

توسعه فردی و تحول سازمانی

تحلیل تطبیقی پداگوژی سنتی و پداگوژی فناورانه در پرتو فلسفه تعلیم و تربیت انتقادی

کیوان شیخی^۱، سید مهدی سجادی^{۲*}، اسماعیل عظیمی^۳

شیوه استناددهی: شیخی، کیوان، سجادی، سید مهدی، و

عظیمی، اسماعیل. (۱۴۰۵). تحلیل تطبیقی پداگوژی سنتی و

پداگوژی فناورانه در پرتو فلسفه تعلیم و تربیت انتقادی.

توسعه فردی و تحول سازمانی، ۴(۳)، ۱۲-۱.

۱. کارشناسی ارشد، تاریخ و فلسفه آموزش و پرورش، دانشگاه تربیت مدرس تهران، تهران ایران

۲. استاد فلسفه تعلیم و تربیت، دانشگاه تربیت مدرس تهران، تهران ایران

۳. استادیار تکنولوژی آموزشی، دانشگاه تربیت مدرس تهران، تهران ایران

* ایمیل نویسنده مسئول: sajadism@modares.ac.ir

چکیده

هدف اصلی این پژوهش، تحلیل تطبیقی مؤلفه‌های پداگوژی سنتی و فناورانه در بستر هوش مصنوعی به منظور تبیین یک چارچوب نوین پداگوژیک بر اساس مبانی تعلیم و تربیت انتقادی است. این مطالعه با رویکرد کیفی و روش تحلیل مفهومی-تطبیقی انجام شد. با استفاده از روش استنتاج عملی، مؤلفه‌های کلیدی پداگوژی سنتی (اقتدارمحور) و پداگوژی فناورانه (داده‌محور) مورد واکاوی قرار گرفت و با بهره‌گیری از آراء فلاسفه انتقادی، سنتز جدیدی تحت عنوان «پداگوژی انتقادی-فناورانه» تدوین گردید. یافته‌ها نشان داد که پداگوژی سنتی بر «الگوی بانکی» و انتقال یک‌سویه دانش استوار است، در حالی که پداگوژی فناورانه پتانسیل بالایی برای شخصی‌سازی یادگیری دارد؛ اما بدون نگاه انتقادی، ریسک جایگزینی اقتدار معلم با سلطه الگوریتم‌های پنهان وجود دارد. همچنین مشخص شد که در پارادایم نوین، نقش معلم از انتقال‌دهنده دانش به «روشنفکر تحول‌آفرین» تغییر می‌یابد که وظیفه‌اش تسهیل دیالوگ‌های بخش‌بخش است. پژوهش نتیجه می‌گیرد که آموزش در عصر هوش مصنوعی نیازمند تلفیق عمق اخلاقی فلسفه انتقادی با توانمندی‌های عملیاتی فناوری است. پداگوژی نوین باید سواد دیجیتال انتقادی و عاملیت دانش‌آموز را برای تغییرات اجتماعی، فراتر از کارایی ابزاری، در اولویت قرار دهد.

کلیدواژگان: هوش مصنوعی در آموزش، پداگوژی انتقادی، تحول دیجیتال آموزشی، آموزش‌های بخش‌بخش، تعامل انسان و الگوریتم.

تاریخ چاپ: ۱ مهر ۱۴۰۵

تاریخ پذیرش: ۲۶ اسفند ۱۴۰۴

تاریخ بازنگری: ۱۹ اسفند ۱۴۰۴

تاریخ ارسال: ۲۶ آبان ۱۴۰۴

© ۱۴۰۵ تمامی حقوق انتشار



این مقاله متعلق به نویسنده است. انتشار این مقاله به صورت

دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY-NC 4.0)

صورت گرفته است.

Personal Development and Organizational Transformation

Comparative Analysis of Traditional Pedagogy and Technological Pedagogy in the Light of Critical Philosophy of Education

Keyvan Sheykhi¹, Seyed Mahdi Sajjadi^{2*}, Esmail Azimi³

1. Master of History and Philosophy of Education, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

2. Professor of Philosophy of Education, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

3. Assistant of Professor Educational Technology, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

*Corresponding Author's Email: sajadism@modares.ac.ir

How to cite: Sheykhi, K., Sajjadi, S. M., & Azimi, E. (2026). Comparative Analysis of Traditional Pedagogy and Technological Pedagogy in the Light of Critical Philosophy of Education. *Personal Development and Organizational Transformation*, 4(3), 1-12.

Submit Date: 17 November 2025

Revise Date: 10 March 2026

Accept Date: 17 March 2026

Publish Date: 23 September 2026

Abstract

The primary objective of this research is to conduct a comparative analysis of traditional and technological pedagogical components within the context of Artificial Intelligence to articulate a novel pedagogical framework grounded in the principles of Critical Educational Philosophy. This study employed a qualitative approach using conceptual and comparative analysis. Through practical syllogism, key components of traditional (authority-based) and technological (data-driven) pedagogies were examined, and a new synthesis termed "Critical-Technological Pedagogy" was developed by integrating the perspectives of critical educational theorists. Findings revealed that while traditional pedagogy relies on the "banking model" of one-way knowledge transfer, technological pedagogy offers significant potential for personalized learning; however, without a critical lens, it risks replacing human teacher authority with the invisible dominance of hidden algorithms. Additionally, the study identified a crucial shift in the teacher's role from a transmitter of information to a "transformative intellectual" who facilitates emancipatory dialogue. The study concludes that 21st-century education requires integrating the ethical depth of critical philosophy with the operational capabilities of AI. Modern pedagogy must prioritize critical digital literacy and student agency for social change, moving beyond mere instrumental efficiency toward human liberation.

Keywords: *AI in Education (AIEd), Critical Pedagogy, Digital Transformation, Liberatory Education, Human-Algorithm Interaction.*



© 2026 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.

