

طراحی چارچوبی یکپارچه مبتنی بر هوش مصنوعی توضیح‌پذیر برای یادگیری شخصی‌سازی شده احساس‌محور در سامانه‌های آموزش آنلاین

نویسنده اول: حسن خرم آبادی

دانشجوی کارشناسی مهندسی حرفه ای نرم افزار دانشکده ملی مهارت پسران قم، قم، ایران.

khoramabadihasan@gmail.com

نویسنده دوم: عبدالله شیران

استاد دانشکده ملی مهارت پسران قم، قم، ایران

Abdollahshiran@gmail.com

نویسنده سوم: محمد کاظم سمیعی

مدیر گروه رشته نرم افزار دانشکده ملی مهارت پسران قم، قم، ایران

samiei.mk@gmail.com

چکیده

رشد سامانه‌های آموزش آنلاین ضرورت گذار از رویکردهای یکنواخت آموزشی به محیط‌های یادگیری هوشمند و متناسب با ویژگی‌های فردی کاربران را برجسته کرده است. با این حال، بسیاری از سامانه‌های موجود عمدتاً بر شاخص‌های عملکردی تمرکز دارند و نقش عوامل عاطفی و شفافیت تصمیمات هوشمند را به‌طور محدود در نظر می‌گیرند. نادیده گرفتن وضعیت عاطفی و شناختی کاربران می‌تواند موجب کاهش انگیزش، افت تعامل و تضعیف تجربه یادگیری شود. همچنین، استفاده از مدل‌های پیچیده هوش مصنوعی در آموزش، چالش‌هایی نظیر عدم شفافیت و کاهش اعتمادپذیری را به همراه داشته است. هدف این مقاله ارائه یک چارچوب مفهومی یکپارچه برای یادگیری شخصی‌سازی شده احساس‌محور در سامانه‌های آموزش آنلاین است که

سه مؤلفه تحلیل احساسات کاربر آموزشی، تولید مسیر یادگیری شخصی‌سازی شده و هوش مصنوعی توضیح‌پذیر را به صورت هماهنگ تلفیق می‌کند. این پژوهش از نظر ماهیت، توصیفی - تحلیلی و از نظر روش، یک مطالعه مفهومی طراحی‌محور مبتنی بر مرور ادبیات و تحلیل تطبیقی رویکردهای موجود است. در چارچوب پیشنهادی، دستیار هوشمند آموزشی با تحلیل داده‌های تعاملی، رفتاری و زبانی، وضعیت عاطفی و شناختی کاربر را تخمین زده و مسیر یادگیری متناسب با شرایط او را تولید می‌کند. همچنین، دلایل تصمیمات آموزشی به صورت قابل فهم برای کاربر و ذی‌نفعان تبیین می‌شود. چارچوب ارائه‌شده می‌تواند مبنایی نظری برای توسعه سامانه‌های آموزش آنلاین هوشمند، شخصی‌سازی شده و قابل اعتماد، به ویژه در بسترهای فارسی‌زبان، فراهم آورد.

واژگان کلیدی: یادگیری شخصی‌سازی شده، هوش مصنوعی توضیح‌پذیر، تحلیل احساسات، آموزش آنلاین، دستیار هوشمند

مقدمه

رشد سریع سامانه‌های آموزش آنلاین در سال‌های اخیر، ساختارهای سنتی آموزش را با تحولی بنیادین مواجه ساخته است. گسترش پلتفرم‌های یادگیری مجازی دانشگاهی، دوره‌های آنلاین آزاد گسترده و سامانه‌های آموزش مهارت‌محور، امکان دسترسی گسترده‌تر و انعطاف‌پذیرتر به محتوای آموزشی را برای طیف متنوعی از کاربران آموزشی فراهم کرده‌اند. (Shemshack & Spector, 2020) با وجود این پیشرفت‌ها، بسیاری از سامانه‌های آموزش آنلاین همچنان از الگوهای آموزشی یکنواخت و مسیرهای یادگیری از پیش تعریف‌شده استفاده می‌کنند که تفاوت‌های فردی کاربران آموزشی را به صورت محدود در نظر می‌گیرند. (Raj & Renumol, 2021)

کاربران آموزشی از نظر سطح دانش پیشین، توانایی‌های شناختی، سبک یادگیری، میزان انگیزش و شرایط روان‌شناختی تفاوت‌های معناداری با یکدیگر دارند. (Shemshack & Spector, 2020) نادیده گرفتن این تفاوت‌ها می‌تواند منجر به کاهش درگیری شناختی، افت انگیزش و در نهایت کاهش اثربخشی فرآیند یادگیری شود. (Raj & Renumol, 2021) در پاسخ به این چالش، مفهوم یادگیری شخصی‌سازی شده به عنوان یکی از رویکردهای کلیدی آموزش نوین مطرح شده است. (Shemshack & Spector, 2020) یادگیری شخصی‌سازی شده به طراحی مسیرها، محتواها و فعالیت‌های آموزشی متناسب با ویژگی‌ها و نیازهای هر کاربر آموزشی اشاره دارد و نقش مهمی در بهبود تجربه یادگیری ایفا می‌کند. (Shemshack & Spector, 2020)

در سال‌های اخیر، استفاده از سیستم‌های توصیه‌گر آموزشی و مدل‌های مبتنی بر یادگیری ماشین برای تولید مسیرهای یادگیری تطبیقی مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. (Abdollahi & Nasraoui, 2021) برخی از این رویکردها با بهره‌گیری از ساختارهای گراف‌محور و گراف‌های دانش، امکان مدل‌سازی روابط مفهومی میان محتواها و ارائه مسیرهای یادگیری پویا را فراهم ساخته‌اند. (Zhang et al., 2021) با این حال، بخش قابل توجهی از این سامانه‌ها عمدتاً بر داده‌های عملکردی مانند

نمرات، زمان مطالعه یا میزان پیشرفت تمرکز دارند و وضعیت عاطفی و احساسی کاربر آموزشی را به صورت مستقیم در فرآیند تصمیم‌گیری آموزشی دخیل نمی‌کنند.

پژوهش‌های حوزه یادگیری دیجیتال نشان داده‌اند که عوامل عاطفی و هیجانی نقش تعیین‌کننده‌ای در کیفیت یادگیری دارند. (Yuvaraj et al., 2025) احساساتی نظیر علاقه، اضطراب، خستگی شناختی، سردرگمی یا انگیزش می‌توانند به طور مستقیم بر تمرکز، تداوم یادگیری و تعامل کاربر با سامانه‌های آموزشی اثرگذار باشند. در همین راستا، حوزه محاسبات عاطفی و تحلیل احساسات با هدف شناسایی و مدل‌سازی وضعیت عاطفی کاربران در محیط‌های دیجیتال توسعه یافته است. (Altsy et al., 2019) ترکیب داده‌های رفتاری، تعاملی و زبانی امکان تخمین وضعیت عاطفی کاربر آموزشی را فراهم می‌سازد و می‌تواند مبنایی برای طراحی مداخلات آموزشی تطبیقی باشد. (Becerra et al., 2025)

در کنار این تحولات، استفاده روزافزون از مدل‌های پیچیده یادگیری ماشین و یادگیری عمیق در سامانه‌های آموزش آنلاین، چالش مهم دیگری را نیز مطرح کرده است که به مسئله شفافیت و اعتمادپذیری تصمیمات هوشمند مربوط می‌شود. در بسیاری از سامانه‌های آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی، فرآیند تصمیم‌گیری به صورت یک (جعبه سیاه) عمل می‌کند و کاربران آموزشی و حتی مدرسان از دلایل پیشنهاد یک مسیر یادگیری خاص یا تغییر سطح دشواری محتوا آگاهی کافی ندارند. (Jain et al., 2026) این عدم شفافیت می‌تواند منجر به کاهش اعتماد کاربران به سامانه‌های آموزشی هوشمند شود. (Tinmaz, 2025)

