌و ردیابی واحدهای بزرگتر» و «شناسایی منحصر بفرد» بیشترین نقش علّی را دارند، در حالی‌که «ارتقاء تجربه‌مشتری»، «ارائه خدمات شخصی‌سازی شده» و «کاهش اثرات زیست محیطی» بیشترین تأثیرپذیری را نشان می‌دهند. نمودار علت و معلولی ترسیم‌شده (شکل ۳) این ساختار را به‌صورت بصری نشان می‌دهد.



شکل شماره۳: نمودار علی معلولی قابلیت‌های اینترنت اشیا در خرده‌فروشی

در گام نهایی، با نرمال‌سازی ماتریس ارتباطات کامل و محاسبه سوپرماتریس موزون (تا توان ۹)، وزن نهایی مؤلفه‌ها تعیین شد (جدول ۵). یافته‌ها بیانگر آن است که «ارائه خدمات شخصی‌سازی شده»، «ارتقاء تجربه‌مشتری»، «کاهش زمان‌تأخیر»، «شناسایی‌و ردیابی واحدهای بزرگتر» و «مدیریت‌ایمنی و آگاهی‌موقعیتی» بالاترین اهمیت را در بین قابلیت‌های اینترنت‌اشیا در خرده‌فروشی دارند.

جدول شماره۵: نتایج رتبه‌بندی قابلیت‌های اینترنت اشیا در خرده‌فروشی

ردیف	نماد قابلیت	عنوان قابلیت اینترنت اشیا در خرده‌فروشی	وزن	رتبه
۱	C1	شناسایی منحصربفرد	۰/۰۶۹۹	۶
۲	C2	شناسایی‌و ردیابی واحدهای بزرگتر	۰/۰۷۲۸	۴
۳	C3	نظارت هوشمند	۰/۰۶۰۳	۱۲
۴	C4	ارزیابی‌و اندازه‌گیری هوشمند	۰/۰۵۲۶	۱۴
۵	C5	کنترل از راه‌دور	۰/۰۵۸۶	۱۳
۶	C6	تصمیم‌گیری هوشمند	۰/۰۶۰۴	۱۱
۷	C7	تحلیل‌هوشمند عملیات	۰/۰۶۹۰	۷
۸	C8	اشتراک‌گذاری بلادرنگ داده‌ها	۰/۰۶۷۸	۹
۹	C9	تصمیم‌گیری هماهنگ سازمانی‌و بین‌سازمانی	۰/۰۶۸۹	۸
۱۰	C10	کاهش اثرات زیست محیطی	۰/۰۶۵۸	۱۰
۱۱	C11	مدیریت‌ایمنی و آگاهی‌موقعیتی	۰/۰۷۲۶	۵
۱۲	C12	کاهش زمان‌تأخیر	۰/۰۷۶۹	۳
۱۳	C13	ارائه خدمات شخصی‌سازی‌شده	۰/۰۹۳۷	۱
۱۴	C14	ارتقاء تجربه مشتری	۰/۰۸۷۴	۲

بخش سوم یافته‌ها: رتبه‌بندی فروشگاه‌های شاخص با استفاده از روش مارکوس فازی

فرآیند انتخاب و تحلیل فروشگاه‌های مورد بررسی با رویکردی چندمنبعی انجام شد تا نتایج پژوهش صرفاً بر قضاوت خبرگان متکی نباشد. در گام نخست، اطلاعات پایه فروشگاه‌ها از منابع ثانویه معتبر شامل گزارش‌های صنعتی، مطالعات موردی، مقالات علمی و گزارش‌های رسمی شرکت‌های مادر گردآوری گردید. داده‌های استخراج‌شده سپس توسط ۹ خبره تأیید و تکمیل شد. این خبرگان، با برخورداری از تجربه میدانی، حضور در کنفرانس‌های تخصصی و تعامل با برندهای خارجی، آشنایی عمیق و کاربردی با ساختار و عملکرد فروشگاه‌های هوشمند داشتند. بدین‌ترتیب، ارزیابی آنان مبتنی بر ترکیب دانش نظری، داده‌های مستند و شناخت تجربی از الگوهای واقعی صنعت بود.

