



## Applications of Learner Modeling in Curriculum Design: A Systematic Review

Mahboobeh Zohourian Moftakhar Ahmadi<sup>1</sup>, Mohsen Ayati<sup>2</sup>,  
Mohammadali Rostaminezhad<sup>3</sup>

1. PhD Candidate, Department of Education, Faculty of Education & Psychology, University of Birjand, Birjand, Iran (E-mail: [mahboobeh-zohourian2021@birjand.ac.ir](mailto:mahboobeh-zohourian2021@birjand.ac.ir))
2. Corresponding Author, Department of Education, Faculty of Education & Psychology, University of Birjand, Birjand, Iran (E-mail: [mayati@birjand.ac.ir](mailto:mayati@birjand.ac.ir))
3. Department of Education, Faculty of Education & Psychology, University of Birjand, Birjand, Iran (E-mail: [marostami@birjand.ac.ir](mailto:marostami@birjand.ac.ir))

### Article Info

#### Article type:

Research Article

#### Article History:

Received: 15 June 2025

Revised: 31 October 2025

Accepted: 21 January 2026

Published: 20 March 2026

#### Keywords:

academic achievement,  
artificial intelligence,  
curriculum design,  
learner modeling

### ABSTRACT

**Objective:** Considering individual differences in curriculum design and leadership is crucial. Learner modeling, with its potential to support personalized learning, tailored instruction, and resource efficiency, can be an effective method here. This study explores four key questions—namely, the definition, types, applications, and implementation methods of learner modeling—and examines its role in curriculum development.

**Method:** A systematic review was conducted in accordance with the PRISMA guidelines. A total of 51 articles were extracted from the Web of Science and Scopus databases. After screening, 12 articles were analyzed using exploratory analysis and qualitative coding. This process was carried out accordingly.

**Results:** Based on a thorough review and analysis of the articles, learner modeling in curriculum design was categorized into three frameworks: AI-based, ontology-based, and learner cognitive information-based. Learner modeling was further classified into seven types: overlay, stereotype, perturbation, machine learning-based, model tracing, ontology, and hybrid. Applications of learner modeling included structuring the learning process, enhancing educational efficiency, and designing personalized curricula. Implementation algorithms were divided into three categories: coding, artificial intelligence, and hybrid, with their main differences lying in the level of data dependency and system complexity. Learner modeling enables dynamic curriculum adjustment, real-time feedback, and optimization of learner performance.

**Conclusions:** Learner modeling, which links educational theories and technology, reduces the challenges of centralized systems. Integrating artificial intelligence into educational frameworks requires interdisciplinary collaboration, robust theoretical models, and ethical implications for sustainable transformation.

**Cite this article:** Zohourian Moftakhar Ahmadi, M., Ayati, M., & Rostaminezhad, M. (2026). Applications of Learner Modeling in Curriculum Design: A Systematic Review. *Journal of Learner Based Curriculum and Instruction*, 4(4), 97-117. DOI: 10.22034/lbcij.2025.67775.1284



## **Extended Abstract**

### **Introduction**

In an era demanding educational approaches that cater to individual differences, curriculum design and leadership face the significant challenge of moving beyond one-size-fits-all models. Learner modeling (LM), a process of creating computational representations of a learner's knowledge, skills, and attributes, emerges as a potent methodological solution. It holds considerable promise for supporting personalized learning, tailoring instruction, and optimizing resource efficiency within educational systems. This systematic review seeks to provide a comprehensive synthesis of the role of LM in curriculum development by addressing four pivotal research questions: (1) How is LM defined in the context of curriculum design? (2) What types of LM are utilized? (3) What are its primary applications? and (4) How is it methodologically implemented?

### **Methods**

This study was conducted as a systematic review in strict adherence to the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) guidelines. An initial search of the Web of Science (WoS) and Scopus databases identified 51 potentially relevant articles. Following a rigorous screening and eligibility assessment process to exclude duplicates and studies not directly focused on the application of LM in the curriculum or instructional design process, a final corpus of 12 articles was selected for in-depth analysis. Data extraction and synthesis were performed using exploratory thematic analysis and qualitative coding, ensuring transparency, inter-coder reliability, and methodological rigor.

### **Results**

This study demonstrated that learner modeling can be effectively applied in the initial curriculum design phase to create coherent programs tailored to learners' needs and aligned with educational objectives. Unlike common applications of these models in adaptation and personalization during curriculum implementation, the findings of this study emphasize their key role in the initial design stage.

Ontological learner models assist curriculum designers by providing knowledge maps that identify conceptual relationships between topics and prerequisites, enabling the design of syllabi and content sequences that ensure progressive and logical learning. For instance, in designing the basic science curriculum for the first cycle of secondary education, these models can specify the order of presenting concepts, such as the relationship between gravitational force and Newton's laws, making students' learning more structured. Furthermore, learner modeling, through analyzing data on learner characteristics—including skill levels, learning styles, or specific needs—allows curriculum designers to adapt instructional content and learning activities to different learner groups during the initial design phase. These models can help identify student groups with varying levels of readiness, enabling designers to define diverse learning objectives and activities for each group in the curriculum, which aligns with principles of curriculum design based on individual differences. This approach not only facilitates personalization of learning at the design stage but also enhances curriculum efficiency by optimizing available resources, such as time and human resources.

In simple terms, the educational goal of these models is to help designers create curricula that make learning more effective and accessible for all students, regardless of their skill levels or needs. Clustering algorithms can group students based on their abilities, allowing designers to incorporate varied learning activities in the initial design phase, such as challenging tasks for advanced students or remedial activities for those with special needs. This process, unlike dynamic adaptation in the classroom, leads to defining the initial curriculum structures and prevents resource waste during implementation.

The study showed that using analytical models in curriculum design, particularly in determining learning objectives, organizing content, and sequencing lessons, can lead to more effective curricula tailored to diverse learner needs. A systematic review of related research on learner modeling in curriculum design revealed that this approach serves as a bridge between educational theories and modern technologies, playing a key role in leading adaptive curriculum development. Integrating theories such as multiple intelligences and learning styles with advanced algorithms like Bayesian networks, fuzzy logic, and machine learning enables the design of adaptive curricula.

The findings clearly indicate that learner modeling significantly reduces challenges in centralized educational systems, such as large student populations and resource limitations. Through approaches like learner clustering, curricula become dynamically aligned with individual needs without imposing additional burdens on educational resources. In the first step, demographic information and students' academic performance data are collected. Additionally, psychological assessments related to academic success, such as learning style questionnaires and anxiety tests, are conducted via educational platforms. Then, using artificial intelligence or educational data mining technologies, students are clustered, with the k-means algorithm selected as an appropriate method.

Depending on the cluster in which each learner is placed, a specific type of learner model is applied, and corresponding educational interventions are implemented. If a student is in a cluster of learners experiencing misconceptions in the learning process, a perturbation learner model is used to identify and address that specific misconception. Students clustered as aimless or lacking goals are supported through ontological learner models to structure their knowledge and learning paths. Learners identified as gifted with high potential are modeled using machine learning-based models to predict and enhance their superior performance. Learners categorized in low-performing groups use overlay models that focus on filling knowledge gaps and scaffolding learning. Students demonstrating satisfactory academic performance are monitored through tracking models to follow their progress and refine their learning strategies.

Educational interventions are designed and selected based on a definition of learner modeling that emphasizes responsiveness to cognitive, demographic, and individual learner needs. Learner modeling serves as a tool for adapting teaching methods to learners and adjusting the curriculum, resulting in a mechanism for monitoring and diagnosing educational design challenges. Another definition places learner modeling within an ontological framework, providing theoretical justification for the artificial intelligence algorithms used in this process. This definition supports creating structured representations of learner knowledge and competencies, enabling automated reasoning and personalized recommendations. Additionally, Bayesian statistics and artificial intelligence technologies are used to align educational content with learners' styles and knowledge levels, making the necessary personalization possible for each student to achieve their optimal academic potential.

## **Conclusions**

This review conclusively establishes that learner modeling serves as a critical bridge between educational theory and advanced technology, effectively mitigating challenges inherent in centralized educational systems, such as large student populations and resource constraints. By enabling dynamic curriculum adjustment, real-time feedback, and performance optimization, LM facilitates the creation of more adaptive, personalized, and equitable learning pathways. The integration of artificial intelligence into educational frameworks, however, necessitates robust interdisciplinary collaboration, the development of stronger theoretical models, and careful consideration of ethical implications concerning data privacy and algorithmic transparency. For sustainable transformation, future efforts must focus on developing user-friendly tools for curriculum designers, validating these models in diverse real-world educational settings, and embedding LM within a holistic educational ecosystem that includes teacher training and supportive policy frameworks.



## کاربردهای مدل سازی یادگیرنده در طراحی برنامه درسی: مرور نظام مند

محبوبه ظهوریان مفتخر احمدی<sup>۱</sup>، محسن آیتی<sup>۲</sup>، محمدعلی رستمی نژاد<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران (رایانامه: [mahboobeh-zohourian2021@birjand.ac.ir](mailto:mahboobeh-zohourian2021@birjand.ac.ir))  
۲. نویسنده مسئول، گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران (رایانامه: [mayati@birjand.ac.ir](mailto:mayati@birjand.ac.ir))  
۳. گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران (رایانامه: [marostami@birjand.ac.ir](mailto:marostami@birjand.ac.ir))

| اطلاعات مقاله                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | چکیده                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>نوع مقاله:</b> مقاله پژوهشی</p> <p><b>سابقه مقاله:</b></p> <p>تاریخ دریافت: ۲۵ خرداد ۱۴۰۴</p> <p>تاریخ بازنگری: ۹ آبان ۱۴۰۴</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱ بهمن ۱۴۰۴</p> <p>تاریخ انتشار: ۲۹ اسفند ۱۴۰۴</p> <p><b>کلیدواژه‌ها:</b></p> <p>پیشرفت تحصیلی،<br/>طراحی برنامه درسی،<br/>مدل سازی یادگیرنده،<br/>هوش مصنوعی</p> | <p><b>هدف:</b> توجه به تفاوت های فردی در طراحی و رهبری برنامه درسی بسیار حائز اهمیت است. مدل سازی یادگیرنده، با قابلیت کمک به شخصی سازی یادگیری و بهینه سازی منابع، به عنوان یک راه حل در این مسیر می تواند مطرح شود. این مطالعه با تمرکز بر چهار سوال (تعریف مدل سازی یادگیرنده، انواع، کاربردها و روش های پیاده سازی آن) به تحلیل نقش مدل سازی یادگیرنده در طراحی برنامه درسی می پردازد.</p> <p><b>روش پژوهش:</b> به روش مرور نظام مند بر اساس دستورالعمل پریزما، ۵۱ مقاله از پایگاه های Web of Science و Scopus استخراج شد. پس از غربالگری، ۱۲ مقاله با استفاده از تحلیل استقرایی و کدگذاری کیفی تحلیل شدند.</p> <p><b>یافته ها:</b> بر اساس بررسی و تحلیل دقیق مقالات، تعریف مدل سازی یادگیرنده در طراحی برنامه درسی در سه چارچوب مختلف مبتنی بر هوش مصنوعی، مبتنی بر هستی شناسی و مبتنی بر اطلاعات شناختی یادگیرنده تعریف و در هفت نوع پوششی، کلیشه ای، اغتشاش، مبتنی بر یادگیری ماشین، ردیابی، هستی شناسی و ترکیبی طبقه بندی شدند. کاربردهای مدل سازی یادگیرنده شامل «تنظیم ساختار یادگیری»، «افزایش کارایی آموزش» و «طراحی برنامه های درسی شخصی سازی» بود. الگوریتم پیاده سازی آن به سه دسته کدنویسی، هوش مصنوعی و ترکیبی تقسیم شدند. تفاوت اصلی آن ها در سطح وابستگی به داده و پیچیدگی سیستم است. مدل سازی یادگیرنده امکان تنظیم پویای برنامه درسی، بازخورد بلادرنگ و بهینه سازی عملکرد یادگیرندگان را فراهم می کند.</p> <p><b>نتیجه گیری:</b> مدل سازی یادگیرنده با پیوند نظریه های آموزشی و فناوری، چالش های نظام های متمرکز را کاهش می دهد. یکپارچه سازی هوش مصنوعی در چارچوب های تربیتی نیازمند همکاری بین رشته ای، مدل های نظری قوی و ملاحظات اخلاقی برای تحول پایدار است.</p> |

استناد: ظهوریان مفتخر احمدی، محبوبه؛ آیتی، محسن؛ و رستمی نژاد، محمدعلی (۱۴۰۴). کاربردهای مدل سازی یادگیرنده در طراحی برنامه درسی: مرور نظام مند. *برنامه درسی و آموزش یادگیرنده محور*، ۴(۹۷-۱۱۷). DOI: 10.22034/lbcij.2025.67775.1284



## مقدمه

مدارس برای تحقق اهداف آموزشی نیازمند برنامه‌ریزی هستند و طراحی برنامه درسی یکی از بخش‌های کلیدی برای دستیابی به این اهداف به شمار می‌آید (واکر<sup>۱</sup>، ۲۰۰۳). با طراحی دوره‌های آموزشی خاص، می‌توان به یادگیرندگان کمک کرد تا به نتایج یادگیری مشخص برسند (مهرمحمدی، ۱۳۹۳). همچنین، شناسایی ارتباطات و وابستگی‌های بین دوره‌ها و ویژگی‌های عمومی یادگیرندگان، به طراحی یک برنامه‌درسی کارآمد و منسجم کمک می‌کند (مک آنی<sup>۲</sup>، ۲۰۲۲). این عوامل نه تنها به ارزیابی مؤثرتر فرآیند یادگیری منجر می‌شوند، بلکه به تحقق نتایج یادگیری و برآورده کردن نیازهای یادگیرندگان نیز کمک می‌کنند.

