



مروری بر ارزیابی بلوغ دیجیتال در آموزش الکترونیکی مدارس با رویکرد سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری (DSS) و روش‌های AHP-TOPSIS

مهدی علیرضانژاد^۱، علیرضا عباسی روشن^۲

^۱استادیار گروه کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه

me.alirezanejad@gmail.com

^۲کارشناس ارشد مهندسی فناوری اطلاعات، موسسه مارلیک نوشهر

abbasiroshanalireza@gmail.com

چکیده

تحول دیجیتال در نظام‌های آموزشی به‌عنوان یکی از ارکان اصلی نوآوری و بهبود کیفیت یادگیری شناخته می‌شود. با وجود سرمایه‌گذاری‌های گسترده در فناوری و زیرساخت‌های آموزشی، بسیاری از نظام‌های آموزشی، از جمله مدارس ایران، هنوز فاقد چارچوب‌های علمی و بومی برای ارزیابی بلوغ دیجیتال آموزش الکترونیکی هستند. این مقاله مروری با هدف بررسی مطالعات و مدل‌های موجود در حوزه بلوغ دیجیتال، به تحلیل ابعاد، شاخص‌ها و روش‌های ارزیابی با تأکید بر سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری (DSS) می‌پردازد. در این راستا، از ترکیب روش‌های فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) برای وزن‌دهی معیارها و روش تاپسیس (TOPSIS) برای رتبه‌بندی سطوح بلوغ استفاده شده است. مرور ادبیات نشان می‌دهد که ابعاد «فناورانه»، «منابع انسانی»، «فرهنگی» و «مدیریتی» بیشترین نقش را در تبیین بلوغ دیجیتال ایفا می‌کنند. همچنین، به‌کارگیری نسخه‌های فازی AHP-TOPSIS به‌عنوان رویکردی مؤثر در مدیریت ابهام و ارتقای دقت تصمیم‌گیری مورد توجه قرار گرفته است. نتایج مرور نشان می‌دهد که معیارهای مربوط به فرآیندهای آموزشی، رهبری و فرهنگ دیجیتال بیشترین تأثیر را در دستیابی به سطوح بالاتر بلوغ دارند، در حالی که چالش‌های زیرساختی و نابرابری دسترسی، موانع اصلی توسعه آموزش دیجیتال محسوب می‌شوند. در نهایت، این مقاله با تلفیق یافته‌های نظری و تجربی، چارچوبی مرجع برای طراحی مدل‌های بومی ارزیابی بلوغ دیجیتال و پشتیبانی تصمیم در سیاست‌گذاری آموزشی پیشنهاد می‌کند.

واژه‌های کلیدی: بلوغ دیجیتال، سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری (DSS)، تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، روش ایده‌آل‌پذیری (TOPSIS).

۱- مقدمه

بحران جهانی کووید-۱۹، نظام‌های آموزشی را به سمت دیجیتالی‌سازی شتابان داد و آموزش مجازی را به بخش جدایی‌ناپذیر فعالیتهای آموزشی تبدیل کرد (Murphy, 2020). در ایران نیز، این تحول با سرعت قابل توجهی دنبال شد و وزارت آموزش و پرورش طرح‌های متعددی را برای تجهیز مدارس به زیرساخت‌های دیجیتال و تولید محتوای الکترونیکی اجرا نمود. با این حال، این گذار سریع، بدون یک ارزیابی دقیق از وضعیت موجود، با چالش‌هایی از جمله نابرابری در دسترسی به فناوری، عدم آمادگی کافی معلمان و عدم همسویی میان سیاست‌های کلان و اجرای مدرسه‌ای مواجه است (یوسفی و همکاران، ۲۰۲۲). این چالش‌ها لزوم ایجاد یک شکاف دیجیتال شده و اثربخشی تحول دیجیتال را به خطر می‌اندازد.

در چنین شرایطی، وجود یک مدل ارزیابی بلوغ دیجیتال که بتواند وضعیت مدارس را به صورت عینی و چندبعدی بسنجد، ضروری است. چنین مدلی به مدیران کمک می‌کند تا نقاط قوت و ضعف خود را شناسایی کرده و منابع را به صورت هدفمند تخصیص دهند. مدل‌های بلوغ دیجیتال سنتی که عمدتاً بر معیارهای فناورانه متمرکز بودند، برای ارزیابی اکوسیستم‌های پیچیده آموزشی مانند مدارس که در آن ابعاد انسانی، فرهنگی و مدیریتی نیز نقش کلیدی دارند، ناکافی هستند (Vial, 2021; UNESCO, 2024).

این پژوهش با هدف ارزیابی بلوغ دیجیتال آموزش الکترونیکی مدارس با رویکرد سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری (DSS) و تلفیق روش‌های AHP-TOPSIS انجام شد که هم جنبه‌های فناورانه و انسانی را در بر می‌گیرد. این چارچوب با الهام از رویکرد انسان‌محور، تحلیل یادگیری و مکانیسم‌های مشارکت ذی‌نفعان طراحی شده است تا بتواند ارزیابی واقع‌بینانه‌ای و زمینه‌مند را فراهم کند. هدف نهایی، ارائه یک ابزار علمی و عملیاتی برای سیاست‌گذاران و مدیران آموزشی است تا بتوانند مسیر تحول دیجیتال مدارس را به صورت اثربخش و پایدار هدایت کنند.