در انتخاب فروشگاه‌های منتخب، علاوه بر تنوع جغرافیایی در کشورهای آسیایی پیشرو مانند چین، ژاپن، کره‌جنوبی، هند، تایوان و امارات، به تنوع برندینگ و ساختارهای مالکیتی نیز توجه شد. این فروشگاه‌ها با رویکردهای متفاوت در بهره‌گیری از فناوری‌های هوشمند نمونه‌ای معتبر برای ارزیابی عینی قابلیت‌های IoT در خرده‌فروشی محسوب می‌شوند و زمینه استخراج الگوهای موفق و قابل انتقال به سایر بازارهای منطقه‌ای را نیز فراهم می‌سازند. فروشگاه‌های منتخب در جدول ۶ ارائه شده‌اند.

جدول شماره۶: نام، برند و کشور فروشگاه‌های منتخب

ردیف	نام فروشگاه	برند	کشور
۱	فروشگاه هوشمند یون‌سو	Emart	کره‌جنوبی
۲	فروشگاه هوشمند منطقه زینی	FamilyMart	تایوان
۳	فروشگاه هوشمند دونگتان	Lotte Mart	کره‌جنوبی
۴	مرکز خرید لیک‌تاون	AEON LakeTown	ژاپن
۵	فروشگاه هوشمند جین‌آن کری	Hema (Freshippo)	چین
۶	فروشگاه مگا دون‌کیشه، شیبویا	Don Quijote	ژاپن
۷	فروشگاه هوشمند گانگنام	GS25	کره‌جنوبی
۸	فروشگاه اسمارت‌پوینت بمبئی	Reliance Retail	هند
۹	فروشگاه سیتی‌پلاس در دبی‌مال	Carrefour	امارات
۱۰	فروشگاه چانگ‌نینگ شانگهای	RT-Mart	چین
۱۱	فروشگاه براوو	Yonghui Superstores	چین
۱۲	فروشگاه مفهومی تاچیکاوا	7-Eleven	ژاپن
۱۳	فروشگاه هوشمند سونگدو	Homeplus	کره‌جنوبی
۱۴	فروشگاه هوشمند تایپه	PX Mart	تایوان

ردیف	نام فروشگاه	برند	کشور
۱۵	فروشگاه پرچمدار ایژوانگ	7Fresh (JD.com)	چین
۱۶	فروشگاه هوشمند اوتِماچی‌وان	FamilyMart	ژاپن

در مرحله بعد، رتبه‌بندی ۱۶ فروشگاه منتخب با بهره‌گیری از روش مارکوس فازی و بر اساس اوزان حاصل از روش دنپ فازی برای ۱۴ قابلیت اینترنت اشیا انجام شد. ابتدا، ارزیابی کیفی فروشگاه‌ها توسط خبرگان و با استفاده از طیف پنج‌درجه‌ای لیکرت صورت گرفت. برای کاهش عدم‌قطعیت در قضاوت‌های انسانی، داده‌ها به اعداد فازی مثلثی تبدیل شدند و میانگین فازی نظرات، ماتریس تصمیم اولیه را تشکیل داد. سپس، این ماتریس بر اساس نوع معیار (نفعی یا هزینه‌ای) نرمال‌سازی و با اوزان فازی متناظر ترکیب شد تا ماتریس تصمیم بی‌مقیاس وزن‌دار حاصل گردد.

در گام بعد، درجه مطلوبیت ایده‌آل و ضدایده‌آل هر گزینه محاسبه و توابع سودمندی ایده‌آل ($f(K+)$) و ضدایده‌آل ($f(K-)$) استخراج شد تا میزان نزدیکی هر گزینه به راه‌حل ایده‌آل مشخص شود. در نهایت، مقادیر فازی‌زدایی‌شده به‌عنوان مبنای رتبه‌بندی نهایی فروشگاه‌ها استفاده گردید. نتایج حاصل در جدول ۷ نمایش داده شده است.

