

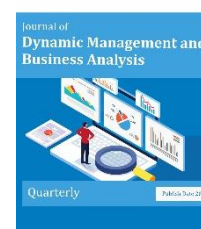


Journal Website

Article history:
Received 18 May 2025
Revised 26 July 2026
Accepted 02 August 2026
Initial Publication 04 August 2026
Final Publication 22 June 2027

Dynamic Management and Business Analysis

Volume 6, Issue 2, pp 1-29



E-ISSN: 3041-8933

A Systematic Review of Factors and Mechanisms Affecting Technological Innovation from a System Dynamics Perspective: Research Synthesis and the Development of a Conceptual Framework

Mojtaba. Sarafzadeh Jahromi¹, Mohammad Hasan. Cheraghali^{2*}, Farshid. Farokhizadeh³, Sayyed Mohammadreza. Davoodi¹

¹ Department of Management, Deh.C., Islamic Azad University, Isfahan, Iran

² Department of Industrial Management, ST.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

³ Department of Maintenance Engineering, Imam Hossein University, Tehran, Iran

* Corresponding author email address: MH.cheraghali@iau.ac.ir

Article Info

Article type:

Original Research

How to cite this article:

Sarafzadeh Jahromi, M., Cheraghali, M. H., Farokhizadeh, F., & Davoodi, S. M. (2027). A Systematic Review of Factors and Mechanisms Affecting Technological Innovation from a System Dynamics Perspective: Research Synthesis and the Development of a Conceptual Framework. *Dynamic Management and Business Analysis*, 6(2), 1-29.
<https://doi.org/10.61838/dmbaj.415>



© 2027 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: This study aimed to systematically identify and synthesize the factors and mechanisms affecting technological innovation from a system dynamics perspective and to develop an integrated conceptual framework based on causal relationships, feedback loops, and time delays.

Methodology: This study employed a systematic review design, qualitative synthesis, and a system dynamics approach. The research population comprised Persian- and English-language studies published between 2010 and 2025 on technological innovation, innovation capability, technology development, research and development, and innovation ecosystems. Major international and Persian databases were systematically searched. Of the 1,847 records initially identified, 42 studies were included in the final synthesis after duplicate removal, title and abstract screening, full-text assessment, and methodological quality appraisal. Data were collected using a researcher-developed extraction form and analyzed through thematic synthesis, directed content analysis, and the identification of causal relationships, feedback structures, and temporal delays.

Findings: The synthesis indicated that technological resources and investment, human capital, absorptive capacity and knowledge management, dynamic capabilities, managerial support, innovation culture, collaborative networks, market conditions, institutional support, digital infrastructure, and commercialization capability were the principal determinants of technological innovation. The analysis further indicated that the effects of research and development investment were largely transmitted through absorptive capacity, organizational learning, dynamic capabilities, and commercialization processes. Seven reinforcing feedback loops, six balancing feedback loops, and three major time delays were identified. Market success, knowledge accumulation, skill development, and network trust activated reinforcing processes, whereas resource limitations, technological complexity, excessive competition, and pressure for short-term returns constrained the growth of innovation.

Conclusion: Technological innovation is a dynamic, multilevel, and path-dependent phenomenon emerging from interactions among resources, organizational capabilities, environmental conditions, and feedback mechanisms. Sustainable innovation requires coordinated interventions in human capital, learning systems, technological infrastructure, collaborative networks, institutional support, and commercialization capacity. Increasing research and development expenditure alone is therefore insufficient to produce sustained innovative performance.

Keywords: Technological innovation, system dynamics, systematic review, feedback loops, absorptive capacity, dynamic capabilities, innovation ecosystem

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Technological innovation has become a central mechanism through which organizations, industries, and national economies improve productivity, strengthen competitiveness, respond to environmental pressures, and pursue sustainable development. It is no longer viewed merely as the introduction of a new product or production technique. Rather, technological innovation is increasingly understood as a complex and cumulative process involving opportunity recognition, research and development, knowledge acquisition, capability building, experimentation, commercialization, market feedback, and continuous organizational learning. The growing interdependence of these processes means that technological innovation cannot be adequately explained through isolated variables or simple linear relationships. Instead, it emerges from interactions among financial resources, human capital, leadership, organizational culture, digital infrastructure, institutional support, market demand, collaborative networks, and commercialization capabilities.

Recent studies have emphasized the close relationship between innovation, entrepreneurship, and sustainable development. Entrepreneurship education has been identified as an important means of developing problem-solving skills, creativity, opportunity recognition, and innovation-oriented behavior in educational systems (Reimers, 2024). Similarly, the integration of digital competencies into vocational and entrepreneurial education has been shown to improve individuals' readiness to participate in technology-driven economic activities (Purnawirawan et al., 2025). Entrepreneurial competency development is also increasingly regarded as a long-term foundation for innovation, particularly when educational systems cultivate creativity, initiative, teamwork, and responsibility from an early stage (Jalali Chimeh et al., 2025). These findings indicate that technological innovation depends not only on access to technologies but also on the gradual accumulation of individual and collective capabilities.

At the organizational level, entrepreneurial and ethical leadership can influence innovation by legitimizing experimentation, allocating resources, supporting risk-taking, and facilitating the strategic reconfiguration of organizational assets. Leadership traits have been associated with corporate sustainable development and firm performance through the effective deployment of valuable organizational resources (Razzaque et al., 2024). Ethical entrepreneurial leadership may further strengthen sustainable competitive advantage by combining opportunity orientation with responsibility, trust, and long-term commitment (Atobishi & Podruzsik, 2025). Such findings are particularly relevant to technological innovation because innovative projects often involve substantial uncertainty, delayed returns, and a high probability of failure. Under these conditions, managerial commitment and organizational tolerance for learning-oriented failure can determine whether innovation initiatives are sustained or prematurely abandoned.

Technological innovation also depends on the quality of entrepreneurial and innovation ecosystems. Research on information and communication technology start-ups has shown that access to finance, skilled labor, digital infrastructure, institutional support, professional networks, and market opportunities jointly shape the sustainability of technology ventures (Lee & Kim, 2025). Likewise, the development of start-up ecosystems requires coordinated strategies that address education, financing, networking, technological infrastructure, and market creation rather than relying on a single policy instrument (Smachylo et al., 2024). This ecosystem perspective suggests that the performance of each actor

is influenced by the availability and effectiveness of other components in the system. Therefore, increasing financial support without improving absorptive capacity, market access, or institutional coordination may generate only limited or temporary outcomes.

The commercialization of technology represents another critical stage in the innovation process. Technically successful projects may fail to generate economic or social value when organizations lack effective teamwork, market knowledge, business modeling, intellectual property management, or scaling capability. A technology commercialization model based on teamwork highlights the need for coordination among technical, managerial, financial, and marketing specialists (Amiri et al., 2025). Entrepreneurial marketing also helps organizations identify emerging opportunities, interact with stakeholders, and align technological offerings with changing market needs (Pourjavad et al., 2024). From a dynamic perspective, successful commercialization does more than generate revenue; it reinforces future innovation by creating financial resources, organizational legitimacy, experience, and investor confidence.

Digital transformation has added new layers of complexity to innovation systems. Artificial intelligence technologies can strengthen the relationship between international entrepreneurship and sustainable organizational goals by improving data analysis, opportunity identification, and strategic decision-making (Xu et al., 2024). Digital financial capability can also facilitate entrepreneurial activity by improving access to finance and supporting more efficient resource allocation, although its effects remain dependent on regulatory compliance and institutional trust (Urooj et al., 2025). At the same time, frugal innovation demonstrates that resource scarcity does not necessarily prevent innovation. Under appropriate knowledge and entrepreneurial conditions, constraints may stimulate the development of affordable and context-sensitive technological solutions (Rambe, 2025). Intellectual capital, shared value creation, and organizational agility similarly contribute to sustainable entrepreneurial capability by improving the organization's ability to learn and respond to environmental change (Somwethee et al., 2025).

Institutional and sectoral contexts also shape technological innovation. Renewable energy entrepreneurship, for example, is influenced by policy support, financing, infrastructure, regulatory arrangements, and collaboration among public and private actors (Rostami et al., 2024). The future of industries such as sport is likewise affected by technological transformation, economic change, evolving consumer behavior, and new business models (Rahmani et al., 2024). Regional evidence indicates that entrepreneurship and innovation do not produce uniform employment effects across territories because outcomes are conditioned by economic structure, infrastructure, and spatial disparities (Sepidbar et al., 2024). Furthermore, inclusive innovation requires attention to institutional barriers affecting participation. Policy pathways supporting women in technology must address access to capital, professional networks, training, and leadership opportunities (Komodromos & Michaelidou, 2026). Social entrepreneurship research also demonstrates that innovation can contribute to sustainable community development when local participation and shared value are incorporated into business and technological models (Wang et al., 2025). In educational and cultural settings, entrepreneurial models may also need to be adapted to local values and institutional traditions to achieve legitimacy and sustainability (Mutmainnah et al., 2025). Innovation-oriented entrepreneurship has similarly been linked to the development of new methodologies in sports education within the broader framework of sustainable development (Al-Hasnawi et al., 2026).

Despite this growing body of literature, existing studies frequently examine innovation determinants in isolation. Financial resources, leadership, human capital, digitalization, institutional

support, and commercialization are often modeled as independent predictors, while feedback relationships, time delays, nonlinear effects, and cross-level interactions receive limited attention. System dynamics provides an appropriate framework for addressing this gap because it focuses on causal structures, reinforcing and balancing feedback loops, accumulations, flows, and delays. Accordingly, the present study aimed to systematically review and synthesize the factors and mechanisms influencing technological innovation from a system dynamics perspective and to develop an integrated conceptual framework based on causal relationships, feedback structures, and temporal delays.

Methods and Materials

This study was conducted as a systematic review with a qualitative synthesis and system dynamics orientation. The study population consisted of Persian- and English-language peer-reviewed articles published between 2010 and the end of 2025 on technological innovation, innovation capability, technology development, research and development, innovation ecosystems, and system dynamics. Searches were conducted in Web of Science, Scopus, ScienceDirect, SpringerLink, IEEE Xplore, Emerald Insight, ProQuest, Scientific Information Database, Magiran, NoorMags, and Civilica. Reference lists of eligible studies were also manually examined.

The initial search identified 1,847 records. After removing 521 duplicate records, 1,326 titles and abstracts were screened. A total of 1,132 records were excluded because they did not directly address technological innovation, lacked a systemic or causal orientation, focused exclusively on non-technological innovation, or did not correspond to the study objectives. The full texts of 194 studies were evaluated, of which 152 were excluded because of insufficient information, methodological weakness, lack of extractable causal relationships, absence of full text, or limited conceptual relevance. Ultimately, 42 studies were included in the final synthesis.

A researcher-developed extraction form was used to record publication characteristics, country, industrial context, research design, level of analysis, innovation determinants, mediators, moderators, causal directions, delays, outcomes, and feedback mechanisms. Methodological quality was evaluated by examining the clarity of the research question, appropriateness of the design, adequacy of the data source or sample, transparency of the analytical procedure, consistency between findings and conclusions, and usefulness of the study for conceptual synthesis. The included studies were classified as high, moderate, or acceptable quality.

Data analysis combined thematic synthesis, directed content analysis, and system dynamics logic. Extracted concepts were coded, grouped into subcategories, and organized into broader dimensions. Causal relationships were then identified according to their direction, level, directness, and temporal characteristics. Repeated causal chains were synthesized into reinforcing and balancing feedback loops. Relationships supported by at least two independent studies or by strong theoretical and empirical evidence were incorporated into the core conceptual framework.

Findings

The 42 included studies showed a clear increase in publication frequency over time. Twenty-three studies, equivalent to 54.76 percent of the final sample, were published between 2019 and 2025. Geographically, 11 studies were conducted in Europe, 10 in East and Southeast Asia, 7 in Iran, 6 in North America, 4 in other Asian countries, 2 in Latin America, and 2 used multinational data. The organizational level was the dominant level of analysis, represented in 17 studies, followed by interorganizational and

network analysis in 9 studies, institutional and ecosystem analysis in 8 studies, multilevel analysis in 5 studies, and individual-level analysis in 3 studies.

Fifteen major categories of technological innovation determinants were identified. The most frequently reported category was technological resources and investment, identified in 34 studies, followed by human capital and specialized competencies in 32 studies, absorptive capacity and knowledge management in 31 studies, dynamic capabilities in 29 studies, managerial support and innovation culture in 28 studies, and interorganizational collaboration in 27 studies. Market conditions were identified in 25 studies, institutional support in 24 studies, technological and digital infrastructure in 22 studies, and commercialization capability in 21 studies. Organizational structure, entrepreneurial orientation, learning from failure, environmental uncertainty, and intellectual property protection were also repeatedly identified.

The analysis showed that research and development investment was the most frequently reported causal mechanism, supported by 30 studies. However, its effect was rarely direct or immediate. Its influence depended on the organization's ability to convert financial and technical inputs into knowledge, prototypes, marketable technologies, and commercial outcomes. Absorptive capacity was supported by 28 studies and emerged as the main mediating mechanism between external knowledge and innovation performance. Organizational learning, supported by 26 studies, reduced repeated errors and shortened development cycles. Dynamic capabilities, identified in 25 studies, enabled organizations to detect technological opportunities, reallocate resources, and adapt to environmental change.

The synthesis identified seven reinforcing feedback loops, six balancing feedback loops, and three major time delays. The central reinforcing loop connected research and development investment, technological knowledge, innovation performance, market success, and reinvestment. Other reinforcing loops involved human capital and absorptive capacity, collaboration and trust, innovation culture and experimentation, commercialization and resource accumulation, and digital infrastructure and development speed. A negative reinforcing loop was also identified in which project failure reduced managerial trust, restricted innovation resources, weakened experimentation, and increased the probability of further failure.

Balancing loops were associated with resource scarcity, technological complexity, product diversification, excessive competition, limited policy capacity, and overly restrictive intellectual property protection. Three principal delays were identified between training and capability development, policy support and observable economic outcomes, and research and development expenditure and financial returns. These delays were found to be particularly important because premature evaluation could result in the early termination of potentially successful innovation initiatives.

Discussion and Conclusion

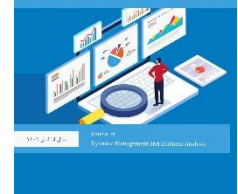
The findings demonstrate that technological innovation should be understood as a dynamic, multilevel, and path-dependent system rather than as a direct outcome of investment or technological access. Financial resources, research and development, and infrastructure are necessary inputs, but their effects are mediated by human capital, absorptive capacity, learning, dynamic capabilities, leadership, and organizational coordination. In other words, resources generate innovation only when the organization possesses the capabilities required to interpret, combine, and commercialize them.

The results also show that technological innovation is shaped by feedback. Successful innovation improves revenue, reputation, and access to resources, which in turn increase the capacity for future innovation. Conversely, poorly managed failure may reduce managerial confidence, shrink experimentation budgets, and create a self-reinforcing cycle of declining innovation capacity. These feedback structures explain why organizations with similar initial resources may follow sharply different innovation trajectories over time.

Collaboration and ecosystem quality were also found to be essential. Networks expand access to knowledge, finance, expertise, infrastructure, and markets, but their benefits depend on trust, governance, absorptive capacity, and clearly defined ownership arrangements. Similarly, policy support is most effective when it is stable, coordinated, long-term, and aligned with the actual capability level of organizations. Isolated financial interventions may have limited effects when human capital, market access, or commercialization capacity remain weak.

The final conceptual framework consists of five interconnected layers: system inputs, organizational conversion capabilities, environmental and institutional conditions, innovation processes, and innovation outcomes. Inputs include finance, knowledge, human resources, and technological infrastructure. Conversion capabilities include learning, absorptive capacity, dynamic capabilities, coordination, and research and development management. Environmental conditions include competition, demand, networks, policy, regulation, and uncertainty. Innovation processes include technology development, prototyping, process and product innovation, and commercialization. Outcomes include productivity, market performance, competitive advantage, social value, and the accumulation of resources for subsequent innovation cycles.

Overall, the study concludes that effective technological innovation management requires coordinated intervention at multiple leverage points. Increasing research and development expenditure alone is insufficient. Organizations must simultaneously strengthen human capital, learning systems, digital infrastructure, network governance, managerial commitment, and commercialization capability. Policymakers should also account for delays, nonlinear effects, and unintended consequences when designing innovation policies. The system dynamics perspective therefore provides a more comprehensive explanation of technological innovation by revealing how resources, capabilities, institutions, and feedback mechanisms jointly shape innovation trajectories over time.



مروری نظام‌مند بر عوامل و سازوکارهای مؤثر بر نوآوری فناورانه از منظر پویایی‌شناسی سیستم: سنتز پژوهش‌ها و ارائه چارچوب مفهومی

مجتبی صراف زاده جهرمی^۱، محمد حسن چراغعلی^{۲*}، فرشید فرخی زاده^۳، سید محمدرضا داودی^۱

۱. گروه مدیریت، واحد دهقان، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

۲. گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳. گروه علمی مهندسی نگهداری و تعمیرات، دانشگاه امام حسین (ع)، تهران، ایران

*ایمیل نویسنده مسئول: MH.cheraghali@iau.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

نوع مقاله

پژوهشی اصیل

نحوه استناد به این مقاله:

صراف زاده جهرمی، مجتبی، چراغعلی، محمد حسن، فرخی زاده، فرشید، و داودی، سید محمدرضا. (۱۴۰۶). مروری نظام‌مند بر عوامل و سازوکارهای مؤثر بر نوآوری فناورانه از منظر پویایی‌شناسی سیستم: سنتز پژوهش‌ها و ارائه چارچوب مفهومی. *مدیریت پویا و تحلیل کسب و کار*، ۶(۲)، ۱-۲۹.



