

شناسایی ابعاد و مؤلفه‌های آموزشی مبتنی بر فناوری بلاکچین

اعظم عبدالملکی^۱

مژگان عبدالمهی*^۲

پریسا ایران نژاد^۳

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۲۸)

چکیده

پژوهش حاضر با هدف شناسایی ابعاد و مؤلفه‌های فناوری بلاکچین در آموزش و ارائه چهارچوبی منسجم از قابلیت‌های این فناوری در نظام‌های آموزشی انجام شد.

این پژوهش از نظر هدف، کاربردی - توسعه‌ای و از نظر ماهیت، کیفی با رویکرد فراترکیب است. در این راستا، مقالات علمی - پژوهشی در حوزه بلاکچین در آموزش منتشرشده در پایگاه‌های علمی معتبر شامل گوگل اسکالر، الزویر، وب آف ساینس، امرالد و ای ترپیل ای در بازه زمانی ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۵ به‌عنوان واحد تحلیل و منبع داده‌های ثانویه در نظر گرفته شدند. پس از غربالگری نظام‌مند بر اساس معیارهای ورود و خروج، ۹۸ مقاله انتخاب و با استفاده از تحلیل اسنادی و تکنیک کدگذاری سه‌مرحله‌ای (باز، محوری و گزینشی) در نرم‌افزار مکس کیودا تحلیل شدند.

تحلیل داده‌ها منجر به شناسایی ابعاد و مؤلفه‌های کلیدی فناوری بلاکچین در آموزش در سه بعد اصلی شد: بعد آموزشی بر مدیریت فرایندهای یاددهی - یادگیری، شخصی‌سازی، ارزیابی، اعتبارسنجی و دسترس‌پذیری تأکید دارد؛ بعد مدیریتی بر حکمرانی، مدیریت سازمانی و مالی، و تسهیل تعاملات نهادی متمرکز است؛ و بعد امنیتی شامل امنیت، حریم خصوصی، ردیابی، نظارت و تغییرناپذیری سوابق است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که فناوری بلاکچین فراتر از یک ابزار فنی، به مثابه زیرساختی شفاف، امن و غیرمتمرکز، پتانسیل بازآرایی فرایندهای آموزشی، مدیریتی و اعتباربخشی را داراست. استقرار سامانه‌های آموزشی مبتنی بر این فناوری می‌تواند بستری برای توسعه آموزش‌های کیفی، فراگیر و پایدار فراهم آورد و همچنین زمینه لازم برای کاهش جعل، ارتقای حریم خصوصی و تسهیل تعامل میان ذی‌نفعان فراهم آورد.

کلیدواژه‌ها: بلاکچین، آموزش مبتنی بر فناوری، فناوری بلاکچین در آموزش.

^۱ گروه علوم تربیتی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران. 4910408401@iau.ir

^۲ گروه علوم تربیتی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران (نویسنده مسئول). mabdollahi@iau.ac.ir

^۳ گروه علوم تربیتی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران. parisairannejad@yahoo.com

مقدمه

آموزش فرایندی نظام‌مند، هدفمند و فراتر از انتقال صرف اطلاعات است که بر سازمان‌دهی تجربه‌های یادگیری و تعامل پویا میان یادگیرنده، معلم، محتوا و ارزشیابی تمرکز دارد (فتحی‌واجارگاه، ۱۴۰۱؛ صفایی‌موحد، ۱۳۹۹؛ سیف، ۱۴۰۲). با تحول در نظریه‌های تربیتی و حرکت به سمت الگوهای یادگیرنده‌محور و یادگیری مادام‌العمر، روش‌های ارائه آموزش نیز دستخوش تغییر شده‌اند؛ در این راستا، استانداردهای آموزشی بر ارزش بالقوه محیط‌های یادگیری فراگیرمحور تأکید کرده‌اند که در آن فراگیران به‌طور فعالانه در فعالیت‌های یادگیری سطح بالا درگیر می‌شوند (خداپرست، نامی و ذاکری، ۱۴۰۴).

همچنین، همگام با این تحول، برنامه توسعه فردی در قالب یک فرآیند مداوم و پویا در جهت افزایش شایستگی‌ها و رفع شکاف‌های عملکردی منابع انسانی دنبال می‌شود (افکانه و جعفری، ۱۴۰۳).

الگوهای نوینی مانند آموزش از راه دور، یادگیری ترکیبی، آموزش الکترونیکی و یادگیری سیار برای افزایش دسترسی، انعطاف‌پذیری و شخصی‌سازی یادگیری توسعه یافته‌اند (ال‌حکیمی و ال‌کلیبی^۱، ۲۰۲۶). این پویایی و تکثر در شیوه‌های یادگیری، ضرورت استفاده از بسترهای فناورانه نوین را برای پشتیبانی از فرایندهای آموزشی، مدیریت بهینه سوابق تحصیلی و همگامی با استانداردهای کیفیت و اعتباربخشی در سطح ملی و بین‌المللی دوچندان ساخته است (آسه‌آن^۲، ۲۰۱۸). با این حال، نظام‌های آموزشی در مدیریت این بسترهای نوین با چالش‌های جدی روبرو هستند؛ تمرکزگرایی شدید داده‌ها در سازمان‌های محوری، فرسایشی بودن فرایندهای اداری، دشواری انتقال و اشتراک‌گذاری سوابق آموزشی میان مؤسسات، و مهم‌تر از همه، افزایش نگران‌کننده جعل مدارک تحصیلی و دشواری اعتبارسنجی مستقل شایستگی‌ها، کارآمدی و اعتمادپذیری، نظام‌های آموزشی را با بحران مواجه کرده است. علاوه بر این، حفاظت از حریم خصوصی داده‌های حساس فراگیران و صیانت از حقوق مالکیت معنوی محتواهای آموزشی در فضای دیجیتال از دیگر دغدغه‌های حل‌نشده به‌شمار می‌روند (اتحادیه اروپا^۳، ۲۰۲۴). در پاسخ به این چالش‌های ساختاری، فناوری بلاکچین به‌دلیل ویژگی‌های ذاتی همچون تغییرناپذیری، توزیع‌شدگی، شفافیت و قابلیت استفاده از قراردادهای هوشمند، ظرفیت‌های بی‌بدیلی برای ثبت امن اطلاعات، مدیریت هویت آموزشی، صدور گواهی‌های دیجیتال غیرقابل جعل و اعتبارسنجی مستقل

¹ Al-Hakimi & Al-Koliby

² ASEAN: Association of Southeast Asian Nations

³ European Union: Eu

مدارک ارائه می دهد و می تواند معماری جدیدی از اعتماد و حکمرانی داده را در آموزش بنیان نهد (گابا و همکاران^۱، ۲۰۲۶).

فناوری بلاکچین نوعی دفترکل توزیع شده^۲ و تغییرناپذیر^۳ است که داده ها و تراکنش ها^۴ را به صورت امن^۵، شفاف^۶ و قابل رهگیری^۷ ثبت می کند. اگرچه این فناوری نخست در پیوند با رمزارزها شناخته شد، اما کاربست آن به حوزه مالی محدود نمانده و در حوزه هایی مانند سلامت^۸، زنجیره تأمین^۹ و آموزش نیز گسترش یافته است. در بستر آموزش، ظرفیت های اصلی بلاکچین نه در مبادلات مالی، بلکه در ثبت امن سوابق یادگیری^{۱۰}، مدیریت هویت آموزشی^{۱۱}، اعتبارسنجی مدارک^{۱۲} و تسهیل اعتماد میان ذی نفعان^{۱۳} نهفته است (قارات و همکاران^{۱۴}، ۲۰۲۵؛ دی سیلوا و هالووا^{۱۵}، ۲۰۲۵).