جدول شماره۷: رتبه‌بندی گزینه‌ها

ردیف	نام فروشگاه	Ki+	Ki-	f(K+)	f(K-)	f(Ki)	رتبه
۱	فروشگاه هوشمند یون‌سو	0/681	2/487	0/543	0/149	0/419	۱۳
۲	فروشگاه هوشمند منطقه زینی	0/753	2/709	0/592	0/164	0/511	۱۰
۳	فروشگاه هوشمند دونگتان	0/951	3/362	0/734	0/208	0/833	۳
٤	مرکز خرید لیک‌تاون	0/407	1/571	0/343	0/089	0/150	١٦
٥	فروشگاه هوشمند جینگ‌آن کری	0/963	3/408	0/744	0/210	0/857	۲
٦	فروشگاه مگا دون‌کیشه، شیبویا	0/534	1/999	0/437	0/117	0/257	۱۵
۷	فروشگاه هوشمند گانگنام	0/768	2/809	0/613	0/168	0/542	۷
۸	فروشگاه اسمارت‌پوینت بمبئی	0/869	3/096	0/676	0/190	0/690	۵
۹	فروشگاه سیتی‌پلاس در دبی‌مال	0/764	2/758	0/602	0/167	0/529	۹
۱۰	فروشگاه چانگ‌نینگ شانگهای	0/868	3/066	0/669	0/190	0/682	۶
۱۱	فروشگاه براوو	0/741	2/683	0/586	0/162	0/497	۱۲
۱۲	فروشگاه مفهومی تاچیکاوا	1/001	3/578	0/781	0/219	0/944	۱
۱۳	فروشگاه هوشمند سونگدو	0/674	2/469	0/539	0/147	0/411	۱۴
١٤	فروشگاه هوشمند تایپه	0/745	2/706	0/591	0/163	0/504	۱۱
١٥	فروشگاه ایژوانگ	0/934	3/307	0/722	0/204	0/802	۴
١٦	فروشگاه هوشمند اوتماچی‌وان	0/769	2/762	0/603	0/168	0/534	۸

مطابق جدول، فروشگاه مفهومی تاچیکاوا با بالاترین مقدار عملکرد نهایی (۰/۹۴۴) در رتبه نخست قرار دارد، در حالی که مرکز خرید لیک‌تاون با مقدار عملکرد پایین‌تر (۰/۱۵۰) در رتبه آخر قرار گرفته است. این اختلاف چشمگیر در عملکرد نهایی بیانگر تفاوت قابل توجه فروشگاه‌ها در میزان بهره‌گیری از قابلیت‌های IoT است. فروشگاه‌هایی که در رتبه‌های بالاتر قرار گرفته‌اند، از نظر معیارهای کلیدی شناسایی‌شده در مراحل پیشین، عملکرد مطلوب‌تری داشته‌اند. همچنین، بالا بودن امتیاز این فروشگاه‌ها نشان‌دهنده نزدیکی بیشتر آن‌ها به وضعیت ایده‌آل و فاصله کمتر از وضعیت منفی است. نتایج این پژوهش می‌تواند الگویی راهبردی برای فروشگاه اتکا و دیگر خرده‌فروشی‌های داخلی باشد تا با بهره‌گیری از تجارب موفق آسیایی، شکاف دیجیتال را شناسایی کرده و مسیر بهبود زیرساخت‌های هوشمند خود را ترسیم کنند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

پژوهش حاضر با هدف شناسایی، اعتبارسنجی، تحلیل و اولویت‌بندی قابلیت‌های کلیدی اینترنت اشیا در صنعت خرده‌فروشی و نیز رتبه‌بندی فروشگاه‌های هوشمند منتخب، چارچوبی ترکیبی مبتنی بر تحلیل عاملی تأییدی، دنپ فازی و مارکوس فازی ارائه نموده است. نتایج تحلیل عاملی تأییدی نشان داد که ساختار ۱۴بعدی قابلیت‌های اینترنت اشیا از روایی و پایایی مطلوبی برخوردار است و بنابراین، مبنای معتبری برای تحلیل‌های بعدی فراهم می‌آورد. بنابراین، چارچوب پیشنهادی می‌تواند به‌عنوان مبنایی معتبر برای ارزیابی و برنامه‌ریزی تحول دیجیتال در خرده‌فروشی، به‌ویژه در بستر ایران، مورد استفاده قرار گیرد.

