

AI-Driven Instructional Leadership: Multilevel Modeling of Principals' Data Literacy, Predictive Decision-Making, and Teaching Quality

1. Amir Amiri Roshkhar^{ID}: Department of Educational Sciences, ToH.C., Islamic Azad University, Torbat Heydariyeh, Iran.

2. Tavakol Dadras^{ID*}: Department of Educational Sciences, ToH.C., Islamic Azad University, Torbat Heydariyeh, Iran.

*Corresponding Author's Email Address: tavakol.dadras@iau.ir

Abstract:

A sequential exploratory mixed-methods design was used. The qualitative phase involved interviews with 19 educational experts and principals, analyzed through open, axial, and selective coding. The quantitative phase surveyed 384 teachers and principals using validated questionnaires assessing data literacy, predictive decision-making, and teaching quality. Data analysis included structural equation modeling and multilevel modeling to assess direct and indirect effects. Results showed that principals' data literacy significantly predicted predictive decision-making ($\beta=0.63$) and teaching quality ($\beta=0.27$). Predictive decision-making also significantly influenced teaching quality ($\beta=0.48$). Mediation analysis confirmed that part of the effect of data literacy on teaching quality operates indirectly through predictive decision-making ($\beta=0.30$). Multilevel analysis indicated significant between-school variance in teaching quality. Findings indicate that AI-driven instructional leadership is most effective when principals possess high levels of data literacy and use predictive decision-making to enhance instructional quality. Predictive decision-making represents a key mechanism linking data literacy to teaching outcomes.

Keywords: Instructional leadership, artificial intelligence, data literacy, predictive decision-making, teaching quality, multilevel modeling

How to Cite: Amiri Roshkhar, A., & Dadras, T. (2026). AI-Driven Instructional Leadership: Multilevel Modeling of Principals' Data Literacy, Predictive Decision-Making, and Teaching Quality. *Management, Education and Development in Digital Age*, 3(4), 1-13.



رهبری آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی: مدلیابی چندسطحی سواد داده‌ای مدیران، تصمیم‌گیری پیش‌بین و کیفیت تدریس

۱. امیر امیری رشخوار^۱؛ گروه علوم تربیتی، واحد تربیت حیدریه، دانشگاه آزاد اسلامی، تربت حیدریه، ایران.

۲. توکل دادرس^۲؛ گروه علوم تربیتی، واحد تربیت حیدریه، دانشگاه آزاد اسلامی، تربت حیدریه، ایران.

*پست الکترونیک نویسنده مسئول: tavakol.dadras@iau.ir

چکیده

هدف این پژوهش تبیین و آزمون مدل چندسطحی اثر سواد داده‌ای مدیران بر کیفیت تدریس با میانجی‌گری تصمیم‌گیری پیش‌بین مبتنی بر هوش مصنوعی است. این پژوهش با رویکرد آمیخته اکتشافی انجام شد. در بخش کیفی، ۱۹ نفر از مدیران و خبرگان آموزشی به‌صورت هدفمند انتخاب و داده‌ها از طریق مصاحبه نیمه‌ساختاریافته گردآوری و با روش کدگذاری تحلیل شد. در بخش کمی، نمونه‌ای شامل ۳۸۴ معلم و مدیر با استفاده از روش نمونه‌گیری طبقه‌ای انتخاب شدند و داده‌ها با پرسشنامه‌های استاندارد سواد داده‌ای، تصمیم‌گیری پیش‌بین و کیفیت تدریس گردآوری و با مدل‌سازی معادلات ساختاری و تحلیل چندسطحی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد سواد داده‌ای مدیران اثر مستقیم معناداری بر تصمیم‌گیری پیش‌بین ($\beta=0.63$) و کیفیت تدریس ($\beta=0.27$) دارد. تصمیم‌گیری پیش‌بین نیز اثر مستقیم و معناداری بر کیفیت تدریس دارد ($\beta=0.48$). همچنین تحلیل میانجی‌گری مشخص کرد که بخشی از اثر سواد داده‌ای بر کیفیت تدریس از طریق تصمیم‌گیری پیش‌بین منتقل می‌شود ($\beta=0.30$). مدل چندسطحی وجود تفاوت معنادار بین مدارس در کیفیت تدریس را تأیید کرد. یافته‌ها نشان می‌دهد رهبری آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی زمانی بیشترین تأثیر را دارد که مدیران دارای سواد داده‌ای بالا بوده و از تصمیم‌گیری پیش‌بین برای ارتقای کیفیت تدریس استفاده کنند. تصمیم‌گیری پیش‌بین سازوکار اصلی اثرگذاری سواد داده‌ای بر پیامدهای آموزشی است.

کلیدواژه‌گان: رهبری آموزشی، هوش مصنوعی، سواد داده‌ای مدیران، تصمیم‌گیری پیش‌بین، کیفیت تدریس، مدل‌سازی چندسطحی

نحوه استناددهی: امیری رشخوار، امیر، دادرس، توکل. (۱۴۰۵). رهبری آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی: مدلیابی چندسطحی سواد داده‌ای مدیران، تصمیم‌گیری پیش‌بین و کیفیت تدریس. مدیریت، آموزش و توسعه در عصر دیجیتال، ۳(۴)، ۱-۱۳.



مقدمه

تحولات پرشتاب فناوری در دهه اخیر، به‌ویژه گسترش هوش مصنوعی، پارادایم‌های نوینی در رهبری آموزشی ایجاد کرده است؛ تحولاتی که نه تنها شیوه‌های مدیریت، تصمیم‌گیری و نظارت آموزشی را دستخوش تغییر کرده‌اند، بلکه ماهیت نقش مدیران را از الگوهای سنتی به الگوهای داده‌محور، پیش‌بینانه و دیجیتال ارتقا داده‌اند. در چنین چشم‌اندازی، مدارس برای بقا، رشد و اثربخشی ناگزیر از پذیرش الگوهای رهبری آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی، توانمندسازی مدیران در حوزه سواد داده‌ای، و توسعه سازوکارهای تصمیم‌گیری علمی هستند. پژوهش‌های جهانی نشان می‌دهد که رهبران آموزشی در مواجهه با موج جدید فناوری نه تنها باید مهارت‌های مدیریتی خود را به‌روز کنند، بلکه باید نقش جدیدی به عنوان رهبران دیجیتال، تسهیل‌گران یادگیری هوشمند و تحلیل‌گران داده‌های آموزشی بپذیرند، امری که در ادبیات معاصر به‌طور گسترده مورد تأکید قرار گرفته است (Wang, 2021).

کاربرد هوش مصنوعی در آموزش، فراتر از اتوماسیون و تسهیل امور اجرایی، امروز به بخش اصلی فرآیند تصمیم‌سازی آموزشی تبدیل شده است. بر اساس مطالعات اخیر، ادغام هوش مصنوعی در رهبری آموزشی موجب افزایش دقت تصمیم‌گیری، پیش‌بینی عملکرد دانش‌آموزان و معلمان، ارتقای عدالت آموزشی، تشخیص سریع‌تر مشکلات یادگیری و افزایش اثربخشی فعالیت‌های نظارتی شده است (Karakose & Tülübas, 2024). این تحول سبب شده است که نقش مدیران مدارس پیچیده‌تر و مستلزم مهارت‌های نوینی در حوزه سواد داده‌ای، تحلیل‌های پیش‌بین و فهم معماری الگوریتمی هوش مصنوعی باشد.

