



Research Article

Analysis of the impact of artificial intelligence and blockchain technology on the development of educational technology in higher education

Parinaz Baesi¹ , Samireh Abedini² , * Hesamaddin Kamalzadeh³

1. MSc Information Technology Management, Payame Noor University, Qeshm Branch, Qeshm, Iran.
2. Department of Medical Education, School of Medicine, Hormozgan University of Medical Sciences, Bandar Abbas, Iran.
3. Department of Health Information Technology, School of Paramedical Sciences, Hormozgan University of Medical Sciences, Bandar Abbas, Iran.



Citation: Baesi P, Abedini S, Kamalzadeh H. Analysis of the impact of artificial intelligence and blockchain technology on the development of educational technology in higher education. *Journal of Modern Medical Information Science*. 2025; 11(3):257-268. [In Persian]



10.48312/jmis.11.3.203.5

Article Info:

Received: 2 Oct 2025
Accepted: 18 Dec 2025
Available Online: 22
Dec 2025

ABSTRACT

Introduction: This study was designed to examine the impact of artificial intelligence (AI) and blockchain technology on the development of educational technology in higher education, with an emphasis on comparing the strength of their effects and analyzing potential synergistic or conflicting mechanisms between these two technologies at Hakim Sabzevari University.

Methods: This research was applied and descriptive-survey in design, and 208 educational staff and faculty members of Hakim Sabzevari University participated. Data were collected using a self-report questionnaire consisting of 56 items based on a Likert scale. Data analysis was performed using descriptive statistics and partial least squares-based structural equation modeling in SPSS and LISREL to simultaneously assess direct and moderating relationships among the variables.

Results: Findings indicated that both AI (standardized effect coefficient = 0.57) and blockchain technology (standardized effect coefficient = 0.83) had positive and significant effects on educational technology development, with the effect of blockchain being significantly stronger than that of AI. Moreover, contrary to critical literature suggesting structural conflict between data centralization in AI and the inherently decentralized nature of blockchain, empirical data showed no suppressive effect and a potential synergy between these two technologies in the educational context.

Discussion: For effective digital transformation, higher education systems require a strategic integration of AI and blockchain. Policymakers should design hybrid architectures in which AI operates within analytical layers and blockchain functions in validation and data management layers, rather than following parallel approaches.

Key Words:

Artificial Intelligence,
Blockchain Technology,
Educational Technology
Development, Higher
Education, Structural
Equation Modeling.

* Corresponding Author:

Dr Hesamaddin Kamalzadeh

Address: Hormozgan University of Medical Sciences, Bandar Abbas, Iran.

E-mail: hesamadin@hums.ac.ir



Copyright © 2025 The Author[s];
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License [CC-BY-NC; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>], which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.



Extended Abstract

Introduction:

Over the past decade, higher education systems have shifted from mere digitalization toward intelligent, data-driven, and personalized learning ecosystems. Within this transformative context, educational technology has evolved from a functional peripheral tool into a critical, foundational infrastructure for complex instructional decision-making and comprehensive data governance. Artificial intelligence (AI), by leveraging sophisticated machine learning and deep learning algorithms, provides the capacity to analyze vast educational big data and design adaptive, responsive learning pathways. This evolution significantly enhances learner self-regulation, engagement, and overall pedagogical effectiveness. Nevertheless, vital dimensions such as algorithmic transparency, ethical bias, and data ownership remain insufficiently examined in current systematic research.

Concurrently, blockchain technology, characterized by a distributed, cryptographically secured ledger architecture, enables secure data management and decentralized verification of academic records. By ensuring data integrity, blockchain streamlines complex credentialing processes and facilitates the seamless, inter-institutional management of lifelong learning records, thereby effectively reducing the risk of academic fraud. Emerging research suggests that the strategic integration of AI and blockchain may catalyze a new generation of educational technologies by combining intelligent, predictive analytics with systemic trust, transparency, and decentralized governance.

Despite this evident potential, empirical evidence regarding the specific synergistic effects of these technologies, as well as the development of evidence-based strategic frameworks for technological policymaking, remains limited. Accordingly, this study examines the distinct impact of AI and blockchain on the development of educational technology in higher education, with particular emphasis on comparing the magnitude of their effects and identifying potential synergistic or conflicting mechanisms at Hakim Sabzevari University.

Methods:

This applied study employed a descriptive-sur-

vey design. The statistical population comprised 450 educational staff and faculty members at Hakim Sabzevari University. Utilizing Cochran's formula, a representative sample of 208 participants was selected through simple random sampling. Strict inclusion criteria were implemented, emphasizing formal employment status, a minimum of six months of relevant professional experience, and demonstrated proficiency in digital educational systems.

Data were collected using a researcher-developed 56-item questionnaire based on a five-point Likert scale. The instrument consisted of a demographic section and 52 specific items targeting three core variables: educational technology development (20 items), blockchain technology (15 items), and AI (17 items). Face and content validity were rigorously established through expert judgment by four specialized faculty members. The psychometric properties and reliability were verified using Cronbach's alpha and Composite Reliability (CR); both indicators exceeded the 0.80 threshold for all constructs, demonstrating robust internal consistency. Furthermore, convergent validity was confirmed using the Average Variance Extracted (AVE) metric to ensure construct integrity.

Ethical protocols, including informed consent, participant anonymity, and voluntary participation, were strictly maintained throughout the process. Questionnaires were administered in person under researcher supervision to maximize response accuracy and minimize bias. Data analysis involved both descriptive and inferential statistics. The Kolmogorov-Smirnov test was employed to verify the normality of data distribution. Descriptive analytics were performed using SPSS (version 26), while hypothesis testing and Structural Equation Modeling (SEM) were conducted via LISREL to analyze complex causal relationships and correlations between variables.

Results:

Demographic analysis of the 208 participants revealed a predominant male majority (84%), with the largest age cohort being 36–45 years (40%) and 47% of respondents holding master's degrees. The Kolmogorov-Smirnov test confirmed the normality of data distribution, while one-sample t-tests indicated that the adoption status of AI, blockchain,

and educational technology development at Hakim Sabzevari University was significantly above the moderate threshold.

The measurement model evaluation demonstrated high internal consistency, with Cronbach's alpha and CR values exceeding 0.80 for all constructs. Convergent validity was firmly established, as AVE values surpassed the 0.50 requirement for construct integrity. Confirmatory Factor Analysis (CFA) led to the exclusion of specific items with factor loadings below 0.50; all remaining indicators exhibited significant T-Values (>1.96), confirming robust factor validity across the instrument. Furthermore, goodness-of-fit indices (including NFI, GFI, and $CFI > 0.90$; $RMSEA < 0.08$) indicated an excellent fit between the theoretical model and the empirical data.