در پاسخ به این مسئله، حوزه هوش مصنوعی توضیح‌پذیر با هدف ارائه توضیحاتی قابل فهم از تصمیمات مدل‌های هوش مصنوعی شکل گرفته است. (Monash University researchers, 2022) پژوهش‌ها نشان می‌دهند که ارائه توضیح درباره چرایی تصمیمات سامانه، نقش مهمی در افزایش پذیرش، اعتماد و تعامل کاربران با سیستم‌های هوشمند ایفا می‌کند. (Springer study, 2025) اگرچه کاربرد هوش مصنوعی توضیح‌پذیر در حوزه‌های مختلفی مانند پزشکی و صنعت مورد توجه قرار گرفته است، اما استفاده نظام‌مند از آن در سامانه‌های آموزش آنلاین هنوز با چالش‌ها و خلأهای پژوهشی همراه است. (Altukhi & Pradhan, 2025)

مرور ادبیات پژوهش نشان می‌دهد که مطالعات متعددی به صورت جداگانه به تحلیل احساسات کاربر آموزشی، یادگیری شخصی‌سازی شده و کاربرد هوش مصنوعی توضیح‌پذیر در آموزش پرداخته‌اند. (D'Mello & Graesser, 2012; Zawacki-Richter et al., 2019; Khosravi et al., 2022) با این حال، شکاف پژوهشی قابل توجهی در تلفیق هم‌زمان این مؤلفه‌ها در قالب یک چارچوب یکپارچه مشاهده می‌شود. (Holmes et al., 2019) بسیاری از سامانه‌های موجود یا بر تحلیل احساسات تمرکز دارند بدون آن‌که مسیر یادگیری ساختاریافته‌ای ارائه دهند، یا مسیرهای یادگیری تطبیقی طراحی می‌کنند بدون در نظر گرفتن وضعیت عاطفی کاربر آموزشی، و یا فاقد لایه‌ای شفاف برای تبیین تصمیمات هوشمند خود هستند. (Khosravi et al., 2022)

علاوه بر این، بخش عمده‌ای از پژوهش‌های موجود در بسترهای آموزشی غیر فارسی انجام شده‌اند و نقش زبان و زمینه فرهنگی در بروز احساسات و الگوهای تعامل کاربران آموزشی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. این در حالی است که ویژگی‌های زبانی

و فرهنگی می‌توانند بر نحوه تعامل کاربر با سامانه‌های آموزش آنلاین و اثربخشی توصیه‌های آموزشی تأثیر گذار باشند. (Viberg, Mavroudi & Ma, 2018)

بر این اساس، هدف این مقاله ارائه یک چارچوب مفهومی یکپارچه برای یادگیری شخصی‌سازی شده احساس محور در سامانه‌های آموزش آنلاین است که سه مؤلفه اصلی (تحلیل احساسات کاربر آموزشی)، (تولید مسیر یادگیری شخصی‌سازی شده) و (هوش مصنوعی توضیح‌پذیر) را به صورت هماهنگ در بر می‌گیرد. تمرکز این پژوهش بر تبیین ساختار، اجزا و منطق تصمیم‌گیری این چارچوب بوده و مقاله از نوع مفهومی - تحلیلی محسوب می‌شود. انتظار می‌رود چارچوب ارائه شده بتواند به عنوان مبنایی نظری برای توسعه سامانه‌های آموزش آنلاین هوشمند، انسان محور و قابل اعتماد، به ویژه در بسترهای فارسی زبان، مورد استفاده قرار گیرد.

روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی - توسعه‌ای و از نظر ماهیت، توصیفی - تحلیلی است و به صورت یک مطالعه مفهومی طراحی محور انجام شده است. تمرکز اصلی این مقاله بر ارائه و تبیین یک چارچوب مفهومی یکپارچه برای یادگیری شخصی‌سازی شده احساس محور در سامانه‌های آموزش آنلاین مبتنی بر هوش مصنوعی توضیح‌پذیر است؛ از این رو، پژوهش شامل اجرای آزمایش تجربی، گردآوری داده از کاربران واقعی یا تحلیل آماری داده‌های میدانی نمی‌باشد.

روش تحقیق اتخاذ شده ترکیبی از مرور نظام‌مند ادبیات پژوهش، تحلیل تطبیقی رویکردهای موجود و طراحی مفهومی چارچوب پیشنهادی است. در مرحله نخست، پژوهش‌های مرتبط با سه حوزه اصلی (تحلیل احساسات کاربر آموزشی)، (تولید مسیر یادگیری شخصی‌سازی شده) و (هوش مصنوعی توضیح‌پذیر) مورد بررسی قرار گرفتند. این مرور با هدف شناسایی مفاهیم کلیدی، روش‌های رایج، مزایا و محدودیت‌های سامانه‌های موجود انجام شد و شکاف‌های پژوهشی مرتبط با فقدان رویکردهای یکپارچه استخراج گردید.

در مرحله دوم، بر اساس نتایج حاصل از مرور ادبیات و تحلیل تطبیقی مطالعات پیشین، یک چارچوب مفهومی سه‌لایه‌ای طراحی شد که شامل لایه تحلیل احساسات و وضعیت شناختی کاربر آموزشی، لایه تولید مسیر یادگیری شخصی‌سازی شده و لایه هوش مصنوعی توضیح‌پذیر است. طراحی این چارچوب با رویکرد طراحی مبتنی بر مسئله انجام شده و تلاش شده است تعامل میان لایه‌ها به صورت ساختاریافته، شفاف و قابل تبیین تعریف شود.

به منظور تبیین نحوه عملکرد چارچوب پیشنهادی، جامعه فرضی پژوهش شامل کاربران سامانه‌های آموزش آنلاین مهارت‌محور با سطوح مختلف دانش پیشین، انگیزش و وضعیت عاطفی در نظر گرفته شده است. در این راستا، از داده‌های فرضی اما واقع‌گرایانه شامل شاخص‌های تعاملی (مانند میزان مشارکت، زمان صرف‌شده برای مطالعه محتوا و الگوهای توقف یا بازگشت به مسیر یادگیری)، داده‌های رفتاری و نشانه‌های زبانی کاربر آموزشی استفاده شده است. این داده‌ها صرفاً به عنوان ابزار تحلیلی برای نمایش منطق تصمیم‌گیری سامانه و تبیین نقش هر یک از لایه‌های چارچوب به کار گرفته شده‌اند.

روش تحلیل در این پژوهش بر بررسی مفهومی عملکرد هر یک از لایه‌های چارچوب و تعامل میان آن‌ها متمرکز است. در لایه تحلیل احساسات، فرض بر این است که سامانه با استفاده از داده‌های تعاملی، رفتاری و زبانی، وضعیت عاطفی و شناختی کاربر آموزشی را تخمین می‌زند. در لایه تولید مسیر یادگیری، اطلاعات حاصل از لایه نخست به‌همراه سطح دانش و اهداف کاربر آموزشی، مبنای طراحی مسیر یادگیری شخصی‌سازی‌شده با بهره‌گیری از رویکردهای توصیه‌گر و ساختارهای گراف‌محور قرار می‌گیرد. در نهایت، در لایه هوش مصنوعی توضیح‌پذیر، دلایل انتخاب مسیرها، تغییر سطح دشواری محتوا و مداخلات آموزشی به‌صورت قابل فهم برای کاربر آموزشی و سایر ذی‌نفعان تبیین می‌شود.