رهبران آموزشی به‌عنوان عناصر کلیدی تحول دیجیتال، نیازمند شایستگی‌های جدیدی هستند که بتوانند فرایند یکپارچه‌سازی هوش مصنوعی در مدرسه را در سطح راهبردی هدایت کنند. پژوهش‌های انجام‌شده در آموزش عالی نشان می‌دهد که پیاده‌سازی موفق هوش مصنوعی عمدتاً وابسته به شیوه رهبری دیجیتال و قدرت مدیر در ایجاد تغییرات سازمانی هدفمند است (Khairullah, 2025). این موضوع به‌طور مشابه در مدارس نیز مصداق دارد؛ جایی که مدیران باید مدیریت تحول دیجیتال، ارتقای توانمندی معلمان و استفاده مؤثر از داده‌ها را در محور مأموریت آموزشی قرار دهند.

از سوی دیگر، خوانش و تفسیر داده‌های آموزشی، به‌ویژه در عصری که حجم عظیمی از داده‌ها از طریق سیستم‌های مدیریت یادگیری، سامانه‌های نظارت هوشمند و ابزارهای تحلیلی تولید می‌شود، یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر است. این مهارت در ادبیات رهبری آموزشی با عنوان «سواد داده‌ای مدیران» شناخته می‌شود. سواد داده‌ای مدیران به معنای توانایی تحلیل دقیق داده‌ها، استخراج الگوهای عملکردی، تشخیص مشکلات آموزشی و اتخاذ تصمیم‌های آینده‌نگر است، توانایی‌ای که در پژوهش‌های اخیر اهمیت آن به‌ویژه در ساختار رهبری مبتنی بر هوش مصنوعی برجسته شده است (Rahmanitabar et al., 2024). مدیرانی که فاقد این مهارت هستند، قادر نخواهند بود از پتانسیل کامل هوش مصنوعی در مدرسه بهره‌مند شوند.

همزمان، ادغام هوش مصنوعی در مدیریت آموزشی نه تنها یک نیاز فناوری است، بلکه به‌عنوان یک رویکرد راهبردی در سیاست‌گذاری آموزشی مطرح است. پژوهش‌های حوزه سیاست‌گذاری آموزشی نشان می‌دهد که توسعه دستورالعمل‌های استفاده از هوش مصنوعی در مدارس، نیازمند رهبری هوشمند، اخلاق‌مدار و مسئولانه است (Roberts, 2024). در این میان، چالش‌هایی همچون مسئولیت‌پذیری الگوریتمی، حریم خصوصی داده‌ها، سوگیری تصمیم‌گیری هوشمند و شفافیت سازوکارهای هوش مصنوعی نیز باید در نظر گرفته شود (Shchedrina, 2024). بنابراین، مدیران آموزشی باید ضمن بهره‌گیری از ظرفیت‌های هوش مصنوعی، درک عمیقی از محدودیت‌ها و ملاحظات اخلاقی آن داشته باشند.

از نظر عملی، کاربردهای هوش مصنوعی در آموزش شامل طیفی گسترده از حوزه‌ها است: از تحلیل عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان، بهینه‌سازی منابع، پشتیبانی از تدریس، تا خودکارسازی فرایندهای نظارتی و ارزیابی. پژوهش مرتبط در ایران نیز نشان داده است که زمینه‌های بسیاری برای کاربرد هوش مصنوعی در آموزش وجود دارد و استفاده از آن می‌تواند موجب تحول بنیادین در شیوه‌های مدیریتی مدارس گردد (Khabari, 2024). در همین راستا، مدیران مدارس در کشورهای مختلف جهان نقش جدیدی تحت عنوان

«رهبران دیجیتال» کسب کرده‌اند. این رهبران در محیط‌های آموزشی دیجیتال‌شده، مسئول توانمندسازی معلمان، مدیریت زیرساخت‌های فناوریانه و توسعه ظرفیت‌های جدید یادگیری هستند (Antonopoulou et al., 2025).

تحول دیجیتال در سازمان‌های آموزشی تنها زمانی اثربخش است که همراه با رهبری دیجیتالی قدرتمند باشد. پژوهش‌های انجام‌شده در دانشگاه‌ها تأیید می‌کند که رهبری دیجیتال تأثیر مستقیم بر موفقیت تغییرات فناوریانه دارد و این تأثیر به‌طور خاص از طریق مهارت‌های رهبری، زیرساخت‌های فناوریانه و فرهنگ سازمانی فعال می‌شود (Khurniawan et al., 2024). در این چارچوب، رهبری آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی نیازمند بستری است که مدیران بتوانند دانش کافی در مورد فناوری، مهارت تحلیل داده و توانایی تسهیل‌گری دیجیتال در مدرسه را همزمان داشته باشند.

پژوهش‌های جدید نشان می‌دهد که عوامل روان‌شناختی و سازمانی نیز در پذیرش هوش مصنوعی تأثیرگذارند، به‌ویژه احساسات مدیران و معلمان نسبت به فناوری‌های نوظهور و نحوه مواجهه آنها با تغییرات فناوریانه. در مطالعه‌ای گسترده درباره توانمندسازی مربیان و معلمان در حوزه آموزش دیجیتال، اهمیت زیرساخت، آموزش، رهبری و احساسات افراد به‌عنوان عوامل کلیدی تأیید شده است (Ma & Ismail, 2025). این یافته نشان می‌دهد که رهبری آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی نمی‌تواند صرفاً بر جنبه‌های فنی استوار باشد، بلکه باید جنبه‌های انسانی، انگیزشی و فرهنگی را نیز دربرگیرد.

در سطح عملی، پژوهش‌ها تأکید دارند که رهبری آموزشی در عصر اختلالات فناوریانه باید از ویژگی‌هایی همچون تطبیق‌پذیری، یادگیری مداوم، آینده‌پژوهی و توانایی هماهنگی میان انسان و ماشین برخوردار باشد (Haris & Nuraeni, 2025). این ویژگی‌ها به مدیران کمک می‌کند تا ساختار مدرسه را مطابق با نیازهای آینده آموزش بازطراحی کنند و از ظرفیت‌های هوش مصنوعی برای ارتقای کیفیت تدریس و یادگیری بهره ببرند.

در ایران نیز، مطالعات اخیر در خصوص رهبری دیجیتال مدیران دانشگاه‌ها و مدارس نشان داده است که مؤلفه‌هایی نظیر توان تحلیل داده، مهارت‌های فناوری، بینش دیجیتال و توانایی ساختارسازی برای یادگیری هوشمند از مهم‌ترین عوامل شکل‌دهنده رهبری دیجیتال هستند (Rahmani Tabar et al., 2024). در تحقیق دیگری نیز عناصر سازنده رهبری دیجیتال مدیران دانشگاهی شامل مهارت‌های سازمانی، مدیریت فناوری، پشتیبانی از نوآوری، و شایستگی‌های ارتباطی معرفی شده‌اند (Rahmanitabar et al., 2024). این یافته‌ها بیانگر آن است که مدیران آموزشی در ایران نیز همانند دیگر کشورها نیازمند توسعه ظرفیت‌های چندگانه در حوزه فناوری، تحلیل داده و رهبری هوشمند هستند.

