



Designing a Sustainable School Model Based on the Fourth Industrial Revolution in Iran's Primary Education System

Marzieh Karimi¹, Kambiz Esmailnia^{2*}, Tayebeh Tajari³, Kolsoom Gholami Andarati⁴

1. PhD Student, Department of Educational Sciences, Go.C., Islamic Azad University, Gorgan, Iran.
2. Department of Educational Management, Go.C., Islamic Azad University, Gorgan, Iran (Corresponding Author).
3. Assistant Professor, Department of Educational Sciences Education, Farhangian University, Tehran, Iran.
4. Assistant Professor, Department of Educational Sciences Education, Farhangian University, Gorgan, Iran.

❖ **Corresponding Author Email:** kambiz.shirvani@iau.ac.ir

Research Paper

Receive: 2025/10/27
Accept: 2026/03/18
Initial Publish: 2026/07/20
Final Publish: 2026/09/23

Keywords:

Sustainable school; Fourth Industrial Revolution; Primary education; Digital transformation; Paradigmatic model

Article Cite:

Karimi, M., Esmailnia, K., Tajari, T., & Gholami Andarati, K. (2026). Designing a Sustainable School Model Based on the Fourth Industrial Revolution in Iran's Primary Education System. *Sociology of Education*. 12(3): 1-22.

Abstract

Purpose: This study aimed to design and validate a conceptual model for implementing sustainable schools aligned with the requirements of the Fourth Industrial Revolution in Iran's primary education system.

Methodology: A sequential qualitative design was employed, combining grounded theory with the systematic approach of Corbin and Strauss and a Delphi validation process. Data were collected through semi-structured interviews with 21 academic and organizational experts and analyzed using open, axial, and selective coding. In the validation phase, 16 senior educational managers and expert teachers participated in three Delphi rounds. Content validity was confirmed through expert review, and reliability was verified using test-retest procedures.

Findings: The analysis resulted in a paradigmatic model comprising 11 main categories, 27 subcategories, and 119 indicators organized into six dimensions: causal conditions, contextual conditions, intervening conditions, core phenomenon, strategies, and consequences. Kendall's coefficient of concordance in the final Delphi round exceeded 0.85, indicating strong expert consensus. Cyber-physical infrastructure, continuous professional development, and improvement of teaching-learning quality emerged as the highest-priority components.

Conclusion: The proposed model provides an integrated framework for guiding digital transformation and sustainable development in primary schools and offers a practical roadmap for aligning Iran's primary education system with the principles and opportunities of the Fourth Industrial Revolution.



<https://doi.org/10.61838/kman.soc.684>



Creative Commons: CC BY 4.0

Detailed Abstract

Introduction

The Fourth Industrial Revolution (4IR) has emerged as a defining paradigm of contemporary transformation, characterized by the convergence of digital, physical, and biological technologies and by the rapid diffusion of artificial intelligence, cyber-physical systems, big data, and the Internet of Things across social institutions. Unlike previous industrial revolutions, 4IR is distinguished by exponential change, high uncertainty, and systemic complexity, fundamentally altering how organizations operate, how individuals learn, and how societies reproduce knowledge and skills (George, 2024; Ślusarczyk, 2018). Education systems, as core mechanisms of human capital formation and social sustainability, are therefore positioned not merely as passive recipients of these changes but as active drivers shaping the capacity of societies to adapt to and govern technological transformation (Fomunyan, 2019; Shaturaev, 2023).

A growing body of literature emphasizes that educational institutions must move beyond incremental digitalization toward structural and cultural transformation aligned with the logic of 4IR (Dalenogare et al., 2018; Molino et al., 2020). In this context, sustainability has become a central organizing principle of educational reform. Sustainable education is no longer limited to environmental awareness or resource efficiency; rather, it encompasses social equity, institutional resilience, long-term learning effectiveness, and the development of future-oriented competencies (Moschopoulou & Karakatsani, 2020; Sart, 2022). Schools are increasingly expected to function as learning ecosystems that integrate technological innovation, ethical responsibility, community engagement, and adaptive governance.

The concept of the “sustainable school” reflects this holistic orientation. A sustainable school is understood as an institution that embeds sustainability principles not only in curriculum content but also in leadership practices, organizational culture, infrastructure, and stakeholder relationships. Under the conditions of the Fourth Industrial Revolution, this concept acquires new dimensions, as advanced technologies create both unprecedented opportunities for enhancing learning quality and significant risks related to inequality, resistance to change, and misalignment with educational values (Ramadhani et al., 2024; Vyshnevskyi et al., 2019).

While international research has extensively examined the implications of 4IR for higher education, smart universities, and workforce development (Al-Shoqran & Shorman, 2021; Gupta, 2022; Matthews et al., 2021), comparatively limited attention has been paid to primary education as the foundational stage of competency formation. Yet, theoretical and empirical studies suggest that many of the cognitive, social, and digital skills required in the 4IR era must be cultivated from early schooling to ensure long-term educational sustainability (Munir et al., 2022; Shaturaev, 2023).

In the Iranian context, this challenge is intensified by structural constraints, resource limitations, and the need for culturally and institutionally grounded reform strategies. Research indicates that technology-driven educational reforms in Iran often face barriers related to governance, human resource readiness, organizational culture, and policy coherence (Firouzbakht & Rezaeean, 2022; Ziaei Nafchi, 2019). At the same time, national and international studies underscore the strategic importance of aligning educational transformation with broader development goals, including sustainability, social participation, and innovation capacity (Goudarzi et al., 2025; Tarin et al., 2023).

Taken together, the literature reveals a critical gap: the absence of an integrated, context-sensitive model that systematically explains how sustainable primary schools can be designed and institutionalized under the conditions of the Fourth Industrial Revolution. Addressing this gap requires an exploratory approach capable of capturing the complex interactions among technological, human, organizational, and policy-related factors (George, 2024; Shakiri, 2023).

Methods and Materials

This study adopted a sequential qualitative research design. In the first phase, a grounded theory approach based on the systematic procedures of open, axial, and selective coding was employed to explore the dimensions and components of a sustainable school model grounded in the Fourth Industrial Revolution. Data were collected through semi-structured, in-depth interviews with 21 experts, including university faculty members in education, educational management, and information technology, as well as senior educational administrators and specialists with extensive professional experience. Sampling was conducted using the snowball technique and continued until theoretical saturation was achieved.

In the second phase, the preliminary model derived from the qualitative analysis was subjected to validation through a Delphi technique. Sixteen experts, consisting of senior educational managers, experienced teachers, and policy specialists with more than 25 years of service, participated in three iterative Delphi rounds. A structured expert checklist was used to assess the relevance, importance, and coherence of the identified components. Descriptive statistical analyses were applied to examine consensus levels across rounds, and test–retest procedures were used to ensure reliability.

Findings

The qualitative analysis resulted in the identification of 119 indicators organized into 27 subcategories and 11 main categories. These categories were integrated into a paradigmatic model comprising six core dimensions: causal conditions, contextual conditions, intervening conditions, the central phenomenon, strategic actions, and outcomes.

Causal conditions included transformative educational governance, cyber–physical school infrastructure, digital competencies of teachers and principals, technology-oriented curriculum and assessment, and a sustainable participation ecosystem. Contextual conditions encompassed organizational culture, financial and material resources, accessibility of digital infrastructure, readiness for digital transformation, and macro-level governmental support. Intervening conditions highlighted teacher training in technology, technical support services, inter-organizational collaboration, legal and regulatory frameworks, and the provision of advanced educational technologies.

The central phenomenon was conceptualized as the sustainable school based on the Fourth Industrial Revolution, characterized by innovative educational strategies and sustainable school-level management. Strategic actions involved continuous professional development, implementation of digital infrastructures, stakeholder engagement, flexible and technology-driven curricula, and systematic evaluation and optimization of educational processes.

Outcomes included improved quality of teaching and learning, expanded access to learning resources and opportunities, enhanced digital competencies, increased inter-organizational and social participation, and long-term efficiency and sustainability of educational processes.

The Delphi validation indicated a high level of expert consensus across all dimensions. Kendall's coefficients of concordance in the final round exceeded accepted thresholds, confirming the stability and credibility of the proposed model. Among all components, cyber–physical infrastructure, continuous professional development, and improvement of learning quality received the highest priority ratings.

Discussion and Conclusion

The findings demonstrate that designing a sustainable primary school under the conditions of the Fourth Industrial Revolution is inherently a systemic endeavor. The results confirm that technological adoption alone is insufficient; rather, sustainability emerges from the dynamic alignment of governance, human capital, organizational culture, and strategic collaboration. The prominence of cyber–physical infrastructure and transformative governance highlights the importance of coherent policy frameworks and institutional leadership in guiding digital transformation.

The emphasis on teachers' and principals' digital competencies reinforces the view that the human dimension remains central in technologically advanced educational environments. Sustainable schools require educators who can integrate technology pedagogically, ethically, and creatively, rather than merely using digital tools instrumentally. The identification of curriculum flexibility and innovative assessment as strategic actions further underscores the shift from content transmission toward competency-based, learner-centered education.

At the contextual level, the role of organizational culture and stakeholder readiness illustrates that sustainability is as much a cultural process as it is a technical one. Resistance to change, if unaddressed, can undermine even well-designed technological initiatives. Conversely, participatory ecosystems and inter-organizational partnerships can amplify the impact of school-based reforms by mobilizing external resources and social capital.

Overall, the proposed model provides a comprehensive and contextually grounded framework for understanding and guiding the transformation of primary schools toward sustainability in the era of the Fourth Industrial Revolution. By articulating the interdependencies among conditions, strategies, and outcomes, the model offers both theoretical insight and practical guidance for policymakers, school leaders, and educational planners seeking to align primary education with future societal needs.



جامعه‌شناسی آموزش و پرورش

طراحی مدل مدرسه پایدار مبتنی بر انقلاب صنعتی چهارم در دوره ابتدایی نظام آموزشی ایران

مرضیه کریمی^۱، کامبیز اسماعیل‌نیا^{۲*}، طیبه تجری^۳، کلثوم غلامی اندراتی^۴

۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم تربیتی، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران.

۲. گروه مدیریت آموزشی، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران (نویسنده مسئول).

۳. استادیار، گروه آموزش علوم تربیتی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران.

۴. استادیار، گروه آموزش علوم تربیتی، دانشگاه فرهنگیان، گرگان، ایران.

✦ ایمیل نویسنده مسئول: kambiz.shirvani@iau.ac.ir

چکیده

مقاله تحقیقاتی

هدف: هدف این پژوهش، طراحی و اعتباریابی یک مدل مفهومی برای استقرار مدرسه پایدار مبتنی بر الزامات و ظرفیت‌های انقلاب صنعتی چهارم در دوره ابتدایی نظام آموزشی ایران است.

روش‌شناسی: پژوهش با رویکرد کیفی متوالی انجام شد که در مرحله نخست از نظریه داده‌بنیاد با رهیافت نظام‌مند کوربین و اشتراوس و در مرحله دوم از تکنیک دلفی استفاده گردید. داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۲۱ خبره دانشگاهی و سازمانی گردآوری و با کدگذاری باز، محوری و انتخابی تحلیل شدند. در مرحله اعتباریابی، ۱۶ خبره با سابقه مدیریتی و آموزشی بیش از ۲۵ سال طی سه دور دلفی به ارزیابی مؤلفه‌های استخراج‌شده پرداختند. روایی از طریق بازبینی خبرگان و پایایی با آزمون مجدد تأیید شد.

یافته‌ها: نتایج منجر به تدوین یک مدل پارادایمی شامل ۱۱ طبقه اصلی، ۲۷ مقوله فرعی و ۱۱۹ شاخص شد که در قالب شش بُعد شرایط علی، زمینه‌ای، مداخله‌ای، پدیده محوری، راهبردها و پیامدها سازمان‌دهی گردید. ضرایب هماهنگی کندال در دور نهایی دلفی (بیش از ۰.۸۵) حاکی از اجماع بالای خبرگان بر اعتبار مؤلفه‌های مدل بود. مؤلفه‌های زیرساخت‌های سایبری-فیزیکی، توسعه حرفه‌ای معلمان و بهبود کیفیت آموزش بالاترین اولویت را کسب کردند.

