43815
Iranian Educational Technology Association

Journal of Trends and Achievements in Learning Technology

Homepage: https://jlt.iaet.ir/

Developing Skills and Enhancing Performance through the Four-Component Instructional Design Model in E-Learning Environments

Hedieh Malekhosseini [1] | **Hamidreza Maghami** [2*]

1. Ph.D. Candidate of Educational Technology, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran. Email: hedieh.malek@atu.ac.ir

2. *Corresponding Author,* Associate Professor, Department of Educational Technology, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.Email: hmaghami@atu.ac.ir

Print ISSN:
3060-7167
Online ISSN:
3060-656X

Article Type:
Reserch Article

Article history:
Received January 05, 2025
Received in revised form March 10, 2025
Accepted March 18, 2025
Published Online March 25, 2025

Keywords:
E-learning Environment,
Task-centered learning,
Four-Component Instructional Design model,
Performance Improvement,
Skill development

ABSTRACT

Task-based e-learning environments received increasing attention due to their capacity to foster active and interactive learning. However, the lack of a comprehensive, evidence-based conceptual model created challenges in their effective design and implementation. This study aimed to develop a conceptual model for task-based e-learning environments based on the Four-Component Instructional Design (4C/ID) model. A systematic review was conducted on articles published between 2015 and 2024 in Scopus, ERIC, ScienceDirect, and Google Scholar. The selection process followed predefined inclusion and exclusion criteria, resulting in the identification of 14 relevant studies. Data were extracted and analyzed through qualitative content analysis. The findings indicated that task-based e-learning environments enhanced learner performance across cognitive, psychomotor, and motivational dimensions. The integration of adaptive artificial intelligence for personalized feedback, virtual reality for simulating complex tasks, and learning analytics for understanding cognitive processes contributed to optimizing learning experiences. The 4C/ID model, by offering supportive information, procedural guidance, part-task practice, and gradually sequenced learning tasks, effectively reduced cognitive load and improved instructional efficiency. The proposed model enhanced learning outcomes, strengthened learners' self-efficacy, and facilitated knowledge transfer.

Cite this Article: Malekhosseini, H., & Maghami, H. R. (2025). Developing Skills and Enhancing Performance through the Four-Component Instructional Design Model in E-Learning Environments. *Trends and Achievements in Learning Technology*, 2(5), 5-38. https://doi.org/10.22034/JLT.2025.2055074.1028

© Author(s)
Publisher: Iranian Educational Technology Association
DOI: https://doi.org/10.22034/JLT.2025.2055074.1028

Introduction

The landscape of education is continuously evolving, with e-learning environments playing an increasingly significant role in facilitating learning experiences. Among the various approaches within e-learning, task-based learning has garnered considerable attention for its potential to engage learners actively and promote interactive learning processes (Sweller, 1988). By focusing on authentic tasks that mirror real-world scenarios, task-based e-learning aims to enhance the practical application of knowledge and skills. However, despite the growing recognition of its benefits, the effective design and implementation of task-based e-learning environments face certain challenges. One key obstacle is the absence of comprehensive and evidence-based conceptual models to guide educators and instructional designers. Without a robust framework, the development of these learning environments may lack coherence and may not fully capitalize on the potential of task-based learning principles. To address this gap, this study aims to develop a conceptual model specifically tailored for task-based e-learning environments. Drawing upon the well-established Four-Component Instructional Design (4C/ID) model (Van Merriënboer, 1997; Van Merriënboer & Kirschner, 2018), this research seeks to provide a structured approach for designing and implementing effective task-based online learning experiences. To achieve this aim, a systematic review of relevant literature published between 2015 and 2024 was conducted across prominent academic databases, including Scopus, ERIC, ScienceDirect, and Google Scholar. This review identified and analyzed 14 key studies to understand the current state of research and to inform the development of the proposed conceptual model. Ultimately, this study contributes to the field by offering a theoretically grounded and evidence-informed framework that can guide the creation of task-based e-learning environments designed to enhance learner performance across cognitive, psychomotor, and motivational domains, while also considering the potential of integrating emerging technologies.

Research Question(s)

This systematic review seeks to answer the following questions:

1. What factors exert influence on the effective design, implementation, and execution of task-based e-learning environments predicated on the 4C/ID model?
2. Does the application of task-based e-learning environments, grounded in the 4C/ID model, have the potential to foster the development of

multi-dimensional skills (cognitive, affective, and psychomotor) and enhance learner performance?

3. What are the salient components of a design model for task-based e-learning environments based on the 4C/ID framework, with a specific emphasis on skill development and performance improvement?

Literature Review

The 4C/ID instructional design model has gained attention in both academic and professional settings. Initial research focused on optimizing operational elements of learning environments, such as timing of support information and task sequencing (Nadolski et al., 2004, 2006; Paas, 1992). Additionally, studies explored the model's effectiveness in transferring knowledge and skills to new tasks and its role in reducing cognitive load and improving learner performance (Martínez-Mediano & Losada, 2017; van Es & Jeuring, 2017; Melo & Miranda, 2015).

Costa et al. (2022) showed that the 4C/ID model significantly impacts learner performance ($d = 0.79$). However, challenges remain, including the complexity of design, time requirements, and the need for instructional design experts and proper technological infrastructure (Senadheera et al., 2024). Most studies focus on traditional e-learning methods, with limited research on integrating emerging technologies like virtual reality, AI, and learning analytics (Mulders et al., 2022; Vanfleteren et al., 2022).

This study addresses both aspects of 4C/ID research: identifying factors for task-based environment design and evaluating its impact on skill development and performance improvement.

Methodology

The methodology of this research involved a systematic review to synthesize findings on task-based e-learning environments, specifically focusing on their design using Van Merriënboer's 4C/ID model and their impact on skill development and performance. The study strategically searched databases like Google Scholar, Scopus, ERIC, and PubMed using relevant keywords. The selection process involved screening 343 initial articles down to 14 relevant studies based on predefined criteria, including their focus on 4C/ID in e-learning, publication date (2015 onwards), empirical research nature, source credibility, and full-text availability. This rigorous process ensured that only the most pertinent research informed the subsequent analysis.

Results

This systematic review explored task-based e-learning environments using the 4C/ID model. It analyzed factors influencing their design, implementation, and execution, including the 4C/ID components, task sequencing, authentic scenarios, instructional support, collaboration, technology integration (LMS, VR, AI), and implementation strategies (instructor training, assessment, and support). The review highlighted the potential of AR and AI to personalize learning. The synthesis of evidence indicated that 4C/ID-based environments can develop learners' cognitive, affective, and psychomotor skills, improving performance. Authentic tasks and interactive technologies foster cognitive abilities, with studies confirming effectiveness across disciplines. The model cultivates critical thinking and problem-solving, positively impacts motivation and self-efficacy, and enhances psychomotor skills through practice. The review identified key design components: authentic tasks, cognitive load management through information provision, social interaction, and technology integration. The resulting model offers a framework for designing effective digital environments that promote multi-dimensional skill development, improve performance, increase motivation, and enhance knowledge transfer. Recommender systems, learning analytics, and adaptive learning contribute to its intelligence and adaptability.

Conclusion

Drawing upon a systematic review of 14 studies, this research investigated the impact of task-based e-learning environments on learners' skill development and performance enhancement, subsequently proposing key design components for such environments. The findings underscore the significant positive influence of the 4C/ID model on improving learner performance within e-learning contexts. Emphasizing authentic learning tasks, supportive information, part-task practice, and social interactions, the model facilitates the cultivation of cognitive, psychomotor, and attitudinal skills. A key finding highlights the beneficial impact of authentic tasks on knowledge and skill transfer to practical situations, particularly crucial in the often-abstract realm of e-learning. Furthermore, individualized supportive information, facilitated by intelligent adaptive systems and AI-driven personalized feedback, enhances learner self-efficacy and optimizes the learning process. Part-task practice and interactive simulations aid in foundational skill acquisition and cognitive load reduction, while social interaction and collaborative learning foster motivation and deeper conceptual

understanding. The proposed 4C/ID-based model for task-based e-learning addresses several implementation challenges by integrating recommender systems and learning analytics to streamline design and personalize learning pathways via adaptive technologies, AI-powered feedback, and immersive tools like augmented reality, ultimately aiming for a more efficient and cost-effective application of the 4C/ID framework in digital learning environments. This model distinguishes itself by its explicit integration of adaptive learning and AI technologies, offering an optimized approach to complex skill acquisition compared to prior research, suggesting future studies should focus on developing integrated AI and recommender system models within 4C/ID and conduct comparative evaluations with other instructional design approaches.

فصلنامه
روندها و دستاوردها در فناوری یادگیری
Homepage: https://jlt.iaet.ir/
انجمن فناوری آموزشی ایران

توسعه مهارت‌ها و بهسازی عملکرد با تأکید بر الگوی چهار مؤلفه‌ای در محیط یادگیری الکترونیکی

هدیه ملک حسینی [۱] | حمیدرضا مقامی [۲*]

۱. دانشجوی دکتری رشته تکنولوژی آموزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران. رایانامه hedieh.malek@atu.ac.ir

۲. *نویسنده مسئول*، دانشیار گروه تکنولوژی آموزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران. رایانامه hmaghami@atu.ac.ir

شاپا چاپی:
۳۰۶۰-۷۱۶۷
شاپا الکترونیکی:
۳۰۶۰-۶۵۶x

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخچه مقاله
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۶
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۲/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۸
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۱/۰۵

کلیدواژه‌ها:
محیط یادگیری الکترونیکی، یادگیری تکلیف‌محور، الگو چهار مؤلفه‌ای، بهسازی عملکرد، توسعه مهارت‌ها

چکیده

محیط‌های یادگیری الکترونیکی تکلیف‌محور، به دلیل ظرفیت بالای خود در ارتقای یادگیری فعال و تعاملی، موردتوجه روزافزون محققان و طراحان آموزشی قرار گرفته‌اند. بااین‌حال، فقدان یک الگوی مفهومی جامع و مبتنی بر شواهد، چالش‌هایی را در طراحی و پیاده‌سازی مؤثر این محیط‌ها ایجاد کرده است. این پژوهش با هدف تدوین الگوی مفهومی برای محیط‌های یادگیری الکترونیکی تکلیف‌محور بر اساس مدل 4C/ID انجام شده است. پژوهش حاضر شامل مرور نظام‌مند مقالات منتشرشده در پایگاه‌های معتبر مانند Scopus، ERIC، Science Direct و Google Scholar بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۴ است. پس از غربالگری، ۱۴ مقاله که با معیارهای پژوهش همخوانی داشتند، یافته‌های پژوهش نشان داد که محیط‌های یادگیری تکلیف‌محور عملکرد یادگیرندگان را در ابعاد شناختی، روانی-حرکتی و انگیزشی بهبود می‌بخشند. استفاده از هوش مصنوعی انطباقی برای بازخورد شخصی‌سازی‌شده، واقعیت مجازی برای شبیه‌سازی تکالیف پیچیده و تحلیل یادگیری برای درک فرایندهای شناختی، نقش مهمی در بهینه‌سازی تجربه آموزشی دارند. مدل 4C/ID با ارائه اطلاعات حمایتی، روش‌کاری، تمرین‌های جزء-وظایف و طراحی تکالیف تدریجی، بار شناختی را کنترل کرده و یادگیری را مؤثرتر می‌کند. الگوی پیشنهادی می‌تواند اثربخشی یادگیری را افزایش داده، خودکارآمدی را بهبود بخشد و انتقال دانش را تسهیل کند.