به‌منظور تبیین انسجام مفهومی و نمایش عملکرد یکپارچه لایه‌های چارچوب پیشنهادی، یک سناریوی کاربردی نمونه ارائه شده و این سناریو با شبیه‌سازی یک وضعیت آموزشی مشخص، نحوه تحلیل هم‌زمان مؤلفه‌های رفتاری، عاطفی و شناختی و همچنین سازوکار تطبیق مسیر یادگیری را نشان می‌دهد. هدف از ارائه این سناریو، ارزیابی تجربی چارچوب نبوده، بلکه تقویت درک مفهومی خواننده، شفاف‌سازی منطق تصمیم‌گیری سامانه و تبیین نقش لایه هوش مصنوعی توضیح‌پذیر در افزایش اعتمادپذیری و قابلیت تفسیر سیستم بوده است.

در مجموع، روش تحقیق این مقاله امکان ارائه یک چارچوب نظری منسجم و قابل توسعه را فراهم می‌سازد که می‌تواند به‌عنوان مبنایی برای پژوهش‌های تجربی آینده، پیاده‌سازی عملی سامانه‌های آموزش آنلاین هوشمند و ارزیابی اثربخشی آن‌ها در بسترهای آموزشی واقعی، به‌ویژه محیط‌های فارسی‌زبان، مورد استفاده قرار گیرد.

چارچوب پیشنهادی پژوهش

در این بخش، چارچوب مفهومی پیشنهادی پژوهش برای طراحی یک سامانه آموزش آنلاین هوشمند ارائه می‌شود که به‌صورت یکپارچه سه مؤلفه اصلی (تحلیل احساسات کاربر آموزشی)، (تولید مسیر یادگیری شخصی‌سازی‌شده) و (هوش مصنوعی توضیح‌پذیر) را در بر می‌گیرد. هدف از ارائه این چارچوب، تبیین ساختار سامانه، تشریح نقش هر یک از لایه‌ها و توضیح منطق تصمیم‌گیری آموزشی در مواجهه با شرایط متغیر کاربران آموزشی است.

چارچوب پیشنهادی به‌صورت یک معماری سه‌لایه‌ای طراحی شده است تا ضمن حفظ شفافیت مفهومی، امکان توسعه‌پذیری و انطباق با سامانه‌های مختلف آموزش آنلاین را فراهم سازد. در این معماری، تصمیمات آموزشی نه‌تنها بر اساس داده‌های عملکردی، بلکه با در نظر گرفتن وضعیت عاطفی و شناختی کاربر آموزشی اتخاذ می‌شوند و دلایل این تصمیمات به‌صورت قابل فهم ارائه می‌گردند.

نمای کلی چارچوب پیشنهادی

در سطح کلان، چارچوب پیشنهادی شامل سه لایه اصلی است که به‌صورت پیوسته و چرخه‌ای با یکدیگر تعامل دارند:

۱. لایه تحلیل احساسات و وضعیت شناختی کاربر آموزشی

۲. لایه تولید مسیر یادگیری شخصی‌سازی شده

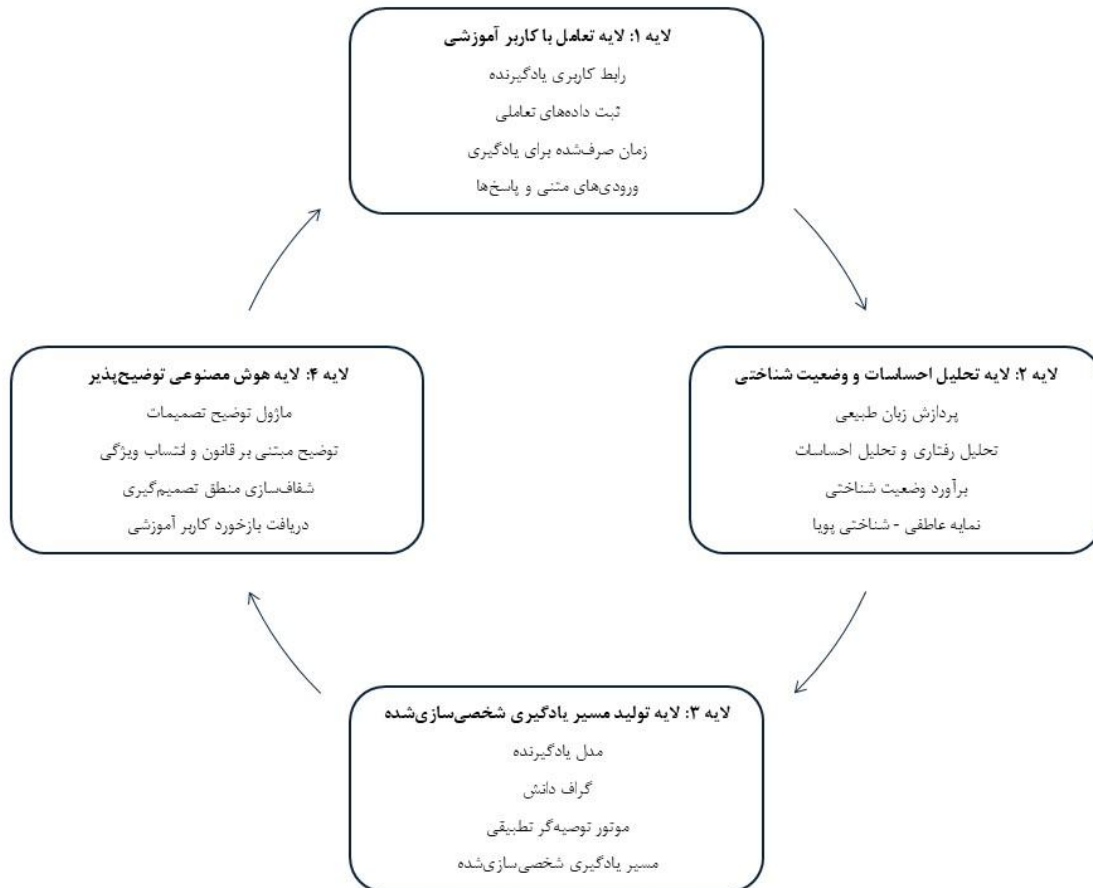
۳. لایه هوش مصنوعی توضیح‌پذیر

جریان اطلاعات در این چارچوب به‌گونه‌ای طراحی شده است که تعامل کاربر با سامانه منجر به تولید داده‌های رفتاری و تعاملی می‌شود، این داده‌ها در لایه تحلیل احساسات پردازش شده و نتایج آن مبنای تصمیم‌گیری در لایه تولید مسیر یادگیری قرار می‌گیرد. در نهایت، خروجی تصمیمات سامانه به‌همراه توضیحات شفاف از طریق لایه هوش مصنوعی توضیح‌پذیر به کاربر آموزشی ارائه می‌شود.

معماری چارچوب پیشنهادی پژوهش

به‌منظور افزایش شفافیت مفهومی و امکان تصور دقیق چارچوب پیشنهادی برای خواننده، معماری چارچوب یادگیری شخصی‌سازی شده احساس‌محور مبتنی بر هوش مصنوعی توضیح‌پذیر به‌صورت یک ساختار چندلایه طراحی شده است. این معماری تلاش می‌کند فرآیند یادگیری را به‌عنوان یک چرخه پویا و انسان‌محور مدل‌سازی کند که در آن، تعامل کاربر آموزشی با سامانه، تحلیل وضعیت عاطفی و شناختی، تصمیم‌گیری آموزشی و توضیح تصمیمات به‌صورت یکپارچه انجام می‌شود.

