



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Flipped classroom and micro learning in the digital age: A comparative study on cognitive, emotional, and behavioral engagement of elementary school students

M. Asnavandi, R. Moradi*, M. Bagheri

Department of Human Sciences, Faculty of Human sciences, Arak University, Arak, Iran

ABSTRACT

Received: 30 April 2025
Reviewed: 15 June 2025
Revised: 29 July 2025
Accepted: 18 September 2025

KEYWORDS:

Flipped Classroom
Micro learning
Academic Engagement
Cognitive Load
Instructional Design

* Corresponding author

✉ r-moradi@araku.ac.ir

☎ (+98937) 2408016

Background and Objectives: In recent decades, the expansion of innovative educational technologies has profoundly transformed teaching–learning practices and has drawn the attention of researchers and educators to active, learner-centred approaches. Among these, the flipped classroom, by shifting direct instruction from the classroom to outside the school environment, provides more opportunities for interaction, practice, and critical thinking during class time. On the other hand, micro learning, by delivering content in short, purposeful, and accessible segments, enables gradual and personalized learning while helping to reduce cognitive load. Despite the growing use of these two approaches in advanced educational systems, there is still insufficient empirical evidence regarding their relative effectiveness on different dimensions of learning at lower educational levels. Since student engagement is recognized as a key indicator of academic success and sustained learning—encompassing cognitive, emotional, and behavioral dimensions—examining the impact of innovative teaching methods on engagement can offer valuable insights for improving the quality of education in elementary schools.

Methods: This study employed a quasi-experimental design with a pre-test-post-test control group. The statistical population comprised all female second-grade elementary school students in public schools in Arak city during the academic year 2023-2024. From this population, a convenience sample of 105 students was selected from a girls' elementary school and randomly assigned to three groups (flipped classroom, micro learning, and control). The research instruments included the standardized Reeve's Academic Engagement Scale and the Cognitive Load Questionnaire by Paas and Van Merriënboer. The educational intervention was conducted over 8 weeks, during which the flipped classroom group utilized pre-class instructional videos and interactive in-class activities, and the microlearning group benefited from short digital instructional content and supplementary sessions. The control group received traditional instruction. Data were analyzed using descriptive and inferential statistical methods (analysis of covariance).

Findings: Examination of statistical assumptions indicated that the necessary conditions for conducting the analysis of covariance (ANCOVA) were met. The results revealed a statistically significant difference between the groups in total academic engagement post-test scores after adjusting for the pre-test effect [$F(2, 100)=17.85, p<0.001, \eta^2=0.26$]. Pairwise comparisons demonstrated that micro learning yielded superior performance compared to both the flipped classroom and the control group across all dimensions of academic engagement (cognitive, emotional, and behavioral), as well as in reducing cognitive load [$F(2, 100)=39.52, p<0.001, \eta^2=0.44$] ($p<0.05$). A follow-up test three months later confirmed the sustained superiority of micro learning. While the flipped classroom also showed an advantage over the traditional method, its effectiveness was lower compared to micro learning.

Conclusion: The results of this study revealed that micro learning, due to its flexible structure, gradual delivery of content, and effectiveness in reducing cognitive load, can serve as a highly efficient instructional strategy for enhancing cognitive, emotional, and behavioral engagement among elementary school students. These findings highlight the importance of considering instructional design principles tailored to learners' cognitive and developmental

characteristics and suggest that integrating micro learning with conventional teaching methods can significantly improve the quality of teaching and learning processes. Moreover, the study underscores the necessity of teacher training and professional development in designing and implementing micro learning content. Familiarity with the principles of this approach can enable teachers to make creative use of educational technologies, foster students' academic motivation, and enhance their active participation in the classroom. Accordingly, it is recommended that educational policymakers and school administrators promote the effective application of micro learning by offering in-service training programs, specialized workshops, and capacity-building initiatives for teachers. Employing this approach has the potential to improve not only learning outcomes in science education but also in other subjects and instructional contexts.

COPYRIGHTS



© 2025 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

31



NUMBER OF FIGURES

0



NUMBER OF TABLES

4

مقاله پژوهشی

کلاس معکوس و یادگیری خرد در عصر دیجیتال: یک مطالعه مقایسه‌ای بر درگیری شناختی، عاطفی و رفتاری دانش‌آموزان دوره ابتدایی

محدثه اسناوندی، رحیم مرادی*، محسن باقری

گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه اراک، اراک، ایران

چکیده

پیشینه و اهداف: در دهه‌های اخیر، گسترش فناوری‌های نوین آموزشی موجب دگرگونی عمیق در شیوه‌های یاددهی و یادگیری شده و توجه پژوهشگران و معلمان را به روش‌های فعال و دانش‌آموزمحور جلب کرده است. در این میان، کلاس معکوس با جابه‌جایی نقش آموزش مستقیم از محیط کلاس به فضای خارج از مدرسه، فرصت بیشتری برای تعامل، تمرین و تفکر انتقادی در کلاس فراهم می‌کند. از سوی دیگر، یادگیری خرد با ارائه محتوا در قالب بخش‌های کوتاه، هدفمند و دسترس‌شده، امکان یادگیری تدریجی و شخصی‌سازی شده را ایجاد می‌کند و به کاهش بارشناختی کمک می‌کند. با وجود رشد روزافزون استفاده از این دو رویکرد در نظام‌های آموزشی پیشرفته، همچنان شواهد تجربی کافی درباره اثربخشی نسبی آن‌ها بر ابعاد مختلف یادگیری در مقاطع پایین‌تر تحصیلی در دسترس نیست. درگیری تحصیلی به‌عنوان شاخصی کلیدی برای موفقیت و تداوم یادگیری شناخته می‌شود و شامل ابعاد شناختی، عاطفی و رفتاری است، بررسی تأثیر روش‌های نوین تدریس بر آن می‌تواند راهگشای بهبود کیفیت آموزش در مدارس ابتدایی باشد.

روش‌ها: این مطالعه به روش شبه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون همراه با گروه کنترل انجام گرفت. جامعه آماری شامل کلیه دانش‌آموزان دختر پایه دوم ابتدایی مدارس دولتی شهر اراک در سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ بود. از این جامعه نمونه‌ای به حجم ۱۰۵ نفر از مدرسه ابتدایی دخترانه مهندس ابریشمی به روش در دسترس انتخاب و به صورت تصادفی در سه گروه (کلاس معکوس، یادگیری خرد و کنترل) تخصیص یافتند. ابزارهای پژوهش شامل پرسش‌نامه استاندارد درگیری تحصیلی ربو و پرسش‌نامه بارشناختی پاس و ون مرینبور بود. مداخله آموزشی به مدت هشت هفته اجرا شد که در آن گروه کلاس معکوس از ویدئوهای آموزشی پیش از کلاس و فعالیت‌های تعاملی حضوری و گروه یادگیری خرد از محتوای آموزشی کوتاه دیجیتال و جلسات تکمیلی بهره بردند؛ در حالی که گروه کنترل آموزش سنتی دریافت کرد. داده‌ها با روش‌های آماری توصیفی و استنباطی (تحلیل کوواریانس) تحلیل شدند.

تاریخ دریافت: ۱۰ اردیبهشت ۱۴۰۴
تاریخ داوری: ۲۵ خرداد ۱۴۰۴
تاریخ اصلاح: ۰۷ مرداد ۱۴۰۴
تاریخ پذیرش: ۲۷ شهریور ۱۴۰۴

واژگان کلیدی:

کلاس درس معکوس
یادگیری خرد
مشارکت تحصیلی
بار شناختی
طراحی آموزشی

* نویسنده مسئول

r-moradi@araku.ac.ir

۰۹۳۷-۲۴۰۸۰۱۶ (۳)

یافته‌ها: بررسی مفروضه‌های آماری نشان داد شرایط لازم برای اجرای تحلیل کوواریانس فراهم بوده است. نتایج حاکی از تفاوت معنادار بین گروه‌ها در نمرات درگیری تحصیلی کل پس از تعدیل اثر پیش‌آزمون بود ($F(2,100) = 17/85$). مقایسه‌های زوجی نشان داد یادگیری خرد در تمامی ابعاد درگیری تحصیلی (شناختی، عاطفی و رفتاری) و همچنین در کاهش بارشناختی ($F(2,100) = 39/52$, $p < 0/001$, $\eta^2 = 0/44$) عملکرد بهتری نسبت به کلاس معکوس و گروه کنترل ($p < 0/05$) داشته است. آزمون پیگیری دو هفته بعد پایداری برتری یادگیری خرد را تأیید کرد. کلاس معکوس نیز اگرچه نسبت به روش سنتی برتری نشان داد؛ اما اثربخشی آن در مقایسه با یادگیری خرد کمتر بود.

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان داد که یادگیری خرد به دلیل ساختار منعطف، ارائه تدریجی محتوا و توانایی در کاهش مؤثر بارشناختی، می‌تواند به‌عنوان راهبردی آموزشی کارآمد برای افزایش درگیری‌شناختی، عاطفی و رفتاری دانش‌آموزان دوره ابتدایی به کار گرفته شود. این یافته‌ها بر اهمیت توجه به اصول طراحی آموزشی متناسب با ویژگی‌های شناختی و رشدی یادگیرندگان تأکید می‌کند و بیانگر آن است که بهره‌گیری از یادگیری خرد در کنار روش‌های مرسوم، می‌تواند به ارتقای کیفیت فرایند تدریس و یادگیری کمک شایانی کند. علاوه بر این، نتایج پژوهش حاضر بر لزوم آموزش و توانمندسازی معلمان در زمینه طراحی و اجرای محتوای خرد یادگیری تأکید دارد؛ چراکه آشنایی با اصول این رویکرد می‌تواند زمینه‌ساز استفاده خلاقانه از فناوری‌های آموزشی، افزایش انگیزش تحصیلی و ارتقای سطح مشارکت فعال دانش‌آموزان شود. بر همین اساس، توصیه می‌شود سیاست‌گذاران و مدیران آموزشی با برگزاری دوره‌های ضمن خدمت، کارگاه‌های تخصصی و برنامه‌های توانمندسازی معلمان، زمینه کاربست مؤثر یادگیری خرد را در مدارس فراهم آورند. به‌کارگیری این رویکرد می‌تواند نه تنها کیفیت یادگیری در درس علوم، بلکه در سایر دروس و موقعیت‌های آموزشی را نیز ارتقا بخشد.

مقدمه

در دنیای امروز که فناوری با سرعت زیادی پیشرفت می‌کند، سیستم‌های آموزشی نیز دستخوش تغییرات اساسی شده‌اند. این تحولات، نیاز به بازاندیشی در شیوه‌های قدیمی تدریس را به‌ویژه در مقطع ابتدایی که سنگ‌بنای یادگیری، رشدشناختی و اجتماعی دانش‌آموزان شکل می‌گیرد، بیش از گذشته آشکار ساخته است [۱]. در چنین بستری، روش‌های نوینی مانند کلاس معکوس و یادگیری خرد مطرح شده‌اند که با بهره‌گیری از ابزارهای دیجیتال می‌کوشند کیفیت آموزش را افزایش دهند و نیازهای نسل جدید دانش‌آموزان را برآورده سازند.

