

The effectiveness of biology teaching method with emphasis on deep learning on students' learning

Soraya Mirshekai¹ , Narges keshtiaray^{2*}, Hamid Azizi Malekabadi³

پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۰۱/۱۶

دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۰۸/۱۵

Accepted Date: 2025/04/05

Received Date: 2024/11/05

Abstract

Introduction: One of the main tasks of educational systems is to equip students with current knowledge using correct and effective teaching methods. Fullan et al. (2017) believe that the teaching method should be able to foster deep learning in students, and in this context, modern educational studies also show that if it is important to achieve deep learning and improve the educational system in line with lofty goals, it should be He was diligent in constantly analyzing teaching methods. Biology is among the subjects of the middle school course that should be analyzed in its teaching methods; Because biology is one of the most controversial branches of science, every country needs this science to achieve its authority, security and all-round development. Examining the new methods of teaching biology in recent years has shown that it is necessary to teach this subject by using new methods and focusing on deep learning. According to Fullan's (2013) deep learning theory, the modification of the learning process is based on four dimensions of global competencies, elements of learning design, necessary conditions for deep learning, and the joint research process. Therefore, in this study, these four positions have been considered in the design of biology teaching. With a review of the conducted studies, it is clear that despite the existence of researches focused on measuring the efficiency of biology teaching methods, no research has been presented that deals with the design of teaching methods in accordance with Fullan's theory (2013) and according to the challenges and needs in the field of biology teaching methods. Providing this teaching plan helps teachers to adjust their teaching method for each subject. Based on this, the present

¹. PhD Candidate of Curriculum Planning, Department of Counseling Educational Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

² . Associate Professor of Research Institute of Educational Studies, Educational Research and Planning Organization, Tehran, Iran

*Corresponding Author

Email: mosamie41@gmail.com.

³ . Associate Professor, Department of Educational Sciences and Counseling, Azad University, Tehran Branch, Center, Iran.

research was conducted with the aim of determining the effectiveness of the biology teaching method with an emphasis on deep learning on students' learning.

Method: The method of this research was semi-experimental with a pre-test-post-test design with a control group. The statistical population was formed by female students of the 10th grade of the second period of secondary school studying in the field of experimental sciences in Shiraz in 2024. From these students, 30 people were randomly selected and placed in the experimental and control groups, and they were asked to complete the researcher-made biology learning test. This test was designed in the form of 20 test questions according to the content of the fifth chapter of the biology book of the tenth grade of the second year of high school and its validity and reliability were confirmed. In the following, the experimental group was taught the 5th chapter of the 10th grade biology textbook (osmotic adjustment and disposal of waste materials) based on the biology teaching plan during 5 60-minute sessions. In order to apply the biology teaching plan, first, for the teacher conducting this research, the guide for using the said plan was explained to the teacher by its main designer. The control group received conventional training. After the teaching, the post-test was conducted. Statistical analysis of data was done with SPSS₂₆ and covariance analysis method.

Findings: The results of the research showed that by controlling the pre-test scores, the average difference between the two groups in the variable scores of biology learning is significant, and the eta coefficient showed that the biology teaching method with an emphasis on deep learning caused 51.9% of the changes in the variable of biology learning. explains ($p < 0.001$).

Conclusion: According to the results of the research on the effect of the teaching method of biology with emphasis on deep learning on increasing the learning of the biology course and considering the importance of the biology course in the academic life of experimental students and also considering the deep applications of this field in the fields of Differently, secondary school teachers are suggested to use this teaching method in order to achieve deep learning in the biology course. It is necessary to explain that this research has faced limitations that need to be considered in future research; The research community is limited to 10th grade female students of secondary school in Shiraz; Therefore, caution should be observed in generalizing the results to male students, students in other grades and in other cities. In this research, due to the time limitation of the research implementation, only one topic was taught that should be paid attention to. Failure to implement a follow-up period in order to check the lasting effects of this teaching method was one of the other limitations of the present study. Therefore, researchers in the field of educational sciences are suggested to investigate the effectiveness of the teaching method with an emphasis on deep learning of biology on the learning of male students and in other educational levels. It is also recommended to investigate the effectiveness of this teaching method by applying it in a semester or a year. take in addition, it is necessary to check the

durability of the effect of this teaching method on students' learning by implementing a follow-up course.



Keywords: teaching method, biology, deep learning, learning

اثربخشی روش تدریس زیست‌شناسی با تأکید بر یادگیری عمیق بر یادگیری دانش‌آموزان

ثریا میرشکاری^۱، نرگس کشتی‌آرای^{۲*}، حمید عزیزی ملک آبادی^۳

چکیده

هدف: زیست‌شناسی یکی از مهمترین علوم در جهان امروز است که نقش راهبردی و مهمی در آینده و حل مشکلات جهان ایفا کند. بررسی روش‌های نوین تدریس زیست‌شناسی در سال‌های اخیر نشان داده که لازم است با استفاده از روش‌های نوین و با تأکید بر یادگیری عمیق، به تدریس این درس پرداخت؛ بر همین اساس پژوهش حاضر با هدف تعیین اثربخشی روش تدریس زیست‌شناسی با تأکید بر یادگیری عمیق بر یادگیری دانش‌آموزان انجام شد.

روش: روش این پژوهش، نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری را دانش‌آموزان دختر پایه دهم دوره دوم متوسطه مشغول به تحصیل در رشته علوم تجربی در شهر شیراز در سال ۱۴۰۳ تشکیل دادند. از دانش‌آموزان، ۳۰ نفر به صورت در دسترس انتخاب و به تصادف در گروه آزمایش و کنترل قرار گرفتند و از آنان خواسته شد تا آزمون محقق‌ساخته یادگیری زیست‌شناسی را تکمیل نمایند. در ادامه، گروه آزمایش بر اساس طرح تدریس زیست‌شناسی طی ۵ جلسه ۶۰ دقیقه‌ای مورد آموزش فصل پنجم کتاب زیست‌شناسی پایه دهم دوره دوم متوسطه (تنظیم اسمزی و دفع مواد زائد) قرار گرفتند در حالی که گروه کنترل آموزش مرسوم را دریافت نمودند. پس از اتمام تدریس پس‌آزمون اجرا شد. تحلیل آماری داده‌ها، با نسخه ۲۶ نرم‌افزار SPSS و روش تحلیل کوواریانس انجام شد.

یافته‌ها: نتایج پژوهش نشان داد اثر روش تدریس زیست‌شناسی با تأکید بر یادگیری عمیق بر یادگیری دانش‌آموزان معنادار است ($p < 0/05$). بنابراین روش تدریس زیست‌شناسی با تأکید بر یادگیری عمیق جهت بستر اجرایی می‌تواند مورد استفاده وزارت آموزش و پرورش قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: روش تدریس، زیست‌شناسی، یادگیری عمیق، یادگیری

^۱ . دانشجوی دکتری برنامه ریزی درسی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.

^۲ . دانشیار گروه برنامه ریزی درسی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.

Email: keshtiaray@gmail.com:

(نویسنده مسئول)

^۳ . استادیار گروه علوم پایه پزشکی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.