همان‌گونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، چارچوب پیشنهادی از چهار لایه اصلی تشکیل شده است که هر یک شامل مجموعه‌ای از مولفه‌ها و فناوری‌های مرتبط بوده و به‌صورت پیوسته با یکدیگر در تعامل هستند. جریان اطلاعات در این معماری به‌صورت رفت‌وبرگشتی تعریف شده است تا سامانه بتواند به تغییرات رفتاری و احساسی کاربر آموزشی در طول فرآیند یادگیری واکنش نشان دهد.



شکل ۱. معماری چارچوب پیشنهادی یادگیری شخصی‌سازی شده احساس محور مبتنی بر هوش مصنوعی توضیح‌پذیر

لایه تعامل با کاربر آموزشی

لایه تعامل با کاربر آموزشی به عنوان نقطه آغاز و پایان چرخه یادگیری عمل می‌کند و مسئول ثبت کلیه تعاملات کاربر با سامانه آموزش آنلاین است. در این لایه، کاربر آموزشی از طریق یک پلتفرم یادگیری یا دستیار هوشمند آموزشی با محتواها، فعالیت‌ها و مسیر یادگیری پیشنهادی تعامل برقرار می‌کند.

مولفه‌های اصلی این لایه شامل ثبت داده‌های تعاملی نظیر الگوهای کلیک و ناوبری، زمان صرف‌شده برای مطالعه محتوا، پاسخ به فعالیت‌های آموزشی و ورودی‌های متنی کاربر آموزشی است. داده‌های تولیدشده در این لایه، ورودی اولیه لایه تحلیل احساسات و وضعیت شناختی محسوب می‌شوند و بدون ایجاد بار شناختی اضافی برای کاربر، تصویری اولیه از رفتار یادگیری او فراهم می‌کنند.

لایه تحلیل احساسات و وضعیت شناختی

لایه تحلیل احساسات وظیفه پردازش داده‌های دریافتی از لایه تعامل با کاربر آموزشی و تخمین وضعیت عاطفی و شناختی او را بر عهده دارد. در چارچوب پیشنهادی، فرض بر این است که رفتارهای تعاملی و داده‌های زبانی کاربر می‌توانند به‌عنوان نشانه‌هایی از حالت‌های عاطفی نظیر انگیزش، اضطراب، سردرگمی یا خستگی شناختی تفسیر شوند.

این لایه شامل مولفه‌هایی برای تحلیل رفتاری، تحلیل متون تولیدشده توسط کاربر و برآورد وضعیت شناختی است. خروجی این فرآیند به‌صورت یک نمایه عاطفی - شناختی پویا در نظر گرفته می‌شود که وضعیت لحظه‌ای کاربر آموزشی را منعکس کرده و به‌طور مستمر در طول فرآیند یادگیری به‌روزرسانی می‌شود. این نمایه نقش کلیدی در هدایت تصمیمات آموزشی سامانه ایفا می‌کند.

لایه تولید مسیر یادگیری شخصی‌سازی‌شده

لایه تولید مسیر یادگیری مسئول طراحی و تنظیم مسیر آموزشی متناسب با ویژگی‌ها، اهداف و وضعیت عاطفی - شناختی کاربر آموزشی است. در این لایه، مسیر یادگیری به‌صورت یک ساختار گراف‌محور مدل‌سازی می‌شود که در آن مفاهیم آموزشی، پیش‌نیازها و روابط مفهومی میان محتواها به‌صورت پویا نمایش داده می‌شوند.

مولفه‌های اصلی این لایه شامل مدل یادگیرنده، گراف دانش و موتور توصیه‌گر آموزشی است. با بهره‌گیری از نمایه عاطفی - شناختی کاربر آموزشی و سطح دانش پیشین او، سامانه می‌تواند تصمیماتی نظیر تغییر ترتیب ارائه محتوا، تنظیم سطح دشواری، پیشنهاد فعالیت‌های تکمیلی یا ارائه وقفه‌های آموزشی را اتخاذ کند. هدف این لایه، حفظ تعادل میان چالش شناختی و انگیزش کاربر آموزشی در طول مسیر یادگیری است.

لایه هوش مصنوعی توضیح‌پذیر

لایه هوش مصنوعی توضیح‌پذیر به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های متمایز چارچوب پیشنهادی، مسئول ارائه توضیحات شفاف و قابل فهم درباره تصمیمات آموزشی سامانه است. این لایه تلاش می‌کند دلایل انتخاب مسیر یادگیری، تغییر سطح دشواری محتوا یا اعمال مداخلات آموزشی را برای کاربران مختلف تبیین کند.

مولفه‌های این لایه شامل ماژول توضیح تصمیمات، شفاف‌سازی منطق تصمیم‌گیری و دریافت بازخورد از کاربر آموزشی است. توضیحات ارائه‌شده می‌توانند متناسب با سطح دانش مخاطب تنظیم شده و به‌صورت خلاصه و کاربردی ارائه گردند. وجود این لایه موجب افزایش اعتمادپذیری سامانه، درک بهتر فرآیند یادگیری و کاهش ابهام در سازوکار تصمیم‌گیری سامانه می‌شود.

تعامل میان لایه‌ها و چرخه یادگیری

همان‌گونه که در شکل ۱ نمایش داده شده است، تعامل میان لایه‌های چارچوب پیشنهادی به‌صورت یک چرخه پویا تعریف شده است. داده‌های حاصل از تعامل کاربر آموزشی وارد لایه تحلیل احساسات شده و نتایج آن به لایه تولید مسیر یادگیری منتقل می‌شود. تصمیمات اتخاذشده در این لایه از طریق لایه هوش مصنوعی توضیح‌پذیر به کاربر ارائه شده و واکنش کاربر به این تصمیمات، داده‌های جدیدی را برای ادامه چرخه یادگیری فراهم می‌سازد.

این چرخه (تعامل - تحلیل - تصمیم - توضیح) چارچوب پیشنهادی را به یک سامانه یادگیری انسان‌محور، تطبیقی و شفاف تبدیل می‌کند و زمینه لازم برای توسعه سامانه‌های آموزش آنلاین هوشمند و قابل اعتماد را فراهم می‌سازد.

سناریوی کاربردی نمونه برای تبیین چارچوب پیشنهادی

در راستای تبیین انسجام مفهومی چارچوب پیشنهادی و نمایش عملکرد یکپارچه لایه‌ها، یک سناریوی کاربردی فرضی طراحی شده است که نحوه عملکرد سامانه را در یک وضعیت آموزشی مشخص نشان می‌دهد.

فرض کنید یک دانشجوی دوره آموزش آنلاین برنامه‌نویسی با سطح دانش متوسط در حال مطالعه مبحث (ساختارهای تکرار) است. داده‌های تعاملی ثبت‌شده در لایه تعامل با کاربر شامل افزایش زمان توقف روی یک بخش خاص، چندین تلاش ناموفق در پاسخ به تمرین‌ها و کاهش سرعت پاسخ‌گویی است. هم‌زمان تحلیل متنی پاسخ‌های کاربر نشان‌دهنده استفاده از واژگانی با بار عاطفی منفی و نشانه‌هایی از سردرگمی است.

در لایه تحلیل احساسات و وضعیت شناختی، با ترکیب داده‌های رفتاری و محتوایی، وضعیت (سردرگمی همراه با کاهش انگیزش) تشخیص داده می‌شود. این خروجی به لایه تولید مسیر یادگیری شخصی‌سازی‌شده ارسال می‌گردد. سامانه بر اساس مدل تصمیم‌گیری خود، مسیر یادگیری را با ارائه یک ویدیوی توضیحی ساده‌تر، مثال‌های مرحله‌به‌مرحله و یک تمرین هدایت‌شده تطبیق می‌دهد. همچنین سطح دشواری تمرین‌ها به‌طور موقت کاهش می‌یابد.