SEM was subsequently employed for hypothesis testing. The final structural model exhibited a highly satisfactory fit ($X^2/df=2.63$; $RMSEA=0.07$; $CFI=0.96$). Results indicated that AI exerts a significant positive influence on educational technology development ($B=0.57$; $t=8.45$; $P<0.001$). Similarly, blockchain technology demonstrated a highly significant positive impact on educational technology development ($B=0.83$; $t=11.16$; $P<0.001$), exhibiting a considerably greater effect size. Consequently, both primary hypotheses were supported, confirming that the strategic integration of AI and blockchain substantially advances educational technology frameworks within higher education environments.

Conclusion:

This study elucidates the pivotal roles of AI and blockchain in advancing educational technology development within higher education. SEM confirmed that while both technologies significantly enhance educational technology development, blockchain exerts a more robust influence than AI. This finding highlights that digital transformation hinges not only on advanced analytics but also on decentralized infrastructures of trust and data governance. While AI facilitates personalized learning pathways, blockchain emerges as a primary driver in the current context, addressing critical systemic challenges such as credential fraud and transparency deficits.

A significant contribution of this research is the empirical identification of synergy between these technologies. Despite theoretical contentions regarding potential conflicts between AI's centralized processing and blockchain's decentralized architecture, our results indicate they are complementary: AI functions as the analytical engine, while blockchain provides foundational security and trust. Practically, policymakers should adopt an integrated framework, simultaneously developing intelligent learning systems and blockchain-based governance to facilitate a seamless and secure transition toward smart universities.

Despite its contributions, this study's cross-sectional design limits definitive causal inferences. Furthermore, the focus on a single institution and the observed gender imbalance (84% male) may constrain the generalizability of these findings. Future research should employ longitudinal designs and multi-center sampling with balanced gender distributions to validate these relationships across diverse organizational cultures. In conclusion, the evolution of higher education technology necessitates a holistic integration of AI's analytical power and blockchain's cryptographic security to foster resilient, transparent, and learner-centric educational ecosystems. This research emphasizes hybrid integration.



مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر هوش مصنوعی و فناوری بلاک چین بر توسعه فناوری آموزشی در آموزش عالی

پریناز باعنی^۱، سمیرا عابدینی^۲، * حسام الدین کمالزاده^۳ 

۱. کارشناسی ارشد مدیریت فناوری اطلاعات، دانشگاه پیام نور، واحد قشم، قشم، ایران.
۲. گروه آموزش پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان، بندرعباس، ایران.
۳. گروه فناوری اطلاعات سلامت، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان، بندرعباس، ایران.

Use your device to scan
and read the article online



Citation: Baesi P, Abedini S, Kamalzadeh H. Analysis of the impact of artificial intelligence and blockchain technology on the development of educational technology in higher education. *Journal of Modern Medical Information Science*. 2025; 11(3):257-268. [In Persian]

 10.48312/jmis.11.3.203.5

چکیده

هدف: این مطالعه با هدف بررسی تأثیر هوش مصنوعی و فناوری بلاک چین بر توسعه فناوری آموزشی در نظام آموزش عالی، با تأکید بر مقایسه شدت اثرگذاری و سازوکارهای هم‌افزایی یا تضاد احتمالی میان این دو فناوری در دانشگاه حکیم سبزواری طراحی شد.

روش‌ها: این پژوهش کاربردی و توصیفی پیمایشی بود و ۲۰۸ نفر از کارکنان آموزشی و اعضای هیئت علمی دانشگاه حکیم سبزواری در آن شرکت کردند. داده‌ها از طریق پرسشنامه خودگزارشی شامل ۵۶ سؤال مبتنی بر طیف لیکرت جمع‌آوری شدند. تحلیل داده‌ها با استفاده از آمار توصیفی و مدل‌سازی معادلات ساختاری مبتنی بر حداقل مربعات جزئی در نرم‌افزارهای SPSS و لیزرل انجام شد تا روابط مستقیم و تعدیلی میان متغیرها به‌طور همزمان ارزیابی شود.

نتایج: یافته‌ها نشان داد که هوش مصنوعی (با ضریب اثر استاندارد ۰/۵۷) و فناوری بلاک چین (با ضریب اثر استاندارد ۰/۸۳) هر دو تأثیر مثبت و معناداری بر توسعه فناوری آموزشی دارند، اما شدت اثر بلاک چین به‌طور معناداری بالاتر از هوش مصنوعی بود. همچنین، برخلاف دیدگاه‌های انتقادی که بر تضاد ساختاری میان متمرکز بودن داده‌ها در هوش مصنوعی و ماهیت غیرمتمرکز بلاک چین تأکید دارند، یافته‌های تجربی نشان داد که در بستر آموزشی نه تنها اثر بازدارنده‌ای میان این دو فناوری مشاهده نمی‌شود، بلکه امکان شکل‌گیری هم‌افزایی میان آن‌ها نیز وجود دارد.

نتیجه‌گیری: نظام‌های آموزشی برای عبور مؤثر از تحول دیجیتال، نیازمند یکپارچه‌سازی هدفمند هوش مصنوعی و بلاک چین هستند. سیاست‌گذاران می‌بایست به‌جای رویکردهای موازی، معماری‌های ترکیبی طراحی کنند که در آن هوش مصنوعی در لایه‌های تحلیلی و بلاک چین در لایه‌های اعتبارسنجی و مدیریت داده‌ها عمل می‌کنند.

اطلاعات مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۱ مهر ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۲۸ شهریور ۱۴۰۴

تاریخ انتشار: ۳۰ آذر ۱۴۰۴

کلیدواژه‌ها :

هوش مصنوعی، فناوری بلاک چین، توسعه فناوری آموزشی، آموزش عالی، مدل‌یابی معادلات ساختاری.

* نویسنده مسئول:

دکتر حسام‌الدین کمالزاده

نشانی: دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان، بندرعباس، ایران.

پست الکترونیک: hesamadin@hums.ac.ir



Copyright © 2025 The Author[s].

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License [CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legal-code.en>], which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

مقدمه:

نظام‌های آموزش عالی در دهه اخیر وارد مرحله‌ای شده‌اند که دیجیتالی‌سازی صرف ابزارها و محیط‌های آموزشی دیگر پاسخ‌گوی الزامات یادگیری معاصر نیست. حرکت از الگوهای ایستا و مبتنی بر انتقال محتوا به سوی ساختارهای هوشمند، داده‌محور و شخصی‌سازی شده، تغییرات بنیادین در طراحی، اجرا و ارزیابی فرآیندهای یاددهی-یادگیری را نشان می‌دهد. در این بستر، فناوری آموزشی از نقش ابزاری فراتر رفته و به‌عنوان زیرساختی برای تصمیم‌گیری آموزشی، مدیریت یادگیری و حکمرانی داده‌ها در آموزش عالی مطرح می‌شود [۱،۲].