از منظر کلان، ادغام هوش مصنوعی در آموزش مستلزم تدوین سیاست‌های حمایتی، توسعه چارچوب‌های اخلاقی و ایجاد نوآوری در ساختارهای سازمانی است (Kabanda, 2025). همچنین، پژوهش‌ها نشان داده‌اند که رهبری دیجیتال مدیران تأثیر قابل‌توجهی بر خودکارآمدی، شایستگی‌های میان‌فرهنگی و قابلیت‌های اشتغال‌پذیری افراد دارد (Zhan et al., 2024)، امری که نشان می‌دهد رهبری آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی تنها محدود به سطوح مدیریتی مدرسه نیست، بلکه پیامدهای اجتماعی و انسانی گسترده‌تری دارد.

در این میان، چالش‌های جدی نیز وجود دارد. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که رهبری آموزشی در عصر هوش مصنوعی با مسائلی مانند شکاف دیجیتال، کمبود آموزش‌های تخصصی، مقاومت فرهنگی نسبت به فناوری، کیفیت زیرساخت‌ها و سوگیری الگوریتم‌ها روبه‌رو است (Metwalli, 2024). بنابراین، درک دقیق ظرفیت‌ها و محدودیت‌های هوش مصنوعی و شناسایی سازوکارهای مؤثر رهبری دیجیتال، ضرورت یک پژوهش علمی و عمیق را دوچندان می‌سازد.

از سوی دیگر، مرور نظام‌مند پژوهش‌ها درباره رهبری آموزشی و بهبود صلاحیت معلمان نشان می‌دهد که رهبری، توسعه حرفه‌ای و نوآوری دیجیتال سه رکن اساسی در ارتقای عملکرد معلمان هستند (Norman et al., 2025). این موضوع اهمیت رهبری داده‌محور و مبتنی بر هوش مصنوعی را در بهبود کیفیت تدریس برجسته می‌کند.

با توجه به این مباحث، رهبری آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی در سطح مدرسه نیازمند سه مؤلفه کلیدی است: سواد داده‌ای مدیران، تصمیم‌گیری پیش‌بین و کیفیت تدریس. سواد داده‌ای به‌عنوان توانایی تحلیل داده‌ها، تصمیم‌گیری پیش‌بین به‌عنوان مهارت استفاده از مدل‌های هوش مصنوعی برای آینده‌نگری، و کیفیت تدریس به‌عنوان پیامد نهایی

رهبری آموزشی نقش اساسی در مدل‌های آموزشی هوشمند دارند. با وجود اهمیت این موضوع، هنوز در ادبیات پژوهشی ایران مدل‌های جامعی که سازوکار تأثیر این مؤلفه‌ها را به‌صورت چندسطحی بررسی کرده باشند، محدود است.

بنابراین، هدف این پژوهش تبیین و مدل‌یابی چندسطحی رابطه میان سواد داده‌ای مدیران، تصمیم‌گیری پیش‌بین مبتنی بر هوش مصنوعی و کیفیت تدریس در چارچوب رهبری آموزشی دیجیتال است.

روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش، طراحی تحقیق با رویکرد آمیخته اکتشافی متوالی شکل گرفت تا بتوان پدیده «رهبری آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی» را هم از منظر تجربیات زیسته مدیران و هم از طریق آزمون مدل کمی بررسی کرد. در مرحله نخست، بخش کیفی با هدف کشف مؤلفه‌ها، ابعاد و سازوکارهای اثرگذاری هوش مصنوعی بر سواد داده‌ای مدیران و تصمیم‌گیری پیش‌بین انجام شد. این مرحله بر اساس نظریه‌پردازی داده‌بنیاد و با رویکرد اشباع نظری اجرا گردید و ۱۹ نفر از مدیران مدارس، معاونان آموزشی و خبرگان حوزه مدیریت آموزشی که در سال ۱۴۰۴ تجربه کاربرد فناوری‌های هوش مصنوعی در تصمیم‌سازی و پایش عملکرد مدرسه را داشتند، به‌صورت هدفمند و معیارمحور انتخاب شدند. اشباع نظری در مصاحبه نوزدهم حاصل شد و به‌دلیل تکرار مفاهیم و نبود داده افزوده، مرحله کیفی خاتمه یافت. در گام بعد، بر مبنای یافته‌های کیفی، مدل اولیه پژوهش تدوین و در مرحله کمی بر روی جامعه بزرگ‌تری آزمون شد. بخش کمی با استفاده از روش پیمایش و تحلیل مدل‌یابی چندسطحی اجرا شد و نمونه‌ای شامل ۳۸۴ نفر از معلمان و مدیران مدارس که در سال ۱۴۰۴ در مدارس مختلف فعالیت داشتند، به شیوه نمونه‌گیری طبقه‌ای - تصادفی انتخاب گردید. هدف از این مرحله، آزمون روابط ساختاری میان سواد داده‌ای مدیران، تصمیم‌گیری پیش‌بین مبتنی بر هوش مصنوعی و کیفیت تدریس در دو سطح فردی و مدرسه‌ای بود.

در مرحله گردآوری داده‌ها، ابزارهای کیفی و کمی به‌کار گرفته شد تا ابعاد پدیده از زوایای مختلف روشن شود. داده‌های کیفی از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته عمیق با مدیران و خبرگان گردآوری شد. پرسش‌های مصاحبه به‌گونه‌ای طراحی شد که تجربه افراد در زمینه استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی برای تحلیل داده‌های مدرسه، پیش‌بینی عملکرد، تصمیم‌سازی آموزشی و نظارت بر کیفیت تدریس را پوشش دهد. مصاحبه‌ها به‌صورت حضوری یا آنلاین انجام شد، ضبط صوتی گردید و سپس کلمه‌به‌کلمه پیاده‌سازی شد. داده‌های کمی با استفاده از سه پرسشنامه استاندارد و بومی‌سازی شده گردآوری شد که شامل پرسشنامه سواد داده‌ای مدیران، پرسشنامه تصمیم‌گیری پیش‌بین مبتنی بر هوش مصنوعی، و پرسشنامه کیفیت تدریس معلمان بود. ابزارها در مرحله مقدماتی با نظر پنج نفر از متخصصان روش تحقیق و مدیریت آموزشی از نظر روایی محتوایی بررسی و اصلاح شدند. پایایی سازه‌ها نیز از طریق اجرای آزمایشی و محاسبه آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی ارزیابی شد تا از دقت ابزارها در سنجش سازه‌های مورد نظر اطمینان حاصل شود. با توجه به ماهیت چندسطحی مدل، داده‌های مربوط به مدیران و معلمان در قالب دو فایل مستقل اما مرتبط گردآوری شد تا امکان تحلیل هم‌زمان سطح مدرسه و سطح فرد فراهم شود.