۲. مبانی نظری و ادبیات

۲-۱. بلوغ دیجیتال در آموزش

بلوغ دیجیتال به توانایی یک سازمان برای بهره‌بردن از فرصت‌های دیجیتال در راستای اهداف استراتژیک خود اشاره دارد (Wibbert et al., 2021). مدل‌های بلوغ مختلفی وجود دارند، اما اکثر آن‌ها بر سطوحی ثابتی استوار هستند که از سطح آغازین تا پیشرفته متغیر است (Paulkner, 2020). در این پژوهش، از یک رویکرد پویا استفاده می‌شود که در آن، بلوغ به عنوان یک فرآیند تکاملی و یادگیرنده در نظر گرفته می‌شود که باید با زمینه فرهنگی و سازمانی هر مدرسه تطبیق یابد (Mahyarni & Okfalisa, 2024).

۲-۲. رویکرد انسان‌محور در تحول دیجیتال

تحول دیجیتال موفق، فراتر از پیاده‌سازی فناوری، نیازمند تمرکز بر انسان است (Vial, 2021). رویکرد انسان‌محور تأکید دارد که فناوری باید در خدمت توانمندسازی معلمان و دانش‌آموزان قرار گیرد و ارزش‌هایی مانند عدالت، کرامت و یادگیری معنادار را ترویج کند (UNESCO, 2024). این رویکرد با چالش‌های مدل‌هایی که صرفاً به بهره‌وری فناورانه می‌پردازند، تفاوت دارد و از تحول دیجیتال انسانی و پایدار حمایت می‌کند.

۲-۳. تحلیل یادگیری به عنوان ابزار تصمیم‌گیری

تحلیل یادگیری، گردآوری، تحلیل و گزارش داده‌های آموزشی برای درک و بهبود فرآیندهای یادگیری است (Siemens & Long, 2023). در این چارچوب، تحلیل یادگیری به عنوان یک ابزار کلیدی برای تصمیم‌گیری شخصی‌سازی‌شده، شناسایی

¹ Decision Support System

² TOPSIS and AHP-Based Multi-Criteria Decision-Making Approach for Evaluating

دانش‌آموزان در معرض خطر و بهبود تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد برای معلمان و مدیران به کار می‌رود (Ferguson, 2022). با این حال، استفاده از داده‌ها باید همواره با اصول اخلاقی و حریم خصوصی همراه باشد (Williamson, 2021).

۲-۴. سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری (DSS)

سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری (DSS)، یک سیستم کامپیوتری است که از داده‌ها، مدل‌های تحلیلی و دانش کاربر برای حل مسائل نیمه‌ساختاریافته استفاده می‌کند (Fakeeh & Ph, 2023). در آموزش، DSS ارزیابی بلوغ دیجیتال و تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر شواهد را تسهیل می‌کند (Eickelmann & Gerick, 2022). تلفیق AHP-TOPSIS در DSS، وزندهی معیارها (AHP) و رتبه‌بندی گزینه‌ها (TOPSIS) را ترکیب می‌کند تا ارزیابی دقیق‌تری ارائه دهد (Sharmin et al., 2024). نسخه فازی (F-AHP-TOPSIS)، با استفاده از منطق فازی، عدم قطعیت و ابهام در قضاوت‌های انسانی را مدیریت می‌کند، که در مدل بلوغ دیجیتال حیاتی است زیرا بلوغ یک مفهوم کیفی و پویا است (Kahraman et al., 2023). این رویکرد، ارتباطات قوی با مدل بلوغ برقرار می‌کند زیرا سطوح بلوغ را با معیارهای وزنی فازی ارزیابی کرده و نقاط ضعف را شناسایی می‌کند (Awasthi et al., 2025). نسخه هیبریدی F-AHP-TOPSIS، به عنوان یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره، عدم قطعیت‌های ذهنی را با استفاده از مجموعه‌های فازی نوع-۲ مدیریت می‌کند و برای ارزیابی بلوغ دیجیتال در محیط‌های آموزشی پیچیده مناسب است (Kahraman et al., 2023). در ادبیات اخیر، این روش برای اولویت‌بندی ابزارهای داده‌کاوی در آموزش استفاده شده و دقت ارزیابی را افزایش می‌دهد (BMC Medical Informatics, 2024). در ایران، مدل بلوغ دیجیتال مدارس بر اساس استانداردهای جهانی طراحی شده و ابعاد فرهنگی را در نظر می‌گیرد (JUAC, 2025).

۲-۵. مدل چهارگانه هلیکس

مدل‌های بلوغ دیجیتال سنتی، مانند مدل CMMI^۳، سطوحی از آغازین تا پیشرفته را تعریف می‌کنند (Paulkner, 2020). مدل OECD^۴(2023) برای آموزش، ابعاد دیجیتال را شامل دستگاه‌ها، مهارت‌ها و سیاست‌ها می‌داند. در آموزش عالی، مدل دیجیتال توسعه‌یافته برای کشورهای در حال توسعه، بر رهبری و همکاری تمرکز دارد (Dinasti Pub, 2025). سیستم پیشنهادی در این مقاله، با تلفیق AHP-TOPSIS در DSS، از DSS برای ارزیابی استفاده می‌کند. DSS، سیستم‌هایی هستند که تصمیم‌گیری را با مدل‌های تحلیلی انجام می‌دهند (Sharda et al., 2024). مدل چهارگانه هلیکس شامل تعامل چهار بازیگر کلیدی: دانشگاه، صنعت، دولت و جامعه است (Moore et al., 2022). این مدل تأکید می‌کند که نوآوری و تحول در یک اکوسیستم زمانی موفقیت‌آمیز است که این چهار بازیگر به صورت فعال با یکدیگر تعامل کنند. در این پژوهش، این مدل برای شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای کلیدی در ارزیابی بلوغ مدارس به کار گرفته می‌شود.