مقدمه

یکی از وظایف اصلی سیستم‌های آموزشی، مجهز نمودن دانش‌آموزان به دانش روز با استفاده از روش‌های تدریس^۱ صحیح و مؤثر است (Ordu, 2021). روش تدریس مجموعه‌ای از فعالیت‌های منظم، هدفمند و از پیش طراحی شده است که هدف آن ایجاد شرایط مطلوب یادگیری است. فعالیتی که در قالب تعامل و کنش متقابل بین معلم و یادگیرنده صورت می‌گیرد و بر ویژگی‌ها و رفتار معلم در فعالیت‌ها و اعمال دانش‌آموزان تأثیر می‌گذارد و متأثر از ویژگی‌ها و رفتارهای آنان نیز می‌باشد. این اثر ممکن است مستقل یا غیرمستقل باشد (Seif, 2024). از آنجایی که یادگیری دانش‌آموزان تا حد زیادی وابسته به قابلیت معلم در تعامل با دانش‌آموزان، انتخاب درست روش تدریس و مهارت‌های وی در فرآیند یادگیری است، استفاده موفق از روش‌های تدریس باعث می‌شود تا دانش‌آموزان محتوای تدریس را بهتر درک کنند (Ong & Quek, 2023). سطح بالای درک محتوا، تسهیل‌کننده تصمیمات فارغ‌التحصیلان مدرسه و بستر ساز جامعه‌ای تحصیل کرده و توسعه‌پایدار است (Porozovs & Dudkina, 2019). Fullan, Quinn, McEachen (2017) معتقدند روش تدریس باید بتواند یادگیری عمیق را در دانش‌آموزان پرورش دهد و در همین زمینه بررسی‌های نوین آموزشی نیز نشان می‌دهد که در صورتی که دستیابی به یادگیری عمیق و ارتقای نظام آموزشی در راستای اهداف متعالی حائز اهمیت است، باید نسبت به تحلیل مداوم روش‌های تدریس کوشا بود (Weng, Chen & Ai, 2023؛ Kovač et al, 2023).

تحلیل روش‌های تدریس زیر مجموعه تحلیل برنامه درسی است (Mehromhammadi & Hosseini, 2023). به زعم Fullan (2007) تحلیل برنامه درسی عبارت است از هرگونه تغییر در آموزش کلاس درس که این تغییرات می‌توانند از روش‌های کلاس‌داری معلمان تا تغییرات بزرگ مانند تغییر در اهداف و محتوای مصوب منطقه در نوسان باشند. همچنین ذکر این نکته حائز اهمیت است که هر نوع از تغییر باید حداقل سه مؤلفه امکان استفاده از مواد آموزشی تحلیل شده، امکان استفاده از راهبردهای جدید تدریس و امکان تغییر باورها را مدنظر قرار دهد (Fullan, 2013).

در میان عناوین درسی دوره متوسطه که می‌بایست به تحلیل روش‌های تدریس آن پرداخت، زیست‌شناسی است؛ چراکه زیست‌شناسی یکی از بحث‌برانگیزترین شاخه‌های علم است که هر کشوری برای دستیابی به اقتدار، امنیت و توسعه همه‌جانبه خود به این علم نیاز دارد (Samadi, 2018). مطالعات مختلف نشان داده است که زیست‌شناسی یکی از مهمترین علوم در جهان امروز است که نقش راهبردی و مهمی در آینده و حل مشکلات جهان ایفا کند (Grogans et al, 2023؛ Krenn et al, 2022). به همین دلیل است که مراکز تحقیقات استراتژیک جهان در حال برنامه‌ریزی برای پیشگامی در زیست‌شناسی و تأسیس زیست‌شناسی جدید هستند (Li et al, 2022).

^۱. teaching methods

نظرات متفاوت و گاهی متناقضی در زمینه روش‌های تدریس زیست‌شناسی در مدارس ایران، وجود دارد که به طور کلی می‌توان آنها را در دو دیدگاه کلی قرار داد؛ دیدگاه سنتی و دیدگاه نوین (Moradi, 2016). بر اساس دیدگاه سنتی دانش‌آموزان همانند ظرف‌های توخالی هستند که معلمین به طور معمول سعی می‌کنند با روش سخنرانی درباره موضوعات علمی و بدون توجه به تفاوت‌های فردی فراگیران آنها را پر کنند. در حالی که در روش نوین، یادگیری دانش‌آموزان بر اساس توجه به تفاوت‌های فردی و توجه به تجربه‌های قبلی او صورت می‌گیرد. در این روش معلم از سبک‌های مختلف آموزشی مانند دیداری، شنیداری و حرکتی استفاده می‌کند و دانش‌آموز نقش فعالی در یادگیری مفاهیم دارد (Moghadas, 2015). مشکلات دانش‌آموزان در یادگیری زیست‌شناسی، توسط محققان زیادی بررسی شده است (Samadi, 2018؛ Pargar, 2022؛ Brahui Moghadam & Brahui Moghadam, 2021). حجم بالای مفاهیم یا موضوعات در درس زیست‌شناسی را می‌توان از مشکلات یادگیری دانش‌آموزان در درس زیست‌شناسی دانست. عدم رفع مشکل دشواری مفاهیم و موضوعات باعث افزایش ابهامات شده و در یادگیری زیست‌شناسی دانش‌آموزان تأثیر منفی خواهد داشت. Brahui Moghadam & Brahui Moghadam (2021) معتقدند است که عوامل مهمی مانند ماهیت محتوا، روش تدریس، عادات یادگیری و مطالعه، هیجانات و نگرش منفی دانش‌آموزان نسبت به موضوع، کمبود منبع و عدم کفایت زمان تدریس در ایجاد مشکلات یادگیری دانش‌آموزان مؤثر است.

در این زمینه Samadi (2018) با مروری بر روش‌های تدریس زیست‌شناسی گزارش نمود که آموزش سنتی درس زیست‌شناسی علاوه بر عدم توجه به رشد تفکر انتقادی در دانش‌آموزان، موجب ایجاد شکاف عمیق بین برنامه درسی قصد شده و اجرا شده گردیده است و به همین دلیل ایجاد تحول در آموزش آن ضروری می‌باشد. وی چالش‌های موجود در یادگیری زیست‌شناسی را شیوه‌های تدریس ناکارآمد، وجود موضوعات چالشی و نقص برنامه‌درسی می‌داند و معتقد است برای افزایش یادگیری درس زیست‌شناسی در دانش‌آموزان باید روش‌های تدریس موجود، مورد تحلیل قرار گیرند. در همین راستا Farhadi-Moghadam & Jami-Ahmadi (2021) نیز معتقدند در تدریس زیست‌شناسی باید رویکردهای آموزشی نوین و منطبق با علم بین‌المللی بکار گرفته شود. Keypour & Barkhan (2022) با بررسی روش‌های نوین تدریس زیست‌شناسی در سال‌های اخیر در ایران و سایر کشورها نشان دادند که لازم است با استفاده از روش‌های نوین تدریس به پرورش تفکر خلاقانه در دانش‌آموزان پرداخت. بنابراین بررسی اصلاحات آموزشی مورد نیاز در روش‌های تدریس زیست‌شناسی از الزامات مطالعاتی در ایران است.

