Journal of Training & Learning Researches

The Effect of Flipped Classroom Teaching on Learning and Memorization of the 12th-grade Biology Lesson in the Post-Corona Era (A Case Study on the Topic of Information Molecules)

DOI: 10.22070/tlr.2024.18036.1468

Azam Gholami [1*], ***Zohre Kalantari*** [2], ***Mohammad Hasan Bazoobandi*** [3]

1. Assistant Professor, Department of Biology Education, Farhangian University, Tehran, Iran. (Corresponding Author)
Email: azam.gholami@gmail.com
2. Master's degree in biology education, Farhangian University, Tehran, Iran.
Email: z_chammehr@yahoo.com
3. Assistant Professor, Department of Science Education, Farhangian University, Tehran, Iran.
Email: m.bazobandi@cfu.ac.ir

Received on: **04/08/2023**

Revised on: **02/04/2024**

Accepted on: **07/09/2024**

CC BY NC

Research Article

Vol. 21, No. 1, Serial 39
Spring & Summer 2024
pp: 169-186

Abstract

Aim and Introduction: Flipped classroom teaching is an innovative educational approach in which students learn at home using electronic devices. They then attend class to engage in interactive discussions with their teacher and classmates, allowing them to explore the lesson in greater depth. The aim of the current research is to investigate the effect of the flipped classroom method on learning and memorization of biology in the post-COVID-19 era. The topic of information molecules in biology is complex and challenging. The abstract nature of the content, along with the significance of visual aids and a three-dimensional understanding of the mechanisms involved, increases the difficulty teachers face when instructing on this subject. Rich educational and learning environments are settings that enhance the teaching and learning process through the use of electronic software, hardware, and interactive facilities and media. Therefore, by utilizing the capabilities of virtual space and technology through the reverse method, it will be possible to observe biological structures and processes that necessitate a three-dimensional understanding and abstract thinking. Overcrowded classrooms with diverse student populations and time constraints hinder teachers from adequately supporting all learners. A review of the existing literature reveals that no research has been conducted on the relationship between these variables in the context of biology education in our country during the post-Corona era. Therefore, this research aims to determine whether the flipped classroom teaching method impacts the learning and retention of biology lessons among 12th-grade students in the post-COVID-19 era.

Method: This research employs a semi-experimental method featuring a pre-test/post-test design to assess memorization levels in both control and experimental groups. Additionally, the willingness of the experimental group was measured using this approach. The statistical population for this research comprised all female students in the twelfth grade of experimental sciences in Khorram Abad city. An available sampling method was employed for data collection. A sample of 44 students was selected from the statistical population and randomly divided into control and experimental groups. For the experimental and control groups, reverse teaching methods were implemented for the experimental group, while traditional teaching methods were used for the control group. The research included questionnaires developed by the researcher to assess learning, memorization, and willingness. In this semi-experimental study, pre-tests, post-tests, and memory level tests were administered to both control and experimental

Journal of Training & Learning Researches

Received on: **04/08/2023**

Revised on: **02/04/2024**

Accepted on: **07/09/2024**

CC BY NC

Research Article

Vol. 21, No. 1, Serial 39

Spring & Summer 2024

pp: 169-186

groups. The face and content validity of the tests were confirmed by experienced biology teachers. To evaluate the reliability of the tests, the Kuder-Richardson KR20 method was employed. The reliability coefficient of 0.73 indicates that the tests possess adequate accuracy. Additionally, to assess the willingness of students in the experimental group to receive educational content via mobile phones, a researcher-developed questionnaire was employed. Face validity was utilized to establish the validity of the questionnaire. Cronbach's alpha was employed to assess the reliability of this questionnaire. The Cronbach's alpha coefficient for all items in the questionnaire was 0.865. Descriptive statistics (prevalence, mean, and standard deviation) and inferential statistics (t-test, univariate analysis of covariance [ANCOVA], and multivariate analysis of covariance [MANCOVA]) were employed in the data analysis.Finding: Descriptive statistics related to the mean and standard deviation of biology course grades for people in traditional education and flipped class education groups, in three measurement stages (pre-test, post-test and reminder) showed that in the reverse class training group, a higher increase in grades in the post-test and memorization phases is evident compared to the control group. Based on the results of covariance analysis, reverse class teaching has been more effective in learning the subject of information molecules in the biology lesson in the post-corona era in the 12th grade students. Also, the results of the covariance analysis for comparing memorization scores in the groups of traditional education and flipped classroom education in the memorization phase showed that Compared to the traditional teaching method, reverse education has been more effective in memorizing the mentioned topic in the post-corona era.

Discussion and Conclusion: The use of this educational method in the post-COVID era is effective for learning and memorizing biology. In the flipped classroom model, active learning is emphasized, and student participation is essential for progressing from lower-order to higher-order thinking skills. To make the teaching and learning process enjoyable and to achieve learning objectives, a variety of approaches is necessary. Especially after COVID-19, online learning has become one of the preferred methods of education. The flipped classroom model is a student-centered approach that encourages students to take a more active role in their learning. The flipped classroom model is grounded in constructivist theory and encourages active learning. This research observed students' participation and engagement in active learning. Successful learning necessitates a high level of interaction between the learner and the educational content. The flipped classroom enhances learning by employing innovative strategies for observing, understanding, comparing, reasoning, applying, experiencing, and motivating students. In this research, the flipped classroom model has proven effective in overcoming time and location constraints. It has also demonstrated the necessary efficiency in achieving the desired objectives and maintaining high quality. The results indicated that the decrease in average memory scores for the experimental group was less pronounced than that of the control group. The use of multimedia environments in the educational process significantly impacts memory retention. This is because learning outcomes are generally more favorable when methods involve greater student engagement. According to the results, students' willingness to utilize electronic tools for accessing and engaging with educational materials in the flipped classroom model during the post-COVID era has remained high. In explaining the results obtained, it is important to note that the impact of technology on today's generation of learners is undeniable. It can also be stated that students' desire to utilize electronic tools for accessing course materials has increased significantly since the COVID-19 pandemic. These tools provide students with easy and quick access to a wide range of textbooks, pamphlets, and free educational videos. This accessibility serves as a compelling reason for the heightened interest among students in using such resources.

Keywords: Filipped Classroom, Learning, Memory, Biology, Post-Corona

نشریه علمی
پژوهش‌های
آموزش و یادگیری

تأثیر آموزش به روش کلاس معکوس بر یادگیری و یادداری درس زیست شناسی پایهٔ دوازدهم در دوران پساکرونا (مطالعهٔ موردی: مبحث مولکول‌های اطلاعاتی)

DOI: 10.22070/tlr.2024.18036.1468

اعظم غلامی [۱*] ، زهره کلانتری [۲] ، محمدحسن بازوبندی [۳]

۱. استادیار گروه زیست‌شناسی دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران. (نویسندهٔ مسئول)
Email: azam.gholami@gmail.com
۲. کارشناسی‌ارشد رشتهٔ آموزش زیست‌شناسی دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران.
Email: z_chammehr@yahoo.com
۳. استادیار گروه آموزش علوم، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران.
Email: m.bazobandi@cfu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۱۳
تاریخ اصلاحات: ۱۴۰۳/۰۱/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۱۷

CC BY NC

مقاله پژوهشی

Journal of Training & Learning Researches
Vol. 21, No. 1, Serial 39
Spring & Summer 2024

دوره ۲۱، شماره ۱، پیاپی۳۹
بهار و تابستان ۱۴۰۳
صص: ۱۸۶-۱۶۹

چکیده

آموزش به روش کلاس معکوس یکی از شیوه‌های نوین آموزشی است که دانش‌آموزان در خانه و با استفاده از ابزارهای الکترونیکی، درس را فرامی‌گیرند و سپس در کلاس حاضر می‌شوند و طی تعامل با معلم و هم‌کلاسی‌های خود، درس را به‌صورت عمیق‌تر می‌آموزند. هدف پژوهش حاضر تأثیر آموزش به روش کلاس معکوس بر یادگیری و یادداری زیست‌شناسی در دوران پساکروناست. این پژوهش به روش نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون ـ پس‌آزمون و سنجش سطح یادداری برای گروه‌های گواه و آزمایش و نیز سنجش تمایل گروه آزمایش به این روش انجام شد. از جامعهٔ آماری پژوهش، نمونه‌ای شامل ۴۴ دانش‌آموز انتخاب شد که به‌طور تصادفی به گروه‌های گواه و آزمایش تقسیم شدند. پرسش‌نامه‌های پژوهش شامل پرسش‌نامه‌های محقق‌ساختهٔ ارزیابی یادگیری، یادداری و سنجش تمایل بودند. در تحلیل داده‌ها از روش آمار توصیفی (فراوانی، میانگین و انحراف استاندارد) و استنباطی (آزمون تی تک‌نمونه‌ای، تحلیل کوواریانس تک‌متغیره[1] و تحلیل کوواریانس چندمتغیره[2]) استفاده شد. براساس یافته‌ها، در هر دو گروه اختلاف بین پیش و پس آزمون معنادار بود. بیشتر بودن میانگین گروه آزمایش نشانهٔ بهتر بودن یادگیری است؛ همچنین در سطح یادداری، گروه آزمایش عملکرد بهتری را نشان داد. نتایج پرسش‌نامهٔ سنجش تمایل نیز نشان‌دهندهٔ تمایل زیاد دانش‌آموزان به استفاده از ابزارهای الکترونیکی برای دریافت مطالب درسی در دوران پساکروناست؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد این روش آموزشی در دوران پساکرونا در یادگیری و یادداری زیست‌شناسی مؤثر است.

واژگان کلیدی: کلاس معکوس، یادگیری، یادداری، زیست‌شناسی، پساکرونا.

1. Ancova
2. Mancova

نشریه علمی پژوهش‌های آموزش و یادگیری / دوره ۲۱ / شماره ۱ / پیاپی ۳۹ / بهار و تابستان ۱۴۰۳ / صص ۱۸۶-۱۶۹
Scientific Journal of Training & Learning Researches / Vol.21, No.1, Serial 39, Spring & Summer 2024, pp. 169-186

مقدمه

آنچه در عصر حاضر دربارهٔ فرایند آموزش مد نظر قرار گرفته، تدریس و یادگیری فعال[1] است. ازآنجاکه یادگیری طی فرایندی دوطرفه میان معلم و فراگیر اتفاق می‌افتد، لازم است معلم با انتخاب رویکردی مناسب در تدریس خود، فرایند آموزش را به‌گونه‌ای طراحی کند که یادگیرندگان در یادگیری خود به‌طور فعالانه نقش داشته باشند؛ زیرا نسل جدید به‌دلیل اینکه با تکامل سریع فناوری پرورش یافته‌اند، کمتر روش سخنرانی را تحمل می‌کنند و بیشتر به فعال بودن در فرایند یادگیری گرایش دارند [۱ و ۲].