در مرحله تحلیل داده‌ها، رویکردی سه‌مرحله‌ای اتخاذ شد که شامل تحلیل کیفی، تدوین مدل مفهومی، و اجرای تحلیل کمی بود. داده‌های کیفی به روش کدگذاری باز، محوری و انتخابی تحلیل شد و مفاهیم مرتبط با نقش هوش مصنوعی در توانمندسازی مدیران آموزشی، الگوهای داده‌محور تصمیم‌گیری، و تأثیر این فرایندها بر بهبود کیفیت تدریس استخراج گردید. از نرم‌افزار MAXQDA برای سازمان‌دهی داده‌ها و تولید شبکه مفهومی استفاده شد. پس از آن، مدل مفهومی پژوهش بر اساس مضامین شکل گرفته تدوین شد. در مرحله کمی، داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و SmartPLS تحلیل شد. ابتدا تحلیل‌های توصیفی و پیش‌نیازهای داده شامل نرمال بودن، فقدان داده‌های پرت و بررسی همخطی انجام شد. سپس برای آزمون مدل اندازه‌گیری، پایایی سازه‌ها، روایی همگرا و روایی واگرا محاسبه شد. در ادامه، مدل ساختاری در سطح چندگروهی و چندسطحی بررسی شد تا اثر متغیرهای مدیریتی در سطح مدرسه و اثرات مستقیم و غیرمستقیم تصمیم‌گیری پیش‌بین بر کیفیت تدریس تحلیل شود. همچنین برای تحلیل ساختار چندسطحی، از شاخص‌های واریانس میان‌مدارس، ضرایب مسیر در سطح فردی و مدرسه‌ای، و تحلیل اثرات میانجی استفاده شد. بدین ترتیب، فرایند تحلیل امکان بررسی دقیق تعامل میان ویژگی‌های مدیران و پیامدهای آموزشی در سطح کلاس و مدرسه را فراهم کرد.

یافته‌ها

یافته‌های پژوهش حاصل تلفیق داده‌های کیفی و کمی است که درک جامعی از نقش هوش مصنوعی در رهبری آموزشی، سواد داده‌ای مدیران، تصمیم‌گیری پیش‌بین و کیفیت تدریس فراهم می‌کند. بخش کیفی بر تجربه زیسته مدیران در سال ۱۴۰۴ تمرکز دارد و نشان می‌دهد که چگونه هوش مصنوعی فرایندهای مدیریتی را تحول بخشیده است. بخش کمی نیز مدل ساختاری پژوهش را آزمون می‌کند و قدرت توضیح‌دهندگی روابط میان متغیرهای اصلی را در دو سطح فردی و مدرسه‌ای بررسی می‌کند.

جدول ۱. جدول جامع یافته‌های کیفی (کدگذاری باز، محوری و انتخابی)

مقوله اصلی	مقوله‌های فرعی	مفاهیم کلیدی استخراج‌شده از مصاحبه‌ها
رهبری آموزشی مبتنی بر داده	تصمیم‌های شواهدمحور، تحلیل ساختاری عملکرد، استفاده استراتژیک از داده	«استفاده از داشبوردهای هوش مصنوعی برای تحلیل وضعیت مدرسه»، «درک بهتر الگوهای افت عملکرد»، «طراحی برنامه‌ریزی آموزشی مبتنی بر داده»
تصمیم‌گیری پیش‌بین مبتنی بر هوش مصنوعی	پیش‌بینی پیامدهای آموزشی، انتخاب راهبردهای بهبود، ایجاد مداخلات آینده‌نگر	«پیش‌بینی وضعیت کلاس‌های پرخطر»، «تشخیص زودهنگام مشکلات تدریس»، «پیش‌بینی میزان مشارکت دانش‌آموزان»
نظارت هوشمند بر تدریس	ارزیابی خودکار تدریس، تشخیص الگوهای تدریس، نظارت موقعیتی	«ارزیابی کیفیت تدریس با الگوریتم»، «تحلیل رفتار کلاسی با بینایی ماشین»، «گزارش‌های لحظه‌ای درباره مشارکت دانش‌آموزان»
توسعه سواد داده‌ای مدیران	خوانش داده، تفسیر مدل‌های پیش‌بین، تحلیل روندها	«توانایی تفسیر خروجی‌های هوش مصنوعی»، «درک شاخص‌های کلیدی مدرسه»، «تشخیص روندهای عملکردی با ابزارهای هوشمند»
سازوکار اثرگذاری هوش مصنوعی بر کیفیت تدریس	میانجی‌گری تصمیم‌گیری پیش‌بین، بهبود مداخلات آموزشی، رفع ضعف‌های تدریس	«ارجاع معلمان به کارگاه‌های بهبود بر اساس پیش‌بینی سیستم»، «اصلاح ساختار ارزشیابی با هوش مصنوعی»، «شناخت سریع‌تر نیازهای آموزشی کلاس»

یافته‌های کیفی نشان داد که هوش مصنوعی در مدارس بیش از آنکه صرفاً یک ابزار فناورانه باشد، یک سازوکار تحول‌آفرین مدیریتی است که نقش مدیر را از یک تصمیم‌گیر سنتی به یک رهبر داده‌محور و آینده‌نگر تبدیل می‌کند. مدیران گزارش دادند که تحلیل‌های هوشمند، خطای تصمیم‌گیری را کاهش داده و امکان مداخله فوری در روند یاددهی-یادگیری را فراهم کرده است. همچنین مشخص شد که سواد داده‌ای مدیران نقش بنیادی در فعال‌سازی اثرات هوش مصنوعی دارد؛ به‌طوری‌که مدیران دارای توانایی تحلیل داده‌ها بهتر می‌توانند از مدل‌های پیش‌بین برای ارتقای کیفیت تدریس بهره ببرند.

جدول ۲. آمار توصیفی متغیرهای کمی

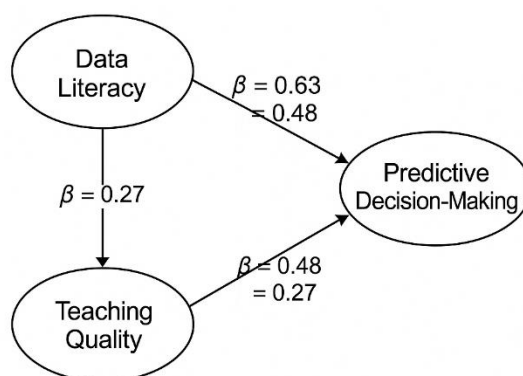
متغیر	میانگین	انحراف معیار
سواد داده‌ای مدیران	۴.۱۲	۰.۶۹
تصمیم‌گیری پیش‌بین	۴.۲۵	۰.۷۳
کیفیت تدریس معلمان	۴.۰۷	۰.۶۴

بررسی آمار توصیفی نشان داد که هر سه متغیر اصلی پژوهش در سطحی بالاتر از حد متوسط قرار دارند. مدیران در سال ۱۴۰۴ از سطح نسبتاً بالایی از سواد داده‌ای برخوردار بودند و توانسته‌اند از فناوری هوش مصنوعی برای تحلیل و تصمیم‌سازی استفاده کنند. میانگین بالای تصمیم‌گیری پیش‌بین بیانگر آن است که مدیران به‌طور فعال از الگوهای پیش‌بینی مبتنی بر داده برای برنامه‌ریزی و مدیریت امور آموزشی بهره می‌گیرند. کیفیت تدریس معلمان نیز در سطح مطلوب قرار داشت که می‌تواند بازتابی از تصمیم‌سازی داده‌محور مدیران باشد.