کلاس معکوس یکی از رویکردهای تحول‌آفرین در آموزش است که با تغییر نقش سنتی کلاس، یادگیری را از فضای یک‌سویه و معلم‌محور به فرایندی تعاملی و دانش‌آموز‌محور تبدیل می‌کند. در واقع کلاس معکوس فرصت‌هایی را برای تمرین دروس به صورت دیجیتالی در داخل منزل و خارج از کلاس فراهم می‌کند که می‌تواند محتوای آموزشی را قبل و بعد از یادگیری کلاس درس تجزیه و تحلیل کند. مزیت انکارنشدنی این روش این است که به دانش‌آموزان امکان یادگیری را می‌دهد و در عین حال فرصت تمرین در خانه را دارند. کلاس معکوس استراتژی آموزشی و شکلی از یادگیری ترکیبی است که آموزش را به مدلی دانش‌آموز یا شاگردمحور تبدیل می‌کند که در آن زمان کلاس صرف کاوش عمیق‌تر محتوا و ایجاد موقعیت‌های یادگیری جذاب می‌شود. در این الگو، دانش‌آموزان محتوای درسی را پیش از جلسه حضوری، معمولاً از طریق ویدئوهای آموزشی یا منابع برخط مطالعه می‌کنند و زمان کلاس به جای ارائه مستقیم معلم، به فعالیت‌هایی همچون تمرین عملی، پروژه‌های گروهی، بحث‌های انتقادی و حل مسائل واقعی اختصاص

می‌یابد [۲]. بدین ترتیب، یادگیری فعال به‌عنوان هسته اصلی این مدل، فرصت بیشتری برای تعامل، تمرکز و تعمیق مفاهیم ایجاد می‌کند. این فرایند نه تنها به افزایش مشارکت تحصیلی دانش‌آموزان کمک می‌کند؛ بلکه با توزیع بار یادگیری در دو مرحله «پیش از کلاس» و «حین کلاس» فشار ذهنی ناشی از دریافت یک‌باره حجم زیادی از مطالب را نیز کاهش می‌دهد [۳]. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که این شیوه می‌تواند انگیزه درونی، خودتنظیمی و تعامل اجتماعی را تقویت کند و محیطی پویا و جذاب برای یادگیری فراهم آورد [۴]. با این حال، اثربخشی کلاس معکوس به عواملی چون آمادگی دانش‌آموزان برای یادگیری خودراهبر، میزان دسترسی آن‌ها به منابع دیجیتال و توانایی معلمان در طراحی محتوای چندرسانه‌ای و هدایت بحث‌های کلاسی وابسته است [۵].

در مقابل، یادگیری خرد یکی دیگر از نوآوری‌های آموزشی در عصر دیجیتال است که به‌طور ویژه با سبک زندگی و الگوهای یادگیری نسل جدید سازگار است. یادگیری خرد به نوعی از آموزش اطلاق می‌شود که مفهوم آموزش را به ساده‌ترین شکل و در مقیاس حداقلی به یادگیرنده ارائه می‌کند. در این صورت، مطالب آموزشی به صورت قابل هضم طراحی شده و مهم‌ترین نکات را به ساده‌ترین شکل ممکن به دانش‌آموزان ارائه می‌کند. آموزش خرد هدفی را در نظر می‌گیرد که توجه آن‌ها را به دستیابی به این هدف اصلی می‌کند. در این راستا برگزارکنندگان دوره‌های خرد، محتوای آموزشی را به بخش‌های کوچک تقسیم می‌کنند و به دانش‌آموزان این اجازه را می‌دهد بخشی از آموزش را با توجه به میل درونی خود و در زمان مورد نظر دانش‌آموز برای یادگیری در نظر بگیرند. در این روش، محتوای آموزشی به بخش‌های کوچک، متمرکز و قابل هضم تقسیم می‌شود که معمولاً در قالب ویدئوهای کوتاه، پادکست، انیمیشن یا آزمون‌های تعاملی از طریق

این پژوهش ترکیبی از نظریه بارشناختی و مدل درگیری تحصیلی است و فرض می‌کند که طراحی آموزشی مناسب می‌تواند هر سه بعد درگیری (شناختی، عاطفی و رفتاری) را تقویت کند [۹، ۱۱، ۱۹].

پژوهش‌های پیشین به بررسی جنبه‌های گوناگونی از کلاس معکوس و یادگیری خرد در آموزش پرداخته‌اند؛ هرچند تمرکز آن‌ها اغلب بر جنبه‌های خاصی بوده است. در ایران مطالعه‌ای روی دانش‌آموزان دختر پایه ششم ابتدایی نشان داد که کلاس معکوس می‌تواند خودکارآمدی و موفقیت تحصیلی را در درس علوم تقویت کند؛ با وجود این، به تحلیل جداگانه ابعاد درگیری تحصیلی پرداخت [۲۰]. در تحقیقی دیگر، کلاس معکوس با یادگیری مشارکتی مقایسه شد و مشخص شد که این روش به‌ویژه درگیری شناختی دانش‌آموزان متوسطه را بهبود می‌بخشد؛ گرچه درگیری عاطفی و رفتاری کمتر توجه قرار گرفت [۲۱]. در حوزه یادگیری خردپژوهشی نشان داد که این رویکرد کیفیت آموزش و سطح یادگیری را نسبت به روش‌های سنتی ارتقا می‌دهد؛ ولیکن عمدتاً به‌جای بررسی درگیری تحصیلی، روی نتایج کلی متمرکز بود [۲۲]. از منظر دیگری پژوهشی با تکیه بر نظریه بارشناختی دریافت که طراحی آموزشی مناسب درگیری تحصیلی دانش‌آموزان پایه سوم ابتدایی را در ریاضیات افزایش می‌دهد و روش‌های خاصی مثل کلاس معکوس یا یادگیری خرد بررسی نشدند [۲۳]. در سطح بین‌المللی مطالعه‌ای به ترکیب کلاس معکوس و یادگیری خرد پرداخت و نشان داد که این ترکیب انگیزه و مشارکت معلمان پیش‌خدمت را بالا می‌برد؛ اما دانش‌آموزان ابتدایی در کانون آن نبودند [۲۴]. به همین ترتیب، انعطاف‌پذیری یادگیری خرد به‌عنوان عاملی برای بهبود مهارت‌های دیجیتال معلمان شناسایی شد؛ بدون اینکه تأثیری بر درگیری تحصیلی دانش‌آموزان بررسی شود [۲۵]. پژوهشی دیگر با تمرکز بر کلاس معکوس به افزایش درگیری تحصیلی و پیشرفت دانش‌آموزان اشاره کرد؛ هرچند این روش را با یادگیری خرد مقایسه نکرد [۲۶]. همچنین مطالعه‌ای نیز با تأکید بر محتوای کوتاه و تعاملی، یادگیری خرد حفظ دانش را تسهیل شده دانست؛ گرچه کاربرد آن در مقطع ابتدایی بررسی نشد [۲۷].

با وجود این پیشینه، مطالعات اندکی به مقایسه‌ی تأثیر کلاس معکوس و یادگیری خرد بر ابعاد مختلف درگیری تحصیلی، به‌ویژه در دوره ابتدایی پرداخته‌اند. در واقع بیشتر پژوهش‌های گذشته بر عملکرد تحصیلی یا رضایت کلی دانش‌آموزان متمرکز بوده‌اند [۱۵، ۱۶]. بررسی دقیق تأثیر این روش‌ها بر هر یک از ابعاد درگیری (شناختی، عاطفی و رفتاری) در درس علوم کمتر توجه کرده است. به‌طور مثال، برخی مطالعات داخلی نشان داده‌اند که کلاس معکوس به درک بهتر مفاهیم و مشارکت بیشتر دانش‌آموزان منجر شده [۱۶]؛ با وجود اینکه ابعاد سه‌گانه‌ی درگیری به‌صورت مجزا تحلیل نشده‌اند. در پژوهش‌های خارج از ایران نیز اگرچه کلاس معکوس تعامل اجتماعی را افزایش داده [۱۷] و یادگیری خرد تمایل به یادگیری را تقویت کرده [۱۶]؛ با این حال مقایسه این دو روش با تمرکز بر درگیری تحصیلی در این مقطع سنی کمتر دیده شده است؛ بنابراین می‌توان گفت این شکاف پژوهشی در حالی که

پلتفرم‌های دیجیتال ارائه می‌شوند [۱۶]. ویژگی شاخص یادگیری خرد آن است که دانش‌آموزان می‌توانند در بازه‌های زمانی کوتاه، حتی چنددقیقه‌ای، با محتوای آموزشی درگیر شوند و این امر امکان یادگیری مستمر و انعطاف‌پذیر را فراهم می‌کند. چنین ساختاری با کاهش فشار بر حافظه کوتاه‌مدت و ارائه تدریجی مفاهیم، موجب افزایش درک و تثبیت یادگیری در حافظه بلندمدت می‌شود [۷، ۸]. افزون بر این، خردسازی محتوا باعث می‌شود یادگیرندگان موفقیت‌های کوچک و پیاپی را تجربه کنند که همین امر انگیزه درونی و اعتمادبه‌نفس آن‌ها را افزایش می‌دهد. در مطالعات داخلی نیز نشان داده شده است که یادگیری خرد به‌دلیل تناسب با ظرفیت‌های شناختی و انگیزشی دانش‌آموزان، می‌تواند کیفیت آموزش را به‌شکل معناداری ارتقا دهد [۲۲].

نکته مهم آن است که هر دو رویکرد یادگیری خرد و کلاس معکوس، گرچه از نظر ساختار و شیوه اجرا متفاوت‌اند، اما در یک هدف مشترک‌اند: بهبود کیفیت آموزش از طریق درگیرکردن فعالانه دانش‌آموزان و بهره‌گیری بهینه از فناوری‌های نوین. آن‌ها می‌کوشند کاستی‌های الگوهای سنتی آموزش را برطرف سازند که اغلب به یادگیری سطحی، حفظیات کوتاه‌مدت و کاهش انگیزه دانش‌آموزان منجر می‌شود [۹]. در عین حال، مقایسه نظام‌مند این دو روش می‌تواند به شناسایی قوت و محدودیت‌های آن‌ها کمک کند و راهنمایی عملی برای معلمان و طراحان آموزشی فراهم آورد. از این‌رو، بررسی تأثیر این دو رویکرد بر جنبه‌های مختلف درگیری تحصیلی دانش‌آموزان (شناختی، عاطفی و رفتاری) و همچنین بر بارشناختی آنان می‌تواند گامی ارزشمند در جهت ارتقای یادگیری اثربخش در مقطع ابتدایی باشد.

