

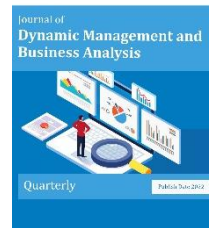


Journal Website

Article history:
Received 24 July 2025
Revised 08 December 2025
Accepted 16 December 2025
Published online 21 March 2026

Dynamic Management and Business Analysis

Volume 5, Issue 1, pp 1-22



E-ISSN: 3041-8933

Presenting a Model Based on the Use of Artificial Intelligence Algorithms in Marketing for Small and Medium-Sized Enterprises in the Food Industry

Jafar. Taherzadeh¹, Hasan. Vahedi^{1*}, Seyed Hossein. Hosseini¹, Mehdi. Sanei¹

¹ Department of Management, Sha.C., Islamic Azad University, Shahrood, Iran

* Corresponding author email address: hasan.vahedi@iau.ac.ir

Article Info

Article type:

Original Research

How to cite this article:

Taherzadeh, J., Vahedi, H., Hosseini, S. H., & Sanei, M. (2026). Presenting a Model Based on the Use of Artificial Intelligence Algorithms in Marketing for Small and Medium-Sized Enterprises in the Food Industry. *Dynamic Management and Business Analysis*, 5(1), 1-22.

<https://doi.org/10.61838/dmbaj.291>



© 2026 the author(s). Published by Knowledge Management Scientific Association. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) License.

ABSTRACT

Objective: The purpose of this study was to develop a comprehensive model based on XGBoost and DistilBERT artificial intelligence algorithms to identify, model, and explain the factors influencing AI adoption in marketing activities of food-industry small and medium-sized enterprises (SMEs) and to analyze customer behavior patterns.

Methodology: This study employed a mixed-methods design grounded in an interpretivist philosophy and an inductive approach. In the qualitative phase, semi-structured interviews were conducted with 12 managers and experts from the food industry and analyzed using the Attride-Stirling thematic analysis method. The analysis yielded 25 organizing themes grouped into technological infrastructure, human resources and knowledge, financial and economic resources, organizational factors, data and analytics, market factors, legal and ethical considerations, and strategic factors. In the quantitative phase, a researcher-developed Likert-scale questionnaire derived from the qualitative findings was administered to 384 food-industry managers and specialists. Following confirmation of data normality and instrument reliability, XGBoost was applied to numerical variables, whereas DistilBERT was used for textual data analysis.

Findings: The inferential results identified managerial acceptance, marketing personalization, and financial resources as the most influential determinants of AI adoption. The XGBoost model demonstrated strong predictive performance, achieving 92% accuracy, $R^2 = 0.85$, and RMSE = 1.23 while effectively prioritizing predictor importance. Furthermore, the DistilBERT model achieved 91% accuracy and an F1-score of 0.87 in customer behavior analysis and prediction based on textual data, outperforming alternative approaches in low-error prediction cases.

Conclusion: The integration of XGBoost and DistilBERT provides a localized and practically applicable framework for AI-driven marketing in food-industry SMEs. The proposed model enhances marketing decision-making, supports customer-centered strategy development, reduces marketing costs, improves conversion rates, and strengthens competitive advantage. Accordingly, investment in data infrastructure, managerial training, and collaboration with AI-focused technology firms are recommended to facilitate successful implementation.

Keywords: Artificial Intelligence Algorithms; Marketing; Small and Medium-Sized Enterprises; Food Industry.



EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Artificial intelligence (AI) has emerged as one of the most transformative technologies in contemporary business environments, fundamentally reshaping organizational processes, decision-making mechanisms, and marketing strategies. The rapid advancement of machine learning, deep learning, natural language processing, and predictive analytics has enabled firms to process large volumes of structured and unstructured data, generate actionable insights, and create personalized customer experiences. In recent years, AI has become an essential component of digital marketing, allowing organizations to improve customer engagement, optimize communication channels, and enhance marketing effectiveness through intelligent automation and data-driven decision-making (Verma et al., 2021). Moreover, AI-driven digital marketing systems have demonstrated significant potential for improving consumer interactions and supporting sustainable consumption behaviors through social and mobile platforms (Acatrinei et al., 2025).

The food industry represents one of the sectors most affected by technological transformation and digital innovation. Increasing competition, changing consumer preferences, growing concerns regarding food quality and safety, and the expansion of digital communication channels have created a need for more sophisticated marketing approaches. Artificial intelligence provides opportunities for food businesses to better understand customer behavior, forecast demand, personalize marketing campaigns, improve supply chain management, and increase organizational productivity (Ding et al., 2023). Recent studies have highlighted the growing role of AI across the entire agri-food ecosystem, from agricultural production and food processing to distribution, retailing, and customer relationship management (Aghababaei et al., 2025; Taneja et al., 2023). Furthermore, AI-powered innovations have contributed to improvements in food safety, traceability, quality assurance, and fraud detection, thereby strengthening consumer trust and organizational competitiveness (Magdas et al., 2025; Yin et al., 2025).

Small and medium-sized enterprises (SMEs) constitute a substantial portion of the food industry and play a critical role in economic development, employment generation, and innovation. Despite their importance, many SMEs face challenges in adopting advanced technologies due to limited financial resources, insufficient technical expertise, inadequate digital infrastructure, and uncertainty regarding technology implementation. Nevertheless, digital transformation offers significant opportunities for SMEs to improve resilience, adaptability, and market performance. Research has demonstrated that digital capabilities and marketing competencies contribute significantly to SME sustainability and competitive advantage (Hokmabadi et al., 2024). Similarly, studies examining digital marketing performance indicate that the integration of advanced technologies can substantially enhance SME effectiveness and organizational outcomes (Sharabati et al., 2024).

In the food sector specifically, AI applications have expanded rapidly. Researchers have reported positive effects of AI on productivity, operational efficiency, innovation capacity, and financial performance among food-related enterprises (Liu et al., 2024; Wang & Liu, 2025). AI-based solutions have been successfully applied in sales forecasting, customer segmentation, quality control, product development, and strategic decision-making (Esmaeily et al., 2024; Jayan et al., 2025). Advanced machine learning models such as XGBoost have demonstrated remarkable performance in forecasting agricultural

product sales and identifying critical business factors affecting organizational outcomes (Li et al., 2024; Romero Martínez et al., 2025). Simultaneously, natural language processing models have become increasingly important for analyzing customer feedback, online reviews, and social media interactions. DistilBERT, as an efficient transformer-based language model, has shown strong performance in extracting meaningful patterns from textual data while maintaining computational efficiency (Adel et al., 2022).

Consumer behavior in the food industry has become increasingly complex due to changing dietary preferences, health awareness, sustainability concerns, and digital engagement. Understanding these behavioral patterns is essential for designing effective marketing strategies. Recent analyses of consumer trends in food markets have emphasized the importance of customer segmentation and preference identification for improving marketing performance and market responsiveness (Sgroi et al., 2025). AI technologies provide businesses with unprecedented capabilities to analyze such trends and develop highly personalized marketing initiatives. Comprehensive reviews of AI in digital marketing further indicate that predictive analytics, customer profiling, and personalized communication represent some of the most impactful applications of AI in contemporary marketing environments (Ziakos & Vlachopoulou, 2023).

Despite the growing body of literature on AI applications in marketing and food industries, several gaps remain. Existing studies often focus either on large corporations or on specific technological applications rather than providing integrated models for SMEs. Moreover, many investigations rely exclusively on quantitative or qualitative data, limiting the ability to capture the multidimensional nature of AI adoption. There is also a lack of comprehensive frameworks that simultaneously examine organizational, technological, financial, strategic, and customer-related factors influencing AI implementation in food-industry SMEs. Therefore, the present study sought to develop an integrated model based on XGBoost and DistilBERT algorithms to identify, analyze, and prioritize the factors affecting AI adoption in marketing activities among food-industry SMEs.

Methods and Materials

This study employed a mixed-methods research design consisting of qualitative and quantitative phases. The qualitative phase adopted an interpretivist perspective and an inductive approach to identify the key factors influencing AI adoption in marketing among food-industry SMEs. Semi-structured interviews were conducted with 12 experts, managers, and specialists possessing substantial experience in food-industry marketing, digital transformation, and artificial intelligence applications. Participants were selected through purposive sampling until theoretical saturation was achieved.

Interview data were analyzed using the Attride-Stirling thematic analysis method. Initial codes were extracted from interview transcripts and subsequently categorized into basic themes, organizing themes, and global themes. The qualitative findings formed the basis for developing the conceptual framework and designing the quantitative instrument.

The quantitative phase involved 384 managers and specialists working in food-industry SMEs. A researcher-developed questionnaire based on the qualitative findings was designed using a five-point Likert scale. The questionnaire measured variables related to technological infrastructure, human resources and knowledge, financial resources, organizational factors, data and analytics, market factors, legal and ethical considerations, and strategic factors.



Data normality was assessed using the Kolmogorov–Smirnov test, while reliability was evaluated through Cronbach’s alpha coefficients. Descriptive statistics were calculated for all variables. Subsequently, the XGBoost algorithm was employed to model and predict the factors influencing AI adoption using structured numerical data. DistilBERT was utilized to analyze textual data and identify customer behavior patterns and purchasing tendencies. Model performance was evaluated using accuracy, precision, recall, F1-score, coefficient of determination (R^2), and error-related indicators.

Findings

The qualitative analysis resulted in the identification of 25 organizing themes grouped into eight major dimensions: technological infrastructure, human resources and knowledge, financial and economic resources, organizational factors, data and analytics, market factors, legal and ethical factors, and strategic factors.

Descriptive findings indicated that the mean scores of the identified factors ranged from 3.45 to 4.25 on a five-point scale, demonstrating moderate to high agreement among respondents regarding their importance. The highest mean values were observed for managerial acceptance of technology ($M = 4.25$), marketing strategy personalization ($M = 4.25$), awareness of AI competitive advantages ($M = 4.20$), organizational innovation culture ($M = 4.15$), and compatibility of AI with existing marketing processes ($M = 4.15$). The lowest mean values were associated with implementation costs ($M = 3.45$), investment in research and development ($M = 3.55$), and access to AI specialists ($M = 3.60$).

Results of the Kolmogorov–Smirnov test demonstrated that all significance values exceeded 0.05, confirming the normal distribution of data and supporting the use of parametric analyses. Cronbach’s alpha coefficients ranged from 0.78 to 0.88, indicating satisfactory to excellent reliability for all study variables.

The XGBoost model demonstrated strong predictive performance with an accuracy of 0.92, an R^2 value of 0.85, and an RMSE of 1.23. Feature importance analysis identified managerial acceptance of technology as the most influential predictor (Gain = 15.2), followed by marketing personalization capability (Gain = 14.8), access to financial resources (Gain = 13.5), innovative organizational culture (Gain = 12.9), and data quality (Gain = 11.7).

The DistilBERT model achieved an accuracy of 0.91, precision of 0.89, recall of 0.90, and an F1-score of 0.87. Attention-weight analysis similarly identified managerial acceptance (0.65), marketing personalization (0.58), access to financial resources (0.52), organizational innovation culture (0.48), and data quality (0.44) as the most significant factors in analyzing customer-related textual information.

Comparison of error distributions revealed that DistilBERT produced a larger number of low-error predictions than XGBoost, particularly within the lowest error interval. Specifically, DistilBERT generated 145 predictions within the 0–0.3 error range, compared with 120 predictions for XGBoost. These findings suggest superior performance of DistilBERT in processing textual customer data, while XGBoost demonstrated stronger capabilities in modeling structured numerical relationships among organizational variables.

Discussion and Conclusion

The findings demonstrate that successful adoption of artificial intelligence in marketing activities among food-industry SMEs is influenced by a complex interaction of organizational, technological, financial, strategic, and customer-related factors. Among all identified variables, managerial acceptance

of technology emerged as the most influential determinant across both analytical models. This result highlights the critical role of leadership commitment in facilitating digital transformation and promoting the implementation of innovative technologies. Managers serve as key decision-makers responsible for resource allocation, strategic direction, and organizational change management. Consequently, organizations with supportive leadership are more likely to adopt AI technologies successfully.