در حال حاضر، مؤسسات آموزشی سنتی همچنان کنترل انحصاری مدیریت سوابق، اعتبارسنجی مدارک و داده های یادگیری را در دست دارند؛ مدلی متمرکز، که اگرچه ثبات نسبی ایجاد کرده، اما از منظر انعطاف پذیری زمان، هزینه و موقعیت جغرافیایی با محدودیت های جدی مواجه است (چمالار سلوی و همکاران^{۱۶}، ۲۰۲۶). به همین دلیل، محققان حوزه آموزش بر این باورند که ایجاد شبکه های آموزشی مبتنی بر بلاکچین می تواند به عنوان منبعی برای توانمندسازی یادگیرندگان و مهندسی مجدد مؤسسات سنتی عمل کند (ساپوترا و همکاران^{۱۷}، ۲۰۲۲). این تحول، امکان مالکیت حقیقی مدارک^{۱۸}، دوره ها و بازخوردهای آموزشی^{۱۹} را به خود یادگیرنده واگذار می کند و انحصار نهادهای واسطه یا کارفرمایان را بر سوابق تحصیلی افراد از بین می برد (هنان^{۲۰}، ۲۰۲۲). با این حال، گذار از سیستم های سنتی به پلتفرم های

-
- 1 Gaba Et Al
 - 2 Distributed ledger
 - 3 Unchangeable
 - 4 transaction
 - 5 Secure
 - 6 transparent
 - 7 traceable
 - 8 healthy
 - 9 Supply chain
 - 10 Facilitate trust among stakeholders
 - 11 Educational identity management
 - 12 Document validation
 - 13 Facilitate trust among stakeholders
 - 14 Ghatat Etal
 - 15 De Silva, Halloluwa
 - 16 Chemmalar Selvi et al
 - 17 Saputra Et Al
 - 18 True ownership of documents
 - 19 Educational feedback
 - 20 Hannan

یادگیری غیرمتمرکز، صرفاً یک ارتقای فنی نیست و نظام‌های آموزشی را با چالش‌های پیچیده‌ای مواجه می‌سازد.

اگرچه بسترهای یادگیری غیرمتمرکز فرصت‌های بی‌بدیلی مانند ارزیابی شفاف همتا به همتا و اشتراک‌گذاری امن دانش را نوید می‌دهند، اما پیاده‌سازی عملیاتی آن‌ها با موانع جدی همراه است. این چالش‌ها فراتر از محدودیت‌های زیرساختی و فنی (مانند مقیاس‌پذیری و هزینه‌های اولیه) (کی‌یون و یانگ و سئو^۱، ۲۰۲۵)، ابعاد غیرفنی حساسی نظیر نگرانی‌های حریم خصوصی یادگیرندگان (موهد آفرین و همکاران^۲، ۲۰۲۵)، عدم آمادگی سازمانی (جها^۳، ۲۰۲۳)، انطباق با مقررات قانونی حفاظت از داده‌ها (گابا و همکاران، ۲۰۲۶) و از همه مهم‌تر، ضرورت همسویی فناوری با منطق طراحی آموزشی (پداگوژیک^۴) را در بر می‌گیرد (عبدالله و صالح، ۲۰۲۶).

مسئله اساسی اینجاست که علیرغم حجم رو به رشد مطالعات در این حوزه، تمرکز غالب پژوهش‌ها بر ابعاد صرفاً فنی و مهندسی بلاکچین بوده و پیوند میان این ظرفیت‌های تکنولوژیک با نیازهای عملیاتی و راهبردهای آموزشی در مدارس و دانشگاه‌ها مبهم باقی مانده است. این نگاه تک‌بعدی و فن‌زده، مانع از تدوین یک چهارچوب علمی منسجم برای استقرار این فناوری در نظام‌های آموزشی شده است. از این رو، پژوهش حاضر با هدف پر کردن این شکاف نظری و کاربردی، به دنبال پاسخ به این مسئله اصلی است که: ابعاد و مؤلفه‌های الگوی آموزش مبتنی بر فناوری بلاکچین کدام‌اند و چگونه می‌توان میان ویژگی‌های این فناوری و الزامات پداگوژیک همسویی برقرار کرد؟

مبانی نظری و پیشینه پژوهش:

فناوری بلاکچین: مفاهیم و زیرساخت‌ها

فناوری بلاکچین به‌عنوان یک معماری دفترکل توزیع‌شده، با بهره‌گیری از رمزنگاری پیشرفته، بستر ذخیره‌سازی و ثبت تراکنش‌ها را در شبکه‌ای غیرمتمرکز فراهم می‌آورد (کولتو و همکاران^۵، ۲۰۲۲). در این ساختار، داده‌ها در قالب بلوک‌هایی^۶ بسته‌بندی می‌شوند که هریک شامل اطلاعات تراکنش، مهر زمانی^۷، ریشه مرکل^۸ و هش بلاک پیشین است؛ این اتصال زنجیره‌ای، تغییرناپذیری کل شبکه را تضمین

1Kyun , Yang , Seo

2 Mohd Ariffin Etal

3 Jha

4 Pedagogic

5 Kuleto Etal

6 block

7 Timestamp

8 Merkel

می‌کند. اکوسیستم بلاک چین^۱ تنها محدود به ذخیره سازی داده نیست، بلکه مجموعه ای هم افزا از مفاهیم نظیر شبکه های همتا به همتا^۲، قراردادهای هوشمند^۳، رمزنگاری و برنامه های غیر متمرکز^۴ است که در تعامل با یکدیگر، ویژگی هایی همچون ناشناس^۵، شفافیت^۶، یکپارچگی^۷، امنیت^۸ و حریم خصوصی^۹ را برای کاربران به ارمغان می آورند (پارش و همکاران^{۱۰}، ۲۰۲۵؛ ما و فانگ^{۱۱}، ۲۰۲۰).

تکامل نسل های بلاک چین

توسعه فناوری بلاک چین در سه نسل قابل تبیین است. نسل نخست^{۱۲} عمدتاً بر ارزش های دیجیتال و حذف واسطه های مالی سنتی متمرکز بود. نسل دوم^{۱۳} با معرفی قراردادهای هوشمند، امکان خود کار سازی فرایندها را فراهم ساخت و با استفاده از مکانیزم های اثبات سهام^{۱۴}، بهره وری عملیاتی را افزایش داد. در نهایت، نسل سوم^{۱۵} با هدف پاسخگویی به نیازهای سازمانی، سرعت پردازش تراکنش ها را به طور چشمگیری بهبود بخشیده و بستری برای کاربردهای غیر مالی از جمله آموزش فراهم آورده است (ژو و ژائو^{۱۶}، ۲۰۲۲).

در محیط های آموزشی، پیاده سازی قراردادهای هوشمند یکپارچه با برنامه های غیر متمرکز، تحولی در مدیریت سوابق و اعتبارسنجی مدارک ایجاد کرده است (کولتو و همکاران، ۲۰۲۲). با این حال، انتخاب نوع بلاک چین بستگی به اهداف و الزامات امنیتی هر سازمان دارد. در جدول (۱) دسته بندی انواع بلاک چین و ویژگی های کلیدی آنها جهت مقایسه ارائه شده است.

1 Blockchain Technology Ecosystem

2 Peer-to-Peer Networks: P2P

3 Paresh Etal

4 Decentralized Applications: DApps

5 Anonymous

6 Trasability

7 Integrity

8 Security

9 Privacy

10 Paresh Etal

11 Ma – Fang

12 Blockchain 1.0

13 Blockchain 2.0

14 Proof-of-Stake Mechanism: PoS

15 Blockchain 3. 0

16 Zho & zhao

جدول ۱: دسته‌بندی بلاکچین (تورکانوویچ^۱ و همکاران، ۲۰۱۸).

ویژگی‌ها/خواص	عمومی	خصوصی	کنسرسیوم
دسترسی	هر کسی	شخص یا نهاد مرکزی	بیش از یک شخص/نهاد
چه کسی می‌تواند	هر کسی	افراد مجاز	افراد مجاز
پیوندند؟			
مکانیزم توافق	اثبات سهام و اثبات کار	هر الگوریتم رأی‌گیری یا چندجانبه	هر الگوریتم رأی‌گیری یا چندجانبه
سرعت تراکنش	کند	سریع	سریع‌تر از عمومی
ساختار	غیرمتمرکز	متمرکز	نیمه‌متمرکز
نهاد مرکزی	ندارد	بله	بله
حریم خصوصی	از رمزنگاری	از طریق حقوق محدود	از طریق حقوق محدود
تأخیر	کند	متوسط	متوسط
تعداد هم‌تاها	بالا	محدود	محدود
مثال‌ها	بیت‌کوین و اتریوم	هایپرلجر فابریک	کورد و قوروم
کاربردها	ارز دیجیتال	مالکیت دارایی، زنجیره تأمین	پژوهش، بانکداری، زنجیره تأمین

پیشینه پژوهش

جهت دستیابی به یک دید کلی و مقایسه‌ای از روند پژوهش‌های انجام شده در حوزه فناوری بلاکچین در آموزش، مطالعات منتخب در جدول ۲ تلخیص شده‌اند. این جدول به منظور گذار از مرور توصیفی به تحلیل انتقادی تدوین شده است تا ضمن دسته‌بندی یافته‌ها، شکاف‌های پژوهشی که مبنای اصلی پژوهش حاضر را تشکیل می‌دهند، به روشنی تبیین گردند.

