KMAN PUBLISHING INSTITUTE
Journal Website

Article history:
Received 05 July 2026
Revised 09 October 2026
Accepted 17 October 2026
Initial Publication 20 October 2026
Final Publication 22 December 2026

Journal of Technology in Entrepreneurship and Strategic Management

Volume 5, Issue 4, pp 1-22



E-ISSN: 3041-8585

Identification and Prioritization of Factors Affecting the Commercialization Strategy of Nanotechnology-Based Products in Iranian Industries

Kamal. Ghalandari[1*]

[1] Assistant Professor, Department of Business Management, Payame Noor University, Tehran, Iran

*** Corresponding author email address**: kamal.ghalandari@pnu.ac.ir

A r t i c l e I n f o

Article type:
Original Research

How to cite this article:
Ghalandari, K. (2026). Identification and Prioritization of Factors Affecting the Commercialization Strategy of Nanotechnology-Based Products in Iranian Industries. *Journal of Technology in Entrepreneurship and Strategic Management, 5*(4), 1-22.

© 2026 the authors. Published by KMAN Publication Inc. (KMANPUB), Ontario, Canada. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

A B S T R A C T

This study aimed to develop and empirically test a conceptual model for identifying the factors associated with the effectiveness of commercialization strategies for nanotechnology-based products in Iranian industries and to determine the relative priority of these factors. This applied quantitative study employed a cross-sectional survey design. Data were collected from 385 questionnaires comprising 23 items rated on a five-point Likert scale and measuring six predictor constructs—marketing capabilities and strategies, technological capabilities and advantages, organizational and managerial capabilities, financial and economic resources, environmental and institutional conditions, and market and customer factors—along with commercialization strategy effectiveness as the outcome construct. The measurement model was evaluated using confirmatory factor analysis, while the structural relationships were examined through latent-variable structural equation modeling with maximum likelihood estimation. Bootstrap procedures and regression analysis based on composite scores were used to assess the robustness of the findings, and Johnson's relative weights analysis was employed to determine the relative contribution of the predictors. The structural model explained 64.1% of the variance in commercialization strategy effectiveness. Technological capability had the strongest positive and significant effect (β=0.383), followed by market and customer factors (β=0.239), marketing capabilities (β=0.215), and organizational and managerial capabilities (β=0.189). The environmental–institutional dimension did not show a significant effect in the latent-variable model (β=0.103), although it became significant in the composite-score analysis, whereas the direct effect of financial and economic factors was not significant (β=0.009). Relative weights analysis showed that technological factors accounted for 29.8% of the explained variance, followed by marketing (21.5%), market and customer factors (20.0%), organizational factors (13.9%), environmental–institutional factors (11.0%), and financial factors (3.8%). The effectiveness of nanotechnology commercialization strategies is primarily associated with technological strength, marketing capabilities, and market and customer conditions; therefore, firms should prioritize technological maturity and demonstrable product advantages alongside market-oriented capabilities and customer responsiveness, while recognizing that financial resources alone may not directly ensure commercialization effectiveness.

Keywords: *Technology Commercialization, Nanotechnology, Commercialization Strategy, Marketing Capability, Technological Capability, Structural Equation Modeling, Relative Importance.*

Extended Abstract

Introduction

Technology commercialization represents the critical transition through which scientific knowledge, technological capability, and innovative ideas are transformed into marketable products and economically sustainable value. This transition is particularly complex in emerging and knowledge-intensive technologies because technical superiority alone does not guarantee successful market introduction. Nanotechnology exemplifies this challenge because nanotechnology-based products are frequently characterized by high research and development intensity, technical complexity, specialized production requirements, uncertain demand, regulatory concerns, and difficulties in communicating their functional advantages to potential customers. Accordingly, commercialization should be regarded as a multidimensional strategic process involving technological readiness, market understanding, organizational capabilities, financial resources, institutional conditions, and the ability to create and communicate customer value. Models developed specifically for the commercialization of nanotechnology products and services emphasize the necessity of coordinating technological development, feasibility assessment, market evaluation, business modeling, and market-entry decisions rather than treating commercialization as a final stage occurring after technological development (Aithal & Aithal, 2016). The particular characteristics of nanotechnology also generate concerns regarding safety, environmental consequences, and public acceptance. Evidence concerning the release of nanoscale silver from commercially available products illustrates how the commercialization of nanotechnology may simultaneously generate functional benefits and environmental or safety concerns, thereby increasing the importance of regulation, transparency, and public trust (Benn & Westerhoff, 2008). Earlier studies in Iran have similarly demonstrated that nanotechnology commercialization is influenced by a combination of technological, managerial, economic, institutional, and market-related factors (Borzouei et al., 2011), while efforts to develop indicators for assessing nanotechnology commercialization have highlighted the need for systematic multidimensional evaluation (Safa et al., 2013). More recent commercialization research has increasingly conceptualized commercialization as an ecosystem-based process in which firms interact with universities, investors, accelerators, policymakers, suppliers, and customers. Successful commercialization in accelerator programs, for example, has been shown to vary according to the characteristics of the surrounding entrepreneurial ecosystem (Eslamloo et al., 2025). Likewise, research and commercialization offices in higher education institutions can facilitate the translation of research outputs into development and market-oriented activities (Zahra, 2024), while practical university commercialization models demonstrate the importance of coordinating technology development, intellectual property, market assessment, and external partnerships (Dzakiy et al., 2024). System-dynamics analyses further indicate that commercialization is affected by interacting feedback mechanisms and that isolated interventions may be insufficient when other elements of the commercialization system remain weak (Pujotomo et al., 2025). The ecosystem perspective is also consistent with the view that commercialization outcomes depend on complementarities between multiple actors and resources rather than on the focal innovation alone (Jacobides et al., 2016). Technological capability nevertheless remains a fundamental component because customers are more likely to adopt technologies that provide demonstrable performance advantages, reliability, usability, and compatibility with existing processes. Evidence from technology-intensive sectors suggests that technological innovation can improve organizational performance when supported by appropriate organizational and managerial mechanisms

(Kiyambade et al., 2024; Mbuthia & Datche, 2023; Nabipour Afrouzi et al., 2023). At the same time, innovative organizational culture and employee-level innovative behavior contribute to organizations' ability to translate technology into performance outcomes (Marampa et al., 2025; Tam, 2025), while leadership, organizational citizenship behavior, and innovative work behavior further demonstrate the importance of human and managerial capabilities in realizing innovation outcomes (Bui et al., 2025). Commercialization also requires strong marketing capabilities because technologically complex products must be translated into understandable economic and operational benefits for customers. Digital technologies have transformed audience perception and commercial communication, making effective communication increasingly important for complex innovative products (Hosseini & Emamifar, 2025). Evidence from commercialization in other industries similarly demonstrates the importance of adapting innovation to changing market conditions and customer expectations (Khramova et al., 2024). In Iran, commercialization models developed in sectors such as air-navigation services have also emphasized the joint contribution of internal capabilities, market factors, and environmental conditions (Fallah Tabar Malekshah et al., 2024). Legal and institutional environments provide another layer of influence because commercial activities depend on predictable regulations, contractual frameworks, standards, and enforcement mechanisms; changes in commercial rules may therefore create both opportunities and constraints for innovative firms (Karimi & Hadi, 2024). Furthermore, commercialization involves multiple stakeholders whose expectations and assessments of value may differ, making stakeholder alignment an additional determinant of effective commercialization (Arikpo & Musta'amal, 2025). Although financial resources are necessary for research, testing, certification, scale-up, production, and market development, commercialization research increasingly suggests that financial resources should be evaluated alongside technological, organizational, and market capabilities rather than treated as an independent guarantee of success. Studies prioritizing commercialization success factors support this multidimensional perspective (Olawore et al., 2023). Consequently, there remains a need for an integrated empirical model that simultaneously evaluates technological, marketing, organizational, financial, institutional, and market/customer dimensions and determines their relative importance in explaining commercialization strategy effectiveness in Iranian nanotechnology industries.

Methods and Materials

The study employed an applied quantitative approach and a cross-sectional survey design. Data were obtained from 385 respondents using a structured questionnaire consisting of 23 items measured on a five-point Likert scale. The instrument operationalized seven latent constructs, including six predictor dimensions and one outcome construct. The predictor dimensions were marketing capabilities and strategies, technological capabilities and advantages, organizational and managerial capabilities, financial and economic resources, environmental, institutional, and legal conditions, and market and customer factors. The outcome variable was the effectiveness of commercialization strategy. The measurement model was evaluated through confirmatory factor analysis to examine construct reliability, convergent validity, discriminant validity, and overall model fit. Structural relationships between the six predictors and commercialization strategy effectiveness were then estimated using latent-variable structural equation modeling with maximum likelihood estimation. Bootstrap resampling with 1,000 repetitions was employed for the latent-variable analysis. To assess the robustness of the findings, an additional regression analysis was conducted using composite construct scores with 5,000 bootstrap repetitions.

E-ISSN: 3041-8585

Heteroskedasticity-consistent standard errors and residual diagnostic procedures were also examined. Johnson's relative weights analysis was subsequently employed to determine how much each predictor contributed to the explained variance in commercialization strategy effectiveness, with 3,000 bootstrap samples used to evaluate uncertainty and rank stability. Additional item-level analyses were performed to identify particularly influential subcriteria while controlling for the simultaneous effects of the remaining indicators.

Findings

The measurement model demonstrated satisfactory reliability and excellent overall fit, with Cronbach's alpha coefficients ranging from 0.77 to 0.87. The structural model explained 64.1% of the variance in commercialization strategy effectiveness, indicating substantial explanatory power. Technological capability emerged as the strongest positive predictor of commercialization strategy effectiveness (β=0.383). Market and customer factors were the second strongest significant predictor (β=0.239), followed by marketing capabilities and strategies (β=0.215) and organizational and managerial capabilities (β=0.189). The environmental–institutional dimension produced a smaller coefficient (β=0.103) and was not statistically significant in the primary latent-variable model, although the corresponding relationship was small but significant in the composite-score robustness model. Financial and economic factors demonstrated virtually no direct effect (β=0.009) and were nonsignificant. The financial dimension nevertheless had a positive bivariate correlation with commercialization effectiveness, indicating that its negligible multivariate effect resulted from its limited unique contribution after the other dimensions were controlled. Testing a quadratic financial term produced no significant nonlinear effect, further supporting the absence of a detectable direct financial contribution. Relative weights analysis showed that the technological dimension accounted for 29.8% of the explained variance, marketing for 21.5%, market and customer factors for 20.0%, organizational and managerial capability for 13.9%, environmental–institutional factors for 11.0%, and financial and economic factors for only 3.8%. Together, technological, marketing, and market/customer dimensions accounted for 71.3% of the explained variance. The technological dimension ranked first in 84.4% of bootstrap samples and appeared among the three highest-ranked dimensions in 99.7% of samples. By contrast, the financial dimension ranked last in 96.5% of bootstrap samples. The relative ordering of marketing and market/customer factors was not sufficiently stable to justify a definitive ranking between them. At the subcriterion level, relative performance advantage had the largest contribution, accounting for 11.8% of the explained variance. Relative performance advantage, market awareness, ease of use, and public trust were the only subcriteria with statistically detectable unique effects when all indicators were simultaneously considered.

Discussion and Conclusion

The findings demonstrate that the effectiveness of commercialization strategies for nanotechnology-based products is primarily determined by the integration of technological strength with market-oriented capabilities rather than by the availability of resources alone. Technological capability occupied the most prominent position, indicating that commercialization begins with a technology capable of delivering a demonstrable and economically meaningful advantage under real operating conditions. The particularly strong contribution of relative performance advantage suggests that managers should not evaluate nanotechnology merely in terms of scientific novelty. A commercially promising technology must solve a recognizable customer problem, outperform available alternatives, demonstrate reliable performance, and be sufficiently easy to incorporate into existing customer processes. Nevertheless,

technological capability should not be interpreted as an isolated determinant. Its effect was not statistically distinguishable from those of marketing and market/customer dimensions in all comparative analyses, and these three dimensions collectively constituted the dominant cluster of commercialization predictors. This pattern indicates that technological value must be complemented by market awareness and the capability to communicate and deliver that value. Customers must understand the benefits of the technology, perceive its relevance to their needs, and have adequate confidence to adopt it. Marketing activities therefore perform a translation function by converting technically complex product attributes into recognizable customer benefits through appropriate positioning, pricing, distribution, communication, and market education. Organizational and managerial capability also made a significant independent contribution, confirming that technology and market opportunity require internal coordination to produce effective commercialization. Integration among research and development, production, marketing, sales, and management can reduce the organizational fragmentation that commonly separates technological development from commercial implementation. The comparatively weak direct effect of financial resources is particularly noteworthy. The finding should not be interpreted as evidence that financing is unnecessary. Instead, it indicates that financial resources alone do not produce commercialization effectiveness once technological, marketing, organizational, and customer-related capabilities are taken into account. Financial resources may primarily function as enabling inputs whose value is realized through investments in technological maturity, market development, organizational capabilities, testing, production scale-up, or distribution. Similarly, the small and estimation-sensitive environmental–institutional effect suggests that institutional conditions may operate more as contextual or moderating influences than as strong direct drivers. The unique contribution of public trust within this dimension nevertheless highlights the importance of credibility, transparency, safety communication, and confidence-building in the commercialization of advanced technologies. Overall, the study provides an integrated empirical perspective on nanotechnology commercialization in Iranian industries. It demonstrates that commercialization effectiveness is best understood as the result of coordinated technological, market, marketing, and organizational capabilities. For firms with limited resources, the evidence supports prioritizing the demonstration of technological performance, development of market knowledge, customer education, and market-oriented capabilities while ensuring that financing is allocated to clearly defined technological and commercial milestones. The results also suggest that commercialization policy should extend beyond financial support and include facilities for industrial testing, technology validation, standardization, market development, and collaboration between technology producers and potential users. By simultaneously estimating structural effects and relative predictor importance, the study provides a more differentiated basis for allocating managerial attention and policy support across the multiple dimensions of nanotechnology commercialization.