Another significant finding concerns the importance of marketing personalization. The high ranking of this factor indicates that SMEs recognize AI primarily as a tool for enhancing customer engagement and delivering tailored marketing experiences. Personalized communication enables firms to better address customer needs, improve satisfaction, and strengthen loyalty. The prominence of this factor reflects the growing demand for individualized marketing approaches in increasingly competitive food markets.

Data quality also emerged as a critical determinant of AI adoption. High-quality data constitute the foundation of successful AI implementation because predictive algorithms depend on accurate and reliable information. Organizations lacking appropriate data management practices may encounter substantial difficulties when attempting to deploy AI-driven systems. Consequently, investments in data collection, integration, storage, and governance appear essential for maximizing the benefits of artificial intelligence.

The importance of innovative organizational culture further emphasizes that AI adoption is not merely a technological process but also a cultural transformation. Organizations that encourage experimentation, continuous learning, and openness to change are more likely to benefit from advanced technologies. Such cultures facilitate employee acceptance, reduce resistance, and enhance organizational adaptability during technology implementation.

Financial considerations represented another major factor influencing AI adoption. While access to financial resources positively contributed to implementation readiness, high implementation costs were identified as important barriers. This finding reflects the realities faced by many SMEs, which often operate under constrained budgets and limited investment capacity. Therefore, affordable technological solutions and external support mechanisms may play an important role in expanding AI utilization among smaller firms.

The comparative analysis of XGBoost and DistilBERT demonstrated that both algorithms provide valuable insights, although they address different analytical needs. XGBoost proved highly effective for structured numerical data and factor prioritization, whereas DistilBERT excelled in analyzing textual information and customer feedback. The complementary strengths of these algorithms suggest that integrating structured and unstructured data analyses can generate a more comprehensive understanding of AI adoption and customer behavior.



وبسایت مجله

تاریخچه مقاله

دریافت شده در تاریخ ۲ مرداد ۱۴۰۴

اصلاح شده در تاریخ ۱۷ آذر ۱۴۰۴

پذیرفته شده در تاریخ ۲۵ آذر ۱۴۰۴

منتشر شده در تاریخ ۱ فروردین ۱۴۰۵

مدیریت پویا و تحلیل کسب و کار

دوره ۵، شماره ۱، صفحه ۲۲-۱

فصلنامه

مدیریت پویا و
تحلیل کسب و کار



شاپای الکترونیکی: ۸۹۳۳-۳۰۴۱

ارائه مدل بر پایه استفاده از الگوریتم‌های فناوری هوش مصنوعی در بازاریابی کسب‌وکارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی

جعفر طاهرزاده^۱، حسن واحدی مترجم^{۱*}، سید حسین حسینی^۱، مهدی صانعی^۱

۱. گروه مدیریت، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران

*ایمیل نویسنده مسئول: hasan.vahedi@iau.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله

پژوهشی اصیل

نحوه استناد به این مقاله:

طاهرزاده، جعفر، واحدی مترجم، حسن، حسین حسینی، سید، و صانعی، مهدی. (۱۴۰۵). ارائه مدل بر پایه استفاده از الگوریتم‌های فناوری هوش مصنوعی در بازاریابی کسب‌وکارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی. مدیریت پویا و تحلیل کسب و کار، (۱)۵، ۲۲-۱.



© ۱۴۰۵ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده(گان) است. انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY 4.0) صورت گرفته است.

هدف: هدف این پژوهش ارائه یک مدل جامع مبتنی بر الگوریتم‌های هوش مصنوعی XGBoost و DistilBERT برای شناسایی، مدل‌سازی و تبیین عوامل مؤثر بر به‌کارگیری فناوری هوش مصنوعی در بازاریابی کسب‌وکارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی و تحلیل رفتار مشتریان در این حوزه بود. **روش‌شناسی:** این پژوهش با رویکرد آمیخته (کیفی-کمی) و بر مبنای فلسفه تفسیرگرایی و استدلال استقرایی انجام شد. در بخش کیفی، داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۱۲ نفر از مدیران و متخصصان صنایع غذایی گردآوری و با روش تحلیل مضمون آتراید-استرلینگ تحلیل شدند. در نتیجه، ۲۵ مضمون سازمان‌دهنده در قالب ابعاد زیرساخت فناوری، منابع انسانی و دانشی، منابع مالی و اقتصادی، عوامل سازمانی، داده و تحلیل، عوامل بازار، عوامل قانونی و اخلاقی و عوامل استراتژیک استخراج شد. در بخش کمی، پرسشنامه‌ای مبتنی بر مضامین کیفی میان ۳۸۴ مدیر و کارشناس صنایع غذایی توزیع شد. پس از تأیید نرمال بودن داده‌ها و پایایی ابزار، از الگوریتم XGBoost برای مدل‌سازی متغیرهای عددی و از DistilBERT برای تحلیل داده‌های متنی استفاده شد. **یافته‌ها:** نتایج نشان داد که پذیرش مدیریتی، شخصی‌سازی استراتژی‌های بازاریابی و دسترسی به منابع مالی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پذیرش هوش مصنوعی در بازاریابی بودند. مدل XGBoost عملکرد مطلوبی در پیش‌بینی عوامل مؤثر نشان داد و با دقت ۹۲ درصد، ضریب تبیین ۸۵/۰ و RMSE برابر با ۲۳/۱ توانست اهمیت نسبی متغیرها را رتبه‌بندی کند. همچنین مدل DistilBERT با دقت ۹۱ درصد و مقدار F1 برابر با ۸۷/۰ در تحلیل داده‌های متنی و پیش‌بینی رفتار مشتریان عملکرد بالایی داشت و در نمونه‌های دارای خطای پایین برتری خود را نشان داد. **نتیجه‌گیری:** یافته‌های پژوهش نشان داد که تلفیق الگوریتم‌های XGBoost و DistilBERT می‌تواند چارچوبی بومی و کارآمد برای توسعه بازاریابی هوشمند در کسب‌وکارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی فراهم آورد. این مدل ضمن بهبود کیفیت تصمیم‌گیری بازاریابی، امکان کاهش هزینه‌های بازاریابی، افزایش نرخ تبدیل مشتری و ارتقای مزیت رقابتی را فراهم می‌سازد. از این رو، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های داده، آموزش مدیران و توسعه همکاری با شرکتهای فعال در حوزه هوش مصنوعی برای پیاده‌سازی موفق این فناوری ضروری است.

کلیدواژه‌گان: الگوریتم‌های هوش مصنوعی، بازاریابی، کسب‌وکارهای کوچک و متوسط، صنایع غذایی.

مقدمه

تحولات دیجیتال در سال‌های اخیر، منطق رقابت، خلق ارزش و تعامل با مشتری را در صنایع مختلف دگرگون کرده است و در این میان، هوش مصنوعی به یکی از مهم‌ترین پیشران‌های تغییر در بازاریابی تبدیل شده است. بازاریابی معاصر دیگر صرفاً بر تبلیغات، قیمت‌گذاری و توزیع متکی نیست، بلکه به شدت به داده، تحلیل پیش‌بینانه، شخصی‌سازی تجربه مشتری و خودکارسازی تصمیم‌های بازاریابی وابسته شده است. در چنین شرایطی، کسب‌وکارهایی که بتوانند داده‌های مشتریان، روندهای بازار، الگوهای خرید و بازخوردهای متنی مصرف‌کنندگان را به دانش عملیاتی تبدیل کنند، از مزیت رقابتی پایدارتری برخوردار خواهند شد. مرورهای نظام‌مند در حوزه هوش مصنوعی و بازاریابی نشان داده‌اند که هوش مصنوعی می‌تواند با تحلیل رفتار مشتری، بخش‌بندی هوشمند بازار، پیش‌بینی تقاضا، طراحی پیشنهادهای شخصی‌سازی شده و بهینه‌سازی کانال‌های ارتباطی، عملکرد بازاریابی را به شکل معناداری ارتقا دهد (Verma et al., 2021). در همین راستا، مطالعات جدیدتر نیز تأکید کرده‌اند که هوش مصنوعی در بازاریابی دیجیتال، به‌ویژه در بستر شبکه‌های اجتماعی و فناوری‌های موبایلی، ظرفیت بالایی برای افزایش درگیری مصرف‌کننده، حمایت از رفتارهای پایدار و ارتقای کیفیت تعامل برند و مشتری دارد (Acatrinei et al., 2025).

اهمیت هوش مصنوعی در بازاریابی زمانی برجسته‌تر می‌شود که به ماهیت رقابتی و پویای صنایع غذایی توجه شود. صنایع غذایی از یک سو با تغییرات سریع در ترجیحات مصرف‌کنندگان، حساسیت‌های مربوط به کیفیت، سلامت، اصالت، ایمنی و پایداری مواجه است و از سوی دیگر، تحت تأثیر فشارهای زنجیره تأمین، رقابت قیمتی، نوسان تقاضا و نیاز به نوآوری مستمر قرار دارد. کاربرد هوش مصنوعی در این صنعت فقط به تولید و کنترل کیفیت محدود نمی‌شود، بلکه حوزه‌هایی مانند پیش‌بینی فروش، تحلیل رفتار مصرف‌کننده، مدیریت زنجیره تأمین، تشخیص تقلب، تضمین ایمنی غذا، بهینه‌سازی فرآیندها و طراحی راهبردهای بازاریابی را نیز شامل می‌شود (Ding et al., 2023). پژوهش‌های حوزه غذا و کشاورزی نیز نشان داده‌اند که هوش مصنوعی در بخش‌های گوناگون زنجیره ارزش غذا، از مزرعه تا مصرف‌کننده، امکان تصمیم‌گیری دقیق‌تر، کاهش اتلاف، افزایش بهره‌وری و ارتقای ایمنی و کیفیت محصول را فراهم می‌سازد (Aghababaei et al., 2025; Yin et al., 2025). بنابراین، بازاریابی در صنایع غذایی باید هم‌زمان با تحولات فناورانه در تولید، توزیع و مصرف پیش برود و از ابزارهای داده‌محور برای پاسخ‌گویی به نیازهای پیچیده بازار استفاده کند.

در بستر صنایع غذایی، رفتار مصرف‌کننده به‌طور فزاینده‌ای متنوع، حساس و داده‌پذیر شده است. مصرف‌کنندگان امروزی نه تنها به قیمت و دسترسی محصول توجه دارند، بلکه به ویژگی‌هایی مانند سلامت‌محوری، عملکرد تغذیه‌ای، اصالت محصول، پایداری، تجربه خرید، ارتباط دیجیتال با برند و دریافت پیشنهادهای متناسب با نیازهای فردی خود اهمیت می‌دهند. تحلیل روندهای مصرف در مواد غذایی عملکردی نشان می‌دهد که بخش‌بندی بازار و شناخت الگوهای ترجیحی مصرف‌کنندگان، برای طراحی راهبردهای بازاریابی موفق در این حوزه ضروری است (Sgroi et al., 2025). از این منظر، هوش مصنوعی می‌تواند ابزار قدرتمندی برای شناسایی خوشه‌های مصرف‌کننده، پیش‌بینی تغییرات تقاضا و ارائه محتوای بازاریابی متناسب با هر بخش بازار باشد. در عین حال، ادبیات بازاریابی دیجیتال نشان می‌دهد که توانایی تحلیل داده‌های بزرگ و استخراج بینش از تعاملات آنلاین مشتریان، به شرکت‌ها امکان می‌دهد ارتباطات بازاریابی را از حالت عمومی و یکسان برای همه مشتریان به سمت ارتباطات هدفمند، تعاملی و شخصی‌سازی شده سوق دهند (Ziakos & Vlachopoulou, 2023).