© ۱۴۰۶ 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 پژوهش حاضر، شناسایی و سنتز نظام‌مند عوامل و سازوکارهای مؤثر بر نوآوری فناورانه از منظر پویایی‌شناسی سیستم و ارائه یک چارچوب مفهومی یکپارچه مبتنی بر روابط علی، حلقه‌های بازخوردی و تأخیرهای زمانی بود. **روش‌شناسی:** این پژوهش با طرح مرور نظام‌مند، سنتز کیفی و رویکرد پویایی‌شناسی سیستم انجام شد. جامعه پژوهش شامل مقالات فارسی و انگلیسی منتشرشده طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۵ در زمینه نوآوری فناورانه، ظرفیت نوآوری، توسعه فناوری، تحقیق و توسعه و اکوسیستم‌های نوآوری بود. جست‌وجو در پایگاه‌های معتبر بین‌المللی و فارسی انجام شد و از میان ۱۸۴۷ رکورد اولیه، پس از حذف موارد تکراری، غربالگری عنوان و چکیده، بررسی متن کامل و ارزیابی کیفیت روش‌شناختی، ۴۲ مطالعه وارد سنتز نهایی شدند. داده‌ها با استفاده از فرم استخراج داده محقق‌ساخته گردآوری و از طریق سنتز مضمون، تحلیل محتوای جهت‌دار و تحلیل روابط علی، حلقه‌های بازخوردی و تأخیرهای زمانی بررسی شدند. **یافته‌ها:** سنتز مطالعات نشان داد که منابع و سرمایه‌گذاری فناورانه، سرمایه انسانی، ظرفیت جذب و مدیریت دانش، قابلیت‌های پویا، حمایت مدیریت، فرهنگ نوآوری، همکاری‌های شبکه‌ای، شرایط بازار، حمایت نهادی، زیرساخت دیجیتال و قابلیت تجاری‌سازی، مهم‌ترین عوامل مؤثر بر نوآوری فناورانه بودند. تحلیل روابط نشان داد که اثر سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه عمدتاً از طریق ظرفیت جذب، یادگیری سازمانی، قابلیت‌های پویا و تجاری‌سازی تحقق می‌یابد. همچنین، ۷ حلقه تقویت‌کننده، ۶ حلقه تعدیل‌کننده و ۳ تأخیر زمانی اصلی شناسایی شد. موفقیت بازار، انباشت دانش، توسعه مهارت و اعتماد شبکه‌ای، حلقه‌های تقویت‌کننده را فعال می‌کردند؛ درحالی‌که محدودیت منابع، پیچیدگی فناوری، رقابت شدید و فشار برای بازده کوتاه‌مدت، رشد نوآوری را تعدیل می‌کردند. **نتیجه‌گیری:** نوآوری فناورانه پدیده‌ای چندسطحی، پویا و وابسته به مسیر است که از تعامل منابع، قابلیت‌های سازمانی، شرایط محیطی و سازوکارهای بازخوردی شکل می‌گیرد. تقویت پایدار نوآوری مستلزم مداخله هماهنگ در سرمایه انسانی، یادگیری، زیرساخت، شبکه‌های همکاری، سیاست‌های حمایتی و قابلیت تجاری‌سازی است و تمرکز صرف بر افزایش بودجه تحقیق و توسعه برای ایجاد عملکرد نوآورانه پایدار کافی نیست.

کلیدواژه‌گان: نوآوری فناورانه، پویایی‌شناسی سیستم، مرور نظام‌مند، حلقه‌های بازخوردی، ظرفیت جذب، قابلیت‌های پویا، اکوسیستم نوآوری

مقدمه

نوآوری فناورانه در دهه‌های اخیر از یک فعالیت محدود به واحدهای تحقیق و توسعه به یکی از مهم‌ترین سازوکارهای تحول اقتصادی، ارتقای بهره‌وری، شکل‌گیری مزیت رقابتی و تحقق اهداف توسعه پایدار تبدیل شده است. سازمان‌ها، صنایع و نظام‌های اقتصادی برای پاسخ‌گویی به تغییرات سریع بازار، گسترش فناوری‌های دیجیتال، افزایش پیچیدگی نیازهای اجتماعی و تشدید فشارهای زیست‌محیطی ناگزیرند ظرفیت خود را برای تولید، جذب، انطباق، تجاری‌سازی و انتشار فناوری‌های جدید تقویت کنند. نوآوری فناورانه تنها به اختراع یا توسعه یک محصول جدید محدود نیست، بلکه مجموعه‌ای از فرایندهای به‌هم‌پیوسته شامل شناسایی فرصت، بسیج منابع، یادگیری، توسعه قابلیت‌های انسانی، همکاری شبکه‌ای، آزمون و اصلاح فناوری، تجاری‌سازی و بازخوردگیری از بازار را در بر می‌گیرد. از این منظر، موفقیت فناورانه نتیجه یک تصمیم منفرد یا سرمایه‌گذاری کوتاه‌مدت نیست، بلکه محصول تعامل مستمر میان عوامل سازمانی، انسانی، مالی، نهادی، آموزشی، فرهنگی و محیطی است. گسترش پژوهش‌های مرتبط با کارآفرینی پایدار، اکوسیستم‌های نوآوری، قابلیت‌های دیجیتال، سرمایه فکری و رهبری کارآفرینانه نیز نشان می‌دهد که نوآوری فناورانه در بستر شبکه‌ای چندسطحی شکل می‌گیرد و تحت تأثیر روابط متقابل میان بازیگران و منابع مختلف قرار دارد (Lee & Kim, 2025; Razzaque et al., 2024; Somwethee et al., 2025).

پیوند میان نوآوری فناورانه و توسعه پایدار موجب شده است که ارزیابی عوامل مؤثر بر نوآوری از سطح عملکرد اقتصادی بنگاه فراتر رود و پیامدهای اجتماعی، انسانی، محیطی و نهادی آن نیز مورد توجه قرار گیرد. توسعه پایدار مستلزم آن است که نوآوری علاوه بر ایجاد ارزش اقتصادی، به افزایش شمول اجتماعی، حفاظت از منابع، ارتقای کیفیت اشتغال، کاهش نابرابری و توانمندسازی گروه‌های مختلف منجر شود. در این چارچوب، کارآفرینی و نوآوری به‌عنوان سازوکارهایی برای تبدیل دانش و فناوری به راه‌حل‌های عملی برای مسائل پیچیده جامعه شناخته می‌شوند. پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه آموزش عالی نشان داده‌اند که ادغام اهداف توسعه پایدار در آموزش کارآفرینی می‌تواند ظرفیت دانشگاه‌ها را برای تحریک نوآوری، تربیت نیروهای مسئله‌محور و هدایت فعالیت‌های اقتصادی به سمت نیازهای اجتماعی افزایش دهد (Reimers, 2024). همچنین، بررسی نقش کارآفرینی در علوم آموزش ورزشی نشان داده است که توسعه روش‌های نوآورانه در صورت پیوند با اصول پایداری می‌تواند کیفیت آموزش، بهره‌وری منابع و قابلیت سازگاری نظام‌های آموزشی را ارتقا دهد (Al-Hasnawi et al., 2026). این شواهد نشان می‌دهند که نوآوری فناورانه در خلأ شکل نمی‌گیرد و نحوه جهت‌دهی نهادی و آموزشی آن تعیین می‌کند که فناوری تا چه اندازه به توسعه متوازن و پایدار کمک کند.

یکی از ابعاد اساسی نوآوری فناورانه، نقش سرمایه انسانی و شایستگی‌های کارآفرینانه در شناسایی و بهره‌برداری از فرصت‌های فناورانه است. فناوری زمانی به ارزش اقتصادی و اجتماعی تبدیل می‌شود که افراد و گروه‌ها از دانش، مهارت، نگرش و توان تصمیم‌گیری لازم برای توسعه و به‌کارگیری آن برخوردار باشند. طراحی چارچوب‌های شایستگی کارآفرینانه در نظام آموزشی می‌تواند از سنین پایین‌تر زمینه پرورش خلاقیت، حل مسئله، فرصت‌شناسی، همکاری، ریسک‌پذیری و مسئولیت‌پذیری را فراهم کند (Jalali Chimeh et al., 2025). در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای نیز ترکیب مهارت‌های دیجیتال با فرایندهای یادگیری کارآفرینی می‌تواند آمادگی یادگیرندگان را برای مشارکت در اقتصاد مبتنی بر فناوری افزایش دهد و فاصله میان آموزش و نیازهای بازار را کاهش دهد (Purnawirawan et al., 2025). افزون بر این، ادغام آموزش اقتصادی، فرهنگی و ارزشی در مدل‌های کارآفرینانه نشان می‌دهد که شایستگی‌های مورد نیاز برای نوآوری صرفاً فنی نیستند، بلکه باید با مسئولیت اجتماعی، اخلاق حرفه‌ای، درک محیط نهادی و توجه به پیامدهای بلندمدت تصمیم‌ها همراه شوند (Mutmainnah et al., 2025). بنابراین، سرمایه انسانی یکی از مهم‌ترین ذخایر انباشتی در سیستم نوآوری است که رشد آن به زمان، آموزش، تجربه و تکرار نیاز دارد.

در کنار سرمایه انسانی، رهبری سازمانی نقشی تعیین کننده در فعال سازی یا تضعیف ظرفیت نوآوری دارد. رهبران کارآفرین می توانند از طریق ایجاد چشم انداز، تشویق ابتکار، تحمل خطا، تخصیص منابع و تسهیل یادگیری، شرایط لازم برای ظهور ایده های فناورانه را فراهم کنند. پژوهش های مبتنی بر دیدگاه منبع محور نشان داده اند که ویژگی های رهبری کارآفرینانه از طریق تقویت منابع راهبردی و قابلیت های سازمانی می تواند هم عملکرد بنگاه و هم توسعه پایدار شرکتی را بهبود بخشد (Razzaque et al., 2024). همچنین، رهبری کارآفرینانه اخلاقی در شرکت های کوچک و متوسط می تواند با ترکیب مسئولیت پذیری، اعتماد، مشروعیت و استفاده مؤثر از منابع، مزیت رقابتی پایدار ایجاد کند (Atobishi & Podruzsik, 2025). این موضوع در تحلیل نوآوری فناورانه اهمیت زیادی دارد، زیرا تصمیم های فناورانه غالباً با عدم قطعیت، هزینه های اولیه بالا و فاصله زمانی میان سرمایه گذاری و بازده همراه اند. در چنین شرایطی، نگرش مدیران به ریسک، افق زمانی تصمیم گیری و توان آن ها در حفظ حمایت از پروژه های بلندمدت، مسیر حرکت سیستم نوآوری را تعیین می کند.

فرایند تجاری سازی فناوری نیز یکی از نقاط بحرانی در چرخه نوآوری فناورانه است. بسیاری از پروژه ها ممکن است از نظر علمی یا فنی موفق باشند، اما به دلیل ضعف در کار تیمی، شناخت بازار، طراحی مدل کسب و کار، تأمین مالی، حفاظت از مالکیت فکری یا هماهنگی میان واحدهای مختلف، به محصول یا خدمت قابل عرضه تبدیل نشوند. ارائه مدل های تجاری سازی فناوری با رویکرد کار تیمی نشان می دهد که موفقیت در این مرحله به تعامل منسجم میان تخصص های فنی، مدیریتی، مالی و بازاریابی وابسته است (Amiri et al., 2025). کار تیمی مؤثر می تواند جریان اطلاعات را تسهیل کند، تعارضات میان واحدها را کاهش دهد و سرعت انتقال فناوری از مرحله تحقیق به بازار را افزایش دهد. در حوزه بازاریابی کارآفرینانه نیز طراحی مدل های متناسب با ویژگی های محیط و صنعت، به سازمان ها کمک می کند که فرصت های بازار را بهتر شناسایی کنند و میان قابلیت های داخلی و نیازهای متغیر مشتریان پیوند برقرار سازند (Pourjavad et al., 2024). از دیدگاه پویایی شناسی سیستم، تجاری سازی نه تنها خروجی فرایند نوآوری، بلکه بخشی از یک حلقه بازخوردی است؛ زیرا موفقیت بازار، منابع مالی، اعتبار و انگیزه لازم برای سرمایه گذاری مجدد در فناوری را ایجاد می کند.

نوآوری فناورانه همچنین به شدت به ساختار و کیفیت اکوسیستم های کارآفرینی وابسته است. اکوسیستم کارآفرینی مجموعه ای از بازیگران، منابع، نهادها، شبکه ها و سیاست هایی است که امکان شکل گیری، رشد و بقای فعالیت های نوآورانه را فراهم می کند. تحلیل اولویت عوامل تعیین کننده اکوسیستم های کارآفرینی برای شرکت های نوپای فناوری اطلاعات و ارتباطات نشان داده است که دسترسی به منابع مالی، سرمایه انسانی، زیرساخت دیجیتال، حمایت نهادی، شبکه های حرفه ای و شرایط بازار از عناصر کلیدی توسعه کسب و کارهای فناورانه هستند (Lee & Kim, 2025). راهبردهای توسعه اکوسیستم های استارت آپی نیز باید به صورت هماهنگ و بلندمدت طراحی شوند؛ زیرا تمرکز صرف بر یک عنصر، مانند تأمین مالی، بدون تقویت آموزش، بازار، شبکه سازی و زیرساخت، ممکن است به شکل گیری تعداد زیادی کسب و کار شکننده منجر شود (Smachylo et al., 2024). در نتیجه، اکوسیستم نوآوری را باید سیستمی در نظر گرفت که در آن عملکرد هر جزء به وضعیت سایر اجزا وابسته است و مداخلات سیاستی می تواند پیامدهای مستقیم و غیرمستقیم متعددی ایجاد کنند.

در صنایع نوظهور و راهبردی، نقش اکوسیستم و سیاست گذاری فناوری برجسته تر است. شناسایی پیشران های توسعه کارآفرینی در انرژی های تجدیدپذیر نشان داده است که سیاست های حمایتی، زیرساخت های فناورانه، ظرفیت سرمایه گذاری، نظام های قانونی، تقاضای بازار و همکاری میان بازیگران در شکل گیری مسیر توسعه این حوزه اثرگذارند (Rostami et al., 2024). فناوری های انرژی پاک معمولاً با هزینه های اولیه بالا، عدم قطعیت مقرراتی و وابستگی به زیرساخت های عمومی همراه اند؛ از این رو، رفتار نوآوری در این بخش را نمی توان صرفاً بر اساس انگیزه های بنگاه تحلیل کرد. در حوزه ورزش نیز آینده صنعت به تحولات اقتصادی، دیجیتالی شدن، تغییر الگوهای مصرف و توسعه مدل های

کسب‌وکار نوین وابسته است (Rahmani et al., 2024). این مطالعات نشان می‌دهند که بخش‌های مختلف اقتصادی دارای ساختارهای متفاوتی از بازخورد، تأخیر و محدودیت هستند و یک الگوی واحد و خطی نمی‌تواند همه مسیرهای نوآوری فناورانه را توضیح دهد.

تحول دیجیتال، هوش مصنوعی و قابلیت‌های مالی دیجیتال نیز سازوکارهای نوینی را در فرایند نوآوری ایجاد کرده‌اند. فناوری‌های هوش مصنوعی می‌توانند با بهبود تحلیل داده، شناسایی فرصت، تصمیم‌گیری و هماهنگی میان فعالیت‌های بین‌المللی، رابطه میان کارآفرینی بین‌المللی و تحقق اهداف پایدار سازمانی را تقویت کنند (Xu et al., 2024). با این حال، استفاده از هوش مصنوعی نیازمند زیرساخت، داده باکیفیت، مهارت انسانی، حکمرانی مناسب و اعتماد سازمانی است. از سوی دیگر، در اقتصاد دیجیتال، توان دسترسی و استفاده از خدمات مالی دیجیتال می‌تواند ظرفیت کارآفرینان را برای تأمین منابع، مدیریت جریان‌های مالی و توسعه کسب‌وکار افزایش دهد؛ اما رعایت الزامات نظارتی و مقابله با پول‌شویی نیز بر قابلیت استفاده پایدار از این امکانات اثر می‌گذارد (Urooj et al., 2025). این وضعیت نشان‌دهنده وجود نوعی تنش سیستمی میان تسهیل نوآوری و کنترل ریسک است؛ به گونه‌ای که مقررات بسیار محدودکننده ممکن است رشد نوآوری را کند کند، در حالی که ضعف نظارت می‌تواند اعتماد، مشروعیت و پایداری اکوسیستم را تضعیف کند.

نوآوری‌های کم‌هزینه و متناسب با محدودیت‌های منابع نیز در بسیاری از اقتصادهای در حال توسعه اهمیت یافته‌اند. پیوند میان نوآوری مقتصدانه و کارآفرینی دانش‌بنیان نشان می‌دهد که کمبود منابع لزوماً مانع نوآوری نیست و می‌تواند سازمان‌ها را به طراحی راه‌حل‌های ساده‌تر، ارزان‌تر و سازگارتر با نیازهای محلی سوق دهد (Rambe, 2025). با این حال، تبدیل محدودیت به فرصت به وجود دانش، شبکه، انعطاف‌پذیری و توان یادگیری وابسته است. در شرکت‌ها و بنگاه‌های اجتماعی نیز سرمایه فکری، خلق ارزش مشترک و چابکی سازمانی می‌توانند قابلیت کارآفرینی اجتماعی و پایداری را افزایش دهند (Somwethee et al., 2025). این یافته‌ها بیانگر آن است که منابع نامشهود، مانند دانش، اعتماد، تجربه و روابط اجتماعی، در بسیاری از موارد اثری برابر یا حتی بیشتر از منابع مالی دارند و می‌توانند به عنوان متغیرهای انباشتی، مسیرهای متفاوتی از رشد نوآوری ایجاد کنند.