E-ISSN: 3041-8585



شاپای الکترونیکی: ۸۵۸۵-۳۰۴۱

تکنولوژی در کارآفرینی و مدیریت استراتژیک

دوره ۵، شماره ۴، صفحه ۲۲-۱

وبسایت مجله

تاریخچه مقاله
دریافت شده در تاریخ ۱۴ تیر ۱۴۰۵
اصلاح شده در تاریخ ۱۷ مهر ۱۴۰۵
پذیرفته شده در تاریخ ۲۵ مهر ۱۴۰۵
اولین انتشار در تاریخ ۲۸ مهر ۱۴۰۵
انتشار نهایی در تاریخ ۱ دی ۱۴۰۵

شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر استراتژی تجاری‌سازی محصولات مبتنی بر فناوری نانو در صنایع ایران

کمال قلندری[1*]

۱. استادیار، گروه مدیریت بازرگانی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

ایمیل نویسنده مسئول: kamal.ghalandari@pnu.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله

پژوهشی اصیل

نحوه استناد به این مقاله:

قلندری، کمال. (۱۴۰۵). شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر استراتژی تجاری‌سازی محصولات مبتنی بر فناوری نانو در صنایع ایران. *تکنولوژی در کارآفرینی و مدیریت استراتژیک*، ۵(۴)، ۲۲-۱.

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

چکیده

هدف این پژوهش، تدوین و آزمون یک مدل مفهومی برای شناسایی عوامل مؤثر بر اثربخشی استراتژی تجاری‌سازی محصولات مبتنی بر فناوری نانو در صنایع ایران و تعیین اولویت نسبی این عوامل بود. این پژوهش کاربردی با رویکرد کمی و طرح پیمایشی مقطعی انجام شد. داده‌ها از ۳۸۵ پرسشنامه مشتمل بر ۲۳ گویه با مقیاس لیکرت پنج‌درجه‌ای گردآوری شد که شش سازه پیش‌بین شامل قابلیت‌ها و استراتژی‌های بازاریابی، قابلیت‌ها و مزیت‌های فناورانه، قابلیت‌های سازمانی و مدیریتی، منابع مالی و اقتصادی، شرایط محیطی و نهادی، و عوامل بازار و مشتری و یک سازه پیامد، یعنی اثربخشی استراتژی تجاری‌سازی، را اندازه‌گیری می‌کرد. مدل اندازه‌گیری با تحلیل عاملی تأییدی و روابط ساختاری با مدل‌سازی معادلات ساختاری مبتنی بر متغیرهای پنهان و برآورد درست‌نمایی بیشینه بررسی شد. برای ارزیابی استواری نتایج از بوت‌استرپ و رگرسیون مبتنی بر نمرات ترکیبی و برای تعیین اهمیت نسبی پیش‌بین‌ها از وزن‌های نسبی جانسون استفاده شد. مدل ساختاری ۶۴.۱ درصد از واریانس اثربخشی استراتژی تجاری‌سازی را تبیین کرد. توان فناورانه قوی‌ترین اثر مثبت و معنادار را بر اثربخشی تجاری‌سازی داشت (β=۰.۳۸۳)، پس از آن عوامل بازار و مشتری (β=۰.۲۳۹)، قابلیت‌های بازاریابی (β=۰.۲۱۵) و قابلیت‌های سازمانی و مدیریتی (β=۰.۱۸۹) دارای اثر مثبت و معنادار بودند. اثر شرایط محیطی و نهادی در مدل متغیر پنهان معنادار نبود (β=۰.۱۰۳)، هرچند در تحلیل مبتنی بر نمرات ترکیبی معنادار شد، و اثر عوامل مالی و اقتصادی نیز معنادار نبود (β=۰.۰۰۹). بر اساس وزن‌های نسبی، عوامل فناورانه ۲۹.۸ درصد، بازاریابی ۲۱.۵ درصد، بازار و مشتری ۲۰.۰ درصد، سازمانی ۱۳.۹ درصد، محیطی–نهادی ۱۱.۰ درصد و مالی ۳.۸ درصد از واریانس تبیین‌شده را به خود اختصاص دادند. اثربخشی استراتژی تجاری‌سازی محصولات نانوفناورانه بیش از همه به توان فناورانه، قابلیت‌های بازاریابی و شرایط بازار و مشتری وابسته است؛ بنابراین، شرکت‌های فعال در این حوزه باید ضمن تضمین بلوغ و مزیت فنی محصول، توسعه قابلیت‌های بازاریابی و شناخت و پاسخ‌گویی به نیازهای بازار را در اولویت قرار دهند، در حالی که منابع مالی به‌تنهایی قادر به ایجاد اثربخشی تجاری‌سازی نیستند.

کلیدواژگان: *تجاری‌سازی فناوری، فناوری نانو، استراتژی تجاری‌سازی، قابلیت بازاریابی، توان فناورانه، مدل‌سازی معادلات ساختاری، اهمیت نسبی.*

مقدمه

تجاری‌سازی فناوری یکی از مهم‌ترین حلقه‌های واسط میان تولید دانش و خلق ارزش اقتصادی است و در سال‌های اخیر، هم‌زمان با افزایش سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوظهور، اهمیت آن در ادبیات مدیریت فناوری، نوآوری و سیاست‌گذاری صنعتی به‌طور چشمگیری افزایش یافته است. توسعه یک فناوری، حتی زمانی که از نظر علمی و فنی به سطح قابل قبولی رسیده باشد، لزوماً به ورود موفق آن به بازار و ایجاد درآمد پایدار منجر نمی‌شود؛ زیرا عبور از مرحله تحقیق و توسعه به مرحله تولید، عرضه، پذیرش بازار و تثبیت موقعیت رقابتی مستلزم مجموعه‌ای از قابلیت‌های فناورانه، سازمانی، مدیریتی، بازاریابی، مالی و نهادی است. در این میان، فناوری نانو به دلیل ماهیت میان‌رشته‌ای، شدت دانش‌محوری، نیاز به زیرساخت‌های تخصصی، عدم‌قطعیت در مسیر توسعه و پیچیدگی در ارزیابی منافع و مخاطرات آن، یکی از حوزه‌هایی است که تجاری‌سازی در آن از حساسیت بیشتری برخوردار است. محصول نانوفناورانه ممکن است از نظر عملکرد آزمایشگاهی برتری قابل توجهی داشته باشد، اما اگر این برتری به ارزش اقتصادی قابل درک برای مشتری تبدیل نشود یا شرکت نتواند آن را در مقیاس صنعتی، با کیفیت پایدار و هزینه مناسب تولید و عرضه کند، احتمال موفقیت تجاری آن کاهش می‌یابد. مدل‌های ارائه‌شده برای تجاری‌سازی محصولات و خدمات نانوفناورانه نیز نشان می‌دهند که موفقیت در این حوزه نیازمند پیوند منسجم میان توسعه فناوری، ارزیابی امکان‌پذیری، شناخت بازار، طراحی مدل کسب‌وکار و مدیریت ورود به بازار است (Aithal & Aithal, 2016). بنابراین، تجاری‌سازی نانوفناوری را نمی‌توان صرفاً مرحله‌ای پس از تکمیل توسعه فنی تلقی کرد، بلکه باید آن را فرایندی راهبردی و چندبعدی دانست که از مراحل اولیه توسعه فناوری آغاز شده و تا شکل‌گیری تقاضای پایدار و کسب مزیت رقابتی ادامه می‌یابد.

اهمیت این موضوع زمانی برجسته‌تر می‌شود که ویژگی‌های خاص نانوفناوری و پیامدهای احتمالی آن برای مصرف‌کننده، محیط‌زیست و نظام‌های مقرراتی در نظر گرفته شود. یکی از نمونه‌های اولیه و شناخته‌شده این پیچیدگی، مطالعه درباره آزادشدن نانوذرات نقره از منسوجات تجاری حاوی این مواد است که نشان داد ورود محصولات نانویی به بازار می‌تواند هم‌زمان با ایجاد مزیت‌های عملکردی، پرسش‌هایی درباره ایمنی، پایداری و پیامدهای زیست‌محیطی ایجاد کند (Benn & Westerhoff, 2008). چنین شواهدی نشان می‌دهد که تجاری‌سازی محصولات نانو صرفاً تابع برتری فنی نیست و اعتماد بازار، ارزیابی ریسک، استانداردگذاری، شفافیت اطلاعاتی و پذیرش اجتماعی نیز در آن نقش دارند. در بازارهای فناوری‌محور، مشتریان غالباً قادر نیستند ویژگی‌های تخصصی و پیچیده فناوری را به‌طور مستقیم ارزیابی کنند و در نتیجه، تصمیم آنان می‌تواند تحت تأثیر اعتبار شرکت، کیفیت ارتباطات بازاریابی، شواهد عملکردی، استانداردها و توصیه‌های نهادهای معتبر قرار گیرد. این مسئله در زمینه تبلیغات تجاری و تحول ادراک مخاطب نیز اهمیت دارد؛ زیرا فناوری‌های دیجیتال شیوه دریافت، پردازش و تفسیر پیام‌های تجاری را تغییر داده‌اند و شرکت‌ها برای معرفی محصولات پیچیده و نوآورانه ناگزیرند از شیوه‌های ارتباطی هدفمندتر، تعاملی‌تر و متناسب با ویژگی‌های مخاطبان استفاده کنند (Hosseini & Emamifar, 2025). در نتیجه، در حوزه نانوفناوری، انتقال موفق ارزش پیشنهادی محصول به بازار مستلزم هماهنگی میان قابلیت‌های فنی و قابلیت‌های ارتباطی و بازاریابی است.

در ایران نیز موضوع تجاری‌سازی نانوفناوری از مدت‌ها پیش به‌عنوان یکی از مسائل مهم تبدیل ظرفیت علمی به ارزش اقتصادی مورد توجه قرار گرفته است. پژوهش‌های انجام‌شده در بخش کشاورزی نشان داده‌اند که تجاری‌سازی نانوفناوری تحت تأثیر مجموعه‌ای از عوامل اقتصادی، مدیریتی، فنی، نهادی و بازار قرار دارد و محدودکردن تحلیل به یک بعد، تصویر ناقصی از فرایند ارائه می‌کند (Borzouei et al., 2011). در ادامه همین خط پژوهشی، تلاش‌هایی برای طراحی مدل سنجش شاخص‌های تجاری‌سازی نانوفناوری در بخش کشاورزی ایران انجام شده است که بر ضرورت تعریف مجموعه‌ای منظم از شاخص‌ها برای ارزیابی آمادگی و موفقیت تجاری‌سازی تأکید دارد (Safa et al.,

E-ISSN: 3041-8585

2013). این مطالعات اولیه نشان می‌دهند که مسئله اصلی در ایران لزوماً فقدان فناوری یا دانش علمی نیست، بلکه در بسیاری از موارد چگونگی اتصال این دانش به بازار، سازوکارهای تأمین مالی، شبکه‌های توزیع، ظرفیت مدیریتی و اعتماد مشتری اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. در سطحی گسترده‌تر، طراحی مدل‌های تجاری‌سازی در صنایع دیگر ایران نیز بر ماهیت چندعاملی این فرایند دلالت دارد. برای نمونه، طراحی مدل تجاری‌سازی کسب‌وکار برای خدمات صنعت ناوبری هوایی ایران نشان داده است که تبدیل ظرفیت تخصصی به ارزش تجاری مستلزم توجه هم‌زمان به عوامل درون‌سازمانی، محیطی و بازار است (Fallah Tabar Malekshah et al., 2024). چنین یافته‌هایی، با وجود تفاوت زمینه‌های صنعتی، بر یک اصل مشترک تأکید می‌کنند: موفقیت تجاری‌سازی تنها زمانی حاصل می‌شود که فناوری یا خدمت جدید در بستری از قابلیت‌های مکمل سازمانی و شرایط مناسب بازار قرار گیرد.

