



ارائه الگوی تحول دیجیتال با رویکرد هوشمندسازی آموزش در نظام آموزش و پرورش ایران

مرجان جوری سهرابی^۱، صغری افکانه^۲، فتاح ناظم^۱

۱. گروه علوم تربیتی، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران

* ایمیل نویسنده مسئول: S.afkane@iau.ac.ir

چکیده

پژوهش حاضر با هدف ارائه و اعتبارسنجی الگویی جامع برای تحول دیجیتال با رویکرد هوشمندسازی آموزش در نظام آموزش و پرورش ایران انجام شد. این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر روش، آمیخته متوالی اکتشافی بود. در بخش کیفی، ۱۶ نفر از خبرگان علمی و اجرایی حوزه‌های مدیریت و برنامه‌ریزی آموزشی، علوم کامپیوتر، فناوری اطلاعات و مدیریت آموزش و پرورش با روش نمونه‌گیری هدفمند و بر اساس اشباع نظری انتخاب شدند و داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته گردآوری و با روش تحلیل مضمون در نرم‌افزار MAXQDA ۱۸ تحلیل شد. در بخش کمی، جامعه پژوهش شامل متخصصان آموزش در حوزه‌های دیجیتال و هوشمندسازی شهر تهران بود که ۲۵۴ نفر از آنان با روش نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای چندمرحله‌ای وارد تحلیل شدند. ابزار این مرحله پرسشنامه محقق‌ساخته برگرفته از یافته‌های کیفی بود. روایی و پایایی ابزار با استفاده از روایی محتوا و سازه، آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی بررسی شد و داده‌ها با تحلیل عاملی تأییدی و آزمون تی تک‌نمونه‌ای در SPSS ۲۷ و SmartPLS ۳ تحلیل شدند. آزمون تی تک‌نمونه‌ای نشان داد اعتبار بیرونی و درونی الگو و تمامی مؤلفه‌های آنها در سطح کمتر از ۰.۰۰۱ معنادار بودند و میانگین مؤلفه‌ها بین ۴.۱۰ و ۴.۶۵ قرار داشت. تحلیل عاملی تأییدی نیز نشان داد آماره t تمام شاخص‌ها و مؤلفه‌ها بیشتر از ۲.۵۸ بود و بنابراین همه روابط در سطح اطمینان ۹۹ درصد تأیید شدند. مقادیر ضریب تعیین ابعاد بین ۰.۳۴۵ و ۰.۷۶۶ قرار گرفت، شاخص اشتراک ۰.۵۳۶ به‌دست آمد و مقادیر قدرت پیش‌بینی مدل در دامنه ۰.۲۹۵ تا ۰.۳۹۹ قرار داشت. همچنین، شاخص NFI برابر با ۰.۹۳۳ بود که برازش مطلوب مدل را تأیید کرد. الگوی نهایی شامل شش بعد رهبری و حکمرانی دیجیتال، توانمندسازی و سرمایه انسانی، زیرساخت فناوریانه، تحول در فرایندهای یاددهی — یادگیری، مشارکت و اکوسیستم تعاملی، و عدالت دیجیتال و پایداری است و می‌تواند به‌عنوان چارچوبی بومی و معتبر برای سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی و اجرای تحول دیجیتال در نظام آموزش و پرورش ایران مورد استفاده قرار گیرد.

کلیدواژه‌گان: تحول دیجیتال، هوشمندسازی آموزش، رهبری دیجیتال، زیرساخت فناوریانه، عدالت دیجیتال، نظام آموزش و پرورش ایران

تاریخ ارسال: ۱۴ اردیبهشت ۱۴۰۵

تاریخ بازنگری: ۲۱ شهریور ۱۴۰۵

تاریخ پذیرش: ۲۸ شهریور ۱۴۰۵

تاریخ چاپ اولیه: ۱۹ مهر ۱۴۰۵

تاریخ چاپ نهایی: ۱ دی ۱۴۰۶



How to cite: Jouri Sohrabi, M., Afkane, S., & Nazem, F. (2027). Presenting a Digital Transformation Model with a Smart Education Approach in the Iranian Education System. *Training, Education, and Sustainable Development*, 5(5), 1-25.



© 2027 the authors. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

Presenting a Digital Transformation Model with a Smart Education Approach in the Iranian Education System

Marjan Jouri Sohrabi¹, Soghra Afkane^{1*}, Fattah Nazem¹

1. Department of Educational Sciences, Ro.C., Islamic Azad University, Roudehen, Iran

*Corresponding Author's Email: S.afkane@iau.ac.ir

Abstract

This study aimed to develop and validate a comprehensive model of digital transformation based on a smart education approach for the Iranian education system. This applied study employed an exploratory sequential mixed-methods design. In the qualitative phase, 16 scientific and executive experts in educational management and planning, computer science, information technology, and educational administration were purposively selected according to theoretical saturation. Data were collected through semi-structured interviews and analyzed using thematic analysis in MAXQDA 18. In the quantitative phase, the statistical population consisted of education specialists in digitalization and smart education in Tehran, of whom 254 participants were selected through multistage cluster random sampling. A researcher-made questionnaire derived from the qualitative findings was used for data collection. Content and construct validity, Cronbach's alpha, and composite reliability were used to assess the measurement instrument. Quantitative data were analyzed using confirmatory factor analysis and one-sample t-tests in SPSS 27 and SmartPLS 3. The one-sample t-test showed that the external and internal validity of the proposed model and all their components were statistically significant at $p < 0.001$, with mean scores ranging from 4.10 to 4.65. Confirmatory factor analysis demonstrated that the t-values for all indicators and components exceeded 2.58, confirming all measurement relationships at the 99% confidence level. The coefficients of determination ranged from 0.345 to 0.766. The communality index was 0.536, while the predictive relevance values ranged from 0.295 to 0.399, indicating satisfactory predictive power. Furthermore, the Normed Fit Index was 0.933, confirming an acceptable overall fit of the proposed model. The validated model comprises six dimensions: digital leadership and governance, empowerment and human capital, technological infrastructure, transformation of teaching-learning processes, participation and interactive ecosystem, and digital equity and sustainability. The model provides an integrated, context-sensitive, and empirically validated framework that can support policy development, strategic planning, and implementation of digital transformation and smart education across the Iranian education system.

Keywords: Digital Transformation, Smart Education, Digital Leadership, Technological Infrastructure, Digital Equity, Iranian Education System

Submit Date: 04 May 2026

Revise Date: 12 September 2026

Accept Date: 19 September 2026

Initial Publish: 11 October 2026

Final Publish: 22 December 2027

تحول دیجیتال در دهه‌های اخیر از یک انتخاب فناورانه فراتر رفته و به یکی از الزامات اساسی بازطراحی ساختارها، فرایندها و شیوه‌های ارائه خدمات در سازمان‌های معاصر تبدیل شده است. نظام‌های آموزشی نیز به دلیل نقش بنیادین خود در توسعه سرمایه انسانی، انتقال دانش، شکل‌دهی شایستگی‌های نسل آینده و آماده‌سازی افراد برای زیست و فعالیت در جامعه مبتنی بر فناوری، بیش از بسیاری از حوزه‌های دیگر تحت تأثیر این تحول قرار گرفته‌اند. گسترش فناوری‌های دیجیتال، هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، سامانه‌های مدیریت یادگیری، کلان‌داده‌ها و ابزارهای ارتباطی هوشمند، چارچوب سنتی آموزش را با تغییرات بنیادین مواجه کرده و ضرورت بازنگری در نحوه مدیریت مدارس، طراحی محیط‌های یادگیری، تولید و عرضه محتوا، ارزشیابی، تعامل معلم و دانش‌آموز و حتی روابط میان مدرسه، خانواده و جامعه را برجسته ساخته است. در چنین بستری، تحول دیجیتال در آموزش را نمی‌توان صرفاً به تجهیز مدارس به رایانه، شبکه و نرم‌افزار محدود کرد، بلکه این مفهوم بر نوعی تحول سازمانی و آموزشی عمیق دلالت دارد که فناوری را در خدمت بازطراحی فرایندهای آموزشی و مدیریتی قرار می‌دهد (Joseph et al., 2024). از این منظر، نظام‌های آموزشی برای پاسخ‌گویی به الزامات عصر دیجیتال نیازمند رویکردی منسجم هستند که فناوری، منابع انسانی، رهبری، فرهنگ سازمانی، برنامه درسی، عدالت آموزشی و سازوکارهای پشتیبان را به صورت هم‌زمان مورد توجه قرار دهد.

تحول دیجیتال در آموزش به معنای ادغام هدفمند فناوری‌های دیجیتال در سطوح مختلف سیاست‌گذاری، مدیریت و یاددهی - یادگیری است؛ به گونه‌ای که این ادغام بتواند به ارتقای کیفیت، انعطاف‌پذیری، دسترسی، کارآمدی و اثربخشی نظام آموزشی منجر شود. بررسی تجربه مؤسسات آموزشی نشان می‌دهد که اقدامات پراکنده فناورانه، بدون وجود راهبرد روشن و تغییرات سازمانی متناسب، الزاماً به تحول واقعی منتهی نمی‌شوند. دیجیتالی کردن برخی خدمات، انتقال محتوا به محیط آنلاین یا استفاده از ابزارهای ارتباطی، تنها بخشی از مسیر تحول است و زمانی ارزش تحول‌آفرین پیدا می‌کند که با بازنگری در ساختارهای سازمانی، فرایندهای تصمیم‌گیری، فرهنگ نهادی و الگوهای آموزشی همراه باشد (Fernández et al., 2023). به همین دلیل، اجرای موفق تحول دیجیتال مستلزم تدوین چشم‌انداز راهبردی، تعیین اهداف روشن، فراهم‌سازی زیرساخت مناسب، توسعه مهارت‌های دیجیتال و ایجاد سازوکارهایی برای ارزیابی مستمر پیامدهای تحول است. در سطح نظام آموزشی ایران نیز شناسایی راهبردها، بسترها و موانع تحول دیجیتال اهمیت ویژه‌ای دارد؛ زیرا شرایط ساختاری، فرهنگی و اقتصادی هر نظام آموزشی می‌تواند مسیر و اولویت‌های تحول را به شکل متفاوتی تعیین کند (Asadi et al., 2025).

یکی از نمودهای اساسی تحول دیجیتال در حوزه آموزش، حرکت به سوی «هوشمندسازی آموزش» است. هوشمندسازی آموزش به استفاده نظام‌مند از فناوری‌های پیشرفته برای ایجاد محیط‌های یادگیری انعطاف‌پذیر، تعاملی، داده‌محور و پاسخ‌گو به تفاوت‌های فردی فراگیران اشاره دارد. در این رویکرد، فناوری نه به عنوان ابزار جانبی، بلکه به عنوان بخشی از معماری یادگیری مورد استفاده قرار می‌گیرد و می‌تواند امکان ارائه محتوای متناسب با سطح و نیاز یادگیرنده، بازخورد سریع، پایش پیشرفت تحصیلی و تعامل مستمر میان عناصر آموزشی را فراهم کند. توسعه دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی هوشمند نیز نشان داده است که هوشمندسازی مستلزم نوعی تحول چندبعدی است که علاوه بر فناوری، ساختارها، نقش‌ها، شایستگی‌ها و شیوه‌های تصمیم‌گیری آموزشی را نیز دربر می‌گیرد (Badali & Masoudi, 2024). بنابراین، هوشمندسازی آموزش زمانی اثربخش خواهد بود که از رویکرد تجهیزمحور فاصله گرفته و در قالب یک نظام یکپارچه از سیاست‌گذاری، زیرساخت، یادگیری، ارزشیابی، توسعه حرفه‌ای و مشارکت ذی‌نفعان طراحی شود.

ظهور هوش مصنوعی یکی از مهم‌ترین نیروهای محرک توسعه آموزش هوشمند در سال‌های اخیر بوده است. فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی این ظرفیت را ایجاد کرده‌اند که تحلیل داده‌های یادگیری، شناسایی الگوهای عملکرد دانش‌آموزان، پیشنهاد محتوای متناسب، ارائه بازخورد فوری و طراحی مسیرهای یادگیری شخصی‌سازی شده با دقت و سرعت بیشتری انجام شود. نظام‌های آموزش هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند با پردازش داده‌های آموزشی، نیازهای متفاوت فراگیران را بهتر شناسایی کنند و امکان مداخله متناسب با سطح پیشرفت

هر دانش‌آموز را فراهم آوردند (Sunitha et al., 2023). در عین حال، پذیرش ابزارهای جدید هوش مصنوعی به عوامل مختلفی مانند سودمندی ادراک‌شده، سهولت استفاده، اعتماد، نگرش کاربران و آمادگی محیط آموزشی وابسته است و صرف دسترسی به این فناوری‌ها به معنای استفاده مؤثر از آنها نیست (Almogren et al., 2024). از این‌رو، توسعه آموزش هوشمند علاوه بر فراهم کردن ابزارهای پیشرفته، نیازمند ایجاد ظرفیت انسانی، تدوین قواعد استفاده مسئولانه و تقویت آمادگی کاربران برای ادغام فناوری در فعالیتهای آموزشی است.

اینترنت اشیا نیز از دیگر فناوری‌های مؤثر در شکل‌گیری نظام‌های آموزشی هوشمند محسوب می‌شود. اتصال تجهیزات، حسگرها و سامانه‌های مختلف در محیط آموزشی می‌تواند امکان جمع‌آوری داده‌های بلادرنگ، مدیریت کارآمد منابع، نظارت بر محیط آموزشی و ایجاد تجربه‌های یادگیری تعاملی‌تر را فراهم سازد. بررسی‌های انجام‌شده در زمینه آموزش هوشمند نشان داده‌اند که اینترنت اشیا ظرفیت بالایی برای ایجاد محیط‌های یادگیری متصل، شخصی‌سازی خدمات آموزشی و بهبود مدیریت فضاها و منابع دارد، اما تحقق این ظرفیت به مسائلی مانند امنیت، حریم خصوصی، استانداردسازی، زیرساخت ارتباطی و قابلیت همکاری میان سامانه‌ها وابسته است (Badshah et al., 2023). همچنین، استفاده از اینترنت اشیا می‌تواند با ایجاد شبکه‌ای از اشیا و سامانه‌های هوشمند، ارتباط میان یادگیرنده، معلم، محتوای آموزشی و محیط فیزیکی را توسعه دهد و زمینه را برای تصمیم‌گیری مبتنی بر داده فراهم کند (Terzieva et al., 2022). با این حال، گسترش چنین فناوری‌هایی زمانی مطلوب خواهد بود که در یک چارچوب راهبردی و آموزشی روشن قرار گیرد و صرفاً به افزایش پیچیدگی فنی محیط مدارس منجر نشود.