در مرحله اولویت‌بندی، نتایج نشان داد قابلیت‌های «ارائه خدمات شخصی‌سازی شده»، «ارتقای تجربه مشتری»، «کاهش تأخیر»، «شناسایی‌و ردیابی واحدهای بزرگتر» و «مدیریت‌ایمنی و آگاهی‌موقعیتی» بالاترین اهمیت را دارند. این یافته بیانگر آن است که از دید خبرگان، ارزش‌آفرینی اینترنت اشیا در خرده‌فروشی بیش از هر چیز در بهبود تجربه خرید، پاسخ‌گویی سریع‌تر، کاهش اصطکاک فرایندهای خدمت‌رسانی و افزایش دقت و ایمنی عملیاتی متبلور می‌شود. همچنین رتبه‌بندی فروشگاه‌های هوشمند منتخب نشان داد میان نمونه‌های آسیایی نیز از نظر بهره‌گیری از قابلیت‌های IoT شکاف معناداری وجود دارد؛ به‌طوری‌که فروشگاه مفهومی تاچیکاوا در رتبه نخست و مرکز خرید لیک‌تاون در رتبه آخر قرار گرفت. این تفاوت نشان می‌دهد موفقیت در خرده‌فروشی هوشمند صرفاً ناشی از در اختیار داشتن فناوری نیست،

بلکه به چگونگی یکپارچه‌سازی آن با مدل کسب‌وکار، فرایندهای عملیاتی و تجربه مشتری وابسته است.

نتایج این پژوهش از جنبه‌های مختلف با پیشینه پژوهش همسو است. برجسته شدن قابلیت‌های مشتری‌محور، با یافته‌های رو و همکاران(۲۰۲۲)[۱] ، آداپا و همکاران(۲۰۲۰)[۲]، هو و همکاران(۲۰۲۵)[۳] و پارک و همکاران(۲۰۲۱)[۴] هم‌راستاست که بر نقش اینترنت اشیا در ارتقای تجربه خرید، تعاملات هوشمند و وفاداری مشتری تأکید کرده‌اند. همچنین اهمیت بالای کاهش تأخیر، ردیابی و ایمنی عملیاتی با نتایج ده‌واس و همکاران(۲۰۲۱)[۵]، کارو و سدر(۲۰۱۹)[۶]، سرال و همکاران(۲۰۲۰)[۷]، آرجیروپولو و همکاران(۲۰۲۴)[۸] سازگار است که IoT را عاملی برای افزایش شفافیت، یکپارچگی و کارایی زنجیره تأمین و عملیات خرده‌فروشی معرفی کرده‌اند. از سوی دیگر، پایین‌تر بودن اولویت قابلیت‌هایی نظیر کاهش اثرات زیست محیطی، در مقایسه با برخی مطالعات جدیدتر مانند نظیر و فان(۲۰۲۴)[۹] نوعی ناهمسویی نسبی را نشان می‌دهد. این ناهمسویی را می‌توان تا حدی ناشی از شرایط زمینه‌ای اقتصادهای در حال‌گذار، محدودیت‌های زیرساختی، فشار کمتر الزامات محیط‌زیستی و غلبه دغدغه‌های فوری‌تر عملیاتی و مشتری‌محور در صنعت خرده‌فروشی ایران دانست.

یکی از مهم‌ترین یافته‌های پژوهش، تمایز میان قابلیت‌های پیشران و قابلیت‌های پیامدی در شبکه قابلیت‌های اینترنت اشیا بود. یافته‌ها نشان دادند قابلیت‌هایی مانند «نظارت‌هوشمند»، « شناسایی و ردیابی واحدهای بزرگتر» و «شناسایی منحصربه‌فرد» از جمله قابلیت‌های پیشران هستند، در حالی‌که «ارتقای تجربه مشتری»، «ارائه خدمات شخصی‌سازی شده» و « مدیریت ایمنی و آگاهی موقعیتی» بیشتر متأثر از سایر قابلیت‌ها هستند. این نتیجه

1. Roe et al. (2022)
2. Adapa et al. (2020)
3. Ho et al. (2025)
4. Park et al. (2021)
5. De Vass et al. (2021)
6. Caro and Sadr (2019)
7. Serral et al. (2020)
8. Argyropoulou et al. (2024)
9. Nazir and Fan (2024)