روش آموزش سنتی[2] با مسائلی مانند یادگیری انفعالی و غفلت از مشارکت خود یادگیرنده، نادیده گرفتن تفاوت‌ها و نیازهای یادگیرندگان و بی‌توجهی به حل مسئله و تفکر انتقادی،[3] با انتقاد مواجه شده و با پیامدهای مهمی همچون فرسودگی تحصیلی، کاهش انگیزه، احساس ناکارآمدی و... همراه بوده است [۳ و ٤].

یکی از مؤثرترین روش‌هایی که اخیراً به آن توجه شده است و ارتباط بسیار نزدیکی با فلسفهٔ سازنده‌گرایی[4] دارد، مدل کلاس معکوس[5] است که می‌توان به‌عنوان راه‌حلی برای معضلات مطرح‌شده به آن پرداخت. تحقیقات متعددی نیز در این زمینه انجام شده است. آموزش با رویکرد سازنده‌گرایی مبتنی بر اصل مقبول کردن معنای واقعیت ازسوی دانش‌آموز است. در این روش، تولید دانش نتیجهٔ فعالیت مفید و مؤثر تک‌تک دانش‌آموزان است و به‌جای آنکه دانش ازقبل‌ساخته‌شده را به دانش‌آموزان انتقال دهد، سعی بر آن است که فراگیران خود به تولید دانش بپردازند [۵]. پژوهش‌های مختلفی درزمینهٔ اثربخشی رویکرد سازنده‌گرایی بر پیشرفت تحصیلی و ویژگی‌های روان‌شناختی دانش‌آموزان انجام شده است، ازجمله موواندا و مدیگو در پژوهشی نشان دادند که تأثیر تدریس با رویکرد سازنده‌گرایانه در مقایسه با روش‌های سنتی در یادگیری زیست‌شناسی دانش‌آموزان بیشتر است [۵].

در رویکرد سازنده‌گرایی، تأکید متخصصان بر استفاده از روش‌های دانش‌آموزمحور نوین است. منظور از روش دانش‌آموزمحور، آموزشی است که در آن فراگیران به کمک معلم، خود مسئولیت فهم مطالب را به عهده می‌گیرند. دیدگاه سازنده‌گرایی تأکید می‌کند که یادگیرنده فعالانه دانش را می‌سازد. بنا بر این دیدگاه، انسان‌ها از راه تعامل بین آنچه از قبل می‌دانند و باور دارند با اندیشه‌ها، رویدادها و فعالیت‌هایی که با آن‌ها روبه‌رو می‌شوند، فهم و دانش تازهٔ خود را می‌سازند [۷].

در محیط یادگیری سازنده‌گرا، معلمان نقش تسهیل‌گر را ایفا می‌کنند و دانش‌آموزان را به رشد فکری تشویق می‌کنند. دانش‌آموزان از دانش قبلی‌شان استفاده می‌کنند و در ضمن رشد فهمشان دربارهٔ موضوعات علمی جدید، عمیقاً به نظرات سایر دانش‌آموزان می‌اندیشند [۸].

لازمهٔ ساخت دانش توسط دانش‌آموزان دسترسی آنان به منابع اطلاعاتی مختلف است. امروزه با کمک فناوری‌ها و چندرسانه‌ای‌ها، دسترسی آسان و سریع دانش‌آموزان به منابع اطلاعاتی مختلف، ایجاد محیط‌های تعاملی، پویا و غنی‌شده با تصاویر، پویانمایی‌های متحرک[6] و صدا، ایجاد فرصت درگیری در فعالیت‌های یادگیری و ارتقای یادگیری مستقل، زمینهٔ تحقق رویکردهای سازنده‌گرایی در فرایند یاددهی ـ یادگیری شاگردمحور فراهم شده و روش‌های تفکر و یادگیری دانش‌آموزان تغییر کرده است [۹]. همچنین با افزایش قابلیت‌های تازه‌ای در یادگیری دانش‌آموزان، انقلابی در شیوه‌های سنتی ایجاد شده است [۱۰]؛ بنابراین با ظهور فناوری‌های نوین آموزشی، فضاهای ارتباطی جدیدی فراهم شده است که می‌تواند فرایند یاددهی ـ یادگیری[7]

1 . Active Learning
2. Traditional Education
3. Critical Thinking
4. Constructivism
5. Reverse Class
6. Animated Animations
7. Teaching-Learning Process

را در خارج از کلاس درس نیز ممکن سازد. در این راستا، یکی از رویکردهای فعال و پیشرفته که یادگیری معنی‌دار را در فراگیرندگان شکل می‌دهد و امروزه علاقهٔ پژوهشگران و مربیان را برانگیخته، یادگیری معکوس است [۱۱].

محتوای درسی در این مدل، خارج از کلاس درس و به‌وسیلهٔ فناوری‌های مختلف در اختیار دانش‌آموزان قرار داده می‌شود تا زمان کلاس صرف بحث و بررسی، انجام تکالیف، کاربست محتوا و... شود. براین‌اساس، سطوح پایینی حیطهٔ شناختی،[1] یعنی «دانش» و «فهمیدن»، در خارج از کلاس درس محقق می‌شود و سطوح بالاتر، یعنی «کاربست»، «تحلیل»، «ترکیب» و «ارزشیابی»، در کلاس درس و با راهنمایی معلم ایجاد می‌شود [۱۲]. با این روش، دانش‌آموز می‌تواند آنچه را معلم قبلاً در کلاس به او منتقل می‌کرد، پیش از کلاس ببیند و بشنود و هنگامی که به کلاس می‌آید، با ذهنی پرسشگر وارد شود. معلم در کلاس فعالیت‌های یادگیری را بر عهده دارد؛ فعالیت‌هایی که به‌صورت بحث‌های گروهی، طرح سؤال، امتحان‌های کوتاه‌مدت، ارائهٔ فراگیران، آزمایش و دیگر فعالیت‌ها انجام می‌شوند. در این روش، معلم طراح و مدیر فعالیت‌های کلاس است. به بیان ساده‌تر، در کلاس معکوس، نقش اصلی معلم طراحی آموزشی است، یعنی طراحی سناریوهای یادگیری که پله‌پله دانش‌آموزان را به هدف‌های یادگیری مشخص نزدیک کنند [۱۳].

این مدل نوعی جدید از رویکردهای آموزشی است که با ترکیب امکانات فضای مجازی و پیشرفت‌های فناوری در کنار یادگیری حضوری، یادگیری را به‌صورت عمیق و لذت‌بخش به دانش‌آموزان ارائه می‌دهد. این نوع از یادگیری بر چهار پایه استوار است: ۱) محیط انعطاف‌پذیر که در آن معلم محیط یادگیری را برای انواع حالت‌های آموزش، اعم از گروهی و انفرادی، با توجه به شرایط دانش‌آموزان و امکانات، آماده می‌کند؛ ۲) فرهنگ یادگیری که در آن دانش‌آموز عمق یادگیری خود را با تعامل افزایش می‌دهد و با استفاده از زمان کلاس برای تثبیت یادگیری خود تلاش می‌کند. در این حین، معلم نیز با راهنمایی و نظارت، یادگیری دانش‌آموز را ارزیابی می‌کند؛ ۳) محتوایی علمی که معلم با در نظر گرفتن سطح کلاس، موضوع درس و روش یادگیری دانش‌آموزمحور و فعال، برای به حداکثر رساندن استفاده از زمان آموزش معرفی می‌کند؛ ٤) معلمی حرفه‌ای که هرج‌ومرج را در کلاس درس کنترل می‌کند و با دانش‌آموزان ارتباط برقرار می‌کند و انتقاد سازندهٔ آنان را قبول دارد و با شیوهٔ بازخورد دانش‌آموزان، کار خود را نیز ارزیابی می‌کند [۱۳].

آموزش ازطریقِ یادگیری معکوس شامل چهار مرحله است: ۱) طراحی آموزش معکوس برای برنامه‌ریزی فعالیت‌های یادگیری؛ ۲) ایجاد فرصت‌هایی برای پیش‌مطالعه، مانند مشاهدهٔ فیلم کوتاه آموزشی؛ ۳) ارزشیابی تشخیصی و تکمیلی برای تعیین نیازهای یادگیری؛ ٤) استفاده از راهبردهای یادگیری فعال و فناوری برای پاسخ به نیازهای یادگیری و توسعهٔ شایستگی‌ها. کلاس درس معکوس ماهیتی ساخت‌گرایانه دارد و از دو جزء شامل فعالیت‌های یادگیری در قالب تعامل گروهی و یادگیری مشارکتی در کلاس درس و آموزش انفرادی مستقیم با رایانه خارج از کلاس درس تشکیل شده است. در این مدل، دانش‌آموزان در فرایند یادگیری خود، به‌طور معناداری مشارکت داده می‌شوند. در کلاس یادگیری معکوس، معلمان می‌توانند به‌راحتی راهبردهای یادگیری فعال را اجرا کنند؛ همچنین مشاهدهٔ پیوستهٔ دانش‌آموزان برای ثبت بازخورد مناسب از فعالیت‌هایشان همراه با خودارزیابی به‌راحتی امکان‌پذیر خواهد شد. اگر معلم به هر دلیل نتواند در کلاس حاضر شود، یادگیری دانش‌آموزان متوقف نخواهد شد و آن‌ها با استفاده از کتاب درسی، فیلم آموزشی، اسلاید، پادکست و نظایر آن، قادر خواهند بود خود را با شرایط موجود وفق دهند [۱۳].

حجمی از مطالعات موجود نشان داده است که مدل کلاس درس معکوس مدلی نوظهور و محبوب در

1. Cognitive Domains

یادگیری زیست‌شناسی است، اما مطالعات کمی برای نشان دادن اثربخشی آن انجام شده است [۱۴-۱۷]. بنابراین تحقیقات بیشتری مورد نیاز است تا آشکار شود که آیا در دوران پساکرونا روش تدریس کلاس درس معکوس نیز بر حل مشکلات دانش‌آموزان اثربخش بوده است.

بعد از سه سال آموزش به‌صورت مجازی و گذر از آن، ورود مجدد به آموزش کاملاً حضوری برای دانش‌آموزان مشکلاتی را به همراه داشته و دارد. یکی از این مشکلات، یادگیری ناقص دروس سال‌های گذشته است؛ اما کمبود وقت به معلمان این اجازه را نمی‌دهد که به آموزش دروس سال‌های گذشته بپردازند. در روش معکوس، معلم می‌تواند مطالبی از سال‌های گذشته را که برای تدریس جلسهٔ آینده لازم است، در فیلم‌های تدریس ارسال‌شده آموزش دهد. یکی دیگر از مشکلاتی که معلم در امر آموزش با آن مواجه می‌شود، غیبت دانش‌آموزان به‌دلیل بیماری، مسافرت و... است. وقتی دانش‌آموزی در جلسات تدریس غایب باشد، واضح است که در یادگیری ادامهٔ آن درس دچار مشکل می شود. این مشکل نیز با روش معکوس به‌راحتی حل‌شدنی است.