استناد به این مقاله: ملک حسینی، هدیه، و مقامی، حمیدرضا. (۱۴۰۴). توسعه مهارت‌ها و بهسازی عملکرد با تأکید بر الگوی چهار مؤلفه‌ای در محیط یادگیری الکترونیکی. *نشریه روندها و دستاوردها در فناوری یادگیری*، ۲(۵)، ۵-۳۸.
https://doi.org/10.22034/JLT.2025.2055074.1028

© نویسنده(گان)
ناشر: انجمن فناوری‌های آموزشی ایران

مقدمه

در دهه‌های اخیر تغییرات قابل‌توجهی در ساختار و فناوری‌های آموزشی به وجود آمده است که لزوم بازنگری در چارچوب‌های طراحی آموزشی سنتی را مشهود ساخته است. رویکردهای «جزئی‌نگر[1]» که مهارت‌های پیچیده را به مؤلفه‌های شناختی، عاطفی و روانی حرکتی تقسیم می‌کنند، اگرچه در برخی موارد تسهیل‌کننده یادگیری به شمار می‌آیند اما قادر به پاسخگویی جامع به نیازهای یادگیرندگان در حوزه‌های شایستگی‌های حرفه‌ای و مهارت‌های چندبعدی نیستند. درحالی‌که رویکردهای «کل‌نگر[2]» که بر حفظ یکپارچگی فرآیند یادگیری تأکید دارند می‌توانند به شکل مؤثرتری به توسعه توانایی‌های یادگیرنده بینجامند.

«مدل طراحی آموزشی چهار مؤلفه‌ای[3]» Van Merriënboer (1997) یکی از جامع‌ترین چارچوب‌های کل‌نگر است که توانایی ادغام دانش، مهارت‌ها و نگرش‌ها را در قالب تکالیف آموزشی واقعی به نمایش می‌گذارد. پژوهش‌های متعددی ازجمله Frankum and Gardner (2014) و نیز Ibisu (2023) و Lamalif و همکاران (2024) نشان داده‌اند که این مدل می‌تواند سبب تقویت اعتمادبه‌نفس، استقلال یادگیرنده و توسعه فرآیند «خودآموزی[4]» شود. بااین‌حال نقطه قابل‌تأمل در این پژوهش‌ها این است که اکثر این مطالعات در محیط‌های کنترل‌شده مانند دانشگاه‌ها و آزمایشگاه‌ها صورت گرفته است.

مدل 4C/ID در مقایسه با سایر مدل‌های طراحی آموزشی، تفاوت‌های اساسی در رویکرد یادگیری و طراحی محتوا دارد. برخلاف مدل‌های سنتی مانند ADDIE که بر یک فرایند خطی و مرحله‌ای تأکید دارد، 4C/ID یک مدل غیرخطی و مبتنی بر یادگیری از طریق انجام تکالیف است. پژوهشی نشان داد که یادگیرندگانی که با استفاده از مدل 4C/ID آموزش دیدند، نسبت به گروه‌های آموزش‌دیده با مدل گانیه و روش‌های مرسوم، عملکرد بهتری در یادگیری داشتند (Dehghanzade et al., 2017). همچنین نتایج پژوهش‌ها نشان‌دهنده برتری مدل 4C/ID در آموزش موضوعات پیچیده بر سایر مدل‌هاست (Spatioti et al., 2023; Moradi et al., 2018). از دیگر سو، درحالی‌که «طبقه‌بندی بلوم[5]» صرفاً بر تعریف سطوح یادگیری (شناختی، عاطفی و

1. Reductionist approach
2. Whole approach
3. Four-Component Instructional Design (4C/ID)
4. Self-learning
5. Bloom's taxonomy

روانی–حرکتی) تمرکز دارد، مدل 4C/ID یک مدل طراحی آموزشی چندوجهی است که به‌طور هم‌زمان یادگیری شناختی، رویه‌ای و خودتنظیم را توسعه می‌دهد (Spatioti et al., 2023). مدل طراحی آموزشی چهار مؤلفه‌ای ون مرینبوئر شامل چهار مؤلفه اصلی است:

۱. «وظایف یادگیری[1]»: وظایف کامل و اصیل که بر اساس وظایف واقعی زندگی طراحی شده‌اند و هدف آن‌ها ادغام مهارت‌ها، دانش و نگرش‌ها است.
۲. «اطلاعات حمایتی[2]»: این اطلاعات به یادگیرندگان کمک می‌کند تا «جنبه‌های غیرتکراری[3]» تکالیف یادگیری را که شامل حل مسئله و استدلال است انجام دهند.
۳. «اطلاعات روش کاری[4]»: این اطلاعات به یادگیرندگان کمک می‌کند تا «جنبه‌های تکراری[5]» وظایف یادگیری را که همیشه به یک شکل انجام می‌شود بیاموزند.
٤. «تمرین جزء– وظایف[6]»: تمریناتی برای جنبه‌های تکراری وظایف که به یادگیرندگان کمک می‌کند تا به سطح مطلوب و بالایی از «خودکارسازی[7]» برسند.

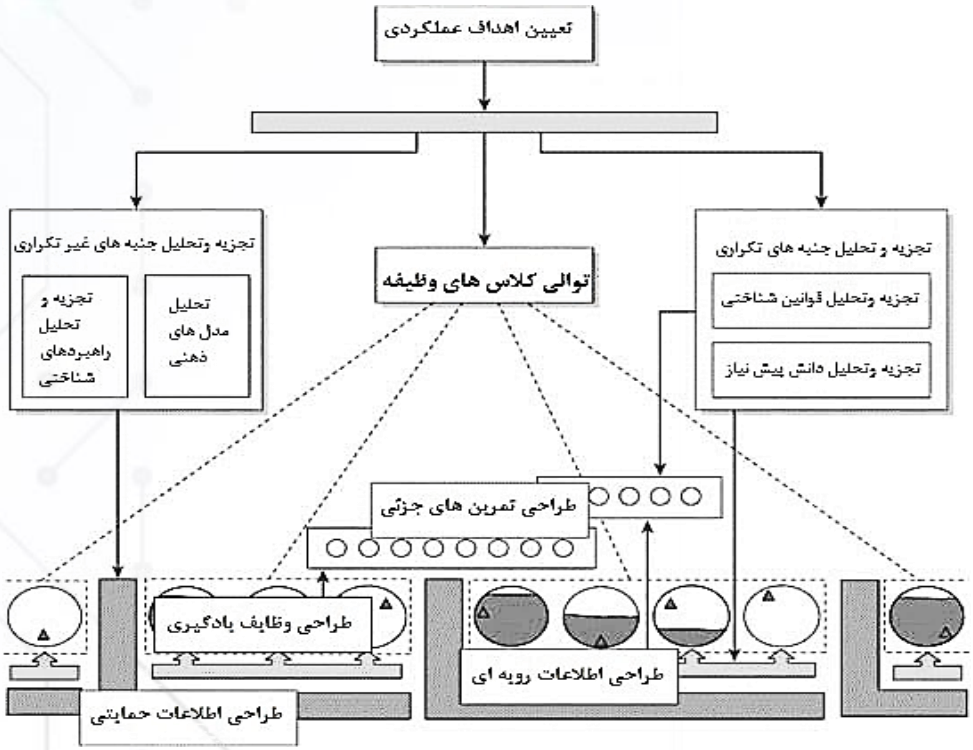
این مدل طراحی آموزشی دیدگاهی از آموزش را پیشنهاد می‌کند که در آن فرآیند طراحی غیرخطی و متکی به تعامل و وابستگی متقابل میان اجزای مختلف است. به دیگر معنا ده گام طراحی یادگیری پیچیده که توسط Van Merriënboer and Kirschner (2018) به‌عنوان نسخه‌ای عملی و اصلاح‌شده از مدل اولیه (1997) ارائه شده است، نشان‌دهنده‌ی تکیه بر کل غیرقابل کاهش سیستم آموزشی است. این ده گام به‌طور تجویزی مشخص می‌کنند که هر فعالیت طراحی تأثیر مستقیمی بر سایر فعالیت‌های مرتبط با تکالیف دارد و تحلیل‌ها و تصمیمات طراحی به شکل پویا و هم‌زمان در طول فرآیند توسعه برنامه‌های آموزشی (که ممکن است از چند هفته تا چند سال به طول انجامد) مورداستفاده قرار می‌گیرند. علاوه بر این، ده گام عملی طراحی آموزشی با «مدل سنگ در برکه[8]» پیشنهاد شده توسط Merrill (2002) هم‌راستا و منطبق بوده و رویکردی محتوا محور را معرفی می‌کند. در این رویکرد، طراحی با تعیین و شناسایی اولین

1. Learning Tasks
2. Supportive Information
3. Non-Recurrent aspects
4. Procedural Information
5. Recurrent aspects
6. Part-Task Practice
7. Automation
8. Throwing a Stone in the Pond

تکلیف یا وظیفه یادگیری آغاز شده و سپس وظایف یادگیری کامل به‌عنوان ستون فقرات برنامه آموزشی ارائه می‌شوند. تنوع وظایف و سازماندهی آن‌ها در قالب کلاس‌هایی که دشواری آن‌ها تدریجاً افزایش می‌یابد، در کنار توجه به این نکته که ارائه حمایت و راهنمایی از مراحل اولیه به‌تدریج کاهش می‌یابد را می‌توان از اجزای کلیدی این مدل برشمرد. همچنین تمایز قائل شدن میان مهارت‌های غیرتکراری (مبتنی بر طرح‌واره و استدلال) و مهارت‌های تکراری (مبتنی بر قوانین خودکار) و نیز استفاده از اطلاعات حمایتی در مقابل اطلاعات رویه‌ای، به خودکارسازی فرآیندهای یادگیری و انتقال مؤثر دانش کمک می‌کند.

شکل ۱.

ده گام عملی در طراحی آموزشی مدل چهار مؤلفه‌ای Van Merriënboer and Kirschner (2018)



Van Merriënboer and Kirschner (2018) بیان می‌دارند که این ده مرحله اغلب در بستر و زمینه‌ی «طراحی سیستم‌های آموزشی[1]» به کار گرفته می‌شوند. مدل‌های ISD دامنه وسیعی دارند و معمولاً فرآیند طراحی آموزشی را به پنج مرحله تقسیم می‌کنند: (الف) «تحلیل[2]»، (ب) «طراحی[3]»، (ج) «توسعه[4]»، (د) «اجرا[5]»، و (ه) «ارزیابی[6]». در این مدل که به نام ADDIE نیز شناخته می‌شود، ارزیابی تکوینی نیز در تمام مراحل انجام می‌شود. ده مرحله‌ی مدل چهار مؤلفه‌ای ازنظر دامنه محدودتر است و بیشتر بر دو مرحله اول فرآیند طراحی آموزشی یعنی تحلیل وظیفه و محتوا و نیز طراحی تمرکز می‌کند. این ده مرحله به‌ویژه بر تحلیل یک مهارت پیچیده یا شایستگی حرفه‌ای که باید در یک فرآیند یکپارچه تحلیل وظیفه و محتوا و تبدیل نتایج این تحلیل به یک طرح آموزشی آماده برای توسعه و اجرا آموزش داده شود، تمرکز دارد. مؤثرترین کاربرد ده مرحله در ترکیب با مدل ISD است تا فعالیت‌هایی که در ده مرحله به آن‌ها پرداخته نشده، مانند ارزیابی نیازها و تحلیل نیازها، توسعه مواد آموزشی، اجرا و ارائه مواد و ارزیابی نهایی برنامه آموزشی اجرا شده را در بر گیرند.