«رهبری برنامه درسی» فرایندی پویا و مشارکتی است که در آن افرادی با نقش‌های سازمانی متنوع، به صورت فعال در طراحی، اجرا، نظارت و بازنگری برنامه‌های درسی مشارکت می‌کنند (سلمانی و همکاران، ۱۳۹۷). این نقش شامل هدایت تیم‌های آموزشی، هماهنگی میان اهداف آموزشی و نیازهای یادگیرندگان، اتخاذ تصمیمات مبتنی بر داده و شواهد، و تسهیل نوآوری در برنامه‌های درسی است. رهبر برنامه درسی با استفاده از دانش تخصصی و ابزارهای تحلیلی، مانند «مدل‌سازی یادگیرنده»<sup>۳</sup>، برنامه‌های درسی را به گونه‌ای طراحی و اجرا می‌کند که ضمن پاسخگویی به تفاوت‌های فردی یادگیرندگان، با محدودیت‌های منابع و الزامات نظام‌های آموزشی متمرکز هماهنگ باشند (سلیمی و همکاران، ۱۴۰۴).

طراحان برنامه درسی در مدارس با چالش‌های متعددی مانند جمعیت بالای فراگیران روبرو هستند. در این شرایط، بسیاری از نظام‌های آموزشی، برنامه‌های درسی متمرکزی را ارائه داده و مدارس را ملزم به رعایت آن می‌کنند (نامخواه، ۱۳۹۰). به علاوه، محدودیت منابع مانند زمان، بودجه و پرسنل، توانایی مدارس را برای برنامه‌ریزی آموزش‌های مؤثر و متناسب با نیازهای خاص فراگیران کاهش می‌دهد. این موضوع باعث می‌شود که مدارس نیاز به راه‌کارهایی برای کاهش زمان و هزینه‌های تلف شده داشته باشند تا بتوانند برنامه‌های درسی کارآمدتری ارائه دهند (ارنشتاین و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۸). اشاره یافته‌های روان‌شناسی به تفاوت‌های فردی (کوئدینگر و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۱۳) و غیرعملی بودن طراحی برنامه‌های درسی جداگانه (کریمیان و همکاران، ۱۴۰۳) منجر به بهره‌گیری از فناوری و امکانات موجود، به ویژه مدل‌سازی یادگیرنده شده است. مدل‌سازی یادگیرنده، با تحلیل داده‌های مربوط به ویژگی‌ها، نیازها و پیشرفت تحصیلی یادگیرندگان، به رهبر برنامه درسی امکان می‌دهد تا برنامه‌های درسی را به صورت هدفمند و متناسب با گروه‌های مختلف یادگیرندگان طراحی کند. این ابزار به رهبر برنامه درسی کمک می‌کند تا با استفاده از داده‌های دقیق، یادگیری را شخصی‌سازی کرده و منابع موجود را بهینه کند، در نتیجه کارایی برنامه‌های درسی را افزایش دهد و زمان و هزینه‌های تلف شده را کاهش دهد.

مطالعه توملینسون<sup>۶</sup> (۲۰۱۷) به عنوان یکی از پایه‌ای‌ترین تحقیقات در حوزه آموزش شخصی‌سازی شده نشان داد که سازگار کردن محتوا، فرآیند، محصول و محیط یادگیری با ویژگی‌های دانش‌آموزان، مشارکت و پیشرفت تحصیلی آن‌ها را به طور معناداری افزایش می‌دهد. یافته‌های مرور لتزل و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۲۲) نیز این ادعا را تأیید کرده و نشان داده که آموزش شخصی‌سازی شده یکی از مؤثرترین راهبردهای آموزشی در عصر حاضر است. تحقیقات پوزاس و اشیندر<sup>۸</sup> (۲۰۲۳) نیز نشان داد که شخصی‌سازی کامل یادگیری، علاوه بر پیشرفت تحصیلی، نگرش و مشارکت یادگیرندگان را نیز به طور قابل توجهی تقویت می‌کند.

واندواتر و کلاربوت<sup>۹</sup> (۲۰۱۴) دریافته بودند که سیستم‌های یادگیری انطباقی مبتنی بر رایانه که به نیازهای فردی پاسخ می‌دهند، به طور مؤثری بار شناختی را کاهش داده و انتقال یادگیری را بهبود می‌بخشند. پژوهش کریر و همکاران<sup>۱۰</sup> (۲۰۲۲) نیز

1. Walker
2. McEneaney
3. Learner Modeling
4. Holstein et al.
5. Koedinger et al.
6. Tomlinson
7. Letzel et al.
8. Pozas & Schneider
9. Vandewaetere & Clarebout
10. Kärner et al.

نشان داد که استفاده از این سیستم‌ها تنها بار شناختی خارجی را کاهش می‌دهد، بلکه با ارائه پشتیبانی به موقع و شخصی‌شده، به مدیریت مؤثر بار شناختی ذاتی یا سختی ذاتی موضوع نیز کمک می‌کند. مطالعه مروری نظام‌مند سوتکا و گرینبرگ<sup>۱</sup> (۲۰۲۳) نیز به این نتیجه رسید که اثربخشی این سیستم‌ها به تطبیق‌پذیری پویا وابسته است؛ با تحلیل پیوسته داده‌های یادگیرنده، مسیر یادگیری بهینه شده و انتقال یادگیری به موقعیت‌های جدید آسان می‌شود.

در پژوهش‌های داخلی نیز نتایج مشابهی به دست آمده است. عبداللهی و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی نشان دادند که اجرای الگوی آموزش شخصی‌سازی شده منجر به افزایش خودکارآمدی و انگیزه پیشرفت در یادگیرندگان شده است. همچنین، پژوهشی توسط صالحی و همکاران (۱۴۰۳) بر روی دانش‌آموزان دوره ابتدایی انجام شد که حاکی از تأثیر مثبت و معنادار آموزش شخصی‌سازی شده بر پیشرفت تحصیلی و کاهش اضطراب یادگیری درس ریاضی بود. در همین‌سو، تحقیقی توسط معصومی‌نژاد (۱۴۰۴) به بررسی موانع درک شده توسط معلمان برای اجرای این روش پرداخته و بر لزوم آموزش و پشتیبانی از معلمان برای تحقق اثربخش این رویکرد تأکید کرده است.

مدل‌سازی یادگیرنده نخستین بار توسط سلف<sup>۲</sup> در سال ۱۹۹۰ میلادی تعریف شد (پلانک<sup>۳</sup>، ۲۰۱۷). وی فرآیند ایجاد یک نمایش محاسباتی از دانش، مهارت‌ها، سبک‌های یادگیری و تجزیه و تحلیل عملکرد یادگیرنده را مدل‌سازی یادگیرنده تعریف می‌کند. این فرآیند شامل شناسایی دانش قبلی و اکتسابی، جداسازی تصورات غلط زیربنایی، نمایش اهداف و برنامه‌های یادگیرندگان و توصیف ویژگی‌های شخصیتی آن‌ها است. هدف از مدل‌سازی، طراحی یک «سیستم آموزشی تطبیقی»<sup>۴</sup> با ابزارهای هوش مصنوعی است که با تحلیل داده‌های یادگیرندگان مانند عملکرد، سرعت، ترجیحات و ویژگی‌های فردی، فرصت‌های یادگیری شخصی‌سازی‌شده را پشتیبانی و تقویت کند (گلیجوریا و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۲۲). سیستم‌های آموزشی تطبیقی با ارائه بازخورد فوری شخصی‌سازی شده، خطاها را شناسایی و اصلاح کرده، مشارکت و ارزیابی یادگیرندگان را بهبود بخشیده و پشتیبانی مؤثرتری ارائه می‌دهند. چنین سیستمی باید بتواند یادگیری را مدیریت، مسیرهای منطبق با یادگیرنده را تنظیم و فعالیت‌های او را با استفاده از مدل‌های خاص تفسیر کند (جینگ و همکاران<sup>۶</sup>، ۲۰۲۳). همچنین، این سیستم باید قابلیت استنباط نیازها و ترجیحات یادگیرنده و بهره‌برداری از دامنه دانش او به صورت پویا را داشته باشد (آلوون و همکاران<sup>۷</sup>، ۲۰۱۶). به عبارت دیگر، یک سیستم آموزشی تطبیقی باید برای نیازها، دانش و پیشینه خاص هر یادگیرنده، برنامه‌درسی را شخصی‌سازی کند، که این امر مستلزم شناسایی دقیق ویژگی‌هایی مانند دانش، مهارت‌ها، ویژگی‌های شخصیتی و حالات عاطفی یادگیرنده است (گلدبرگ و همکاران<sup>۸</sup>، ۲۰۲۱). این ویژگی‌ها اطلاعاتی هستند که می‌توانند به رهبری برنامه‌درسی در استفاده مؤثر از این داده‌ها برای بهبود یادگیری یادگیرندگان کمک کنند (شابلالا و همکاران<sup>۹</sup>، ۲۰۲۳). این فرآیند به طراحی مؤثر برنامه‌درسی و پاسخگویی به چالش‌های مدارس کمک کرده و با مدل‌سازی یادگیرنده، علاوه بر شخصی‌سازی آموزش، منابع بهینه شده و کیفیت یادگیری در محیط‌های آموزشی را ارتقاء می‌دهد.

مدل‌سازی یادگیرنده، امکان خوشه‌بندی یادگیرندگان را فراهم ساخته و به رهبری برنامه‌درسی کمک می‌کند تا با هماهنگ کردن محتوا و فعالیت‌های مرتبط برای هر فرد، بر زمینه‌هایی که نیاز بیشتری به توسعه دارند تمرکز کند (پلانک، ۲۰۱۷). این رویکرد انگیزه و بهره‌وری یادگیرندگان را افزایش داده و به رهبران امکان می‌دهد برنامه‌های درسی متناسب با هر خوشه را طراحی و اجرا کنند. در نتیجه، یادگیری بهبود یافته، زمان و منابع به طور کارآمدتری استفاده شده و اهداف آموزشی بهتر تحقق می‌یابند. همچنین، با پیگیری پیشرفت خوشه‌ها، ارزیابی دقیق‌تری از عملکرد آن‌ها امکان‌پذیر شده و آموزش و پشتیبانی سفارشی‌شده برای موفقیت یادگیرندگان ارائه می‌شود (پلانک، ۲۰۱۷). مدل‌سازی یادگیرنده نقش حیاتی در شناسایی، تشخیص

1. Psotka & Greenberg
2. Self
3. Pelánek
4. Adaptive instructional system
5. Gligorea et al.
6. Jing et al.
7. Aleven et al.
8. Goldberg et al.
9. Shabalala et al.