در لایه هوش مصنوعی توضیح‌پذیر، سامانه برای کاربر توضیح می‌دهد که تغییر مسیر یادگیری به دلیل افزایش زمان مکث، پاسخ‌های نادرست متوالی و نشانه‌های زبانی مرتبط با سردرگمی انجام شده است. این توضیح شفاف، منطبق تصمیم‌گیری سامانه را آشکار ساخته و به افزایش اعتماد و پذیرش کاربر کمک می‌کند.

این سناریو نشان می‌دهد که چارچوب پیشنهادی نه‌تنها قادر به تحلیل هم‌زمان مؤلفه‌های شناختی و عاطفی است، بلکه از طریق سازوکار توضیح‌پذیری، فرآیند تصمیم‌گیری خود را نیز برای کاربر قابل درک می‌سازد.

سیر پژوهشی و منطق طراحی چارچوب پیشنهادی

طراحی چارچوب پیشنهادی این پژوهش حاصل یک سیر پژوهشی مرحله‌مند و مبتنی بر شواهد علمی در حوزه سامانه‌های آموزش آنلاین، یادگیری شخصی‌سازی‌شده و هوش مصنوعی توضیح‌پذیر است. این سیر پژوهشی با هدف پاسخ به محدودیت‌های موجود در رویکردهای فعلی و تلفیق مؤلفه‌های شناختی، عاطفی و توضیح‌پذیری در یک معماری یکپارچه دنبال شده است.

مرحله اول: بررسی محدودیت‌های سامانه‌های آموزش آنلاین سنتی

در نخستین گام، با مرور ادبیات پژوهش مشخص شد که بسیاری از سامانه‌های آموزش آنلاین موجود، فرآیند یادگیری را به‌صورت ساختاری ثابت و مبتنی بر ترتیب از پیش‌تعیین‌شده محتوا مدل‌سازی می‌کنند. این سامانه‌ها غالباً تنها به سطح دانش کاربر

آموزشی توجه داشته و وضعیت عاطفی، انگیزشی و شناختی او را نادیده می‌گیرند، موضوعی که می‌تواند به تجربه‌ای یک‌بعدی و فاقد تعامل کافی منجر شود و از مشارکت فعال یادگیرندگان بکاهد. (Akpen et al., 2024) پژوهش‌های مرور نظام‌مند نشان داده‌اند که بسیاری از سامانه‌های یادگیری آنلاین نتوانسته‌اند سطوح مختلف درگیری، انگیزش و تعامل اجتماعی را به‌طور مؤثر پشتیبانی کنند و این موضوع در برخی گروه‌های دانشجویی با کاهش رضایت و مشارکت همراه بوده است. (Akpen et al., 2024) پیامد چنین رویکردی، افت انگیزش و افزایش احتمال عدم تکمیل دوره‌های آنلاین یا ریزش کاربران، به‌ویژه در یادگیرندگان با نیازهای متفاوت، گزارش شده است. (Porter & Bozkaya, 2020)

این یافته‌ها نشان داد که صرف شخصی‌سازی بر اساس عملکرد شناختی، پاسخ‌گوی پیچیدگی فرآیند یادگیری انسانی نیست و نیاز به در نظر گرفتن ابعاد عاطفی و رفتاری احساس می‌شود؛ زیرا تعامل، انگیزش و تجربه یادگیرنده تنها از طریق داده‌های عملکردی قابل توصیف و بهبود نیست و نیازمند درک مؤلفه‌های غیرشناختی نیز می‌باشد. (Porter & Bozkaya, 2020)

مرحله دوم: ضرورت ادغام تحلیل احساسات در فرآیند یادگیری

در گام دوم، پژوهش‌های حوزه یادگیری احساس‌محور و تحلیل احساسات در محیط‌های دیجیتال مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج این مطالعات حاکی از آن است که حالات عاطفی نظیر انگیزش، اضطراب، سردرگمی و سایر هیجانات منفی می‌توانند تأثیر مستقیمی بر کیفیت یادگیری، تعامل و مشارکت کاربر در محیط‌های یادگیری آنلاین داشته باشند. (Anwar et al., 2023)

با این حال، بررسی ادبیات نشان داد که بسیاری از پژوهش‌های موجود، تحلیل احساسات را به‌صورت مازول‌های جداگانه و بدون اتصال مستقیم به منطق تصمیم‌گیری آموزشی پیاده‌سازی کرده‌اند، یا در چارچوب‌های مفهومی باقی مانده‌اند و از ادغام عملی آن با مکانیزم‌های تطبیقی یادگیری غفلت کرده‌اند. (Systematic Affective Computing Review, 2025) این خلأ پژوهشی، ضرورت طراحی لایه‌ای مستقل برای تحلیل وضعیت عاطفی - شناختی و ادغام آن در قلب تصمیمات آموزشی را برجسته ساخته است.

مرحله سوم: گذار از شخصی‌سازی مبتنی بر ساختار ثابت به مسیر یادگیری تطبیقی

در ادامه، پژوهش‌های مرتبط با مسیرهای یادگیری شخصی‌سازی شده مورد تحلیل قرار گرفتند. مطالعات پیشین نشان می‌دهند که مدل‌های مبتنی بر قواعد از پیش تعیین‌شده و توصیه‌گرهای ساده، انعطاف‌پذیری محدودی در مواجهه با تغییرات لحظه‌ای وضعیت یادگیرنده دارند و عمدتاً بر داده‌های عملکردی گذشته تکیه می‌کنند. در مقابل، رویکردهای گراف‌محور و مدل‌های تطبیقی، به دلیل امکان مدل‌سازی روابط مفهومی میان محتواها و بازتنظیم مسیر یادگیری، به‌عنوان چارچوبی مناسب برای شخصی‌سازی پیشرفته معرفی شده‌اند. این مرحله منجر به انتخاب مدل گراف دانش و موتور توصیه‌گر تطبیقی به‌عنوان هسته لایه تولید مسیر یادگیری در چارچوب پیشنهادی شد؛ به‌گونه‌ای که تصمیمات آموزشی بتوانند هم‌زمان متأثر از سطح دانش، اهداف یادگیری و وضعیت عاطفی - شناختی کاربر باشند. (Personalized Learning Path Survey, 2026)

مرحله چهارم: پاسخ به چالش عدم شفافیت در سامانه‌های هوشمند

یکی از چالش‌های اساسی شناسایی شده در مسیر پژوهش، ماهیت غیرشفاف بسیاری از سامانه‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در آموزش بود، که مطالعات نشان می‌دهند این عدم شفافیت می‌تواند باعث کاهش اعتماد کاربران آموزشی و مقاومت مدرسان در پذیرش این سامانه‌ها شود. (Jain et al., 2026) (Williamson et al., 2025)

به‌منظور رفع این چالش، رویکردهای هوش مصنوعی توضیح‌پذیر به‌عنوان یک الزام طراحی در چارچوب پیشنهادی در نظر گرفته شدند. بر همین اساس، یک لایه مستقل برای توضیح‌پذیری تصمیمات آموزشی طراحی شد تا امکان تبیین دلایل انتخاب مسیر یادگیری، تغییر سطح دشواری محتوا و اعمال مداخلات آموزشی فراهم گردد. (Pachouly & Bormane, 2025)

مرحله پنجم: شکل‌گیری چارچوب یکپارچه و چرخه یادگیری پویا

در نهایت، با تلفیق یافته‌های مراحل پیشین، چارچوبی چندلایه و یکپارچه شکل گرفت که در آن تعامل کاربر، تحلیل وضعیت عاطفی - شناختی، تولید مسیر یادگیری و توضیح‌پذیری تصمیمات در قالب یک چرخه پویا به هم متصل شده‌اند. (Chen et al., 2019; Ghosh & Chakraborty, 2021) این چرخه، سامانه را قادر می‌سازد تا به‌صورت مستمر از رفتار و واکنش‌های کاربر آموزشی یاد بگیرد و مسیر یادگیری را به‌صورت تطبیقی به‌روزرسانی کند. (Kovanović et al., 2015)

منطق طراحی این چارچوب بر این اصل استوار است که یادگیری مؤثر در محیط‌های آنلاین نیازمند توجه هم‌زمان به ابعاد شناختی، عاطفی و شفافیت تصمیم‌گیری است. (Pachouly & Bormane, 2025; Williamson et al., 2025) چارچوب پیشنهادی تلاش می‌کند با پاسخ به این نیاز، بستری علمی برای توسعه سامانه‌های آموزش آنلاین هوشمند، شخصی‌سازی شده و قابل اعتماد فراهم آورد. بر این اساس، چارچوب پیشنهادی حاصل یک سیر پژوهشی تدریجی و مبتنی بر نیازهای واقعی سامانه‌های آموزش آنلاین است.