نتیجه‌گیری: مدل پیشنهادی چارچوبی منسجم برای سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی مدرسه پایدار در دوره ابتدایی فراهم می‌کند و می‌تواند به‌عنوان نقشه راه تحول دیجیتال، ارتقای پایداری آموزشی و هم‌راستاسازی نظام آموزش ابتدایی با انقلاب صنعتی چهارم مورد استفاده قرار گیرد.

استناد مقاله:

کریمی، مرضیه، اسماعیل‌نیا، کامبیز، تجری، طیبه، و غلامی اندراتی، کلثوم. (۱۴۰۵). طراحی مدل مدرسه پایدار مبتنی بر انقلاب صنعتی چهارم در دوره ابتدایی نظام آموزشی ایران. جامعه‌شناسی آموزش و پرورش، ۱۲(۳): ۱-۲۲.



<https://doi.org/10.61838/kman.soc.684>



Creative Commons: CC BY 4.0

مقدمه

در دهه‌های اخیر، جهان شاهد تحولات عمیق و شتابانی بوده است که نه تنها ساختارهای اقتصادی و صنعتی، بلکه بنیان‌های اجتماعی، فرهنگی و آموزشی جوامع را نیز به‌طور اساسی دگرگون کرده است. این تحولات که ذیل مفهوم «انقلاب صنعتی چهارم» صورت‌بندی می‌شوند، با ویژگی‌هایی همچون هم‌گرایی فناوری‌های دیجیتال، فیزیکی و زیستی، گسترش هوش مصنوعی، اینترنت اشیاء، کلان‌داده‌ها و سیستم‌های سایبری-فیزیکی شناخته می‌شوند و منطق جدیدی از تولید، مدیریت، یادگیری و زیست اجتماعی را رقم زده‌اند (George, 2024; Ślusarczyk, 2018). برخلاف انقلاب‌های صنعتی پیشین که عمدتاً بر مکانیزاسیون، الکتریسیته یا اتوماسیون خطی استوار بودند، انقلاب صنعتی چهارم با سرعت نمایی، عدم قطعیت بالا و پیچیدگی ساختاری، مرزهای سنتی میان انسان و ماشین، آموزش و کار، و دانش و مهارت را بازتعریف کرده است (Molino et al., 2020; Moschopoulou & Karakatsani, 2020).

در این چارچوب نوین، آموزش و به‌ویژه نظام‌های آموزشی، نه تنها به‌عنوان متأثران منفعل این تحولات، بلکه به‌عنوان کنشگران کلیدی در شکل‌دهی به آینده جوامع مطرح می‌شوند. پژوهشگران متعددی بر این نکته تأکید کرده‌اند که بدون بازاندیشی اساسی در اهداف، محتوا، روش‌ها و ساختارهای آموزشی، امکان انطباق پایدار با الزامات انقلاب صنعتی چهارم وجود نخواهد داشت (Fomunyan, 2019; Shaturaev, 2023). از این منظر، آموزش صرفاً انتقال دانش نظری نیست، بلکه فرآیندی استراتژیک برای پرورش شایستگی‌های آینده‌محور نظیر تفکر انتقادی، حل مسئله، خلاقیت، سواد دیجیتال و یادگیری مادام‌العمر محسوب می‌شود (Matthews et al., 2021; Munir et al., 2022).

یکی از مفاهیم محوری که در پیوند میان آموزش و تحولات فناورانه معاصر برجسته شده، مفهوم «پایداری» است. توسعه پایدار، به‌عنوان رویکردی جامع برای پاسخ به چالش‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی، مستلزم نظام‌های آموزشی‌ای است که بتوانند ارزش‌ها، نگرش‌ها و مهارت‌های لازم برای زیست مسئولانه در جهان پیچیده امروز را در نسل‌های آینده نهادینه کنند (Moschopoulou & Karakatsani, 2020; Sart, 2022). در این میان، مدرسه به‌عنوان نخستین و بنیادی‌ترین نهاد رسمی تربیت اجتماعی، نقشی تعیین‌کننده در تحقق آموزش برای توسعه پایدار ایفا می‌کند. ایده «مدرسه پایدار» ناظر بر مدرسه‌ای است که نه تنها در محتوای آموزشی، بلکه در مدیریت، فرهنگ سازمانی، زیرساخت‌ها و تعامل با جامعه، اصول پایداری را به‌صورت یکپارچه دنبال می‌کند (Moschopoulou & Karakatsani, 2020).

با ورود انقلاب صنعتی چهارم، مفهوم مدرسه پایدار نیز دچار تحول معنایی شده است. مدرسه پایدار دیگر صرفاً به مصرف بهینه انرژی یا آموزش محیط‌زیست محدود نمی‌شود، بلکه شامل بهره‌گیری هوشمندانه از فناوری‌های نوین برای ارتقای کیفیت یادگیری، عدالت آموزشی، مشارکت ذی‌نفعان و کارآمدی بلندمدت نظام آموزشی است (Dalenogare et al., 2018; Vyshnevskiy et al., 2019). فناوری‌های نسل چهارم این ظرفیت را دارند که مدارس را به محیط‌هایی پویا، یادگیرنده و سازگار با تغییرات سریع تبدیل کنند، مشروط بر آنکه زیرساخت‌های فنی، سرمایه انسانی و چارچوب‌های مدیریتی لازم فراهم شده باشد (Molino et al., 2020; Shakiri, 2023).

در سطح جهانی، مطالعات متعددی به بررسی پیامدهای انقلاب صنعتی چهارم بر آموزش عالی و دانشگاه‌ها پرداخته‌اند و مفاهیمی همچون دانشگاه هوشمند، اکوسیستم‌های نوآوری آموزشی و آموزش کارآفرینانه دیجیتال را مطرح کرده‌اند (Al-Shoqran & Shorman, 2021; Gupta, 2022; Jumali et al., 2024). با این حال، توجه به مقطع آموزش عمومی و به‌ویژه دوره ابتدایی، به‌عنوان زیربنای شکل‌گیری نگرش‌ها و شایستگی‌های بنیادین، همچنان با خلأهای نظری و تجربی مواجه است (Munir et al., 2022; Shaturaev, 2023). در حالی که بسیاری از مهارت‌های مرتبط با زیست در عصر دیجیتال باید از سنین پایین در دانش‌آموزان پرورش یابد، مدل‌های منسجم و بومی‌سازی‌شده‌ای که بتوانند پیوند میان پایداری آموزشی و الزامات انقلاب صنعتی چهارم را در سطح مدرسه ابتدایی تبیین کنند، کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند (Fomunyan, 2019).

در بافت ایران نیز، نظام آموزشی با چالش‌های مضاعفی روبه‌روست. از یک‌سو، فشارهای ناشی از تحولات فناورانه جهانی و ضرورت هم‌سویی با اقتصاد و جامعه دانش‌بنیان، و از سوی دیگر، محدودیت‌های ساختاری، منابعی و فرهنگی، فرآیند تحول آموزشی را پیچیده کرده است (Goudarzi et al., 2025). پژوهش‌های داخلی نشان می‌دهند که پیاده‌سازی فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم بدون توجه به آمادگی سرمایه انسانی، فرهنگ

سازمانی و نظام حکمرانی آموزشی، با مقاومت در برابر تغییر و کاهش اثربخشی مواجه می‌شود (Ramadhani et al., 2024; Shakiri, 2023). همچنین، نقش سیاست‌گذاری کلان، حمایت دولت و طراحی راهبردهای بومی برای بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، در موفقیت یا شکست برنامه‌های تحول دیجیتال آموزشی تعیین‌کننده است (Firouzbakht & Rezaeean, 2022; Goudarzi et al., 2025).

از منظر مدیریت و منابع انسانی نیز، انقلاب صنعتی چهارم مستلزم بازتعریف نقش معلمان و مدیران مدارس است. معلم در مدرسه پایدار مبتنی بر فناوری، دیگر صرفاً انتقال‌دهنده محتوا نیست، بلکه تسهیل‌گر یادگیری، طراح تجربه‌های آموزشی و الگوی یادگیری مادام‌العمر به شمار می‌رود (Bhardwaj & Tiwari, 2024; Matthews et al., 2021). مدیر مدرسه نیز باید از شایستگی‌های رهبری تحول‌آفرین، سواد دیجیتال و توانایی مدیریت تغییر برخوردار باشد تا بتواند مدرسه را در مسیر پایداری و نوآوری هدایت کند (Hoseini Moghadam, 2023; Shakiri, 2023). مطالعات نشان می‌دهند که بدون توسعه حرفه‌ای مستمر و حمایت ساختاری از معلمان و مدیران، فناوری‌های پیشرفته نه تنها به بهبود کیفیت آموزش منجر نمی‌شوند، بلکه ممکن است شکاف‌های آموزشی و نابرابری‌های موجود را تشدید کنند (Molino et al., 2020; Ramadhani et al., 2024).

علاوه بر این، انقلاب صنعتی چهارم موجب شکل‌گیری اکوسیستم‌های جدیدی از همکاری میان نهادهای آموزشی، صنایع، استارت‌آپ‌ها و جامعه مدنی شده است. این اکوسیستم‌ها می‌توانند منابع مالی، دانشی و فناورانه لازم برای تحقق مدرسه پایدار را فراهم آورند و مدارس را از نهادهایی بسته به بازیگرانی فعال در شبکه‌های یادگیری و نوآوری تبدیل کنند (Jumali et al., 2024; Korohodova et al., 2020). در ایران نیز، تقویت پیوند میان آموزش عمومی، دانشگاه‌ها و بخش‌های فناورانه، به‌عنوان یکی از الزامات توسعه پایدار آموزشی مطرح شده است (Firouzbakht & Rezaeean, 2022; Hoseini Moghadam, 2023).

با وجود اهمیت این مباحث، مرور ادبیات نشان می‌دهد که بیشتر پژوهش‌ها یا به‌صورت پراکنده به برخی ابعاد انقلاب صنعتی چهارم پرداخته‌اند، یا تمرکز اصلی آن‌ها بر آموزش عالی و سازمان‌های صنعتی بوده است (George, 2024; Tseng et al., 2020). فقدان یک مدل جامع که بتواند به‌صورت نظام‌مند، شرایط علی، زمینه‌ای، مداخله‌ای، راهبردها و پیامدهای استقرار مدرسه پایدار مبتنی بر انقلاب صنعتی چهارم را در دوره ابتدایی نظام آموزشی ایران تبیین کند، به‌عنوان یک خلأ علمی و کاربردی قابل توجه مطرح است (Sart, 2022; Shaturaev, 2023).

بر این اساس، نیاز به پژوهشی که با رویکردی اکتشافی و بومی، دیدگاه‌های خبرگان حوزه آموزش، مدیریت و فناوری را تلفیق کرده و چارچوبی منسجم برای سیاست‌گذاری و عمل آموزشی ارائه دهد، بیش از پیش احساس می‌شود (Goudarzi et al., 2025; Tarin et al., 2023). چنین مدلی می‌تواند به تصمیم‌گیران آموزشی کمک کند تا فراتر از رویکردهای مقطعی و فناورمحور، به طراحی سیستمی مدرسه‌ای بیندیشند که هم‌زمان پاسخ‌گوی الزامات انقلاب صنعتی چهارم و اهداف توسعه پایدار باشد (Fomunyan, 2019; Sart, 2022).

بنابراین، هدف این مطالعه طراحی یک مدل مدرسه پایدار مبتنی بر انقلاب صنعتی چهارم در دوره ابتدایی نظام آموزشی ایران است.

روش‌شناسی پژوهش

روش تحقیق بصورت کیفی متوالی بوده است که در بخش طراحی مدل از روش داده بنیاد با رهیافت نظام‌مند اشتراوس و کوربین^۱ (۱۹۹۸) با کدگذاری باز، محوری و انتخابی و در بخش اعتباریابی از روش دلفی رویکرد هلمر و دالکی^۲ (۱۹۹۷) استفاده گردید. در مرحله کیفی، از خبرگان و متخصصان بهره گرفته شد تا مصاحبه‌ها از اعتبار مناسبی برخوردار باشد. مشارکت کنندگان تحقیق در بخش طراحی مدل، سه دسته بدین شرح بودند: ۱. خبرگان دانشگاهی بشرح: اعضاء هیئت علمی رشته‌های علوم تربیتی، مدیریت آموزشی، مهندسی فناوری اطلاعات، مدیریت فناوری اطلاعات و مدیریت صنعتی در مراکز آموزش عالی،

¹ Strauss & Corbin

² Helmer and Dalkey

۲. خبرگان سازمانی بشرح: مدیران عالی و کارشناسان متخصص در حوزه مدیریت آموزشی و مدیریت فناوری اطلاعات در نظام آموزش و پرورش و

۳. صاحب‌نظران و دارندگان تالیفات علمی در مباحث‌های «توسعه آموزشی، آموزش پایدار و مدرسه پایدار» و «بکارگیری تکنولوژی‌های انقلاب صنعتی چهارم در آموزش» می‌باشد.