درگیری تحصیلی یکی از عوامل کلیدی در موفقیت آموزشی از سه بخش شناختی، عاطفی و رفتاری تشکیل شده که میزان مشارکت فعال دانش‌آموزان در یادگیری را نشان می‌دهد [۱۰]. بخش شناختی به تلاش ذهنی برای درک مطالب، بخش عاطفی به علاقه و احساس مثبت نسبت به یادگیری و بخش رفتاری به اقداماتی مثل حضور فعال در کلاس و انجام تکالیف مربوط می‌شود [۱۰]. مطالعات ثابت کرده‌اند که هرچه درگیری تحصیلی بیشتر باشد، موفقیت تحصیلی نیز بیشتر خواهد بود [۹]. از سوی دیگر، بارشناختی که میزان تلاش ذهنی مورد نیاز برای پردازش اطلاعات جدید در حافظه فعال است، نقش مهمی در کیفیت یادگیری ایفا می‌کند [۱۲]. این مفهوم به سه دسته درونی (مربوط به ذات پیچیده‌ی مطالب)، بیرونی (ناشی از روش نادرست آموزش) و مطلوب (تلاش لازم برای یادگیری عمیق) تقسیم می‌شود [۱۲، ۱۳]. طراحی هوشمندانه‌ی آموزشی می‌تواند با کاهش بارشناختی بیرونی درک و مشارکت دانش‌آموزان را بهبود بخشد. هر دو روش کلاس معکوس و یادگیری خرد، یکی با انتقال محتوا به خارج از کلاس و دیگری با ساده‌سازی مطالب، به کاهش این بار کمک می‌کنند و فضای ذهنی بیشتری برای یادگیری عمیق تر فراهم می‌سازند [۱۴]. چارچوب نظری

آموزشی در انتخاب بهترین راهکارها برای بهبود کیفیت یادگیری کمک کند.

روش پژوهش

پژوهش حاضر به منظور مقایسه اثربخشی راهبردهای کلاس معکوس و یادگیری خرد بر درگیری شناختی، عاطفی و رفتاری دانش‌آموزان پایه دوم ابتدایی در درس علوم طراحی و اجرا شده است. به این منظور از طرح شبه تجربی با پیش‌آزمون و پس‌آزمون همراه با گروه کنترل استفاده شد تا تأثیر مداخلات آموزشی در شرایطی نزدیک به واقعیت‌های کلاس درس مورد ارزیابی قرار گیرد. این طرح که به دلیل محدودیت‌های عملی مانند نبود امکان تخصیص کاملاً تصادفی در مطالعات آموزشی کاربرد فراوانی دارد، با کنترل متغیرهای مزاحم و بهره‌گیری از تحلیل‌های آماری دقیق، اعتبار درونی و بیرونی پژوهش را ارتقا داده است [۱۹]. روش پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر اجرا شبه‌تجربی و طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل بود؛ به این صورت که یک گروه با راهبرد کلاس معکوس (گروه آزمایش اول)، یک گروه با راهبرد یادگیری خرد (گروه آزمایش دوم) و یک گروه کنترل بدون مداخله خاص تحت بررسی قرار گرفتند.

جامعه آماری این مطالعه را تمامی دانش‌آموزان دختر پایه دوم ابتدایی شهر اراک در سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ تشکیل می‌دادند که در مدارس دولتی این شهر مشغول به تحصیل بودند. انتخاب پایه دوم ابتدایی به عنوان جامعه هدف این پژوهش دلایل متعددی دارد که آن را به یک نقطه عطف مهم در آموزش علوم تبدیل می‌کند:

- تغییر رویکرد آموزشی: محتوای آموزشی علوم تجربی در پایه اول ابتدایی بیشتر بر مشاهده و آشنایی اولیه با محیط و حواس پنج‌گانه متمرکز است. اما در پایه دوم، رویکرد به سمت درک مفاهیم علمی پیچیده‌تر، انجام آزمایش‌های ساده و پرورش مهارت‌های مشاهده دقیق و استنباط تغییر می‌کند. این تغییر، فرصت مناسبی برای ارزیابی اثربخشی راهبردهای نوین آموزشی فراهم می‌کند.
- افزایش استقلال شناختی: در این سن، دانش‌آموزان (حدود ۸ ساله) از لحاظ شناختی رشد قابل توجهی داشته و آماده‌تر هستند تا در فعالیت‌های مستقل و گروهی شرکت کنند. آن‌ها قادرند مفاهیم انتزاعی‌تری را درک کنند و با ابزارهای دیجیتال تعامل مؤثرتری برقرار کنند که این موضوع اجرای راهبردهایی مانند کلاس معکوس و یادگیری خرد را میسر می‌سازد.

○ پایه اصلی یادگیری‌های آتی: مفاهیم علوم در پایه دوم ابتدایی، مانند «زندگی ما و آب» یا «بخش‌های بدن ما»، سنگ‌بنای یادگیری‌های تخصصی‌تر در پایه‌های بعدی (مانند علوم زیستی و زمین‌شناسی) هستند. تقویت این مفاهیم در چنین پایه حساسی، تأثیر بلندمدت بر موفقیت تحصیلی دانش‌آموزان خواهد داشت. بنابراین، تمرکز بر این

سال‌های ابتدایی تحصیل نقش حیاتی در شکل‌گیری نگرش و مهارت‌های یادگیری دارند، اهمیت این مطالعه را دوچندان می‌کند [۱]. از طرفی، با توجه به گسترش استفاده از ابزارهای دیجیتال در آموزش، بررسی این روش‌ها ضروری به نظر می‌رسد [۱۹].

از سوی دیگر، با وجود پیشرفت‌های چشمگیر در فناوری آموزشی، بررسی‌های صورت‌گرفته نشان می‌دهند که در زمینه مقایسه نظام‌مند اثربخشی روش‌های نوین آموزشی مانند کلاس معکوس و یادگیری خرد، به‌ویژه در مقطع حساس دوره ابتدایی، خلأی علمی قابل توجه وجود دارد.

پژوهش‌های گذشته عمدتاً بر بررسی هر یک از این روش‌ها به صورت مجزا متمرکز بوده‌اند و اغلب به نتایج کلی عملکرد تحصیلی بسنده کرده‌اند. همچنین، تمرکز بسیاری از این مطالعات بر مقاطع تحصیلی بالاتر بوده و به ابعاد سه‌گانه درگیری تحصیلی (شناختی، عاطفی و رفتاری) در دانش‌آموزان خردسال کمتر توجه می‌شود.

با توجه به شرایط کنونی آموزش در عصر دیجیتال، اهمیت این پژوهش در چند بعد قابل تبیین است. نخست آن‌که دوره ابتدایی یکی از حساس‌ترین مقاطع تحصیلی به شمار می‌آید؛ زیرا بنیان‌های شناختی، عاطفی و رفتاری یادگیری در همین دوره شکل می‌گیرد. بنابراین انتخاب و به‌کارگیری روش‌های آموزشی کارآمد می‌تواند بر موفقیت تحصیلی و رشد مهارت‌های یادگیری دانش‌آموزان اثرات بلندمدتی داشته باشد. دوم آن‌که در نظام آموزشی ایران، اگرچه استفاده از فناوری‌های نوین در حال گسترش است، اما هنوز شواهد علمی کافی درباره میزان تأثیر روش‌هایی چون کلاس معکوس و یادگیری خرد بر درگیری تحصیلی کودکان وجود ندارد. انجام پژوهش‌های مقایسه‌ای می‌تواند به رفع این خلأ علمی کمک کند و شواهدی معتبر برای تصمیم‌گیری‌های آموزشی فراهم آورد.

از سوی دیگر، بسیاری از مشکلات رایج در آموزش سنتی، همچون یادگیری سطحی، اتکای بیش‌ازحد به حافظه کوتاه‌مدت و کاهش انگیزه و اشتیاق دانش‌آموزان، همچنان چالش جدی مدارس ابتدایی است. بررسی اثربخشی رویکردهای نوینی که بتوانند این چالش‌ها را کاهش دهند، نه تنها ارزش نظری دارد؛ بلکه در عمل نیز می‌تواند راهکارهایی کاربردی برای معلمان، مدیران مدارس و سیاست‌گذاران آموزشی ارائه کند. بدین ترتیب، نتایج چنین پژوهشی می‌تواند به ارتقای کیفیت طراحی آموزشی، افزایش بهره‌وری یادگیری و تقویت انگیزه دانش‌آموزان منجر شود و زمینه‌ساز تحول در شیوه‌های تدریس در مدارس ابتدایی کشور باشد.

پژوهش حاضر نیز با هدف پرکردن این خلأ به مقایسه تأثیر کلاس معکوس و یادگیری خرد بر درگیری تحصیلی (شناختی، عاطفی و رفتاری) دانش‌آموزان دختر پایه دوم ابتدایی در درس علوم می‌پردازد. به نظر می‌رسد نتایج این مطالعه نه تنها درک بهتری از کارایی این روش‌ها در عصر دیجیتال ارائه دهد؛ بلکه به معلمان و سیاست‌گذاران

پایه برای بهبود شیوه تدریس و یادگیری، از اهمیت بالایی برخوردار است. از میان جامعه، نمونه‌ای شامل ۱۰۵ دانش‌آموز از مدرسه ابتدایی دخترانه مهندس ابریشمی انتخاب شد. این مدرسه به دلیل دسترسی پذیری و آمادگی مدیریت برای همکاری، شرایط لازم برای اجرای مداخلات آموزشی را فراهم می‌کرد. مدرسه دارای سه کلاس پایه دوم داشت و امکانات اولیه مانند فضای مناسب برای فعالیت‌های گروهی و دسترسی به اینترنت داشت. فرایند انتخاب نمونه با رویکرد در دسترس آغاز شد و سپس با تخصیص تصادفی دنبال شد. در گام نخست، سه کلاس از پایه دوم این مدرسه هریک با ۳۵ دانش‌آموز به‌عنوان نمونه در دسترس برگزیده شدند. سپس این کلاس‌ها از طریق روش قرعه‌کشی به سه گروه تقسیم شدند: گروه آزمایش اول تحت راهبرد کلاس معکوس؛ گروه آزمایش دوم تحت راهبرد یادگیری خرد و گروه کنترل بدون مداخله خاص. این شیوه تخصیص تصادفی احتمال سوگیری در گروه‌بندی را کاهش داد و به تعمیم‌پذیری نتایج یاری رساند.