کاربرد فناوری‌های متصل در آموزش علاوه بر فرصت‌ها، چالش‌هایی را نیز در زمینه هزینه، نگهداری، امنیت و نابرابری دسترسی ایجاد می‌کند. توسعه سامانه‌های هوشمند نیازمند اینترنت پایدار، پهنای باند مناسب، تجهیزات به‌روز و زیرساخت‌های فنی قابل اعتماد است. در نظام‌های آموزشی که مدارس و مناطق از نظر امکانات فناوری در سطوح متفاوتی قرار دارند، چنین الزامی می‌تواند به یکی از عوامل اصلی ایجاد یا تشدید شکاف دیجیتال تبدیل شود. مطالعه نقش اینترنت اشیا در تحول آموزش نیز نشان می‌دهد که تحقق مزایای آموزش هوشمند به وجود یک زیرساخت فناوری یکپارچه وابسته است و مسائل مرتبط با امنیت داده، مقیاس‌پذیری، هزینه و دسترسی باید در فرایند طراحی نظام‌های هوشمند مورد توجه قرار گیرند (Saraswat et al., 2024). بنابراین، سیاست هوشمندسازی نمی‌تواند بدون توجه به تفاوت‌های منطقه‌ای و نابرابری‌های اقتصادی طراحی شود و عدالت در دسترسی باید یکی از اصول بنیادین هر الگوی تحول دیجیتال آموزشی باشد.

در کنار فناوری، یکی از مهم‌ترین پیش‌شرط‌های تحول دیجیتال، ظرفیت سازمانی و آمادگی دیجیتال مدارس است. ورود فناوری به یک سازمان آموزشی زمانی به بهبود عملکرد منجر می‌شود که اعضای سازمان از دانش، مهارت، نگرش و حمایت لازم برای استفاده هدفمند از آن برخوردار باشند. ظرفیت دیجیتال مدارس نه تنها شامل وجود سخت‌افزار و نرم‌افزار، بلکه شامل شایستگی دیجیتال معلمان و مدیران، دسترسی به پشتیبانی فنی، فرهنگ استفاده از فناوری و توانایی سازمان برای یادگیری و سازگاری است. بررسی عوامل مؤثر بر ظرفیت و تحول دیجیتال مدارس نشان داده است که فناوری به تنهایی عامل تعیین‌کننده نیست و ویژگی‌های انسانی و سازمانی نقش مهمی در میزان بهره‌برداری واقعی از امکانات دیجیتال دارند (Naghavi, 2023). بر این اساس، هرگونه الگوی تحول دیجیتال باید میان «داشتن فناوری» و «توانایی استفاده مؤثر از فناوری» تمایز قائل شود و توسعه ظرفیت نهادی را بخشی از فرایند هوشمندسازی بداند.

در این میان، معلمان نقشی مرکزی در موفقیت یا شکست تحول دیجیتال دارند. حتی پیشرفته‌ترین زیرساخت‌ها در صورتی که معلم نتواند فناوری را با اهداف آموزشی، ویژگی‌های یادگیرندگان و روش‌های تدریس مناسب تلفیق کند، تأثیر محدودی بر کیفیت یادگیری خواهند داشت. هوشمندسازی می‌تواند دسترسی یادگیرندگان به منابع متنوع را افزایش دهد، تعامل را تسهیل کند، فرصت‌های یادگیری فردی ایجاد نماید و شیوه‌های ارائه محتوا را متحول سازد، اما تحقق این پیامدها نیازمند بازتعریف نقش معلم از انتقال‌دهنده صرف دانش به طراح، هدایت‌گر و تسهیل‌کننده یادگیری است. یافته‌های مربوط به نقش هوشمندسازی در تسهیل فرایند یادگیری نشان می‌دهد که ابزارهای هوشمند می‌توانند کیفیت تعامل آموزشی و انعطاف‌پذیری فرایند یادگیری را افزایش دهند (Malekpour et al., 2023). همچنین، استفاده از فناوری‌های

جدید و هوشمندسازی مدارس می‌تواند زمینه بهبود یادگیری و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان را فراهم سازد، مشروط بر اینکه استفاده از فناوری با نیازهای آموزشی و طراحی مناسب فعالیت‌های یادگیری همراه باشد (Esmaili, 2023).

هوشمندسازی همچنین می‌تواند الگوهای یادگیری دانش‌آموزان را تحت تأثیر قرار دهد. فراهم شدن امکان استفاده از متن، صوت، تصویر، ویدئو، شبیه‌سازی و فعالیت‌های تعاملی می‌تواند محیط یادگیری را از قالب یکسان و خطی خارج کرده و به تفاوت‌های موجود میان فراگیران پاسخ دهد. شواهد مربوط به تأثیر هوشمندسازی مدارس بر سبک‌های یادگیری دانش‌آموزان نشان می‌دهد که محیط‌های هوشمند ظرفیت آن را دارند که تنوع بیشتری در نحوه دریافت، پردازش و کاربرد اطلاعات ایجاد کنند (Bozorgmehr et al., 2024). از این منظر، تحول در فرایند یاددهی - یادگیری باید یکی از هسته‌های اصلی تحول دیجیتال تلقی شود؛ زیرا هدف نهایی دیجیتالی‌کردن آموزش نباید صرفاً افزایش تعداد ابزارها و سامانه‌ها باشد، بلکه باید به ارتقای کیفیت تجربه یادگیری، افزایش مشارکت دانش‌آموزان، ایجاد فرصت‌های یادگیری متناسب و توسعه مهارت‌های مورد نیاز برای جامعه دیجیتال بینجامد.

با این حال، تحول دیجیتال در نظام‌های آموزشی یک فرایند فنی صرف نیست و در اصل نوعی تغییر سازمانی گسترده محسوب می‌شود. تغییر در ساختار، نقش‌ها، فرایندها و انتظارات می‌تواند با مقاومت کارکنان، ابهام در مسئولیت‌ها، نگرانی نسبت به فناوری و تعارض میان شیوه‌های سنتی و جدید همراه شود. به همین دلیل، مدیریت تغییر یکی از ارکان مهم موفقیت تحول دیجیتال است. رهبران نظام آموزشی باید بتوانند چشم‌انداز مشترکی از تحول ایجاد کنند، ذی‌نفعان را در فرایند تغییر درگیر سازند و زمینه لازم را برای یادگیری سازمانی و پذیرش فناوری فراهم آورند. پژوهش در زمینه مؤلفه‌های حیاتی تحول دیجیتال برای رهبران تغییر در نظام آموزشی نشان می‌دهد که رهبری، چشم‌انداز، مشارکت ذی‌نفعان و ایجاد ظرفیت سازمانی از عناصر کلیدی موفقیت چنین تحولاتی هستند (McCarthy et al., 2023). در همین راستا، ارائه مدل مدیریت تغییر برای سازمان‌های آموزشی با رویکرد تحول دیجیتال بر ضرورت هماهنگی میان ابعاد انسانی، سازمانی و فناورانه تغییر تأکید دارد (Heydari & Erfanizadeh, 2024).

مسئله دیگری که در طراحی تحول دیجیتال اهمیت دارد، مشارکت ذی‌نفعان و شکل‌گیری یک اکوسیستم تعاملی پیرامون مدرسه است. آموزش هوشمند نمی‌تواند در محدوده روابط سنتی معلم و دانش‌آموز باقی بماند، بلکه خانواده‌ها، جامعه محلی، شرکت‌های فناوری، متخصصان، سیاست‌گذاران و سایر نهادهای مرتبط نیز می‌توانند در توسعه و پایداری آن نقش داشته باشند. مشارکت خانواده‌ها به‌ویژه در محیط‌های دیجیتال اهمیت بیشتری پیدا می‌کند، زیرا بخش مهمی از فرایند یادگیری ممکن است خارج از فضای فیزیکی مدرسه ادامه یابد. در عین حال، ارتباط با سازمان‌ها و ظرفیت‌های بیرونی می‌تواند منابع، تخصص و نوآوری مورد نیاز مدارس را تأمین کند. بررسی تجربه‌های مرتبط با هوشمندسازی و تحول آموزشی نشان می‌دهد که بهره‌گیری از ظرفیت‌های محیطی و تعامل میان بخش‌های مختلف می‌تواند در توسعه اثربخش‌تر برنامه‌های نوآورانه آموزشی نقش داشته باشد (Bozorgmehr et al., 2024). از این رو، تحول دیجیتال باید به عنوان تحولی در کل اکوسیستم آموزشی در نظر گرفته شود، نه صرفاً پروژه‌ای داخلی در مدرسه.

در کنار فرصت‌های گسترده تحول دیجیتال، مجموعه‌ای از چالش‌های ساختاری، مالی، فنی و انسانی نیز وجود دارد. نابرابری در دسترسی به اینترنت و تجهیزات، ضعف زیرساخت‌ها، محدودیت منابع مالی، کمبود مهارت‌های دیجیتال، مقاومت در برابر تغییر، فقدان سیاست‌های منسجم و مسائل مربوط به امنیت و حریم خصوصی از جمله موانعی هستند که می‌توانند اثربخشی برنامه‌های دیجیتال را کاهش دهند. بررسی چالش‌های تحول دیجیتال در آموزش و یادگیری آنلاین نشان داده است که مشکلات فناوری تنها بخشی از مسئله‌اند و عوامل سازمانی، مدیریتی، انسانی و محیطی نیز باید به صورت یکپارچه مدیریت شوند (Sahni et al., 2025). در چنین شرایطی، برنامه‌های تحول دیجیتال بدون تأمین منابع پایدار و تحلیل هزینه - فایده ممکن است به طرح‌هایی کوتاه‌مدت و ناپایسته تبدیل شوند. از سوی دیگر، توسعه نامتوازن فناوری می‌تواند شکاف میان مدارس برخوردار و کم‌برخوردار را افزایش دهد و در نتیجه، تحول دیجیتال به جای تقویت عدالت آموزشی، به عاملی برای تشدید نابرابری تبدیل شود.

یکی دیگر از عناصر مهم آموزش هوشمند، تحول در نظام ارزشیابی است. محیط‌های دیجیتال امکان جمع‌آوری مستمر داده درباره فعالیت، مشارکت و عملکرد فراگیران را فراهم می‌کنند و می‌توانند ارزشیابی را از یک رویداد مقطعی به فرایندی مستمر و بازخوردمدار تبدیل کنند. بهره‌گیری از فناوری‌های هوشمند امکان طراحی آزمون‌های آنلاین، ارائه بازخورد سریع، مستندسازی پیشرفت و شناسایی زود هنگام مشکلات یادگیری را افزایش می‌دهد. استفاده از اینترنت اشیا و داده‌های حاصل از محیط‌های متصل نیز می‌تواند دامنه اطلاعات در دسترس برای ارزشیابی و تصمیم‌گیری آموزشی را توسعه دهد (Terzieva et al., 2022). چنین ظرفیتی با رویکرد یادگیری شخصی‌سازی شده نیز همسو است؛ زیرا ارزشیابی مستمر امکان تعدیل مسیر یادگیری بر اساس عملکرد واقعی دانش‌آموز را فراهم می‌کند. بنابراین، تحول دیجیتال باید نظام سنجش و بازخورد را نیز به عنوان یکی از مؤلفه‌های اصلی خود در نظر گیرد.

با وجود افزایش مطالعات درباره فناوری‌های هوشمند، تحول دیجیتال، ظرفیت دیجیتال مدارس و تأثیر هوشمندسازی بر یادگیری، بخش قابل توجهی از پژوهش‌ها هر یک تنها بر بخشی از این پدیده تمرکز کرده‌اند. برخی مطالعات بر فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا و هوش مصنوعی متمرکز بوده‌اند (Badshah et al., 2023; Sunitha et al., 2023)، برخی عوامل پذیرش فناوری و ویژگی‌های محیط هوشمند را بررسی کرده‌اند (Almogren et al., 2024)، و گروهی دیگر بر مسائل مربوط به ظرفیت دیجیتال مدارس، فرایند یادگیری یا مدیریت تغییر تأکید داشته‌اند (Heydari & Erfanizadeh, 2024; Naghavi, 2023). این پراکندگی نشان می‌دهد که برای هدایت تحول در سطح نظام آموزش و پرورش، نیاز به مدلی یکپارچه وجود دارد که فناوری را در کنار رهبری و حکمرانی، منابع انسانی، فرایندهای یاددهی - یادگیری، مشارکت اجتماعی، عدالت دسترسی و پایداری اقتصادی در نظر گیرد. افزون بر این، تفاوت‌های زمینه‌ای میان نظام‌های آموزشی سبب می‌شود که انتقال مستقیم مدل‌های شکل گرفته در سایر کشورها یا سطوح آموزشی الزاماً پاسخ‌گوی نیازهای نظام آموزش و پرورش ایران نباشد. در ایران نیز مطالعات انجام‌شده ابعاد مهمی از تحول دیجیتال و هوشمندسازی را روشن ساخته‌اند. پژوهش درباره راهبردها، بسترها و موانع تحول دیجیتال، ضرورت سیاست‌گذاری هماهنگ و توجه هم‌زمان به عوامل سازمانی و فناوریانه را نشان داده است (Asadi et al., 2025). مطالعات مربوط به هوشمندسازی آموزش عالی نیز بر نقش فناوری و بازآرایی ساختار آموزشی تأکید کرده‌اند (Badali & Masoudi, 2024) و پژوهش‌های حوزه مدارس، آثار بالقوه هوشمندسازی بر یادگیری و عملکرد دانش‌آموزان را مطرح ساخته‌اند (Esmaeili, 2023; Malekpour et al., 2023). با وجود این، هنوز نیاز به چارچوبی بومی و جامع وجود دارد که بتواند این عناصر را در قالب یک نظام مفهومی منسجم گردآوری و سپس از نظر تجربی اعتبارسنجی کند. چنین الگویی باید از یک سو ظرفیت‌های فناوری‌های نوظهور را منعکس سازد و از سوی دیگر، با واقعیت‌های اجرایی نظام آموزش و پرورش، محدودیت‌های منابع، تفاوت‌های منطقه‌ای، نیازهای معلمان و دانش‌آموزان و ضرورت تحقق عدالت آموزشی هماهنگ باشد.