مشکل دیگری که دبیران علوم پایه، به‌ویژه دبیران زیست‌شناسی، با آن مواجه هستند، کمبود ساعات آموزش است. با توجه به جدیدالتألیف بودن کتب زیست‌شناسی و تأکید ویژهٔ مؤلفان بر تصاویر موجود در کتب به‌عنوان بخش مهمی از محتوای یادگیری، اهمیت درک سه‌بعدی تصاویر در یادگیری مفاهیم علمی [۱۸] و همچنین کیفیت نامناسب چاپ کتاب‌های درسی، روش تدریس معکوس با مهیا کردن فرصت مناسبی برای نمایش تصاویر سه‌بعدی و فیلم‌های آموزشی مناسب، می‌تواند در بهبود فرایند یادگیری نقش بسزایی ایفا کند.

مبحث مولکول‌های اطلاعاتی[1] در زیست‌شناسی جزء مباحث پیچیده و دشوار است. این مبحث در فصل اول کتاب زیست‌شناسی پایهٔ دوازدهم مشتمل بر سه گفتار نوکلئیک‌اسیدها، همانندسازی دنا و پروتئین‌هاست. مفاهیم و موضوعات این فصل پیش‌نیاز سایر فصل‌های کتاب‌اند و در صورتِ یاد نگرفتن و درک نکردن کامل محتوای این فصل، آموزش سایر فصل‌ها برای معلم با چالش روبه‌رو خواهد شد؛ زیرا محتوای کتاب زیست‌شناسی پایهٔ دوازدهم از شاخهٔ سلولی و مولکولی تنظیم شده است و انتزاعی بودن محتوا و همچنین اهمیت تصاویر و درک سه‌بعدی از مکانیسم فرایندهای همانندسازی، رونویسی و ترجمه، سختی کار معلمان در آموزش محتوای این مباحث را چند برابر می‌کند [۱۹ و ۲۰].

هوش فضایی[2] شامل مهارت‌های تدبر در تصاویر و همچنین توانایی جذب، تغییر و بازآفرینی جنبه‌های مختلف دنیای بصری ـ فضایی است. این نوع از هوش توانایی شناخت دقیق رنگ، جهت و فضا را امکان‌پذیر می‌سازد. باوجوداین، توانایی در تمام افراد، قدرت تخیل انسان محدود است و در همهٔ افراد نیز یکسان نیست. به همین دلیل، تصور مولکول‌هایی مانند DNA[3] و انواع ساختارهای مولکولی درگیر در همانندسازی آن، مکانیسم‌های بیان ژن، رمزگردانی و ترجمهٔ اطلاعات ژنتیکی به‌صورت پروتئین، اهمیت درک شکل سه‌بعدی مولکول‌ها در فرایندهای مرتبط و... برای دانش‌آموزان بسیار دشوار است. شبیه‌سازی[4] با ایجاد تصویرهای سه‌بعدی از مفاهیم زیست‌شناسی می‌تواند فرصتی بسیار مناسب برای تقویت هوش فضایی باشد. بسیاری از مفاهیم درس زیست‌شناسی به تصویرسازی ذهنی، چرخش ذهنی و ادراک ذهنی (در مجموع، توانایی فضایی زیاد) نیاز دارد که ازجملهٔ آن‌ها می‌توان به مباحث ساختارهای درشت‌مولکول‌ها، فرایندهای زیستی، ساختار نردبان‌مانند دورشته‌ای DNA، ساختار کروموزوم و... اشاره کرد.

با وجود دشواری مفاهیم انتزاعی و تصویری،

1. Information Molecules

2. Spatial Intelligence
3. Deoxyribo Nucleic Acic
4. Simulation

بررسی‌های میدانی نشان می‌دهند که توانایی درک فضایی را می‌توان با آموزش یا کارآموزی تقویت کرد. کارکردهای دیداری‌سازی فضایی در رشته‌های مختلف، به‌ویژه زیست‌شناسی، به اثبات رسیده است. محیط‌های آموزشی و یادگیری غنی درواقع موقعیت‌هایی آموزشی هستند که ازطریقِ تجهیزات نرم‌افزار/ سخت‌افزار الکترونیکی و امکانات و رسانه‌های تعاملی، فرایند یاددهی ـ یادگیری را تسهیل می‌کنند [۲۱]؛ همچنین بررسی سؤالات کنکور سراسری چند سال اخیر توسط محقق نشان می‌دهد که توجه طراحان سؤال به این مباحث در مقایسه با سایر مطالب کتاب‌های زیست‌شناسی بیشتر بوده است؛ بنابراین در روش معکوس، تدریس در زمان کوتاه‌تری در کلاس انجام می‌پذیرد، چون دانش‌آموز قادر است بارها فیلم آموزشی را ببیند و دربارهٔ آن بیندیشد و سؤالات ایجادشده در ذهنش را دسته‌بندی کند. همچنین با استفاده از امکانات فضای مجازی و فناوری، امکان مشاهدهٔ ساختارها و فرایندهای زیستی‌ای که به درک سه‌بعدی و تفکر انتزاعی نیاز دارد، میسر خواهد شد.

کلاس‌های پرجمعیت با دانش‌آموزان مختلف و محدودیت‌های زمانی مانع از حمایت معلم از همهٔ فراگیران می‌شود. این محدودیت، به‌ویژه در کلاس‌های پرتعداد، با توجه به نوع محتوا و موارد مذکور ملموس‌تر است. مطالعات انجام‌شده دربارهٔ روش تدریس معکوس در حوزهٔ علوم پایه، اثربخشی این روش را در زمینه‌های انگیزش، پیشرفت تحصیلی و عمق یادگیری تأیید می‌کند. برای مثال، ایچلر[1] [۲۲] در پژوهشی با عنوان «شناخت ارزش یادگیری مستقل پیش‌کلاسی و ترویج درک عمیق‌تر از مواد شیمیایی» نشان داد که کلاس درس معکوس در آموزش شیمی تأثیرات مطلوبی بر یادگیری و درک عمیق می‌گذارد. این نتیجه را نیجا[2] و همکاران [۲۳] و همچنین هاریسون و استنت[3] [۲۴] دربارهٔ نگرش مثبت و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان در شیمی تأیید کردند.

غلامی و همکاران [۱۴] در پژوهشی با عنوان «مقایسهٔ میزان اثربخشی آموزش زیست‌شناسی به روش کلاس معکوس در دانش‌آموزان دختر مدارس تیزهوشان و عادی» اظهار داشتند که بین گروه آزمایش و گروه گواه ازنظرِ انگیزه و پیشرفت تحصیلی تفاوت معنی‌داری وجود دارد. همچنین میزان اثربخشی این روش در مدارس عادی بیشتر از تیزهوشان است که ممکن است انتظارات خانواده و عوامل آموزشی در مدارس تیزهوشان، تمایل دانش‌آموزان به کاربرد شیوه‌های نوین را کاهش داده باشد. نتایج حاصل از پژوهش غلامی و همکاران [۱۵] با عنوان «تأثیر آموزش معکوس بر میزان انگیزش و یادگیری دانش‌آموزان در درس زیست‌شناسی» نشان داد که کلاس معکوس موجب تقویت همکاری‌های گروهی و یادگیری و درک عمیق‌تر مفاهیم می‌شود. شر[4] و همکارانش [۲۵] نیز در پژوهشی با عنوان «تشویق دانش‌آموزان برای موفقیت در دورهٔ زیست‌شناسی مقدماتی با فرمت معکوس» بیان می‌کنند که ماهیت فشردهٔ دوره‌های زیست‌شناسی مقدماتی اغلب به عملکرد ضعیف دانش‌آموزان منجر می‌شود. این مشکل با استفاده از روش کلاس درس معکوس حل‌شدنی است.

ملایی و فاخر عجب‌شیر [۲۶] در پژوهشی با عنوان «بررسی اثر روش معکوس در کلاس برخط بر یادگیری و رضایت دانشجویان در ایام دنیاگیری کووید ـــ ۱۹» بیان می‌کنند که در کلاس برخط، بین دانشجویانی که ازطریقِ معکوس آموزش دیده‌اند با آن‌هایی که ازطریقِ سنتی آموزش دیده‌اند، اختلاف معناداری وجود داشته است. کون[5] [۲۷] در پژوهشی با عنوان «یادگیری معکوس: یک رویکرد آموزشی جایگزین در عصر غیرمستقیم» بیان می‌کند که این روش می‌تواند جایگزین ارزشمندی برای کلاس‌های موجود در عصر نابسامان

1. Eichler
2. Nja
3. Harrison & Stennett
4. Sherr
5. Kwon

بیماری کرونا باشد. در تحقیق دیگر، هریده و سیریف[1] [۲۸] بیان می‌کنند که یادگیری در کلاس‌های معکوس نوعی یادگیری ترکیبی است که بیشتر در فرایند آموزش و یادگیری در دوران کووید ـ ۱۹ و پس از آن استفاده می‌شود. ازآنجایی‌که امروزه همراهی فناوری با آموزش، زمان و منابع ارزشمندی را برای معلم فراهم می‌کند، تعامل و همکاری با هم‌کلاسی‌ها مفیدترین جنبهٔ کلاس درس معکوس در مقایسه با سخنرانی‌های مستقیم سنتی است [۲۹].

بنا بر مطالب بیان‌شده و با بررسی پیشینه، پژوهشی یافت نشد که در آن به رابطهٔ این متغیرها دربارهٔ آموزش زیست‌شناسی در دوران پساکرونا در کشورمان پرداخته شده باشد؛ ازاین‌رو پژوهشگران درصدد هستند به این پرسش پاسخ دهند که آیا روش تدریس کلاس معکوس بر یادگیری و یادداری درس زیست‌شناسی در دوران پساکرونا در دانش‌آموزان پایهٔ دوازدهم اثر دارد یا خیر.

با توجه به عنوان و اهداف پژوهش، این تحقیق به دنبال اهداف زیر است:

۱. بررسی تأثیر تدریس به روش کلاس معکوس بر میزان یادگیری درس زیست‌شناسی در دانش‌آموزان دختر پایهٔ دوازدهم و مقایسهٔ آن با روش سنتی در دوران پساکرونا؛

۲. بررسی تأثیر تدریس به روش کلاس معکوس بر میزان یادداری درس زیست‌شناسی در دانش‌آموزان دختر پایهٔ دوازدهم و مقایسهٔ آن با روش سنتی در دوران پساکرونا؛

۳. بررسی میزان تمایل دانش‌آموزان به استفاده از ابزار الکترونیکی برای دریافت و کاربرد مطالب ارسالی کلاس معکوس در دوران پساکرونا.

