



## ORIGINAL RESEARCH PAPER

# The Effect of Personalized Education Based on Learning Styles on Learners' Cognitive Load in E- Learning

M. Abedin<sup>1</sup>, E. Pazouki<sup>\*1</sup>, R. Ebrahimpour<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Artificial Intelligence, Faculty of Computer Engineering, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Center for Cognitive Science, Institute for Convergence Science & Technology, Sharif University of Technology, Tehran 14588-89694, Iran

### ABSTRACT

Received: 09 April 2024  
Reviewed: 10 May 2024  
Revised: 27 June 2024  
Accepted: 09 August 2024

#### KEYWORDS:

Cognitive Load  
E-Learning  
Learning Style  
Personalized Education

\* Corresponding author

[ehsan.pazouki@sru.ac.ir](mailto:ehsan.pazouki@sru.ac.ir)

① (+9821) 22970061

**Background and Objectives:** Learning has consistently been one of the aspects of human development since the beginning of human existence on the Earth, encompassing all aspects of human life and holding a special place in human life plans. On the other hand, technological advancements in recent decades have rapidly brought about significant changes in the realm of education and learning. One of the most prominent impacts of technological progress in the field of learning is the emergence of e-learning; a tool that enables learners to access educational resources at any time and place. Regarding the fact that every person has individual traits, preferences, and tendencies, traditional education's "one-size-fits-all" approach can be seen as one of its fundamental flaws. Learning styles, as one of the most important factors influencing learning, represent an individual's preferences and ways of processing and understanding information. Therefore, providing adaptive education based on learners' learning styles, with the aim of enhancing educational efficiency and reducing cognitive load during teaching, is both essential and inevitable. This research aimed to investigate the impact of adaptive education based on learners' learning styles. In order to achieve this, learners' learning styles were identified using an online platform and the Felder-Silverman Learning Style Indicator questionnaire, and educational content was automatically generated and presented to learners accordingly. Finally, the performance of the learners and cognitive load during instruction were examined.

**Methods:** A total number of 37 male and female undergraduate computer science students with an average age of 20.3, participated in this study. Initially, the participants were divided into two groups, and their learning styles were determined using the Felder-Silverman Learning Style Indicator questionnaire. Subsequently, one group received educational content tailored to their learning styles, while the other group received content not aligned with their learning styles. After studying the provided material, the cognitive load and learning outcomes of the participants were assessed using the NASA Task Load Index questionnaire and a designed performance test, respectively. Finally, the significance level of the results obtained from the two groups was evaluated using an independent t-test.

**Findings:** Based on the obtained results, no significant difference was observed in the test scores of the two groups' performance. However, when comparing the cognitive load between the two groups, the average cognitive load of the group that received content aligned with their learning style was significantly higher than the group that received incongruent content, with a value of 0.02 ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** According to the research findings, providing educational content based on learners' learning styles significantly reduce cognitive load during learning. Therefore, offering personalized education based on learning styles plays a crucial role as one of the adaptive teaching methods in e-learning, enhancing performance, and reducing cognitive load for learners.



## COPYRIGHTS

© 2024 The Author(s). This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)



NUMBER OF REFERENCES

53



NUMBER OF FIGURES

7



NUMBER OF TABLES

7

## مقاله پژوهشی

## بررسی تأثیر ارائه آموزش شخصی سازی شده مبتنی بر سبک یادگیری بر بار شناختی یادگیرندگان در آموزش الکترونیکی

مجید عابدین<sup>۱</sup>، احسان پازوکی<sup>۱\*</sup>، رضا ابراهیم پور<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> گروه هوش مصنوعی، دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران

<sup>۲</sup> گروه پژوهشی علوم شناختی، پژوهشکده جامع علوم و فناوری های همگرا، دانشگاه صنعتی شریف، تهران ۱۹۶۹۴-۱۴۵۸۸ ایران

## چکیده

**پیشینه و اهداف:** از بدو حیات بشر روی زمین، همواره یادگیری به عنوان یکی از جنبه های توسعه و ترقی انسان، تمام جوانب زندگی او را دربر گرفته و جایگاه ویژه ای در برنامه های زندگی اش پیدا کرده است. از طرف دیگر، پیشرفت سریع فناوری در دهه های اخیر، تغییرات اساسی و چشمگیری در عالم آموزش و یادگیری به وجود آورده است. یکی از اصلی ترین تأثیرات پیشرفت فناوری در حوزه یادگیری، به وجود آمدن یادگیری الکترونیکی است. یادگیری الکترونیکی، ابزاری است که دسترسی به منابع آموزشی را در هر زمان و مکانی برای یادگیرندگان ممکن می سازد. از آن جاکه هر شخص دارای ویژگی ها، تمایلات و ترجیحات منحصر به فرد است، می توان از رویکرد «ارائه یک آموزش برای همه»، به عنوان یکی از ایرادات اساسی آموزش به شیوه سنتی نام برد. سبک یادگیری، به عنوان یکی از مهم ترین ویژگی های تأثیرگذار در امر یادگیری، بیانگر تمایلات و ترجیحات یک شخص به هنگام جذب و فهم مطالب است. بر همین اساس، ارائه آموزش تطبیقی براساس سبک یادگیری یادگیرنده با هدف افزایش بازدهی آموزشی و کاهش بار شناختی هنگام آموزش، امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. هدف این پژوهش، بررسی تأثیر آموزش تطبیقی براساس سبک یادگیری یادگیرندگان است. در همین راستا، با بهره گیری از یک سامانه برخط، سبک یادگیری یادگیرندگان به وسیله پرسش نامه شاخص سبک یادگیری فلدر-سیلورمن استخراج شده و براساس آن به صورت خودکار محتوای آموزشی تطبیقی تولید و به یادگیرندگان ارائه شد. در نهایت، بار شناختی گزارش شده هنگام آموزش و عملکرد یادگیرندگان مورد بررسی قرار گرفت.

**روش ها:** در این پژوهش ۳۷ خانم و آقای دانشجوی کارشناسی رشته کامپیوتر، با میانگین سنی ۲۰/۳ سال، به عنوان شرکت کننده همکاری داشتند. ابتدا، شرکت کنندگان به دو گروه تقسیم شده و سبک یادگیری شان، به وسیله پرسش نامه شاخص سبک یادگیری فلدر-سیلورمن، تعیین شد. در ادامه به یک گروه محتوای آموزشی منطبق براساس سبک یادگیری شان، و به گروهی دیگر، محتوای آموزشی نامنطبق بر سبک یادگیری شان ارائه شد. پس از مطالعه درس ارائه شده، بار شناختی و میزان یادگیری شرکت کنندگان، به ترتیب با استفاده از پرسش نامه شاخص بار کاری ناسا و آزمون عملکرد طراحی شده، تعیین گردید. در نهایت، سطح معناداری نتایج به دست آمده دو گروه، با استفاده از آزمون آماری تی مستقل، مورد ارزیابی قرار گرفت.

**یافته ها:** براساس نتایج به دست آمده تفاوت معناداری بین نمرات آزمون عملکرد دو گروه مشاهده نشد. اما در مقایسه بار شناختی دو گروه، میانگین بار شناختی گروهی که محتوای آموزشی منطبق براساس سبک یادگیری شان دریافت کرده بودند، نسبت به گروهی که محتوای آموزشی نامنطبق دریافت کرده بودند، با مقدار  $p=0.02$  به صورت معناداری ( $0.05 < p$ ) بیشتر بود.

تاریخ دریافت: ۲۱ فروردین ۱۴۰۳  
تاریخ داوری: ۱۰ خرداد ۱۴۰۳  
تاریخ اصلاح: ۰۷ تیر ۱۴۰۳  
تاریخ پذیرش: ۱۹ مرداد ۱۴۰۳

## واژگان کلیدی:

بار شناختی  
یادگیری الکترونیکی  
سبک یادگیری  
آموزش شخصی سازی شده

\* نویسنده مسئول

[ehsan.pazouki@sru.ac.ir](mailto:ehsan.pazouki@sru.ac.ir)

۰۲۱-۲۲۹۷۰۰۶۱

**نتیجه گیری:** براساس یافته‌های پژوهش، ارائه محتوای آموزشی طبق سبک یادگیری یادگیرندگان، در زمان یادگیری، بار شناختی را به میزان قابل توجهی کاهش داد. بنابراین، ارائه آموزش شخصی‌سازی شده براساس سبک یادگیری، به‌عنوان یکی از شیوه‌های آموزش تطبیقی در یادگیری الکترونیکی، نقش مهمی در بهبود عملکرد و کاهش بار شناختی یادگیرندگان ایفا می‌کند.

## مقدمه

یادگیری، یک فرآیند بنیادی در زندگی انسان‌هاست که امکان اکتشاف، فهم و تطبیق با دانش و تجربیات جدید را فراهم می‌کند. این فرآیند، پویا و پیچیده بوده و در طول تمام عمر انسان ادامه دارد. هر فرد، به‌طور مداوم درگیر یادگیری از تجربیات روزمره، مطالعه، تحصیلات و تعامل با محیط اطراف خود است. از جمله ویژگی‌های مهم یادگیری، توانایی تطبیق با تغییرات و تحولات، بهبود مهارت‌ها و دستیابی به دانش جدید است. در دنیای امروز، فناوری اطلاعات و ارتباطات نیز به‌طور چشمگیری شکل و محتوای یادگیری را تغییر داده و امکان دسترسی به منابع آموزشی را برای افراد در سراسر جهان فراهم کرده است.

یادگیری الکترونیکی، به هر نوع آموزش یا یادگیری اطلاق می‌شود که با استفاده از انواع رسانه‌های الکترونیکی، ارائه و انجام می‌شود. به‌طور خلاصه، یادگیری الکترونیکی به کاربرد پیشرفت‌های فناوری برای فعال کردن و توانمندسازی افراد در راستای یادگیری، بدون محدودیت زمان و مکان اشاره دارد. یادگیری الکترونیکی، یک شیوه آموزشی است که با بهره‌گیری از قابلیت‌ها و امکانات الکترونیکی، ارائه، طراحی، تدوین و ارزیابی آموزش را فراهم می‌کند. این شیوه آموزشی، به دنبال کمک به یادگیری افراد، به‌خصوص کسانی است که به‌دنبال آموزش بدون محدودیت مکانی و زمانی هستند [۱]. هدف یادگیری الکترونیکی، فقط به انتقال مطالب آموزشی به فراگیران آینده‌نگر در وب محدود نیست؛ بلکه تأمین نیازهای مربیان و دانش‌آموزانی که به‌دنبال ایجاد مخازن مخصوص موضوعات خود هستند، نیز از اهداف آن است. هدف اصلی آموزش الکترونیکی، کمک به کاربران برای دسترسی جامع به محتواها و منابع آموزشی فراتر از محدودیت‌های زمانی و مکانی است. این رویکرد تلاش می‌کند تا امکان یافتن و انتخاب مطالب مناسب توسط کاربران را در هر زمان فراهم کند [۲].

یادگیری، یک فرآیند پیچیده و چالش برانگیز است که تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند تفاوت‌های درک و عملکرد افراد، مهارت‌های کلی آن‌ها، ویژگی‌های شناختی و متغیرهای محیطی قرار دارد. تحقیقات، نشان داده است که افراد در تصمیم‌گیری، حل مسائل، و یادگیری با یکدیگر متفاوت هستند. شناسایی عوامل مؤثر در یادگیری، از جمله مسائل مهمی است که مورد توجه قرار می‌گیرد؛ چرا که عوامل مؤثر بر یادگیری گسترده و متنوع هستند و نیز شناخت و مدیریت آن‌ها در سیستم آموزشی بسیار حائز اهمیت است. اعمال روش‌های مناسب آموزش و تدریس می‌تواند باعث بهبود عملکرد یادگیرندگان در محیط‌های آموزشی شود [۳]. تحقیقات، نشان می‌دهد که در نظر گرفتن این تفاوت‌ها در طراحی محیط‌های آموزشی، می‌تواند به افزایش کارآمدی یادگیری کمک کند. در واقع، یکی از اهداف مهم سیستم‌های یادگیری

الکترونیکی، تطبیق محتوا و فرآیند آموزش با نیازها و ویژگی‌های هر یادگیرنده است. بدون این تطبیق‌پذیری، یادگیری به شیوه کارآمدی اتفاق نمی‌افتد. بنابراین، ارتقاء کیفیت تجربه یادگیری تطبیقی، یکی از مباحث مطرح در حوزه آموزش و یادگیری است [۴، ۵].

در یک محیط آموزش الکترونیکی، هر فرد دارای ویژگی‌های منحصربه‌فردی است؛ از جمله دانش قبلی، سن، تجربیات گذشته، پیش‌زمینه‌های فرهنگی، شغل، انگیزه‌ها و اهداف شخصی. در این سیاق، فرآیند یادگیری به عهده خود فرد قرار دارد و او مسئول اداره و تنظیم این فرآیند برای خود است [۶]. بنابراین، پژوهشگران معتقدند که برای دستیابی به یادگیری مؤثر، نیاز به رویکردهای تطبیقی‌پذیر داریم. این، به این معناست که یکی از اهداف اصلی سیستم‌های یادگیری الکترونیکی، شخص‌سازی محیط یادگیری باتوجه به ویژگی‌ها و نیازهای هر یادگیرنده است [۷]. بسیاری از پژوهشگران باور دارند که بدون استفاده از رویکردهای تطبیقی‌پذیری، یادگیری مؤثر رخ نمی‌دهد [۵].

عموماً، فرآیند آموزش در یادگیری الکترونیکی بدون در نظر گرفتن ترجیحات، نیازها و سطح دانش فراگیران، انجام می‌پذیرد. هر فرد دارای تفاوت‌ها و ویژگی‌های منحصربه‌فردی است، به همین دلیل فرآیند یادگیری او با دیگران تفاوت‌های معناداری دارد. ویژگی‌های متعددی در فرآیند یادگیری وجود دارند که تأثیر بسیار مهمی در آن دارند و به‌طور قابل توجهی نحوه یادگیری فرد را تعیین می‌کنند [۸].