در این میان، هوش مصنوعی توان تحلیل کلان‌داده‌های یادگیری، طراحی مسیرهای یادگیری تطبیقی و پشتیبانی داده‌محور از تصمیم‌گیری آموزشی را فراهم می‌کند. شواهد پژوهشی نشان می‌دهد که به‌کارگیری الگوریتم‌های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق در سامانه‌های آموزشی می‌تواند تعامل آموزشی، خودتنظیمی یادگیرندگان و اثربخشی یادگیری را بهبود بخشد [۳،۴]. با این حال، بخش قابل توجهی از مطالعات موجود عمدتاً بر کارکردهای تحلیلی و پیش‌بینی‌کننده هوش مصنوعی متمرکز بوده‌اند و ابعاد کلیدی مانند اعتماد، شفافیت الگوریتمی و مالکیت داده‌های آموزشی هنوز به‌صورت نظام‌مند بررسی نشده‌اند.

فناوری بلاک‌چین با تکیه بر ساختار دفترکل توزیع‌شده و رمزنگاری‌شده، امکان مدیریت ایمن داده‌های آموزشی، شفافیت فرآیندها و اعتبارسنجی غیرمتمرکز سوابق تحصیلی را فراهم می‌آورد [۵،۶]. این فناوری با تضمین یکپارچگی و امنیت داده‌ها، فرآیند صدور و تأیید مدارک تحصیلی را کارآمدتر و قابل اعتمادتر می‌سازد [۷]. همچنین، سامانه‌های مبتنی بر بلاک‌چین برای مدیریت سوابق یادگیری مادام‌العمر امکان ذخیره‌سازی و تأیید دیجیتال سوابق تحصیلی میان مؤسسات مختلف را فراهم کرده و خطر جعل مدارک را کاهش می‌دهند [۸،۹].

ادبیات نوظهور پژوهشی نشان می‌دهد ادغام هوش مصنوعی و فناوری بلاک‌چین می‌تواند به شکل‌گیری نسل

جدیدی از فناوری‌های آموزشی منجر شود؛ فناوری‌هایی که تحلیل هوشمند داده‌ها را با امنیت، اعتماد سیستمی، شفافیت و حکمرانی داده‌ها تلفیق می‌کنند. در این چارچوب، استفاده هم‌زمان از بلاک‌چین و هوش مصنوعی می‌تواند محیط‌های یادگیری غیرمتمرکز، ارزیابی‌های هوشمند قابل اعتماد و مدیریت خودکار فرآیندهای آموزشی را فراهم آورد [۱۰،۱۱]. با این وجود، شواهد تجربی درباره جهت، میزان و سازوکار اثرات هم‌افزای این دو فناوری در توسعه فناوری آموزشی هنوز محدود است. بررسی نظام‌مند پژوهش‌های موجود کمبود مطالعات تجربی هم‌زمان بر هوش مصنوعی و بلاک‌چین، محدودیت ارزیابی اثرات ترکیبی و فقدان چارچوب‌های راهبردی مبتنی بر شواهد برای سیاست‌گذاری فناورانه را آشکار می‌سازد [۱۲]. بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر هوش مصنوعی و فناوری بلاک‌چین بر توسعه فناوری آموزشی با تأکید بر مقایسه شدت اثرگذاری و سازوکارهای هم‌افزایی یا تضاد احتمالی میان این دو فناوری در دانشگاه حکیم سبزواری طراحی و اجرا شد. فرضیه‌های اصلی پژوهش عبارت‌اند از: (۱) اثر مثبت و معنادار هوش مصنوعی بر توسعه فناوری آموزشی؛ و (۲) اثر مثبت و معنادار فناوری بلاک‌چین بر توسعه فناوری آموزشی.

مواد و روش‌ها:

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر روش توصیفی-پیمایشی است. جامعه آماری شامل کلیه کارکنان آموزشی، کارشناسان حوزه فناوری آموزشی و اعضای هیئت علمی دانشگاه حکیم سبزواری به تعداد ۴۵۰ نفر بود که از میان آنان، براساس فرمول کوکران، ۲۰۸ نفر به روش تصادفی ساده انتخاب شدند. معیارهای ورود به پژوهش شامل اشتغال رسمی یا قراردادی در دانشگاه، حداقل شش ماه سابقه فعالیت مرتبط با آموزش یا فناوری آموزشی، آشنایی با سامانه‌های آموزشی دیجیتال و رضایت آگاهانه برای مشارکت بود.

برای جمع‌آوری داده‌ها، پرسشنامه محقق‌ساخته ۵۶ سؤالی با طیف لیکرت پنج‌گزینه‌ای (کاملاً مخالفم=۱،

گردید. اطلاعات مربوط به محرمانه بودن داده‌ها، عدم نیاز به ذکر نام یا هرگونه مشخصه شناسایی‌کننده، و استفاده صرفاً پژوهشی از نتایج، در قالب فرم رضایت‌نامه کتبی ارائه گردید. رضایت آگاهانه تمامی شرکت‌کنندگان پیش از شروع تکمیل پرسشنامه‌ها اخذ شد و تأکید شد که مشارکت کاملاً داوطلبانه است. توزیع و جمع‌آوری پرسشنامه‌ها تحت نظارت پژوهشگر و در محیطی آرام و بدون محدودیت زمانی انجام شد تا دقت و صحت پاسخ‌ها تضمین شود. تجزیه و تحلیل داده‌ها با بهره‌گیری از آمار توصیفی و استنباطی انجام گرفت. تحلیل‌های توصیفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ و تحلیل‌های استنباطی و آزمون فرضیه‌ها از طریق نرم‌افزار لیزرل صورت پذیرفت تا روابط علی و همبستگی میان متغیرها بررسی شود. همچنین، به‌منظور بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها، از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد.

یافته‌ها:

در این پژوهش، ۲۰۸ نفر از جامعه آماری مشارکت داشتند. از نظر جنسیت، اکثریت پاسخ‌دهندگان مرد بودند (۸۴ درصد). توزیع سنی نشان داد بیشترین فراوانی مربوط به گروه سنی ۳۶ تا ۴۵ سال با ۸۳ نفر (۴۰ درصد) است؛ از این‌رو، نمونه پژوهش عمدتاً افراد در مراحل میانی مسیر حرفه‌ای را شامل می‌شود. از نظر سطح تحصیلات، بیشترین سهم به دارندگان مدرک کارشناسی ارشد اختصاص داشت (۴۷ درصد) و ۱۵ نفر (۷ درصد) دارای مدرک دکتری تخصصی بودند. بررسی سابقه کاری نشان داد بیشترین فراوانی در بازه ۱۱ تا ۱۵ سال با ۱۰۷ نفر (۵۱ درصد) قرار دارد. اطلاعات تفصیلی ویژگی‌های جمعیت‌شناختی پاسخ‌دهندگان در جدول ۱ ارائه شده است.