تحلیل مفهومی چارچوب پیشنهادی

در این بخش، یافته‌های حاصل از تحلیل مفهومی چارچوب پیشنهادی و بررسی کارکرد اجزای آن ارائه می‌شود. با توجه به ماهیت توصیفی - تحلیلی پژوهش، این یافته‌ها مبتنی بر داده‌های تجربی یا تحلیل آماری نبوده و بر اساس بررسی ساختاری، مفهومی و تحلیلی تعامل میان لایه‌های چارچوب و سناریوهای کاربردی فرضی اما واقع‌گرایانه استخراج شده‌اند. تمرکز اصلی این بخش بر تبیین نتایج حاصل از تلفیق سه مؤلفه تحلیل احساسات کاربر آموزشی، تولید مسیر یادگیری شخصی‌سازی شده و هوش مصنوعی توضیح‌پذیر است.

یافته‌های مرتبط با لایه تحلیل احساسات کاربر آموزشی

تحلیل مفهومی چارچوب پیشنهادی نشان می‌دهد که یکپارچه‌سازی تحلیل احساسات در سامانه‌های آموزش آنلاین، توانایی سامانه را در درک دقیق‌تر وضعیت عاطفی و شناختی کاربر آموزشی نسبت به سامانه‌های مبتنی بر شاخص‌های صرفاً عملکردی

افزایش می‌دهد. در این چارچوب، رفتارهای تعاملی، الگوهای زمانی و داده‌های زبانی کاربران به‌عنوان شاخص‌هایی از وضعیت هیجانی و شناختی آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

یافته‌های این بخش حاکی از آن است که تغییر در الگوی تعامل کاربر می‌تواند به‌عنوان شاخصی از افت انگیزش، سردرگمی یا خستگی شناختی تفسیر شود. همچنین، ترکیب داده‌های رفتاری و زبانی، تخمین جامع‌تری از وضعیت احساسی کاربر آموزشی ارائه می‌دهد و امکان شناسایی زود هنگام وضعیت‌های نامطلوب عاطفی را فراهم می‌سازد. این امر می‌تواند زمینه‌ساز طراحی مداخلات آموزشی پیشگیرانه و تطبیقی در فرآیند یادگیری شود.

یافته‌های مرتبط با تولید مسیر یادگیری شخصی‌سازی شده

بررسی ساختار لایه تولید مسیر یادگیری در چارچوب پیشنهادی نشان می‌دهد که مدل‌سازی مسیر آموزشی به‌صورت گراف‌محور، انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به مسیرهای خطی و از پیش تعریف‌شده ایجاد می‌کند. در این چارچوب، مسیر یادگیری به‌عنوان یک ساختار پویا در نظر گرفته می‌شود که قابلیت انطباق با شرایط لحظه‌ای کاربر آموزشی را دارد.

یافته‌ها بیانگر آن هستند که تطبیق مسیر یادگیری با وضعیت عاطفی - شناختی کاربر آموزشی می‌تواند از ارائه محتوای نامتناسب جلوگیری کند. تنظیم سطح دشواری محتوا و ارائه مسیرهای جایگزین یا فعالیت‌های تکمیلی در شرایط افت انگیزش یا فشار شناختی، امکان تداوم یادگیری را افزایش داده و تجربه آموزشی متعادل‌تری را برای کاربر فراهم می‌سازد. این نتایج نشان می‌دهد که شخصی‌سازی مسیر یادگیری زمانی بیشترین اثربخشی مفهومی را دارد که فراتر از داده‌های عملکردی صرف عمل کرده و وضعیت عاطفی کاربر آموزشی را نیز در نظر بگیرد.

یافته‌های مرتبط با لایه هوش مصنوعی توضیح‌پذیر

تحلیل نقش لایه هوش مصنوعی توضیح‌پذیر در چارچوب پیشنهادی نشان می‌دهد که شفاف‌سازی تصمیمات سامانه می‌تواند به‌عنوان یکی از عوامل کلیدی در افزایش اعتمادپذیری سامانه‌های آموزشی هوشمند مطرح شود. در این چارچوب، توضیح تصمیمات آموزشی نه به‌عنوان یک قابلیت جانبی، بلکه به‌عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از فرآیند یادگیری در نظر گرفته شده است.

یافته‌های این بخش نشان می‌دهند که ارائه توضیح درباره دلایل تغییر مسیر یادگیری یا تنظیم سطح دشواری محتوا، درک کاربر آموزشی از منطق تصمیم‌گیری سامانه را افزایش می‌دهد. همچنین، امکان تنظیم سطح و نوع توضیحات متناسب با مخاطبان مختلف، نیاز کاربران آموزشی، مدرسان و مدیران آموزشی را به‌صورت هم‌زمان پوشش داده و از شکل‌گیری برداشت سامانه به‌عنوان یک ساختار با منطق استنتاج غیرشفاف جلوگیری می‌کند.

تحلیل یکپارچه یافته‌ها

تحلیل ترکیبی یافته‌ها نشان می‌دهد که مزیت اصلی چارچوب پیشنهادی در هم‌افزایی میان سه لایه تحلیل احساسات، تولید مسیر یادگیری شخصی‌سازی شده و هوش مصنوعی توضیح‌پذیر نهفته است. در این چارچوب، تحلیل احساسات صرفاً به شناسایی

وضعیت کاربر آموزشی محدود نمی‌شود، بلکه مستقیماً در تصمیم‌گیری مسیر یادگیری نقش ایفا می‌کند و این تصمیمات نیز به‌صورت شفاف برای کاربر توضیح داده می‌شوند.

این رویکرد یکپارچه می‌تواند تجربه یادگیری را از یک فرآیند مبتنی بر ساختار ثابت به یک تعامل تطبیقی و معنادار تبدیل کند و شکاف موجود میان سامانه‌های تطبیقی رایج و نیازهای واقعی کاربران آموزشی را کاهش دهد. در مجموع، یافته‌های مفهومی این پژوهش نشان می‌دهند که چارچوب پیشنهادی ظرفیت آن را دارد که به‌عنوان مبنایی نظری برای طراحی سامانه‌های آموزش آنلاین شخصی‌سازی‌شده، شفاف و انسان‌محور مورد استفاده قرار گیرد.

معیارهای ارزیابی چارچوب پیشنهادی پژوهش

به‌منظور ارزیابی اثربخشی و کارآمدی چارچوب پیشنهادی، مجموعه‌ای از معیارهای کیفی و مفهومی تعریف شده است که متناسب با ماهیت معماری‌محور و نظری پژوهش انتخاب شده‌اند. این معیارها امکان مقایسه چارچوب پیشنهادی با رویکردهای رایج در حوزه یادگیری شخصی‌سازی‌شده و سامانه‌های آموزش آنلاین هوشمند را فراهم می‌سازند.