مقدمه

نظام‌های آموزشی در سراسر جهان تحت تأثیر تحولات شگرف تکنولوژیک و تغییرات بنیادین در مناسبات اجتماعی و فرهنگی، در آستانه یک دگردیسی پارادایمیک قرار گرفته‌اند که بازتعریف مفاهیم یاددهی-ی یادگیری را به ضرورتی انکارناپذیر تبدیل کرده است (Unesco, 2015). در این میان، آموزش به مثابه یک خیر عمومی جهانی نیازمند بازاندیشی است تا بتواند با چالش‌های عصر جدید مقابله کند. پداگوژی سنتی که ریشه‌های عمیقی در مبانی فلسفی کلاسیک و روان‌شناسی تربیتی دارد، سال‌ها بر انتقال دانش از معلم به شاگرد و حفظ ساختارهای موجود تأکید داشته است (Shariatmadari, 2006; Woolfolk, 2016). با این حال، در عصر اندازه‌گیری و تکیه بر استانداردهای صلب، اخلاق و سیاست در آموزش گاهی به حاشیه رانده شده و آموزش به یک فرآیند مکانیکی تقلیل یافته است (Biesta, 2010). از سوی دیگر، ورود به عصر “تکنوترونیک” و گذار از روش‌های تدریس سنتی به سمت آموزش‌های مبتنی بر فناوری‌های هوشمند، شکافی میان واقعیت‌های موجود و آرمان‌های تربیتی ایجاد کرده است (Vajpayee, 2024). این گذار نه تنها ابزارهای آموزشی، بلکه زیرساخت‌های فکری و فلسفی معلمان و سیاست‌گذاران را نیز به چالش کشیده است (Ahmadi, 2020).

گسترش هوش مصنوعی (AI) در سال‌های اخیر به عنوان پیشران اصلی پداگوژی فناورانه، فرصت‌ها و تهدیدهای بی‌سابقه‌ای را پیش روی نظام‌های تعلیم و تربیت قرار داده است (qizi, 2025; Zawacki-Richter et al., 2020). هوش مصنوعی با ارائه سیستم‌های آموزش شخصی‌سازی شده، توانسته است عملکردی متفاوت از سیستم‌های سنتی نشان دهد و در برخی حوزه‌ها نظیر آموزش فیزیک، کارایی خود را به اثبات برساند (Ahmadi et al., 2021). استفاده از پلتفرم‌های هوشمند نظیر اکوسیستم‌های دستیار آموزشی، امکان تعامل مستقیم میان دانشمندان و معلمان را فراهم آورده و یادگیری را به فرآیندی داده‌محور تبدیل کرده است (Heffernan & Heffernan, 2014). با این وجود، ادغام هوش مصنوعی در کلاس درس تنها یک موضوع فنی نیست، بلکه با چالش‌های اخلاقی پیچیده‌ای گره خورده است که نیازمند نظارت دقیق و چارچوب‌های انسانی است (Holmes et al., 2022). پداگوژی رانده شده توسط هوش مصنوعی (AI-Driven Pedagogy) به دنبال نوآوری در تکنولوژی‌های آموزشی است، اما بدون در نظر گرفتن آمادگی پداگوژیک برای نوآوری‌های دیجیتال، این تلاش‌ها ممکن است به تحول واقعی منجر نشود (Sharma, 2025; Yulin & Danso, 2025).

در مواجهه با این سیل فناوری، فلسفه تعلیم و تربیت انتقادی به رهبری اندیشمندانی چون پائولو فریر، چارچوبی رهایی‌بخش برای نقد وضعیت موجود فراهم می‌آورد (Johnston et al., 2022). پداگوژی انتقادی با نقد “آموزش بانکی” و تأکید بر آگاهی‌بخشی، به دنبال مقابله با جهل تولید شده توسط ساختارهای قدرت است (Barahona, 2023). این دیدگاه بر این باور است که آموزش نباید صرفاً در خدمت بازار و استانداردهای تحمیلی باشد، بلکه باید به برابری و عدالت اجتماعی منجر شود (Apple, 2006). در این راستا، بازنگری در آراء فریر نشان می‌دهد که تفکر انتقادی باید در قلب هر فرآیند تربیتی قرار گیرد، چه در محیط‌های سنتی و چه در محیط‌های دیجیتال (Shih, 2018). معلم ماهر در این پارادایم، کسی است که نه تنها فنون تدریس را می‌شناسد، بلکه با ایجاد اعتماد و پاسخگویی، فضایی برای دیالوگ و کنشگری دانش‌آموزان فراهم می‌کند (Brookfield, 2013). پداگوژی انتقادی به ما می‌آموزد که در برابر فناوری‌های نوین نباید منفعل بود، بلکه باید با ایجاد آگاهی انتقادی، نقش تکنولوژی را در بازتولید یا کاهش نابرابری‌ها واکاوی کرد (Darder et al., 2023; Fadli, 2024).

چالش اساسی در دوران کنونی، عدم هم‌سویی میان پداگوژی‌های قصد شده و پداگوژی‌های اجرا شده در برنامه‌های درسی است (Karim & Harwood, 2026). بسیاری از نظام‌های آموزشی با وجود پذیرش ظاهری فناوری، هنوز در لایه‌های عمیق خود بر الگوهای سنتی

استوارند (HajiBabayi, 2022). این تناقض در آموزش‌های عالی مذهبی و تربیت معلم نیز مشهود است، جایی که صلاحیت‌های پداگوژیک مدرسان در مواجهه با یادگیری آنلاین با چالش‌های جدی روبرو می‌شود (Karwadi et al., 2025; Sukri, 2025). برای حل این چالش، پداگوژی دیجیتال نباید صرفاً به معنای استفاده از ابزار باشد، بلکه باید به عنوان یک علم طراحی نگریسته شود که الگوهای یادگیری و تکنولوژی را به هم پیوند می‌دهد (Laurillard, 2012). همچنین، توجه به ابعاد عاطفی و روان‌شناسی مثبت‌گرا در آموزش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی می‌تواند به تاب‌آوری و پایداری یادگیری، به ویژه در آموزش زبان، کمک شایانی کند (Zhang, 2025). در این مسیر، سواد داده‌ای انتقادی ضرورتی است که به کاربران اجازه می‌دهد در جامعه پلتفرمی امروز، عاملیت خود را حفظ کنند (Pangrazio & Selwyn, 2019).