1 Turkanovic et al

جدول ۲: خلاصه پیشینه پژوهش در حوزه فناوری بلاکچین در آموزش

ردیف	نویسنده (سال)	هدف پژوهش	روش شناسی	یافته های کلیدی
۱	عبدالملکی و همکاران (۱۴۰۵)	واکاوی مؤلفه های مدیریت آموزش مبتنی بر بلاکچین	مرور سیستماتیک	شناسایی مؤلفه ها در ۴ مرحله مدیریت: ۱. برنامه ریزی (یادگیری تطبیقی، مدیریت برنامه درسی) ۲. پیاده سازی (صدور گواهی، مدیریت سوابق) ۳. نظارت (قرارداد هوشمند، مدیریت شایستگی) ۴. بهبود (بهینه سازی منابع).
۲	شفیعی بهنمیری (۱۴۰۱)	شناسایی مؤلفه های پذیرش الگوهای نوین بلاکچین	مدل مفهومی و تأیید خبرگان	استخراج مدل پذیرش شامل: شایستگی فنی/مدیریتی، آمادگی نرم افزاری/سخت افزاری، برداشت ذهنی از سودمندی و سهولت، و مزیت رقابتی.
۳	ال حکیمی و ال کلیبی (۲۰۲۶)	بررسی پذیرش بلاکچین و ارتقای حریم خصوصی در آموزش	شبیه سازی تجربی با مشارکت ذینفعان	ارائه راهکاری مبتنی بر اعتماد برای امنیت داده های یادگیری و صیانت از حریم خصوصی از طریق الگوریتم های اجماع و هایپرلجر.
۴	شانتانو شکر ^۱ (۲۰۲۵)	بررسی کاربردها و چشم اندازهای آینده بلاکچین در آموزش	بررسی جامع	شناسایی ظرفیت های تحول آفرین در تأیید مدارک و مدیریت سوابق؛ تأکید بر ضرورت رفع موانع نظارتی، فنی و مقیاس پذیری.

ردیف	نویسنده (سال)	هدف پژوهش	روشن‌شناسی	یافته‌های کلیدی
۵	سیتان‌دکیله (۲۰۲۵) ^۱	بررسی فرصت‌ها و چالش‌های بلاکچین در آموزش	مرور سیستماتیک	فرصت‌ها: امنیت داده، شفافیت اعتبارسنجی، یادگیری مادام‌العمر. چالش‌ها: موانع فنی، حریم خصوصی و فقدان چهارچوب‌های قانونی.
۶	دی‌سیلوا و هالووا (۲۰۲۵)	بررسی بلاکچین به عنوان ابزاری برای چالش‌های فناوری آموزشی	تحلیل کیفی/ادبیات	تأکید بر نقش بلاکچین در مقابله با تهدیدات سایبری و چالش‌های اخلاقی/امنیتی ناشی از ادغام شتابان فناوری در آموزش.
۷	چودھاری و همکاران (۲۰۲۵)	تحلیل روندهای عملکردی، فنی و کتابشناختی کاربرد بلاکچین	مرور سیستماتیک	توازن میان کارایی، ظرفیت ذخیره‌سازی و هزینه؛ شناسایی مقیاس‌پذیری محدود و هزینه‌های بالا به عنوان موانع اصلی.
۸	نور هاپیز و موه‌د آفرین و همکاران ^۲ (۲۰۲۵)	تحلیل چالش‌های بلاکچین و ارتباط آن با آموزش پایدار	مرور ادبیات مبتنی بر هوش مصنوعی	شناسایی چالش‌های سازمانی، فناوری و محیطی؛ تأکید بر نقش بلاکچین در تسهیل سیستم‌های اعتبارسنجی جهانی و آموزش پایدار.

1 Sibanda Sithandekile

2 Nor Hapiza Mohd Ariffin Et Al

ردیف	نویسنده (سال)	هدف پژوهش	روشن شناسی	یافته های کلیدی
۹	کیریاکوس و همکاران ^۱ (۲۰۲۴)	بررسی بلاکچین در دوره های آنلاین و آموزش حرفه ای	تحلیل کیفی	تأکید بر ضرورت مکانیسم های حفاظتی در برابر تقلب و نیاز به بسترهای توزیع شده برای همزیستی تکنولوژیک در آموزش حرفه ای.
۱۰	سوکتامو و همکاران ^۲ (۲۰۲۴)	بررسی تحول یادگیری و مدیریت داده های دانشگاهی	بررسی تحلیلی	بهبود یکپارچگی اعتبارنامه ها، ساده سازی فرآیندهای اداری و ترویج یادگیری شخصی سازی شده از طریق مدیریت امن داده ها.
۱۱	جانگید و پاتیل (۲۰۲۳)	بررسی اکوسیستم های آموزشی مبتنی بر بلاکچین	بررسی موردی/تحلیلی	طراحی اکوسیستم های مشارکتی شامل پلتفرم های توسعه، سیستم های پاداش دهی و تعامل میان تولیدکنندگان محتوا و فراگیران.
۱۲	شارکی و همکاران (۲۰۲۳)	پیوند ارزیابی شایستگی با اعتبارسنجی در آموزش	تحلیل کاربردی	ارائه راهکار برای ثبت استاندارد و غیرقابل تغییر اسناد شایستگی و تسهیل توزیع جهانی اعتبارنامه ها.
۱۳	قارات و همکاران (۲۰۲۲)	مرور معنایی کاربردهای	مرور معنایی	شناسایی ویژگی های بنیادین (غیرمتمرکز بودن، شفافیت، ناشناسی) و چالش های عملیاتی

1 Kiriakos Et Al

2 Souktamo et al

ردیف	نویسنده (سال)	هدف پژوهش	روشن‌شناسی	یافته‌های کلیدی
		آینده‌بلاکچین در آموزش		(مصرف انرژی، پیچیدگی، نشت حریم خصوصی).

بررسی نظام‌مند مطالعات پیشین نشان می‌دهد که فناوری بلاکچین در آموزش، عمدتاً بر قابلیت‌هایی نظیر امنیت داده‌ها، شفافیت در اعتبارسنجی مدارک، مدیریت سوابق آموزشی و تسهیل یادگیری مادام‌العمر متمرکز بوده است. با وجود دستاوردهای ارزشمند، ادبیات موجود در این حوزه با محدودیت‌هایی جدی مواجه است؛ بخش عمده‌ای از پژوهش‌ها یا به توصیف ویژگی‌های فنی و زیرساختی بلاکچین محدود مانده‌اند و یا در قالب گزارش‌های مفهومی، صرفاً به فرصت‌ها و چالش‌های کلی پرداخته‌اند. در واقع، آنچه در پیشینه مغفول مانده، فقدان یک چهارچوب منسجم و آموزش‌محور است که بتواند میان ظرفیت‌های فنی این فناوری و الزامات پداگوژیک، مدیریتی و اجرایی نظام آموزشی، پیوندی نظام‌مند برقرار کند. بر این اساس، شکاف اصلی پژوهش حاضر در نبود الگویی یکپارچه است که بتواند از سطح توصیف فناوری به سطح صورت‌بندی الگوی آموزشی گذار کند. در همین راستا، سهم و نوآوری پژوهش حاضر در آن است که برخلاف مطالعات پیشین، به جای تأکید بر جنبه‌های صرفاً فنی، با اتخاذ رویکردی جامع، ابعاد و مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده الگوی آموزش مبتنی بر بلاکچین را شناسایی و تبیین می‌نماید تا مبنایی کاربردی برای طراحی و استقرار نظام‌های آموزشی نوین فراهم آورد.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی-توسعه‌ای و از نظر ماهیت و روش، یک مطالعه کیفی با رویکرد فراترکیب است. فراترکیب به عنوان یک روش نظام‌مند، به منظور گردآوری، ترکیب، تفسیر و یکپارچه‌سازی یافته‌های پژوهش‌های پیشین در حوزه آموزش مبتنی بر بلاکچین به کار گرفته شده است تا از طریق سنتز مفهومی، چهارچوبی جامع از ابعاد و مؤلفه‌های آن ارائه دهد. در این پژوهش، به جای گردآوری داده‌های میدانی از طریق مصاحبه یا مشاهده، داده‌های ثانویه از مقالات علمی منتشرشده به عنوان واحد تحلیل در نظر گرفته شدند. به منظور تحلیل داده‌های متنی حاصل از مقالات منتخب، از روش تحلیل اسنادی و تکنیک کدگذاری سه‌مرحله‌ای (باز، محوری و گزینشی) بر اساس منطق تحلیلی اشتراوس و کوربین با کمک نرم‌افزار مکس کیودا^۱ نسخه ۲۰۲۰ استفاده شد. شایان ذکر است که منطق

1 Meta-Synthesis

کدگذاری اشتراوس و کوربین در این پژوهش صرفاً به عنوان یک ابزار و چهارچوب تحلیلی برای طبقه‌بندی و یکپارچه‌سازی مفاهیم به کار گرفته شده و هدف پژوهش، تولید نظریه داده‌بنیاد^۱ نبوده است.