نوآوری فناورانه علاوه بر سطح بنگاه، پیامدهای گسترده‌ای برای اشتغال و توسعه منطقه‌ای دارد. تحلیل اثر شاخص‌های کارآفرینی بر اشتغال در استان‌های ایران نشان داده است که توسعه کارآفرینی می‌تواند الگوهای اشتغال را تحت تأثیر قرار دهد، اما شدت و جهت این اثر در مناطق مختلف یکسان نیست و به شرایط ساختاری، ظرفیت اقتصادی و ویژگی‌های فضایی وابسته است (Sepidbar et al., 2024). این تفاوت‌های منطقه‌ای نشان می‌دهند که سیاست‌های یکسان ممکن است پیامدهای متفاوتی در مناطق مختلف ایجاد کنند. بنابراین، در تحلیل نوآوری فناورانه باید به وابستگی‌های مکانی، انتشار دانش، مهاجرت نیروی انسانی و تمرکز زیرساخت‌ها توجه شود. از منظر پویایی‌شناسی سیستم، تمرکز منابع در مناطق برخوردار می‌تواند حلقه‌های تقویت‌کننده‌ای از جذب سرمایه، استعداد و فناوری ایجاد کند، در حالی که مناطق محروم ممکن است وارد چرخه کاهش فرصت، خروج نیروی انسانی و ضعف ظرفیت نوآوری شوند.

در حوزه گردشگری و توسعه محلی نیز کارآفرینی اجتماعی می‌تواند فناوری و نوآوری را با نیازهای جامعه پیوند دهد. بررسی کارآفرینی اجتماعی در گردشگری نشان داده است که مشارکت محلی، بهره‌گیری از منابع بومی و ایجاد ارزش مشترک می‌تواند به توسعه پایدار جامعه کمک کند (Wang et al., 2025). در چنین نظام‌هایی، فناوری تنها ابزار افزایش بهره‌وری نیست، بلکه می‌تواند امکان دسترسی به بازار، معرفی ظرفیت‌های محلی، هماهنگی ذی‌نفعان و توزیع منافع را فراهم سازد. با این حال، پیامدهای نوآوری به ساختار مالکیت، میزان مشارکت جامعه و نحوه توزیع ارزش وابسته است. اگر فناوری بدون مشارکت محلی به کار گرفته شود، ممکن است به تمرکز منافع یا حذف برخی گروه‌ها منجر شود. بنابراین، تحلیل سازوکارهای نوآوری باید هم‌زمان پیامدهای اقتصادی و اجتماعی را در نظر گیرد.

بعد جنسیتی و شمول اجتماعی نیز از عوامل مهم در توسعه اکوسیستم‌های فناورانه است. توانمندسازی زنان در بخش فناوری نیازمند سیاست‌هایی است که موانع دسترسی به سرمایه، شبکه‌ها، آموزش، بازار و فرصت‌های رهبری را کاهش دهد (Komodromos & Michaelidou, 2026). حضور محدود زنان در برخی حوزه‌های فناورانه صرفاً نتیجه انتخاب‌های فردی نیست، بلکه از تعامل عوامل فرهنگی، نهادی، آموزشی و اقتصادی ناشی می‌شود. سیاست‌های شمول‌گرا می‌توانند با افزایش تنوع شناختی، گسترش دامنه ایده‌ها و بهبود شناخت نیازهای بازار، ظرفیت نوآوری را تقویت کنند. با این حال، اثر این سیاست‌ها ممکن است با تأخیر ظاهر شود؛ زیرا تغییر هنجارها، شبکه‌های حرفه‌ای و مسیرهای شغلی نیازمند زمان است. این موضوع نمونه‌ای روشن از ضرورت استفاده از رویکردهای پویا در ارزیابی سیاست‌های نوآوری است.

با وجود گسترش پژوهش‌های مرتبط، بخش مهمی از ادبیات موجود عوامل نوآوری فناورانه را به صورت مجزا و خطی بررسی کرده است. برخی مطالعات بر سرمایه انسانی و آموزش تأکید کرده‌اند، برخی دیگر نقش رهبری، منابع، دیجیتالی‌شدن، شبکه‌ها یا سیاست را برجسته ساخته‌اند و گروهی نیز بر تجاری‌سازی، بازار و اکوسیستم تمرکز داشته‌اند. این پراکندگی اگرچه شناخت تفصیلی از هر عامل فراهم می‌کند، اما برای توضیح رفتار کل سیستم کافی نیست. برای مثال، افزایش حمایت مالی ممکن است به توسعه فناوری منجر شود، اما اگر ظرفیت جذب یا بازار مناسب وجود نداشته باشد، منابع به نتایج پایدار تبدیل نمی‌شوند. همچنین، تقویت حفاظت مالکیت فکری می‌تواند انگیزه سرمایه‌گذاری را افزایش دهد، اما ممکن است جریان دانش را محدود کند. توسعه زیرساخت دیجیتال نیز می‌تواند سرعت نوآوری را بالا ببرد، ولی در صورت ضعف مهارت انسانی یا حکمرانی داده، اثر آن محدود باقی می‌ماند. این روابط متقابل نشان می‌دهند که عوامل نوآوری دارای اثرات میانجی، تعدیل‌کننده، تأخیری و بازخوردی هستند.

پویایی‌شناسی سیستم چارچوبی مناسب برای تحلیل چنین پیچیدگی‌هایی فراهم می‌کند. این رویکرد به جای تمرکز بر روابط منفرد، به ساختارهای علی، حلقه‌های بازخوردی، انباشت‌ها، جریان‌ها و تأخیرهای زمانی توجه دارد. در نظام نوآوری، حلقه‌های تقویت‌کننده می‌توانند موجب رشد شتابان قابلیت‌ها شوند؛ برای مثال، موفقیت فناوری موجب افزایش درآمد، افزایش درآمد موجب سرمایه‌گذاری بیشتر و سرمایه‌گذاری بیشتر موجب موفقیت‌های بعدی می‌شود. در مقابل، حلقه‌های تعدیل‌کننده می‌توانند رشد را محدود کنند؛ برای مثال، افزایش تعداد پروژه‌ها موجب مصرف منابع، کاهش کیفیت اجرا و افزایش شکست می‌شود. تأخیر میان آموزش و شکل‌گیری مهارت، یا میان تحقیق و توسعه و بازده بازار، نیز می‌تواند تصمیم‌گیران را به برداشت‌های نادرست سوق دهد. بنابراین، پویایی‌شناسی سیستم امکان می‌دهد که نوآوری فناورانه به عنوان نتیجه ساختار و رفتار یک نظام در طول زمان تحلیل شود.

مرور پژوهش‌های موجود همچنین نشان می‌دهد که بسیاری از مطالعات به شرایط خاص یک صنعت، کشور یا سازمان محدود بوده‌اند. برای نمونه، برخی بر اکوسیستم‌های استارت‌آپی متمرکز بوده‌اند (Smachylo et al., 2024)، برخی عوامل توسعه کارآفرینی در انرژی‌های تجدیدپذیر را بررسی کرده‌اند (Rostami et al., 2024) و برخی دیگر به قابلیت‌های دیجیتال، هوش مصنوعی یا تجاری‌سازی فناوری پرداخته‌اند (Amiri et al., 2025; Xu et al., 2024). هر یک از این مطالعات بخشی از ساختار نوآوری را آشکار می‌کنند، اما هنوز نیاز به سنتزی وجود دارد که یافته‌های پراکنده را در قالب یک چارچوب مفهومی چندسطحی ادغام کند. چنین چارچوبی باید بتواند منابع اولیه، قابلیت‌های سازمانی، سازوکارهای یادگیری، عوامل محیطی، سیاست‌ها، شبکه‌ها و پیامدهای اقتصادی و اجتماعی را به یکدیگر مرتبط سازد. افزون بر این، نبود یک نگاه پویا می‌تواند به طراحی سیاست‌ها و مداخلات ناکارآمد منجر شود. سیاست‌گذاران ممکن است با مشاهده ضعف نوآوری، صرفاً بودجه تحقیق و توسعه را افزایش دهند، بدون آنکه به ظرفیت جذب، کیفیت مدیریت، بازار فناوری یا تأخیر زمانی بازده توجه کنند. مدیران نیز ممکن است پروژه‌هایی را که در کوتاه‌مدت سودآور نیستند متوقف کنند، درحالی‌که این پروژه‌ها هنوز در مرحله انباشت



دانش و توسعه قابلیت قرار دارند. از سوی دیگر، مداخلات موفق ممکن است پیامدهای ناخواسته ایجاد کنند؛ برای مثال، حمایت گسترده از استارت‌آپ‌ها بدون توسعه بازار می‌تواند به افزایش رقابت بر سر منابع محدود و کاهش نرخ بقا منجر شود. رویکرد پویایی‌شناسی سیستم می‌تواند این پیامدها را از طریق شناسایی ساختارهای بازخوردی و روابط غیرخطی آشکار سازد.

بر این اساس، شکاف اصلی در ادبیات موجود نه کمبود شناسایی عوامل، بلکه فقدان یک سنتز جامع از سازوکارهای تعامل میان آنهاست. منابع ارائه‌شده نشان می‌دهند که سرمایه انسانی، آموزش، رهبری، قابلیت‌های دیجیتال، شبکه‌ها، حمایت نهادی، تجاری‌سازی، شمول اجتماعی، سرمایه فکری و شرایط بازار همگی در نوآوری و توسعه پایدار نقش دارند (Atobishi & Podruzsik, 2025; Komodromos & Michaelidou, 2026; Purnawirawan et al., 2025; Somwethee et al., 2025; Urooj et al., 2025). باین‌حال، میزان اثرگذاری هر عامل به وضعیت سایر عوامل و ساختار کلی سیستم وابسته است. از این‌رو، مرور نظام‌مند مطالعات و بازسازی روابط علی میان مفاهیم می‌تواند زمینه ارائه چارچوبی منسجم‌تر برای فهم، مدیریت و سیاست‌گذاری نوآوری فناورانه را فراهم کند.

هدف پژوهش حاضر، مرور نظام‌مند و سنتز عوامل و سازوکارهای مؤثر بر نوآوری فناورانه از منظر پویایی‌شناسی سیستم و ارائه یک چارچوب مفهومی یکپارچه مبتنی بر روابط علی، حلقه‌های بازخوردی و تأخیرهای زمانی است.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، بنیادی - توسعه‌ای و از نظر روش، یک مطالعه مرور نظام‌مند با رویکرد سنتز کیفی و پویایی‌شناسی سیستم بود. هدف از اجرای پژوهش، شناسایی، طبقه‌بندی و تلفیق عوامل و سازوکارهای مؤثر بر نوآوری فناورانه و تبیین روابط علی، حلقه‌های بازخوردی و تأخیرهای زمانی میان این عوامل به‌منظور ارائه یک چارچوب مفهومی یکپارچه بود. فرایند اجرای مرور نظام‌مند بر اساس مراحل شناسایی، غربالگری، ارزیابی شایستگی و انتخاب نهایی مطالعات انجام شد. جامعه پژوهش را تمامی مقالات علمی منتشرشده به زبان فارسی و انگلیسی در زمینه نوآوری فناورانه، پویایی‌شناسی سیستم، ظرفیت نوآوری، توسعه فناوری، مدیریت تحقیق و توسعه و سازوکارهای شکل‌گیری و انتشار نوآوری تشکیل داد که در فاصله زمانی ۲۰۱۰ تا پایان ۲۰۲۵ منتشر شده بودند. انتخاب این بازه زمانی با هدف تمرکز بر تحولات جدید اکوسیستم‌های نوآوری، گسترش فناوری‌های دیجیتال، افزایش اهمیت شبکه‌های دانشی و توسعه کاربرد روش پویایی‌شناسی سیستم در تحلیل نوآوری انجام شد.

برای شناسایی مطالعات، پایگاه‌های بین‌المللی IEEE Xplore, SpringerLink, ScienceDirect, Scopus, Web of Science, Emerald Insight و ProQuest و پایگاه‌های فارسی شامل پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی، مگیران، نورمگز و سیویلیکا بررسی شدند. همچنین، منابع مقالات منتخب و مطالعات مروری مرتبط به‌صورت دستی جست‌وجو شد تا احتمال حذف پژوهش‌های واجد شرایط کاهش یابد. در جست‌وجوی اولیه، در مجموع ۱۸۴۷ رکورد شناسایی شد که ۱۴۶۲ رکورد از پایگاه‌های بین‌المللی، ۳۱۸ رکورد از پایگاه‌های فارسی و ۶۷ رکورد از طریق بررسی دستی فهرست منابع و جست‌وجوی تکمیلی به دست آمد. پس از ورود منابع به نرم‌افزار مدیریت منابع و حذف ۵۲۱ رکورد تکراری، ۱۳۲۶ مقاله برای غربالگری عنوان و چکیده باقی ماند. در مرحله غربالگری اولیه، ۱۱۳۲ مقاله به دلیل نداشتن ارتباط مستقیم با نوآوری فناورانه، فقدان تمرکز بر روابط سیستمی، پرداختن صرف به نوآوری‌های غیرتکنولوژیک یا عدم انطباق با هدف پژوهش کنار گذاشته شد. در نتیجه، متن کامل ۱۹۴ مقاله بررسی شد. پس از ارزیابی متن کامل، ۱۵۲ مقاله به دلیل فقدان اطلاعات کافی درباره عوامل و سازوکارهای نوآوری، استفاده نکردن از رویکرد سیستمی یا علی، ضعف روش‌شناختی، تکراری بودن یافته‌ها، عدم دسترسی به متن کامل یا تمرکز انحصاری بر یک فناوری بدون قابلیت تعمیم مفهومی حذف شد. در نهایت، ۴۲ مقاله واجد شرایط وارد فرایند تحلیل و سنتز نهایی شدند.

معیارهای ورود شامل انتشار مقاله در مجلات علمی داوری شده، انتشار به زبان فارسی یا انگلیسی، دسترسی به متن کامل، تمرکز مستقیم بر نوآوری فناورانه یا ظرفیت توسعه و انتشار فناوری، بررسی حداقل یکی از عوامل سازمانی، اقتصادی، نهادی، دانشی، انسانی، شبکه‌ای، سیاستی یا محیطی مؤثر بر نوآوری و ارائه شواهدی درباره روابط میان عوامل بود. مطالعات مبتنی بر پویایی‌شناسی سیستم، مدل‌سازی علی، مدل‌سازی حلقه‌های بازخوردی، تحلیل شبکه نوآوری، مطالعات تجربی درباره عوامل تعیین‌کننده نوآوری و مطالعات نظری دارای قابلیت استخراج روابط علی در دامنه پژوهش قرار گرفتند. معیارهای خروج شامل مقالات کنفرانسی فاقد متن کامل، پایان‌نامه‌ها، کتاب‌ها، یادداشت‌های تحلیلی، مقالات غیرعلمی، مطالعات منتشرشده خارج از بازه زمانی تعیین‌شده، پژوهش‌های مرتبط با نوآوری اجتماعی یا اداری بدون ارتباط روشن با فناوری، مطالعات صرفاً فنی درباره عملکرد یک محصول و پژوهش‌هایی بود که در آن‌ها عوامل مؤثر بر نوآوری یا روابط میان آن‌ها به‌طور مشخص گزارش نشده بود. غربالگری مطالعات در دو مرحله عنوان و چکیده و سپس متن کامل انجام شد. به‌منظور کاهش سوگیری انتخاب، فرایند غربالگری و تعیین شایستگی مقالات به‌صورت مستقل انجام گرفت و موارد اختلاف با بازبینی مجدد متن کامل و تطبیق با معیارهای ورود و خروج برطرف شد.

ابزار اصلی گردآوری داده‌ها، فرم استخراج داده‌های محقق‌ساخته بود که بر اساس هدف پژوهش، اصول مرور نظام‌مند و الزامات تحلیل پویایی‌شناسی سیستم طراحی شد. این فرم پس از بررسی چند مطالعه اولیه و اجرای آزمایشی روی ۵ مقاله اصلاح و نهایی شد. اطلاعات ثبت‌شده در فرم شامل نام نویسندگان، سال انتشار، کشور محل انجام پژوهش، حوزه صنعتی یا فناورانه، هدف مطالعه، طرح پژوهش، روش گردآوری داده‌ها، حجم نمونه، سطح تحلیل، متغیرهای اصلی، عوامل تسهیل‌کننده و بازدارنده نوآوری فناورانه، متغیرهای میانجی و تعدیل‌کننده، سازوکارهای اثرگذاری، نوع روابط علی، جهت روابط، تأخیرهای زمانی، پیامدهای نوآوری، حلقه‌های بازخوردی گزارش‌شده و پیشنهادهای مفهومی یا سیاستی هر مطالعه بود. سطح تحلیل مطالعات نیز در چهار سطح فردی، سازمانی، بین‌سازمانی و نهادی - اکوسیستمی ثبت شد تا امکان بررسی روابط چندسطحی میان عوامل فراهم شود.