اصطلاح تطبیقی به‌طور عمده برای ارتقاء شخصی‌سازی محیط‌های یادگیری در ادبیات موجود مورد استفاده قرار می‌گیرد [۹]. اواخر قرن بیستم شاهد پیدایش تحقیقاتی بر روی سیستم‌های تطبیقی بود. در آن زمان، دو حوزه اصلی یعنی ابرمتن و مدل‌سازی کاربر، ایده‌های تحقیقاتی پربراری را به وجود آوردند. تیم‌های تحقیقاتی زیادی مشکلات مرتبط با داده‌های فرامتنی را در حوزه‌های مختلف شناسایی کرده و به مطالعه روش‌های مختلف برای تطبیق رفتار سیستم‌های ابرمتن با یادگیرندگان به‌صورت جداگانه پرداختند [۳، ۱۰]. رویکرد تطبیقی ماکرو، یک رویکرد در زمینه یادگیری برخط است که براساس چندین عامل، از جمله سیستم ارائه مطالب، سطح جزئیات و اهداف یادگیری، تطبیق انجام می‌دهد. علاوه بر این، این رویکرد به توانایی‌های تحصیلی یادگیرندگان و جنبه‌های مختلف هویت آن‌ها، از جمله شخصیت، اهداف، سبک‌های یادگیری و توانمندی‌های عمومی، توجه می‌کند [۱۱].

در حال حاضر، تحقیقات علمی در زمینه یادگیری الکترونیکی به بررسی و تمرکز بر روی بسترهای یادگیری معطوف است که نیازها، انگیزه‌ها، شیوه‌های یادگیری، عادات و انتظارات یادگیرنده‌ها را به‌صورت فزاینده و چشم‌گیر در نظر می‌گیرد [۱۲]. همچنین، تطبیق‌پذیری را به‌عنوان توانایی یک سیستم برای تغییر رفتار و عملکرد خود با توجه به نیازها و

در دهه‌های اخیر، تأثیر سبک‌های یادگیری بر فرآیند یادگیری به‌عنوان یک عامل فردی مهم مورد توجه قرار گرفته است. سبک یادگیری، در تعریف هانی (Honey) و مامفورد (Mumford) (۱۹۹۲) عبارت است از: رفتارها و نگرش‌هایی که تعیین‌کننده شیوه یادگیری ترجیحی یادگیرنده است [۱۸]. دی چکو (Dececo) و کرافورد (Crawford) سبک یادگیری را، شیوه‌های شخصی یادگیرندگان برای درک و پردازش اطلاعات به‌هنگام یادگیری، تعریف می‌کنند [۱۹]. همچنین وولفولک (Woolfolk) در تعریف خود از سبک یادگیری، بر تفاوت‌های شخصی تأثیرگذار بر فرآیند یادگیری و لاشینگر (Laschinger) بر روش‌های شخصی یادگیرندگان در سازمان‌دهی اطلاعات تأکید دارند [۲۰]. به‌طور کلی، سبک‌های یادگیری به‌عنوان ترکیبی از ویژگی‌های عاطفی، شناختی و دیگر عوامل روان‌شناختی تعریف می‌شوند، که نشان‌دهنده نحوه تعامل فرد با محیط یادگیری می‌باشند. تفاوت‌های فردی مورد نظر سبک‌های یادگیری، اگرچه به‌طور مستقیم با هوش مرتبط نیستند؛ ولی ارتباط زیادی با عملکرد یادگیرندگان در فرآیند یادگیری دارند. یکی از مفاهیم مهم در نظریه سبک‌های یادگیری این است که علم به شیوه یادگیری یادگیرندگان، آموزگاران را قادر می‌سازد تا آموزش مؤثرتری را ارائه دهند. براساس نتایج برخی از مطالعات انجام شده، تطبیق سبک آموزشی آموزگاران با سبک یادگیری یادگیرندگان نقش مهم و تأثیرگذاری را در بهبود فرآیند یادگیری ایفا می‌کند [۲۱]. تا کنون مدل‌ها و نظریه‌های مختلفی برای سبک یادگیری ارائه شده است که می‌توانید اطلاعات برخی از آن‌ها را در جدول ۱ را مشاهده نمایید.

ویژگی‌های یادگیرنده تعریف می‌کند [۱۳]. علاوه بر این، از آن‌جاکه شیوه یادگیری در افراد مختلف متفاوت است، فرصت‌هایی نیز برای بهبود روش‌های سنتی یادگیری برخط به‌وجود می‌آید [۱۴].

با توجه به این‌که سبک یادگیری هر فرد، منحصر به‌فرد است و با دیگران تفاوت دارد، شخصی‌سازی در یادگیری الکترونیکی بسیار حائز اهمیت است [۱۵]. با در نظر گرفتن اطلاعات شخصی مانند دانش قبلی، تجربه یادگیری، آموزش و اهداف یادگیری، ساختار مطلوب و مناسبی برای یادگیری فراهم می‌شود. در واقع، یکی از چالش‌های اساسی در حوزه آموزش الکترونیکی، ایجاد ساختار مطلوب و سازگار با سبک یادگیری یادگیرنده است.

سبک‌های یادگیری، از جمله ابزارهای اساسی در فرآیند شخصی‌سازی یادگیری به‌شمار می‌آیند؛ چراکه می‌توانند ترجیحات یادگیری افراد را در نظر بگیرند. استفاده از این سبک‌های یادگیری به افراد کمک می‌کند تا بیشتر در یادگیری مشارکت داشته باشند؛ زیرا محیط آموزشی براساس نیازها و تمایلات آن‌ها طراحی شده است که این امر باعث بهبود و افزایش انگیزه‌شان می‌شود [۱۶].

یکی از مباحث اصلی در نظریه‌های سبک‌های یادگیری این است که آموزش، با توجه به سبک یادگیری هر فرد، می‌تواند با کاهش فشار ذهنی و بار شناختی باعث دستیابی به نتایج مطلوب شود. نتایج برخی از تحقیقات هم نشان می‌دهند که انطباق سبک آموزشی با سبک یادگیری هر فرد، می‌تواند به‌عنوان یک عامل مهم و قابل توجه در موفقیت فرآیند یادگیری مطرح شود [۱۷].

جدول ۱: نظریه‌های مختلف سبک یادگیری

Table 1: Various theories of learning styles

نام	توصیف	پرسش‌نامه	منابع
Name	Description	Questionnaire	References
فلدر-سیلورمن Felder-Silverman	این مدل شامل چهار بعد ادراک، درون‌داد، پردازش، فهم است که هرکدام تمایلات و روش‌های یادگیری متفاوتی را برای افراد ارائه می‌دهند. This model consists of four dimensions of Perception, Input, Process, and Understanding, each of which provides individuals with different preferences and learning methods.	شاخص سبک یادگیری Index of learning style (Ils)	[22,23]
وارک Vark	مدل وارک این مدل توسط نیل فلمینگ و کرایست چرچ ارائه شده است و به چهار سبک یادگیری بصری، شنیداری، خواندنی/نوشتاری و عملی اشاره دارد. The VARK model, presented by Neil Fleming and Christchurch, refers to four learning styles: Visual, Aural, Read/Write, and Kinesthetic.	پرسش‌نامه وارک The VARK questionnaire	[23,24]
کلب Kolb	این مدل چهار مرحله یادگیری شامل تجربه، تبادل، تفکر و توصیف، را ارائه می‌کند. در این مدل، یادگیری از طریق تجربه و انجام فعالیت‌ها صورت می‌گیرد و تبادل اطلاعات و نظرات با دیگران نیز در فرآیند یادگیری مهم است. سپس، با تفکر و تجزیه و تحلیل تجربه‌ها، درک عمیق‌تری از موضوع حاصل می‌شود. در نهایت، توصیف و تفسیر تجربه‌ها باعث یادگیری مفیدتر و بهبود فرآیند یادگیری می‌شود. This model encompasses four stages of learning: experience, interaction, reflection, and articulation. In this model, learning takes place through hands-on experience and active engagement in activities, while the exchange of information and opinions with others plays a crucial role in the learning process. Subsequently, through reflection and analysis of experiences, a deeper understanding of the subject matter is achieved. Finally, articulation and interpretation of experiences contribute to more meaningful learning and the enhancement of the learning process.	فهرست سبک یادگیری Learning style inventory (Lsi)	[25,26]
هانی و مامفورد Honey and Mamford	هانی و مامفورد، سبک‌های یادگیری کلب را خلاصه کرده و چهار سبک جایگزین با نام‌های فعال، متفکر، نظریه‌پرداز و عمل‌گرا ارائه کرده‌اند. Honey and Mumford have summarized the Kolb learning styles and presented four alternative styles with names: Activist, Theorist, Pragmatist, and Reflector.	پرسش‌نامه سبک یادگیری هانی و مامفورد Honey and Mumford learning style questionnaire	[18]

با توجه به مطالعات انجام شده، به ویژه در دهه های اخیر، سبک یادگیری فلدر-سیلورمن بیشترین توجه و استفاده را در مقایسه با سایر سبک های یادگیری به خود اختصاص داده است [۱۵]. سبک یادگیری فلدر-سیلورمن، یک مدل طبقه بندی شده از سبک های یادگیری است که توسط دکتر ریچارد فلدر (Richard M. Felder) و لیندا سیلورمن (Linda K. Silverman) در دهه ۱۹۸۰ معرفی شد. این سبک، افراد را در چهار بُعد ادراک، درونداد، پردازش و فهم دسته بندی می کند. توصیف و جزئیات مربوط به هر یک از ابعاد سبک یادگیری فلدر-سیلورمن مطابق در جدول ۲ ارائه شده است [۲۲، ۲۷].

جدول ۲: ابعاد و توصیف سبک یادگیری فلدر-سیلورمن  
Table 2: Dimensions and description of the Felder-Silverman learning style

توصیف Description	سبک Style	ابعاد Dimensions
یادگیرندگان حسی، تمایل دارند به اطلاعات ملموس و واقعی دست یابند. آن ها به جزئیات، حقایق و ارقام علاقه دارند و ترجیح می دهند از روش های ثابت استفاده کنند. آن ها واقع گرا هستند و از کاربردهای عملی لذت می برند. این گروه از یادگیرندگان مسائل را به وسیله روش های ثابت حل می کنند و پیچیدگی ها و موارد غیرمنتظره را به حداقل می رسانند. این دسته از یادگیرندگان به دنبال روش های مشخص و روشن برای حل مسائل خود هستند و پیچیدگی برایشان خسته کننده است؛ بنابراین ترجیح می دهند با استفاده از روش های تعریف شده به سادگی به هدف خود برسند. Sensory learners prefer to acquire tangible and real information. They are interested in details, facts, and numbers, and they prefer using fixed methods. They are practical and enjoy practical applications. This group of learners solves problems using established methods and minimizes complexities and unexpected situations. They seek specific and clear methods to solve their problems, and complexity is exhausting for them; therefore, they prefer to achieve their goals easily using defined methods.	حسی Sensitive	ادراک Perception
یادگیرندگان شهودی به اطلاعات انتزاعی، خلاقانه و نظریه های تمایل دارند. این افراد به دنبال کشف امکانات و ارتباطات هستند و به خلاقیت و نوآوری علاقه مندند. آن ها از تکرار خسته می شوند و ترجیح می دهند به دنبال چیزهای جدید و متفاوت باشند. Intuitive learners are inclined towards abstract, creative, and theoretical information. These individuals seek to discover possibilities and connections in their subjects and have an interest in creativity and innovation. They become tired of repetition and prefer to explore new and different things.	شهودی Intuitive	
یادگیرندگان کلامی، اطلاعات را از طریق توضیحات کلامی (هم نوشتاری و هم شفاهی) بهتر می آموزند و به مطالعه خلاصه مطالب تمایل دارند. همچنین آن ها دوست دارند دانش خود را از طریق کلمات بیان کنند. این گروه از افراد به آموختن اطلاعات از طریق فعالیت های گروهی علاقه مند هستند و از انجام کارها به صورت گروهی لذت می برند. Verbal learners acquire information more effectively through verbal explanations (both written and oral) and prefer to focus on summarized information. They also express their knowledge through words. This group of individuals is interested in learning information through group activities and enjoys working collaboratively.	کلامی Verbal	درونداد Input
یادگیرندگان بصری تمایل دارند مطالب به صورت تصویری ارائه شود. آن ها به تصاویر، نمودارها، جداول زمانی و فیلم ها علاقه دارند. افرادی که از طریق تصاویر، نمودارها، جداول و فیلم ها بهتر یاد می گیرند، از این ابزارها برای بهتر به یاد آوردن مطالب استفاده می کنند. این افراد از نقشه های مفهومی برای فهم مطالب استفاده می کنند و با قراردادن نکات کلیدی در جعبه ها یا جاهای خاص خود، به یادگیری خود کمک می کنند. Visual learners prefer information to be presented visually. They are interested in images, charts, timelines, and videos. People who learn better through visuals use these tools to better remember the material, use concept maps to understand the material, and help with learning by placing key points in boxes or specific places.	بصری Visual	
یادگیرندگان فعال، از طریق انجام کارهای مرتبط با اطلاعات، فرآیند یادگیری را تجربه می کنند و ترجیح می دهند اطلاعات را با بحث کردن و آزمودن فرابگیرند. آن ها از بحث کردن، به کار بردن و توضیح دادن اطلاعات به دیگران لذت می برند. افرادی که کارهای گروهی را دوست دارند، اغلب اطلاعات را از طریق انجام دادن و فعالیت های گروهی به خاطر می آورند. آن ها با فعالیت در گروه، مطالب را بهتر درک کرده و از تجربه های دیگران بهره می برند. به همین دلیل، آن ها به کار در گروه و همکاری با دیگران علاقه دارند. Active learners experience the learning process by performing activities related to the information and prefer to acquire information by discussing and testing it. They enjoy discussing, applying, and explaining information to others. Those who enjoy group activities often remember information through doing and group activities. They better understand the material by participating in groups and benefiting from others' experiences. For this reason, they prefer to work in groups and collaborate with others.	فعال Active	پردازش Processing
یادگیرندگان تأملی اطلاعات را از طریق تفکر یاد می گیرند. آن ها ابتدا مسائل را به دقت بررسی کرده و اطلاعات را قبل از انجام فعالیت، درک می کنند. این افراد عموماً به دنبال کشف موارد جدید و نوآورانه هستند و از خلاقیت و نوآوری لذت می برند. آن ها به دنبال استفاده از امکانات جدید و جایگزینی تکرار با کشف موارد جدید هستند. Reflective learners acquire information through thinking. They carefully examine issues and understand the information before taking action. These individuals are usually seeking new and innovative discoveries, and they enjoy creativity and innovation. They are looking to use new resources and replace repetition with the exploration of new things.	تأملی Reflective	
این دسته از یادگیرندگان تمایل دارند اطلاعات را به طریق جامع تری و به نوعی تصادفی و بدون دیدن ارتباطات مرتب سازماندهی کنند. آن ها معمولاً به سرعت می توانند مسائل پیچیده را حل کنند، اما ممکن است، توضیح این که چگونه این کار را انجام داده اند، برایشان سخت باشد. افرادی که ابتدا به صورت کلی مطالب مورد نظر را بررسی می کنند، معمولاً به دنبال درک جامع مطالب هستند. در مواجهه با مسائل پیچیده، ابتدا تلاش می کنند تا مطالب را به طور کلی درک کنند و سپس به حل مسأله می پردازند. این نوع از یادگیرندگان به دلیل تمایل به درک کامل، معمولاً در یادگیری به صورت کلی نگر هستند و برای دستیابی به هدف خود، به تلاش و پیگیری در فعالیت های آموزشی نیاز دارند. Global learners prefer to organize information in a more comprehensive and somewhat random way, without seeing organized relationships. They can quickly solve complex problems but may find it difficult to explain how they did it. Those who initially review the desired content tend to seek a comprehensive understanding of the content. In the face of complex issues, they first seek a general understanding of the content and then solve the problem. These types of learners are generally holistic in their approach to	کلی Global	فهم Understanding