روش پژوهش

روش این پژوهش بررسی تجربی در چارچوب نیمه‌آزمایشی و از نوع کاربردی است. هدف اصلی این پژوهش بررسی تأثیر آموزش به روش کلاس معکوس بر یادگیری و یادداری مبحث مولکول‌های اطلاعاتی درس زیست‌شناسی در دوران پساکرونا و مقایسهٔ آن با روش سنتی در دانش‌آموزان دختر پایهٔ دوازدهم شهرستان خرم‌آباد در سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ و همچنین سنجش میزان تمایل دانش‌آموزان به دریافت محتوای آموزشی ازطریقِ تلفن همراه است؛ بنابراین با توجه به تجربیات کسب‌شده در دوران مخوف کرونا و ظرفیت ایجادشده در کشور برای آموزش مجازی و ایجاد بستر ارتباطی مناسب (مانند شاد) و نیز با توجه به انواع کتاب‌نوشت‌ها و درس‌نامه‌های تولیدشده در کل کشور و دستیابی بیشتر دانش‌آموزان به تلفن همراه، این پژوهش انجام شده است.

جامعهٔ آماری این پژوهش کل دانش‌آموزان دختر پایهٔ دوازدهم رشتهٔ علوم تجربی شهرستان خرم‌آباد هستند. برای نمونه‌گیری از روش نمونه‌گیری در دسترس استفاده شده است (علت انتخاب روش همکاری با معلم مربوطه بوده است). از بین مدارس دخترانهٔ متوسطهٔ دوم شهرستان خرم‌آباد، یک مدرسه انتخاب شده است. دانش‌آموزان دبیرستان خدیجهٔ کبری، شامل دو کلاس ۲۲نفره در پایهٔ دوازدهم تجربی، به‌صورت تصادفی به دو گروه گواه و آزمایش تقسیم شده‌اند. برای گروه آزمایش روش تدریس کلاس معکوس و برای گروه گواه آموزش رایج (سنتی) اجرا شده است.

در این طرح پژوهشی نیمه‌آزمایشی، از پیش‌آزمون، پس‌آزمون، آزمون سنجش سطح یادداری برای گروه‌های گواه و آزمایش و پرسش‌نامهٔ محقق‌ساخته برای ارزیابی کلاس معکوس و تمایل دانش‌آموزان به دریافت محتوای آموزشی ازطریقِ تلفن همراه برای گروه آزمایش استفاده شده است.

قبل از شروع کلاس، با هماهنگی مدیر مدرسه، یک گروه کلاسی در سامانهٔ شاد برای بارگذاری مطالب آموزشی و ارتباط معلم با دانش‌آموزان گروه آزمایش ایجاد شد. سپس برای سنجش و ارزیابی میزان دانش و اطلاعات اولیهٔ دانش‌آموزان هر دو گروه، از پیش‌آزمون

1. Harida & Syarif

جدول ۱. چهارچوب اجرای پژوهش در گروه آزمایش

هفته	جلسه	محتوا	عملکرد	جزئیات
اول	اول	آشنایی با شیوهٔ تدریس و برگزاری پیش‌آزمون	ارزیابی دانسته‌های دانش‌آموزان قبل از فرایند تدریس	طبق الگوی استاندارد طرح سؤال
	دوم	ارسال مواد آموزشی و تکلیف صفحهٔ ۱ تا ۳	آزمونک، ارائهٔ دانش‌آموزان، رفع اشکال، حل سؤالات سطح بالاتر به‌صورت گروهی	نوکلیئک‌اسیدها ـ عامل اصلی انتقال صفات وراثتی
دوم	سوم	ارسال مواد آموزشی و تکلیف، صفحهٔ ٤ تا ۷	آزمونک، ارائهٔ دانش‌آموزان، رفع اشکال، حل سؤالات سطح بالاتر به‌صورت گروهی	ساختار دنا و رنا، مدل مولکولی دنا، مدل واتسون و کریک
	چهارم	مواد آموزشی و تکلیف صفحهٔ ۸ تا ۱۰	آزمونک، ارائهٔ دانش‌آموزان، رفع اشکال، حل سؤالات سطح بالاتر به‌صورت گروهی	رنا و انواع آن ـ ژن ـ دخالت نوکلئوتیدها، همانندسازی دنا
سوم	پنجم	ارسال مواد آموزشی و تکلیف صفحهٔ ۱۱ و ۱۲	آزمونک، ارائهٔ دانش‌آموزان، رفع اشکال، حل سؤالات سطح بالاتر به‌صورت گروهی	کدام طرح، عوامل و مراحل همانندسازی
	ششم	ارسال مواد آموزشی و تکلیف صفحهٔ ۱۲ تا ١٤	آزمونک، ارائهٔ دانش‌آموزان، رفع اشکال، حل سؤالات سطح بالاتر به‌صورت گروهی	دوراهی همانندسازی، انواع همانندسازی
چهارم	هفتم	ارسال مواد آموزشی و تکلیف صفحهٔ ۱۵ تا ۱۷	آزمونک، ارائهٔ دانش‌آموزان، رفع اشکال، حل سؤالات سطح بالاتر به‌صورت گروهی	ساختار آمینواسیدها ـ پیوند تیدی ـ سطوح ساختاری
	هشتم	ارسال مواد آموزشی و تکلیف صفحهٔ ۱۸ تا ۲۰	آزمونک، ارائهٔ دانش‌آموزان، رفع اشکال، حل سؤالات سطح بالاتر به‌صورت گروهی	نقش پروتئین‌ها، آنزیم، ساختار آنزیم ـ عملکرد
پنجم	نهم	پس‌آزمون	پیشرفت تحصیلی پس از اجرای طرح	طبق الگوی استاندارد طرح سؤال
نهم	هفدهم	آزمون یادداری	ارزیابی میزان یادداری در یادگیرندگان	طبق الگوی استاندارد طرح سؤال

استفاده شد. پس از تحلیل نتایج پیش‌آزمون و اطمینان از شرایط مناسب برای ادامهٔ پژوهش، گروه آزمایش تحت‌تأثیر متغیر مستقل (کلاس معکوس) قرار گرفت و تدریس برای گروه گواه به روش رایج (سنتی) انجام شد.

مواد آموزشی گروه آزمایش عبارت بودند از درس‌نامه و کتاب‌نوشت انتخابی توسط معلم، تصاویر مربوط به مباحث فصل اول زیست‌شناسی دوازدهم، فیلم آموزشی متناسب با محتوای فصل، آشنایی دانش‌آموزان با شادبوم کد QR[1] و معرفی وبگاه آپارات.

مطابق جدول ۱، چهارچوب اجرای پژوهش در کلاس معکوس به شرح زیر است:

روش گردآوری اطلاعات، ابزار اندازه‌گیری و روایی و پایایی آن‌ها

– روش مطالعهٔ کتابخانه‌ای: برای انجام برخی از مراحل پژوهش، از گردآوری داده‌ها ازطریق اسناد و مدارک مکتوب علمی و پژوهشی مربوط به گذشته (شامل کتاب‌ها، مقاله‌ها، پایان‌نامه‌ها، گزارش ادبیات تحقیق و...) استفاده شده است.

– پرسش‌نامهٔ محقق‌ساختهٔ سنجش تمایل دانش‌آموزان به استفاده از ابزار الکترونیکی و اثربخشی کلاس معکوس: برای گردآوری داده‌های کمّی، از پرسش‌نامهٔ محقق‌ساختهٔ پنج‌درجه‌ای لیکرت استفاده شد که شامل مجموعه‌ای از پرسش‌های هدف‌دار (۲۰ گویه)

1. Quick Response

بود. با کمک این نظرسنجی، متغیرهای قضاوتی مانند انگیزهٔ یادگیری و تحریک حس کنجکاوی و اثربخشی کلاس معکوس بررسی شد؛ همچنین میزان تمایل دانش‌آموزان به استفاده از ابزار الکترونیکی برای دریافت مطالب آموزشی و نظر والدین دربارهٔ میزان دسترسی دانش‌آموزان به این ابزار پس از کرونا، سنجیده شد.

مطابق جدول ۲، نمره‌گذاری پرسش‌نامه براساس طیف پنج‌درجه‌ای لیکرت از کاملاً مخالف ۱ امتیاز، مخالف ۲ امتیاز، تا حدودی ۳ امتیاز، موافق ٤ امتیاز، کاملاً موافق ٥ امتیاز است.

جدول ۲. درجه‌بندی گویه‌های پرسش‌نامهٔ محقق‌ساختهٔ سنجش تمایل و اثربخشی کلاس معکوس

گویه‌ها	کاملاً مخالف	مخالف	تا حدودی	موافق	کاملاً موافق
ارزش‌گذاری	۱	۲	۳	٤	٥

جدول ۳. اهداف مورد انتظار هر گویه در پرسش‌نامهٔ محقق‌ساخته

گویه	۶-۱	۱۰-۷	۱۶-۱۱	۲۰-۱۷
هدف	سنجش تمایل دانش‌آموز به استفاده از فضای مجازی و تلفن همراه	حس کنجکاوی مقایسهٔ یادگیری کلاس معکوس و سنتی	تأثیر کلاس معکوس بر روابط دانش‌آموزان با یکدیگر و با معلم	اثرگذاری مطالب استفاده‌شدهٔ کلاس معکوس در یادگیری دانش‌آموزان

برای تعیین روایی پرسش‌نامه از روایی صوری استفاده شد. پرسش‌نامهٔ مقدماتی در اختیار استاد راهنما و دو نفر از دبیران زیست‌شناسی ناحیهٔ دو خرم‌آباد قرار گرفت و بعد از دریافت دیدگاه‌های آن‌ها، اصلاحات لازم در پرسش‌نامه صورت گرفت. برای سنجش پایایی این پرسش‌نامه از روش ضریب آلفای کرونباخ استفاده شد. محاسبهٔ این ضریب با کمک نرم‌افزار آماری SPSS26 انجام شد و ضریب آلفای کرونباخ برای کل سؤالات این پرسش‌نامه ۰/۸٦٥ به دست آمد.