مدل 4C/ID دانش فعلی در مورد معماری شناختی انسان، محدودیت‌های حافظه کاری و مجموعه‌ای از اصول ارائه شده توسط نظریه شناختی یادگیری چندرسانه‌ای (Mayer, 2014) و نظریه بار شناختی را با هدف گسترش کسب و انتقال دانش (Van Merriënboer & Kester, 2005) پوشش می‌دهد. در چارچوب «نظریه طرح‌واره‌ای[7]» (Anderson, 1983; Blessing & Anderson, 1996) و با استناد به محدودیت‌های حافظه کاری و اصول نظریه بار شناختی (Van Merriënboer et al., 2019; Fraser et al., 2015; Sweller, 1988) مدل 4C/ID به شیوه‌ای سیستماتیک به توسعه و تثبیت مهارت‌های یادگیرنده می‌پردازد. این مدل با تقسیم‌بندی وظایف به بخش‌های واقعی و پیچیده، ارائه اطلاعات حمایتی و روش کاری به موقع و تمرین‌های جزء وظایف به خودکارسازی دانش کمک می‌کند (Van Merriënboer & Kirschner, 2018).

1. Instructional Systems Design(-ISD)
2. Analyze
3. Design
4. Develop
5. Implement
6. Evaluate
7. Schema Theory

Senadheera و همکاران (2024) در مطالعه‌ای با مرور ۴۰ مقاله به بررسی استفاده از مدل‌های مختلف آموزشی برای طراحی محیط یادگیری الکترونیکی پرداخته است. وی بیان می دارد که مدل طراحی آموزشی 4C/ID به‌عنوان رویکردی ساختاریافته برای آموزش مهارت‌های پیچیده در محیط‌های الکترونیکی، نقش مؤثری در ارتقای یادگیری خودراهبر و عمیق دارد. یکی از مزایای کلیدی این مدل، سازگاری آن با فناوری‌های یادگیری الکترونیکی است که به یادگیرندگان امکان می‌دهد در یک فضای تعاملی و پویا به یادگیری بپردازند. همچنین، پژوهش‌ها نشان داده‌اند که به‌کارگیری این مدل با فراهم‌سازی فرصت‌های یادگیری خودتنظیم، به یادگیرندگان کمک می‌کند تا بر اساس نیازهای فردی خود به توسعه مهارت‌های موردنیاز بپردازند (Larmuseau et al.,2018).

مدل 4C/ID در زمینه آموزش الکترونیکی به دلیل ساختار انعطاف‌پذیر و تمرکز بر یادگیری از طریق وظایف پیچیده، یکی از رویکردهای مؤثر در طراحی محیط‌های یادگیری الکترونیکی محسوب می‌شود (Karami, 2020). امکان شخصی‌سازی و انطباق آموزش با نیازهای یادگیرندگان را فراهم می‌آورد (Spatioti et al., 2023). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که محیط‌های یادگیری الکترونیکی انطباقی، که مبتنی بر سبک‌های یادگیری و تعاملات پویا هستند، موجب افزایش درگیری شناختی، خودتنظیمی و انگیزه یادگیری دانشجویان می‌شوند (El-Sabagh, 2021). همچنین، در آموزش‌های حرفه‌ای، مانند دوره‌های مهارت‌محور و آموزش صنعتی، به دلیل قابلیت شبیه‌سازی سناریوهای واقعی و ارائه بازخورد مستمر و شخصی‌سازی‌شده، عملکرد بهتری نسبت به مدل‌های سنتی دارد (Spatioti et al., 2023)؛ بنابراین، این مدل به دلیل تمرکز بر یادگیری مبتنی بر تجربه، استفاده از سناریوهای واقعی و ارائه بازخورد شخصی‌سازی‌شده، در محیط‌های یادگیری الکترونیکی و آموزش‌های حرفه‌ای برتری قابل‌توجهی نسبت به مدل‌های سنتی دارد.

مدل 4C/ID به‌رغم مزایای فراوانی که در یادگیری الکترونیکی دارد، با چالش‌هایی نیز همراه است. یکی از مهم‌ترین چالش‌ها، پیچیدگی طراحی و نیاز به زمان بیشتر برای توسعه دوره‌های آموزشی است. این مدل به دلیل ساختار چندمرحله‌ای خود، نیاز به برنامه‌ریزی دقیق دارد و نمی‌توان آن را به‌سرعت پیاده‌سازی کرد. این مسئله به‌ویژه در دوره‌هایی که نیاز به راه‌اندازی سریع دوره‌های آنلاین دارند، یک چالش محسوب می‌شود (Senadheera et al., 2024). علاوه

بر این، اجرای موفق مدل 4C/ID نیازمند طراحان آموزشی متخصص است که بتوانند چهار مؤلفه‌ی اصلی آن را به‌درستی در محیط‌های الکترونیکی پیاده‌سازی کنند، درحالی‌که بسیاری از مدرسان دانشگاهی فاقد این تخصص هستند (Senadheera et al., 2024).

چالش دیگر، نیاز به شخصی‌سازی یادگیری برای یادگیرندگان با نیازهای مختلف است. اگرچه مدل 4C/ID بر یادگیری خودتنظیم تأکید دارد، اما اجرای آن در محیط‌های دیجیتال مستلزم توسعه فناوری‌های پشتیبان مانند سیستم‌های یادگیری تطبیقی است که نیاز به سرمایه‌گذاری و تخصص دارد. ایجاد چنین زیرساخت‌هایی ممکن است برای مؤسسات آموزشی هزینه‌بر باشد و پیاده‌سازی آن را محدود کند (Senadheera et al., 2024).

علی‌رغم پیشرفت‌های قابل‌توجه فناوری‌های نوپدید نظیر «واقعیت افزوده[1]»، «واقعیت مجازی[2]»، «هوش مصنوعی[3]» و «تحلیل داده‌ها[4]»، مطالعات مرتبط با مدل 4C/ID همچنان بر روش‌های سنتی یادگیری الکترونیکی متمرکز هستند. این در حالی است که بهینه‌سازی این مدل برای محیط‌های الکترونیکی مستلزم تطبیق و یکپارچه‌سازی آن با فناوری‌های نوظهور است. مطالعات اندکی به بررسی نقش «هوش مصنوعی انطباقی[5]» در ارائه بازخورد شخصی‌سازی‌شده، استفاده از واقعیت مجازی برای شبیه‌سازی تکالیف پیچیده، و به‌کارگیری تحلیل یادگیری برای درک فرایندهای شناختی یادگیرندگان پرداخته‌اند (Mulders et al., 2022; Vanfleteren et al., 2022; Xu et al., 2023; Argelagós et al., 2020; Kolcu et al., 2019).

مدیریت بار شناختی از مهم‌ترین چالش‌های طراحی محیط‌های یادگیری تکلیف‌محور است. پیچیدگی بیش‌ازحد وظایف می‌تواند منجر به بار شناختی مفرط و کاهش اثربخشی یادگیری شود، درحالی‌که ساده‌سازی بیش‌ازحد وظایف ممکن است فرصت‌های لازم برای توسعه مهارت‌های شناختی سطح بالا را از بین ببرد (Sweller, 2019). پژوهش‌های محدودی به بررسی نسبت بهینه میان پیچیدگی تکالیف و میزان بار شناختی یادگیرندگان در بسترهای الکترونیکی پرداخته‌اند.

1. Augmented Reality – (AR)
2. Virtual Reality – (VR)
3. Artificial Intelligence – (AI)
4. Data Analytics
5. Adaptive AI

با توجه به این شکاف‌های پژوهشی، مطالعه‌ای که بتواند همگام‌سازی مدل ٤C/ID با فناوری‌های نوین به‌ویژه محیط یادگیری انطباقی را بررسی کند، متغیرهای زمینه‌ای مؤثر بر یادگیری را شناسایی کند و مدیریت بار شناختی را بهینه‌سازی کند ضرورتی انکارناپذیر دارد. پژوهش حاضر ضمن بررسی و تحلیل عوامل مؤثر در طراحی، اجرا و پیاده‌سازی محیط‌های یادگیری الکترونیکی تکلیف‌محور بر اساس مدل ٤C/ID، به دنبال ارائه یک الگوی نوین و جامع برای طراحی محیط‌های یادگیری الکترونیکی تکلیف‌محور است که بتواند اثربخشی فرایند یادگیری را افزایش داده و به توسعه پایدار مهارت‌های چندبعدی یادگیرندگان کمک کند.

بنابراین پرسش‌های اصلی این تحقیق به شرح زیر مطرح می‌شوند:

۱. چه عواملی در طراحی، اجرا پیاده‌سازی مؤثر محیط‌های یادگیری الکترونیکی تکلیف‌محور بر مبنای مدل ٤C/ID تأثیرگذار هستند؟
۲. آیا به‌کارگیری محیط‌های یادگیری الکترونیکی تکلیف‌محور بر مبنای مدل ٤C/ID می‌تواند به توسعه مهارت‌های چندبعدی (شناختی، عاطفی و روانی حرکتی) و بهسازی عملکرد یادگیرندگان منجر شود؟
۳. مؤلفه‌های کلیدی الگوی طراحی محیط‌های یادگیری الکترونیکی تکلیف‌محور بر اساس مدل ٤C/ID با تأکید بر توسعه مهارت‌ها و بهسازی عملکرد کدامند؟

پیشینه پژوهش

مدل طراحی آموزشی ٤C/ID در محیط‌های دانشگاهی و حرفه‌ای موردتوجه قرار گرفته است. تحقیقات اولیه عمدتاً در دو محور اصلی توسعه یافته‌اند: نخست، به بهینه‌سازی عناصر اجرایی محیط‌های یادگیری مبتنی بر این مدل پرداخته‌اند، ازجمله زمان‌بندی ارائه اطلاعات حمایتی و سازمان‌دهی و توالی وظایف یادگیری (Paas, 2004, 2006). دوم، مطالعاتی به بررسی اثربخشی مدل ٤C/ID در انتقال دانش و مهارت به وظایف جدید، چه مشابه و چه متفاوت با وظایف اولیه، پرداخته‌اند و نقش این مدل را در کاهش بار شناختی و ارتقای عملکرد یادگیرندگان بررسی کرده‌اند (Martínez-Mediano & Losada, 2017; van Es & Jeuring, 2017; Melo & Miranda, 2015).