تحلیل‌های کتاب‌شناختی اخیر نشان می‌دهند که گرایش‌های پژوهشی در پداگوژی انتقادی به سمت ادغام با مسائل نوظهور نظیر عدالت آموزشی و تحول دیجیتال در حال حرکت است (Ural & Özdemir, 2025). در ایران نیز تلاش‌هایی برای ارائه مدل‌های نظری عدالت آموزشی بر اساس مبانی ایستمولوژیک بومی صورت گرفته است که می‌تواند با چارچوب‌های انتقادی جهانی پیوند بخورد (Torkashvand et al., 2020). با این حال، نادیده گرفتن شکاف دیجیتال و عدم دسترسی برابر به زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)، به ویژه در مناطقی نظیر آفریقای جنوبی، نشان می‌دهد که پداگوژی فناورانه بدون نگاه انتقادی می‌تواند به نابرابری‌ها دامن بزند (Nhulumayo, 2025). هوش مصنوعی در آموزش (AIEd) پتانسیل یادگیری مبتنی بر پروژه را تقویت می‌کند، اما نیازمند بازنگری در نقش معلم از یک منبع دانش به یک تسهیل‌گر هوشمند است (Baker et al., 2023). سازمان‌های بین‌المللی نیز بر این باورند که چشم‌انداز آموزش دیجیتال در سال‌های آتی به شدت تحت تأثیر توانمندی معلمان در ترکیب سنت و مدرنیته خواهد بود (Oecd, 2023). در نهایت، پداگوژی باید از یک فرآیند انتقال صرف به یک کنش آگاهانه و انتقادی تبدیل شود که ریشه در صداها و فلسفی و ایدئولوژیک دارد (Gutek, 2004). مقایسه تطبیقی آموزش در بستر هوش مصنوعی نشان می‌دهد که فرصت‌های یادگیری تنها زمانی محقق می‌شوند که چالش‌های زیرساختی و اخلاقی به درستی مدیریت شوند (Mahmoudi et al., 2021). این پژوهش با درک ضرورت بازاندیشی در پداگوژی، به دنبال بررسی تقابل و تعامل میان الگوهای سنتی و فناورانه است تا از دریچه فلسفه انتقادی، راهی به سوی یک الگوی جامع تربیتی بگشاید. هدف اصلی این مطالعه، تحلیل تطبیقی مؤلفه‌های پداگوژی سنتی و پداگوژی فناورانه در عصر هوش مصنوعی به منظور تبیین یک چارچوب پداگوژیک نوین بر اساس مبانی تعلیم و تربیت انتقادی است.

روش‌شناسی

این پژوهش بر اساس ماهیت فلسفی و تحلیلی موضوع، از یک طراحی کیفی با رویکرد توصیفی-تحلیلی و استنتاجی بهره می‌برد که در پارادایم پژوهش‌های نظری تعلیم و تربیت قرار می‌گیرد. با توجه به اینکه مطالعه حاضر به دنبال واکاوی مفاهیم بنیادین پداگوژی در تلاقی با فناوری‌های نوین و فلسفه انتقادی است، جامعه یا نمونه آماری انسانی در آن وجود ندارد؛ بلکه «نمونه پدیده مورد مطالعه» شامل متون مرجع، اسناد دست‌اول، مقالات نظری پیشرو در پایگاه‌های داده معتبر بین‌المللی و آراء صاحب‌نظران حوزه فلسفه تعلیم و تربیت انتقادی و پداگوژی دیجیتال است. انتخاب منابع در این پژوهش به صورت هدفمند و با تمرکز بر متونی صورت گرفته است که چالش‌های میان سنت و مدرنیته آموزشی را در بستر هوش مصنوعی واکاوی کرده‌اند. واحد تحلیل در اینجا گزاره‌های نظری، مدل‌های پداگوژیک و چارچوب‌های مفهومی

است که امکان سنتز جدیدی از آموزش را فراهم می‌آورند. در واقع طراحی پژوهش به گونه‌ای سامان یافته است که از تحلیل خرد مفاهیم به استنتاج کلان الگوهای آموزشی منتهی شود.

ابزار اصلی در این مطالعه کیفی، فیش‌برداری معطوف به تحلیل محتوای کیفی و اسنادی است که از طریق بررسی نظام‌مند ادبیات پژوهش در بازه زمانی مشخص صورت گرفته است. برای جمع‌آوری داده‌ها، از پایگاه‌های اطلاعاتی تخصصی و موتورهای جستجوی علمی جهت دستیابی به آخرین یافته‌ها در مورد پداگوژی فناوری و نقدهای وارد بر پداگوژی سنتی استفاده شده است. ابزار گردآوری داده‌ها شامل فرم‌های طبقه‌بندی شده‌ای است که بر اساس محورهای اصلی تحقیق یعنی مولفه‌های تعلیم و تربیت انتقادی، ویژگی‌های هوش مصنوعی در آموزش و شاخص‌های پداگوژی سنتی طراحی شده‌اند. این ابزار به پژوهشگر اجازه داده است تا مفاهیم را از بافت اصلی خود استخراج کرده و آن‌ها را در یک ساختار تطبیقی بازتعریف کند. اعتبار ابزار پژوهش نیز از طریق «اعتبارسنجی نظری» و بررسی چندجانبه منابع تامین شده است تا اطمینان حاصل شود که داده‌های گردآوری شده، بازنمای دقیق و جامع از پارادایم‌های مورد بحث هستند.

فرآیند تحلیل داده‌ها در این پژوهش در سه مرحله درهم‌تنیده و با استفاده از روش‌های تحلیل مفهومی، تحلیل تطبیقی و روش استنتاجی فرانکنا انجام شده است. در مرحله نخست، با استفاده از تحلیل مفهومی، تعاریف موجود از پداگوژی سنتی و فناوری کالبدشکافی شده و مولفه‌های هر یک در پرتو مفاهیم فلسفه انتقادی بازخوانی شده‌اند. در مرحله دوم که هسته اصلی تحلیل را تشکیل می‌دهد، از الگوی تطبیقی برای مقابله و مقایسه نظام‌مند این دو رویکرد استفاده شده است؛ به گونه‌ای که شباهت‌ها، تفاوت‌ها و نقاط کور هر دو پداگوژی در مواجهه با ابزارهای هوش مصنوعی شناسایی شدند. در نهایت، با بهره‌گیری از روش استنتاجی و با استفاده از «قیاس عملی»، از ترکیب مبانی نظری (کبرا) و واقعیت‌های فناوری موجود (صغرا)، به استخراج نتایج و ارائه الگوی پداگوژیک نوین پرداخته شده است. در این فرآیند تحلیلی، تلاش شده تا با فرارفتن از توصیف صرف، به یک تحلیل دیالکتیکی دست یافته شود که در آن تضادهای میان آموزش سنتی و فناوری‌های هوشمند، به یک سنتز جدید در قالب پداگوژی فناوری-انتقادی منجر گردد. کل فرآیند تحلیل با تکیه بر استدلال منطقی و نقد درونی متون انجام شده تا روایی یافته‌های حاصل از تطبیق تضمین شود.