جدول ۳. پایایی و روایی مدل اندازه‌گیری

سازه	آلفای کرونباخ	پایایی ترکیبی	AVE
سواد داده‌ای مدیران	۰.۸۷	۰.۹۰	۰.۶۵
تصمیم‌گیری پیش‌بین	۰.۸۹	۰.۹۲	۰.۶۸
کیفیت تدریس	۰.۸۵	۰.۸۹	۰.۶۳

نتایج پایایی و روایی نشان داد که ابزارهای پژوهش از دقت اندازه‌گیری مناسبی برخوردارند. مقادیر آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی برای هر سه سازه بالاتر از حد معیار ۰.۷ بود و AVE نیز نشان داد که سازه‌ها از روایی همگرا برخوردارند. این امر تأیید می‌کند که ابزارهای سنجش دقیقاً همان سازه‌هایی را اندازه‌گیری کرده‌اند که پژوهش به دنبال بررسی آنها بوده است.



شکل ۱. مدل نهایی پژوهش

جدول ۴. ضرایب مسیر در مدل‌یابی چندسطحی (مسیرهای مستقیم)

مسیر	ضریب بتا	مقدار t	نتیجه
سواد داده‌ای → تصمیم‌گیری پیش‌بین	۰.۶۳	۱۰.۷۱	معنادار
تصمیم‌گیری پیش‌بین → کیفیت تدریس	۰.۴۸	۸.۳۲	معنادار
سواد داده‌ای → کیفیت تدریس	۰.۲۷	۴.۶۵	معنادار

نتایج مسیرهای مستقیم نشان داد که سواد داده‌ای مدیران به شدت بر توانایی آنان در تصمیم‌گیری پیش‌بین اثر می‌گذارد و این تصمیم‌گیری پیش‌بین نیز اثر قابل توجهی بر کیفیت تدریس دارد. همچنین اثر مستقیم سواد داده‌ای بر کیفیت تدریس تأیید شد، اما شدت آن کمتر از مسیر غیرمستقیم بود.

جدول ۵. اثرات غیرمستقیم و میانجی

مسیر غیرمستقیم	ضریب بتا	مقدار t	نتیجه
سواد داده‌ای → تصمیم‌گیری پیش‌بین → کیفیت تدریس	۰.۳۰	۶.۹۸	معنادار

نتایج میانجی‌گری نشان داد که بخش مهمی از تأثیر سواد داده‌ای مدیران بر کیفیت تدریس از طریق تصمیم‌گیری پیش‌بین منتقل می‌شود. این یافته، سازوکار کیفی استخراج شده را تأیید می‌کند؛ به طوری که مدیرانی که توانایی تحلیل داده‌ها دارند، با اتکا بر خروجی‌های پیش‌بین می‌توانند مداخلات آموزشی دقیق‌تر و اثربخش‌تری طراحی کنند و این امر در نهایت موجب بهبود عملکرد تدریس معلمان می‌شود. مدل چندسطحی نشان داد که اثرات سطح مدرسه نیز در کیفیت تدریس نقش دارند و ماهیت چندسطحی پدیده به خوبی تأیید شد.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که رهبری آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی در مدارس، زمانی به بیشترین اثربخشی می‌رسد که مدیران از سطح بالایی از سواد داده‌ای برخوردار باشند و توانایی تفسیر خروجی‌های داده‌محور را در تصمیم‌گیری‌های آموزشی داشته باشند. نتایج کمی حاکی از آن است که سواد داده‌ای مدیران اثر مستقیم و معناداری بر تصمیم‌گیری پیش‌بین دارد و این یافته با ادبیات بین‌المللی سازگار است. پژوهش‌های اخیر بیان می‌کنند که توسعه سواد داده‌ای یکی از ارکان کلیدی رهبری دیجیتال در مدارس و دانشگاه‌هاست و مدیران برای بهره‌برداری مؤثر از فناوری‌های هوش مصنوعی باید درک عمیقی از تحلیل داده‌های آموزشی داشته باشند (Rahmanitabar et al., 2024). این نتایج همچنین با تحقیقاتی همسو است که بیان می‌کنند توانایی خوانش و تحلیل داده‌های پیچیده، نقش تعیین‌کننده‌ای در کیفیت مدیریت مدرسه دارد و مدیرانی که از سطح بالاتری از سواد داده‌ای برخوردارند، تصمیم‌های دقیق‌تر، سریع‌تر و مبتنی بر شواهد اتخاذ می‌کنند (Rahmani Tabar et al., 2024).

همچنین یافته‌ها نشان می‌دهد تصمیم‌گیری پیش‌بین یکی از مهم‌ترین مکانیزم‌های میانجی اثرگذار بر کیفیت تدریس است. این موضوع با ادبیات موجود هماهنگ است؛ به‌طوری که پژوهش‌ها نشان داده‌اند هوش مصنوعی می‌تواند از طریق مدل‌های پیش‌بینی‌کننده، مشکلات عملکردی دانش‌آموزان و معلمان را پیش از وقوع تشخیص دهد و مدیران از این داده‌ها برای طراحی مداخلات آموزشی دقیق‌تر استفاده کنند (Khabari, 2024). این یافته‌ها به‌نوعی تأییدکننده این دیدگاه‌اند که ترکیب هوش انسانی و هوش مصنوعی در فرایندهای رهبری آموزشی موجب افزایش دقت مدیریت در سطح مدرسه می‌شود و اثرات مثبتی بر کیفیت یاددهی-یادگیری دارد، موضوعی که در ادبیات مرتبط با هم‌افزایی انسان و هوش مصنوعی در تصمیم‌سازی آموزشی نیز عنوان شده است (Wang, 2021).

مدل چندسطحی پژوهش نشان داد که اثرات رهبری داده‌محور مدیران تنها محدود به سطح فردی نیست، بلکه در سطح مدرسه نیز قابل مشاهده است. این یافته با پژوهش‌هایی همسو است که نشان می‌دهند رهبری دیجیتال مدیران موجب شکل‌گیری فرهنگ کلان مدرسه‌ای مبتنی بر نوآوری دیجیتال می‌شود و از طریق ایجاد محیطی فناورانه، خودکارآمدی و عملکرد معلمان را به‌طور غیرمستقیم ارتقا می‌دهد (Zhan et al., 2024). از سوی دیگر، مطالعه دیگری نشان داده است که رهبری مؤثر دیجیتال در سازمان‌های آموزشی نیازمند ترکیبی از شایستگی‌های مدیریتی، نوآوری دیجیتال و توانایی سازمان‌دهی تغییرات فناورانه است (Khurniawan et al., 2024). این یافته‌ها با نتایج پژوهش حاضر سازگار است؛ زیرا در این مطالعه نیز مشخص شد که سازمان‌های آموزشی زمانی می‌توانند از ظرفیت کامل هوش مصنوعی بهره‌برند که مدیران مدرسه توانایی راهبری تغییر و هدایت فرایندهای داده‌محور را داشته باشند.

