



پژوهش در آموزش علوم تجربی

شاپا الکترونیکی: ۳۶۴۹-۲۶۴۵

Home Page: <https://basicscience.cfu.ac.ir>



تبیین الگوی نظریه‌ی هم‌ساخت معکوس هوشمند در آموزش ریاضی: تلفیقی از یادگیری مشارکتی، آموزش معکوس و هوش مصنوعی (SFCL)

اسماعیل یوسفی^۱، احمد شاهورانی سمنانی^۲

۱. استادیار گروه آموزش ریاضی، دپارتمان ریاضی و علوم کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۲. استاد گروه آموزش ریاضی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول: (Esmail.yousefi@iau.ac.ir)

چکیده

اطلاعات مقاله

متن چکیده

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

با پیچیده‌تر شدن مسائل آموزشی در عصر دیجیتال، بازنگری در روش‌های سنتی تدریس، به‌ویژه در آموزش ریاضی، بیش از پیش ضروری به نظر می‌رسد؛ جایی که چالش‌های شناختی و انگیزشی یادگیرندگان، فرایند یادگیری را با موانعی جدی مواجه می‌سازد. در پاسخ به این چالش، پژوهش حاضر به معرفی و تبیین «الگوی هم‌ساخت معکوس هوشمند» می‌پردازد؛ الگویی نوین که با تلفیق سه رویکرد مؤثر یعنی یادگیری مشارکتی، آموزش معکوس، و فناوری هوش مصنوعی، با هدف ارتقای تعامل، شخصی‌سازی محتوا و بهبود عملکرد شناختی دانش‌آموزان طراحی شده است. در این مقاله، ضمن بررسی نظری و پژوهشی هریک از مؤلفه‌ها، چارچوب مفهومی این الگوی ترکیبی ترسیم می‌شود؛ الگویی که طی آن، دانش‌آموزان ابتدا با استفاده از محتوای معکوس‌شده و ابزارهای هوش مصنوعی با مفاهیم پایه آشنا می‌شوند و سپس در کلاس، از طریق فعالیت‌های گروهی، بازخوردهای اختصاصی دریافت می‌کنند. در این فرایند، هوش مصنوعی نقش تحلیلی و حمایتی داشته و ضمن پایش مستمر پیشرفت، مسیرهای یادگیری متناسب با نیازهای فردی را پیشنهاد می‌دهد. در پایان، پیامدهای بالقوه این الگو بر کیفیت یادگیری ریاضی، انگیزش درونی و پرورش تفکر سطح بالا بررسی شده و پیشنهادهایی برای تحقیقات آینده و اجرای عملی ارائه می‌شود.

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۱۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۵/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۰۷

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۶/۱۵

کلیدواژه‌ها:

یادگیری مشارکتی،

آموزش معکوس،

هوش مصنوعی،

آموزش ریاضی،

الگوی هم‌ساخت معکوس هوشمند،

یادگیری شخصی‌سازی‌شده.

ارجاع: یوسفی، اسماعیل؛ شاهورانی سمنانی، احمد. (۱۴۰۴). تبیین الگوی نظریه‌ی هم‌ساخت معکوس هوشمند در آموزش ریاضی: تلفیقی از یادگیری مشارکتی، آموزش معکوس و هوش مصنوعی (SFCL). ۱۱ (۳۹)، ۵۷-۷۴.

<http://doi.org/10.48310/basic.2025.4594>



© نویسندگان.

انستگاه فرهنگیان.

مقدمه

با گسترش فناوری‌های نوین، تغییر در سبک‌های آموزش و یادگیری از یک انتخاب به ضرورتی اجتناب‌ناپذیر بدل شده است. در قرن بیست و یکم، نظام‌های آموزشی نه تنها به دانش‌آموزانی نیاز دارند که توانایی حل مسائل را داشته باشند، بلکه به افرادی نیاز دارند که بتوانند به‌طور مشارکتی، نقادانه و خلاق بیندیشند و از ابزارهای هوشمند برای ارتقای درک خود بهره‌گیرند. در این میان، آموزش ریاضی که همواره به‌عنوان زیربنای تفکر منطقی و ساختارمند شناخته می‌شود، با چالش‌هایی نظیر کاهش انگیزش، ضعف در درک مفاهیم انتزاعی و فاصله گرفتن از زندگی واقعی روبه‌روست (جعفری، ۱۴۰۲).

این چالش‌ها نیاز به بازاندیشی در رویکردهای سنتی را برجسته می‌سازد؛ به‌ویژه در شرایطی که ابزارهای هوشمند، بسترهای دیجیتال، و روش‌های نوین یاددهی-یادگیری همچون آموزش معکوس و یادگیری مشارکتی، فرصت‌های بی‌سابقه‌ای برای تحول در فرایند آموزش ریاضی فراهم آورده‌اند. تلفیق این ظرفیت‌ها در قالب یک الگوی یکپارچه و هدفمند می‌تواند مسیری نو برای تحول در آموزش ریاضی پیش‌روی نظام‌های آموزشی قرار دهد. در این راستا، در ادامه ابتدا به اهمیت آموزش ریاضی و چالش‌های موجود، سپس به ضرورت نوآوری در سبک‌های آموزشی و نهایتاً به معرفی مفاهیم کلیدی مقاله می‌پردازیم.

اهمیت آموزش ریاضی و چالش‌های موجود

ریاضی به‌عنوان زبان مشترک علوم و پایه‌ای‌ترین ابزار تفکر تحلیلی، جایگاه ویژه‌ای در نظام‌های آموزشی دارد. توانایی درک مفاهیم ریاضی نه تنها برای پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان اهمیت دارد، بلکه در زندگی روزمره، حل مسئله، تصمیم‌گیری و حتی سواد رسانه‌ای نقش کلیدی ایفا می‌کند (Boaler, 2016). با این حال، در دهه‌های اخیر، پژوهش‌های متعددی از جمله مطالعات معینی‌کیا و همکاران (۱۳۹۶) نشان داده‌اند که بسیاری از دانش‌آموزان در سطوح مختلف تحصیلی با نوعی «بیگانگی شناختی» نسبت به ریاضی مواجه‌اند. از جمله چالش‌های شایع در آموزش ریاضی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- **ضعف در درک مفاهیم انتزاعی:** بسیاری از دانش‌آموزان مفاهیم جبری و هندسی را صرفاً حفظ می‌کنند بدون درک واقعی ساختار آن‌ها (حق‌جو، ۱۴۰۰).
 - **کاهش انگیزش و اعتماد به نفس:** به‌ویژه در میان دانش‌آموزان دختر یا دانش‌آموزان دارای پیش‌زمینه ضعیف ریاضی (Reihani, 2022).
 - **رویکردهای سنتی مبتنی بر انتقال محتوا:** که بر معلم‌محوری و عدم تعامل فعال تأکید دارد (Aminian, 2021).
- این چالش‌ها نه تنها منجر به افت تحصیلی، بلکه باعث شکل‌گیری نگرش منفی نسبت به ریاضی در ذهن دانش‌آموزان می‌شوند. بنابراین، تحول در شیوه‌های آموزش امری حیاتی به‌شمار می‌رود.

ضرورت نوآفرینی در سبک‌های آموزشی

با تحول سریع فناوری و تغییر الگوهای یادگیری نسل جدید، دیگر نمی‌توان به روش‌های خطی و یکنواخت سنتی بسنده کرد. آموزش امروزی باید انعطاف‌پذیر، تعاملی، شخصی‌سازی شده و فناورانه باشد. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که نوآوری در سبک‌های تدریس، مانند یادگیری فعال، استفاده از فناوری‌های هوشمند، و رویکردهای دانش‌آموزمحور، می‌تواند به‌طور مستقیم بر کیفیت درک مفاهیم ریاضی تأثیر بگذارد (Bergmann & Sams, 2014).

در همین راستا، نوآوری آموزشی نه تنها به معنای استفاده از ابزارهای جدید بلکه شامل بازآرایی نقش معلم، دانش‌آموز، و محتوا است. یادگیرنده باید از دریافت‌کننده صرف دانش به تولیدکننده معنا تبدیل شود؛ و این امر تنها با بازطراحی سبک‌های آموزشی ممکن است (ریحانی، ۱۴۰۱).