توصیف Description	سبک Style	ابعاد Dimensions
<p>learning and need to make an effort and follow systematic activities to achieve the best possible understanding of the content. Connecting new concepts to previous material is also one of the ways they improve their understanding of the material.</p> <p>این دسته از یادگیرندگان ترجیح می‌دهند اطلاعات را به صورت خطی و مرتب سازماندهی کنند. آن‌ها تمایل دارند مطالب را به ترتیب پیگیری کنند و با استفاده از ترتیب منطقی، از یک مرحله به مرحله بعدی پیش بروند. همچنین مطالعه و یادگیری اطلاعات در این دسته از افراد، به صورت نظام‌مند است. در حل مسائل و درک مطالب، به تعقیب یک روش منطقی و مرتب پرداخته و با ترتیب دقیق و گام‌به‌گام، به بهترین درک ممکن از مطالب دست می‌یابند. اتصال مفاهیم جدید به مطالب قبلی نیز از جمله راه‌هایی است که برای بهبود درک خود از مطالب، به کار می‌گیرند.</p> <p>This category of learners prefers to organize information in a linear and systematic manner, follow content in a step-by-step, orderly fashion, and proceed from one stage to the next using logical sequences. They approach studying and learning information systematically. In problem-solving and comprehension, they pursue a logical and organized approach, gaining the best possible understanding of the material with precise and step-by-step progression. Connecting new concepts to previous content is also one of the methods they employ to enhance their comprehension of the material.</p>	متوالی Sequential	

اغلب اشیای آموزشی، به صورت پیمان‌های طراحی شده و می‌توانند با سایر اشیای آموزشی ترکیب شوند، تا یک تجربه آموزشی بزرگ‌تر و پیچیده‌تر ایجاد شود. هدف از اشیای یادگیری، ارائه منابع منعطف و سازگار است که می‌تواند در محیط‌های آموزشی مختلف برای حمایت از اهداف و سبک‌های مختلف یادگیری مورد استفاده قرار گیرد.

برای بررسی تاثیر آموزش شخصی‌سازی شده، می‌توان از روش‌های گوناگونی مانند پرسش‌نامه‌های سنجش میزان رضایت، پرسش‌نامه‌های سنجش بار شناختی و تجزیه و تحلیل داده‌های رفتاری، استفاده کرد. طبق نظریه بار شناختی، بار ناشی از پردازش اطلاعات، تأثیر بسزایی بر توانایی یادگیری اطلاعات جدید دارد [۳۴]. بر همین اساس، اندازه‌گیری بار شناختی در زمان یادگیری می‌تواند یک معیار مناسب برای ارزیابی تأثیر آموزش شخصی‌سازی شده باشد. پرسش‌نامه شاخص بار کاری ناسا (Nasa TLX)، یکی از پرسش‌نامه‌های ارائه شده جهت اندازه‌گیری بار کاری و بار شناختی است، که می‌توان از آن برای بررسی بار شناختی، هنگام ارائه آموزش شخصی‌سازی شده استفاده کرد. شاخص بار کاری ناسا، یک ابزار ارزیابی چند بعدی در قالب پرسش‌نامه است، که هدف آن ارزیابی و سنجش حجم و فشار ادراکی به منظور ارزیابی یک کار یا فعالیت خاص، یک سیستم، کارایی و اثربخشی یک گروه، یا سایر جنبه‌های دیگر عملکرد در نظر گرفته شده است [۳۵]. این ابزار به طور معمول در حوزه عوامل انسانی، ارگونومی و روان‌شناسی برای ارزیابی بار شناختی و تقاضای شناختی تجربه شده توسط افراد در طول فعالیت‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد [۳۶]. در مطالعاتی که توسط لطیف‌زاده و فرکیش انجام شد، از این شاخص برای اندازه‌گیری بار شناختی یادگیرندگان هنگام یادگیری زبان دوم استفاده شده است [۳۷].

تاکنون مطالعات متعددی در زمینه آموزش شخصی‌سازی شده، انجام شده است. در همین راستا، برخی از پژوهشگران از مدل‌های متنوع سبک‌های یادگیری و برخی مشخصه‌های دیگری که نشان‌دهنده ترجیحات یادگیرنده هستند، استفاده کرده‌اند. نتایج مختلفی در رابطه با تأثیر شیوه آموزش شخصی‌سازی شده بر رضایت، عملکرد و بار شناختی یادگیرندگان ارائه شده است. براساس اکثر این نتایج، شخصی‌سازی آموزش، افزایش رضایت و عملکرد را در یادگیرندگان

سبک یادگیری باعث می‌شود افراد به روش‌های مختلفی مفاهیم و مطالب را درک کنند. به عنوان مثال، افرادی که حافظه بصری قوی دارند، ترجیح می‌دهند مطالب به صورت بصری ارائه شود، در حالی که افرادی که حافظه کلامی قوی‌تری دارند ترجیح می‌دهند مطالب به صورت متنی ارائه شود [۲۸]. توجه به شیوه مناسب آموزش، می‌تواند باعث بهبود عملکرد یادگیرندگان در محیط آموزشی شود. نتایج چندین تحقیق، نشان می‌دهد که در نظر گرفتن تفاوت‌های فردی در طراحی محیط‌های یادگیری و آموزش، کارایی فعالیت‌های یادگیری را بهبود می‌بخشد. برای ایجاد یک محیط یادگیری الکترونیکی مؤثر، دو حوزه اصلی را می‌توان تعیین کرد: اول، تعیین سبک‌های یادگیری و دوم، استفاده از سبک یادگیری در ارائه آموزش شخصی‌سازی شده [۲۹].

تعیین سبک یادگیری به دو شیوه صریح و ضمنی قابل انجام است [۳۰]. در رویکرد صریح، سبک یادگیری افراد، با توجه به پاسخ آن‌ها به سؤالات پرسش‌نامه‌های ارائه شده جهت تشخیص سبک یادگیری، مشخص می‌شود. به این روش، روش خودآنگارانه یا همکاری نیز گفته می‌شود. در مقابل در روشی دیگر با توجه به نحوه و نوع تعامل یادگیرنده با محیط آموزشی و اطلاعات به دست آمده از آن، سبک یادگیری یادگیرنده استخراج می‌گردد، که به آن روش ضمنی یا خودکار گفته می‌شود [۳۱].

پس از تشخیص سبک یادگیری، محتوای آموزشی به صورت شخصی‌سازی شده ایجاد و به یادگیرنده ارائه می‌شود. این محتوا، شامل انواع اشیای یادگیری در قالب‌های مختلف و شیوه ارائه متناسب با سبک یادگیری به دست آمده، است. اصطلاح «اشیای یادگیری» برای اولین بار در سال ۱۹۹۴ توسط وین هاجینز (Wayne Hodgins) مطرح شد و از آن زمان به شکل‌های مختلفی تعریف شده است. مؤسسه مهندسان برق و الکترونیک (IEEE)، شیء یادگیری را به شکل «هر موجودیت دیجیتال یا غیردیجیتالی که ممکن است برای یادگیری، آموزش یا آموزش‌دهی مورد استفاده قرار گیرد»، تعریف می‌کند [۳۳]. اشیای یادگیری، واحدهای آموزشی مستقل و قابل استفاده مجدد هستند که برای اهداف آموزشی و یادگیری مورد استفاده قرار می‌گیرند. این اشیاء، می‌توانند دیجیتال یا غیردیجیتال باشند و شامل مواردی مانند متن، تصاویر، فیلم‌ها، شبیه‌سازی‌ها، بازی‌ها، ارزیابی‌ها و فعالیت‌های تعاملی باشند.



چند رسانه‌ای با کمترین بار شناختی در یادگیری را بررسی کردند. آن‌ها در آزمایش خود، با بهره‌گیری از اصول طراحی چند رسانه‌ای مایر به‌عنوان یک مبنای شناخته‌شده موثر برای ارتقاء یادگیری، دو نسخه محتوای آموزشی چند رسانه‌ای را در دو حالت مختلف (با و بدون) اعمال اصول طراحی، به یادگیرندگان ارائه دادند. آن‌ها نشان دادند که نسخه با اصول طراحی مایر، کمترین بار شناختی را بر روی یادگیرندگان ایجاد کرد [۳۸].

در مطالعه قافاس (Qaffas) و همکارانش، یک سیستم هوشمند به‌عنوان یک مدل پیشنهادی معرفی شد که به ویژگی‌های شخصی‌سازی یادگیرندگان در ارزیابی تنوع سبک‌های یادگیری آن‌ها توجه داشت و سپس این تنوع در ساخت آزمون در نظر گرفته شد. هدف این مدل، هماهنگی آزمون ارائه شده، با توانایی‌های مختلف و اهداف یادگیری یادگیرندگان و ارزیابی توانایی‌های خاص آن‌ها بود. نتایج نشان داد که مدل پیشنهادی، باعث بهبود نتایج آزمون یادگیرندگان (برابر با ۹۲/۳۶٪) شد و همچنین کیفیت آزمون برنامه‌ریزی و کاربردی را افزایش داده و تأثیر بخشی خود را اثبات کرد [۴۳].

در مطالعه انجام شده توسط بایونز (Bayounes) و همکاران، یک مدل هدفمند برای هدایت آموزشی براساس ویژگی‌های شناختی فراگیران ارائه شد. نتایج اولیه نشان داد که انگیزه‌ها و استراتژی‌های انتخاب شده توسط این مدل، با نیازها و ترجیحات یادگیرندگان و معلمان هماهنگی دارند [۴۴].

جایاسیرواردن (Jayasiriwardene) و میدنیا (Meedeniya) در مطالعه خود، یک برنامه آموزشی دوره ابتدایی به نام آی‌لرن (I-Learn) را معرفی کردند که با استفاده از الگوریتم توصیه‌گر سازگاری مبتنی بر شایستگی و سازگاری مبتنی بر سبک یادگیری، امکان یادگیری تعاملی برای یادگیرندگان را فراهم می‌کند. در این برنامه با استفاده از مدل وارک، سبک یادگیری یادگیرندگان شناسایی و محتوای متناسب با آن ارائه شد. آن‌ها اذعان داشتند آی‌لرن، به‌عنوان یک بستر تعاملی و انطباقی برای ترویج یادگیری برخط، بهبود آموزش و یادگیری در محیط‌های آموزشی را فراهم کرد [۴۵].

امیری و منتظر، در پژوهش خود با استفاده از سبک یادگیری فلدر-سیلورمن برای گروه‌بندی یادگیرندگان جهت ارائه آموزش شخصی‌سازی شده استفاده کردند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که روش ارائه شده، باعث افزایش میانگین نمرات و رضایت از دوره آموزشی در بین یادگیرندگان شد [۴۶].

باتوجه به مطالب بیان شده، تفاوت موجود در علائق و تمایلات افراد به‌هنگام آموزش و ارتباط آن با بار شناختی، اهمیت و ضرورت ارائه آموزش شخصی‌سازی شده را دو چندان کرده است. از طرفی شیوه ارائه آموزش در محیط‌های الکترونیکی از جذابیت و راندمان کمتری نسبت به آموزش حضوری برخوردار است. از این‌رو، یکی از راه‌های افزایش کارایی و رضایت یادگیرندگان، شخصی‌سازی محتوای آموزشی است که اجرای آن در محیط یادگیری الکترونیکی امکان‌پذیر است. بنابراین این

به‌دنبال داشته است. در ادامه، به بررسی برخی از این مطالعات می‌پردازیم.

سامونت (Samonte) و همکارانش، در پژوهش خود از شاخص نوع شخصیت مایرز-بریگز (Myers-Briggs Type Indicator (MBTI)) برای ارزیابی اولیه یادگیرندگان استفاده کردند، تا به انواع مختلف سبک‌های یادگیری آن‌ها دست یابند و تجربه یادگیری برخط بهتری را ارائه دهند. براساس نتایج آزمایش‌هایی که برای بررسی عملکرد سیستم و مقایسه رویکرد یادگیری سنتی با سیستم آموزشی برخط شخصی‌سازی شده انجام شد، آن‌ها نشان دادند یادگیرندگانی که در محیط آموزشی برخط تطبیقی توسعه یافته شرکت کردند، عملکرد بهتری نسبت به کسانی که به روش یادگیری سنتی آموزش دیدند، داشتند [۳۹].