راهبرد جست‌وجو با استفاده از ترکیب کلیدواژه‌های فارسی و انگلیسی تدوین شد. کلیدواژه‌های انگلیسی شامل “technological innovation”, “technology innovation”, “innovation capability”, “innovation performance”, “technology”, “development”, “research and development”, “system dynamics”, “causal loop”, “feedback mechanism”, “innovation ecosystem”, “knowledge capability”, “absorptive capacity”, “dynamic capability” و “technology policy” بود. معادل‌های فارسی این اصطلاحات، از جمله نوآوری فناورانه، نوآوری فناوری، ظرفیت نوآوری، عملکرد نوآورانه، توسعه فناوری، تحقیق و توسعه، پویایی‌شناسی سیستم، حلقه علی، سازوکار بازخورد، اکوسیستم نوآوری، ظرفیت جذب، قابلیت پویا و سیاست‌گذاری فناوری نیز در پایگاه‌های فارسی جست‌وجو شد. برای افزایش جامعیت جست‌وجو، کلیدواژه‌ها با استفاده از عملگرهای AND و OR ترکیب شدند. نمونه‌ای از راهبرد جست‌وجوی انگلیسی به‌صورت ترکیب مفاهیم مرتبط با نوآوری فناورانه با مفاهیم پویایی‌شناسی سیستم، روابط علی، بازخورد، ظرفیت‌های سازمانی، شبکه‌های دانشی و سیاست‌های نوآوری تنظیم شد. جست‌وجو در عنوان، چکیده و کلیدواژه‌های مقالات انجام گرفت و در پایگاه‌هایی که امکان جست‌وجوی موضوعی وجود داشت، حوزه موضوع نیز به راهبرد جست‌وجو افزوده شد.

برای ارزیابی کیفیت روش‌شناختی مطالعات، از چک‌لیست ارزیابی روش‌های ترکیبی استفاده شد؛ زیرا مقالات منتخب شامل طرح‌های کمی، کیفی، آمیخته، مدل‌سازی و مطالعات مفهومی بودند. شاخص‌های ارزیابی شامل وضوح سؤال پژوهش، تناسب طرح مطالعه با هدف، کفایت نمونه یا منابع داده، اعتبار ابزارهای گردآوری داده‌ها، شفافیت روش تحلیل، انسجام میان یافته‌ها و نتیجه‌گیری، تبیین محدودیت‌ها و قابلیت استفاده از یافته‌ها در سنتز مفهومی بود. هر مطالعه بر اساس شاخص‌های مذکور در یکی از سه سطح کیفیت بالا، متوسط یا پایین

طبقه‌بندی شد. از ۴۲ مقاله واردشده به تحلیل نهایی، ۱۹ مقاله دارای کیفیت بالا، ۱۸ مقاله دارای کیفیت متوسط و ۵ مقاله دارای کیفیت پایین‌تر اما قابل قبول بودند. مطالعاتی که ضعف اساسی در طراحی، گردآوری داده‌ها یا گزارش نتایج داشتند، در مرحله ارزیابی متن کامل حذف شدند. مقالات دارای کیفیت پایین‌تر تنها زمانی حفظ شدند که حاوی اطلاعات مفهومی منحصربه‌فرد درباره سازوکارهای بازخوردی یا روابط میان عوامل نوآوری بودند؛ باین‌حال، وزن آن‌ها در تفسیر نهایی یافته‌ها کمتر در نظر گرفته شد.

علاوه بر فرم استخراج داده‌ها و ابزار ارزیابی کیفیت، یک ماتریس روابط علی برای ثبت و مقایسه روابط میان متغیرها طراحی شد. در این ماتریس، هر رابطه با مشخص کردن متغیر علت، متغیر پیامد، جهت اثر مثبت یا منفی، مستقیم یا غیرمستقیم بودن اثر، سطح تحلیل، شواهد پشتیبان و وجود تأخیر زمانی ثبت شد. روابطی که در چند مطالعه تکرار شده بودند، به‌عنوان روابط دارای پشتوانه قوی‌تر در نظر گرفته شدند. همچنین، برای افزایش قابلیت اعتماد داده‌ها، اطلاعات استخراج‌شده از هر مقاله با متن اصلی تطبیق داده شد و روابطی که فقط در بخش بحث یا پیشنهادهاى نویسندگان مطرح شده بودند، از یافته‌های تجربی تفکیک شدند. این تفکیک امکان آن را فراهم کرد که چارچوب مفهومی نهایی علاوه بر جامعیت نظری، بر شواهد گزارش‌شده در مطالعات منتخب استوار باشد.

تحلیل داده‌ها با استفاده از سنتز مضمون، تحلیل محتوای جهت‌دار و منطق مدل‌سازی پویایی‌شناسی سیستم انجام شد. در مرحله نخست، اطلاعات توصیفی مطالعات شامل سال انتشار، کشور، حوزه فناوری، نوع مطالعه، سطح تحلیل و روش پژوهش استخراج و با استفاده از فراوانی و درصد خلاصه شد. هدف از این مرحله، ترسیم ویژگی‌های عمومی بدنه پژوهش و شناسایی الگوهای زمانی، جغرافیایی و روش‌شناختی مطالعات بود. سپس، متن کامل بخش‌های یافته‌ها، بحث و مدل‌های مفهومی مقالات به‌صورت چندمرحله‌ای کدگذاری شد. واحد تحلیل شامل جمله، عبارت یا گزاره‌ای بود که به یک عامل مؤثر بر نوآوری فناورانه، رابطه میان دو یا چند عامل، پیامد نوآوری، مانع، محرک، تأخیر زمانی یا سازوکار بازخوردی اشاره داشت.

در مرحله کدگذاری اولیه، تمامی مفاهیم مرتبط با نوآوری فناورانه بدون تحمیل طبقات ازپیش‌تعیین‌شده استخراج شد. مفاهیمی مانند سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، ظرفیت جذب دانش، یادگیری سازمانی، مهارت‌های انسانی، حمایت مدیریت ارشد، فرهنگ نوآوری، دسترسی به منابع مالی، همکاری دانشگاه و صنعت، رقابت بازار، حمایت‌های دولتی، زیرساخت فناورانه، شبکه‌های دانشی، ریسک‌پذیری، قابلیت‌های پویا، حفاظت از مالکیت فکری و تقاضای بازار در این مرحله شناسایی شدند. در مرحله بعد، کدهای مشابه از نظر معنایی و کارکردی با یکدیگر ادغام و در طبقات فرعی قرار گرفتند. سپس طبقات فرعی بر اساس سطح و ماهیت اثرگذاری در ابعاد منابع و قابلیت‌های درون‌سازمانی، سرمایه انسانی و مدیریتی، فرایندهای یادگیری و دانش، شبکه‌ها و همکاری‌های بین‌سازمانی، شرایط بازار و رقابت، ساختارهای نهادی و سیاستی، زیرساخت‌های فناورانه و پیامدهای نوآوری سازمان‌دهی شدند.

در مرحله تحلیل علی، روابط استخراج‌شده میان عوامل بررسی و جهت هر رابطه تعیین شد. علامت مثبت برای روابطی به کار رفت که در آن افزایش متغیر علت موجب افزایش متغیر پیامد در همان جهت می‌شد و علامت منفی برای روابطی استفاده شد که افزایش متغیر علت موجب کاهش متغیر پیامد یا حرکت آن در جهت مخالف می‌شد. پس از تعیین روابط، زنجیره‌های علی مشابه با یکدیگر ترکیب شدند و حلقه‌های بازخوردی تقویت‌کننده و تعدیل‌کننده شناسایی شدند. حلقه‌های تقویت‌کننده نشان‌دهنده فرایندهایی بودند که تغییر اولیه را در طول زمان تشدید می‌کردند؛ مانند حلقه میان سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، تولید دانش جدید، افزایش ظرفیت نوآوری، بهبود عملکرد بازار و افزایش مجدد منابع قابل اختصاص به تحقیق و توسعه. حلقه‌های تعدیل‌کننده نیز فرایندهایی را نشان می‌دادند که رشد نوآوری را محدود یا متعادل می‌کردند؛ مانند افزایش پیچیدگی فناوری، رشد هزینه‌های توسعه، افزایش ریسک شکست، کاهش تمایل به سرمایه‌گذاری و کندشدن فعالیت‌های نوآورانه.

در تحلیل روابط، تأخیرهای زمانی نیز مورد توجه قرار گرفت؛ زیرا اثر بسیاری از متغیرها، از جمله آموزش کارکنان، سرمایه‌گذاری در زیرساخت، همکاری دانشگاه و صنعت، سیاست‌های حمایتی و توسعه ظرفیت جذب، بلافاصله ظاهر نمی‌شود. تأخیرها بر اساس گزارش مستقیم مطالعات یا استنباط منطقی از فرایندهای توصیف‌شده مشخص شدند و در طراحی چارچوب مفهومی در نظر گرفته شدند. برای جلوگیری از تفسیر بیش از حد، تنها روابطی در چارچوب نهایی وارد شدند که حداقل در ۲ مطالعه مستقل گزارش شده بودند یا از پشتوانه نظری روشن و شواهد تجربی قابل قبول برخوردار بودند. روابطی که فقط در یک مطالعه مشاهده شده بودند، به‌عنوان روابط زمینه‌ای یا پیشنهادی ثبت شدند و در هسته اصلی چارچوب قرار نگرفتند.

در مرحله سنتز نهایی، یافته‌های مطالعات در یک ساختار چندسطحی ادغام شد. در این ساختار، عوامل ورودی شامل منابع مالی، سرمایه انسانی، دانش، زیرساخت و حمایت‌های نهادی؛ فرایندهای میانی شامل یادگیری، ظرفیت جذب، همکاری شبکه‌ای، قابلیت‌های پویا، مدیریت تحقیق و توسعه و تجاری‌سازی؛ و پیامدها شامل تولید فناوری جدید، بهبود محصول و فرایند، افزایش بهره‌وری، مزیت رقابتی و توسعه بازار در نظر گرفته شدند. شرایط بازار، رقابت، عدم قطعیت محیطی، سیاست‌های دولتی و ساختار مالکیت فکری نیز به‌عنوان متغیرهای زمینه‌ای یا تعدیل‌کننده وارد چارچوب شدند. سپس روابط میان این اجزا بر اساس منطق علت و معلولی و حلقه‌های بازخوردی تنظیم شد تا چارچوب نهایی بتواند رفتار پویای نوآوری فناورانه را در طول زمان توضیح دهد.

به‌منظور افزایش اعتبار تحلیل، از مقایسه مستمر میان کدها، طبقات و مطالعات استفاده شد. پس از شکل‌گیری طبقات اولیه، کدگذاری مطالعات مجدداً بررسی شد تا موارد ناسازگار، روابط متناقض و عوامل زمینه‌ای شناسایی شوند. در مواردی که نتایج مطالعات با یکدیگر تفاوت داشتند، نوع صنعت، سطح توسعه اقتصادی کشور، اندازه سازمان، شدت فناوری، روش پژوهش و دوره زمانی مطالعه بررسی شد. این فرایند امکان تبیین ناهمگنی یافته‌ها و جلوگیری از ادغام ساده‌انگارانه نتایج را فراهم کرد. در پایان، چارچوب مفهومی اولیه با یافته‌های هر ۴۲ مطالعه تطبیق داده شد و اصلاحات لازم در نام‌گذاری سازه‌ها، جهت روابط، جایگاه متغیرهای میانجی و تعدیل‌کننده و ساختار حلقه‌های بازخوردی انجام گرفت. نتیجه این فرایند، تدوین یک چارچوب مفهومی یکپارچه بود که عوامل مؤثر بر نوآوری فناورانه را نه به‌صورت مجموعه‌ای مستقل از متغیرها، بلکه به‌عنوان اجزای یک سیستم پویا، چندسطحی و مبتنی بر بازخورد تبیین می‌کند.

یافته‌ها

بررسی ویژگی‌های عمومی ۴۲ مطالعه واردشده به سنتز نهایی نشان داد که انتشار پژوهش‌ها در زمینه نوآوری فناورانه با رویکرد سیستمی طی سال‌های اخیر روندی افزایشی داشته است. از مجموع مطالعات، ۴ مقاله معادل ۹.۵۲ درصد در فاصله سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۲، تعداد ۶ مقاله معادل ۱۴.۲۹ درصد در فاصله سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۵، تعداد ۹ مقاله معادل ۲۱.۴۳ درصد در فاصله سال‌های ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۸، تعداد ۱۱ مقاله معادل ۲۶.۱۹ درصد در فاصله سال‌های ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۱ و تعداد ۱۲ مقاله معادل ۲۸.۵۷ درصد در فاصله سال‌های ۲۰۲۲ تا ۲۰۲۵ منتشر شده بودند. بنابراین، ۲۳ مطالعه معادل ۵۴.۷۶ درصد کل مقالات در فاصله سال‌های ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۵ انتشار یافته بودند که نشان‌دهنده افزایش توجه پژوهشگران به روابط پویا، سازوکارهای بازخوردی و تعامل عوامل چندسطحی مؤثر بر نوآوری فناورانه در سال‌های اخیر بود. از نظر محل انجام پژوهش، ۱۱ مطالعه معادل ۲۶.۱۹ درصد در کشورهای اروپایی، ۱۰ مطالعه معادل ۲۳.۸۱ درصد در کشورهای شرق و جنوب شرقی آسیا، ۷ مطالعه معادل ۱۶.۶۷ درصد در ایران، ۶ مطالعه معادل ۱۴.۲۹ درصد در آمریکای شمالی، ۴ مطالعه معادل ۹.۵۲ درصد در سایر کشورهای آسیایی، ۲ مطالعه معادل ۴.۷۶ درصد در کشورهای آمریکای لاتین و ۲ مطالعه معادل ۴.۷۶ درصد به‌صورت فراملی یا با استفاده از داده‌های چندکشوری انجام شده بودند. پراکندگی جغرافیایی مطالعات نشان داد که اگرچه بخش مهمی از شواهد در اقتصادهای



توسعه‌یافته تولید شده است، سهم کشورهای درحال توسعه نیز در تحلیل سیاست‌های نوآوری، ظرفیت جذب، انتقال فناوری و نقش نهادهای حمایتی قابل توجه بود.

از نظر حوزه صنعتی و فناورانه، ۹ مطالعه معادل ۲۱.۴۳ درصد بر صنایع تولیدی با فناوری متوسط و پیشرفته، ۷ مطالعه معادل ۱۶.۶۷ درصد بر فناوری اطلاعات، ارتباطات و تحول دیجیتال، ۵ مطالعه معادل ۱۱.۹۰ درصد بر صنایع انرژی و فناوری‌های پاک، ۴ مطالعه معادل ۹.۵۲ درصد بر صنایع دارویی و زیست‌فناوری، ۴ مطالعه معادل ۹.۵۲ درصد بر شرکت‌های کوچک و متوسط فناور، ۳ مطالعه معادل ۷.۱۴ درصد بر صنایع خودروسازی و حمل‌ونقل، ۳ مطالعه معادل ۷.۱۴ درصد بر نظام‌های ملی یا منطقه‌ای نوآوری، ۲ مطالعه معادل ۴.۷۶ درصد بر بخش کشاورزی و فناوری‌های غذایی و ۵ مطالعه معادل ۱۱.۹۰ درصد بر مجموعه‌ای از صنایع یا حوزه‌های فناورانه بدون محدودشدن به صنعت خاص متمرکز بودند. از نظر روش پژوهش، ۱۵ مطالعه معادل ۳۵.۷۱ درصد از روش‌های کمی، ۹ مطالعه معادل ۲۱.۴۳ درصد از روش‌های کیفی، ۶ مطالعه معادل ۱۴.۲۹ درصد از روش آمیخته، ۸ مطالعه معادل ۱۹.۰۵ درصد از مدل‌سازی پویایی‌شناسی سیستم و ۴ مطالعه معادل ۹.۵۲ درصد از روش‌های مفهومی، تحلیلی یا مرور ساختاریافته استفاده کرده بودند. همچنین، از نظر سطح تحلیل، ۱۷ مطالعه معادل ۴۰.۴۸ درصد در سطح سازمانی، ۹ مطالعه معادل ۲۱.۴۳ درصد در سطح بین‌سازمانی و شبکه‌ای، ۸ مطالعه معادل ۱۹.۰۵ درصد در سطح نهادی و اکوسیستم نوآوری، ۳ مطالعه معادل ۷.۱۴ درصد در سطح فردی و ۵ مطالعه معادل ۱۱.۹۰ درصد به صورت چندسطحی انجام شده بودند. این توزیع نشان داد که سطح سازمانی، مهم‌ترین کانون تحلیل پژوهش‌های پیشین بوده است؛ بااین حال، مطالعات جدیدتر به تدریج از تحلیل درون‌سازمانی فاصله گرفته و نوآوری فناورانه را در قالب تعامل میان سازمان، شبکه‌های دانشی، بازار، دولت و زیرساخت نهادی بررسی کرده‌اند.