از مهم‌ترین دلایل نیاز به نوآفرینی در سبک‌های آموزشی ریاضی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- تطبیق با نیازهای یادگیرندگان نسل دیجیتال
 - افزایش تعاملات بین فردی و بین موضوعی
 - تسهیل یادگیری عمیق و پایدار
 - استفاده بهینه از ابزارهای هوشمند برای شخصی‌سازی آموزش
- در این میان، روش‌هایی همچون یادگیری مشارکتی، آموزش معکوس و بهره‌گیری از هوش مصنوعی، در صورت تلفیق هدفمند، می‌توانند پاسخگوی این ضرورت باشند.

معرفی اجمالی مفاهیم: یادگیری مشارکتی، آموزش معکوس و هوش مصنوعی

۱. یادگیری مشارکتی^۱

یادگیری مشارکتی، رویکردی فعال و تعاملی است که در آن دانش‌آموزان در قالب گروه‌های کوچک با اهداف مشترک فعالیت می‌کنند. مطالعات نشان داده‌اند که این روش باعث افزایش درک مفاهیم، انگیزش، و مهارت‌های اجتماعی می‌شود (Johnson & Johnson, 2014). در ایران نیز پژوهش‌هایی مانند کار امینیان (۱۴۰۱) و ریحانی (۱۴۰۲) اثربخشی این روش را در ارتقای عملکرد ریاضی تأیید کرده‌اند.

۲. آموزش معکوس^۲

در این الگو، ارائه مفاهیم نظری در خارج از کلاس (مثلاً از طریق ویدیوها) انجام می‌شود و زمان کلاس به فعالیت‌های تعاملی و حل مسئله اختصاص می‌یابد. آموزش معکوس، زمان آموزشی را بهینه کرده و باعث یادگیری عمیق‌تری می‌شود. این روش با ایجاد فرصت‌های بیشتر برای تمرین و تعامل، در آموزش ریاضی بسیار کاربردی گزارش شده است (Bergmann & Sams, 2014).

۳. هوش مصنوعی در آموزش^۳

هوش مصنوعی به عنوان یک ابزار توانمند، می‌تواند یادگیری را از طریق تحلیل داده‌های یادگیرنده، ارائه بازخورد لحظه‌ای، پیش‌بینی خطاها، و طراحی مسیر یادگیری شخصی‌شده ارتقا دهد. مدل‌های مبتنی بر AI مانند سیستم‌های توصیه‌گر آموزشی، آموزش تطبیقی و چت‌بات‌های هوشمند، اکنون در پلتفرم‌های آموزشی پیشرفته به کار گرفته می‌شوند (Holmes et al., 2021). ترکیب این سه مفهوم در یک ساختار آموزشی یکپارچه می‌تواند به پیدایش الگویی نوین منجر شود که در ادامه مقاله با عنوان «هم‌ساخت معکوس هوشمند» بررسی خواهد شد.

پیشینه پژوهش

تحلیل پیشینه پژوهش‌ها، پایه‌ای برای درک عمیق‌تر مفاهیم کلیدی، تشخیص خلأهای تحقیقاتی و ارائه چارچوب نظری است. سه مؤلفه اصلی پژوهش حاضر — یادگیری مشارکتی، آموزش معکوس، و هوش مصنوعی — هر یک سابقه‌ای نسبتاً قوی در مطالعات آموزشی دارند؛ اما مطالعات ترکیبی که به بررسی اثرات تلفیقی این سه رویکرد بپردازند، هنوز در مراحل اولیه رشد هستند. در این بخش، ابتدا مبانی نظری و پژوهش‌های مرتبط با هر مؤلفه مرور شده و سپس نمونه‌هایی از مطالعات تلفیقی در سایر حوزه‌های آموزشی ارائه می‌شود.

۱. یادگیری مشارکتی: مبانی نظری، کارکردها و مطالعات جدید

^۱ Collective Learning

^۲ Flipped Learning

^۳ AI in Education

یادگیری مشارکتی روشی مبتنی بر نظریه‌های سازنده‌گرایی اجتماعی و ویگوتسکی و یادگیری فعال است. در این رویکرد، یادگیری زمانی مؤثرتر واقع می‌شود که یادگیرندگان در تعامل با یکدیگر به حل مسئله بپردازند. برخلاف روش‌های انفرادی، یادگیری مشارکتی بر اساس گفت‌وگو، مشارکت و مسئولیت‌پذیری گروهی شکل می‌گیرد (Johnson & Johnson, 2020).

مطالعات نشان داد که یادگیری مشارکتی می‌تواند عملکرد تحصیلی، انگیزش و خودکارآمدی را افزایش دهد. ریحانی (۱۴۰۲) در پژوهشی میدانی بر روی دانش‌آموزان پایه نهم، نشان داد که استفاده از گروه‌های همیار در حل مسائل جبری باعث بهبود معنادار در درک مفاهیم و کاهش اضطراب ریاضی شده است. همچنین، ابوالقاسم (۱۳۹۹) تأکید کرده است که در قالب همکاری گروهی، فرصت گفت‌وگوی ریاضی ایجاد شده و درک عمیق‌تری از مفاهیم شکل می‌گیرد. یوسفی و همکاران (۱۴۰۲)، به بررسی مراحل یادگیری ریاضی به روش‌های ریاضی‌فهمی و ریاضی‌کاری پرداختند. استفاده از آموزش مشارکتی می‌تواند به درک و فهم ریاضی کمک کند. در روش تدریس مشارکتی، امکان تقسیم‌بندی سخنرانی وجود دارد، درحالی‌که در روش سنتی، حجم زیادی از محتوا در یک‌زمان کوتاه ارائه می‌شود که معمولاً منجر به کسالت و عدم توجه کافی شنوندگان می‌گردد. پژوهش یوسفی و همکاران (۱۴۰۳)، در خصوص فهم و درک ریاضی در مقایسه با حل فرآیندی مسئله، بحث کردند و به کمک تحلیل پوششی داده‌ها و آنالیز عددی مدلی برای زمان بهینه تدریس برای درک مفهومی ریاضی در مقایسه با حل فرآیندی، ارائه دادند. اسلاوین (Slavin, 2019) و گیلیز (Gillies, 2016) اثربخشی این روش را در افزایش تعاملات شناختی و بهبود یادگیری بلندمدت تأیید کرده‌اند.

کارکردهای کلیدی یادگیری مشارکتی در آموزش ریاضی عبارتند از:

- تقویت مهارت گفت‌وگوی ریاضی و تفکر تحلیلی
- افزایش حس مسئولیت‌پذیری و تعلق به گروه
- کاهش اضطراب و افزایش انگیزش در کلاس درس

۲. آموزش معکوس: مزایا، محدودیت‌ها و کاربرد در ریاضیات

آموزش معکوس مدلی از یادگیری ترکیبی^۱ است که با جابه‌جایی نقش کلاس و خانه، فرصت بیشتری برای فعالیت‌های شناختی سطح بالاتر در کلاس فراهم می‌کند. در این مدل، دانش‌آموزان محتوای نظری را قبل از جلسه کلاس به‌صورت ویدیویی یا چندرسانه‌ای مشاهده می‌کنند و سپس در کلاس با فعالیت‌های تعاملی، تمرین، پروژه و حل مسئله درگیر می‌شوند (Bergmann & Sams, 2012). مطالعات متعددی به مزایای آموزش معکوس در درس ریاضی پرداخته‌اند. کارابولوت و همکاران (Karabulut-Ilgu et al. 2018) در یک فراتحلیل نشان دادند که آموزش معکوس در مقایسه با روش‌های سنتی، درک مفاهیم ریاضی و سطح مشارکت دانش‌آموزان را به‌طور معناداری افزایش می‌دهد. امینیان (۱۴۰۱) در پژوهشی در پایه هشتم، کاربرد آموزش معکوس در مبحث نسبت و تناسب را بررسی کرده و نشان داد که این رویکرد منجر به افزایش نمرات و کاهش اضطراب ریاضی شد.

مهم‌ترین مزایای آموزش معکوس	محدودیت‌های آموزش معکوس
افزایش درگیری شناختی در کلاس	نیاز به زیرساخت فناوری مناسب
ارتقای یادگیری فعال و مشارکتی	زمان‌بر بودن تولید محتوای چندرسانه‌ای
افزایش امکان بازبینی محتوا برای دانش‌آموزان ضعیف‌تر	احتمال عدم تماشای ویدیوها توسط برخی دانش‌آموزان

با این حال، مطالعات همچنان تأکید دارند که در آموزش ریاضی - به‌ویژه مباحث مفهومی مانند جبر و هندسه - آموزش معکوس می‌تواند جایگزینی مؤثر برای شیوه‌های سنتی باشد.