³ Analytic Hierarchy Process

⁴ The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution is a multi-criteria decision analysis method

⁵ Fuzzy AHP-TOPSIS

⁶ Capability Maturity Model Integration

⁷ Organisation for Economic Co-operation and Development



شکل ۱. مدل مشارکت مارپیچ چهارگانه هلیکس (منبع: مرادی، شیما. ۱۳۹۹)

۲-۶. سیستم جامع تصمیم‌گیری

در سیستم جامع تصمیم‌گیری برای انتخاب استراتژی بهینه در محیط‌های پیچیده از SWOT/TOWS برای تولید گزینه‌های استراتژیک استفاده می‌کند، سپس با SF-AHP آن‌ها را به‌صورت علمی ارزیابی می‌کند، و در نهایت با مدیریت و پایش مداوم، استراتژی برگزیده را در چرخه یادگیری سازمانی نگه می‌دارد. فرایند گام‌به‌گام برای تعریف و انتخاب استراتژی سازمانی به‌صورت زیر می‌باشد، که بر اساس ترکیب روش‌های SWOT، TOWS و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی کروی (SF-AHP) طراحی شده است. هدف آن، ارزیابی و انتخاب بهترین استراتژی سازمانی با در نظر گرفتن عوامل محیطی، درونی و وزندهی فازی است (Recorded Future. 2025).

۲-۶-۱. مراحل اصلی تدوین استراتژی (۹ گام)

- هر گام یکی از مراحل کلیدی در برنامه‌ریزی استراتژیک را نشان می‌دهد:
۱. تعریف چشم‌انداز: تعیین جهت‌گیری کلان سازمان و هدف نهایی آینده.
۲. تحلیل: شناسایی نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها.
۳. تحلیل TOWS: ترکیب عوامل SWOT برای استخراج استراتژی‌ها.
۴. تعریف و انتخاب استراتژی: در این گام از روش SF-AHP برای ارزیابی و انتخاب بهترین استراتژی استفاده می‌شود.
۵. تعریف دیدگاه‌ها: تعیین چشم‌اندازها یا حوزه‌های کلیدی (مثلاً مالی، مشتری، فرآیندهای داخلی، یادگیری و رشد).
۶. تعریف شاخص‌ها: تعریف شاخص‌های کمی و کیفی برای ارزیابی موفقیت استراتژی.
۷. محاسبه: انجام محاسبات عددی و وزندهی برای تعیین اولویت‌ها و نتایج.
۸. ایجاد برنامه‌های عملی: طراحی اقدامات اجرایی برای پیاده‌سازی استراتژی منتخب.
۹. مدیریت و پایش: نظارت بر اجرای استراتژی، بازخوردگیری و اصلاح در صورت نیاز (Zhang, C.et. al, 2022)

۲-۶-۲. فرآیند SF-AHP

این قسمت نشان می‌دهد که در مرحله ۴، انتخاب استراتژی چگونه با روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی کروی (SF-AHP) انجام می‌شود. این روش برای تصمیم‌گیری در شرایط عدم قطعیت به کار می‌رود و شامل مراحل زیر است:

⁸ Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats

⁹ Spherical Fuzzy AHP

۱. ساختار سلسله‌مراتبی با سه سطح: هدف، معیارها و گزینه‌ها (استراتژی‌ها).
۲. مقایسه‌ی زوجی معیارها و گزینه‌ها با استفاده از اصطلاحات زبانی فازی (مثل «خیلی زیاد»، «متوسط»، «کم»).
۳. بررسی سازگاری مقایسه‌ها تا از منطقی بودن قضاوت‌ها اطمینان حاصل شود.
۴. محاسبه وزن‌های محلی معیارها و گزینه‌ها بر اساس مقایسات فازی.
۵. ترکیب وزن‌های محلی در لایه‌های سلسله‌مراتب برای به‌دست آوردن وزن نهایی هر گزینه.
۶. تبدیل مقادیر فازی به عدد قطعی برای رتبه‌بندی نهایی استراتژی‌ها (Sarwar, M., et al. 2023).

۳. تحلیل یافته‌ها

۳-۱. وزن‌دهی معیارها با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (F-AHP)

برای افزایش دقت و در نظر گرفتن ابهام ذهنی و عدم قطعیت در قضاوت‌های خبرگان، از نسخه فازی در تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده می‌شود. این رویکرد به ما اجازه می‌دهد تا به جای اعداد قطعی (مثلاً ۱ تا ۹)، از اعداد فازی مثلثی (TFNs) برای بیان مقایسات زبانی استفاده کنیم. این کار به ویژه در محیط‌های پیچیده فرهنگی و سازمانی مانند مدارس که ممکن است خبرگان نظرات متفاوتی داشته باشند، بسیار مفید است (Saaty, T. L. 2023).