با وجود این ظرفیت‌ها، مسئله اصلی برای کسب‌وکارهای کوچک و متوسط این است که بهره‌برداری از هوش مصنوعی به سادگی شرکت‌های بزرگ و دارای منابع گسترده امکان‌پذیر نیست. کسب‌وکارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی معمولاً با محدودیت‌های مالی، کمبود نیروی انسانی متخصص، ضعف زیرساخت‌های داده، دشواری دسترسی به پلتفرم‌های تحلیل پیشرفته و نبود راهبرد مشخص برای تحول دیجیتال



مواجهاند. با این حال، همین کسب‌وکارها به دلیل نزدیکی به مشتریان، انعطاف‌پذیری عملیاتی، شناخت بهتر بازارهای محلی و توانایی واکنش سریع به تغییرات تقاضا، ظرفیت بالایی برای استفاده اثربخش از ابزارهای هوشمند دارند. پژوهش‌های مرتبط با تاب‌آوری کسب‌وکارهای کوچک و متوسط و استراتژیک‌ها نشان می‌دهد که تحول دیجیتال و قابلیت‌های بازاریابی، نقش مهمی در افزایش تاب‌آوری، سازگاری و ارزش‌آفرینی این کسب‌وکارها ایفا می‌کنند (Hokmabadi et al., 2024). همچنین، مطالعات انجام‌شده در زمینه بازاریابی دیجیتال در کسب‌وکارهای کوچک و متوسط بیانگر آن است که ابزارهای دیجیتال می‌توانند عملکرد این کسب‌وکارها را بهبود دهند، اما میزان موفقیت آن‌ها به سطح آمادگی سازمانی، توانمندی مدیریتی، کیفیت داده‌ها و سازگاری فناوری با فرآیندهای کسب‌وکار وابسته است (Sharabati et al., 2024).

در صنایع غذایی، کاربرد هوش مصنوعی در شرکت‌ها و بنگاه‌های فعال می‌تواند بر بهره‌وری، عملکرد مالی و توان رقابتی اثرگذار باشد. شواهد تجربی درباره شرکت‌های فرآوری غذا نشان می‌دهد که نوآوری مبتنی بر هوش مصنوعی می‌تواند بهره‌وری شرکت‌های غذایی را ارتقا دهد و زمینه‌ساز بهبود عملکرد عملیاتی و اقتصادی شود (Liu et al., 2024). همچنین، پژوهش‌های جدید درباره تأثیر نوآوری هوش مصنوعی بر عملکرد شرکت‌های غذایی بیان می‌کنند که بهره‌گیری از این فناوری می‌تواند مسیر تصمیم‌گیری، کارایی، رقابت‌پذیری و مدیریت ریسک را در شرکت‌های غذایی متحول سازد (Wang & Liu, 2025). با این حال، انتقال این یافته‌ها به سطح کسب‌وکارهای کوچک و متوسط نیازمند مدل‌های بومی و کاربردی است، زیرا این کسب‌وکارها از نظر اندازه، منابع، زیرساخت داده، مهارت‌های فنی و الگوی تصمیم‌گیری با شرکت‌های بزرگ تفاوت دارند. از این‌رو، مسئله اصلی صرفاً اثبات مفید بودن هوش مصنوعی نیست، بلکه طراحی مدلی است که نشان دهد چه عواملی پذیرش و پیاده‌سازی آن را در بازاریابی کسب‌وکارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی تسهیل یا محدود می‌کنند.

یکی از حوزه‌های مهم در این زمینه، مدل‌سازی پیش‌بینانه و یادگیری ماشین است. الگوریتم‌هایی مانند XGBoost به دلیل توانایی بالا در پردازش داده‌های ساختاریافته، کشف روابط غیرخطی، کنترل بیش‌برازش و تعیین اهمیت متغیرها، در مسائل پیش‌بینی و رتبه‌بندی عوامل کاربرد گسترده‌ای یافته‌اند. پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که XGBoost می‌تواند در پیش‌بینی فروش محصولات کشاورزی و غذایی کوتاه‌چرخه عملکرد مناسبی داشته باشد و به کسب‌وکارها در تصمیم‌گیری درباره تقاضا، عرضه و برنامه‌ریزی بازار کمک کند (Li et al., 2024). همچنین، استفاده از XGBoost در پیش‌بینی شکست کسب‌وکار نشان داده است که این الگوریتم می‌تواند در تحلیل ریسک، طبقه‌بندی وضعیت بنگاه‌ها و شناسایی عوامل اثرگذار بر پایداری کسب‌وکار کارآمد باشد (Romero Martínez et al., 2025). بر این اساس، کاربرد XGBoost در پژوهش حاضر می‌تواند امکان مدل‌سازی عوامل عددی مؤثر بر پذیرش هوش مصنوعی در بازاریابی را فراهم کند و نشان دهد کدام عوامل در اولویت تصمیم‌گیری مدیران کسب‌وکارهای کوچک و متوسط قرار دارند.

در کنار داده‌های ساختاریافته، بخش مهمی از اطلاعات بازاریابی در قالب داده‌های متنی تولید می‌شود؛ از جمله نظرات مشتریان، بازخوردهای شبکه‌های اجتماعی، توصیف تجربه خرید، شکایات، پیشنهادهای مشتریان، پاسخ‌های مصاحبه و محتوای ارتباطی برندها. تحلیل این داده‌ها نیازمند مدل‌های پردازش زبان طبیعی است که بتوانند روابط معنایی، نگرش‌ها، احساسات و الگوهای پنهان در متن را شناسایی کنند. DistilBERT، به عنوان نسخه فشرده‌تر و کارآمدتر مدل BERT، امکان تحلیل متن را با هزینه محاسباتی کمتر و سرعت بالاتر فراهم می‌کند و برای محیط‌هایی که منابع فنی محدود دارند، مناسب‌تر است. مطالعات پیشین نشان داده‌اند که DistilBERT می‌تواند در تشخیص رویدادها و طبقه‌بندی داده‌های متنی عملکرد مناسبی داشته باشد و با وجود فشرده‌سازی، دقت قابل قبولی را حفظ کند (Adel et al., 2022). بنابراین، استفاده از DistilBERT در بازاریابی کسب‌وکارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی می‌تواند به تحلیل داده‌های متنی مشتریان، پیش‌بینی رفتار خرید، شناسایی الگوهای ترجیحی و طراحی راهبردهای بازاریابی مشتری‌محور کمک کند.

اهمیت هوش مصنوعی در صنایع غذایی صرفاً به بازاریابی محدود نیست، بلکه کل زنجیره ارزش را شامل می‌شود. مطالعات مربوط به کاربردهای هوش مصنوعی در صنعت غذا نشان داده‌اند که این فناوری در فرآیندهایی مانند پایش کیفیت، بهینه‌سازی تولید، پیش‌بینی تقاضا، ایمنی غذا، کنترل تقلب، مدیریت ریسک و نوآوری محصول نقش فزاینده‌ای دارد (Jayan et al., 2025). در حوزه اصالت‌سنجی و تشخیص تقلب غذایی نیز هوش مصنوعی می‌تواند از طریق تحلیل داده‌های پیچیده، شناسایی برجسب‌های نادرست، تشخیص الگوهای تقلب و افزایش اعتماد مصرف‌کننده نقش مهمی ایفا کند (Magdas et al., 2025). علاوه بر این، بررسی کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی در مدل‌سازی فرآیندهای غذایی نشان می‌دهد که روش‌های هوشمند قابلیت بالایی برای تحلیل فرآیندهای غیرخطی، پیش‌بینی کیفیت محصول و بهینه‌سازی عملیات در صنایع غذایی دارند (Bhagya Raj & Dash, 2022). این مجموعه شواهد نشان می‌دهد که بازاریابی هوشمند باید با درک وسیع‌تری از اکوسیستم هوش مصنوعی در صنعت غذا طراحی شود، زیرا اعتماد، کیفیت، ایمنی، اصالت و کارایی عملیاتی همگی بر ادراک مشتری و عملکرد بازاریابی اثر می‌گذارند.

در سطح کلان‌تر، بخش کشاورزی و غذا با چالش‌هایی مانند امنیت غذایی، پایداری، تغییرات اقلیمی، ردیابی محصول، مدیریت منابع و تغییرات تقاضای مصرف‌کننده مواجه است. هوش مصنوعی در بخش کشاورزی-غذایی می‌تواند با تحلیل داده‌های چندمنبعی، بهینه‌سازی زنجیره تأمین، افزایش کارایی تولید و تقویت نوآوری فناورانه، نقش مهمی در پاسخ‌گویی به این چالش‌ها داشته باشد (Taneja et al., 2023). در همین راستا، پژوهش‌های مرتبط با آینده علم و فناوری غذا نشان می‌دهند که هوش مصنوعی می‌تواند نقطه عطفی در تحول صنعت غذا باشد و مسیر توسعه محصولات، کنترل کیفیت، فرآوری، بازاریابی و ارتباط با مصرف‌کننده را بازتعریف کند (Esmaily et al., 2024). بنابراین، مطالعه پذیرش هوش مصنوعی در بازاریابی کسب‌وکارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی، نه فقط یک موضوع مدیریتی یا بازاریابی، بلکه بخشی از روند گسترده‌تر تحول دیجیتال در نظام غذایی است.

با وجود گسترش ادبیات هوش مصنوعی در بازاریابی و صنایع غذایی، چند شکاف مطالعاتی همچنان باقی است. نخست آنکه بسیاری از مطالعات پیشین یا بر شرکت‌های بزرگ و فناوری‌محور تمرکز داشته‌اند یا کاربردهای عمومی هوش مصنوعی در صنعت غذا را بررسی کرده‌اند، در حالی که نیازها، محدودیت‌ها و الگوهای تصمیم‌گیری کسب‌وکارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی کمتر به صورت اختصاصی مطالعه شده است. دوم آنکه بخش زیادی از پژوهش‌ها به یک نوع داده یا یک الگوریتم محدود مانده‌اند؛ برای مثال یا داده‌های عددی و ساختاریافته را تحلیل کرده‌اند یا به داده‌های متنی و پردازش زبان طبیعی پرداخته‌اند. در حالی که تصمیم‌گیری بازاریابی در عمل به ترکیب داده‌های کمی و کیفی نیاز دارد. سوم آنکه در بسیاری از مطالعات، عوامل انسانی، مدیریتی، مالی، داده‌ای و سازمانی مؤثر بر پذیرش هوش مصنوعی در قالب یک مدل بومی و قابل اجرا برای کسب‌وکارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی یکپارچه نشده‌اند. از این‌رو، پژوهشی که بتواند با ترکیب تحلیل مضمون، XGBoost و DistilBERT، هم عوامل بومی و مدیریتی را شناسایی کند، هم متغیرهای عددی را مدل‌سازی نماید و هم داده‌های متنی مرتبط با رفتار مشتریان را تحلیل کند، می‌تواند خلأ مهمی را در ادبیات و عمل پر کند.