در ادبیات جدید، تجاری‌سازی فناوری بیش از پیش به‌عنوان فرایندی اکوسیستمی در نظر گرفته می‌شود. از این منظر، یک شرکت یا واحد فناور به‌تنهایی قادر نیست تمامی منابع، دانش، زیرساخت و دسترسی‌های لازم برای تبدیل فناوری به محصول موفق را در اختیار داشته باشد و تعامل با دانشگاه‌ها، سرمایه‌گذاران، شتاب‌دهنده‌ها، سازمان‌های دولتی، مشتریان و شرکای صنعتی نقش مهمی در مسیر تجاری‌سازی ایفا می‌کند. مطالعه تجاری‌سازی در برنامه‌های شتاب‌دهی استارتاپی نشان داده است که ویژگی‌های اکوسیستم می‌تواند بر موفقیت تجاری‌سازی اثر بگذارد و تفاوت میان اکوسیستم‌ها، مسیر دسترسی شرکت‌ها به منابع، شبکه‌ها و بازار را تغییر می‌دهد (Eslamloo et al., 2025). همچنین، بررسی نقش دفاتر پژوهش، نوآوری و تجاری‌سازی در مؤسسات آموزش عالی نشان می‌دهد وجود ساختارهای واسط می‌تواند فرایند اتصال پژوهش، توسعه فناوری و کاربرد تجاری را تسهیل کند (Zahra, 2024). مدل عملی تجاری‌سازی فناوری در یک دانشگاه اندونزی نیز نشان داده است که سازوکارهای تجاری‌سازی دانشگاهی باید میان توسعه فناوری، مالکیت فکری، ارزیابی بازار، شبکه‌سازی و انتقال فناوری هماهنگی ایجاد کنند (Dzakiy et al., 2024). بنابراین، ظرفیت تجاری‌سازی فقط در داخل شرکت شکل نمی‌گیرد، بلکه کیفیت روابط و تعاملات آن با اکوسیستم پیرامونی نیز تعیین‌کننده است.

همین منطق در رویکردهای پویای تجاری‌سازی نیز مشاهده می‌شود. تحلیل سناریوهای تسریع تجاری‌سازی فناوری با استفاده از رویکرد پویایی سیستم نشان می‌دهد که متغیرهای مختلف این فرایند دارای روابط متقابل و بازخوردی هستند و مداخله در یک بخش، مانند تأمین مالی یا توسعه ظرفیت پژوهشی، ممکن است بدون بهبود سایر مؤلفه‌ها به نتیجه مطلوب نرسد (Pujotomo et al., 2025). از این دیدگاه، تجاری‌سازی باید به‌صورت یک نظام پیچیده دیده شود که در آن زمان، منابع، قابلیت‌های فناورانه، تجربه مدیریتی، تقاضای بازار و حمایت نهادی بر یکدیگر اثر می‌گذارند. مطالعات مربوط به اکوسیستم‌های نوآوری نیز بر اهمیت ساختارهای مکمل در شکل‌گیری ارزش تأکید دارند؛ زیرا سازمان‌ها در بسیاری از صنایع جدید به‌جای فعالیت مستقل، در مجموعه‌هایی از روابط متقابل با سایر بازیگران فعالیت می‌کنند و ارزش نهایی محصول حاصل هماهنگی چندین جزء و مشارکت چندین بازیگر است (Jacobides et al., 2016). برای محصولات نانوفناورانه که ممکن است به تأمین‌کنندگان مواد تخصصی، آزمایشگاه‌های تأیید صلاحیت، نهادهای استاندارد، شرکت‌های تولیدی، کانال‌های توزیع و مشتریان صنعتی وابسته باشند، چنین نگاهی اهمیت دوچندان دارد.

یکی از ابعاد کلیدی موفقیت تجاری‌سازی، توان فناورانه و ظرفیت شرکت برای ایجاد و حفظ مزیت عملکردی واقعی است. مشتریان زمانی حاضر به پذیرش فناوری جدید هستند که بتوانند تفاوت معناداری میان آن و گزینه‌های موجود مشاهده کنند. این مزیت می‌تواند به صورت کاهش هزینه، بهبود کیفیت، افزایش دوام، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، کاهش ضایعات یا ایجاد کارکرد جدید ظاهر شود. بااین‌حال، مزیت فناورانه تنها در صورتی ارزش تجاری پیدا می‌کند که شرکت بتواند آن را به‌طور پایدار و تکرارپذیر عرضه کند. پژوهش‌های مرتبط با نوآوری فناورانه در بخش‌های مختلف اقتصادی نشان می‌دهند فناوری زمانی می‌تواند به عملکرد بهتر منجر شود که با فرایندهای مدیریتی و

سازمانی مؤثر همراه باشد. برای مثال، نوآوری‌های فناورانه در بانک‌های تجاری با عملکرد سازمانی و مالی ارتباط داشته‌اند و نشان داده شده است که سازوکارهایی مانند مدیریت ریسک می‌توانند بخشی از این ارتباط را توضیح دهند (Kiyambade et al., 2024). به همین ترتیب، بررسی نوآوری‌های راهبردی فناورانه در بانک‌های تجاری نشان داده است که بهره‌گیری هدفمند از فناوری می‌تواند بر عملکرد سازمانی اثرگذار باشد (Mbuthia & Datche, 2023). یافته‌های مطالعات بانکداری ایران نیز نقش نوآوری‌ها در بهبود پیامدهای مالی را مورد توجه قرار داده‌اند (Nabipour Afrouzi et al., 2023). اگرچه این مطالعات در بخش بانکی انجام شده‌اند، منطق مشترک آن‌ها نشان می‌دهد که فناوری به‌تنهایی ارزش‌آفرین نیست و موفقیت آن به نحوه ادغام با سایر قابلیت‌های سازمانی بستگی دارد.

از سوی دیگر، فضای نوآوری درون‌سازمانی و نگرش کارکنان و مدیران نیز می‌تواند ظرفیت تبدیل دانش به نتیجه تجاری را شکل دهد. فرهنگ نوآوری به‌عنوان بستری برای پذیرش ایده‌های جدید، آزمایش راه‌حل‌های فناورانه و یادگیری سازمانی می‌تواند بر توسعه و بهره‌برداری از فناوری اثر بگذارد. مطالعه توسعه فین‌تک در بانک‌های تجاری نشان داده است که فرهنگ نوآوری می‌تواند در توسعه فناوری و پایداری عملکرد سازمانی نقش مهمی داشته باشد (Tam, 2025). همچنین، رفتار نوآورانه کارکنان صرفاً تابع وجود فناوری نیست و عواملی نظیر توانمندسازی روان‌شناختی و مشارکت کارکنان می‌توانند ظرفیت خلق و اجرای ایده‌های جدید را افزایش دهند (Marampa et al., 2025). در همین زمینه، پژوهش درباره رهبری تحول‌آفرین، رفتار شهروندی سازمانی و رفتار نوآورانه کارکنان نشان می‌دهد متغیرهای انسانی و مدیریتی می‌توانند بر عملکرد کارکنان و تحقق نوآوری اثرگذار باشند (Bui et al., 2025). بنابراین، در شرکت‌های نانوفناور، حمایت مدیریت ارشد، هماهنگی میان بخش‌های فنی و تجاری، انعطاف‌پذیری در تصمیم‌گیری و ایجاد فضای مناسب برای نوآوری از عواملی هستند که می‌توانند تبدیل قابلیت علمی به خروجی تجاری را تسهیل کنند.

قابلیت‌های بازاریابی نیز بخش جدایی‌ناپذیر تجاری‌سازی فناوری هستند. بسیاری از شکست‌های تجاری فناوری‌های پیشرفته نه به دلیل ناکارآمدی علمی، بلکه به دلیل ناتوانی در شناسایی بازار مناسب، تعریف ارزش پیشنهادی، انتخاب بخش هدف، قیمت‌گذاری، توزیع و ارتباط مؤثر با مشتری رخ می‌دهند. در محصولات نانوفناورانه، مسئله بازاریابی پیچیده‌تر است، زیرا مشتری ممکن است نتواند ویژگی نانومقیاس محصول را مستقیماً مشاهده کند و تصمیم او بر اساس نتایج عملکردی، اعتماد به تولیدکننده و شواهد فنی صورت گیرد. در چنین شرایطی، سازمان باید زبان فنی فناوری را به زبان ارزش اقتصادی و کاربردی برای مشتری تبدیل کند. تحولات اخیر در ارتباطات دیجیتال نیز نشان داده‌اند که درک مخاطب از پیام‌های تجاری به‌طور فزاینده‌ای تحت تأثیر فناوری‌های دیجیتال و شیوه‌های جدید تعامل قرار گرفته است (Hosseini & Emamifar, 2025). افزون بر آن، روند تجاری‌سازی نوآوری در صنایع فرهنگی و انتشاراتی نیز نشان می‌دهد موفقیت محصول نوآورانه به توان سازمان در انطباق با تغییرات بازار، فناوری و ترجیحات مخاطبان بستگی دارد (Khramova et al., 2024). اگرچه زمینه این صنایع با نانوفناوری متفاوت است، اصل ضرورت تطبیق نوآوری با منطق بازار در هر دو حوزه قابل مشاهده است.

عامل مهم دیگر، تأمین مالی و اقتصاد تجاری‌سازی است. توسعه فناوری‌های پیشرفته معمولاً نیازمند سرمایه‌گذاری قابل توجه در تحقیق و توسعه، تجهیزات، آزمون، اخذ گواهی، تولید آزمایشی، مقیاس‌افزایی و توسعه بازار است. این هزینه‌ها به‌ویژه در فناوری نانو، به دلیل نیاز به تجهیزات تخصصی و استانداردهای دقیق، می‌تواند بالا باشد. بااین‌حال، صرف دسترسی به منابع مالی برای موفقیت کافی نیست و کیفیت تخصیص منابع، زمان‌بندی سرمایه‌گذاری و ارتباط آن با مرحله بلوغ فناوری اهمیت دارد. اولویت‌بندی عوامل موفقیت تجاری‌سازی فناوری با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره نیز نشان داده است که عوامل مالی باید در کنار سایر عوامل فنی، مدیریتی، بازار و محیطی ارزیابی شوند و نمی‌توان آن‌ها را به‌طور مستقل عامل قطعی موفقیت دانست (Olawore et al., 2023). این نکته برای شرکت‌های نانوفناور

E-ISSN: 3041-8585

ایرانی اهمیت ویژه‌ای دارد؛ زیرا محدودیت منابع می‌تواند بنگاه‌ها را به انتخاب میان سرمایه‌گذاری در تکمیل فناوری، بازاریابی، اخذ استاندارد، توسعه تولید و شبکه فروش وادار کند. در نتیجه، شناسایی اهمیت نسبی ابعاد مختلف می‌تواند به تخصیص کارآمدتر منابع کمک کند.

شرایط حقوقی و نهادی نیز بخشی از محیط تجاری‌سازی را تشکیل می‌دهند. نوآوری زمانی می‌تواند به‌طور پایدار وارد بازار شود که قواعد حقوقی، قراردادها، حقوق مالکیت، استانداردها و سازوکارهای اجرایی از شفافیت و ثبات کافی برخوردار باشند. بررسی تحولات قوانین تجاری و قواعد عمومی قراردادها نیز نشان می‌دهد که نوآوری در محیط کسب‌وکار نمی‌تواند جدا از زیرساخت حقوقی تحلیل شود و تغییرات قواعد می‌تواند هم فرصت ایجاد کند و هم چالش‌های جدیدی برای فعالان اقتصادی به وجود آورد (Karimi & Hadi, 2024). در حوزه نانوفناوری، اهمیت این بعد بیشتر است، زیرا علاوه بر روابط قراردادی و مالکیت فکری، مقررات ایمنی، استانداردهای محصول، مسئولیت ناشی از آسیب احتمالی و سازوکارهای تأیید فنی نیز مطرح هستند. از سوی دیگر، مطالعات درباره تجاری‌سازی در حوزه‌های آموزشی و حرفه‌ای نشان می‌دهند ذی‌نفعان متعدد ممکن است برداشت‌ها و انتظارات متفاوتی نسبت به فرایند تجاری‌سازی داشته باشند و موفقیت آن مستلزم همگرایی نسبی میان منافع و نقش‌های آنان است (Arikpo & Musta'amal, 2025). این مسئله در نانوفناوری نیز قابل تعمیم است؛ زیرا شرکت، نهاد تنظیم‌گر، پژوهشگر، مشتری، سرمایه‌گذار و جامعه ممکن است معیارهای متفاوتی برای موفقیت و پذیرش فناوری داشته باشند.