۳-۲. مراحل اجرای Fuzzy-AHP

۱. ساختار سلسله‌مراتبی: مدل شامل هدف اصلی (بلوغ دیجیتال مدارس ایران) در سطح اول، چند بُعد اصلی در سطح دوم و چند زیرمعیار در سطح سوم قرار دارد.
 ۲. تعیین مقیاس مقایسه‌های زوجی: خبرگان اهمیت نسبی هر معیار را در مقایسه با سایر معیارها با استفاده از مقیاس‌های زبانی (مثلاً: "اهمیت معیار A نسبت به معیار B چقدر است؟") ارزیابی کنند.
 ۳. ساخت ماتریس مقایسات زوجی: برای هر مقایسه، یک ماتریس مقایسه زوجی فازی ساخته می‌شود.
 ۴. محاسبه وزن نهایی: با استفاده از روش میانگین هندسی^۱ برای ترکیب نظر خبرگان، وزن نهایی هر معیار و زیرمعیار محاسبه می‌شود.
 ۵. اعتبارسنجی سازگاری: با محاسبه نسبت سازگاری (CR) اطمینان‌پذیری می‌شود.
- این نتایج به وضوح نشان می‌دهد که از دیدگاه خبرگان، فرآیندهای آموزشی و یادگیری مهم‌ترین معیار برای ارزیابی بلوغ دیجیتال مدارس ایران است (IJIMES. 2025).

۳-۳. رتبه‌بندی مدارس با استفاده از روش TOPSIS

پس از تعیین وزن معیارها، برای رتبه‌بندی مدارس از روش ایده‌آل‌پذیری (TOPSIS) استفاده می‌شود. TOPSIS یک تکنیک چندمعیاره مبتنی بر مقایسه‌ها به راه حل ایده‌آل^۳ و راه حل غیرایده‌آل^۴ کار می‌کند. نتایج رتبه‌بندی مدارس نشان داد که مدارس در سطوح "عملیاتی فرآیندی" (مبتنی بر فرآیندها و بهره‌وری) بالاترین امتیاز را کسب کرده‌اند، در حالی که در سطوح "استراتژی دیجیتال" امتیاز پایینی‌تری دارند. این نشان می‌دهد که مدارس ایران بیشتر

¹ Triangular Fuzzy Numbers	0
¹ Geometric Mean	1
¹ Consistency Ratio	2
¹ Positive Ideal Solution	3
¹ Negative Ideal Solution	4

در حال اجرای فرآیندهای روزمره با استفاده از ابزارهای دیجیتال هستند اما هنوز در سطح استراتژی و فرهنگ دیجیتال ضعف دارند (Aun, V., & Clarke, V2019).

این رتبه‌بندی نشان می‌دهد که مدارس برتر، مدرسی هستند که در فرآیندهای آموزشی و یادگیری خود پیشرفت کرده‌اند، اما همچنان در سطوح استراتژی و فرهنگ دیجیتال ضعف دارند. این یافته، نیاز به توسعه استراتژی و فرهنگ دیجیتال را در این مدارس بیش از پیش از هر اقدام دیگری ضروری می‌کند (Power, D. J. 2023).

۳-۴. مراحل اجرای TOPSIS

۱. ایجاد ماتریس تصمیم: ماتریسی ($N \times M$) که در آن هر مدرسه (N مدرسه) بر اساس هر زیرمعیار (M) امتیاز گرفته‌است.

۲. نرمال‌سازی ماتریس: برای حذف اثر مقیاس‌های مختلف، از نرمال‌سازی استفاده شود زیرا همه‌ی معیارها یک مقیاس مشترک دارند (مثلاً هزینه و سودآوری، به‌طوری که هزینه کمتر بهتر و سودآوری بیشتر مطلوب است).

۳. محاسبه راه حل ایده‌آل (A) و راه حل غیرایده‌آل ($-A$): برای هر معیار، بهترین (حداکثر) و بدترین (حداقل) امتیاز شناسایی می‌شود.

۴. محاسبه فاصله ایده‌آل از راه حل‌ها: فاصله ایده‌آل و فاصله راه حل غیرایده‌آل برای هر مدرسه محاسبه می‌شود.

۵. محاسبه امتیاز نهایی: امتیاز نهایی برای هر مدرسه محاسبه می‌شود (DCM ATU. 2024).

۴. چگونگی ارزیابی بلوغ دیجیتال آموزش الکترونیکی با DSS و AHP-TOPSIS

ارزیابی بلوغ دیجیتال در آموزش الکترونیکی مدارس، نیازمند یک رویکرد سیستماتیک است که DSS به عنوان هسته مرکزی آن عمل می‌کند. DSS، به عنوان یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری، از داده‌های ورودی (مانند عملکرد مدارس)، مدل‌های تحلیلی (مانند: AHP-TOPSIS) و خروجی‌های تصمیم‌گیری (مانند رتبه‌بندی و پیشنهادات بهبود) تشکیل شده است (Fakeeh & Ph, 2023). در این رویکرد، ابتدا معیارها و زیرمعیارها با استفاده از F-AHP وزن‌دهی می‌شوند. F-AHP، نسخه گسترش‌یافته AHP است که با استفاده از اعداد فازی مثلثی (TFNs)، ابهامات ذهنی خبرگان را مدیریت می‌کند (Chang, 2023). در واقع، F-AHP، روشی برای تصمیم‌گیری چندمعیاره است که عدم قطعیت را با منطق فازی ادغام می‌کند تا وزن‌های دقیق‌تری برای معیارها ارائه دهد (Kahraman et al., 2023).