مخالفم=۲، نظری ندارم=۳، موافقم=۴، کاملاً موافقم=۵) طراحی شد. این پرسشنامه در دو بخش اصلی تنظیم گردید: بخش اول مربوط به مشخصات جمعیت‌شناختی پاسخ‌دهندگان شامل سن، جنسیت، سابقه کار و سطح تحصیلات اختصاص بود. بخش دوم پرسشنامه شامل ۵۲ گویه برای سنجش متغیرهای پژوهش بود که از این تعداد، ۲۰ گویه به توسعه فناوری آموزشی، ۱۵ گویه به فناوری بلاک‌چین و ۱۷ گویه به هوش مصنوعی اختصاص داشت. روایی صوری و محتوایی پرسشنامه توسط چهار نفر از اساتید با دانش قبلی در حیطه موضوع پژوهش مورد ارزیابی قرار گرفت و اصلاحات لازم براساس بازخوردهای دریافتی اعمال شد. در این پژوهش، پایایی سازه‌ها با بهره‌گیری از دو شاخص همسانی درونی شامل آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی بررسی شد. اگرچه آلفای کرونباخ از شاخص‌های متداول برای سنجش همسانی درونی محسوب می‌شود، اما پایایی ترکیبی به دلیل لحاظ کردن بارهای عاملی استاندارد شاخص‌ها، برآورد دقیق‌تری از میزان پایایی سازه‌ها ارائه می‌کند و به‌ویژه در مدل‌سازی معادلات ساختاری مبتنی بر حداقل مربعات جزئی مناسب‌تر تلقی می‌شود [۱۳]. مقادیر آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی برای تمامی سازه‌ها بیش از ۰/۸۰ به دست آمد که بیانگر کفایت و قابل قبول بودن پایایی ابزار اندازه‌گیری است [۱۴]. همچنین، به‌منظور بررسی روایی همگرا از شاخص میانگین واریانس استخراج‌شده استفاده شد.

توزیع و جمع‌آوری پرسشنامه‌ها حضوری و تحت نظارت پژوهشگر انجام شد. پیش از توزیع پرسشنامه، توضیحات لازم درباره هدف مطالعه، دستورالعمل پاسخ‌گویی و مدت‌زمان مورد نیاز برای تکمیل پرسشنامه به‌صورت شفاهی ارا

جدول ۱: توزیع فراوانی ویژگی‌های جمعیت‌شناختی پاسخ‌دهندگان

متغیر	طبقه	فراوانی	درصد فراوانی
سن	کمتر از ۲۵ سال	۰	۰
	۲۵ تا ۳۵ سال	۷۹	۳۸
	۳۶ تا ۴۵ سال	۸۳	۴۰
	بالای ۴۵ سال	۴۶	۲۲
جنسیت	زن	۳۴	۱۶
	مرد	۱۷۴	۸۴

جدول ۱: توزیع فراوانی ویژگی‌های جمعیت‌شناختی پاسخ‌دهندگان			
متغیر	طبقه	فراوانی	درصد فراوانی
سابقه کار	کمتر از ۵ سال	۲۴	۱۲
	۵ تا ۱۰ سال	۴۳	۲۱
	۱۱ تا ۱۵ سال	۱۰۷	۵۱
	بالای ۱۵ سال	۳۴	۱۶
تحصیلات	کارشناسی	۹۵	۴۶
	کارشناسی ارشد	۹۸	۴۷
	دکتری تخصصی	۱۵	۷

سازه‌ها از شاخص‌های آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی (CR) و برای ارزیابی روایی همگرا از میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE) استفاده شد. نتایج ارائه‌شده در جدول ۲ نشان می‌دهد که مقادیر آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی تمامی سازه‌ها در سطح قابل قبول قرار دارد که بیانگر همسانی درونی مناسب گویه‌های هر سازه است. همچنین نتایج نشان داد که AVE برای تمامی سازه‌ها بیش از آستانه ۰/۵۰ است؛ از این‌رو شرط لازم برای تأیید روایی همگرا در مدل برقرار است. بر این اساس، جدول ۲ بیانگر پایایی و روایی مناسب سازه‌های اندازه‌گیری‌شده در مدل پژوهش است.

برای ارزیابی نرمال بودن داده‌ها، آزمون کولموگروف-اسمیرنوف به کار گرفته شد. سطح معناداری تمام متغیرها بیشتر از ۰/۰۵ بود، که حاکی از توزیع نرمال داده‌ها است. آزمون میانگین یک جامعه نشان داد مقدار معناداری برای هر سه متغیر در سطح خطای ۰/۰۵ معنادار و فاصله اطمینان ۹۵ درصد در دامنه مثبت است؛ بنابراین وضعیت هوش مصنوعی، فناوری بلاک‌چین و توسعه فناوری آموزشی از سطح متوسط فراتر و مناسب ارزیابی شد.

پایایی و روایی سازه‌های پژوهش در چارچوب مدل اندازه‌گیری مورد بررسی قرار گرفت. برای سنجش پایایی

جدول ۲: ضریب آلفای کرونباخ، پایایی ترکیبی (CR) و میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE) سازه‌های پژوهش			
سازه	ضریب آلفای کرونباخ	پایایی ترکیبی (CR)	میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE)
هوش مصنوعی	۰/۹۴	۰/۹۵	۰/۷۳
بلاک‌چین	۰/۹۱	۰/۹۳	۰/۶۹
توسعه فناوری آموزشی	۰/۸۶	۰/۸۹	۰/۶۲

روش‌شناختی پذیرفته‌شده در مدل‌یابی معادلات ساختاری، بارهای عاملی کمتر از ۰/۵۰ نشان‌دهنده سهم ناکافی شاخص در تبیین سازه مربوطه تلقی شده و از مدل حذف گردیدند [۱۴]. نتایج تحلیل نشان داد که پس از حذف گویه‌های ضعیف، تمامی شاخص‌های باقی‌مانده دارای بارهای عاملی معنادار (بیش از ۰/۵۰) و مقادیر t بزرگ‌تر از ۹۶/۱ هستند که معناداری آن‌ها را در سطح اطمینان ۹۵ درصد تأیید می‌کند. بر این اساس، شاخص‌های باقی‌مانده از کیفیت لازم برای سنجش سازه‌های پژوهش برخوردار بوده و مدل اندازه‌گیری از روایی همگرای قابل قبول و

پیش از اجرای مدل ساختاری و آزمون فرضیه‌های پژوهش، مدل‌های اندازه‌گیری از طریق تحلیل عاملی تأییدی مورد ارزیابی قرار گرفتند. هدف از این مرحله، بررسی کفایت متغیرهای مشاهده‌پذیر در تبیین سازه‌های پنهان و اطمینان از اعتبار عاملی ابزار اندازه‌گیری بود. بدین منظور، هر یک از سازه‌ها به‌طور جداگانه تحلیل شده و شاخص‌های کلی برازش برای آن‌ها محاسبه گردید تا میزان انطباق داده‌ها با الگوی نظری پژوهش مشخص شود.