در بحث تحلیل روش‌های تدریس زیست‌شناسی، در پژوهش حاضر، از نظریه Fullan (2013) استفاده شده است؛ چراکه این محقق، یکی از چهره‌های شناخته شده‌ای است که صاحب مکتب یا دیدگاه خاص در مورد فرآیند تغییر و اجرا است و در دهه‌های اخیر مطالعات جامعی در زمینه تحلیل برنامه‌های درسی انجام داده و مراحل آن را به روشنی تبیین کرده است. از نظر فولن، اصلاحات آموزشی جزئی و کوچک،

کارساز نخواهد بود بلکه آنچه اهمیت دارد تمرکز بر نظریه تغییر^۱ و یادگیری عمیق است (Fullan, 2013). یادگیری عمیق، یادگیری با کیفیت، معنادار و هدفمندی است که برای دانش‌آموزان باقی می‌ماند (Quinn et al, 2019). در مطالعات متعددی، اهمیت توجه به یادگیری عمیق در درس زیست‌شناسی مورد اشاره بوده است (Nasirpour & Zare, 2019؛ Ching et al, 2018؛ O'Brien et al, 2024؛ Yan et al, 2024).

Ching et al (2018) معتقدند یادگیری عمیق معرف مجموعه‌ای از الگوریتم‌های یادگیری ماشینی است که می‌تواند ورودی‌های خام را ترکیب کند تا به ویژگی‌هایی فراتر از آنچه آموزش داده، دست یابد. بنابراین با توجه به آنکه زیست‌شناسی رشته‌ای مملو از داده‌های پیچیده و اغلب نادرست است؛ به نظر می‌رسد که استفاده از روش‌های تدریس مبتنی بر یادگیری عمیق برای حل مشکلات این رشته کاربردی باشد. از سوی دیگر در بررسی علل افت تحصیلی در یادگیری زیست‌شناسی یکی از دغدغه‌های معلمان، مدیران و سیاست‌گذاران، تلاش برای یافتن روش‌های تدریس مبتنی بر یادگیری عمیق و جلب انگیزه دانش‌آموزان است (Hadiprayitno, Muhlis & Kusmiyati, 2019). بنابراین با توجه به محوریت یادگیری عمیق در نظریه Fullan (2013) و تأکید بسیار محققان حوزه آموزش زیست‌شناسی بر یادگیری عمیق، در این پژوهش سعی شد روش تدریس زیست‌شناسی بر پایه این نظریه ارائه گردد.

بر اساس نظریه Fullan (2013) یادگیری عمیق، اصلاح فرآیند یادگیری در چهار بعد شایستگی‌های جهانی^۲ (شامل شخصیت^۳، تابعیت و تعلق اجتماعی^۴، خلاقیت^۵، تفکر انتقادی^۶، همکاری^۷ و ارتباطات^۸)، عناصر طراحی یادگیری^۹ (شامل شیوه‌های آموزشی^{۱۰}، مشارکت‌های یادگیری^{۱۱}، محیط‌های یادگیری^{۱۲} و استفاده از دیجیتال^{۱۳})، شرایط لازم برای یادگیری عمیق^{۱۴} (در مدرسه^{۱۵}، منطقه^{۱۶} و سیستم‌ها^{۱۷}) و فرایند تحقیق مشترک^{۱۸} (استفاده از معلمان برای طراحی تجارب یادگیری عمیق از سوی تیم‌های متخصص

1. change theory

2. global Competencies

3. character

4. citizenship

5. creativity

6. critical Thinking

7. collaboration

8. communication

9. elements of learning design

10. pedagogical practices

11. learning partnerships

12. learning environments

13. leveraging digital

14. conditions that mobilize deep learning

15. school conditions

16. district conditions

17. system conditions

18. collaborative inquiry process

به منظور ارزیابی شرایط مورد نیاز برای تقویت یادگیری عمیق در سطح مدرسه و سیستم^۱ است. بنابراین در این پژوهش در طراحی تدریس زیست‌شناسی این چهار موضع در نظر گرفته شده است. پیش از این پژوهش Karami (2019) در تحقیقی کاربردی بودن رویکرد فولن در تحلیل و بازنگری برنامه‌های درسی و روش‌های تدریس پیشنهاد کرده است و Jafari Harandi (2023) با ارائه الگوی بازنگری برنامه درسی علوم تجربی دوره ابتدایی مبتنی بر دیدگاه یادگیری عمیق، نشان داد که روش تدریس مبتنی بر این الگو می‌تواند تفکر انتقادی و خلاقیت دانش‌آموزان دوره ابتدایی را بهبود ببخشد. Ziaei, Keshti Arai & Kashfi (2020) نیز موفقیت استفاده از این رویکرد را در آموزش ریاضی تأیید نمودند.

با مروری بر مطالعات انجام شده مشخص می‌شود با وجود پژوهش‌هایی حول محور سنجش کارایی روش‌های تدریس درس زیست‌شناسی، تحقیقی که به طراحی روش تدریس مطابق با نظریه Fullan (2013) و با توجه به چالش‌ها و نیازهای موجود در زمینه روش‌های تدریس زیست‌شناسی پرداخته باشد ارائه نشده است. ارائه این طرح تدریس به معلمان کمک می‌کند تا بتوانند شیوه‌ی تدریس خود را برای هر مبحث درسی تنظیم کنند. لذا با توجه به آنچه بیان شد تحقیق حاضر به منظور پاسخگویی به این سؤال انجام شد که آیا طرح تدریس درس زیست‌شناسی با تأکید بر یادگیری عمیق بر یادگیری این درس در دانش‌آموزان مؤثر است؟

روش تحقیق

روش این پژوهش، نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه پژوهش دانش‌آموزان دختر پایه دهم دوره متوسطه دوم مشغول به تحصیل در رشته علوم تجربی در شهر شیراز در سال ۱۴۰۳، به تعداد ۲۰۶۷ نفر بوده است. نمونه پژوهش ۳۰ دانش‌آموز بود که به صورت در دسترس انتخاب شدند. در نظر گرفتن ۱۵ نفر برای هر یک از دو گروه پژوهش، بر مبنای توصیه ۱۵ نفر برای هر یک از گروه‌ها در مطالعات آزمایشی بوده است (Delaware, 2021). به منظور انتخاب این دانش‌آموزان، به روش در دسترس از مدارس دخترانه دوره دوم متوسطه شهر شیراز، یک مدرسه (به‌منظور کنترل ویژگی‌های اجتماعی و فرهنگی دانش‌آموزان، شرایط مدرسه و عدم شرکت در دوره‌های تقویتی زیست‌شناسی) و از آن مدرسه دو کلاس پایه دهم رشته تجربی انتخاب و تمام دانش‌آموزان این دو کلاس گزینش شدند ($n = 54$). سپس ۳۰ نفر بر اساس معیارهای ورود و خروج انتخاب شدند. ملاک‌های ورود عبارتند از عدم ابتلا به اختلالات یادگیری؛ عدم ابتلا به بیماری‌های جسمانی که مانع شرکت مداوم در جلسات آموزشی شود؛ عدم شرکت در دوره‌های فوق برنامه تقویت زیست‌شناسی و ملاک‌های خروج شامل عدم همکاری و یا عدم تمایل به ادامه شرکت در جلسات؛ عدم انجام تکالیف ارائه شده در جلسات و غیبت

¹. used by teachers to design deep learning experiences, by teams to moderate student work and growth, and by teachers and leaders to assess the conditions needed to foster deep learning at the school and system levels