و پیش‌بینی موفقیت یادگیرندگان دارد. این مدل‌سازی با استفاده از رویکردهای مؤثر و شخصی‌سازی‌شده (جینگ و همکاران، ۲۰۲۳) حاصل تلفیق چهار شاخه رشته‌های فنی، علوم اجتماعی، تحقیقات آموزشی و طراحی است. این انسجام بین مدل‌سازی یادگیرنده و طراحی برنامه‌های درسی تطبیقی، به بهبود کیفیت یادگیری و پاسخگویی به نیازهای متنوع یادگیرندگان کمک می‌کند و آن‌ها را برای دستیابی به اهداف آموزشی خود توانمند می‌سازد. کیفیت یادگیری، با پاسخگویی به نیازهای متنوع یادگیرندگان، مسیر دستیابی به اهداف آموزشی را هموار و توانمندی آن‌ها را افزایش می‌دهد (عبداللهی و همکاران، ۱۴۰۰، تاملینسون، ۲۰۱۷). این رویکرد ریشه در تئوری «یادگیری انطباق»<sup>۱</sup> دارد که بر اساس آن، محتوا و روش تدریس باید با توجه به ویژگی‌ها، سرعت و سبک یادگیری هر فرد شخصی‌سازی شود تا حداکثر بازدهی را داشته باشد (بوناسیناپاق و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۲۳). نظریه خودتعیین‌گری ریان و دسی<sup>۳</sup> (۲۰۰۰) نیز مؤید این موضوع است که تأمین نیازهای اساسی روان‌شناختی یادگیرندگان که از طریق آموزش کیفی و پاسخگو فراهم می‌آید، باعث انگیزش درونی و توانمندسازی آنان می‌گردد.

با وجود حجم قابل توجه پژوهش‌های انجام شده در حوزه مدل‌سازی یادگیرنده، تمرکز غالب این مطالعات بر بازطراحی و تطبیق برنامه‌های درسی موجود بود. به عبارت دیگر، نقش مدل‌سازی یادگیرنده در مرحله طراحی اولیه و طراحی برنامه درسی کمتر مورد کاوش قرار گرفته است. این امر منجر به فقدان یک چارچوب نظری و عملی جامع شده که بتواند به عنوان نقشه راهی برای طراحان آموزشی و سیاست‌گذاران مطالعات برنامه درسی در نظر گرفته شود. بنابراین، مسئله اصلی این پژوهش عدم وجود یک مدل یکپارچه بود که بتواند به شکلی نظام‌مند و پیش‌بینانه، داده‌های حاصل از مدل‌سازی یادگیرنده را به اصول و عناصر طراحی برنامه درسی پیوند زند. پژوهش حاضر در صدد است تا با پر کردن این خلأ، چشم‌انداز روشنی از چگونگی بهره‌گیری از مدل‌سازی یادگیرنده در فرآیند طراحی مبنایی برنامه‌های درسی ارائه دهد. هدف کلی این مطالعه، ترسیم ادبیات موجود و ارائه یک مرور ساختاریافته از مفهوم «مدل‌سازی یادگیرنده در طراحی برنامه‌درسی» است. دستیابی به این هدف، از طریق پاسخگویی به سؤالات پژوهشی زیر محقق شد:

- تعریف و ماهیت: تعریف مدل‌سازی یادگیرنده در طراحی برنامه درسی چیست؟
- انواع و رهیافت‌ها: انواع مدل‌سازی یادگیرنده در طراحی برنامه درسی کدامند؟
- کاربردها و پیامدها: کاربردهای مدل‌سازی یادگیرنده در طراحی برنامه درسی چیست؟
- فرآیند و نحوه کار: مدل‌سازی یادگیرنده در طراحی برنامه درسی چگونه انجام می‌شود؟

یافته‌های این پژوهش مبنایی برای مدل‌سازی یادگیرندگان در مدارس متوسطه دوم فراهم کرد تا با طراحی برنامه‌درسی متناسب‌تر، به افزایش پیشرفت تحصیلی آنان منجر گردد.

## روش پژوهش

به منظور شناسایی جنبه‌های کاربردی «مدل‌سازی یادگیرنده» در طراحی برنامه درسی، این پژوهش با بهره‌گیری از روش مرور نظام‌مند انجام شد. با توجه به قابلیت ذاتی این روش در جمع‌بندی، نقد و تحلیل پژوهش‌های پیشین، هدف این مطالعه، مفهوم‌شناسی جامع مدل‌سازی یادگیرنده در طراحی برنامه درسی بود که بر اساس دستورالعمل فراتحلیل پریزما<sup>۴</sup> (پیچ و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۲۱) در چهار مرحله اجرا شد. در این مرور، مقالات معتبر مرتبط شناسایی شده و تلاش شده تصویر روشنی از جایگاه مدل‌سازی یادگیرنده در فرایند برنامه ریزی درسی استنباط و ارائه شود. انتظار می‌رود این تلاش توانسته باشد جامعه علمی در حوزه مطالعات برنامه درسی را با نقش و کاربرد مدل‌سازی یادگیرنده بیش از پیش آشنا کند و راه را برای کاربرد عملی و همچنین انجام

1. Adaptive Learning  
2. Bonacina-Pugh et al.  
3. Ryan & Deci  
4. PRISMA  
5. Page et al.

مطالعات بیشتر باز کند. گزارش شفاف این مرورها، محققان آتی را از انجام کارهای تکراری بازمی‌دارد و از اتلاف منابع جلوگیری می‌کند (سرس<sup>۱</sup>، ۲۰۱۵).

### مرحله ۱: شناسایی

الف. طرح‌ریزی راهنمای جستجو و استراتژی: برای شناسایی مطالعات مرتبط، راهنمای جستجویی با استفاده از ترکیب کلید واژه‌های اصلی در حوزه‌های «مدل‌سازی یادگیرنده» و «طراحی برنامه درسی» طراحی شد. عبارات جستجوی نهایی در پایگاه‌های اطلاعاتی به این شرح بودند:

"Learner Modeling" AND "Curriculum Design" , "Learner Modeling" AND "Instructional Design"  
"Student Modeling" AND "Curriculum Design" , "Student Modeling" AND "Instructional Design"  
"User Modeling" AND "Curriculum Design" , "User Modeling" AND "Instructional Design"  
"Trainee Modeling" AND "Curriculum Design" , "Trainee Modeling" AND "Instructional Design"

ب. پایگاه‌های اطلاعاتی و محدودیت‌ها: نادیده گرفتن مقالات از پایگاه‌های دیگر به معنای حذف عمدی نیست، بلکه نتیجه یک پروتکل جستجوی از پیش تعیین‌شده است. توجیهات کلیدی عبارت‌اند از اینکه هم‌پوشانی مقالات بین پایگاه‌ها و کم‌اهمیت بودن تفاوت‌های منحصربه‌فرد مقاله‌ها اغلب باعث می‌شود مقالات اختصاصی از پایگاه‌های دیگر در Scopus یا Web of Science (WoS) ایندکس شوند؛ به‌عنوان نمونه، مطالعه گاسنبوئر<sup>۲</sup> (۲۰۲۰) نشان می‌دهد که Scopus و WoS صرفاً ۱ تا ۲٪ مقالات منحصربه‌فرد از پایگاه‌های تخصصی مانند ERIC را از دست می‌دهند. در پژوهش حاضر از روش تکمیلی ردیابی استنادها در WoS جهت شناسایی هر مقاله منحصربه‌فرد از پایگاه‌های دیگر استفاده شد که نشان داد افزودن پایگاه‌هایی مانند ERIC یا PubMed تغییری کمتر از ۳٪ در نتایج نهایی ایجاد می‌کند. این نتیجه بر پایه برامر و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۷) استوار است که ترکیب حداقل WoS، Scopus و Google Scholar را کافی پیشنهاد می‌کند، هرچند در علوم اجتماعی دو پایگاه اصلی اغلب پاسخگوی نیاز هستند و تمرکز بر مقالات بین‌المللی با هدف مدل‌سازی یادگیرنده در برنامه درسی می‌تواند ریسک سوگیری انتشار را کاهش دهد. با توجه به تمرکز پژوهش بر مقالات معتبر بین‌المللی، جستجو تنها در دو پایگاه معتبر و بزرگ Scopus و WoS انجام شد و بر اساس پژوهش پلانک (۲۰۱۷)، که حاکی از ثبات نسبی مفهوم اصلی مدل‌سازی یادگیرنده است، هیچ محدودیت زمانی برای بازه انتشار مقالات اعمال نشد و جستجو تنها در فیلد «موضوع» انجام گرفت تا پژوهش‌گران به حداکثر ممکن بودن بازیابی مقالات مرتبط دست یابند.

ج. خروجی اولیه: جستجوی اولیه در مجموع ۵۱ مقاله شناسایی کرد که از این تعداد، ۳۹ مقاله از WoS و ۱۲ مقاله از Scopus به دست آمد.

### مرحله ۲: غربالگری<sup>۴</sup>

الف. حذف موارد تکراری: پس از حذف ۱۰ مورد مقاله تکراری بین دو پایگاه، تعداد ۴۱ مقاله منحصربه‌فرد برای ارزیابی بیشتر باقی ماند.

ب. غربالگری بر اساس عنوان و چکیده: عنوان و چکیده این ۴۱ مقاله بر اساس معیار شمول ارتباط با موضوع «مدل‌سازی یادگیرنده در طراحی برنامه‌درسی» به دقت بررسی شد. در این مرحله، ۶ مقاله به دلیل عدم ارتباط آشکار با موضوع پژوهش حذف شدند و ۳۵ مقاله برای مرحله بعدی واجدیت باقی ماندند.

1. Seers  
2. Gusenbauer  
3. Bramer et al.  
4. Screening

### مرحله ۳: واجدیت<sup>۱</sup>

الف. دسترسی به متن کامل و ارزیابی اولیه: دسترسی به متن کامل ۳۵ مقاله باقی‌مانده بررسی شد. ۱۲ مقاله به دلیل عدم دسترسی به متن کامل، حتی پس از تماس با نویسندگان، حذف شدند. متن کامل ۲۳ مقاله باقی‌مانده به‌طور کامل مطالعه و ارزیابی گردید.

ب. اعمال معیارهای شمول/ خروج بر اساس متن کامل: متن کامل این مقالات بر اساس معیارهای از پیش تعریف‌شده ارزیابی شد. معیار خروج اصلی، عدم تمرکز پژوهش بر کاربرد مدل‌سازی یادگیرنده در فرآیند طراحی برنامه درسی یا طراحی آموزشی بود. بر این اساس، ۶ مقاله دیگر حذف شدند و ۱۷ مقاله واجد شرایط تشخیص داده شدند.

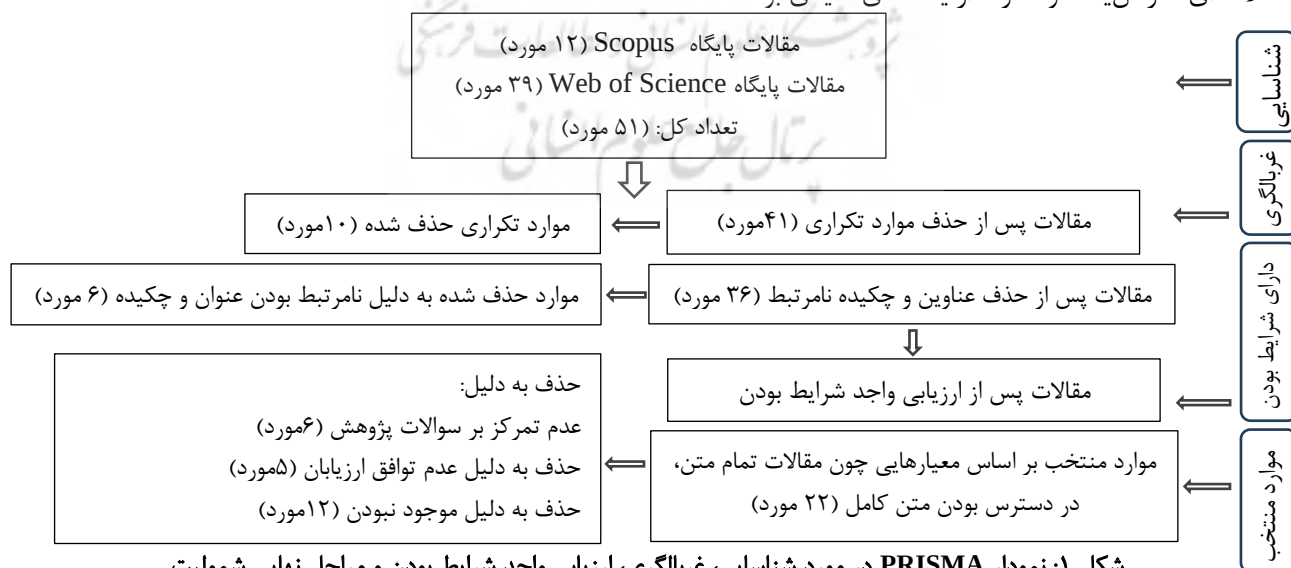
### مرحله ۴: شمول<sup>۲</sup>

الف. ارزیابی کیفی نهایی و اجماع ناظران: ۱۷ مقاله انتخابی در معرض ارزیابی کیفی دقیق‌تر توسط ناظران قرار گرفت. برای اطمینان از روایی و جامعیت مقالات، اجماع نظر بین محققان ضروری بود. در این مرحله، به دلیل عدم توافق ناظران بر سر انطباق ۵ مقاله با اهداف پژوهش و کیفیت روش‌شناختی آنها، این مقالات نیز حذف گردیدند.