خصوصیات مشارکت کنندگان تحقیق در بخش کیفی، بدین شرح بود: ۱. داشتن تحصیلات مرتبط و یا آثار علمی مرتبط با مباحث‌های «توسعه آموزشی، آموزش پایدار و مدرسه پایدار»، ۲. داشتن تحصیلات مرتبط و یا آثار علمی مرتبط با مباحث‌های «بکارگیری تکنولوژی‌های انقلاب صنعتی چهارم در آموزش» و ۳. داشتن سابقه اجرایی مرتبط با موضوع تحقیق در نظام آموزشی کشور.

به منظور نمونه‌گیری در این بخش، طیفی از آگاهان کلیدی در زمینه موضوع تحقیق با روش نمونه‌گیری گلوله برفی^۱ انتخاب شد. این انتخاب و نظرسنجی، تا رسیدن به اشباع نظری ادامه یافت و پس از آن متوقف شد. منظور از اشباع نظری، به اشباع رسیدن نظرات مطرح شده خبرگان در چند مصاحبه آخر از خبرگان بوده، بطوریکه از تحلیل محتوای مصاحبه‌های پایانی، موارد جدیدی بدست نیاید. در جدول (۱) مشخصات ۲۱ خبره به شرح زیر آمده است.

جدول ۱. اطلاعات مصاحبه‌شوندگان

ردیف	جنسیت	رشته تحصیلی	مدرک تحصیلی	سابقه (سال)	پست سازمانی یا شغل	کد
۱	مرد	مدیریت آموزشی	دانشجوی دکتری	۲۴	آموزش و پرورش	N1
۲	زن	مدیریت آموزشی	دکتری	۹	عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی	N2
۳	زن	مهندسی اطلاعات	مدیریت فناوری	۱۹	عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی	N3
۴	مرد	مهندسی اطلاعات	مدیریت فناوری	۱۷	آموزش و پرورش	N4
۵	مرد	مهندسی اطلاعات	مدیریت فناوری	۲۲	مدرس دانشگاه آزاد اسلامی و مدیر موسسه آموزشی خصوصی	N5
۶	مرد	مدیریت آموزشی	دکتری	۲۶	عضو هیئت علمی وزارت علوم	N6
۷	مرد	مدیریت آموزشی	کارشناسی ارشد	۱۴	آموزش و پرورش	N7
۸	مرد	مدیریت آموزشی	دکتری	۱۸	عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی	N8
۹	زن	مهندسی کامپیوتر - هوش مصنوعی	کارشناسی ارشد	۲۱	آموزش و پرورش	N9
۱۰	مرد	مهندسی کامپیوتر - هوش مصنوعی	دانشجوی دکتری	۱۲	آموزش و پرورش	N10
۱۱	مرد	مدیریت آموزشی	دکتری	۲۵	عضو هیئت علمی وزارت علوم	N11
۱۲	مرد	مدیریت آموزشی	دکتری	۱۷	عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی	N12
۱۳	مرد	مهندسی اطلاعات	مدیریت فناوری	۱۹	آموزش و پرورش	N13
۱۴	مرد	مدیریت آموزشی	دانشجوی دکتری	۲۲	مدرس دانشگاه آزاد اسلامی و مدیر موسسه آموزشی خصوصی	N14

¹ Snowball sampling

N15	۱۵	زن	مهندسی اطلاعات	مدیریت فناوری	دکتری	۸	عضو هیئت علمی وزارت علوم
N16	۱۶	زن	مهندسی مصنوعی	کامپیوتر - هوش	دانشجوی دکتری	۱۸	آموزش و پرورش
N17	۱۷	زن	مدیریت آموزشی		دکتری	۱۴	عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی
N18	۱۸	زن	مدیریت آموزشی		کارشناسی ارشد	۲۳	آموزش و پرورش
N19	۱۹	مرد	مدیریت آموزشی		دانشجوی دکتری	۲۴	آموزش و پرورش
N20	۲۰	مرد	مهندسی IT		دکتری	۲۲	مدرس دانشگاه آزاد اسلامی و مدیر شرکت خصوصی فعال در خدمات
N21	۲۱	زن	مهندسی IT		دکتری	۲۶	مدرس دانشگاه آزاد اسلامی و مدیر شرکت خصوصی فعال در خدمات

روش نمونه‌گیری در بخش اعتباریابی، به صورت غیرتصادفی هدفمند بوده که تعداد ۱۶ خبره از بین مشارکت کنندگان این بخش که شامل مدیران عالی، کارشناسان ارشد مدیریت آموزشی و مدیریت فناوری اطلاعات و معلمان نمونه استانی مقطع ابتدائی با سابقه بیش از ۲۵ سال در آموزش و پرورش استان گلستان، بودند با بکارگیری این تکنیک نمونه‌گیری انتخاب گردیدند.

از مصاحبه نیمه ساختاریافته به عنوان ابزار جمع آوری داده‌ها در بخش طراحی مدل استفاده شده و ابزار گردآوری اطلاعات در بخش اعتباریابی، چک لیست خبره سنجی بوده است. برای تعیین روایی و پایایی ابزار بخش طراحی مدل (مصاحبه نیمه ساختاریافته)، از بررسی‌های لازم شامل مقبولیت (بازنگری خبرگان) و قابلیت تأیید (بازبینی مجدد خبرگان) و روش توافق درون موضوعی (۰/۸۲)، استفاده گردید. بطوریکه برای تعیین روایی، متن تایپ شده پنج مصاحبه اولیه به همراه کدگذاری اولیه‌ای که براساس این پنج مصاحبه بدست آمد، در اختیار خبرگانی که آنان مصاحبه بعمل آمده بود، قرار گرفت تا آنان در مورد، برداشت‌ها و استنباط‌هایی که مصاحبه گر از مصاحبه آنان، کرده بود، اعمال نظر کنند. در صورت مغایرت و نیاز به اصلاح بر روی موارد تایپ شده از روی مصاحبه، اصلاحات انجام گرفتند تا آنچه که مدنظر خبرگان بوده، مورد تحلیل قرار گیرد. برای تعیین پایایی، در این پژوهش برای قابلیت تأیید در مرحله پایانی، طبقات به دست آمده به چند نفر از مشارکت کنندگان اولیه به منظور بازبینی و تأیید برگردانده شده و نکات پیشنهادی اعمال شد. برای روایی داده‌ها در مرحله اعتباریابی (چک لیست نظرسنجی)، محتوای چک لیست نظرسنجی از نظر قابل فهم بودن، رسابودن و گویا بودن مورد تأیید چند تن از خبرگان دانشگاهی و سازمانی قرار گرفت و موارد اصلاحی رفع شده تا چک لیست خبره سنجی از اعتبار لازم برخوردار باشد. به منظور بررسی پایایی چک لیست خبره سنجی بمنظور تعیین مولفه‌های نهایی، از روش آزمون مجدد استفاده شده است که به همین منظور، ابزار چک لیست بین ۱۰ نفر از مشارکت کنندگان در دو نوبت متفاوت با بازه زمانی دوهفته پخش شده و ضریب همبستگی بین نتایج حاصل از نوبت اول با نوبت دوم، در محیط نرم افزار SPSS به مقدار ۰/۸۹ محاسبه شده و لذا، پایایی ابزار مورد تأیید قرار گرفت.

روش تجزیه و تحلیل بخش کیفی: در بخش طراحی مدل از روش داده بنیاد با رویکرد کوربین و اشتراوس (۱۹۹۸) استفاده شد. در نظریه داده بنیاد، روش تحلیل اینگونه است که هر قسمت از داده‌ها، بلافاصله بعد از گردآوری آن قسمت (به طور موازی) مورد تحلیل قرار می‌گیرد. سپس محقق رهنمودهایی را از تحلیل داده‌های اولیه، برای دسترسی به داده‌های بعدی دریافت می‌کند. این رهنمودها می‌توانند از مقوله‌های توسعه نیافته، خلأهای اطلاعاتی و یا افرادی که نسبت به پدیده بصیرت کافی دارند، حاصل شود. پس از کسب این رهنمودها، پژوهشگر برای گردآوری داده‌های دیگر وارد محیط پژوهش می‌شود. فرآیند زیگزاکی در گردآوری و تحلیل داده‌ها تا زمانی پیش می‌رود که پژوهشگر به اشباع طبقات دست یابد (کرسول، ۱۴۰۲). در نظریه مبنایی، تجزیه و تحلیل از سه نوع کدگذاری تشکیل شده است که عبارت است از:

۱. کدگذاری باز، ۲. کدگذاری محوری و ۳. کدگذاری انتخابی (کوربین و اشتراوس، ۱۴۰۳).

روش تجزیه و تحلیل بخش اعتباریابی: در بخش اعتباریابی، اعتباریابی مولفه‌های شناسایی شده در بخش کیفی با تعیین میزان اهمیت آنان در تبیین مدل، با نظرسنجی از خبرگان و بکارگیری تکنیک دلفی^۱ و انجام محاسبات توصیفی در نرم افزار SPSS، انجام گرفت که از چک لیست نظرسنجی طی سه راند استفاده شد. روش دلفی یکی از روش‌های تحقیق کیفی است که از آن به منظور دستیابی به اجماع در تصمیم‌گیری‌های گروهی استفاده می‌شود. در عمل، روش دلفی یک سری از پرسشنامه‌ها یا دورهای^۲ متوالی به همراه بازخورد کنترل شده‌ای است که تلاش دارد به اتفاق نظر میان یک گروه از افراد متخصص^۳ درباره یک موضوع خاص دست یابد. روش دلفی در مجموع در سه دور به انجام رسید که در این بخش یافته‌های حاصل از هر دور به تفکیک ارائه گردید. محقق برای نظرسنجی از خبرگان، مولفه‌های هر یک از پنج دسته شرایط علی، شرایط زمینه‌ای، شرایط مداخله‌ای، راهبرها و پیامدها را در قالب چک لیست نظرسنجی ۵ گزینه‌ای با میزان اهمیت (۱ کمترین) تا (۵ بیشترین) در اختیار گروه خبرگان قرار داد. فاصله زمانی هر یک از دورهای دلفی، یک هفته بوده و بعد از راند اول، یک هفته بعد، راند دوم دلفی انجام شد و به همین نحو، در هفته بعدی، راند سوم دلفی انجام گرفت. در این پژوهش، روش دلفی در مجموع در سه دور به انجام رسید.

یافته‌های پژوهش

الف- بخش کیفی

محور اصلی پژوهش مربوط به کاوش و اکتشاف عوامل متأثر در خصوص طبقه اصلی، مقوله فرعی و معیارهای مربوط به مدل «مدرسه پایدار مبتنی بر انقلاب صنعتی چهارم در دوره ابتدایی نظام آموزشی ایران» به عنوان مفهوم اصلی بود. برای نیل به این موضوع، طبقه اصلی، مقوله فرعی و نشانگرها با عنایت به ۱. کدگذاری باز (در دو مرحله کدگذاری اولیه و کدگذاری ثانویه)، ۲. کدگذاری محوری و ۳. کدگذاری انتخابی، داده‌های حاصل از تحلیل محتوای مصاحبه‌های عمیق و اکتشافی با خبرگان کلیدی و انجام پالایش کدهای مفهومی ارائه گردید. بر این اساس برای انجام کدگذاری باز گام اول، داده‌ها در سطح جمله و عبارت برای هر یک از مصاحبه‌ها مورد بررسی قرار گرفت و کدهای مفهومی از رونوشت مصاحبه‌ها استخراج شدند. در مرحله بعدی با انجام پالایش و عمل کاهش، مقوله‌های فرعی و نشانگرها در قالب طبقه اصلی سازمان‌دهی شده و با بررسی مستمر نام‌گذاری شدند. به منظور اطمینان از سازمان‌دهی مناسب هر یک از طبقه‌های اصلی و مقوله‌های فرعی، مجدداً رونوشت مصاحبه‌ها واریسی شد و این امر با مرور نشانگرها به منظور رسیدن به اشباع منطقی برای طبقه اصلی و مقوله فرعی صورت گرفت. کدگذاری باز و محوری، زمانی متوقف گردید که یک طبقه‌بندی معنادار پس از چندین بررسی درباره رونوشت مصاحبه‌ها حاصل شد.