¹ Blended Learning

۳. هوش مصنوعی در آموزش: مدل‌های هوشمند، تحلیل یادگیرنده

هوش مصنوعی (AI) به‌عنوان یکی از ابزارهای تحول‌آفرین در آموزش، ظرفیت آن را دارد که فرآیند یادگیری را بر اساس داده‌های عملکردی یادگیرنده تحلیل کرده و به صورت شخصی‌سازی‌شده مسیر آموزشی را بهینه کند (Holmes et al., 2021). مدل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی مانند سیستم‌های توصیه‌گر آموزشی^۱، سیستم‌های آموزش تطبیقی^۲ و چت‌بات‌های یادگیرنده اکنون در پلتفرم‌های آموزش ریاضی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این مدل‌ها توانایی دارند خطاهای رایج دانش‌آموزان را پیش‌بینی کرده و بازخورد فوری و متناسب ارائه دهند (Zawacki-Richter et al., 2019). رحیمی (۱۴۰۱) به کاربرد سیستم‌های هوشمند در تشخیص بدفهمی‌های مفاهیم جبری پرداخته‌اند. او نشان داد که استفاده از سامانه تحلیل‌گر خطاهای ریاضی مبتنی بر AI، به معلمان کمک می‌کند تا برنامه درسی را براساس نیازهای واقعی دانش‌آموزان طراحی کنند.



شکل ۱. نمودار مزایای استفاده از هوش مصنوعی در آموزش

این مزایا به‌ویژه در دروس دشوار و انتزاعی مانند ریاضی می‌توانند اثربخشی فرایند یاددهی-یادگیری را به‌طور چشمگیری افزایش دهند.

در شکل ۱ مزایای استفاده از هوش مصنوعی در آموزش نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، یادگیری شخصی‌سازی شده و تطبیقی، تحلیل سریع داده‌های عملکردی و پیش‌بینی نقاط ضعف و ارائه بازخورد هدفمند از مهم‌ترین ویژگی‌های استفاده از هوش مصنوعی در آموزش است.

۴. تلفیق روش‌ها در سایر حوزه‌های آموزش

مطالعات ترکیبی که تلفیق روش‌هایی چون یادگیری مشارکتی، آموزش معکوس و فناوری‌های هوشمند را بررسی کرده‌اند، عمدتاً در حوزه‌هایی چون زبان‌آموزی، علوم تجربی و آموزش دانشگاهی انجام شده‌اند.

اوفلاهرتی و فیلیپس (O'Flaherty & Phillips, 2020) در حوزه آموزش زیست‌شناسی، مدل آموزش معکوس را با کار گروهی فعال ترکیب کردند و نشان دادند که این مدل باعث افزایش درک مفهومی و تعامل بین‌فردی شد. همچنین ژو و همکاران (Zhou et al., 2023) (در پژوهشی در حوزه زبان انگلیسی از تلفیق هوش مصنوعی و یادگیری مشارکتی استفاده کردند و بهبود معنی‌داری در مشارکت کلامی و یادگیری مشاهده شد. ریحانی (۱۴۰۲) در مطالعه‌ای نیمه‌آزمایشی، تلفیق آموزش معکوس با یادگیری گروهی را در تدریس مفاهیم کسری در دوره ابتدایی به کار برد و نتایج نشان داد که این ترکیب منجر به بهبود معنادار در عملکرد و اعتماد به نفس دانش‌آموزان شد.

با این حال، مطالعاتی که تلفیق سه‌گانه یادگیری مشارکتی، آموزش معکوس و هوش مصنوعی را در آموزش ریاضی مدرسه‌ای بررسی کرده باشند، بسیار محدودند. پژوهش حاضر تلاش دارد با تکیه بر چنین رویکرد تلفیقی، این خلأ را پوشش دهد.

¹ ERS

² ITS

چارچوب نظری

در این پژوهش، چارچوب نظری بر مبنای ادغام سه‌گانه‌ی راهبردهای آموزشی مدرن شامل یادگیری مشارکتی، آموزش معکوس و کاربرد هوش مصنوعی در آموزش ریاضیات طراحی شده است. در این چارچوب، نظریه‌های روان‌شناسی یادگیری کلاسیک و اجتماعی نیز به عنوان پشتوانه‌های نظری بنیادی در تحلیل ابعاد آموزش و یادگیری مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

مفهوم هم‌ساخت^۱ در آموزش

مفهوم هم‌ساخت به فرایندی اطلاق می‌شود که در آن یادگیرندگان با همکاری یکدیگر و تعامل فعال، معنا را می‌سازند. این فرایند در تقابل با یادگیری انفرادی قرار دارد و بر پایه‌ی تعامل اجتماعی شکل می‌گیرد. نظریه‌ی سازندگی اجتماعی ویگوتسکی تأکید می‌کند که رشد شناختی در بستر تعاملات اجتماعی رخ می‌دهد و یادگیری در «منطقه‌ی تقریبی رشد (ZPD) با کمک دیگران تحقق می‌یابد. در همین راستا، یادگیری مشارکتی بستر مناسبی برای بروز هم‌ساخت فراهم می‌آورد. پیازه نیز با نظریه‌ی رشد شناختی خود بر این باور بود که تعارض شناختی^۲ که در تعامل با دیگران رخ می‌دهد، می‌تواند موجب تحول ساختارهای ذهنی شود (Piaget, 1952). در نتیجه، یادگیری مشارکتی از دیدگاه پیازه نیز به دلیل ایجاد چالش‌های ذهنی و نیاز به بازسازی مفهومی، مؤثر تلقی می‌شود.

ادغام سه‌گانه: یادگیری مشارکتی، آموزش معکوس و هوش مصنوعی

در این چارچوب، فرض بر این است که ادغام سه‌گانه‌ی راهبردهای نوین آموزشی می‌تواند به یادگیری عمیق‌تر، فعال‌تر و هوشمندانه‌تری منجر شود.

۱. یادگیری مشارکتی^۳

که بر تعامل بین یادگیرندگان، مشارکت فعال و مسئولیت مشترک در یادگیری تأکید دارد. این روش با مفاهیم ویگوتسکی، پیازه، و حتی نظریه‌ی یادگیری مشاهده‌ای بندورا در هم‌راستایی است، چرا که یادگیری در محیط اجتماعی تقویت می‌شود و رفتارهای یادگیرندگان از طریق مشاهده و الگوبرداری شکل می‌گیرد (Bandura, 1986).

۲. آموزش معکوس^۴

با انتقال آموزش مفاهیم پایه به خارج از کلاس (از طریق ویدئوها، محتوای دیجیتال) و تمرکز بر فعالیت‌های مشارکتی در کلاس، امکان پردازش سطح بالاتری از یادگیری را در زمان تعامل با معلم فراهم می‌سازد. این مدل با نظریه یادگیری معنی‌دار ازوبل مرتبط است که تأکید دارد یادگیری زمانی مؤثر است که بر دانش پیشین استوار باشد؛ در آموزش معکوس، فرصت فعال‌سازی پیش‌دانسته‌ها فراهم‌تر می‌شود (Ausubel, 1968).

۳. هوش مصنوعی در آموزش^۵

از طریق تحلیل داده‌های یادگیرندگان، طراحی بازخوردهای شخصی‌سازی‌شده، و مدل‌سازی یادگیرنده، می‌تواند نقش «معلم هوشمند» را ایفا کند. این رویکرد با مفهوم بازخورد و خودتنظیمی در نظریه‌ی یادگیری خودنظم‌داده هم‌راستا است و به معلمان امکان مداخله‌ی مؤثرتر در لحظات بحرانی یادگیری را می‌دهد (Zimmerman, 2000).

¹ Collaborative

² Cognitive Conflict

³ Collaborative Learning

⁴ Flipped Learning

⁵ AI in Education

عناصر ساختاری چارچوب نظری

براساس تحلیل نظری، چارچوب پژوهش بر سه عنصر ساختاری کلیدی استوار است:

۱. تعامل اجتماعی^۱

که ریشه در نظریه‌ی ویگوتسکی دارد و در هر سه عنصر ادغام‌شده قابل مشاهده است: تعامل گروهی در یادگیری مشارکتی، تعامل فعال در کلاس در آموزش معکوس، و تعامل با سیستم‌های هوشمند در آموزش مبتنی بر AI.