ب. مقالات نهایی: در نهایت، ۱۲ مقاله برای تحلیل کیفی عمیق و استخراج داده‌ها در مطالعه گنجانده شدند. فرآیند کامل در شکل ۱، نمودار جریان پریزما به تصویر کشیده شده است.

**روش تحلیل داده‌ها (تحلیل درون‌مایه‌ای):** برای پاسخ به سؤال پژوهش، از تحلیل درون‌مایه‌ای استفاده شد. این روش امکان شناسایی، تحلیل و گزارش الگوها درون داده‌های متنی را فراهم می‌آورد (براون و کلارک، ۲۰۲۱). برای رعایت اصول اعتبار در مرورهای نظام‌مند (بلور و همکاران، ۲۰۲۱)، موارد شفافیت، پایایی بین کدگذاران و پایایی درون کدگذار به دقت رعایت شد. کلیه مراحل پژوهش شامل راهنمای جستجو، پایگاه‌ها، کلیدواژه‌ها و معیارهای شمول و خروج به طور کامل گزارش شده‌اند. کدهای استخراج‌شده توسط دو کدگذار مستقل مقایسه شد و تا حصول توافق مطلوب بین آنان مورد بحث قرار گرفت. برای اطمینان از ثبات، هر مقاله در بازه‌های زمانی مختلف حداقل دو بار توسط هر کدگذار، کدگذاری شد.

**فرآیند تحلیل:** متن کامل ۱۲ مقاله نهایی توسط تیم پژوهش مورد مطالعه، کدگذاری باز (کدگذاری اولیه) و استخراج درون‌مایه قرار گرفت. در صورت بروز هرگونه اختلاف نظر در حین کدگذاری بحث میان اعضای تیم انجام می‌شد تا زمانی که در مورد کلیه کدها و درون‌مایه‌های استخراج‌شده اجماع کامل حاصل گردد. هدف نهایی، تبدیل نظام‌مند حجم انبوهی از داده‌های متنی به خلاصه‌ای سازمان‌یافته و فشرده از یافته‌های کلیدی بود.



1. Eligibility
2. Included
3. Thematic Analysis

به منظور شفافیت بیشتر در مورد بافت جغرافیایی مطالعات مورد بررسی، ویژگی‌های کشورهای مبدأ مقالات منتخب در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲: توزیع جغرافیایی مطالعات منتخب

| ردیف | مولفان                                                                                                           | سال  | کشور             |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------|
| ۱    | Weitekamp, D., & Koedinger, K.                                                                                   | ۲۰۲۳ | امریکا           |
| ۲    | Clemente, J., Yago, H., de Pedro-Carracedo, J., & Bueno, J.                                                      | ۲۰۲۲ | اسپانیا          |
| ۳    | Dounas, L., Salinesi, C., & Beqqali, O. E.                                                                       | ۲۰۱۹ | فرانسه           |
| ۴    | Yago, H., Clemente, J., Rodriguez, D., & Fernandez-de-Cordoba, P.                                                | ۲۰۱۸ | اسپانیا          |
| ۵    | Aslan, B. G., Öztürk, Ö., & İnan, M. M.                                                                          | ۲۰۱۴ | ترکیه            |
| ۶    | Gamalel-Din, S. A.                                                                                               | ۲۰۱۰ | عربستان - مصر    |
| ۷    | Hernández, J., Baldiris, S., Santos, O. C., Fabregat, R., & Boticario, J. G.                                     | ۲۰۰۹ | اسپانیا          |
| ۸    | de Antonio, A., Ramírez, J., & Clemente, J.                                                                      | ۲۰۰۹ | اسپانیا          |
| ۹    | Baldiris, S., Santos, O. C., Barrera, C., Boticario, J. G., Velez, J., & Fabregat, R.                            | ۲۰۰۷ | اسپانیا          |
| ۱۰   | Kelly, D., & Tangney, B.                                                                                         | ۲۰۰۶ | ایرلند           |
| ۱۱   | Kavcic, A., Pedraza-Jiménez, R., Molina-Bulla, H., Valverde-Albacete, F. J., Cid-Sueiro, J., & Navia-Vazquez, A. | ۲۰۰۳ | اسلونی - اسپانیا |
| ۱۲   | Kong, H. P.                                                                                                      | ۱۹۹۴ | سنگاپور          |

نتایج تحلیل جغرافیایی نشان داد که اروپا، به‌ویژه اسپانیا، در پژوهش‌های مربوط به تلفیق فناوری‌های پیشرفته با طراحی برنامه درسی و مدل‌سازی یادگیرنده پیش‌تاز است. تنوع فرهنگی مطالعات از ترکیه تا سنگاپور، جهانی بودن توجه به شخصی‌سازی آموزش و ضرورت بومی‌سازی الگوهای برنامه‌درسی را برجسته می‌سازد. همچنین، سیر زمانی ۱۹۹۴ تا ۲۰۲۳ تحول از سیستم‌های خبره اولیه به‌سوی برنامه‌درسی پویا مبتنی بر داده‌کاوی آموزشی را نشان می‌دهد.

## یافته‌ها

این مطالعه مروری، نقش مدل‌سازی یادگیرنده، انواع مدل‌سازی یادگیرنده، کاربرد و چگونگی انجام آن در طراحی برنامه درسی را به روش استقرایی مرور و دسته‌بندی کرده است. بر پایه دیدگاه نویسندگان، مدل‌سازی یادگیرنده، مبتنی بر نظریه‌های رفتاری، شناختی و سازنده‌گرایی است که بر دو محور تعامل با سیستم و حل مسئله تأکید دارد. همچنین، سیستم‌های آموزشی تطبیقی برای تمام دانش‌آموزان، عملکرد تحصیلی را بهبود می‌بخشند. این رویکردها با تلفیق انعطاف‌پذیری آموزشی، تفکر انتقادی و توجه به تنوع سبک شناختی یادگیرندگان، کیفیت یادگیری را به‌طور چشمگیری ارتقاء می‌دهند.

### تعریف و ماهیت: تعریف مدل‌سازی یادگیرنده در طراحی برنامه‌درسی چیست؟

مدل‌سازی یادگیرنده به بررسی چگونگی یادگیری فرد و راه‌های بهبود آن پرداخته و هدف آن شخصی‌سازی و بهینه‌سازی فرآیند یادگیری است. تحلیل متون پژوهشی نشان داد که تعاریف متنوع این مفهوم را می‌توان در سه طبقه اصلی سازمان‌دهی کرد که در جدول ۳ نمایش داده شده است.

جدول ۳: تعریف های مختلف مدل سازی یادگیرنده در طراحی برنامه درسی

| ردیف | تعریف مدل سازی یادگیرنده                                                                                                      | توضیحات                                                                                                                   | منابع                                                                                                                                                                                    |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱    | یک چارچوب محاسباتی مبتنی بر داده در هوش مصنوعی آموزشی                                                                         | ایجاد نمایش پویا از دانش، رفتارها و ویژگی های شناختی یادگیرنده مانند سبک های یادگیری، خطاها و سطح تسلط                    | کونگ <sup>۱</sup> (۱۹۹۴)، اسلان و همکاران <sup>۲</sup> (۲۰۱۴)، هرناندز و همکاران <sup>۳</sup> (۲۰۰۹)، ویتکمپ و کوئدینگر <sup>۴</sup> (۲۰۲۳)،                                             |
| ۲    | یک چارچوب مبتنی بر هستی شناسی با هدف نمایش ساختار یافته وضعیت دانش، شایستگی ها و تعاملات یادگیرنده در سیستم های آموزشی تطبیقی | بر پایه یک شبکه هستی شناسی ماژولار، استدلال خودکار، تشخیص پویا و توصیه های شخصی سازی شده                                  | دانتونیو و همکاران <sup>۵</sup> (۲۰۰۹)، یاگو و همکاران <sup>۶</sup> (۲۰۲۲)، (۲۰۱۸)، کلمنته و همکاران <sup>۷</sup> (۲۰۲۲)                                                                 |
| ۳    | یک چارچوب مبتنی بر اطلاعات شناختی، دموگرافیک و نیازهای یادگیرندگان                                                            | شناسایی ویژگی های دانش آموزان برای طراحی تدریس و ایجاد سیستم های پویای پاسخگو به نیازهای آنها به عنوان سیستم های توصیه گر | کاو سینگ و همکاران <sup>۸</sup> (۲۰۰۳)، کلی و تانگنی <sup>۹</sup> (۲۰۰۴)، بالدیریس و همکاران <sup>۱۰</sup> (۲۰۰۷)، جمال الدین <sup>۱۱</sup> (۲۰۱۰)، دوناس و همکاران <sup>۱۲</sup> (۲۰۱۹) |

یافته ها نشان داد تعریف اول مدل سازی یادگیرنده، چارچوبی داده محور در هوش مصنوعی آموزشی است که با نمایش پویا از دانش، رفتار و ویژگی های شناختی یادگیرنده، بستری برای سیستم های آموزشی تطبیقی فراهم می سازد (کونگ، ۱۹۹۴؛ اسلان و همکاران، ۲۰۱۴؛ هرناندز و همکاران، ۲۰۰۹؛ ویتکمپ و کوئدینگر، ۲۰۲۳). این تعریف برای یادگیرندگانی با نیازهای خاص، سبک های مختلف یادگیری و فرآیندهای خودتنظیمی کاربرد دارد. همچنین، امکان تحلیل رفتار و ارائه بازخورد مؤثر برای دانش آموزان در فرآیندهای یادگیری مانند آماده سازی برای آزمون کنکور را فراهم می کند.

تعریف دوم مدل سازی یادگیرنده بر مبنای چارچوبی هستی شناسی استوار است که هدف آن ارائه نمایش ساختار یافته از وضعیت دانش، مهارت ها، شایستگی ها و تعاملات یادگیرنده در نظام های آموزشی تطبیقی است. در این رویکرد، مدل یادگیرنده در قالب شبکه ای از مفاهیم و روابط ماژولار طراحی می شود که امکان استدلال خودکار، تشخیص پویا و تولید توصیه های شخصی سازی شده را فراهم می کند (دانتونیو و همکاران، ۲۰۰۹؛ یاگو و همکاران، ۲۰۱۸؛ کلمنته و همکاران، ۲۰۲۲). این تعریف، انعطاف پذیری بالایی برای به کارگیری در سطوح مختلف آموزش دارد زیرا بر درک عمیق تری از فرآیندهای شناختی، سازوکارهای یادگیری معنادار و توسعه مهارت های تفکر سطح بالا تمرکز دارد.

تعریف سوم، بر اساس یافته های کاو سینگ و همکاران (۲۰۰۳)، کلی و تانگنی (۲۰۰۴)، بالدیریس و همکاران (۲۰۰۷)، جمال الدین (۲۰۱۰)، دوناس و همکاران (۲۰۱۹) شکل گرفته است. مدل سازی یادگیرنده به عنوان چارچوبی ترکیبی معرفی می شود که اطلاعات شناختی، دموگرافیک، نیازهای آموزشی و ویژگی های شخصیتی فراگیران را برای طراحی بهینه تدریس به کار می گیرد. این رویکرد، شالوده سیستم های آموزشی پاسخگو و توصیه گر را شکل می دهد که قادرند محتوای آموزشی را پویا و متناسب تنظیم کنند. از این دیدگاه، مدل سازی یادگیرنده نه تنها در محیط های آموزشی متنوع کاربرد دارد، بلکه برای فراگیران با نیازهای خاص یا سبک های یادگیری متفاوت، فرصتی برای بهره مندی از آموزش های تطبیقی، حمایت گر و هدفمند فراهم می سازد.

1. Kong
2. Aslan et al.
3. Hernandez et al.
4. Vitkamp & Koedinger
5. De Antonio et al.
6. Yago et al.
7. Kelemente et al.
8. Kavcink et al.
9. Keley & Tangney
10. Baldiris et al.
11. Jamal aldin
12. Donas et al.

## انواع و رهیافت‌ها: انواع مدل‌سازی یادگیرنده در طراحی برنامه‌درسی کدامند؟

حاصل یافته‌های مقالات مورد بررسی، مدل‌های یادگیرنده پوششی<sup>۱</sup>، کلیشه‌ای<sup>۲</sup>، اغتشاش<sup>۳</sup>، مبتنی بر یادگیری ماشین<sup>۴</sup>، ردیابی<sup>۵</sup>، مبتنی بر محدودی<sup>۶</sup>، هستی‌شناسی<sup>۷</sup> و ترکیبی<sup>۸</sup> است که در جدول ۴ با ذکر منبع نشان داده شده است.