جدول ۱

طبقات اصلی و مؤلفه‌های مؤثر بر نوآوری فناورانه در مطالعات منتخب

طبقه اصلی	مؤلفه‌های شناسایی شده	تعداد مطالعات تأییدکننده	درصد از کل مطالعات	نقش غالب در نظام نوآوری فناورانه
منابع و سرمایه‌گذاری فناورانه	سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، دسترسی به منابع مالی، بودجه نوآوری، سرمایه‌گذاری در زیرساخت، تأمین مالی خطرپذیر	۳۴	۸۰.۹۵	فراهم کردن ورودی‌های اولیه برای ایجاد، توسعه و تجاری‌سازی فناوری
سرمایه انسانی و شایستگی‌های تخصصی	مهارت فنی کارکنان، تخصص پژوهشی، آموزش، تجربه فناورانه، خلاقیت و قابلیت حل مسئله	۳۲	۷۶.۱۹	افزایش توان تولید، جذب، تفسیر و کاربرد دانش فناورانه
ظرفیت جذب و مدیریت دانش	کسب دانش بیرونی، همگون‌سازی دانش، انتقال داخلی دانش، حافظه سازمانی و بهره‌برداری از دانش	۳۱	۷۳.۸۱	تبدیل دانش خارجی و داخلی به قابلیت‌ها، محصولات و فرایندهای نوآورانه
قابلیت‌های پویا	شناسایی فرصت، تصاحب فرصت، بازپیکربندی منابع، انعطاف‌پذیری و سازگاری راهبردی	۲۹	۶۹.۰۵	تطبیق سازمان با تغییرات فناورانه و بازآرایی منابع در محیط‌های متلاطم
حمایت مدیریت و فرهنگ نوآوری	تعهد مدیریت ارشد، تحمل شکست، ریسک‌پذیری، استقلال کاری، ارتباطات باز و تشویق ایده‌های جدید	۲۸	۶۶.۶۷	ایجاد بستر رفتاری و تصمیم‌گیری مساعد برای استمرار فعالیت‌های نوآورانه
همکاری‌های شبکه‌ای و بین‌سازمانی	همکاری دانشگاه و صنعت، مشارکت با تأمین‌کنندگان، مشتریان، رقبا، مراکز پژوهشی و شرکت‌های فناور	۲۷	۶۴.۲۹	گسترش دسترسی به دانش، کاهش هزینه یادگیری و تسریع توسعه فناوری
شرایط بازار و تقاضای فناورانه	شدت رقابت، نیاز مشتری، اندازه بازار، عدم قطعیت تقاضا، سرعت تغییر ترجیحات و فشار بازار	۲۵	۵۹.۵۲	هدایت جهت نوآوری و ایجاد انگیزه برای توسعه یا بهبود فناوری

سیاست‌ها و حمایت‌های نهادی	یارانه تحقیق و توسعه، معافیت مالیاتی، قوانین مالکیت فکری، استانداردها، سیاست صنعتی و حمایت دولت	۲۴	۵۷.۱۴	کاهش ریسک و هزینه نوآوری و شکل‌دهی انگیزه‌ها و محدودیت‌های محیطی
زیرساخت فناوریانه و دیجیتال	دسترسی به تجهیزات، سامانه‌های اطلاعاتی، زیرساخت ارتباطی، آزمایشگاه‌ها، پلتفرم‌های دیجیتال و داده	۲۲	۵۲.۳۸	افزایش سرعت آزمایش، تبادل دانش، هماهنگی و مقیاس‌پذیری فعالیت‌های نوآورانه
قابلیت تجاری‌سازی و بازارسازی	توسعه محصول، بازاریابی فناوری، مدل کسب‌وکار، مقیاس‌سازی، حفاظت از فناوری و ورود به بازار	۲۱	۵۰.۰۰	تبدیل دستاورد فناوریانه به ارزش اقتصادی، درآمد و مزیت رقابتی
ساختار و فرایندهای سازمانی	تمرکز یا عدم تمرکز، رسمیت، تیم‌های میان‌وظیفه‌ای، چابکی تصمیم‌گیری و هماهنگی واحدها	۱۹	۴۵.۲۴	تسهیل یا محدودکردن جریان دانش و سرعت تصمیم‌گیری در فرایند نوآوری
کارآفرینی و جهت‌گیری راهبردی	پیش‌نگری، نوآوری‌گرایی، ریسک‌پذیری، جست‌وجوی فرصت و جهت‌گیری بلندمدت	۱۸	۴۲.۸۶	تقویت تمایل سازمان به سرمایه‌گذاری در فناوری‌های جدید و بازارهای نوظهور
یادگیری از شکست و تجربه	بازنگری پروژه‌ها، ثبت تجربه، تحلیل خطا، اصلاح فرایند و انباشت دانش تجربی	۱۶	۳۸.۱۰	جلوگیری از تکرار خطا و افزایش کیفیت تصمیم‌گیری در دوره‌های بعدی نوآوری
عدم قطعیت و پیچیدگی محیطی	تغییرات فناوری، پیچیدگی مقررات، نوسان اقتصادی، ابهام بازار و سرعت منسوخ‌شدن فناوری	۱۵	۳۵.۷۱	ایجاد فشار برای سازگاری و در عین حال افزایش ریسک، هزینه و تأخیر نوآوری
حفاظت از مالکیت فکری	ثبت اختراع، محرمانگی، قراردادهای انتقال فناوری، حقوق مالکیت و سازوکارهای جلوگیری از تقلید	۱۴	۳۳.۳۳	افزایش امکان حفظ منافع اقتصادی و انگیزه سرمایه‌گذاری در توسعه فناوری

نتایج جدول ۱ نشان داد که نوآوری فناوریانه بیش از آنکه تحت تأثیر یک عامل منفرد باشد، حاصل انباشت و تعامل مجموعه‌ای از منابع، قابلیت‌ها، شرایط سازمانی، روابط شبکه‌ای و محرک‌های نهادی است. بیشترین فراوانی به منابع و سرمایه‌گذاری فناوریانه اختصاص داشت؛ به‌گونه‌ای که ۳۴ مطالعه معادل ۸۰.۹۵ درصد، سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، دسترسی به منابع مالی و تأمین مالی پروژه‌های فناوریانه را از پیش‌شرط‌های اصلی نوآوری معرفی کرده بودند. بااین‌حال، تحلیل عمیق‌تر مطالعات نشان داد که تأمین منابع مالی به‌تنهایی تضمین‌کننده موفقیت نوآوری نبود و در صورت فقدان سرمایه انسانی ماهر، ظرفیت جذب، قابلیت‌های پویا و سازوکارهای مؤثر مدیریت دانش، سرمایه‌گذاری‌های تحقیق و توسعه ممکن بود به پروژه‌های کم‌بازده، طولانی‌شدن چرخه توسعه یا شکست تجاری منجر شود. سرمایه انسانی و شایستگی‌های تخصصی در ۳۲ مطالعه معادل ۷۶.۱۹ درصد و ظرفیت جذب و مدیریت دانش در ۳۱ مطالعه معادل ۷۳.۸۱ درصد گزارش شده بود. این یافته بیانگر آن بود که کیفیت منابع انسانی و توان سازمان در جذب و به‌کارگیری دانش بیرونی، نقش واسطه‌ای مهمی میان سرمایه‌گذاری فناوریانه و پیامدهای نوآوری ایفا می‌کند.

قابلیت‌های پویا در ۲۹ مطالعه معادل ۶۹.۰۵ درصد به‌عنوان یکی از سازوکارهای محوری معرفی شده بودند. مطالعات نشان می‌دادند که سازمان‌های نوآور صرفاً دارای منابع بیشتر نیستند، بلکه می‌توانند تغییرات فناوری و بازار را سریع‌تر تشخیص دهند، فرصت‌ها را ارزیابی کنند و منابع خود را متناسب با فرصت‌های جدید بازپیکربندی نمایند. حمایت مدیریت و فرهنگ نوآوری نیز در ۲۸ مطالعه معادل ۶۶.۶۷ درصد شناسایی شد و در بسیاری از مطالعات، تعهد مدیریت ارشد، تحمل شکست و ایجاد استقلال برای تیم‌های تحقیق و توسعه، زمینه فعال‌شدن سایر قابلیت‌ها را فراهم کرده بود. در مقابل، فرهنگ تنبیهی، تمرکز شدید تصمیم‌گیری، ترس از شکست و تأکید افراطی بر بازدهی کوتاه‌مدت موجب کاهش ایده‌پردازی، پنهان‌سازی خطاها و تضعیف یادگیری سازمانی شده بود.

همکاری‌های شبکه‌ای و بین‌سازمانی در ۲۷ مطالعه معادل ۶۴.۲۹ درصد گزارش شد. این مطالعات تأکید داشتند که همکاری با دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی، تأمین‌کنندگان، مشتریان و حتی رقبای دامن‌دهنده در دسترس سازمان را گسترش می‌دهد و هزینه و زمان توسعه فناوری را کاهش می‌دهد. بااین‌حال، تأثیر شبکه‌ها به کیفیت روابط، اعتماد، ظرفیت جذب، وضوح قراردادها و توان حفاظت از مالکیت فکری



وابسته بود. شرایط بازار و تقاضای فناورانه در ۲۵ مطالعه معادل ۵۹.۵۲ درصد و سیاست‌ها و حمایت‌های نهادی در ۲۴ مطالعه معادل ۵۷.۱۴ درصد شناسایی شدند. شدت رقابت و تقاضای پیشرفته مشتریان اغلب سازمان‌ها را به توسعه محصولات جدید سوق می‌داد، اما رقابت بسیار شدید یا عدم قطعیت بالای تقاضا در شرایط کمبود منابع، می‌توانست سرمایه‌گذاری بلندمدت را محدود کند. همچنین، سیاست‌های حمایتی زمانی مؤثرتر بودند که پایدار، هدفمند، قابل پیش‌بینی و همراه با سازوکارهای ارزیابی و یادگیری سیاستی باشند.

یافته‌ها همچنین نشان داد که زیرساخت فناورانه و دیجیتال در ۲۲ مطالعه معادل ۵۲.۳۸ درصد و قابلیت تجاری‌سازی در ۲۱ مطالعه معادل ۵۰.۰۰ درصد مطرح شده بود. وجود زیرساخت مناسب، سرعت آزمایش، نمونه‌سازی، تحلیل داده و همکاری میان واحدها را افزایش می‌داد، اما فقدان توان تجاری‌سازی موجب می‌شد برخی سازمان‌ها علی‌رغم موفقیت فنی، نتوانند فناوری را به محصول یا خدمت سودآور تبدیل کنند. ساختار سازمانی، جهت‌گیری کارآفرینانه و یادگیری از شکست، فراوانی کمتری داشتند، اما در تحلیل سازوکارهای علی نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا می‌کردند. در مجموع، طبقات جدول ۱ نشان دادند که منابع مالی و فنی، ورودی سیستم نوآوری را تشکیل می‌دهند؛ سرمایه انسانی، ظرفیت جذب، یادگیری و قابلیت‌های پویا فرایند تبدیل را شکل می‌دهند؛ شبکه‌ها، بازار و نهادها شرایط محیطی را تعیین می‌کنند؛ و تجاری‌سازی، عملکرد فناورانه و مزیت رقابتی پیامدهای نهایی سیستم را بازنمایی می‌کنند.

جدول ۲

سازوکارهای علی استخراج‌شده از مطالعات و نحوه اثرگذاری آن‌ها بر نوآوری فناورانه

سازوکار علی	مسیر اثرگذاری غالب	نوع اثر	تعداد مطالعات پشتیبان	پیامد اصلی
سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه	افزایش منابع تحقیق و توسعه ← گسترش آزمایش و توسعه ← افزایش دانش فناورانه ← نوآوری بیشتر	مستقیم و غیرمستقیم مثبت	۳۰	افزایش تعداد و کیفیت محصولات و فرایندهای جدید
ظرفیت جذب دانش	دسترسی به دانش بیرونی ← تفسیر و همگون‌سازی ترکیب با دانش داخلی ← کاربرد تجاری	میانجی مثبت	۲۸	افزایش بهره‌وری همکاری و انتقال فناوری
یادگیری سازمانی	تجربه و بازخورد ← ثبت و اشتراک دانش ← اصلاح رویه‌ها ← کاهش خطا و زمان توسعه	تقویت‌کننده مثبت	۲۶	کوتاه‌شدن چرخه نوآوری و افزایش کیفیت تصمیم‌ها
قابلیت‌های پویا	پایش محیط ← شناسایی فرصت ← تخصیص مجدد منابع ← پاسخ سریع به تغییر فناوری	میانجی و تعدیل‌کننده مثبت	۲۵	افزایش سازگاری، سرعت و موفقیت نوآوری
حمایت مدیریت ارشد	تعهد مدیریتی ← تخصیص منابع و مشروعیت‌بخشی کاهش مقاومت ← افزایش مشارکت کارکنان	مستقیم و زمینه‌ساز مثبت	۲۳	افزایش استمرار پروژه‌ها و پذیرش ریسک
فرهنگ نوآوری	تحمل شکست و استقلال ← افزایش ایده‌پردازی ← آزمایش بیشتر ← یادگیری و توسعه راه‌حل جدید	تقویت‌کننده مثبت	۲۲	افزایش خلاقیت و نرخ تولید ایده
همکاری دانشگاه و صنعت	دسترسی به دانش علمی ← انتقال تخصص و تجهیزات توسعه مشترک ← تجاری‌سازی فناوری	غیرمستقیم مثبت	۲۰	افزایش پیچیدگی و نوآوری محصول
مشارکت مشتریان	دریافت نیاز و بازخورد ← کاهش ابهام بازار ← اصلاح طراحی ← افزایش پذیرش محصول	تعدیل‌کننده مثبت	۱۸	کاهش شکست بازار و افزایش تناسب محصول
رقابت بازار	افزایش فشار رقابتی ← جست‌وجوی تمایز ← سرمایه‌گذاری در فناوری ← نوآوری بیشتر	غیرخطی	۱۸	افزایش نوآوری تا سطحی از شدت رقابت
حمایت‌های دولتی	کاهش هزینه و ریسک ← افزایش امکان تأمین مالی توسعه زیرساخت ← افزایش فعالیت نوآورانه	غیرمستقیم مثبت	۱۷	افزایش سرمایه‌گذاری و ورود بنگاه‌ها به نوآوری
حفاظت مالکیت فکری	کاهش خطر تقلید ← افزایش قابلیت تصاحب منافع افزایش انگیزه سرمایه‌گذاری	تعدیل‌کننده مثبت	۱۴	تقویت تجاری‌سازی و استمرار سرمایه‌گذاری

پیشگیری و عدم	افزایش ابهام و هزینه ← طولانی شدن توسعه ← افزایش	مستقیم منفی	۱۴	کاهش سرعت و احتمال موفقیت نوآوری
قطعی فناوری	احتمال شکست ← کاهش تمایل به سرمایه گذاری			
تمرکز سازمانی شدید	کندی تصمیم گیری ← محدود شدن اختیار تیم ها ← کاهش	مستقیم و	۱۲	افزایش تأخیر و کاهش انعطاف پذیری
	تبادل دانش ← کاهش پاسخ گویی	غیرمستقیم منفی		
کمبود منابع مالی	توقف یا کاهش مقیاس پروژه ها ← خروج نیروی متخصص	تقویت کننده منفی	۱۲	کاهش تداوم و کیفیت پروژه های نوآوری
	← کاهش آزمایش ← افت عملکرد نوآورانه			
فاصله زمانی بازده	تأخیر میان سرمایه گذاری و بازده ← فشار کوتاه مدت ←	تأخیری و	۱۱	ناتمام ماندن پروژه های دارای ظرفیت بلندمدت
نوآوری	کاهش حمایت مدیریتی ← توقف زود هنگام پروژه	تعدیل کننده منفی		
تجاری سازی مؤثر	توسعه مدل کسب و کار ← ورود موفق به بازار ← درآمد و	تقویت کننده مثبت	۱۹	ایجاد چرخه پایدار رشد نوآوری
	اعتبار ← سرمایه گذاری مجدد در نوآوری			

بر اساس جدول ۲، سازوکار سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه با پشتیبانی ۳۰ مطالعه، پرتکرارترین مسیر علی شناسایی شده بود. با این حال، رابطه میان تحقیق و توسعه و عملکرد نوآورانه در اغلب مطالعات به صورت خطی و فوری گزارش نشده بود. سرمایه گذاری زمانی به نوآوری منجر می شد که منابع مالی به آزمایش، توسعه نمونه اولیه، جذب نیروی متخصص، ایجاد زیرساخت و کسب دانش نوآورانه اختصاص یابد و سپس از طریق فرایندهای سازمانی به محصول یا فرایند قابل استفاده تبدیل شود. در برخی مطالعات، افزایش بودجه تحقیق و توسعه بدون وجود اولویت گذاری، هماهنگی میان واحدها یا ارزیابی پروژه ها، موجب پراکندگی منابع و افزایش هزینه های شکست شده بود. بنابراین، سرمایه گذاری تحقیق و توسعه یک عامل ضروری اما ناکافی محسوب می شد.

ظرفیت جذب با پشتیبانی ۲۸ مطالعه، مهم ترین سازوکار میانجی میان منابع دانش بیرونی و عملکرد نوآورانه بود. سازمان هایی که توانایی شناسایی ارزش دانش جدید، فهم آن، ترکیب آن با تجربه های موجود و کاربرد آن در توسعه محصول را داشتند، از همکاری ها و انتقال فناوری بهره بیشتری می بردند. در مقابل، سازمان هایی با ظرفیت جذب پایین، حتی در صورت دسترسی به فناوری، تجهیزات یا همکاری دانشگاهی، قادر به تبدیل دانش دریافتی به قابلیت پایدار نبودند. یادگیری سازمانی نیز در ۲۶ مطالعه به عنوان سازوکاری تقویت کننده شناسایی شد. ثبت تجربه پروژه ها، تحلیل شکست ها، انتقال دانش میان تیم ها و بازبینی تصمیم ها موجب کاهش دوباره کاری، کوتاه شدن زمان توسعه و افزایش قابلیت پیش بینی مشکلات می شد. این سازوکار به ویژه در صنایع با چرخه های توسعه طولانی و پیچیدگی فنی بالا اهمیت بیشتری داشت.