در پژوهشی دیگر، کاراگیانیس (Karagiannis) و همکارانش، روشی پیشنهاد دادند که نمایش و مسیریابی پیشنهادی را در یک دوره آموزشی، براساس سبک‌های یادگیری و سطح دانش یادگیرندگان، به‌صورت تطبیقی ارائه می‌داد. هدف اصلی این پژوهش، بررسی اثرات شیوه تطبیقی ارائه شده بر انگیزه یادگیرندگان و بهبود نمرات آن‌ها در آزمون‌های نیم‌سال تحصیلی بود. نتایج نشان داد که استفاده از شیوه ارائه شده، به‌صورت معناداری باعث بهبود نمرات یادگیرندگان در آزمون نیم‌سال شد. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که روش پیشنهادی موفق به بهبود عملکرد یادگیرندگان شده است [۴۰].

سنجایی و منتظر، با تأکید بر شخصی‌سازی محیط یادگیری الکترونیکی با هدف بهبود رضایت، افزایش سرعت یادگیری و کیفیت فرآیند یادگیری در یادگیرندگان، در پژوهش خود به شخصی‌سازی محیط یادگیری براساس سبک یادگیری کلب پرداختند. براساس نتایج به‌دست آمده، آن‌ها دریافتند شخصی‌سازی محیط یادگیری به‌طور قابل‌توجهی موفقیت تحصیلی و رضایت یادگیرندگان را ارتقا می‌بخشد [۴۱].

در پژوهشی دیگر توسط آگاروال (Agarwal) و همکارانش، از سیستم‌های توصیه‌گر ترکیبی مبتنی بر دانش و مبتنی بر همکاری، همراه با سبک یادگیری شناخته شده فلدر-سیلورمن در جهت شخصی‌سازی محتوا در سکوه‌های دوره‌های آموزشی برخط باز موک (MOOC) استفاده کردند. باتوجه به نتایج به‌دست آمده در این پژوهش، سیستم توصیه‌گر، نظرات مثبتی را به دنبال داشته و توانست توجه بیشتر مخاطبان را جلب کند، همچنین تجربه دوره‌های آموزشی شخصی‌سازی شده را برای یادگیرنده‌ها بهبود بخشد [۴۲].

لطیف‌زاده و همکارانش، در مطالعه خود با استفاده از ردیابی چشم و معیارهای ذهنی، به بررسی تأثیر اصول طراحی چند رسانه‌ای مایر (Mayer's Multimedia Design) بر بار شناختی، هنگام یادگیری زبان انگلیسی پرداختند. آن‌ها اذعان داشتند که استفاده از اصول طراحی چند رسانه‌ای می‌تواند بار شناختی را در یادگیرندگان کاهش دهد که این تأثیر را در نتایج بار شناختی ناسا مشاهده کردند. ولی در نتایج آزمون عملکرد، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد [۴۷]. در پژوهشی دیگر فرکیش و همکارانش، در مطالعه خود، اهمیت طراحی محتوای

برای انجام این آزمایش یک سامانه آموزش هوشمندی طراحی شد که قادر بود محتوای آموزشی را براساس سبک یادگیری یادگیرندگان شخصی سازی کرده و به آن‌ها ارائه نماید. برای دستیابی به سبک یادگیری یادگیرندگان از پرسش‌نامه اشخاص سبک یادگیری فلدر-سیلورمن استفاده شد که یادگیرندگان قبل از شروع مطالعه درس باید به سؤالات آن پاسخ می‌دادند. در ادامه براساس سبک یادگیری به دست آمده، به گروه کنترل، آموزشی نامنطبق بر سبک یادگیری‌شان و به گروه آزمایش آموزش منطبق بر سبک یادگیریشان ارائه شد. همچنین با توجه به محتوای درس ارائه شده یک پیش‌آزمون و پس‌آزمون عملکردی طراحی گردید که پیش‌آزمون قبل از شروع درس و پس‌آزمون بعد از آن با هدف سنجش سطح دانش یادگیرنده نسبت به موضوع درس، به یادگیرندگان ارائه شد. در نهایت، برای تشخیص بار کاری به هنگام آموزش، یادگیرندگان پس از هر درس باید به سؤالات شاخص بار کاری ناسا پاسخ می‌دادند.

در ادامه، مراحل کلی ارائه آموزش تطبیقی در سامانه طراحی شده شرح داده شده و جزئیات این مراحل شامل پیاده‌سازی سامانه، استخراج سبک یادگیری یادگیرندگان به وسیله پرسش‌نامه سبک یادگیری فلدر-سیلورمن، اشیای یادگیری طراحی شده، ارتباط بین اشیای یادگیری و ابعاد سبک یادگیری، نحوه ایجاد آموزش شخصی سازی شده و آزمون‌های طراحی شده بیان شده است. برای بررسی تأثیر شیوه آموزش تطبیقی ارائه شده در این مقاله، از شاخص بار کاری ناسا استفاده شده که در پایان این بخش جزئیات آن شرح داده شده است.

#### مراحل ارائه آموزش شخصی سازی شده

همان‌طور که در بخش‌های قبلی نیز مطرح شد، یکی از روش‌های آموزش شخصی سازی شده استفاده از سبک یادگیری جهت ارائه محتوای مناسب یادگیرنده است. در همین راستا سامانه برخط هوشمندی طراحی شد که قادر است محتوای آموزشی شخصی سازی شده را براساس سبک یادگیری، به صورت خودکار ایجاد و در اختیار یادگیرندگان قرار دهد. مراحل مختلف این سامانه در شکل ۱ قابل مشاهده است.

همان‌طور که در شکل ۱ نیز مشخص است، ابتدا سبک یادگیری یادگیرنده، به وسیله پرسش‌نامه شاخص سبک یادگیری فلدر-سیلورمن استخراج شده و در پایگاه داده ذخیره می‌شود. در ادامه، سامانه با استفاده از نتیجه به دست آمده از پرسش‌نامه، درس جدید را در دو حالت منطبق و نامنطبق به یادگیرنده ارائه می‌نماید. در حالت منطبق، درسی شامل محتوای متناسب با سبک یادگیری یادگیرنده به او ارائه می‌شود؛ ولی در حالت نامنطبق درسی نامتناسب با سبک یادگیری یادگیرنده به او ارائه می‌گردد. هدف از این دو حالت مختلف ارائه، بررسی تأثیر آموزش تطبیقی بر بار شناختی یادگیرنده است.

مقاله با هدف بررسی تأثیر ارائه آموزش شخصی سازی شده بر بار شناختی یادگیرندگان، به شخصی سازی آموزش با استفاده از سبک یادگیری فلدر-سیلورمن به عنوان یکی از معروف‌ترین و پرکاربردترین مدل‌های سبک یادگیری، می‌پردازد.

پژوهش حاضر با این پیش‌فرض که تفاوت‌های موجود در علایق و تمایلات افراد در زمان آموزش، تأثیر مستقیمی بر رضایت یادگیرندگان داشته و ارائه محتوای آموزشی شخصی سازی شده در محیط یادگیری الکترونیکی، باعث افزایش کارایی و رضایت یادگیرندگان می‌گردد، به دنبال پیشنهاد روشی جهت شخصی سازی محتوای آموزشی براساس سبک یادگیری است. در ادامه این پژوهش بررسی می‌کند که آیا این شیوه آموزش باعث افزایش کارایی و کاهش بارشناختی یادگیرندگان می‌گردد یا خیر.

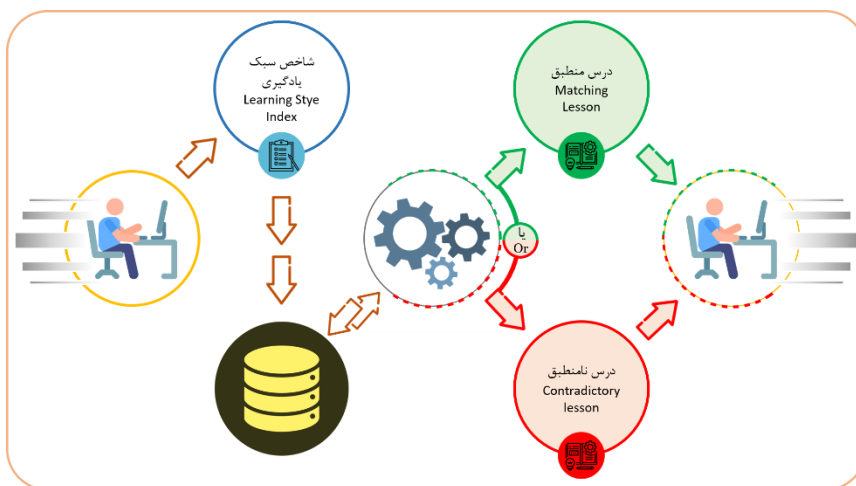
در همین راستا پس از مطالعه و بررسی مقالات موجود، ابتدا ارتباط بین ابعاد سبک یادگیری فلدر-سیلورمن و محتوای آموزشی به دست آمد و اشیای یادگیری مورد نیاز، طراحی و ایجاد گردید. در ادامه، پس از طراحی یک سامانه آموزشی برخط با هدف کاربردی، محتوای آموزشی شخصی سازی شده براساس سبک یادگیری یادگیرندگان، به صورت خودکار ایجاد و به آن‌ها ارائه شد. در نهایت تأثیر این شیوه آموزش بر روی بار شناختی یادگیرندگان مورد بررسی قرار گرفت.

ویژگی‌های مهم و متمایزکننده این مقاله از مطالعات گذشته عبارتند از: ۱- یک سامانه کاربردی برخط برای تشخیص سبک یادگیری و ارائه آموزش شخصی سازی شده، طراحی و ایجاد شده است. ۲- سامانه طراحی شده قادر است، محتوای آموزشی را به صورت کاملاً خودکار ایجاد و به یادگیرنده ارائه کند. ۳- تأثیر آموزش شخصی سازی شده بر روی بار شناختی یادگیرنده که در کمتر مطالعه‌ای به آن پرداخته شده است، در این مقاله مورد بررسی قرار گرفت.

#### روش تحقیق

این پژوهش با توجه به ماهیت، اهداف و نقش آن در آموزش از لحاظ ماهیت کاربردی بوده و روش آن از نوع نیمه آزمایشی است. جامعه آماری این پژوهش شامل همه دانشجویان کارشناسی رشته مهندسی کامپیوتر دانشگاه شهید رجایی بود. از بین آن‌ها ۳۷ نفر به عنوان نمونه به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. این افراد به صورت داوطلبانه در ازای دریافت نمره درسی با این پژوهش همکاری داشتند. شرکت‌کنندگان به صورت تصادفی به دو گروه کنترل و آزمایش تقسیم شدند. به گروه کنترل، درس نامنطبق و به گروه آزمایش، درس منطبق بر سبک یادگیری‌شان ارائه شد. معیارهای ورود به این آزمایش رشته تحصیلی، عدم گذراندن دوره یادگیری ماشین و عدم تسلط به این درس و معیار خروج از آن، عدم حضور در هر یک از جلسات آزمایش بود.





شکل ۱: مراحل ارائه آموزش شخصی سازی شده در سامانه طراحی شده

Fig. 1: The steps of providing personalized education in the designed system

### طراحی سامانه

آن در ارزیابی سبک یادگیری افراد ایرانی تأیید شده است [۴۹]. نسخه فارسی پرسش نامه در قالب صفحات وب (Web Pages) پیاده سازی و در سامانه قرار داده شد. یادگیرندگان باید به همه ۴۴ سوال این پرسش نامه پاسخ دهند و سوالی را بی پاسخ باقی نگذارند.

### محتوای مناسب هر سبک

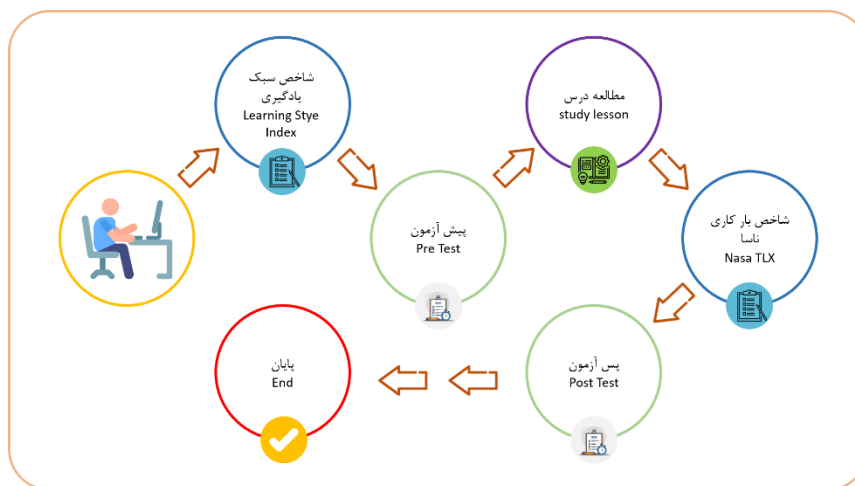
در این پژوهش درس آموزشی با عنوان یادگیری ماشین مقدماتی تولید شد. این درس با توجه به اهداف آزمایش می تواند در دو حالت منطبق و نامنتطبق براساس سبک یادگیری یادگیرنده ارائه گردد. تمامی مراحل ساخت و تدوین بخش های مختلف این درس مانند: موضوعات، اشیای یادگیری، محتوا و... زیر نظر اساتید هیأت علمی گروه هوش مصنوعی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی که سابقه تدریس درس یادگیری ماشین را داشتند، انجام شد.