در نهایت، آینده آموزش به میزان توانایی نظام‌های آموزشی در تبدیل فناوری از مجموعه‌ای از ابزارهای پراکنده به بخشی یکپارچه از راهبرد توسعه آموزشی وابسته است. تحول دیجیتال پایدار زمانی شکل می‌گیرد که سیاست و حکمرانی دیجیتال جهت حرکت را مشخص کند، نیروی انسانی از شایستگی و انگیزه لازم برخوردار باشد، زیرساخت فنی قابل اعتماد فراهم شود، فرایندهای یاددهی - یادگیری متناسب با قابلیت‌های فناوری بازطراحی شوند، مشارکت خانواده و جامعه تقویت گردد و دسترسی عادلانه و تأمین مالی پایدار مورد توجه قرار گیرد. در غیر این صورت، فناوری ممکن است تنها لایه‌ای جدید بر ساختار سنتی آموزش اضافه کند، بدون آنکه کیفیت و منطق اساسی آن را متحول سازد. از این‌رو، طراحی یک مدل بومی، جامع و معتبر می‌تواند به سیاست‌گذاران و مدیران آموزشی کمک کند تا اولویت‌ها و روابط میان عناصر تحول را به صورت نظام‌مند شناسایی کرده و برنامه‌های هوشمندسازی را از اقدامات مقطعی و منفرد به یک فرایند راهبردی، منسجم و پایدار تبدیل کنند.

بنابراین، پژوهش حاضر با هدف ارائه و اعتبارسنجی الگوی تحول دیجیتال با رویکرد هوشمندسازی آموزش در نظام آموزش و پرورش ایران انجام شد.

با توجه به هدف پژوهش، این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش، آمیخته متوالی اکتشافی است. مشارکت کنندگان بخش کیفی را خبرگان علمی (اساتید دانشگاه در رشته‌های مدیریت و برنامه‌ریزی آموزشی و علوم کامپیوتر و فناوری اطلاعات) و اجرایی (مدیران آموزش و پرورش شهر تهران) تشکیل دادند که ۱۶ نفر از آنان انتخاب شدند. روش نمونه‌گیری در این بخش غیرتصادفی هدفمند بود. در این روش نمونه‌گیری، به‌طور هدفمند از دو گروه اصلی خبرگان نظری و تجربی مشارکت کنندگان انتخاب شدند. بررسی‌ها نشان داد بیشترین فراوانی مربوط به گروه سنی بین ۴۶ تا ۵۰ سال با ۷ نفر است، در حالی که گروه سنی بین ۴۱ تا ۴۵ سال کمترین فراوانی را با ۱ نفر به خود اختصاص داده است. در زمینه تجربه کاری، بیشترین تعداد افراد دارای سابقه کاری بین ۱۶ تا ۲۳ سال با ۶ نفر بوده و در مقابل، افرادی که سابقه کاری کمتر از ۷ سال دارند نیز ۲ نفر هستند. از نظر جنسیت، تعداد مردان با ۱۰ نفر بیشتر از زنان با ۶ نفر است. همچنین گروه تجربی با ۱۱ نفر بیشترین فراوانی را دارد در حالی که گروه نظری با ۵ نفر در رتبه بعدی قرار دارد. در نهایت، از نظر رشته تحصیلی، فناوری اطلاعات با ۷ نفر در صدر قرار دارد، در حالی که رشته‌های مدیریت و برنامه‌ریزی آموزشی و علوم کامپیوتر به ترتیب با ۵ و ۴ نفر در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. در بخش کمی پژوهش، جامعه آماری شامل کلیه متخصصین آموزش در حوزه‌های دیجیتال و هوشمندسازی در شهر تهران است. در این پژوهش با توجه به استفاده از حداقل حجم نمونه در آزمون تحلیل عاملی تأییدی، ۲۶۰ پاسخ دهنده به عنوان حجم نمونه در نظر گرفته شد و پرسشنامه میان آن‌ها توزیع شد که ۶ پرسشنامه به دلیل ناقص بودن کنار گذاشته شد و عملیات آماری بر روی ۲۵۴ پاسخ دهنده انجام شد. در این پژوهش با توجه به وسعت جغرافیایی شهر تهران برای انتخاب متخصصین آموزش در حوزه‌های دیجیتال و هوشمندسازی، از روش نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای مرحله‌ای بهره گرفته شد. بر اساس تحلیل ویژگی‌های جمعیت‌شناختی متخصصین آموزش در حوزه‌های دیجیتال و هوشمندسازی در شهر تهران، توزیع سنی نشان داد که ۴۱.۳۳ درصد از افراد در گروه سنی بین ۴۰ تا ۴۵ سال قرار دارند و این گروه با ۱۰۵ نفر بیشترین فراوانی را داراست. در مقابل، گروه سنی بالای ۵۰ سال با ۳۲ نفر، کمترین فراوانی را به خود اختصاص داده است. از نظر جنسیت، ۶۶.۵۳٪ درصد از نمونه مرد و ۳۳.۴۶ درصد زن هستند که نشان‌دهنده غالب بودن جنس مذکر در این نمونه است. در زمینه تحصیلات، بیشترین فراوانی به افراد دارای مدرک کارشناسی ارشد اختصاص یافته است که ۳۸.۹۷ درصد از کل نمونه را تشکیل می‌دهد. در حالی که ۲۷.۱۶ درصد دارای مدرک کارشناسی و ۳۳.۸۵ درصد دارای مدرک دکتری هستند. در نهایت، در خصوص سابقه کار، ۳۸.۹۷ درصد از افراد دارای سابقه کار بین ۱۴ تا ۲۰ سال هستند که با ۹۹ نفر بیشترین فراوانی را دارند، در حالی که ۱۲.۵۹ درصد از افراد دارای سابقه کار کمتر از ۷ سال هستند که کمترین فراوانی را به خود اختصاص داده‌اند.

در این پژوهش به منظور گردآوری داده از دو روش کتابخانه‌ای و میدانی استفاده شد. روش کتابخانه‌ای به پژوهشگر این امکان را داد که به بررسی و تحلیل ادبیات موجود در زمینه پژوهش بپردازد و همین‌طور از یافته‌های پژوهش‌های پیشین بهره‌برد. این منابع علمی شامل کتاب‌ها، مقالات علمی، پایان‌نامه‌ها و گزارش‌های پژوهشی برگرفته از پایگاه‌های داده معتبر داخلی و خارجی می‌باشد که به بررسی نظریه‌ها و مدل‌های موجود، تجارب موفق و چالش‌های موجود در این زمینه پرداخته‌اند. بخش میدانی این پژوهش شامل دو بخش کیفی و کمی بود. در مرحله نخست، بخش کیفی شامل مصاحبه نیمه ساختاریافته با خبرگان بود که با هدف جمع‌آوری نظرات خبرگان نظری و تجربی طراحی گردید. این خبرگان به ارائه دیدگاه‌های خود درباره موضوع پژوهش پرداختند و پژوهشگر از تجربیات ارزشمند ایشان بهره‌مند شد. در مرحله بعد و در بخش کمی پژوهش از پرسشنامه محقق ساخته برگرفته از نتایج بخش کیفی استفاده شد. پرسشنامه این بخش شامل ۵۵ گویه با طیف اندازه‌گیری پنج درجه‌ای لیکرت از خیلی زیاد تا خیلی کم بود که به آزمون مدل طراحی شده از منظر پاسخ دهندگان بخش کمی با ابعاد تحول دیجیتال با رویکرد هوشمندسازی آموزش در نظام آموزش و پرورش شامل بعد رهبری و حکمرانی دیجیتال با مؤلفه‌های سیاست‌گذاری و چشم‌انداز دیجیتال، مدیریت تغییر و ساختار سازمانی و حکمرانی داده؛ بعد توانمندسازی و سرمایه انسانی با مؤلفه‌های توسعه شایستگی‌های حرفه‌ای معلمان، رهبری دیجیتال مدیران و انگیزش و فرهنگ‌سازی؛ بعد زیرساخت فناوریانه با مؤلفه‌های تجهیزات و سخت‌افزار،

شبکه و اتصال و نرم افزار و پلتفرم های آموزشی؛ بعد تحول در فرآیندهای یاددهی-یادگیری با مؤلفه های یادگیری شخصی سازی شده، ارزشیابی هوشمند و محتوای دیجیتال؛ بعد مشارکت و اکوسیستم تعاملی با مؤلفه های مشارکت خانواده ها و ارتباط با جامعه و صنعت و در نهایت دسترسی برابر و پایداری مالی و اقتصادی می پردازد.

روایی و پایایی ابزارهای پژوهش در هر دو بخش بررسی و تأیید گردید. در بخش کیفی برای روایی و پایایی از همسویی با مطالعات پیشین، همسویی بین محققان و همسویی با مشارکت کنندگان بهره گرفته شد. میانگین ضریب پایایی همسویی درون محقق بین کدگذاری های انجام شده برای ۱۶ مصاحبه ۷۶.۷۶ درصد به دست آمد که بیانگر قابل قبول بودن آن است. همچنین پایایی حاصل از همسویی بین محقق با توجه به محاسبات صورت گرفته ۷۶.۷ درصد به دست آمد که بیانگر قابل قبول بودن آن است. همچنین در بخش کمی به منظور تعیین روایی پرسشنامه از روایی محتوایی و سازه استفاده شد. همچنین پایایی از طریق ضریب آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی محاسبه شد. ضرایب روایی و پایایی ذکر شده برای پرسشنامه در جدول زیر قابل مشاهده است.

جدول ۱: نتایج محاسبه روایی و پایایی پرسشنامه اصلی پژوهش برای سازه های پژوهش

سازه	α	CR	AVE	MSV	ASV
رهبری و حکمرانی دیجیتال	۰.۷۹۸	۰.۷۲۱	۰.۵۹۸	۰.۴۱۵	۰.۳۲۶
توانمندسازی و سرمایه انسانی	۰.۸۱۴	۰.۷۲۵	۰.۵۱۴	۰.۴۲۵	۰.۳۲۵
زیرساخت فناوریانه	۰.۸۶۵	۰.۷۶۴	۰.۵۳۶	۰.۳۲۵	۰.۳۴۶
تحول در فرآیندهای یاددهی-یادگیری	۰.۸۴۱	۰.۷۲۸	۰.۵۷۴	۰.۳۶۹	۰.۴۱۸
مشارکت و اکوسیستم تعاملی	۰.۹۱	۰.۷۹۴	۰.۵۲	۰.۳۴۵	۰.۴۶۹
عدالت دیجیتال و پایداری	۰.۷۸۸	۰.۷۵۵	۰.۵۹۸	۰.۴۱۸	۰.۳۹۹

یافته های جدول فوق نشان می دهد که مقادیر AVE برای چهار بعد مورد بررسی، به طور قابل توجهی بالاتر از ۰.۵ هستند، که نشان دهنده این است که بیش از نیمی از واریانس هر یک از این ابعاد توسط آیتم های مربوط به آن ها توضیح داده می شود. این امر به تأیید روایی همگرا کمک می کند. از طرف دیگر با توجه به معیار فورنل-لارکر، که بیان می کند AVE هر سازه باید بیشتر از مربع همبستگی آن با سایر سازه ها باشد، نتایج به دست آمده نشان می دهد که هر یک از سازه ها به خوبی از یکدیگر متمایز هستند و هیچ تداخلی با یکدیگر ندارند و لذا روایی واگرا مبتنی بر معیار فورنل لارکر تأیید می گردد. همچنین یافته های پژوهش نشان می دهد که برای هر چهار سازه مورد بررسی، مقادیر حداکثر واریانس مشترک MSV و ASV میانگین واریانس مشترک به طور مؤثری کمتر از AVE (میانگین واریانس استخراج شده) هر بعد است. این نتایج به وضوح نشان دهنده این است که هر یک از این سازه ها به طور مستقل و مؤثر به اندازه گیری سازه های خود می پردازند و از یکدیگر متمایز هستند. لذا روایی واگرا نیز بر اساس این شاخص ها تأیید می شود. این یافته ها تأیید کننده روایی واگرا برای سازه های مختلف پژوهش هستند. به ویژه، وقتی که MSV هر بعد کمتر از AVE آن سازه باشد، این نشان می دهد که حداکثر واریانس مشترک بین هر بعد و دیگر ابعاد، به طور معناداری کمتر از واریانس اختصاصی آن بعد است. به عبارت دیگر، این ابعاد به خوبی قادر به توضیح و اندازه گیری ویژگی های خاص خود هستند و تداخل کمی با یکدیگر دارند. همچنین، با توجه به اینکه ASV نیز کمتر از AVE هر بعد است، می توان نتیجه گرفت که میانگین واریانس مشترک بین هر بعد و سایر ابعاد نیز در سطح پایینی قرار دارد. این امر به اعتبار و دقت ابزار اندازه گیری افزوده و نشان دهنده این است که هر یک از ابعاد به طور مؤثر و مستقل سازه های خود را نمایندگی می کنند.

روش تحلیل داده ها در بخش کیفی با کدگذاری نظری، به ویژه با استفاده از نرم افزار MAXQDA، یکی از روش های مؤثر در تحلیل مضمون است. همچنین داده های کمی با استفاده از آمار توصیفی، تحلیل عاملی تأییدی و آزمون تی تک نمونه ای در نرم افزارهای SPSS ۲۷ و SmartPLS ۳ انجام شد.

همانگونه که بیان شد، برای پاسخ به سوال‌های بخش کیفی از روش تحلیل مضامین مصاحبه‌ها استفاده شد. در ابتدا برای پاسخ به سوالات فوق، پس از مرور مبانی نظری و پیشینه پژوهش با ۱۶ خبره بر اساس پروتکل مصاحبه که در بخش پیوست‌ها آورده شده است، مصاحبه شد. در نهایت در جدول زیر گزاره‌های مرتبط با متغیرهای مدل برگرفته از متون کلیدی مصاحبه به همراه شناسه مربوط به هر یک از گزاره‌ها و همچنین کد مصاحبه شونده برای هر گزاره آورده شده است.