قابلیت های پویا در ۲۵ مطالعه، پیوند میان تغییرات محیطی و پاسخ سازمانی را توضیح می دادند. سازمان هایی که به طور مستمر بازار، فناوری، رقبا و مقررات را رصد می کردند، فرصت های نوآورانه را زودتر شناسایی می کردند و می توانستند منابع خود را از فعالیت های کم بازده به حوزه های نوظهور انتقال دهند. اثر قابلیت های پویا در محیط های باثبات محدودتر بود، اما با افزایش سرعت تغییر فناوری و عدم قطعیت بازار، اهمیت آن بیشتر می شد. حمایت مدیریت ارشد و فرهنگ نوآوری نیز به ترتیب در ۲۳ و ۲۲ مطالعه گزارش شدند. حمایت مدیریت از طریق تأمین منابع، مشروعیت بخشی به پروژه و کاهش مقاومت سازمانی اثر می گذاشت، در حالی که فرهنگ نوآوری از طریق افزایش امنیت روان شناختی، تحمل خطا و آزادی آزمایش، مشارکت کارکنان را تقویت می کرد.

همکاری دانشگاه و صنعت در ۲۰ مطالعه و مشارکت مشتریان در ۱۸ مطالعه شناسایی شد. همکاری دانشگاه و صنعت بیشتر در مراحل تولید دانش، حل مسائل پیچیده، دسترسی به تجهیزات و توسعه فناوری های پایه اثرگذار بود، در حالی که مشارکت مشتریان بیشتر در کاهش عدم قطعیت تقاضا، اصلاح طراحی و افزایش تناسب محصول با بازار نقش داشت. در برخی مطالعات، مشارکت بیش از حد مشتریان



فعلی می‌توانست به تمرکز بر بهبودهای تدریجی و غفلت از نوآوری‌های رادیکال منجر شود. بنابراین، اثر مشارکت مشتریان به نوع نوآوری و افق زمانی سازمان وابسته بود.

اثر رقابت بازار در ۱۸ مطالعه به صورت غیرخطی گزارش شد. سطوح پایین رقابت انگیزه کافی برای نوآوری ایجاد نمی‌کرد، درحالی‌که رقابت متوسط، سازمان‌ها را به تمایز، کاهش هزینه و توسعه فناوری سوق می‌داد. بااین‌حال، رقابت بسیار شدید، به‌ویژه در سازمان‌های کوچک یا دارای محدودیت مالی، می‌توانست حاشیه سود را کاهش دهد و منابع قابل‌اختصاص به تحقیق و توسعه را محدود کند. حمایت‌های دولتی در ۱۷ مطالعه عمدتاً از طریق کاهش هزینه، تأمین زیرساخت، تسهیل دسترسی به سرمایه و کاهش ریسک اولیه اثر داشت. بااین‌حال، حمایت‌های کوتاه‌مدت، غیرشفاف یا غیرهدفمند در برخی موارد موجب وابستگی سازمان‌ها، رفتار رانت‌جویانه یا سرمایه‌گذاری در پروژه‌های فاقد توجیه بازار شده بود.

نتایج مربوط به عوامل بازدارنده نشان داد که پیچیدگی و عدم قطعیت فناوری در ۱۴ مطالعه، تمرکز سازمانی شدید در ۱۲ مطالعه، کمبود منابع مالی در ۱۲ مطالعه و فاصله زمانی بازده نوآوری در ۱۱ مطالعه به عنوان سازوکارهای محدودکننده شناسایی شده بودند. تأخیر میان سرمایه‌گذاری و تحقق بازده اقتصادی، یکی از مهم‌ترین دلایل توقف زود هنگام پروژه‌ها بود؛ زیرا مدیران در شرایط فشار مالی یا ارزیابی‌های کوتاه‌مدت، ممکن بود پروژه‌هایی را که هنوز وارد مرحله بازدهی نشده‌اند، ناموفق تلقی کنند. در مقابل، تجاری‌سازی مؤثر در ۱۹ مطالعه سازوکاری ایجاد می‌کرد که درآمد، اعتبار و تجربه حاصل از موفقیت بازار را به سرمایه‌گذاری مجدد در تحقیق و توسعه تبدیل می‌کرد. این یافته نشان داد که ارتباط میان نوآوری و عملکرد اقتصادی دوطرفه است؛ نوآوری موجب بهبود عملکرد می‌شود و عملکرد بهتر نیز منابع لازم برای نوآوری‌های بعدی را فراهم می‌کند.

جدول ۳

حلقه‌های بازخوردی و اجزای چارچوب پویای نوآوری فناورانه

کد حلقه	نوع حلقه	زنجیره علی اصلی	جهت نهایی حلقه	تفسیر پویایی سیستم
R۱	تقویت‌کننده	سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه ← دانش فناورانه ← نوآوری محصول و فرایند ← عملکرد بازار ← منابع مالی بیشتر ← سرمایه‌گذاری مجدد	مثبت	موفقیت اولیه، منابع لازم برای توسعه بیشتر نوآوری را ایجاد می‌کند
R۲	تقویت‌کننده	آموزش و تجربه ← سرمایه انسانی تخصصی ← ظرفیت جذب ← استفاده مؤثر از دانش بیرونی ← موفقیت نوآوری ← انگیزه سرمایه‌گذاری در آموزش	مثبت	انباشت دانش و مهارت به صورت خودتقویت‌شونده ظرفیت نوآوری را افزایش می‌دهد
R۳	تقویت‌کننده	همکاری شبکه‌ای ← دسترسی به دانش متنوع ← یادگیری مشترک ← اعتماد و موفقیت همکاری ← گسترش شبکه همکاری	مثبت	موفقیت همکاری، اعتماد و مشارکت‌های جدید را افزایش می‌دهد
R۴	تقویت‌کننده	فرهنگ نوآوری ← امنیت روان‌شناختی ← ایده‌پردازی و آزمایش ← یادگیری از تجربه ← موفقیت نوآورانه ← تقویت فرهنگ نوآوری	مثبت	فرهنگ حمایتی و موفقیت نوآوری یکدیگر را تقویت می‌کنند
R۵	تقویت‌کننده	تجاری‌سازی موفق ← درآمد و اعتبار ← جذب سرمایه و نیروی متخصص ← توسعه فناوری جدید ← افزایش احتمال تجاری‌سازی	مثبت	موفقیت بازار، توان توسعه و عرضه نوآوری‌های بعدی را افزایش می‌دهد
R۶	تقویت‌کننده	زیرساخت دیجیتال ← سرعت تبادل داده و هماهنگی ← کوتاه‌شدن توسعه ← پاسخ سریع‌تر به بازار ← ارزش سرمایه‌گذاری دیجیتال	مثبت	دیجیتالی‌شدن با افزایش کارایی، انگیزه توسعه بیشتر زیرساخت را ایجاد می‌کند
R۷	تقویت‌کننده منفی	شکست پروژه ← کاهش اعتماد مدیریت ← کاهش منابع نوآوری ← افت کیفیت و آزمایش ← افزایش احتمال شکست	منفی از نظر عملکرد	شکست مدیریت‌نشده می‌تواند سازمان را وارد چرخه فرسایشی کاهش نوآوری کند

B۱	تعدیل کننده	افزایش پروژه‌های نوآوری ← افزایش مصرف منابع ← محدودیت منفی و محدودیت منابع از رشد نامحدود پروژه‌های بودجه و نیروی انسانی ← کاهش تعداد یا سرعت پروژه‌ها	متعادل کننده	نوآوری جلوگیری می‌کند
B۲	تعدیل کننده	افزایش پیچیدگی فناوری ← افزایش زمان و هزینه توسعه ← افزایش ریسک شکست ← کاهش تمایل به سرمایه‌گذاری	منفی	پیچیدگی فناوری آهنگ توسعه نوآوری را محدود می‌کند
B۳	تعدیل کننده	افزایش نوآوری ← گسترش تنوع محصول ← پیچیدگی مدیریتی و عملیاتی ← کاهش هماهنگی ← افت سرعت نوآوری	منفی	رشد بیش از حد تنوع می‌تواند توان هماهنگی سازمان را کاهش دهد
B۴	تعدیل کننده	افزایش رقابت ← افزایش تلاش نوآورانه ← کاهش حاشیه سود و منابع آزاد ← محدود شدن سرمایه‌گذاری آینده	غیرخطی و تعدیل کننده	رقابت پس از عبور از سطح بهینه می‌تواند ظرفیت نوآوری را تضعیف کند
B۵	تعدیل کننده	حمایت دولتی ← افزایش ورود بنگاه‌ها و پروژه‌ها ← افزایش تقاضا برای منابع حمایتی ← کاهش سهم حمایت یا سخت‌تر شدن دسترسی	منفی	محدودیت ظرفیت سیاستی، اثر حمایت را در طول زمان تعدیل می‌کند
B۶	تعدیل کننده	حفاظت شدید مالکیت فکری ← کاهش انتشار دانش ← کاهش یادگیری شبکه‌ای ← کاهش سرعت نوآوری جمعی	منفی	حفاظت افراطی می‌تواند جریان دانش در اکوسیستم را محدود کند
D۱	تأخیر زمانی	سرمایه‌گذاری در آموزش ← توسعه مهارت ← افزایش ظرفیت جذب ← بهبود نوآوری	تأخیر متوسط تا بلندمدت	پیامد سرمایه‌گذاری انسانی با فاصله زمانی ظاهر می‌شود
D۲	تأخیر زمانی	حمایت سیاستی ← شکل‌گیری زیرساخت و همکاری ← توسعه فناوری ← عملکرد اقتصادی	تأخیر بلندمدت	ارزیابی زود هنگام سیاست ممکن است اثر واقعی آن را کمتر نشان دهد
D۳	تأخیر زمانی	تحقیق و توسعه ← نمونه‌سازی ← آزمون و اصلاح ← تجاری‌سازی ← بازده مالی	تأخیر بلندمدت	فاصله میان هزینه و بازده می‌تواند تصمیم‌های کوتاه‌مدت را منحرف کند

همان گونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، سنتز روابط علی به شناسایی ۷ حلقه تقویت کننده، ۶ حلقه تعدیل کننده و ۳ تأخیر زمانی اصلی منجر شد. حلقه R۱، هسته اقتصادی چارچوب نوآوری فناورانه را تشکیل می‌داد. در این حلقه، افزایش سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه موجب توسعه دانش فناورانه، تولید محصول یا فرایند جدید و بهبود عملکرد بازار می‌شد. عملکرد بهتر، منابع مالی بیشتری ایجاد می‌کرد و این منابع مجدداً در تحقیق و توسعه سرمایه‌گذاری می‌شدند. این حلقه توضیح می‌دهد که چرا برخی سازمان‌ها پس از دستیابی به موفقیت اولیه، می‌توانند مسیر رشد سریع و انباشت قابلیت را طی کنند. با این حال، فعال شدن این حلقه به توان تجاری‌سازی وابسته بود؛ زیرا در صورت عدم تبدیل دستاورد فنی به درآمد، حلقه میان نوآوری و سرمایه‌گذاری مجدد کامل نمی‌شد.

حلقه R۲، فرایند انباشت سرمایه انسانی و ظرفیت جذب را نشان می‌داد. آموزش، تجربه و جذب نیروی متخصص، توانایی سازمان برای فهم و استفاده از دانش خارجی را افزایش می‌داد. افزایش ظرفیت جذب نیز احتمال موفقیت پروژه‌های نوآوری را بیشتر می‌کرد و موفقیت، انگیزه مدیریت برای سرمایه‌گذاری مجدد در آموزش و توسعه منابع انسانی را افزایش می‌داد. این حلقه دارای تأخیر زمانی بود؛ زیرا اثر آموزش بر عملکرد نوآورانه بلافاصله ظاهر نمی‌شد. سازمان‌هایی که به دلیل مشاهده نکردن نتایج کوتاه‌مدت، سرمایه‌گذاری آموزشی را متوقف می‌کردند، ممکن بود پیش از فعال شدن کامل حلقه، فرایند انباشت قابلیت را مختل کنند.

حلقه R۳ به نقش شبکه‌های همکاری اشاره داشت. همکاری اولیه با دانشگاه، تأمین کننده، مشتری یا مرکز پژوهشی، دسترسی سازمان به منابع دانشی متنوع را افزایش می‌داد. یادگیری مشترک و موفقیت پروژه‌های همکاری، اعتماد میان شرکا را تقویت می‌کرد و اعتماد بیشتر به گسترش همکاری‌های آینده منجر می‌شد. در مقابل، شکست همکاری، اختلاف بر سر مالکیت دانش یا رفتار فرصت طلبانه می‌توانست اعتماد را کاهش دهد و حلقه را در جهت معکوس فعال کند. بنابراین، وجود قراردادهای روشن، سازوکارهای حل اختلاف و ظرفیت جذب برای پایداری این حلقه ضروری بود.

حلقه R۴ نشان داد که فرهنگ نوآوری و عملکرد نوآورانه رابطه‌ای دوطرفه دارند. فرهنگ مبتنی بر تحمل خطا، استقلال حرفه‌ای و ارتباطات باز، امنیت روان‌شناختی را افزایش می‌داد و کارکنان را به ارائه ایده، آزمایش راه‌حل و گزارش خطا تشویق می‌کرد. آزمایش و یادگیری

بیشتر احتمال موفقیت نوآوری را افزایش می‌داد و موفقیت نیز باور مدیریت و کارکنان به ارزش فرهنگ نوآوری را تقویت می‌کرد. در مقابل، اگر شکست‌ها با تنبیه و سرزنش همراه می‌شدند، کارکنان از ارائه ایده‌های پرریسک اجتناب می‌کردند و سیستم وارد حلقه R۷ می‌شد. در حلقه R۷، شکست پروژه اعتماد مدیریت را کاهش می‌داد، کاهش اعتماد به محدود شدن بودجه و آزمایش منجر می‌شد و کاهش آزمایش نیز احتمال شکست‌های بعدی را افزایش می‌داد. این حلقه فرسایشی توضیح می‌دهد که چرا برخی سازمان‌ها پس از چند تجربه ناموفق، به تدریج ظرفیت نوآورانه خود را از دست می‌دهند.

حلقه R۵ بر نقش تجاری‌سازی موفق تأکید داشت. موفقیت بازار علاوه بر ایجاد درآمد، اعتبار سازمان را نزد سرمایه‌گذاران، مشتریان و نیروی انسانی متخصص افزایش می‌داد. اعتبار و منابع بیشتر، جذب سرمایه و استعدادهای جدید را تسهیل می‌کرد و ظرفیت توسعه فناوری‌های بعدی را افزایش می‌داد. این حلقه نشان می‌دهد که موفقیت تجاری صرفاً یک پیامد نهایی نیست، بلکه ورودی مرحله بعدی نوآوری محسوب می‌شود. حلقه R۶ نیز بیانگر آن بود که توسعه زیرساخت دیجیتال، تبادل داده، هماهنگی تیم‌ها، شبیه‌سازی، نمونه‌سازی و تصمیم‌گیری را تسریع می‌کند. بهبود سرعت و کارایی، ارزش ادراک‌شده سرمایه‌گذاری دیجیتال را افزایش می‌دهد و سازمان را به توسعه بیشتر زیرساخت ترغیب می‌کند.

در کنار حلقه‌های تقویت‌کننده، حلقه‌های تعدیل‌کننده از رشد نامحدود سیستم جلوگیری می‌کردند. حلقه B۱ نشان داد که افزایش تعداد پروژه‌های نوآوری، مصرف بودجه، زمان و نیروی متخصص را افزایش می‌دهد و در نهایت محدودیت منابع، سازمان را وادار به کاهش تعداد یا سرعت پروژه‌ها می‌کند. بنابراین، افزایش هم‌زمان پروژه‌ها بدون اولویت‌گذاری می‌تواند موجب پراکندگی منابع و کاهش کیفیت اجرای همه پروژه‌ها شود. حلقه B۲ نیز اثر پیچیدگی فناوری را نشان می‌دهد. با افزایش پیچیدگی، زمان آزمایش، هزینه توسعه و احتمال خطا بیشتر می‌شد و افزایش ریسک، تمایل مدیریت یا سرمایه‌گذاران به ادامه پروژه را کاهش می‌داد.

حلقه B۳ بیانگر آن بود که افزایش تنوع محصول و فناوری، در ابتدا فرصت بازار را گسترش می‌دهد، اما پس از عبور از سطح ظرفیت مدیریتی، پیچیدگی هماهنگی را افزایش می‌دهد و سرعت نوآوری را کاهش می‌دهد. حلقه B۴ نیز رابطه غیرخطی رقابت و نوآوری را توضیح می‌دهد. افزایش رقابت تا سطحی مشخص، سازمان‌ها را به نوآوری ترغیب می‌کرد، اما رقابت بسیار شدید می‌توانست حاشیه سود و منابع آزاد را کاهش دهد و در نتیجه سرمایه‌گذاری آینده را محدود کند. حلقه B۵ نشان داد که ظرفیت محدود برنامه‌های حمایتی دولت ممکن است با افزایش تعداد متقاضیان، موجب کاهش سهم حمایت هر بنگاه یا دشوارتر شدن دسترسی به منابع شود. حلقه B۶ نیز به پیامد دوگانه حفاظت از مالکیت فکری اشاره داشت. حفاظت مناسب انگیزه سرمایه‌گذاری را افزایش می‌داد، اما حفاظت بیش از حد می‌توانست جریان دانش، یادگیری شبکه‌ای و نوآوری جمعی را کاهش دهد.