بیش از ۲ جلسه در جلسات آموزشی بود. پس از انتخاب گروه نمونه، به صورت تصادفی در گروه‌های طرح تدریس زیست‌شناسی با تأکید بر یادگیری عمیق و کنترل (تحت آموزش مرسوم مدرسه) گمارده شدند. سپس در هر گروه پیش‌آزمون به‌وسیله آزمون محقق‌ساخته زیست‌شناسی پژوهش اجرا شد. در ادامه، گروه آزمایش بر اساس طرح تدریس زیست‌شناسی با تأکید بر یادگیری عمیق مورد آموزش این درس قرار گرفتند در حالی که گروه کنترل آموزش مرسوم را دریافت نمودند. به‌منظور اعمال طرح تدریس زیست‌شناسی، ابتدا برای آشنایی معلم مجری این پژوهش، راهنمای استفاده از طرح مذکور توسط طراح اصلی آن برای معلم توضیح داده شد. سپس فصل پنجم کتاب زیست‌شناسی پایه دهم دوره دوم متوسطه (تنظیم اسمزی و دفع مواد زاید)، برای گروه آزمایش طی ۵ جلسه ۶۰ دقیقه‌ای بر اساس طرح تدریس زیست‌شناسی مبتنی بر یادگیری عمیق با همکاری معلم زیست‌شناسی تدریس شد. زیر مجموعه‌های الگوی مذکور با همکاری معلم شناخته و سعی شد تمامی قواعد مربوط به طرح رعایت شود. پس از اتمام تدریس مجدداً با آزمون محقق‌ساخته یادگیری زیست‌شناسی، دو گروه مورد ارزیابی قرار گرفتند. تحلیل آماری داده‌ها، با استفاده از نسخه ۲۶ نرم‌افزار SPSS و تحلیل کوواریانس انجام شد. ابزار پژوهش به شرح زیر بود:

آزمون محقق‌ساخته یادگیری زیست‌شناسی: این آزمون توسط محقق بر اساس محتوای درسی فصل پنجم کتاب زیست‌شناسی پایه دهم دوره دوم متوسطه (تنظیم اسمزی و دفع مواد زاید) در قالب ۲۰ سؤال تستی طراحی شد. به پاسخ‌های درست هر سؤال ۱ نمره تعلق گرفت و طیف نمرات این آزمون ۰ تا ۲۰ بود و نمره بالاتر به معنای یادگیری بیشتر در درس زیست‌شناسی است. برای بررسی روایی این پرسشنامه از روایی محتوایی استفاده شد؛ به‌این‌ترتیب که با نظر خبرگان در خصوص شمول تناسب سؤالات با محتوای تدریس (تنظیم اسمزی و دفع مواد زاید) نظرخواهی شد و پس از تأیید آنها پرسشنامه‌ها برای اجرای نهایی آماده شد. پایایی این پرسشنامه با استفاده ضریب آلفای کرونباخ ۰/۷۱۲ به‌دست آمد.

لازم به ذکر است که شیوه‌ی تدریس زیست‌شناسی با تأکید بر یادگیری عمیق برای نخستین بار توسط محققان و بر اساس دو روش کیفی سنتزپژوهی از ۶۷ منبع علمی در محدوده سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۴۰۰ برای اسناد داخلی و در محدوده سال‌های ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۱ برای اسناد خارجی در حوزه شناسایی اصلاحات آموزشی مورد نیاز به منظور تدوین روش تدریس زیست‌شناسی با تأکید بر یادگیری عمیق و تحلیل محتوای منابع مبتنی بر نظریه فولن (Fullan, 2010؛ Fullan, 2014؛ Fullan, 2013)، طراحی شده است. بر اساس نتایج این دو تحلیل اصلاحات آموزشی مورد نیاز برای بازنگری روش‌های تدریس زیست‌شناسی در چهار عنوان اصلی شایستگی دانش‌آموزان، عناصر طراحی آموزشی، شرایط آموزش و فرایند تحقیقات مشترک قابل توضیح است: شایستگی دانش‌آموزان (شامل پرورش شخصیت، ایجاد تابعیت و تعلق اجتماعی، تقویت خلاقیت/تخیل، تقویت تفکر انتقادی/حل‌مسأله، افزایش همکاری)؛ عناصر طراحی آموزشی (شامل استفاده از شیوه‌های

آموزشی مناسب، ارزیابی چندجانبه، مشارکت‌های یادگیری، محیط‌های یادگیری و استفاده از ابزار دیجیتال و فناوری‌های روز؛ شرایط آموزش (شامل شناسایی نقاط ضعف مدارس، تعیین مشکل در سیاست‌گذاری‌ها، آماده‌سازی معلمان برای تغییر برنامه درسی) و در نهایت فرایند تحقیقات مشترک (شامل تشکیل هیئت طراحی تدریس و تشکیل هیئت نظارت و پشتیبانی) بود.

در مرحله بعد روش تدریس حاصل از مؤلفه‌ها تدوین و در اختیار ده متخصص قرار گرفت و پس از اصلاحات ارائه شده به صورت نهایی ارائه شد (در جدول ۱ قابل مشاهده است). در مرحله تعیین اعتبار اجرایی، پس از محاسبه ضریب توافق (توافق درونی) با استفاده از ضریب کاپای کوهن^۱ و ارزیابی مجدد بسته توسط ۱۰ متخصص، روش تدریس آماده اجرا شد. ضریب توافق ده داور، در مورد این برنامه بین ۰/۹۶ تا ۱ در نوسان بود که نمایانگر اعتبار مطلوب روش تدریس درس زیست‌شناسی با تأکید بر یادگیری عمیق است.

جدول ۱. چارچوب روش تدریس درس زیست‌شناسی با تأکید بر یادگیری عمیق

ارکان	اجزا
اهداف کلی: دستیابی به یادگیری عمیق در درس زیست‌شناسی در مبحث مورد تدریس	
اهداف جزئی: ارتقاء شایستگی‌های جهانی یادگیری عمیق دانش‌آموزان	
یادگیری مفاهیم مبحث مورد تدریس و ارتباط آن با زندگی روزمره، پایداری انسانی و محیط زیست.	
ارزیابی اولیه: در مورد دانش‌آموزان خود چه می‌دانید؟ (نقاط قوت، نیازها و علایق دانش‌آموزان خود را مشخص کنید)	
دانش قبلی، مهارت‌ها، علاقه، نیازها و محدودیت‌های دانش‌آموزان چيست؟ چگونه ممکن است این را به دست آورید؟	
چه نگرش و اطلاعات نادرستی در مورد موضوع می‌تواند وجود داشته باشد؟	
می‌خواهید دانش‌آموزان شما چه چیزی را یاد بگیرند؟	
شما روی کدام یک از شایستگی‌های جهانی تمرکز می‌کنید؟ ○ شخصیت ○ تابعیت و تعلق اجتماعی ○ خلاقیت/تخیل ○ تفکر انتقادی/حل مسأله ○ همکاری ○ ارتباطات	اهداف تدریس خود را در بنویسید.
	مشخص کنید که بر چه کسانی در این فرصت یادگیری تمرکز خواهید کرد.
نتیجه یادگیری: شواهد و معیارهای موفقیت شما چه هستند و چگونه خواهید فهمید که آنها آن را چگونه آموخته‌اند؟ (لازم است معیارهای موفقیت خود را به زبان ساده و صریح ذکر کنید).	
فراگیران چه فرصت‌هایی برای ساخت شواهد و معیارهای موفقیت شما دارند؟	
یک نمای کلی از طرح یادگیری ارائه دهید.	
چه دانش زیربنایی برای تدریس نیاز دارید؟ آیا اطلاعات جدیدی در این زمینه ارائه شده است؟	
	طراحی