الف- گام اول: کدگذاری باز- مرحله کدگذاری اولیه: طبق رویکرد نظام‌مند اشتراوس و کوربین (۱۹۹۸)، کدگذاری باز، شامل دو مرحله کدگذاری اولیه و کدگذاری ثانویه می‌باشد. در مرحله کدگذاری اولیه، تعداد ۵۱۱ کد مفهومی شناسایی گردید.

گام اول: کدگذاری باز؛ حذف کدهای تکراری و کدهای باز نهایی: پس از بررسی و مطابقت این کدها، کدهای تکراری بایستی حذف شوند که ۳۹۲ کد از بین کدهای اولیه، حذف شده و در نهایت ۱۱۹ کد احصا گردید.

گام اول: کدگذاری باز - مرحله کدگذاری ثانویه؛ تعیین مقوله فرعی (طبقه فرعی): طبق رویکرد نظام‌مند اشتراوس و کوربین (۱۹۹۸)، در مرحله دوم کدگذاری باز که به کدگذاری ثانویه موسوم است، تعیین مقوله فرعی (طبقه فرعی) انجام می‌گیرد. هدف از کدگذاری ثانویه، ایجاد رابطه بین معیارهای تولید شده، بوده و این عمل معمولاً بر اساس مدل پارادایمی انجام می‌شود. در جدول (۲)، نتایج حاصل از تعیین مقوله فرعی (طبقه فرعی) آمده

^۱ Delphi Method

^۲ Rounds

^۳ Expert Panel

است. لازم به ذکر است که در مرحله اول کدگذاری باز، از ۵۱۱ کد اولیه، پس از بررسی این کدها و حذف کدهای تکراری، تعداد ۳۹۲ کد حذف شده و در نهایت، تعیین مقوله فرعی (طبقه فرعی) با کدهای نهایی (۱۱۹ کد) انجام شد.

جدول ۲. نتایج تعیین مقوله فرعی (طبقه فرعی)

ردیف	مقوله فرعی	معیار
۱	امکانات و منابع مالی در دسترس	تأمین منابع مالی کافی برای خرید تجهیزات فناورانه-۳ تکرار تخصیص بودجه مناسب برای آموزش دیجیتال و زیرساخت‌های فناوری-۵ تکرار استفاده از کمک‌های دولتی یا خصوصی برای ارتقای فناوری-۵ تکرار اقدام منظم برای تأمین بودجه‌های جدید برای فناوری‌های نوین-۴ تکرار کافی بودن بودجه برای بهبود زیرساخت‌های دیجیتال مدرسه-۵ تکرار
۲	ایجاد زیرساخت‌های قانونی و حمایتی	حمایت قوانین آموزشی از استفاده فناوری‌های نوین در مدارس-۳ تکرار حمایت سیاست‌های دولت از تحول دیجیتال در مدارس-۶ تکرار حمایت قوانین حمایتی از پیاده‌سازی فناوری‌های نوین در مدارس-۳ تکرار ارائه برنامه‌های حمایتی دولتی برای استفاده از فناوری‌های دیجیتال در مدارس-۴ تکرار
۳	بهره‌وری بلندمدت در فرآیندهای آموزشی	بهبود پایداری فرایندهای آموزشی از طریق تغییرات فناورانه-۶ تکرار استفاده از فناوری برای بهینه‌سازی فرایندهای مدیریتی مدرسه-۳ تکرار ارتقای مستمر پایداری در فرآیندهای آموزشی و مدیریتی-۵ تکرار افزایش بهره‌وری سیستم‌های مدیریتی مدارس با استفاده از فناوری-۴ تکرار
۴	حکمرانی تحول‌آفرین آموزشی	تدوین سیاست‌های آموزشی همسو با اصول انقلاب صنعتی چهارم-۳ تکرار حمایت قانونی از عدالت دیجیتال و پایداری محیط‌زیستی در مدارس-۶ تکرار نهادینه‌سازی ارزش‌ها و اخلاق فناورانه در ساختار مدرسه-۵ تکرار اعمال رهبری آموزشی مبتنی بر تحول دیجیتال-۳ تکرار تخصیص منابع مالی بر اساس شاخص‌های پایداری و نوآوری-۴ تکرار
۵	گسترش برنامه‌های مشارکتی بین‌سازمانی	استفاده از تجربیات و منابع سازمان‌های غیر دولتی برای بهبود کیفیت آموزشی-۴ تکرار شکل‌گیری همکاری‌های بین‌سازمانی برای توسعه فناوری‌های نوین-۵ تکرار طراحی برنامه‌های آموزشی در همکاری با شرکت‌های فناوری-۶ تکرار همکاری مدرسه با نهادهای دولتی و غیردولتی برای ارتقای آموزش دیجیتال-۳ تکرار
۶	افزایش مشارکت بین‌سازمانی و اجتماعی	افزایش کیفیت آموزش از طریق تعامل مؤثر مدرسه با خانواده‌ها و جامعه-۴ تکرار همکاری مدارس با سازمان‌های غیردولتی برای ارتقاء آموزش دیجیتال-۵ تکرار بهبود فرآیندهای آموزشی و تأمین تجهیزات از طریق شراکت‌های مدرسه با شرکت‌های فناوری-۳ تکرار بهبود سیستم‌های آموزشی و مدیریتی از طریق همکاری مدرسه با نهادهای دولتی-۴ تکرار
۷	دسترس‌پذیری فناوری و زیرساخت‌های دیجیتال	استفاده از اینترنت پرسرعت و پایدار در مدرسه-۶ تکرار دسترسی به دستگاه‌های دیجیتال برای همه دانش‌آموزان و معلمان-۵ تکرار استفاده از نرم‌افزارهای آموزشی به‌روز و کارآمد-۴ تکرار به‌روزرسانی مرتب امکانات و تجهیزات دیجیتال-۶ تکرار
۸	تجهیز مدارس به فناوری‌های نوین	دسترسی مدارس به تجهیزات دیجیتال پیشرفته برای تدریس و یادگیری-۵ تکرار استفاده از جدیدترین فناوری‌ها برای بهبود فرآیندهای آموزشی-۴ تکرار دسترسی دانش‌آموزان و معلمان به دستگاه‌های دیجیتال در کلاس‌ها-۳ تکرار به‌روزرسانی منظم تجهیزات مدارس برای استفاده از فناوری‌های نوین-۴ تکرار
۹	فرهنگ سازمانی و نگرش‌های جامعه آموزشی	پذیرش تغییرات فناورانه در فرهنگ مدرسه-۶ تکرار نگرش مثبت معلمان و مدیران به فناوری‌های نوین-۵ تکرار علاقه‌مندی اعضای جامعه مدرسه به همکاری در دیجیتال‌سازی-۴ تکرار حمایت از نوآوری و تجربیات فناورانه در فرهنگ مدرسه-۳ تکرار نهادینه‌سازی ارزش‌های اخلاقی و مسئولیت‌پذیری در استفاده از فناوری-۴ تکرار

۱۰	سرویس‌ها و پشتیبانی‌های فنی	حل سریع مشکلات فنی تجهیزات آموزشی-۳ تکرار ارائه مؤثر خدمات پس از فروش برای تجهیزات دیجیتال-۶ تکرار دسترسی به تیم پشتیبانی فنی برای حل مشکلات و به‌روزرسانی تجهیزات-۴ تکرار بررسی و به‌روزرسانی منظم تجهیزات دیجیتال مدارس-۵ تکرار استفاده از سرویس‌های پشتیبانی فنی برای حفظ کارکرد بهینه فناوری‌ها-۴ تکرار
۱۱	توسعه حرفه‌ای مستمر معلمان و مدیران	مشارکت معلمان در برنامه‌های توسعه حرفه‌ای در حوزه فناوری-۳ تکرار طراحی برنامه‌های آموزشی بر اساس نیازهای فناورانه معلمان و مدیران-۴ تکرار برگزاری مستمر دوره‌های آموزشی برای ارتقای مهارت‌های فناوری معلمان-۳ تکرار مشارکت فعال مدیران مدرسه در دوره‌های آموزشی دیجیتال-۵ تکرار
۱۲	آمادگی برای پذیرش تحول دیجیتال	حمایت خانواده‌ها از برنامه‌های آموزشی دیجیتال مدرسه-۴ تکرار همکاری والدین در فرآیند دیجیتال‌سازی مدرسه-۵ تکرار علاقه‌مندی جامعه مدرسه به استفاده از فناوری-۳ تکرار بهره‌مندی خانواده‌ها از منابع دیجیتال مدرسه برای یادگیری فرزندان-۴ تکرار
۱۳	آموزش معلمان در زمینه فناوری	مشارکت معلمان در دوره‌های آموزشی دیجیتال و فناورانه-۳ تکرار ارتقای مهارت‌های فناورانه معلمان در استفاده از ابزارهای دیجیتال-۴ تکرار استفاده مؤثر معلمان از فناوری در تدریس-۳ تکرار وجود برنامه‌های تخصصی برای آموزش فناوری به معلمان و مدیران-۴ تکرار
۱۴	زیرساخت‌های سایبری-فیزیکی مدرسه	فراهم‌سازی اینترنت پرسرعت و پایدار برای فرایند یادگیری-۵ تکرار تجهیز مدارس به فناوری‌های نوین آموزشی (رایانه، ربات، چاپگر سه‌بعدی و غیره)-۴ تکرار تضمین امنیت داده‌ها و حریم خصوصی کاربران مدرسه-۵ تکرار یکپارچه‌سازی سامانه‌های اطلاعاتی آموزشی و مدیریتی-۳ تکرار به‌کارگیری فناوری‌های نسل چهارم مانند اینترنت اشیا، واقعیت افزوده و هوش مصنوعی-۴ تکرار برنامه‌ریزی برای نگهداری و پشتیبانی مستمر زیرساخت‌های فناورانه-۳ تکرار
۱۵	توسعه شایستگی‌های دیجیتال	افزایش شایستگی‌های دیجیتال دانش‌آموزان در استفاده از فناوری‌های آموزشی-۵ تکرار تقویت مهارت‌های فناوری معلمان از طریق آموزش‌های دیجیتال-۵ تکرار تأثیر توسعه شایستگی‌های دیجیتال معلمان در بهبود عملکرد تدریس-۴ تکرار استفاده مؤثر دانش‌آموزان و معلمان از پلتفرم‌های دیجیتال برای یادگیری و تدریس-۳ تکرار
۱۶	مدیریت نوآورانه و پایدار در سطح مدرسه	استفاده از سیستم‌های مدیریتی دیجیتال برای بهینه‌سازی فرآیندهای آموزشی و اداری-۵ تکرار تدوین برنامه‌های پایداری برای کاهش مصرف منابع و انرژی-۴ تکرار استفاده از تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر داده‌ها در ساختار مدیریتی مدرسه-۴ تکرار همکاری مدرسه با بخش‌های دولتی و خصوصی برای ارتقای کیفیت مدیریتی-۵ تکرار
۱۷	افزایش دسترسی به منابع و فرصت‌های یادگیری	استفاده از پلتفرم‌های آنلاین برای دسترسی به محتوای آموزشی در هر زمان و مکان-۴ تکرار استفاده از فناوری‌های نوین برای تأمین منابع آموزشی به صورت عادلانه-۶ تکرار افزایش برابری در فرصت‌های آموزشی از طریق دسترسی به ابزارهای دیجیتال-۵ تکرار ایجاد فرصت‌های یادگیری متنوع از طریق فناوری‌های جدید-۳ تکرار کمک به پیشرفت یادگیری دانش‌آموزان از طریق دسترسی به منابع آموزشی دیجیتال-۴ تکرار
۱۸	اکوسیستم مشارکت و منابع پایدار	گسترش همکاری‌های مدرسه با خانواده‌ها، دانشگاه‌ها و نهادهای محلی-۵ تکرار استفاده از ظرفیت شرکت‌های فناوری و نهادهای اجتماعی برای پشتیبانی آموزشی-۴ تکرار تنوع‌بخشی به منابع مالی از طریق مشارکت‌های اجتماعی و سازمانی-۶ تکرار تضمین عدالت در دسترسی به ابزارها و فرصت‌های دیجیتال-۳ تکرار
۱۹	بهبود کیفیت آموزش و یادگیری	بهبود دسترسی به منابع دیجیتال و تأثیر آن بر کیفیت یادگیری-۳ تکرار افزایش فعالیت دانش‌آموزان در فرآیند یادگیری از طریق برنامه‌های مبتنی بر فناوری-۴ تکرار ارتقای کیفیت تعاملات دانش‌آموز-معلم از طریق ابزارهای دیجیتال-۵ تکرار بهبود کیفیت ارزیابی عملکرد دانش‌آموزان از طریق تغییرات فناورانه-۶ تکرار ارتقای توانمندی‌های حل مسئله و تفکر انتقادی دانش‌آموزان از طریق فناوری‌های نوین-۳ تکرار