بر این اساس، پژوهش حاضر با تمرکز بر کسب‌وکارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی، می‌کوشد مدلی جامع برای به‌کارگیری الگوریتم‌های هوش مصنوعی در بازاریابی ارائه دهد. منطبق با این پژوهش آن است که پذیرش موفق هوش مصنوعی در این کسب‌وکارها زمانی رخ می‌دهد که سه سطح به صورت هم‌زمان تحلیل شود: سطح نخست، عوامل زمینه‌ای و سازمانی مانند زیرساخت فناوری، منابع انسانی، منابع مالی، حمایت مدیریتی، فرهنگ نوآوری و قوانین حریم خصوصی؛ سطح دوم، مدل‌سازی داده‌های عددی برای تعیین اولویت و وزن عوامل مؤثر؛ و سطح سوم، تحلیل داده‌های متنی و بازخوردهای مشتریان برای فهم الگوهای رفتاری و طراحی راهبردهای شخصی‌سازی‌شده. چنین



رویکردی می‌تواند به کسب‌وکارهای کوچک و متوسط کمک کند تا با وجود محدودیت منابع، از ظرفیت هوش مصنوعی برای افزایش اثربخشی بازاریابی، کاهش هزینه‌های تبلیغاتی، بهبود نرخ تبدیل، افزایش وفاداری مشتری و تقویت مزیت رقابتی استفاده کنند. هدف پژوهش حاضر ارائه مدلی مبتنی بر الگوریتم‌های XGBoost و DistilBERT برای شناسایی، مدل‌سازی و تحلیل عوامل مؤثر بر به‌کارگیری فناوری هوش مصنوعی در بازاریابی کسب‌وکارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی است.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی-توسعه‌ای و از نظر روش اجرا، یک مطالعه آمیخته (کیفی-کمی) با رویکرد تفسیرگرایانه و استدلال استقرایی بود. در مرحله کیفی، هدف شناسایی عوامل مؤثر بر به‌کارگیری فناوری هوش مصنوعی در بازاریابی کسب‌وکارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی بود. جامعه آماری این بخش را مدیران، کارشناسان بازاریابی و صاحبان کسب‌وکارهای کوچک و متوسط فعال در صنایع غذایی تشکیل دادند که دارای تجربه عملی در زمینه بازاریابی و آشنایی با فناوری‌های هوش مصنوعی بودند. نمونه‌گیری به شیوه هدفمند انجام شد و تعداد ۱۲ نفر از خبرگان بر اساس اصل اشباع نظری انتخاب شدند. مصاحبه‌ها به صورت نیمه‌ساختاریافته و در محیط کاری افراد انجام شد و هر مصاحبه بین ۴۵ تا ۷۵ دقیقه به طول انجامید. انتخاب مشارکت‌کنندگان به گونه‌ای صورت گرفت که طیف متنوعی از تخصص‌ها شامل بازاریابی دیجیتال، هوش مصنوعی در بازاریابی، تحلیل داده، مدیریت استراتژیک، فناوری اطلاعات، فروش و توزیع، تحقیق بازار و مدیریت عملیات را پوشش دهد. در مرحله کمی، جامعه آماری شامل مدیران و کارشناسان شاغل در صنایع غذایی بود. با توجه به نامشخص بودن حجم دقیق جامعه آماری، حجم نمونه بر اساس فرمول جوامع نامحدود تعیین شد و در نهایت ۳۸۴ نفر در مطالعه شرکت کردند. گردآوری داده‌های کمی از طریق توزیع پرسشنامه به صورت حضوری و برخط انجام شد تا امکان دستیابی به نمونه‌ای گسترده و نماینده از جامعه مورد مطالعه فراهم شود. این پژوهش از نظر زمان گردآوری داده‌ها مقطعی بوده و داده‌ها در یک بازه زمانی مشخص جمع‌آوری شدند.

در این پژوهش از سه منبع اصلی گردآوری داده شامل مطالعات کتابخانه‌ای، مصاحبه نیمه‌ساختاریافته و پرسشنامه محقق‌ساخته استفاده شد. در مرحله کیفی، مصاحبه نیمه‌ساختاریافته به عنوان ابزار اصلی جمع‌آوری داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت. راهنمای مصاحبه بر اساس مبانی نظری و پیشینه پژوهش تدوین شد و شامل پرسش‌های باز پیرامون زیرساخت‌های فناوری، منابع انسانی، عوامل مدیریتی، مالی، بازار و الزامات راهبردی مرتبط با به‌کارگیری هوش مصنوعی در بازاریابی بود. تمامی مصاحبه‌ها پس از اخذ رضایت آگاهانه مشارکت‌کنندگان ضبط و سپس به طور کامل پیاده‌سازی شدند. اعتبار داده‌های کیفی از طریق روش هشت‌مرحله‌ای کرسول، بازبینی مشارکت‌کنندگان و کنترل سوگیری در فرآیند کدگذاری مورد بررسی قرار گرفت. همچنین برای افزایش پایایی، دو کدگذار مستقل فرآیند تحلیل را انجام دادند و ضریب توافق بین کدگذاران بیش از ۸۵ درصد گزارش شد.

در بخش کمی، پرسشنامه‌ای محقق‌ساخته بر اساس مضامین استخراج‌شده از مرحله کیفی طراحی گردید. این پرسشنامه شامل گویه‌هایی بود که مضامین سازمان‌دهنده شناسایی شده را در قالب طیف پنج‌درجه‌ای لیکرت از «کاملاً مخالفم» تا «کاملاً موافقم» اندازه‌گیری می‌کرد. ابعاد اصلی پرسشنامه شامل زیرساخت‌های فناوری، منابع انسانی و دانشی، منابع مالی و اقتصادی، عوامل سازمانی، کیفیت داده و تحلیل، عوامل بازار، عوامل قانونی و اخلاقی و عوامل استراتژیک بود. روایی محتوایی پرسشنامه با بهره‌گیری از نظرات خبرگان دانشگاهی و متخصصان صنعت تأیید شد و پایایی آن با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ مورد ارزیابی قرار گرفت که مقادیر به‌دست‌آمده برای تمامی ابعاد در سطح قابل قبول و بالاتر از ۷۸/۰ قرار داشت. علاوه بر این، مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی منابع علمی داخلی و بین‌المللی برای تدوین چارچوب نظری، استخراج شاخص‌ها و طراحی مدل مفهومی پژوهش مورد استفاده قرار گرفت.

تحلیل داده‌ها در دو مرحله کیفی و کمی انجام شد. در مرحله کیفی، متن مصاحبه‌ها با استفاده از روش تحلیل مضمون آتراید-استرلینگ مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا کدهای اولیه از داده‌ها استخراج شدند و سپس در قالب مضامین پایه، مضامین سازمان‌دهنده و مضامین فراگیر طبقه‌بندی شدند. برای مدیریت داده‌های کیفی و سازمان‌دهی فرآیند کدگذاری از نرم‌افزار MAXQDA استفاده شد. در نتیجه این فرآیند، ۲۵ مضمون سازمان‌دهنده در قالب چند بعد اصلی شناسایی شد که مبنای طراحی ابزار کمی و توسعه مدل پژوهش قرار گرفت. در مرحله کمی، ابتدا داده‌ها وارد نرم‌افزارهای آماری شدند و شاخص‌های توصیفی شامل میانگین، انحراف معیار و توزیع فراوانی محاسبه گردید. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد و نتایج نشان‌دهنده مناسب بودن داده‌ها برای تحلیل‌های پارامتریک بود. برای ارزیابی پایایی پرسشنامه از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شد. پس از آماده‌سازی داده‌ها، از الگوریتم XGBoost برای مدل‌سازی و پیش‌بینی عوامل مؤثر بر به‌کارگیری هوش مصنوعی در بازاریابی استفاده شد. این الگوریتم با بهره‌گیری از ساختار تقویت گرادیانی، اهمیت نسبی متغیرها را تعیین و قدرت پیش‌بینی مدل را ارزیابی کرد. همچنین برای تحلیل داده‌های متنی و پیش‌بینی رفتار مشتریان از الگوریتم DistilBERT بهره گرفته شد. این مدل مبتنی بر معماری ترنسفورمر بوده و توانایی بالایی در استخراج الگوهای معنایی، تحلیل نگرش مشتریان و پیش‌بینی الگوهای خرید دارد. عملکرد مدل‌ها با شاخص‌هایی نظیر دقت، ضریب تبیین (R^2)، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) و امتیاز F1 ارزیابی شد و نتایج به منظور ارائه مدل نهایی بهینه برای بازاریابی مبتنی بر هوش مصنوعی در کسب‌وکارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی مورد استفاده قرار گرفت.

یافته‌ها

در این بخش، یافته‌های پژوهش در چهار محور اصلی گزارش می‌شود: نخست، شناسایی عوامل مؤثر بر به‌کارگیری فناوری هوش مصنوعی در بازاریابی کسب‌وکارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی از طریق تحلیل مضمون؛ دوم، بررسی وضعیت توصیفی، نرمال بودن داده‌ها و پایایی متغیرهای استخراج‌شده؛ سوم، مدل‌سازی عوامل مؤثر با الگوریتم XGBoost و تحلیل داده‌های متنی با الگوریتم DistilBERT؛ و چهارم، مقایسه عملکرد دو الگوریتم از نظر دقت، اهمیت عوامل و توزیع خطاها. یافته‌ها بر اساس داده‌های کیفی حاصل از مصاحبه با ۱۲ خبره و داده‌های کمی حاصل از پرسشنامه‌های تکمیل‌شده توسط ۳۸۴ نفر از مدیران و کارشناسان صنایع غذایی استخراج و تحلیل شد. در پاسخ به سؤال نخست پژوهش مبنی بر اینکه چه عواملی بر به‌کارگیری فناوری هوش مصنوعی در بازاریابی کسب‌وکارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی تأثیر می‌گذارند، داده‌های حاصل از مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با استفاده از روش تحلیل مضمون آتراید-استرلینگ تحلیل شدند. در فرآیند کدگذاری، ابتدا مضامین پایه از متن مصاحبه‌ها استخراج شد و سپس این مضامین در قالب مضامین سازمان‌دهنده و مضامین فراگیر طبقه‌بندی گردید. برای نمونه، در متن مصاحبه‌ها به مواردی مانند دسترسی به اینترنت پرسرعت، وجود سرورهای قدرتمند، دسترسی به نرم‌افزارهای تخصصی هوش مصنوعی، زیرساخت‌های ابری، شبکه‌های ارتباطی امن، پشتیبانی فنی مستمر، تسلط کارکنان به الگوریتم‌های هوش مصنوعی، توانایی تحلیل داده‌های پیچیده، آشنایی با ابزارهای بازاریابی دیجیتال، مهارت در مدیریت پروژه‌های فناوری، دانش یادگیری ماشین و توانایی استفاده از پلتفرم‌های هوش مصنوعی اشاره شد. این موارد نشان دادند که پذیرش هوش مصنوعی در بازاریابی صرفاً یک موضوع فناورانه نیست، بلکه مجموعه‌ای از عوامل زیرساختی، انسانی، مالی، سازمانی، داده‌ای، بازاری، قانونی و راهبردی را دربرمی‌گیرد.

مضامین فراگیر و مضامین سازمان‌دهنده عوامل مؤثر بر به‌کارگیری فناوری هوش مصنوعی در بازاریابی کسب‌وکارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی

ردیف	مضمون فراگیر	مضمون سازمان‌دهنده
۱	زیرساخت‌های فناوری	دسترسی به زیرساخت‌های فناوری اطلاعات
۲	زیرساخت‌های فناوری	دسترسی به پلتفرم‌های تحلیل داده پیشرفته
۳	زیرساخت‌های فناوری	پشتیبانی فنی و خدمات پس از فروش فناوری
۴	منابع انسانی و دانش	سطح دانش و مهارت کارکنان در حوزه هوش مصنوعی
۵	منابع انسانی و دانش	دسترسی به متخصصان هوش مصنوعی
۶	منابع انسانی و دانش	فرهنگ سازمانی نوآورانه
۷	منابع مالی و اقتصادی	هزینه‌های پیاده‌سازی فناوری هوش مصنوعی
۸	منابع مالی و اقتصادی	میزان سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه
۹	منابع مالی و اقتصادی	دسترسی به منابع مالی برای سرمایه‌گذاری در فناوری
۱۰	عوامل سازمانی	پذیرش فناوری توسط مدیران ارشد
۱۱	عوامل سازمانی	اندازه و مقیاس کسب‌وکار
۱۲	عوامل سازمانی	سازگاری هوش مصنوعی با فرآیندهای بازاریابی موجود
۱۳	عوامل سازمانی	قابلیت ادغام هوش مصنوعی با سیستم‌های مدیریت مشتری
۱۴	داده و تحلیل	کیفیت داده‌های موجود در کسب‌وکار
۱۵	داده و تحلیل	وجود الگوهای داده‌ای قابل تحلیل
۱۶	عوامل بازار	سطح رقابت در بازار صنایع غذایی
۱۷	عوامل بازار	رفتار و ترجیحات مشتریان هدف
۱۸	عوامل بازار	میزان پذیرش دیجیتال‌سازی در بازار هدف
۱۹	عوامل بازار	پیچیدگی زنجیره تأمین در صنایع غذایی
۲۰	عوامل قانونی و اخلاقی	قوانین و مقررات مربوط به حریم خصوصی داده‌ها
۲۱	عوامل قانونی و اخلاقی	اعتماد مشتریان به فناوری‌های هوش مصنوعی
۲۲	عوامل استراتژیک	سطح آگاهی از مزایای رقابتی هوش مصنوعی
۲۳	عوامل استراتژیک	قابلیت شخصی‌سازی استراتژی‌های بازاریابی
۲۴	عوامل استراتژیک	تأثیر هوش مصنوعی بر کاهش هزینه‌های تبلیغاتی
۲۵	عوامل استراتژیک	همکاری با شرکت‌های فناوری و استارت‌آپ‌های هوش مصنوعی

نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که عوامل مؤثر بر به‌کارگیری هوش مصنوعی در بازاریابی کسب‌وکارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی در هشت مضمون فراگیر و ۲۵ مضمون سازمان‌دهنده قابل طبقه‌بندی هستند. در میان این مضامین، عوامل سازمانی و استراتژیک نقش محوری‌تری داشتند، زیرا پذیرش فناوری توسط مدیران ارشد، قابلیت شخصی‌سازی استراتژی‌های بازاریابی و آگاهی از مزایای رقابتی هوش مصنوعی مستقیماً بر تصمیم‌گیری و جهت‌گیری راهبردی کسب‌وکارها اثر می‌گذارند. همچنین، یافته‌های کیفی نشان داد که بدون وجود زیرساخت‌های فناورانه، کیفیت مناسب داده‌ها، نیروی انسانی آشنا با هوش مصنوعی و منابع مالی کافی، پیاده‌سازی موفق مدل‌های هوشمند در بازاریابی امکان‌پذیر نخواهد بود. اعتبار یافته‌های کیفی نیز از طریق بازبینی مضامین توسط مشارکت‌کنندگان، کنترل سوگیری کدها، دسته‌بندی مضامین مثبت و منفی، و تأیید نهایی گزاره‌ها توسط خبرگان بررسی شد و نتایج نشان داد که مضامین استخراج‌شده از اعتبار لازم برخوردارند.

در ادامه، برای بررسی وضعیت کمی متغیرهای استخراج شده از بخش کیفی، میانگین، انحراف معیار و واریانس هر یک از مضامین سازمان دهنده محاسبه شد. نتایج توصیفی در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲

شاخص‌های توصیفی متغیرهای پژوهش

ردیف	متغیر	میانگین	انحراف معیار	واریانس
۱	دسترسی به زیرساخت‌های فناوری اطلاعات	۴.۱۲	۰.۹۰	۰.۸۱
۲	سطح دانش و مهارت کارکنان در حوزه هوش مصنوعی	۳.۹۵	۰.۸۰	۰.۶۴
۳	هزینه‌های پیاده‌سازی فناوری هوش مصنوعی	۳.۴۵	۰.۹۵	۰.۹۰
۴	پذیرش فناوری توسط مدیران ارشد	۴.۲۵	۰.۷۰	۰.۴۹
۵	کیفیت داده‌های موجود در کسب‌وکار	۴.۰۵	۰.۸۵	۰.۷۲
۶	سطح رقابت در بازار صنایع غذایی	۳.۸۰	۰.۹۰	۰.۸۱
۷	سازگاری هوش مصنوعی با فرآیندهای بازاریابی موجود	۴.۱۵	۰.۸۰	۰.۶۴
۸	دسترسی به متخصصان هوش مصنوعی	۳.۶۰	۰.۹۵	۰.۹۰
۹	قوانین و مقررات مربوط به حریم خصوصی داده‌ها	۳.۹۰	۰.۷۵	۰.۵۶
۱۰	اعتماد مشتریان به فناوری‌های هوش مصنوعی	۳.۸۵	۰.۹۰	۰.۸۱
۱۱	قابلیت ادغام هوش مصنوعی با سیستم‌های مدیریت مشتری	۴.۱۰	۰.۸۰	۰.۶۴
۱۲	میزان سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه	۳.۵۵	۰.۹۵	۰.۹۰
۱۳	اندازه و مقیاس کسب‌وکار	۳.۷۵	۰.۸۵	۰.۷۴
۱۴	دسترسی به پلتفرم‌های تحلیل داده پیشرفته	۴.۰۰	۰.۹۰	۰.۸۸
۱۵	سطح آگاهی از مزایای رقابتی هوش مصنوعی	۴.۲۰	۰.۷۰	۰.۶۱
۱۶	پیچیدگی زنجیره تأمین در صنایع غذایی	۳.۹۰	۰.۸۰	۰.۵۹
۱۷	رفتار و ترجیحات مشتریان هدف	۴.۰۵	۰.۹۰	۰.۳۶
۱۸	وجود الگوهای داده‌ای قابل تحلیل	۴.۱۰	۰.۸۵	۰.۷۱
۱۹	پشتیبانی فنی و خدمات پس از فروش فناوری	۳.۹۵	۰.۷۵	۰.۶۴
۲۰	فرهنگ سازمانی نوآورانه	۴.۱۵	۰.۸۰	۰.۳۷
۲۱	میزان پذیرش دیجیتال‌سازی در بازار هدف	۴.۰۰	۰.۹۰	۰.۵۵
۲۲	قابلیت شخصی‌سازی استراتژی‌های بازاریابی	۴.۲۵	۰.۷۰	۰.۶۹
۲۳	تأثیر هوش مصنوعی بر کاهش هزینه‌های تبلیغاتی	۴.۰۵	۰.۸۵	۰.۷۱
۲۴	دسترسی به منابع مالی برای سرمایه‌گذاری در فناوری	۳.۶۵	۰.۹۵	۰.۶۶
۲۵	همکاری با شرکت‌های فناوری و استارت‌آپ‌های هوش مصنوعی	۳.۸۵	۰.۸۰	۰.۵۸

یافته‌های توصیفی جدول ۲ نشان می‌دهد که میانگین متغیرها بین ۳.۴۵ تا ۴.۲۵ قرار دارد؛ بنابراین، پاسخ‌دهندگان به طور کلی اهمیت تمامی عوامل شناسایی شده را در سطح متوسط رو به بالا تا بالا ارزیابی کرده‌اند. بیشترین میانگین مربوط به «پذیرش فناوری توسط مدیران ارشد» و «قابلیت شخصی‌سازی استراتژی‌های بازاریابی» با میانگین ۴.۲۵ بود. این یافته نشان می‌دهد که حمایت مدیریتی و توانایی استفاده از هوش مصنوعی برای طراحی راهبردهای بازاریابی شخصی‌سازی شده، مهم‌ترین مؤلفه‌های پذیرش هوش مصنوعی در کسب‌وکارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی هستند. پس از این دو عامل، «سطح آگاهی از مزایای رقابتی هوش مصنوعی» با میانگین ۴.۲۰ و «سازگاری هوش مصنوعی با فرآیندهای بازاریابی موجود» و «فرهنگ سازمانی نوآورانه» با میانگین ۴.۱۵ در جایگاه‌های بعدی قرار گرفتند. در مقابل، «هزینه‌های پیاده‌سازی فناوری هوش مصنوعی» با میانگین ۳.۴۵، «میزان سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه» با میانگین ۳.۵۵ و «دسترسی



به متخصصان هوش مصنوعی «با میانگین ۳.۶۰ کمترین میانگین را داشتند. این نتیجه نشان می‌دهد که محدودیت‌های مالی و کمبود نیروی متخصص از موانع مهم در مسیر به‌کارگیری هوش مصنوعی در بازاریابی این کسب‌وکارها هستند. پیش از انجام تحلیل‌های مدل‌سازی، نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و پایایی متغیرهای پژوهش با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ بررسی شد. نتایج این دو تحلیل در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳

نتایج آزمون نرمال بودن داده‌ها و پایایی متغیرهای پژوهش

ردیف	متغیر	آماره KS	سطح معناداری	آلفای کرونباخ
۱	دسترسی به زیرساخت‌های فناوری اطلاعات	۰.۰۸	۰.۱۲	۰.۸۲
۲	سطح دانش و مهارت کارکنان در حوزه هوش مصنوعی	۰.۰۷	۰.۱۵	۰.۸۵
۳	هزینه‌های پیاده‌سازی فناوری هوش مصنوعی	۰.۱۰	۰.۰۸	۰.۷۸
۴	پذیرش فناوری توسط مدیران ارشد	۰.۰۶	۰.۱۸	۰.۸۷
۵	کیفیت داده‌های موجود در کسب‌وکار	۰.۰۷	۰.۱۴	۰.۸۳
۶	سطح رقابت در بازار صنایع غذایی	۰.۰۹	۰.۱۱	۰.۸۰
۷	سازگاری هوش مصنوعی با فرآیندهای بازاریابی موجود	۰.۰۷	۰.۱۶	۰.۸۶
۸	دسترسی به متخصصان هوش مصنوعی	۰.۱۰	۰.۰۹	۰.۷۹
۹	قوانین و مقررات مربوط به حریم خصوصی داده‌ها	۰.۰۶	۰.۱۷	۰.۸۴
۱۰	اعتماد مشتریان به فناوری‌های هوش مصنوعی	۰.۰۸	۰.۱۳	۰.۸۱
۱۱	قابلیت ادغام هوش مصنوعی با سیستم‌های مدیریت مشتری	۰.۰۷	۰.۱۵	۰.۸۵
۱۲	میزان سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه	۰.۰۹	۰.۱۰	۰.۷۸
۱۳	اندازه و مقیاس کسب‌وکار	۰.۰۸	۰.۱۴	۰.۸۰
۱۴	دسترسی به پلتفرم‌های تحلیل داده پیشرفته	۰.۰۸	۰.۱۲	۰.۸۲
۱۵	سطح آگاهی از مزایای رقابتی هوش مصنوعی	۰.۰۶	۰.۱۹	۰.۸۷
۱۶	پیچیدگی زنجیره تأمین در صنایع غذایی	۰.۰۸	۰.۱۳	۰.۸۱
۱۷	رفتار و ترجیحات مشتریان هدف	۰.۰۷	۰.۱۵	۰.۸۳
۱۸	وجود الگوهای داده‌ای قابل تحلیل	۰.۰۷	۰.۱۷	۰.۸۵
۱۹	پشتیبانی فنی و خدمات پس از فروش فناوری	۰.۰۶	۰.۱۶	۰.۸۴
۲۰	فرهنگ سازمانی نوآورانه	۰.۰۷	۰.۱۴	۰.۸۶
۲۱	میزان پذیرش دیجیتال‌سازی در بازار هدف	۰.۰۸	۰.۱۲	۰.۸۲
۲۲	قابلیت شخصی‌سازی استراتژی‌های بازاریابی	۰.۰۶	۰.۱۸	۰.۸۸
۲۳	تأثیر هوش مصنوعی بر کاهش هزینه‌های تبلیغاتی	۰.۰۷	۰.۱۵	۰.۸۳
۲۴	دسترسی به منابع مالی برای سرمایه‌گذاری در فناوری	۰.۱۰	۰.۰۹	۰.۷۹
۲۵	همکاری با شرکت‌های فناوری و استارت‌آپ‌های هوش مصنوعی	۰.۰۸	۰.۱۳	۰.۸۱

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که سطح معناداری آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای تمامی متغیرها بیشتر از ۰.۰۵ است. بنابراین، فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها برای تمام متغیرهای پژوهش تأیید شد و داده‌های گردآوری شده برای انجام تحلیل‌های پارامتریک و مدل‌سازی مناسب بودند. همچنین ضرایب آلفای کرونباخ برای متغیرهای پژوهش بین ۰.۷۸ تا ۰.۸۸ قرار داشت. با توجه به اینکه تمامی ضرایب بالاتر از ۰.۷۰ بودند، پایایی ابزار پژوهش در سطح مطلوب ارزیابی شد. بیشترین ضریب پایایی مربوط به «قابلیت شخصی‌سازی استراتژی‌های بازاریابی» با مقدار ۰.۸۸ بود و پس از آن «پذیرش فناوری توسط مدیران ارشد» و «سطح آگاهی از مزایای رقابتی هوش مصنوعی» هر دو با مقدار ۰.۸۷.