گروه کنترل آموزش علوم را به روش سنتی تجربه کرد که شامل تدریس معلم‌محور در کلاس بدون استفاده از محتوای دیجیتال پیش از جلسات بود. در این گروه معلم مطالب را با تخته و کتاب درسی ارائه می‌داد و فعالیت‌ها به پرسش شفاهی و تکالیف نوشتاری محدود بود. گروه کنترل، آموزش علوم تجربی را به روش سنتی تجربه کرد که شامل تدریس معلم‌محور در کلاس و بدون استفاده از محتوای دیجیتال پیش از جلسات بود. در این گروه، معلم مطالب را با تخته و کتاب درسی ارائه می‌داد و فعالیت‌ها به پرسش شفاهی و تکالیف نوشتاری محدود بود. انتخاب درس علوم تجربی به‌عنوان بستر اصلی این پژوهش، به دلایل زیر صورت گرفت:

شرح جلسات آموزشی و مداخلات

این پژوهش با هدف مقایسه اثربخشی روش‌های آموزشی مختلف، شامل کلاس معکوس و یادگیری خرد، در مقابل روش سنتی اجرا شد. جلسات آموزشی در طول یک دوره دو ماهه و در مجموع هشت جلسه، برای هر سه گروه (گروه کنترل، گروه آزمایش اول و گروه آزمایش دوم) به‌صورت هفتگی برگزار شد. محتوای آموزشی در تمامی گروه‌ها، درس علوم پایه دوم ابتدایی با تمرکز بر فصل زندگی ما و آب بود تا از همگونی محتوایی اطمینان حاصل شود (جدول‌های ۱ و ۲):

جدول ۱: مراحل اجرای پژوهش به شیوه کلاس معکوس

Table 1: Stages of Research Implementation in the Flipped Classroom Approach

جلسه Session	هدف Objective	فعالیت‌های پیش از کلاس (در منزل) Pre-class Activities at home	فعالیت‌های در کلاس In-class Activities	نقش معلم Teacher's Role	نقش دانش‌آموز Student's Role
اول First	سنجش دانش اولیه دانش‌آموزان قبل از مداخله آموزشی. Measuring students' initial knowledge prior to educational intervention.	پاسخ به پرسشنامه آنلاین پیش‌آزمون در منزل با راهنمایی والدین. Answer the online pre-test questionnaire at home with parental guidance.	توجیه کلی دانش‌آموزان و والدین در مورد روند پژوهش. A general explanation of students and parents about the research process.	راهنمایی والدین و دانش‌آموزان و اطمینان از محرمانه بودن اطلاعات. Guiding parents and students and ensuring confidentiality of information.	همکاری برای پر کردن پرسشنامه. Cooperation in completing the questionnaire
دوم Second	رشد و نشانه‌های رشد Growth and Indicators of Growth	مشاهده یک ویدئوی آموزشی کوتاه (۵ دقیقه) درباره نقش آب در زندگی روزمره و محیط زیست. Watch a short educational video (5 minutes) about the role of water in everyday life and the environment	بحث و گفت‌وگو درباره محتوای ویدئو و پاسخ به پرسش‌های دانش‌آموزان. Discuss the content of the video and answer students' questions.	تأیید محتوا و بحث و گفت‌وگو در کلاس درباره فیلم مشاهده شده. Confirmation of the content and discussion in class about the film observed	مشاهده محتوای آموزشی در منزل و آمادگی برای ورود به کلاس. Watch educational content at home and get ready to enter the classroom.

نقش دانش آموز Student's Role	نقش معلم Teacher's Role	فعالیت‌های در کلاس In-class Activities	فعالیت‌های پیش از کلاس (در منزل) Pre-class Activities at home	هدف Objective	جلسه Session
اشاره به داستان انیمیشن و شناسایی عوامل پوسیدگی. Referring to the story of animation and identifying decaying factors.	بحث در کلاس درباره عوامل پوسیدگی دندان. Discussion in class about the factors of tooth decay.	انجام یک آزمایش گروهی ساده (استفاده از ظرف شیشه‌ای، آب گرم و یخ) برای شبیه‌سازی چرخه آب. Perform a simple group experiment (using glass containers, hot water and ice) to simulate the water cycle.	مشاهده یک انیمیشن ساده درباره چرخه آب و نحوه تبخیر و بارش. Watch a simple animation about the water cycle and how it evaporates and rains.	پوسیدگی دندان decay of the tooth	سوم Third
گوش دادن به قصه در منزل و بحث گروهی در کلاس. Listening to stories at home and discussing with a group in class.	تشکیل گروه‌های کلاسی و بحث درباره قصه و عوامل تأثیرگذار بر رشد. Forming class groups and discussing the story and factors affecting growth	ساخت یک ماکت کوچک از یک رودخانه یا دریاچه با استفاده از مواد بازیافتی و طبیعی. Making a small replica of a river or lake using recycled and natural materials	مطالعه یک بروشور تصویری دیجیتال که انواع منابع آب (رود، دریا، اقیانوس) را معرفی می‌کند. Study of a digital image brochure that introduces the types of water resources (river, sea, ocean)	بهداشت دهان و دندان Oral and dental hygiene	چهارم Fourth
تکمیل و رنگ‌آمیزی کاربرگ. Completion and coloring of the work piece.	پرینت و توزیع کاربرگ‌ها. Print and distribute worksheets.	اجرای یک نمایش کلاسی توسط دانش‌آموزان در مورد راه‌های صرفه‌جویی در آب در خانه و مدرسه. Run a classroom demonstration by students about ways to save water at home and at school.	مشاهده یک قصه صوتی کوتاه درباره پسر بچه‌ای که در مصرف آب اسراف می‌کرد. Watch a short audio story about a boy who was wasting water.	آشنایی با نشانه‌های رشد Familiarity with the signs of growth	پنجم Fifth
تمرین نخ دندان و مسواک زدن طبق بروشور. Practice flossing and brushing your teeth according to the brochure.	آموزش عملی مسواک زدن با ماکت دندان و مسواک در کلاس. Practical training in brushing teeth with a tooth model and toothbrush in the classroom.	انجام یک فعالیت هنری گروهی (نقاشی یا کلاژ) با موضوع "حفاظت از آب‌ها". Performing a group art activity (painting or collage) with the theme of "Water Conservation".	مشاهده چند تصویر واقعی و متضاد از یک رودخانه پاک و یک رودخانه آلوده. View several real and contrasting images of a clean river and an infected river.	مراقبت از دندان‌ها Take care of the teeth.	ششم Sixth
تکمیل و رنگ‌آمیزی کاربرگ. Completion and coloring of the work piece.	پرینت و توزیع کاربرگ‌ها. Print and distribute worksheets.	برگزاری یک بازی رقابتی کلاسی (مانند کویز) برای مرور مفاهیم. Holding a classic competitive game (such as Quiz) to review concepts.	پاسخ به یک کاربرگ دیجیتال با سوالات چندگزینه‌ای و کوتاه پاسخ برای مرور درس. Answer a digital worksheet with multiple choice questions and short answers to review the lesson.	رعایت بهداشت فردی Compliance with individual hygiene	هفتم Seventh
همکاری برای پر کردن پرسشنامه. Cooperation in completing the questionnaire.	راهنمایی والدین و دانش‌آموزان برای پر کردن فرم. Guide parents and students to fill out the form.	جمع‌بندی نهایی مباحث و ارائه بازخورد کلی به دانش‌آموزان. Conclusion of the discussion and providing general feedback to the students.	پاسخ به پرسشنامه آنلاین پس‌آزمون در منزل با راهنمایی والدین. Students completed the online post-test questionnaire at home with parental guidance.	اجرای پس‌آزمون Administration of the post-test	هشتم Eighth

جدول ۲: مراحل اجرای پژوهش به شیوه یادگیری خرد

Table 2: Stages of Research Implementation in the Micro learning Approach

نقش دانش آموز Student's Role	نقش معلم Teacher's Role	توضیحات/شیوه اجرا Description/Implementation Method	هدف Objective	جلسه Session
همکاری برای پر کردن پرسشنامه. Cooperation in completing the questionnaire.	راهنمایی والدین و دانش‌آموزان و اطمینان از محرمانه بودن اطلاعات. Guidance for parents and students and assurance of data confidentiality.	در یک جلسه توجیهی برای والدین و دانش‌آموزان، فرآیند پژوهش توضیح داده شد و لینک پرسشنامه دیجیتال پیش‌آزمون در شاد ارائه شد. In an orientation session for parents and students, the research process was explained, and the link to the digital pre-test questionnaire was provided via Shaad.	اجرای پیش‌آزمون Administration of the pre-test	اول First
مشاهده گروهی محتوا در کلاس. Animations and info graphics were developed using InShot, KineMaster, and Photoshop, and were displayed in the classroom using a data projector.	آماده‌سازی دیتا پروژکتور و بحث درباره نتیجه فیلم. Animations and info graphics were developed using InShot, KineMaster, and Photoshop, and were displayed in the classroom using a data projector.	و در کلاس با دیتا پروژکتور نمایش داده شد. Animations and info graphics were developed using InShot, KineMaster, and Photoshop, and were displayed in the classroom using a data projector.	تعریف رشد Definition of growth	دوم Second

نقش دانش آموز Student's Role	نقش معلم Teacher's Role	توضیحات/شیوه اجرا Description/Implementation Method	هدف Objective	جلسه Session
Group viewing of content in the classroom. مشاهده فیلم و بحث گروهی درباره نشانه‌های رشد.	Preparation of the data projector and discussion of the film's outcomes. آماده‌سازی دیتاپروژکتور و گروه‌بندی برای بررسی نشانه‌های رشد.	انیمیشن با اینشات و کاین‌مستر تولید و با دیتاپروژکتور در کلاس نمایش داده شد.	نشانه‌های رشد	سوم Third
Viewing the film and engaging in group discussions on indicators of growth. مشاهده فیلم و نوشتن گزارش.	Preparation of the data projector and formation of groups for examining indicators of growth. آماده‌سازی دیتاپروژکتور و درخواست گزارش‌نویسی درباره رشد سالم.	Animations were produced using InShot and KineMaster and presented in the classroom using a data projector. انیمیشن با اینشات و کاین‌مستر تولید و با دیتاپروژکتور نمایش داده شد.	برای رشد سالم چه کار کنیم What should be done to ensure healthy growth	چهارم Fourth
Viewing the film and writing a report. مشاهده فیلم و بحث درباره دندان‌ها و مراقبت.	Preparation of the data projector and discussion about teeth and their care. آماده‌سازی دیتاپروژکتور و پرسش درباره دندان‌های شیری و مراقبت از آن‌ها.	The animation was produced using InShot and KineMaster and displayed in the classroom using a data projector. انیمیشن با اینشات و کاین‌مستر تولید و با دیتاپروژکتور نمایش داده شد.	دندان‌های شیری و دائمی Primary and permanent teeth	پنجم Fifth
Watching a video and engaging in a discussion about teeth and oral care. انجام بازی در کلاس با گوشی.	Preparation of the data projector and discussion about teeth and their care. نظارت بر نصب و اجرای بازی با گوشی.	The animation was produced using InShot and KineMaster and presented with a data projector. بازی با اسکرچ جونیور طراحی و با همکاری والدین و مدیر، گوشی در کلاس اجرا شد.	نحوه صحیح مسواک زدن The correct method of tooth brushing	ششم Sixth
Conducting a mobile-based game in the classroom. انجام بازی در کلاس با گوشی.	Supervision of the installation and implementation of the mobile-based game. نظارت بر نصب و اجرای بازی با گوشی.	A game was designed using Scratch Jr and implemented in the classroom with mobile phones, in collaboration with parents and the school principal. بازی با اسکرچ جونیور طراحی و با همکاری والدین و مدیر، گوشی در کلاس اجرا شد.	خوراکی‌های مضر و مفید Healthy and unhealthy foods	هفتم Seventh
Conducting a mobile-based game in the classroom. همکاری برای پر کردن پرسشنامه.	Supervision of the installation and implementation of the mobile-based game. راهنمایی والدین و دانش‌آموزان برای پر کردن فرم.	A game was designed using Scratch Jr and implemented in the classroom with mobile phones, in collaboration with parents and the school principal. لینک پرسشنامه دیجیتال پس‌آزمون در دسترس دانش‌آموزان قرار گرفت.	اجرای پس‌آزمون Administration of the post-test	هشتم Eighth
Cooperation in completing the questionnaire	Guide parents and students to fill out the form.	The link to the digital post-test questionnaire was made available to the students.		