جدول ۴: انواع مدل‌سازی یادگیرنده در طراحی برنامه درسی

| انواع مدل‌سازی یادگیرنده   | منابع                                                                     |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| مدل پوششی                  | کونگ (۱۹۹۴)، کاوسینگ و همکاران (۲۰۰۳)                                     |
| مدل کلیشه‌ای               | هرناندز و همکاران (۲۰۰۹)                                                  |
| مدل اغتشاش                 | دوناس و همکاران (۲۰۱۹)                                                    |
| مدل مبتنی بر یادگیری ماشین | بالدیریس و همکاران (۲۰۰۷)، اصلان و همکاران (۲۰۱۴)                         |
| ردیابی مدل                 | کلی و تانگنی (۲۰۰۶)، ویتکمپ و کوئدینگر (۲۰۲۳)                             |
| مدل هستی‌شناسی             | دانتونیو و همکاران (۲۰۰۹)، یاگو و همکاران (۲۰۱۸)، کلمنته و همکاران (۲۰۲۲) |
| مدل ترکیبی                 | جمال‌الدین (۲۰۱۰)                                                         |

مدل پوششی بر دانش فعلی یادگیرنده تمرکز دارد تا با پر کردن شکاف‌ها، وی را برای کسب تخصص آماده سازد (کونگ، ۱۹۹۴؛ کاوسینگ و همکاران، ۲۰۰۳). این مدل در سیستم‌های تطبیقی برای ارائه محتوای شخصی‌سازی شده به کار می‌رود. در طراحی برنامه‌درسی، مدل پوششی با تقسیم مهارت‌های کلیدی به مراحل کوچک و قابل سنجش، پیشرفت فردی را پیوسته رصد می‌کند. در صورت مشاهده ضعف، مداخلات آموزشی هدفمند اعمال می‌شود تا دانش آموز به سطح حرفه‌ای مورد نیاز دست یابد. مدل کلیشه‌ای به طبقه‌بندی یادگیرندگان پرداخته و از کلیشه‌های پیش تعریف شده مبتدی، متوسط و پیشرفته استفاده می‌کند. این مدل در حوزه برنامه‌ریزی درسی با شناسایی نیازهای فردی، سبک‌های یادگیری و نقاط قوت و ضعف دانش‌آموزان، برنامه‌های درسی را متناسب‌سازی کرده و فرآیند یادگیری را در بازه زمانی کوتاه تسریع می‌نماید (هرناندز و همکاران، ۲۰۰۹). با به کار بردن این مدل، نه تنها می‌توان استفاده از زمان را بهینه کرد، بلکه با تمرکز بر اولویت‌های کلیدی هر گروه از یادگیرندگان، می‌توان کیفیت آموزش را افزایش داده و فرصت‌های برابر برای دستیابی به موفقیت‌های تحصیلی فراهم کرد.

مدل اغتشاش به شناسایی بدفهمی‌ها و تصورات نادرست مختص یک گروه یادگیرنده می‌پردازد (دوناس و همکاران، ۲۰۱۹). این مدل، برای دانش‌آموزان با نیازهای ویژه کاربرد دارد. دوناس و همکاران بیان می‌کنند این مدل با شناسایی و کاوش در الگوهای یادگیری و نیازهای فردی، فرآیند مداخله و اصلاح را به صورت هدفمند و سازگار با وضعیت خاص هر دانش‌آموز برنامه‌ریزی کرده و منجر به ارتقاء فرآیند پیشرفت تحصیلی در این افراد می‌شود.

مدل مبتنی بر یادگیری ماشین به تحلیل رفتارهای ناخودآگاه یادگیرندگان با استفاده از داده‌های بزرگ و الگوریتم‌های احتمالی می‌پردازد (اصلان و همکاران، ۲۰۱۴؛ بالدیریس و همکاران، ۲۰۰۷). این نوع مدل‌ها به عنوان ابزارهای پیشرفته برای تحلیل و پیش‌بینی نتایج تحصیلی دانش‌آموزان معرفی شده‌اند که با تحلیل داده‌های فردی و جمعی، می‌توانند پیش‌بینی دقیق از موفقیت یا عدم موفقیت دانش‌آموز ارائه دهند. در این مدل، پس از انجام پیش‌بینی، در صورت احتمال موفقیت، استراتژی‌های حفظ و تقویت عوامل مؤثر در ادامه مسیر اجرا می‌شود. در غیر این صورت، مداخلات هدفمند و شخصی‌سازی شده طراحی می‌گردد تا روند یادگیری دانش‌آموز اصلاح و به سمت موفقیت سوق داده شود.

1. Overlay Model
2. Stereotype Model
3. Perturbation Model
4. Based on Machine Learning Model
5. Model Tracing
6. Constraint-based Model
7. Ontology Model
8. Hybrid Model

مدل ردیابی، به نظارت بر پیشرفت یادگیرنده در حل مسائل با تشخیص قوانین صحیح و معیوب پرداخته و تسلط بر موضوعات را پیگیری می‌کند (ویتکمپ و کوئدینگر، ۲۰۲۳؛ کلی و تانگنی، ۲۰۰۶). این مدل با شناسایی نقاط ضعف و ایرادات دانش‌آموزان، امکان ارزیابی دقیق‌تر عملکرد آنان را فراهم کرده و بیشتر بر ارزیابی‌های توصیفی، تمرین‌های هدفمند و نمرات مرتبط تأکید دارد. براساس تجربیات نگارنده، استفاده از این مدل در دوره دوم ابتدایی، مخصوصاً برای دانش‌آموزانی که در آغاز مسیر تحصیلی خود قرار دارند، بسیار مناسب است؛ چرا که باعث می‌شود ساختارمند و منسجم رشد کنند و بتوانند در مسیر پیشرفت تحصیلی خود گام‌های مؤثری بردارند.

مدل هستی‌شناسی، داده‌های یادگیرنده را در شبکه‌های مفهومی هستی‌شناسی سازماندهی می‌کند تا نیازها را پیش‌بینی کرده و توصیه‌ها را طراحی کند (دانتونیو و همکاران، ۲۰۰۹؛ یاگو و همکاران، ۲۰۱۸؛ کلمنته و همکاران، ۲۰۲۲). بدین ترتیب درک عمیقی از معانی محتوای آموزشی در یادگیرنده ایجاد می‌کند.

مدل ترکیبی، به تلفیق مدل‌ها برای بهبود یادگیری یادگیرنده می‌پردازد و با هدف ایجاد نمایش معناشناختی از داده‌های یادگیرنده، امکان تحلیل عمیق و یکپارچه‌سازی اطلاعات را برای یادگیرندگان فراهم می‌کند تا بتوان محتوای درسی و روش‌های تدریس را بر اساس الگوهای شناختی و نیازهای واقعی یادگیرندگان بهینه‌سازی کرد (جمال‌الدین، ۲۰۱۰).

یافته‌های حاصل از سوال دوم نشان می‌دهد مدل هستی‌شناسی فقط در تعریف مدل‌سازی یادگیرنده مبتنی بر هستی‌شناسی استوار است اما سایر مدل‌های یادگیرنده برای هر نوع تعریف و رویکرد مدل‌سازی یادگیرنده قابل استفاده است.

#### کاربردها و پیامدها: کاربردهای مدل‌سازی یادگیرنده در طراحی برنامه‌درسی چیست؟

یافته‌های حاصل از بررسی مقالات، کاربردهای مدل‌سازی یادگیرنده در طراحی برنامه درسی را به سه دسته اصلی تنظیم ساختار یادگیری یادگیرندگان، افزایش کارایی آموزشی و متناسب‌سازی برنامه درسی تقسیم می‌کند. در دسته اول، مدل‌سازی یادگیرنده (کونگ، ۱۹۹۴؛ اصلان و همکاران، ۲۰۱۴) به معلمان کمک می‌کند تا روش تدریس خود را با سبک‌ها و توانایی‌های شناختی یادگیرندگان منطبق سازند تا تسهیل پیشرفت تحصیلی میسر شود. کاربرد دوم، از مدل‌سازی به‌عنوان ابزاری برای نظارت و تشخیص مشکلات طراحی آموزشی استفاده می‌کند تا اثربخشی کلی آموزش بهبود یابد (کاوسینک و همکاران، ۲۰۰۳؛ جمال‌الدین، ۲۰۱۰؛ ویتکمپ و کوئدینگر، ۲۰۲۳؛ دوناس و همکاران، ۲۰۱۹). در نهایت، متناسب‌سازی برنامه درسی، با ایجاد توصیه‌های پویا و ارزیابی مستمر، انعطاف‌پذیری لازم برای انطباق با ویژگی‌های فردی، شناسایی نقاط قوت و ضعف، پیش‌بینی عملکرد و شخصی‌سازی فعالیت‌های یادگیری مبتنی بر شایستگی‌های هر فرد را فراهم می‌آورد که همگی به پیشرفت تحصیلی منتهی می‌شوند (بالدیریس و همکاران، ۲۰۰۷؛ هراندز و همکاران، ۲۰۰۹؛ آنتونیو و همکاران، ۲۰۰۹؛ یاگو و همکاران، ۲۰۱۸؛ کلمنته و همکاران، ۲۰۲۲؛ کلی و تانگنی، ۲۰۰۶). جدول ۵ کاربردهای مدل‌سازی یادگیرنده در طراحی برنامه درسی را به همراه توضیحات و ذکر منابع نشان می‌دهد.

جدول ۵: کاربردهای مدل‌سازی یادگیرنده در طراحی برنامه درسی

| دسته                                     | توضیحات                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | منابع                                                                                                                                             |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| تنظیم ساختار یادگیری یادگیرندگان         | بهبود نظم و ساختار یادگیری یادگیرندگان به‌استفاده از روش‌هایی مانند تدریس مبتنی بر سبک‌های یادگیری که منجر به تسهیل پیشرفت آن‌ها شود.                                                                                                                                                                                                     | کونگ (۱۹۹۴)، اصلان و همکاران (۲۰۱۴)                                                                                                               |
| افزایش کارایی آموزشی                     | شخصی‌سازی تألیف و ارائه دوره‌ها به منظور متناسب‌سازی با مهارت‌ها و ترجیحات هر یادگیرنده، سفارشی کردن روش تدریس و محتوای دوره                                                                                                                                                                                                              | کاوسینک و همکاران (۲۰۰۳)، جمال‌الدین (۲۰۱۰)، ویتکمپ و کوئدینگر (۲۰۲۳)، دوناس و همکاران (۲۰۱۹)                                                     |
| متناسب‌سازی برنامه درسی برای یادگیرندگان | ایجاد توصیه‌های پویا در طول اجرای دوره، توانایی انطباق با ویژگی‌های فردی یادگیرنده و ایجاد انعطاف‌پذیری برای یکپارچه‌سازی در سیستم‌های مختلف، ارزیابی مستمر پیشرفت یادگیرندگان، طراحی فعالیت‌های یادگیری کارآمد مبتنی بر شایستگی‌ها و توانایی‌های یادگیرنده، شناسایی نقاط قوت و ضعف، پیش‌بینی عملکرد یادگیرندگان، شخصی‌سازی، بهبود کارایی | بالدیریس و همکاران (۲۰۰۷)، هراندز و همکاران (۲۰۰۹)، آنتونیو و همکاران (۲۰۰۹)، یاگو و همکاران (۲۰۱۸)، کلمنته و همکاران (۲۰۲۲)، کلی و تانگنی (۲۰۰۶) |

مدل سازی یادگیرنده، رویکرد آموزش متمایز را با شخصی سازی دقیق مسیر هر دانش آموز، به سطح بالایی از اجرا می رساند که برای تحقق اهداف یادگیری در آموزش ضروری است.



شکل ۶: کاربردهای سه گانه مدل سازی یادگیرنده

شکل ۶ کاربردهای سه گانه مدل سازی یادگیرنده را نشان می دهد که مدل سازی یادگیرنده در طراحی برنامه درسی به عنوان ابزاری تحول آفرین، نه تنها به عنوان یک فناوری کمکی، بلکه به عنوان چارچوبی نظری-عملی در برنامه ریزی درسی عمل می کند که با پیوند زدن نظریه های تربیتی به داده های واقعی، به تحقق آموزش فراگیر، اثربخش و عادلانه کمک می نماید.