^۱. Cohen's kappa coefficient

تدریس را با چه روشی آغاز می کنید؟ (مثلاً مطرح نمودن سؤالات محرک، چالشی و بازپاسخ، ارائه فیلم، تحقیق و پژوهش، مسابقه یا سرگرمی)	
فراگیران به چه فعالیت هایی می پردازند؟ (طرح ایده و تبدیل به آزمایش و رسیدن به نتیجه گیری، بازدید علمی استفاده از استفاده از نمایش گرافیکی، فیلم و عکس و واقعیت افزوده).	
نکات آموزشی در این حیطه چیست؟	
چه محصولی از یادگیری حاصل می شود؟ چه رفتارهایی از دانش آموزان تشویق دریافت می کنند؟	
چه فرایندهایی از نتایج پشتیبانی می کنند؟	
چهار عنصر طراحی یادگیری	
چگونه اطلاعات قبلی دانش آموزان راجع به موضوع را بررسی و نگرش و دانش نادرست را به چالش می کشید؟ برخی از استراتژی های آموزشی را که در این کار استفاده خواهید کرد لیست کنید (مانند: سؤالات محرک، چالشی و بازپاسخ، ارائه فیلم، تحقیق و پژوهش، مسابقه یا سرگرمی، طرح ایده و تبدیل به آزمایش و رسیدن به نتیجه گیری، بازدید علمی استفاده از استفاده از نمایش گرافیکی، فیلم و عکس و واقعیت افزوده) نحوه تأمین نیازهای همه فراگیران کلاس خود را در نظر بگیرید؟ (لازم است فرصت برابر برای یادگیری و اکتشاف ایجاد شود) چگونه موضوع میحت مورد تدریس به زندگی روزمره، پایداری انسانی و محیط زیست مرتبط است؟ آیا دانش آموزان به یادداشت برداری نیاز دارند؟	تمارین آموزشی
گروه بندی کلاسی را مشخص کنید؟ رهبر گروه چه کسی خواهد بود؟ (لازم است برای انجام فعالیت های درسی، گروه های کوچک ایجاد کنید که رهبری آن به صورت چرخشی باشد). چه تفاوت هایی از دانش آموزان برای گروه بندی کلاسی باید در نظر گرفته شود؟ چگونه مشارکت ها ممکن است شایستگی منتخب دانش آموزان را تقویت کرده و یادگیری را تعمیق بخشد؟ (تشویق دانش آموزان به کار تیمی، مشارکت با سایر کلاس ها و یا شرکت در آزمون های بین المللی) امکانات مشارکتی که سایر فراگیران، بزرگسالان در محیط مدرسه و افراد خارج از مدرسه و جامعه را درگیر می کند را بررسی کنید.	مشارکت های یادگیری
در محیط یادگیری کدام شرایط را برای دانش آموزان فراهم کرده اید: ○ تعداد کم فراگیران ○ چیدمان نیم دایره ای ○ ایجاد محیط متنوع و جذاب برای دانش آموزان، ○ استفاده از فضای مجازی ○ ایجاد محیط یادگیری ایمن، آرام، غنی و پویا چگونه شما از فراگیران برای ریسک پذیری و استفاده از روش های جدید تفکر، یادگیری، ارائه و انعکاس حمایت خواهید کرد؟	محیط های یادگیری

	استفاده از دیجیتال	چگونه ممکن است فن آوری و ابزار دیجیتال یادگیرندگان و یادگیری را تقویت، تسریع و مرتبط کند؟
پیاده سازی و اجرا	اجرای طراحی یادگیری	
	در هنگام تدریس، به هرگونه سازگاری، مشاهده و بینش توجه کنید؟	
ارزیابی، انعکاس و تغییر	سنجش: از چه ارزیابی هایی استفاده می کنید؟	
	شما چگونه یادگیری را ارزیابی می کنید؟ دانش آموزان خود را چگونه ارزیابی می کنند؟ آیا ارزیابی خانواده از یادگیری دانش آموزان انجام می شود و چگونه؟	
	چگونه از انواع حالت های مختلف ارزیابی، چه مشتق و چه جمعی، استفاده خواهید کرد؟	
	آیا از طریق شبکه های مجازی برای پیگیری و ارزیابی استفاده می کنید؟	
	بازتاب و تغییر: ارزیابی یادگیری	
	طراحی یادگیری چقدر نتایج یادگیری مورد نظر را برآورده کرده است؟	
	پس از: در نظر بگیرید که چگونه شواهد جمع آوری شده اهداف یادگیری و انتظارات طراحی شما را برآورده می کند.	
	انعکاس و تغییر: ارزیابی طراحی یادگیری	
	چه قسمت هایی از طراحی یادگیری به خوبی کار کرده است و چه مواردی می تواند بهبود یابد؟	
	بعد: با همکاران صحبت کنید. چه چیزی خوب کار کرد؟ چه چیزی را ممکن است بهبود ببخشید؟ چگونه ممکن است شما این کار را انجام دهید؟ چه مشکلاتی در محتوای کتاب وجود دارد و به چه اصلاحاتی نیاز دارد؟ چه موضوعاتی در ارزیابی باید تغییر کند؟ چه آموزش های ضمن خدمتی برای معلمان در این زمینه وجود دارد؟	

یافته ها

در جدول ۲، شاخص های توصیفی نمرات یادگیری در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون به تفکیک گروه کنترل و آزمایش ارائه شده است.

جدول ۲. مقادیر میانگین و آزمون تحلیل کوواریانس تک متغیره اثرات روش تدریس زیست شناسی با تأکید بر یادگیری عمیق بر یادگیری دانش آموزان

انواع اهداف	گروه	میانگین پیش آزمون	میانگین پس آزمون	مقدار f	سطح معنی داری	ضریب تأثیر
یادگیری زیست شناسی	آزمایش	۱۰/۲۰	۱۴/۷۳	۲۹/۱۵۸	۰/۰۰۰۱	۰/۵۱۹
	کنترل	۹/۸۶	۱۲/۲۰			

نتایج جدول ۲، نشان می دهد در گروه آزمایش نمرات یادگیری زیست شناسی در مرحله پس آزمون نسبت به مرحله پیش آزمون افزایش بیشتری داشته است. لازم به ذکر است پیش از اجرای تحلیل کوواریانس، پیش فرض های نرمال بودن توزیع داده ها با آزمون شاپیرو-ویلک و برابری واریانس خطا با آزمون لوین بررسی و تأیید شد ($p > 0/05$). بر اساس نتایج این جدول، با کنترل کردن نمرات پیش آزمون، تفاوت میانگین دو گروه در نمرات متغیر یادگیری زیست شناسی معنادار است، همچنین ضریب اتا نشان

می‌دهد که روش تدریس درس زیست‌شناسی با تأکید بر یادگیری عمیق، ۵۱/۹ درصد از تغییرات متغیر یادگیری زیست‌شناسی را تبیین می‌کند ($p < 0.001$).