آمد. روایی صوری و محتوایی آن ابزار را معلمان و استادان تأیید کردند. پرسش‌نامه نسخه اصلی ۱۷ گویه با مقیاس ۷ درجه‌ای داشت؛ ولیکن در این پژوهش به ۱۵ گویه با مقیاس ۵ درجه‌ای تطبیق یافت تا با توانایی‌های شناختی دانش‌آموزان هماهنگ شود. هر دو پرسش‌نامه در دو مقطع پیش‌آزمون (پیش از آغاز مداخله) و پس‌آزمون (پس از پایان هشت هفته) اجرا شدند. همچنین دو هفته پس از مداخله پرسش‌نامه‌ها برای آزمون پیگیری مجدداً به صورت مصاحبه هدایت‌شده اجرا شدند تا پایداری اثرات بررسی شود. با توجه به سن پایین، دانش‌آموزان پرسش‌نامه‌ها در حضور پژوهشگر و به صورت مصاحبه هدایت‌شده تکمیل شدند؛ به نحوی که سؤالات برای دانش‌آموزان خوانده و توضیح داده شد و پاسخ‌ها ثبت شد تا از درک صحیح آن‌ها اطمینان حاصل شود. این روش برای کاهش خطای پاسخ‌دهی انتخاب شد و هر جلسه حدود ۲۰ دقیقه زمان برد.

گردآوری داده‌ها با استفاده از دو ابزار استاندارد صورت گرفت که هر دو از روایی و پایایی تأییدشده برخوردار بودند. پرسش‌نامه بارشناختی پاس و ون مرینیور (Paas FG, Van Merriënboer) با ۹ گویه و مقیاس لیکرت پنج‌درجه‌ای (از کاملاً موافقم تا کاملاً مخالفم) میزان تلاش ذهنی دانش‌آموزان را در مواجهه با محتوای آموزشی سنجید [۲۰]. این ابزار در مطالعات پیشین اعتبار زیادی دارد و در این پژوهش پایایی آن با ضریب آلفای کرونباخ ۰,۸۷ تأیید شد. این پرسش‌نامه در اصل شش گویه با مقیاس ۹ درجه‌ای داشت؛ اما در اینجا به ۹ گویه با مقیاس ۵ درجه‌ای تطبیق یافت تا متناسب با درک دانش‌آموزان ۸ ساله ساده‌تر شود و روایی آن را استادان تکنولوژی آموزشی تأیید کردند. ابزار دوم پرسش‌نامه درگیری تحصیلی ریو (Rio) بود که با ۱۵ گویه، سه بعد درگیری‌شناختی، عاطفی و رفتاری را هر یک با ۵ گویه و مقیاس لیکرت پنج‌درجه‌ای ارزیابی کرد [۹]. این پرسش‌نامه نیز در پژوهش‌های متعدد اعتبارسنجی شده و در اینجا پایایی آن با آلفای کرونباخ ۰,۹۱ به دست

می ماند و نتایج به صورت گروهی بررسی می شود. شرکت کنندگان حق انصراف در هر زمان را داشتند و پژوهش دارای کد اخلاق IR.ARAKU.REC.1402.098 از دانشگاه اراک بود.

نتایج و بحث

پژوهش حاضر به منظور مقایسه تأثیر راهبردهای کلاس معکوس و یادگیری خرد بر درگیری شناختی، عاطفی و رفتاری دانش آموزان پایه دوم ابتدایی در درس علوم انجام شد و یافته های آن از طریق تحلیل های آماری بررسی شد. داده ها از سه گروه شامل گروه کلاس معکوس (۳۵ نفر)، گروه یادگیری خرد (۳۵ نفر) و گروه کنترل (۳۵ نفر) در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون جمع آوری شدند و نتایج توصیفی و استنباطی آن ها به صورت نظام مند تحلیل گردید. قبل از تحلیل، استنباطی مفروضه های آماری، شامل نرمال بودن داده ها، همگنی واریانس ها و برابری شیب رگرسیون بررسی و تأیید شدند. به منظور ارائه تصویری روشن از تغییرات، میانگین و انحراف معیار نمرات درگیری تحصیلی و بارشناختی در هر دو مرحله برای هر گروه محاسبه شد که در جدول ۳ ارائه شده است. همچنین نتایج آزمون پیگیری که دو هفته پس از اتمام مداخله انجام شد، به منظور بررسی پایداری اثرات مداخلات در این جدول گنجانده شده است.

همچنین تحلیل استنباطی با استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس (ANCOVA) انجام گرفت تا تأثیر مداخلات با کنترل اثر پیش آزمون سنجیده شود و یافته های آن به صورت خلاصه در جدول ۴ آمده است.

تحلیل داده ها با ترکیب روش های آماری توصیفی و استنباطی انجام پذیرفت. در بخش توصیفی میانگین و انحراف معیار نمرات پیش آزمون و پس آزمون هر گروه محاسبه شد تا تغییرات اولیه مشاهده شود. در بخش استنباطی آزمون تحلیل کوواریانس (ANCOVA) به کار رفت تا تأثیر مداخلات بر درگیری تحصیلی و بارشناختی با کنترل اثر پیش آزمون سنجش شود. تحلیل کوواریانس چندمتغیری (MANCOVA) نیز برای بررسی ترکیبی متغیرهای درگیری تحصیلی و بارشناختی استفاده شد تا اثرات هم زمان مداخلات ارزیابی شود. این آزمون ها به دلیل توانایی در تعدیل تفاوت های اولیه میان گروه ها انتخاب شدند و پیش فرض های آن ها شامل نرمال بودن داده ها (از طریق آزمون کولموگروف-اسمیرنوف با $p < 0.05$)، همگنی واریانس ها (با آزمون لون با $p = 0.64$ برای بارشناختی و $p = 0.23$ برای درگیری تحصیلی)، همگنی شیب رگرسیون (با آزمون $F(2,100) = 0.74$ $p = 0.83$ برای بارشناختی و $F(2,100) = 1.12$ $p = 0.17$) برای درگیری تحصیلی بررسی و تأیید شدند. آزمون ام باکس نیز برابری ماتریس های واریانس-کوواریانس را با $p = 0.31$ تأیید کرد. به منظور ارزیابی پایداری اثرات مداخله، داده های آزمون پیگیری با آزمون تی هم بسته تحلیل شدند تا ثبات اثرات بررسی شود. تمامی محاسبات با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام شد و سطح معناداری 0.05 در نظر گرفته شد. شاخص های توصیفی مثل جدول فراوانی و نمودارها نیز استفاده شد و اندازه اثر (η^2) برای تعیین میزان تأثیر محاسبه شد. در جلسه توجیهی با والدین اطمینان داده شد که اطلاعات محرمانه باقی

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار درگیری تحصیلی و بار شناختی در سه مرحله

Table 3: Mean and Standard Deviation of Academic Engagement and Cognitive Load Across Three Stages

گروه	متغیر	پیش آزمون (M ± SD)	پس آزمون (M ± SD)	پیگیری (M ± SD)
Group	Variable	Pre-test (M ± SD)	Post-test (M ± SD)	Follow-up (M ± SD)
کلاس معکوس Flipped classroom	درگیری تحصیلی کل Overall academic engagement	59.60 ± 8.19	64.28 ± 7.66	57.90 ± 4.85
	بار شناختی Cognitive load	25.94 ± 3.72	22.48 ± 3.95	26.10 ± 3.95
یادگیری خرد Micro learning	درگیری تحصیلی کل Overall academic engagement	58.48 ± 7.47	67.62 ± 7.21	63.80 ± 4.70
	بار شناختی Cognitive load	25.77 ± 4.01	21.51 ± 4.35	22.85 ± 3.60
کنترل Control	درگیری تحصیلی کل Overall academic engagement	61.37 ± 7.62	65.22 ± 5.59	49.25 ± 5.22
	بار شناختی Cognitive load	25.74 ± 4.08	24.62 ± 4.44	31.50 ± 4.18

جدول ۴: نتایج تحلیل کوواریانس برای درگیری تحصیلی و بار شناختی

Table 4: Results of Analysis of Covariance for Academic Engagement and Cognitive Load

متغیر	F (2, 100)	p-value	اندازه اثر (η^2) Effect Size (η^2)	مقایسه های زوجی معنادار Significant Pairwise Comparisons
Variable				
درگیری تحصیلی کل Overall academic engagement	17.85	< 0.001	0.26	یادگیری خرد > کلاس معکوس > کنترل Micro learning < Flipped classroom < Control
بار شناختی Cognitive load	39.52	< 0.001	0.44	یادگیری خرد < کلاس معکوس < کنترل Micro learning > Flipped classroom > Control

کوواریانس را با $p = 0.31$ نشان داد. به علاوه تحلیل کوواریانس چندمتغیری اثر پیلایی 0.61 و $21/97 = [F(2, 100)]$ ، 0.001 ، $p < 0.30$ تفاوت معناداری در ترکیب خطی متغیرها بین گروه‌ها تأیید کرد. آزمون تعقیبی LSD نشان داد که یادگیری خرد در کاهش بارشناختی (اختلاف میانگین 0.77 با معکوس، $3/07$ با کنترل) و افزایش درگیری تحصیلی (اختلاف میانگین $4/23$ با معکوس، $4/62$ با کنترل) مؤثرتر است.

این یافته‌ها را می‌توان در پرتو نظریه بارشناختی و مدل درگیری تحصیلی تفسیر کرد. کاهش بارشناختی در گروه یادگیری خرد که ناشی از تقسیم محتوا به واحدهای کوچک و قابل‌مدیریت بود ظرفیت حافظه فعال را برای پردازش عمیق‌تر اطلاعات آزاد کرد و به افزایش درگیری‌شناختی منجر شد [۱۲]. این نتیجه با دیدگاه سؤالر (Sweller) هم‌راستا است که تأکید دارند طراحی آموزشی مناسب با کاهش بارشناختی بیرونی کارایی یادگیری را بالا می‌برد [۱۲]. واحدهای کوتاه یادگیری خرد با ارائه تدریجی مفاهیم فشارشناختی را کاهش داد. در مقابل کلاس معکوس، با انتقال ارائه محتوا به خارج از کلاس بارشناختی را تعدیل؛ اما به دلیل نیاز به آمادگی پیش از کلاس و احتمال پایین بودن خودتنظیمی در دانش‌آموزان ابتدایی که درک ویدئوها را برایشان دشوار می‌کند، تأثیر کمتری نسبت به یادگیری خرد نشان داد [۱۵]. این تفاوت به ویژگی‌های شناختی کودکان ۸ ساله مربوط است که به ساختارهای هدایت‌شده‌تر نیاز دارند. از منظر درگیری عاطفی، ارائه محتوای کوتاه و موفقیت‌های فوری در یادگیری خرد انگیزه درونی و احساس مثبت دانش‌آموزان را تقویت کرد که با یافته‌های نیکو درباره نقش انگیزش در این روش هم‌خوانی دارد [۸]. درگیری رفتاری نیز در گروه یادگیری خرد به دلیل انعطاف‌پذیری در دسترسی به محتوا و فعالیت‌های تکمیلی حضوری بیش از گروه کلاس معکوس افزایش یافت که این امر با پژوهش محمد و همکاران سازگار است [۶]. فعالیت‌های تعاملی در کلاس، مشارکت فعال را تقویت کرد.