۲. بازخورد هوشمند^۲

عنصر مهمی در یادگیری معنادار است. سیستم‌های AI می‌توانند بازخوردهای فوری، هدفمند و شخصی‌سازی‌شده فراهم کنند که منجر به اصلاح مسیر یادگیری می‌شود (Koedinger et al., 2015). این عنصر با نظریه‌ی Bruner در «کشف هدایت‌شده» نیز هماهنگ است.

۳. نقش مدرس^۳

که از انتقال‌دهنده‌ی صرف دانش به راهبر یادگیری تغییر می‌یابد. در این چارچوب، معلم باید تسهیل‌گر تعامل، ناظر تحلیل یادگیرنده، و فراهم‌کننده‌ی شرایط یادگیری فعال باشد. این دیدگاه با نظریه‌های یادگیری سازنده و دیدگاه «معلم به‌مثابه‌ی تسهیل‌گر» مطابقت دارد.

۴. ارتباط با نظریه‌های کلاسیک

در جدول زیر ارتباط بین نظریه‌های کلاسیک را با نظریه‌ی نوین هم‌ساخت معکوس هوشمند ملاحظه می‌کنید.

نظریه‌پرداز	مفهوم کلیدی	ارتباط نظریه هم‌ساخت معکوس هوشمند
ویگوتسکی	منطقه‌ی رشد نزدیک، یادگیری اجتماعی	تعامل در یادگیری مشارکتی و نقش معلم در آموزش معکوس
پیازه	رشد شناختی، تعارض شناختی	تعارض در فعالیت‌های گروهی و بازسازی مفهومی
بندورا	یادگیری مشاهده‌ای، خودکارآمدی	یادگیری از همتایان و بازخورد شخصی‌سازی‌شده
ازوبل	یادگیری معنی‌دار	استفاده از دانش پیشین در آموزش معکوس
برونر	یادگیری اکتشافی، ساختار شناختی	راهبردهای فعال در آموزش با هوش مصنوعی
زیمرن	یادگیری خودنظم‌داده	بازخورد هوشمند و خودتنظیمی یادگیرنده در بستر AI

چارچوب نظری این پژوهش، بر تلفیق خلاقانه‌ی سه رویکرد مدرن آموزشی (یادگیری مشارکتی، آموزش معکوس و هوش مصنوعی) که آن را نظریه هم‌ساخت معکوس هوشمند نام‌گذاری کردم، با تکیه بر اصول نظریه‌های کلاسیک یادگیری استوار است. در این چارچوب، یادگیری به مثابه‌ی فرآیندی پویا، تعاملی، معنادار و داده‌محور تلقی می‌شود که با بازتعریف نقش معلم و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، بهینه‌سازی می‌گردد.

¹ Social Interaction

² Intelligent Feedback

³ Teacher Role

۵. تعریف یادگیری در نظریه هم‌ساخت معکوس هوشمند^۱

یادگیری، فرآیندی پویا و تعاملی است که طی آن فراگیر از طریق مشارکت فعال در یک محیط آموزش معکوس، با هدایت شخصی‌سازی شده فناوری هوش مصنوعی، مفاهیم را از سطح درک اولیه تا سطح ساختاری و فراساختار ارتقا می‌دهد. این فرآیند در بستر گروهی سازمان‌یافته و با نظارت فراشناختی مستمر صورت می‌گیرد و منجر به هم‌ساخت یا ساخت مشترک دانش بین فردی و درون‌فردی می‌شود.

عناصر کلیدی تعریف:

۱. **یادگیری مشارکتی هدایت‌شونده:** یادگیری حاصل از تعامل فعال و معنادار بین فراگیران است که توسط فناوری هوشمند تسهیل و ساختاردهی می‌شود.
۲. **آموزش معکوس تطبیقی:** فراگیر ابتدا به صورت مستقل با محتوای آموزشی دیجیتال تعامل دارد و سپس در فضای حضوری با هم‌کلاسی‌ها برای تعمیق فهم مشارکت می‌کند.
۳. **پشتیبانی هوش مصنوعی:** یادگیری تحت نظارت ابزارهای هوشمند بوده که بازخورد مستمر، مسیر یادگیری شخصی‌سازی شده و تحلیل داده‌های عملکردی را ارائه می‌دهد.
۴. **نظارت فراشناختی:** یادگیرنده به طور آگاهانه، استراتژی‌های یادگیری خود را تنظیم، پایش و اصلاح می‌کند.
۵. **سطوح یادگیری ساخت‌یافته (بر اساس مدل SOLO):** یادگیری از سطح سطحی (درک چندگانه‌ی نامرتبط) به سطوح عمیق‌تر و ساختاریافته (ایجاد ارتباط، تعمیم و یکپارچه‌سازی) حرکت می‌کند.

تعریف علمی یادگیری در چارچوب نظریه هم‌ساخت معکوس هوشمند

در نظریه هم‌ساخت معکوس هوشمند، یادگیری به عنوان یک فرآیند اجتماعی-شناختی در نظر گرفته می‌شود که طی آن فرد از طریق تعامل فعال با محتوای آموزشی دیجیتال، مشارکت ساختاریافته با همسالان، و هدایت فناوری هوش مصنوعی، به ساخت دانش در سطوح عمیق و ساختاریافته ناآل می‌شود.

این نظریه، یادگیری را فرآیندی چندلایه می‌داند که در آن عناصر زیر به طور هم‌زمان و پیوسته درگیر هستند:

۱. دسترسی تطبیقی به منابع آموزشی در قالب آموزش معکوس (Bergmann & Sams, 2014).
۲. تعامل گروهی هم‌نقش در فضای یادگیری مشارکتی (Gillies, 2016).
۳. بازخورد بلادرنگ و شخصی‌سازی شده از سوی سامانه‌های هوش مصنوعی (Zawacki-Richter et al., 2019).
۴. فعال‌سازی کنترل فراشناختی در فرایند یادگیری (Efklides, 2011).
۵. حرکت از یادگیری سطحی به یادگیری عمیق در چارچوب مدل SOLO (Biggs & Collis, 1982).

تعریف نظری^۲ یادگیری در نظریه هم‌ساخت معکوس هوشمند (SFCL)

یادگیری، در نظریه هم‌ساخت معکوس هوشمند، فرآیندی ساختاریافته و پشتیبانی‌شده است که در آن فراگیر از طریق تعامل مداوم با محتوای دیجیتال، مشارکت گروهی هدفمند، بازخورد هوشمند و نظارت فراشناختی، به درونی‌سازی مفاهیم و خلق معانی جدید می‌پردازد؛ بدین ترتیب، دانش در سطح فردی و گروهی به صورت پویا ساخته و بازسازی می‌شود.

¹ Smart Flipped Collaborative Learning (SFCL)

² Theoretical Definition

تعریف عملیاتی^۱ یادگیری در نظریه هم‌ساخت معکوس هوشمند (SFCL)

میزان رشد کیفی و ساختاریافته دانش، نگرش و مهارت‌های فراگیر که در نتیجه تعامل چندبعدی میان آموزش معکوس، همکاری گروهی، پشتیبانی هوشمند و کنترل فراشناختی حاصل می‌شود. یادگیری در این نظریه، از طریق شاخص‌هایی چون: سطح فعالیت فراگیر در پیش‌آموزش، مشارکت در گروه، میزان تغییر در عملکرد پس از بازخورد هوشمند، و رشد در سطوح یادگیری (بر اساس مدل SOLO) قابل اندازه‌گیری است

مدل پیشنهادی: تبیین الگوی هم‌ساخت معکوس هوشمند^۲

هدف از این بخش، ارائه یک مدل نوین آموزشی است که به صورت یکپارچه، ظرفیت‌های یادگیری مشارکتی، آموزش معکوس و فناوری هوش مصنوعی را ترکیب می‌کند تا فرآیند یادگیری ریاضی را بهینه‌سازی نماید. این مدل، بر اساس مفهوم هم‌ساخت طراحی شده است که یادگیرندگان را به تعامل فعال و ساخت دانش مشترک فرا می‌خواند، در حالی که آموزش معکوس و فناوری هوش مصنوعی زمینه‌های لازم برای این تعامل و تحلیل آن را فراهم می‌آورند.