– استفاده از آزمون محقق‌ساختهٔ یادگیری: برای تعیین دستیابی دانش‌آموزان در رسیدن به هدف‌های مورد نظر، پیش‌آزمون، پس‌آزمون و آزمون یادداری طراحی شد. سؤالات آزمون‌ها براساس محتوای فصل ۱ زیست‌شناسی دوازدهم و طبق نظر استاد راهنما و براساس تمام سطوح شناختی به‌صورت تشریحی و بیست‌نمره‌ای طراحی شدند و میزان یادگیری و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان ارزیابی گردید. به‌منظور تعیین سطح روایی صوری و محتوای آزمون، از دیدگاه‌های چهار همکار زیست‌شناسی باتجربه استفاده گردید و نظر آن‌ها نیز اعمال شد. برای بررسی پایایی آزمون‌ها، در این پژوهش از روش کودر ــ ریچاردسون KR20 استفاده شد. نتایج حاصل مقدار ضریب پایایی ۷۳/ = rtt را نشان داد. بنابراین آزمون از اثبات و دقت مورد نیاز برخوردار بود.

– روش تجزیه‌وتحلیل داده‌ها: تجزیه‌وتحلیل داده‌ها برای پاسخ‌گویی به سؤالات پژوهش از اهمیت خاصی برخوردار است. به این منظور، در این پژوهش در بخش آمار توصیفی، از شاخص هایی نظیر فراوانی، میانگین و انحراف استاندارد نمرات و در بخش استنباطی، از آزمون تی تک نمونه ای، تحلیل کوواریانس تک متغیره[1] و تحلیل کوواریانس چندمتغیره[2] استفاده شد. پیش از انجام آزمون فرضیه ها، باید به آزمون نرمال بودن توزیع داده ها پرداخت. این امر کمک می‌کند که محقق بتواند آزمون آماری مناسب را برای آزمون فرضیه‌ها انتخاب کند. به این منظور، از آزمون کولموگروف ـ اسمیرنوف[3] برای

1. Ancova
2. Mancova
3. Kolmogorov- Smirnov Test

تشخیص نوع توزیع داده‌ها استفاده شد. برای این کار، توزیع داده‌های مربوط به متغیرهای پژوهش در سطح معناداری ۰/۰۵ بررسی گردید.

یافته‌های پژوهش

در جدول شمارهٔ ٤، آمار توصیفی مربوط به میانگین و انحراف معیار نمرات درس زیست‌شناسی به تفکیک برای افراد گروه‌های آموزش سنتی و آموزش کلاس معکوس، در سه مرحلهٔ سنجش (پیش‌آزمون، پس‌آزمون و یادداری) نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در گروه آموزش کلاس معکوس در مقایسه با گروه آموزش سنتی، افزایش بیشتر نمرات در مراحل پس‌آزمون و یادداری در مقایسه با گروه گواه مشهود است.

در جدول ۵، نتایج آزمون کولموگروف ـ اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن توزیع نمرات آورده شده است. براساس نتایج مندرج در جدول، سطح معناداری آمارهٔ محاسبه‌شده برای تمامی متغیرها بزرگ‌تر از ۰/۰۵ است؛ بنابراین فرض نرمال بودن توزیع نمرات پذیرفته می‌شود.

در جدول ٦، نتایج تحلیل یکسان بودن شیب خط رگرسیونی آورده شده است. براساس نتایج مندرج، سطح معنی‌داری سطر اثر متقابل گروه و پیش‌آزمون ($p = ۰/۵۰۲$) بزرگ‌تر از ۰/۰۵ است؛ بنابراین فرضیهٔ همگنی رگرسیونی پذیرفته می‌شود.

جدول ٤. توصیف آماری نمرات درس زیست‌شناسی در سه مرحلهٔ اندازه‌گیری به تفکیک گروه

گروه‌ها	مرحله	میانگین	انحراف معیار
آموزش سنتی	پیش‌آزمون	۳.۱٤	۳.۸۹۱
	پس‌آزمون	۱٥.٤۳	۲.۳۹٤
	یادداری	۱۳.٦٦	۲.٤٥٦
آموزش کلاس معکوس	پیش‌آزمون	۳.۰۷	۳.۸٦۹
	پس‌آزمون	۱۷.٥۹	۱.۷٤۳
	یادداری	۱۷.۱٥	۱.۷۷۷

جدول ۵. نتایج آزمون کولموگروف ـ اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن توزیع نمرات

متغیر	کولموگروف ـ اسمیرنوف	سطح معنی‌داری
پیش‌آزمون	۰/۲۸۷	۰/۱۳٤
پس‌آزمون	۰/۱٥۱	۰/۲٤۳
یادداری	۰/۱٥٥	۰/۲۲۰
تمایل به استفاده از ابزارهای الکترونیکی	۰/۱۱۱	۰/۰۹۸

جدول ٦. آزمون تحلیل کوواریانس برای بررسی فرضیهٔ اول: نتایج تحلیل یکسان بودن شیب خط رگرسیونی

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجهٔ آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معناداری
گروه پیش‌آزمون	۱/۷٤۳	۱	۱/۷٤۳	۰/٤٥۸	۰/٥۰۲

جدول ۷. نتیجهٔ آزمون لوین برای بررسی همگنی واریانس‌ها

متغیر	F	درجهٔ آزادی ۱	درجهٔ آزادی ۲	سطح معنی‌داری
یادگیری	۳/۵۵۷	۱	۴۲	۰/۰۶۶

همان‌طور که در جدول ۷ نشان داده شده است، نتایج آزمون لوین معنادار نیست؛ ازاین‌رو، فرض صفر مبنی‌بر همگنی واریانس متغیرها تأیید می‌گردد. به‌این‌ترتیب، نتیجه گرفته می‌شود که مفروضهٔ همگنی واریانس‌ها برقرار است.

در جدول ۸، نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای مقایسهٔ نمرات یادگیری در گروه‌های آموزش سنتی و آموزش کلاس معکوس در مرحلهٔ پس‌آزمون نشان داده شده است. مقدار F به‌دست‌آمده برابر با ۱۳/۹۲۹ و سطح معنی‌داری آن نیز کوچک‌تر از ۰/۰۱ است؛ ازاین‌رو، فرض صفر رد می‌شود و فرض پژوهش تأیید می‌گردد. براین‌اساس و با توجه به بالاتر بودن میانگین نمرات گروه آموزش کلاس معکوس در پس‌آزمون، می‌توان نتیجه گرفت که آموزش کلاس معکوس در مقایسه با روش آموزش سنتی، در یادگیری مبحث مولکول‌های اطلاعاتی درس زیست‌شناسی در دوران پساکرونا در دانش‌آموزان پایهٔ دوازدهم مؤثرتر بوده است.

در جدول ۹، نتایج تحلیل یکسان بودن شیب خط رگرسیونی آورده شده است. براساس نتایج مندرج، سطح معنی‌داری سطر اثر متقابل گروه و پیش‌آزمون (p = ۰/۵۱۸) بزرگ‌تر از ۰/۰۵ است؛ بنابراین فرضیهٔ همگنی رگرسیونی پذیرفته می‌شود.

همان‌طور که در جدول ۱۰ نشان داده شده است، نتایج آزمون لوین معنادار نیست؛ ازاین‌رو، فرض صفر مبنی‌بر همگنی واریانس متغیرها تأیید می‌گردد. درنتیجه، مفروضهٔ همگنی واریانس‌ها برقرار است.

جدول ۸. نتایج تحلیل کوواریانس برای مقایسهٔ یادگیری در گروه‌های آموزش سنتی و آموزش کلاس معکوس

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجهٔ آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معناداری	اندازهٔ اثر
پیش‌آزمون	۳۱/۱۶۴	۱	۳۱/۱۶۴	۸/۳۴۸	۰/۰۰۶	۰/۱۶۹
گروه	۵۱/۹۹۶	۱	۵۱/۹۹۶	۱۳/۹۲۹	۰/۰۰۱	۰/۲۵۴
خطا	۱۵۳/۰۵۲	۴۱	۳/۷۳۳			
کل	۲۳۵/۴۹۴	۴۳				

جدول ۹. آزمون تحلیل کوواریانس برای بررسی فرضیهٔ دوم: نتایج تحلیل یکسان بودن شیب خط رگرسیونی

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجهٔ آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معناداری
گروه پیش‌آزمون	۱/۵۴۷	۱	۱/۵۴۷	۰/۴۲۶	۰/۵۱۸

جدول ۱۰. نتیجهٔ آزمون لوین برای بررسی همگنی واریانس‌ها

متغیر	F	درجهٔ آزادی ۱	درجهٔ آزادی ۲	سطح معنی‌داری
یادگیری	۲/۱۷۳	۱	۴۲	۰/۱۴۸

جدول ۱۱. نتایج تحلیل کوواریانس برای مقایسهٔ یادگیری در گروه‌های آموزش سنتی و آموزش کلاس معکوس

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجهٔ آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معناداری	اندازهٔ اثر
پیش‌آزمون	٤٦/١٣٣	١	٤٦/١٣٣	١٢/٨٧٧	٠/٠٠١	٠/٢٣٩
گروه	١٣٥/٢٨٣	١	١٣٥/٢٨٣	٣٧/٧٦٠	٠/٠٠١	٠/٤٧٩
خطا	١٤٦/٨٩٢	٤١	٣/٥٨٣			
کل	٣٢٦/٩٠٢	٤٣				

در جدول بالا، نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای مقایسهٔ نمرات یادداری در گروه‌های آموزش سنتی و آموزش کلاس معکوس در مرحلهٔ یادداری، نشان داده شده است. مقدار F به‌دست‌آمده برابر با ۳۷/۷٦۰ است و سطح معنی‌داری آن نیز کوچک‌تر از ۰/۰۱ است؛ ازاین‌رو، فرض صفر رد می‌شود و فرض پژوهش تأیید می‌گردد. براین‌اساس و با توجه به بالاتر بودن میانگین نمرات گروه آموزش کلاس معکوس در مرحلهٔ یادداری، می‌توان نتیجه گرفت که آموزش معکوس در مقایسه با روش آموزش سنتی، در یادداری مبحث مولکول‌های اطلاعاتی درس زیست‌شناسی در دوران پساکرونا در دانش‌آموزان پایهٔ دوازدهم مؤثرتر بوده است.

جدول ۱۲. آزمون تحلیل کوواریانس برای بررسی فرضیهٔ سوم

نتایج آزمون تی تک‌نمونه‌ای برای بررسی میزان تمایل به استفاده از ابزارهای الکترونیکی

متغیر	میانگین نظری	میانگین مشاهده‌شده	آمارهٔ t	سطح معنی‌داری	میزان تمایل
تمایل به استفاده از ابزارهای الکترونیکی	٣	٣/٧٠٢	٥/٤٢٣	٠/٠٠١	بالا

در جدول بالا، نتایج آزمون تی تک‌نمونه‌ای برای بررسی دیدگاه دانش‌آموزان برای استفاده از ابزارهای الکترونیکی به‌منظور دریافت و کاربرد مطالب آموزشی کلاس معکوس ارائه شده است. براساس نتایج به‌دست‌آمده، مقدار آمارهٔ t در سطح آلفای ۰/۰۱ معنی‌دار است ($P < ۰/۰۱$). با توجه به اینکه میانگین نمرات به‌دست‌آمده بیشتر از مقدار متوسط ۳ است، نتیجه گرفته می‌شود که میزان تمایل دانش‌آموزان برای استفاده از ابزارهای الکترونیکی به‌منظور دریافت و کاربرد مطالب آموزشی کلاس معکوس در دوران پساکرونا در سطح بالایی است.