از منظر مدیریتی بسیار معنادار است، زیرا نشان می‌دهد قابلیت‌های دارای بیشترین وزن، الزاماً همان قابلیت‌های پیشران نیستند. به بیان دیگر، اگرچه خروجی‌های نهایی تحول دیجیتال در خرده‌فروشی عمدتاً در قالب تجربه بهتر مشتری و خدمات شخصی‌سازی‌شده ظاهر می‌شوند، تحقق پایدار این خروجی‌ها بدون توسعه زیرساخت‌های داده‌محور، ردیابی، نظارت، تحلیل عملیات و هماهنگی تصمیم‌گیری ممکن نخواهد بود. بنابراین، ارزش اقتصادی اینترنت اشیا در نقطه تماس با مشتری آشکار می‌شود، اما منشأ این ارزش در قابلیت‌های زیربنایی و عملیاتی نهفته است.

بر این اساس، به مدیران خرده‌فروشی، به‌ویژه فروشگاه‌های زنجیره‌ای در ایران، پیشنهاد می‌شود به جای اجرای پراکنده و مقطعی فناوری‌های هوشمند، نقشه راهی مرحله‌ای و قابلیت‌محور تدوین کنند. در کوتاه‌مدت، تمرکز بر قابلیت‌های ملموس و با اثر سریع مانند کاهش تأخیر، بهبود تجربه مشتری و ارائه خدمات شخصی‌سازی شده می‌تواند منافع قابل مشاهده‌ای ایجاد کند؛ اما در میان‌مدت و بلندمدت، پیشنهاد می‌شود سرمایه‌گذاری بر برخی از قابلیت‌های زیربنایی و پیشران شامل شناسایی و ردیابی، نظارت‌هوشمند، تحلیل‌هوشمند عملیات و اشتراک‌گذاری بلادرنگ داده در اولویت قرار گیرد. همچنین، با توجه به حساسیت بالای امنیت و حریم خصوصی در کاربردهای اینترنت اشیا، پیشنهاد می‌شود استقرار این فناوری همراه با سازوکارهای حاکمیت داده، کنترل دسترسی، استانداردهای امنیتی و آموزش نیروی انسانی باشد تا اعتماد مشتری و پایداری تحول دیجیتال تقویت شود.

در نهایت، با توجه به محدودیت‌هایی نظیر تمرکز پژوهش بر یک مورد مطالعاتی در ایران و استفاده از داده‌های مقطعی و قضاوت خبرگان، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی با بررسی نمونه‌های بیشتر داخلی و بین‌المللی، انجام مطالعات طولی، مقایسه روش مارکوس فازی با سایر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و نیز تحلیل تعامل اینترنت اشیا با فناوری‌هایی چون هوش مصنوعی و بلاک‌چین، درک عمیق‌تری از مسیر نوآوری دیجیتال در خرده‌فروشی فراهم آورند. چنین رویکردی می‌تواند به توسعه الگوهای بومی و ارتقای بلوغ خرده‌فروشی هوشمند در ایران کمک کند.

حمایت و قدردانی: این پژوهش از حمایت مالی و معنوی سازمانی برخوردار نبوده است.

منابع فارسی

پروین، فاطمه؛ قاضینوری، سپهر؛ خسروی، احسان؛ کرجی، فاطمه. (۱۴۰۴). "واکاوی عوامل موثر بر حکمرانی شهر هوشمند" (۲)۵ ، ۷۳-۹۸

رجب پور، ابراهیم و شاهبندرزاده، حمید و شهابی، فاطمه. (۱۴۰۰). بهینه سازی برون سپاری آموزش و توسعه منابع انسانی با تکنیک مارکوس (نمونه پژوهی: شرکت برق و انرژی صبا)، *فصلنامه مطالعات منابع انسانی*، دوره: ۱۱، شماره: ۴

طهماسبی، رضا و فیلی، اردلان. (۱۴۰۱). تدوین استراتژی کاربرد اینترنت اشیاء در ساختمان های مسکونی شهر شیراز با رویکرد ترکیبی DANP – SWOT، *فصلنامه سیستم‌های پردازشی و ارتباطی چندرسانه‌ای هوشمند*، سال سوم، شماره دوم.