در بخش کیفی پژوهش نیز مدیران اشاره کردند که ابزارهای هوش مصنوعی موجب بهبود فرایند نظارت بر تدریس شده و ارزیابی کیفیت تدریس را از حالت سنتی به حالت تحلیلی و مبتنی بر داده‌های دقیق تبدیل کرده‌اند. این مشاهدات با یافته‌های پژوهش‌های اخیر همخوانی دارد؛ به‌گونه‌ای که بیان می‌کنند ابزارهای هوش مصنوعی مانند بینایی ماشین، تحلیل یادگیری و پردازش زبان طبیعی می‌توانند رفتارهای کلاسی و کیفیت تدریس را با دقت بالاتری تحلیل کنند (Karakose & Tülübas, 2024). همچنین برخی مطالعات تأکید کرده‌اند که ادغام هوش مصنوعی در نظارت آموزشی موجب افزایش عدالت ارزیابی و کاهش سوگیری انسانی می‌شود (Roberts, 2024)، امری که با اظهارات مدیران شرکت‌کننده در بخش کیفی این پژوهش نیز همسو است.

همچنین یافته‌ها نشان داد که استفاده از هوش مصنوعی در تصمیم‌گیری‌های آموزشی نیازمند رهبری مسئولانه و اخلاق‌مدارانه است. مدیران در مصاحبه‌ها بیان کردند که گاهی بی‌اعتمادی نسبت به خروجی‌های هوش مصنوعی یا نگرانی درباره سوگیری الگوریتمی مانع استفاده کامل از این ابزارها می‌شود. این نگرانی‌ها در ادبیات بین‌المللی نیز مطرح شده‌اند؛ به‌عنوان مثال، برخی پژوهش‌ها با اشاره به ضرورت تدوین چارچوب‌های اخلاقی برای استفاده از هوش مصنوعی، تأکید دارند که نظام‌های آموزشی باید اصول شفافیت، پاسخ‌گویی و مسئولیت‌پذیری الگوریتمی را رعایت کنند (Shchedrina, 2024). همچنین، مطالعات مرتبط اشاره می‌کنند که پیاده‌سازی هوش مصنوعی در مدرسه تنها زمانی موفق خواهد بود که مدیران نه تنها دانش فنی کافی داشته باشند، بلکه بتوانند از منظر رهبری اخلاقی، استفاده از آن را مدیریت کنند (Khairullah, 2025).

از سوی دیگر، یافته‌های کمی نشان داد که سواد داده‌ای مدیران علاوه بر تأثیر غیرمستقیم، اثر مستقیم نیز بر کیفیت تدریس دارد. این یافته با مرور نظام‌مند پژوهش‌های مدیریت آموزشی همسو است؛ به‌طوری که نشان می‌دهد رهبری داده‌محور به‌طور مستقیم بر رفتار حرفه‌ای معلمان اثر می‌گذارد و موجب ارتقای صلاحیت‌های دیجیتال، انگیزه حرفه‌ای و عملکرد آموزشی آنها می‌شود (Norman et al., 2025). به بیان دیگر، زمانی که مدیر با تکیه بر داده‌ها تصمیم‌گیری می‌کند، معلمان نیز احساس می‌کنند که تغییرات مدرسه مبتنی بر شواهد است و این امر موجب افزایش پذیرش آنها نسبت به سیاست‌های مدرسه و بهبود عملکردشان می‌شود.

پژوهش حاضر همچنین نشان داد که تصمیم‌گیری پیش‌بین، نقش میانجی قدرتمندی میان سواد داده‌ای و کیفیت تدریس دارد. این نتیجه با مطالعاتی همخوانی دارد که بیان می‌کنند تصمیم‌گیری پیش‌بین یکی از عناصر کلیدی رهبری دیجیتال است که به مدیران کمک می‌کند نیازهای آموزشی را قبل از وقوع مشکلات تشخیص دهند (Kabanda, 2025). در همین راستا، پژوهش دیگری نیز تأکید کرده است که استفاده از تحلیل‌های پیش‌بین مبتنی بر هوش مصنوعی منجر به برنامه‌ریزی آموزشی بهتر، شناسایی سریع‌تر چالش‌های یادگیری و افزایش کارایی نظام آموزشی می‌شود (Metwalli, 2024). این یافته با مدل پژوهش حاضر مطابقت دارد و نشان می‌دهد که تصمیم‌گیری پیش‌بین مهم‌ترین حلقه اتصال میان دانش داده‌ای مدیران و کیفیت تدریس معلمان است.

در تحلیل نهایی، یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که پیاده‌سازی هوش مصنوعی در رهبری آموزشی یک پدیده چندوجهی است که شامل شایستگی‌های فنی، مدیریتی، اخلاقی و فرهنگی می‌شود. مدیرانی که در این پژوهش مشارکت داشتند تأکید کردند که موفقیت ادغام هوش مصنوعی در مدرسه عمدتاً به میزان آمادگی فرهنگی و حرفه‌ای معلمان، سطح زیرساخت‌های فناوری و سبک رهبری مدیر بستگی دارد. این یافته‌ها با مطالعات دیگری که به بررسی ابعاد رهبری دیجیتال و عوامل مؤثر بر آن پرداخته‌اند نیز همسو است؛ پژوهش‌هایی که بیان می‌کنند تحقق رهبری دیجیتال نیازمند ترکیبی از مهارت‌های فناورانه، مدیریت منابع انسانی، و فرهنگ سازمانی سازگار با نوآوری است (Ma & Ismail, 2025) و اینکه رهبری آموزشی تطبیقی در عصر فناوری نقش حیاتی در پایداری و کیفیت یادگیری دارد (Haris & Nuraeni, 2025).

بنابراین مجموعه یافته‌ها نشان می‌دهد که سواد داده‌ای مدیران زیربنای رهبری آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی است و موجب فعال‌سازی سازوکارهایی می‌شود که در نهایت به بهبود کیفیت تدریس منجر می‌گردد. تصمیم‌گیری پیش‌بین به‌عنوان مکانیزم میانجی این فرایند نقش کلیدی دارد و کیفیت تدریس به‌عنوان پیامد نهایی تحت تأثیر ساختار چندسطحی مدرسه و شیوه رهبری آن قرار می‌گیرد.

این پژوهش همچون هر مطالعه دیگری با محدودیت‌هایی روبه‌رو بوده است. نخست آنکه بخش کیفی پژوهش بر اساس مصاحبه با ۱۹ مدیر و کارشناس انجام شد و اگرچه اشباع نظری حاصل شد، اما همچنان ممکن است دیدگاه‌های دیگری در مدارس یا مناطق آموزشی متفاوت وجود داشته باشد که در این مطالعه منعکس نشده باشد. دوم، بخش کمی پژوهش بر پایه داده‌های خودگزارشی معلمان و مدیران است و ممکن است برخی پاسخ‌ها تحت تأثیر سوگیری اجتماعی یا نگرش‌های مطلوب‌نمایی قرار گرفته باشند. سوم اینکه پژوهش حاضر در سال ۱۴۰۴ و در بستر تحولات سریع فناوری انجام شده و طبیعی است که تغییرات آینده در حوزه هوش مصنوعی می‌تواند بر الگوهای رهبری آموزشی تأثیر بگذارد. بنابراین نتایج پژوهش ممکن است در سال‌های آتی نیاز به بازنگری یا تکمیل داشته باشد.