قرار گرفتند. این یافته نشان می‌دهد که گویه‌های مربوط به عوامل مدیریتی، آگاهی راهبردی و شخصی‌سازی بازاریابی از انسجام درونی مناسبی برخوردار بوده‌اند.

در پاسخ به سؤال دوم پژوهش، عوامل مؤثر بر به‌کارگیری فناوری هوش مصنوعی در بازاریابی کسب‌وکارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی با استفاده از الگوریتم XGBoost مدل‌سازی شدند. در این مدل، تابع هدف کلی بر اساس ترکیب خطای پیش‌بینی و منظم‌سازی تعریف شد تا مدل بتواند ضمن کاهش خطا، از بیش‌برازش جلوگیری کند. در فرایند مدل‌سازی، منظم‌سازی درخت، تقریب مرتبه دوم تابع هدف، امتیاز تقسیم برگ، به‌روزرسانی وزن برگ، نرخ یادگیری، زیرمجموعه‌گیری داده‌ها، انتخاب ویژگی‌ها، تعیین عمق حداکثر درخت، حداقل وزن برگ و جریمه‌های L_1 و L_2 به‌کار گرفته شدند. این ساختار باعث شد مدل بتواند روابط غیرخطی میان متغیرهای استخراج‌شده و پذیرش هوش مصنوعی را با پایداری و دقت مناسب تحلیل کند. بر اساس نتایج مدل، عواملی مانند پذیرش فناوری توسط مدیران ارشد، قابلیت شخصی‌سازی استراتژی‌های بازاریابی، دسترسی به منابع مالی، فرهنگ سازمانی نوآورانه و کیفیت داده‌های موجود در کسب‌وکار بیشترین نقش را در پیش‌بینی به‌کارگیری هوش مصنوعی داشتند. همچنین مشخص شد که عوامل مالی مانند هزینه‌های پیاده‌سازی، با وجود اهمیت بالا، می‌توانند به عنوان محدودیت اجرایی برای کسب‌وکارهای کوچک و متوسط عمل کنند.

در پاسخ به سؤال سوم پژوهش، رفتار مشتریان و الگوهای خرید در بازاریابی کسب‌وکارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی با استفاده از مضامین کیفی و الگوریتم DistilBERT تحلیل و پیش‌بینی شد. در این بخش، داده‌های متنی و مضامین استخراج‌شده از مصاحبه‌ها به ورودی‌های قابل پردازش برای مدل تبدیل شدند. فرایند مدل‌سازی شامل تبدیل توکن‌ها به بردارهای نهفته، استفاده از مکانیسم توجه چندسر، استخراج خروجی لایه ترنسفورمر، فشرده‌سازی دانش از مدل BERT به DistilBERT، تولید خروجی طبقه‌بندی، محاسبه زیان آنروپی متقاطع، زیان کسینوسی، نرمال‌سازی لایه، توکن‌سازی ورودی با استفاده از نشانه‌های [CLS] و [SEP] و استفاده از تابع فعال‌سازی GELU بود. این فرایند به مدل امکان داد روابط معنایی میان مفاهیم متنی مانند نگرش مشتریان، شخصی‌سازی تبلیغات، اعتماد به فناوری، کیفیت داده‌ها و رفتار خرید را شناسایی کند. نتایج نشان داد که DistilBERT برای تحلیل بازخوردهای متنی و استخراج الگوهای مشتری‌محور در بازاریابی عملکرد مناسبی دارد و می‌تواند در طراحی راهبردهای شخصی‌سازی‌شده و افزایش تعامل مشتریان با برند مورد استفاده قرار گیرد. برای مقایسه عملکرد دو الگوریتم XGBoost و DistilBERT، شاخص‌هایی مانند دقت، خطا، دقت مثبت، امتیاز F_1 ، یادآوری و ضریب تعیین بررسی شد. نتایج در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴

مقایسه معیارهای ارزیابی مدل‌های XGBoost و DistilBERT

معیار ارزیابی	XGBoost	DistilBERT
دقت (Accuracy)	۰.۹۲	۰.۹۱
خطا	RMSE = ۱.۲۳	Cross-Entropy = ۰.۱۲
خطای مطلق میانگین (MAE)	۱.۴۵	—
دقت مثبت (Precision)	۰.۸۸	۰.۸۹
امتیاز F_1	—	۰.۸۷
یادآوری (Recall)	—	۰.۹۰
ضریب تعیین (R^2)	۰.۸۵	—
میانگین پاداش کل	—	—



نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که هر دو مدل از عملکرد پیش‌بینی مناسبی برخوردار بودند. مدل XGBoost با دقت ۰.۹۲ و ضریب تعیین ۰.۸۵ توانست روابط عددی میان عوامل مؤثر و به‌کارگیری هوش مصنوعی را با دقت بالایی مدل‌سازی کند. مقدار RMSE برابر با ۱.۲۳ نیز نشان داد که خطای پیش‌بینی این مدل در سطح قابل قبول قرار دارد. در مقابل، مدل DistilBERT با دقت ۰.۹۱، دقت مثبت ۰.۸۹، امتیاز F1 برابر با ۰.۸۷ و یادآوری ۰.۹۰ عملکرد مطلوبی در تحلیل داده‌های متنی و پیش‌بینی الگوهای رفتاری مشتریان نشان داد. خطای آنتروپی متقاطع ۰.۱۲ در DistilBERT نشان‌دهنده توان بالای این مدل در کاهش خطای طبقه‌بندی و تحلیل معنایی داده‌های متنی بود. بنابراین، XGBoost برای داده‌های عددی و اولویت‌بندی عوامل مدیریتی و ساختاری مناسب‌تر بود، در حالی که DistilBERT برای تحلیل داده‌های متنی، بازخوردهای مشتریان و الگوهای معنایی بازار عملکرد متمایزی داشت.

در ادامه، اهمیت عوامل کلیدی در دو مدل بررسی شد. در مدل XGBoost، اهمیت عوامل بر اساس شاخص Gain و در مدل DistilBERT بر اساس وزن توجه محاسبه گردید. نتایج در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵

مقایسه اهمیت عوامل کلیدی در مدل‌های XGBoost و DistilBERT

عامل کلیدی	XGBoost (Gain)	DistilBERT (وزن توجه)
پذیرش فناوری توسط مدیران ارشد	۱۵.۲	۰.۶۵
قابلیت شخصی‌سازی استراتژی‌های بازاریابی	۱۴.۸	۰.۵۸
دسترسی به منابع مالی برای سرمایه‌گذاری	۱۳.۵	۰.۵۲
فرهنگ سازمانی نوآورانه	۱۲.۹	۰.۴۸
کیفیت داده‌های موجود در کسب‌وکار	۱۱.۷	۰.۴۴

نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که هر دو مدل، «پذیرش فناوری توسط مدیران ارشد» را به عنوان مهم‌ترین عامل شناسایی کردند. این عامل در مدل XGBoost دارای مقدار Gain برابر با ۱۵.۲ و در مدل DistilBERT دارای وزن توجه ۰.۶۵ بود. پس از آن، «قابلیت شخصی‌سازی استراتژی‌های بازاریابی» با Gain برابر با ۱۴.۸ و وزن توجه ۰.۵۸ قرار گرفت. این یافته نشان می‌دهد که پذیرش مدیریتی و شخصی‌سازی بازاریابی، دو محور اصلی موفقیت در به‌کارگیری هوش مصنوعی در کسب‌وکارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی هستند. «دسترسی به منابع مالی برای سرمایه‌گذاری» نیز با Gain برابر با ۱۳.۵ و وزن توجه ۰.۵۲ در جایگاه سوم قرار گرفت که نشان‌دهنده اهمیت منابع مالی در امکان‌پذیر شدن پیاده‌سازی فناوری است. همچنین، «فرهنگ سازمانی نوآورانه» و «کیفیت داده‌های موجود در کسب‌وکار» به عنوان عوامل پشتیبان کلیدی شناسایی شدند. به طور کلی، مدل XGBoost در تعیین اولویت عددی عوامل و مدل DistilBERT در تشخیص تمرکز معنایی عوامل در داده‌های متنی کارآمد بود.

بررسی تکمیلی نتایج XGBoost نشان داد که پذیرش فناوری توسط مدیران ارشد با Gain برابر با ۱۵.۲ و ضریب ۰.۴۵ و قابلیت شخصی‌سازی استراتژی‌های بازاریابی با Gain برابر با ۱۴.۸ و ضریب ۰.۳۸ بیشترین اثر را در مدل داشتند. در مقابل، هزینه‌های پیاده‌سازی فناوری هوش مصنوعی با Gain برابر با ۵.۵ و ضریب ۰.۰۳- به عنوان یکی از محدودیت‌های اجرایی شناسایی شد. این نتیجه نشان می‌دهد که اگرچه کسب‌وکارهای کوچک و متوسط به مزایای هوش مصنوعی در بازاریابی آگاه هستند، اما هزینه‌های پیاده‌سازی و کمبود منابع مالی می‌تواند سرعت پذیرش و اجرای فناوری را کاهش دهد. در مدل DistilBERT نیز پذیرش مدیریتی با وزن توجه ۰.۶۵ و ضریب ۰.۵۵ و

شخصی سازی با وزن توجه ۰.۵۸ و ضریب ۰.۴۹ نقش محوری در تحلیل داده های متنی داشتند. این یافته نشان می دهد که در بازخوردهای متنی و الگوهای معنایی مرتبط با مشتریان، مفاهیم مدیریتی و مشتری محور بیشترین برجستگی را دارند. برای بررسی پایداری پیش بینی ها، توزیع خطاهای دو مدل نیز مقایسه شد. نتایج در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ۶

مقایسه توزیع خطاها در مدل های XGBoost و DistilBERT

بازه خطا	XGBoost (شمار)	DistilBERT (شمار)
۳.۰ تا ۰	۱۲۰	۱۴۵
۰.۳ تا ۰.۶	۵۰	۳۵
۰.۶ تا ۰.۹	۲۰	۱۲
۰.۹ تا ۲.۱	۸	۵
بیشتر از ۲.۱	۲	۳

نتایج جدول ۶ نشان می دهد که DistilBERT نسبت به XGBoost تعداد بیشتری از پیش بینی ها را در پایین ترین بازه خطا قرار داده است؛ به طوری که ۱۴۵ نمونه در بازه خطای ۰ تا ۰.۳ قرار داشتند، در حالی که این مقدار برای XGBoost برابر با ۱۲۰ نمونه بود. این یافته نشان می دهد که DistilBERT در پیش بینی های متنی و تحلیل بازخوردهای مشتریان از دقت بالاتری در بازه خطای پایین برخوردار است. در بازه های خطای ۰.۳ تا ۰.۶ و ۰.۶ تا ۰.۹ نیز تعداد خطاهای DistilBERT کمتر از XGBoost بود. در بازه خطای ۰.۹ تا ۱.۲، XGBoost دارای ۸ نمونه و DistilBERT دارای ۵ نمونه بود که بار دیگر نشان دهنده تمرکز بهتر خطاهای DistilBERT در سطوح پایین تر است. اگرچه در بازه خطای بیشتر از ۱.۲ تعداد نمونه های DistilBERT اندکی بیشتر از XGBoost بود، اما توزیع کلی خطاها نشان داد که DistilBERT برای داده های متنی پایداری و دقت بیشتری دارد. در مقابل، XGBoost همچنان برای داده های عددی و تحلیل اولویت عوامل عملکرد مناسبی نشان داد و توانست چارچوب قابل اتکایی برای رتبه بندی عوامل مؤثر بر پذیرش هوش مصنوعی ارائه کند. در مجموع، یافته های پژوهش نشان داد که به کارگیری هوش مصنوعی در بازاریابی کسب و کارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی تحت تأثیر مجموعه ای از عوامل مدیریتی، فناورانه، انسانی، مالی، داده ای، بازاری، قانونی و راهبردی قرار دارد. در میان این عوامل، پذیرش فناوری توسط مدیران ارشد و قابلیت شخصی سازی استراتژی های بازاریابی بیشترین اهمیت را داشتند. مدل XGBoost توانست عوامل عددی مؤثر بر پذیرش هوش مصنوعی را با دقت بالا مدل سازی و اولویت بندی کند، در حالی که مدل DistilBERT توانست با دقت بالا داده های متنی و الگوهای رفتاری مشتریان را تحلیل نماید. بنابراین، ترکیب این دو الگوریتم می تواند مبنایی برای طراحی مدلی جامع و بومی در بازاریابی هوشمند کسب و کارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی فراهم سازد.