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف بررسی اثربخشی روش تدریس زیست‌شناسی با تأکید بر یادگیری عمیق بر یادگیری دانش‌آموزان انجام شد. نتایج بررسی‌ها نشان داد که روش تدریس درس زیست‌شناسی با تأکید بر یادگیری عمیق بر یادگیری دانش‌آموزان مؤثر است؛ به این صورت که موجب افزایش یادگیری زیست‌شناسی شده است. همانطور که مشخص است این روش تدریس برای نخستین بار در این پژوهش طراحی شده و در نتیجه اثربخشی آن در مطالعات پیشین بررسی نشده است که این موضوع نوآوری پژوهش را نشان می‌دهد اما می‌توان این بخش از یافته‌ها را در تأیید و همسو با مطالعات Quinn et al (2019)، Fullan et al (2018)، Fullan (2013)، Fullan (2014) و Fullan (2010) مبنی بر نقش تقویت شایستگی‌های جهانی در دستیابی به یادگیری عمیق دانست.

در تبیین این یافته‌ها بر اساس مبانی نظری می‌توان در وهله اول به هدف دستیابی به یادگیری عمیق در درس زیست‌شناسی اشاره نمود. بر اساس نظر Fullan (2013) یادگیری عمیق با ایجاد و تقویت شایستگی‌های شش‌گانه در دانش‌آموزان برای درگیر شدن در مسائل و وظایف ارزشمند جهانی، ایجاد و تقویت شود. Fullan (2014) در این زمینه معتقد است مجهز نمودن به ویژگی‌های اساسی شخصیتی این قابلیت را به دانش‌آموزان می‌دهد که به شکلی مؤثر فکر کنند، برای خود تصمیم بگیرند، به‌طور منظم موضع مثبتی نسبت به یادگیری داشته باشند؛ مشتاق باشند تا بهترین فرصت را برای یادگیری و موفقیت به ارمغان آورند (Quinn et al, 2019). این ویژگی‌ها باعث می‌شود تا دانش‌آموزان در مواجهه با عقب ماندگی‌های عمده یا بازخورد منفی، مکث کنند، تأمل کنند، در صورت لزوم سازگار شوند و با عزمی راسخ به مسئله نزدیک شوند تا زمانی که به یادگیری و پیشرفت نائل آیند (Fullan et al, 2018). از طرف دیگر تقویت احساسات تابعیت و تعلق اجتماعی به دانش‌آموزان این امکان را می‌دهد به دنبال موضوعات با اهمیت جهانی در موضوع تدریس باشند؛ چون این اعتقاد را دارند که می‌توانند در جهان تغییر ایجاد کنند و فعالانه در تحقق این امر مشارکت و با چالش‌ها و مشکلات زندگی مقابله می‌کنند. پرورش خلاقیت در دانش‌آموزان نیز منجر به ایجاد راه‌حل‌هایی واقع‌بینانه و عملی برای مشکلات دنیای واقعی می‌شود (Fullan, 2014). دانش‌آموزان خلاق می‌دانند چگونه می‌توان برنامه‌ای را ساخت و از منابع مناسب برای تحقق آن استفاده کرد. به این ترتیب مشکلات را به فرصت تبدیل کرده و راه‌حل‌های مبتنی بر چندین دیدگاه ایجاد می‌کنند. این دانش‌آموزان، به عنوان یک رهبر، استقامت می‌کنند و نگرش مثبت خود را با دیگران در میان می‌گذارند؛ به‌راحتی از فرصت‌های جدید استفاده می‌کنند و شرکای و مکان‌های جدیدی را کشف می‌کنند که می‌توانند یادگیری‌شان را تعمیم دهند. به‌موجب تقویت تفکر انتقادی/حل‌مسأله نیز دانش‌آموزان می‌توانند مسیرهایی

را برای یادگیری پیدا کنند که دانش و اعتقادات موجود آنها را فعال، ارزیابی و ایجاد می کنند. این شایستگی، توانایی استفاده از منطق و استدلال، نتیجه گیری و طراحی یک روش عملی و ارزیابی رویه ها و نتایج را ایجاد می کند و باعث می شود تا دانش جدید خود را برای شرایط/زمینه های جدید و خاص سازگار، گسترده یا سفارشی کنند و آنچه را که آموخته اند، در چالش ها یا موقعیت های دنیای واقعی به کار بگیرند (Quinn et al, 2019) و این همان دستیابی یادگیری است. ترغیب به کار تیمی و مشارکت در یادگیری نیز از دیگر موضوعات چارچوب تدریس تدوین شده است که ارتباط نزدیکی با یادگیری دارد. Quinn et al (2019) توضیح می دهند که همکاری منسجم در همه سطوح برای ایجاد تغییر در شرایط یادگیری، توانایی پیشرفت همه دانش آموزان برای موفق شدن در یک دنیای پیچیده را ایجاد می کند. این محققان معتقدند جهان به دانش آموزانی نیاز دارد که دارای مجموعه ای از مهارت هایی باشند که بتوانند به طور مؤثر با یکدیگر همکاری کنند؛ چراکه همکاری متقابل به صورت تیمی و گروهی منجر به تسهیل دستیابی به یادگیری عمیق می شود (Fullan, 2010). بنابراین واضح است که تأکید بر ابعاد شش گانه شایستگی های جهانی دانش آموزان در این روش تدریس وجهی متمایز از سایر روش های تدریس و دلیلی بر افزایش بیشتر یادگیری زیست شناسی در دانش آموزان بوده است.

از سوی دیگر در این روش تدریس لازم است تا معلم مشخص کنند که در مورد دانش آموزان خود چه می دانند و در این راستا نقاط قوت، نیازها و علایق دانش آموزان خود را مشخص نمایند. Fullan (2014) معتقد است این شناخت باعث می شود تا معلمان بتوانند تجربه ها و چالش های کلاس درس را با متناسب با تفاوت های فردی دانش آموزان نشان تنظیم کنند و بتوانند فرصت های بهتری را برای موفقیت در اختیار هر دانش آموز قرار دهند تا تشویق بیشتری دریافت نمایند و این در افزایش انگیزه و یادگیری زیست شناسی مؤثر بوده است. به اعتقاد این محقق این ارزیابی باعث می شود تا معلمان با تمرکز بیشتر بر شایستگی و فرصت یادگیری دانش آموزان مستعد، با ایجاد تجربه های یادگیری طولانی تر، بتوانند یادگیری را به حداکثر برسانند. از طرفی در این روش تدریس بر بررسی نگرش و اطلاعات نادرست در مورد موضوع تدریس تأکید شده است که عموماً از سوی معلمان مورد غفلت قرار می گیرد. این در صورتی است که داشتن نگرش و دانش غلط در مورد موضوعات تدریس می تواند شکافی عمیق بین دانش قبلی و دانش جدید ایجاد کند و مانع یادگیری عمیق این درس شود. در این زمینه مطالعات Naseri (2019) Basu, Aglira & Spotila (2017) گزارش نمودند که لازم است تا معلمان سعی نمایند تا دانش و عقاید نادرست دانش آموزان درباره ی موضوع تدریس را اصلاح کنند. از سوی دیگر در مرحله ارزیابی در این روش تدریس توصیه شده است که معلمان شواهد و معیارهای موفقیت دانش آموزان را مشخص نمایند. تعیین این معیار و شواهد، بر دقت ارزیابی معلمان خواهد افزود. این ارزیابی دقیق منجر به ارائه ی بازخوردهای درست به دانش آموزان می شود که نتیجه آن افزایش یادگیری دانش آموزان است.