پیاده‌سازی زیرساخت‌های دیجیتال و نوین	۲۰	به‌روزرسانی مداوم تجهیزات دیجیتال در مدارس-۳ تکرار تجهیز زیرساخت‌های فناوری مدرسه برای پشتیبانی از یادگیری دیجیتال-۴ تکرار استفاده از فناوری‌های نوین (هوش مصنوعی، واقعیت مجازی) در تدریس-۶ تکرار دسترسی به اینترنت پرسرعت در تمام کلاس‌ها-۶ تکرار
پشتیبانی دولت و سیاست‌های کلان آموزشی	۲۱	پشتیبانی مؤثر دولت از سیاست‌های تحول دیجیتال در مدارس-۳ تکرار حمایت قوانین و مقررات دولتی از استفاده فناوری در مدارس-۴ تکرار تخصیص بودجه‌های دولتی برای بهبود زیرساخت‌های دیجیتال-۶ تکرار ارائه برنامه‌های آموزشی دولتی برای توانمندسازی معلمان-۵ تکرار
ارزیابی و بهینه‌سازی فرایندهای آموزشی	۲۲	استفاده از سیستم‌های ارزیابی آنلاین برای ارزیابی عملکرد دانش‌آموزان-۵ تکرار انجام ارزیابی‌های مستمر از روند تدریس و یادگیری در مدارس-۴ تکرار تحلیل نتایج ارزیابی‌ها برای بهبود کیفیت آموزشی-۳ تکرار بهینه‌سازی مداوم سیستم‌های مدیریت مدرسه برای افزایش کارایی-۳ تکرار
شایستگی‌های دیجیتال معلمان و مدیران	۲۳	ارتقای مهارت‌های فناور-آموزشی معلمان و مدیران-۵ تکرار اجرای برنامه‌های توانمندسازی حرفه‌ای در حوزه فناوری‌های نو-۳ تکرار تقویت توان رهبری و مدیریت تغییر دیجیتال در مدرسه-۴ تکرار طراحی و اجرای محیط‌های یادگیری ترکیبی و مجازی-۵ تکرار آموزش رفتار و اخلاق حرفه‌ای در استفاده از فناوری‌های آموزشی-۴ تکرار
برنامه‌درسی انعطاف‌پذیر و فناورمحور	۲۴	به‌روزرسانی مداوم برنامه‌درسی بر اساس نیازهای دانش‌آموزان و فناوری‌ها-۴ تکرار استفاده از یادگیری ترکیبی (حضور و آنلاین) در برنامه‌درسی-۶ تکرار تمرکز برنامه‌درسی بر مهارت‌های حل مسئله و تفکر انتقادی-۵ تکرار طراحی محتوای آموزشی بر پایه فناوری‌های نوین (شبیه‌ساز، اپلیکیشن، نرم‌افزارهای تعاملی)-۴ تکرار
راهنماهای آموزشی فناورانه و نوآورانه	۲۵	تأثیر استفاده از فناوری‌های نوین در افزایش کیفیت یادگیری-۴ تکرار به‌روزرسانی مداوم برنامه‌درسی مدارس با فناوری‌های جدید-۵ تکرار ارتقای تعامل معلم-دانش‌آموز از طریق ابزارهای دیجیتال-۶ تکرار اجرای یادگیری مبتنی بر پروژه‌های فناورانه در مدارس-۳ تکرار کمک فناوری‌های جدید به بهبود مهارت‌های تفکر انتقادی و حل مسئله در دانش‌آموزان-۴ تکرار
مشارکت با ذی‌نفعان و اکوسیستم‌های آموزشی	۲۶	همکاری مدرسه با دانشگاه‌ها و موسسات تحقیقاتی در زمینه‌های آموزشی-۴ تکرار استفاده از کمک‌های نهادهای دولتی و خصوصی برای بهبود کیفیت آموزشی-۵ تکرار همکاری مدرسه با شرکت‌های فناوری برای ارتقای تجهیزات آموزشی-۶ تکرار تعامل منظم مدرسه با خانواده‌ها و جامعه در زمینه‌ی آموزش دیجیتال-۵ تکرار مشارکت مدرسه با سایر مدارس و نهادهای آموزشی در سطح محلی و بین‌المللی-۴ تکرار
برنامه‌درسی فناورمحور و ارزشیابی نوین	۲۷	بازطراحی برنامه‌درسی با محوریت مهارت‌های آینده‌محور و STEAM-۴ تکرار توسعه یادگیری مسئله‌محور و پروژه‌محور در مدارس-۵ تکرار بهره‌گیری از ارزشیابی عملکردی و پرتفولیوی دیجیتال-۴ تکرار افزایش انعطاف‌پذیری برنامه‌درسی بر اساس علایق و استعدادهای فردی-۳ تکرار

ب- گام دوم: کدگذاری محوری: طبق رویکرد نظام‌مند اشتراوس و کوربین (۱۹۹۸)، در کدگذاری محوری، مقوله‌های فرعی شکل گرفته در دسته‌های بزرگتری تحت عنوان طبقه اصلی، تقسیم‌بندی می‌گردند. در جدول (۳)، نتایج حاصل از کدگذاری محوری آمده که در این مرحله از کدگذاری، ۱۱۹ کد نهایی که در قالب ۲۷ مقوله فرعی (طبقه فرعی) دسته‌بندی شده بود، در زیرمجموعه ۱۱ طبقه اصلی، قرار گرفت.

جدول ۳. نتایج کدگذاری محوری

ردیف	طبقه اصلی	مقوله فرعی (طبقه فرعی)
۱	زیرساخت و بستر تحول دیجیتال مدرسه	حکمرانی تحول‌آفرین آموزشی زیرساخت‌های سایبری-فیزیکی مدرسه
۲	سرمایه انسانی و یادگیری فناورمحور	شایستگی‌های دیجیتال معلمان و مدیران برنامه‌درسی فناورمحور و ارزشیابی نوین اکوسیستم مشارکت و منابع پایدار
۳	پشتیبانی و منابع سازمانی	فرهنگ سازمانی و نگرش‌های جامعه آموزشی امکانات و منابع مالی در دسترس پشتیبانی دولت و سیاست‌های کلان آموزشی
۴	دسترس‌پذیری و پذیرش فناورانه	دسترس‌پذیری فناوری و زیرساخت‌های دیجیتال آمادگی برای پذیرش تحول دیجیتال
۵	مدرسه پایدار، مبتنی بر رویکرد انقلاب صنعتی چهارم	راهبردهای آموزشی فناورانه و نوآورانه مدیریت نوآورانه و پایدار در سطح مدرسه
۶	پشتیبانی و توانمندسازی انسانی و فنی	آموزش و پرورش معلمان در زمینه فناوری سرویس‌ها و پشتیبانی‌های فنی ایجاد زیرساخت‌های قانونی و حمایتی
۷	همکاری و گسترش زیرساخت‌های ضروری	گسترش برنامه‌های مشارکتی بین‌سازمانی تجهیز مدارس به فناوری‌های نوین
۸	راهبردهای آموزشی و حرفه‌ای	توسعه حرفه‌ای مستمر معلمان و مدیران برنامه‌درسی انعطاف‌پذیر و فناورمحور
۹	راهبردهای ساختاری و همکاری‌های میان‌سازمانی	پیاده‌سازی زیرساخت‌های دیجیتال و نوین مشارکت با ذی‌نفعان و اکوسیستم‌های آموزشی ارزیابی و بهینه‌سازی فرایندهای آموزشی
۱۰	پیامدهای آموزشی و یادگیری	بهبود کیفیت آموزش و یادگیری افزایش دسترسی به منابع و فرصت‌های یادگیری توسعه شایستگی‌های دیجیتال
۱۱	پیامدهای اجتماعی و مدیریتی	افزایش مشارکت بین‌سازمانی و اجتماعی بهره‌وری بلندمدت در فرایندهای آموزشی
۱۲	۱۱ طبقه اصلی	۲۷ مقوله فرعی

نتایج نهایی حاصل از تحلیل کیفی در پایان کدگذاری محوری، به شرح جدول ۴، ارائه شده است:

جدول ۴. دسته‌بندی طبقه اصلی، مقوله فرعی و شاخص‌های مدل مدرسه پایدار مبتنی بر انقلاب صنعتی چهارم در دوره ابتدایی نظام آموزشی ایران

ردیف	طبقه اصلی	تعداد مقوله فرعی	مقوله فرعی (طبقه فرعی)	تعداد شاخص
۱	زیرساخت و بستر تحول دیجیتال مدرسه	۲	حکمرانی تحول‌آفرین آموزشی زیرساخت‌های سایبری-فیزیکی مدرسه	۱۱
۲	سرمایه انسانی و یادگیری فناورمحور	۳	شایستگی‌های دیجیتال معلمان و مدیران برنامه‌درسی فناورمحور و ارزشیابی نوین اکوسیستم مشارکت و منابع پایدار	۱۳
۳	پشتیبانی و منابع سازمانی	۳	فرهنگ سازمانی و نگرش‌های جامعه آموزشی امکانات و منابع مالی در دسترس پشتیبانی دولت و سیاست‌های کلان آموزشی	۱۴
۴	دسترس‌پذیری و پذیرش فناورانه	۲	دسترس‌پذیری فناوری و زیرساخت‌های دیجیتال آمادگی برای پذیرش تحول دیجیتال	۸
۵	مدرسه پایدار، مبتنی بر رویکرد انقلاب صنعتی چهارم	۲	راهبردهای آموزشی فناورانه و نوآورانه مدیریت نوآورانه و پایدار در سطح مدرسه	۹
۶	پشتیبانی و توانمندسازی انسانی و فنی	۳	آموزش و پرورش معلمان در زمینه فناوری سرویس‌ها و پشتیبانی‌های فنی ایجاد زیرساخت‌های قانونی و حمایتی	۱۳
۷	همکاری و گسترش زیرساخت‌های ضروری	۲	گسترش برنامه‌های مشارکتی بین‌سازمانی تجهیز مدارس به فناوری‌های نوین	۸
۸	راهبردهای آموزشی و حرفه‌ای	۲	توسعه حرفه‌ای مستمر معلمان و مدیران برنامه‌درسی انعطاف‌پذیر و فناورمحور	۸
۹	راهبردهای ساختاری و همکاری‌های میان‌سازمانی	۳	پیاده‌سازی زیرساخت‌های دیجیتال و نوین مشارکت با ذی‌نفعان و اکوسیستم‌های آموزشی ارزیابی و بهینه‌سازی فرایندهای آموزشی	۱۳
۱۰	پیامدهای آموزشی و یادگیری	۳	بهبود کیفیت آموزش و یادگیری افزایش دسترسی به منابع و فرصت‌های یادگیری توسعه شایستگی‌های دیجیتال	۱۴
۱۱	پیامدهای اجتماعی و مدیریتی	۲	افزایش مشارکت بین‌سازمانی و اجتماعی بهره‌وری بلندمدت در فرایندهای آموزشی	۸
۱۲	۱۱ طبقه اصلی	۲۷	۲۷ مقوله فرعی	۱۱۹ شاخص

گام سوم: کدگذاری انتخابی، قرار گرفتن مقوله‌های فرعی در قالب مدل پارادایمی (مقوله‌های اصلی): طبق رویکرد نظام‌مند اشتراوس و کوربین (۱۹۹۸)، در پایان کدگذاری باز و محوری، در مرحله کدگذاری انتخابی، مقولات فرعی در قالب مدل پارادایمی قرار می‌گیرد. ۲۷ مقوله فرعی (دارای ۱۱ طبقه اصلی) در قالب ۶ مقوله اصلی مدل پارادایمی یعنی شرایط علی، مداخله‌ای، زمینه‌ای، پدیده محوری، راهبردها و پیامد قرار می‌گیرند. در جدول (۵)، نتایج حاصل از تدوین مدل نهایی که قرارگیری ۲۷ مقوله فرعی در قالب ۶ مقوله اصلی مدل پارادایمی بوده، نشان داده شده است.