Costa و همکاران (2022) ضمن انجام یک فراتحلیل جامع، بین داشتند که نتایج حاکی از آن است که استفاده از مدل ٤C/ID در طراحی برنامه‌های آموزشی، تأثیر قابل‌توجهی بر عملکرد یادگیرندگان دارد (d = 0.79)، صرف‌نظر از زمینه‌ی علمی، نوع طراحی مطالعه و نوع پیامد آموزشی. Senadheera و همکاران (2024) به پیچیدگی طراحی، نیاز به زمان بیشتر برای توسعه، ضرورت بهره‌گیری از متخصصان طراحی آموزشی، و نیاز به شخصی‌سازی و زیرساخت‌های فناورانه مناسب در این محیط‌های یادگیری اشاره کرده‌اند.

از سوی دیگر، بخش قابل‌توجهی از مطالعات موجود (Mulders et al., 2022; Vanfleteren et al., 2022; Xu et al., 2023; Argelagós et al., 2020) ضمن تأیید اثربخشی مدل ٤C/ID، بر شیوه‌های سنتی یادگیری الکترونیکی تمرکز دارند و کمتر به ادغام این فناوری‌هایی همچون واقعیت مجازی، واقعیت افزوده، هوش مصنوعی و تحلیل یادگیری، پرداخته‌اند. پژوهش حاضر به‌طور هم‌زمان دودسته اصلی از پژوهش‌های مرتبط با مدل ٤C/ID را پوشش می‌دهد. از یک‌سو، به شناسایی عوامل مؤثر در طراحی و پیاده‌سازی محیط‌های یادگیری تکلیف‌محور می‌پردازد که به دسته اول پژوهش‌ها تعلق دارد. از سوی دیگر، ارزیابی تأثیر این محیط‌ها بر توسعه مهارت‌ها و بهبود عملکرد یادگیرندگان، مرتبط با دسته دوم پژوهش‌ها است؛ بنابراین، این تحقیق ترکیبی از طراحی و ارزیابی اثربخشی مدل ٤C/ID را بررسی می‌کند.

روش

این پژوهش از روش مرور نظام‌مند برای تحلیل و ترکیب یافته‌های مطالعات پیشین استفاده کرده است. این روش به‌ویژه مناسب برای ارزیابی جامع و عمیق موضوعاتی است که در آن‌ها شواهد مختلف و متنوعی در دسترس است. در این تحقیق، هدف اصلی تعیین مؤلفه‌های کلیدی الگوی محیط‌های یادگیری الکترونیکی تکلیف‌محور با تمرکز بر مدل چهار مؤلفه‌ای Van Merriënboer (1997) با تأکید بر توسعه مهارت‌ها و بهسازی عملکرد است.

راهبرد جستجوی منابع: در این تحقیق، فرآیند جستجوی مقالات بر اساس یک استراتژی جستجوی نظام‌مند پیاده‌سازی شده است. جستجو از طریق پایگاه‌های داده معتبر مانند Google Scholar، Scopus، ERIC و PubMed انجام گرفته است. برای جستجوی مؤثرتر کلمات کلیدی

شامل ترکیبی از اصطلاحات E-learning، Task-Based Learning، Four-Component Model (4C/ID)و Performance بود.

جدول ۱.

تعیین سؤال با روش PICOT

عنصر (Element)	توضیحات	English Explanation
جامعه آماری (Population)	–	
مداخله (Intervention)	محیط یادگیری الکترونیکی تکلیف‌محور با مدل چهار مؤلفه‌ای	Task-Based Learning Approach with the Four-Component Model
مقایسه (Comparison)	روش‌های سنتی آموزشی	Traditional Training Methods
نتیجه (Outcome)	توسعه مهارت‌ها و بهسازی عملکرد	Improvement Performance
زمان (Time)	-	

جدول ۲.

کلمات کلیدی در جستجوی نظام‌مند پایگاه‌های داده انگلیسی

E-learning Environment		Four-Component Model		Performance
OR		OR		OR
E-learning		4C/ID		Performance
Online learning	AND	Four-component model	AND	Efficiency
Virtual learning environment		Task-based approach		Skills
LMS				
Web-based training				

("E-learning" OR "online learning" OR "virtual learning environment" OR LMS OR "web-based training") AND ("Four-component model" OR "4C/ID" OR "Task-based approach") AND (Performance OR Efficiency OR Skills)

معیارهای انتخاب مقالات: جستجو نخست منجر به شناسایی ۳۴۳ مقاله مرتبط شد. پس از پالایش اولیه و حذف مقالات تکراری، تعداد ۱۸۳ مقاله برای بررسی بیشتر انتخاب گردید. این مقالات سپس بر اساس معیارهای زیر برای مرحله بعدی انتخاب شدند:

جدول ۳.

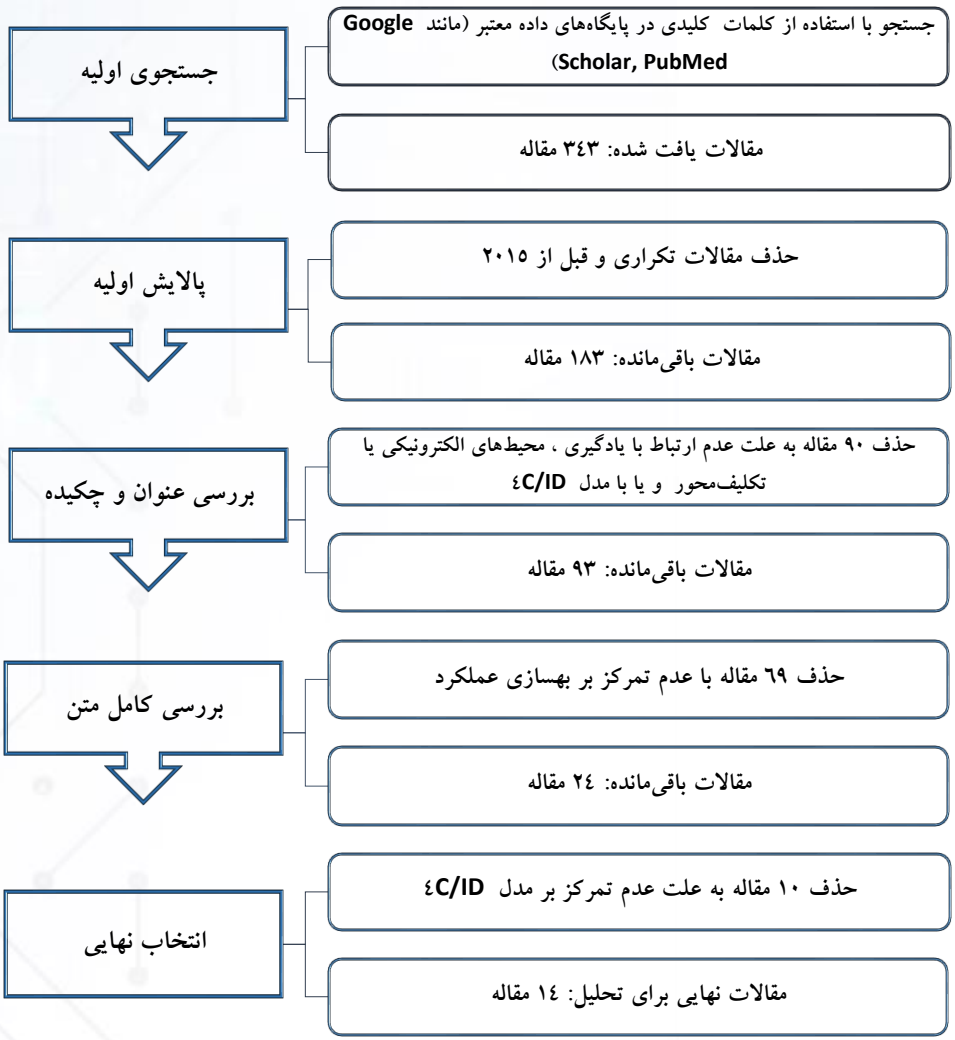
معیارهای ورود و خروج مقالات در مرور نظام‌مند

نوع معیار	معیارهای ورود	معیارهای خروج
محدوده موضوعی	مقالات مرتبط با طراحی آموزشی مبتنی بر مدل ٤C/ID و رویکرد تکلیف‌محور در آموزش الکترونیکی	مقالاتی که به سایر مدل‌های طراحی آموزشی پرداخته‌اند و بدون ارتباط با مدل ٤C/ID
محدوده زمانی	مقالات سال ۲۰۱۵ و پس‌ازآن	مقالات منتشرشده قبل از ۲۰۱۵
نوع مطالعه	مطالعات کمی، کیفی، و ترکیبی دارای روش تحقیق مشخص و معتبر	مقالات نظری بدون روش تحقیق مشخص
منابع اطلاعاتی	مقالات منتشرشده در پایگاه‌های معتبر مانند Scopus, Web of Science, ERIC, PubMed, Google Scholar	مقالات منتشرشده در وب‌سایت‌های غیرعلمی، وبلاگ‌ها، یا منابع بدون داوری علمی
دسترسی به متن کامل	مقالاتی با امکان دسترسی به متن کامل آن‌ها از طریق پایگاه‌های علمی	مقالاتی که تنها چکیده آن‌ها در دسترس است و امکان بررسی دقیق آن‌ها وجود ندارد

خروجی جستجوی نظام‌مند: پس از جستجوی اولیه ۳٤۳ مقاله شناسایی شد که پس از حذف مقالات تکراری و بررسی عنوان و چکیده، ۱۸۳ مقاله برای بررسی بیشتر انتخاب شدند. در مرحله بعد ۹۰ مقاله به دلیل عدم ارتباط با موضوع حذف شدند. موارد عدم ارتباط شامل مقالاتی بود که به یادگیری، محیط‌های الکترونیکی، رویکرد تکلیف‌محور و مدل چهار مؤلفه‌ای ٤C/ID ارتباطی نداشتند. در مرحله بعد ۷۹ مقاله دیگر به دلیل عدم تمرکز بر توسعه مهارت‌ها و بهسازی عملکرد یا پوشش ناقص مدل ٤C/ID از تحلیل خارج شدند. درنهایت ١٤ مقاله که با معیارهای تعیین‌شده همخوانی داشتند، برای تحلیل نهایی انتخاب شدند.

شکل ۲.

روند انتخاب مقالات



استخراج داده‌ها: داده‌های مقالات منتخب به‌طور استاندارد و در قالب جداول مشخص استخراج شدند. مشخصات هر مقاله شامل مواردی چون نویسنده، سال انتشار، هدف تحقیق، ابزار

جمع‌آوری داده‌ها، روش تحقیق، کشور محل تحقیق، جامعه آماری، سن شرکت‌کنندگان، تعداد نمونه آماری و نتایج تحقیق در جداول مستند شده است.

جدول ٤.