۴-۱. مراحل ارزیابی

۱. جمع‌آوری داده‌ها: از پنل خبرگان (معلم، مدیران، سیاست‌گذاران) برای مقایسه زوجی معیارها استفاده می‌شود.

۲. وزن‌دهی با F-AHP: ماتریس مقایسه فازی ساخته شده و وزن‌ها محاسبه می‌شود. برای مثال، در مدارس ایران، فرآیندهای آموزشی بالاترین وزن را دریافت می‌کنند (۰٫۲۸۵).

۳. رتبه‌بندی با Fuzzy TOPSIS: مدارس بر اساس نزدیکی به راه‌حل ایده‌آل فازی رتبه‌بندی می‌شوند. TOPSIS، روشی برای انتخاب گزینه برتر بر اساس فاصله از ایده‌آل مثبت و منفی است (Tzeng & Huang, 2024). نسخه فازی آن، ابهامات را با TFNs مدیریت می‌کند (Awasthi et al., 2025).

۴. ادغام در DSS: سیستم، نتایج را برای تصمیم‌گیری‌های پویا ارائه می‌دهد، مانند تخصیص منابع به مدارس ضعیف.

سطوح بلوغ (از پایه تا پیشرفته) را با امتیازات فازی نقشه‌برداری می‌کند، که ابهامات فرهنگی ایران را حل می‌کند (Albayrak & Erensal, 2024).

این فرایند معمولاً در پژوهش‌های مرتبط با تحول دیجیتال و ارزیابی سطح بلوغ دیجیتال سازمان‌ها به کار می‌رود. در ادامه، به توضیح هر مرحله توضیح می‌پردازیم:

۱. ارزیابی وضعیت موجود: در این گام، وضعیت فعلی سازمان از نظر بلوغ دیجیتال بررسی می‌شود؛ شامل فرایندها، فناوری‌ها، مهارت‌ها و زیرساخت‌های موجود.

۲. آشنایی با ساختار مدل و روش‌های محاسبه: پژوهشگران یا مدیران با مدل مفهومی ارزیابی (مثلاً مدل AHP یا مدل بلوغ دیجیتال) و روش محاسبه شاخص‌ها آشنا می‌شوند.
۳. تعیین وزن اهمیت ابعاد: ابعاد مختلف بلوغ دیجیتال (مانند فناوری، منابع انسانی، رهبری، فرهنگ سازمانی، فرآیندها و غیره) بر اساس اهمیت نسبی آن‌ها وزن‌دهی می‌شوند.
۴. طبقه‌بندی ابعاد با استفاده از روش AHP: در این مرحله از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) برای مقایسه زوجی ابعاد و تعیین وزن نهایی آن‌ها استفاده می‌شود.
۵. "آیا شاخص ناسازگاری قابل قبول است؟": اگر نرخ ناسازگاری محاسبات AHP کمتر از حد مجاز باشد (معمولاً > 0.1)، نتایج پذیرفته می‌شود؛ در غیر این صورت باید محاسبات تکرار گردد.
۶. ارزیابی بلوغ دیجیتال فعلی در مؤلفه‌های تحول دیجیتال: سطح فعلی بلوغ هر بعد از تحول دیجیتال اندازه‌گیری می‌شود.
۷. اصلاح وزن هر مؤلفه در صورت نیاز: اگر نتایج غیرواقعی یا ناسازگار باشد، وزن مؤلفه‌ها اصلاح می‌شود.
۸. اصلاح سطح بلوغ دیجیتال مطلوب: در این مرحله سطح هدف (مطلوب) بلوغ دیجیتال تنظیم می‌شود تا با استراتژی و ظرفیت سازمان سازگار باشد.
۹. تحلیل نتایج: نتایج به‌دست‌آمده از مراحل قبل تحلیل و با وضعیت مطلوب مقایسه می‌شود.
۱۰. تعیین اولویت فعالیت‌های بهبود: بر اساس تحلیل شکاف‌ها، فعالیت‌هایی که بیشترین تأثیر را در بهبود بلوغ دیجیتال دارند، اولویت‌بندی می‌شوند.
۱۱. پایش اجرای فعالیت‌ها: پیشرفت اجرای برنامه‌های بهبود به‌صورت مستمر بررسی می‌شود و در صورت نیاز بازنگری صورت می‌گیرد.
۱۲. چرخه بازگشتی: در صورت عدم رضایت از نتایج یا عدم تحقق اهداف، فرایند از مراحل ارزیابی و اصلاح مجدداً تکرار می‌شود. به این ترتیب، سیستم نوعی چرخه بهبود مستمر را تشکیل می‌دهد (Frontiers in Education, 2025).

۵. چالش‌ها و تحلیل تطبیقی

۵-۱. چالش‌های فناوریانه

در ایران، چالش‌های فناوریانه شامل عدم دسترسی پایدار به اینترنت و تجهیزات دیجیتال است (ResearchGate, 2024). بر اساس گزارش‌ها، نابرابری در پهنای باند، یادگیری الکترونیکی را مختل می‌کند (SCRD, 2025). عدم دسترسی پایدار به اینترنت در مناطق روستایی ایران، که پس از کووید تشدید شده، یادگیری الکترونیکی را مختل می‌کند (Heliyon, 2024). در استفاده از DSS با AHP-TOPSIS، چالش فناوریانه شامل نیاز به نرم‌افزارهای پیچیده برای محاسبات فازی است که ممکن است در مدارس ایران دسترسی‌پذیر نباشد (IEOM Society, 2023).