بحث و نتیجه‌گیری

به‌منظور بررسی اثربخشی روش تدریس کلاس معکوس بر یادگیری و یادداری درس زیست‌شناسی در دوران پساکرونا در دانش‌آموزان پایهٔ دوازدهم، از روش نیمه‌آزمایشی استفاده شد و نتایج به‌دست‌آمده با آزمون کوواریانس چندمتغیره تحلیل گردید. همان‌طور که در بخش یافته‌های پژوهش مشخص است، بین نمرات درس زیست‌شناسی دو گروه آموزش سنتی و آموزش کلاس معکوس، تفاوت معناداری وجود دارد. آموزش کلاس معکوس در مقایسه با روش آموزش سنتی، در یادگیری و یادداری درس زیست‌شناسی در دوران پساکرونا در دانش‌آموزان پایهٔ دوازدهم مؤثرتر بوده است. نتایج این تحقیق با نتایج پژوهش های [۳۰]، [١٤]، [۳۱]، [۳۲]، [۳۳] و [۲۳] همسو است. کلاس درس معکوس رویکردی دانش‌آموزمحور است و انتظار می‌رود دانش‌آموزان نقش فعال‌تری در یادگیری داشته باشند [٣٤]. در مدل کلاس

درس معکوس، بر آموزش یادگیری فعال به فراگیران تأکید می‌شود و درگیری و مشارکت آن‌ها برای حرکت از مهارت‌های تفکر درجه‌پایین به کسب مهارت‌های تفکر مرتبهٔ بالاتر مورد نیاز است. ازنظرِ هاریسون و استنت[1] [۲۴]، به نظر می‌رسد لذت بخشیدن به فرایند آموزش و یادگیری و رسیدن به اهداف یادگیری به تنوع نیاز دارد. استفاده از تنوع در تدریس باعث بهبود فرایند آموزش و یادگیری می‌شود. به‌خصوص پس از کووید ـ ۱۹، یادگیری برخط یکی از روش‌های مورد علاقه در آموزش است. به‌عبارت‌دیگر، این روش راه‌حلی برای رویارویی با پیشرفت فناوری در عصر حاضر است. طبق گفتهٔ کرومسویک و جونز [۳۴]، کلاس درس معکوس رویکردی دانش‌آموزمحور است و انتظار می‌رود دانش‌آموزان نقش فعال‌تری در یادگیری داشته باشند. نیز براساس تحقیق هاریسون و استنت [۲۴]، در مدل کلاس درس معکوس، بر آموزش یادگیری فعال به فراگیران تأکید می‌شود و درگیری و مشارکت آن‌ها برای حرکت از مهارت‌های تفکر درجه‌پایین به کسب مهارت‌های تفکر مرتبهٔ بالاتر لازم است؛ همچنین به گفتهٔ دینگ[2] [۳۵]، کلاس معکوس مبتنی بر نظریهٔ سازنده‌گرایی است و یادگیری فعال را تقویت می‌کند. در این تحقیق، مشارکت فعال دانش‌آموزان و یادگیری فعال مشاهده شد.

بنابراین می‌توان گفت که به گفتهٔ هردیاپونس و همکاران [۱۲]، درواقع کلاس معکوس یک الگوی آموزشی است که در آن، محیط یادگیری سنتی و فعالیت‌های آن از نو تنظیم شده‌اند. در کلاس سنتی، زمانی که معلم به تدریس یک‌جانبه می‌پردازد، ارتباط مؤثری بین دانش‌آموزان و او برقرار نمی‌شود؛ زیرا تعاملی صورت نمی‌پذیرد و دانش‌آموز در فرایند یادگیری درگیر نمی‌شود. یادگیری موفق مستلزم تعامل زیاد یادگیرنده با محتوای مواد آموزشی است. تعامل واقعی فعال ساختن ذهن یادگیرنده است.

در پاسخ به سؤال اول پژوهش که «آیا روش تدریس کلاس معکوس بر یادگیری مبحث مولکول‌های اطلاعاتی درس زیست‌شناسی در دانش‌آموزان پایهٔ دوازدهم اثر دارد؟»، نتایج نشان داد که آموزش کلاس معکوس در مقایسه با روش آموزش سنتی، در یادگیری مبحث مولکول‌های اطلاعاتی درس زیست‌شناسی در دوران پساکرونا در دانش‌آموزان پایهٔ دوازدهم مؤثرتر بوده است. نتایج این تحقیق با نتایج پژوهش هردیاپونس و همکاران [۱۲]، ووت[3] و همکاران [۳۶]، علی‌پور و همکاران [۳۷]، احمدآبادی و همکاران [۳۸] همسو است؛ چراکه مسئلهٔ کمبود وقت را بایستی در صدر مسائل کلاس‌های درس تخصصی قرار داد. اگر ساعاتی که برای تدریس هر مادهٔ درسی اختصاص یافته است و اعتراضات معلمان و دانش‌آموزان به کمبود وقت با توجه به حجم مطالب، به‌عنوان نیاز واقعی دانش‌آموز و معلم برای رسیدن به هدف‌های مورد نیاز مقبول واقع شود، در این صورت اجحافی حس می‌شود که آگاهانه به دانش‌آموزان و معلمان در این دروس اعمال شده و می‌شود. محیط کلاس معکوس فرصتی را فراهم می‌کند تا در کلاس برای انجام فعالیت‌هایی که یادگیری دانش‌آموزان را افزایش می‌دهد، زمان بیشتری فراهم شود. در تبیین این نتیجه می‌توان گفت آموزش کلاس معکوس در این پژوهش، هم در دستیابی به اهداف حذف محدودیت زمان و مکان موفق بوده و هم در رسیدن به اهداف مطلوب و کیفیت کارایی لازم را داشته است.

کلاس معکوس ازطریقِ راهبردهای جدید برای مشاهده، درک، مقایسه، استدلال، کاربرد، تجربه و افزایش انگیزه، میزان یادگیری را افزایش می‌دهد. نتایج این پژوهش با مباحث زیست‌شناسی مولکولی و ژنتیک هاه[4] [۳۹] همسو است. نتایج پژوهش آندره آس و رهام[5] [۴۰] و زوپانک و همکاران [۴۱] نیز تأثیر کلاس

1. Harrison & Stennett
2. Deng
3. Wut
4. Huh
5. Andreas and Reham

معکوس بر یادگیری بهتر محتوای زیست‌شناسی مولکولی را تأیید می‌کند. اخیراً در پژوهشی با عنوان «کلاس معکوس درک مطلب و یادگیری مرتبط از یک گفت‌وگوی تحقیقاتی زیست پزشکی در زیست‌شناسی سلولی را بهبود می‌بخشد» نیز مشخص شد که در روش تدریس معکوس، گفت‌وگوهای کلاسی دانشجویان رشتهٔ پزشکی دربارهٔ مباحث دشوار زیست‌شناسی سلولی و مولکولی، به تسهیل یادگیری مباحث و درک بهتر دانشجویان منجر می‌شود [٤٢].

در پاسخ به سؤال دوم پژوهش که «آیا روش تدریس کلاس معکوس بر یادداری مبحث مولکول‌های اطلاعاتی درس زیست‌شناسی در دوران پساکرونا در دانش‌آموزان پایهٔ دوازدهم تأثیر دارد؟»، با توجه به نتایج در هر دو گروه آزمایش و گواه، افت میانگین نمرهٔ یادداری نسبت به پس‌آزمون وجود دارد، اما کاهش میانگین نمرات یادداری در گروه آزمایش نسبت به گواه کمتر است و این نشان‌دهندهٔ ماندگاری بیشتر مطلب در ذهن دانش‌آموزانی است که با کلاس معکوس آموزش دیده‌اند. این تحقیق با پژوهش‌های [٢٤]، [٣٦] و [٤١] همسو است.

یادگیری فعال در کلاس معکوس زمانی اتفاق می‌افتد که دانش‌آموزان فرصت بیشتری برای تعامل داشته باشند و در فرایند یادگیری درگیر شوند؛ بنابراین در یک محیط فعال یادگیری، معلمان تسهیل‌کنندهٔ یادگیری هستند تا اینکه یادگیری را به دانش‌آموزان دیکته کنند. معلمان برای تحقق یادگیری فعال در دانش‌آموزان می‌توانند از روش‌هایی مانند یادگیری مستقل، یادگیری مشارکتی، اکتشافی و یادگیری عمیق استفاده کنند. ویژگی مشترک این روش‌ها تأکید بر تعامل و درگیر شدن دانش‌آموز با فرایند یادگیری است. به‌عبارت‌دیگر، در این روش، فرض بر این است که دانش‌آموز باید خود به مشارکت و جست‌وجوی دانش بپردازد، به‌جای اینکه دریافت‌کنندهٔ صرف اطلاعات باشد و یادگیری فعال این‌گونه محقق می‌شود. از سوی دیگر، مدرس بیشتر به‌عنوان مربی و تسهیل‌کننده عمل می‌کند تا مسئولیت فراگیران برای اینکه چه چیز و چطور مطالب را فراگیرند، افزایش یابد [٤٣]. به‌طورکلی، مطالعات متعددی که درزمینهٔ کارایی روش‌های تدریس فعال صورت گرفته است، مطلوب بودن این روش‌ها را نسبت به روش‌های تدریس غیرفعال نشان می‌دهد. برای مثال، خزایی و همکاران [٤٤] نشان دادند که استفاده از محیط‌های چندرسانه‌ای در فرایند آموزش تأثیر معناداری بر یادداری دارد. نتایج به‌دست‌آمده عمدتاً حاکی از آن است که کیفیت یادگیری در روش‌هایی که همراه با فعالیت بیشتر دانش‌آموزان باشند، مطلوب‌تر است.

کلاس معکوس استراتژی یادگیری فعالی است که در آن سخنرانی سنتی و تکالیف با فعالیت‌های قبل از کلاس (معمولاً مشاهدهٔ ویدئوهای کوتاه) جایگزین می‌شود و زمان کلاس به فعالیت‌های تعاملی، حل مشکلات و بحث‌ها اختصاص می‌یابد [٤٥]. همچنین در پژوهشی با عنوان «طراحی مدل یادگیری معکوس و بررسی اثربخشی برنامهٔ آموزشی ایجادشده درمورد مشارکت علمی و احساس تعلق به مدرسهٔ دانش‌آموزان دبیرستانی» که محمودی و همکاران انجام دادند، اثربخشی این مدل در توانایی به یادآوری مطالب درسی و علاقه‌مندی دانش‌آموزان به شرکت بیشتر در فعالیت‌های آموزشی تأیید شد [٤٦].