جدول ۲: نمونه‌ای از گزاره مرتبط با مدل پژوهش

نمونه متن مصاحبه	مفاهیم اولیه	کد مصاحبه شونده
به نظر من یکی از مشکلات اصلی ما این است که در بسیاری از موارد، حرکت به سمت هوشمندسازی بیشتر مقطعی و سلیقه‌ای بوده تا مبتنی بر یک سند راهبردی مشخص.	تدوین سند هوشمندسازی	۱۱.۱۱۴. راهبردی
هوشمندسازی فقط خرید تجهیزات نیست، بلکه به یک چارچوب مدیریتی روشن نیاز دارد که نقش‌ها، مسئولیت‌ها و حدود اختیارات را مشخص کند.	ایجاد چارچوب‌های مدیریتی	۱۱۵.۱۱۳.۱۱.
خیلی وقت‌ها سیاست کلی وجود دارد، اما آنچه کم داریم استراتژی اجرایی دقیق است.	توسعه استراتژی اجرایی	۱۱۲.۱۲.۱۷.
در برخی موارد، معلمان و حتی مدیران مدرسه دقیق نمی‌دانند هدف نهایی از تحول دیجیتال چیست.	شفافیت در اهداف تحول	۱۱۶.۱۱۱.۱۳.۱۱
فناوری در آموزش و پرورش نباید جدا از اسناد بالادستی و اهداف کلان کشور دیده شود.	همسویی سیاست‌های فناوری با اهداف ملی	۱۱۴.۱۴.۱۶.
ساختارهای اداری سنتی معمولاً برای مواجهه با تحولات سریع دیجیتال کند عمل می‌کنند.	انعطاف‌پذیری ساختار	۱۲.۱۱۰.۱۵.
یکی از مسائل مهم این است که مسئول مشخصی برای پیگیری تحول دیجیتال در همه سطوح وجود داشته باشد.	ایجاد واحدهای متولی تحول دیجیتال	۱۱.۱۹.۱۶.
اگر برای برنامه‌های هوشمندسازی نظام نظارت و ارزیابی نداشته باشیم، نمی‌فهمیم کدام اقدام اثربخش بوده و کدام فقط هزینه ایجاد کرده است.	استقرار نظام نظارت و ارزیابی عملکرد	۱۱۳.۱۷.
با توسعه سامانه‌های آموزشی، حجم زیادی از اطلاعات دانش‌آموزان در بسترهای دیجیتال ثبت می‌شود و این موضوع حساسیت بالایی دارد.	امنیت داده‌های دانش‌آموزان	۱۳.۱۸.
یکی از مشکلات فعلی این است که سامانه‌های مختلف آموزشی، اداری و ارزیابی گاهی با هم ارتباط مؤثر ندارند.	یکپارچگی سامانه‌های اطلاعاتی	۱۲.۱۸.
در کنار امنیت داده، موضوع حریم خصوصی هم بسیار مهم است و باید به‌صورت جدی مورد توجه قرار بگیرد.	حریم خصوصی	۱۷.۱۹.
واقعیت این است که بدون ارتقای سواد دیجیتال، استفاده از فناوری در مدارس بیشتر ظاهری می‌شود تا واقعی.	سواد دیجیتال	۱۳.۱۶.۱۸۰.
برگزاری کارگاه‌های عمومی به‌تنهایی کافی نیست و ما به کارگاه‌های تخصصی متناسب با نیاز نقش‌های مختلف نیاز داریم.	ارائه کارگاه‌های تخصصی	۱۱۲.۱۱۱.
معلمان خط مقدم تحول دیجیتال هستند و اگر برای آن‌ها دوره‌های آموزشی مناسب طراحی نشود، هیچ برنامه‌ای در کلاس درس به نتیجه نمی‌رسد.	دوره‌های آموزشی برای معلمان	۱۴.۱۵.۱۱۲.
توانمندسازی معلم و مدیر نباید به چند دوره کوتاه‌مدت محدود شود، بلکه باید در قالب برنامه توسعه حرفه‌ای مستمر دیده شود.	برنامه‌های توسعه حرفه‌ای	۱۵.۱۱۳.
مدیریت مدرسه هوشمند با مدیریت مدرسه در الگوی سنتی تفاوت‌های جدی دارد.	مهارت‌های مدیریت هوشمند	۱۱۱.۱۴.۱۱۴.
اگر فضای مدرسه و اداره محافظه‌کار و ترس‌محور باشد، معلمان و کارکنان کمتر به سراغ روش‌های جدید می‌روند.	ایجاد جو سازمانی نوآورانه	۱۴.۱۱۵.
پذیرش فناوری برای همه معلمان به یک اندازه آسان نیست و بخشی از بدنه آموزشی نیاز به حمایت بیشتری دارد.	حمایت از معلمان در پذیرش فناوری	۱۶.۱۱۶.

۱۳.۱۱.۱۵.	برنامه‌های تشویقی برای تقدیر و تشویق	وقتی برای معلمان و مدیرانی که در مسیر تحول دیجیتال عملکرد خوبی دارند، نظام تشویقی وجود داشته باشد، انگیزه در کل مجموعه افزایش پیدا می‌کند.
۱۰.۱۲.۱۴.	گسترش شبکه یادگیری حرفه‌ای	معلمان وقتی با هم در ارتباط حرفه‌ای قرار می‌گیرند، تجربه‌های موفق خیلی سریع‌تر منتقل می‌شود.
۱۷.۱۲.۱۳.	کاهش مقاومت در برابر تغییر	در هر تحول بزرگی، بخشی از مقاومت طبیعی است و نمی‌شود آن را نادیده گرفت.
۱۱.۱۳.	دسترسی به سخت‌افزارهای به‌روز	اگر مدرسه از نظر سخت‌افزاری به‌روز نباشد، صحبت از هوشمندسازی بیشتر در حد شعار باقی می‌ماند.
۱۵.۱۴.۱۲.	نگهداری و پشتیبانی فنی	فقط خرید تجهیزات کافی نیست؛ اگر پشتیبانی فنی مناسب وجود نداشته باشد، همان تجهیزات هم بعد از مدتی بلااستفاده می‌شوند.
۱۹.۱۵.۱۱.	استانداردهای تجهیزاتی در مدارس	یکی از مسائل مهم، نبود استاندارد واحد در تجهیز مدارس است.
۱۸.۱۶.	کیفیت زیرساخت‌های اینترنتی	زیرساخت اینترنتی ضعیف عملاً بسیاری از برنامه‌های آموزش هوشمند را مختل می‌کند.
۱۹.۱۶.۱۰.	پهنای باند پایدار	در محیط آموزشی، ناپایداری پهنای باند می‌تواند کل برنامه کلاس را به هم بریزد.
۱۶.۱۸.۱۷.۱۹.	پوشش اینترنت در مناطق محروم	اگر قرار است از عدالت آموزشی صحبت کنیم، نمی‌توانیم مناطق کمتر برخوردار را از دسترسی مناسب به اینترنت محروم بگذاریم.
۱۱۰.۱۵.۱۸.۱۷.	سرعت انتقال داده‌ها	در بسیاری از فعالیت‌های آموزشی، مخصوصاً استفاده از محتوای چندرسانه‌ای یا کلاس‌های برخط، سرعت انتقال داده نقش تعیین‌کننده دارد.
۱۱۱.۱۹.۱۶.	کیفیت پلتفرم‌های یادگیری	پلتفرم یادگیری باید به‌گونه‌ای باشد که هم از نظر فنی قابل اعتماد باشد و هم نیازهای آموزشی را پوشش دهد.
۱۷.۱۴.۱۰.	سهولت کاربری	هرچقدر سامانه یا ابزار آموزشی پیچیده‌تر باشد، میزان استفاده واقعی از آن کمتر می‌شود.
۱۷.۱۱.۱۵.	پشتیبانی از محتوای چندرسانه‌ای	یادگیری در فضای هوشمند دیگر محدود به متن نیست و نیازمند استفاده از صوت، تصویر، ویدئو، انیمیشن و محتوای تعاملی است.
۱۱۲.۱۳.۱۴.	سیستم‌های مدیریت یادگیری	یادگیری در فضای هوشمند دیگر محدود به متن نیست و نیازمند استفاده از صوت، تصویر، ویدئو، انیمیشن و محتوای تعاملی است.
۱۸.۱۲.۱۳.	مسیرهای یادگیری منعطف	یکی از مزیت‌های آموزش هوشمند این است که می‌تواند برای دانش‌آموزان با توانایی‌ها و نیازهای متفاوت، مسیرهای یادگیری متنوع فراهم کند.
۱۱۳.۱۲.۱۲.	استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی	هوش مصنوعی می‌تواند در آموزش و پرورش نقش‌های متعددی داشته باشد؛ از تحلیل یادگیری دانش‌آموزان تا تولید محتوا و ارائه بازخورد سریع.
۱۱۳.۱۱.	آزمون‌های برخط سازنده	ارزشیابی در فضای هوشمند نباید فقط به امتحان پایانی محدود شود، بلکه آزمون‌های برخط سازنده می‌توانند در طول فرآیند یادگیری به معلم و دانش‌آموز کمک کنند.
۱۹.۱۴.	ارزیابی مداوم	در آموزش هوشمند، امکان ارزیابی مستمر بیش از گذشته فراهم می‌شود و این فرصت بسیار ارزشمندی است.
۱۶.۱۱.۱۵.	بازخورد آنی	یکی از قابلیت‌های مهم فناوری این است که بازخورد را سریع‌تر و دقیق‌تر در اختیار دانش‌آموز قرار می‌دهد.
۱۴.۱۵.	مستندسازی دیجیتال عملکرد	در فضای هوشمند می‌توان عملکرد دانش‌آموز، معلم و حتی مدرسه را به‌صورت دقیق‌تر و منظم‌تر مستندسازی کرد.
۱۵.۱۰.۱۱.	تعاملی بودن محتوا	محتوای آموزشی اگر فقط به‌صورت یک‌طرفه ارائه شود، تفاوت زیادی با روش‌های سنتی نخواهد داشت.
۱۰.۱۲.۱۶.	روش‌های تدریس تعاملی	هوشمندسازی زمانی اثرگذار است که روش تدریس هم متناسب با آن تغییر کند.
۱۵.۱۳.۱۵.	دسترسی به منابع آموزشی متنوع	یکی از فرصت‌های مهم فضای دیجیتال این است که دانش‌آموز و معلم را به منابع متنوع‌تری متصل می‌کند.
۱۱۶.۱۹.۱۴.۱۴.	تناسب محتوا با نیازهای دانش‌آموز	هر محتوایی صرفاً چون دیجیتال است، الزاماً مناسب نیست.
۱۱۱.۱۵.۱۳.	شفافیت ارتباط مدرسه-خانه	یکی از مزایای بسترهای هوشمند این است که می‌توانند ارتباط مدرسه و خانواده را شفاف‌تر و منظم‌تر کنند.
۱۱.۱۶.۱۲.	برگزاری جلسات توجیهی	برای اجرای موفق برنامه‌های هوشمندسازی، لازم است برای معلمان، والدین و حتی دانش‌آموزان جلسات توجیهی برگزار شود.
۱۱۲.۱۷.۱۱.	آموزش سواد دیجیتال به والدین	اگر والدین از سواد دیجیتال کافی برخوردار نباشند، در همراهی با فرزند خود در آموزش هوشمند با مشکل مواجه می‌شوند.
۱۴.۱۸.۱۰.	پلتفرم‌های ارتباطی	وجود پلتفرم‌های ارتباطی مناسب بین مدرسه، معلم، دانش‌آموز و والدین، بسیاری از فرآیندها را تسهیل می‌کند.
۱۲.۱۸.۱۹.	استفاده از منابع محلی	در مسیر هوشمندسازی نباید فقط به منابع متمرکز و رسمی اکتفا کرد؛ ظرفیت‌های محلی هم می‌توانند بسیار مؤثر باشند.

۱۳.۱۹.۱۷.	مشارکت ذینفعان	هوشمندسازی آموزش و پرورش پروژه‌ای نیست که فقط یک بخش یا یک فرد بتواند آن را پیش ببرد.
۱۳.۱۷.۱۰.	استفاده از خبرگان در آموزش	برای طراحی و اجرای برنامه‌های تحول دیجیتال، استفاده از تجربه و دانش خبرگان ضروری است.
۱۴.۱۱.۱۶.	همکاری با شرکت‌های فناوری آموزشی	شرکت‌های فناوری آموزشی می‌توانند در تولید محتوا، توسعه سامانه‌ها و ارائه راه‌حل‌های نوآورانه نقش مؤثری داشته باشند.
۱۳.۱۱.۱۵.	تجهیز مناطق کمتر برخوردار	اگر قرار است تحول دیجیتال به بهبود عدالت آموزشی منجر شود، باید از مناطق کمتر برخوردار شروعی جدی‌تر داشته باشیم.
۱۳.۱۶.۱۳.۱۴.	عدالت در توزیع منابع	یکی از دغدغه‌های جدی در هوشمندسازی، نحوه توزیع منابع است.
۱۵.۱۴.۱۳.	بسته‌های حمایتی برای دانش‌آموزان کم‌بضاعت	بخشی از دانش‌آموزان به دلیل شرایط اقتصادی خانواده از دسترسی به ابزار یا اینترنت مناسب محروم می‌شوند.
۱۱.۱۵.۱۵.۱۲.	مدل‌های تامین مالی پایدار (غیر از بودجه دولتی)	برای تداوم برنامه‌های هوشمندسازی، اتکا صرف به بودجه دولتی کافی نیست، به‌ویژه در شرایطی که منابع محدود و نیازها گسترده است.
۱۶.۱۴.۱۱.	تحلیل هزینه-فایده فناوری‌ها	هر فناوری جدیدی که وارد آموزش و پرورش می‌شود باید از نظر هزینه و فایده به‌طور دقیق بررسی شود.

در گام دوم، به مرور ادبیات پرداخته شد و شاخص‌هایی که در این راستا شناسایی شدند نیز به شاخص‌های حاصل از مصاحبه اضافه شدند. در ادامه شاخص‌های به‌دست‌آمده بر اساس شباهت‌ها و هم‌پوشانی‌های مفهومی در قالب مقوله‌ها یا مؤلفه‌ها دسته‌بندی شدند. هدف از این مرحله، گذار از سطح مفاهیم پراکنده به سطحی منظم‌تر و تبیینی‌تر بود تا بتوان معنا و منطق درونی داده‌ها را آشکار ساخت. در ادامه، مؤلفه‌های به‌دست‌آمده بر اساس ارتباط‌های مفهومی و مضمونی میان آن‌ها در قالب مقوله‌های اصلی دسته‌بندی شدند. هر بُعد مجموعه‌ای از مؤلفه‌ها را دربر می‌گرفت که در سطحی بالاتر، معنای مشترک و هدف تحلیلی واحدی را دنبال می‌کردند. این دسته‌بندی نهایی به پژوهشگر کمک کرد تا تصویر کلی و چندبعدی از پدیده مورد مطالعه ترسیم کند و روابط میان مؤلفه‌ها را بهتر درک نماید.