تجاری‌سازی فناوری همچنین متأثر از ظرفیت یادگیری، جذب دانش و انطباق سازمان با تحولات محیط است. تغییر سریع فناوری، ظهور رقبا و تحول در نیازهای مشتری موجب می‌شود که راهبرد تجاری‌سازی نتواند ثابت و یک‌باره باشد. شرکت باید به‌طور مداوم اطلاعات بازار را گردآوری کند، بازخورد مشتریان را در توسعه محصول وارد سازد و در صورت نیاز، ارزش پیشنهادی یا مدل کسب‌وکار خود را اصلاح کند. شواهد مربوط به تجاری‌سازی در کشورهای مختلف نشان می‌دهد شرایط نهادی، شبکه‌های همکاری و سطح بلوغ اکوسیستم می‌تواند مسیر و سرعت تجاری‌سازی را تغییر دهد (Eslamloo et al., 2025). از سوی دیگر، مطالعات انجام‌شده در حوزه توسعه نوآوری و فناوری بر اهمیت سازوکارهای سازمانی حمایت‌کننده از پژوهش و توسعه تأکید دارند (Zahra, 2024). در زمینه ایران نیز سابقه پژوهش درباره عوامل تجاری‌سازی نانو نشان می‌دهد بخشی از چالش‌ها نه در ذات فناوری، بلکه در محیط سازمانی و سازوکارهای پیونددهنده آن با بازار قرار دارند (Borzouei et al., 2011; Safa et al., 2013).

از منظر راهبردی، مسئله اصلی تنها شناسایی عوامل مؤثر نیست، بلکه تعیین اهمیت نسبی آن‌ها در حضور هم‌زمان سایر عوامل است. ممکن است دو شرکت از منابع مالی مشابه برخوردار باشند، اما شرکتی که فناوری بالغ‌تر، شناخت دقیق‌تر از بازار و قابلیت سازمانی قوی‌تری دارد، عملکرد تجاری بسیار بهتری نشان دهد. برعکس، یک فناوری پیشرفته ممکن است به دلیل نبود شبکه توزیع، ضعف اعتماد مشتری یا موانع نهادی نتواند جایگاه مناسبی در بازار به دست آورد. پژوهش‌های جدید بر اولویت‌بندی عوامل موفقیت تجاری‌سازی تأکید کرده‌اند؛ زیرا مدیران در عمل با محدودیت منابع روبه‌رو هستند و نمی‌توانند همه حوزه‌ها را به یک اندازه تقویت کنند (Olawore et al., 2023). همچنین، رویکرد پویایی سیستم نشان می‌دهد سیاست‌های تسریع تجاری‌سازی باید بر تعامل میان عوامل متمرکز باشند و تقویت یک جزء بدون توجه به سایر اجزا ممکن است اثر محدودی ایجاد کند (Pujotomo et al., 2025). بر این اساس، استفاده از مدلی یکپارچه که اثر مستقیم چندین بعد را به‌طور هم‌زمان بررسی کند و علاوه بر معناداری آماری، سهم نسبی هر عامل را نیز نشان دهد، می‌تواند تصویری کاربردی‌تر برای تصمیم‌گیری فراهم سازد.

با وجود گسترش مطالعات تجاری‌سازی، هنوز بخشی از پژوهش‌ها به یک صنعت، یک عامل یا یک مرحله خاص از فرایند محدود شده‌اند. برخی بر ساختارهای دانشگاهی و انتقال فناوری تمرکز کرده‌اند (Dzakiy et al., 2024; Zahra, 2024)، برخی اهمیت اکوسیستم و شتاب‌دهنده‌ها را برجسته کرده‌اند (Eslamloo et al., 2025) و برخی به اولویت‌بندی عوامل موفقیت پرداخته‌اند (Olawore et al., 2023).

در مقابل، مطالعات نانوفناوری در ایران عمدتاً در حوزه‌های محدود مانند کشاورزی انجام شده‌اند (Borzouei et al., 2011; Safa et al., 2013) و هنوز نیاز به مدلی وجود دارد که عوامل بازاریابی، فناورانه، سازمانی، مالی، نهادی و بازار/مشتری را به‌طور هم‌زمان در صنایع ایران بررسی کند. افزون بر آن، تحولات جدید در نوآوری سازمانی، فناوری‌های دیجیتال، اکوسیستم‌های تجاری‌سازی و شیوه‌های تعامل با مخاطب نشان داده‌اند که مسیر تبدیل فناوری به ارزش اقتصادی بیش از گذشته وابسته به هماهنگی قابلیت‌های متعدد است (Bui et al., 2025; Marampa et al., 2025; Tam, 2025). حتی شواهد حاصل از صنایع و زمینه‌های دیگر، از بانکداری و خدمات گرفته تا آموزش و نشر، بر این نکته مشترک تأکید دارند که عملکرد تجاری نتیجه برهم‌کنش فناوری با قابلیت‌های سازمانی، شرایط نهادی، بازار و سازوکارهای مدیریتی است (Arikpo & Musta'amal, 2025; Khramova et al., 2024; Kiyambade et al., 2024; Mbuthia & Datche, 2023; Nabipour Afrouzi et al., 2023).

در چنین بستری، توسعه یک چارچوب تجربی برای صنایع ایران می‌تواند از دو جهت دارای اهمیت باشد. از دیدگاه نظری، چنین مدلی امکان بررسی هم‌زمان ابعاد مختلف تجاری‌سازی و ارزیابی سهم مستقل هر یک را فراهم می‌کند و از تحلیل‌های تک‌بعدی فاصله می‌گیرد. از دیدگاه کاربردی نیز مدیران شرکت‌های نانوفناور با دانستن اینکه کدام قابلیت‌ها سهم بیشتری در اثربخشی استراتژی تجاری‌سازی دارند، می‌توانند اولویت سرمایه‌گذاری، توسعه منابع انسانی، فعالیت‌های بازار و همکاری‌های بیرونی را دقیق‌تر تعیین کنند. همچنین، سیاست‌گذاران می‌توانند حمایت‌های عمومی را به سمت حوزه‌هایی هدایت کنند که خلأ آن‌ها بیشترین مانع را برای تبدیل فناوری به محصول موفق ایجاد می‌کند. تجاری‌سازی در نهایت فرایندی است که در آن فناوری باید به یک پیشنهاد ارزش معتبر، سازمان باید به یک عرضه‌کننده توانمند و بازار باید به یک خریدار آماده تبدیل شود؛ بنابراین، هر مدلی که فقط یکی از این سه سطح را توضیح دهد، احتمالاً بخش مهمی از واقعیت را نادیده خواهد گرفت. توجه به این تعاملات، به‌ویژه در محیط فناوری‌های نوظهور و پرعدم‌قطعیت، می‌تواند به تبیین دقیق‌تر موفقیت یا شکست راهبردهای ورود به بازار منجر شود.

بر این اساس، هدف پژوهش حاضر تدوین و آزمون یک مدل یکپارچه برای بررسی اثر قابلیت‌ها و استراتژی‌های بازاریابی، قابلیت‌ها و مزیت‌های فناورانه، قابلیت‌های سازمانی و مدیریتی، منابع مالی و اقتصادی، شرایط محیطی و نهادی، و عوامل بازار و مشتری بر اثربخشی استراتژی تجاری‌سازی محصولات مبتنی بر فناوری نانو در صنایع ایران و تعیین اهمیت نسبی این عوامل است.

روش پژوهش

پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر طرح، پیمایشی مقطعی با رویکرد کمّی است. هفت سازه (شش پیش‌بین و یک پیامد) و فرضیه‌های پژوهش آزمون می‌شوند. مدل ساختاری در قالب مدل معادلات ساختاری مبتنی بر کوواریانس و با برآورد درست‌نمایی بیشینه تحلیل می‌شود تا خطای اندازه‌گیری در برآورد ضرایب لحاظ شود.

داده‌ها شامل ۳۸۵ پاسخ‌دهنده است؛ حجم نمونه با فرمول کوکران برای جامعه نامعلوم ($z = ۱٫۹۶، p = ۰٫۵، d = ۰٫۰۵$) برابر $n = d^2/z^2p(1-p)$ = ۳۸۴٫۱۶ و پس از گرد کردن ۳۸۵ تعیین شد (Cochran, 1977). واحد تحلیل شرکت یا محصول نانوفناورانه است و پاسخ‌دهنده باید فردی آگاه از عملکرد تجاری‌سازی همان شرکت یا محصول باشد (مدیران ارشد، تحقیق‌وتوسعه، بازاریابی و فروش، کارشناسان تجاری‌سازی و در صورت تناسب مشتریان صنعتی). در دستورالعمل پرسشنامه از پاسخ‌دهنده خواسته می‌شود همه پاسخ‌ها را با ارجاع به یک شرکت یا محصول مشخص ارائه کند. برای پیمایش، با توجه به عدم دسترسی به فهرست شرکت‌ها نمونه‌گیری هدفمند از افراد واجد شرایط به‌کار رفته است.

E-ISSN: 3041-8585

ابزار پیمایش پرسشنامه محقق‌ساخته با ۲۳ گویه لیکرت پنج‌درجه‌ای (۱ = کاملاً مخالفم تا ۵ = کاملاً موافقم) است که برای هر سازه ۳ یا ۴ گویه (بازاریابی و CS چهار گویه، بقیه سه گویه) دارد و بخش اطلاعات زمینه‌ای (نوع سازمان، حوزه محصول، سمت، سابقه و مرحله محصول) را نیز دربر می‌گیرد. گویه‌های CS باید دستاوردهای تجاری را بسنجند و با قابلیت‌های پیشایند هم‌پوشانی نداشته باشند. روایی محتوایی با ارزیابی متخصصان مدیریت فناوری، بازاریابی صنعتی، تجاری‌سازی و نانو با شاخص‌های CVR و CVI سنجیده می‌شود (Lawshe, 1975)؛ سپس مصاحبه شناختی و پیش‌آزمون برای بررسی فهم گویه‌ها و زمان پاسخ‌گویی اجرا می‌گردد. پایایی و روایی سازه‌ها با آلفای کرونباخ (Cronbach, 1951)، پایایی ترکیبی، AVE، معیار فورنل–لارکر (Fornell & Larcker, 1981) و نسبت HTMT با آستانه ۰٫۸۵ (Henseler et al., 2015) ارزیابی می‌شود.

داده گمشده و پاسخ یکنواخت (همه گویه‌ها با مقدار یکسان) وجود نداشت. توزیع گویه‌ها نزدیک به متقارن و پهن‌تر از نرمال بود (چولگی بین ۰.۱۱- تا ۰.۰۶ و کشیدگی بین ۰.۹۸- تا ۰.۵۶-)؛ بنابراین برای معناداری از بوت‌استرپ استفاده شد. همبستگی بین گویه‌ها از ۰.۰۶ تا حدود ۰.۶۹ بود و هم‌خطی چندگانه در سطح گویه (بیشینه VIF = ۲.۱۲) مسئله‌ساز نبود.

مدل اندازه‌گیری. پایایی با آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی، و روایی همگرا با AVE و بارهای عاملی استاندارد (مدل تک‌عاملی هر سازه، درست‌نمایی بیشینه) سنجیده شد (Cronbach, 1951 ؛Hair et al., 2019). روایی افتراقی با معیار فورنل–لارکر و نسبت HTMT با آستانه ۰.۸۵ بررسی شد (Fornell & Larcker, 1981; Henseler et al., 2015). برازش مدل تأییدی هفت‌عاملی با χ^2، CFI، TLI، RMSEA و SRMR و بر پایه معیارهای هو و بنتلر (Hu & Bentler, 1999) ارزیابی شد.

سوگیری روش مشترک. چون پیشایندها و پیامد از یک پاسخ‌دهنده گردآوری شده‌اند، آزمون تک‌عاملی هارمن، مقایسه برازش مدل یک‌عاملی با هفت‌عاملی و VIF هم‌خطی کامل (Kock, 2015) به‌کار رفت (Podsakoff et al., 2003).

مدل ساختاری. مدل اصلی، رگرسیون متغیر پنهان اثربخشی تجاری‌سازی بر شش عامل پنهان پیش‌بین است که با درست‌نمایی بیشینه برآورد شد؛ ضرایب استاندارد از ماتریس همبستگی عوامل به‌دست آمد و فاصله اطمینان و معناداری با بوت‌استرپ صدکی ۱۰۰۰ تکراری برآورد شد (Efron & Tibshirani, 1993). برای استواری نتایج، رگرسیون استاندارد روی نمرات ترکیبی (میانگین گویه‌های هر سازه) با بوت‌استرپ ۵۰۰۰ تکراری، خطای معیار سازگار با ناهمسانی (HC3)، VIF، اندازه اثر f^2 (آستانه‌های ۰.۰۲، ۰.۱۵ و ۰.۳۵؛ Cohen, 1988)، آزمون جمله درجه دوم برای بعد مالی، و توان پیش‌بینی با اعتبارسنجی متقاطع ۱۰ لایه‌ای (Q^2، ۱۰ تکرار) برآورد شد. با ۳۸۵ مشاهده و شش پیش‌بین، کمینه اندازه اثر قابل‌تشخیص با توان ۰.۸۰ در سطح ۰.۰۵ برابر $f^2 \approx 0.02$ برای یک پیش‌بین است.