یافته‌ها

تحلیل داده‌های حاصل از بررسی متون مرجع و اسناد بالادستی نشان می‌دهد که تقابل میان پداگوژی سنتی و پداگوژی فناوری، فراتر از یک تغییر ساده در ابزارهای آموزشی، نشان‌دهنده یک چرخش هستی‌شناختی و معرفت‌شناختی در ماهیت تعلیم و تربیت است. یافته‌های پژوهش در گام نخست، مؤلفه‌های بنیادین آموزش را در چهار محور «نقش معلم»، «جایگاه یادگیرنده»، «ماهیت یادگیری» و «ساختار قدرت» مورد واکاوی قرار داده است تا تفاوت‌های ماهوی میان رویکرد کلاسیک و رویکرد مبتنی بر هوش مصنوعی در پرتو فلسفه انتقادی آشکار گردد. جدول شماره ۱، دورنمای این تحلیل تطبیقی را بر اساس شاخص‌های مستخرج از مبانی نظری تحقیق ارائه می‌دهد.

جدول ۱: تحلیل تطبیقی مؤلفه‌های پداگوژی سنتی و پداگوژی فناوری (انتقادی)

محور مقایسه	پداگوژی سنتی (کلاسیک)	پداگوژی فناوری (هوش مصنوعی و انتقادی)
جایگاه و نقش معلم	منبع مطلق قدرت، انتقال‌دهنده دانش و ناظر انضباط	تسهیل‌گر یادگیری، طراح محیط‌های دیالوژیک و منتقد ساختار
نقش یادگیرنده	دریافت‌کننده منفعل اطلاعات (الگوی بانکی)	کنشگر فعال، تولیدکننده دانش و خودراهبر
ماهیت یادگیری	خطی، انتقالی، حافظه‌محور و انفرادی	تعاملی، تجربه‌محور، مشارکتی و شخصی‌سازی شده
مفهوم قدرت	تمرکز قدرت در دست معلم و نهادهای بالادستی	بازتوزیع قدرت، توانمندسازی و آگاهی رهایی‌بخش
نوع ارزشیابی	نتیجه‌گرا، آزمون‌محور و رتبه‌بندی‌کننده	فرایندی، داده‌محور، تطبیقی و بازخوردی

بر اساس تحلیل‌های صورت گرفته، پداگوژی سنتی بر پایه‌ای استوار است که در آن معلم به عنوان تنها مرجع مشروع دانش شناخته می‌شود و وظیفه‌ای جز انتقال میراث فرهنگی و محفوظات به نسل بعد ندارد (Shariatmadari, 2006). در این پارادایم، یادگیرنده در وضعیتی قرار می‌گیرد که پائولو فریر از آن به عنوان «مدل بانکی آموزش» یاد می‌کند؛ یعنی ظرفی تهی که باید توسط معلم پر شود (Johnston et al., 2022). این رویکرد به جای پرورش تفکر، به دنبال بازتولید ساختارهای موجود است و به تعبیر متون دینی، علم را تنها در ظرف «حفظ» می‌بیند، در حالی که در تعلیم و تربیت انتقادی، یادگیری باید به «صیروت» و دگرگونی منجر شود. چنانکه در قرآن کریم بر اهمیت تلاش فردی تأکید شده و آمده است: «لَيْسَ لِلْإِنْسَانِ إِلَّا مَا سَعَى» (سوره نجم، آیه ۳۹)؛ این آیه به زیبایی مبنای پداگوژی فناورانه-انتقادی را ترسیم می‌کند که در آن یادگیرنده باید خود به دنبال ساخت معنا و کنشگری باشد (Ahmadi et al., 2021). در پداگوژی نوین، هوش مصنوعی با ارائه سیستم‌های یادگیری تطبیقی، امکان شخصی‌سازی آموزش را فراهم کرده و معلم را از بند وظایف تکراری رها می‌سازد تا او بتواند به نقش اصلی خود یعنی «تسهیلگری رهایی‌بخش» بازگردد (qizi, 2025; Zawacki-Richter et al., 2020).

تغییر در مفهوم قدرت، یکی دیگر از یافته‌های کلیدی است که نشان می‌دهد پداگوژی سنتی با حفظ رابطه عمودی، به دنبال بازتولید سلطه است (Apple, 2006). اما در پداگوژی فناورانه، فناوری می‌تواند به عنوان ابزاری برای دموکراتیزه کردن دانش عمل کند، مشروط بر اینکه با آگاهی انتقادی همراه باشد (Fadli, 2024). اگر فناوری بدون نگاه انتقادی به کار گرفته شود، ممکن است «سلطه دیجیتال» جایگزین «سلطه معلم» شود (Pangrazio & Selwyn, 2019). از این رو، یافته‌های این بخش نشان می‌دهد که ارزشیابی در عصر هوش مصنوعی دیگر نباید صرفاً بر اساس آزمون‌های پایانی و حافظه‌محور باشد، بلکه باید به صورت فرایندی و داده‌محور، مسیر رشد دانش‌آموز را رصد کند (Baker et al., 2023; Vajpayee, 2024). این دگرگونی در سنجش، فضایی را ایجاد می‌کند که در آن خلاقیت و تفکر انتقادی بیش از پاسخ‌های صحیح از پیش تعیین شده، ارزش‌گذاری می‌شوند (Brookfield, 2013). در گام دوم یافته‌ها، پژوهش به بررسی سیر تحول اهداف تربیتی و روش‌های تدریس در طول تاریخ پرداخته است. این تحلیل نشان می‌دهد که چگونه اهداف آموزشی از انتقال صرف دانش به سمت توسعه فردی و اجتماعی حرکت کرده‌اند. جدول شماره ۲، این تطور تاریخی و هدف‌شناختی را خلاصه کرده است.