در پاسخ به سؤال سوم پژوهش که «آیا تمایل دانش‌آموزان برای استفاده از ابزارهای الکترونیکی به‌منظور دریافت و کاربرد مطالب آموزشی کلاس معکوس در دوران پساکرونا افزایش یافته است؟»، با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، میزان تمایل دانش‌آموزان برای استفاده از ابزارهای الکترونیکی به‌منظور دریافت و کاربرد مطالب آموزشی کلاس معکوس در دوران پساکرونا در سطح بالایی بوده است. نتایج این سؤال با نتایج تحقیق [١]، [٤٧] و [٤٨] همسو است. در تبیین نتایج به‌دست‌آمده باید گفت که در محیط یادگیری قرن بیست‌ویکم با دنیایی روبه‌رو هستیم که با رشد سریع دانش و فناوری اطلاعات و ارتباطات، به‌طور مداوم در حال پیشرفت است. تأثیر فناوری بر نسل امروزی

یادگیرندگان انکارناپذیر است. دانش‌آموزانی که در عصر تکامل اطلاعات متولد و بزرگ شده‌اند، دیگر نمی‌توانند «ظروف خالی» تلقی شوند و با آن‌ها به‌گونه‌ای رفتار شود که فقط منتظر پر شدن هستند. ازاین‌رو، برای اینکه یادگیری به‌طور مؤثر انجام شود، مربیان باید روش‌ها و رویکردهای آموزشی مناسب‌تری را برای رفع نیازهای این نوع جدید از یادگیرندگان توسعه دهند. معلمان باید با استفاده از فناوری، کلاس را از سبک یادگیری معلم‌محور به دانش‌آموزمحور تغییر دهند و بر چگونگی تسهیل یادگیری دانش‌آموزان تمرکز کنند. باید به دانش‌آموزان آموزش داده شود که چگونه یاد بگیرند، به‌گونه ای که بتوانند به‌طور مستمر حتی در خارج از محیط کلاس و در طول زندگی خود یاد بگیرند. در این پژوهش مشخص شد که روش تدریس معکوس، با افزایش میزان انگیزهٔ دانش‌آموزان، یادگیری و یادداری درس زیست‌شناسی را به‌طور معنی‌داری افزایش داده است. نتایج تحقیق رحمی و همکاران[1] [۴۹] نیز این نتیجه را تأیید می‌کند.

همچنین در پژوهش دیگری با عنوان «اثربخشی مدل کلاس درس معکوس بر خودگزارش‌دهی انگیزه و یادگیری دانش‌آموزان در طول همه‌گیری کرونا»، بیشتر دانش‌آموزان درک مثبتی دربارهٔ کلاس درس معکوس داشتند و به مزیت فعالیت‌های عملی در کلاس و همچنین افزایش خودمختاری در یادگیری اشاره کردند [۵۰]. تأثیر کلاس معکوس بر انگیزه و تمایل دانش‌آموزان برای برگزاری کلاس درس به روش معکوس را سلیمی اکبرآبادی و همکاران نیز تأیید کردند [۵۱].

یافته‌های این پژوهش نشان داد آموزش معکوس بر یادگیری و یادداری زیست‌شناسی در دوران پساکرونا تأثیر معناداری دارد. همچنین از دیگر یافته‌های این پژوهش می‌توان به تمایل زیاد دانش‌آموزان به دریافت مطالب درسی ازطریقِ لوازم الکترونیکی (ازجمله تلفن همراه) اشاره کرد. با توجه به بیشتر تحقیقات انجام‌شده و نیز پژوهش حاضر، در تبیین نتایج حاصل شده باید گفت کلاس معکوس باعث افزایش تعامل دانش‌آموزان با یکدیگر و افزایش ارتباط با معلم می‌شود؛ همچنین به‌علت معکوس شدن شیوهٔ معمول آموزش (آموزش سنتی) و تبدیل آن به شیوهٔ کلاس معکوس و با توجه به این نکته که دانش‌آموزان مفاهیم سادهٔ درسی را در خانه (ازطریقِ درس‌نامه، فیلم آموزشی، تصاویر باکیفیتی که از قبل معلم در اختیار آن‌ها قرار می‌داد) یاد می‌گیرند، در کلاس فرصتی برای معلم به وجود آمد تا بتواند به سؤالات سطح بالاتر بپردازد و دانش‌آموزان نیز مشارکت فعالی در حل‌وفصل سؤالات داشته باشند. درنتیجه، یادگیری بهتر و پایدارتری در دانش‌آموزان آزمایش‌شده نسبت به دانش‌آموزان گواه رخ داد؛ چراکه درواقع دانش‌آموزان با مشارکت فعال، خود سازندهٔ دانش شده‌اند.

دربارهٔ تمایل دانش‌آموزان به استفاده از ابزارهای الکترونیکی به‌منظور دریافت مطالب درسی باید گفت مجهز بودن دانش‌آموزان به این ابزار پس از کرونا و دستیابی آسان و سریع به انواع درس‌نامه‌ها و جزوه‌ها و فیلم‌های آموزشی رایگان در بستر شاد و... پس از کرونا و همچنین همراه بودن همیشگی این ابزار و سهل‌الوصول بودن آن‌ها نیز می‌تواند دلیل قانع‌کننده‌ای در بیان تمایل زیاد دانش‌آموزان باشد.

طبق پژوهش حاضر، با توجه به فرصت پیش‌آمده در کلاس معکوس و نیز با در نظر گرفتن شرایط جدید کنکور و تأثیر بسزای معدل در موفقیت دانش‌آموزان در کنکور، همچنین حجم زیاد کتاب درسی زیست‌شناسی و فرصت محدودی که برای تدریس بهینهٔ آن در اختیار معلم قرار داده شده است، نیز با توجه به دستیابی به اهداف بالای سطوح یادگیری بلوم در دانش‌آموزان که بی‌شک یکی از اهداف آموزش‌وپرورش است و با در نظر گرفتن ضریب بالای این درس در موفقیت دانش‌آموزان در دانشگاه و نیز شرایط اقتصادی و امکانات آن‌ها (به‌خصوص در مناطق کمترتوسعه‌یافته)، به نظر می‌رسد که یکی از بهترین راهبردها برای ارتقای

1. Rahmi

معدل دانش‌آموزان و یادگیری عمیق مطالب آموزش و دستیابی به سطوح بالای یادگیری، استفادهٔ معلم مربوطه از فرصت آزاد به‌دست‌آمده در کلاس معکوس است. امید است در آینده بتوان از این روش در همهٔ مقاطع و مناطق کشور به‌طور فعال استفاده کرد و گامی در جهت ارتقای یادگیری و یادداری درس زیست‌شناسی برداشت. بنا بر مطالب بیان‌شده پیشنهاد می‌شود:

– به‌منظور پیشبرد اهداف آموزش‌وپرورش برای ارتقای سطوح یادگیری، برگزاری کارگاه‌های آشنایی با این روش تدریس و تأکید بر کاربرد انواع مؤلفه‌های تدریس معکوس، برای مرتفع کردن برخی از محدودیت‌ها و تنگناهای نظام آموزشی در دستور کار قرار بگیرد.

– شبکهٔ اینترنتی رایگان معلمان و دانش‌آموزان برای تسهیل اجرای این روش راه‌اندازی شود.

– کتب درسی زیست‌شناسی، راهنمای معلم و کتاب کار دانش‌آموز براساس شیوه‌های نوین تدریس و به‌خصوص روش تدریس معکوس بازنگری شوند.

– به‌منظور افزایش اثربخشی روش تدریس معکوس، بسته‌های آموزشی مرتبط با این روش در درس زیست‌شناسی (نرم‌افزارهای شبیه‌سازی، واقعیت افزوده و...) تولید گردند و مدارس به ابزار فناوری مورد نیاز تجهیز شوند.

محدودیت‌های پژوهش

ضعیف بودن بستر اینترنت در زمان انجام پژوهش ازجملهٔ مشکلات اجرایی این پژوهش بود. نگرانی و نامطمئن بودن مسئولان مدارس و والدین دانش‌آموزان از اجرای روش تدریس معکوس برروی دانش‌آموزان پایهٔ دوازدهم و در ابتدای سال تحصیلی به‌خاطر کنکور سراسری نیز از محدودیت‌های مهم آن به شمار می‌رفت.

منابع

Senali M. G., Iranmanesh M., Ghobakhloo M., Gengatharen D., Tseng M. L., Nilsashi M. Flipped classroom in business and entrepreneurship education: A systematic review and future research agenda. The International Journal of Management Education; 2022, 20 (1): 10-25.

Tang T., Abuhmaid A. M., Olaimat M., Oudat D. M., Aldhaeebi M., Bamanger E. Efficiency of flipped classroom with online-based teaching under COVID-19. Interactive Learning Environments; 2020, 1-12.

Bokosmaty, R. Effective implementations of a partially flipped classroom for large-enrollment organic chemistry courses. In American Chemical Society. Active Learning in Organic Chemistry: Implementation and Analysis (187-196); 2019.

Jiang M. Y. C., Jong M. S. Y., Lau W. W. F., Chai C. S., Liu K. S. X., Park M. A scoping review on flipped classroom approach in language education: Challenges, implications and an interaction model. Computer Assisted Language Learning; 2022, 35 (5-6): 1218-1249.

نوری، علی. ساختن‌گرایی در کلاس من. رشد آموزش راهنمایی تحصیلی، ۱۳۸۷؛ ۸: ۱-۱۱.

Mwanda, G., & Midigo, R. Understanding the bottlenecks in methodological adoption of constructivism in secondary schools in Kenya. JPBI (Journal Pendidikan Biologi Indonesia); 2019, 5(1): 141-150.

سیف، علی‌اکبر. روان‌شناسی پرورشی نوین: روان‌شناسی یادگیری و آموزش. [بی‌جا]: دوران؛ ۱۴۰۲.

برزگر بفرویی کاظم، خضری حسن، شیرجهانی اعظم. پیدایش رویکرد سازنده‌گرایی و تحول در محیط‌های یادگیری. چهارمین همایش انجمن فلسفهٔ تعلیم‌وتربیت ایران؛ ۱۳۹۲.

Okorie, E. U. Effects of Instructional Software Package Method of Teaching (ISPMT) on Students' Interest and Achievement in Chemical Bonding. Education; 2015, 5 (6): 158-165.

Dhir A., Alsumait A. Examining the Educational User Interface, Technology and Pedagogy for Arabic Speaking Children in Kuwait. J. Univers. Comput. Sci; 2013, 19 (7): 1003-1022.