ظهرابی، سعید و کسرایی، احمدرضا و سهرابی، طهمورث. (۱۴۰۰). مدل ارزیابی هوش سازمانی با استفاده از رویکرد ترکیبی تکنیک دنپ، (مورد مطالعه: سازمان تامین اجتماعی)، *فصلنامه چشم انداز مدیریت دولتی*، دوره۱۴، شماره ۳

عندلیب اردکانی، داود و زمزم، فاطمه و کیانی، مهرداد. (۱۴۰۳). تحلیلی بر موانع پیاده سازی کیفیت ۴,۰ با رویکرد دنپ فازی، *مهندسی و مدیریت کیفیت*، دوره۱۴، شماره ۴

نجاتی، محمدرضا و قرآنی، مریم و غزنوی، مهرداد. (۱۴۰۳). تکنیک تصمیم گیری چندشاخصه مارکوس فازی جهت انتخاب اینفلوئنسر مناسب برای تبلیغات شرکت های نوشیدنی در بستر شبکه های اجتماعی (مورد مطالعاتی : کارخانه جات نوشیدنی بیسمارک)، *سیستم‌های فلزی و کاربردها*، دوره: ۷، شماره: ۲

References

Abdullah Sani, H. A., & Jaafar, N. I. (2025). Exploring the impact of IoT on governance and public service transformation: evidence from Malaysia’s public sector. *Smart and Sustainable Built Environment*.

Adapa, S., Fazal-e-Hasan, S. M., Makam, S. B., Azeem, M. M., & Mortimer, G. (2020). Examining the antecedents and consequences of perceived shopping value through smart retail technology. *Journal of Retailing and Consumer Services*, *52*, 101901.

Ahmetoglu, S., Che Cob, Z., & Ali, N. A. (2022). A systematic review of Internet of Things adoption in organizations: Taxonomy, benefits, challenges and critical factors. *Applied Sciences*, *12*(9), 4117.

Amoozad Mahdiraji, H., Beheshti, M., Razavi Hajiagha, S. H., Ahmadzadeh Kandi, N., & Boudlaie, H. (2022). A process-based guide for international entrepreneurs while investing in the agrifood sector of an emerging economy: a multi-layer decision-making approach. *British Food Journal*, *124*(7), 1984-2011.

Andalib Ardakani, D., Zamzam, F., & Kiani, M. (2025). An analysis of the barriers to the implementation of quality 4.0 utilizing the approach fuzzy DANP. *Journal of Quality Engineering and Management*, *14*(4), 304-320.(In Persian).

Aparisi-Cerdá, I., Ribó-Pérez, D., Gómez-Navarro, T., García-Melón, M., & Peris-Blanes, J. (2024). Prioritising Positive Energy Districts to achieve carbon neutral

cities: Delphi-DANP approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *203*, 114764.

Argyropoulou, M., Garcia, E., Nemati, S., & Spanaki, K. (2024). The effect of IoT capability on supply chain integration and firm performance: an empirical study in the UK retail industry. *Journal of Enterprise Information Management*, *37*(3), 875-902.

Brous, P., Janssen, M., & Herder, P. (2020). The dual effects of the Internet of Things (IoT): A systematic review of the benefits and risks of IoT adoption by organizations. *International Journal of Information Management*, *51*, 101952.

Caro, F., & Sadr, R. (2019). The Internet of Things (IoT) in retail: Bridging supply and demand. *Business Horizons*, *62*(1), 47-54.

Chanal, P. M., & Kakkasageri, M. S. (2020). Security and privacy in IoT: a survey. *Wireless Personal Communications*, *115*(2), 1667-1693.

Chand, P., & Tarei, P. K. (2024). Leveraging the interplay of Internet of Things (IoT) capabilities for achieving customer satisfaction in a B2B2C context: an integrative perspective. *Journal of Business & Industrial Marketing*, *39*(11), 2325-2346.

Datta, M., & Raman, R. (2024). Ai and ml in retail: Iot sensors and augmented reality for competitive strategies using iot and linear regression. 2024 International Conference on Intelligent and Innovative Technologies in Computing, Electrical and Electronics (IITCEE),

De Vass, T., Shee, H., & Miah, S. J. (2018). The effect of "Internet of Things" on supply chain integration and performance: An organisational capability perspective. *Australasian Journal of Information Systems*, *22*.