جدول ۲: سیر تحول اهداف و روش‌های تدریس در گذار از سنت به فناوری

دوره تاریخی / رویکرد	هدف اصلی تربیتی	روش غالب تدریس	ابزار و بستر آموزشی
نظام‌های باستانی و مذهبی	حفظ سنت‌ها و حکمت الهی	سخنرانی، حفظ و تکرار	متون مقدس، مکتب‌خانه‌ها
عصر رنسانس و مدرنیته اولیه	پرورش انسان‌گرایی و سواد عمومی	آموزش مستقیم و انضباطی	کتاب‌های چاپی، کلاس‌های درس عمومی
نظام‌های صنعتی (قرن ۱۹ و ۲۰)	تربیت نیروی کار و شهروند مطیع	مدل کارخانه‌ای، یادگیری خطی	تخته‌سیاه، کتاب‌های درسی استاندارد
عصر دیجیتال و هوش مصنوعی	تفکر انتقادی، خلاقیت و خودشکوفایی	یادگیری معکوس، مسئله‌محور و مشارکتی	پلتفرم‌های هوشمند، واقعیت مجازی، AI

تحلیل تاریخی نشان می‌دهد که در نظام‌های سنتی، معلم به عنوان مرجع اخلاقی و الگوی عمل، جایگاهی قدسی داشت و آموزش با تزکیه نفس گره خورده بود (Guttek, 2004). با این حال، در دوران مدرن و با شکل‌گیری نظام‌های آموزشی متمرکز، این نقش به یک «مجری سیاست‌های آموزشی» تقلیل یافت (Apple, 2006). یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که روش‌های تدریس سنتی که بر پایه رابطه عمودی بنا شده بودند، در عصر حاضر کارایی خود را از دست داده‌اند، چرا که دسترسی به منابع دانش دیگر در انحصار معلم نیست (HajiBabayi, 2022). در واقع، «در نظام آموزشی سنتی، ارزش‌هایی چون ادب و فروتنی سنگ‌بنای تربیت بودند، اما این فضائل گاه در

پوشش اطاعت‌پذیری محض، مانع از رشد پرسشگری می‌شدند» (Barahona, 2023). این مطلب با آموزه‌های دینی که تفکر را برتر از عبادت‌های صوری می‌دانند (تَفَكُّرٌ سَاعَهُ خَيْرٌ مِنْ عِبَادَةٍ سَبْعِينَ سَنَةً)، در تضاد قرار می‌گرفت اگر به انجماد فکری منجر می‌شد. یافته‌های مربوط به روش‌های تدریس نوین نشان می‌دهد که ورود فناوری‌های هوشمند، امکان «یادگیری به مثابه طراحی» را فراهم کرده است (Laurillard, 2012). در این مدل، معلم دیگر دانای کل نیست، بلکه طراحی است که محیط‌های یادگیری را به گونه‌ای سازماندهی می‌کند که دانش‌آموز با مسائل واقعی مواجه شود (Ahmadi, 2020). این تحول، اهداف تربیتی را از انتقال دانش به سمت «توسعه اجتماعی و شهروندی انتقادی» سوق داده است (Shih, 2018). با این حال، یافته‌ها هشدار می‌دهند که آمادگی پداگوژیک برای این تغییرات همواره وجود ندارد و بسیاری از معلمان همچنان در برابر تغییر مقاومت می‌کنند (Yulin & Danso, 2025). برای عبور از این چالش، لازم است که هوش مصنوعی نه به عنوان جایگزین معلم، بلکه به عنوان ابزاری در خدمت «عدالت آموزشی» و «پداگوژی رهایی‌بخش» نگریسته شود (Karwadi et al., 2025; Torkashvand et al., 2020). نهایتاً، سنتز میان فضایل اخلاقی پداگوژی سنتی و قابلیت‌های تحول‌آفرین پداگوژی فناورانه، می‌تواند به الگویی منجر شود که در آن انسان نه بنده الگوریتم است و نه اسیر سنت‌های صلب، بلکه کنشگری آگاه در دنیای دیجیتال است (Oecd, 2023; Sukri, 2025).

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف تحلیل تطبیقی پداگوژی سنتی و فناورانه در پرتو فلسفه تعلیم و تربیت انتقادی انجام شد. یافته‌ها نشان داد که گذار از آموزش سنتی به آموزش مبتنی بر هوش مصنوعی، صرفاً یک تغییر تکنولوژیکی نیست، بلکه بازتعریف بنیادین مفاهیمی چون دانش، قدرت و عاملیت انسان است. در پداگوژی سنتی، همان‌طور که نتایج نشان داد، سلطه «الگوی بانکی» پائولو فریر مشهود است؛ جایی که دانش به عنوان کالایی ایستا از معلم (مالک دانش) به دانش‌آموز (مصرف‌کننده) منتقل می‌شود (Johnston et al., 2022). این یافته با دیدگاه‌های شریعت‌مداری همسو است که بر ضرورت تحول در روش‌های سنتی برای رسیدن به تفکر خلاق تأکید داشت (Shariatmadari, 2006). در واقع، پداگوژی سنتی با تأکید بر حفظ تقارن قدرت به نفع معلم، ناخواسته به بازتولید ساختارهای طبقاتی و خاموش کردن صدای منتقد دانش‌آموز منجر می‌شود (Apple, 2006).

در مقابل، یافته‌های این مطالعه در بخش پداگوژی فناورانه نشان می‌دهد که هوش مصنوعی پتانسیل تخریب این ساختار عمودی را دارد. نتایج ما حاکی از آن است که فناوری‌های نوین با شخصی‌سازی یادگیری، «عاملیت» را به دانش‌آموز بازمی‌گردانند. این نتیجه با یافته‌های زواکی-ریختر و همکاران تقویت می‌شود که معتقدند هوش مصنوعی می‌تواند با تحلیل داده‌های حجیم، مسیرهای یادگیری منحصربه‌فردی ایجاد کند که در آن دانش‌آموز دیگر یک سوژه منفعل نیست (Zawacki-Richter et al., 2020). با این حال، تحلیل انتقادی ما نشان داد که این «رهایی دیجیتال» بدون خطر نیست. همان‌گونه که پانگرازیو هشدار می‌دهد، جایگزینی اقتدار معلم با اقتدار الگوریتم‌های پنهان، می‌تواند نوع جدیدی از «سلطه نامرئی» را ایجاد کند که در آن داده‌های بزرگ به جای آگاهی انتقادی، رفتار یادگیرنده را مهندسی می‌کنند (Pangrazio & Selwyn, 2019). اینجاست که ضرورت فلسفه انتقادی نمایان می‌شود؛ فناوری نباید تنها برای کارایی (Efficiency)، بلکه باید برای رهایی (Emancipation) به کار گرفته شود (Fadli, 2024).