جدول ۳: مقوله‌ها، مفاهیم و گزاره‌های نهایی مدل

مضامین فراگیر	مضامین سازمان دهنده	مضامین پایه	منبع	کد مصاحبه شونده
رهبری و حکمرانی دیجیتال	سیاست‌گذاری و چشم‌انداز دیجیتال	تدوین سند راهبردی هوشمندسازی	جلالی و همکاران (۱۴۰۳)	۱۱. ۱۱۴.
		ایجاد چارچوب‌های مدیریتی	حیدری‌سده و همکاران (۱۴۰۳)	۱۵. ۱۱۳. ۱۱.
		توسعه استراتژی اجرایی		۱۲. ۱۲. ۱۷.
		شفافیت در اهداف تحول		۱۶. ۱۱. ۱۳. ۱۱.
		همسویی سیاست‌های فناوری با اهداف ملی		۱۴. ۱۴. ۱۶.
مدیریت تغییر و ساختار سازمانی		انعطاف‌پذیری ساختار		۱۲. ۱۱. ۱۵.
		ایجاد واحدهای متولی تحول دیجیتال		۱۱. ۱۹. ۱۶.
		استقرار نظام نظارت و ارزیابی عملکرد		۱۳. ۱۷.
حکمرانی داده		امنیت داده‌های دانش‌آموزان		۱۳. ۱۸.
		یکپارچگی سامانه‌های اطلاعاتی		۱۲. ۱۸.
		حریم خصوصی		۱۷. ۱۹.
توانمندسازی سرمایه انسانی	توسعه و حرفه‌ای معلمان	سواد دیجیتال	ملک‌پور و همکاران (۱۴۰۲)، اسدی و همکاران (۱۴۰۴)	۱۳. ۱۶. ۱۱۰.
		ارائه کارگاه‌های تخصصی		۱۲. ۱۱۱.
		دوره‌های آموزشی برای معلمان	نوری‌حسن‌آبادی و همکاران (۱۴۰۰)	۱۴. ۱۵. ۱۱۲.
		برنامه‌های توسعه حرفه‌ای	حیدری‌سده و همکاران (۱۴۰۳)	۱۵. ۱۱۳.
رهبری دیجیتال مدیران		مهارت‌های مدیریت مدرسه هوشمند		۱۱. ۱۴. ۱۱۴.
		ایجاد جو سازمانی نوآورانه		۱۴. ۱۱۵.
		حمایت از معلمان در پذیرش فناوری	مک‌کارتی و همکاران (۲۰۲۳)	۱۶. ۱۱۶.
انگیزش و فرهنگ‌سازی		برنامه‌های تشویقی برای تقدیر و تشویق	اسماعیلی (۱۴۰۲)	۱۳. ۱۱. ۱۱۵.

I۱۰.I۲.I۱۴.	نوری حسن آبادی و همکاران (۱۴۰۰)	گسترش شبکه یادگیری حرفه‌ای		
I۷.I۲.I۱۳.		کاهش مقاومت در برابر تغییر		
I۱.I۳.	بادشاه و همکاران (۲۰۲۳)	دسترسی به سخت‌افزارهای به‌روز	تجهیزات و سخت‌افزار	زیرساخت فناوریانه
I۵.I۴.I۱۲.		نگهداری و پشتیبانی فنی		
I۹.I۵.I۱۱.		استانداردهای تجهیزاتی در مدارس		
I۸.I۱۶.	نقوی (۱۴۰۲)	کیفیت زیرساخت‌های اینترنتی		
I۹.I۶.I۱۰.		پهنای باند پایدار	شبکه و اتصال	
I۶.I۸.I۷.I۹.		پوشش اینترنت در مناطق محروم		
I۱۰.I۱۵.I۸.I۷.		سرعت انتقال داده‌ها		
I۱۱.I۹.I۶.		کیفیت پلتفرم‌های یادگیری	نرم‌افزار و پلتفرم‌های آموزشی	
I۷.I۱۴.I۱۰.		سهولت کاربری		
I۷.I۱۱.I۵.	جلالی و همکاران (۱۴۰۳)	پشتیبانی از محتوای چندرسانه‌ای		
I۱۲.I۱۳.I۴.	دمیر (۲۰۲۱)	سیستم‌های مدیریت یادگیری	یادگیری شخصی‌سازی شده	تحول در فرآیندهای یاددهی-یادگیری
I۸.I۱۲.I۳.	ساراسوات و همکاران (۲۰۲۴)	مسیرهای یادگیری منعطف		
I۱۳.I۱۲.I۲.	سونیتا و همکاران (۲۰۲۳)	استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی		
I۱۳.I۱.		آزمون‌های برخط سازنده	ارزشیابی هوشمند	
I۹.I۱۴.	ترزویا و همکاران (۲۰۲۲)	ارزیابی مداوم		
I۶.I۱۱.I۱۵.		بازخورد آنی		
I۱۴.I۱۵.		مستندسازی دیجیتال عملکرد		
I۱۵.I۱۰.I۱.		تعاملی بودن محتوا	محتوای دیجیتال	
I۱۰.I۲.I۱۶.	ملک‌پور و همکاران (۱۴۰۲)	روش‌های تدریس تعاملی		
I۵.I۳.I۱۵.	اسماعیلی (۱۴۰۲)	دسترسی به منابع آموزشی متنوع		
I۱۶.I۹.I۴.I۱۴.		تناسب محتوا با نیازهای دانش‌آموز		
I۱۱.I۵.I۱۳.		شفافیت ارتباط مدرسه-خانه	مشارکت خانواده‌ها	مشارکت و اکوسیستم تعاملی
I۱.I۶.I۱۲.	جلالی و همکاران (۱۴۰۳)	برگزاری جلسات توجیهی		
I۱۲.I۷.I۱۱.	بدلی و همکاران (۱۴۰۳)	آموزش سواد دیجیتال به والدین		
I۴.I۸.I۱۰.	نقوی (۱۴۰۲)، اسدی و همکاران (۱۴۰۴)	پلتفرم‌های ارتباطی		
I۲.I۸.I۹.	بزرگمهر و همکاران (۱۴۰۳)	استفاده از منابع محلی	ارتباط با جامعه و صنعت	
I۱۳.I۹.I۷.	ساهنی و همکاران (۲۰۲۵)	مشارکت ذینفعان		
I۳.I۷.I۱۰.		استفاده از خبرگان در آموزش		
I۱۴.I۱۱.I۶.		همکاری با شرکت‌های فناوری آموزشی		
I۲.I۱۲.I۵.		تجهیز مناطق کمتر برخوردار	عدالت دیجیتال و دسترسی برابر	
I۳.I۶.I۱۳.I۴.		عدالت در توزیع منابع		پایداری
I۱۵.I۱۴.I۳.		بسته‌های حمایتی برای دانش‌آموزان کم‌بضاعت		
I۱.I۵.I۱۵.I۲.		مدل‌های تامین مالی پایدار (غیر از بودجه دولتی)	پایداری مالی و اقتصادی	
I۱۶.I۴.I۱.		تحلیل هزینه-فایده فناوری‌ها		

در مرحله‌ی پایانی، نتایج حاصل از سطوح مختلف تحلیل (گزاره‌ها، مفاهیم و مقوله‌ها) در کنار یکدیگر قرار گرفتند و مدل نهایی پژوهش تدوین شد. نتایج نشان داد، مدل تحول دیجیتال با رویکرد هوشمندسازی آموزش در نظام آموزش و پرورش ایران شامل ۶ بعد است. در این راستا نمودار قالب مضامین آورده شده است، تا مضامین شناسایی شده را به صورت ساختاریافته و منظم نمایش دهد.

●  Code System	55
✓ ●  تحول دیجیتال با رویکرد هوشمندسازی	0
✓ ●  رهبری و حکمرانی دیجیتال	0
●  سیاست گذاری و چشم انداز دیجیتال	5
●  مدیریت تغییر و ساختار سازمانی	3
●  حکمرانی داده	3
✓ ●  توانمندسازی و سرمایه انسانی	0
●  توسعه شایستگی حرفه ای معلمان	4
●  رهبری دیجیتال مدیران	3
●  انگیزش و فرهنگ سازی	3
✓ ●  زیرساخت فناوریانه	0
●  تجهیزات و سخت افزار	4
●  شبکه و اتصال	3
●  نرم افزار و پلتفرم های آموزشی	3
✓ ●  تحول در فرایندهای یادگیری-یاددهی	0
●  یادگیری شخصی سازی شده	3
●  ارزشیابی هوشمند	4
●  محتوای دیجیتال	4
✓ ●  مشارکت و اکوسیستم تعاملی	0
●  مشارکت خانواده ها	4
●  ارتباط با خانواده و صنعت	4
✓ ●  عدالت دیجیتال و پایداری	0
●  دسترسی برابر	3
●  پایداری مالی و اقتصادی	2

شکل ۱: قالب مضامین شناسایی شده مدل تحول دیجیتال با رویکرد هوشمندسازی آموزش در نظام آموزش و پرورش ایران

با توجه به شکل فوق خروجی نرم افزار درخصوص قالب مضامین مقوله های تشکیل دهنده مدل تحول دیجیتال با رویکرد هوشمندسازی آموزش در نظام آموزش و پرورش ایران آورده شده است. درنهایت با توجه به موارد آورده شده در شکل زیر به صورت شماتیک الگو نهایی پژوهش برگرفته از عوامل شناسایی شده ترسیم شده است.



شکل ۲: مدل نهایی پژوهش، برگرفته از تحلیل مضمون

با توجه به شکل فوق خروجی نرم‌افزار درخصوص قالب مضامین ابعاد تشکیل دهنده مدل تحول دیجیتال با رویکرد هوشمندسازی آموزش در نظام آموزش و پرورش ایران آورده شده است.

در ادامه به بررسی های بخش کمی پرداخته شد. در ابتدا به توصیف متغیرها پرداخته شد.

جدول ۴: توصیف آماری مقوله های اصلی پژوهش از طریق شاخص های مرکزی، پراکندگی و توزیع داده (حجم نمونه = ۲۵۴ پاسخ دهنده)

مقوله ها	میانگین (لیکرت)	انحراف معیار	آماره چولگی	آماره کشیدگی
رهبری و حکمرانی دیجیتال	۳.۷۵۱	۰.۷۹۲	-۰.۴۱۵	۱.۵۲۴
توانمندسازی و سرمایه انسانی	۳.۸۴۳	۰.۸۴۴	-۰.۳۴۳	-۰.۲۹۶
زیرساخت فناوریانه	۳.۳۸۳	۰.۴۰۳	-۰.۵۰۵	۱.۴۸۰
تحول در فرآیندهای یاددهی-یادگیری	۳.۳۷۰	۰.۶۹۴	۰.۰۱۱	-۰.۳۸۰
مشارکت و اکوسیستم تعاملی	۳.۹۰۲	۰.۵۱۰	-۰.۷۰۸	۱.۰۴۹
عدالت دیجیتال و پایداری	۳.۶۸۵	۰.۳۷۱	۰.۰۶۱	۱.۵۴۳

بر اساس نتایج تحلیل متغیرها، بیشترین میانگین مربوط به مشارکت و اکوسیستم تعاملی و همچنین کمترین میانگین به زیرساخت فناوریانه تعلق دارد. به طور کلی، داده‌های به دست آمده از این ۳ متغیر نشان‌دهنده نرمال بودن توزیع داده‌ها در هر یک از آن‌ها است، چرا که در دامنه قابل قبول (۲- و ۲+) که قبلاً ذکر شد، قرار دارند که این امر به پژوهشگر این امکان را می‌دهد که از آزمون‌های آماری پارامتریک مناسب برای تحلیل‌های آماری استفاده کنند.

در ادامه به اعتبارسنجی الگو از منظر مشارکت کنندگان بخش کیفی پرداخته می‌شود.

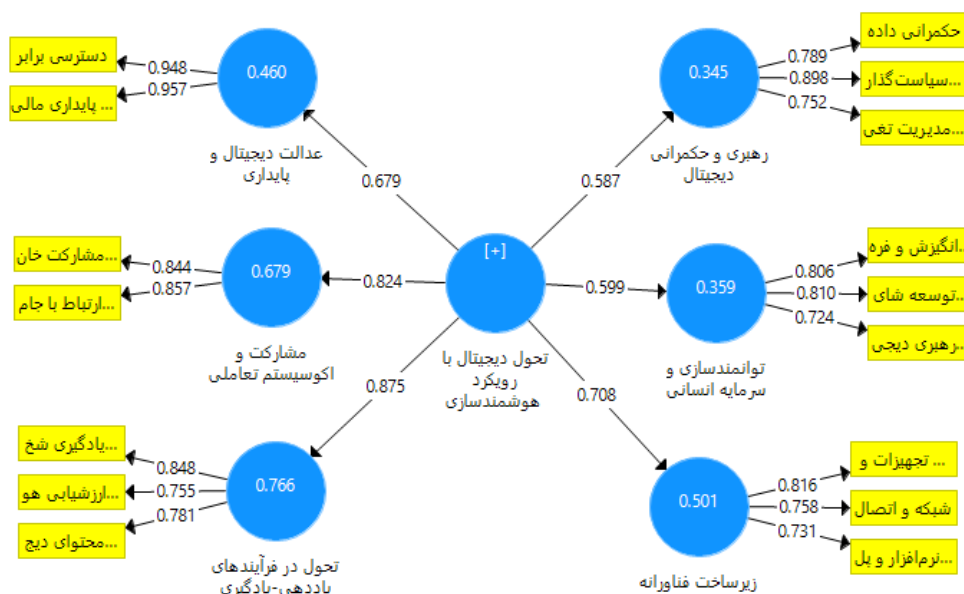
برای این منظور، پرسشنامه ۳۴ گویه ای با طیف ۵ درجه ای لیکرت از خیلی کم تا خیلی زیاد در میان ۱۶ خبره (مشارکت کننده بخش کیفی) توزیع شد. این پرسشنامه به سنجش اعتبار بیرونی الگو طراحی شده با مؤلفه های هدف، طراحی روش پژوهش، کنترل متغیرهای مزاحم و تطبیق و اعتبار درونی مدل طراحی با مؤلفه های بازبینی منطقی، بازخورد متخصصان و تحلیل حساسیت می پردازد. در جدول زیر، نتایج آماری حاصل از آزمون تی تک نمونه ای به تفصیل آورده شده است.