اولویت‌بندی. سهم نسبی هر بعد (و هر معیار فرعی) در تبیین پیامد با وزن‌های نسبی جانسون (Johnson, 2000) محاسبه شد که واریانس تبیین‌شده را حتی در حضور همبستگی میان پیش‌بین‌ها بین آن‌ها تقسیم می‌کند. پایداری رتبه‌ها با بوت‌استرپ ۳۰۰۰ تکراری (برای ابعاد) و ۲۰۰۰ تکراری (برای معیارها) و احتمال قرارگرفتن هر بعد در رتبه‌های مختلف سنجیده شد. تحلیل‌ها با نرم‌افزار Python (بسته‌های NumPy و SciPy) انجام شد.

یافته‌ها

از مجموع ۸۸۵۵ پاسخ (۳۸۵ × ۲۳)، ۱۱.۷ درصد گزینه ۱، ۲۲.۵ درصد گزینه ۲، ۳۱.۷ درصد گزینه ۳، ۲۳.۱ درصد گزینه ۴ و ۱۰.۹ درصد گزینه ۵ بود. میانگین سازه‌ها بین ۲.۹۶ و ۳.۰۱ و انحراف معیار آن‌ها بین ۰.۹۴ و ۱.۰۲ است (جدول ۳)؛ یعنی پاسخ‌ها حول نقطه

میانی مقیاس توزیع شده‌اند و انحراف آشکاری به یک سر مقیاس دیده نمی‌شود. همه همبستگی‌های میان سازه‌ها مثبت و در سطح ۰.۰۰۱ معنادار است و اثربخشی تجاری‌سازی بیشترین همبستگی را با بازاریابی و فناورانه (هر دو ۰.۵۲) دارد.

جدول ۱

میانگین، انحراف معیار و همبستگی نمرات ترکیبی سازه‌ها (n = ۳۸۵)

سازه	M	SD	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۱. بازاریابی (MK)	۳.۰۰	۰.۹۶	—						
۲. فناورانه (TE)	۲.۹۷	۰.۹۹	۰.۳۱	—					
۳. سازمانی (OR)	۲.۹۹	۱.۰۰	۰.۳۸	۰.۲۰	—				
۴. مالی (FN)	۲.۹۶	۰.۹۴	۰.۲۵	۰.۱۸	۰.۲۶	—			
۵. محیطی–نهادی (EN)	۳.۰۰	۱.۰۰	۰.۳۸	۰.۲۴	۰.۲۷	۰.۲۴	—		
۶. بازار و مشتری (CM)	۳.۰۱	۱.۰۲	۰.۳۶	۰.۲۵	۰.۲۴	۰.۲۸	۰.۳۰	—	
۷. اثربخشی تجاری‌سازی (CS)	۳.۰۰	۰.۹۹	۰.۵۲	۰.۵۲	۰.۴۲	۰.۲۸	۰.۴۰	۰.۴۸	—

آلفای کرونباخ همه سازه‌ها بیشتر از ۰.۷۰ (۰.۷۷۲ تا ۰.۸۷۲)، پایایی ترکیبی بین ۰.۷۷۲ و ۰.۸۷۳ و AVE بین ۰.۵۳۰ و ۰.۶۳۳ بود (جدول ۴). همبستگی هر گویه با مجموع سایر گویه‌های سازه‌اش دست‌کم ۰.۵۹ بود.

جدول ۲

پایایی و روایی همگرای سازه‌ها

سازه	تعداد گویه	آلفای کرونباخ	پایایی ترکیبی	AVE	√AVE	دامنه بار عاملی
بازاریابی	۴	۰.۸۳۷	۰.۸۳۸	۰.۵۶۴	۰.۷۵	۰.۶۹–۰.۷۹
فناورانه	۳	۰.۸۱۵	۰.۸۱۶	۰.۵۹۷	۰.۷۷	۰.۷۲–۰.۸۰
سازمانی	۳	۰.۸۲۲	۰.۸۲۳	۰.۶۰۸	۰.۷۸	۰.۷۵–۰.۸۲
مالی	۳	۰.۷۷۲	۰.۷۷۲	۰.۵۰۳	۰.۷۳	۰.۷۰–۰.۷۶
محیطی-نهادی	۳	۰.۷۹۷	۰.۸۰۰	۰.۵۷۲	۰.۷۶	۰.۶۹–۰.۸۳
بازار و مشتری	۳	۰.۸۲۶	۰.۸۲۷	۰.۶۱۴	۰.۷۸	۰.۷۵–۰.۸۱
استراتژی تجاری‌سازی	۴	۰.۸۷۲	۰.۸۷۳	۰.۶۳۳	۰.۸۰	۰.۷۳–۰.۸۶

مدل هفت‌عاملی برازش بسیار مطلوبی داشت:

$\chi^2 = ۲۰۴.۴۲$ ($p = ۰.۵۷۷$؛ $\chi^2/df = ۰.۹۸$، CFI = ۱.۰۰، TLI = ۱.۰۰، RMSEA = ۰.۰۰۰

بازه اطمینان ۹۰ درصد: ۰.۰۰۰ تا ۰.۰۲۰ و SRMR = ۰.۰۲۸. همه بارهای عاملی استانداردشده در مدل هفت‌عاملی بین ۰.۷۰ و ۰.۸۵ بود. مقادیر یادشده در بازه مطلوب معیارهای هو و بنتلر[1] (۱۹۹۹) قرار دارند؛ با این حال، برازش نزدیک به کامل با نمونه‌ای که توزیع گویه‌هایش تقریباً متقارن و پهن است باید با احتیاط تفسیر شود و بازتاب تأیید ساختار عاملی در نمونه حاضر است، نه تضمینی برای تعمیم.

[1] Hu & Bentler

E-ISSN: 3041-8585

بیشینه HTMT میان همه جفت‌سازه‌ها ۰.۶۲ (فناورانه—CS) و کمتر از ۰.۸۵ بود (جدول ۵). جذر AVE هر سازه (۰.۷۳ تا ۰.۸۰) از همبستگی آن با هر سازه دیگر در مدل عاملی (حداکثر ۰.۶۲) بزرگ‌تر بود و معیار فورنل—لارکر برقرار است. به‌ویژه، HTMT میان بعد سازمانی و بازاریابی ۰.۴۶ بود؛ بنابراین هم‌پوشانی مفهومی OR۲ و MK در داده‌ها به هم‌پوشانی تجربی منجر نشده است.

جدول ۳

نسبت HTMT میان سازه‌ها

	MK	TE	OR	FN	EN	CM
TE	۰.۳۸					
OR	۰.۴۶	۰.۲۵				
FN	۰.۳۲	۰.۲۳	۰.۳۳			
EN	۰.۴۷	۰.۳۰	۰.۳۴	۰.۳۰		
CM	۰.۴۴	۰.۳۰	۰.۲۹	۰.۳۴	۰.۳۷	
CS	۰.۶۱	۰.۶۲	۰.۴۹	۰.۳۴	۰.۴۸	۰.۵۶

عامل اول در آزمون هارمن ۳۱.۷ درصد از کل واریانس را تبیین کرد (کمتر از ۵۰ درصد). مدل یک‌عاملی برازش ضعیفی داشت ($\chi^2(۲۳۰) = ۱۸۱۴.۸۲$؛ CFI = ۰.۵۸؛ RMSEA = ۰.۱۳۴) و برازش مدل هفت‌عاملی به‌طور معناداری بهتر بود ($\Delta\chi^2(۲۱) = ۱۶۱۰.۴۰$؛ $p < ۰.۰۰۱$). VIF هم‌خطی کامل برای همه سازه‌ها بین ۱.۱۶ و ۲.۰۹ و کمتر از ۳.۳ بود. این شواهد سوگیری روش مشترک غالب را نشان نمی‌دهند، اما چون گردآوری از یک پاسخ‌دهنده انجام شده، رد کامل آن ممکن نیست.

مدل متغیر پنهان ۶۴.۱ درصد از واریانس اثربخشی تجاری‌سازی را تبیین کرد (فاصله اطمینان بوت‌استرپ ۹۵ درصد: ۰.۵۷۸ تا ۰.۷۲۴). در تحلیل رگرسیون روی نمرات ترکیبی (به‌دلیل نادیده‌گرفتن خطای اندازه‌گیری) R^2 برابر ۰.۵۲۱ (R^2 تعدیل‌شده = ۰.۵۱۳؛ $F(۶, ۳۷۸) = ۶۸.۴۷$؛ $p < ۰.۰۰۱$) و توان پیش‌بینی برون‌نمونه‌ای $Q^2 = ۰.۵۰۶$ بود. همه VIFها کمتر از ۱.۵ بودند (جدول ۶).

جدول ۴

ضرایب مسیر استاندارد (متغیر وابسته: اثربخشی تجاری‌سازی)

مسیر	β پنهان	SE	t	p	β ترکیبی	فاصله اطمینان ۹۵٪	f^2	VIF	فرضیه
فناورانه → CS	۰.۳۸۳	۰.۰۴۵	۸.۵۴	< ۰.۰۰۱	۰.۳۲۷	[۰.۲۵۳, ۰.۳۹۷]	۰.۱۹۳	۱.۱۶	H۲ پشتیبانی
بازار و مشتری → CS	۰.۲۳۹	۰.۰۵۰	۵.۸۳	< ۰.۰۰۱	۰.۲۳۲	[۰.۱۵۷, ۰.۳۰۷]	۰.۰۹۰	۱.۲۶	H۶ پشتیبانی
بازاریابی → CS	۰.۲۱۵	۰.۰۵۹	۵.۱۹	< ۰.۰۰۱	۰.۲۲۱	[۰.۱۳۸, ۰.۳۰۴]	۰.۰۷۱	۱.۴۳	H۱ پشتیبانی
سازمانی → CS	۰.۱۸۹	۰.۰۵۶	۴.۳۷	< ۰.۰۰۱	۰.۱۷۳	[۰.۰۸۸, ۰.۲۶۰]	۰.۰۵۰	۱.۲۴	H۳ پشتیبانی
محیطی-نهادی → CS	۰.۱۰۳	۰.۰۵۷	۱.۹۱	۰.۰۷۸	۰.۱۱۶	[۰.۰۳۷, ۰.۱۹۴]	۰.۰۲۲	۱.۲۶	H۵ عدم پشتیبانی (حاشیه ای)
مالی → CS	۰.۰۰۹	۰.۰۵۴	۰.۶۲	۰.۸۵۲	۰.۰۲۴	[−۰.۰۵۳, ۰.۱۰۰]	۰.۰۰۱	۱.۱۶	H۴ عدم پشتیبانی

در مدل اصلی H۱، H۲، H۳ و H۶ پشتیبانی شدند. اثر مالی (H۴) در هر دو مدل ناچیز و نامعنادار بود. وضعیت H۵ به مدل برآورد وابسته است: در مدل ترکیبی اثر محیطی–نهادی کوچک اما معنادار بود (β = ۰.۱۱۶؛ p = ۰.۰۱۱)، ولی در مدل متغیر پنهان که خطای اندازه‌گیری را کنترل می‌کند، فاصله اطمینان شامل صفر شد. از این رو H۵ در مدل اصلی پشتیبانی نشده و شواهد آن حاشیه‌ای و ناپایدار گزارش می‌شود. با توجه به f^2 (آستانه‌های کوهن)، اندازه اثر فناورانه متوسط (۰.۱۹۳)، بازار و مشتری و بازاریابی کوچک تا متوسط، سازمانی و محیطی–نهادی کوچک و مالی ناچیز است.

خطاهای معیار سازگار با ناهمسانی (HC۳) نتایج را تغییر نداد (همه مسیرها به‌جز مالی معنادار؛ برای محیطی–نهادی p = ۰.۰۰۵ در مدل ترکیبی). باقیمانده‌ها نرمال بودند (جارک–برا: p = ۰.۲۵۷) و ناهمسانی واریانس نشان ندادند (بروش–پاگان: $\chi^2(۶)$ = ۳.۴۹؛ p = ۰.۷۴۵)؛ بیشینه فاصله کوک ۰.۰۳۴ و بیشینه باقیمانده استانداردشده ۲.۷۴ بود. افزودن جمله درجه دوم مالی نیز معنادار نبود (β = −۰.۰۳۲؛ p = ۰.۳۰۹)؛ پس نبود اثر مالی ناشی از رابطه غیرخطی نیست. همبستگی ساده مالی با CS مثبت و معنادار است (r = ۰.۲۸؛ p < ۰.۰۰۱)، ولی پس از کنترل سایر ابعاد، سهم یکتای آن به صفر می‌رسد. همبستگی‌های اسپیرمن ابعاد با CS (۰.۲۷ تا ۰.۵۲) با همبستگی‌های پیرسون هم‌سو بود.