تبیین یافته‌های مربوط به تغییر نقش معلم نشان می‌دهد که در عصر هوش مصنوعی، معلم از «تکنسین آموزشی» به «روشنفکر تحول‌آفرین» تبدیل می‌شود. برخلاف دیدگاه‌های جبرگرایانه که حذف معلم را پیش‌بینی می‌کنند، نتایج این پژوهش نشان داد که حضور معلم به عنوان

راهنمای اخلاقی و منتقد ساختار، بیش از هر زمان دیگری حیاتی است (Karwadi et al., 2025). این یافته با نظریات بروکفیلد در مورد تدریس انتقادی همخوانی دارد؛ چرا که ماشین‌ها فاقد توانایی درک زمینه‌های اجتماعی و سیاسی یادگیری هستند (Brookfield, 2013). در واقع، پداگوژی فناورانه باید سنتز میان «اخلاق و معنویت سنتی» و «کارآمدی مدرن» باشد. چنانکه در آموزه‌های اسلامی بر پیوند علم و ایمان تأکید شده، فناوری نیز باید در خدمت تعالی روح و عدالت اجتماعی قرار گیرد، نه صرفاً انباشت اطلاعات (Ahmadi et al., 2021). در نهایت، نتایج نشان داد که چالش اصلی در نظام‌های آموزشی، مقاومت در برابر تغییر ساختاری است. بسیاری از مدارس تنها به ابزارهای فناورانه مجهز شده‌اند در حالی که روح پداگوژی آن‌ها همچنان سنتی و بانکی باقی مانده است (Yulin & Danso, 2025). برای عبور از این وضعیت، پارادایم نوین باید بر اساس «دیالوگ» (به معنای فریری آن) بنا شود، جایی که هوش مصنوعی بستری برای گفتگوهای میان‌فرهنگی و حل مسائل واقعی جهان فراهم می‌کند (Shih, 2018). این رویکرد، یادگیری را از دیوارهای کلاس فراتر برده و آن را به یک کنش سیاسی و اجتماعی برای بهبود وضعیت بشری تبدیل می‌کند (Barahona, 2023).

این پژوهش مانند هر مطالعه کیفی دیگری، با محدودیت‌هایی روبرو بوده است. نخست اینکه، به دلیل ماهیت مفهومی و استنتاجی تحقیق، یافته‌ها بر اساس تحلیل متون و اسناد شکل گرفته‌اند و ممکن است در محیط‌های عملیاتی مختلف با فرهنگ‌های آموزشی متفاوت، نتایج متنوعی حاصل شود. دومین محدودیت، سرعت سرسام‌آور تحولات در حوزه هوش مصنوعی است؛ به طوری که برخی از فناوری‌های مورد بحث در زمان نگارش مقاله، به سرعت در حال تکامل هستند و ممکن است ابعاد اخلاقی جدیدی از آن‌ها پدیدار شود که در این تحلیل گنجانده نشده است. همچنین، دسترسی محدود به منابع فارسی که به طور اختصاصی به تلاقی «فلسفه انتقادی» و «هوش مصنوعی» پرداخته باشند، محققان را ناگزیر به تمرکز بیشتر بر منابع لاتین کرد که ممکن است با برخی ظرایف بومی نظام آموزشی ایران تفاوت‌هایی داشته باشد. با توجه به یافته‌های پژوهش، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی، تأثیرات روانی-اجتماعی استفاده طولانی‌مدت از سیستم‌های یادگیری تطبیقی بر مهارت‌های تفکر انتقادی دانش‌آموزان به صورت تجربی و کمی مورد بررسی قرار گیرد. همچنین، انجام پژوهش‌های قوم‌نگارانه در کلاس‌هایی که از هوش مصنوعی استفاده می‌کنند، می‌تواند درک عمیق‌تری از تغییرات در مناسبات قدرت میان معلم و شاگرد ارائه دهد. مطالعه بر روی «عدالت الگوریتمیک» در پلتفرم‌های آموزشی و بررسی احتمال بازتولید کلیشه‌های جنسیتی و نژادی توسط هوش مصنوعی در محیط‌های آموزشی ایران، از دیگر حوزه‌های حیاتی برای پژوهش‌های آینده است. در نهایت، تدوین یک مدل بومی از پداگوژی انتقادی-دیجیتال که ریشه در فلسفه تعلیم و تربیت اسلامی-ایرانی داشته باشد، ضرورتی انکارناپذیر است.

در نهایت، پیشنهادات کاربردی زیر بر اساس یافته‌های پژوهش ارائه می‌گردد:

۱. بازنگری در برنامه‌های تربیت معلم: مراکز آموزشی و دانشگاه‌های فرهنگیان باید رویکرد خود را از آموزش صرف ابزارهای فناوری به سمت «سواد انتقادی دیجیتال» تغییر دهند. معلمان باید بیاموزند که چگونه فراتر از ظاهر ابزارها، ساختارهای قدرت و سوگیری‌های نهفته در فناوری را برای دانش‌آموزان افشا کنند.

۲. طراحی محیط‌های یادگیری مسئله‌محور: به سیاست‌گذاران آموزشی پیشنهاد می‌شود که از پتانسیل هوش مصنوعی برای ایجاد شبیه‌سازها و محیط‌های واقعیت مجازی استفاده کنند که دانش‌آموزان را با چالش‌های واقعی جامعه (مانند بحران آب، نابرابری و اخلاق زیستی) مواجه می‌کند، تا یادگیری از حالت انتزاعی خارج شود.