انتخاب این معیارها بر اساس مرور ادبیات پژوهش، چالش‌های مطرح‌شده در سامانه‌های آموزشی موجود و اهداف طراحی چارچوب صورت گرفته است. در ادامه، مهم‌ترین معیارهای ارزیابی معرفی می‌شوند.

سطح شخصی‌سازی یادگیری

این معیار بیانگر میزان تطبیق مسیر یادگیری با ویژگی‌های فردی کاربر آموزشی است. چارچوب‌هایی که تنها بر اساس عملکرد شناختی شخصی‌سازی انجام می‌دهند، در مقایسه با چارچوب‌های چندبعدی، از انعطاف‌پذیری کمتری برخوردارند. در چارچوب پیشنهادی، شخصی‌سازی بر اساس ترکیب سطح دانش، اهداف یادگیری و وضعیت عاطفی - شناختی انجام می‌شود.

در نظر گرفتن مؤلفه‌های عاطفی و شناختی

این معیار میزان توجه چارچوب به حالات عاطفی نظیر انگیزش، اضطراب و خستگی شناختی را ارزیابی می‌کند. بسیاری از رویکردهای موجود فاقد مکانیزم صریح برای تحلیل احساسات هستند، در حالی که چارچوب پیشنهادی یک لایه مستقل برای این منظور در نظر گرفته است.

پویایی مسیر یادگیری

پویایی مسیر یادگیری به توانایی سامانه در به‌روزرسانی مستمر تصمیمات آموزشی متناسب با تغییرات وضعیت کاربر اشاره دارد. چارچوب‌های مبتنی بر ساختار ثابت یا نیمه‌تطبیقی در این معیار امتیاز پایین‌تری دریافت می‌کنند. بهره‌گیری از ساختار گراف‌محور در چارچوب پیشنهادی، امکان بازتنظیم مستمر مسیر یادگیری را فراهم می‌سازد.

شفافیت و توضیح‌پذیری تصمیمات آموزشی

این معیار به میزان شفافیت منطق تصمیم‌گیری سامانه برای کاربران آموزشی و مدرسان می‌پردازد. وجود لایه هوش مصنوعی توضیح‌پذیر در چارچوب پیشنهادی، امکان ارائه توضیحات قابل فهم و متناسب با مخاطب را فراهم کرده و سطح قابلیت تفسیر تصمیمات آموزشی را افزایش می‌دهد.

انسان‌محور بودن سامانه

انسان‌محوری به میزان توجه چارچوب به تجربه کاربر، کاهش بار شناختی و درنظرگرفتن بازخوردهای انسانی اشاره دارد. چارچوب پیشنهادی با تعریف چرخه تعامل - تحلیل - تصمیم - توضیح، کاربر آموزشی را به‌عنوان عنصر فعال و مرکزی فرآیند یادگیری در نظر می‌گیرد.

قابلیت توسعه و یکپارچه‌سازی

این معیار بیانگر قابلیت پیاده‌سازی چارچوب در سامانه‌های آموزش آنلاین موجود و امکان توسعه لایه‌ها یا ماژول‌های جدید است. معماری لایه‌ای چارچوب پیشنهادی، زمینه لازم برای توسعه تدریجی و یکپارچه‌سازی با فناوری‌های نوظهور را فراهم می‌کند.

جدول ارزیابی تطبیقی چارچوب پیشنهادی در برابر رویکردهای موجود

| معیار ارزیابی | سامانه‌های آموزش آنلاین سنتی | سامانه‌های آموزشی شخصی‌سازی شده مبتنی بر عملکرد | سامانه‌های احساس‌محور بدون توضیح‌پذیری | چارچوب پیشنهادی پژوهش |
|----------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|
| شخصی‌سازی مسیر یادگیری | کم | متوسط | متوسط | زیاد |
| درنظرگرفتن مؤلفه‌های عاطفی | ندارد | ندارد | دارد | دارد |
| پویایی تصمیمات آموزشی | کم | متوسط | متوسط | زیاد |
| شفافیت و توضیح‌پذیری | ندارد | کم | کم | زیاد |
| انسان‌محوری | کم | متوسط | متوسط | زیاد |
| قابلیت توسعه معماری | کم | متوسط | کم | زیاد |

جدول ۱. مقایسه مفهومی چارچوب پیشنهادی با رویکردهای رایج

در جدول ۱، چارچوب پیشنهادی پژوهش با برخی رویکردهای رایج در حوزه سامانه‌های آموزش آنلاین هوشمند مورد مقایسه قرار گرفته است. این مقایسه به‌صورت مفهومی و بر اساس معیارهای ارزیابی تعریف‌شده انجام شده است. از آنجا که چارچوب



<https://icaics.ir>
info@icaics.ir

پیشنهادی در این پژوهش در سطح مفهومی ارائه شده است، مقایسه انجام‌شده در جدول ۱، بر اساس تحلیل کیفی ویژگی‌ها و قابلیت‌های هر رویکرد صورت گرفته است.

بحث و نتیجه‌گیری

بحث

هدف این پژوهش، ارائه یک چارچوب مفهومی یکپارچه برای طراحی سامانه‌های آموزش آنلاین مبتنی بر هوش مصنوعی توضیح‌پذیر با تأکید بر یادگیری شخصی‌سازی‌شده احساس‌محور بود. بر اساس تحلیل‌های مفهومی انجام‌شده، نتایج نشان می‌دهد که ترکیب تحلیل احساسات کاربر آموزشی با تولید مسیر یادگیری تطبیقی و لایه توضیح‌پذیری، می‌تواند به رفع برخی از چالش‌های اساسی سامانه‌های آموزش آنلاین رایج کمک کند.

برخلاف بسیاری از پژوهش‌های پیشین که شخصی‌سازی یادگیری را عمدتاً بر اساس شاخص‌های عملکردی نظیر نمره، میزان پیشرفت یا نرخ تکمیل محتوا انجام می‌دهند، چارچوب پیشنهادی این پژوهش بر درک وضعیت عاطفی و شناختی کاربر آموزشی به‌عنوان یکی از عوامل تعیین‌کننده در تصمیم‌گیری آموزشی تأکید دارد. این رویکرد با دیدگاه‌های جدید در حوزه یادگیری انسان‌محور هم‌راستا بوده و نشان می‌دهد که بی‌توجهی به مؤلفه‌های احساسی می‌تواند منجر به کاهش اثر بخشی سامانه‌های تطبیقی شود.

از سوی دیگر، تحلیل مفهومی چارچوب پیشنهادی نشان می‌دهد که استفاده از مدل گراف محور برای طراحی مسیر یادگیری، انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به مسیرهای خطی و از پیش تعریف شده فراهم می‌کند. این ویژگی امکان پاسخ‌گویی به تغییرات لحظه‌ای در وضعیت کاربر آموزشی را فراهم ساخته و از تحمیل یک مسیر ثابت به کاربران با ویژگی‌های متفاوت جلوگیری می‌کند.

نکته قابل توجه دیگر، نقش محوری هوش مصنوعی توضیح‌پذیر در افزایش شفافیت و اعتمادپذیری سامانه است. در بسیاری از سامانه‌های آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی، فرآیند تصمیم‌گیری فاقد شفافیت کافی بوده و منطق استنتاج آن برای کاربران قابل تبیین نیست؛ این امر می‌تواند منجر به کاهش اعتماد کاربران و مدرسان شود. چارچوب پیشنهادی با در نظر گرفتن یک لایه مستقل برای توضیح تصمیمات، این چالش را هدف قرار داده و امکان درک و ارزیابی منطق تصمیم‌گیری سامانه را برای ذی‌نفعان مختلف فراهم می‌سازد.