سه تأخیر زمانی اصلی نیز در چارچوب شناسایی شد. تأخیر D۱ مربوط به فاصله میان آموزش و توسعه قابلیت بود. آموزش کارکنان ابتدا مهارت و دانش را افزایش می‌داد، اما تبدیل این مهارت به ظرفیت جذب و عملکرد نوآورانه به تجربه، کاربرد عملی و تکرار نیاز داشت. تأخیر D۲ به سیاست‌های حمایتی مربوط بود. ایجاد زیرساخت، شکل‌گیری شبکه‌های همکاری و بلوغ فناوری معمولاً چندین دوره زمانی طول می‌کشید؛ بنابراین، ارزیابی زودهنگام برنامه‌های سیاستی می‌توانست به نتیجه‌گیری نادرست درباره ناکارآمدی آن‌ها منجر شود. تأخیر D۳ نیز فاصله میان هزینه‌های تحقیق و توسعه و بازده مالی را نشان می‌دهد. این تأخیر یکی از مهم‌ترین منابع بی‌ثباتی در تصمیم‌گیری بود؛ زیرا کاهش حمایت در میانه چرخه توسعه می‌توانست پروژه را پیش از رسیدن به مرحله تجاری‌سازی متوقف کند.

سنتز نهایی یافته‌ها نشان داد که چارچوب مفهومی نوآوری فناورانه از ۵ لایه به‌هم‌پیوسته تشکیل می‌شود. لایه نخست، ورودی‌های سیستم شامل منابع مالی، سرمایه انسانی، دانش، تجهیزات و زیرساخت بود. لایه دوم، قابلیت‌های تبدیل‌کننده شامل ظرفیت جذب، یادگیری

سازمانی، قابلیت‌های پویا، هماهنگی میان‌وظیفه‌ای و مدیریت تحقیق و توسعه بود. لایه سوم، روابط و شرایط محیطی شامل شبکه‌های همکاری، تقاضای بازار، رقابت، سیاست‌های دولتی، نظام مالکیت فکری و عدم قطعیت محیطی بود. لایه چهارم، فرایندهای خروجی شامل توسعه فناوری، نمونه‌سازی، نوآوری محصول و فرایند، تجاری‌سازی و ورود به بازار بود. لایه پنجم، پیامدها شامل عملکرد اقتصادی، بهره‌وری، مزیت رقابتی، اعتبار، توسعه بازار و انباشت منابع برای دوره‌های بعدی نوآوری بود.

در این چارچوب، اثر عوامل ورودی بر پیامدهای نوآوری عمدتاً از طریق قابلیت‌های تبدیل‌کننده اعمال می‌شد. منابع مالی بدون ظرفیت جذب و یادگیری ممکن بود به نوآوری پایدار منجر نشوند و دسترسی به دانش بیرونی بدون سرمایه انسانی و هماهنگی سازمانی قابلیت بهره‌برداری محدودی داشت. از سوی دیگر، عوامل محیطی می‌توانستند روابط درونی سیستم را تقویت یا تضعیف کنند. برای نمونه، حمایت دولتی هزینه سرمایه‌گذاری را کاهش می‌داد، اما اثر آن در سازمان‌های فاقد قابلیت مدیریتی محدود بود. رقابت بازار انگیزه نوآوری را افزایش می‌داد، اما در شرایط محدودیت مالی می‌توانست منابع تحقیق و توسعه را کاهش دهد. شبکه‌های همکاری دامنه دانش را گسترش می‌دادند، اما در صورت ضعف اعتماد و حفاظت قراردادی، خطر نشت دانش را افزایش می‌دادند.

در مجموع، یافته‌ها نشان داد که نوآوری فناورانه یک پیامد ایستا یا نتیجه مستقیم سرمایه‌گذاری نیست، بلکه رفتاری برآمده از تعامل حلقه‌های بازخوردی، محدودیت‌های منابع، تأخیرهای زمانی و شرایط زمینه‌ای است. سازمان‌هایی که چند حلقه تقویت‌کننده را به‌صورت هم‌زمان فعال می‌کنند، مانند حلقه سرمایه‌گذاری و عملکرد، حلقه یادگیری و ظرفیت جذب و حلقه همکاری و اعتماد، احتمال بیشتری برای دستیابی به رشد پایدار نوآوری دارند. در مقابل، سازمان‌هایی که تحت تأثیر حلقه شکست و کاهش اعتماد، محدودیت منابع، پیچیدگی فناوری یا فشار بازده کوتاه‌مدت قرار می‌گیرند، ممکن است حتی با وجود سرمایه‌گذاری اولیه، وارد مسیر کاهش ظرفیت نوآورانه شوند. بنابراین، چارچوب حاصل از سنتز پژوهش‌ها، نوآوری فناورانه را به‌عنوان سیستمی چندسطحی، وابسته به مسیر، دارای تأخیر و مبتنی بر بازخورد تبیین می‌کند.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف مرور نظام‌مند عوامل و سازوکارهای مؤثر بر نوآوری فناورانه از منظر پویایی‌شناسی سیستم و ارائه چارچوبی مفهومی برای تبیین روابط میان این عوامل انجام شد. سنتز ۴۲ مطالعه منتخب نشان داد که نوآوری فناورانه نتیجه اثرگذاری یک متغیر منفرد نیست، بلکه از تعامل چندسطحی منابع مالی و فناورانه، سرمایه انسانی، ظرفیت جذب، یادگیری سازمانی، قابلیت‌های پویا، رهبری، فرهنگ نوآوری، همکاری‌های شبکه‌ای، شرایط بازار، سیاست‌های نهادی، زیرساخت‌های دیجیتال و قابلیت تجاری‌سازی پدید می‌آید. یافته‌ها همچنین نشان دادند که عوامل مذکور از طریق مسیرهای مستقیم، غیرمستقیم، میانجی، تعدیل‌کننده و تأخیری بر نوآوری اثر می‌گذارند و روابط میان آن‌ها در قالب حلقه‌های بازخوردی تقویت‌کننده و تعدیل‌کننده قابل تبیین است. بر این اساس، چارچوب به‌دست‌آمده نوآوری فناورانه را به‌عنوان سیستمی باز، چندسطحی، وابسته به مسیر و متأثر از انباشت منابع و قابلیت‌ها معرفی می‌کند که رفتار آن در طول زمان تحت تأثیر تعامل میان سازمان، بازار، شبکه و محیط نهادی شکل می‌گیرد.

نخستین یافته پژوهش نشان داد که منابع مالی، سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه و زیرساخت‌های فناورانه، از مهم‌ترین ورودی‌های نظام نوآوری هستند. با این حال، تحلیل مطالعات نشان داد که افزایش منابع به‌تنهایی لزوماً به افزایش نوآوری منجر نمی‌شود و کیفیت تخصیص منابع، توان جذب دانش و قابلیت تبدیل سرمایه‌گذاری به محصول یا فرایند جدید، نقش تعیین‌کننده‌تری دارد. این نتیجه با دیدگاه منبع‌محور همسو است که مزیت رقابتی و توسعه پایدار را نه صرفاً حاصل مالکیت منابع، بلکه نتیجه نحوه سازمان‌دهی، ترکیب و بهره‌برداری از آن‌ها

می‌داند. نتایج پژوهش Razzaque و همکاران نشان داد که ویژگی‌های رهبری کارآفرینانه از طریق تقویت منابع سازمانی و قابلیت‌های راهبردی، عملکرد بنگاه و توسعه پایدار را بهبود می‌بخشد (Razzaque et al., 2024). همچنین، Atobishi و Podruzsik نشان دادند که رهبری کارآفرینانه اخلاقی می‌تواند منابع محدود شرکت‌های کوچک و متوسط را به مزیت رقابتی پایدار تبدیل کند (Atobishi & Podruzsik, 2025). بنابراین، آنچه موجب نوآوری می‌شود صرفاً حجم بودجه یا دسترسی به فناوری نیست، بلکه ظرفیت سازمان برای جهت‌دهی منابع به سوی فرصت‌های مناسب و حفظ انسجام میان اهداف فناورانه، اقتصادی و اجتماعی است.

یافته دوم پژوهش بر نقش محوری سرمایه انسانی، آموزش و شایستگی‌های کارآفرینانه تأکید داشت. در چارچوب ارائه‌شده، سرمایه انسانی یک متغیر انباشتی است که از طریق آموزش، تجربه، تعامل حرفه‌ای و یادگیری مستمر رشد می‌کند و زمینه شکل‌گیری ظرفیت جذب و قابلیت‌های پویا را فراهم می‌سازد. این یافته با نتایج پژوهش‌های آموزشی همخوان است. Jalali Chimeh و همکاران نشان دادند که توسعه شایستگی‌های کارآفرینانه، از جمله فرصت‌شناسی، خلاقیت، حل مسئله و مسئولیت‌پذیری، از مراحل اولیه آموزش می‌تواند زمینه مشارکت مؤثر افراد در فرایندهای توسعه پایدار و نوآوری را فراهم کند (Purnawirawan et al., 2025). Purnawirawan و همکاران نیز نشان دادند که تلفیق مهارت‌های دیجیتال با آموزش کارآفرینی در مدارس فنی و حرفه‌ای موجب افزایش آمادگی فراگیران برای ورود به محیط‌های کاری فناورانه می‌شود (Purnawirawan et al., 2025). افزون بر این، Reimers تأکید کرد که پیوند آموزش کارآفرینی با اهداف توسعه پایدار می‌تواند دانشگاه‌ها را به بسترهایی برای حل مسائل واقعی و تحریک نوآوری تبدیل کند (Reimers, 2024). این مطالعات تأیید می‌کنند که نوآوری فناورانه پیش از آنکه یک فرایند صرفاً فنی باشد، به ظرفیت شناختی، رفتاری و اجتماعی افراد وابسته است.

یافته سوم نشان داد که ظرفیت جذب و مدیریت دانش، اصلی‌ترین سازوکار تبدیل منابع دانشی بیرونی به پیامدهای نوآورانه است. سازمان‌ها ممکن است به دانشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی، شرکای تجاری یا منابع دیجیتال دسترسی داشته باشند، اما تا زمانی که نتوانند ارزش دانش جدید را تشخیص دهند، آن را با دانش پیشین ترکیب نکنند و در فرایندهای عملی به کار گیرند، همکاری‌ها به نوآوری پایدار منتهی نخواهد شد. این نتیجه با یافته‌های Rambe همسو است که پیوند میان نوآوری مقتصدانه و کارآفرینی دانش‌بنیان را وابسته به قابلیت یادگیری، استفاده از دانش و تبدیل محدودیت‌های منابع به راه‌حل‌های خلاقانه دانست (Rambe, 2025). همچنین، Somwethee و همکاران نشان دادند که سرمایه فکری، خلق ارزش مشترک و چابکی سازمانی از طریق تقویت قابلیت کارآفرینی اجتماعی، پایداری بنگاه‌های اجتماعی را افزایش می‌دهد (Somwethee et al., 2025). بنابراین، دانش هنگامی به نوآوری تبدیل می‌شود که در ساختارها، رویه‌ها و روابط سازمانی جریان یابد و به صورت ظرفیت جمعی درآید.

یکی دیگر از نتایج اصلی پژوهش، نقش قابلیت‌های پویا در شناسایی فرصت، تصاحب فرصت و بازپیکربندی منابع بود. قابلیت‌های پویا در محیط‌های دارای تغییرات سریع فناوری و عدم قطعیت بازار اهمیت بیشتری پیدا می‌کنند، زیرا سازمان باید بتواند از ساختارها و رویه‌های تثبیت‌شده فاصله گیرد و منابع خود را متناسب با شرایط جدید سازمان‌دهی کند. نتایج پژوهش Xu و همکاران نشان داد که فناوری‌های هوش مصنوعی می‌توانند رابطه میان کارآفرینی بین‌المللی و تحقق اهداف توسعه پایدار سازمانی را تقویت کنند، مشروط بر آنکه سازمان از قابلیت لازم برای ادغام فناوری در فرایندهای تصمیم‌گیری برخوردار باشد (Xu et al., 2024). همچنین، Urooj و همکاران نشان دادند که قابلیت مالی دیجیتال در کارآفرینی پایدار نقش مهمی دارد، اما اثربخشی آن به رعایت الزامات نهادی و سازوکارهای کنترلی وابسته است (Urooj et al., 2025). این شواهد نشان می‌دهند که فناوری جدید به‌خودی‌خود موجب تحول نمی‌شود، بلکه باید در بستر قابلیت‌های سازمانی مناسب جذب، تفسیر و بازآرایی شود.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که حمایت مدیریت ارشد، سبک رهبری و فرهنگ نوآوری از عوامل زمینه‌ساز فعال شدن سایر قابلیت‌های سازمانی هستند. در سازمان‌هایی که مدیران از آزمایش، یادگیری و تحمل شکست حمایت می‌کنند، کارکنان تمایل بیشتری به ارائه ایده، گزارش خطا و مشارکت در پروژه‌های نوآورانه دارند. در مقابل، تمرکز شدید، ارزیابی کوتاه‌مدت و فرهنگ تنبیهی، احتمال فعال شدن حلقه شکست، کاهش اعتماد و کاهش سرمایه‌گذاری را افزایش می‌دهد. یافته‌های Atobishi و Podruzsik در زمینه رهبری اخلاقی و کارآفرینانه نیز نشان داد که اعتماد، مسئولیت‌پذیری و جهت‌گیری بلندمدت می‌توانند مزیت رقابتی و توسعه پایدار را تقویت کنند (Atobishi & Podruzsik, 2025). همچنین، نتایج Razzaque و همکاران بر اثر رهبری کارآفرینانه بر عملکرد و توسعه پایدار تأکید دارد (Razzaque et al., 2024). در نتیجه، رهبری در چارچوب پویایی‌شناسی سیستم تنها یک متغیر مستقل نیست، بلکه عاملی است که بر تخصیص منابع، فرهنگ، یادگیری، همکاری و افق زمانی تصمیم‌گیری اثر می‌گذارد.

یافته دیگر به نقش همکاری‌های شبکه‌ای و اکوسیستم‌های کارآفرینی مربوط بود. نتایج نشان داد که همکاری با دانشگاه‌ها، مشتریان، تأمین‌کنندگان، مراکز پژوهشی و سایر بنگاه‌ها می‌تواند دسترسی به دانش، تجهیزات، بازار و منابع مالی را افزایش دهد. با این حال، اثر شبکه‌ها به اعتماد، ظرفیت جذب، کیفیت حکمرانی روابط و وضوح حقوق مالکیت وابسته است. Lee و Kim در تحلیل اکوسیستم‌های کارآفرینی شرکت‌های نوپای فناوری اطلاعات و ارتباطات در آفریقای جنوب صحنه نشان دادند که سرمایه انسانی، منابع مالی، زیرساخت، شبکه‌ها و محیط نهادی به‌طور مکمل بر پایداری کسب‌وکارهای فناورانه اثر می‌گذارند (Smachylo, Lee & Kim, 2025). و همکاران نیز تأکید کردند که توسعه اکوسیستم‌های استارت‌آپی مستلزم تدوین راهبردهای هماهنگ در حوزه آموزش، تأمین مالی، شبکه‌سازی، بازار و سیاست‌گذاری است (Smachylo et al., 2024). این یافته‌ها با نتیجه پژوهش حاضر مبنی بر ماهیت سیستمی اکوسیستم نوآوری همسو است؛ زیرا ضعف هر جزء می‌تواند اثر سایر اجزا را محدود کند.

یافته‌های پژوهش نشان داد که همکاری شبکه‌ای می‌تواند یک حلقه تقویت‌کننده ایجاد کند؛ به این معنا که موفقیت همکاری، اعتماد را افزایش می‌دهد و اعتماد بیشتر، زمینه شکل‌گیری همکاری‌های جدید را فراهم می‌کند. با این حال، این حلقه ممکن است در جهت منفی نیز عمل کند و شکست همکاری یا نشت دانش موجب کاهش اعتماد و خروج بازیگران از شبکه شود. مدل تجاری‌سازی فناوری مبتنی بر کار تیمی ارائه‌شده توسط Amiri و همکاران، اهمیت هماهنگی میان تخصص‌های فنی، مدیریتی و بازاریابی را در تبدیل دستاوردهای پژوهشی به ارزش اقتصادی نشان داد (Amiri et al., 2025). همچنین، مدل بازاریابی کارآفرینانه ارائه‌شده توسط Pourjavad و همکاران نشان داد که شناخت بازار و تعامل فعال با ذی‌نفعان، بخشی اساسی از موفقیت نوآوری و عرضه محصول است (Pourjavad et al., 2024). بنابراین، همکاری زمانی مؤثر است که از تبادل ساده اطلاعات فراتر رود و به یادگیری مشترک، تقسیم ریسک و خلق ارزش منجر شود.

یکی از یافته‌های مهم پژوهش حاضر، نقش قابلیت تجاری‌سازی در تکمیل حلقه میان نوآوری و عملکرد بود. بسیاری از سازمان‌ها ممکن است در تولید دانش یا توسعه نمونه اولیه موفق باشند، اما ضعف در مدل کسب‌وکار، بازاریابی، جذب مشتری یا مقیاس‌سازی مانع تبدیل فناوری به درآمد شود. در چارچوب ارائه‌شده، تجاری‌سازی موفق موجب افزایش درآمد، اعتبار و جذب منابع جدید می‌شود و این منابع مجدداً در تحقیق و توسعه سرمایه‌گذاری می‌شوند. این حلقه با یافته‌های Amiri و همکاران درباره اهمیت کار تیمی در تجاری‌سازی فناوری همخوان است (Amiri et al., 2025). همچنین، نتایج Pourjavad و همکاران نشان می‌دهد که بازاریابی کارآفرینانه با شناسایی فرصت‌های بازار و ایجاد تناسب میان محصول و تقاضا، احتمال موفقیت تجاری را افزایش می‌دهد (Pourjavad et al., 2024). بر این اساس، عملکرد بازار صرفاً پیامد نهایی نوآوری نیست، بلکه یکی از محرک‌های دوره بعدی انباشت قابلیت فناورانه است.