۳. دموکراتیزه کردن دسترسی به فناوری: دولت‌ها و نهادهای آموزشی باید اطمینان حاصل کنند که ابزارهای پیشرفته پداگوژی فناورانه تنها در انحصار مدارس خاص نباشد. برای جلوگیری از شکاف طبقاتی جدید، زیرساخت‌های هوشمند باید به صورت عادلانه در مناطق محروم توزیع شود تا فناوری به جای ابزار سلطه، به ابزاری برای توانمندسازی همگانی تبدیل گردد.

۴. تدوین منشور اخلاق آموزشی هوش مصنوعی: مدارس و دانشگاه‌ها نیازمند تدوین راهنماهای اخلاقی بومی هستند که مرزهای میان استفاده از هوش مصنوعی و حفظ حریم خصوصی، عاملیت انسانی و اصالت یادگیری را مشخص کند.

تشکر و قدردانی

از تمامی کسانی که در انجام این پژوهش ما را همراهی کردند تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

موازین اخلاقی

در تمامی مراحل پژوهش حاضر اصول اخلاقی مرتبط با نشر و انجام پژوهش رعایت گردیده است.

Extended Abstract

Introduction

The contemporary educational landscape is undergoing a seismic shift, transitioning from the rigid structures of traditional pedagogy to the fluid, data-driven environments of technological pedagogy. Historically, traditional education has been characterized by a hierarchical “Banking Model,” where the teacher acts as the sole proprietor of knowledge and the student as a passive vessel for information (Johnston et al., 2022). While this model emphasized discipline and the transmission of cultural heritage (Shariatmadari, 2006), it often resulted in the reproduction of existing social inequalities and the suppression of critical agency (Apple, 2006). The advent of the Fourth Industrial Revolution and Artificial Intelligence (AI) has introduced a “Technological Pedagogy” that promises unprecedented personalization and efficiency (Zawacki-Richter et al., 2020). However, from the perspective of critical educational philosophy, this transition is not merely a technical upgrade but a profound ontological shift. Critical theorists argue that without a reflective framework, technology can become a new instrument of “digital surveillance” and algorithmic bias, replacing the overt authority of the teacher with the invisible authority of the code (Pangrazio & Selwyn, 2019). Thus, the central problem addressed in this study is how to navigate the transition from traditional to technological paradigms without sacrificing the emancipatory goals of education. The integration of AI into the classroom must be scrutinized to ensure it serves the purpose of human liberation rather than mere vocational training or data harvesting (Barahona, 2023; Fadli, 2024). By synthesizing the virtues of traditional wisdom with the transformative potential of AI, this research seeks to define a new pedagogical framework that prioritizes critical consciousness and social justice in a digitized world (Ahmadi et al., 2021; Torkashvand et al., 2020).

Methods and Materials

This research employs a qualitative, conceptual-comparative methodology rooted in the traditions of philosophical inquiry and document analysis. The study follows a multi-stage analytical framework

to ensure a rigorous synthesis of pedagogical paradigms. In the first phase, a systematic review of foundational texts in traditional pedagogy and critical educational philosophy was conducted to establish a baseline for comparison. The second phase involved a comparative analysis of key pedagogical dimensions, including the role of the teacher, the agency of the learner, the nature of knowledge, and the distribution of power within the classroom. This was achieved through a deductive reasoning process, where the principles of critical pedagogy were applied as an evaluative lens to both traditional and AI-driven educational models. The materials analyzed include international educational reports, peer-reviewed journals focusing on educational technology, and philosophical treatises on the sociology of education. The research utilizes a “Methodological Synthesis” approach, which allows for the integration of diverse theoretical perspectives to form a coherent new model. By mapping the evolution of teaching methods from the industrial age to the era of generative AI, the study identifies structural gaps and ideological tensions. The final stage of the methodology involved the construction of a comparative matrix (Findings) that highlights the dialectical relationship between human-centric traditional values and data-centric technological capabilities, ultimately leading to the proposal of a “Critical-Technological” synthesis.

Findings

The findings of this research reveal that the transition from traditional to technological pedagogy represents a fundamental redistribution of educational “power.” In the traditional model, power is centralized and vertical, leading to a culture of compliance and rote memorization. Conversely, the technological model, facilitated by AI, decentralizes knowledge, allowing students to navigate learning paths at their own pace. However, the study identifies a significant risk: while technology can democratize access to information, it often does so at the expense of deep, reflective dialogue. A key finding is the transformation of the teacher’s role from a “source of truth” to a “curator of environments.” In an AI-enhanced classroom, the teacher is no longer required to perform repetitive instructional tasks, which theoretically frees them to engage in high-level mentorship and critical discourse. Furthermore, the analysis shows that “personalization” in AI pedagogy is frequently misinterpreted as individualization; true personalization should involve the development of a student’s unique critical voice, not just the optimization of their test scores. The research also highlights a historical evolution in educational goals: from the “moral discipline” of ancient systems to the “industrial efficiency” of the 20th century, and finally to the “algorithmic optimization” of the 21st century. The most significant finding is that a “purely technological” approach leads to a new form of passivity—reliance on AI tools for thinking—while a “purely traditional” approach leads to stagnation. The study concludes that the optimal pedagogical model is a synthesis where AI serves as a scaffold for critical inquiry, enabling students to deconstruct digital narratives and engage in social transformation.

Conclusion

The conclusion of this study emphasizes that the future of education lies in a “Critical-Technological Pedagogy” that transcends the limitations of both the traditional and the purely digital. Education must remain a deeply human endeavor, centered on the pursuit of freedom, equity, and ethical awareness. The integration of Artificial Intelligence should not be seen as an end in itself but as a means to foster a more inclusive and dialogical learning environment. This research argues that the “Sage on the Stage” and the “Algorithm in the Machine” must both give way to the “Facilitator of Critical Agency.” For this to happen, educational policy must shift away from a focus on technical proficiency toward a focus on “Critical Digital Literacy.” Teachers must be empowered to act as intellectuals who can challenge the biases of AI systems, and students must be taught to view

technology as a tool for social change rather than a master of their intellectual lives. Ultimately, the synthesis proposed in this study suggests that by grounding technological advancements in the timeless virtues of critical philosophy, we can create a pedagogical system that is both modern in its tools and ancient in its commitment to human flourishing. This framework provides a roadmap for educators and policymakers to navigate the complexities of the digital age while ensuring that the “heart” of education—the liberation of the human mind—remains intact. Future efforts should focus on implementing these critical frameworks in teacher training programs and curriculum design to ensure that the AI revolution in education serves the many, not the few.