بهترین رویکرد برای ایجاد یک محتوای درسی تطبیقی، تقسیم آن به واحدهایی تحت عنوان اشیای یادگیری است. در این پژوهش، برای شخصی سازی محتوای آموزشی به سه ویژگی درس ارائه شده، توجه شد. این سه ویژگی عبارتند از: انواع اشیای یادگیری استفاده شده در درس، قالب اشیای یادگیری و شیوه ارائه موضوعات درس، که ویژگی اول براساس ارتباط اشیای یادگیری با ابعاد سبک یادگیری به دست آمده، ویژگی دوم براساس بعد درونداد (کلامی/ بصری) سبک یادگیری و در نهایت ویژگی آخر براساس بعد فهم (متوالی/ کلی) سبک یادگیری، تعیین می شوند. پژوهش های زیادی در رابطه با ارتباط محتوای درسی با ابعاد سبک یادگیری فلدر- سیلورمن، انجام شده است، که اغلب دارای عقیده های یکسانی هستند. پس از مطالعه ادبیات و پژوهش های موجود در این رابطه، ارتباط ویژگی های مطرح شده با ابعاد سبک یادگیری فلدر- سیلورمن به دست آمد [۵۰-۵۲]. انواع اشیای یادگیری طراحی شده در این پژوهش و رابطه آن ها با ابعاد سبک یادگیری فلدر- سیلورمن (ویژگی اول)، در جدول ۳ قابل مشاهده است.

سامانه آموزشی با استفاده از فریم ورک لاراول (Laravel Framework) طراحی و پیاده سازی شد. این سامانه برخط بوده و شامل پرسش نامه شاخص سبک یادگیری، پیش آزمون، محتوای درسی، پس آزمون و پرسش نامه شاخص بار کاری ناسا است. یادگیرنده پس از ورود به سامانه ابتدا با پرسش نامه سبک یادگیری روبه رو می شود که باید آن را تکمیل نماید. در ادامه پس از پاسخ به سؤالات پیش آزمون، محتوای درسی براساس ارتباط موجود بین اشیای یادگیری و ابعاد سبک یادگیری به دست آمده، ایجاد و به او ارائه می شود. یادگیرنده پس از مطالعه درس، به سؤالات شاخص بار کاری ناسا پاسخ می دهد که پاسخ به سؤالات این پرسش نامه باید براساس تجربه او در طول مطالعه درس باشد. در نهایت، بعد از پاسخ به سؤالات پس آزمون، روند انجام آزمایش پایان می پذیرد. لازم به ذکر است، تمام مراحل ذکر شده به صورت خودکار انجام می شود. بخش های مختلف سامانه در شکل ۲ ارائه شده است.

### تعیین سبک یادگیری یادگیرنده

در زمینه سبک های یادگیری، فلدر و سولومون (Felder Soloman) (۱۹۹۶) یک پرسش نامه طراحی کرده اند که براساس مدل سبک یادگیری فلدر- سیلورمن ساخته شده است [۴۷]. این پرسش نامه شامل ۴۴ سؤال دو گزینه ای است. برای پاسخ به سؤالات، یادگیرندگان باید از میان گزینه های مرتبط با هر سؤال، گزینه ای که بیشترین تطابق را با خود دارد، را انتخاب کنند. در آخر پس از انجام محاسبات، برای هر یک از ابعاد نمره فردی در بازه ۱۱- تا ۱۱+ به دست می آید. باتوجه به مثبت یا منفی بودن نمره هر بعد، سبک یادگیری یادگیرنده در آن بعد مشخص می شود. لازم به ذکر است، نسخه اصلی این پرسش نامه به زبان انگلیسی است؛ ولی پیشتر این پرسش نامه فارسی سازی شده و در مطالعات گذشته مورد استفاده قرار گرفته است [۴۸]. پایایی و روایی پرسش نامه فلدر و سولومون در مطالعات گذشته مورد بررسی قرار گرفته و اعتبار



شکل ۲: بخش‌های مختلف سامانه طراحی شده

Fig. 2: Different parts of the designed system

جدول ۳: انواع اشیای یادگیری و ارتباط آن‌ها با ابعاد سبک یادگیری فلدر-سیلورمن

Table 3: Types of learning objects and their relationship with the Felder-Silverman learning style dimensions

کلی Global	تأملی Reflective	فعال Active	شهودی Intuitive	حسی Sensitive	اشیای یادگیری Learning Objects
*	*				طرح کلی Outline
*			*		فهرست Index
	*			*	مثال Example
		*		*	فعالیت Activity
			*		الگوریتم Algorithm
*	*				خلاصه Summary

## پیش‌آزمون و پس‌آزمون

پیش‌آزمون با هدف اطلاع از سطح دانش یادگیرنده نسبت به موضوع درس، در سامانه قرار داده شده است که یادگیرنده قبل از شروع درس باید به سؤالات آن پاسخ دهد. پس‌آزمون نیز به منظور اندازه‌گیری میزان یادگیری یادگیرنده، پس از مطالعه درس به او ارائه می‌شود. در نهایت پس از بررسی نمرات به‌دست آمده در این دو آزمون می‌توان میزان پیشرفت تحصیلی یادگیرنده را اندازه‌گیری نمود. با توجه به این که دانش قبلی تأثیر محسوسی بر روی بار شناختی به هنگام آموزش دارد، یکی اهداف پیش‌آزمون شناسایی افراد مسلط به مباحث درسی مربوط به این آزمایش و حذف آن‌ها از روند آزمایش بود. همچنین از مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون افراد می‌توان دریافت که آیا یادگیری هنگام آموزش انجام شده است یا خیر. از سوی دیگر کاهش نمره پس‌آزمون نسبت به نمره پیش‌آزمون افراد می‌تواند بیانگر عدم وجود دقت کافی در شرکت‌کنندگان به هنگام ارائه آموزش باشد.

علامت \* موجود در جدول ۳، نشان‌دهنده ارتباط موجود بین نوع شیء یادگیری و ابعاد سبک یادگیری است. محتوای ارائه شده به یادگیرنده شامل: درس‌نامه اصلی و اشیای یادگیری متناسب با ابعاد سبک یادگیری اوست. قالب این محتوا براساس بعد درون‌داد سبک یادگیری یادگیرنده تعیین می‌شود؛ بدین صورت که به افراد بصری، محتوا با قالب تصویری/ویدئویی و به افراد کلامی، محتوا با قالب متنی/صوتی ارائه می‌گردد. همچنین، شیوه ارائه محتوای درسی، براساس بعد فهم، به‌صورت متوالی با استفاده از مسیرهایی بین موضوعات مختلف درسی و یا به‌صورت کلی است. پس از تعیین سبک یادگیری یادگیرنده، محتوای درسی طبق مطالب بیان شده در دو حالت مختلف منطبق یا نامنطبق ایجاد و قابل ارائه به او است. زمان مطالعه درس آزاد است و یادگیرندگان پس از ورود به درس می‌توانند هر مقدار که لازم می‌دانند درس را مطالعه نمایند. نمونه‌ای از درس ارائه شده در دو حالت مختلف منطبق و نامنطبق، در شکل ۳ قابل مشاهده است.

The figure shows two screenshots of an educational interface. Screenshot A (top) is titled 'طبقه بند پنجره پارزن' and features a diagram of a circle with a radius  $R=7$  and a square inscribed within it. The text on the right side of the interface is in Persian and discusses the relationship between the circle and the square. Screenshot B (bottom) is also titled 'طبقه بند پنجره پارزن' and features a similar diagram. The text on the right side of the interface is in Persian and discusses the relationship between the circle and the square. Both screenshots include a sidebar with buttons for 'درسامه', 'مثال اول', 'مثال دوم', and 'الگوریتم'. Screenshot A has a green circle with the letter 'A' inside, and Screenshot B has a red circle with the letter 'B' inside.

شکل ۳: نمونه درس قابل ارائه به یادگیرنده‌ای با سبک یادگیری؛ متوالی، کلامی، شهودی و تأملی. الف) درس منطبق با سبک یادگیری، ب) درس نامنطبق با سبک یادگیری  
Fig. 3: Sample lesson for presentation to a learner with learning styles; sequential, verbal, intuitive, and reflective. A) lesson aligned with learning style, B) lesson misaligned with learning style.

بر سبک یادگیری‌شان ارائه و نتایج آزمون‌ها و پرسش‌نامه‌ها جمع‌آوری شد. در مرحله سوم، نتایجی که در مرحله قبل به دست آمده بودند، تحت تحلیل‌های آماری قرار گرفتند تا تأثیر آموزش شخصی‌سازی شده بر عملکرد و بار شناختی یادگیرندگان ارزیابی شود.

### نتایج و بحث

در آزمایشی، به وسیله سامانه طراحی شده، به دو گروه از شرکت‌کنندگان محتوای آموزشی به صورت منطبق و نامنطبق براساس سبک یادگیری‌شان ارائه گردید که در این بخش به بیان و بررسی نتایج به دست آمده می‌پردازیم. همان‌طور که بیان شد، شرکت‌کنندگان به صورت تصادفی به دو گروه کنترل و آزمایش تقسیم شدند. به گروه کنترل، درس نامنطبق و به گروه آزمایش، درس منطبق بر سبک یادگیری‌شان ارائه شد. اطلاعات شرکت‌کنندگان در این آزمایش شامل: فراوانی و سن آن‌ها، در جدول ۴ ارائه شده است.

شرکت‌کنندگان پس از ورود به سامانه به سؤالات پرسش‌نامه شاخص سبک یادگیری فلدر-سیلورمن پاسخ دادند. براساس نتایج این پرسش‌نامه، سبک یادگیری هریک آن‌ها مشخص شد. نمودار توزیع فراوانی و درصد فراوانی شرکت‌کنندگان، در هریک از ابعاد سبک یادگیری فلدر-سیلورمن در شکل ۴ قابل مشاهده است.

### پرسش‌نامه شاخص بار کاری ناسا

پرسش‌نامه شاخص بار کاری ناسا از شش بعد یا زیرمقیاس تشکیل شده است که جنبه‌های مختلف بار شناختی را دربرمی‌گیرد. این شش بعد عبارتند از: فشار ذهنی، فشار فیزیکی، فشار زمانی، کارایی، تلاش و سطح ناکامی و سرخوردگی. در نتیجه این پرسش‌نامه، هر بعد در مقیاس ۰ تا ۱۰۰ امتیاز دارد که امتیاز بالاتر نشان‌دهنده بار شناختی بیشتر است. در نهایت، نتایج امتیازهای مختلف با هم ترکیب شده و یک اندازه‌گیری کلی از بار شناختی فراهم می‌شود [۳۶]. اعتبارسنجی پرسش‌نامه شاخص بار کاری ناسا توسط مطالعات موجود انجام شده و از نظر پایایی و روایی مورد تایید قرار گرفته است [۵۳].

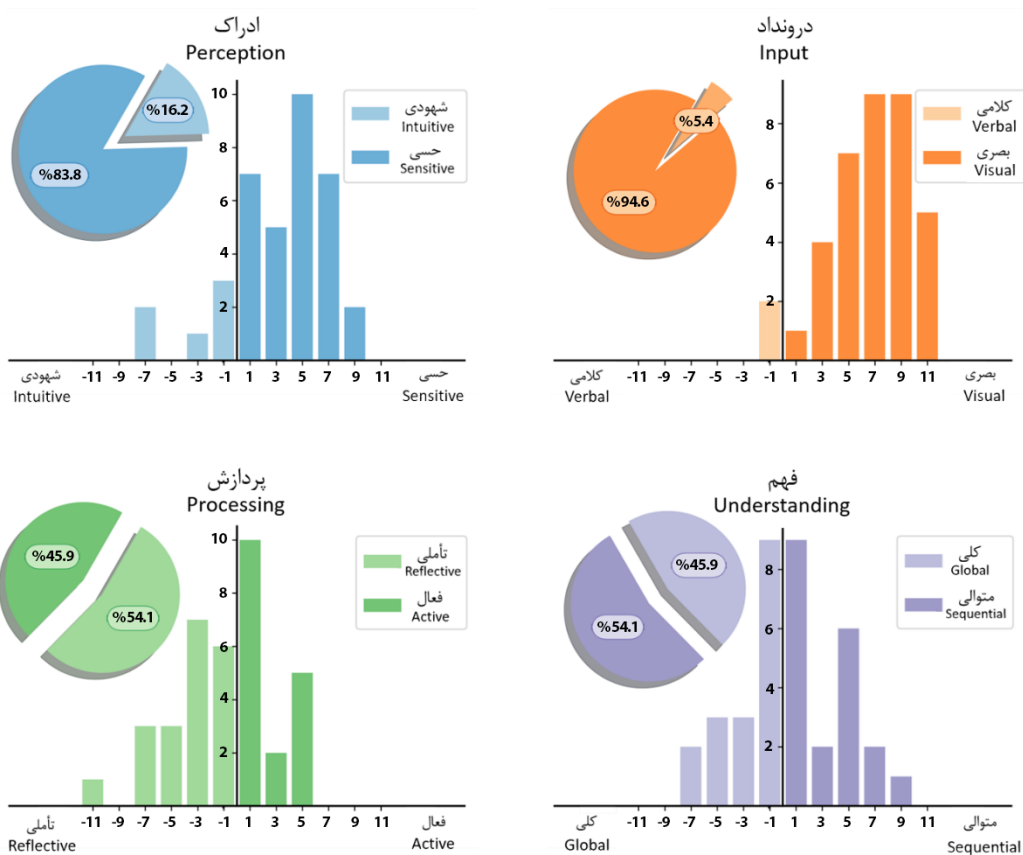
### مراحل کلی پژوهش

در حالت کلی این پژوهش را می‌توان به سه مرحله تقسیم کرد. مرحله اول مربوط به طراحی و پیاده‌سازی سامانه آموزشی است که در این مرحله محتوای درسی و آزمون‌ها طراحی و ایجاد گردیدند. همچنین پرسش‌نامه‌های عنوان شده، در قالب صفحات وب پیاده‌سازی و در سامانه مذکور قرار گرفتند. در مرحله دوم، آزمایشی با استفاده از سامانه طراحی شده انجام شد. در این آزمایش به گروهی از شرکت‌کنندگان، محتوای آموزشی به صورت منطبق و به گروهی دیگر به صورت نامنطبق

جدول ۴: اطلاعات شرکت کنندگان در آزمایش بررسی تأثیر آموزش شخصی سازی شده

Table 4: Participants' information in the study examining the impact of personalized education

آزمایش Experiment	کنترل Control	کل شرکت کنندگان Total Participants	مشخصه Characteristic
20	17	37	تعداد Number
20.4 – 0.9	20.3 – 2.2	20.3 – 1.0	میانگین - انحراف معیار سن Mean - Standard deviation of age
17	11	28	تعداد آقایان Number of men
20.4 – 0.9	20.6 – 1.2	20.5 – 1.1	میانگین - انحراف معیار سن آقایان Mean - Standard deviation of age in men
3	6	9	تعداد خانمها Number of women
20.3 – 0.4	19.5 – 0.5	19.7 – 0.6	میانگین - انحراف معیار سن خانمها Average - Standard deviation of the age of women



شکل ۴: نمودار توزیع فراوانی و درصد فراوانی شرکت کنندگان، در هر یک از ابعاد سبک یادگیری فلدر-سیلورمن

Fig. 4: The Histogram and the percentage of participants in each dimension of the Felder-Silverman learning style

نسبت به محتوای درس، قرار دارند. با توجه به محدود بودن تعداد شرکت کنندگان، در ادامه برای بررسی دقیق تر سطح معناداری اختلاف نتایج دو گروه و قابلیت تعمیم پذیری آنها، از آزمون تی مستقل (Independent T-Test) استفاده کردیم.