در مقایسه ضرایب مسیر (مدل ترکیبی، بوت‌استرپ)، اثر فناورانه به‌طور معناداری بزرگ‌تر از اثر سازمانی (تفاوت ۰.۱۵۴؛ [۰.۰۳۱, ۰.۲۷۰])، محیطی–نهادی (۰.۲۱۱؛ [۰.۰۹۸, ۰.۳۲۵]) و مالی (۰.۳۰۳؛ [۰.۱۹۲, ۰.۴۱۲]) بود، اما تفاوت آن با بازاریابی (۰.۱۰۶؛ [−۰.۰۱۶, ۰.۲۲۷]) و بازار و مشتری (۰.۰۹۴؛ [−۰.۰۱۶, ۰.۲۰۷]) معنادار نبود. اثر مالی از اثر بازاریابی، بازار و مشتری، سازمانی و فناورانه به‌طور معناداری کوچک‌تر بود.

وزن‌های نسبی جانسون سهم هر بعد از واریانس تبیین‌شده (R^2 = ۰.۵۲۱) را نشان می‌دهد (جدول ۷). فناورانه بیشترین سهم را داشت (۲۹.۸ درصد) و پس از آن بازاریابی (۲۱.۵) و بازار و مشتری (۲۰.۰) قرار گرفتند؛ این سه بعد روی‌هم ۷۱.۳ درصد از واریانس تبیین‌شده را در بر می‌گیرند. در ۳۰۰۰ نمونه بوت‌استرپ، فناورانه در ۸۴.۴ درصد موارد رتبه اول را داشت، اما رتبه‌های بازاریابی و بازار و مشتری قابل تفکیک نبودند. مالی در ۹۶.۵ درصد نمونه‌ها آخرین رتبه را داشت. بنابراین رتبه اول فناورانه و رتبه آخر مالی پایدار است، ولی ترتیب میان بازاریابی و بازار و مشتری و میان سازمانی و محیطی–نهادی پایدار نیست.

جدول ۵

سهم نسبی ابعاد از واریانس تبیین‌شده و پایداری رتبه‌ها (بوت‌استرپ ۳۰۰۰ تکراری)

بعد	سهم نسبی (٪)	فاصله اطمینان ۹۵٪	میانگین رتبه	احتمال رتبه اول	احتمال سه‌گانه برتر
فناورانه (TE)	۲۹.۸	[۲۱.۴, ۳۷.۹]	۱.۱۹	۰.۸۴۴	۰.۹۹۷
بازاریابی (MK)	۲۱.۵	[۱۴.۷, ۲۸.۹]	۲.۴۱	۰.۰۹۲	۰.۹۲۲
بازار و مشتری (CM)	۲۰.۰	[۱۳.۲, ۲۷.۴]	۲.۷۲	۰.۰۵۸	۰.۸۴۸
سازمانی و مدیریتی (OR)	۱۳.۹	[۷.۶, ۲۲.۲]	۴.۰۱	۰.۰۰۵	۰.۲۰۰
محیطی–نهادی–قانونی (EN)	۱۱.۰	[۶.۰, ۱۷.۰]	۴.۷۰	۰.۰۰۰	۰.۰۳۴
مالی و اقتصادی (FN)	۳.۸	[۱.۳, ۸.۳]	۵.۹۶	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰

E-ISSN: 3041-8585

در سطح معیارهای فرعی، رگرسیون CS بر ۱۹ گویه (R^2 = ۰.۵۳۲؛ بیشینه VIF = ۲.۱۲) انجام شد (جدول ۸). مزیت نسبی عملکرد (TE۲) بیشترین سهم را داشت (۱۱.۸ درصد)؛ تنها چهار معیار اثر یکتای معنادار داشتند: مزیت نسبی عملکرد، آگاهی بازار، سهولت استفاده و اعتماد عمومی. فاصله‌های اطمینان سهم‌ها هم‌پوشان است و رتبه‌بندی دقیق معیارها قابل دفاع نیست؛ این جدول بیشتر برای شناسایی معیارهای کم‌سهم (مانند سه معیار مالی) و معیارهای برجسته مفید است.

جدول ۶

اثر و سهم نسبی معیارهای فرعی در تبیین CS

معیار (گویه)	β	فاصله اطمینان ۹۵٪	سهم نسبی (٪)	فاصله اطمینان سهم
مزیت نسبی عملکرد (TE۲)	۰.۱۹۰	[۰.۰۹۸, ۰.۲۸۸]	۱۱.۸	[۷.۳, ۱۶.۷]
بلوغ فناوری (TE۱)	۰.۰۸۱	[−۰.۰۱۹, ۰.۱۷۹]	۸.۹	[۵.۲, ۱۲.۹]
آگاهی بازار (CM۳)	۰.۱۶۵	[۰.۰۶۶, ۰.۲۶۱]	۸.۶	[۴.۶, ۱۳.۲]
سهولت استفاده (TE۳)	۰.۱۱۶	[۰.۰۱۶, ۰.۲۱۶]	۸.۶	[۴.۲, ۱۳.۵]
پذیرش مشتری (CM۱)	۰.۰۶۶	[−۰.۰۴۰, ۰.۱۶۶]	۶.۱	[۳.۱, ۹.۷]
قیمت‌گذاری (MK۲)	۰.۰۷۴	[−۰.۰۳۰, ۰.۱۷۲]	۶.۰	[۳.۰, ۹.۷]
شبکه توزیع (MK۳)	۰.۰۸۵	[−۰.۰۱۱, ۰.۱۷۵]	۵.۹	[۲.۸, ۹.۷]
ارتباطات یکپارچه (MK۴)	۰.۰۵۶	[−۰.۰۳۹, ۰.۱۵۰]	۵.۶	[۲.۹, ۸.۹]
ریسک ادراک‌شده (CM۲)	۰.۰۵۵	[−۰.۰۳۹, ۰.۱۵۲]	۵.۴	[۲.۸, ۸.۹]
برند (MK۱)	۰.۰۵۷	[−۰.۰۴۲, ۰.۱۶۴]	۵.۲	[۲.۷, ۸.۵]
کارآفرینی سازمانی (OR۱)	۰.۰۹۱	[−۰.۰۱۷, ۰.۲۰۴]	۵.۱	[۱.۹, ۹.۶]
اعتماد عمومی (EN۳)	۰.۱۱۲	[۰.۰۱۰, ۰.۲۱۱]	۵.۱	[۲.۱, ۹.۱]
شبکه تعاملات (OR۳)	۰.۰۸۱	[−۰.۰۲۷, ۰.۱۸۵]	۴.۵	[۱.۷, ۸.۴]
توانمندی بازاریابی (OR۲)	۰.۰۲۶	[−۰.۰۶۸, ۰.۱۳۴]	۳.۸	[۱.۶, ۷.۲]
استانداردهای ملی (EN۱)	۰.۰۰۳	[−۰.۰۹۹, ۰.۱۱۰]	۲.۸	[۱.۱, ۵.۸]
مقررات دولتی (EN۲)	۰.۰۱۸	[−۰.۰۷۹, ۰.۱۱۱]	۲.۷	[۰.۹, ۵.۵]
هزینه تحقیق و توسعه (FN۲)	۰.۰۶۶	[−۰.۰۲۵, ۰.۱۵۸]	۱.۸	[۰.۵, ۴.۶]
حمایت مالی (FN۳)	۰.۰۱۶	[−۰.۰۷۲, ۰.۱۰۲]	۱.۴	[۰.۴, ۳.۹]
سرمایه خطرپذیر (FN۱)	−۰.۰۵۶	[−۰.۱۴۵, ۰.۰۳۶]	۰.۶	[۰.۳, ۲.۲]

بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر اثربخشی استراتژی تجاری‌سازی محصولات مبتنی بر فناوری نانو در صنایع ایران بود. یافته‌ها نشان داد مدل پیشنهادی از قدرت تبیین مطلوبی برخوردار است و مجموعه قابلیت‌ها و شرایط مورد بررسی توانست ۶۴.۱ درصد از واریانس اثربخشی استراتژی تجاری‌سازی را تبیین کند. در میان شش بعد اصلی، قابلیت‌ها و مزیت‌های فناورانه با ضریب مسیر $\beta=0.383$ قوی‌ترین اثر مثبت را داشتند و پس از آن عوامل بازار و مشتری با $\beta=0.239$، قابلیت‌ها و استراتژی‌های بازاریابی با $\beta=0.215$ و قابلیت‌های سازمانی و مدیریتی با $\beta=0.189$ قرار گرفتند. در مقابل، اثر عوامل محیطی–نهادی در مدل اصلی متغیر پنهان کوچک و از نظر آماری نامعنادار بود و اثر عوامل مالی و اقتصادی نیز عملاً ناچیز و نامعنادار به دست آمد. تحلیل اهمیت نسبی نیز نشان داد بعد فناورانه ۲۹.۸ درصد، بازاریابی ۲۱.۵ درصد و بازار و مشتری ۲۰.۰ درصد از واریانس تبیین‌شده را به خود اختصاص داده‌اند؛ بنابراین، این سه بعد در مجموع بیش از دو سوم قدرت تبیینی مدل را تشکیل می‌دهند. چنین الگویی نشان می‌دهد تجاری‌سازی محصولات نانوفناورانه حاصل برهم‌کنش میان

آمادگی فناوری و توانایی شرکت برای ترجمه این آمادگی به ارزش بازار است و نمی‌توان موفقیت آن را صرفاً به منابع مالی یا حمایت‌های نهادی نسبت داد.

مهم‌ترین یافته پژوهش، نقش برجسته بعد فناورانه در اثربخشی استراتژی تجاری‌سازی بود. این یافته نشان می‌دهد هر اندازه فناوری از بلوغ بالاتر، مزیت عملکردی روشن‌تر و قابلیت استفاده و انطباق بیشتری با نیازهای عملیاتی مشتری برخوردار باشد، احتمال اثربخشی استراتژی تجاری‌سازی افزایش می‌یابد. در سطح معیارهای فرعی نیز مزیت نسبی عملکرد بیشترین سهم را در تبیین پیامد داشت که اهمیت تبدیل ویژگی‌های علمی نانوفناوری به نتایج عینی و قابل مشاهده برای مشتری را تأیید می‌کند. این یافته با مدل تجاری‌سازی محصولات و خدمات نانوفناورانه Aithal و Aithal همسو است؛ زیرا در آن مدل نیز عبور از مرحله توسعه فناوری به بازار مستلزم ارزیابی آمادگی فناوری و قابلیت تبدیل آن به محصول یا خدمت قابل عرضه دانسته شده است (Aithal & Aithal, 2016). همچنین، یافته حاضر با مطالعات مربوط به نوآوری فناورانه در سایر بخش‌ها سازگار است. Kiyambade و همکاران نشان دادند نوآوری فناورانه زمانی می‌تواند به عملکرد مطلوب منجر شود که در سازوکارهای سازمانی مؤثر ادغام شود (Kiyambade et al., 2024) و Mbuthia و Datche نیز بر ارتباط میان نوآوری‌های فناورانه راهبردی و عملکرد سازمانی تأکید کرده‌اند (Mbuthia & Datche, 2023). در مطالعات داخلی نیز ارتباط نوآوری با پیامدهای عملکردی سازمان‌ها گزارش شده است (Nabipour Afrouzi et al., 2023). بنابراین، فناوری در صورتی از ظرفیت تجاری برخوردار می‌شود که مزیت آن برای مصرف‌کننده یا مشتری صنعتی قابل سنجش، قابل اعتماد و از نظر اقتصادی معنادار باشد.

اهمیت بالای بعد فناورانه در نانوفناوری را می‌توان با ویژگی خاص این محصولات نیز توضیح داد. مشتری یک محصول نانویی اغلب قادر به مشاهده مستقیم سازوکار نانومقیاس نیست و ارزش فناوری را از طریق پیامدهایی مانند عمر بیشتر، کارایی بالاتر، کاهش مصرف انرژی، مقاومت بهتر یا کاهش هزینه عملیاتی ارزیابی می‌کند. از سوی دیگر، همین ویژگی‌های فناورانه ممکن است نگرانی‌هایی درباره ایمنی و آثار جانبی ایجاد کنند. مطالعه Benn و Westerhoff درباره آزادشدن نانوذرات نقره از محصولات تجاری نشان داد ورود محصولات نانویی به بازار می‌تواند همراه با مسائل ایمنی و زیست‌محیطی باشد (Benn & Westerhoff, 2008). در نتیجه، برتری فناورانه باید هم‌زمان با قابلیت اعتماد، ایمنی، ثبات عملکرد و امکان اثبات مزیت همراه باشد. نتایج مطالعات اولیه در ایران نیز بر اهمیت عوامل فنی در کنار سایر الزامات تجاری‌سازی تأکید داشته‌اند. Borzouei و همکاران در بررسی عوامل مؤثر بر تجاری‌سازی نانوفناوری در بخش کشاورزی ایران نشان دادند عوامل مرتبط با فناوری بخشی اساسی از ساختار موفقیت تجاری‌سازی را تشکیل می‌دهند (Borzouei et al., 2011). همچنین، مدل ارائه‌شده برای سنجش شاخص‌های تجاری‌سازی نانوفناوری در بخش کشاورزی ایران ضرورت ارزیابی منظم مؤلفه‌های فنی و تجاری را مورد تأکید قرار داده است (Safa et al., 2013). ازاین‌رو، یافته پژوهش حاضر این ادبیات را توسعه می‌دهد و نشان می‌دهد در حضور هم‌زمان سایر ابعاد، توان فناورانه همچنان مهم‌ترین سهم نسبی را دارد.