جدول ۵. دسته‌بندی مقوله اصلی، طبقه، مقوله فرعی و شاخص‌های مدل نهایی

ردیف	مقوله اصلی	طبقه اصلی	مقوله فرعی (طبقه فرعی)	تعداد شاخص
۱	شرایط علی	زیرساخت و بستر تحول دیجیتال مدرسه	حکمرانی تحول‌آفرین آموزشی زیرساخت‌های سایبری-فیزیکی مدرسه	۱۱
۲		سرمایه انسانی و یادگیری فناورمحور	شایستگی‌های دیجیتال معلمان و مدیران برنامه‌درسی فناورمحور و ارزشیابی نوین اکوسیستم مشارکت و منابع پایدار	۱۳
۳	شرایط زمینه‌ای	پشتیبانی و منابع سازمانی	فرهنگ سازمانی و نگرش‌های جامعه آموزشی امکانات و منابع مالی در دسترس پشتیبانی دولت و سیاست‌های کلان آموزشی	۱۴
۴		دسترس‌پذیری و پذیرش فناورانه	دسترس‌پذیری فناوری و زیرساخت‌های دیجیتال آمادگی برای پذیرش تحول دیجیتال	۸
۵	مقوله اصلی	مدرسه پایدار، مبتنی بر رویکرد انقلاب صنعتی چهارم	راهبردهای آموزشی فناورانه و نوآورانه مدیریت نوآورانه و پایدار در سطح مدرسه	۹
۶	شرایط مداخله‌ای	پشتیبانی و توانمندسازی انسانی و فنی	آموزش و پرورش معلمان در زمینه فناوری سرویس‌ها و پشتیبانی‌های فنی ایجاد زیرساخت‌های قانونی و حمایتی	۱۳
۷		همکاری و گسترش زیرساخت‌های ضروری	گسترش برنامه‌های مشارکتی بین‌سازمانی تجهیز مدارس به فناوری‌های نوین	۸
۸	راهبرد	راهبردهای آموزشی و حرفه‌ای	توسعه حرفه‌ای مستمر معلمان و مدیران برنامه‌درسی انعطاف‌پذیر و فناورمحور	۸
۹		راهبردهای ساختاری و همکاری‌های میان‌سازمانی	پیاده‌سازی زیرساخت‌های دیجیتال و نوین مشارکت با ذی‌نفعان و اکوسیستم‌های آموزشی ارزیابی و بهینه‌سازی فرایندهای آموزشی	۱۳
۱۰	پیامد	پیامدهای آموزشی و یادگیری	بهبود کیفیت آموزش و یادگیری افزایش دسترسی به منابع و فرصت‌های یادگیری توسعه شایستگی‌های دیجیتال	۱۴
۱۱		پیامدهای اجتماعی و مدیریتی	افزایش مشارکت بین‌سازمانی و اجتماعی بهره‌وری بلندمدت در فرایندهای آموزشی	۸
۱۲	مقوله‌های اصلی مدل پارادایمی	۱۱ طبقه اصلی	۲۷ مقوله فرعی	۱۱۹ شاخص

بعد از اتمام مرحله کیفی و تعیین طبقه اصلی، مقوله فرعی و شاخص‌ها، مدل پارادایمی مدرسه پایدار مبتنی بر انقلاب صنعتی چهارم در دوره ابتدایی نظام آموزشی ایران، به شرح شکل (۱) ارائه می‌گردد:



شکل ۱. مدل پارادایمی پژوهش

ب- بخش اعتباریابی

«**شرایط علی**»: در دور اول دلفی، بیشترین اهمیت مربوط به نیاز به زیرساخت‌های سایبری-فیزیکی مدرسه با میانگین $3/98$ و انحراف از معیار $0/61$ بوده و کمترین اهمیت مربوط به اکوسیستم مشارکت و منابع پایدار با میانگین $3/69$ و انحراف از معیار $0/93$ بوده است. در دور دوم دلفی، بیشترین اهمیت مربوط به برنامه‌درسی فناور محور و ارزشیابی نوین با میانگین $3/95$ و انحراف از معیار $0/89$ بوده و کمترین اهمیت مربوط به شایستگی‌های دیجیتال معلمان و مدیران با میانگین $3/66$ و انحراف از معیار $0/86$ بوده است. در دور سوم دلفی، بیشترین اهمیت مربوط به زیرساخت‌های سایبری-فیزیکی مدرسه با میانگین $4/06$ و انحراف از معیار $0/59$ بوده و کمترین اهمیت مربوط به اکوسیستم مشارکت و منابع پایدار با میانگین $3/71$ و انحراف از معیار $0/86$ بوده است. ضریب هماهنگی کندال برای پاسخ‌های دور سوم $0/915$ است که نسبت به دور دوم که برابر با $0/842$ بوده تنها $8/66$ درصد افزایش داشته است که این ضریب با میزان اتفاق نظر بین اعضای کارگروه در میان دو دور متوالی رشد قابل توجهی ندارد. با انجام بخش کیفی و اعتباریابی، مؤلفه‌های نهایی

تبیین‌کننده شرایط علی پس از انجام سه دور تکنیک کیفی دلفی که شامل پنج مؤلفه به شرح: ۱. حکمرانی تحول‌آفرین آموزشی، ۲. زیرساخت‌های سایبری-فیزیکی مدرسه، ۳. شایستگی‌های دیجیتال معلمان و مدیران، ۴. برنامه‌درسی فناورمحور و ارزشیابی نوین و ۵. اکوسیستم مشارکت و منابع پایدار بودند، از دیدگاه خبرگان، دارای اعتبار مطلوب و قابل قبولی بوده‌اند.

«**شرایط زمینه‌ای**»: در دور اول دلفی، بیشترین اهمیت مربوط به امکانات و منابع مالی در دسترس با میانگین $4/03$ و انحراف از معیار $0/77$ بوده و کمترین اهمیت مربوط به فرهنگ سازمانی و نگرش‌های جامعه آموزشی با میانگین $3/73$ و انحراف از معیار $0/68$ بوده است. در دور دوم دلفی، بیشترین اهمیت مربوط به دسترس‌پذیری فناوری و زیرساخت‌های دیجیتال با میانگین $3/97$ و انحراف از معیار $0/84$ بوده و کمترین اهمیت مربوط به آمادگی برای پذیرش تحول دیجیتال با میانگین $3/71$ و انحراف از معیار $0/96$ بوده است. در دور سوم دلفی، بیشترین اهمیت مربوط به امکانات و منابع مالی در دسترس با میانگین $3/96$ و انحراف از معیار $0/93$ بوده و کمترین اهمیت مربوط به دسترس‌پذیری فناوری و زیرساخت‌های دیجیتال با میانگین $3/69$ و انحراف از معیار $0/91$ بوده است. ضریب همابستگی کندال برای پاسخ‌های دور سوم $0/884$ است که نسبت به دور دوم که برابر با $0/821$ بوده تنها $7/67$ درصد افزایش داشته است که این ضریب با میزان اتفاق نظر بین اعضای کارگروه در میان دو دور متوالی رشد قابل توجهی ندارد. با انجام بخش کیفی و اعتباریابی، مؤلفه‌های نهایی تبیین‌کننده شرایط زمینه‌ای پس از انجام سه دور تکنیک کیفی دلفی که شامل پنج مؤلفه به شرح: ۱. فرهنگ سازمانی و نگرش‌های جامعه آموزشی، ۲. امکانات و منابع مالی در دسترس، ۳. دسترس‌پذیری فناوری و زیرساخت‌های دیجیتال، ۴. آمادگی برای پذیرش تحول دیجیتال و ۵. پشتیبانی دولت و سیاست‌های کلان آموزشی بودند، از دیدگاه خبرگان، دارای اعتبار مطلوب و قابل قبولی بوده‌اند.

«**شرایط مداخله‌ای**»: در دور اول دلفی، بیشترین اهمیت مربوط به تجهیز مدارس به فناوری‌های نوین با میانگین $3/95$ و انحراف از معیار $0/58$ بوده و کمترین اهمیت مربوط به گسترش برنامه‌های مشارکتی بین‌سازمانی با میانگین $3/62$ و انحراف از معیار $0/89$ بوده است. در دور دوم دلفی، بیشترین اهمیت مربوط به آموزش معلمان در زمینه فناوری با میانگین $3/98$ و انحراف از معیار $0/83$ بوده و کمترین اهمیت مربوط به گسترش برنامه‌های مشارکتی بین‌سازمانی با میانگین $3/58$ و انحراف از معیار $0/64$ بوده است. در دور سوم دلفی، بیشترین اهمیت مربوط به سرویس‌ها و پشتیبانی‌های فنی با میانگین $4/02$ و انحراف از معیار $0/77$ بوده و کمترین اهمیت مربوط به گسترش برنامه‌های مشارکتی بین‌سازمانی با میانگین $3/64$ و انحراف از معیار $0/85$ بوده است. ضریب همابستگی کندال برای پاسخ‌های دور سوم $0/902$ است که نسبت به دور دوم که برابر با $0/841$ بوده تنها $7/25$ درصد افزایش داشته است که این ضریب با میزان اتفاق نظر بین اعضای کارگروه در میان دو دور متوالی رشد قابل توجهی ندارد. با انجام بخش کیفی و اعتباریابی، مؤلفه‌های نهایی تبیین‌کننده شرایط مداخله‌ای پس از انجام سه دور تکنیک کیفی دلفی که شامل پنج مؤلفه به شرح: ۱. آموزش معلمان در زمینه فناوری، ۲. سرویس‌ها و پشتیبانی‌های فنی، ۳. گسترش برنامه‌های مشارکتی بین‌سازمانی، ۴. ایجاد زیرساخت‌های قانونی و حمایتی و ۵. تجهیز مدارس به فناوری‌های نوین بودند، از دیدگاه خبرگان، دارای اعتبار مطلوب و قابل قبولی بوده‌اند.

«**راهبردها**»: در دور اول دلفی، بیشترین اهمیت مربوط به توسعه حرفه‌ای مستمر معلمان و مدیران با میانگین $3/97$ و انحراف از معیار $0/54$ بوده و کمترین اهمیت مربوط به ارزیابی و بهینه‌سازی فرایندهای آموزشی با میانگین $3/66$ و انحراف از معیار $0/59$ بوده است. در دور دوم دلفی، بیشترین اهمیت مربوط به برنامه‌درسی انعطاف‌پذیر و فناورمحور با میانگین $3/90$ و انحراف از معیار $0/69$ بوده و کمترین اهمیت مربوط به مشارکت با ذی‌نفعان و اکوسیستم‌های آموزشی با میانگین $3/59$ و انحراف از معیار $0/88$ بوده است. در دور سوم دلفی، بیشترین اهمیت مربوط به توسعه حرفه‌ای مستمر معلمان و مدیران با میانگین $4/03$ و انحراف از معیار $0/55$ بوده و کمترین اهمیت مربوط به مشارکت با ذی‌نفعان و اکوسیستم‌های آموزشی با میانگین $3/56$ و انحراف از معیار $0/87$ بوده است. ضریب همابستگی کندال برای پاسخ‌های دور سوم $0/859$ است که نسبت به دور دوم که برابر با $0/788$ بوده تنها $9/01$ درصد افزایش داشته است که این ضریب با میزان اتفاق نظر بین اعضای کارگروه در میان دو دور متوالی رشد قابل توجهی ندارد. با انجام بخش کیفی و اعتباریابی، مؤلفه‌های نهایی تبیین‌کننده راهبردها بعد از انجام سه دور تکنیک کیفی دلفی که شامل پنج مؤلفه به شرح: ۱. توسعه حرفه‌ای مستمر معلمان و مدیران، ۲. پیاده‌سازی زیرساخت‌های دیجیتال و نوین، ۳. مشارکت با ذی‌نفعان و اکوسیستم‌های آموزشی، ۴. برنامه‌درسی انعطاف‌پذیر و فناورمحور و ۵. ارزیابی و بهینه‌سازی فرایندهای آموزشی بودند، از دیدگاه خبرگان، دارای اعتبار مطلوب و قابل قبولی بوده‌اند.