مشخصات مقالات واردشده در مرور نظام‌مند

	نویسندگان	سال	هدف تحقیق	روش تحقیق	ابزار جمع‌آوری داده	کشور	جامعه تحقیق	حجم نمونه	موضوع درسی	مدت‌زمان
۱	Ta-Ming Chang & S. F. Wang	۲۰۱۵	استفاده از مدل VA/VE در طراحی و بهینه‌سازی خدمات یادگیری الکترونیکی ابری	کیفی	پرسشنامه	تایوان	دانشجویان	–	ریاضی	–
۲	Mieke Vandewaetere, Dominique Manhaeve, Bert Aertgeerts, Geraldine Clarebout, Jeroen J.G. van Merriënboer, Ann Roex	۲۰۱۵	ارائه راهنمایی گام‌به‌گام در مورد چگونگی پیاده‌سازی برنامه درسی پزشکی	مروری بر ادبیات و ارائه چارچوب نظری	مصاحبه، پرسشنامه، مشاهده	بلژیک	دانشجویان پزشکی	–	پزشکی عمومی	–
۳	Jeroen J. G. van Merriënboer, Paul A. Kirschner	۲۰۱۷	بررسی مدل ٤C/ID در طراحی محیط‌های یادگیری الکترونیکی	مروری بر ادبیات و ارائه چارچوب	-	-	-	-	-	–
٤	Charlotte Larmuseau, Marie Evens, Jan Elen, Wim Van den Noortgate, Piet Desmet, Fien Depaepe	۲۰۱۸	بررسی رابطه بین پذیرش، استفاده واقعی از یک محیط یادگیری مجازی و عملکرد یادگیرنده	تحلیل داده	پرسشنامه، پیش‌آزمون و پس‌آزمون، ردیابی فعالیت یادگیرنده در محیط مودل	بلژیک	دانشجو معلمان	۱۹۳ نفر	آموزش زبان فرانسه به‌عنوان زبان خارجی	۱۲ هفته
۵	Mário Melo	۲۰۱۸	بررسی تأثیر رویکرد آموزشی	شبه آزمایشی	آزمون، مصاحبه، مشاهده	پرتغال	دانش‌آموزان	۱۲۵ نفر	فیزیک	۲ هفته

	نویسندگان	سال	هدف تحقیق	روش تحقیق	ابزار جمع‌آوری داده	کشور	جامعه تحقیق	حجم نمونه	موضوع درسی	مدت‌زمان
			٤C/ID (در مقابل سنتی) بر یادگیری به‌ویژه بر بازتولید دانش							
٦	Mukadder İnci Başer Kolcu, Özlem Sürel Karabilgin Öztürkçü, Gülter Devrim	۲۰۲۰	ارزیابی اثربخشی یک دوره آموزش از راه دور در مورد روش‌های اندودنتیک بازسازی‌کننده (REPs)	آمیخته	پیش‌آزمون و پس‌آزمون، ارزیابی مهارت، مقیاس رضایت سؤال بازپاسخ	ترکیه	فارغ‌التحصیلان دندانپزشکی	۲٦ نفر (از ۳۰ نفر اولیه)	روش‌های اندودنتیک بازسازی‌کننده (REPs)	۳ هفته
۷	Jimmy Frerejean, Jeroen J.G. van Merriënboer, Paul A. Kirschner, Ann Roex, Bert Aertgeerts, Marco Marcellis	۲۰۲۱	توصیف مدل طراحی آموزشی ٤C/ID و کاربرد آن در آموزش عالی	آمیخته	---	هلند، بلژیک	دانشجویان	۳۰ نفر	موضوعات مختلف (مهارت‌های حل مسئله اطلاعاتی)	متغیر در هر مطالعه موردی
۸	Yakhoub Ndiaye, Jean-François Hérold, Marjolaine Chatoney	۲۰۲۱	کمک به دانش‌آموزان برای ساختاردهی سیستم دانش خود در هنگام یادگیری مفهوم نیرو در فناوری با استفاده از مدل ٤C/ID	آمیخته	آزمونFCI ، آزمونMBT ، مصاحبه‌های بالینی، ضبط گفتگوها و اسکرین شات‌ها	فرانسه	دانش‌آموزان دبیرستان فنی	۵ نفر	مفهوم نیرو در فناوری	–
۹	Riet Vanfleteren, Jan Elen & Nathalie Charlier	۲۰۲۲	ارائه طرح اولیه از یک محیط یادگیری آنلاین برای آموزش مهارت‌های پیچیده روان–	کیفی	فرم بازخورد	بلژیک	کارکنان دانشگاه	۲۲ نفر در مطالعه اولیه	کمک‌های اولیه	۳۰ دقیقه برای هر ماژول

	نویسندگان	سال	هدف تحقیق	روش تحقیق	ابزار جمع‌آوری داده	کشور	جامعه تحقیق	حجم نمونه	موضوع درسی	مدت‌زمان
			حرکتی در کمک‌های اولیه							
۱۰	Esther Argelagós, Consuelo Garcia, Jesús Privado, & Iwan Wopereis	۲۰۲۲	بررسی تأثیر آموزش آنلاین محور وظیفه بر توسعه مهارت‌های حل مسئله اطلاعاتی (IPS) و خودکارآمدی دانشجویان	شبه آزمایشی	آزمون PIKE-E و مقیاس خودکارآمدی-	اسپانیا	دانشجویان تحصیلات تکمیلی علوم تربیتی	۸۰ نفر	علوم تربیتی	۸ هفته
۱۱	Gang Wang	۲۰۲۳	طراحی و توسعه یک مدل آموزشی برای افزایش مهارت کارکنان	کیفی	مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته	چین	کارکنان شرکت‌های کوچک و متوسط	۱۵ نفر (از ۵ شرکت)	مهارت‌های کسب‌وکار (بینش کاربر، تحلیل داده‌ها،	۸ هفته
۱۲	Xianlong Xu , Wangqi Shen, A.Y.M. Atiquil Islam & Yang Zhou	۲۰۲۳	بررسی اثربخشی چارچوب ارزیابی تکوینی تمام فرآیند یادگیری محور برای پرورش مهارت‌های پیچیده	آمیخته	سیستم جمع‌آوری داده‌های مبتنی بر رایانه، پرسشنامه‌های خودگزارش‌دهی	چین	دانشجویان رشته رباتیک صنعتی	۳۵ نفر	برنامه‌نویسی مسیر ربات صنعتی)	۸ هفته
۱۳	Maddens, L., Depaepe, F., Raes, A., & Elen, J	۲۰۲۳	بررسی اثرات ارائه حمایت از نیازهای روانی (حمایت از نیاز به خودمختاری، شایستگی و ارتباط) در یک محیط یادگیری آنلاین بر مهارت‌های	آمیخته	آزمون مهارت‌های تحقیقاتی، مقیاس خودتنظیمی تحصیلی	بلژیک	دانش‌آموزان	۲۳۳ نفر	مهارت‌های تحقیقاتی	۸ هفته

	نویسندگان	سال	هدف تحقیق	روش تحقیق	ابزار جمع‌آوری داده	کشور	جامعه تحقیق	حجم نمونه	موضوع درسی	مدت‌زمان
			تحقیقاتی دانش‌آموزان علوم رفتاری دبیرستان							
۱٤	Miriam Mulders, Josef Buchner, Michael Kerres	۲۰۲٤	ارزیابی یک برنامه‌ی آموزشی واقعیت مجازی برای نقاشی خودرو، با تمرکز بر توسعه‌ی مهارت‌ها، دانش و نگرش‌های حرفه‌ای	آزمایشی	پرسشنامه، ردیابی رفتاری	آلمان	کارآموزان	٤۷ نفر	نقاشی خودرو	۳۸ ماه

یافته‌ها

این پژوهش با انجام یک مرور نظام‌مند به دنبال یافتن پاسخ برای ۳ پرسش اساسی بوده است: **سؤال اول**: چه عواملی در طراحی، اجرا پیاده‌سازی مؤثر محیط‌های یادگیری الکترونیکی تکلیف‌محور بر مبنای مدل ٤C/ID تأثیرگذار هستند؟

نتایج تحلیل داده‌ها نشان داد که طراحی و پیاده‌سازی محیط‌های یادگیری الکترونیکی تکلیف‌محور تحت تأثیر چندین عامل کلیدی قرار دارد. چهار مؤلفه اصلی مدل ٤C/ID، یعنی تکالیف یادگیری، اطلاعات حمایتی، اطلاعات رویه‌ای و تمرین وظایف جزئی، چارچوب کلی طراحی این محیط‌ها را شکل می‌دهند (Frerejean et al., 2019). این مدل تأکید دارد که وظایف یادگیری باید بر اساس ساختاری منطقی از ساده به پیچیده تنظیم شوند تا یادگیرندگان بتوانند مهارت‌های موردنظر را به‌صورت مرحله‌ای کسب کنند (Kolcu et al., 2019). همچنین ارائه تکالیف در قالب سناریوهای واقعی و پروژه‌های عملی، به انتقال یادگیری به شرایط حرفه‌ای کمک می‌کند.

یافته‌های این پژوهش با مطالعات Van Merriënboer and Kirschner (2018) همخوانی دارد که نشان دادند طراحی تکالیف در مدل ٤C/ID باید به‌گونه‌ای باشد که انتقال یادگیری را

به حداکثر برساند. در مقایسه با مدل‌های سنتی، این مدل از رویکرد کل–وظیفه پیروی می‌کند که یادگیرنده را از همان ابتدا درگیر فرآیند یادگیری پیچیده می‌کند. بر اساس نظریه بار شناختی Sweller (2019)، تنظیم تکالیف از ساده به پیچیده موجب کاهش بار شناختی نامطلوب و کسب تدریجی مهارت‌های پیچیده می‌شود. همچنین ارائه اطلاعات حمایتی به‌صورت مرحله‌ای در محیط‌های یادگیری الکترونیکی، اثر مثبتی بر توسعه مدل‌های ذهنی و انتقال دانش دارد (Vandewaetere et al., 2015). این نتیجه با مطالعات Vanfleteren و همکاران (2022) که بر اهمیت بازخوردهای تدریجی در طراحی تکالیف الکترونیکی تأکید داشت، همسو است.

نتایج نشان می‌دهند که ارائه اطلاعات حمایتی و رویه‌ای تأثیر مستقیمی بر یادگیری و کاهش بار شناختی دارد (Melo, 2018; Larmuseau et al., 2018). در محیط‌های یادگیری الکترونیکی، این فرآیند از طریق یادگیری مبتنی بر مثال و راهنمایی انطباقی بهینه می‌شود. همچنین، تعاملات همیارانه و بازخورد مستمر، تأثیر بسزایی بر کیفیت یادگیری دارند (Chang & Wang, 2015; Vandewaetere et al., 2015). در مدل 4C/ID، تعاملات همیارانه از طریق کاهش بار شناختی و افزایش درگیری شناختی، پردازش اطلاعات و انتقال یادگیری را بهبود می‌بخشد. در این راستا، سیستم‌های مدیریت یادگیری (LMS) و محیط‌های تعاملی واقعیت مجازی (VR) می‌توانند تعاملات یادگیری را تقویت کنند.