De Vass, T., Shee, H., & Miah, S. J. (2021). Iot in supply chain management: a narrative on retail sector sustainability. *International Journal of Logistics Research and Applications*, *24*(6), 605-624.

Đurđević, N., Labus, A., Barać, D., Radenković, M., & Despotović-Zrakić, M. (2022). An approach to assessing shopper acceptance of beacon triggered promotions in smart retail. *Sustainability*, *14*(6), 3256.

Hassija, V., Chamola, V., Saxena, V., Jain, D., Goyal, P., & Sikdar, B. (2019). A survey on IoT security: application areas, security threats, and solution architectures. *IEEe Access*, *7*, 82721-82743.

Ho, T., Nguyen, H., Dinh, H., Pham, H., Pham, P., & Tham, U. (2025). Understanding customer opinions on IoT applications implemented in the retail industry worldwide and its implications for businesses in Vietnam. *Journal of Systems and Information Technology*, *27*(1), 146-172.

Jamme, H.-T., & Connor, D. S. (2023). Diffusion of the Internet-of-Things (IoT): A framework based on smart retail technology. *Applied Geography*, *161*, 103122.

Jayakumar, V., Kannan, J., Kausar, N., Deveci, M., & Wen, X. (2024). Multicriteria group decision making for prioritizing IoT risk factors with linear diophantine fuzzy sets and MARCOS method. *Granular Computing*, *9*(3), 56.

Kamble, S. S., Gunasekaran, A., Parekh, H., & Joshi, S. (2019). Modeling the internet of things adoption barriers in food retail supply chains. *Journal of Retailing and Consumer Services*, *48*, 154-168.

Kaushik, K., & Dahiya, S. (2018). Security and privacy in IoT based e-business and retail. 2018 International Conference on System Modeling & Advancement in Research Trends (SMART),

Liu, C.-H., & Liu, B. (2021). Using DANP-mV model to improve the paid training measures for travel agents amid the COVID-19 pandemic. *Mathematics*, *9*(16), 1924.

Lorente-Martínez, J., Navío-Marco, J., & Rodrigo-Moya, B. (2020). Analysis of the adoption of customer facing InStore technologies in retail SMEs. *Journal of Retailing and Consumer Services*, *57*, 102225.

Ma, B. J., Zhang, Y., Liu, S., Jiang, Y., He, Y., & Yan, K. (2022). Operational strategies for IoT-enabled Brick-and-Mortar retailers in a competitive market. *Computers & Industrial Engineering*, *173*, 108665.

Mohammadzadeh, A. K., Ghafoori, S., Mohammadian, A., Mohammadkazemi, R., Mahbanooei, B., & Ghasemi, R. (2018). A Fuzzy Analytic Network Process (FANP) approach for prioritizing internet of things challenges in Iran. *Technology in Society*, *53*, 124-134.

Nazir, H., & Fan, J. (2024). Revolutionizing retail: Examining the influence of blockchain-enabled IoT capabilities on sustainable firm performance. *Sustainability*, *16*(9), 3534.

Nejati, M. R., Ghorani, M., & Ghaznavi, M. (2024). Fuzzy MARCOS multicriteria decision-making technique for choosing the right influencer for advertising of drinking companies in social networks (Case study: Bismark drinking company). *Fuzzy Systems and its Applications*, *7*(2), 111-134. (in Persian).

Park, J.-S., Ha, S., & Jeong, S. W. (2021). Consumer acceptance of self-service technologies in fashion retail stores. *Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal*, *25*(2), 371-388.

Parra-Sánchez, D. T. (2025). Exploring the Internet of Things adoption in the Fourth Industrial Revolution: a comprehensive scientometric analysis. *Journal of Innovative Digital Transformation*, *2*(1), 1-18.

Parvin, F., Ghazinoory, S., Khosravi, E., & karaji, F. (2025). Analyzing factors affecting smart city governance. *Governance and Development Journal*, *5*(2), 73-98.(In Persian).

Pino, A. F. S., Ruiz, P. H., Mon, A., & Collazos, C. A. (2024). Mechanisms for measuring technology maturity on the Internet of Things in enterprises: A systematic literature mapping. *Internet of Things*, *25*, 101100.