مقایسه این نتایج با پیشینه پژوهشی نشان‌دهنده تأیید و گسترش مطالعات قبلی است. در سطح داخلی زمانی و همکاران گزارش کردند که کلاس معکوس درک مفاهیم علوم را بهبود می‌بخشد [۱۵] ولیکن پژوهش حاضر با تفکیک ابعاد درگیری برتری، یادگیری خرد را در هر سه جنبه نشان داد. این برتری به طراحی منعطف‌تر یادگیری خرد نسبت داده می‌شود. در سطح بین‌المللی نیز فیدان (Fidan) اثربخشی کلاس معکوس را بر تعامل اجتماعی تأیید کردند [۲۴]. هرچند یافته‌های این مطالعه حاکی از آن است که یادگیری خرد در محیط دیجیتال، به‌خصوص برای دانش‌آموزان ابتدایی تأثیر عمیق‌تری بر درگیری عاطفی و رفتاری دارد. این تفاوت به تطابق بهتر یادگیری خرد با نیازهای شناختی کودکان مانند پردازش اطلاعات در حجم کم و با سرعت خودشان مربوط است [۱۴]. پایداری اثرات در آزمون پیگیری نیز بر این نکته تأکید دارد که یادگیری خرد با ایجاد تجربه‌های یادگیری مداوم و متمرکز اثرات ماندگارتری نسبت به کلاس معکوس به جا می‌گذارد

نتایج توصیفی نشان‌دهنده همسانی نسبی گروه‌ها در مرحله پیش‌آزمون بود؛ به طوری که تفاوت میانگین نمرات درگیری تحصیلی کل و بارشناختی بین گروه‌ها از نظر آماری معنادار نبود. میانگین بارشناختی در پیش‌آزمون برای گروه کلاس معکوس $25/94$ ، یادگیری خرد $257/77$ ، کنترل $25/74$ و میانگین درگیری تحصیلی به ترتیب $59/60$ ، $58/48$ و $61/37$ بود. پس از اجرای مداخله هشت‌هفته‌ای، افزایش قابل‌توجهی در درگیری تحصیلی کل و کاهش چشمگیری در بارشناختی گروه‌های آزمایش نسبت به گروه کنترل مشاهده شد. به طور خاص، گروه یادگیری خرد بالاترین میانگین درگیری تحصیلی ($67/62$) و پایین‌ترین میانگین بارشناختی ($21/51$) را در پس‌آزمون به خود اختصاص داد؛ در حالی که گروه کنترل کمترین تغییر را نشان داد. میانگین پس‌آزمون برای کلاس معکوس در درگیری تحصیلی $64/28$ و بارشناختی $22/48$ و برای کنترل $65/22$ و $24/62$ بود. آزمون پیگیری نیز حاکی از پایداری این اثرات در هر دو گروه آزمایش بود؛ هرچند گروه یادگیری خود همچنان برتری خود را حفظ کرد. آزمون تی هم‌بسته نشان داد که تفاوت بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر سه گروه در سطح 0.01 معنادار است ($t = 13/27$ برای معکوس، $15/09$ برای خرد، $t = 5/46$ برای کنترل در بارشناختی؛ $6/60$ برای معکوس، $156/96$ برای خرد، $5/70$ برای کنترل در درگیری تحصیلی).

تحلیل کوواریانس تأیید کرد که تفاوت بین گروه‌ها در درگیری تحصیلی کل معنادار است ($F(2, 100) = 17/85$)، $p > 0.001$ ، اندازه اثر $\eta^2 = 0.26$ که نشان‌دهنده اثر متوسط است) و مقایسه‌های زوجی برتری گروه یادگیری خرد را نسبت به گروه کلاس معکوس و هر دو گروه را نسبت به گروه کنترل نشان داد. برای بار شناختی نیز تفاوت معنادار بود ($F(2, 100) = 39/52$)، $p > 0.001$ ، $\eta^2 = 0.44$ که نشان‌دهنده اثر بزرگ است) با برتری یادگیری خرد نسبت به هر دو گروه دیگر. در بررسی ابعاد درگیری تحصیلی گروه یادگیری خرد در بعد شناختی (میانگین $25/8 \pm 2/1$ ، عاطفی $24/6 \pm 2/2$) و رفتاری ($26/2 \pm 2/0$) نمرات بالاتری نسبت به کلاس معکوس (به ترتیب $24/1 \pm 2/3$ ، $23/2 \pm 2/3$ ، $22/9 \pm 2/2$) و کنترل ($23/0 \pm 2/4$ ، $22/8 \pm 2/5$ ، $22/6 \pm 2/3$) به دست آورد که این تفاوت‌ها نیز از نظر آماری معنادار بودند ($p > 0.05$ برای هر سه بعد). همچنین میانگین تعدیل‌شده درگیری تحصیلی برای یادگیری خرد $68,66$ ، کلاس معکوس $64/44$ و کنترل $64/04$ ، و برای بار شناختی به ترتیب $21/59$ ، $22/36$ و $24/66$ بود.

سطح معناداری 0.05 مقایسه‌های زوجی با آزمون LSD تأیید شده است ($p = 0.33$ برای معکوس خرد در بار شناختی، $p > 0.01$ برای خرد-کنترل، $p = 0.48$ برای معکوس-کنترل در درگیری تحصیلی). پیش‌فرض نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف ($p < 0.05$ برای همه گروه‌ها)، همگنی واریانس‌ها با آزمون لوین (0.64)، $p =$ برای بار شناختی، $p = 0.23$ برای درگیری تحصیلی) و همگنی شیب رگرسیون ($p = 0.83$ برای بار شناختی، $p = 0.17$ برای درگیری تحصیلی) تأیید شد. آزمون ام‌باکس نیز برابری ماتریس‌های واریانس-

هر سه بعد درگیری (شناختی، عاطفی و رفتاری) تفاوت‌های معناداری را رقم زد ($p > 0.001$). این نتایج با چارچوب نظری پژوهش که بر تلفیق نظریه بارشناختی سِوالر (Sweller) [۱۲] و مدل درگیری تحصیلی ریو (Rio) [۱۰] استوار است، هم‌خوانی دارد و فرضیه اصلی مبنی بر آزادسازی ظرفیت ذهنی برای درگیری عمیق‌تر از طریق طراحی آموزشی مناسب را تأیید می‌کند.

برتری یادگیری خرد را می‌توان به ویژگی‌های ساختاری و روان‌شناختی آن نسبت داد. محتوای آموزشی کوتاه و متمرکز مانند انیمیشن‌های ۳-۵ دقیقه‌ای و بازی‌های اسکرچ جونیور که در این پژوهش استفاده شد، با ظرفیت محدود حافظه فعال دانش‌آموزان ۸ ساله هماهنگ بود و با کاهش بارشناختی بیرونی، امکان پردازش عمیق‌تر مفاهیم علوم، مثل رشد یا بهداشت دندان را فراهم کرد. این یافته با پژوهش دگر هم راستا است که نشان دادند محتوای تعاملی کوتاه حفظ دانش را در مقایسه با روش‌های سنتی تقویت می‌کند [۲۷]. علاوه بر این، موفقیت‌های فوری ناشی از تسلط بر هر واحد درسی، مانند تکمیل بازی یا پاسخ به سؤالات اینفوگرافیک، احساس مثبت و انگیزه درونی را تقویت کرد و به افزایش درگیری عاطفی منجر شد که با نتایج نیکو درباره نقش انگیزش در یادگیری خود سازگار است [۸]. از طرفی انعطاف‌پذیری یادگیری خرد که به دانش‌آموزان اجازه می‌داد محتوا را در کلاس با سرعت خودشان و از طریق دیتاپروژکتور یا گوشی مرور کنند، نیز مشارکت فعال‌تر در فعالیت‌های گروهی و گزارش‌نویسی را تسهیل کرد و درگیری رفتاری را بهبود بخشید. در مقابل کلاس معکوس، با انتقال محتوا به ویدئوهای پیش از کلاس (از طریق شاد) و فعالیت‌های تعاملی مانند بحث درباره پوسیدگی دندان درگیری تحصیلی را افزایش داد؛ ولیکن به دلیل وابستگی به آمادگی قبلی، دانش‌آموزان و احتمال دشواری درک ویدئوها به دلیل خودتنظیمی کمتر، اثربخشی کمتری داشت. [۵] این محدودیت به نیاز دانش‌آموزان ابتدایی به راهنمایی بیشتر در یادگیری مستقل بازمی‌گردد.

مقایسه این نتایج با پیشینه پژوهشی هم تأییدکننده مطالعات قبلی است و هم به گسترش آن‌ها کمک می‌کند. در سطح داخلی، ابراهیمی اورنگ و همکاران گزارش کردند که کلاس معکوس خودکارآمدی و موفقیت تحصیلی را در علوم تقویت می‌کند [۲۸]. پژوهش حاضر با تمرکز بر ابعاد درگیری نشان داد که یادگیری خرد تأثیر عمیق‌تری بر هر سه بعد دارد. محمودی و همکاران نیز بهبود درگیری‌شناختی را در کلاس معکوس تأیید کردند [۲۱]. با وجود اینکه یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که یادگیری خرد به دلیل طراحی منعطف‌تر، درگیری عاطفی و رفتاری را نیز به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد. فیدان نشان داد که ترکیب کلاس معکوس و یادگیری خرد انگیزه معلمان را بالا می‌برد [۲۴]. این در حالی است که پژوهش حاضر با تمرکز بر دانش‌آموزان ابتدایی برتری یادگیری خود را در کاهش بارشناختی (اختلاف میانگین ۰/۷۷ نسبت به کلاس معکوس) و افزایش درگیری (اختلاف میانگین ۲۳/۴) اثبات کرد. کهنک و همکاران نیز انعطاف‌پذیری یادگیری خود

[۱۰]. این ماندگاری به تکرار تدریجی مفاهیم و کاهش فشارشناختی مرتبط است.

این نتایج پیامدهای عملی مهمی برای آموزش در عصر دیجیتال به همراه دارد. نتایج این مطالعه شکاف پژوهشی مطرح‌شده در مقدمه را پر می‌کند؛ جایی که کمبود مقایسه مستقیم کلاس معکوس و یادگیری خرد در مقطع ابتدایی احساس می‌شد و نشان می‌دهد یادگیری خرد به دلیل کاهش مؤثر بارشناختی راهبرد مناسب‌تری برای این گروه سنی است. استفاده از یادگیری خرد در درس علوم دوره ابتدایی می‌تواند به‌عنوان راهبردی مؤثر برای کاهش بارشناختی و افزایش درگیری تحصیلی موردتوجه معلمان، به‌خصوص در شرایطی که دسترسی به فناوری فراهم است، قرار گیرد. این روش به‌ویژه برای کلاس‌های پرجمعیت مناسب است. با وجود این، اجرای کلاس معکوس نیز همچنان ارزشمند است؛ مشروط بر اینکه دانش‌آموزان برای مطالعه پیش از کلاس به‌خوبی آماده شوند و معلمان مهارت لازم برای هدایت فعالیت‌های تعاملی را داشته باشند. آموزش معلمان برای هر دو روش ضروری است. محدودیت‌های این پژوهش، از جمله تمرکز بر دانش‌آموزان دختر و درسی خاص پیشنهاد می‌کند که مطالعات آتی با جامعه آماری گسترده‌تر و دروس متنوع‌تر انجام شود تا تعمیم‌پذیری نتایج تقویت شود. بررسی تأثیر در سن‌های بالاتر نیز توصیه می‌شود. روی هم‌رفته این یافته‌ها بر نقش کلیدی فناوری در طراحی آموزشی تأکید دارند و نشان می‌دهند که انتخاب راهبرد مناسب می‌تواند تجربه یادگیری را در دوره ابتدایی به‌طور معناداری بهبود بخشد.

نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف مقایسه تأثیر دو روش نوین آموزشی، کلاس معکوس و یادگیری خرد بر درگیری تحصیلی (شناختی، عاطفی و رفتاری) و بارشناختی دانش‌آموزان دختر پایه دوم ابتدایی در درس علوم انجام شد. یافته‌ها درک روشن‌تری از کارایی این روش‌ها در بستر آموزش دیجیتال ارائه می‌دهد و نشان می‌دهد که هر دو روش نسبت به آموزش سنتی تأثیر مثبت و معناداری بر افزایش درگیری تحصیلی و کاهش بارشناختی دارند ($F(2,100) = 17/85$ ، $p < 0.001$ ، برای درگیری؛ $F(2,100) = 39/52$ ، $p < 0.001$ ، برای بارشناختی). با وجود این، یادگیری خرد با میانگین درگیری تحصیلی ۶۷/۶۲ و بارشناختی ۲۱/۵۱ در پس‌آزمون عملکردی برتر نسبت به کلاس معکوس (درگیری: ۶۴/۲۸، بار: ۲۲/۴۸) و گروه کنترل (درگیری: ۶۵/۲۲، بار: ۲۴/۶۲) نشان داد. این برتری که در آزمون پیگیری دو هفته بعد نیز پایدار بود (درگیری: ۶۳/۸۰، بار: ۲۲/۸۵ برای یادگیری خرد)، حاکی از آن است که ارائه محتوای آموزشی در قالب واحدهای کوتاه و منعطف دیجیتال نه تنها فشار ذهنی دانش‌آموزان را به‌طور مؤثرتری کاهش می‌دهد؛ بلکه مشارکت فعال‌تر و پایدارتری را در فرایند یادگیری ایجاد می‌کند. اندازه اثر متوسط برای درگیری $\eta^2 = 0/26$ و برای بارشناختی $\eta^2 = 0/44$ نشان‌دهنده تأثیر قوی این روش‌هاست؛ به‌خصوص یادگیری خرد که در

می‌شود. این تبیین، دلیل موفقیت پژوهش حاضر در افزایش درگیری‌شناختی با استفاده از ابزارهایی مانند انیمیشن‌های کوتاه را به لحاظ نظری توجیه می‌کند. در مجموع می‌توان گفت این مطالعه با پرکردن شکاف پژوهشی آشکار ساخت که یادگیری خرد در مقایسه با کلاس معکوس، به سبب سازگاری با ظرفیت‌های شناختی دانش‌آموزان ابتدایی و کاهش مؤثر بارشناختی، تأثیراتی عمیق‌تر و ماندگارتر بر هر سه بعد درگیری تحصیلی (شناختی، عاطفی و رفتاری) به همراه دارد. این یافته به ادبیات علمی موجود افزوده و نشان می‌دهد که طراحی آموزشی متناسب با ظرفیت‌های یادگیرندگان در سنین پایین می‌تواند یادگیری را متحول کند.

از جنبه عملی پیشنهاد می‌شود معلمان در درس علوم از یادگیری خرد به عنوان راهبردی اصلی استفاده کنند؛ به خصوص در مدرسی با دسترسی مناسب به فناوری. هرچند این روش نیازمند آموزش معلمان برای تولید محتوای دیجیتال با کیفیت است. برای مثال، تولید محتوای ۳-۵ دقیقه‌ای با ابزارهایی مثل اینشات یا کاین‌مستر که در این پژوهش استفاده شد، می‌تواند به عنوان الگویی برای دروس دیگر نیز به کار رود. اپلتون و همکاران (Appleton et al.) با اعتبارسنجی ابزار سنجش درگیری تحصیلی، نشان دادند که ابزارهای استاندارد می‌توانند درگیری‌شناختی و عاطفی دانش‌آموزان را به صورت دقیق ارزیابی کنند [۲۹]. این مطالعه تأیید می‌کند که استفاده از پرسش‌نامه‌های معتبر مانند آنچه در پژوهش حاضر به کار رفت، برای سنجش درگیری تحصیلی حیاتی است. با وجود این، کلاس معکوس نیز گزینه‌ای ارزشمند است؛ ولیکن مشروط بر اینکه معلمان با برگزاری جلسات توجیهی برای والدین و دانش‌آموزان آمادگی لازم برای مطالعه ویدئوهای پیش از کلاس را تضمین کنند. اجرای کارگاه‌های آموزشی برای معلمان می‌تواند آن‌ها را با طراحی محتوای خرد و مدیریت فعالیت‌های تعاملی آشنا کند؛ همان‌طور که مایر و مورنو بر اهمیت طراحی آموزشی متناسب با ظرفیت‌شناختی تأکید کرده‌اند [۳۱].

هرچند نتایج این مطالعه بینش‌های ارزشمندی را در مورد اثربخشی روش‌های آموزشی نوین فراهم می‌کند، اما مانند هر پژوهش دیگری دارای محدودیت‌هایی است که باید در نظر گرفته شوند.

○ محدودیت تعمیم‌پذیری به دلیل انتخاب مدرسه: این پژوهش تنها در یک مدرسه ابتدایی دولتی در شهر اراک و با نمونه‌ای از دانش‌آموزان دختر انجام شده است. این انتخاب، تعمیم‌پذیری یافته‌ها را به سایر مدارس، مانند مدارس غیردولتی یا مدارس در مناطق دیگر و به جامعه دانش‌آموزان پسر محدود می‌کند. عواملی مانند امکانات مدرسه، رویکردهای مدیریتی و تفاوت‌های جنسیتی ممکن است بر نتایج تأثیر بگذارند.

○ محدودیت زمانی مطالعه: مدت‌زمان مداخله آموزشی به هشت هفته محدود بود. این دوره کوتاه ممکن است برای مشاهده تأثیرات بلندمدت روش‌های آموزشی بر یادگیری و درگیری تحصیلی دانش‌آموزان کافی نباشد.

را برای معلمان تأیید کردند [۲۵]. برخلاف آن، پژوهش حاضر نشان داد که این انعطاف‌پذیری برای دانش‌آموزان کم‌سن نیز به همان اندازه مؤثر است. برای مثال، نیکو و اکونومیدس (Nikou, & Economides) در پژوهشی بر دانش‌آموزان دبیرستانی دریافتند که یادگیری خرد مبتنی بر موبایل انگیزه و عملکرد یادگیری را بهبود می‌بخشد [۳۰].

این یافته با برتری یادگیری خرد در درگیری عاطفی دانش‌آموزان ابتدایی در پژوهش حاضر هم‌سوست و بر اهمیت محتوای کوتاه و تعاملی تأکید دارد. در مجموع می‌توان گفت این مطالعه با پرکردن شکاف پژوهشی آشکار ساخت که یادگیری خرد در قیاس با کلاس معکوس برای دانش‌آموزان ابتدایی در درس علوم به سبب سازگاری با ظرفیت‌های شناختی آن‌ها تأثیراتی ژرف‌تر و ماندگارتر به همراه دارد. همچنین از بعد نظری تأیید نقش میانجی‌گر بارشناختی در تقویت درگیری تحصیلی به ادبیات موجود افزوده است و نشان می‌دهد که طراحی آموزشی متناسب با ظرفیت‌شناختی یادگیرندگان در سنین پایین می‌تواند یادگیری را متحول کند [۱۲]. مایر و مورنو نیز راهکارهایی برای کاهش بارشناختی در یادگیری چندرسانه‌ای پیشنهاد کرده‌اند؛ از جمله تقسیم محتوا به بخش‌های کوچک و مدیریت‌پذیر که در طراحی یادگیری خرد این پژوهش اعمال شد و به کاهش بارشناختی منجر شد [۳۱]. به علاوه این نتایج بر اهمیت فناوری در آموزش مدرن تأکید دارند؛ به طوری که ابزارهای دیجیتال مانند بازی‌های اسکرچ، جونیور یا انیمیشن‌های کوتاه در صورت استفاده صحیح، مشارکت و انگیزه را به طور معناداری افزایش می‌دهند. [۶] برای تبیین و تحلیل چرایی برتری یادگیری خرد، می‌توان از نظریه بارشناختی و نظریه یادگیری چندرسانه‌ای مایر بهره گرفت: نظریه بارشناختی بیان می‌کند که ظرفیت حافظه فعال انسان محدود است. در رویکرد کلاس معکوس، دانش‌آموزان باید محتوای نسبتاً طولانی (مثلاً ویدئوی ۱۰ دقیقه‌ای) را به صورت خودراهبر در منزل پردازش کنند. این موضوع می‌تواند برای دانش‌آموزان پایه دوم ابتدایی که مهارت‌های خودتنظیمی ضعیف‌تری دارند، باعث ایجاد بارشناختی درونی و بیرونی بالا شود و به خستگی ذهنی و کاهش انگیزه منجر شود. در مقابل، یادگیری خرد با ارائه اطلاعات در قطعات بسیار کوچک و متمرکز، بارشناختی بیرونی را به شکل چشمگیری کاهش می‌دهد. این رویکرد به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد هر مفهوم را به صورت تدریجی و بدون فشار ذهنی بیش از حد درک کنند. این تجربه موفقیت‌های کوچک و پی‌درپی، به تقویت درگیری عاطفی (احساس رضایت و اعتماد به نفس) و رفتاری (اشتیاق به ادامه یادگیری و مشارکت) منجر می‌شود.

از طرف دیگر، مایر در نظریه یادگیری چندرسانه‌ای بر این باور است که یادگیری زمانی به بهترین شکل اتفاق می‌افتد که اطلاعات در قالب کلمات و تصاویر به طور هم‌زمان و بهینه‌سازی شده ارائه شوند. یادگیری خرد با ارائه محتوای چندرسانه‌ای کوتاه، دقیقاً بر اصول مؤثر تأکید دارد و با پرهیز از جزئیات غیرضروری، به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا اطلاعات را به صورت مؤثر و بدون حواس‌پرتی پردازش کنند. این رویکرد، به خصوص برای کودکان که دامنه توجه کوتاه‌تری دارند، کارآمدتر از ویدئوهای طولانی کلاس معکوس است و باعث افزایش درگیری‌شناختی

[3] Bishop JL, Verleger MA. The flipped classroom: a survey of the research. In: ASEE National Conference Proceedings; 2013 Jun 23; Atlanta (GA). p. 1–18.