«پیامدها»: در دور اول دلفی، بیشترین اهمیت مربوط به بهبود کیفیت آموزش و یادگیری با میانگین ۳/۹۸ و انحراف از معیار ۰/۶۲ بوده و کمترین اهمیت مربوط به افزایش مشارکت بین‌سازمانی و اجتماعی با میانگین ۳/۶۵ و انحراف از معیار ۰/۹۱ بوده است. در دور دوم دلفی، بیشترین اهمیت مربوط به توسعه شایستگی‌های دیجیتال با میانگین ۳/۸۹ و انحراف از معیار ۰/۷۹ بوده و کمترین اهمیت مربوط به افزایش دسترسی به منابع و فرصت‌های یادگیری با میانگین ۳/۵۸ و انحراف از معیار ۰/۶۵ بوده است. در دور سوم دلفی، بیشترین اهمیت مربوط به بهبود کیفیت آموزش و یادگیری با میانگین ۴/۰۴ و انحراف از معیار ۰/۷۹ بوده و کمترین اهمیت مربوط به مشارکت بین‌سازمانی و اجتماعی با میانگین ۳/۶۲ و انحراف از معیار ۰/۶۳ بوده است. ضریب هماهنگی کندال برای پاسخ‌های دور سوم ۰/۹۰۳ است که نسبت به دور دوم که برابر با ۰/۸۳۹ بوده تنها ۷/۶۲ درصد افزایش داشته است که این ضریب با میزان اتفاق نظر بین اعضای کارگروه در میان دو دور متوالی رشد قابل توجهی ندارد. با انجام بخش کیفی و اعتباریابی، مؤلفه‌های نهایی تبیین‌کننده پیامدها پس از انجام سه دور تکنیک کیفی دلفی که شامل پنج مؤلفه به شرح: ۱. بهبود کیفیت آموزش و یادگیری، ۲. افزایش دسترسی به منابع و فرصت‌های یادگیری، ۳. توسعه شایستگی‌های دیجیتال، ۴. افزایش مشارکت بین‌سازمانی و اجتماعی و ۵. بهره‌وری بلندمدت در فرآیندهای آموزشی بودند، از دیدگاه خبرگان، دارای اعتبار مطلوب و قابل قبولی بوده‌اند. طبق نتایج سه راند تکنیک دلفی برای اعتباریابی یافته‌های کیفی، ۲۷ مؤلفه مدل پارادایمی پژوهش، مورد تأیید قرار گرفت. طبق نتایج سه راند تکنیک دلفی برای اعتباریابی یافته‌های کیفی، ۲۷ مؤلفه نهایی مدل پارادایمی پژوهش مورد تأیید قرار گرفت. در جدول (۴) نتایج مربوط به راند سوم دلفی از دیدگاه خبرگان، آمده است.

جدول ۶. نظر پاسخ دهندگان درباره مؤلفه‌های تبیین کننده مدرسه پایدار مبتنی بر انقلاب صنعتی چهارم در دوره ابتدایی نظام آموزشی ایران دور سوم دلفی

مؤلفه‌ها	تعداد پاسخ‌ها	کمترین	بیشترین	میانگین	انحراف از معیار	ترتیب اهمیت
شرایط علی						
حکمرانی تحول‌آفرین آموزشی	۱۶	۲۰۰	۵۰۰	۳۸۳	۰.۸۸	۳
زیرساخت‌های سایبری-فیزیکی مدرسه	۱۶	۱۰۰	۵۰۰	۴۰۶	۰.۵۹	۱
شایستگی‌های دیجیتال معلمان و مدیران	۱۶	۱۰۰	۵۰۰	۳۷۴	۰.۵۴	۴
برنامه‌درسی فناوری‌محور و ارزشیابی نوین	۱۶	۲۰۰	۵۰۰	۳۹۱	۰.۸۱	۲
اکوسیستم مشارکت و منابع پایدار	۱۶	۱۰۰	۵۰۰	۳۷۱	۰.۸۶	۵
شرایط زمینه‌ای						
فرهنگ سازمانی و نگرش‌های جامعه آموزشی	۱۶	۲۰۰	۵۰۰	۳۷۱	۰.۵۵	۴
امکانات و منابع مالی در دسترس	۱۶	۱۰۰	۵۰۰	۳۹۶	۰.۹۳	۱
دسترس‌پذیری فناوری و زیرساخت‌های دیجیتال	۱۶	۲۰۰	۵۰۰	۳۶۹	۰.۹۱	۵
آمادگی برای پذیرش تحول دیجیتال	۱۶	۲۰۰	۵۰۰	۳۷۷	۰.۷۶	۳
پشتیبانی دولت و سیاست‌های کلان آموزشی	۱۶	۲۰۰	۵۰۰	۳۸۹	۰.۷۸	۲
شرایط مداخله‌ای						
آموزش معلمان در زمینه فناوری	۱۶	۱۰۰	۵۰۰	۳۸۸	۰.۶۹	۲
سرویس‌ها و پشتیبانی‌های فنی	۱۶	۲۰۰	۵۰۰	۴۰۲	۰.۷۷	۱
گسترش برنامه‌های مشارکتی بین‌سازمانی	۱۶	۱۰۰	۵۰۰	۳۶۴	۰.۸۵	۵
ایجاد زیرساخت‌های قانونی و حمایتی	۱۶	۱۰۰	۵۰۰	۳۷۲	۰.۹۶	۴
تجهیز مدارس به فناوری‌های نوین	۱۶	۱۰۰	۵۰۰	۳۸۱	۰.۹۰	۳
راهبردها						
توسعه حرفه‌ای مستمر معلمان و مدیران	۱۶	۱۰۰	۵۰۰	۴۰۳	۰.۵۵	۱
پیاده‌سازی زیرساخت‌های دیجیتال و نوین	۱۶	۱۰۰	۵۰۰	۳۷۴	۰.۸۳	۳
مشارکت با ذی‌نفعان و اکوسیستم‌های آموزشی	۱۶	۲۰۰	۵۰۰	۳۵۶	۰.۸۷	۵

۱۶	۲۰۰	۵۰۰	۳۸۵	۰.۶۸	۲	برنامه‌درسی انعطاف‌پذیر و فناورمحور
۱۶	۲۰۰	۵۰۰	۳۶۸	۰.۷۷	۴	ارزیابی و بهینه‌سازی فرایندهای آموزشی
پیامدها						
۱۶	۲۰۰	۵۰۰	۴۰۴	۰.۷۹	۱	بهبود کیفیت آموزش و یادگیری
۱۶	۱۰۰	۵۰۰	۳۷۱	۰.۷۳	۴	افزایش دسترسی به منابع و فرصت‌های یادگیری
۱۶	۲۰۰	۵۰۰	۳۷۶	۰.۶۸	۳	توسعه شایستگی‌های دیجیتال
۱۶	۲۰۰	۵۰۰	۳۶۲	۰.۶۳	۵	افزایش مشارکت بین‌سازمانی و اجتماعی
۱۶	۱۰۰	۵۰۰	۳۸۸	۰.۹۲	۲	بهره‌وری بلندمدت در فرایندهای آموزشی

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داد که استقرار «مدرسه پایدار مبتنی بر انقلاب صنعتی چهارم» در دوره ابتدایی نظام آموزشی ایران، پدیده‌ای چندبعدی و سیستمی است که تحقق آن مستلزم هم‌زمانی و هم‌افزایی میان زیرساخت‌های فناورانه، سرمایه انسانی، حکمرانی آموزشی، فرهنگ سازمانی و راهبردهای آموزشی نوآورانه است. استخراج ۱۱ طبقه اصلی، ۲۷ مقوله فرعی و ۱۱۹ شاخص و سازمان‌دهی آن‌ها در قالب مدل پارادایمی شامل شرایط علی، زمینه‌ای، مداخله‌ای، پدیده محوری، راهبردها و پیامدها نشان می‌دهد که مدرسه پایدار در عصر انقلاب صنعتی چهارم را نمی‌توان صرفاً با افزودن ابزارهای دیجیتال یا فناوری‌های نوین به ساختار سنتی مدرسه محقق ساخت، بلکه نیازمند تحول بنیادین در منطق اداره، آموزش و یادگیری است (George, 2024; Ślusarczyk, 2018).

در بُعد شرایط علی، یافته‌ها حاکی از آن بود که «زیرساخت‌های سایبری-فیزیکی مدرسه» و «حکمرانی تحول‌آفرین آموزشی» بالاترین اهمیت را از دیدگاه خبرگان به خود اختصاص داده‌اند. این نتیجه با مطالعاتی همسو است که تأکید می‌کنند فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم تنها زمانی به بهبود عملکرد و پایداری منجر می‌شوند که در چارچوب یک حکمرانی هوشمند، راهبردمحور و آینده‌نگر به‌کار گرفته شوند (Dalenogare et al., 2018; Goudarzi et al., 2025). بدون وجود سیاست‌های روشن، حمایت نهادی و تصمیم‌گیری مبتنی بر داده، سرمایه‌گذاری فناورانه در مدارس می‌تواند به اتلاف منابع یا تشدید نابرابری‌های آموزشی منجر شود؛ موضوعی که در ادبیات تحول دیجیتال آموزشی نیز مورد تأکید قرار گرفته است (Firouzbakht & Rezaeean, 2019; Vyshnevskyi et al., 2022).

در کنار زیرساخت و حکمرانی، «شایستگی‌های دیجیتال معلمان و مدیران» و «برنامه‌درسی فناورمحور و ارزشیابی نوین» به‌عنوان دیگر مؤلفه‌های علی شناسایی شدند. این یافته با دیدگاه‌هایی هم‌راستا است که انقلاب صنعتی چهارم را بیش از آنکه یک تحول فناورانه بدانند، تحولی انسانی و شایستگی‌محور تلقی می‌کنند (Bhardwaj & Tiwari, 2024; Molino et al., 2020). نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که در مدرسه پایدار، معلم باید از نقش سنتی انتقال‌دهنده دانش فاصله گرفته و به طراح محیط‌های یادگیری، تسهیل‌گر یادگیری فعال و الگوی سواد دیجیتال تبدیل شود؛ امری که در مطالعات مرتبط با آموزش آینده و دانشگاه‌های هوشمند نیز به‌وضوح گزارش شده است (Al-Shoqran & Shorman, 2021; Matthews et al., 2021). همچنین، بازطراحی برنامه‌درسی و ارزشیابی مبتنی بر مهارت‌های حل مسئله، تفکر انتقادی و یادگیری پروژه‌محور، از الزامات انطباق آموزش با منطق عصر دیجیتال است (Fomunyan, 2019; Munir et al., 2022).

در بُعد شرایط زمینه‌ای، «امکانات و منابع مالی در دسترس»، «پشتیبانی دولت و سیاست‌های کلان آموزشی» و «فرهنگ سازمانی و نگرش‌های جامعه آموزشی» به‌عنوان عوامل تعیین‌کننده شناسایی شدند. این یافته نشان می‌دهد که حتی در صورت وجود فناوری و شایستگی انسانی، فقدان حمایت‌های ساختاری و مالی می‌تواند مانع تحقق مدرسه پایدار شود. پژوهش‌های پیشین نیز تأکید کرده‌اند که تحول آموزشی در عصر انقلاب صنعتی چهارم بدون سرمایه‌گذاری هدفمند و سیاست‌گذاری هماهنگ، به نتایج پایدار نخواهد رسید (Goudarzi et al., 2025; Sart, 2022). از سوی دیگر، فرهنگ سازمانی

و نگرش‌های معلمان، مدیران و خانواده‌ها نقش مهمی در پذیرش یا مقاومت در برابر تحول دیجیتال دارند؛ یافته‌ای که با مطالعات مربوط به مقاومت در برابر تغییر در پیاده‌سازی فناوری‌های صنعت ۴.۰ هم‌خوان است (Ramadhani et al., 2024; Shakiri, 2023).