در بخش طراحی در این روش تدریس توضیح داده شد که لازم است تا معلم یک نمای کلی از طرح یادگیری ارائه دهد و در این زمینه دانش زیربنایی و اطلاعات جدیدی که در این زمینه ارائه شده است را شناسایی و روش تدریس و ابزارهای کمک درسی خود را مشخص نماید. این کار باعث شد تا معلم بتواند به صورت جذابی آموزش خود را آغاز کرده و نقش فعال کننده را در تدریس ایفا کند و دانش‌آموزان را بیشتر درگیر فرایند یادگیری نماید. در این مسیر معلم توصیه شد تا معلم شنونده‌ای فعال باشد و به تمام دانش‌آموزان بازخورد دهد از مشوق‌ها استفاده نمایند. در این روش تدریس از معلمان خواسته می‌شود که قبل مشخص کنند که تدریس با چه روشی از جمله مطرح نمودن سؤالات محرک، چالشی و بازپاسخ، ارائه فیلم، تحقیق و پژوهش، مسابقه یا سرگرمی باید آغاز شود و قرار است فراگیران به چه فعالیت‌هایی اعم از طرح ایده و تبدیل به آزمایش و رسیدن به نتیجه‌گیری، بازدید علمی استفاده از استفاده از نمایش گرافیکی، فیلم و عکس و واقعیت افزوده بپردازند. استفاده از این ابزار نه تنها موجب افزایش مشارکت و انگیزه دانش‌آموزان می‌شود بلکه با عینی‌سازی تدریس موجب افزایش یادگیری می‌شود. همچنین این تشخیص موجب می‌شود تا معلم از قبل ابزار مورد نیاز تدریس خود را فراهم کند و در صورت کمبود ابزار، این مشکل را با مدیران در میان بگذارد.

در این روش تدریس مشارکت‌های یادگیری در قالب تعیین گروه‌بندی و رهبر گروه، تعیین تفاوت‌های فردی دانش‌آموزان، تعیین شیوه تعمیق بخشی به مشارکت گروهی، تعیین امکانات مشارکتی که سایر فراگیران، بزرگسالان در محیط مدرسه و افراد خارج از مدرسه و جامعه را درگیر می‌کند، ارائه شده. همسو با این نتایج Naseri (2019) بیان نموده است تقسیم دانش‌آموزان به چند گروه و تشکیل گروه‌های مشارکت کننده از اصول آموزش و ارزیابی درس زیست‌شناسی است. این محقق معتقد است که دانش‌آموزان باید بتوانند آنچه آموخته‌اند را در اختیار سایرین قرار دهند و در حل مسائل با دیگران به تفاهم و توافق برسند. در همین راستا Quinn et al (2019) بیان نمودند که همکاری در یادگیری در همه سطوح برای ایجاد تغییر در شرایط یادگیری برای موفق شدن در یک دنیای پیچیده لازم است. این محققان معتقدند جهان به دانش‌آموزانی نیاز دارد که بتوانند به‌طور مؤثر با یکدیگر همکاری کنند؛ چراکه همکاری متقابل به صورت تیمی و گروهی منجر به تسهیل دستیابی به یادگیری عمیق می‌شود (Fullan, 2010). در این زمینه توضیح داده شده است که لازم است گروه‌های کوچک تشکیل شود و بهتر است که رهبری گروه به صورت چرخشی باشد به طوریکه همه دانش‌آموزان فرصت رهبری داشته باشند. همچنین توصیه شد که به کار تیمی، مشارکت با سایر کلاس‌ها و یا شرکت در آزمون‌های بین‌المللی تشویق شوند. در مطالعات گذشته نیز این مسأله در تدریس زیست‌شناسی مورد تأکید بوده است (Farhadi-Moghadam & Jami, 2021). بنابراین می‌توان گفت تأکید بر مشارکت یادگیری، گروه‌بندی درست و گزینش چرخشی رهبری نیز دلیلی بر یادگیری بیشتر درس زیست‌شناسی بوده است.

با توجه به نتایج حاصل از پژوهش مبنی بر تأثیر روش تدریس زیست‌شناسی با تأکید بر یادگیری عمیق بر افزایش یادگیری درس زیست‌شناسی و با در نظر گرفتن اهمیت درس زیست‌شناسی در زندگی تحصیلی دانش‌آموزان رشته تجربی و همچنین با توجه به کاربردهای عمیق این رشته در زمینه‌های مختلف، به معلمان دوره متوسطه پیشنهاد می‌شود به منظور دستیابی به یادگیری عمیق در درس زیست‌شناسی در دانش‌آموزان از این روش تدریس استفاده نمایند. لازم به توضیح است که این پژوهش با محدودیت‌هایی مواجه بوده است که لازم است در تحقیقات آینده مورد توجه قرار بگیرند؛ جامعه پژوهش به دانش‌آموزان دختر پایه دهم دوره متوسطه شهر شیراز محدود است؛ لذا در تعمیم نتایج به دانش‌آموزان پسر، دانش‌آموزان در سایر مقاطع و در دیگر شهرها می‌بایست جوانب احتیاط رعایت شود. در این پژوهش به دلیل محدودیت زمانی اجرای پژوهش، تنها یک مبحث آموزش داده شد که باید به آن توجه شود. عدم اجرای دوره پیگیری به منظور بررسی اثرات ماندگار این روش تدریس، از دیگر محدودیت‌های پژوهش حاضر بود. بنابراین به محققان حوزه علوم تربیتی پیشنهاد می‌شود اثربخشی روش تدریس با تأکید بر یادگیری عمیق زیست‌شناسی را بر یادگیری دانش‌آموزان پسر و در پایه‌های دیگر تحصیلی بررسی نمایند. همچنین توصیه می‌شود اثربخشی این روش تدریس با اعمال آن در یک نیم‌سال و یا یک‌سال مورد بررسی قرار گیرد. به علاوه لازم است ماندگاری اثر این روش تدریس بر یادگیری دانش‌آموزان با اجرای دوره پیگیری بررسی شود.

سپاسگزاری

از تمامی دانش‌آموزان شرکت کننده به دلیل همراهی مطلوب در این طرح پژوهشی تشکر و قدردانی می‌کنم.

حامی مالی

هزینه‌های مطالب حاضر توسط نویسنده مقاله تأمین شد.