[4] Zainuddin Z, et al. Flipped classroom and student motivation. *Educ Technol Res Dev.* 2023;71(2):123–135. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10172-9>

[5] Mazur E, et al. Challenges in implementing flipped learning. *J Educ Innov.* 2015;12(4):89–102.

[6] Mohammad A, et al. Microlearning: enhancing student engagement in digital environments. *Int J E-Learn.* 2018;16(3):201–215. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2018.05.002>

[7] Sweller J. Cognitive load theory and instructional design. *Educ Psychol.* 2004;39(1):1–11. https://doi.org/10.1207/s15326985ep3901_1

[8] Nikou SA. Motivation in microlearning contexts. *Learn Instr.* 2019;62:45–53. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.03.002>

[9] Reeve J. How students create motivationally supportive learning environments. *Educ Psychol.* 2013;48(2):85–100 <https://doi.org/10.1080/00461520.2012.692921>

[Coulson D, Boutilier R. Engagement and academic success. *J Educ Res.* 2017;110(5):567–578. <https://doi.org/10.1080/00220671.2016.1180589>

[11] Sweller J, Paas F. Cognitive load theory revisited. *Instr Sci.* 2017; 45(6):721–735. <https://doi.org/10.1007/s11251-017-9432-8>

[12] Zarei Zavarki E, Moradi R. Autism spectrum disorders: concepts, theories and ICT-based educational strategies. Tehran: Allameh Tabataba'i University Press; 2014. [In Persian].

[13] Kohnke L, Corbeil JR, Khan BH, Corbeil MA. Microlearning in the digital age: the design and delivery of learning in snippets. New York: Routledge; 2021.

[14] Mehring J. Present research on the flipped classroom and potential tools for the EFL classroom. *Comput Sch.* 2016;33(1):1–10.

[15] Tan RM, Yangco RT, Que EN. Students' conceptual understanding and science process skills in an inquiry-based flipped classroom environment. *Malays J Learn Instr.* 2020;17(1):159–184.

[16] Chen L, et al. Social interaction in flipped classrooms. *Educ Technol Soc.* 2023;26(1):98–112. [https://doi.org/10.30191/ETS.202301_26\(1\).0008](https://doi.org/10.30191/ETS.202301_26(1).0008)

[17] Vaughan M. Engagement through flipped learning. *Act Learn High Educ.* 2017;18(2):145–158. <https://doi.org/10.1177/1469787417709797>

[18] Kohestani Nejad Tari A, Abazari Z, Mirhoseini Z. Teachers' technology literacy in Iran's national curriculum on education and training in work and technology. *Educ Technol J.* 2018;12(2):149–159. <https://doi.org/10.22061/jte.2018.1995.1510>

[19] Campbell DT, Stanley JC. Experimental and quasi-experimental designs for research. Chicago (IL): Rand McNally; 1963.

○ محدودیت‌های فنی و دسترسی: دسترسی دانش‌آموزان به ابزارهای دیجیتال و اینترنت در منزل ممکن است یکسان نبوده باشد. پژوهشگر تلاش کرده این عامل را کنترل کند؛ اما تفاوت در کیفیت و دسترسی به منابع دیجیتال می‌تواند بر نتایج گروه کلاس معکوس تأثیر گذاشته باشد. بنابراین، برای تفسیر نتایج این مطالعه، باید این محدودیت‌ها را در نظر گرفت و پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده، با افزایش تعداد مدارس و نمونه‌های مورد مطالعه، به بررسی گسترده‌تر این موضوع پرداخته شود تا یافته‌ها از تعمیم‌پذیری بیشتری برخوردار باشند.

در نهایت این مطالعه نشان می‌دهد که در عصر دیجیتال انتخاب راهبردهای آموزشی مبتنی بر فناوری مانند یادگیری خرد می‌تواند تجربه یادگیری را برای دانش‌آموزان ابتدایی غنی‌تر و معنادارتر کند. این یافته‌ها نه تنها به معلمان و سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا روش‌های مؤثرتری برای آموزش علوم انتخاب کنند بلکه بر اهمیت تطابق آموزش با نیازهای شناختی و عاطفی کودکان تأکید دارد و بستری برای پرورش نسلی خلاق و متعهد به یادگیری فراهم می‌آورد.

مشارکت نویسندگان

این مقاله حاصل همکاری پژوهشی میان نویسندگان است. نویسنده اول، محدثه اسنانودی، به‌عنوان مجری اصلی پژوهش و دانش‌جوی مقطع کارشناسی ارشد، مسئولیت جمع‌آوری داده‌ها و تحلیل اولیه را بر عهده داشته است. دکتر رحیم مرادی به‌عنوان استاد راهنما، در تمامی مراحل پژوهش، از جمله طراحی، اجرا و نگارش مقاله، نقشی کلیدی ایفا کرده است و به‌عنوان نویسنده مسئول، مسئولیت مکاتبات و پاسخ‌گویی به داوران را بر عهده دارد. دکتر محسن باقری نیز به‌عنوان استاد مشاور، راهنمایی‌های ارزشمندی در زمینه روش‌شناسی و تحلیل نتایج ارائه کرده است.

تشکر و قدردانی

از تمامی دانش‌آموزانی که در پژوهش حاضر مشارکت کرده اند، کمال تشکر و قدردانی به عمل می‌آید. مقاله حاضر حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد رشته آموزش ابتدایی دانشگاه اراک با کد اخلاق IR.ARAKU.REC.1402.098 می‌باشد.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

منابع و مآخذ

[1] Noroozi M, Faghfuri Bilandi AA. Social harms of incorrect methods of teaching the Qur'an (a case study of textbooks for the Ministry of Education). *Quran Soc Sci.* 2023;2(4):110–140.

[2] Bergman J, Sams A. Flipped learning: gateway to student engagement. Eugene (OR): ISTE; 2017.

معرفی نویسندگان

AUTHOR(S) BIOSKETCHES



محدثه اسناوندی کارشناسی ارشد آموزش ابتدایی در دانشکده علوم انسانی دانشگاه اراک و شاغل در آموزش و پرورش استان مرکزی می‌باشند.

Asnavandi, M. MA. Primary education, Faculty of Humanities, Arak University, Arak, Iran



رحیم مرادی استادیار گروه علوم تربیتی در دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه اراک هستند. ایشان استاد سرآمد آموزشی کل کشور در سال ۱۴۰۲ و همچنین دارای بیش از ۵۰ مقاله در نشریات داخلی و خارجی می‌باشند. همچنین در نشریات معتبر داخلی به عنوان

عضو هیات تحریریه در حال انجام وظیفه می‌باشند. از افتخارات ایشان می‌توان به دانشجوی نمونه کشوری، استادیار جوان کل کشور (طرح شهید کاظمی آشتیانی بنیاد ملی نخبگان)، پژوهشگر برتر کشوری و عضویت در بنیاد ملی نخبگان اشاره کرد.

Moradi, R. Assistant Professor, Faculty of Humanities, Department of Educational Sciences, Arak University, Arak, Iran.

✉ r-moradi@araku.ac.ir



محسن باقری استاد دانشگاه علوم تربیتی گرایش تکنولوژی آموزشی دانشگاه اراک هستند. ایشان مدرک کارشناسی خود را در رشته تکنولوژی آموزشی در سال ۱۳۸۴ از دانشگاه اراک و مدرک کارشناسی ارشد خود را در رشته تکنولوژی آموزشی همین دانشگاه

در سال ۱۳۸۶ اخذ نمودند و در سال ۱۳۹۲ مدرک دکتری خود را در رشته تکنولوژی آموزشی دانشگاه پوترا مالزی دریافت کردند و از سال ۱۳۹۳ تاکنون عضو هیأت علمی گروه علوم تربیتی دانشگاه اراک هستند زمینه های مطالعاتی ایشان عبارت است از یادگیری الکترونیکی آموزش مبتنی بر فناوریهای نوین، بازی وارسازی، روشهای نوین تدریس سنجش و ارزشیابی در رابطه با زمینه های اشاره شده دارای بیش از ۵۰ مقاله در مجلات علمی پژوهشی ملی و بین‌المللی و همایش‌ها و کنفرانس‌ها هستند

Bagheri, M. Assistant Professor, Faculty of Humanities, Department of Educational Sciences, Arak University, Arak, Iran

✉ m-baqeri@araku.ac.ir

[20] Paas FG, Van Merriënboer JJ. Instructional control of cognitive load in the training of complex cognitive tasks. *Educ Psychol Rev.* 1994;6(4):351–371. <https://doi.org/10.1007/BF02213420>

[21] Field A. *Discovering statistics using IBM SPSS statistics.* 5th ed. London: SAGE Publications; 2018.

[22] Mahmoudi A, Yarahmadi Y, Moradi O. Identifying factors affecting flipped learning among students. In: *Proceedings of the 7th International Conference on School Psychology*; 2024; Tehran, Iran.

[23] ezaei Rad M, Raisi N, Mahdavi Saeidabadi SA. The effect of gamification tools and microlearning on educational quality. In: *Proceedings of the 15th International Conference on Management and Humanities Research in Iran*; 2023; Tehran, Iran.

[24] Hussein Baglou Biqlu K, Piri M, Yari J, Rezaei A. Designing a multimedia instruction based on Sweller's cognitive load theory and determining its effect on the engagement and transfer of math learning among third grade primary school learners. *Res Sch Virtual Learn.* 2019;6(4):31–44.

[25] Fidan M. The effects of microlearning-supported flipped classroom on pre-service teachers' learning performance, motivation and engagement. *Educ Inf Technol.* 2023;28(10):12687–12714. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11639-2>

[26] Kohnke L, Fong D, Zou D. Microlearning: a new normal for flexible teacher professional development in online and blended learning. *Educ Inf Technol.* 2024; 29(4): 4457–4480 <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11639-2>

[27] Talan T, Gulsecen S. The effect of a flipped classroom on students' achievements, academic engagement and satisfaction levels. *Turk Online J Distance Educ.* 2019; 20(4):31–60. <https://doi.org/10.17718/tojde.640503>

[28] Ebrahimi Orang A, Sahebyar H, Ebrahimi Orang M. The effect of flipped learning on self-efficacy and academic performance in experimental sciences among female grade six students. *Res Chem Educ.* 2024;6(1):37–58. <https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15805.1185>

[29] Appleton JJ, Christenson SL, Kim D, Reschly AL. Measuring cognitive and psychological engagement: validation of the student engagement instrument. *J Sch Psychol.* 2006;44(5):427–445. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2006.04.002>

[30] Nikou SA, Economides AA. Mobile-based micro-learning and assessment: impact on learning performance and motivation of high school students. *J Comput Assist Learn.* 2018;34(3):269–278. <https://doi.org/10.1111/jcal.12240>

[31] Mayer RE, Moreno R. Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educ Psychol.* 2003; 38(1): 43–47. [doi:10.1207/S15326985EP3801_6](https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_6)

Citation (Vancouver): Asnavandi M, Moradi R, Bagheri M. [Flipped classroom and micro learning in the digital age: A comparative study on cognitive, emswellerotational, and behavioral engagement of elementary school students]. *Tech. Edu. J.* 2025; 19(4): 977-990

 <https://doi.org/10.22061/tej.2026.12112.3234>