References

- Ahmadi, F., Safari Hemmatabadi, T., Shokrbaghani, A., & Kerdanoghabi, R. (2021). Learning Physics with Personalized Education System and Comparing It with Traditional Education System. *Educational Technology (Technology and Education)*, 6(2), 119-126.
- Ahmadi, Z. (2020). Rethinking Teaching Methods in the Digital Age. *Innovation in Education Quarterly*, 12(4), 80-93.
- Apple, M. W. (2006). *Educating the Right Way: Markets, Standards, God, and Inequality*. Routledge.
- Baker, R. S., Berning, A. W., & Gowda, S. M. (2023). AI for Project-Based Learning: A Systematic Review. *Journal of Educational Technology and Society*, 26(1), 112-125.
- Barahona, M. (2023). Pedagogy of Resistance: Against Manufactured Ignorance (Book Review of Giroux, 2022).
- Biesta, G. (2010). *Good Education in an Age of Measurement: Ethics, Politics, Democracy*. Paradigm Publishers.
- Brookfield, S. D. (2013). *The Skillful Teacher: On Technique, Trust, and Responsiveness in the Classroom*. Jossey-Bass.
- Darder, A., Hernandez, K., Lam, K. D., & Baltodano, M. (2023). Critical Pedagogy: An Introduction. In *The Critical Pedagogy Reader* (pp. 1-30). Routledge.
- Fadli, M. R. (2024). Digital Pedagogy Philosophy: Building Critical Awareness of the Role of Technology in Education. *Jurnal Filsafat*, 34(2), 307-334.
- Gutek, G. L. (2004). *Philosophical and Ideological Voices in Education*. Pearson Education.
- HajiBabayi, F. (2022). *Modern Pedagogy and Learning in the Digital Age*. Institute for Education Research.
- Heffernan, N. T., & Heffernan, C. L. (2014). The ASSISTments Ecosystem: Building a Platform that Brings Scientists and Teachers Together. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 24(4), 470-497.
- Holmes, W., Porayska-Pomsta, K., Holstein, K., Sutherland, E., Baker, T., Shum, S. B., & Koedinger, K. R. (2022). Ethical AI in Classrooms. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32(3), 504-526.
- Johnston, J. L., Hart, N., & Manca, A. (2022). The Philosophy of Education: Freire's Critical Pedagogy. In *Applied Philosophy for Health Professions Education* (pp. 103-118). Springer Nature Singapore.
- Karim, S., & Harwood, N. (2026). Alignment between intended and enacted pedagogies: A study of ELT curriculum innovation implementation in Pakistan. *System*, 136, 103872. <https://doi.org/10.1016/j.system.2025.103872>
- Karwadi, Bin Zakaria, A. R., Setiyawan, A., & Ferdi Hasan, M. (2025). Integration of Critical Pedagogy in Islamic Education: A Case Study of Pre-Service Teacher Training. *British Journal of Religious Education*, 1-22.
- Laurillard, D. (2012). *Teaching as a Design Science: Building Pedagogical Patterns for Learning and Technology*. Routledge.
- Mahmoudi, A., Nasiri, R., & Karimi, S. (2021). Comparative Education in the Context of Artificial Intelligence: Opportunities and Challenges. *Journal of Curriculum Planning Research*, 18(3), 50-65.
- Nhlumayo, B. S. (2025). The Integration of ICT Pedagogy: A Panacea to Mathematics Teacher Training in South African Universities. *Obp*. <https://doi.org/10.38140/obp3-2025-07>
- Oecd. (2023). *Digital Education Outlook 2023*. OECD Publishing.
- Pangrazio, L., & Selwyn, N. (2019). Personal Data Literacies: A Critical Literacies Approach to Data and Platform Society. *Journal of Consumer Culture*, 19(3), 419-437.
- qizi, U. I. S. (2025). AI in Education: Pedagogical Innovations and Their Impact on Teachers and Students. *American Journal of Philological Sciences*, 5(5), 136-139. <https://doi.org/10.37547/ajps/volume05issue05-36>
- Shariatmadari, A. (2006). *Philosophical Foundations of Education*. Amirkabir Publications.
- Sharma, P. (2025). AI-Driven Pedagogy: Innovations in Educational Technology. <https://doi.org/10.59646/ap/313>
- Shih, Y. H. (2018). Some Critical Thinking on Paulo Freire's Critical Pedagogy and Its Educational Implications. *International Education Studies*, 11(9), 64. <https://doi.org/10.5539/ies.v11n9p64>
- Sukri, U. (2025). Facing the Challenges of Online Learning: Pedagogic Competence of Lecturers in Religious Colleges. *Jitir*, 2(3), 140-151. <https://doi.org/10.59613/74cdrz93>

- Torkashvand, S., Keshavarz, S., Salehi, A., & MirzaMohammadi, M. H. (2020). A Theoretical Model of Educational Justice in the Formal Education System Based on Farabi's Epistemological Foundations. *Applied Islamic Education Issues*, 3(4), 7-34.
- Unesco. (2015). *Rethinking Education: Towards a Global Common Good?* UNESCO Publishing.
- Ural, A., & Özdemir, A. (2025). A Bibliometric Study on the Literature of Critical Pedagogy: Trends, Themes, and Future Directions. *Yaşadıkça Eğitim*, 39(1), 98-116. <https://doi.org/10.33308/26674874.2025391793>
- Vajpayee, A. (2024). Traditional Pedagogy to Technotronic Education. In *Aspects of Quality Management in Value Creating in the Industry 5.0 Way* (pp. 179).
- Woolfolk, A. (2016). *Educational Psychology*. Pearson.
- Yulin, N., & Danso, S. D. (2025). Assessing pedagogical readiness for digital innovation: A Transformation of their Companies. *MIS Quarterly Executive*, 16(1).
- Zawacki-Richter, O., Xie, H., Wah, B. W., & Gasevic, D. (2020). Vision, Challenges, Roles and Research Issues of Artificial Intelligence in Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100001.
- Zhang, J. (2025). Emotional Intelligence, Foreign Language Enjoyment, and AI-Assisted Pedagogy: Integrating Positive Psychology for Resilient and Sustainable Language Learning. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-8256795/v1>