ساختار کلی مدل

مدل پیشنهادی از چهار مرحله اصلی تشکیل شده است که به صورت چرخه‌ای و پیوسته تکرار می‌شوند و هر مرحله به صورت هماهنگ با سایر مراحل عمل می‌کند:

۱. پیش‌آموزش^۳

در این مرحله، دانش‌آموزان از طریق منابع آموزشی دیجیتال (ویدئوهای آموزشی، متون تعاملی، آزمون‌های کوتاه) مفاهیم پایه ریاضی را قبل از کلاس یاد می‌گیرند. این فرآیند، مطابق با اصول آموزش معکوس است و به دانش‌آموزان فرصت می‌دهد با سرعت و زمان دلخواه خود یاد بگیرند و آمادگی لازم برای فعالیت‌های تعاملی در کلاس را کسب کنند.

۲. فعالیت مشارکتی^۴

در کلاس، دانش‌آموزان به صورت گروهی یا زوجی فعالیت‌هایی حل می‌کنند که نیازمند به اشتراک‌گذاری دانش، بحث و همکاری است. این فعالیت‌ها بر اساس مدل هم‌ساخت سازماندهی شده و زمینه‌ی ایجاد تعارض شناختی و بازسازی مفاهیم را فراهم می‌آورد. نقش معلم در این مرحله تسهیل‌گری، هدایت بحث‌ها و ایجاد فضای امن برای تبادل نظر است.

۳. تحلیل هوشمند^۵

در این مرحله، سیستم هوش مصنوعی داده‌های یادگیری دانش‌آموزان را در زمان واقعی جمع‌آوری و تحلیل می‌کند. این داده‌ها شامل پاسخ‌ها به سؤالات، میزان مشارکت در بحث‌ها، زمان صرف شده برای هر فعالیت، و الگوهای یادگیری فردی است. سیستم از الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای شناسایی نقاط ضعف، سبک یادگیری و نیازهای خاص هر دانش‌آموز بهره می‌برد.

¹ Operational Definition

² Proposed Model: Smart Flipped Collaborative Model

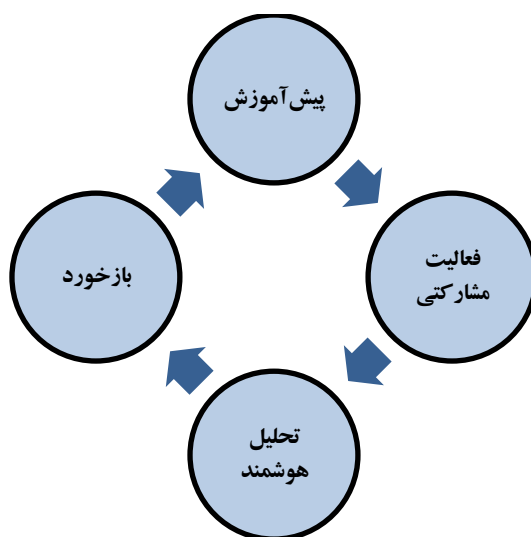
³ Pre-learning

⁴ Collaborative Activities

⁵ Intelligent Analytics

۴. بازخورد^۱

بر اساس تحلیل داده‌ها، سیستم بازخوردهای فوری، شخصی‌سازی شده و هوشمند به دانش‌آموزان و معلمان ارائه می‌دهد. بازخوردها می‌توانند شامل پیشنهاد فعالیت‌های تقویتی، هشدار در مورد مشکلات یادگیری و راهنمایی‌هایی برای اصلاح مسیر یادگیری باشند. این بازخوردها، فرایند یادگیری را پویا، هدفمند و بهینه می‌سازد. شکل ۲ نمودار ساختار کلی مدل نظریه هم‌ساخت معکوس هوشمند را نشان می‌دهد. همان‌طور که نمودار مشخص است، پیش‌آزمون، فعالیت مشارکتی، تحلیل هوشمند و بازخورد در طول هم هستند.



شکل ۲. نمودار ساختار کلی مدل نظریه هم‌ساخت معکوس هوشمند

چرخه‌ها، نقش افراد و ابزارها

مدل پیشنهادی بر اساس یک چرخه یادگیری تعاملی طراحی شده است که مراحل فوق را در قالب فرآیندی پویا به هم پیوند می‌دهد:

چرخه یادگیرنده: دانش‌آموزان ابتدا در مرحله پیش‌آموزش با محتوا آشنا می‌شوند، سپس در کلاس با هم همکاری می‌کنند، داده‌های رفتار یادگیری‌شان تحلیل می‌شود و بازخورد دریافت می‌کنند تا برای چرخه بعدی آماده شوند.

چرخه معلم: معلم به عنوان راهبر و تسهیل‌گر، فعالیت‌های مشارکتی را مدیریت می‌کند و از داده‌های هوشمند برای تنظیم استراتژی‌های تدریس بهره می‌برد.

چرخه فناوری: سامانه هوش مصنوعی به صورت مستمر داده‌ها را تحلیل کرده و بازخوردهای هدفمند تولید می‌کند.

ابزارهای مورد استفاده در هر مرحله عبارت‌اند از:

۱. سامانه مدیریت یادگیری (LMS) مجهز به محتوای تعاملی
۲. پلتفرم‌های ویدئویی و منابع دیجیتال برای پیش‌آموزش
۳. نرم‌افزارهای تحلیل هوشمند مبتنی بر AI
۴. ابزارهای ارتباطی آنلاین و محیط‌های کلاسی تعاملی (مانند تالارهای گفتگو، جلسات زنده و غیره)

۳. ویژگی‌های هوشمند مدل

^۱ Feedback

از ویژگی‌های برجسته این مدل، بهره‌گیری از قابلیت‌های هوش مصنوعی برای تحلیل و پشتیبانی لحظه‌ای یادگیری است که آن را متمایز و کارآمد می‌کند:

۱. تحلیل داده یادگیرنده در لحظه^۱

سیستم هوش مصنوعی قادر است رفتار، پاسخ‌ها و عملکرد دانش‌آموز را به صورت آنی رصد کند و الگوهای یادگیری هر فرد را شناسایی نماید. این تحلیل‌ها نه تنها به سطح پاسخ‌های درست و غلط محدود نمی‌شوند بلکه با استفاده از داده‌های رفتاری عمیق‌تر، مانند زمان پاسخگویی و میزان مشارکت، تصویری جامع از وضعیت یادگیری ارائه می‌دهند.

۲. پیشنهاد مسیر آموزشی شخصی‌سازی شده^۲

با بهره‌گیری از داده‌های تحلیلی، سیستم می‌تواند مسیر یادگیری اختصاصی برای هر دانش‌آموز طراحی کند. این مسیر شامل پیشنهاد منابع، تمرین‌ها، و حتی توصیه‌هایی برای فعالیت‌های گروهی متناسب با نقاط قوت و ضعف اوست. این قابلیت باعث افزایش انگیزه، کاهش اضطراب یادگیری و ارتقای اثربخشی آموزش می‌شود.

۳. پیش‌بینی مشکلات و مداخلات زودهنگام^۳

سیستم هوشمند می‌تواند با الگوریتم‌های پیش‌بینی، دانش‌آموزانی که در معرض شکست قرار دارند را شناسایی کند و به معلم هشدار دهد تا بتواند مداخلات به موقع انجام دهد.

بنابراین، مدل هم‌ساخت معکوس هوشمند با بهره‌گیری از سه رکن یادگیری مشارکتی، آموزش معکوس و هوش مصنوعی، رویکردی نوآورانه برای آموزش ریاضیات است که یادگیرندگان را در مرکز فرایند یادگیری قرار می‌دهد و از فناوری برای پشتیبانی هوشمندانه از یادگیری بهره می‌برد. این مدل علاوه بر ارتقای تعاملات اجتماعی و افزایش انگیزه، امکان بازخورد فوری و شخصی‌سازی مسیر یادگیری را فراهم می‌آورد و می‌تواند موجب بهبود چشمگیر عملکرد دانش‌آموزان در ریاضیات گردد.

پیاده‌سازی مدل

پیاده‌سازی الگوی هم‌ساخت معکوس هوشمند در آموزش ریاضی نیازمند فراهم آوردن شرایط فناورانه، آموزشی و سازمانی مناسب است تا بتواند به طور مؤثر در محیط‌های واقعی آموزشی اجرا شود. در واقع هدف از این پژوهش ارائه مدل مفهومی جهت آموزش ریاضی است. در این بخش به مهم‌ترین عناصر پیاده‌سازی شامل تکنولوژی‌های مورد نیاز، نقش معلم و دانش‌آموز در فرآیندهای کلاسی، و چالش‌ها و راهکارهای پیش‌رو پرداخته می‌شود.