#### فرایند و نحوه کار: مدل سازی یادگیرنده در طراحی برنامه درسی چگونه انجام می شود؟

یافته های استخراج شده از مقالات نشان داد که ساختن مدل های یادگیرنده برپایه ترکیبی از الگوریتم های هوش مصنوعی و مدل های آماری (اصلان و همکاران، ۲۰۱۴؛ کلی و تانگنی، ۲۰۰۶)، کدنویسی رایانه ای (هرناندز و همکاران، ۲۰۰۹؛ یاگو و همکاران، ۲۰۱۸) و یا الگوریتم های هوش مصنوعی (کونگ، ۱۹۹۴؛ کاوسینگ و همکاران، ۲۰۰۳؛ دانتونیو و همکاران، ۲۰۰۹؛ جمال الدین، ۲۰۱۰؛ دوناس و همکاران، ۲۰۱۹؛ کلمنته و همکاران، ۲۰۲۲؛ ویتکمپ و کوندینگر، ۲۰۲۳) انجام می شود. با تحلیل استقرایی مقالات مورد بررسی مشخص شد برخی مدل سازی های یادگیرنده به صورت ترکیبی از الگوریتم های آمار و هوش مصنوعی یا کدنویسی، انجام می شود. کلی و تانگنی (۲۰۰۶)، مدل سازی یادگیرنده را با ترکیب الگوریتم های ساده بیز<sup>۱</sup>، جاوا، XML، و MySQL در پلتفرم EDUCE مبتنی بر نظریه هوش های چندگانه انجام دادند. بالدیریس و همکاران (۲۰۰۷) با ارتباط بین ویژگی های یادگیرندگان و مشخصات شان به طبقه بندی سطوح مختلف شایستگی مشارکتی<sup>۲</sup> یادگیرندگان پرداختند. آنها از الگوریتم های یادگیری ماشین، تکنیک های مدل سازی منطق فازی یا شبکه های بیزی برای مقابله با عدم قطعیت استفاده کردند. اصلان و همکاران (۲۰۱۴) سیستمی را طراحی کردند که از سیستم خبره مبتنی بر شبکه های بیزی در پلتفرم کلاینت-سرور FSLSM برای مدل سازی یادگیرنده استفاده می کند.

یاگو و همکاران (۲۰۱۸) بر پایه کدنویسی رایانه ای، سیستم نرم افزاری EDUCE را پیاده سازی کرده اند. هرناندز و همکاران (۲۰۰۹)، نیز با استفاده از کدنویسی منطق شرطی مدل سازی یادگیرنده را تبیین کرده اند. الگوریتم های مبتنی بر کدنویسی نیاز به داده کم و سطح پیچیدگی پایینی دارد اما انعطاف پذیری آن محدود و برای سیستم های آموزشی ساده مناسب است. یافته های مقالات مورد بررسی نشان داد، بیشتر مدل سازی های یادگیرنده در طراحی برنامه درسی بر پایه هوش مصنوعی انجام شده که سطح پیچیدگی و انعطاف پذیری بالایی دارد و برای سیستم های آموزشی پیچیده مناسب است. کونگ (۱۹۹۴) طراحی سیستم آموزشی هوشمند را از طریق چهار مؤلفه اصلی شامل پایگاه دانش، مدل یادگیرنده، ارزشیابی و استراتژی آموزشی انجام داده است. ابزار به کاررفته در این مدل، هوش مصنوعی و فرارسانه است. از الگوریتم های Venezky و Osin برای ارزیابی یادگیرندگان در پلتفرم های SuperCard، Oracle DBMS و سخت افزار مکینتاش استفاده کرده است. کاوسینگ و همکاران (۲۰۰۳) سیستمی را طراحی کرده اند که از تئوری مجموعه های فازی<sup>۳</sup> برای بیان عدم قطعیت و از پلتفرم InterMediActor برای دسته بندی یادگیرندگان استفاده می کند. دانتونیو و همکاران (۲۰۰۹) برای هر فعالیتی که به طور مؤثر برای یادگیرنده ارائه می شود،

1. Naïve Bayes

2. Collaborative Competency Levels

3. Fuzzy Set Theory

ماژول خبره‌ای را معرفی می‌کنند که با استفاده از یک برنامه ریز خودکار، مراحل لازم برای به پایان رساندن موفقیت آمیز آن فعالیت را تعیین می‌کند. جمال الدین (۲۰۱۰) نظریه‌های آموزشی و شناختی را در محیط‌های یادگیری الکترونیکی ادغام و از تکنیک‌های هوش مصنوعی برای مدل سازی یادگیرنده استفاده می‌کند. دوناس و همکاران (۲۰۱۹) وضعیت دانش، ترجیحات یادگیری، الگوهای رفتاری، سطح مشارکت، خطاهای مکرر، مدیریت زمان و حالت‌های عاطفی یادگیرنده را به داده تبدیل و با استفاده از الگوریتم یادگیری ماشین در پلتفرم RMAS مدل می‌کنند. کلمنته و همکاران (۲۰۲۲) مدل سازی یادگیرنده را با یک شبکه هستی‌شناسی ماژولار در پلتفرم ON-SMMILE انجام داده‌اند. این شبکه، اطلاعات جامعی از جمله پروفایل دانش آموز، وضعیت پیشرفت یادگیری، فعالیت‌های آموزشی، شایستگی‌ها، معیارهای سنجش و توصیه‌های شخصی سازی شده را در بر می‌گیرد. الگوریتم‌های به کاررفته شامل قوانین تشخیصی و قوانین توصیه‌ای است. ویتکمپ و کوئدینگر (۲۰۲۳) ابتدا نقاط ضعف مواد آموزشی را از طریق اجرای محتوای آموزشی روی یادگیرندگان شبیه سازی شده شناسایی می‌کنند. سپس اثربخشی روش‌های تدریس برای مهارت‌های مختلف پیش‌بینی می‌شود. با شبیه سازی یادگیری یادگیرندگان، زمان مطالعه و و محتوای درسی تخمین زده شده و سیستم آموزشی تعاملی طراحی می‌شود. آنها با ترکیب نظریه‌های شناختی و داده‌های تجربی، از الگوریتم‌های هوش مصنوعی در پلتفرم SimStudent مدل سازی یادگیرندگان را انجام می‌دهند.

این دسته‌بندی نشان می‌دهد که هوش مصنوعی و روش‌های ترکیبی به عنوان راهکارهای پیشرفته در مدل سازی یادگیرنده در طراحی برنامه درسی نقش محوری دارند. در علوم تربیتی، ضرورت پایبندی به نظریه‌های یادگیری و اهمیت تعامل انسانی در طراحی برنامه درسی، سیستم‌های کاملاً خودکار را نامناسب ساخته و نیاز به رویکردهای ترکیبی بین‌رشته‌ای را پررنگ می‌کند (اصلان و همکاران، ۲۰۱۴؛ یاگو و همکاران، ۲۰۱۸). جدول ۷ مدل سازی یادگیرنده در طراحی برنامه درسی به همراه نتایج خروجی مدل و ذکر منابع آن را نشان می‌دهد.

جدول ۷: مدل سازی یادگیرنده در طراحی برنامه درسی بر اساس مبنای الگوریتم آن

| مبنای الگوریتم             | خروجی مدل سازی یادگیرنده در طراحی برنامه درسی  | منابع                     |
|----------------------------|------------------------------------------------|---------------------------|
| آمار (بیزی) و هوش مصنوعی   | تطبیق محتوا با سبک یادگیری و سطح دانش          | بالدیریس و همکاران (۲۰۰۷) |
|                            | شبکه‌های بیزی و یادگیری سازگار                 | اصلان و همکاران (۲۰۱۴)    |
| آمار (کلاسیک) و کدنویسی    | دسته‌بندی با هوش‌های چندگانه                   | کلی و تانگنی (۲۰۰۶)       |
| کدنویسی (منطق شرطی)        | طراحی یادگیری شرطی                             | هرناندز و همکاران (۲۰۰۹)  |
|                            | مهندسی منابع آموزشی                            | یاگو و همکاران (۲۰۱۸)     |
| هوش مصنوعی (یادگیری ماشین) | ادغام هوش مصنوعی و فرارسانه در طراحی آموزشی    | کونگ (۱۹۹۴)               |
|                            | دسته‌بندی یادگیرندگان با تئوری مجموعه‌های فازی | کاوسینک و همکاران (۲۰۰۳)  |
|                            | تشخیص آموزشی با ماژول خبره                     | آنتونیو و همکاران (۲۰۰۹)  |
|                            | ارتقای یادگیری الکترونیکی                      | جمال الدین (۲۰۱۰)         |
|                            | پیش‌بینی عملکرد یادگیرندگان                    | دوناس و همکاران (۲۰۱۹)    |
|                            | توصیه‌های شخصی سازی شده                        | کلمنته و همکاران (۲۰۲۲)   |
|                            | شبیه سازی فرایند یادگیری انسان                 | ویتکمپ و کوئدینگر (۲۰۲۳)  |

مدل سازی یادگیرنده در طراحی برنامه درسی با تلفیق نظریه‌های یادگیری و فناوری‌های پیشرفته‌ای چون شبکه‌های بیزی، منطق فازی (کاوسینک و همکاران، ۲۰۰۳) و یادگیری ماشین به سمت طراحی برنامه‌های درسی تطبیقی حرکت کرده است. این رویکردها با استفاده از سیستم‌هایی مانند ADAPTPlan (بالدیریس و همکاران، ۲۰۰۷) و ON-SMMILE (کلمنته و همکاران، ۲۰۲۲) امکان شخصی سازی یادگیری را فراهم می‌کنند. همچنین، شبیه سازی فرایندهای یادگیری انسانی (ویتکمپ و کوئدینگر، ۲۰۲۳) با افزایش تعامل و انگیزه، اصول تمرکز بر یادگیرنده را تقویت می‌کنند. با این حال، نیاز به چارچوب‌های نظری قوی‌تر برای ادغام هوش مصنوعی با نظریه‌های برنامه ریزی درسی (جمال الدین، ۲۰۱۰) باقی است. آینده این حوزه، وابسته به همکاری بین‌رشته‌ای علوم تربیتی، علوم داده و مهندسی و تأکید بر اخلاقیات آموزشی در به کارگیری فناوری‌های نوین (یاگو و همکاران، ۲۰۱۸) خواهد بود.

## بحث

این پژوهش با هدف بررسی کاربرد مدل سازی یادگیرنده در طراحی برنامه درسی انجام شد و نشان داد که این ابزار می تواند به طور مؤثری در مرحله طراحی اولیه برنامه درسی به کار رود تا برنامه هایی منسجم، متناسب با نیازهای یادگیرندگان، و هم راستا با اهداف آموزشی ایجاد شوند. برخلاف کاربردهای رایج این مدل ها در سازگاری و شخصی سازی در حین اجرای برنامه درسی، یافته های این مطالعه بر نقش کلیدی آن ها در مرحله طراحی اولیه تأکید دارد.

علاوه بر این، مدل سازی یادگیرنده با تحلیل داده های مربوط به ویژگی های یادگیرندگان به طراحان برنامه درسی امکان می دهد تا در مرحله طراحی اولیه، محتوای درسی و فعالیت های یادگیری را متناسب با گروه های مختلف یادگیرندگان تنظیم کنند. این مدل ها می توانند به شناسایی گروه های دانش آموزان با سطوح مختلف آمادگی کمک کرده و طراحان را قادر سازند تا اهداف یادگیری و فعالیت های متنوعی را برای هر گروه در برنامه درسی تعریف کنند (تایلر<sup>۱</sup>، ۱۹۴۹). این رویکرد نه تنها به شخصی سازی یادگیری در مرحله طراحی کمک می کند، بلکه با بهینه سازی منابع موجود، کارایی برنامه های درسی را افزایش می دهد.

هدف آموزشی این مدل ها این است که به طراحان کمک کنند تا برنامه های درسی را به گونه ای طراحی کنند که یادگیری برای همه دانش آموزان، مؤثرتر و قابل دسترس تر باشد. برای نمونه، الگوریتم های خوشه بندی می توانند دانش آموزان را بر اساس توانایی هایشان به گروه های مختلف تقسیم کنند، که این امر به طراحان امکان می دهد تا در مرحله طراحی اولیه، فعالیت های یادگیری متفاوتی از جمله تکالیف چالش برانگیز برای دانش آموزان پیشرفته یا فعالیت های تقویتی برای دانش آموزان با نیازهای ویژه در برنامه درسی بگنجانند (ولف<sup>۲</sup>، ۲۰۱۰). این فرآیند، برخلاف تطبیق پویا در کلاس درس، به تعریف ساختارهای اولیه برنامه درسی منجر شده و از هدررفت منابع جلوگیری می کند.