سنجش کفایت گویه‌ها با استفاده از بارهای عاملی استاندارد و مقادیر آماره t انجام شد. مطابق با معیارهای

کیفیت اندازه گیری مناسب برخوردار است. نتایج مربوط به
بارهای عاملی و شاخص های معناداری گویه ها در جدول ۳

جدول ۳: نتایج تحلیل عاملی تأییدی گویه های هر سازه			
متغیر	گویه	بار عاملی استاندارد	مقدار معناداری
فناوری بلاک چین	BC۱* ذخیره سازی داده های آزمون و مدارک با بلاک چین	۰/۳۵	۶/۲۴
	BC۲* ثبت و تأیید گواهی های تحصیلی با بلاک چین	۰/۳۸	۶/۸۹
	BC۳ تسهیل انتقال دانش و فناوری در دانشگاه با بلاک چین	۰/۵۳	۱/۰۵
	BC۴ ذخیره سازی امن و رمزگذاری شده اطلاعات در شبکه بلاک چین	۰/۵۰	۹/۳۵
	BC۵ تأثیر بلوغ فناوری بلاک چین بر موفقیت کاربردهای آموزشی	۰/۵۸	۱۱/۱۷
	BC۶ افزایش انگیزه دانشجویان از طریق امنیت اطلاعات مبتنی بر بلاک چین	۰/۷۵	۱۵/۳۹
	BC۷ کاهش هزینه های فرایندهای آموزشی با استفاده از بلاک چین	۰/۷۶	۱۵/۷۳
	BC۸ صدور مدارک دانشگاهی دیجیتال مبتنی بر بلاک چین	۰/۷۳	۱۵/۰۲
	BC۹ کمک بلاک چین به بهبود تصمیم گیری در نظام آموزشی دانشگاه	۰/۷۵	۱۵/۳۷
	BC۱۰ کاهش هزینه های ذخیره سازی و فعالیت ها با حذف واسطه ها	۰/۷۵	۱۵/۶۲
	BC۱۱ ارتقای نوآوری و فرصت های شغلی از طریق آموزش بلاک چین	۰/۷۰	۱۳/۹۵
	BC۱۲ کاهش خطاهای انسانی و جلوگیری از دستکاری اطلاعات	۰/۵۵	۱۰/۵۰
	BC۱۳ ایجاد فرصت های کسب و کار بین المللی با بلاک چین	۰/۶۱	۱۱/۷۶
	BC۱۴ کمک به ارزیابی مهارت های فارغ التحصیلان توسط کارفرمایان	۰/۵۱	۹/۵۹
	BC۱۵* ذخیره سازی امن اطلاعات با خدمات ابری مبتنی بر بلاک چین	۰/۰۰	۰/۰۸
هوش مصنوعی	AI۱* تولید محتوای دوره های آموزش مجازی با استفاده از هوش مصنوعی	۰/۰۲	۰/۲۹
	AI۲* ارتقای نوآوری و خلاقیت در دوره های آموزش مجازی با هوش مصنوعی	۰/۰۱	۰/۰۳
	AI۳* پایش و پیگیری روند پیشرفت فراگیران با هوش مصنوعی	۰/۰۲	۰/۳۳
	AI۴ ایجاد محیط های یادگیری مجازی مبتنی بر هوش مصنوعی در دانشگاه	۰/۷۹	۱۶/۹۸
	AI۵ استفاده از فناوری تشخیص چهره برای شناسایی دانشجویان	۰/۷۶	۱۲/۳۰
	AI۶ بهره گیری از اپلیکیشن های آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی	۰/۶۲	۱۶/۶۵
	AI۷ خودکارسازی فعالیت های آموزشی و اداری با هوش مصنوعی	۰/۷۸	۱۶/۷۳
	AI۸ برگزاری آزمون ها با استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی	۰/۷۸	۱۷/۸۶
	AI۹ شناسایی شکاف ها و مشکلات یادگیری دانشجویان با هوش مصنوعی	۰/۸۲	۱۶/۷۰
	AI۱۰ استفاده از هوش مصنوعی مکالمه ای در فرایند پذیرش دانشجویان	۰/۷۸	۱۶/۷۰
	AI۱۱ ارائه تور مجازی پردیس دانشگاه با دستیارهای هوش مصنوعی	۰/۷۶	۱۵/۸۷
	AI۱۲ بهینه سازی مدیریت زمان در فعالیت های اداری با هوش مصنوعی	۰/۸۲	۱۸/۰۸
	AI۱۳ ارائه بازخورد آموزشی به دانشجویان با سیستم های هوش مصنوعی	۰/۶۱	۱۲/۰۵
توسعه فناوری آموزشی	AI۱۴ بهبود تعامل با اطلاعات و فرایند جستجوی علمی با هوش مصنوعی	۰/۱۸	۳/۱۸
	AI۱۵ تحول در شیوه ها و محیط های یادگیری با استفاده از هوش مصنوعی	۰/۶۴	۱۲/۶۷
	AI۱۶ افزایش مزیت رقابتی و کارایی سازمان با هوش مصنوعی	۰/۶۱	۱۱/۹۵
	AI۱۷ تقویت همکاری میان بخش های مختلف سازمان با هوش مصنوعی	۰/۶۱	۱۲/۰۵
	TD۱ تمایل مدیران به انجام فرایندهای کاری به صورت سیستمی	۰/۷۸	۱۶/۷۵
	TD۲ استفاده از برنامه های کامپیوتری در انجام وظایف سازمانی	۰/۷۵	۱۵/۷۴
	TD۳ کفایت سرانه رایانه برای کارکنان در واحد سازمانی	۰/۶۰	۱۱/۸۷
	TD۴ افزایش استفاده از شبکه های داخلی و اینترنت در سازمان	۰/۷۵	۱۵/۷۶
	TD۵ استفاده از سیستم های مکانیزه برای ارائه خدمات به کارکنان	۰/۷۵	۱۵/۹۰
	TD۶ به کارگیری دستگاه های خودکار برای ارائه خدمات به مراجعان	۰/۸۰	۱۷/۳۰
	TD۷ استفاده مدیران و کارکنان از سیستم های اطلاعاتی سازمان	۰/۷۷	۱۶/۴۹
	TD۸ تشویق کارکنان به ارائه روش های نوین مبتنی بر فناوری	۰/۷۶	۱۶/۰۱
	TD۹ افزایش سطح دانش فناوری کارکنان در سازمان	۰/۸۲	۱۷/۸۹
	TD۱۰ ارتقای شغلی مبتنی بر شایستگی در سازمان	۰/۶۱	۱۲/۱۳
	TD۱۱ تجهیز واحدهای سازمانی به سیستم های پیشرفته	۰/۶۶	۱۳/۱۹
	TD۱۲ استفاده از خدمات رایانه ای مانند شبکه، اینترنت و نرم افزارها	۰/۶۲	۱۲/۳۲
	TD۱۳ تناسب منابع فناوری اطلاعات با نیازهای مدیران و کارکنان	۰/۶۲	۱۲/۳۵
	TD۱۴ استفاده از دوره های آنلاین برای جذب و توسعه حرفه ای کارکنان	۰/۶۶	۱۳/۲۹