نتایج مربوط به شرایط بازار نشان داد که رقابت و تقاضا آثار غیرخطی بر نوآوری دارند. سطحی از رقابت می‌تواند سازمان‌ها را به جست‌وجوی تمایز، کاهش هزینه و توسعه فناوری سوق دهد، اما رقابت بیش از حد ممکن است منابع مالی آزاد را کاهش دهد و سرمایه‌گذاری بلندمدت را محدود کند. یافته‌های Sepidbar و همکاران درباره رابطه کارآفرینی و اشتغال در استان‌های ایران نشان داد که پیامدهای کارآفرینی و نوآوری در مناطق مختلف یکسان نیست و به شرایط اقتصادی و ساختاری هر منطقه وابسته است (Sepidbar et al., 2024). این نتیجه با ماهیت زمینه‌مند نوآوری فناورانه همخوانی دارد. همچنین، Rahmani و همکاران در مطالعه آینده صنعت ورزش نشان دادند که تحولات اقتصادی، فناوری و الگوهای مصرف به‌صورت درهم‌تنیده بر آینده صنایع اثر می‌گذارند (Rahmani et al., 2024). بنابراین، سازمان‌ها باید علاوه بر شدت رقابت، ساختار بازار، قدرت خرید، بلوغ فناوری و ظرفیت منطقه‌ای را در تصمیم‌گیری‌های نوآورانه در نظر گیرند.

سیاست‌های دولتی و محیط نهادی نیز از عوامل مهم در چارچوب نهایی بودند. حمایت‌های مالی، معافیت‌های مالیاتی، زیرساخت‌های عمومی و قوانین مالکیت فکری می‌توانند هزینه و ریسک نوآوری را کاهش دهند، اما اثر آن‌ها به ثبات، قابلیت پیش‌بینی و هماهنگی سیاستی وابسته است. Rostami و همکاران در شناسایی پیشران‌های توسعه کارآفرینی انرژی‌های تجدیدپذیر نشان دادند که سیاست‌گذاری، زیرساخت، سرمایه‌گذاری و همکاری نهادی به‌صورت متقابل بر توسعه این صنعت اثر دارند (Rostami et al., 2024). Komodromos و Michaelidou نیز نشان دادند که توانمندسازی زنان در بخش فناوری مستلزم مجموعه‌ای هماهنگ از سیاست‌ها در حوزه تأمین مالی، آموزش، شبکه‌سازی و رفع موانع نهادی است (Komodromos & Michaelidou, 2026). این مطالعات تأیید می‌کنند که مداخله سیاستی تک‌بعدی معمولاً اثربخشی محدودی دارد و باید به کل ساختار سیستم و تفاوت زمان ظهور آثار توجه شود.

یافته‌های پژوهش نشان داد که تأخیرهای زمانی یکی از عناصر تعیین‌کننده در رفتار نظام نوآوری هستند. اثر آموزش بر مهارت، اثر سیاست بر زیرساخت و اثر تحقیق و توسعه بر بازده مالی بلافاصله ظاهر نمی‌شود. نادیده‌گرفتن این تأخیرها می‌تواند موجب توقف زود هنگام پروژه‌ها یا تغییر مکرر سیاست‌ها شود. برای نمونه، توسعه آموزش‌های کارآفرینانه و دیجیتالی نیازمند زمان برای تبدیل دانش به شایستگی عملی است (Purnawirawan et al., 2025; Reimers, 2024). به همین ترتیب، شکل‌گیری اکوسیستم‌های استارت‌آپی و شبکه‌های حرفه‌ای نتیجه مداخلات تدریجی و انباشت اعتماد و تجربه است (Smachylo et al., 2024). بنابراین، ارزیابی برنامه‌های نوآوری باید در افق زمانی متناسب با ماهیت مداخله انجام شود.

نتایج همچنین نشان داد که نوآوری فناورانه در صورت پیوند با اهداف اجتماعی و زیست‌محیطی، می‌تواند از سطح رشد بنگاه فراتر رود و به توسعه جامعه کمک کند. Wang و همکاران نشان دادند که کارآفرینی اجتماعی در گردشگری از طریق مشارکت جامعه و خلق ارزش مشترک می‌تواند توسعه پایدار محلی را تقویت کند (Somwethee et al., 2025). Wang et al., 2025 و همکاران نیز نقش سرمایه فکری و چابکی را در ایجاد قابلیت کارآفرینی اجتماعی و پایداری بنگاه‌های اجتماعی نشان دادند (Somwethee et al., 2025). در حوزه آموزش ورزشی نیز کارآفرینی به‌عنوان بستری برای توسعه روش‌های نوآورانه و تحقق اهداف پایداری معرفی شده است (Al-Hasnawi et al., 2026). این شواهد با نتیجه پژوهش حاضر همسو است که پیامدهای نوآوری را ترکیبی از عملکرد اقتصادی، ارزش اجتماعی، بهره‌وری و توسعه پایدار در نظر می‌گیرد.

پژوهش حاضر همچنین نشان داد که نوآوری‌های فناورانه باید با ویژگی‌های فرهنگی و نهادی جامعه سازگار باشند. Mutmainnah و همکاران نشان دادند که ادغام آموزش اقتصادی و ارزش‌های فرهنگی و دینی می‌تواند الگوهای کارآفرینی متناسب با زمینه محلی ایجاد کند (Mutmainnah et al., 2025). این نتیجه بیانگر آن است که الگوهای نوآوری قابل انتقال مکانیکی از یک محیط به محیط دیگر نیستند و

باید با ساختار اجتماعی، ارزش‌ها و نهادهای محلی هماهنگ شوند. از منظر سیستمی، عوامل فرهنگی می‌توانند بر اعتماد، پذیرش فناوری، ریسک‌پذیری، همکاری و مشروعیت فعالیت‌های نوآورانه اثر بگذارند و مسیرهای متفاوتی برای تحول ایجاد کنند.

در جمع‌بندی، چارچوب مفهومی پژوهش حاضر نشان داد که منابع مالی و فناوریانه، ورودی‌های ضروری نظام نوآوری هستند، اما اثر آن‌ها از طریق سرمایه انسانی، ظرفیت جذب، یادگیری، قابلیت‌های پویا و مدیریت سازمانی تحقق می‌یابد. شبکه‌های همکاری، شرایط بازار، محیط نهادی، زیرساخت دیجیتال و سیاست‌های عمومی نیز زمینه‌ای را فراهم می‌کنند که می‌تواند حلقه‌های تقویت‌کننده رشد نوآوری را فعال یا محدود کند. موفقیت تجاری، اعتماد شبکه‌ای، انباشت دانش و سرمایه‌گذاری مجدد، مهم‌ترین حلقه‌های تقویت‌کننده بودند؛ درحالی‌که محدودیت منابع، پیچیدگی فناوری، رقابت شدید، ضعف هماهنگی و فشار بازده کوتاه‌مدت، مهم‌ترین سازوکارهای تعدیل‌کننده را تشکیل دادند. این تبیین با مجموعه مطالعات پیشین درباره رهبری، اکوسیستم، آموزش، تجاری‌سازی، قابلیت دیجیتال، سیاست و توسعه پایدار همسو است و نشان می‌دهد که مدیریت نوآوری فناورانه مستلزم مداخله هماهنگ در چند نقطه اهرمی سیستم است.

پژوهش حاضر با چند محدودیت همراه بود. نخست، ناهمگنی مطالعات منتخب از نظر حوزه صنعتی، کشور، روش پژوهش، سطح تحلیل و تعریف نوآوری فناورانه، مقایسه مستقیم نتایج را دشوار ساخت. دوم، بخشی از روابط علی از مطالعات مقطعی یا مدل‌های مفهومی استخراج شد و در نتیجه، امکان استنباط قطعی درباره توالی زمانی همه روابط وجود نداشت. سوم، به دلیل تفاوت در نحوه گزارش نتایج، برخی مطالعات اطلاعات دقیقی درباره شدت اثر، مدت تأخیر یا شرایط مرزی روابط ارائه نکرده بودند. چهارم، محدودشدن جست‌وجو به مطالعات فارسی و انگلیسی و دوره زمانی تعیین‌شده ممکن است به حذف برخی شواهد مرتبط منجر شده باشد. پنجم، چارچوب ارائه‌شده یک چارچوب مفهومی حاصل از سنتز پژوهش‌هاست و هنوز با استفاده از داده‌های طولی یا شبیه‌سازی کمی پویایی‌شناسی سیستم آزمون نشده است.

پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده چارچوب مفهومی ارائه‌شده را در صنایع و محیط‌های نهادی مختلف به صورت تجربی آزمون کنند. استفاده از مطالعات طولی می‌تواند امکان بررسی دقیق‌تر تأخیرهای زمانی و تغییرات روابط در مراحل مختلف چرخه نوآوری را فراهم سازد. طراحی مدل‌های کمی پویایی‌شناسی سیستم و شبیه‌سازی سناریوهای سیاستی نیز می‌تواند نقاط اهرمی و پیامدهای ناخواسته مداخلات را آشکار کند. همچنین، بررسی جداگانه نوآوری‌های تدریجی، رادیکال، دیجیتال و سبز می‌تواند تفاوت ساختارهای بازخوردی آن‌ها را مشخص سازد. مطالعه نقش متغیرهایی مانند اندازه بنگاه، بلوغ دیجیتال، ساختار مالکیت، سطح توسعه منطقه‌ای و فرهنگ ملی نیز برای تعیین شرایط مرزی چارچوب ضروری است.

مدیران سازمان‌ها باید نوآوری فناورانه را به عنوان یک نظام یکپارچه مدیریت کنند و از تمرکز صرف بر افزایش بودجه تحقیق و توسعه بپرهیزند. سرمایه‌گذاری مالی باید هم‌زمان با توسعه مهارت‌های کارکنان، ظرفیت جذب، یادگیری سازمانی، زیرساخت دیجیتال و توان تجاری‌سازی انجام شود. ایجاد تیم‌های میان‌وظیفه‌ای، ثبت و انتقال تجربه پروژه‌ها، تحمل شکست‌های یادگیرنده و ارزیابی بلندمدت عملکرد می‌تواند حلقه‌های تقویت‌کننده نوآوری را فعال کند. سیاست‌گذاران نیز باید حمایت‌های مالی را با توسعه بازار، شبکه‌های همکاری، آموزش و زیرساخت نهادی هماهنگ سازند و در ارزیابی برنامه‌ها به تأخیر زمانی نتایج توجه کنند. دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی و بنگاه‌ها نیز باید سازوکارهای پایدار همکاری، انتقال دانش و حل اختلاف را ایجاد کنند تا نوآوری از مرحله تولید دانش به تجاری‌سازی و خلق ارزش اجتماعی منتقل شود.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.



مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

موازین اخلاقی

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

شفافیت داده‌ها

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

حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

References

- Al-Hasnawi, A. A. A., Kadhim, M. A. A., Aldewan, L. H., Ghazi, M., Kzar, M. H., & Ahmed, M. A. H. (2026). The Impact of Entrepreneurship on Developing Innovative Methodologies in Sports Education Sciences within the Framework of Sustainable Development. *Sustainability and Sports Science Journal*, 4(1), 32-41. <https://doi.org/10.55860/GVFQ8059>
- Amiri, S., Gholami Sofivand, H., & Akbarian, Z. (2025). Presenting a successful technology commercialization model with a teamwork approach; Application of phenomenology. *Entrepreneurship Studies and Sustainable Agricultural Development*, 12(2). https://jead.gau.ac.ir/article_7386.html?lang=en
- Atobishi, T., & Podruzsik, S. (2025). Ethical Entrepreneurial Leadership and Corporate Sustainable Development: A Resource-Based View of Competitive Advantage in Small and Medium Enterprises. *Sustainability*, 17(13), 6109. <https://doi.org/10.3390/su17136109>
- Jalali Chimeh, P., Mohammadian, A., Roshandel Arbatani, T., & Salamzadeh, A. (2025). Presenting an Entrepreneurial Competency Framework for Adolescent Education in Schools with a Sustainable Development Approach. *Public Management*, 17(2), 489-513.
- Komodromos, M., & Michaelidou, S. (2026). Empowering Women in Tech: Policy Pathways for Inclusive European Entrepreneurship. In *Women's Entrepreneurship and the Sustainable Development Goal: An Opportunity Nexus* (pp. 135-162). <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-28802-9.00008-7>
- Lee, J., & Kim, J. (2025). Analyzing Determinants' Priorities of Entrepreneurial Ecosystems for ICT Start-Ups in Sub-Saharan Africa: A Path toward Sustainable Development. *Sustainability*, 17(5), 2044. <https://doi.org/10.3390/su17052044>
- Mutmainnah, M., Waston, W., & Sholahuddin, M. (2025). Integrating Religious and Economic Education for Sustainable Development Goals (SDGs): An Analysis of Entrepreneurial Models in Indonesian Pesantren. *Profetika Jurnal Studi Islam*, 25(02), 287-302. <https://doi.org/10.23917/profetika.v25i02.7801>
- Pourjavad, E., Kabaran Zad Ghadim, M. R., & Adalatian Shahryari, J. (2024). Designing an entrepreneurial marketing model for supplying goods in the tourism industry in Khorasan Razavi province. *Entrepreneurship Studies and Sustainable Agricultural Development*, 11(3), 147-168.
- Purnawirawan, O., Sutadji, E., Mariana, R. R., Elmunsyah, H., & Ichwanto, M. A. (2025). Development and Implementation of Entrepreneurship Learning Design Procedures Based on Digital Skills in Vocational High Schools to Support the Quality of Education in the Sustainable Development Goals (SDGs). *Journal of Lifestyle and SDGs Review*, 5(2), e03668-e03668. <https://doi.org/10.47172/2965-730X.SDGsReview.v5.n02.pe03668>
- Rahmani, N., Naderi Nasab, M., Taheri, M., & Biniaz, S. A. (2024). Exploring the Future of the Sports Industry Through an Economic Lens in 2031. *International Journal of Innovation Management and Organizational Behavior (IJIMOB)*, 4(1), 170-179. <https://doi.org/10.61838/kman.ijimob.4.1.20>
- Rambe, P. (2025). Sustainable human development in Southern Africa: The frugal innovation-knowledge intensive entrepreneurship nexus. In. <https://doi.org/10.1108/978-1-83549-568-120251015>

- Razzaque, A., Lee, I., & Mangalaraj, G. (2024). The effect of entrepreneurial leadership traits on corporate sustainable development and firm performance: a resource-based view. *European Business Review*, 36(2), 177-200. <https://doi.org/10.1108/EBR-03-2023-0076>
- Reimers, F. M. (2024). Entrepreneurship education to improve the world: The role of the sustainable development goals to stimulate innovation in higher education. *Entrepreneurship Education*, 7(3), 203-217. <http://dx.doi.org/10.1007/s41959-024-00127-4>
- Rostami, S., Anousheh, M., Darvishi Satlani, F., Keshavarz Turk, A., & Mohammadi Hosseini, B. (2024). Identifying drivers of entrepreneurship development in renewable energy: Providing a structural interpretive model with a foresight approach. *Environmental Education and Sustainable Development Journal*, 13(1), 119-134.
- Sepidbar, Z., Mohammadzadeh, Y., & Nikpey Pesyan, V. (2024). Analysis of the effect of entrepreneurship index on employment in Iranian provinces: Spatial econometric approach. *The Economic Research (Sustainable Growth and Development)*, 24(1), 285-311. <https://doi.org/10.22034/24.1.285>
- Smachylo, V., Dymchenko, O., Rudachenko, O., Bozhydai, I., & Khailo, Y. (2024). *Formation of Strategies for the Development of Startup Ecosystems as a Prerequisite for Sustainable Entrepreneurship In: Semenov, A., Yepifanova, I., Kajanová, J. (eds) Data-Centric Business and Applications.* https://doi.org/10.1007/978-3-031-53984-8_1
- Somwethee, P., Ru-Zhue, J., Aujirapongpan, S., Chanthawong, A., & Usman, B. (2025). Developing social entrepreneurial capability in Thai community enterprises: The roles of intellectual capital, creating shared value, and organizational agility on sustainability. *Social Sciences & Humanities Open*, 11, 101269. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.101269>
- Urooj, S., Ullah, A., Ullah, S., & Nobanee, H. (2025). Sustainable Entrepreneurship in the Digital Era: The Role of Digital Financial Capability and Anti-Money Laundering Compliance. *Business Strategy & Development*, 8(3), e70147. <https://doi.org/10.1002/bsd2.70147>
- Wang, S., Zhang, H., & Li, X. (2025). Social entrepreneurship in tourism and sustainable community development. *Sustainable Development*, 33(1), 215-229. <https://doi.org/10.1002/sd.2761>
- Xu, S., Anser, M. K., & Shahzad, M. F. (2024). Exploring the nexuses between international entrepreneurship and sustainable development of organizational goals: Mediating role of artificial intelligence technologies. *Environment, Development and Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s10668-024-05478-5>