۵-۲. چالش‌های فرهنگی و مدیریتی

مقاومت فرهنگی به E-learning به دلیل ترجیح آموزش حضوری سنتی (PMC, 2024)، فقدان حمایت دولتی و منابع مالی (JMR USB, 2025)، عدم زیرساخت ملی برای پشتیبانی از آموزش مجازی (Medical Education Bulletin, 2025) چالش‌های فرهنگی و مدیریتی می‌باشد. در DSS، چالش فرهنگی شامل مقاومت خبرگان به قضاوت‌های فازی است و مدیریتی شامل ادغام داده‌های ناهمگن می‌باشد (Rahman et al., 2024).

۵-۳. چالش‌های انسانی

کمبود مهارت‌های دیجیتال و نگرانی‌های اخلاقی در استفاده از داده‌ها از مهمترین چالش‌های انسانی می‌باشد (Williamson, 2021). در ایران، نرخ پایین سواد داده‌ای دانش‌آموزان چالش اصلی است (Tehran Times, 2025). کمبود مهارت‌های

دیجیتال معلمان (ScienceDirect, 2025) در Fuzzy AHP-TOPSIS از دیگر چالش‌ها بوده و همچنین چالش انسانی شامل پیچیدگی تفسیر نتایج فازی برای مدیران غیرمتخصص است (Kahraman et al., 2023).

۴-۵. تحلیل تطبیقی

در مقایسه با کشورهای پیشرفته مانند انگلستان، در ایران عقب‌ماندگی در زمینه زیرساخت مشاهده می‌شود، اما در فرهنگ یادگیری مشابه چالش‌های کشورهای در حال توسعه می‌باشد (UNESCO, 2023). تجارب نشان می‌دهد که F-AHP-TOPSIS در ارزیابی اثربخشی E-learning، چالش‌های ابهام را حل می‌کند (Sharmin et al., 2024). تحلیل تطبیقی نشان می‌دهد که این چالش‌ها مشابه کشورهای در حال توسعه مانند ترکیه است، جایی که F-AHP-TOPSIS برای حل عدم قطعیت‌ها استفاده شده است (Akargöl et al., 2025).

۵-۵. راه کارهای موجود

راه حل فناورانه: سرمایه‌گذاری در زیرساخت پایدار، مانند برنامه "ایران دیجیتال" برای هوش مصنوعی در مدارس (Tehran Times, 2025). برای DSS، استفاده از نرم‌افزارهای وب‌بیس برای محاسبات فازی (Journal EBizMark, 2025).
راه حل فرهنگی: برنامه‌های آموزشی برای تغییر فرهنگ (EdTech Magazine, 2025).
راه حل مدیریتی: استفاده از DSS برای تصمیم‌گیری (ResearchGate, 2025).
راه حل انسانی: آموزش مهارت‌های دیجیتال (OECD, 2023).

۶-۵. تجارب بین‌المللی

در چین، تلفیق AHP-TOPSIS برای انتخاب فناوری آموزشی موفق بوده (IEEE, 2025). در آمریکا، مدل‌های بلوغ با تمرکز بر تحلیل یادگیری، بهبود کیفیت را نشان داده (Prosci, 2025). کاربرد F-AHP-TOPSIS در ارزیابی شایستگی‌های دیجیتال، ابهامات را کاهش داده است (ResearchGate, 2025). در آموزش عالی، این روش برای ارزیابی^{۱۷} LMS و تخصیص منابع استفاده شده است (Deb et al., 2023). در لیتوانی، F-AHP-TOPSIS برای ارزیابی ماثول‌های یادگیری از راه دور استفاده شده و دقت ارزیابی را افزایش داده است (Awasthi et al., 2025). در ترکیه، Pythagorean F-AHP-TOPSIS برای انتخاب پلتفرم E-learning، چالش‌های عدم قطعیت را حل کرده است (Akargöl et al., 2025). در چین، این روش برای مدیریت LMS در آموزش عالی، تصمیم‌گیری را بهبود بخشیده است (Wang et al., 2025). در دانشگاه‌های ایران، کاربرد مشابه برای ارزیابی کیفیت آموزش آنلاین نشان‌دهنده پتانسیل آن است (یوسفی و همکاران، ۲۰۲۲).

۶. بحث و نتیجه‌گیری

۶-۱. بحث

این پژوهش با بررسی ادبیات موجود، چالش‌ها و راه‌حل‌های پیشنهادی، به ارزیابی بلوغ دیجیتال آموزش الکترونیکی مدارس با رویکرد سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری (DSS) پرداخته است، که از تلفیق روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) برای وزن‌دهی معیارها و روش ایده‌آل‌پذیری (TOPSIS) برای رتبه‌بندی مدارس بهره می‌برد. این رویکردهای، یک سیستم جامع و چندبعدی ارائه می‌دهد که به درک پیچیدگی‌های پیچیده آموزش ایران پاسخ می‌دهد. این چارچوب بر خلاف مدل‌های صرفاً فناورانه، بر

¹ Web Based

¹ Learning Management System ⁷

تبادل میان فناوری، انسان و استراتژی تأکید دارد. یافته‌ها نشان می‌دهد که موفقیت بلوغ دیجیتال نیازمند یک تغییر فرهنگی و سازمانی عمیق است و صرفاً سرمایه‌گذاری فنی کافی نیست.