این مطالعه نشان داد که استفاده از مدل های تحلیلی در طراحی برنامه درسی، به ویژه در تعیین اهداف یادگیری، سازمان دهی محتوا، و تنظیم توالی دروس، می تواند به ایجاد برنامه های درسی مؤثرتر و متناسب با نیازهای متنوع یادگیرندگان منجر شود. پیشنهاد می شود که پژوهش های آینده بر توسعه ابزارهای کاربرپسند برای طراحان برنامه درسی تمرکز کنند تا این مدل ها به راحتی در فرآیند طراحی اولیه مورد استفاده قرار گیرند. همچنین، ادغام این ابزارها با چارچوب های کلاسیک طراحی برنامه درسی مدل تایلر یا تابا می تواند به تقویت انسجام و کاربردی بودن برنامه های درسی کمک کند.

بررسی نظام مند پژوهش های مرتبط با مدل سازی یادگیرنده در طراحی برنامه درسی نشان داد که این رویکرد به عنوان پلی بین نظریه های آموزشی و فناوری های نوین، نقش کلیدی در رهبری برنامه درسی متناسب سازی شده، ایفا می کند. ادغام نظریه هایی مانند هوش های چندگانه (کلی و تانگنی، ۲۰۰۶) و سبک های یادگیری (بالدیریس و همکاران، ۲۰۰۷) با الگوریتم های پیشرفته ای چون شبکه های بیزی، منطق فازی (کاوسینک و همکاران، ۲۰۰۳) و یادگیری ماشین (دوناس و همکاران، ۲۰۱۹) امکان طراحی برنامه های درسی تطبیقی را فراهم کرده است. این سیستم ها با ارائه محتوای شخصی سازی شده و بازخوردهای پویا، نه تنها مشارکت و انگیزه یادگیرندگان را افزایش می دهند، بلکه به بهبود نتایج تحصیلی و کاهش نابرابری های آموزشی کمک می کنند (کلمنته و همکاران، ۲۰۲۲).

## نتیجه گیری

می توان از یافته ها نتیجه گرفت که مدل سازی یادگیرنده به طور چشمگیری چالش های نظام های آموزشی متمرکز، مانند جمعیت بالای دانش آموزان و محدودیت منابع را کاهش می دهد. از طریق رویکردهایی مانند خوشه بندی یادگیرندگان (پلانک، ۲۰۱۷) و سیستم های توصیه گر هوشمند (یاگو و همکاران، ۲۰۱۸) برنامه های درسی به صورت پویا با نیازهای فردی سازگار می شوند، بدون آنکه بار اضافی بر منابع آموزشی تحمیل شود. با این حال، ضرورت توسعه چارچوب های نظری قوی تر و بومی سازی شده برای هم راستا سازی هوش مصنوعی با اهداف برنامه ریزی درسی (جمال الدین، ۲۰۱۰) و تمرکز بر همکاری بین رشته ای بین علوم تربیتی،

علوم داده، و مهندسی نرم افزار برای طراحی سیستم های آموزشی هوشمند ضروری است. همچنین، توجه به ملاحظات اخلاقی در استفاده از داده های یادگیرندگان، به ویژه در زمینه حریم خصوصی و شفافیت الگوریتم ها، باید در اولویت قرار گیرد (یاگو و همکاران، ۲۰۱۸؛ رز و همکاران، ۲۰۱۹). با اتکا بر یافته های مرور نظام مند و بهره گیری از تجربه زیسته محققان، برآیند زیر برای مدل سازی یادگیرنده پیشنهاد می شود:

در گام نخست، مطابق با تعریف های مدل سازی یادگیرنده (کونگ، ۱۹۹۴؛ اصلان و همکاران، ۲۰۱۴؛ هرناندز و همکاران، ۲۰۰۹؛ ویتکمپ و کوئدینگر، ۲۰۲۳)، اطلاعات جمعیت شناختی و داده های عملکرد تحصیلی دانش آموزان جمع آوری می شود. افزون بر این، ارزیابی های روان شناختی مرتبط با موفقیت تحصیلی، مانند پرسشنامه های سبک یادگیری و آزمون های اضطراب، از طریق پلتفرم آموزشی انجام می شود. سپس با بهره گیری از فناوری های هوش مصنوعی یا داده کاوی آموزشی، دانش آموزان خوشه بندی می شوند و در این میان الگوریتم  $k$ -means به عنوان روشی مناسب انتخاب می گردد (پلانک، ۲۰۱۷). با توجه به خوشه های که هر یادگیرنده در آن قرار می گیرد، نوع خاصی از مدل یادگیرنده به کار گرفته شده و مداخلات آموزشی متناسب اجرا می شود. در گام های بعدی، برای هر دسته از یادگیرندگان رویکردهای شناخته شده و متناسب با خوشه آنها به کار گرفته می شود:

- اگر دانش آموز در خوشه یادگیرندگان دچار بدفهمی در فرایند یادگیری باشد، از مدل یادگیرنده اغتشاش استفاده می شود تا آن بدفهمی خاص شناسایی و رفع گردد (دوناس و همکاران، ۲۰۱۹).

- دانش آموزان خوشه بندی شده به عنوان دانش آموزان بی هدف، از طریق مدل یادگیرنده هستی شناسی پشتیبانی می شوند تا به ساختاردهی دانش و مسیرهای یادگیری آنان کمک شود (دانتونیو و همکاران، ۲۰۰۹؛ یاگو و همکاران، ۲۰۱۸؛ کلمنته و همکاران، ۲۰۲۲).

- آن دسته از فراگیران که به عنوان با استعداد و دارای پتانسیل عالی شناسایی می شوند، با استفاده از مدل مبتنی بر یادگیری ماشین مدل سازی می شوند تا عملکرد برتر آنان پیش بینی و تقویت گردد (اصلان و همکاران، ۲۰۱۴؛ بالدیریس و همکاران، ۲۰۰۷).

- یادگیرندگان دسته بندی شده در گروه کم بازده از مدل پوششی استفاده می کنند که بر پر کردن شکاف های دانشی و داربست زنی یادگیری تمرکز دارد (کونگ، ۱۹۹۴؛ کاوسینک و همکاران، ۲۰۰۳).

- دانش آموزانی که عملکرد تحصیلی رضایت بخشی نشان می دهند، از طریق ردیابی مدل مورد پایش قرار می گیرند تا پیشرفت آنان پیگیری و راهبردهای یادگیریشان اصلاح شود (کلی و تانگنی، ۲۰۰۶؛ ویتکمپ و کوئدینگر، ۲۰۲۳). مداخلات آموزشی بر پایه تعریف سوم مدل سازی یادگیرنده طراحی و انتخاب می شوند؛ تعریفی که بر پاسخگویی به نیازهای شناختی، جمعیت شناختی و فردی یادگیرنده تأکید دارد (کاوسینک و همکاران، ۲۰۰۳؛ کلی و تانگنی، ۲۰۰۴؛ بالدیریس و همکاران، ۲۰۰۷؛ جمال الدین، ۲۰۱۰؛ دوناس و همکاران، ۲۰۱۹). مدل سازی یادگیرنده به عنوان ابزاری برای انطباق روش های تدریس با یادگیرندگان و تنظیم برنامه درسی عمل کرده و منجر به وجود آمدن مکانیزمی برای پایش و تشخیص چالش های طراحی آموزشی می شود (کاوسینک و همکاران، ۲۰۰۳؛ جمال الدین، ۲۰۱۰؛ ویتکمپ و کوئدینگر، ۲۰۲۳؛ دوناس و همکاران، ۲۰۱۹).

علاوه بر این، تعریف دوم که مدل سازی یادگیرنده را در چارچوبی هستی شناختی قرار می دهد، توجیه نظری برای الگوریتم های هوش مصنوعی استفاده شده در این فرایند ارائه می کند. این تعریف از ایجاد بازنمایی ساختار یافته از دانش و شایستگی های یادگیرنده پشتیبانی کرده و استدلال خودکار و توصیه های شخصی سازی شده را امکان پذیر می سازد (دانتونیو و همکاران، ۲۰۰۹؛ یاگو و همکاران، ۲۰۱۸؛ کلمنته و همکاران، ۲۰۲۲). همچنین از آمار بیزی و فناوری های هوش مصنوعی برای همسو کردن محتوای آموزشی با سبک و سطح دانش یادگیرنده استفاده می شود تا شخصی سازی لازم برای دستیابی هر دانش آموز به بهینه ترین پتانسیل تحصیلی میسر گردد (بالدیریس و همکاران، ۲۰۰۷؛ اصلان و همکاران، ۲۰۱۴). این رویکرد ترکیبی مبتنی بر داده ها، بر پتانسیل تحول آفرین مدل سازی یادگیرنده در دستیابی به نتایج آموزشی شخصی شده، کارآمد و عادلانه تأکید می کند (کلمنته و همکاران، ۲۰۲۲). شکل ۸، نحوه ساخت مدل یادگیرنده را نشان می دهد.

|           |                                                |
|-----------|------------------------------------------------|
| تعریف اول | • شناسایی یادگیرنده                            |
|           | • تشخیص مدل یادگیرنده                          |
| تعریف دوم | • تعیین خوشه یادگیرنده                         |
|           | • الگوریتم نویسی                               |
| تعریف سوم | • متناسب سازی برنامه درسی با نیازهای یادگیرنده |
|           | • سازماندهی یک سیستم توصیه گر                  |

شکل ۸: فرایند ساخت مدل یادگیرنده

این مطالعه مروری تأکید می‌کند که مدل‌سازی یادگیرنده تنها در صورتی به تحول آموزشی پایدار منجر می‌شود که به‌عنوان بخشی از یک اکوسیستم آموزشی جامع در نظر گرفته شود. این اکوسیستم باید شامل آموزش معلمان برای کار با فناوری‌های نوین، توسعه زیرساخت‌های فنی و بازنگری سیاست‌های آموزشی برای حمایت از انعطاف‌پذیری برنامه‌های درسی باشد (ویتکمپ و کوئیدینگر، ۲۰۲۳). دستیابی به چشم‌انداز آموزش کیفی، فراگیر و مبتنی بر شواهد بدون طراحی و تدوین الگوهای رهبری برنامه درسی میسر نخواهد بود (شابالالا و همکاران، ۲۰۲۳).

با وجود تلاش برای انجام یک مرور نظام‌مند جامع، این پژوهش با محدودیت‌هایی روبرو بود. اولاً، تعداد مطالعات مرتبط با کاربرد مستقیم مدل‌سازی یادگیرنده در «طراحی اولیه» برنامه درسی، در مقایسه با مطالعات متمرکز بر «سازگاری و بازطراحی» برنامه‌های درسی موجود، بسیار محدود بود (۱۲ مطالعه نهایی). این امر ممکن است تا حدی دیدگاه حاضر را تحت تأثیر قرار داده باشد. ثانیاً، تمرکز اکثر مطالعات بر محیط‌های آموزش عالی و یادگیری الکترونیکی بود و مطالعات کمتری به بافت آموزش عمومی و مدارس پرداخته بودند که این امر تعمیم‌پذیری یافته‌ها را در این زمینه خاص با چالش مواجه می‌سازد. ثالثاً، این مرور بر مطالعات منتشر شده در پایگاه‌های داده‌ی بین‌المللی متمرکز بود. اگرچه این انتخاب آگاهانه با هدف تمرکز بر کیفی‌ترین و معتبرترین مقالات بین‌المللی و جلوگیری از ورود منابع بدون دآوری همتا صورت گرفت و دو پایگاه WoS، Scopus به طور جامعی مجلات اصلی و پیشرو در این حوزه را پوشش می‌دهند، اما این امکان وجود دارد که برخی مقالات مرتبط در سایر مجلات معتبر یا کنفرانس‌های مهم از قلم افتاده باشند. این رویکرد که بر «کیفیت» بر «کمیت» تأکید دارد، هرچند بر اعتبار یافته‌ها می‌افزاید، اما ممکن است تا حدی بر جامعیت مجموعه داده تأثیر گذاشته باشد.