۱. تکنولوژی LMS: هوشمند و تحلیل‌گر سبک‌های یادگیری

یکی از پایه‌های اصلی مدل پیشنهادی، استفاده از سامانه مدیریت یادگیری (LMS) هوشمند است که بتواند ضمن ارائه محتوای پیش‌آموزشی، فعالیت‌های مشارکتی، و ارزیابی‌های آنی، قابلیت تحلیل داده‌های یادگیرنده را نیز داشته باشد. این سامانه باید ویژگی‌های زیر را دارا باشد.

ارائه محتوای چندرسانه‌ای تعاملی: ویدئوهای آموزشی، آزمون‌های کوتاه، بازی‌های آموزشی و منابع متنی به گونه‌ای طراحی شوند که علاوه بر جذابیت، قابلیت شخصی‌سازی متناسب با نیازهای هر دانش‌آموز را داشته باشند.

¹ Real-time Learner Analytics

² Personalized Learning Pathways

³ Early Intervention

پشتیبانی از فعالیت‌های گروهی آنلاین و آفلاین: امکان تشکیل گروه‌های کاری، بحث و تبادل نظر، و همکاری از طریق پلتفرم‌های ارتباطی درون سیستم.

تحلیل‌گر سبک‌های یادگیری^۱: به کمک الگوریتم‌های هوش مصنوعی، سامانه بتواند سبک‌های یادگیری هر دانش‌آموز (مثلاً بصری، شنیداری، حرکتی) را تشخیص داده و متناسب با آن مسیر آموزشی را تنظیم کند.

تحلیل پیشرفته داده‌ها و بازخورد فوری: سیستم باید قادر باشد داده‌های مربوط به عملکرد و تعامل دانش‌آموز را در زمان واقعی تحلیل کند و بازخوردهای دقیق و عملیاتی ارائه دهد تا فرآیند یادگیری به صورت مستمر بهبود یابد.

چنین سامانه‌ای می‌تواند علاوه بر تسهیل فرآیند یادگیری، به معلمان و مدیران آموزشی اطلاعات ارزشمندی درباره پیشرفت دانش‌آموزان و نقاط ضعف کلاس ارائه دهد و باعث تصمیم‌گیری‌های هوشمندانه‌تر شود (ریحانی، ۱۴۰۱؛ امینیان و همکاران، ۱۴۰۰).

۲. نقش معلم و دانش‌آموز: سناریو و فرآیندهای کلاسی

معلم در این مدل نقش تسهیل‌گر، هدایت‌گر و تحلیل‌گر داده‌های یادگیری را دارد و باید بتواند:

- فضای کلاسی را به محیطی مشارکتی تبدیل کند که دانش‌آموزان را به همکاری و تعامل فعال ترغیب نماید.
 - فعالیت‌های یادگیری معکوس را مدیریت کند؛ یعنی بر اساس تحلیل داده‌ها، مباحث پیش‌آموزشی را تعیین و زمان کلاس را برای بحث‌های گروهی و حل مسئله اختصاص دهد.
 - بازخوردهای ارائه‌شده توسط سیستم هوش مصنوعی را تفسیر و بر اساس آن استراتژی‌های آموزشی را تعدیل کند.
 - ارزیابی مستمر و فرایندی انجام دهد و با حمایت از یادگیرندگان ضعیف، مداخلات هدفمند به موقع را انجام دهد.
- دانش‌آموزان نیز نقش فعالانه در یادگیری دارند:

۱. مطالعه و یادگیری مفاهیم پیش از کلاس به کمک منابع دیجیتال.
۲. مشارکت موثر در فعالیت‌های گروهی و هم‌ساخت دانش از طریق گفتگو و حل مسئله.
۳. بازخوردگیری و خودارزیابی مستمر با کمک سیستم و استفاده از پیشنهادهای ارائه شده برای بهبود فرآیند یادگیری خود.

این رویکرد، علاوه بر افزایش انگیزه و خودتنظیمی یادگیری، به توسعه مهارت‌های اجتماعی و تفکر انتقادی دانش‌آموزان کمک می‌کند (ابوالقاسمی، ۱۳۹۹).

چالش‌ها و راهکارها

پیاده‌سازی مدل هم‌ساخت معکوس هوشمند با چالش‌های متعددی روبه‌رو است که برای موفقیت لازم است آن‌ها را شناسایی و مدیریت کرد. **زیرساخت فناوریانه:** نیاز به تجهیزات دیجیتال مناسب (کامپیوتر، تبلت، اینترنت پرسرعت) و سامانه‌های هوشمند آموزشی است. در بسیاری از مدارس، خصوصاً مناطق محروم، کمبود این زیرساخت‌ها مانع جدی است که با همکاری نهادهای دولتی و خصوصی می‌توان آن را برطرف کرد.

مقاومت فرهنگی و نگرش‌ها: تغییر سبک آموزشی و ورود فناوری‌های نوین ممکن است با مقاومت معلمان، دانش‌آموزان و والدین مواجه شود. برگزاری کارگاه‌های آموزشی، آشنایی با مزایا و موفقیت‌های مدل و ایجاد فضای اعتماد، از راهکارهای اصلی برای غلبه بر این چالش است (ریحانی، ۱۴۰۲).

¹ Learning Styles Analyzer

اندازه‌گیری اثربخشی و ارزیابی کیفیت: برای ارزیابی موفقیت مدل باید شاخص‌های مشخص و متنوعی تعریف شود، از جمله پیشرفت تحصیلی، رضایت دانش‌آموزان، میزان مشارکت، و توسعه مهارت‌های اجتماعی. استفاده از داده‌های سامانه هوش مصنوعی به عنوان منبع اطلاعاتی غنی می‌تواند به اندازه‌گیری دقیق‌تر کمک کند. همچنین پژوهش‌های بلندمدت و مداخلات تجربی برای پایش اثربخشی ضروری است.

پشتیبانی مستمر و به‌روزرسانی محتوا: محتوای آموزشی باید به روز، جذاب و با استانداردهای علمی همسو باشد. به‌روزرسانی مداوم و بهره‌گیری از بازخوردهای کاربران از دیگر عوامل موفقیت است.

بنابراین، پیاده‌سازی الگوی هم‌ساخت معکوس هوشمند مستلزم فراهم آوردن بسترهای فناورانه مناسب، تعریف دقیق نقش‌ها و فرایندهای کلاسی و مقابله با چالش‌های فرهنگی و زیرساختی است. با برنامه‌ریزی منسجم و آموزش معلمان، این مدل می‌تواند به عنوان یک راهکار جامع برای بهبود کیفیت آموزش ریاضی، افزایش مشارکت دانش‌آموزان و بهره‌گیری هوشمندانه از فناوری‌های نوین در مدارس به کار گرفته شود.

بحث و تبیین پیامدها

پیاده‌سازی الگوی هم‌ساخت معکوس هوشمند در آموزش ریاضی به عنوان یک نوآوری آموزشی جامع، دارای پیامدهای مهمی در سطوح مختلف یادگیری، انگیزش، تعاملات اجتماعی، و همچنین ابعاد اخلاقی و فناورانه است. در این بخش، ابتدا مزایای اصلی مدل در ارتقای یادگیری عمیق ریاضی، افزایش انگیزش و تقویت حس مشارکت دانش‌آموزان بررسی می‌شود. سپس این مدل با سایر روش‌های آموزشی رایج مقایسه می‌شود و در نهایت به چالش‌ها و ملاحظات اخلاقی، حریم خصوصی و امنیت داده‌ها پرداخته می‌شود.

مزایا برای یادگیری عمیق ریاضی، انگیزش و احساس مشارکت

یکی از دستاوردهای اصلی الگوی هم‌ساخت معکوس هوشمند، ارتقای یادگیری عمیق مفاهیم ریاضی است. برخلاف یادگیری سطحی و حفظی که در برخی روش‌های سنتی رایج است، این مدل با تلفیق فعالیت‌های مشارکتی و استفاده از هوش مصنوعی، زمینه را برای درک مفهومی و کاربردی دانش‌آموزان فراهم می‌کند.

عمق مفهومی: با تخصیص زمان کلاس به فعالیت‌های تعاملی، بحث‌های گروهی و حل مسئله تحت راهنمایی معلم و بازخورد هوشمند، دانش‌آموزان فرصت می‌یابند تا مفاهیم پیچیده ریاضی را به صورت تدریجی و مستمر در قالب تعاملات معنادار درک کنند (ویگوتسکی، ۱۹۷۸؛ جعفری، ۱۴۰۲). این فرآیند باعث تثبیت یادگیری و توانایی انتقال دانش به موقعیت‌های جدید می‌شود.