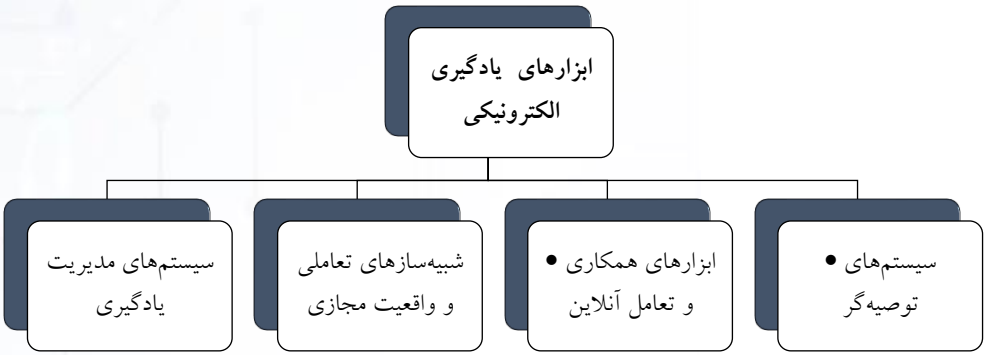
یکی از مسائل اساسی در اجرای موفق مدل 4C/ID در محیط‌های الکترونیکی، انتخاب فناوری‌های مناسب با هدف تسریع و تسهیل یادگیری است. ابزارهای الکترونیکی نقش مهمی در فراهم‌سازی دسترسی به منابع آموزشی، تعاملات یادگیری و ارزیابی عملکرد افراد دارند. فناوری‌های کلیدی در این زمینه عبارت‌اند از:

- سیستم‌های مدیریت یادگیری مانند مودل و ادمودو که امکان سازمان‌دهی محتوا، تعاملات یادگیرندگان و ارزیابی مستمر را فراهم می‌کنند (Kolcu et al., 2019; Larmuseau et al., 2018).
- شبیه‌سازهای تعاملی و واقعیت مجازی که امکان یادگیری عملی را برای فراگیران فراهم می‌کنند (Frerejean et al., 2019; Ndiaye et al., 2021).
- ابزارهای همکاری و تعامل آنلاین مانند واتس‌اپ، تینسنت میتینگ و لارک که تعامل اجتماعی اشتراک‌گذاری دانش را افزایش می‌دهند (Wang, 2023).

- سیستم‌های توصیه‌گر که مسیرهای یادگیری را شخصی‌سازی کرده و عملکرد شناختی و روانی–حرکتی یادگیرندگان را بهبود می‌بخشند (Kolcu et al., 2019; Larmuseau et al., 2018).

شکل ۳.

ابزارهای الکترونیکی مورداستفاده در پژوهش‌ها



موفقیت محیط‌های یادگیری الکترونیکی نه‌تنها به طراحی و فناوری، بلکه به نحوه پیاده‌سازی و حمایت‌های اجرایی بستگی دارد. عوامل مهم در این زمینه عبارت‌اند از:

- آموزش و توسعه حرفه‌ای مربیان: توانمندسازی مربیان در اجرای مدل‌های آموزشی برای موفقیت این محیط‌ها ضروری است (Senadheera et al., 2024).
- ارزیابی و بازخورد مستمر: ابزارهای سنجش و ارزیابی تکوینی مانند سیستم‌های ارزیابی خودکار (CSAAS) نقش مهمی در بهسازی عملکرد یادگیرندگان دارند (Xu et al., 2023).
- حمایت سازمانی و سیاست‌گذاری‌های کلان: تأمین منابع مالی، زیرساخت‌های فناوری و حمایت‌های مدیریتی از عوامل اساسی در اجرای موفق یادگیری الکترونیکی است (Wang, 2023).

تکنولوژی‌هایی مانند واقعیت افزوده (AR) و هوش مصنوعی (AI) نقش مهمی در شخصی‌سازی یادگیری و افزایش انگیزه دارند (Argelagós et al., 2022; Kolcu et al., 2019).

این یافته‌ها با نظریه شناختی یادگیری چندرسانه‌ای Mayer (2014) و مفهوم بار شناختی انطباقی Paas (2003) همخوانی دارند. مدل 4C/ID پیشنهاد می‌کند که ابزارهای دیجیتال باید اطلاعات رویه‌ای را در لحظه نیاز ارائه دهند تا از اثر تقسیم توجه جلوگیری شود (Van Merriënboer & Kester, 2005). استفاده از واقعیت افزوده در ارائه راهنمایی‌های مرحله‌به‌مرحله و تحلیل یادگیری مبتنی بر هوش مصنوعی می‌تواند فرآیند یادگیری را بهینه‌سازی کند.

طراحی تکالیف تدریجی از ساده به پیچیده و ارائه تمرین‌های جزء–وظایف به خودکارسازی مهارت‌ها کمک می‌کند (Frerejean et al., 2019; Ndiaye et al., 2021). این یافته‌ها با اصل تدریج در مدل 4C/ID همخوانی دارد. کاهش بار شناختی از طریق طراحی تدریجی تکالیف، امکان توسعه تدریجی خودکارآمدی را فراهم می‌کند (Melo, 2018). سیستم‌های یادگیری انطباقی می‌توانند سطح دشواری تکالیف را بر اساس عملکرد یادگیرنده تنظیم کنند و فرآیند یادگیری را بهینه سازند.

تحلیل داده‌ها نشان داد که طراحی و اجرای محیط‌های یادگیری الکترونیکی تکلیف‌محور نیازمند ترکیب اصول پداگوژیک، فناوری‌های نوین، و حمایت‌های اجرایی است. مدل 4C/ID از طریق تکالیف تدریجی، اطلاعات حمایتی و تعاملات اجتماعی، به بهبود انتقال دانش، افزایش خودکارآمدی و ارتقای انگیزه یادگیرندگان کمک می‌کند. تحقیقات آینده می‌توانند چالش‌های پیاده‌سازی این مدل را بررسی کرده و امکان یکپارچه‌سازی آن با فناوری‌های پیشرفته‌تر مانند اینترنت اشیا (IoT) و هوش مصنوعی را مطالعه کنند.

سؤال دوم: آیا به‌کارگیری محیط‌های یادگیری الکترونیکی تکلیف‌محور بر مبنای مدل 4C/ID می‌تواند به توسعه مهارت‌های چندبعدی (شناختی، عاطفی و روانی حرکتی) و بهسازی عملکرد یادگیرندگان منجر شود؟

مطالعات مختلف نشان داده‌اند که این مدل با ارائه تکالیف واقعی، افزایش تعامل و استفاده از فناوری‌های تعاملی، زمینه‌ای مناسب برای توسعه توانایی‌های شناختی و مهارتی فراهم می‌کند. پژوهش‌های مختلف، اثربخشی این مدل را در حوزه‌هایی مانند برنامه‌نویسی، پزشکی، آموزش زبان، علوم فنی و مهندسی، و مهارت‌های کسب‌وکار تأیید کرده‌اند. این یافته‌ها نشان می‌دهند که طراحی مناسب این محیط‌های یادگیری می‌تواند تأثیر مثبتی بر بهبود عملکرد تحصیلی، تقویت

مهارت‌های شناختی و حرفه‌ای، و افزایش انگیزه و خودکارآمدی یادگیرندگان داشته باشد (Argelagós et al., 2022).

شکل ٤.

متغیرهای وابسته موردبررسی در پژوهش‌ها

مدل ٤C/ID از طریق طراحی تکالیف واقعی، موجب تقویت تفکر انتقادی، مهارت حل مسئله و توانایی تصمیم‌گیری در شرایط پیچیده می‌شود (Ndiaye et al., 2021; Melo, 2018). این مدل یادگیرندگان را در موقعیت‌هایی قرار می‌دهد که نیازمند تحلیل، استدلال و کاربرد دانش در حل مسائل واقعی هستند. همچنین، از طریق یادگیری سناریو–محور و بازی‌های شبیه‌سازی‌شده، امکان درونی‌سازی مفاهیم و تثبیت طرح‌واره‌های شناختی را فراهم می‌کند. مطالعات نشان داده‌اند که این رویکرد نه‌تنها موجب بهبود درک مفهومی و انتقال یادگیری می‌شود، بلکه میزان دانش و مهارت‌های تحلیلی یادگیرندگان را افزایش می‌دهد (Xu et al., 2023).

یافته‌های پژوهشی حاکی از آن است که مدل ٤C/ID تأثیر مثبتی بر ابعاد عاطفی و انگیزشی یادگیرندگان دارد. این مدل از طریق ایجاد چالش‌های متناسب با توانایی یادگیرندگان و ارائه

بازخورد آنی، موجب افزایش خودکارآمدی، انگیزه و حس تعلق آن‌ها به محیط یادگیری می‌شود (Argelagós et al., 2022; Chang & Wang, 2015). تجربه موفقیت تدریجی در انجام تکالیف، انگیزش درونی را افزایش داده و اعتمادبه‌نفس یادگیرندگان را تقویت می‌کند (Van Merriënboer & Kirschner; 2018). علاوه بر این، فناوری‌های تعاملی مانند واقعیت افزوده و «سیستم‌های توصیه‌گر[1]» می‌توانند به شخصی‌سازی مسیر یادگیری کمک کرده و از این طریق تعامل و مشارکت یادگیرندگان را افزایش دهند. نتایج تحقیقات نشان می‌دهند که به‌کارگیری این فناوری‌ها در محیط‌های یادگیری الکترونیکی تکلیف‌محور، موجب ارتقای سطح انگیزه و بهبود نگرش یادگیرندگان نسبت به فرایند یادگیری می‌شود (Mulders et al., 2023).

مدل 4C/ID از طریق تمرین‌های جزء–وظایف و شبیه‌سازی‌های مجازی، نقش مهمی در بهبود مهارت‌های روانی–حرکتی ایفا می‌کند. این تمرین‌ها موجب انتقال دانش به عملکرد واقعی شده و فرآیند خودکارسازی را بهبود می‌بخشند (Melo, 2018). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که در آموزش‌های مهارت‌محور، استفاده از محیط‌های یادگیری مبتنی بر واقعیت مجازی و یادگیری مبتنی بر بازی، تأثیر مثبتی در افزایش مهارت‌های عملی یادگیرندگان داشته است (Vandewaetere et al., 2015; Kolcu et al., 2019). مدل 4C/ID با تأکید بر تمرین‌های تدریجی و بازخوردهای مستمر، به یادگیرندگان کمک می‌کند تا مهارت‌های فیزیکی و عملی را با دقت و سرعت بیشتری اجرا کنند و درنهایت توانایی آن‌ها را در انجام وظایف شغلی بهبود می‌بخشد.

تحلیل مطالعات مختلف نشان می‌دهد که استفاده از این مدل علاوه بر توسعه مهارت‌های شناختی، عاطفی و روانی حرکتی، موجب بهبود پیشرفت تحصیلی، افزایش توانایی انتقال یادگیری، و ارتقای کیفیت آموزش می‌شود (Wang, 2023; Frerejean et al., 2019). مطالعات متعدد نشان داده‌اند که این مدل نه‌تنها موجب تقویت مهارت‌های فکری و حرفه‌ای می‌شود، بلکه عوامل انگیزشی مانند خودکارآمدی، رضایت از یادگیری، و تعاملات اجتماعی را نیز بهبود می‌بخشد.