جدول ۵: یافته‌های حاصل از آزمون تی تک نمونه ای به منظور سنجش اعتبار الگو طراحی شده

مؤلفه‌ها	تعداد شاخص	میانگین	انحراف معیار	آماره چولگی	آماره کشیدگی	درجه آزادی	t محاسبه شده	سطح معناداری	اختلاف میانگین	حد پایین	حد بالا
اعتبار بیرونی	۲۴	۴.۲۰	۰.۸۵	۰.۵۰	-۰.۳۰	۱۴	۵.۰۰	۰.۰۰۰	۱.۲۰	۳.۸۰	۴.۶۰
هدف	۴	۴.۲۵	۰.۷۵	۰.۳۰	-۰.۲۰	۱۴	۶.۰۰	۰.۰۰۰	۱.۲۵	۳.۹۰	۴.۶۰
طراحی روش پژوهش	۴	۴.۳۵	۰.۸۰	۰.۴۰	-۰.۱۰	۱۴	۹.۸	۰.۰۰۰	۱.۳۵	۴.۱	۴.۶
کنترل متغیرهای مزاحم	۸	۴.۱۰	۰.۹۰	۰.۶۰	-۰.۴۰	۱۴	۴.۸۰	۰.۰۰۰	۱.۱۰	۳.۷۰	۴.۵۰
تطبیق	۸	۴.۳۰	۰.۷۰	۰.۲۰	-۰.۱۰	۱۴	۶.۵۰	۰.۰۰۰	۱.۳۰	۳.۹۰	۴.۷۰
اعتبار درونی	۱۰	۴.۴۵	۰.۸۵	۰.۵۰	-۰.۳۰	۱۴	۱۰.۲۰	۰.۰۰۰	۱.۴۵	۴.۲	۴.۷
بازبینی منطقی	۳	۴.۲۰	۰.۶۰	۰.۱۰	-۰.۲۰	۱۴	۵.۸۰	۰.۰۰۰	۱.۲۰	۳.۸۰	۴.۶۰
بازخورد متخصصان	۴	۴.۲۵	۰.۷۰	۰.۳۰	-۰.۱۰	۱۴	۶.۱۰	۰.۰۰۰	۱.۲۵	۳.۹۰	۴.۶۰
تحلیل حساسیت	۳	۴.۶۵	۰.۶۵	۰.۲۰	-۰.۱۵	۱۴	۱۱	۰.۰۰۰	۱.۶۵	۴.۴	۴.۹

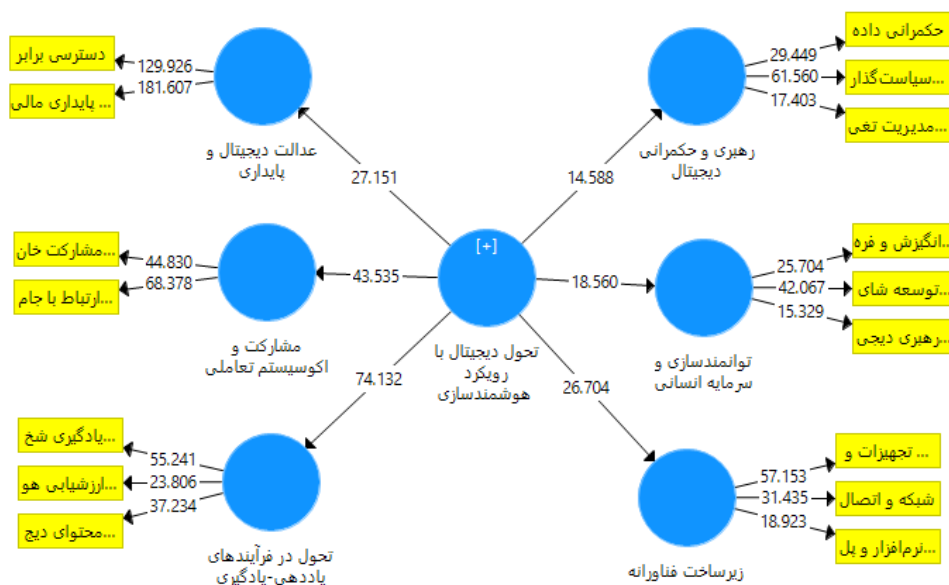
باتوجه به جدول فوق می‌توان گفت، سطح معناداری برای اعتبار بیرونی و درونی و تمامی مؤلفه‌های هر یک از اعتبارهای بیرونی و درونی کمتر از ۰.۰۰۱ و همچنین میانگین‌های محاسبه شده در دامنه ۴.۶۵ تا ۴.۱ است که به‌وضوح نشان‌دهنده معناداری آماری یافته‌ها با ۹۹ درصد اطمینان می‌باشد. این به این معناست که یافته‌های به‌دست‌آمده به‌طور تصادفی به‌دست نیامده و اعتبار بالای الگو را تأیید می‌کند. بنابراین می‌توان استنباط کرد، الگو ارائه شده، دارای اعتبار قابل‌توجهی است.

علاوه بر اعتبارسنجی الگو از منظر مشارکت کنندگان بخش کیفی، اعتبار الگو از منظر پاسخ دهندگان بخش کمی نیز از منظر درونی و بیرونی با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی (مدل اندازه گیری) بررسی شد. خروجی مربوط به ابعاد مدل تحول دیجیتال با رویکرد هوشمندسازی آموزش در نظام آموزش و پرورش ایران به صورت شکل زیر است.



شکل ۳: نمایش گرافیکی بارهای عاملی در مدل اندازه گیری تحول دیجیتال با رویکرد هوشمندسازی آموزش در نظام آموزش و پرورش

ایران



شکل ۴: نمایش گرافیکی ضرایب معناداری مدل اندازه گیری تحول دیجیتال با رویکرد هوشمندسازی آموزش در نظام آموزش و پرورش

ایران

همان طور که در شکل فوق قابل مشاهده است ضریب معناداری تی برای هر یک از شاخص‌ها و مؤلفه‌ها بالاتر از ۲.۵۸ شده است و لذا با ۹۹ درصد اطمینان همه شاخص‌های برای هر یک از مؤلفه‌ها و مؤلفه‌ها برای هر یک از ابعاد تأیید می شود و هیچ شاخص و مؤلفه‌ای نیاز به حذف شدن ندارد.

شاخص ضریب تعیین (R^2) متغیرهای وابسته: ضریب R^2 مربوط به متغیرهای پنهان درون‌زا (وابسته) است و تأثیر یک متغیر مستقل بر یک متغیر وابسته را نشان می‌دهد که سه مقدار ۰.۱۹، ۰.۳۳ و ۰.۶۷ به عنوان مقدار ملاک برای مقادیر ضعیف، متوسط و قوی R^2 در نظر گرفته می‌شوند. مقدار R^2 برای مدل پژوهش ۰.۳۴۵، ۰.۳۵۹، ۰.۵۰۱، ۰.۴۶۰، ۰.۶۷۹، ۰.۷۶۶ محاسبه شده است.

شاخص اشتراک: این معیار نشان می‌دهد که چه مقدار از تغییرپذیری شاخص‌ها (سؤالات) توسط سازه مرتبط با خود تبیین می‌شود و از میانگین شاخص اشتراک برای تعیین روایی همگرا استفاده می‌شود که این شاخص ۰.۵۳۶ است.

شاخص ارتباط پیش بین Q^2 : این معیار، قدرت پیش‌بینی مدل در متغیرهای وابسته را نشان می‌دهد. ملاک تفسیر Q^2 سه مقدار ۰.۰۲، ۰.۱۵ و ۰.۳۵ عنوان قدرت پیش‌بینی کم، متوسط و قوی می‌باشد. مقدار Q^2 برای متغیر تحقیق ۰.۲۹۵، ۰.۳۱۵، ۰.۳۶۵، ۰.۳۹۹، ۰.۲۹۸، ۰.۳۵۲، ۰.۳۰۹ که در سطح مطلوب است. بر همین اساس می‌توان گفت قدرت پیش‌بینی مدل در مورد متغیرها مطلوب هستند.

شاخص NFI: شاخص تناسب غیرهنجاردار که نشان می‌دهد، مدل معرفی شده تناسب را تا ۹۰ درصد بهبود می‌بخشد. اعداد این مدل باید بزرگتر از ۰.۹ باشد. شاخص NFI برای این مدل، عدد ۰.۹۳۳ نشان می‌دهد.

با توجه به این یافته‌ها می‌توان نتیجه گرفت که مدل آزمون شده در نمونه مورد بررسی برازش مناسبی دارد. هم‌چنین با توجه به اینکه بارهای عاملی تمامی متغیرهای آشکار مدل بیشتر از ۰.۵ و معناداری بیشتر از ۲.۵۸ است، می‌توان گفت سازه حاضر از روایی مطلوبی برخوردار است.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف ارائه و اعتبارسنجی الگوی تحول دیجیتال با رویکرد هوشمندسازی آموزش در نظام آموزش و پرورش ایران انجام شد. نتایج بخش کیفی نشان داد که الگوی پیشنهادی از شش بُعد اصلی شامل رهبری و حکمرانی دیجیتال، توانمندسازی و سرمایه انسانی، زیرساخت فناوریانه، تحول در فرایندهای یاددهی - یادگیری، مشارکت و اکوسیستم تعاملی، و عدالت دیجیتال و پایداری تشکیل شده است. نتایج بخش کمی نیز اعتبار و برازش مناسب این الگو را تأیید کرد؛ به‌گونه‌ای که آماره‌های t مربوط به همه شاخص‌ها و مؤلفه‌ها بیش از ۲.۵۸ بود، مقادیر ضریب تعیین ابعاد در دامنه ۰.۳۴۵ تا ۰.۷۶۶ قرار گرفت، شاخص اشتراک برابر با ۰.۵۳۶ بود، مقادیر قدرت پیش‌بینی مدل در سطح مطلوب قرار داشت و شاخص NFI برابر با ۰.۹۳۳ به دست آمد. هم‌چنین، ارزیابی اعتبار درونی و بیرونی الگو توسط خبرگان نشان داد که میانگین مؤلفه‌های اعتبار در دامنه ۴.۱۰ تا ۴.۶۵ قرار دارد و تمامی این مقادیر در سطح کمتر از ۰.۰۰۱ معنادار هستند. این مجموعه یافته‌ها نشان می‌دهد که تحول دیجیتال در آموزش و پرورش را نمی‌توان به یک مؤلفه منفرد، به‌ویژه توسعه تجهیزات و فناوری، تقلیل داد؛ بلکه تحقق آن مستلزم یک معماری چندبعدی و منسجم است که عوامل مدیریتی، انسانی، آموزشی، فناوریانه، اجتماعی و پشتیبان را به‌صورت هم‌زمان دربر گیرد.

نخستین بُعد شناسایی‌شده در پژوهش حاضر، رهبری و حکمرانی دیجیتال بود که مؤلفه‌هایی مانند سیاست‌گذاری و چشم‌انداز دیجیتال، مدیریت تغییر و ساختار سازمانی، و حکمرانی داده را شامل می‌شد. این یافته نشان می‌دهد که تحول دیجیتال بدون وجود جهت‌گیری راهبردی مشخص و سازوکارهای حکمرانی منسجم نمی‌تواند به شکلی پایدار در نظام آموزش و پرورش نهادینه شود. تدوین سند راهبردی، تعیین مسئولیت‌ها، ایجاد واحدهای متولی تحول دیجیتال، طراحی نظام‌های نظارت و ارزیابی، حفاظت از داده‌ها و تضمین حریم خصوصی، از عناصر اساسی این بُعد به شمار می‌روند. این یافته با نتایج McCarthy و همکاران همسو است که رهبری، ایجاد چشم‌انداز مشترک، مدیریت تغییر و هماهنگی بین سطوح مختلف نظام آموزشی را از مؤلفه‌های حیاتی تحول دیجیتال می‌دانند (McCarthy et al., 2023). هم‌چنین، Heydari و Erfanizadeh بر این موضوع تأکید کرده‌اند که تحول دیجیتال در سازمان‌های آموزشی مستلزم مدیریت ساختاریافته تغییر، کاهش مقاومت کارکنان و ایجاد سازگاری میان ساختارهای سازمانی و الزامات فناوری است (Asadi et al., 2024). Asadi و همکاران نیز در بررسی تحول دیجیتال در نظام آموزش و پرورش ایران بر ضرورت وجود سیاست‌های کلان، برنامه‌ریزی منسجم و توجه به موانع ساختاری و مدیریتی تأکید کرده‌اند (Asadi et al., 2025). بنابراین، یافته حاضر نشان می‌دهد که هوشمندسازی مدارس بدون رهبری دیجیتال مؤثر و حکمرانی داده، ممکن است به مجموعه‌ای از اقدامات پراکنده و کم‌دوام تبدیل شود.

بعد دوم الگوی پژوهش، توانمندسازی و سرمایه انسانی بود که توسعه شایستگی‌های حرفه‌ای معلمان، رهبری دیجیتال مدیران و انگیزش و فرهنگ‌سازی را دربر می‌گرفت. اهمیت این بُعد از آنجا ناشی می‌شود که فناوری به خودی خود قادر به تحول آموزش نیست و کیفیت بهره‌برداری از آن به دانش، مهارت، نگرش و آمادگی کاربران وابسته است. نتایج نشان داد ارتقای سواد دیجیتال، برگزاری کارگاه‌های تخصصی، طراحی برنامه‌های توسعه حرفه‌ای مستمر، حمایت از معلمان در پذیرش فناوری، ایجاد جو سازمانی نوآورانه و توسعه شبکه‌های یادگیری حرفه‌ای از عناصر مهم تحول دیجیتال هستند. این نتیجه با یافته‌های Naghavi همخوانی دارد که نشان داد ظرفیت دیجیتال مدارس علاوه بر تجهیزات، به توانایی افراد و سازمان‌ها در استفاده مؤثر از فناوری وابسته است (Naghavi, 2023). همچنین، Malekpour و همکاران نشان داده‌اند که هوشمندسازی زمانی می‌تواند فرایند یادگیری را تسهیل کند که معلمان توانایی به‌کارگیری فناوری در طراحی و هدایت فعالیت‌های آموزشی را داشته باشند (Malekpour et al., 2023). Esmaeili نیز تأکید کرده است که تأثیر فناوری‌های نوین بر عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان به کیفیت استفاده از این ابزارها در محیط یادگیری وابسته است (Esmaeili, 2023). بنابراین، سرمایه‌گذاری در تجهیزات بدون توسعه سرمایه انسانی ممکن است تنها به استفاده سطحی و نمادین از فناوری منجر شود.