پژوهش‌های آینده می‌توانند به بررسی اثرات بلندمدت استفاده از هوش مصنوعی بر عملکرد مدارس، فرهنگ سازمانی و یادگیری دانش‌آموزان بپردازند. همچنین پیشنهاد می‌شود مطالعاتی در مقیاس بزرگ‌تر و در مناطق جغرافیایی متنوع‌تر انجام شود تا مدل ارائه‌شده از نظر فرهنگی و ساختاری اعتبارسنجی گردد. پژوهش‌های آینده می‌توانند نقش معلمان، دانش‌آموزان و والدین را در پذیرش و اثربخشی هوش مصنوعی بررسی کنند و علاوه بر آن، متغیرهای میانجی جدیدی نظیر خودکارآمدی دیجیتال معلمان یا نوآوری آموزشی را وارد مدل کنند.

در سطح عملی، توصیه می‌شود مدیران مدارس دوره‌های تخصصی در حوزه سواد داده‌ای، تحلیل پیش‌بین و مدیریت اخلاقی هوش مصنوعی بگذرانند. مدارس باید زیرساخت‌های فناورانه خود را تقویت کنند تا امکان استفاده کامل از ابزارهای هوشمند فراهم شود. همچنین پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاران آموزشی چارچوب‌های اخلاقی و اجرایی روشن‌تری برای به‌کارگیری هوش مصنوعی تدوین کنند تا مدیران و معلمان بتوانند با اطمینان بیشتری از این فناوری بهره ببرند.

تشکر و قدردانی

از تمامی کسانی که در طی مراحل این پژوهش به ما یاری رساندند تشکر و قدردانی می‌گردد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

حمایت مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

موازین اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازین و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

Extended Summary

Introduction

The rapid evolution of artificial intelligence (AI) has fundamentally reshaped leadership practices in educational settings, shifting school management away from traditional structures toward data-driven, predictive, and technology-augmented decision-making models. As schools increasingly navigate the demands of digital transformation, the competencies required of instructional leaders have broadened to include digital literacy, data analytics, algorithmic reasoning, and strategic technological stewardship. Numerous studies emphasize that educational leaders must now operate within hybrid human–AI ecosystems in which decision-making, supervision, instructional support, and performance monitoring are increasingly mediated by intelligent systems (Wang, 2021). This shift reflects a broader global trend where AI technologies not only support administrative efficiency but also enhance pedagogical quality, instructional alignment, and institutional responsiveness to student needs.

Scholars argue that successful AI integration in educational leadership is contingent upon strong digital leadership, strategic vision, and an ethical understanding of AI-related challenges, including algorithmic transparency and the responsible use of data (Khairullah, 2025). Within schools, principals function as the primary agents of digital transformation, responsible for cultivating a technology-enabled environment and fostering the competencies of teachers and staff. Research shows that AI integration in management increases the precision of decision-making, strengthens predictive capabilities regarding student performance, and supports evidence-based instructional planning (Karakose & Tülübas, 2024). Similarly, qualitative studies highlight the critical role of leaders in identifying pedagogical opportunities for AI and operationalizing them through school-wide digital strategies (Khabari, 2024).



In the broader educational landscape, concerns have also emerged surrounding AI ethics, including fairness, algorithmic bias, academic integrity, and data privacy. Institutional regulations and policy frameworks must therefore accompany AI integration, ensuring the responsible use of intelligent tools in teaching, assessment, and leadership practices (Roberts, 2024; Shchedrina, 2024). Meanwhile, the increasing complexity of digital ecosystems necessitates leaders with robust data literacy skills capable of interpreting data, evaluating algorithmic outputs, and using predictive modeling for instructional improvement. Studies confirm that leaders with higher levels of data literacy sustain better instructional outcomes, teacher performance, and overall school quality (Rahmani Tabar et al., 2024; Rahmanitabar et al., 2024).

Parallel research underscores the role of digital leadership in higher education and its influence on technological adoption, teacher professionalism, and organizational innovation (Antonopoulou et al., 2025; Khurniawan et al., 2024). Leadership theory in the digital era further argues that adaptive, agile, and transformation-oriented leaders are more successful in navigating technological disruptions and fostering high levels of teacher engagement (Haris & Nuraeni, 2025). Additionally, the literature emphasizes that emotional climate, professional development, infrastructural readiness, and supportive leadership affect the capacity of educators to implement digital pedagogy effectively (Ma & Ismail, 2025). AI adoption also influences teacher self-efficacy, intercultural competence, and employability, highlighting its multidimensional effect across institutions (Zhan et al., 2024).

Despite growing attention to AI in educational leadership globally, empirical studies examining the multilevel relationships between principals' data literacy, AI-based predictive decision-making, and teaching quality remain limited—particularly within developing educational systems. Therefore, this study aims to fill this gap by modeling the multilayered relationships among these constructs, identifying how data-literate leaders enhance teaching quality through predictive decision-making supported by AI. The study contributes to the literature by offering both qualitative insight and quantitative validation of a structural model explaining how AI-mediated leadership processes shape instructional outcomes. Drawing on this theoretical foundation, the present research investigates the multilevel connections between principals' data literacy, predictive decision-making, and teaching quality using a sequential mixed-methods design.

Methods and Materials

This study employed a sequential exploratory mixed-methods design. The qualitative phase involved in-depth semi-structured interviews with 19 school principals and educational experts selected through purposive sampling until theoretical saturation was reached. Interviews were recorded, transcribed verbatim, and analyzed using open, axial, and selective coding to extract core themes related to data literacy, AI adoption, predictive decision-making, and instructional leadership.

The qualitative results informed the construction of the quantitative research model. In the second phase, a sample of 384 teachers and principals from multiple schools participated in a survey measuring data literacy, predictive decision-making, and teaching quality. Three validated questionnaires were used, each assessed for content validity and reliability during a pilot study. Data were analyzed using SPSS and SmartPLS. The analysis included descriptive statistics, measurement model evaluation (reliability, convergent and discriminant validity), and structural equation modeling with multilevel path analyses to test the hypothesized relationships and indirect effects.

Findings

Qualitative findings revealed five major categories: AI-enabled predictive supervision, data-driven decision-making, enhanced instructional monitoring, development of principals' data literacy, and mechanisms through which AI influences



teaching quality. Participants described AI as a transformative tool that supports early identification of instructional problems, provides real-time analytics on classroom performance, and enhances the precision of school management practices.

Quantitative descriptive results showed above-average means for all major variables: principals' data literacy scored high, predictive decision-making was strongly represented, and teaching quality ratings were consistently positive. Measurement model assessment confirmed strong internal reliability, high composite reliability, and acceptable values for average variance extracted.