سؤال سوم: مؤلفه‌های کلیدی الگوی طراحی محیط‌های یادگیری الکترونیکی تکلیف‌محور بر اساس مدل 4C/ID با تأکید بر توسعه مهارت‌ها و بهسازی عملکرد کدامند؟

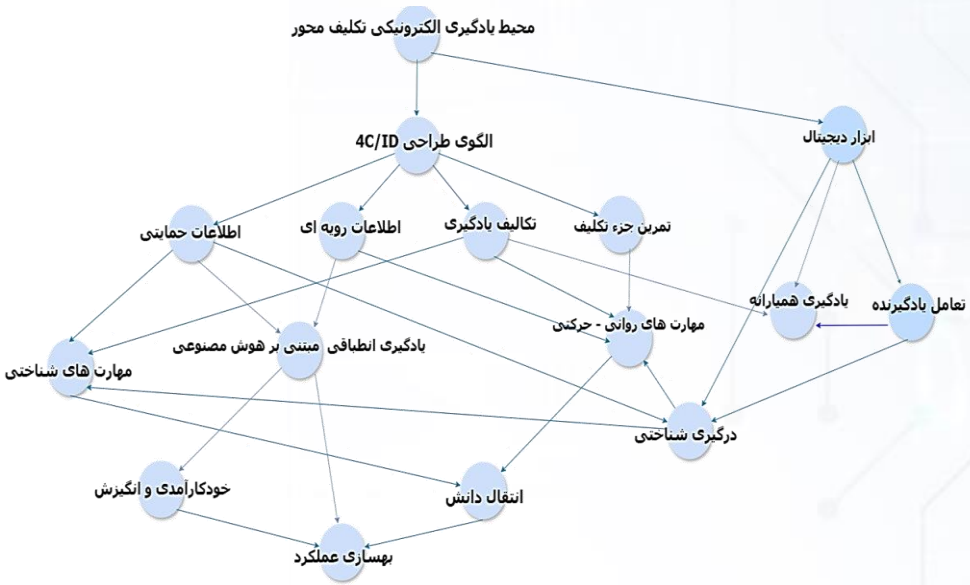
1. Recommender Systems

محیط‌های یادگیری الکترونیکی تکلیف‌محور، که بر اساس مدل چهار مؤلفه‌ای طراحی آموزشی توسعه یافته‌اند، به‌عنوان چارچوبی مؤثر برای تسهیل یادگیری چندبعدی شناخته می‌شوند. این مدل با تأکید بر یادگیری مبتنی بر وظایف واقعی، مدیریت بار شناختی، بهره‌گیری از تعاملات اجتماعی و فناوری‌های نوین در محیط یادگیری الکترونیکی، بستری مناسب برای ارتقای مهارت‌های شناختی، عاطفی، روانی حرکتی یادگیرندگان فراهم می‌کند تا با افزایش خودکارآمدی و انگیزش یادگیرندگان ناشی از درگیری شناختی و نیز انتقال دانش؛ سبب بهسازی عملکرد افراد در محیط آموزشی و حرفه‌ای شود.

مدل پیشنهادی از دیدگاه نظری و عملی، یک چارچوب جامع برای طراحی محیط‌های یادگیری دیجیتال تکلیف‌محور ارائه می‌دهد. این مدل از اصول اصلی طراحی آموزشی مدل ٤C/ID تبعیت کرده و با یافته‌های پیشین همخوانی دارد. یکی از نقاط قوت مدل مفهومی این است که به مدیریت بار شناختی در محیط‌های یادگیری الکترونیکی توجه کرده است. در این راستا با اطلاعات حمایتی با ارائه محتوا در قالب سناریوهای واقعی، موجب کاهش بار شناختی غیرضروری و افزایش بار شناختی مطلوب می‌شود. همچنین با ارائه اطلاعات روش‌کاری از طریق بازخورد فوری و ارائه راهنمایی‌های مرحله‌ای، اثر تقسیم توجه را کاهش داده و به بهسازی عملکرد کمک می‌کند.

شکل ۵.

مدل‌های مفهومی محیط یادگیری الکترونیکی تکلیف محور بر اساس مدل 4C/ID



این دو نوع اطلاعات در محیط‌های یادگیری الکترونیکی به‌ویژه با یکپارچه‌سازی سیستم‌های توصیه‌گر و «تحلیل داده‌های یادگیری[1]» می‌توانند نقش مهم و اثرگذاری در افزایش خودکارآمدی یادگیرندگان داشته باشند. همچنین مدل 4C/ID پیشنهاد می‌کند که یادگیری باید به‌صورت مرحله‌ای انجام شود و تمرین‌های جزئی تکالیف به یادگیرندگان کمک کند تا مهارت‌های پایه‌ای را تقویت کنند. در یادگیری الکترونیکی این تمرین‌ها می‌توانند شامل شبیه‌سازی‌های تعاملی، آزمون‌های سازگار با سطح یادگیرنده و بازخوردهای فوری و آنی به کمک هوش مصنوعی باشند. تمرین‌های جزئی تکالیف به‌ویژه در محیط‌های الکترونیکی با کاهش بار شناختی، امکان توسعه مهارت‌های روانی- حرکتی و شناختی را فراهم می‌کنند.

این مدل به تعاملات اجتماعی در یادگیری الکترونیکی توجه ویژه‌ای دارد. یادگیری همیارانه و تعامل میان یادگیرندگان و مربیان، یکی از مهم‌ترین عوامل موفقیت در یادگیری الکترونیکی محسوب می‌شود. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که گروه‌های یادگیری مجازی و سیستم‌های

1. Learning Data Analysis

بحث آنلاین، موجب ارتقای تعاملات یادگیرندگان می‌شود. همچنین ابزارهای دیجیتال مانند چت‌بات‌های هوشمند و واقعیت افزوده به شخصی‌سازی تجربه یادگیری و افزایش انگیزه کمک می‌کنند.

در طراحی محیط‌های یادگیری الکترونیکی، تعامل یادگیرنده با همتایان و ابزارهای این محیط نقشی اساسی ایفا می‌کند. یکی از نقاط موردتوجه در مدل پیشنهادی، تلفیق مدل ٤C/ID با فناوری‌های دیجیتال و یادگیری انطباقی است. این مدل از ابزارهای یادگیری دیجیتال برای بهینه‌سازی فرایند آموزش استفاده می‌کند. به‌عنوان‌مثال استفاده از سیستم‌های آموزش انطباقی باعث شخصی‌سازی مسیر یادگیری بر اساس نیازهای فردی می‌شود. هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی می‌توانند میزان پیشرفت یادگیرندگان را تحلیل کرده و بازخوردهای بهینه ارائه دهند. این همگرایی با فناوری، مدل پیشنهادی را از یک مدل سنتی طراحی آموزشی به یک مدل هوشمند و انطباقی ارتقا می‌دهد.

الگوی طراحی محیط‌های یادگیری الکترونیکی تکلیف‌محور بر اساس مدل ٤C/ID، چارچوبی دقیق برای ارتقای یادگیری ارائه می‌دهد. این مدل با تأکید بر تکالیف یادگیری، مدیریت بار شناختی، تعاملات اجتماعی، و یادگیری تطبیقی، می‌تواند منجر به توسعه مهارت‌های چندبعدی یادگیرندگان، بهسازی عملکرد، افزایش خودکارآمدی، انگیزش و بهبود انتقال دانش شود.

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با مرور نظام‌مند ١٤ مقاله، تأثیر محیط‌های یادگیری الکترونیکی تکلیف‌محور را بر توسعه مهارت‌ها و بهسازی عملکرد یادگیرندگان بررسی کرده و مؤلفه‌های کلیدی طراحی این محیط‌ها را معرفی می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از مدل ٤C/ID در طراحی محیط‌های یادگیری الکترونیکی، تأثیر چشمگیری بر بهسازی عملکرد یادگیرندگان دارد. این مدل با تأکید بر تکالیف یادگیری واقعی، اطلاعات حمایتی، تمرین‌های جزئی و تعاملات اجتماعی، به ارتقای مهارت‌های شناختی، روانی-حرکتی و نگرشی کمک می‌کند.

یکی از یافته‌های اصلی این پژوهش، تأثیر مثبت تکالیف یادگیری واقعی بر انتقال دانش و مهارت‌ها به موقعیت‌های عملی است. یادگیری از طریق چالش‌های واقعی نه‌تنها مهارت‌های

حل مسئله را تقویت می‌کند، بلکه امکان کاربرد دانش در شرایط اصیل را فراهم می‌آورد. این امر در محیط‌های یادگیری الکترونیکی که تعامل مستقیم با دنیای واقعی محدود است، اهمیت بیشتری دارد. علاوه بر این، ارائه اطلاعات حمایتی متناسب با نیازهای فردی، نقش مهمی در افزایش خودکارآمدی یادگیرندگان ایفا می‌کند. استفاده از سیستم‌های هوشمند انطباقی و هوش مصنوعی برای ارائه بازخوردهای شخصی‌سازی‌شده و تنظیم محتوای آموزشی، فرآیند یادگیری را بهبود می‌بخشد. تمرین‌های جزئی و شبیه‌سازی‌های تعاملی نیز به تقویت مهارت‌های پایه‌ای و کاهش بار شناختی کمک کرده و تعاملات اجتماعی و یادگیری همیارانه موجب افزایش انگیزه و درک عمیق‌تر مفاهیم می‌شوند. مدل محیط‌های یادگیری الکترونیکی تکلیف‌محور مبتنی بر ٤C/ID که در این پژوهش پیشنهاد شده است، بسیاری از چالش‌های اجرای این مدل در محیط‌های الکترونیکی را پوشش می‌دهد. مدل ٤C/ID به دلیل ساختار چندمرحله‌ای خود، زمان زیادی برای طراحی نیاز دارد و پیاده‌سازی آن دشوار است (Senadheera et al., 2024). مدل پیشنهادی با استفاده از سیستم‌های توصیه‌گر و تحلیل داده‌های یادگیری، فرآیند طراحی را تسهیل کرده و بهینه‌سازی محتوای آموزشی را امکان‌پذیر می‌سازد و درنتیجه زمان طراحی و اجرای مدل کاهش می‌یابد. اجرای موفق مدل ٤C/ID مستلزم حضور طراحان آموزشی متخصص است که بتوانند تمام مؤلفه‌های مدل را به‌درستی پیاده‌سازی کنند (Senadheera et al., 2024). در مدل پیشنهادی، بازخوردهای فوری و راهنمایی‌های مرحله‌ای از طریق فناوری‌های یادگیری تطبیقی و هوش مصنوعی ارائه می‌شود، که نیاز به مداخلات مستقیم مربیان را کاهش می‌دهد.

همچنین مدل ٤C/ID بر یادگیری خودتنظیم تأکید دارد، اما اجرای آن در محیط‌های الکترونیکی نیاز به سیستم‌های یادگیری انطباقی دارد که هزینه‌بر و پیچیده است (Senadheera et al., 2024). مدل پیشنهادی با ادغام یادگیری تطبیقی و تحلیل داده‌های یادگیری، مسیر یادگیری را بر اساس نیازهای فردی یادگیرندگان تنظیم می‌کند. استفاده از چت‌بات‌های هوشمند و واقعیت افزوده به شخصی‌سازی تجربه یادگیری و افزایش انگیزه یادگیرندگان کمک می‌کند. علاوه بر این، زیرساخت‌های قوی و پرهزینه یکی از چالش‌های پیاده‌سازی مدل ٤C/ID در محیط‌های یادگیری الکترونیکی محسوب می‌شود (Senadheera et al., 2024). مدل پیشنهادی با بهره‌گیری از فناوری‌های مقیاس‌پذیر مانند سیستم‌های یادگیری انطباقی و هوش مصنوعی، تلاش کرده است پیاده‌سازی مؤثر و مقرون‌به‌صرفه‌ای ارائه دهد. تمرین‌های تعاملی و شبیه‌سازی‌های دیجیتال

نیز به کاهش هزینه‌های توسعه کمک می‌کنند. محیط‌های یادگیری الکترونیکی تکلیف‌محور مبتنی بر 4C/ID معرفی‌شده در این پژوهش، با افزودن عناصر یادگیری انطباقی، تحلیل داده‌های یادگیری، بازخوردهای فوری، تعاملات اجتماعی و فناوری‌های پیشرفته، می‌تواند چالش‌های اجرایی مدل 4C/ID در محیط‌های الکترونیکی را کاهش دهد. به‌ویژه، این مدل با ساده‌سازی فرآیند طراحی، کاهش وابستگی به متخصصان، شخصی‌سازی مسیر یادگیری و کاهش هزینه‌های پیاده‌سازی، زمینه را برای استفاده مؤثرتر از مدل 4C/ID در یادگیری الکترونیکی فراهم می‌کند.