یافته دوم نشان داد عوامل بازار و مشتری اثر مثبت و معناداری بر اثربخشی استراتژی تجاری‌سازی دارند. همچنین، آگاهی بازار در سطح معیارهای فرعی یکی از معدود متغیرهایی بود که اثر یکتای معنادار خود را حفظ کرد. این نتیجه نشان می‌دهد داشتن فناوری برتر برای تجاری‌سازی کافی نیست، مگر آنکه بازار هدف از مزایای آن آگاهی داشته باشد، نیاز واقعی به محصول وجود داشته باشد و مشتری برای پذیرش فناوری جدید آمادگی کافی داشته باشد. در فناوری‌های پیچیده، نبود دانش کافی در سمت تقاضا ممکن است موجب شود حتی محصولی با عملکرد فنی مطلوب نتواند به پذیرش تجاری مناسب برسد. این یافته با مطالعه Jacobides و همکاران درباره چالش‌های بازار در تجاری‌سازی فناوری‌های نانو همخوانی دارد؛ این مطالعه بر دشواری تبدیل دستاوردهای پژوهشی نانو به محصولی که بتواند از موانع بازار عبور کند تأکید کرده است (Jacobides et al., 2016). همچنین، پژوهش Olawore و همکاران درباره اولویت‌بندی عوامل موفقیت تجاری‌سازی فناوری

E-ISSN: 3041-8585

نشان می‌دهد عوامل بازار از مؤلفه‌های مهم موفقیت تجاری‌سازی هستند و باید همراه با فناوری و قابلیت سازمانی مورد توجه قرار گیرند (Olawore et al., 2023). نتایج Pujotomo و همکاران نیز نشان می‌دهد تسریع تجاری‌سازی فناوری حاصل تعامل مجموعه‌ای از عوامل است و توسعه فناوری بدون تقویت سازوکارهای مرتبط با بازار نمی‌تواند به تنهایی مسیر تجاری‌سازی را تسریع کند (Pujotomo et al., 2025).

اثر مثبت قابلیت‌ها و استراتژی‌های بازاریابی نیز یافته مهم دیگری بود. بعد بازاریابی با سهم نسبی ۲۱.۵ درصد در میان سه عامل اصلی قرار گرفت و اختلاف آن با بعد بازار و مشتری از نظر رتبه‌بندی به اندازه‌ای نبود که بتوان ترتیب قطعی میان این دو تعیین کرد. این نتیجه نشان می‌دهد شرکت نانوفناور باید علاوه بر شناخت تقاضا، از قابلیت فعال برای ایجاد، انتقال و عرضه ارزش نیز برخوردار باشد. قیمت‌گذاری متناسب با ارزش محصول، ایجاد اعتبار برند، انتخاب کانال‌های مناسب توزیع و انتقال یکپارچه پیام فنی و تجاری می‌توانند فاصله میان فناوری و بازار را کاهش دهند. اهمیت ارتباطات بازاریابی در شرایط معاصر با تحول فناوری‌های دیجیتال نیز افزایش یافته است. Hosseini و Emamifar نشان داده‌اند فناوری‌های دیجیتال الگوهای ادراک مخاطبان از تبلیغات تجاری را متحول کرده‌اند و شیوه انتقال پیام بر برداشت مخاطب از ارزش پیشنهادی اثرگذار است (Hosseini & Emamifar, 2025). Khramova و همکاران نیز در بررسی تجاری‌سازی نوآوری نشان دادند سازگاری با تغییرات بازار و رفتار مخاطبان از الزامات بهره‌برداری تجاری از نوآوری است (Khramova et al., 2024). هرچند زمینه این مطالعات با نانوفناوری متفاوت است، وجه مشترک آن‌ها ضرورت تبدیل نوآوری به ارزش قابل فهم برای بازار است. در زمینه ایران نیز مدل تجاری‌سازی طراحی‌شده برای خدمات صنعت ناوبری هوایی نشان داده است که عوامل بازار و کسب‌وکار در کنار ظرفیت‌های فنی برای تجاری‌سازی ضروری هستند (Fallah Tabar Malekshah et al., 2024).

یافته دیگر پژوهش بیانگر اثر مثبت و معنادار قابلیت‌های سازمانی و مدیریتی بود. این نتیجه نشان می‌دهد تبدیل فناوری به محصول قابل عرضه مستلزم هماهنگی درون‌سازمانی، حمایت مدیریتی، تصمیم‌گیری مناسب، تعامل میان بخش‌های فنی و تجاری و توان سازمان برای یادگیری و انطباق است. فناوری نانو اغلب در محیط‌هایی توسعه می‌یابد که دانش تخصصی میان پژوهشگران، مهندسان، مدیران تولید و متخصصان بازار توزیع شده است؛ بنابراین، نبود سازوکارهای هماهنگی می‌تواند حتی فناوری مناسب را در مرحله تجاری‌سازی متوقف کند. این نتیجه با یافته‌های Bui و همکاران سازگار است که نقش رهبری تحول‌آفرین، رفتار نوآورانه و سازوکارهای انسانی را در عملکرد سازمانی برجسته کرده‌اند (Bui et al., 2025). همچنین، Marampa و همکاران نشان دادند توانمندسازی روان‌شناختی و مشارکت کارکنان می‌تواند رفتار کاری نوآورانه را تقویت کند (Marampa et al., 2025). از سوی دیگر، Tam بر اهمیت فرهنگ نوآوری در توسعه فناوری و عملکرد سازمانی تأکید کرده است (Tam, 2025). در نتیجه، تجاری‌سازی موفق نانوفناوری مستلزم آن است که سازمان نه‌تنها فناوری را در اختیار داشته باشد، بلکه ساختار، فرهنگ و رهبری لازم برای تبدیل آن به یک پیشنهاد تجاری منسجم را نیز ایجاد کند.

این یافته از منظر تعامل با بازیگران بیرونی نیز قابل توضیح است. تجاری‌سازی فناوری‌های پیشرفته معمولاً در مرزهای یک سازمان محدود نمی‌شود و شرکت به شبکه‌ای از دانشگاه‌ها، آزمایشگاه‌ها، سرمایه‌گذاران، نهادهای استاندارد، تأمین‌کنندگان و مشتریان نیاز دارد. Dzakiy و همکاران در مدل عملی تجاری‌سازی فناوری در یک دانشگاه نشان دادند تجاری‌سازی مستلزم هماهنگی میان فعالیت‌های پژوهشی، انتقال فناوری، مالکیت فکری، بازار و شبکه‌های بیرونی است (Dzakiy et al., 2024). Zahra نیز نقش دفاتر پژوهش، نوآوری و تجاری‌سازی را در ایجاد پیوند میان فعالیت‌های تحقیق و توسعه و کاربردهای عملی برجسته کرده است (Zahra, 2024). به همین ترتیب، Eslamloo و همکاران نشان داده‌اند موفقیت تجاری‌سازی استارتاپ‌ها به ویژگی‌های اکوسیستم و کیفیت دسترسی آن‌ها به منابع و حمایت‌های مکمل بستگی دارد (Eslamloo et al., 2025). همچنین، دیدگاه ذی‌نفعان در فرایندهای تجاری‌سازی می‌تواند بر نحوه اجرا و پذیرش آن اثر بگذارد

(Arikpo & Musta'amal, 2025). بنابراین، اثر سازمانی مشاهده‌شده در پژوهش حاضر را می‌توان بازتاب توان شرکت در یکپارچه‌سازی منابع داخلی و بهره‌گیری از شبکه بیرونی دانست.

در مقابل، اثر مستقیم عوامل مالی و اقتصادی در مدل اصلی معنادار نبود و این بعد تنها ۳.۸ درصد از واریانس تبیین‌شده را به خود اختصاص داد. این یافته باید با احتیاط تفسیر شود. نبود اثر مستقیم به معنای بی‌اهمیت بودن منابع مالی برای تجاری‌سازی نیست، بلکه نشان می‌دهد زمانی که توان فناورانه، بازاریابی، قابلیت سازمانی، بازار و محیط نهادی به‌طور هم‌زمان وارد مدل می‌شوند، عوامل مالی سهم یکتای اندکی در تبیین اثربخشی دارند. به بیان دیگر، ممکن است منابع مالی از طریق تقویت توسعه فناوری، مقیاس‌افزایی، فعالیت‌های بازاریابی یا توسعه ظرفیت سازمانی اثر خود را اعمال کنند و اثر آن‌ها بیشتر غیرمستقیم باشد. این تفسیر با نتیجه تحلیل پژوهش نیز سازگار است؛ زیرا همبستگی ساده عوامل مالی با اثربخشی مثبت بود، اما پس از کنترل سایر ابعاد، اثر مستقیم آن تقریباً به صفر کاهش یافت. یافته Olawore و همکاران نیز نشان می‌دهد منابع مالی تنها یکی از مجموعه عوامل موفقیت تجاری‌سازی هستند و اهمیت آن‌ها باید در کنار عوامل فناورانه، بازار و مدیریت ارزیابی شود (Olawore et al., 2023). همچنین، Pujotomo و همکاران با رویکرد پویایی سیستم نشان داده‌اند مداخلات منفرد در فرایند تجاری‌سازی، بدون توجه به روابط متقابل سایر مؤلفه‌ها، ممکن است نتیجه مورد انتظار را ایجاد نکنند (Pujotomo et al., 2025). بنابراین، تأمین منابع مالی زمانی می‌تواند مؤثر باشد که به قابلیت‌های واقعی تبدیل شود.

اثر عوامل محیطی، نهادی و قانونی نیز کوچک و وابسته به روش برآورد بود؛ به‌گونه‌ای که در مدل مبتنی بر نمرات ترکیبی معنادار، اما در مدل اصلی متغیر پنهان نامعنادار بود. این ناپایداری نشان می‌دهد نقش محیط نهادی ممکن است مستقیم و یکسان نباشد و احتمالاً تحت تأثیر شرایط خاص شرکت، صنعت یا مرحله بلوغ فناوری قرار گیرد. در سطح معیارهای فرعی، اعتماد عمومی اثر یکتای معناداری داشت، در حالی که استانداردهای ملی و مقررات دولتی اثر مستقلی نشان ندادند. اهمیت اعتماد عمومی با ویژگی نانوفناوری قابل تبیین است؛ زیرا مصرف‌کننده یا مشتری صنعتی در مواجهه با فناوری پیچیده‌ای که ارزیابی مستقیم آن دشوار است، بیش از پیش به اعتبار تولیدکننده، اطلاعات ایمنی و اعتماد به نظام‌های تأیید متکی می‌شود. یافته Benn و Westerhoff درباره پیامدهای بالقوه زیست‌محیطی برخی محصولات نانویی ضرورت اعتماد، شفافیت و ارزیابی ایمنی را برجسته می‌کند (Benn & Westerhoff, 2008). از سوی دیگر، Karimi و Hadi نشان داده‌اند محیط حقوقی و قواعد تجاری می‌توانند برای فعالیت‌های اقتصادی هم فرصت و هم محدودیت ایجاد کنند (Karimi & Hadi, 2024). از این رو، نامعنادار بودن اثر مستقیم مقررات نباید به معنای بی‌اهمیتی محیط حقوقی تفسیر شود، بلکه ممکن است نقش این عوامل بیشتر به‌صورت فراهم‌کردن بستر، کاهش عدم‌قطعیت یا تعدیل سایر روابط ظاهر شود.