میانگین نمرات پیش آزمون و پس آزمون همه شرکت کنندگان و گروه های کنترل و آزمایش در جدول ۵ ارائه شده است. همچنین نتایج آزمون آماری تی که برای بررسی معناداری تفاوت نمرات دو گروه انجام شده است، در جدول ۵ قابل مشاهده است.

براساس نتایج به دست آمده، سبک یادگیری شرکت کنندگان در هر دو حالت ابعاد فهم و پردازش، تقریباً به مقدار برابری توزیع شده است. این در حالی است که با توجه به نتایج مربوط به بعد درونداد (بصری و کلامی)، بیشتر شرکت کنندگان دارای سبک بصری هستند. همچنین در بعد ادراک نیز تعداد شرکت کنندگان با سبک حسی، با اختلاف قابل توجهی از تعداد شرکت کنندگان با سبک شهودی، بیشتر هستند. مقایسه نمرات به دست آمده در پیش آزمون نشان داد که هر دو گروه کنترل و آزمایش قبل از شروع درس، در سطح یکسانی از نظر دانش

جدول 6: نتایج تحلیل کوواریانس یک طرفه برای مقایسه میزان یادگیری با کنترل اثر پیش‌آزمون

Table 6: Results of one-way ANCOVA for comparing learning with pretest control effect

ارزش P-value	آماره F-values	مجموع مربعات Sum of squares	درجه آزادی Degrees of freedom	منبع تغییرات Source
0.21	1.56	401.90	1	گروه Group
0.03	5.10	1308.52	1	پیش‌آزمون Pre-test
-	-	8718.18	34	خطا Residual

جالب است، میانگین نمرات پس‌آزمون و اختلاف نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون، در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل بالاتر است؛ این در حالی است که در پیش‌آزمون، گروه کنترل نمرات بالاتری را نسبت به گروه آزمایش کسب کرده بودند. اگرچه گروه آزمایش (مطالعه درس منطبق بر سبک یادگیری‌شان)، نسبت به گروه آزمایش (مطالعه درس نامنطبق بر سبک یادگیری‌شان)، عملکرد قابل قبولی را ارائه دادند، ولی سطح معناداری قابل قبولی در این تفاوت‌ها مشاهده نشد. در نهایت، براساس تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده، ارائه آموزش شخصی‌سازی شده با استفاده از سامانه طراحی شده باعث افزایش معنادار نمرات پس‌آزمون نشد.

برخلاف نمرات پس‌آزمون، اختلاف معناداری در امتیازهای بار شناختی گزارش شده توسط شرکت‌کنندگان دو گروه، مشاهده شد. توزیع، میانگین و خطای استاندارد میانگین امتیازهای پرسش‌نامه شاخص بار کاری ناسا، برای دو گروه کنترل و آزمایش در شکل 6 ارائه شده است. همان‌طور که در شکل 6 نیز مشخص است، میانگین بار شناختی گروه کنترل نسبت به گروه آزمایش بیشتر است. همچنین این تفاوت با مقدار  $p=0/02$ ، از نظر آماری معنادار است. باتوجه به نتایج به دست آمده، ارائه آموزش شخصی‌سازی شده به وسیله سامانه طراحی شده باعث کاهش بار شناختی شد. جزئیات میانگین نمرات آزمون‌ها و امتیازهای پرسش‌نامه شاخص بار کاری ناسا، برای دو گروه کنترل و آزمایش، همچنین مقدار  $p$  به دست آمده از مقایسه نتایج دو گروه، در جدول 7 ارائه شده است.

جدول 5: میانگین نمرات آزمون‌ها، همچنین مقدار  $p$  به دست آمده از مقایسه نمرات Table 5: The average exam scores, as well as the p-value obtained from comparing scores

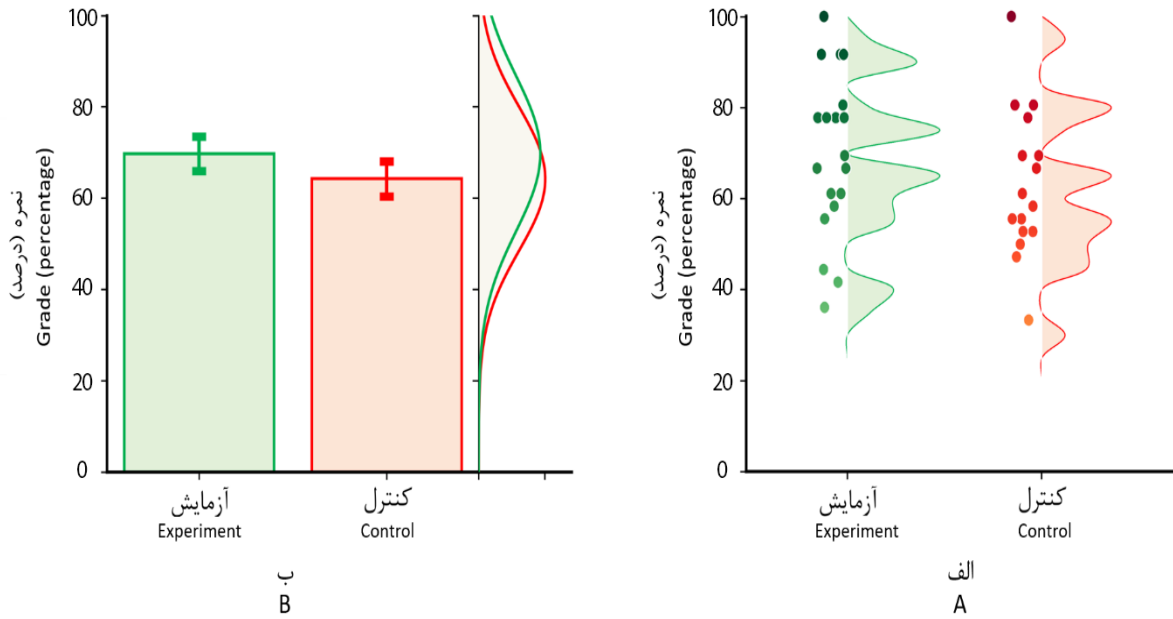
ارزش P-value	پس‌آزمون Post-test	پیش‌آزمون Pre-test	گروه Group
0.00	64.21	7.64	کنترل Control
0.00	69.71	5.16	آزمایش Examination
0.00	67.18	6.30	کل شرکت‌کنندگان Total Participants

همان‌طور که در جدول بالا قابل مشاهده است، میانگین نمرات پیش‌آزمون مربوط به همه شرکت‌کنندگان و هر یک از گروه‌های کنترل و آزمایش نسبت به میانگین نمرات پس‌آزمون‌شان کمتر بوده و این تفاوت از نظر آماری معنادار است. این نتایج، بیانگر این موضوع است که همه شرکت‌کنندگان قبل از مطالعه درس تسلط کافی به مباحث ارائه شده نداشته‌اند و پس از مطالعه درس یادگیری اتفاق افتاده است که در نتیجه آن نمرات پس‌آزمون به شکل معناداری افزایش یافته است.

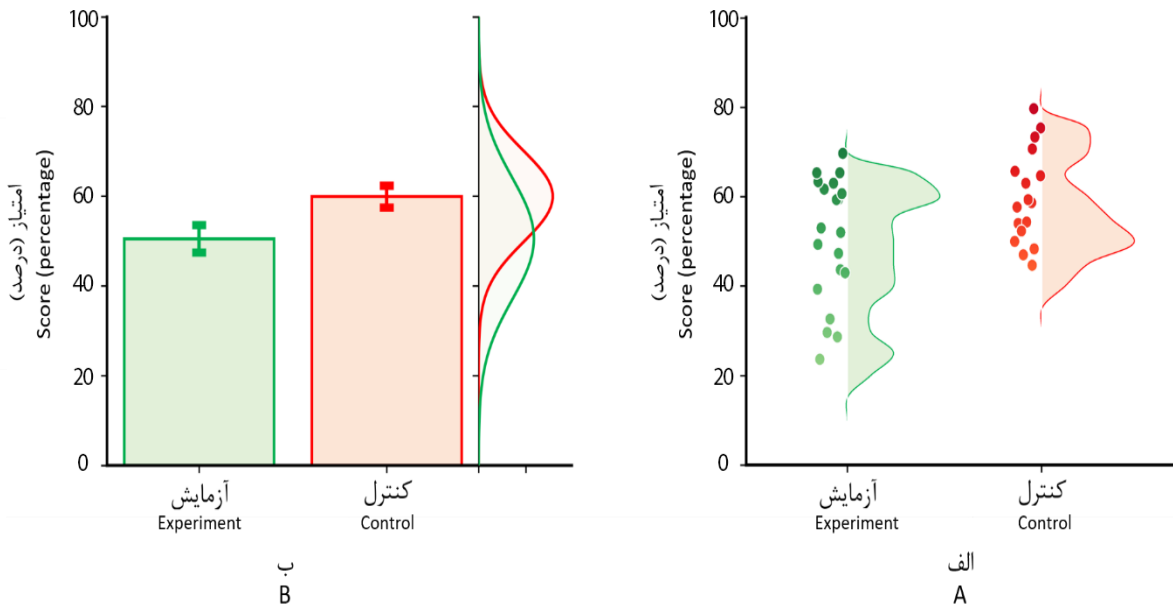
در مقایسه پیش‌آزمون دو گروه، مقدار  $p=0/57$  به دست آمد که بیانگر عدم وجود اختلاف معناداری بین نمرات پیش‌آزمون دو گروه است. توزیع، میانگین و خطای استاندارد میانگین نمرات پس‌آزمون دو گروه در شکل 5 ارائه شده است. علی‌رغم این که میانگین نمرات گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل بیشتر است، باتوجه به مقدار  $p=0/33$ ، تفاوت معناداری در این اختلاف مشاهده نشد.

در مقایسه اختلاف نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون دو گروه که به نوعی بیانگر پیشرفت تحصیلی یادگیرندگان است، مقدار  $p=0/17$  به دست آمد که بیانگر عدم وجود اختلاف معناداری بین آن‌هاست. همچنین، جهت بررسی این فرض که آیا شیوه آموزش شخصی‌سازی شده در این پژوهش بر میزان یادگیری (نمره پس‌آزمون) شرکت‌کنندگان با کنترل اثر پیش‌آزمون تأثیرگذار است یا خیر، از روش تجزیه و تحلیل کوواریانس یک طرفه استفاده شد. نخست آزمون همسانی خطای واریانس لاون برای متغیر وابسته انجام شد که نتایج به دست آمده بیانگر عدم وجود تفاوت معناداری ( $p>0/05$ ) در واریانس‌ها بود. نتایج حاصل از تحلیل کوواریانس یک طرفه در جدول 6 ارائه شده است. همان‌طور که در نتایج جدول 6 نیز قابل مشاهده است؛ با کنترل پیش‌آزمون، در نمرات پس‌آزمون شرکت‌کنندگان گروه کنترل و آزمایش تفاوت معناداری ( $p>0/05$ ) مشاهده نشد.