مدل ارائه‌شده در این پژوهش، نسبت به مطالعات پیشین، ویژگی متمایزی دارد که بر ادغام فناوری‌های یادگیری انطباقی و هوش مصنوعی، ترکیب سیستم‌های توصیه‌گر، داده‌کاوی آموزشی و واقعیت افزوده تأکید می‌کند. این مدل به‌طور مؤثری فرآیند یادگیری مهارت‌های پیچیده را بهینه‌سازی کرده، درحالی‌که بسیاری از پژوهش‌های پیشین به این موضوع نپرداخته‌اند. پیشنهاد می‌شود که پژوهش‌های آینده به توسعه مدل‌های تلفیقی از 4C/ID که فناوری‌های هوش مصنوعی و سیستم‌های توصیه‌گر را یکپارچه می‌کنند، پرداخته و مقایسه تطبیقی بین محیط‌های هوشمند طراحی‌شده با مدل 4C/ID و سایر رویکردهای طراحی آموزشی انجام شود تا نقاط قوت و محدودیت‌های این مدل به‌طور جامع مشخص گردد.

تعارض منافع

تعارض منافع بین نویسندگان مقاله وجود ندارد.

منابع

دهقانزاده، حجت، دهقانزاده، حسین، شاهعلی زاده، محمد، و رستگارپور، حسن. (۱۳۹۶). مقایسه‌ی اثربخشی الگوهای طراحی آموزشی چهار مؤلفه‌ای، گانیه و روش مرسوم در یادگیری دانش‌آموزان. *راهبردهای شناختی در یادگیری*، (۸)۵، ۱۱۲-۹۳.

کرمی، مرتضی. (۱۳۹۸). پرورش شایستگی‌های حرفه‌ای در محیط یادگیری الکترونیکی با رویکرد تکلیف‌محور. *همایش یادگیری الکترونیکی*.

مرادی، رحیم، دلاور، علی، رسولی، بهنام، صالح راد، ریحانه، و طاهری، زهرا. (۱۳۹۷). اثربخشی الگوی طراحی آموزشی چهار مؤلفه‌ای بر خلاقیت دانش‌آموزان در درس علوم تجربی. *فصلنامه روان‌شناسی تربیتی*، (۴۹)۱۵، ۱۷۲-۱۵۳.

References

Anderson, J. R. (1983). A spreading activation theory of memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *22*(3), 261-295.

Andrade-Aréchiga, M., López, G., López-Morteo, G., Pulido, R. G., & Contreras-Castillo, J. (2008, November). Evaluation of a learning environment used to teach Calculus in formal university level. In *E-Learn: World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education* (pp. 252-257). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

Argelagós, E., Garcia, C., Privado, J., & Wopereis, I. (2022). Fostering information problem solving skills through online task-centred instruction in higher education. *Computers & Education*, *180*, 104433.

Bastiaens, T., van Merrienboer, J., & Hoogveld, B. (2002). A design methodology for complex (e)-learning. *Innovative Session*.

Blessing, S. B., & Anderson, J. R. (1996). How people learn to skip steps. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *22*(3), 576.

Chang, M. T. & Wang,S. F. (2015). USE VA/VE ON ONLINE TO OFFLINE (O2O) CLOUD LEARNING SERVICES STUDY-WITH AN EXAMPLE OF XTIVECO CLOUD AND APP.

Chen, X., Cheng, H., Xu, S., & Wen, B. (2017, May). Holistic instructional design model and course examination for the four-component instructional design system. In *2017 IEEE/ACIS 16th International Conference on Computer and Information Science (ICIS)* (pp. 905-909). IEEE.

Costa, J. M., Miranda, G., & Melo, M. (2022). The four-component instructional design model (4C/ID): A meta-analysis on use and effect. *The Four-Component Instructional Design Model (4C/ID): A Meta-Analysis on Use and Effect.*

Dehghanzadeh, H., Dehghanzadeh, H., Shahalizadeh, M., & Rastegarpour, H. (2017). Comparing the effectiveness of four-component instructional design models, Gagne, and conventional method on student learning. *Cognitive Strategies in Learning*, 5(8), 93–112. [in Persian]

Deimann, M., & Bastiaens, T. (2010). Competency-based education in an electronic-supported environment: An example from a distance teaching university.

International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning, *20*(3-5), 278-289.

Drugova, E. A., & Vaniev, A. I. (2023). Learning design using the four-component instructional design model (4C/ID) in higher education: Review of studies. *RUDN Journal of Psychology and Pedagogics*, *20*(4), 747-771.

El-Sabagh, H. A. (2021). Adaptive e-learning environment based on learning styles and its impact on development students' engagement. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *18*(1), 53.

Francom, G. M., & Gardner, J. (2014). What is task-centered learning?. *TechTrends*, *58*, 27-35.

Fraser, K. L., Ayres, P., & Sweller, J. (2015). Cognitive load theory for the design of medical simulations. *Simulation in Healthcare*, *10*(5), 295-307.

Frerejean, J., Van Merriënboer, J., Kirschner, P., Roex, A., Aertgeerts, B., & Marcellis, M. (2021). Designing instruction for complex learning. *Design for Learning: Principles, Processes, and Praxis.* EdTech Books. https://edtechbooks.org/id/complexlearning.

Güney, Z. (2019). Four-component instructional design (4C/ID) model approach for teaching programming skills. *International Journal of Progressive Education*, *15*(4), 142-156.

Holtslander, L. F., Racine, L., Furniss, S., Burles, M., & Turner, H. (2012). Developing and piloting an online graduate nursing course focused on experiential learning of qualitative research methods. *Journal of Nursing Education*, *51*(6), 345-348.

Ibisu, A. E. (2024). Development of a gamification model for personalized e-learning. *arXiv*.

Karami, M. (2019). Developing professional competencies in e-learning environments with a task-based approach. *E-Learning Conference*. [in Persian]

Kerres, M., Mulders, M., & Buchner, J. (2022). Virtuelle Realität: Immersion als Erlebnisdimension beim Lernen mit visuellen Informationen. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, *47*, 312-330.

Kolcu, M. İ. B., Öztürkçü, Ö. S. K., & Kaki, G. D. (2020). Evaluation of a distance education course using the 4C-ID model for continuing endodontics education. *Journal of Dental Education*, *84*(1), 62-71.

Lamalif, L., Machkour, M., Faris, S., & Mansouri, K. (2024, September). Toward a new model for the successful implementation of information and communication technologies in education. In *Frontiers in Education* (Vol. 9, p. 1470799). Frontiers Media SA.

Larmuseau, C., Evens, M., Elen, J., Van Den Noortgate, W., Desmet, P., & Depaepe, F. (2018). The relationship between acceptance, actual use of a virtual learning environment and performance: An ecological approach. *Journal of Computers in Education*, *5*, 95-111.

Lukosch, H., Van Bussel, R., & Meijer, S. A. (2013). Hybrid instructional design for serious gaming. *Journal of Communication and Computer*, *10*(1), 1-8.

Maddens, L., Depaepe, F., Raes, A., & Elen, J. (2023). Fostering students' motivation towards learning research skills: The role of autonomy, competence, and relatedness support. *Instructional Science*, *51*(1), 165-199.

Mayer, R. E. (2014). Incorporating motivation into multimedia learning. *Learning and Instruction*, *29*, 171-173.

Melo, M. (2018). The 4C/ID-model in physics education: Instructional design of a digital learning environment to teach electrical circuits. *International Journal of Instruction*, *11*(1), 103-122.

Merrill, M. D. (2002). First principles of instruction. *Educational Technology Research and Development*, *50*(3), 43–59.

Moradi, R., Delavar, A., Rasouli, B., Salehrad, R., & Taheri, Z. (2018). The effectiveness of the four-component instructional design model on students' creativity in science. *Educational Psychology Quarterly*, 15(49), 153–172. [in Persian]

Mulders, M., Buchner, J., & Kerres, M. (2024). Virtual reality in vocational training: A study demonstrating the potential of a VR-based vehicle painting simulator for skills acquisition in apprenticeship training. *Technology, Knowledge and Learning, 29*(2), 697-712.

Ndiaye, Y., Hérold, J. F., & Chatoney, M. (2021). Applying the 4C/ID-model to help students structure their knowledge system when learning the concept of force in technology. *Techne Serien-Forskning i Slöjdpedagogik och Slöjdvetenskap, 28*(2), 260-268.

Paas, F., & van Merriënboer, J. J. G. (1994b). Variability of worked examples and transfer of geometrical problem-solving skills: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology, 86*, 122–133.

Postma, T. C., & White, J. G. (2015). Developing clinical reasoning in the classroom—Analysis of the 4C/ID-model. *European Journal of Dental Education, 19*(2), 74–80.

Senadheera, V. V., Ediriweera, D. S., & Rupasinghe, T. P. (2024). Instructional design models for digital learning in higher education--A scoping review. *Journal of Learning for Development, 11*(1), 15-26.

Spatioti, A., Kazanidıs, I., & Pange, J. (2023). Educational design and evaluation models of the learning effectiveness in e-learning process: A systematic review. *Turkish Online Journal of Distance Education, 24*(4), 318-347.

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science, 12*(2), 257-285.

Sweller, J., Van Merrienboer, J. J., & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational Psychology Review, 31*, 261-292.

Van Merriënboer, J. J. (1997). Training complex cognitive skills: A four-component instructional design model for technical training. *Educational Technology Research and Development, 45*(2), 21-42.

Van Merriënboer, J. J., & Kirschner, P. A. (2018). Ten steps to complex learning: A new approach to instruction and instructional design. *Routledge.*

Vandewaetere, M., Manhaeve, D., Aertgeerts, B., Clarebout, G., Van Merriënboer, J. J., & Roex, A. (2015). 4C/ID in medical education: How to design an educational program based on whole-task learning: AMEE Guide No. 93. *Medical teacher, 37*(1), 4-20.

Vanfleteren, R., Elen, J., & Charlier, N. (2022). Blueprints of an online learning environment for teaching complex psychomotor skills in first aid. *International Journal of Designs for Learning, 13*(1), 79-95.

Wang, G. (2023). *Upskilling chinese SMEs: a holistic training model for enhanced employee performance and expertise development* (Master's thesis, G. Wang).

Xu, X., Shen, W., Islam, A. Y. M., & Zhou, Y. (2023). A whole learning process-oriented formative assessment framework to cultivate complex skills. *Humanities and Social Sciences Communications, 10*(1), 1-15.