در مجموع، یافته‌های پژوهش نشان داد موفقیت تجاری‌سازی نانوفناوری بیش از آنکه ناشی از برخورداری منفرد از یک منبع باشد، حاصل پیکربندی هماهنگ قابلیت‌های فنی و تجاری است. سه بعد فناورانه، بازاریابی و بازار و مشتری در مجموع ۷۱.۳ درصد از واریانس تبیین‌شده را به خود اختصاص دادند و از این منظر می‌توان آن‌ها را خوشه اصلی عوامل مؤثر بر اثربخشی استراتژی تجاری‌سازی دانست. این نتیجه با مطالعاتی همسو است که تجاری‌سازی را فرایندی چندمرحله‌ای و چندبازیگری در نظر گرفته‌اند (Aithal & Aithal, 2016; Dzakiy et al., 2024; Eslamloo et al., 2025). همچنین، یافته‌های حاصل از صنایع دیگر درباره ارتباط فناوری، نوآوری و عملکرد نشان می‌دهد فناوری هنگامی بیشترین ارزش اقتصادی را ایجاد می‌کند که با مدیریت مناسب، فرهنگ نوآوری، سازوکارهای سازمانی و جهت‌گیری بازار همراه شود (Kiyambade et al., 2024; Mbuthia & Datche, 2023; Tam, 2025). بر این اساس، مزیت اصلی پژوهش حاضر در آن است که عوامل فناورانه، بازاریابی، سازمانی، مالی، محیطی و بازار را در یک چارچوب واحد بررسی کرده و نشان داده است رتبه‌بندی عوامل صرفاً بر اساس وجود یا عدم وجود رابطه معنادار کافی نیست؛ بلکه سهم نسبی آن‌ها نیز باید مورد توجه قرار گیرد. این رویکرد امکان تفکیک

E-ISSN: 3041-8585

عوامل هسته‌ای از عوامل زمینه‌ای را فراهم می‌کند و می‌تواند مبنای واقع‌بینانه‌تری برای سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری مدیریتی در صنایع نانوفناور ایران باشد.

پژوهش حاضر با چند محدودیت همراه است که باید در تفسیر نتایج مورد توجه قرار گیرد. نخست، طراحی پژوهش مقطعی بود و بنابراین روابط مشاهده‌شده را نمی‌توان به‌عنوان شواهد قطعی روابط علّی تفسیر کرد. دوم، متغیرهای پیش‌بین و پیامد بر اساس پرسشنامه و گزارش یک پاسخ‌دهنده اندازه‌گیری شدند؛ ازاین‌رو، احتمال سوگیری روش مشترک و خطاهای ناشی از ادراک پاسخ‌دهندگان به‌طور کامل قابل حذف نیست. همچنین، اثربخشی تجاری‌سازی به‌صورت ادراکی سنجیده شد و شاخص‌های عینی نظیر میزان فروش، رشد درآمد، سهم بازار، مدت زمان ورود به بازار یا نرخ بقای محصول در دسترس نبود. نوع صنعت، اندازه و سن بنگاه، مرحله بلوغ محصول و ویژگی‌های جمعیت‌شناختی پاسخ‌دهندگان نیز به‌عنوان متغیرهای کنترل وارد مدل نشدند و بنابراین امکان بررسی ناهمگونی روابط میان صنایع یا گروه‌های مختلف محدود است. احتمال کم‌نمایی شرکت‌ها یا پروژه‌های ناموفق نیز وجود دارد. افزون بر این، برخی معیارهای فرعی با یک گویه عملیاتی شدند و سازه‌ها به‌صورت بازتابی مدل‌سازی شدند، در حالی که ممکن است برخی ابعاد تجاری‌سازی ماهیتی سازنده داشته باشند. برازش بسیار مطلوب مدل اندازه‌گیری و حساسیت اثر محیطی–نهادی و رتبه برخی ابعاد به روش برآورد نیز ضرورت تکرار پژوهش در نمونه‌های مستقل را افزایش می‌دهد.

پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده مدل حاضر را با استفاده از طرح‌های طولی و داده‌های چندمرحله‌ای آزمون کنند تا امکان بررسی جهت روابط و تحولات قابلیت‌های تجاری‌سازی در طول چرخه عمر فناوری فراهم شود. استفاده هم‌زمان از داده‌های پرسشنامه‌ای و شاخص‌های عینی مانند فروش محصولات نانویی، رشد سهم بازار، زمان لازم برای ورود به بازار، بازده سرمایه‌گذاری و نرخ موفقیت پروژه‌های تجاری‌سازی می‌تواند اعتبار نتایج را افزایش دهد. همچنین، بررسی نقش میانجی قابلیت فناورانه، بازاریابی یا قابلیت سازمانی در انتقال اثر منابع مالی به اثربخشی تجاری‌سازی می‌تواند توضیح دهد چرا اثر مستقیم عوامل مالی در پژوهش حاضر معنادار نبود. آزمون نقش تعدیل‌گر اندازه بنگاه، نوع صنعت، بلوغ فناوری، شدت رقابت و مرحله تجاری‌سازی نیز توصیه می‌شود. انجام تحلیل چندگروهی میان صنایع مختلف نانوفناور و مقایسه شرکت‌های موفق و ناموفق می‌تواند ناهمگونی ساختاری روابط را روشن سازد. علاوه بر این، استفاده از سنجه‌های چندگویه‌ای گسترده‌تر برای معیارهای فرعی، آزمون مدل‌های اندازه‌گیری سازنده و بازتابی و تکرار تحلیل اهمیت نسبی در نمونه‌های مستقل می‌تواند پایداری رتبه‌بندی عوامل را مشخص کند. مطالعه تطبیقی میان ایران و سایر اکوسیستم‌های نوآوری نیز می‌تواند نقش شرایط نهادی و محیطی را با دقت بیشتری آشکار سازد.

بر اساس نتایج، شرکت‌های فعال در حوزه نانوفناوری باید منابع محدود خود را در وهله نخست بر اثبات مزیت عملکردی فناوری، افزایش بلوغ و قابلیت اطمینان محصول، سهولت استفاده یا ادغام در فرایند مشتری و ایجاد شواهد عملیاتی معتبر متمرکز کنند. اجرای پایلوت صنعتی و مستندسازی منافع اقتصادی محصول می‌تواند به کاهش عدم‌قطعیت مشتری کمک کند. هم‌زمان، سرمایه‌گذاری در شناخت بازار، آموزش مشتری، بخش‌بندی دقیق تقاضا و ایجاد ارتباطات بازاریابی قابل فهم باید در کنار توسعه فنی انجام شود و نه پس از اتمام آن. مدیران باید همکاری نزدیک میان واحدهای تحقیق‌وتوسعه، تولید، بازاریابی و فروش را برقرار کنند و تصمیم‌های تجاری را از مراحل اولیه توسعه فناوری وارد فرایند کنند. تأمین مالی نیز بهتر است بر اساس نقاط عطف مشخص فنی و بازار تخصیص یابد و افزایش منابع مالی بدون برنامه روشن برای توسعه فناوری یا بازار هدف تلقی نشود. شرکت‌ها باید با آزمایشگاه‌ها، مراکز دانشگاهی، نهادهای استاندارد و مشتریان صنعتی شبکه‌های همکاری پایدار ایجاد کنند و از طریق شفافیت اطلاعات، مستندسازی ایمنی و ارائه شواهد معتبر، اعتماد عمومی و حرفه‌ای را تقویت کنند. در سطح سیاست‌گذاری نیز حمایت‌ها بهتر است از تخصیص صرف منابع مالی به سمت ایجاد زیرساخت آزمون و استاندارد، تسهیل پایلوت‌های صنعتی، توسعه بازار، شبکه‌سازی و کاهش عدم‌قطعیت ورود محصولات نانوفناورانه به بازار هدایت شود.

تقدیر و تشکر

از تمامی کسانی که در انجام این مطالعه همراهی نمودند تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

موازین اخلاقی

در پژوهش حاضر تمامی موازین 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

Aithal, P. S., & Aithal, S. (2016). A New Model for Commercialization of Nanotechnology Products and Services. *International Journal of Computational Research and Development*, *1*(1), 84-93.

Arikpo, S., & Musta'amal, A. (2025). Stakeholders' Perspectives on Vocational Education Commercialization in Malaysia. *Innovations in Pedagogy and Technology*, *1*(2), 110-125. https://doi.org/10.63385/ipt.v1i2.89

Benn, T. M., & Westerhoff, P. (2008). Nanoparticle silver released into water from commercially available sock fabrics. *Environmental science & technology*, *42*(11), 4133-4139.

Borzouei, H., Mirdamadi, S. M., & Hosseini, S. J. F. (2011). Affective factors in commercialization of nanotechnology in Iran's agricultural sector. *Scholars Research Library, Annals of Biological Research*, *2*(6), 56-61. https://www.scholarsresearchlibrary.com/articles/affective-factors-in-commercialization-of-nanotechnology-in-irans-agricultural-sector.pdf

Bui, H., Vu, X. T. M., & Tran, A. D. (2025). The Moderating Role of Emotional Intelligence in the Relationship Between Transformational Leadership, Organizational Citizenship Behavior, Innovative Work Behavior, and Employee Performance in Commercial Banks in Vietnam. *Human Systems Management*, *45*(3), 359-378. https://doi.org/10.1177/01672533251369706

Dzakiy, U. N., Matsuura, Y., Simatupang, T. M., & Prasetio, E. A. (2024). Practical model of technology commercialisation at an Indonesian University: A case study from Institut Teknologi Bandung. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, *10*(3), 100341. https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100341

Eslamloo, F., Brown, K., & Amrollahi Biyouki, Z. (2025). Successful commercialisation in startup accelerator programmes: How different startup ecosystems matter. *Journal of Innovation & Knowledge*, *10*(3), 100688. https://doi.org/10.1016/j.jik.2025.100688

Fallah Tabar Malekshah, R., Delafrooz, N., Shahroudi, K., & Shabgoo Monsef, S. M. (2024). Designing a Business Commercialization Model for Iran's Air Navigation Industry Services. *Innovation Management in Defense Organizations*, *7*(3), 45-72. https://doi.org/10.22034/qjimdo.2024.440591.1659

E-ISSN: 3041-8585

Hosseini, S. M., & Emamifar, S. N. (2025). Transformation of Audience Perception in Commercial Advertising with Emphasis on the Role of Digital Technologies. *Digital Transformation and Administration Innovation*, 1-11. https://doi.org/10.61838/dtai.182

Jacobides, J., Knudsen, & Augier. (2016). Market Challenges Facing Academic Research in Commercializing Nano-Enabled Implantable Devices for In-Vivo Biomedical Analysis. *Technovation*, *32*, 193-204.

Karimi, S., & Hadi, M. (2024). Innovations of the New Commercial Bill in General Contract Rules: Challenges and Opportunities. *Judgment*, *24*(118), 70-91.

Khramova, K., Shymoshenko, A., & Reshetniak, Y. (2024). Commercialization of Innovations in Ukrainian Book Publishing: Current Trends and Prospects. *Vìsnik Sums'kogo Deržavnogo Unìversitetu*, *2024*(2), 7-17. https://doi.org/10.21272/1817-9215.2024.2-01

Kiyambade, M., Kagere, R., & Namatovu, A. (2024). Technological Innovation and Commercial Banks' Financial Performance: A Mediation Analysis of Risk Management Practices. *Seisense Business Review*, *4*(1), 98-117. https://doi.org/10.33215/bb6wrs68

Marampa, A. M., Pongtuluran, A. K., & Pariyanti, E. (2025). From Sharing to Success: Enhancing Innovative Work Behavior through Psychological Empowerment and Kinship Employee Engagement. *Industrial and Commercial Training*, *57*(1), 99-117. https://doi.org/10.1108/ICT-07-2024-0064

Mbuthia, P. M., & Datche, E. A. (2023). Strategic Technological Innovations and Performance of Commercial Banks in Kenya. *strategicjournals.com*, *10*(2). https://doi.org/10.61426/sjbcm.v10i2.2650

Nabipour Afrouzi, M., Yazdanjo, M., Aliakbarnia Omran, M., & Kaveh, M. (2023). The impact of banking innovations on the financial performance of commercial banks. *Management and Accounting in the Third Millennium*(27), 112-130.

Olawore, A. S., Wong, K. Y., Ma'aram, A., & Sutopo, W. (2023). Prioritization of Technology Commercialization Success Factors Using Fuzzy Best Worst Method. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 100096. https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100096

Pujotomo, D., Ma'aram, A., Ikmal Isyraf, M., Helmi Syed Hassan, S. A., & Sutopo, W. (2025). The scenario of accelerating technology commercialization at research university, a system dynamics approach. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, *11*(1), 100497. https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2025.100497

Safa, L., Hejazi, S. Y., Hosseini, S. M., & Rezvanfar, A. (2013). Designing a Model for Measuring Indicators of Nanotechnology Commercialization in Iran's Agricultural Sector. *Entrepreneurship Development Quarterly*, *6*(2), 175. https://jed.ut.ac.ir/article_36264.html

Tam, P. T. (2025). Impacting innovation culture on fintech development and financial stability at commercial banks in Vietnam. *Journal of Corporate Accounting & Social Change*, 2442-2456. https://doi.org/10.64753/jcasc.v10i4.3275

Zahra, T. (2024). Role of Office of Research Innovation and Commercialization in Promotion of Research and Development in Degree Awarding Institutes of Pakistan. *Journal of Fatima Jinnah Medical University*, *18*(01), 1-2. https://doi.org/10.37018/jfjmu/701