بر اساس یافته‌ها و محدودیت‌های این مرور، پیشنهاد‌های متعددی برای پژوهش‌های آینده پیشنهاد می‌شود:

- انجام مطالعات تجربی بیشتر برای اعتبارسنجی تأثیر عملی مدل‌سازی یادگیرنده بر بهبود یادگیری و کارایی طراحی برنامه درسی در محیط‌های واقعی آموزشی، به ویژه در مدارس
- تدوین و آزمون چارچوب‌های یکپارچه‌ای که به‌طور خاص برای هدایت طراحی اولیه برنامه درسی بر اساس مدل‌های یادگیرنده ایجاد شده‌اند.
- تمرکز پژوهشی بر روی کاربرد مدل‌سازی یادگیرنده در دروس خاص تخصصی هر رشته و برای جمعیت‌های خاص یادگیرندگان با نیازهای ویژه
- کاوش عمیق‌تر در چالش‌های اخلاقی و حریم خصوصی مرتبط با جمع‌آوری و استفاده از داده‌های یادگیرندگان در سیستم‌های هوشمند طراحی برنامه درسی و ارائه راه‌کارهای عملی برای کاهش این نگرانی‌ها
- بررسی نقش و آمادگی رهبران برنامه درسی و معلمان در به کارگیری مؤثر خروجی‌های مدل‌سازی یادگیرنده در فرآیند طراحی و اجرای برنامه درسی

## تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

## References

- Aleven, V., McLaughlin, E. A., Glenn, R. A., & Koedinger, K. R. (2016). Instruction based on adaptive learning technologies. In R. E. Mayer & P. A. Alexander (Eds.), *Handbook of research on learning and instruction* (2nd ed., pp. 522–560). Routledge. DOI:10.4324/9781315736419
- Aslan, B. G., Öztürk, Ö., & İnan, M. M. (2014). Effect of Bayesian student modeling on academic achievement in foreign language teaching (University level English preparatory school example). *Educational Sciences: Theory & Practice*, 14(3), 18–26. DOI:10.12738/estp.2014.3.1587
- Baldiris, S., Santos, O. C., Barrera, C., Boticario, J. G., Velez, J., & Fabregat, R. (2007). Linking educational specifications and standards for dynamic modelling in ADAPTAPlan. In *Representation models and techniques for improving e-learning (ReTLe'07)* (pp. 56-65).
- Belur, J., Tompson, L., Thornton, A., & Simon, M. (2021). Interrater reliability in systematic review methodology: Exploring variation in coder decision-making. *Sociological Methods & Research*, 50(2), 837–865. DOI:10.1177/0049124118799372
- Bonacina-Pugh, M., Gudmundsen, K. B., & Wasson, B. (2023). Learning personalization: A systematic review from the lens of curriculum design. *British Journal of Educational Technology*. DOI: 10.1111/bjet.13339
- Bramer, W. M., Rethlefsen, M. L., Kleijnen, J., & Franco, O. H. (2017). Optimal database combinations for literature searches in systematic reviews: a prospective exploratory study. *Systematic reviews*, 6(1), 245. DOI: 10.1186/s13643-017-0644-y
- Braun, V., & Clarke, V. (2021). *Thematic analysis: A practical guide*. Sage Publications.
- Clemente, J., Yago, H., de Pedro-Carracedo, J., & Bueno, J. (2022). A proposal for an adaptive recommender system based on competences and ontologies. *Expert Systems with Applications*, 208, 118171. DOI: 10.1016/j.eswa.2022.118171
- de Antonio, A., Ramírez, J., & Clemente, J. (2009). Focusing the diagnosis for student modelling on an instructional design. In *Proceedings of the International Conference on Computer Supported Education* (Vol. 1, pp. 284–289). SCITEPRESS. DOI:10.5220/0001979902840289
- Dounas, L., Salinesi, C., & Beqqali, O. E. (2019). Requirements monitoring and diagnosis for improving adaptive e-learning systems design. *Journal of Systems and Software*, 18, 161–184. DOI: https://doi.org/10.28945/4270
- Gamalel-Din, S. A. (2010). Smart e-learning: A greater perspective; From the fourth to the fifth generation e-learning. *Egyptian Informatics Journal*, 11(1), 39–48. DOI: 10.1016/j.eij.2010.06.006
- Gligorea, I., Yaseen, M. U., Cioca, M., Gorski, H., & Oancea, R. (2022). An interpretable framework for an efficient analysis of students' academic performance. *Sustainability*, 14(14), 8885. DOI:10.3390/su14148885
- Goldberg, P., Sümer, Ö., Stürmer, K., Wagner, W., Göllner, R., Gerjets, P., & Trautwein, U. (2021). Attentive or not? Toward a machine learning approach to assessing students' visible engagement in classroom instruction. *Educational Psychology Review*, 33, 27–49. DOI: 10.1007/s10648-020-09573-7
- Gusenbauer, M., & Haddaway, N. R. (2020). Which academic search systems are suitable for systematic reviews or meta analyses? Evaluating retrieval qualities of Google Scholar, PubMed, and 26 other resources. *Research synthesis methods*, 11(2), 181-217. DOI: 10.1002/jrsm.1378
- Hernández, J., Baldiris, S., Santos, O. C., Fabregat, R., & Boticario, J. G. (2009). Conditional IMS learning design generation using user modeling and planning techniques. In *2009 Ninth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp. 228–232). DOI:10.1109/ICALT.2009.185
- Holstein, K., McLaren, B. M., & Aleven, V. (2018). Student learning benefits of a mixed-reality teacher awareness tool in AI-enhanced classrooms. In *Artificial Intelligence in Education* (pp. 154–168). Springer. DOI:10.1007/978-3-319-93843-1\_12

- Jing, Y., Zhao, L., Zhu, K., Wang, H., Wang, C., & Xia, Q. (2023). Research landscape of adaptive learning in education: A bibliometric study on research publications from 2000 to 2022. *Sustainability*, 15(4), 3115. DOI:10.3390/su15043115
- Karimiyan, B., Zandvanian, A., Hassani, H. and darvishpour, D. (2025). The Lived Experience of Teachers and Parents of First Grade Students of Qur'an Curriculum Merits. *Iranian Journal of Curriculum Studies*, 19(75), 169-192. doi: 10.22034/jcs.2025.466420.2301 [in Persian].
- Kavcic, A., Pedraza-Jiménez, R., Molina-Bulla, H., Valverde-Albacete, F. J., Cid-Sueiro, J., & Navia-Vazquez, A. (2003). Student modeling based on fuzzy inference mechanisms. In *The IEEE Region 8 EUROCON 2003. Computer as a Tool* (Vol. 2, pp. 379–383). IEEE. DOI: 10.1109/EURCON.2003.1248223.
- Kelly, D., & Tangney, B. (2006). Adapting to an intelligence profile in an adaptive educational system. *Interacting with Computers*, 18(3), 385–409. DOI:10.1016/j.intcom.2005.11.009
- Kärner, T., Peker, H., Maué, E., & Goller, M. (2025). Antinomische Spannungsfelder als berufstypische Anforderungen im Lehrberuf: Operationalisierung und psychometrische Validierung eines Fragebogens. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 1-45. DOI:10.1007/s11618-025-01341-z
- Koedinger, K. R., Stamper, J. C., McLaughlin, E. A., & Nixon, T. (2013). Using data-driven discovery of better student models to improve student learning. In *Artificial Intelligence in Education* (pp. 421–430).
- Kong, H. P. (1994). An intelligent, multimedia-supported instructional system. *Expert Systems with Applications*, 7(3), 451–465. DOI:10.1016/0957-4174(94)90050-7
- Letzel, V., Otto, J., & Schneider, C. (2022). "The effectiveness of personalized learning: A systematic review of contemporary studies". *Educational Research Review*, 35, 100405. DOI: 10.1016/j.edurev.2022.100405
- Masouminejad, R. (2024). Analyzing and explaining the reflective teacher approach and its role in improving curriculum knowledge: Developing an educational discourse at Farhangian University. *New Educational Approaches*, 19(2), 107-136. DOI:10.22108/nea.2024.141682.2036 [in Persian].
- McEneaney, J., & Morsink, P. (2022). Curriculum modeling and learner simulation as a tool in curriculum (re)design. *Journal of Learning Analytics*, 9(2), 161–178. DOI:10.18608/jla2022.7540
- Mehrmohammadi, M. (2014). Curriculum as a product. *Iranian Curriculum Studies Encyclopedia*. <https://daneshnamehicsa.ir/userfiles/file/article/1/as%20product%20%20revised%208-5-%201393.pdf> [in Persian]
- Namkhah, M. (2011). *Investigation of the inclusion of the postgraduate curriculum of curriculum studies based on the epistemological dimensions of the curriculum field* [Master's thesis, Ferdowsi University of Mashhad]. Mashhad, Iran [in Persian].
- Noruzivand, T., Abdollahi, B., Nave Ebrahim, A. & Abbasian, H. (2022). Designing a Model of Community School Leadership in Elementary Schools: A Qualitative Study. *Journal of New Educational Approaches*, 16(34), 45-64. DOI:10.22108/nea. 2022.133176 [in Persian].
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). The theory underlying concept maps and how to construct and use them.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. DOI: 10.1136/bmjn71
- Pelánek, R. (2017). Bayesian knowledge tracing, logistic models, and beyond: An overview of learner modeling techniques. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 27, 313–350. DOI:10.1007/s11257-017-9193-2
- Pozas, M., & Schindler, A.-K. (2023). "Beyond academic achievement: The impact of holistic differentiation on learner attitudes and engagement". *Teaching and Teacher Education*, 121, 103945. DOI:10.1016/j.tate2022.103945

- Rosé, C. P., McLaughlin, E. A., Liu, R., & Koedinger, K. R. (2019). Explanatory learner models: Why machine learning (alone) is not the answer. *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 2943–2958. DOI:10.1111/bjet.12858
- Ryan, R., & Deci, E. L. (2000). La Teoría de la Autodeterminación y la Facilitación de la Motivación Intrínseca, el Desarrollo Social, y el Bienestar. *American psychologist*, 55(1), 68-78. DOI:10.1037/110003-066X.55.1.68
- Salehi Najaf Abadi, F., Esfijani, A., and Barat dastjerdey, N. (2024). Effectiveness of the story and self-explanation of the digital game on learning, academic engagement in the mathematics of the first-grade students. *Learner-based Curriculum and Instruction Journal*, 3(2), 66-87. doi: 10.22034/cipj.2024.62812.1144 [in Persian].
- Salimi, J., Mohammad Lalabadi, M. and Aminni Bag, A. (2025). Experiences of Elementary School Teachers of Lesson Study: Implications for Curriculum Leadership. *Qualitative Research in Curriculum*, 6(18), 157-183. doi: 10.22054/qric.2025.84276.402 [in Persian].
- Salmani, B., Maleki, H., Abbaspour, A., Hakimzadeh, R., & Amirteimouri, M.H. (2019). Curriculum Leadership; An Effective Method Toward Change and Dynamic Implementation of The Curricula. *Journal of Research in teaching*, 6(4), 106-126. [https://trj.uok.ac.ir/article\\_61041.html](https://trj.uok.ac.ir/article_61041.html) [in Persian].
- Seers, K. (2015). Qualitative systematic reviews: Their importance for our understanding of research relevant to pain. *British Journal of Pain*, 9(1), 36–40. DOI:10.1177/2049463714549777
- Shabalala, N. P., Hebe, H., & Mnguni, L. (2023). Characterization of curriculum leadership by South African school leaders and teachers in environmental education. *Problems of Education in the 21st Century*, 81(3), 401–415. DOI:10.33225/pec/23.81.401
- Sotka, M., & Greenberg, D. (2023). Dynamic adaptability: The core of effective intelligent tutoring systems. A systematic review. *Computers & Education*, 196, 104724. DOI:10.1016/j.compedu.2022.104724
- Tyler, R.W. (1949). Basic principles of curriculum and instruction. *University of Chicago Press*.
- Tomlinson, C. A. (2017). How to differentiate instruction in academically diverse classrooms (3rd ed). *ASCD*, DOI:10.14689/ejer.2015.61.11
- Vandewaetere, M., & Clarebout, G. (2014). "Advanced technologies for adaptive learning". In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen, & M. J. Bishop (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (4th ed., pp. 413–424). Springer. DOI:10.1007/978-1-4614-3185-5\_33
- Walker, D. F. (2003). Fundamentals of curriculum: Passion and professionalism. *Lawrence Erlbaum Associates*. DOI:10.4324/9781410606259
- Weitekamp, D., & Koedinger, K. (2023). Computational models of learning: Deepening care and carefulness in AI in education. *International Conference on Artificial Intelligence in Education* (pp. 13–25). Springer. DOI:10.1007/978-3-031-36272-9\_2
- Woolf, B. P. (2010). Building intelligent interactive tutors: student-centered strategies for revolutionizing e-learning. *Morgan Kaufmann*.
- Yago, H., Clemente, J., Rodriguez, D., & Fernandez-de-Cordoba, P. (2018). On-smmle: Ontology network-based student model for multiple learning environments. *Data & Knowledge Engineering*, 115, 48–67. DOI:10.1016/j.datak.2018.02.002