در بخش شرایط مداخله‌ای، مؤلفه‌هایی نظیر «آموزش معلمان در زمینه فناوری»، «سرویس‌ها و پشتیبانی‌های فنی» و «ایجاد زیرساخت‌های قانونی و حمایتی» برجسته شدند. این نتایج نشان می‌دهد که وجود فناوری بدون پشتیبانی فنی مستمر و آموزش هدفمند معلمان، نه تنها به بهبود کیفیت آموزش منجر نمی‌شود، بلکه می‌تواند موجب فرسودگی شغلی و کاهش پذیرش فناوری گردد؛ موضوعی که در مطالعات پذیرش فناوری و درگیری کاری در صنعت ۴.۰ نیز گزارش شده است (Molino et al., 2020). همچنین، چارچوب‌های قانونی و حمایتی به‌عنوان تسهیل‌گر تحول، نقش مهمی در نهادینه‌سازی نوآوری‌های آموزشی دارند (Firouzbakht & Rezaeean, 2022; Ziaei Nafchi, 2019).

یافته‌های مربوط به راهبردها نشان داد که «توسعه حرفه‌ای مستمر معلمان و مدیران»، «پیاده‌سازی زیرساخت‌های دیجیتال و نوین»، «برنامه‌درسی انعطاف‌پذیر و فناورمحور» و «مشارکت با ذی‌نفعان و اکوسیستم‌های آموزشی» از مهم‌ترین راهبردهای تحقق مدرسه پایدار هستند. این نتایج با دیدگاه اکوسیستمی به آموزش در عصر انقلاب صنعتی چهارم هم‌راستا است؛ دیدگاهی که آموزش را نتیجه تعامل میان مدرسه، دانشگاه، صنعت، استارت‌آپ‌ها و جامعه می‌داند (Jumali et al., 2024; Korohodova et al., 2020). مشارکت با ذی‌نفعان می‌تواند منابع مالی، دانشی و فناورانه جدیدی را برای مدارس فراهم کرده و آن‌ها را به کانون‌های نوآوری اجتماعی تبدیل کند؛ امری که در مطالعات مرتبط با آموزش کارآفرینانه و اکوسیستم‌های نوآوری آموزشی نیز تأیید شده است (Gupta, 2022; Shaturaev, 2023).

در نهایت، پیامدهای شناسایی‌شده شامل «بهبود کیفیت آموزش و یادگیری»، «افزایش دسترسی به منابع و فرصت‌های یادگیری»، «توسعه شایستگی‌های دیجیتال»، «افزایش مشارکت بین‌سازمانی و اجتماعی» و «بهره‌وری بلندمدت در فرآیندهای آموزشی» نشان می‌دهد که مدرسه پایدار مبتنی بر انقلاب صنعتی چهارم، فراتر از یک پروژه فناورانه، یک سرمایه‌گذاری راهبردی برای توسعه انسانی و اجتماعی است. این یافته‌ها با مطالعاتی که بر نقش آموزش در توسعه پایدار و عدالت آموزشی در عصر دیجیتال تأکید دارند، همسو است (Moschopoulou & Karakatsani, 2020; Sart, 2022). به‌طور کلی، نتایج پژوهش حاضر تأیید می‌کند که تحقق مدرسه پایدار نیازمند نگاهی کل‌نگر، تدریجی و مبتنی بر بوم فرهنگی و نهادی ایران است و نمی‌توان الگوهای وارداتی را بدون انطباق بومی به‌کار گرفت (George, 2024; Tarin et al., 2023).

یکی از محدودیت‌های این پژوهش، ماهیت کیفی آن و اتکای اصلی بر دیدگاه‌های خبرگان بود که می‌تواند دامنه تعمیم‌پذیری نتایج را محدود سازد. همچنین، تمرکز پژوهش بر دوره ابتدایی و یک استان مشخص، ممکن است بازتاب‌دهنده تمام تنوع‌های منطقه‌ای و نهادی نظام آموزشی کشور نباشد. محدودیت زمانی و دسترسی به خبرگان نیز از دیگر چالش‌های اجرای پژوهش محسوب می‌شود.

پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده، مدل ارائه‌شده با روش‌های کمی و ترکیبی در نمونه‌های بزرگ‌تر و در استان‌ها و بافت‌های آموزشی مختلف آزمون شود. همچنین، بررسی تطبیقی مدل مدرسه پایدار در ایران با سایر کشورها و تحلیل تأثیر متغیرهای فرهنگی و اقتصادی می‌تواند به غنای ادبیات این حوزه کمک کند. مطالعه پیامدهای بلندمدت اجرای مدل بر عملکرد تحصیلی و شایستگی‌های دانش‌آموزان نیز پیشنهاد می‌شود.

برای عمل، توصیه می‌شود سیاست‌گذاران آموزشی از این مدل به‌عنوان نقشه راهی جامع برای برنامه‌ریزی تحول دیجیتال در مدارس ابتدایی استفاده کنند. مدیران مدارس می‌توانند با تمرکز بر توسعه حرفه‌ای معلمان، تقویت فرهنگ نوآوری و ایجاد مشارکت با ذی‌نفعان محلی، زمینه تحقق مدرسه پایدار را فراهم آورند. همچنین، سرمایه‌گذاری هدفمند در زیرساخت‌های فناورانه همراه با پشتیبانی فنی و آموزشی مستمر، شرط اساسی موفقیت این مسیر تحول است.

موازن اخلاقی

در این پژوهش ملاحظات اخلاقی رعایت شد.

تشکر و قدردانی

از تمام افرادی که امکان انجام پژوهش حاضر را فراهم کردند، تقدیر و تشکر می‌شود.

مشارکت نویسندگان

نویسندگان این مطالعه با هم مشارکت فعال داشتند.

تعارض منافع

بین نویسندگان پژوهش حاضر هیچ تضاد منافی وجود نداشت.

Reference

- Al-Shoqran, M., & Shorman, S. (2021). A Review on Smart Universities and Artificial Intelligence. In A. Hamdan, A. E. Hassanien, A. Razzaque, & B. Alareeni (Eds.), *The Fourth Industrial Revolution: Implementation of Artificial Intelligence for Growing Business Success* (pp. 281-294). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-62796-6_16
- Bhardwaj, S. H., & Tiwari, K. (2024). *The Effects of the Fourth Industrial Revolution on Human Resource Management*. Cambridge Scholars Publishing. <https://www.cambridgescholars.com/resources/pdfs/978-1-0364-0366-9-sample.pdf>
- Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, 204, 383-394. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.019>
- Firouzbakht, E., & Rezaeean, A. (2022). *Designing and Verifying the Conceptual Model of Digital Transformation in Project-Based Organizations of Iran's Oil and Gas Industry* (Vol. 26). Tarbiat Modares University. https://mri.modares.ac.ir/article_605_b7de15a0b6fb016943baa9edd6ce47fe.pdf
- Fomunyan, K. G. (2019). Education and the Fourth Industrial Revolution: Challenges and Possibilities for Engineering Education. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 10(8), 271-284.
- George, A. S. (2024). The Fourth Industrial Revolution: A Primer on Industry 4.0 and its Transformative Impact. (Vol. 2, pp. 16-40).
- Goudarzi, G., Javan Jafari, A., & Yaghoubi Ali Pour Kandelji, A. (2025). Strategies for implementing Fourth Industrial Revolution technologies in Iranian industries aimed at industrial development based on Fuzzy DEMATEL. *Industrial Management Perspectives*, 15(1), 132-159. <https://doi.org/10.48308/jimp.15.1.132>
- Gupta, R. K. (2022). Does University Entrepreneurial Ecosystem and Entrepreneurship Education Affect the Students' Entrepreneurial Intention/Startup Intention? In *Industry 4.0 and Advanced Manufacturing: Proceedings of I-4AM 2022* (pp. 355-365). Springer.
- Hoseini Moghadam, M. (2023). Artificial Intelligence and the Future of University Education in Iran. *Quarterly Journal of Research and Planning in Higher Education*, 29(1), 1-25. <https://doi.org/10.61838/kman.soe.684>
- Jumali, M. A., Sabbiquin, D. D., & Rusdiyantoro, R. (2024). Solutions for Young Entrepreneurs in the Socially-Based Fourth Industrial Revolution Era. *Tibuna*, 7(01), 72-76. <https://doi.org/10.36456/tibuna.7.01.7827.72-76>
- Korohodova, O., Onopriienko, K., & Kuzhel, D. V. (2020). The Interaction of Transnational Corporations with Startups in Industry 4.0. *Economic Bulletin of the National Technical University of Ukraine*, 11(2), 101-122. <https://doi.org/10.20535/2307-5651.17.2020.216393>
- Matthews, A., McLinden, M., & Greenway. (2021). Rising to the pedagogical challenges of the fourth Industrial Age in the University of the future: An integrated model of scholarship. *Higher Education Pedagogies*, 6(1), 1-21. <https://doi.org/10.1080/23752696.2020.1866440>
- Molino, M., Cortese, C. G., & Ghislieri, C. (2020). The Promotion of Technology Acceptance and Work Engagement in Industry 4.0: From Personal Resources to Information and Training. *International journal of environmental research and public health*, 17, 2438. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072438>
- Moschopoulou, A., & Karakatsani, D. A. (2020). Environmental Education and Sustainability in the Greek curriculum: citizenship education and active citizenship. In B. Krzywosz-Rynkiewicz & V. Zorbas (Eds.), *Citizenship at a Crossroads: Rights, Identity, and Education* (pp. 51-64). Charles University and Children's Identity and Citizenship European Association.
- Munir, M., Sinambela, E. A., Halizah, S. N., Khayru, R. K., & Mendrika, V. (2022). Review of vocational education curriculum in the fourth industrial revolution and contribution to rural development. *Journal of social science studies (jos3)*, 2(1), 5-8. <https://ejournal.metromedia.education/index.php/jos3/article/view/20>
- Ramadhani, W., Khuzaini, K., & Shaddiq, S. (2024). Resistance to Change: Human Resources Issues in the Implementation of Industry 4.0 Technology. Proceeding: Islamic University of Kalimantan,

- Sart, G. (2022). Impact of Higher Education and Globalization on Sustainable Development in the New EU Member States. *Sustainability*, 14, 11916. <https://doi.org/10.3390/su141911916>
- Shakiri, R. (2023). Industry 4.0; Developing a Professional Competency Model for Quality Managers. *Quarterly Journal of Education and Human Resource Development*, 10(39), 176-198. <http://istd.saminattech.ir/Article/36855/FullText>
- Shaturaev, J. (2023). Economies and Management as A Result of The Fourth Industrial Revolution: An Education Perspective. *Indonesian Journal of Educational Research and Technology*, 3(1), 51-58. <https://doi.org/10.17509/ijert.v3i1.45652>
- Ślusarczyk, B. (2018). Industry 4.0: Are we ready? *Polish Journal of Management Studies*, 17(1). <https://doi.org/10.17512/pjms.2018.17.1.19>
- Tarin, H., Mehralizadeh, Y., Shahi, S., Farhadirad, H., & rahimidoost, g. (2023). Identification and Structural Analysis of Drivers Affecting the Future of University Education System in the Atmosphere of the Fourth Industrial Revolution. *Journal of Research in Educational Systems*, 17(61), 5-21. <https://doi.org/10.61838/kman.soe.684>
- Tseng, A. S., Hu, T.-Y., Lee, J. Z., Amin, M., Vaidya, V., Deshmukh, A. J., & Mulpuru, S. K. (2020). Trends in reported industry payments to physicians practicing cardiac electrophysiology from 2013 to 2018 in the United States. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*, 31(12), 3106-3114. <https://doi.org/10.1111/jce.14754>
- Vyshnevskiy, O., Liashenko, V., & Amosha, O. (2019). The impact of Industry 4.0 and AI on economic growth. *Scientific Papers of Silesian University of Technology Organization and Management Series*, 9, 391-400. <https://doi.org/10.29119/1641-3466.2019.140.32>
- Ziaei Nafchi, M. (2019). *Industry 4.0 and Preparing Companies for Implementing It* [University of Hradec Kralove]. Hradec Kralove, Czech Republic.