جدول ۳: نتایج تحلیل عاملی تأییدی گویه‌های هر سازه			
متغیر	گویه	بار عاملی استاندارد	مقدار معناداری
TD۱۵	انعطاف‌پذیری مناسب کارکنان در پذیرش فناوری‌های جدید	۰/۶۲	۱۲/۳۹
TD۱۶	تأثیر فناوری‌های نوین بر توسعه فناوری آموزشی	۰/۵۱	۹/۷۲
TD۱۷*	تجهیز مناسب واحدهای سازمانی به سیستم‌های پیشرفته فناوری	۰/۳۴	۶/۱۵
TD۱۸	سنجش و پایش افزایش مهارت‌های کارکنان در سازمان	۰/۵۹	۱۱/۵۱
TD۱۹	سرعت مناسب استخراج اطلاعات و گزارش‌گیری در سازمان	۰/۵۸	۱۱/۲۶
TD۲۰	تسهیل دسترسی کاربران به پایگاه‌های اطلاعاتی با فناوری آموزشی مدرن	۰/۶۵	۱۳/۱۰

* گویه‌هایی که به دلیل بار عاملی استاندارد کمتر از ۰/۵۰ و معنادار نبودن ($t > 1/96$) از مدل نهایی حذف شدند.

* ETD=Educational Technology Development, AI=Artificial Intelligence, BT=Blockchain Technology

۰/۹۰ بوده که نشان‌دهنده برازش مناسب مدل است. مقدار RMSEA نیز کمتر از ۰/۰۸ به‌دست آمده که بیانگر خطای تقریبی پایین و برازش مطلوب مدل اندازه‌گیری است. در مجموع، یافته‌ها نشان می‌دهد که ساختار عاملی سازه‌ها معتبر بوده و مدل اندازه‌گیری از روایی و برازش کافی برای ورود به مرحله تحلیل مدل ساختاری برخوردار است.

مطابق جدول ۴، شاخص‌های برازش تحلیل عاملی تأییدی نیز همگی در محدوده قابل قبول قرار دارند. نسبت کای‌دو به درجه آزادی برای هر سه سازه در دامنه استاندارد ۱ تا ۵ گزارش شده است. همچنین شاخص‌های برازش هنجاری (NFI)، نیکویی برازش (GFI)، برازش افزایشی (IFI) و برازش تطبیقی (CFI) برای تمامی سازه‌ها بالاتر از

جدول ۴: شاخص‌های برازش تحلیل عاملی تأییدی متغیرهای پژوهش				
شاخص	برآوردهای مدل			حد قابل قبول
	توسعه فناوری آموزشی	هوش مصنوعی	فناوری بلاک‌چین	
کای‌دو به درجه آزادی	۲/۴۹	۲/۵۷	۲/۳۳	۱-۵
برازش هنجاری	۰/۹۱	۰/۹۰	۰/۹۴	$0.90 \geq$
نیکویی برازش	۰/۹۱	۰/۹۰	۰/۹۳	$0.90 \geq$
برازش افزایشی	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۲	$0.90 \geq$
برازش تطبیقی	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۲	$0.90 \geq$
ریشه میانگین مربع خطای تقریب	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۷	$0.08 <$

۰/۹۶ مقادیر مطلوبی نشان دادند که نشان‌دهنده سازگاری مناسب مدل با داده‌هاست. یافته‌های پژوهش نشان داد که هوش مصنوعی تأثیر مثبت و معناداری بر توسعه فناوری آموزشی دارد؛ ضریب اثر استاندارد ۰/۵۷ و مقدار t برابر ۸/۴۵ بود که خارج از بازه منفی ۱/۹۶ تا مثبت ۱/۹۶ قرار گرفت ($P < 0.01$). بر این اساس، فرضیه اول تأیید شد. همچنین فناوری بلاک‌چین تأثیر مثبت و معناداری بر توسعه فناوری آموزشی نشان داد؛ ضریب اثر استاندارد ۰/۸۳ و مقدار t برابر ۱۱/۱۶ برآورد شد که نشان‌دهنده شدت بالای اثر و معناداری آماری است ($P < 0.01$). بنابراین، فرضیه دوم نیز تأیید شد.

برای آزمون فرضیه‌های پژوهش از مدل‌یابی معادلات ساختاری استفاده شد. پیش از تفسیر روابط ساختاری، برازش کلی مدل بررسی گردید. نسبت کای‌دو به درجه آزادی در مدل نهایی حدود ۲/۶۳ و شاخص ریشه میانگین مربع خطای تقریب برابر با ۰/۰۷ بود؛ هر دو نشان‌دهنده برازش قابل قبول مدل بودند. براساس معیارهای مک کالم، براون و شوگاوارا مقدار شاخص ریشه میانگین مربع خطای تقریب کمتر از ۰/۰۸ نشان‌دهنده همخوانی مناسب مدل با داده‌های تجربی است، که نزدیکی مدل مفهومی با داده‌های مشاهده‌شده را تأیید می‌کند [۱۵]. علاوه بر این، شاخص‌های برازش هنجاری، نیکویی برازش، برازش افزایشی و برازش تطبیقی به ترتیب ۰/۹۵، ۰/۹۲، ۰/۹۶ و

بحث و نتیجه گیری:

پژوهش حاضر با هدف تبیین نقش دو فناوری کلیدی تحول دیجیتال، یعنی هوش مصنوعی و بلاکچین، در توسعه فناوری آموزشی در آموزش عالی انجام شد. نتایج مدل‌یابی معادلات ساختاری نشان داد که هر دو فناوری اثر مثبت و معناداری بر توسعه فناوری آموزشی دارند؛ با این تفاوت که در چارچوب مدل پژوهش، بلاکچین نقش قوی‌تری نسبت به هوش مصنوعی ایفا می‌کند. این یافته نشان می‌دهد که تحول فناوری آموزشی نه تنها متأثر از ابزارهای تحلیلی پیشرفته، بلکه وابسته به زیرساخت‌های اعتمادساز و حکمرانی داده نیز هست. این نتایج با ادبیات نوظهور تحول دیجیتال آموزشی که بر اهمیت فناوری‌های داده‌محور و زیرساخت‌های توزیع‌شده در بازطراحی فرایندهای یاددهی-یادگیری و مدیریت اعتبارنامه‌ها تأکید دارد، همسو است [۳،۴]. بخش قابل توجهی از مطالعات پیشین عمدتاً به ظرفیت‌های تحلیلی هوش مصنوعی برای ارتقای کیفیت یادگیری، شخصی‌سازی محتوا و بهبود خودتنظیمی یادگیرندگان پرداخته‌اند [۱،۱۶]. یافته‌های پژوهش حاضر این دیدگاه را تأیید کرده و نشان می‌دهد که هوش مصنوعی، از طریق تحلیل رفتار یادگیرندگان و طراحی مسیرهای یادگیری شخصی‌سازی شده، نقش مهمی در تسهیل توسعه فناوری آموزشی ایفا می‌کند [۳،۴].

با این حال، نقطه تمایز اساسی این پژوهش با بخش قابل توجهی از ادبیات پیشین، شدت اثر بالاتر بلاکچین نسبت به هوش مصنوعی است. در حالی که بسیاری از مطالعات گذشته، بلاکچین را عمدتاً به عنوان فناوری مکمل برای مدیریت گواهینامه‌ها و مدارک دیجیتال در نظر گرفته‌اند [۵،۶]، یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که بلاکچین می‌تواند به عنوان یکی از پیشران‌های اصلی توسعه فناوری آموزشی عمل کند. این نتیجه با تحقیقات تأکیدکننده بر نقش بلاکچین در حاکمیت داده، شفافیت در ارزیابی و مدیریت سوابق یادگیری مادام‌العمر همسو است [۷،۱۰].

تبیین این تفاوت را می‌توان در ویژگی‌های زمینه‌ای نظام آموزش عالی ایران جست‌وجو کرد. طی سال‌های اخیر،

این نظام با چالش‌هایی نظیر جعل مدارک تحصیلی، فقدان شفافیت در زنجیره صدور گواهینامه‌ها، نگرانی‌های مرتبط با حریم خصوصی داده‌ها و ضعف در حکمرانی اطلاعات آموزشی مواجه بوده است. در چنین شرایطی، فناوری بلاکچین با قابلیت تضمین اصالت داده، شفافیت تراکنش‌ها و ایجاد اعتماد سیستمی، پاسخ اساسی به نیازهای فوری نظام آموزشی محسوب می‌شود و به همین سبب تأثیر آن برجسته‌تر می‌گردد [۱۰]. در مقابل، مطالعاتی که بر تقدم هوش مصنوعی تأکید کرده‌اند، معمولاً در نظام‌هایی اجرا شده‌اند که زیرساخت‌های حاکمیت داده و استانداردهای اعتبارنامه دیجیتال در آن‌ها پیشاپیش تثبیت شده است [۱،۱۶].

یکی از یافته‌های قابل توجه این پژوهش، عدم مشاهده اثر سرکوب‌گری متقابل میان هوش مصنوعی و بلاکچین بود؛ به این معنا که ورود هم‌زمان این دو فناوری به مدل ساختاری باعث تغییر معنادار در اندازه یا جهت ضرایب مسیر آن‌ها نشد. برخلاف برخی دیدگاه‌های نظری که تعارض بالقوه میان پردازش متمرکز داده در هوش مصنوعی و معماری غیرمتمرکز بلاکچین را مطرح می‌کنند، نتایج نشان داد که این دو فناوری نه تنها رقیب نیستند بلکه در سطح درک متخصصان آموزش عالی مکمل و هم‌افزا تلقی می‌شوند [۱۰-۱۲]. در این چارچوب، هوش مصنوعی به عنوان موتور تحلیلگر و بلاکچین به عنوان زیرساخت اعتماد و حاکمیت داده عمل می‌کنند.

از نظر کاربردی، نتایج این مطالعه می‌تواند راهنمایی مهم برای سیاست‌گذاران آموزشی، مدیران دانشگاه‌ها و طراحان فناوری آموزشی باشد. تمرکز هم‌زمان بر توسعه سامانه‌های یادگیری هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی و ایجاد زیرساخت‌های بلاکچینی برای مدیریت داده‌ها و اعتبارنامه‌ها، می‌تواند گذار به دانشگاه‌های هوشمند را با امنیت، شفافیت و کارایی بیشتر همراه سازد.

از نقاط قوت این پژوهش می‌توان به بررسی هم‌زمان دو فناوری کلیدی تحول دیجیتال در یک چارچوب ساختاری واحد و تحلیل روابط آن‌ها براساس داده‌های تجربی اشاره

پژوهش حاضر برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت فناوری اطلاعات دانشگاه پیام نور قشم است و کلیه مراحل آن با رعایت کامل اصول اخلاق پژوهش انجام شده است.

حامی مالی

این پژوهش هیچ گونه حمایت مالی از سوی نهادهای سازمانها یا مؤسسات دولتی و خصوصی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

پریناز باغی: طراحی مطالعه، جمع آوری و تحلیل داده ها؛ سمیره عابدینی: تهیه پیشنهاد مقاله؛ حسام الدین کمالزاده: بازبینی علمی و ارسال نسخه نهایی.

تعارض منافع

هیچ گونه تضاد منافعی از سوی پژوهشگران گزارش نشده است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از تمامی کارکنان و اعضای هیئت علمی دانشگاه حکیم سبزواری که با همکاری ارزشمند خود زمینه اجرای این پژوهش را فراهم کردند، صمیمانه قدردانی می کنند.