افزایش انگیزش: فراهم کردن محیط یادگیری پویا و مشارکتی به همراه استفاده از فناوری‌های هوشمند، باعث افزایش جذابیت آموزش و انگیزش درونی دانش‌آموزان می‌شود. وجود بازخوردهای شخصی‌سازی شده و شناسایی سبک‌های یادگیری، به دانش‌آموزان حس پیشرفت و موفقیت می‌دهد که منجر به افزایش خودکارآمدی می‌گردد (بندورا، ۱۹۷۷).

احساس مشارکت و تعلق: در این مدل دانش‌آموزان به عنوان اعضای فعال تیم‌های کوچک، نقش فعالی در هم‌ساخت دانش ایفا می‌کنند که علاوه بر تقویت مهارت‌های اجتماعی، حس تعلق به گروه و مسئولیت‌پذیری را افزایش می‌دهد. مشارکت در یادگیری اجتماعی، که از دیدگاه پیاز و ویگوتسکی بسیار مورد تأکید است، به رشد شناختی و عاطفی دانش‌آموزان کمک می‌کند (پیاز، ۱۹۷۳؛ ویگوتسکی، ۱۹۷۸).

مقایسه با روش‌های سنتی و صرفاً معکوس یا مشارکتی

الگوی هم‌ساخت معکوس هوشمند نسبت به سایر روش‌های آموزشی، از جمله روش‌های سنتی، آموزش معکوس منفرد یا یادگیری مشارکتی تنها، دارای برتری‌های قابل توجهی است.

در مقابل روش سنتی: روش‌های سنتی عمدتاً بر انتقال یک‌سویه دانش توسط معلم تمرکز دارند و نقش دانش‌آموز به شنونده و تکرارکننده محدود می‌شود. این شیوه معمولاً منجر به یادگیری سطحی و عدم انگیزش می‌شود. مدل پیشنهادی با فعال‌سازی دانش‌آموزان در محیط مشارکتی و استفاده از فناوری، فراتر از یادگیری حفظی حرکت کرده و یادگیری عمیق را ممکن می‌سازد.

در مقابل آموزش معکوس صرف: آموزش معکوس تنها بر تغییر زمان و مکان یادگیری تاکید دارد، اما اگر بدون ترکیب با یادگیری مشارکتی و تحلیل هوشمند اجرا شود، ممکن است به تنهایی منجر به مشارکت محدود دانش‌آموزان و کاهش تعامل فعال نشود. افزودن مولفه‌های هم‌ساخت و هوش مصنوعی، موجب می‌شود دانش‌آموزان فعالانه در فرایند یادگیری دخیل شوند و نیازهای فردی آنان بهتر پاسخ داده شود.

در مقابل یادگیری مشارکتی صرف: یادگیری مشارکتی به تنهایی بر تعامل بین فردی تاکید دارد اما ممکن است فاقد ابزارهای فناورانه برای بازخورد سریع و دقیق باشد. ترکیب این روش با آموزش معکوس و هوش مصنوعی، علاوه بر ایجاد تعامل، تحلیل دقیق داده‌های یادگیری و بازخوردهای شخصی‌سازی شده را فراهم می‌آورد که منجر به بهینه‌سازی فرآیند یادگیری می‌شود (ریحانی، ۱۴۰۳).

مباحث اخلاقی، حریم خصوصی و امنیت داده‌ها

در استفاده از فناوری‌های هوشمند در آموزش، مسائل اخلاقی و حفاظت از داده‌ها اهمیت ویژه‌ای دارند. در مدل هم‌ساخت معکوس هوشمند، داده‌های فراوانی از تعاملات، پیشرفت و سبک‌های یادگیری دانش‌آموزان جمع‌آوری می‌شود که باید به صورت ایمن و اخلاقی مدیریت شود:

حریم خصوصی: اطلاعات شخصی و تحصیلی دانش‌آموزان باید تحت حفاظت قرار گیرد و دسترسی به آن محدود به افراد مجاز باشد. احترام به حریم خصوصی، موجب ایجاد اعتماد بین دانش‌آموزان، معلمان و مدیران می‌شود و تضمین می‌کند که داده‌ها بدون رضایت یا اطلاع مناسب، مورد سوءاستفاده قرار نگیرد (امینیان و همکاران، ۱۴۰۲).

امنیت داده‌ها: با توجه به حساسیت داده‌های آموزشی، باید سامانه‌های هوشمند مجهز به پروتکل‌های امنیتی پیشرفته برای جلوگیری از نفوذ، سرقت یا تغییر داده‌ها باشند. استفاده از رمزنگاری، احراز هویت چندمرحله‌ای و پایش مستمر امنیتی از جمله راهکارهای حیاتی است.

مسائل اخلاقی در بازخورد هوشمند: سیستم‌های هوش مصنوعی باید طوری طراحی شوند که بازخوردهای خود را بدون تعصب و با رعایت عدالت ارائه کنند. همچنین دانش‌آموزان باید امکان دسترسی به توضیح چگونگی تحلیل داده‌ها و تصمیمات سیستم را داشته باشند تا از شفافیت فرآیند اطمینان حاصل شود.

آموزش کاربران: آموزش معلمان و دانش‌آموزان درباره حقوق دیجیتال، استفاده مسئولانه از فناوری و شیوه‌های حفظ امنیت اطلاعات باید بخشی از برنامه اجرایی مدل باشد.

از این رو، الگوی هم‌ساخت معکوس هوشمند، علاوه بر فراهم کردن یادگیری عمیق، انگیزش بالا و مشارکت فعال در آموزش ریاضی، در مقایسه با روش‌های سنتی و تک‌محوری، رویکردی جامع‌تر، هوشمندانه‌تر و کارآمدتر است. با این حال، موفقیت این مدل مستلزم توجه جدی به ابعاد اخلاقی، حفظ حریم خصوصی و امنیت داده‌هاست که باید همزمان با توسعه فناوری‌های آموزشی مدرن مورد توجه و مدیریت قرار گیرند.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، الگوی هم‌ساخت معکوس هوشمند به عنوان رویکردی نوآورانه در آموزش ریاضی معرفی و تبیین شد که با تلفیق یادگیری مشارکتی، آموزش معکوس و فناوری هوش مصنوعی، سعی دارد یادگیری عمیق، تعامل موثر و بازخورد هوشمند را به محیط آموزشی وارد کند. این مدل با بهره‌گیری از پتانسیل‌های فناورانه و رویکردهای فعال آموزشی، می‌تواند چالش‌های رایج در آموزش ریاضی را بهبود بخشد و تجربه یادگیری دانش‌آموزان را ارتقا دهد.

جمع‌بندی نقاط قوت

تلفیق جامع و هم‌زمان سه رویکرد مؤثر: این مدل با ترکیب یادگیری مشارکتی، آموزش معکوس و هوش مصنوعی، چارچوبی جامع ارائه می‌دهد که نقاط ضعف هر روش را پوشش داده و مزایای همه را در کنار هم دارد.

افزایش یادگیری عمیق و انگیزش: استفاده از فعالیت‌های تعاملی و بازخورد شخصی‌سازی‌شده موجب تقویت درک مفهومی و ایجاد انگیزه بیشتر در دانش‌آموزان می‌شود.

بازخورد هوشمند و تحلیل لحظه‌ای: سیستم‌های هوشمند این امکان را فراهم می‌کنند که فرآیند یادگیری به صورت دقیق پایش شده و مسیرهای یادگیری متناسب با نیازهای فردی ارائه گردد.

تقویت حس مشارکت و مسئولیت‌پذیری: از طریق هم‌ساخت دانش، دانش‌آموزان به شکل فعال در فرایند یادگیری حضور یافته و مهارت‌های اجتماعی و تفکر انتقادی آنان ارتقا می‌یابد.

انعطاف‌پذیری و امکان شخصی‌سازی: مدل قادر است با تحلیل داده‌های یادگیری، مسیر آموزشی هر دانش‌آموز را متناسب با سبک و سرعت یادگیری او تنظیم کند.