شکل ۵: الف) نمودار توزیع فراوانی نمرات پس آزمون دو گروه کنترل و آزمایش، ب) میانگین و خطای استاندارد نمرات پس آزمون دو گروه کنترل و آزمایش  
 Fig. 5: A) Frequency distribution chart of post-test scores for two groups, control and experimental, B) Mean and standard error of post-test scores for two groups, control and experimental



شکل ۶: الف) نمودار توزیع فراوانی امتیازهای پرسش نامه شاخص بار کاری ناسا برای دو گروه کنترل و آزمایش، ب) میانگین و خطای استاندارد امتیازهای پرسش نامه شاخص بار کاری ناسا برای دو گروه کنترل و آزمایش  
 Fig. 6: A) The frequency distribution chart of NASA TLX scores for two groups, control and experimental, B) The mean and standard error of NASA TLX scores for the two groups, control and experimental

جدول ۷: میانگین نمرات آزمون‌ها و امتیازهای پرسش‌نامه شاخص بار کاری ناسا، همچنین مقدار p به دست آمده از مقایسه نتایج دو گروه، برای دو گروه کنترل و آزمایش  
Table 7: The average exam and NASA TLX scores, as well as the p-value obtained from comparing the results of two groups, for both the control and experimental groups

ارزش-p P-value	آزمایش Examination	کنترل Control	نام آزمون و پرسش‌نامه Name of the test and questionnaire
0.57	5.16	7.64	پیش‌آزمون pre-test
0.33	69.71	64.21	پس‌آزمون post-test
0.17	64.55	56.56	اختلاف نمرات پس‌آزمون و پیش‌آزمون The difference between post-test and pre-test
0.02	50.49	59.92	شاخص بار کاری ناسا NASA TLX

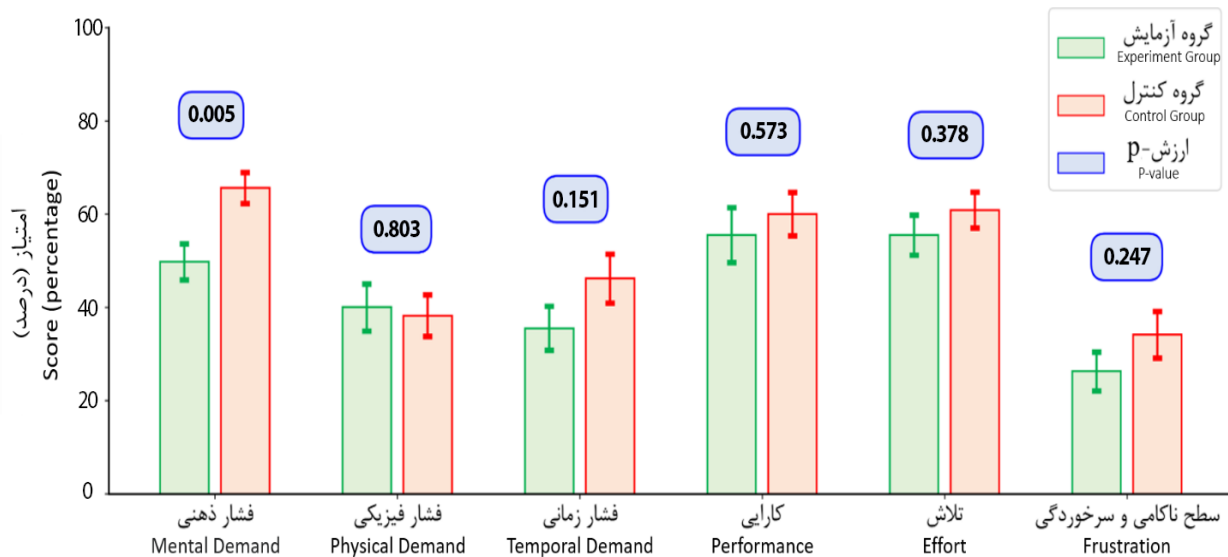
شده تأثیر معناداری بر روی همه ابعاد آن ندارد. ابعاد سطح ناکامی و سرخوردگی، تلاش، کارایی، زمانی و مکانی مربوط به گروه کنترل بیشتر از گروه آزمایش بود؛ ولی این تفاوت از نظر آماری معنادار نبود که شاید با افزایش تعداد داده‌ها این تفاوت‌ها نیز معنادار گردد.

بر اساس نتایج این پژوهش، رابطه مشخصی میان شخصی‌سازی آموزش و بار شناختی به دلیل متمایز کردن شیوه‌های یادگیری مختلف به هنگام طراحی و ارائه محتوای آموزشی برای هر فرد، وجود دارد که شیوه یا روش شخصی‌سازی، می‌تواند بار شناختی را کاهش یا افزایش دهد. توجه به نیازهای فردی در شخصی‌سازی آموزش در کنار امکان استفاده از بهینه‌ترین روش‌ها و اصول برای ارائه محتوا، می‌تواند جزو ویژگی‌های مهمی از این شیوه آموزش باشند که باعث تأثیرگذاری آن بر روی بار شناختی شده است. همچنین، زمانی که محتوای آموزشی به‌طور مستقیم با نیازها و ترجیحات فردی تطبیق داده می‌شود، تداخلات کاهش یافته که این امر موجب کاهش بار شناختی می‌شود. از طرفی وقتی یک فرد احساس کند که محتوا و روش آموزش مطابق با شخصیت و نیازهای او است، احتمال مشارکت بیشتر او در فرآیند یادگیری افزایش می‌یابد. شخصی‌سازی آموزش به فرد اطمینان می‌دهد که مسیر یادگیری بهینه‌ای پیش روی اوست، این اطمینان می‌تواند باعث افزایش اعتماد به نفس، کاهش استرس و افزایش تمرکز شود.

حال اگر در آموزش الکترونیکی که یکی از معایب اصلی آن عدم برخورداری از جذابیت کافی در مقایسه با آموزش‌های حضوری است، از این شیوه شخصی‌سازی محتوای آموزشی استفاده شود، فشار و بار شناختی در یادگیرندگان کاهش پیدا کرده و رضایتشان افزایش پیدا می‌کند. شخصی‌سازی آموزش به‌عنوان یک شیوه مناسب می‌تواند جایگاه آموزش الکترونیکی را بهبود بخشد و در کنار امکاناتی که آموزش الکترونیکی در اختیار کاربران قرار می‌دهد، آموزش در هر مکان و زمانی را به شیوه‌ای کارا تر ممکن سازد.

همان‌طور که بیان شد، پرسش‌نامه شاخص بار کاری ناسا دارای شش زیرمقیاس است که هر یک از این مقیاس‌ها هم امتیاز مخصوص خود را دارند. در واقع، نتیجه کلی این پرسش‌نامه که در شکل ۶ هم نشان داده شد، برآیندی از امتیازهای این شش زیرمقیاس است. همان‌طور که از نام پرسش‌نامه شاخص بار کاری ناسا پیداست، این پرسش‌نامه با هدف اندازه‌گیری بار کاری طراحی شده است. اما به‌طور کلی بار کاری ناسا از منظر میزان بار شناختی مطابق با تعاریف بار شناختی است؛ زیرا میزان تلاش ذهنی و پایان‌دادن کارها را اندازه می‌گیرد. میانگین و خطای استاندارد امتیازهای زیرمقیاس‌های این پرسش‌نامه، برای دو گروه کنترل و آزمایش، به همراه مقدار p حاصل از مقایسه امتیازهای دو گروه، در شکل ۷ قابل مشاهده است.

در بررسی زیرمقیاس‌های پرسش‌نامه شاخص بار کاری ناسا، اختلاف معناداری با مقدار  $p=0/05$ ، در فشار ذهنی مشاهده شد. در اکثر ابعاد، فشار گزارش شده توسط گروه کنترل بیشتر از گروه آزمایش است، ولی این تفاوت در فشار ذهنی از نظر آماری معنادار است. مفهوم فشار ذهنی با بار شناختی مرتبط است که تأثیر مستقیمی بر یادگیری و اجرای وظایف ذهنی یادگیرندگان دارد. در نهایت با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان ادعان نمود که ارائه آموزش شخصی‌سازی شده به وسیله سامانه طراحی شده در این پژوهش، کاهش بار شناختی را به دنبال داشته است. بر اساس نتایج به دست آمده شخصی‌سازی محتوای آموزشی با روش ارائه شده در این مقاله، تفاوتی را در نمرات یادگیرندگان ایجاد نکرد؛ ولی توانست بار شناختی را به‌صورت معناداری کاهش دهد. یادگیرندگانی که به شیوه منطبق بر سبک یادگیری‌شان آموزش دیده بودند توانستند با بار شناختی کمتری نسبت به گروهی که محتوای آموزشی نامنطبق بر سبک یادگیری‌شان دریافت کرده بودند، عملکرد یکسانی را در پس‌آزمون ارائه دهند. با وجود این که در مقایسه نتیجه کلی بار کاری ناسا، تفاوت معناداری بین گروه منطبق و نامنطبق دیده شد ولی جزئیات نمرات ناسا بیانگر این موضوع بود که شخصی‌سازی آموزش به شیوه ارائه



شکل ۷: نمودار میانگین و خطای استاندارد امتیازهای زیرمقیاس‌های پرسش‌نامه شاخص بار کاری ناسا، برای دو گروه کنترل و آزمایش، به همراه مقدار p حاصل از مقایسه امتیازهای دو گروه

Fig. 7: Plot of mean and standard error of scores of NASA TLX dimension for control and experimental groups, along with the p-value resulting from the comparison of the scores of two groups

پژوهش ارائه یک روش برای شخصی‌سازی محتوای آموزشی براساس سبک یادگیری و بررسی تأثیر این شیوه شخصی‌سازی بر بارشناختی یادگیرندگان است. در صورتی که این شیوه ارائه محتوا سبب کاهش بار شناختی یادگیرندگان گردد، می‌تواند کمک شایانی به آموزش الکترونیکی کند و با پوشش برخی از خلأهای آن رضایتمندی کاربران را افزایش دهد.

در این پژوهش، پس از بررسی مطالعات، سامانه آموزشی هوشمندی با هدف بررسی تأثیر آموزش شخصی‌سازی شده بر بار شناختی یادگیرندگان، طراحی و پیاده‌سازی شد. سامانه طراحی‌شده در این پژوهش، به صورت خودکار و برخط آموزش را در دو حالت منطبق و نامنطبق بر سبک یادگیری یادگیرندگان، ایجاد و به آن‌ها ارائه می‌کند. شخصی‌سازی محتوای آموزشی در سامانه مذکور براساس مدل معروف و پرکاربرد سبک یادگیری انجام می‌گیرد. در مسیر این سامانه، یادگیرنده باید به سؤالات پیش‌آزمون، پس‌آزمون و شاخص بار کاری ناسا پاسخ دهد. در نتیجه آزمایشی که با سامانه یادشده انجام شد، تفاوت معناداری ( $P=0/33$ ) در عملکرد شرکت‌کنندگان گروه کنترل و آزمایش، براساس نتیجه پس‌آزمونشان دیده نشد؛ ولی در بررسی میزان بار شناختی به دست آمده توسط پرسش‌نامه شاخص بار کاری ناسا، شاهد اختلاف معناداری با مقدار  $P=0/02$  بین گروه کنترل و آزمایش بودیم. گروه آزمایش، که درس شخصی‌سازی شده منطبق بر سبک یادگیری خود دریافت کرده بودند، توانستند با تجربه فشار و بار ذهنی کمتری نسبت به گروه کنترل، که درسی نامنطبق بر سبک یادگیری‌شان دریافت کرده بودند، نمرات پس‌آزمون یکسانی را کسب کنند. در واقع شخصی‌سازی آموزش به شیوه ارائه شده و براساس سبک یادگیری توانست بار شناختی یادگیرندگان را کاهش دهد. این امر به این معنا است که یادگیرندگان اگر آموزشی مطابق با سلیقه و علایق خود دریافت

به‌عنوان برخی از محدودیت‌های انجام این پژوهش می‌توان به طولانی بودن روند انجام آزمایش، جمع‌آوری داده‌ها، یافتن شرکت‌کنندگان با انگیزه و مسئولیت‌پذیر اشاره نمود. همچنین با توجه به این که صحت نتایج به دست آمده، مستلزم انجام آزمایش به صورت حضوری بود، ایجاد مکان و امکانات مناسب جهت انجام آزمایش و اخذ داده، یکی دیگر از چالش‌هایی این پژوهش بود. برای پژوهش‌های آینده پیشنهاد می‌شود به جای استفاده از سبک یادگیری برای شخصی‌سازی محتوای آموزشی از ترجیحات یادگیرنده یا ترکیب این دو استفاده شود. همچنین می‌توان علاوه بر اندازه‌گیری عملکرد و بار شناختی کلی که پس از ارائه درس شخصی‌سازی شده انجام می‌شود، هنگام مطالعه درس نیز آن‌ها را به صورت لحظه‌ای پیش‌بینی و مطابق با نتایج به دست آمده، درس را بروز کرد.

## نتیجه‌گیری

وجود تفاوت‌های فردی در شیوه یادگیری، اهمیت شخصی‌سازی آموزش را دوچندان می‌کند. پیشرفت روزافزون ابزارهای آموزش الکترونیکی و افزایش استقبال از آن‌ها، محیط آموزش الکترونیکی را به بستری مناسب برای ارائه آموزش از راه دور تبدیل کرده است. از طرفی این محیط، با توجه به امکانات و ویژگی‌هایی که دارد، مسیر ارائه آموزش شخصی‌سازی شده (مقابل روش سنتی «یک آموزش برای همه») را هموار می‌کند. در سال‌های اخیر پژوهش‌های زیادی در این حوزه انجام شده است که غالباً بر این باورند سبک یادگیری به‌عنوان یکی از ویژگی‌های فردی، عامل مهم و کارآمدی در شخصی‌سازی یادگیری است. در همین راستا مطالعاتی با هدف ارائه آموزش شخصی‌سازی‌شده و بررسی تأثیر آن بر عملکرد و میزان رضایت یادگیرندگان انجام شده است. هدف از این

[7] Othmane Z, DEROUICH A, TALBI A. A comparative study of the Most influential learning styles used in adaptive educational environments. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. 2019;10(11).

[8] Amit K, Ninni S, Jyothi AN. Learning styles based adaptive intelligent tutoring systems: Document analysis of articles published between 2001. and 2016. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education*. 2017;5(2):83-98.

[9] Lee J, Park O-C. Adaptive instructional systems. *Handbook of research on educational communications and technology*: Citeseer; 2008. p. 469-84.

[10] Schwartz L, Clark S, Cossarin M, Rudolph J. 27. Educational Wikis: Features and selection criteria. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*. 2004;5(1):1-6.

[11] Tawafak RM, AlSideir A, Alfarsi G, Al-Nuaimi MN, Malik SI, Jabbar J. E-learning vs. traditional learning for learners satisfaction. *E-learning*. 2019;29(3):388-97.

[12] Kulagić S, Mujačić S, Serdarević IK, Kasapović S, editors. Influence of learning styles on improving efficiency of adaptive educational hypermedia systems. 2013 12th International conference on information technology based higher education and training (ITHET); 2013: IEEE.

[13] Liu G-Z, J. Spector, M. Merrill, J.J.G. Van Merriënboer, M. Driscoll, and L. Erlbaum. *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*. Edition r, editor 2010.

[14] Fatahi S, Moradian S. An Empirical Study on the Impact of Using an Adaptive e-Learning Environment Based on Learner's Personality and Emotion. *International Association for Development of the Information Society*. 2018.

[15] Katsaris I, Vidakis N. Adaptive e-learning systems through learning styles: A review of the literature. *Advances in Mobile Learning Educational Research*. 2021;1(2):124-45.