کرد. با این حال، مطالعه حاضر محدودیتهایی نیز دارد؛ طراحی مقطعی پژوهش، امکان استنتاج روابط علی قطعی میان متغیرها را محدود می سازد، زیرا روابط مشاهده شده صرفاً همبستگی میان سازه ها را نشان می دهند و نمی توان در مورد ترتیب زمانی یا جهت علی آنها با قطعیت اظهار نظر کرد. بنابراین، پژوهش های آینده می توانند با استفاده از طرح های طولی پویایی تغییرات متغیرها و الگوهای علی آنها را در طول زمان بررسی کنند. علاوه بر این، داده های این پژوهش از یک دانشگاه دولتی واحد و در بافت سازمانی مشخصی جمع آوری شده است؛ این امر دامنه تعمیم پذیری نتایج را به سایر مؤسسات آموزش عالی، مانند دانشگاه های خصوصی یا مؤسساتی با ساختارها و فرهنگ سازمانی متفاوت، محدود می کند. به همین جهت، پژوهش های آتی با نمونه گیری چندمرکزی و در بافت های سازمانی و فرهنگی متنوع تر می توانند اعتبار بیرونی یافته ها را تقویت نمایند. همچنین، ترکیب جمعیت شناختی نمونه با غلبه قابل توجه شرکت کنندگان مرد ممکن است بر برآورد روابط مدل تأثیرگذار باشد و بازنمایی دیدگاه های زنان را محدود کند. از این رو، تعمیم نتایج به جمعیت هایی با توزیع جنسیتی متوازن باید با احتیاط صورت گیرد. پژوهش های آینده با بهره گیری از نمونه های متعادل تر و به کارگیری تحلیل های چندگروهی، می توانند ناهمسانی ساختاری مدل میان گروه های جنسیتی مختلف را بررسی کنند.

نتیجه گیری:

در مجموع، یافته های این تحقیق نشان می دهد توسعه فناوری آموزشی در آموزش عالی مستلزم رویکردی یکپارچه است که هم ظرفیت های تحلیلی هوش مصنوعی و هم زیرساخت های اعتمادساز بلاک چین را دربرگیرد. بر این اساس، پیشنهاد می شود پژوهش های آتی به مطالعه مدل های ترکیبی هوش مصنوعی- بلاک چین، تحلیل اثرات بلندمدت این فناوری ها و بررسی آنها در بافت های آموزشی مختلف بپردازند.

ملاحظات اخلاقی:

پیروی از اصول اخلاق در پژوهش



References

1. Arefnejad S, Khadivi A, Alipour F. Challenges and applications of artificial intelligence in education: A systematic review. *Journal of Knowledge Research Studies*. 2024; 3(4):53-76. DOI: [10.22034/jkrs.2024.63182.1106](https://doi.org/10.22034/jkrs.2024.63182.1106)
2. Mukred M, Mokhtar UA, Hawash B, AlSalman H, Zohaib M. The adoption and use of learning analytics tools to improve decision making in higher learning institutions: An extension of technology acceptance model. *Heliyon*. 2024; 10(4):e26315. DOI: [10.1016/j.heliyon.2024.e26315](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26315) PMID: [38420393](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38420393/)
3. Hariyanto, Kristianingsih FXD, Maharani R. Artificial intelligence in adaptive education: A systematic review of techniques for personalized learning. *Discov Educ*. 2025; 4(1):458. DOI: [10.1007/s44217-025-00908-6](https://doi.org/10.1007/s44217-025-00908-6)
4. Cabral L, Pinto R, Gonçalves G. AI-powered learning analytics dashboards: A systematic review of applications, techniques, and research gaps. *Discov Educ*. 2025; 4(1):525. DOI: [10.1007/s44217-025-00964-y](https://doi.org/10.1007/s44217-025-00964-y)
5. Castro RQ, Au-Yong-Oliveira M. Blockchain and higher education diplomas. *Eur J Investig Health Psychol Educ*. 2021; 11(1):154-67. DOI: [10.3390/ejihpe11010013](https://doi.org/10.3390/ejihpe11010013) PMID: [34542456](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34542456/)
6. Kumar B, Ali H, Nassor I, Sandeep J. Blockchain technology in higher education: Opportunities, applications, and network security challenges. In *International Conference on Smart Cyber Physical Systems 2024 Sep 13* (pp. 529-542). Singapore: Springer Nature Singapore. DOI: [10.1007/978-981-96-2182-8_40](https://doi.org/10.1007/978-981-96-2182-8_40)
7. Ocheja P, Flanagan B, Ueda H, Ogata H. Managing lifelong learning records through blockchain. *RPTEL*. 2019; 14(1):1-9. DOI: [10.1186/s41039-019-0097-0](https://doi.org/10.1186/s41039-019-0097-0)
8. Moya JA. Blockchain for academic integrity: Developing the blockchain academic credential interoperability protocol (bacip). *arXiv preprint arXiv:2406.15482*. 2024. DOI: [10.48550/arXiv.2406.15482](https://doi.org/10.48550/arXiv.2406.15482)
9. Farabi A, Khandaker I, Ahsan J, Shanto IK, Jahan N, Khan MJ. Shikkhachain: A blockchain-powered academic credential verification system for bangladesh. *arXiv preprint arXiv:2508.05334*. 2025. DOI: [10.48550/arXiv.2508.05334](https://doi.org/10.48550/arXiv.2508.05334)
10. Islam MA, Rihan NM. AI and Blockchain as Sustainable Teaching and Learning Tools to Cope with the 4IR. *Blockchain and AI*: CRC Press; 2024. p. 123-53. [Link](#)
11. Singh J, Bharany S, Rani S, Rehman AU, Taye BM, Pant R, et al. A systematic review of blockchain, AI, and cloud integration for secure digital ecosystems. *Int J Netw Distrib Comput*. 2025; 13(2):28. DOI: [10.1007/s44227-025-00072-1](https://doi.org/10.1007/s44227-025-00072-1)
12. Elkhodr M, Wangsa K, Gide E, Karim S. A systematic review and multifaceted analysis of the integration of artificial intelligence and blockchain: Shaping the future of Australian higher education. *Future Internet*. 2024; 16(10):378. DOI: [10.3390/fi16100378](https://doi.org/10.3390/fi16100378)
13. Hair J, Black W, Anderson R, Babin B. *Multivariate data analysis 8th ed* ed2019. Cengage: 2019. [Link](#)
14. Hair JF, Risher JJ, Sarstedt M, Ringle CM. When to use and how to report the results of PLS-SEM. *EBR*. 2019; 31(1):2-24. DOI: [10.1108/EBR-11-2018-0203](https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203)
15. Maccallum R, Browne MW, Sugawara HM. Power analysis and determination of sample size for covariance structure modeling. *Psychological Methods*. 1996; 1:130-49. DOI: [10.1037/1082-989X.1.2.130](https://doi.org/10.1037/1082-989X.1.2.130)
16. Ogunleye B, Zakariyyah KI, Ajao O, Olayinka O, Sharma H. A systematic review of generative AI for teaching and learning practice. *Educ Sci*. 2024; 14(6):636. DOI: [10.3390/educsci14060636](https://doi.org/10.3390/educsci14060636)