بعد سوم، زیرساخت فناوریانه بود که مؤلفه‌های تجهیزات و سخت‌افزار، شبکه و اتصال، و نرم‌افزارها و پلتفرم‌های آموزشی را شامل می‌شد. یافته‌ها نشان دادند که دسترسی به سخت‌افزارهای به‌روز، نگهداری و پشتیبانی فنی، کیفیت زیرساخت اینترنت، پهنای باند پایدار، پوشش مناسب اینترنت، کیفیت پلتفرم‌های یادگیری، سهولت استفاده و پشتیبانی از محتوای چندرسانه‌ای از پیش‌شرط‌های تحقق آموزش هوشمند هستند. این یافته با نتایج Badshah و همکاران همسو است که در بررسی کاربرد اینترنت اشیا در آموزش هوشمند، زیرساخت ارتباطی پایدار، یکپارچگی سامانه‌ها، امنیت و قابلیت اتکای تجهیزات را از شرایط ضروری برای توسعه محیط‌های هوشمند آموزشی معرفی کرده‌اند (Badshah et al., 2023). Saraswat و همکاران نیز تأکید کرده‌اند که بهره‌گیری از فناوری‌های متصل در آموزش بدون شبکه مناسب، قابلیت تعامل میان سامانه‌ها و زیرساخت فنی پایدار با محدودیت مواجه خواهد شد (Saraswat et al., 2024). Fernández و همکاران نیز نشان داده‌اند که بسیاری از ابتکارات تحول دیجیتال زمانی با شکست یا اثربخشی محدود مواجه می‌شوند که سازمان‌ها بر کاربرد فناوری تمرکز کنند اما زیرساخت‌های لازم برای پشتیبانی مستمر از آن را توسعه ندهند (Fernández et al., 2023). از این رو، یافته پژوهش حاضر زیرساخت فناوریانه را شرط لازم تحول دیجیتال می‌داند، هرچند آن را به‌تنهایی کافی تلقی نمی‌کند.

بعد چهارم، تحول در فرایندهای یاددهی - یادگیری بود. در این بخش، یادگیری شخصی‌سازی‌شده، ارزشیابی هوشمند و محتوای دیجیتال به‌عنوان مؤلفه‌های اصلی شناسایی شدند. این نتیجه نشان می‌دهد که جوهر تحول دیجیتال در آموزش زمانی تحقق می‌یابد که فناوری بتواند تجربه یادگیری را دگرگون کند. استفاده از سیستم‌های مدیریت یادگیری، مسیرهای یادگیری منعطف، ابزارهای هوش مصنوعی، آزمون‌های آنلاین سازنده، ارزیابی مستمر، بازخورد فوری، مستندسازی دیجیتال عملکرد و محتوای تعاملی از جمله شاخص‌های این بُعد بودند. یافته حاضر با نتایج Sunitha و همکاران همسو است که نشان داده‌اند هوش مصنوعی می‌تواند با تحلیل داده‌های یادگیری، شخصی‌سازی مسیر آموزشی و ارائه بازخورد سریع، زمینه ایجاد نظام‌های آموزشی هوشمند را فراهم کند (Sunitha et al., 2023). و همکاران نیز نشان داده‌اند که فناوری‌های هوش مصنوعی مولد می‌توانند در محیط‌های آموزش هوشمند نقش مهمی ایفا کنند، اگر کاربران سودمندی و قابلیت استفاده از آنها را بپذیرند (Almogren et al., 2024). علاوه بر این، Terzieva و همکاران بر قابلیت فناوری‌های متصل برای جمع‌آوری و تحلیل مستمر داده‌های آموزشی و فراهم‌سازی بسترهای جدید ارزشیابی تأکید کرده‌اند (Terzieva et al., 2022). این نتایج از این دیدگاه حمایت می‌کنند که هوشمندسازی واقعی باید منجر به تغییر در منطق یادگیری و ارزشیابی شود و صرفاً جایگزینی ابزارهای سنتی با نسخه دیجیتال آنها کافی نیست.

یافته مربوط به یادگیری شخصی‌سازی‌شده همچنین با مطالعاتی که بر انعطاف‌پذیری و پاسخ‌گویی محیط‌های هوشمند به تفاوت‌های فردی تأکید دارند، همسو است. Saraswat و همکاران بیان کرده‌اند که فناوری‌های هوشمند می‌توانند با استفاده از داده‌های حاصل از تعاملات

فراگیران، مسیرهای یادگیری متنوع و متناسب با نیازهای آنان ایجاد کنند (Saraswat et al., 2024). همچنین، Bozorgmehr و همکاران نشان داده‌اند که هوشمندسازی مدارس می‌تواند سبک‌های یادگیری دانش‌آموزان را تحت تأثیر قرار داده و فرصت‌های متنوع‌تری برای تعامل با محتوای آموزشی فراهم سازد (Malekpour et al., 2024). Malekpour و همکاران نیز نقش هوشمندسازی در تسهیل فرایند یادگیری را تأیید کرده‌اند (Malekpour et al., 2023). بنابراین، توجه به شخصی‌سازی یادگیری در مدل حاضر نشان می‌دهد که هدف نهایی تحول دیجیتال باید حرکت از الگوی آموزشی یکسان برای همه به سمت محیطی باشد که تفاوت‌های فردی، سرعت یادگیری، نیازها و قابلیت‌های دانش‌آموزان را در طراحی آموزشی لحاظ کند.

بعد پنجم، مشارکت و اکوسیستم تعاملی بود که مشارکت خانواده‌ها و ارتباط با جامعه و صنعت را شامل می‌شد. یافته‌ها نشان دادند که شفافیت ارتباط مدرسه و خانواده، آموزش سواد دیجیتال به والدین، توسعه پلتفرم‌های ارتباطی، استفاده از منابع محلی، مشارکت ذی‌نفعان، استفاده از خبرگان و همکاری با شرکت‌های فناوری آموزشی از اجزای مهم این بُعد محسوب می‌شوند. این یافته بیانگر آن است که مدرسه هوشمند نمی‌تواند به صورت یک نظام بسته فعالیت کند و نیازمند تعامل با مجموعه‌ای از بازیگران پیرامونی است. Badali و Masoudi در الگوی هوشمندسازی آموزش عالی نیز بر نقش اکوسیستم فناوری و تعامل ساختاریافته میان عناصر داخلی و بیرونی نظام آموزشی تأکید کرده‌اند (Badali & Masoudi, 2024). همچنین، Sahni و همکاران نشان داده‌اند که موفقیت تحول دیجیتال به هماهنگی میان ذی‌نفعان، حمایت سازمانی و توانایی ایجاد پاسخ مشترک به چالش‌های فناوری و آموزش وابسته است (Sahni et al., 2025). این یافته‌ها نشان می‌دهد که توسعه شبکه‌های مشارکتی میان مدارس، خانواده‌ها، جامعه و بخش فناوری می‌تواند منابع، دانش و مشروعیت اجتماعی لازم برای پایداری تحول دیجیتال را فراهم سازد.

بعد ششم مدل، عدالت دیجیتال و پایداری بود که دسترسی برابر و پایداری مالی و اقتصادی را دربر می‌گرفت. نتایج نشان داد تجهیز مناطق کمتر برخوردار، عدالت در توزیع منابع، ارائه حمایت به دانش‌آموزان کم‌بضاعت، توسعه مدل‌های تأمین مالی پایدار و انجام تحلیل هزینه - فایده فناوری‌ها از عناصر ضروری تحول دیجیتال هستند. این یافته از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ زیرا گسترش فناوری در شرایط نابرابر می‌تواند به جای کاهش شکاف آموزشی، آن را عمیق‌تر کند. Sahni و همکاران نابرابری دسترسی، محدودیت منابع و تفاوت در آمادگی دیجیتال را از چالش‌های مهم تحول دیجیتال در آموزش معرفی کرده‌اند (Fernández et al., 2025). Sahni و همکاران نیز نشان داده‌اند که پایداری مالی و سازمانی یکی از مسائل اساسی در استمرار برنامه‌های تحول دیجیتال است و ابتکارات فاقد پشتیبانی بلندمدت ممکن است پس از مرحله اولیه اجرا تداوم نیابند (Asadi et al., 2023). Asadi و همکاران نیز در بررسی نظام آموزش و پرورش ایران به موانع زیرساختی و زمینه‌ای اشاره کرده‌اند که می‌تواند باعث تفاوت در برخورداری مدارس از فرصت‌های تحول دیجیتال شود (Asadi et al., 2025). بنابراین، یکی از نقاط قوت مدل حاضر آن است که عدالت و پایداری را نه به عنوان پیامدهای فرعی، بلکه به عنوان یکی از ابعاد اصلی تحول دیجیتال در نظر گرفته است.

نتایج اعتبارسنجی مدل نیز اهمیت ویژه‌ای دارند. معناداری تمامی بارهای عاملی و مؤلفه‌ها، مطلوب بودن مقادیر ضریب تعیین و قدرت پیش‌بینی و کسب NFI برابر با ۰.۹۳۳ نشان می‌دهد که ابعاد شناسایی شده از انسجام ساختاری مناسبی برخوردارند. این یافته بیانگر آن است که مدل ارائه‌شده تنها نتیجه یک دسته‌بندی کیفی نیست، بلکه ساختار آن در مرحله کمی نیز حمایت تجربی دریافت کرده است. این موضوع با دیدگاه Joseph و همکاران همخوانی دارد که تحول دیجیتال موفق را محصول هماهنگی میان راهبرد، زیرساخت، شایستگی‌های انسانی و بازطراحی فرایندهای آموزشی می‌دانند (Joseph et al., 2024). همچنین، نتایج با چارچوب McCarthy و همکاران همسو است که بر نگاه سیستمی به تحول دیجیتال و ضرورت تعامل میان رهبری، ظرفیت انسانی، فرهنگ، ساختار و فناوری تأکید دارند (McCarthy et al., 2023). از این منظر، قدرت مدل حاضر در تلفیق هم‌زمان مؤلفه‌هایی است که در بسیاری از مطالعات پیشین به صورت جداگانه بررسی شده‌اند.

در مجموع، یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که تحول دیجیتال در نظام آموزش و پرورش ایران باید به‌عنوان یک فرایند سیستمی، تدریجی و چندسطحی در نظر گرفته شود. زیرساخت فنی بدون نیروی انسانی توانمند، نیروی انسانی بدون رهبری مؤثر، و فناوری بدون بازطراحی یادگیری نمی‌تواند به تحول پایدار منجر شود. به همین ترتیب، حتی در صورت تحقق عوامل داخلی مدرسه، نبود مشارکت ذی‌نفعان، نابرابری در دسترسی و فقدان تأمین مالی پایدار می‌تواند پایداری برنامه‌ها را تهدید کند. بر این اساس، مدل حاضر از رویکردهای تقلیل‌گرایانه به هوشمندسازی فاصله می‌گیرد و آن را نوعی بازطراحی کل زیست‌بوم آموزشی می‌داند. همسویی ابعاد مدل با مطالعات پیشین در زمینه فناوری، رهبری، ظرفیت دیجیتال، هوش مصنوعی، یادگیری هوشمند و چالش‌های اجرایی، در کنار اعتبار تجربی به‌دست‌آمده، نشان می‌دهد که این چارچوب می‌تواند مبنای قابل اتکایی برای هدایت سیاست‌ها و برنامه‌های تحول دیجیتال در نظام آموزش و پرورش ایران فراهم آورد.

این پژوهش با چند محدودیت همراه بود. نخست، بخش کیفی بر دیدگاه ۱۶ نفر از خبرگان علمی و اجرایی و بخش کمی بر متخصصان حوزه آموزش دیجیتال و هوشمندسازی در شهر تهران متمرکز بود؛ بنابراین، تعمیم یافته‌ها به تمام استان‌ها و مناطق کشور، به‌ویژه مناطق روستایی، مرزی و کم‌برخوردار، باید با احتیاط صورت گیرد. دوم، بخش کمی پژوهش مبتنی بر داده‌های خودگزارشی حاصل از پرسشنامه بود و احتمال تأثیر سوگیری پاسخ، تمایل به ارائه پاسخ‌های مطلوب اجتماعی و تفاوت برداشت پاسخ‌دهندگان از برخی مفاهیم وجود دارد. سوم، مطالعه حاضر دارای طراحی مقطعی بود و در نتیجه امکان ارزیابی تغییرات ابعاد مدل در طول زمان یا سنجش پیامدهای واقعی اجرای مدل فراهم نشد. افزون بر این، سرعت بالای تحول فناوری، به‌ویژه در حوزه هوش مصنوعی و پلتفرم‌های آموزشی، ممکن است سبب شود برخی شاخص‌های فناورانه در سال‌های آینده نیازمند بازنگری باشند.

پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده اعتبار مدل حاضر را در استان‌ها و مناطق مختلف کشور و در میان گروه‌های متنوع‌تری از ذی‌نفعان شامل معلمان، مدیران مدارس، دانش‌آموزان، والدین و سیاست‌گذاران بررسی کنند. همچنین، استفاده از مطالعات طولی و مداخله‌ای می‌تواند مشخص کند اجرای ابعاد مدل در عمل چه تأثیری بر کیفیت یادگیری، عملکرد تحصیلی، شایستگی دیجیتال معلمان، کارآمدی مدیریتی و عدالت آموزشی دارد. بررسی روابط علی میان ابعاد مدل با استفاده از مدل‌سازی ساختاری، مقایسه مدارس برخوردار و کم‌برخوردار، تحلیل تفاوت‌های منطقه‌ای و مطالعه نقش متغیرهای تعدیل‌کننده مانند آمادگی دیجیتال، فرهنگ سازمانی و سطح توسعه زیرساخت نیز می‌تواند شناخت دقیق‌تری از سازوکارهای تحول دیجیتال فراهم کند. همچنین، با توجه به توسعه سریع هوش مصنوعی مولد، مطالعات آینده می‌توانند جایگاه این فناوری، حکمرانی داده، اخلاق دیجیتال و امنیت سایبری را در نسخه‌های توسعه‌یافته مدل بررسی کنند.