Structural model results indicated three significant direct effects. Data literacy significantly predicted predictive decision-making ($\beta = 0.63$), predictive decision-making significantly influenced teaching quality ($\beta = 0.48$), and data literacy had a direct yet smaller effect on teaching quality ($\beta = 0.27$). The mediation analysis demonstrated a significant indirect effect of data literacy on teaching quality via predictive decision-making ($\beta = 0.30$), confirming a partial mediation. The multilevel model also showed that school-level variations contributed meaningfully to teaching quality, validating the hierarchical nature of the phenomenon.

Discussion and Conclusion

The findings of this study demonstrate that AI-driven educational leadership operates through a dynamic interplay between principals' data literacy, their capacity for predictive decision-making, and the quality of classroom instruction. Data literacy emerged as the foundational element enabling school leaders to interpret digital information, understand algorithmic insights, and apply analytical reasoning to educational problems. As leaders become more proficient in interpreting data, they are better equipped to recognize emerging patterns, diagnose instructional weaknesses, and implement targeted interventions.

Predictive decision-making played a central mediating role, suggesting that AI tools enhance not only the accuracy of leaders' judgments but also their ability to anticipate instructional challenges before they escalate. This future-oriented decision-making strengthens the alignment between school improvement efforts and actual classroom needs, leading to more effective pedagogical support and better teaching performance overall. The presence of both direct and indirect effects indicates that data literacy influences teaching quality both independently and through the more advanced mechanism of predictive reasoning.

The multilevel structure of the model highlights the importance of school context, organizational culture, and leadership climate. Variability across schools suggests that AI-empowered leadership practices flourish within environments that value innovation, support technological adoption, and provide adequate infrastructure for data-driven work. Additionally, the qualitative insights showed that leaders perceive AI as a tool that can enhance fairness in evaluation, improve instructional oversight, and increase the accuracy of teacher performance assessments.

In conclusion, the study provides a comprehensive framework demonstrating that AI-driven instructional leadership is most effective when school principals possess strong data literacy skills and are able to translate AI-generated insights into predictive, strategic, and instructionally relevant decisions. These findings contribute to a deeper understanding of how AI technologies can support school leadership and improve teaching quality through multilevel mechanisms of influence.

References

Antonopoulou, H., Matzavinou, P., Γιαννούκου, I., & Halkiopoulos, C. (2025). Teachers' Digital Leadership and Competencies in Primary Education: A Cross-Sectional Behavioral Study. *Education Sciences*, 15(2), 215. <https://doi.org/10.3390/educsci15020215>



- Haris, A., & Nuraeni, N. (2025). Adaptive Leadership in the Era of Disruption: Integrating Digital Transformation, Organizational Culture, and Teacher Performance (A Case Study of Muhammadiyah High Schools in Cianjur Regency). *Dinasti International Journal of Education Management and Social Science*, 6(2), 1649-1661. <https://doi.org/10.38035/dijemss.v6i2.3961>
- Kabanda, M. N. (2025). Artificial Intelligence Integration in Higher Education: Enhancing Academic Processes and Leadership Dynamics. *Eiki Journal of Effective Teaching Methods*, 3(1). <https://doi.org/10.59652/jetm.v3i1.404>
- Karakose, T., & Tülübas, T. (2024). School Leadership and Management in the Age of Artificial Intelligence (AI): Recent Developments and Future Prospects. *Educational process: international journal*, 13(1), 7-14. <https://doi.org/10.22521/edupij.2024.131.1>
- Khabari, K. (2024). Identifying areas for the application of artificial intelligence in education: A qualitative study. *Journal of Educational Leadership and Management*, 18(2). <https://www.magiran.com/paper/2802916/identifying-the-fields-of-applying-artificial-intelligence-in-education-qualitative-research?lang=en>
- Khairullah, S. A. (2025). Implementing Artificial Intelligence in Academic and Administrative Processes Through Responsible Strategic Leadership in the Higher Education Institutions. *Frontiers in Education*, 10. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1548104>
- Khurniawan, A. W., Irmawaty, I., & Supriadi, D. (2024). The Impact of Digital Leadership on Digital Transformation in University Organizations: An Analysis of Students' Views. *Perspectives of Science and Education*, 67(1), 677-690. <https://doi.org/10.32744/pse.2024.1.38>
- Ma, H., & Ismail, L. (2025). Empowering Language teacher educators: the impact of training, emotions, leadership, and infrastructure on digital pedagogy and the facilitation of future teachers' competence. *Education and Information Technologies*, 1-27. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13700-8>
- Metwalli, M. M. A. S. (2024). *Artificial intelligence in educational leadership: Challenges and opportunities* Liverpool John Moores University]. Liverpool John Moores University. https://www.researchgate.net/profile/Marwa-Metwalli/publication/387931225_ARTIFICIAL_INTELLIGENCE_IN_EDUCATIONAL_LEADERSHIP_CHALLENGES_AND_OPPORTUNITIES/links/67824a5432c79152e3ccd41a/ARTIFICIAL-INTELLIGENCE-IN-EDUCATIONAL-LEADERSHIP-CHALLENGES-AND-OPPORTUNITIES.pdf
- Norman, E., Masruri, A., Wahid, J., & Hasbian, Y. (2025). Managing Teacher Competence Improvement through Leadership, Professional Development, and Digital Innovation: A Systematic Literature Review. *Journal of Educational Management Research*, 4(6), 2135-2170. <http://serambi.org/index.php/jemr/article/view/1237>
- Rahmani Tabar, Z., Khorshidi, A., Eraqiyeh, A. R., Barzegar, N., & Faghih Aram, B. (2024). Identifying the Constructive Components of Digital Leadership for Managers of Islamic Azad University. *Journal of Jahandishapur Development of Education*, 15(3). https://edj.ajums.ac.ir/article_204964.html
- Rahmanitabar, Z., Khorshidi, A., Araghiyeh, A., Barzegar, N., & Faqih Aram, B. (2024). Identifying the components of digital leadership for managers of Islamic Azad University. *Journal of Jundishapur Education Development*, 15(3). <https://doi.org/10.61838/kman.ijimob.3.4.1>
- Roberts, A. B. (2024). The Role of Artificial Intelligence in Schools: A Case of Policy Formation. *Journal of Cases in Educational Leadership*. <https://doi.org/10.1177/15554589241299320>
- Shchedrina, M. (2024). Peculiarities of Use of Generative Artificial Intelligence in Codes of Academic Integrity in Higher Education Institutions of Singapore. *International Scientific Journal of Universities and Leadership*(17), 154-163. <https://doi.org/10.31874/2520-6702-2024-17-154-163>
- Wang, Y. (2021). Artificial Intelligence in Educational Leadership: A Symbiotic Role of Human-Artificial Intelligence Decision-Making. *Journal of Educational Administration*, 59(3), 256-270. <https://doi.org/10.1108/jea-10-2020-0216>
- Zhan, H., Cheng, K. M., Wijaya, L., & Zhang, S. (2024). Investigating the Mediating Role of Self-Efficacy Between Digital Leadership Capability, Intercultural Competence, and Employability Among Working Undergraduates. *Higher education, skills and work-based learning*. <https://doi.org/10.1108/HESWBL-02-2024-0032>