[16] Alshammari M, Anane R, Hendle RJ, editors. An E-Learning Investigation into Learning Style Adaptivity. 2015 48th Hawaii International Conference on System Sciences; 2015 5-8 Jan. 2015.

[17] Griggs SA, Dunn R. *Multiculturalism and Learning Style*. 1998.

[18] Honey P, Mumford A. *The Manual of Learning Styles*: Peter Honey; 1986.

[19] De Cecco JP, Crawford WR. *The Psychology of Learning and Instruction: Educational Psychology*: Prentice-Hall; 1974.

[20] Woolfolk A, Shaughnessy MF. An interview with Anita Woolfolk: The educational psychology of teacher efficacy. *Educational psychology review*. 2004;16(2):153-76.

[21] Rezaei A. Relationship between Kolb's learning modes and Honey and Mumford's learning styles with students' age and

کنند، بار و فشار کمتری را هنگام یادگیری متحمل شده و به طبع آن رضایتشان از فرآیند آموزش و یادگیری افزایش پیدا می‌کند.

### مشارکت نویسندگان

مقاله پیش‌رو نتیجه یک کار پژوهشی انجام‌شده در مقطع کارشناسی ارشد است. نویسنده اول مسئولیت انجام کلیه مراحل شامل طراحی و پیاده‌سازی سامانه، نمونه‌گیری، تحلیل داده‌ها، تولید محتوای نهایی، تدوین و نگارش مقاله را بر عهده داشته است. نویسنده دوم و سوم به‌عنوان مشاوران و راهنمایان پژوهش در این پروژه، در جنبه‌های مختلف مانند توسعه سامانه، به‌کارگیری تئوری‌های ضروری، طراحی آزمایشات، نمونه‌گیری، جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل نتایج و ارزیابی آن‌ها، و همچنین نگارش مقاله به فرآیند پژوهش کمک کردند.

### تشکر و قدردانی

این مقاله در قالب طرح تحقیقاتی، تحت حمایت صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (Iran National Science Foundation: INSF) و ستاد توسعه علوم و فناوری‌های شناختی با شماره طرح پژوهشی ۴۰۱۵۶۶۹ و مصوبه ۱۴۰۲/۰۴/۲۶ تدوین و ارائه شده است. نویسندگان این مقاله بر خود الزام می‌دانند از حمایت‌های صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور و ستاد توسعه علوم و فناوری‌های شناختی در راستای انجام پژوهش ارائه‌شده، کمال تشکر و قدردانی را به‌عمل آورند.

### تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

### منابع و مأخذ

[1] Moore MG, Kearsley G. *Distance Education: A Systems View of Online Learning*: Cengage Learning; 2011.

[2] Qian Z, Jie L, Guangquan Z. Recommender Systems in E-learning. *Recommender Systems in E-learning*. 2021;1(2):76-89.

[3] Moatari M, pazouki E, Ebrahimpour R. Intelligent learners' cognitive style detection based on their interaction in the English language teaching system. *Technology of Education Journal (TEJ)*. 2022;17(1):209-32. [In Persian]

[4] Minn S. AI-assisted knowledge assessment techniques for adaptive learning environments. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2022;3:100050.

[5] Essalmi F, Ayed LJB, Jemni M, Graf S. A fully personalization strategy of E-learning scenarios. *Computers in Human Behavior*. 2010;26(4):581-91.

[6] Huang M-J, Huang H-S, Chen M-Y. Constructing a personalized e-learning system based on genetic algorithm and case-based reasoning approach. *Expert Systems with applications*. 2007;33(3):551-64.

- [34] Sweller J, van Merriënboer JJ, Paas F. Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational Psychology Review*. 2019;31:261-92.
- [35] Hart SG, editor NASA-task load index (NASA-TLX); 20 years later. *Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting*; 2006: Sage publications Sage CA: Los Angeles, CA.  
<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/154193120605000909>
- [36] Hart SG, Staveland LE. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research. In: Hancock PA, Meshkati N, editors. *Advances in Psychology*. 52: North-Holland; 1988. p. 139-83.
- [37] Latifzadeh K, Amiri S, Bosaghzadeh A, Rahimi M, Ebrahimpour R. Evaluating cognitive load of multimedia learning by eye-tracking data analysis. *Technology of Education Journal (TEJ)*. 2020;15(1):33-50. [In Persian]
- [38] Farkish A, Bosaghzadeh A, Amiri SH, Ebrahimpour R. Evaluating the effects of educational multimedia design principles on cognitive load using EEG signal analysis. *Education and Information Technologies*. 2023;28(3):2827-43.
- [39] Samonte MJ, Acuña GEO, Alvarez LAZ, Miraflores JM. A Personality-Based Virtual Tutor for Adaptive Online Learning System. *International Journal of Information and Education Technology*. 2023;13(6).
- [40] Karagiannis I, Satratzemi M, editors. Implementation of an adaptive mechanism in Moodle based on a hybrid Dynamic User Model. *The Challenges of the Digital Transformation in Education: Proceedings of the 21st International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL2018)-Volume 1*; 2020: Springer.
- [41] Sanjabi T, Montazer GA, editors. Personalization of E-learning environment using the Kolb's learning style model. 2020 6th International conference on web research (ICWR); 2020: IEEE.
- [42] Agarwal A, Mishra DS, Kolekar SV. Knowledge-based recommendation system using semantic web rules based on Learning styles for MOOCs. *Cogent Engineering*. 2022;9(1):2022568.  
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/23311916.2021.2022568>
- [43] Qaffas AA, Idrees AM, Khedr AE, Kholeif SA. A Smart Testing Model Based on Mining Semantic Relations. *IEEE Access*. 2023;11:30237-46.
- [44] Bayounes W, Saâdi IB, Kinshuk. Toward an intentional model aware of learner cognitive traits for pedagogical process guidance. *Smart Learning Environments*. 2023;10(1):25.
- academic performance. *Educational Psychology*. 2010;6(18):1-20. [In Persian]
- [22] Felder R. Learning and Teaching Styles in Engineering Education. *Journal of Engineering Education -Washington-*. 1988;78:674-81.
- [23] Hawk TF, Shah AJ. Using learning style instruments to enhance student learning. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*. 2007;5(1):1-19.  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1540-4609.2007.00125.x>
- [24] Fleming ND. I'm different; not dumb. Modes of presentation (VARK) in the tertiary classroom. *Research and Development in Higher Education, Proceedings of the Annual Conference of the Higher Education and Research Development Society of Australasia*. 1995;18, 308-313.
- [25] Kolb AY. The Kolb learning style inventory-version 3.1 2005 technical specifications. Boston, MA: Hay Resource Direct. 2005;200(72):166-71.
- [26] Kolb DA. *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*: FT press; 2014.
- [27] Graf S, Viola SR, Leo T, Kinshuk n. In-Depth Analysis of the Felder-Silverman Learning Style Dimensions. *Journal of Research on Technology in Education*. 2007;40(1):79-93.  
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15391523.2007.10782498>
- [28] Graf S, Liu T-C, Chen N-S, Yang SJ. Learning styles and cognitive traits—Their relationship and its benefits in web-based educational systems. *Computers in Human Behavior*. 2009;25(6):1280-9.
- [29] Truong HM. Integrating learning styles and adaptive e-learning system: Current developments, problems and opportunities. *Computers in Human Behavior*. 2016;55:1185-93.
- [30] Nafea SM, Siewe F, He Y. On Recommendation of Learning Objects Using Felder-Silverman Learning Style Model. *IEEE Access*. 2019;7:163034-48.
- [31] Liyanage MPP, KS LG, Hirakawa M. Detecting learning styles in learning management systems using data mining. *Journal of Information Processing*. 2016;24(4):740-9.
- [32] Schafer JB, Frankowski D, Herlocker J, Sen S. Collaborative filtering recommender systems. *The adaptive web: methods and strategies of web personalization*: Springer; 2007. p. 291-324.
- [33] IEEE Standard for Learning Object Metadata. *IEEE Std 1484121-2020*. 2020:1-50.



✉ majidabedin95@gmail.com



**احسان پازوکی** از سال ۱۳۹۴ به عنوان هیأت علمی با رتبه استادیاری در گروه هوش مصنوعی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی فعالیت‌های علمی، تحقیقاتی و آموزشی خود را آغاز کردند. ایشان در سال ۱۳۸۴ مدرک کارشناسی خود را در رشته مهندسی کامپیوتر گرایش نرم‌افزار از دانشگاه علم و صنعت ایران با کسب رتبه دوم دریافت کردند. در ادامه تحصیلات دانشگاهی، مدرک کارشناسی ارشد خود را در رشته مهندسی کامپیوتر گرایش هوش مصنوعی از دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) در سال ۱۳۸۷ با کسب رتبه اول دریافت کردند. همچنین در سال ۱۳۹۴ موفق به اخذ مدرک دکترا در رشته مهندسی کامپیوتر گرایش هوش مصنوعی از دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تحت سرپرستی و راهنمایی‌های جناب آقای دکتر رحمتی شدند. حوزه تخصصی دکتر پازوکی نظارت در نواحی گسترده است که شامل تنوعی از الگوریتم‌های پردازش ویدئو و تصویر بر روی شبکه‌های دوربین‌های نظارتی و کلان داده‌های حاصل از دوربین‌ها و سایر سنسورهای نظارتی است. ایشان از سال ۱۳۹۷ فعالیت‌های پژوهشی خود را در راستای ارائه زیرساخت‌های آموزشی هوشمند مبتنی بر مفاهیم علوم شناختی آغاز کرده‌اند.

**Pazouki, E. Assistant Professor, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran**

✉ ehsan.pazouki@sru.ac.ir



**رضا ابراهیم‌پور** استاد گروه پژوهشی علوم شناختی، پژوهشکده جامع علوم و فناوری‌های همگرا، دانشگاه صنعتی شریف می‌باشند. ایشان مدرک کارشناسی مهندسی برق-الکترونیک را در سال ۱۳۷۸ از دانشگاه مازنداران و مدرک کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی- بیوالکترونیک را در سال ۱۳۸۰ از دانشگاه تربیت مدرس دریافت نمودند. در فروردین ۱۳۸۱ به عنوان دانشجوی اولین دوره دکتری علوم اعصاب‌شناختی در پژوهشکده علوم‌شناختی، پژوهشگاه دانش‌های بنیادی (IPM) شروع به تحصیل نمودند و در سال ۱۳۸۶ موفق به اخذ مدرک دکتری تخصصی گردیدند. ایشان به عنوان پژوهشگر ارشد با پژوهشگاه دانش‌های بنیادی همکاری پژوهشی دارند. آقای دکتر ابراهیم‌پور بیش از ۱۰۰ مقاله علمی در مجلات و کنفرانس‌های علمی ارائه نموده‌اند و همچنین در کمیته علمی و داوری بالغ بر بیست مجله و کنفرانس علمی فعالیت داشته‌اند. ایشان سرگروه داوری گروه مکاترونیک جشنواره جوان خوارزمی و از منتخبین سرآمدان علمی کشور در سال ۱۳۹۴ می‌باشند. زمینه‌های تخصصی ایشان عبارتند از: علوم اعصاب‌شناختی، مدل‌سازی‌شناختی، بینایی انسان و ماشین.

[45] Jayasiriwardene S, Meedeniya D. An adaptive and interactive learning toolkit (iLearn). *Software Impacts*. 2023;15:100471.

[46] Amiri M, Mantazar G, editors. Homogeneous Grouping of e-Learners based on Felder-Silverman Model of their Learning Style. 2023 10th International and the 16th National Conference on E-Learning and E-Teaching (ICeLeT); 2023 28 Feb.-2 March 2023.

[47] Soloman BA, Felder RM. Index of learning styles questionnaire. NC State University Available online at: <http://www.engrncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html> (last visited on 1405 2010). 2005;70.

[48] Ghorbani F. Design a Personalized System Based On Learners Individual Attributes And Behavioral Signs in E-Learning Environment [dissertation]: Tarbiat Modares University; 2015. [In Persian]

[49] Samadi M. Study of Felder and slomon Psychometric Properties Questionnaire of learning styles. *New Educational Approaches* 2011;6(1):39-60.

[50] Karagiannis I, Satratzemi M. An adaptive mechanism for Moodle based on automatic detection of learning styles. *Education and Information Technologies*. 2018;23:1331-57.

[51] Borges G, Stiubiener I, editors. Recommending learning objects based on utility and learning style. 2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings; 2014: IEEE.

[52] Sweta S, Lal K. Personalized adaptive learner model in e-learning system using FCM and fuzzy inference system. *International Journal of Fuzzy Systems*. 2017;19(4):1249-60.

[53] Mohammadi M, Mazloumi A, Nasl seraji J, Zeraati H. Designing questionnaire of assessing mental workload and determine its validity and reliability among ICUs nurses in one of the TUMS's hospitals. *Journal of School of Public Health and Institute of Public Health Research*. 2013;11(2):87-96.

## معرفی نویسندگان

### AUTHOR(S) BIOSKETCHES



**مجید عابدین** مدرک کارشناسی خود را در رشته مهندسی کامپیوتر و در گرایش نرم‌افزار از دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی اخذ کرده و دوره کارشناسی ارشد را در رشته مهندسی کامپیوتر، گرایش هوش مصنوعی در همان دانشگاه به پایان رسانده است. حوزه تحقیقاتی وی در دوره کارشناسی ارشد، آموزش و پرورش شناختی است.

**Abedin, M. MSc, Artificial Intelligence, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran**

 ebrahimpour@sharif.edu

Ebrahimpour, R. Professor, Center for Cognitive Science,  
Institute for Convergence Science & Technology, Sharif  
University of Technology.

**Citation (Vancouver):** Abedin M, Pazouki E, Ebrahimpour R. [The Effect of Personalized Education Based on Learning Styles on Learners' Cognitive Load in E- Learning]. *Tech. Edu. J.* 2024; 18(4): 901-920

 <https://doi.org/10.22061/tej.2024.10376.3003>