پیشنهاد می‌شود وزارت آموزش و پرورش اجرای تحول دیجیتال را بر اساس یک نقشه راه ملی و مرحله‌بندی‌شده دنبال کند که در آن برای هر یک از ابعاد مدل، اهداف، شاخص‌های عملکرد، مسئولیت سازمانی و سازوکارهای ارزیابی مشخص تعریف شود. تجهیز مدارس باید با اولویت مناطق کم‌برخوردار انجام گیرد و در کنار خرید تجهیزات، بودجه کافی برای نگهداری، پشتیبانی فنی و به‌روزرسانی در نظر گرفته شود. طراحی برنامه‌های مستمر توسعه حرفه‌ای برای معلمان و مدیران، ایجاد نظام تشویقی برای نوآوری دیجیتال، تقویت امنیت و حریم خصوصی داده‌های دانش‌آموزان، توسعه پلتفرم‌های یکپارچه و کاربرپسند، افزایش مشارکت خانواده‌ها و همکاری با دانشگاه‌ها و شرکت‌های فناوری آموزشی نیز ضروری است. علاوه بر این، هر برنامه هوشمندسازی باید پیش از اجرا از نظر هزینه - فایده، دسترسی برابر، قابلیت توسعه در مقیاس ملی و پایداری مالی ارزیابی شود تا تحول دیجیتال از پروژه‌های کوتاه‌مدت و تجهیزمحور به یک فرایند نهادی، پایدار و عدالت‌محور تبدیل گردد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ گونه تضاد منافع وجود ندارد.

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.

Extended Abstract

Introduction

Digital transformation has become one of the central forces reshaping contemporary educational systems, as rapid advances in artificial intelligence, the Internet of Things, digital learning platforms, data analytics, and intelligent communication technologies have fundamentally altered expectations regarding teaching, learning, administration, and educational governance. Digital transformation in education goes beyond the simple introduction of technological tools and entails a comprehensive reconfiguration of organizational structures, educational processes, professional roles, decision-making mechanisms, and interactions among stakeholders. Effective implementation therefore requires a coherent strategy that integrates technological infrastructure with leadership, human capital, organizational culture, pedagogy, and governance (Joseph et al., 2024). Evidence from educational institutions indicates that isolated digital initiatives are unlikely to produce sustainable transformation unless technological innovation is accompanied by institutional restructuring, strategic planning, and organizational readiness (Fernández et al., 2023). This concern is particularly important in the Iranian education system, where structural, cultural, financial, and infrastructural conditions create distinctive opportunities and barriers to digital transformation (Asadi et al., 2025). Within this broader process, smart education represents an important operational manifestation of digital transformation. Smart education employs advanced technologies to develop interactive, flexible, personalized, data-driven, and learner-centered environments. Research on educational smartization has emphasized that successful implementation requires not only technological resources but also changes in institutional structures and educational practices (Badali & Masoudi, 2024). Artificial intelligence can facilitate adaptive learning, rapid feedback, student performance analysis, intelligent content delivery, and personalized educational pathways (Sunitha et al., 2023), while the acceptance and effective use of AI-based tools depend on perceived usefulness, ease of use, trust, and users' readiness to engage with new technologies (Almogren et al., 2024). Similarly, the Internet of Things can support interconnected educational environments, real-time data collection, resource management, and more responsive learning systems, although issues such as infrastructure, privacy, security, interoperability, and accessibility must be addressed (Badshah et al., 2023; Terzieva et al., 2022). The potential of connected technologies to support flexible and personalized smart education has also been

emphasized, alongside concerns regarding cost, scalability, network quality, and the digital divide (Saraswat et al., 2024). Technological availability alone, however, does not ensure meaningful educational transformation. The digital capacity of schools depends on teachers' and administrators' competencies, organizational readiness, technical support, and a culture conducive to innovation (Naghavi, 2023). Smartization can facilitate learning and provide students with more diverse and interactive educational experiences (Malekpour et al., 2023), improve learning and academic performance when technologies are appropriately integrated into instructional practices (Esmaeili, 2023), and influence students' learning styles by providing multimodal and adaptive learning opportunities (Bozorgmehr et al., 2024). Furthermore, digital transformation is fundamentally an organizational change process; therefore, digital leadership, a shared vision, change management, stakeholder engagement, and the capacity to reduce resistance are critical to sustainable implementation (Heydari & Erfanizadeh, 2024; McCarthy et al., 2023). At the same time, unequal technological access, inadequate infrastructure, limited resources, insufficient digital competencies, and weak institutional coordination remain major challenges to digital transformation (Sahni et al., 2025). The literature therefore indicates a need to move beyond technology-centered models toward integrated frameworks incorporating governance, human resources, technological infrastructure, instructional transformation, stakeholder participation, digital equity, and sustainability. Accordingly, the present study aimed to develop and validate a digital transformation model based on a smart education approach for the Iranian education system.

Methods and Materials

The study was applied in purpose and employed an exploratory sequential mixed-methods design consisting of qualitative and quantitative phases. In the qualitative phase, the participants comprised scientific experts, including university faculty members in educational management and planning, computer science, and information technology, as well as executive experts consisting of managers in the Tehran education system. Sixteen experts were selected through purposive non-random sampling based on theoretical saturation. Data were collected through semi-structured interviews designed to elicit expert perspectives regarding the dimensions, components, and indicators required for digital transformation and smart education. The qualitative data were analyzed using thematic analysis with MAXQDA 18. Initial concepts were extracted from interview statements and, together with indicators identified through a review of the relevant literature, were organized into basic, organizing, and overarching themes. Qualitative validity and reliability were examined through alignment with previous studies, researcher agreement, and participant agreement. Intra-researcher coding agreement across the 16 interviews was 76.76%, while inter-researcher agreement was 76.7%, indicating acceptable coding reliability. In the quantitative phase, the statistical population consisted of education specialists working in digitalization and smart education in Tehran. Initially, 260 questionnaires were distributed, of which six incomplete questionnaires were excluded; consequently, data from 254 respondents were analyzed. Participants were selected through multistage cluster random sampling. A researcher-made questionnaire derived from the qualitative findings was employed to evaluate the proposed model. The instrument used a five-point Likert scale and measured the dimensions and components identified in the qualitative phase. Content and construct validity were examined, and reliability was assessed using Cronbach's alpha and composite reliability. Convergent and discriminant validity were also evaluated using average variance extracted and shared variance indicators. Quantitative data analysis included descriptive statistics, confirmatory factor analysis, and one-sample t-tests using SPSS 27 and SmartPLS 3.

Findings

The qualitative analysis resulted in a comprehensive model comprising six overarching dimensions. The first dimension, digital leadership and governance, consisted of digital policy and vision, change management and organizational structure, and data governance. Its indicators included developing a strategic smartization

document, establishing management frameworks, defining implementation strategies, clarifying transformation objectives, aligning technology policies with national objectives, creating responsible digital transformation units, establishing monitoring and performance evaluation systems, protecting student data, integrating information systems, and safeguarding privacy. The second dimension, empowerment and human capital, included professional competency development for teachers, digital leadership of administrators, and motivation and culture-building. Indicators included digital literacy, specialized workshops, teacher training, continuous professional development, smart-school management skills, an innovative organizational climate, support for technology adoption, incentive systems, professional learning networks, and reduction of resistance to change. The third dimension, technological infrastructure, comprised equipment and hardware, networks and connectivity, and educational software and platforms. The fourth dimension, transformation of teaching-learning processes, comprised personalized learning, smart assessment, and digital content and included learning management systems, flexible learning pathways, AI tools, formative online assessment, continuous evaluation, immediate feedback, digital performance documentation, interactive content, interactive teaching methods, and access to diverse educational resources. The fifth dimension, participation and interactive ecosystem, included family participation and relationships with community and industry. The sixth dimension, digital equity and sustainability, comprised equitable access and financial and economic sustainability, including support for disadvantaged regions and students, equitable resource allocation, sustainable financing mechanisms, and cost-benefit analysis of technologies. The measurement properties of the model were satisfactory. Cronbach's alpha values for the six dimensions ranged from 0.788 to 0.910, composite reliability ranged from 0.721 to 0.794, and AVE values ranged from 0.514 to 0.598. MSV and ASV values were lower than the corresponding AVE values, supporting discriminant validity. In expert validation, the means for internal and external validity and their components ranged from 4.10 to 4.65, and all one-sample t-tests were statistically significant at $p < 0.001$. Confirmatory factor analysis further indicated that the t-values for all indicators and components exceeded 2.58, confirming them at the 99% confidence level, and no indicator or component required deletion. The coefficients of determination for the model dimensions were 0.345, 0.359, 0.501, 0.460, 0.679, and 0.766. The communality index was 0.536. Predictive relevance values ranged approximately from 0.295 to 0.399, demonstrating satisfactory predictive capability. Finally, the Normed Fit Index was 0.933, indicating an acceptable overall fit of the proposed model.

Discussion and Conclusion

The findings demonstrate that digital transformation within the Iranian education system is not a technology procurement project but a multidimensional systemic transformation. The six validated dimensions indicate that successful smart education emerges from the interaction of governance, competent human resources, reliable technological infrastructure, transformed teaching-learning processes, stakeholder participation, digital equity, and sustainable financial support. Digital leadership and governance provide strategic direction and establish the institutional structures through which transformation can be coordinated, monitored, and regulated. This dimension is particularly important because fragmented technological initiatives without clear accountability, data governance, or performance monitoring are unlikely to become institutionalized. Human capital constitutes a second essential foundation because teachers and educational managers ultimately determine whether technological capacity becomes meaningful educational practice. Continuous professional development, digital leadership competencies, organizational support, and innovation-oriented cultures are therefore central to transforming technology from a supplementary tool into an integrated component of schooling. Technological infrastructure represents the material foundation of smart education; nevertheless, the results indicate that access to equipment alone is insufficient. Connectivity, maintenance, technical support, platform quality, usability, and interoperability must be considered as an integrated infrastructure system. The teaching-learning dimension represents the educational core of the model. Personalized learning, intelligent

assessment, interactive digital content, AI-supported learning, and continuous feedback demonstrate that genuine digital transformation requires a shift from standardized and transmission-oriented instruction toward flexible, interactive, learner-centered, and data-informed learning. The participation and interactive ecosystem dimension further indicates that smart schools should not function as isolated institutions. Families, local communities, experts, and technology companies can contribute knowledge, support, resources, and innovation, thereby strengthening the sustainability and social legitimacy of digital transformation. Finally, the inclusion of digital equity and sustainability is particularly significant because technological modernization may reproduce or deepen existing educational inequalities if disadvantaged schools and students do not receive adequate infrastructure and support. Sustainable financing and systematic cost-benefit evaluation are similarly essential for preventing smartization initiatives from becoming temporary or discontinuous projects. The acceptable measurement properties, significant factor coefficients, satisfactory predictive indices, and NFI of 0.933 collectively provide empirical support for the validity of the model. Overall, the proposed framework presents digital transformation as an integrated, context-sensitive, equity-oriented, and sustainable process rather than a purely technological intervention. It can therefore provide a structured basis for national and regional policymakers, educational managers, and school leaders seeking to plan, implement, monitor, and evaluate smart education initiatives in the Iranian education system.

References

- Almogren, A. S., Al-Rahmi, W. M., & Dahri, N. A. (2024). Exploring Factors Influencing the Acceptance of ChatGPT in Higher Education: A Smart Education Perspective. *Heliyon*, 10(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31887>
- Asadi, M., Rahimian, H., Taheri, M., & Taghva, M. (2025). Digital Transformation in Iran's Education System: Strategies, Contexts, and Barriers. *Sociology of Education*, 11(1), 299-312.
- Badali, T., & Masoudi, N. (2024). Presenting a Paradigmatic Model for Smartening Iranian Higher Education with a Technological Approach to the Fifth-Generation University. *Iranian Journal of Engineering Education*.
- Badshah, A., Ghani, A., Daud, A., Jalal, A., Bilal, M., & Crowcroft, J. (2023). Towards Smart Education through Internet of Things: A Survey. *Acm Computing Surveys*, 56(2), 1-33. <https://doi.org/10.1145/3610401>
- Bozorgmehr, B., Pavan, Ahmadnejad, Ahmadzadeh, & Kamyar. (2024). The Effect of School Smartization on the Learning Styles of Elementary School Students.
- Esmaeili, M. (2023). Examining the Effect of New Technologies and School Smartization on Improving Students' Learning and Academic Performance.
- Fernández, A., Gómez, B., Binjaku, K., & Meçe, E. K. (2023). Digital Transformation Initiatives in Higher Education Institutions: A Multivocal Literature Review. *Education and Information Technologies*, 28(10), 12351-12382. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11544-0>
- Heydari, S., & Erfanizadeh. (2024). A Change Management Model for Educational Organizations with a Digital Transformation Approach. *Strategic Communication Studies*, 5(1).
- Joseph, O. B., Onwuzulike, O. C., & Shitu, K. (2024). Digital Transformation in Education: Strategies for Effective Implementation. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 23(2), 2785-2799. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.23.2.2668>
- Malekpour, Ebadi, S., Ramin, Lashani, Rashid, Ghorbani, & Parisa. (2023). The Role of Smartization in Facilitating the Learning Process of Learners. *Strategic Research in Education and Training*, 8(1), 602-627.
- McCarthy, A. M., Maor, D., McConney, A., & Cavanaugh, C. (2023). Digital Transformation in Education: Critical Components for Leaders of System Change. *Social Sciences & Humanities Open*, 8(1), 100479. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100479>
- Naghavi, Z. (2023). The Impact of Digital Technologies on Education and Factors Affecting the Digital Capacity and Transformation of Schools. *Strategic Research in Education and Training*, 7(1), 17-35.
- Sahni, S., Verma, S., & Kaurav, R. P. S. (2025). Understanding Digital Transformation Challenges for Online Learning and Teaching in Higher Education Institutions: A Review and Research Framework. *Benchmarking: An International Journal*, 32(5). <https://doi.org/10.1108/BIJ-04-2022-0245>
- Saraswat, E., Maurya, N., Mishra, S., & Sharma, R. (2024). The Role of IoT in Transforming Education: Opportunities, Challenges, and Future Directions for Smart Education Systems. <https://doi.org/10.1109/IC3I61595.2024.10828984>

- Sunitha, M., Vijitha, B., & Gunavardhan, E. (2023). Artificial Intelligence Based Smart Education System. <https://doi.org/10.1109/ICESC57686.2023.10193720>
- Terzieva, V., Ilchev, S., & Todorova, K. (2022). The Role of Internet of Things in Smart Education. *IFAC-PapersOnLine*, 55(11), 108-113. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.08.057>