Laboratory Practices of Molecular Biology: Perception of The Students From Chemistry Degree. 14th International Conference on Education and New Learning Technologies; 2022, 725-732.

Aslan A., Zhu C. Starting Teachers' Integration of ICT into Their Teaching Practices in the Lower Secondary Schools in Turkey. Educ Sci Theory Pract; 2018, 18 (1): 23-45.

Eichler, J. F. Future of the flipped classroom in chemistry education: Recognizing the value of independent preclass learning and promoting deeper understanding of chemical ways of thinking during in-person instruction. Journal of Chemical Education; 2022, 99 (3): 1503-1508.

Nja C. O., Orim R. E., Neji H. A., Ukwetang J. O., Uwe U. E., Ideba M. A. Students' attitude and academic achievement in a flipped classroom. Heliyon; 2022, 8 (1): 80-97.

Harrison C. R., Stennett E. M. Flipped Learning in the Analytical Chemistry Classroom. In American Chemical Society. Active Learning in the Analytical Chemistry Curriculum (37-49); 2022.

Sherr G. L., Akkaraju S., Atamturktur S. Nudging students to succeed in a flipped format gateway biology course. Journal of Effective Teaching in Higher Education; 2019, 2 (2): 56-7.

ملایی سمیه، فاخر عجب‌شیر زهرا. بررسی اثر روش معکوس در کلاس برخط بر یادگیری و رضایت دانشجویان در ایام دنیاگیری کووید ـ ۱۹، مطالعهٔ موردی: درس زبان تخصصی مهندسی عمران دانشگاه بناب. فصلنامهٔ آموزش مهندسی ایران، ۱۴۰۰؛ ۲۳ (۸۹): ۱۱۳-۱۳۲.

Kwon, O. Y. Flipped learning: an alternative pedagogical approach in the untact age. Journal of Exercise Rehabilitation; 2021, 17 (4): 222.

Harida E. S., Syarif H. A Study of Students' Perceptions of Online Learning in Blended Learning and Flipped Classroom. In 2nd International Conference Innovation in Education; 2020, 263-268.

Arslan, A. Instructional Design Considerations for Flipped Classroom. International Journal

Evseeva A., Solozhenko A. Use of flipped classroom technology in language learning. Procedia -Social and Behavioral Sciences; 2015, 206, 205-209.

Heredia Ponce H., Romero Oliva M. F., Romero Claudio C. Language Teaching through the Flipped Classroom: A Systematic Review. Education Sciences; 2022, 12 (10): 675.

Hew K. F., Bai S., Dawson P., Lo, C. K. Meta-analyses of flipped classroom studies: A review of methodology. Educational Research Review; 2021, 33: 93-100.

غلامی اعظم، زارع حسین، فلاح وحید. مقایسهٔ میزان اثربخشی آموزش زیست‌شناسی به روش کلاس معکوس در دانش‌آموزان دختر مدارس تیزهوشان و عادی. فصلنامهٔ آموزش‌پژوهی، ۱۴۰۲؛ ۹ (۳۳): ۵۱-۶۳.

غلامی اعظم، زارع حسین، فلاح وحید. تأثیر آموزش معکوس بر میزان انگیزش و یادگیری دانش‌آموزان در درس زیست‌شناسی: بررسی نقش جنسیت در میزان اثربخشی روشی نوین. پویش در آموزش علوم انسانی، ۱۴۰۱؛ ۸ (۲۶): ۱-۱۴.

Dorji S., Dorji, K. Flipped classroom in teaching biology assessing students' academic achievement in Tang central school, Bumthang district. Interdisciplinary Journal of Applied and Basic Subjects; 2022, 2 (2): 1-8.

Syakdiyah H., Wibawa B., Muchtar H. The effectiveness of flipped classroom in high school Chemistry Education. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering; 2018, 434 (1): 012098. IOP Publishing,1196-1230.

Anazifa, R.D. The Role of Technology in Biology Teaching During and Post Pandemic Era: Challenges and Opportunities. Advances in Social Science, Education and Humanities Research; 2021, 640: 46-51.

Francis N., Morgan A., Holm S., Davey R., Bodger O., Dudley ED. Adopting a flipped classroom approach for teaching molar calculations to biochemistry and genetics students. Biochem Mol Biol Educ; 2020, 48 (3): 220-226.

Busto M.D., Orcid N., Ortega S.M., Albillos S., Ramos-Gómez M.C., Pilar-Izquierdo B., Velasco D., Palacios. Flipped Classroom in

of Progressive Education; 2020, 16 (6): 33-59.

شاه‌محمدی نیره، سبحانی‌نژاد مهدی، حجتی رقیه. اثربخشی روش یادگیری معکوس بر افزایش یادگیری خودراهبر و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان پایهٔ ششم در درس علوم. پژوهش‌های آموزش و یادگیری، ۱۳۹۹؛ ۱۷ (۱، پیاپی ۳۱): ۷۷-۹۰.

پیوسته میلاد، موسوی مجد سیدجابر. بررسی تأثیر آموزش ازطریقِ کلاس درس معکوس بر خودکارآمدی تحصیلی و پیشرفت تحصیلی دانشجویان دانشگاه فرهنگیان در سال تحصیلی ۱۳۹۷-۱۳۹۸. هشتمین همایش ملی مطالعات و تحقیقات نوین در حوزهٔ علوم تربیتی، روان‌شناسی و مشاورهٔ ایران، تهران؛ ۱۴۰۱.

روزگاری خانقاه، لیلا. کلاس درس معکوس در دوران همه‌گیری کووید ـ ۱۹. ششمین کنفرانس ملی نوآوری و تحقیق در علوم انسانی و آموزش‌وپرورش، تهران؛ ۱۴۰۰.

Galindo-Dominguez, H. Flipped classroom in the educational system. Educational Technology & Society; 2021, 24 (3): 44-60.

Krumsvik RJ, Jones L. Flipped classroom in science - Is there a correlation between reverse education (flipped classroom) and student achievement in science. Norwegian Educational Journal; 2016, 100 (01): 61-73.

Deng, F. Research on the flipped college English cass based on ―Knowledge Internalization‖. Journal of Anguage Teaching and Research; 2020, 11 (3): 467-472.

Wut T. M., Xu J., Lee S. W., Lee D. University Student Readiness and Its Effect on Intention to Participate in the Flipped Classroom Setting of Hybrid Learning. Education Sciences; 2022, 12 (7): 44-69.

علی‌پور محمد، پورشافعی هادی، علی‌پور مهدی. ادراک والدین از پیامدهای آموزشی یادگیری به شیوهٔ معکوس: مطالعهٔ کیفی. رویش روان‌شناسی، ۱۳۹۹؛ ۹ (۶): ۱۹-۲۸.

احمدآبادی آرزو، صفری محمود، علیزاده امین حمیده. روش تدریس معکوس؛ شیوه‌ای نوین بر کاهش کمرویی در دانش‌آموزان. آموزش‌پژوهی، ۱۳۹۹؛ ۶ (۲۲): ۳۷-۴۸.

Huh, M.K. Flipped Classroom Pedagogy Enhances Student Satisfaction and Validated Strategies in Molecular Biology. European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences; 2019, 7 (10): 91-98.

Andreas K, Reham A. A Flipped Classroom Approach and Digital Learning in an Undergraduate Molecular Biology Course. Journal of College Science Teaching; 2022, 51: 43-50.

Županec V. S., Radulović B. N., Pribićević T. Z., Miljanović T. G., Zdravković V. G. Determination of educational efficiency and students' involvement in the flipped biology classroom in primary school. Journal of Baltic Science Education; 2018, 17 (1): 162-176.

Campillo-Ferrer J.M., Miralles-Martínez P. Effectiveness of the flipped classroom model on students' self-reported motivation and learning during the COVID-19 pandemic. Humanities and social sciences communications; 2021, 1-9.

کاویانی حسن، لیاقت‌دار زمانی بی‌بی‌عشرت، عابدینی یاسمن. فرایند یادگیری در کلاس معکوس: بازنمایی از برنامهٔ درسی تجربه‌شده در آموزش‌عالی. دو فصلنامهٔ مطالعات برنامهٔ درسی آموزش عالی؛ ۱۳۹۶، ۸ (۱۵): ۱۷۹-۲۱۴.

خزائی آذر، خزائی ثریا، زمانیان عیسی. تأثیر مثال آموزشی حل‌شده در محیط چندرسانه‌ای بر یادگیری و یادداری درس ریاضی پایهٔ پنجم ابتدایی. پژوهش‌های آموزش و یادگیری؛ ۱۳۹۷، ۱۵ (۲، پیاپی ۲۸): ۲۷-۳۶.

Pienta, N. J. Introductory Chemistry Using the "Flipped" Environment: An Update. Journal of Chemical Education; 2019, 96 (6): 1053-1054.

Mahmodi A., Yarahmadi Y., Moradi O. Designing a Reverse Learning Model and Investigating the Effectiveness of the Created Educational Program on Academic Engagement and the Sense of Belonging to School of Senior High School Students. Iranian Journal of Learning & Memory; 2023, 5 (20): 5-17.

نصرالله‌زاده حق‌گو امین، دهقان منشادی زهراسادات. بررسی تأثیر ابزارهای الکترونیکی در آموزش زیست‌شناسی در دوران کرونا. پژوهش در آموزش زیست‌شناسی؛ ۱۳۹۹، ۲ (۳، پیاپی ۷): ۲۵-۳۶.

زارع، حسین. آموزش زیست‌شناسی به روش کلاس معکوس: مطالعهٔ موردی مبحث تولیدمثل نهان‌دانگان کتاب زیست‌شناسی پایهٔ یازدهم. پایان‌نامهٔ ارشد. اهواز: پردیس شهید چمران، دانشگاه فرهنگیان؛ ۱۳۹۸.

Rahmi N.A., Sumarmin R., Yuni Ahda Y., Alberida H., Razak A. Relationship between Learning Motivation and Biology Learning Outcomes. Journal of Science Education Research; 2021, 7 (4): 537-541.

Zupanec V., Vlasic D, Pribicevic T., Lazarevic T. The effect of the flipped classroom model on quality of the students‘performance in biology education in high school. XIV International Conference on Mathematics, Science and Technology Education Journal of Physics; 2022. Conference doi:10.1088/1742-6596/2288/1/012015.

Salimi Akbarabadi M., Zarifsanaiey N., Raeisi Shahraki H. Enhancing the Students’ Academic Motivation and Learning Achievement through the Flipped Classroom Approach: An Educational Intervention. Interdisciplinary Journal of Virtual Learning in Medical Sciences Interdiscip J Virtual Learn Med Sci; 2023, 14 (3): 217-224.