Rahardjo, B., Wang, F.-K., Lo, S.-C., & Chou, J.-H. (2023). A hybrid multi-criteria decision-making model combining DANP with VIKOR for sustainable supplier selection in electronics industry. *Sustainability*, *15*(5), 4588.

Rajabpour, E., Shahbandarzadeh, H., & Shahabi, F. (2021). Optimization of outsourcing of human resources training and development with marcos technique: a case study of saba electricity and energy company. *Journal of Human Resource Studies*, *11*(4), 74-96.(In Persian).

Rebelo, R. M. L., Pereira, S. C. F., & Queiroz, M. M. (2022). The interplay between the Internet of things and supply chain management: challenges and opportunities based

on a systematic literature review. *Benchmarking: An International Journal*, *29*(2), 683-711.

Roe, M., Spanaki, K., Ioannou, A., Zamani, E. D., & Giannakis, M. (2022). Drivers and challenges of internet of things diffusion in smart stores: A field exploration. *Technological Forecasting and Social Change*, *178*, 121593.

Roshanravan, B., Kreuzer, O. P., & Buckingham, A. (2025). BWM-MARCOS: A new hybrid MCDM approach for mineral potential modelling. *Journal of Geochemical Exploration*, *269*, 107639.

Sadhu, P. K., Yanambaka, V. P., & Abdelgawad, A. (2022). Internet of things: Security and solutions survey. *Sensors*, *22*(19), 7433.

Senthilraja, P., Nancy, P., SHERINE GLORY, J., & Manisha, G. (2024). Enhancing IoT security in wireless local area networks through dynamic vulnerability scanning. *Sādhanā*, *49*(3), 195.

Serral, E., Vander Stede, C., & Hasić, F. (2020). Leveraging IoT in retail industry: a maturity model. 2020 IEEE 22nd Conference on Business Informatics (CBI),

Shafique, M. N., Rashid, A., Bajwa, I. S., Kazmi, R., Khurshid, M. M., & Tahir, W. A. (2018). Effect of IoT capabilities and energy consumption behavior on green supply chain integration. *Applied Sciences*, *8*(12), 2481.

Shankar, V., Kalyanam, K., Setia, P., Golmohammadi, A., Tirunillai, S., Douglass, T., Hennessey, J., Bull, J., & Waddoups, R. (2021). How technology is changing retail. *Journal of Retailing*, *97*(1), 13-27.

Shao, Q., Liou, J. J., Weng, S., Jiang, H., Shao, T., & Lin, Z. (2024). Developing a comprehensive service quality model for online to offline e-commerce platforms using a hybrid model. *Electronic Commerce Research*, 1-30.

Stimoniaris, D., Foto, H., Voutsakelis, G., & Kokkonis, G. (2020). Design and construction of HVAC and lighting controller with internet of things capabilities. 2020 3rd World Symposium on Communication Engineering (WSCE),

Tahmasebi, R., & Feili, A. (2022). Developing a Strategy for the Use of the Internet of Things in Shiraz Residential Buildings with a Combined DANP-SWOT Approach. *Intelligent Multimedia Processing and Communication Systems (IMPCS)*, *3*(2), 19–30.(In Persian).

Wang, C.-N., & Dang, T.-T. (2024). Third-party logistics provider selection in the Industry 4.0 era by using a fuzzy AHP and fuzzy MARCOS methodology. *IEEe Access*, *12*, 67291-67313.

Wang, C.-N., Nguyen, T. T. T., Dang, T.-T., & Nguyen, N.-A.-T. (2022). A hybrid OPA and fuzzy MARCOS methodology for sustainable supplier selection with technology 4.0 evaluation. *Processes*, *10*(11), 2351.

Younis, H., Shbikat, N., Bwaliez, O. M., Hazaimeh, I., & Sundarakani, B. (2025). An overarching framework for the successful adoption of IoT in supply chains. *Benchmarking: An International Journal*.

Zohrabi, S., Kasraee, A. R., & Sohrabi, T. (2021). Organizational intelligence evaluation model using DANP (an combined technique approach) Case Study: Social security Organization. *Public Administration Perspective*, *12*(3), 77-102. (In Persian).