بحث و نتیجه گیری

هدف اصلی پژوهش حاضر ارائه مدلی مبتنی بر الگوریتم های هوش مصنوعی برای شناسایی و مدل سازی عوامل مؤثر بر به کارگیری فناوری هوش مصنوعی در بازاریابی کسب و کارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی بود. نتایج حاصل از تحلیل مضمون، مدل سازی با XGBoost و تحلیل داده های متنی با DistilBERT نشان داد که پذیرش موفق هوش مصنوعی در بازاریابی این کسب و کارها تحت تأثیر مجموعه ای از عوامل فناورانه، سازمانی، انسانی، مالی، داده ای، بازاری و راهبردی قرار دارد. همچنین یافته ها نشان داد که در میان ۲۵ عامل شناسایی شده،



پذیرش فناوری توسط مدیران ارشد، قابلیت شخصی‌سازی استراتژی‌های بازاریابی، دسترسی به منابع مالی، فرهنگ سازمانی نوآورانه و کیفیت داده‌های موجود در کسب‌وکار بیشترین نقش را در تبیین به‌کارگیری هوش مصنوعی ایفا می‌کنند. این نتایج بیانگر آن است که پذیرش فناوری‌های پیشرفته در صنایع غذایی بیش از آنکه صرفاً یک موضوع فنی باشد، یک پدیده چندبعدی است که به آمادگی سازمانی، توان مدیریتی و ظرفیت یادگیری کسب‌وکار وابسته است.

یکی از مهم‌ترین یافته‌های پژوهش، نقش برجسته پذیرش فناوری توسط مدیران ارشد بود که در هر دو مدل XGBoost و DistilBERT بالاترین اهمیت را به خود اختصاص داد. این یافته نشان می‌دهد که نگرش مدیران نسبت به فناوری‌های نوین و میزان حمایت آنان از تحول دیجیتال، عامل کلیدی در موفقیت پروژه‌های مبتنی بر هوش مصنوعی است. در واقع، حتی در شرایطی که زیرساخت‌های نوآورانه و منابع مالی در دسترس باشند، عدم حمایت مدیریت ارشد می‌تواند مانع اصلی پیاده‌سازی موفق فناوری‌های هوشمند باشد. این نتیجه با یافته‌های مطالعات مربوط به تحول دیجیتال و قابلیت‌های بازاریابی در کسب‌وکارهای کوچک و متوسط همسو است که تأکید می‌کنند موفقیت فناوری‌های دیجیتال به میزان زیادی به تعهد مدیریتی و رهبری تحول وابسته است (Hokmabadi et al., 2024). همچنین نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های پژوهش‌های شارباتی و همکاران مبنی بر تأثیر مستقیم قابلیت‌های مدیریتی و فناوری‌های دیجیتال بر عملکرد کسب‌وکارهای کوچک و متوسط همخوانی دارد (Sharabati et al., 2024). از منظر نظری نیز می‌توان استدلال کرد که مدیران ارشد نقش تسهیل‌کننده‌ای در تخصیص منابع، ایجاد فرهنگ نوآوری و کاهش مقاومت در برابر تغییر دارند و به همین دلیل پذیرش مدیریتی در صدر عوامل مؤثر قرار گرفته است.

یافته مهم دیگر پژوهش، اهمیت بالای قابلیت شخصی‌سازی استراتژی‌های بازاریابی بود. این عامل در هر دو مدل مورد استفاده از جایگاه برجسته‌ای برخوردار بود و نشان داد که یکی از مهم‌ترین مزایای هوش مصنوعی برای کسب‌وکارهای صنایع غذایی، توانایی ارائه پیام‌ها، پیشنهادهای و خدمات متناسب با نیازهای فردی مشتریان است. این نتیجه با ادبیات بازاریابی هوشمند و بازاریابی مبتنی بر داده همسو است. پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که هوش مصنوعی می‌تواند از طریق تحلیل حجم گسترده‌ای از داده‌های رفتاری و ترجیحی، امکان طراحی کمپین‌های بازاریابی شخصی‌سازی شده را فراهم کند و در نتیجه تعامل مشتریان با برند و نرخ تبدیل را افزایش دهد (Acatrinei et al., 2025). همچنین مرور جامع انجام‌شده توسط زیاکیس و ولاچوپولو نشان داده است که شخصی‌سازی یکی از مهم‌ترین سازوکارهای اثرگذاری هوش مصنوعی بر عملکرد بازاریابی است و سازمان‌هایی که از ابزارهای تحلیلی پیشرفته استفاده می‌کنند، در ایجاد تجربه مشتری موفق‌تر هستند (Ziakis & Vlachopoulou, 2023). بنابراین، اهمیت بالای این عامل در پژوهش حاضر نشان‌دهنده آن است که مدیران صنایع غذایی، هوش مصنوعی را بیش از هر چیز به عنوان ابزاری برای شناخت دقیق‌تر مشتریان و ارائه ارزش متناسب با نیازهای آنان درک می‌کنند. نتایج پژوهش همچنین نشان داد که کیفیت داده‌های موجود در کسب‌وکار و وجود الگوهای داده‌ای قابل تحلیل از عوامل مهم در پذیرش هوش مصنوعی هستند. این یافته قابل انتظار است، زیرا تمامی الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای یادگیری، پیش‌بینی و تصمیم‌گیری به داده‌های دقیق و باکیفیت وابسته‌اند. بدون وجود داده‌های ساختاریافته و قابل اعتماد، حتی پیشرفته‌ترین الگوریتم‌ها نیز قادر به ارائه نتایج دقیق نخواهند بود. این یافته با مطالعات مربوط به کاربرد کلان‌داده و هوش مصنوعی در صنعت غذا همخوانی دارد که تأکید می‌کنند کیفیت داده‌ها یکی از مهم‌ترین پیش‌نیازهای موفقیت پروژه‌های مبتنی بر هوش مصنوعی است (Ding et al., 2023). همچنین اسماعیلی و همکاران بیان کرده‌اند که تحول هوشمند در صنایع غذایی مستلزم ایجاد زیرساخت‌های داده‌ای مناسب و استفاده نظام‌مند از داده‌ها در فرآیندهای تصمیم‌گیری است (Esmaeily et al., 2024). از این منظر، کیفیت داده‌ها نه تنها یک عامل فنی بلکه یک مزیت راهبردی برای کسب‌وکارها محسوب می‌شود.

یافته‌های پژوهش در خصوص اهمیت فرهنگ سازمانی نوآورانه نیز قابل توجه بود. کسب‌وکارهایی که دارای فرهنگ یادگیری، نوآوری و پذیرش تغییر هستند، آمادگی بیشتری برای استفاده از فناوری‌های نوپهور دارند. فرهنگ سازمانی نوآورانه موجب می‌شود کارکنان و مدیران نگرش مثبتی نسبت به فناوری‌های جدید داشته باشند و فرآیند یادگیری و سازگاری با ابزارهای هوشمند با مقاومت کمتری همراه باشد. این نتیجه با مطالعات مرتبط با تاب‌آوری و تحول دیجیتال کسب‌وکارهای کوچک و متوسط همسو است که نقش فرهنگ سازمانی را در موفقیت نوآوری‌های فناورانه برجسته کرده‌اند (Hokmabadi et al., 2024). علاوه بر این، نتایج پژوهش حاضر با دیدگاه‌هایی که تحول دیجیتال را فراتر از یک تغییر فناورانه و به عنوان یک تحول فرهنگی و سازمانی در نظر می‌گیرند نیز هماهنگ است (Sharabati et al., 2024).

از دیگر یافته‌های مهم پژوهش، نقش منابع مالی و هزینه‌های پیاده‌سازی فناوری بود. نتایج نشان داد که دسترسی به منابع مالی برای سرمایه‌گذاری در فناوری از عوامل مهم پذیرش هوش مصنوعی است، در حالی که هزینه‌های پیاده‌سازی یکی از مهم‌ترین موانع محسوب می‌شود. این یافته با واقعیت‌های موجود در کسب‌وکارهای کوچک و متوسط سازگار است، زیرا این کسب‌وکارها معمولاً با محدودیت منابع مالی مواجه‌اند و توان سرمایه‌گذاری گسترده در فناوری‌های نوین را ندارند. مطالعات مرتبط با عملکرد کسب‌وکارهای کوچک و متوسط نیز نشان داده‌اند که محدودیت منابع مالی می‌تواند سرعت تحول دیجیتال را کاهش دهد و مانع استفاده گسترده از فناوری‌های پیشرفته شود (Sharabati et al., 2024). از سوی دیگر، نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که کاهش هزینه‌های پیاده‌سازی و فراهم کردن دسترسی آسان‌تر به ابزارهای هوش مصنوعی می‌تواند نقش مهمی در گسترش کاربرد این فناوری در صنایع غذایی داشته باشد.

در بخش مدل‌سازی، نتایج نشان داد که الگوریتم XGBoost توانست عوامل مؤثر بر به‌کارگیری هوش مصنوعی را با دقت بالا پیش‌بینی کند. ضریب تعیین ۸۵/۰ و میزان خطای قابل قبول مدل بیانگر آن است که روابط میان متغیرهای شناسایی‌شده و پذیرش هوش مصنوعی به‌خوبی توسط مدل تبیین شده‌اند. این یافته با مطالعات پیشین در حوزه پیش‌بینی فروش محصولات غذایی و تحلیل عملکرد کسب‌وکارها همسو است. لی و همکاران نشان دادند که مدل‌های مبتنی بر XGBoost در پیش‌بینی فروش محصولات کشاورزی عملکرد بالایی دارند و قادرند روابط پیچیده میان متغیرهای محیطی و اقتصادی را مدل‌سازی کنند (Li et al., 2024). همچنین رومرو مارتینز و همکاران اثربخشی XGBoost را در پیش‌بینی شکست کسب‌وکارها و تحلیل عوامل ریسک تأیید کرده‌اند (Romero Martínez et al., 2025). بنابراین، نتایج پژوهش حاضر نیز نشان می‌دهد که XGBoost می‌تواند ابزاری مناسب برای تحلیل عوامل مؤثر بر پذیرش فناوری در محیط‌های کسب‌وکاری باشد.

در کنار XGBoost، نتایج مدل DistilBERT نیز اهمیت ویژه‌ای داشت. این مدل توانست با دقت بالا داده‌های متنی مرتبط با رفتار مشتریان و الگوهای خرید را تحلیل کند و عوامل کلیدی مؤثر بر تصمیم‌های بازاریابی را شناسایی نماید. عملکرد مناسب DistilBERT نشان می‌دهد که داده‌های متنی، منبع ارزشمندی برای شناخت نگرش‌ها، ترجیحات و انتظارات مشتریان هستند. این یافته با پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه پردازش زبان طبیعی و تحلیل متون همخوانی دارد. مطالعه ادل و همکاران نشان داد که DistilBERT ضمن حفظ دقت بالا، توانایی مناسبی در تحلیل داده‌های متنی و استخراج الگوهای معنایی دارد (Adel et al., 2022). از منظر بازاریابی نیز نتایج پژوهش حاضر تأیید می‌کند که تحلیل بازخوردهای مشتریان، نظرات کاربران و داده‌های تولیدشده در شبکه‌های اجتماعی می‌تواند به طراحی راهبردهای مشتری‌محور کمک کند؛ موضوعی که در مطالعات بازاریابی مبتنی بر هوش مصنوعی نیز مورد تأکید قرار گرفته است (Acatrinei et al., 2025; Verma et al., 2021).