جامعه، نمونه و فرآیند غربالگری منابع

جامعه آماری پژوهش شامل کلیه مقالات علمی-پژوهشی به زبان انگلیسی در بازه زمانی ابتدای سال ۲۰۲۰ تا پایان سال ۲۰۲۵ بود که در پایگاه‌های معتبر علمی شامل گوگل اسکالر^۲، امرالد^۳، آی‌تریپل‌ئی^۴، وب‌آو‌ساینس^۵، الزویر^۶ و اسپرینگر^۷ منتشر شده بودند. جست‌وجوی نظام‌مند با استفاده از کلیدواژه‌های اصلی «Blockchain in Education» و «Blockchain Technology in Education» بدون افزودن کلیدواژه‌های محدودکننده صورت گرفت که در مرحله نخست منجر به شناسایی ۷۰۰ سند اولیه گردید. فرایند انتخاب نمونه نهایی بر اساس معیارهای ورود و خروج مشخص، طی ۵ مرحله غربالگری به شرح زیر انجام شد و در نهایت ۹۸ مقاله به عنوان نمونه نهایی (واحد تحلیل) انتخاب گردید:

۱. **مرحله اول (غربالگری اولیه):** از میان ۷۰۰ سند شناسایی‌شده، تعداد ۲۳۰ مورد شامل مقالات کنفرانسی، کتاب‌ها، گزارش‌ها و منابع غیرپژوهشی حذف و ۴۷۰ مقاله پژوهشی داوری‌شده باقی ماند.
۲. **مرحله دوم (ارزیابی عنوان):** با بررسی عنوان مقالات، ۱۲۰ مقاله که ارتباط مستقیمی با موضوع کاربرد بلاکچین در آموزش نداشتند حذف و ۳۵۰ مقاله باقی ماند.
۳. **مرحله سوم (ارزیابی چکیده):** با بررسی چکیده مقالات، ۹۸ مقاله که بر جنبه‌های صرفاً فنی، طراحی نرم‌افزار یا موضوعات غیرآموزشی تمرکز داشتند حذف و ۲۵۲ مقاله وارد مرحله بعد شد.
۴. **مرحله چهارم (ارزیابی متن کامل):** با مطالعه دقیق متن کامل مقالات، ۱۵۴ مقاله که فاقد دلالت‌های ساختاری و ارائه مؤلفه برای سیستم‌های آموزشی بودند حذف شدند.
۵. **مرحله پنجم (انتخاب نهایی):** در نهایت ۹۸ مقاله واجد شرایط و مرتبط به عنوان نمونه نهایی جهت کدگذاری انتخاب و وارد نرم‌افزار شد (جدول ۳).

1 Grounded Theory

2 Google Scholar

3 Emerald

4 Ieee Xplore

5 Web Of Science

6 Sciencedirect

7 Springerlink

جدول ۳. وضعیت جست‌وجو و غربالگری مقالات به تفکیک پایگاه‌های داده

ردیف	پایگاه داده	تعداد مقالات جست‌وجو شده	تعداد مقالات انتخاب شده (نمونه نهایی)	درصد
۱	گوگل اسکالر	۱۷۰	۳۵	٪۳۵.۷
۲	امرالذ	۱۰۵	۱۷	٪۱۷.۳
۳	آی‌تریپل‌ئی	۱۰۰	۱۶	٪۱۶.۳
۴	وب‌آو ساینس	۱۰۷	۸	٪۸.۲
۵	الزویر / ساینس‌دایرکت	۱۲۰	۱۵	٪۱۵.۳
۶	اسپرینگر	۱۰۸	۷	٪۷.۲
کل	-	۷۰۰	۹۸	٪۱۰۰

معیارهای ورود و خروج نمونه پژوهش

-معیارهای ورود: ارتباط مستقیم با کاربرد بلاکچین در آموزش؛ انتشار در بازه زمانی ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۵؛ انتشار به زبان انگلیسی در پایگاه‌های داده هدف؛ داوری‌شده و پژوهشی بودن؛ دسترسی به متن کامل.

-معیارهای خروج: عدم ارتباط با حوزه آموزش؛ مقالات کنفرانسی، کتاب‌ها، گزارش‌ها و پایان‌نامه‌ها؛ مقالات تکراری بازیابی‌شده؛ مقالاتی با تمرکز صرف بر سایر فناوری‌ها(مانند هوش مصنوعی) بدون پیوند با بلاکچین؛ تمرکز صرف بر برنامه‌نویسی و کدهای فنی بلاکچین بدون دلالت کاربردی آموزشی.

بررسی روایی و پایایی

در این پژوهش کیفی، جهت تضمین کیفیت و قابلیت اعتماد یافته‌ها^۱، از معیارهای چهارگانه لینکلن و گوبا شامل اعتبارپذیری^۲، انتقال‌پذیری^۳، اتکاپذیری^۴ و تأییدپذیری استفاده شد.

برای افزایش اعتبارپذیری و تأییدپذیری، از استراتژی مثلث‌سازی داده‌ها^۵ از طریق گردآوری داده‌ها از ۶ پایگاه معتبر و متنوع علمی با دیدگاه‌های نظری گوناگون استفاده شد تا یافته‌ها متکی بر یک پایگاه یا دیدگاه خاص نباشد. همچنین فرایند کدگذاری مستقیماً بر شواهد متنی مقالات مبتنی بود تا از اعمال سلیقه شخصی پژوهشگر جلوگیری شود. جهت حفظ اتکاپذیری پژوهش، کلیه مراحل غربالگری، ترجمه دقیق مفاهیم تخصصی و ورود به نرم‌افزار به صورت گام‌به‌گام مستندسازی شد. به منظور ارزیابی پایایی بین‌کدگذاران^۶ تعداد ۱۰ مقاله (معادل ۱۰ درصد از نمونه نهایی) به صورت تصادفی انتخاب و در اختیار کدگذار دوم (متخصص حوزه فناوری آموزشی و آشنا به روش تحقیق کیفی) قرار گرفت تا به صورت مستقل کدگذاری شوند. سپس میزان توافق با استفاده از ضریب کاپای کوهن^۷ محاسبه گردید بر اساس کدهای توافق‌شده در شاخص‌های نهایی (نظیر مدیریت آموزش، امنیت، شخصی‌سازی و...)، میزان ضریب کاپای کوهن برابر با ۱.۰۰ محاسبه گردید که نشان‌دهنده توافق کامل و پایایی بالای فرآیند کدگذاری است.

یافته های پژوهش

تحلیل محتوای ۹۸ مقاله منتخب در حوزه آموزش مبتنی بر بلاکچین، در قالب یک فراترکیب دو مرحله‌ای انجام شد. در مرحله نخست، با کدگذاری باز متون، ۱۱۰ مفهوم اولیه استخراج گردید که طیفی از ظرفیت‌های فنی، آموزشی، مدیریتی و امنیتی را دربر می‌گرفت. در مرحله دوم، این مفاهیم بر اساس هم‌پوشانی‌های معنایی در قالب ۱۹ شاخص محوری سازمان‌دهی شدند تا تصویری منسجم‌تر و تبیینی‌تر از کارکردهای بلاکچین در آموزش به دست آید. این شاخص‌ها در سه بعد اصلی آموزشی، امنیتی و مدیریتی طبقه‌بندی شدند و مبنای مدل مفهومی پژوهش را شکل دادند.