در مجموع، بحث حاضر نشان می‌دهد که ارزش افزوده اصلی چارچوب پیشنهادی در هم‌افزایی میان تحلیل احساسات، شخصی‌سازی مسیر یادگیری و توضیح‌پذیری تصمیمات نهفته است؛ به‌گونه‌ای که هر یک از این مؤلفه‌ها به‌تنهایی اثربخشی محدودی داشته، اما ترکیب آن‌ها می‌تواند تجربه یادگیری معنادارتر و پایدارتر ایجاد کند.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، یک چارچوب مفهومی یکپارچه برای طراحی سامانه‌های آموزش آنلاین هوشمند مبتنی بر یادگیری شخصی‌سازی شده احساس محور و هوش مصنوعی توضیح‌پذیر ارائه شد. چارچوب پیشنهادی با تفکیک ساختاری لایه‌های تعامل با کاربر، تحلیل احساسات، تولید مسیر یادگیری و توضیح‌پذیری، تلاش دارد فرآیند یادگیری را از یک ساختار ثابت و غیر تطبیقی به یک تعامل تطبیقی، انعطاف‌پذیر و انسان محور تبدیل کند. نوآوری اصلی این پژوهش، ارائه چارچوبی یکپارچه است که برای نخستین بار یادگیری شخصی‌سازی شده احساس محور را با لایه‌ای مستقل از هوش مصنوعی توضیح‌پذیر تلفیق می‌کند.

نتایج تحلیل مفهومی نشان می‌دهد که این چارچوب ظرفیت آن را دارد که به‌عنوان مبنایی نظری برای توسعه سامانه‌های آموزش آنلاین آینده مورد استفاده قرار گیرد و به بهبود تجربه یادگیری، افزایش انگیزش کاربران آموزشی و ارتقای شفافیت تصمیمات هوشمند کمک کند. همچنین، تأکید بر توضیح‌پذیری تصمیمات می‌تواند پذیرش سامانه‌های مبتنی بر هوش مصنوعی را در محیط‌های آموزشی افزایش دهد.

با وجود این، پژوهش حاضر با محدودیت‌هایی همراه است. از جمله مهم‌ترین محدودیت‌ها می‌توان به عدم ارزیابی تجربی چارچوب پیشنهادی و نبود داده‌های واقعی کاربران آموزشی اشاره کرد. بنابراین، پژوهش‌های آینده می‌توانند این چارچوب را در یک سامانه آموزش آنلاین واقعی پیاده‌سازی کرده و عملکرد آن را بر اساس شاخص‌هایی نظیر رضایت کاربران، پایداری یادگیری و اثربخشی آموزشی مورد ارزیابی تجربی قرار دهند. علاوه بر این، بررسی تأثیر انواع مختلف توضیحات ارائه‌شده توسط سامانه بر درک و اعتماد کاربران، می‌تواند زمینه پژوهشی ارزشمندی برای مطالعات آتی فراهم آورد.

در نهایت، می‌توان نتیجه گرفت که تلفیق یادگیری احساس محور با هوش مصنوعی توضیح‌پذیر، چشم‌اندازی نوین برای طراحی سامانه‌های آموزش آنلاین فراهم می‌کند و چارچوب پیشنهادی این پژوهش می‌تواند گامی اولیه در جهت تحقق این چشم‌انداز باشد.

منابع

- Akpen, C.N., Asaolu, S., Atobatele, S., Okagbue, H. And Sampson, S. (2024). Impact of online learning on student's performance and engagement: a systematic review. *Discover Education*. 3 (205).
- Altukhi, Zaid M. And Pradhan, Sojen. (2025). Systematic Literature Review: Explainable AI Definitions and Challenges in Education. *arXiv*.
- Anwar, Aamir, Ikram Ur Rehman, Moustafa M. Nasralla, Sohaib Bin Altaf Khattak. And Nasrullah Khilji. (2023). Emotions Matter: A Systematic Review and Meta-Analysis of the Detection and Classification of Students' Emotions in STEM during Online Learning. *Education Sciences*. 13 (9). 914.
- Becerra, Alvaro. And Cobos, Ruth. And Lang, Charles. (2025). Enhancing Online Learning by Integrating Biosensors and Multimodal Learning Analytics for Detecting and Predicting Student Behavior: A Review. *Behaviour & Information Technology*.

Center for Curriculum Redesign. (2019). Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. Center for Curriculum Redesign.

Crompton, Helen. And Burke, Dianne. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators?. International Journal of Educational Technology in Higher Education. 16 (39).

D'Mello, Sidney. And Graesser, Art. (2012). Dynamics of affective states during complex learning. Learning and Instruction. 22 (2). 145-157.

Jain, Abhishek, Gulati, Shivani, Rani, Shama, Vandana. And Taneja, Divyansh. (2026). A Study on Explainable Artificial Intelligence (AI) Techniques to Increase Transparency in Predictive Analytics for Education in India: Conceptual Analysis. Journal of Informatics Education and Research. 6 (1).

Khosravi, Hassan, Buckingham Shum, Simon, Chen, Guanliang, Conati, Cristina, Tsai, Yi-Shan, Kay, Judy, Knight, Simon, Martinez-Maldonado, Roberto, Sadiq, Shazia. And Gašević, Dragan. (2022). Explainable Artificial Intelligence in education. Computers and Education: Artificial Intelligence. 3. 100074.

Li, Aili, Yong Li. And Xiyu Gao. (2026). Personalized Learning Path Recommendation Based on Knowledge Graphs: A Survey. Electronics. 15 (1). 238.

Pachouly, Shikha. And Bormane, D. S. (2025). EXPLAINABLE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION: TRANSFORMING TEACHING AND LEARNING - A REVIEW. TPM – Testing, Psychometrics, Methodology in Applied Psychology. 32. 1571–1584.

Porter, Beth. And Bozkaya, Burçin. (2020). Assessing the Effectiveness of Using Live Interactions and Feedback to Increase Engagement in Online Learning. arXiv.

Raj, N.S. And Renumol, V.G. (2022). A systematic literature review on adaptive content recommenders in personalized learning environments from 2015 to 2020. Journal of Computers in Education. 9. 113–148.

Salazar, Camilo, Aguilar, Jose, Monsalve-Pulido, Julián. And Montoya, Edwin. (2021). Affective recommender systems in the educational field. A systematic literature review. Computer Science Review. 40. 100377.

Sheehan, Kelly J., Pila, Sarah, Lauricella, Alexis R. And Wartella, Ellen A. (2019). Parent-child interaction and children's learning from a coding application. Computers & Education. 140. 103601.

Shemshack, A. And Spector, J.M. (2020). A systematic literature review of personalized learning terms. Smart Learning Environments. 7. 33.

Shingjergji, Krist, Iren, Deniz, Urlings, Corrie. And Klemke, Roland. (2026). Affective computing in online higher education: A systematic literature review. Computers and Education: Artificial Intelligence. 10. 100499.

Tinmaz, H. (2025). From Transparency to Trust: A Literature Review on Explainable AI in Educational Systems. Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi. 21 (3). 999-1018.

Yadegaridehkordi, Elaheh, Noor, Nurul Fazmidar Binti Mohd, Ayub, Mohamad Nizam Bin, Affal, Hannyyzura Binti. And Hussin, Nornazlita Binti. (2019). Affective computing in education: A systematic review and future research. Computers & Education. 142. 103649.

Yuvaraj, Rajamanickam, Mittal, Rakshit, Prince, A. Amalin. And Huang, Jun Song. (2025). Affective Computing for Learning in Education: A Systematic Review and Bibliometric Analysis. Education Sciences. 15 (1). 65.