یافته‌های پژوهش حاضر همچنین از منظر صنعت غذا دارای اهمیت ویژه‌ای هستند. پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که هوش مصنوعی در صنایع غذایی نه تنها به افزایش بهره‌وری و بهبود کیفیت کمک می‌کند، بلکه می‌تواند مزیت رقابتی پایداری برای شرکت‌ها ایجاد کند (Liu



(et al., 2024; Wang & Liu, 2025). در حوزه ایمنی غذا، اصالت‌سنجی محصولات و مدیریت زنجیره تأمین نیز هوش مصنوعی به عنوان یکی از فناوری‌های کلیدی آینده شناخته می‌شود (Magdas et al., 2025; Yin et al., 2025). همچنین مطالعات انجام‌شده در بخش کشاورزی-غذایی نشان داده‌اند که هوش مصنوعی قادر است فرآیندهای پیچیده این صنعت را بهینه‌سازی کرده و تصمیم‌گیری را در تمامی مراحل زنجیره ارزش ارتقا دهد (Aghababaei et al., 2025; Taneja et al., 2023). بنابراین، نتایج پژوهش حاضر را می‌توان در چارچوب گسترده‌تر تحول دیجیتال صنعت غذا تفسیر کرد؛ تحولی که بازاریابی هوشمند یکی از مهم‌ترین اجزای آن محسوب می‌شود.

در مجموع، یافته‌های پژوهش حاضر با بخش عمده‌ای از ادبیات موجود در زمینه هوش مصنوعی، بازاریابی دیجیتال و صنایع غذایی همسو است و نشان می‌دهد که موفقیت کسب‌وکارهای کوچک و متوسط در بهره‌گیری از هوش مصنوعی به تعامل میان عوامل مدیریتی، انسانی، فناورانه، مالی و داده‌ای وابسته است. همچنین نتایج تأیید می‌کند که استفاده هم‌زمان از الگوریتم‌های XGBoost و DistilBERT می‌تواند چارچوبی جامع برای تحلیل داده‌های ساختاریافته و غیرساختاریافته فراهم کند و تصویری دقیق‌تر از الزامات پذیرش هوش مصنوعی در بازاریابی صنایع غذایی ارائه دهد. از این رو، می‌توان نتیجه گرفت که آینده رقابت‌پذیری کسب‌وکارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی تا حد زیادی به توانایی آن‌ها در بهره‌گیری از داده، تحلیل هوشمند و فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی وابسته خواهد بود.

پژوهش حاضر با وجود دستاوردهای علمی و کاربردی، با محدودیت‌هایی همراه بود. نخست، داده‌های کمی پژوهش بر اساس پرسشنامه‌های خودگزارشی گردآوری شد که همواره احتمال سوگیری پاسخ‌دهندگان در آن وجود دارد. دوم، جامعه آماری پژوهش به مدیران و کارشناسان فعال در کسب‌وکارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی محدود بود و تعمیم نتایج به سایر صنایع باید با احتیاط صورت گیرد. سوم، پژوهش حاضر به صورت مقطعی انجام شد و تغییرات نگرش‌ها و رفتارهای سازمانی در طول زمان مورد بررسی قرار نگرفت. همچنین برخی متغیرهای محیطی مانند شرایط اقتصادی، سیاست‌های حمایتی دولت و سطح بلوغ دیجیتال سازمان‌ها به صورت مستقیم در مدل لحاظ نشدند. علاوه بر این، اگرچه دو الگوریتم XGBoost و DistilBERT مورد استفاده قرار گرفتند، اما مقایسه آن‌ها با سایر مدل‌های پیشرفته یادگیری ماشین و یادگیری عمیق انجام نشد.

پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده به بررسی مدل حاضر در سایر صنایع تولیدی و خدماتی پرداخته و میزان تعمیم‌پذیری آن را ارزیابی کنند. همچنین انجام مطالعات طولی می‌تواند درک عمیق‌تری از روند پذیرش هوش مصنوعی و تغییرات رفتاری مدیران و مشتریان در طول زمان فراهم آورد. استفاده از مدل‌های پیشرفته‌تر یادگیری عمیق، شبکه‌های عصبی گرافی، مدل‌های مولد و الگوریتم‌های ترکیبی نیز می‌تواند به توسعه مدل‌های دقیق‌تر منجر شود. بررسی نقش متغیرهایی نظیر بلوغ دیجیتال، آمادگی فناورانه، رهبری تحول‌آفرین، سرمایه فکری و اعتماد سازمانی در پذیرش هوش مصنوعی نیز می‌تواند مسیرهای پژوهشی ارزشمندی ایجاد کند. همچنین تحلیل داده‌های واقعی فروش، تعاملات مشتریان و داده‌های شبکه‌های اجتماعی می‌تواند اعتبار بیرونی یافته‌ها را افزایش دهد.

به مدیران کسب‌وکارهای کوچک و متوسط صنایع غذایی توصیه می‌شود پیش از سرمایه‌گذاری در فناوری‌های هوش مصنوعی، سطح آمادگی سازمانی، کیفیت داده‌ها و زیرساخت‌های اطلاعاتی خود را ارزیابی کنند. برگزاری دوره‌های آموزشی برای مدیران و کارکنان، توسعه فرهنگ نوآوری و افزایش آگاهی نسبت به مزایای هوش مصنوعی می‌تواند احتمال موفقیت پروژه‌های هوشمند را افزایش دهد. همچنین کسب‌وکارها بهتر است از راهکارهای ابری و کم‌هزینه برای آغاز فرایند تحول دیجیتال استفاده کنند و همکاری با شرکت‌های فناوری، استارت‌آپ‌ها و متخصصان هوش مصنوعی را در اولویت قرار دهند. ایجاد پایگاه‌های داده منسجم از اطلاعات مشتریان، تحلیل مستمر بازخوردهای متنی و استفاده از ابزارهای شخصی‌سازی بازاریابی نیز می‌تواند به بهبود تجربه مشتری، افزایش وفاداری و ارتقای مزیت رقابتی منجر شود. در نهایت،

مدیران باید هوش مصنوعی را نه صرفاً یک فناوری، بلکه یک قابلیت راهبردی برای خلق ارزش، تصمیم‌گیری داده‌محور و توسعه پایدار کسب‌وکار تلقی کنند.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

موازن اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازن 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

- Acatrinei, C., Apostol, I. G., Barbu, L. N., Chivu, R. G., & Orzan, M. C. (2025). Artificial Intelligence in Digital Marketing: Enhancing Consumer Engagement and Supporting Sustainable Behavior Through Social and Mobile Networks. *Sustainability*, 17, 6638. <https://doi.org/10.3390/su17146638>
- Adel, H., Dahou, A., Mabrouk, A., Abd Elaziz, M., Kayed, M., El-Henawy, I. M., Alshathri, S., & Amin Ali, A. (2022). Improving Crisis Events Detection Using DistilBERT with Hunger Games Search Algorithm. *Mathematics*, 10, 447. <https://doi.org/10.3390/math10030447>
- Aghababaei, A., Aghababaei, F., Pignitter, M., & Hadidi, M. (2025). Artificial Intelligence in Agro-Food Systems: From Farm to Fork. *Foods*, 14, 411. <https://doi.org/10.3390/foods14030411>
- Bhagya Raj, G. V. S., & Dash, K. K. (2022). Comprehensive Study on Applications of Artificial Neural Network in Food Process Modeling. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62, 2756-2783. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1858398>
- Ding, H., Tian, J., Yu, W., Wilson, D. I., Young, B. R., Cui, X., Xin, X., Wang, Z., & Li, W. (2023). The Application of Artificial Intelligence and Big Data in the Food Industry. *Foods*, 12, 4511. <https://doi.org/10.3390/foods12244511>
- Esmaily, R., Razavi, M. A., & Razavi, S. H. (2024). A Step Forward in Food Science, Technology and Industry Using Artificial Intelligence. *Trends in Food Science & Technology*, 143, 104286. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.104286>
- Hokmabadi, H., Rezvani, S. M. H. S., & de Matos, C. A. (2024). Business Resilience for Small and Medium Enterprises and Startups by Digital Transformation and the Role of Marketing Capabilities-A Systematic Review. *Systems*, 12, 220. <https://doi.org/10.3390/systems12060220>
- Jayan, H., Min, W., & Guo, Z. (2025). Applications of Artificial Intelligence in Food Industry. *Foods*, 14, 1241. <https://doi.org/10.3390/foods14071241>
- Li, J., Lin, B., Wang, P., Chen, Y., Zeng, X., Liu, X., & Chen, R. (2024). A Hierarchical RF-XGBoost Model for Short-Cycle Agricultural Product Sales Forecasting. *Foods*, 13, 2936. <https://doi.org/10.3390/foods13182936>



- Liu, H., Wang, Y., & Yan, Z. (2024). Artificial Intelligence and Food Processing Firms Productivity: Evidence from China. *Sustainability*, *16*, 5928. <https://doi.org/10.3390/su16145928>
- Magdas, D. A., Hategan, A. R., David, M., & Berghian-Grosan, C. (2025). The Journey of Artificial Intelligence in Food Authentication: From Label Attribute to Fraud Detection. *Foods*, *14*, 1808. <https://doi.org/10.3390/foods14101808>
- Romero Martínez, M., Carmona Ibáñez, P., & Martínez Vargas, J. (2025). Predicting Business Failure with the XGBoost Algorithm: The Role of Environmental Risk. *Sustainability*, *17*, 4948. <https://doi.org/10.3390/su17114948>
- Sgroi, F., Sciortino, C., Baviera-Puig, A., & Modica, F. (2025). Analyzing consumer trends in functional foods: A cluster analysis approach. *Journal of Agriculture and Food Research*, *15*, 101041. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101041>
- Sharabati, A. A. A., Ali, A. A. A., Allahham, M. I., Hussein, A. A., Alheet, A. F., & Mohammad, A. S. (2024). The Impact of Digital Marketing on the Performance of SMEs: An Analytical Study in Light of Modern Digital Transformations. *Sustainability*, *16*, 8667. <https://doi.org/10.3390/su16198667>
- Taneja, A., Nair, G., Joshi, M., Sharma, S., Sharma, S., Jambrak, A. R., Roselló-Soto, E., Barba, F. J., Castagnini, J. M., Leksawasdi, N., & Phimolsiripol, Y. (2023). Artificial Intelligence: Implications for the Agri-Food Sector. *Agronomy*, *13*, 1397. <https://doi.org/10.3390/agronomy13051397>
- Verma, S., Sharma, R., Deb, S., & Maitra, D. (2021). Artificial Intelligence in Marketing: Systematic Review and Future Research Direction. *International Journal of Information Management Data Insights*, *1*, 100002. <https://doi.org/10.1016/j.jjime.2020.100002>
- Wang, Y., & Liu, F. (2025). Impact of artificial intelligence innovation on food company performance. *International Review of Financial Analysis*, *103*(5), 1115-1145. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2025.104219>
- Yin, B., Tan, G., Muhammad, R., Liu, J., & Bi, J. (2025). AI-Powered Innovations in Food Safety from Farm to Fork. *Foods*, *14*, 1973. <https://doi.org/10.3390/foods14111973>
- Ziakis, C., & Vlachopoulou, M. (2023). Artificial Intelligence in Digital Marketing: Insights from a Comprehensive Review. *Information*, *14*, 664. <https://doi.org/10.3390/info14120664>