محدودیت‌های پژوهش

۱. نیاز به زیرساخت‌های فناورانه پیشرفته: اجرای کامل این مدل مستلزم دسترسی به فناوری‌های LMS هوشمند، اینترنت پایدار و تجهیزات الکترونیکی است که در برخی مدارس یا مناطق ممکن است فراهم نباشد.
۲. چالش‌های فرهنگی و پذیرش تغییر: مقاومت فرهنگی معلمان، دانش‌آموزان و والدین نسبت به تغییر سبک آموزشی و ورود فناوری‌های نوین می‌تواند مانع اجرایی شدن مدل شود.
۳. پیچیدگی طراحی و پیاده‌سازی: تلفیق هم‌زمان سه رویکرد آموزشی و فناورانه، نیازمند تخصص بالای تیم طراحی آموزشی و فنی است که ممکن است محدودیت‌هایی ایجاد کند.
۴. محدودیت‌های پژوهشی در شناسایی اثرات بلندمدت: اغلب مطالعات تاکنون در محیط‌های کنترل شده یا کوتاه‌مدت انجام شده‌اند و اثربخشی پایدار و بلندمدت مدل هنوز نیازمند تحقیق و پایش بیشتر است.

۹. پیشنهادات پژوهشی بعدی و توسعه عملی

۱. تحقیقات تجربی گسترده‌تر و بلندمدت: پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده به صورت میدانی، با نمونه‌های بزرگ‌تر و در بازه‌های زمانی طولانی‌تر اثرات مدل هم‌ساخت معکوس هوشمند را بررسی کنند تا نتایج قابل اتکاتر و جامع‌تری به دست آید.
۲. توسعه و بهبود فناوری‌های هوشمند آموزشی: تحقیق و توسعه در زمینه الگوریتم‌های تحلیل یادگیرنده، هوش مصنوعی توضیح‌پذیر^۱ و سیستم‌های بازخورد پیشرفته می‌تواند به بهبود عملکرد مدل کمک کند.
۳. مطالعه جنبه‌های فرهنگی و روانشناختی پذیرش مدل: بررسی موانع فرهنگی، نگرش‌ها و پذیرش معلمان، دانش‌آموزان و خانواده‌ها به منظور طراحی راهکارهای بهینه برای ارتقای پذیرش و موفقیت مدل توصیه می‌شود.

¹ Explainable AI

۴. طراحی بسته‌های آموزشی و دوره‌های تربیت معلم: توسعه برنامه‌های آموزشی تخصصی برای معلمان جهت آشنایی با فناوری‌های هوشمند، روش‌های یادگیری مشارکتی و آموزش معکوس ضروری است.
۵. مدیریت داده‌ها و حفظ حریم خصوصی: پژوهش‌های تخصصی در زمینه حفاظت از داده‌های آموزشی و تدوین چارچوب‌های اخلاقی و قانونی برای استفاده مسئولانه از داده‌ها باید گسترش یابد.
۶. گسترش کاربرد مدل به سایر حوزه‌های آموزشی: توسعه و انطباق این الگو در رشته‌ها و مقاطع تحصیلی مختلف، به ویژه در علوم پایه و فنی، می‌تواند اثربخشی مدل را در سطح وسیع‌تر تثبیت کند.

جمع‌بندی

الگوی هم‌ساخت معکوس هوشمند، با تلفیق یادگیری مشارکتی، آموزش معکوس و هوش مصنوعی، فرصتی نوین و نوآورانه برای بهبود آموزش ریاضی فراهم آورده است. اگرچه محدودیت‌ها و چالش‌هایی در زمینه‌های زیرساختی، فرهنگی و اخلاقی وجود دارد، اما با برنامه‌ریزی دقیق و حمایت‌های لازم، می‌توان این مدل را به عنوان راهکاری موثر و پایدار در نظام آموزشی به کار گرفت و زمینه‌ساز تحول در آموزش ریاضی شد.

سپاسگزاری

از تمامی دانش‌آموزان، دانشجویان عزیز و اساتید بزرگوار و معلمان گرامی که در این پژوهش، ما را همراهی کردند، صمیمانه تشکر می‌کنیم. امید که یافته‌های این تحقیق هر چند کوچک، در کلاس‌های درس اجرا شوند و چنین پژوهش‌هایی در کشور برای آموزش مفید باشد.

منابع

- ابوالقاسمی، مهدی، و محمدی، حسین علی. (۱۳۹۹). بررسی تاثیر روش یادگیری معکوس بر روی نگرش و عملکرد در درس ریاضی دوره ابتدایی. فناوری آموزش (فناوری و آموزش)، ۱۵ (۵۷)، ۸-۱.
- جعفری، دل‌آرا، شاه محمدی، مینا، قندالی، عباس، زمستان ۱۴۰۲. هوش مصنوعی و فناوری های نو در نظامهای آموزشی: فرصت و چالش. آموزش الکترونیک و فناوری های نوین آموزشی، ۴ (۴)، ۱۳۹-۱۲۹.
- حاجی حسینلو، خدیجه، خالق خواه، علی، زاهدبابلان، عادل، معینی کیا، مهدی. (۱۳۹۶). تأثیر یادگیری مشارکتی با گروه‌های پیشرفت بر خودکارآمدی و خودپنداره‌ی ریاضی دانش‌آموزان. مجله روان‌شناسی تربیتی، ۱۳ (۴۳)، ۱۱۹-۱۳۶.
- ریحانی، حسین. خالق خواه، علی. (۱۴۰۳). طراحی روش تدریس نوین با توجه به فناوری های جدید در آموزش و پرورش. ۷ (۲۶)، ۱۸۷-۲۰۶.
- یوسفی، اسماعیل، رستمی‌مال‌خلیفه، محسن. مقاصدی، محمد. بهزادی، محمدحسن. (۱۴۰۲). بررسی نسبت بهینه آموزش بر پایه ریاضی کاری و ریاضی فهمی به کمک تحلیل پوششی داده‌ها و تقریب چندجمله‌ای درونیاب نوع آموزش. مجله پژوهش‌های نوین در ریاضی، شماره ۴۲ (۷۹-۷۰).
- یوسفی، اسماعیل، آژینی، مهدی، و زمان‌زاده نصرآبادی، ملیحه. (۱۴۰۴). تأثیر تدریس معکوس بر عملکرد ریاضی دانش‌آموزان پایه نهم با استفاده از نظریه APOS. نشریه روندها و دستاوردها در فناوری یادگیری، ۲ (۵)، ۳۹-۶۳.
- Ausubel, D. P. (1968). Educational psychology: A cognitive view. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Bandura, A. (1977). Social learning theory. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). Flip your classroom: Reach every student in every class every day. International Society for Technology in Education.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2014). Flipped learning: Gateway to student engagement. International Society for Technology in Education.
- Biggs, J. B., & Collis, K. F. (1982). Evaluating the Quality of Learning: The SOLO Taxonomy (Structure of the Observed Learning Outcome). New York: Academic Press.
- Boaler, J. (2016). Mathematical mindsets: Unleashing students' potential through creative math, inspiring messages and innovative teaching. Jossey-Bass/Wiley.
- Efklikes, A. (2011). Interactions of metacognition with motivation and affect in self-regulated learning: The MASRL model. Educational Psychologist, 46(1), 6-25.
- Gillies, R. M. (2016). Cooperative Learning: Review of Research and Practice. Australian Journal of Teacher Education, 41(3).
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2021). Artificial Intelligence in Education. Center for Curriculum Redesign.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K. A. (2014). Cooperative learning: Improving university instruction by basing practice on validated theory. Journal on Excellence in College Teaching, 25(3&4), 85-118.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Stanne, M. B. (2020). Cooperative Learning in Higher Education: A Meta-Analysis. Educational Psychology Review, 32, 759-785.
- Piaget, J. (1973). To understand is to invent: The future of education. Grossman.
- Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard University Press.

Wang, F., & Hannafin, M. J. (2020). Adaptive learning technologies in STEM education: A meta-analysis. *Journal of Research on Technology in Education*, 52(2), 113–131.

Yousefi, E. et al. (2020). The use of concept maps and Vee diagrams in determining volume using integrals. *Innovative Research in Mathematics*, 26 (6) 33-40.

Yousefi, E. et al. (2024). Investigating Two Methods of Teaching Mathematics Based on Work Mathematics and Understanding Mathematics Included in the General Mathematics. *Iranian Evolutionary Educational Psychology Journal*. Volume 6, Issue2, (201-216).

Yousefi, E., Azhini, M., & Zamanzadeh Nasrabadi, M. (2025). The effect of flipped instruction on the math performance of ninth-grade students using APOS theory. *Journal of Trends and Achievements in Learning Technology*. [In Persian]

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (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(1), 1–27.