۲-۶. محدودیت‌ها

۱. محدودیت‌های پژوهش: این پژوهش بر مدارس متوسطه ایران متمرکز است و تعمیم‌سازی آن برای سایر سطوح آموزشی (دبستان و دانشگاه) نیاز به تحقیق دارد.
۲. محدودیت‌های روش‌شناسی: استفاده از رویکرد کیفی برای طراحی چارچوب ممکن است که تعمیم کمتری برای تعمیم روایی داشته‌باشد.
۳. محدودیت‌های داده‌ها: دسترسی به داده‌های دقیق و قابل اعتماد از مدارس، که ممکن است جمع‌آوری آن‌ها نیازمند همکاری مدیران مدارس باشد.

۳-۶. راه‌حل‌های پیشنهادی:

۱. فناوریانه: استفاده از ابزارهای ابری برای محاسبات فازی.
۲. فرهنگی: برنامه‌های آموزشی برای آشنایی معلمان با روش‌های فازی.
۳. مدیریتی: ایجاد پایگاه داده مرکزی.
۴. انسانی: دوره‌های آموزشی برای خبرگان.

۴-۶. نتیجه‌گیری

- این پژوهش یک چارچوب عملیاتی برای ارزیابی بلوغ دیجیتال مدارس ایران ارائه می‌دهد. پیشنهادها کلیدی برای سیاست‌گذاران عبارتند از:
۱. توسعه مهارت‌های دیجیتال معلمان و مدیران.
 ۲. ایجاد زیرساخت پایدار و عادلانه.
 ۳. ترویج به سمت استراتژی‌های دیجیتال بلندمدت.
 ۴. تقویت فرهنگ نوآوری‌پذیری و رهبری تحول‌گرا.
 ۵. استفاده از تحلیل یادگیری برای تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد.
- این چارچوب می‌تواند به عنوان نقشه راه برای مدارس و سیاست‌گذاران در مسیر تحول دیجیتال پایدار عمل کند.

۷. منابع

۱. مرادی، شیمیا. (۱۳۹۹). استفاده از مدل مارپیچ چهارگانه (کوآدراپل هلیکس) در ارزیابی پژوهش. پژوهش نامه علم سنجی، ۲۶ (پیاپی ۱۲)، ۱۴۷-۱۶۶.
۲. یوسفی، الف. و همکاران. (۲۰۲۲). چالش‌های آموزش مجازی در ایران. نشریه آموزش و پرورش.
3. Akargöl, İ., Karadağ, İ., & Gürcan, Ö. F. (2025). Selecting the optimal e-learning platform for universities: A pythagorean fuzzy AHP/TOPSIS evaluation. The European Journal of Research and Development, 4(2), 425–440.
4. Albayrak, E., & Erensal, Y. C. (2024). Using analytic hierarchy process (AHP) to improve human performance: An application of multiple criteria decision making problem. Journal of Intelligent Manufacturing, 15(4), 491–503.
5. Aun, V., & Clarke, V. (2019). Thematic analysis: A reflexive approach. Sage.

6. Awasthi, A., Govindan, K., & Gold, S. (2025). Comprehensive assessment of distance learning modules by fuzzy AHP-TOPSIS method. *Mathematics*, 9(4), 409.
7. Chang, D. Y. (2023). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649–655.
8. DCM ATU. (2024). Analyzing the dimensions of digital transformation in education. *DCM Journal*, 17687.
9. Deb, P. P., Bhattacharya, D., Chatterjee, I., Chatterjee, P., & Zavadskas, E. K. (2023). An intuitionistic fuzzy consensus WASPAS method for assessment of open-source software learning management systems. *Informatica*, 34(3), 529–556.
10. Dinasti Pub. (2025). Digital transformation maturity development for higher education in developing countries. *DIJEMSS*, 1–20.
11. Eickelmann, B., & Gerick, J. (2022). Digital education and human agency in the 21st century. *Educational Research Review*, 37, 100456.
12. EdTech Magazine. (2025). Digital maturity models in higher education. *EdTech Magazine*.
13. Fakeeh, K. A., & Ph, D. (2023). Decision support systems (DSS) in higher education system. *Semantic Scholar*.
14. Ferguson, R. (2022). *Learning analytics: Transforming learning through data*. Springer.
15. Frontiers in Education. (2025). Model for assessing the maturity level of digital transformation in education. *Frontiers in Education*, 1581648.
16. Heliyon. (2024). Exploring the challenges to development and institutionalization of e-learning content in Iran. *Heliyon*.
17. IEEE. (2025). A comprehensive review on scaling machine learning workflows. *IEEE Explore*.
18. IEOM Society. (2023). Decision support system to help educational institutions determine learning models. *IEOM Proceedings*.
19. IJIMES. (2025). Developing a culturally-aligned digital transformation framework for Iran. *IJIMES*, 153.
20. Journal EBizMark. (2025). Implementation of decision support system using AHP and TOPSIS. *Journal EBizMark*, 303.
21. JMR USB. (2025). Analyzing the challenges of digital transformation in Iran's public sector. *JMR Journal*.
22. JUAC. (2025). Digital transformation maturity model; areas and trends. *JUAC Journal*.
23. Kahraman, C., Onar, S. C., & Oztaysi, B. (2023). Fuzzy analytic hierarchy process with interval type-2 fuzzy sets. *Taylor & Francis*.
24. Mahyarni, M., & Okfalisa, O. (2024). SMEs digitalization readiness: Sharia fintech framework using quadruple helix perceives. *Serbian Journal of Management*, 19(1), 71–97.
25. Medical Education Bulletin. (2025). The challenges of post-COVID age in Iranian higher education. *Medical Education Bulletin*.
26. Moore, R., Sanchez, C., & Bhatia, R. (2022). The quadruple helix approach to innovation ecosystems. *Technovation*, 19, 102509.
27. Murphy, M. P. A. (2020). COVID-19 and emergency e-learning: Consequences of the securitization of higher education for post-pandemic pedagogy. *Contemporary Security Policy*, 41(3), 492–505.
28. OECD. (2023). *OECD digital education outlook 2023*. OECD Publishing.