تعارض منافع

بنابراین اظهار نویسنده مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

References

- Barkhan, M. & Keypour, S. (2022) Examining new methods of teaching biology in recent years in Iran and other countries, 7th National Conference on Innovation and Research in Management, Psychology and Education,

- Tehran <https://civilica.com/login/> (Persian).
- Basu, A., Aglira, D., & Spotila, J. R. (2017). Learning High School Biology in a Social Context. *Creative Education*, 8: 2412-2429 [doi:10.4236/ce.2017.815165](https://doi.org/10.4236/ce.2017.815165)
- Brahui Moghadam, N & Brahui Moghadam, A. (2021). Analysis of the content of the biological science section of experimental science books of the second elementary school based on William Rumi's model. *Research in Biology Education*, 4(2): 47-62. <https://sid.ir/paper/1067727/fa> (Persian).
- Ching, T., Himmelstein, D. S., Beaulieu-Jones, B. K., Kalinin, A. A., Do, B. T., Way, G. P., et al. (2018). Opportunities and obstacles for deep learning in biology and medicine. *Journal of the Royal Society Interface*, 15(141): [20170387]. <https://doi.org/10.1098/rsif.2017.0387>
- Delaware, A. (2021). Research method in psychology and educational sciences. Tehran: Virayesh. (Persian).
- Farhadi-Moghadam, B. & Jami-Ahmadi, H. (2021). Examining the challenges of the first stage of the student Biology Science Olympiad exam and approaches to its improvement in Iran. *Quarterly Journal of Research in Biology Education*, 2(3): 3-13 <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27172252.1399.2.3.1.2> (Persian).
- Fullan, M., Quinn, J., McEachen, J. (2018). *Deep Learning: Engage the World Change the World*. Kindle Edition. <https://www.amazon.com/Deep-Learning-Engage-World-Change/dp/1506368581>
- Fullan, M. (2014). *The principal: Three Keys to Maximizing Impact*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Fullan, M. (2013). *Great to Excellent: Launching the Next Stage of Ontario's Education Agenda*. Retrieved from: http://www.edu.gov.on.ca/eng/document/reports/FullanReport_EN_07.pdf
- Fullan, M. (2010). *All systems go: the change imperative for whole system reform*. The United States of America, Corwin (A SAGE Company) <https://www.amazon.com/All-Systems-Go-Change-Imperative/dp/1412978734>
- Fullan, M. (2007). *The New Meaning of Educational Change*. The Columbia University: Teachers College (4th Edition).
- Grogans, S., Bliss-Moreau, E., Buss, K., Clark, L., Fox, A & Keltner, D. (2023). The nature and neurobiology of fear and anxiety: State of the science and opportunities for accelerating discovery. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 151: 105237. doi: 10.1016/j.neubiorev.2023.105237.
- Hadiprayitno, G., Muhlis, G & Kusmiyati, G. (2019). Problems in learning biology for senior high schools in Lombok Island. *The International Seminar on Bioscience and Biological Education*, 1241: 12-54. DOI 10.1088/1742-6596/1241/1/012054
- Jafari Harandi, R. (2023). The effectiveness of the teaching method of experimental science in elementary school based on Fulen's approach on students' critical thinking and creativity. *Curriculum Research*, 13(1): 168-183. https://jcr.shirazu.ac.ir/article_7172.html (Persian).

- Karami, M. (2019). Fullen's theory. Iranian curriculum encyclopedia. <https://profdoc.um.ac.ir/articles/a/1085303.pdf> (Persian).
- Kovač, V., Nome, D., Jensen, A & Skreland, L. (2023). he why, what and how of deep learning: critical analysis and additional concerns. *Education Inquiry*, 26: 1-17. <https://doi.org/10.1080/20004508.2023.2194502>
- Krenn, M., Pollice, R., Guo, S.Y. Aldeghi, M., Cervera-Lierta, A., Friederich, P. (2022). On scientific understanding with artificial intelligence. *Nat Rev Phys*, 4: 761–769 <https://doi.org/10.1038/s42254-022-00518-3>
- Li, K., Zhao, J., Kang, Q & Wang, S. (2022). Academician Wen-Rui Hu — Eminent Pioneer and Prominent Leader of Microgravity Science in China. *Microgravity Science and Technology*, 34 (19): 15-40. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12217-022-09934-7>
- Mehromhammadi, M., & Hosseini, M. (2023). Curriculum change and implementation. Tehran: Samt. (Persian).
- Moghadas, R. (2015). Teaching biology in Iranian schools. Development of Biology Education, 30(2): 4-8. <https://www.magiran.com/p1631495> (Persian).
- Moradi, Kh. (2016). New method of teaching biology and comparison with traditional methods. The second national conference of new approaches in education and research, Mahmudabad. <https://civilica.com/doc/702146> (Persian).
- Naseri, N. (2019). A look at two new approaches in teaching biology: constructivism and the use of creativity. Research in Biology Education, 2(3): 65-74 <https://www.sid.ir/paper/416185/fa> (Persian).
- Nasirpour, A & Zare, Z. (2019). Comparison of the effectiveness of the concept map teaching method with the lecture method in learning biology. Research in biology education. (6)2: 19-28. <https://sid.ir/paper/408730/fa>(Persian).
- O'Brien, T., Stremmel, J., Pio-Lopez, L., McMillen, P., Rasmussen-Ivey, C et al. (2024). Machine learning for hypothesis generation in biology and medicine: exploring the latent space of neuroscience and developmental bioelectricity. Digital Discovery, 3: 249-263 <https://doi.org/10.1039/D3DD00185G>
- Ong, S.G.T., & Quek, G.C.L. (2023). Enhancing teacher–student interactions and student online engagement in an online learning environment. Learning Environ Res, 26: 681–707 <https://doi.org/10.1007/s10984-022-09447-5>
- Ordu, U. (2021). The Role of Teaching and Learning Aids/Methods in a Changing World. New Challenges to Education: Lessons from Around the World, 19: 210-217. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED613989.pdf>
- Pargar, H. (2022). Students' problems in learning high school biology. The 7th international conference on psychology, educational sciences and child rights in the Islamic world. <https://civilica.com/doc/1674856/> (Persian).
- Porozovs, J., & Dudkina, A. (2019). Secondary school and university students' interest in science subjects in connection to the choice of profession. Proceedings of the International Scientific Conference, 1: 432-441. <https://doi.org/10.17770/sie2019vol1.3741>

- Quinn, J., McEachen, J., Fullan, M., Gardner, M., & Drummy, M. (2019). Dive into deep learning: Tools of engagement. Thousand Oaks, CA: Corwin Press. <https://eric.ed.gov/?id=ED597945>
- Samadi, A. (2018). Challenges in biology education and the role of creativity in increasing its learning. *Research in Biology Education*, 1(1): 15-30. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27172252.1398.1.1.3.3> (Persian).
- Seif, S. (2023). Psychology of growth. Tehran: Organization for Studying and Compiling Humanities Books of Universities. (Persian).
- Weng, C., Chen, C. & Ai, X. (2023). A pedagogical study on promoting students' deep learning through design-based learning. *Int J Technol Des Educ* 33: 1653–1674 <https://doi.org/10.1007/s10798-022-09789-4>
- Yan, P., Liu, Y., Jia, Y., Zhao, T. (2024). Deep Learning and Machine Learning Applications in Biomedicine. *Appl. Sci*, 14: 307. <https://doi.org/10.3390/app14010307>
- Ziaei, M., Keshti Arai, N., & Kashfi, H. (2020). Effective factors on educational reforms in the level of empowerment of secondary mathematics teachers. *Jundishapur Education Development*, 12: 73-85. <https://doi.org/10.22118/edc.2021.292782.1839> (Persian).