¹ Trustworthiness

² Transferability

³ Dependability

⁴ Confirmability

⁵ Data Triangulation

⁶ Inter-Coder Reliability

⁷ Cohen's Kappa

جدول ۴: ابعاد، مؤلفه‌ها، تشریح کارکردی و ارتباط آن‌ها با نظام آموزشی در بستر فناوری بلاکچین

بعد	مؤلفه نهایی	شرح مؤلفه	ارتباط با آموزش (کارکرد و ارزش افزوده در یادگیری و اجرا)
آموزشی	مدیریت فرایندهای آموزش و یادگیری	سازمان‌دهی، اجرا و بهینه‌سازی فرایندهای آموزشی، برنامه درسی و فعالیت‌های یادگیری	کارآمدتر کردن طراحی، اجرا و پشتیبانی از فرایند تدریس و یادگیری در راستای افزایش بهره‌وری آموزشی
	شخصی‌سازی یادگیری	تطبیق مسیر، محتوا و تجربه یادگیری با نیازها، توانایی‌ها و پیشرفت هر یادگیرنده	فراهم‌سازی بستر آموزش فردمحور، یادگیری تطبیقی، هدایت تحصیلی و تصمیم‌گیری دقیق‌تر آموزشی
	ارزیابی و سنجش یادگیری	سنجش مستمر یادگیرندگان، شایستگی‌ها، نتایج یادگیری و ارائه بازخورد مؤثر	ارتقای اعتبار، سلامت، سرعت و شفافیت فرایند ارزشیابی پیشرفت تحصیلی
	شفافیت در فرایندهای آموزشی	آشکار بودن روندها، سوابق، تصمیمات، نمرات و تعاملات آموزشی برای ذی‌نفعان	تقویت اعتماد متقابل بین معلم، یادگیرنده و والدین و رفع ابهام در ارزیابی‌ها
	اعتبارسنجی مدارک و سوابق تحصیلی	تأیید اصالت اسناد تحصیلی، سوابق علمی و شایستگی‌های کسب‌شده	تسهیل و تسریع پذیرش تحصیلی، استخدام و انتقال اعتبار میان مؤسسات آموزشی
	مدیریت شایستگی‌ها و توسعه حرفه‌ای	ثبت، ردیابی و توسعه دستاوردهای شایستگی‌محور یادگیرندگان و معلمان	هدایت ارزشیابی به سمت شایستگی‌های واقعی و کمک به توسعه فردی معلمان
	یکپارچگی و قابلیت همکاری آموزشی	انسجام داده‌ها و تعامل‌پذیری میان سامانه‌ها، مؤسسات و پلتفرم‌های آموزشی	بهبود تبادل داده‌ها، انتقال سوابق تحصیلی و همگام‌سازی اعتبارنامه‌ها
	دسترس‌پذیری و فراگیری آموزشی	تسهیل دسترسی گسترده، مستقیم و بدون واسطه به منابع و سوابق آموزشی	ترویج عدالت آموزشی، آموزش مادام‌العمر و دسترسی آسان به مدارک در هر زمان و مکان

بعد	مؤلفه نهایی	شرح مؤلفه	ارتباط با آموزش (کارکرد و ارزش افزوده در یادگیری و اجرا)
امنیتی	مدیریت گواهی نامه ها و اعتبارنامه های دیجیتال	صدور، نگهداری، انتقال ایمن و اشتراک گذاری مدارک و ریزنمرات دیجیتال	کاهش جعل و تقلب در مدارک رسمی و تقویت مالکیت یادگیرنده بر پرونده آموزشی
	امنیت داده ها و سوابق آموزشی	حفاظت از اطلاعات، سوابق، تراکنش ها و پرونده های تحصیلی در برابر دسترسی غیرمجاز	صیانت از هویت و اطلاعات محرمانه مدارس، دانشگاه ها، استادان و یادگیرندگان
	حریم خصوصی آموزشی	حفظ ناشناسی، صیانت از هویت کاربران و اعطای اختیار در به اشتراک گذاری داده ها	مانع از سوءاستفاده تجاری و افشای غیرمجاز رفتارهای یادگیری و نمرات
	نظارت، کنترل و حسابرسی آموزشی	پایش دقیق فرایندها، کنترل دسترسی ها و امکان ممیزی سوابق	امکان رهگیری پیشرفت تحصیلی، صحت سنجی نمرات و نظارت بر فرایندهای اداری
	تغییرناپذیری سوابق آموزشی	ثبت دائمی، غیرقابل حذف و دستکاری اطلاعات، نمرات و مدارک	تضمین اصالت و بقای دستاوردهای یادگیرندگان پس از ثبت نهایی
	مالکیت فکری و اصالت علمی	حفاظت از حقوق پدیدآورندگان محتواهای آموزشی و جلوگیری از سرقت علمی	صیانت از حقوق مادی و معنوی معلمان و ردیابی اصالت پایان نامه ها و مقالات
	ردیابی پذیری سوابق و تراکنش ها	امکان پیگیری گام به گام فرایندها، مدارک صادرشده و تراکنش ها	ایجاد زنجیره شفاف از مسیر رشد علمی فرد برای احراز دقیق سوابق
مدیریتی	مدیریت اقتصادی و مالی آموزش	بهینه سازی زنجیره ارزش، حذف واسطه ها و کاهش هزینه های اداری	بهبود بهره وری مالی، تسهیل پرداخت شهریه و افزایش تاب آوری اقتصادی پلتفرم ها

بعد	مؤلفه نهایی	شرح مؤلفه	ارتباط با آموزش (کارکرد و ارزش افزوده در یادگیری و اجرا)
تعاملات اجتماعی و عدالت آموزشی	تقویت مشارکت، یادگیری همکارانه و ارتباط بین معلمان و دانش آموزان	افزایش انگیزه یادگیرندگان، پاسخ گویی به نیازهای متغیر ذی نفعان	
مدیریت سازمانی و حکمرانی آموزشی	بهبود فرایندهای اداری، احراز هویت هوشمند، مدیریت منابع و استانداردسازی سوابق	کاهش بروکراسی اداری، کاهش هزینه های بایگانی کاغذی و ارتقای کیفیت مدیریت نهادی	
تمرکززدایی در ساختار آموزش	کاهش وابستگی به مراجع متمرکز و توزیع کنترل و مالکیت در شبکه آموزشی	ارتقای استقلال یادگیرنده، کاهش انحصار مؤسسات بزرگ و امکان پلتفرم های آزاد یادگیری	

بر اساس این طبقه بندی، پیاده سازی بلاکچین در آموزش را نمی توان صرفاً یک تغییر فناورانه دانست؛ بلکه این فناوری به بازطراحی ساختاری در سه سطح یادگیری، امنیت اطلاعات و حکمرانی آموزشی منجر می شود. در بعد آموزشی، مؤلفه ها عمدتاً بر ارتقای کیفیت یادگیری، شخصی سازی مسیرها، اعتبارسنجی شایستگی ها و مدیریت گواهی نامه ها متمرکزند. در این سطح، بلاکچین از طریق سازوکارهایی مانند ثبت غیرمتمرکز و قراردادهای هوشمند، به تسهیل یادگیری فردمحور و ارزیابی معتبر کمک می کند. در بعد امنیتی، این فناوری زیرساختی امن، تغییرناپذیر و حسابرسی پذیر فراهم می سازد که ضمن حفاظت از داده ها و حریم خصوصی، از جعل مدارک و سرقت مالکیت فکری جلوگیری می کند. در بعد مدیریتی نیز، تمرکززدایی، شفاف سازی فرایندها، بهینه سازی اقتصادی و تقویت تعاملات اجتماعی، زمینه ساز حکمرانی کارآمدتر و عدالت محورتر در آموزش می شود.

سنتز نهایی یافته ها و خلق چهارچوب مفهومی پژوهش

یافته های فراترکیب نشان داد که کارکردهای بلاکچین در آموزش، تنها مجموعه ای از مؤلفه های فنی یا اجرایی نیست، بلکه از پیوند معنادار سه بعد امنیتی، مدیریتی و آموزشی، یک ساختار منسجم پدید می آید. در این ساختار، بعد امنیتی بستر اعتماد و اعتبار را فراهم می کند، بعد مدیریتی نحوه تنظیم، هدایت و هماهنگی فرایندها را بر عهده دارد و بعد آموزشی این ظرفیت ها را به کارکردهای یادگیری و ارزشیابی تبدیل می سازد.

بر پایه این ترکیب، چهارچوب مفهومی پژوهش بر این ایده استوار شد که اثربخشی بلاکچین در آموزش زمانی تحقق می یابد که امنیت اطلاعات، سازوکارهای حکمرانی و خدمات آموزشی به صورت یک نظام یکپارچه عمل کنند. در چنین وضعیتی، قابلیت هایی مانند ثبت امن سوابق، اعتبارسنجی مدارک، مدیریت شایستگی ها، تسهیل ارزیابی و افزایش دسترسی آموزشی، نه به صورت جداگانه، بلکه در نتیجه تعامل این سه بعد معنا پیدا می کنند.

در نتیجه، نوآوری مفهومی این پژوهش در ارائه چهارچوبی سه لایه برای آموزش مبتنی بر بلاکچین نمایان می شود: لایه اعتماد و صیانت، لایه حکمرانی و پشتیبانی، و لایه خدمات و ارزش آموزشی. این چهارچوب نشان می دهد که بلاکچین چگونه می تواند آموزش را از الگوی متمرکز و نهادمحور به زیست بومی یکپارچه، شفاف و یادگیرنده محور سوق دهد و از این طریق مبنایی برای مدل مفهومی پژوهش فراهم آورد.

شکل ۱، مدل مفهومی تبیینی ابعاد و مؤلفه های آموزش مبتنی بر بلاکچین را نشان می دهد. رنگ بندی نمودار نیز به منظور تفکیک لایه های زیرساختی، میانجی های عملیاتی و پیامدهای استراتژیک طراحی شده است تا جریان منطقی گذار از فناوری به پیامدهای آموزشی را آشکار سازد.



یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که فناوری بلاکچین در حوزه آموزش ماهیتی چندبعدی دارد و کارکرد آن را نمی‌توان صرفاً به ثبت امن سوابق یا صدور مدارک دیجیتال محدود کرد. استخراج سه بعد اصلی آموزشی، مدیریتی و امنیتی نشان می‌دهد که بلاکچین هم‌زمان بر فرایندهای یاددهی-یادگیری، سازوکارهای نهادی و مدیریتی، و نیز بر اعتماد، اصالت و صیانت از داده‌ها اثر می‌گذارد. بنابراین، مؤلفه‌های شناسایی‌شده را باید در سه سطح بهم پیوسته تبیین کرد: نخست، ویژگی‌های ذاتی فناوری مانند تغییرناپذیری، توزیع‌شدگی، شفافیت و قراردادهای هوشمند؛ دوم، کارکردهای سامانه‌ای و اجرایی ناشی

از این ویژگی‌ها مانند اصالت‌سنجی مدارک، مدیریت سوابق، ردیابی و کنترل دسترسی؛ و سوم، پیامدهای آموزشی و نهادی حاصل از این کارکردها از جمله ارتقای اعتبار ارزشیابی، تسهیل شخصی‌سازی یادگیری، تقویت عاملیت یادگیرنده و بهبود پیوند میان آموزش و اشتغال. از این منظر، ارزش بلاکچین در آموزش نه در خود فناوری، بلکه در نحوه ترجمه ویژگی‌های فنی آن به سازوکارهای معنادار آموزشی آشکار می‌شود.

در بعد آموزشی، نتایج نشان داد که بلاکچین می‌تواند با شخصی‌سازی یادگیری، اعتبارسنجی خودکار و شفاف‌سازی سوابق، فرایند یاددهی-یادگیری را بازطراحی کند. این یافته با پژوهش‌های سلوی و همکاران (۲۰۲۶)، شانتانو شکر (۲۰۲۵)، سوکتامو و همکاران (۲۰۲۴)، کیریاکوس و سارومیلیگوس (۲۰۲۴)، جانگید و پاتیل (۲۰۲۳)، عبدالملکی و همکاران (۱۴۰۵) و شفیع‌بهنمیری (۱۴۰۱) همسو است. بررسی بیشتر نشان می‌دهد که بلاکچین می‌تواند عاملیت یادگیرنده را تقویت کند؛ زیرا با تمرکززدایی از نگهداری سوابق و فراهم کردن امکان مالکیت و انتقال‌پذیری امن شواهد یادگیری، یادگیرنده می‌تواند مسیر رشد آموزشی خود را فعالانه‌تر مدیریت کند. این ویژگی به‌ویژه برای یادگیری مادام‌العمر اهمیت دارد، زیرا سوابق رسمی، غیررسمی و تجربی را در یک مسیر پیوسته و قابل اتکا قابل استفاده می‌سازد.

از منظر طراحی آموزشی و ارزشیابی نیز، تغییرناپذیری و شفافیت دفترکل توزیع‌شده می‌تواند اعتبار و پایداری نتایج سنجش را افزایش دهد. در همین راستا، قراردادهای هوشمند امکان خودکارسازی بخشی از فرایندهای ارزشیابی و صدور گواهی را فراهم می‌کنند و بدین ترتیب، شائبه مداخله انسانی، خطا یا سوگیری را کاهش می‌دهند. بنابراین، بلاکچین صرفاً یک ابزار ذخیره‌سازی داده نیست، بلکه می‌تواند زیرساختی برای بازطراحی ارزشیابی تکوینی، مستندسازی یادگیری و اعتباربخشی شواهد آموزشی باشد.

در بعد مدیریتی، یافته‌ها نشان داد که بلاکچین ظرفیت ایجاد حکمرانی آموزشی شفاف‌تر، پاسخ‌گوتر و کارآمدتر را دارد. مؤلفه‌هایی مانند کاهش هزینه‌های مبادله، حذف واسطه‌های غیرضروری (شخص یا نهاد ثالث)، شفاف‌سازی فرایندها و تصمیم‌گیری مبتنی بر داده نشان می‌دهد که این فناوری می‌تواند در اصلاح ساختارهای اداری و نهادی مؤثر باشد. این نتیجه با پژوهش‌های نور هاپیدموهد آفرین و همکاران (۲۰۲۵)، چودھاری و همکاران (۲۰۲۵) و سیبانداسیتاندکیل (۲۰۲۵) همسو است. با این حال، اهمیت این بعد فقط در کارآمدی اداری خلاصه نمی‌شود؛ بلکه ارزش آموزشی آن زمانی آشکار می‌شود که در خدمت بهبود حکمرانی یادگیری، تسهیل خدمات آموزشی و تقویت اعتماد ذی‌نفعان قرار گیرد. از این منظر، بعد مدیریتی واسطه‌ای میان قابلیت‌های فنی بلاکچین و پیامدهای آموزشی آن است.

در **بعد امنیتی** نیز یافته‌ها نشان داد که بلاکچین می‌تواند بستر اعتماد ساختاری را در زیست‌بوم آموزشی تقویت کند. قابلیت‌هایی مانند تغییرناپذیری، ردیابی‌پذیری، اصالت‌سنجی مدارک، حفاظت از داده‌ها و کنترل دسترسی، از یک سو مانع جعل و دست‌کاری سوابق می‌شوند و از سوی دیگر مشروعیت سامانه‌های آموزشی را افزایش می‌دهند. این نتیجه با پژوهش‌های ال‌حکیمی و ال‌کلیبی (۲۰۲۶)، دی‌سیلوا و هالووا (۲۰۲۵)، آرنیاتی و همکاران^۱ (۲۰۲۶)، سیبانا سیتان‌دکیله (۲۰۲۵)، نور هاپیز موه‌د آفرین و همکاران (۲۰۲۵)، عبدالملکی و همکاران (۱۴۰۵) و شفیعی‌بهنمیری (۱۴۰۱) همسو است. با این حال، امنیت در اینجا تنها یک ویژگی فنی نیست؛ بلکه پیش‌شرط پذیرش نهادی و اعتماد یادگیرنده به فرایندهای ثبت، ارزشیابی، انتقال و اعتباربخشی سوابق است. هنگامی که داده‌ها در بستری غیرقابل‌دستکاری و قابل‌راستی‌آزمایی ثبت شوند، امکان اتکای بیشتر به آن‌ها در تصمیم‌گیری‌های آموزشی و حرفه‌ای فراهم می‌شود.

افزون بر این، یافته‌های مربوط به حریم خصوصی، حکمرانی داده، سهولت کاربری و آمادگی زیرساختی نشان می‌دهد که پذیرش بلاکچین در آموزش صرفاً به امکان‌پذیری فنی وابسته نیست، بلکه به ادراک سودمندی، اعتماد کاربران، سهولت استفاده و آمادگی سازمانی نیز وابسته است. از این رو، استقرار موفق این فناوری مستلزم نگاهی کل‌نگر است که بلاکچین را نه به‌عنوان غایت، بلکه به‌مثابه ابزاری در خدمت پداگوژی، عدالت آموزشی و کارآمدی نهادی در نظر بگیرد.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با بهره‌گیری از رویکرد فراترکیب نشان داد که بلاکچین در آموزش، صرفاً ابزاری برای ثبت و تبادل داده نیست، بلکه زیرساختی تحول‌آفرین است که می‌تواند منطق طراحی، اجرا و اعتباربخشی فرایندهای آموزشی را بازتعریف کند. سنتز نظام‌مند ۹۸ مقاله منتخب نشان داد که ظرفیت‌های این فناوری در سه بعد مکمل آموزشی، مدیریتی و امنیتی قابل تبیین است؛ ابعادی که در تعامل با یکدیگر، امکان گذار از الگوهای سنتی آموزش به الگوهای هوشمند، شفاف و اعتمادپذیر را فراهم می‌سازند.

در بعد آموزشی، بلاکچین زمینه را برای شخصی‌سازی یادگیری، بهبود ارزیابی، اعتبارسنجی شایستگی‌ها و تقویت عاملیت یادگیرنده فراهم می‌کند. در بعد مدیریتی، این فناوری با شفاف‌سازی فرایندها، کاهش هزینه‌های مبادله، حذف واسطه‌های غیرضروری و پشتیبانی از تصمیم‌گیری داده‌محور، ظرفیت ارتقای حکمرانی آموزشی و کارآمدی نهادی را آشکار می‌سازد. در بعد امنیتی نیز، قابلیت‌هایی مانند تغییرناپذیری، ردیابی‌پذیری، حفاظت از داده‌ها و اصالت‌سنجی سوابق، بستر اعتماد و مشروعیت را

¹ Arniaty et al

برای پذیرش الگوهای نوین آموزشی فراهم می آورند. ارزش افزوده این پژوهش در آن است که به جای ارائه فهرستی پراکنده از مزایا، تصویری تبیینی از نحوه اثرگذاری بلاکچین در آموزش ارائه می دهد. به بیان دیگر، یافته ها نشان می دهد که میان ویژگی های فنی بلاکچین، کارکردهای اجرایی آن و پیامدهای آموزشی و نهادی، رابطه ای ساختاری وجود دارد. بر این اساس، دانش جدیدی که این پژوهش به ادبیات می افزاید، صرفاً تأیید سودمندی بلاکچین نیست، بلکه صورت بندی یک چهارچوب مفهومی سه بعدی است که توضیح می دهد این فناوری تحت چه منطقی می تواند در آموزش ارزش آفرین شود. در نهایت، می توان نتیجه گرفت که اثربخشی بلاکچین در آموزش، نه در ذات فنی آن، بلکه در چگونگی انطباق آن با اهداف پداگوژیک، الزامات حکمرانی و بستر نهادی سازمان های آموزشی نهفته است. از این رو، استقرار موفق این فناوری مستلزم نگاهی کل نگر است که هم زمان ابعاد یادگیری، مدیریت و امنیت را در نظر بگیرد. در این چهارچوب، بلاکچین زمانی می تواند به بخشی اصیل و مؤثر از اکوسیستم آموزشی تبدیل شود که از سطح یک نوآوری فناورانه فراتر رفته و به سازوکاری برای ارتقای اعتماد، شفافیت، عدالت و تداوم یادگیری در پیوند میان آموزش و زیست بوم حرفه ای بدل شود.

پیشنهادهای پژوهش

استقرار کارآمد بلاکچین در زیست بوم آموزش، مستلزم گذار از رویکردهای نظری به معماری های عملیاتی است. در این راستا، موارد زیر به عنوان الزامات اساسی طرح می گردد:

- **توسعه معماری های هیبریدی:** جهت حصول توازن میان شفافیت در اصالت سنجی مدارک و کارایی عملکردی، پیاده سازی معماری های ترکیبی با رویکرد مدیریت بهینه داده ها اجتناب ناپذیر است.

- **تدوین چهارچوب های حکمرانی داده:** عملیاتی سازی بلاکچین در محیط های دانشگاهی منوط به استقرار چهارچوب های منسجم حکمرانی است که متضمن صیانت از حریم خصوصی، تعیین شفاف سطوح دسترسی و تضمین مالکیت داده ها برای تمامی کنشگران آموزشی باشد.

پیشنهاد برای پژوهش های آتی

با توجه به ماهیت اکتشافی این مطالعه، ضروری است تحقیقات آینده بر محورهای زیر متمرکز شوند تا گام های مؤثری در جهت بومی سازی و توسعه پایدار فناوری بلاکچین برداشته شود:

۱. **اعتبارسنجی تجربی مدل:** جهت سنجش روایی سازه و تعمیم پذیری مؤلفه های سه گانه احصاء شده (آموزشی، مدیریتی و امنیتی)، به کارگیری روش های کمی پیشرفته، به ویژه مدل سازی معادلات ساختاری در جوامع آماری واقعی و ناهمگون جهت تأیید برازش مدل، امری ضروری است.

۲. **واکاوی پدیدارشناختی یادگیری در نسل زد:** مطالعات آینده باید معطوف به تحلیل عمیق انتظارات فناورانه و الگوهای یادگیری نسل زد باشد. به طور خاص، واکاوی تمایل این نسل به پارادایم‌های «آموزش غیرمتمرکز» و مطالبه‌گری آنان برای شفافیت، می‌تواند دلالت‌های راهبردی ارزشمندی برای طراحی مدل‌های آموزشی مدرن فراهم آورد.

۳. **پژوهش‌های تطبیقی میان‌نسلی:** با هدف تبیین نقش بلاکچین در تسهیل انتقال مهارت به بازار کار، انجام مطالعات تطبیقی^۱ برای بررسی تفاوت‌های نگرشی نسل‌ها نسبت به مؤلفه‌های امنیت داده و مالکیت معنوی، مسیری برای بازطراحی پیوند آموزش و صنعت است.

۴. **تحلیل انتقادی و گذار به عملیاتی‌سازی:** تداوم مسیر پژوهش نیازمند ورود به فازهای اخلاق‌مدار و حقوق‌محور است. در این راستا، طراحی و اجرای نمونه‌های آزمایشی^۲ و سنجش مستمر شاخص‌های پذیرش فناوری^۳ میان ذی‌نفعان، جهت کاهش شکاف میان تئوری و عملکرد در نظام‌های آموزشی، اولویت پژوهشی تلقی می‌گردد.

محدودیت‌های پژوهش

پژوهش حاضر دارای محدودیت‌هایی است که باید در تفسیر نتایج مورد توجه قرار گیرد. نخست آنکه تمرکز این مطالعه بر طراحی الگو بوده و وارد مرحله پیاده‌سازی عملیاتی و ارزیابی میدانی نشده است. دوم اینکه گردآوری دیدگاه‌های خبرگان به دلیل محدودیت‌های دسترسی، به صورت غیرحضوری انجام شد که تعامل عمیق‌تر را محدود می‌کرد. علاوه بر این، با توجه به نوظهور بودن کاربرد بلاکچین در آموزش، فقدان نمونه‌های اجرایی تثبیت‌شده و ناهمگونی زیرساخت‌های فنی و حقوقی در نهادهای آموزشی، از چالش‌های محیطی این پژوهش محسوب می‌شود که ممکن است بر تعمیم‌پذیری الگو تأثیرگذار باشد.

^۱ Comparative Studies

^۲ Proof of Concept

^۳ Technology Acceptance Model: TAM

منابع

۱. افکانه، م.، و جعفری، ز. (۱۴۰۳). طراحی الگوی جامع آموزش و توسعه منابع انسانی بانک سینا. فصلنامه آموزش و توسعه منابع انسانی، ۱۱(۴۱)، 155-173.
۲. خداپرست، س.، نامی، ک.، و ذاکری، م. (۱۴۰۳). شناسایی ابعاد، مؤلفه ها و شاخص های توسعه ای یادگیری فراگیرمحور و جامع کارکنان. فصلنامه آموزش و توسعه منابع انسانی، ۱۱(۴۳)، 48-73. <https://doi.org/10.66224/istd.47817.11.43.48>
۳. سیف م. ع. روان شناسی تربیتی: روان شناسی آموزش و یادگیری. ویرایش جدید. تهران: نشر دوران؛ ۱۴۰۲.
۴. شفیع بهنمیری س. ف. بررسی و شناسایی مؤلفه های پذیرش الگوهای جدید فناوری اطلاعات (مطالعه موردی: بلاک چین). ماهنامه آفاق علوم انسانی. ۱۴۰۱؛ ۶(۶۶): ۷۰-۵۱.
۵. صفایی موحد س. تکنولوژی آموزشی: رویکردها و کاربردها در عصر دیجیتال. تهران: انتشارات سمت؛ ۱۴۰۰.
۶. عبدالملکی ا، عبدالمهی م، ایران نژاد پ. واکاوی مؤلفه های مدیریت آموزش مبتنی بر فناوری بلاک چین: یک مرور سیستماتیک. فصلنامه تعالی تعلیم و تربیت و آموزش. ۱۴۰۵؛ ۴(۳): ۷۸-۵۷. doi: 10.71588/eetj.2026.1236296
۷. فتحی واجارگاه ک. برنامه ریزی درسی به سوی دوره های تحصیلی آینده. تهران: انتشارات آیپژ؛ ۱۴۰۱.
۸. Al-Hakimi W, Al-Koliby IS. Blockchain adoption and its impact on sustainability of accounting education. *Environ Dev Sustain*. 2026;28(6):1145-1168. doi:10.1007/s10668-024-05466-9 .
۹. Ariffin NHM, Zulkefli NAM, Nasruddin ZA. Challenges of blockchain technology and its relationships to sustainable education: an analysis using AI-based literature review. *J Adv Res Des*. 2025;127(1):173-188 .
۱۰. Arniaty A, Safitri R, Pradani W, Nurbojatmiko, Abdullah. Design and implementation of a blockchain-based shipment tracking proof-of-concept for academic application. In: *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pemberdayaan Masyarakat* 2025; 2025. p. 134. doi:10.36722/psn.v5i1.5053 .
۱۱. Chemmalar Selvi G, Ostwal RA, Arulkumar V, Arif M, Nithya TM, Peter TJ. Blockchain in education: transforming the future of document verification management. *AIP Conf Proc*. 2026;3345(1):020281. doi:10.1063/5.0298208 .
۱۲. Choudhary A, Chawla M, Tiwari N. Analyzing functional, technical and bibliometric trends of blockchain applications in education: a systematic review. *Multimed Tools Appl*. 2025;84:4003-4048. doi:10.1007/s11042-024-20303-x .

۱۳. European Commission. Digital Education Action Plan (2021-2027): resetting education and training for the digital age. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2021. doi:10.2766/695977 .
۱۴. Gaba P, Sugandh U, Panwar A, Kaswan KS, Jain A. Exploring blockchain's disruptive potential in education: opportunities and challenges. AIP Conf Proc. 2026;3410:040009. doi:10.1063/5.0339651 .
۱۵. Gharat PS, Choudhary G, Shandilya SK, Sihag V. Future applications of blockchain in education sector: a semantic review. In: You I, Kim H, Youn TY, Palmieri F, Kotenko I, editors. Mobile Internet Security. Singapore: Springer; 2022. p. [insert page numbers]. doi:10.1007/978-981-16-9576-6_8 .
۱۶. Halloluwa T, De Silva C. Blockchain in education technology: a tool for challenges in education technology: a review paper. Preprints. 2025. doi:10.20944/preprints202503.0130.v1 .
۱۷. Hannan SA. Application and scope of blockchain in technical research and higher education. NeuroQuantology. 2022;20(15):6185-6191. doi:10.48047/NQ.2022.20.15.NQ88619 .
۱۸. Jangid A, Patila K. Blockchain in education. AIP Conf Proc. 2023;2523:020096. doi:10.1063/5.0110211 .
۱۹. Kiriakos D, Psaromiligkos Y. Blockchain technology and vocational open online courses. In: Open Science in Engineering. Cham: Springer; 2024. p. 903-915. doi:10.1007/978-3-031-42467-0_85 .
۲۰. Kuleto V, et al. The potential of blockchain technology in higher education as perceived by students in Serbia, Romania, and Portugal. Sustainability. 2022;14:749 .
۲۱. Kyun S, Yang H, Seo H. The trends and foci of blockchain applications in higher education: a systematic review and keyword network analysis. Educ Technol Soc. 2025;28(3):419-449. doi:10.30191/ETS.202507_28(3).RP06 .
۲۲. Ma Y, Fang Y. Current status, issues, and challenges of blockchain applications in education. Int J Emerg Technol Learn. 2020;15:20-31 .
۲۳. Mujezinovic A, Joksimovic A, Kostic D, Jolovic M, Simic M. Blockchain-based platform for tracking students' achievements. In: SINTEZA 2025 International Scientific Conference on Information Technology, Computer Science, and Data Science; 2025. p. 267-273. doi:10.15308/Sinteza-2025-267-273 .
۲۴. Saputra MAW, Ochtaffia D, Apriani D, Yusfi SC, Gori M. Blockchain applications in education affecting challenges and problems in digital. Blockchain Front Technol. 2022;2(2):15-23. doi:10.34306/bfront.v2i2.155 .
۲۵. Sawant R. Revolutionizing education sector by leveraging blockchain technology: state of art. AIP Conf Proc. 2023;2690:020012. doi:10.1063/5.0119425 .
۲۶. Sharkey-Toppen TP, Hoffman TC, McCamey K, Bahner DP. Blockchain in education: linking competency assessment with credentialing. In: Stawicki S, editor.

- Blockchain in Healthcare. Cham: Springer; 2023. p. [insert page numbers]. doi:10.1007/978-3-031-14591-9_10 .
- .۲۷ Shekhar S, Chandrasekaran K, Simon S, Mathew J. A comprehensive review of blockchain in education: applications and future prospects [Internet]. ResearchGate; 2025 [cited 2026 Jul 11]. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/390521600>
- .۲۸ Sibanda S. Blockchain technology in education: a systematic review. *Int J Res Innov Appl Sci*. 2025;10(2):492. doi:10.51584/IJRIAS2025.10020044 .
- .۲۹ Suktam W, Lapchit S, Supsin J. Blockchain in education: transforming learning, credentialing, and academic data management. *J Educ Learn Rev*. 2024;1(6):37-46. doi:10.60027/jelr.2024.739 .
- .۳۰ Xu Z, Cheng X, Wang Y, Wu S. Challenges and solutions faced by blockchain in education informatization. In: 2021 IEEE 3rd International Conference on Computer Science and Educational Informatization (CSEI). New York: IEEE; 2021. doi:10.1109/CSEI51395.2021.9477738 .
- .۳۱ Jha R. Survey on blockchain technology and security facilities in online education. In: Panda SK, Mishra V, Dash SP, Pani AK, editors. *Recent Advances in Blockchain Technology*. *Intell Syst Ref Libr*. Vol. 237. Cham: Springer; 2023. doi:10.1007/978-3-031-22835-3_6 .
- .۳۲ ASEAN Secretariat. ASEAN qualifications reference framework: a practical guide and all you need to know [Internet]. Jakarta: ASEAN Secretariat; 2018 Dec. Available from: <https://asean.org/wp-content/uploads/2018/12/AQRF-Publication-2018-Final.pdf>
- .۳۳ Abdullah K, Saleh K, Manuel P. Blockchain adoption in education with enhancing data privacy through Hyperledger Fabric. *World J Inf Syst*. 2026;3(2):15-30. doi:10.17013/wjis.v3i2.57 .
- .۳۴ Turkanovic M, Holbl M, Kosic K, Hericko M, Kamisalic A. EduCTX: a blockchain-based higher education credit platform. *IEEE Access*. 2018;6:5112-5127. doi:10.1109/ACCESS.2018.2789929.