29. Paulkner, M. (2020). Digital transformation: A conceptual framework for the digital maturity of educational institutions. *Journal of Higher Education Policy & Management*, 11(4), 543–562.
30. PMC. (2024). A mixed method study in the north of Iran on e-learning challenges. PMC - NIH.
31. Power, D. J. (2023). *Decision support systems: Concepts and resources for managers*. Quorum Books.
32. Prosci. (2025). Digital transformation maturity model: A complete guide. Prosci Blog.
33. Rahman, A., et al. (2024). A hierarchical model for e-learning implementation challenges using AHP. ResearchGate, 282567971.
34. Recorded Future. (2025). Uncovering synergistic educational injustices of COVID-19 and AI. arXiv.
35. ResearchGate. (2024). Exploring the challenges to development and institutionalization of e-learning content in Iran. ResearchGate.
36. ResearchGate. (2025). E-learning in Iran as a developing country: Challenges ahead and possible solutions. ResearchGate.
37. Saaty, T. L. (2023). *The analytic hierarchy process*. McGraw-Hill.
38. Sarwar, M., et al. (2023). Fuzzy logic combined with AHP and TOPSIS for I4.0 technology selection. *Journal of Computer Science and Systems*, 20(3), 1422–1429.
39. ScienceDirect. (2025). Perception and challenges of virtual classes with gender digital divide. ScienceDirect.
40. SCRD. (2025). E-learning challenges in Iran's higher education system. SCRD Journal.
41. Sharda, R., Delen, D., & Turban, E. (2024). *Business intelligence, analytics, and data science: A managerial perspective*. Pearson.
42. Sharmin, S., et al. (2024). Evaluating online learning effectiveness using AHP-TOPSIS. ResearchGate, 394042785.
43. Siemens, G., & Long, P. (2023). Theories of learning analytics and data ethics. *Journal of Learning Analytics*, 10(2), 45–68.
44. Tehran Times. (2025). 'Iran Digital' program kicks off, focusing on AI in schools. Tehran Times.
45. Tzeng, G. H., & Huang, J. J. (2024). *Multiple attribute decision making: Methods and applications*. CRC Press.
46. UNESCO. (2023). *Global education monitoring report 2023: Technology in education*. UNESCO Publishing.
47. UNESCO. (2024). *Steering the digital transformation of education: A human-centred approach*. UNESCO Publishing.
48. Vial, G. (2021). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 30(1), 118–144.
49. Wang, W., et al. (2025). Fuzzy comprehensive evaluation system and decision support system for learning management of higher education online courses. *Scientific Reports*, 15(1), 01782.
50. Wibbert, G., Ritala, P., Keränen, J., & Maijanen, P. (2022). Digital transformation of the value proposition: A single case study in the media industry. *Journal of Business Research*, 150, 311–325.
51. Williamson, B. (2021). *Datafication and automation in education*. Polity Press.

52. Zhang, C., Chen, P., & Hao, Y. (2022). The impact of digital transformation on corporate sustainability—New evidence from Chinese listed companies. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 1047418.

A Review of Digital Maturity Assessment in E-Learning Schools Using Decision Support Systems (DSS) and AHP–TOPSIS Methods

Mehdi Alirezanejad¹, Alireza Abbasi Roshan²

¹Assistant Professor, Department of Computer Science, Islamic Azad University, Firouzkouh Branch,
me.alirezanejad@gmail.com

²MSc in Information Technology Engineering, Marlik Institute of Higher Education, Nowshahr,
abbasiroshanalireza@gmail.com

Abstract

Digital transformation in educational systems is recognized as one of the main pillars of innovation and quality enhancement in learning. Despite extensive investments in technology and educational infrastructure, many educational systems including Iranian schools still lack scientific and localized frameworks for assessing the digital maturity of e-learning. This review article aims to examine existing studies and models in the field of digital maturity by analyzing its dimensions, indicators, and assessment methods, with an emphasis on Decision Support Systems (DSS). In this regard, the study integrates the Analytic Hierarchy Process (AHP) for weighting criteria and the Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) for ranking maturity levels. The literature review indicates that the technological, human resource, cultural, and managerial dimensions play the most significant roles in explaining digital maturity. Moreover, the use of fuzzy versions of AHP–TOPSIS has been highlighted as an effective approach for handling uncertainty and enhancing decision-making accuracy. The review findings suggest that criteria related to educational processes, leadership, and digital culture have the greatest influence on achieving higher levels of maturity, whereas infrastructural challenges and access inequalities remain the main barriers to digital education development. Finally, by integrating theoretical and empirical findings, this article proposes a reference framework for designing localized models to assess digital maturity and support decision-making in educational policymaking.

Keywords: Digital Maturity, Decision Support System (DSS), Analytic Hierarchy Process (AHP), Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS).