

**Synthesis of biology teaching methods with an emphasis on deep learning**

Soraya Mirshekari, Narges Keshtiaray, Hamid Azizi Malekabadi

¹ PhD Student Curriculum Planning, Department of Educational Science and Psychology, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran
Associate Professor Curriculum Planning, Department of Educational Science and Psychology, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran
Asistant Professor, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

Abstract

The Aim of this research was to synthesize biology teaching methods with an emphasis on deep learning. This research was done with the mixed method of sequential exploratory design. In the qualitative part, the synthesis research method was used based on the model of Gough et al (2012) and in the quantitative part, the descriptive-survey method was used. The research community included articles in the field of identifying educational reforms in the field of revising biology teaching methods with an emphasis on deep learning in the years 2006 to 2021, and 67 sources were selected as samples using a targeted method. The results were coded and categorized based on the four levels of Fullan's deep learning theory, and the model was then designed. The results showed that the existing teaching methods at four levels need educational reforms; The first level of global competencies includes character development, citizenship and social belonging, creativity/imagination enhancement, critical thinking/problem solving, collaboration enhancement, and communication enhancement; The second level is the elements of educational design and includes the use of appropriate educational methods, increasing learning participation, modifying learning environments and using digital expression and modern technologies. The third level of educational conditions includes identifying the weak points of schools and determining the problem in policy making. Finally, the fourth level of joint research includes investigating teachers' problems in implementation and evaluation. This model had the required validity. Therefore, experts are suggested to use the designed model in order to apply educational reforms in biology teaching

Keywords: Synthesis, teaching methods, biology, deep learning

سنتز پژوهی روش‌های تدریس زیست‌شناسی با تأکید بر یادگیری عمیق

ثریا میرشکاری¹، نرگس کشتی‌آرای^{2*}، حمید عزیز ملک‌آبادی³
¹ دانشجوی دکتری رشته برنامه‌ریزی درسی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران
² دانشیار برنامه‌ریزی درسی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران
³ استادیار گروه علوم پایه دندان پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

چکیده

هدف از این پژوهش سنتز پژوهی روش‌های تدریس زیست‌شناسی با تأکید بر یادگیری عمیق بود. این پژوهش با روش آمیخته طرح اکتشافی متوالی انجام شد. در بخش کیفی از روش سنتز پژوهی بر اساس مدل گاف و همکاران (2012) و در بخش کمی از روش توصیفی-پیمایشی استفاده شد. جامعه پژوهش مقالات در حوزه‌ی شناسایی اصلاحات آموزشی در زمینه‌ی بازنگری شیوه‌های تدریس زیست‌شناسی با تأکید بر یادگیری عمیق در سال‌های 1386 تا 1400 بود که با روش هدفمند 67 منبع به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. نتایج بر اساس سطوح چهارگانه نظریه یادگیری عمیق فولن کدگذاری، دسته‌بندی و در ادامه مدل طراحی شد. نتایج نشان داد روش‌های تدریس موجود در چهار سطح نیازمند اصلاحات آموزشی هستند؛ سطح اول شایستگی‌های جهانی و شامل پرورش شخصیت، ایجاد تابعیت و تعلق اجتماعی، تقویت خلاقیت/تخیل، تقویت تفکر انتقادی/حل مسأله، افزایش همکاری و بهبود ارتباطات است؛ سطح دوم عناصر طراحی آموزشی و شامل استفاده از شیوه‌های آموزشی مناسب، افزایش مشارکت یادگیری، اصلاح محیط‌های یادگیری و استفاده از ابزار دیجیتال است. سطح سوم شرایط آموزشی و شامل شناسایی نقاط ضعف مدارس و تعیین مشکل در سیاست‌گذاری‌ها است. در نهایت سطح چهارم تحقیق مشترک و شامل بررسی مشکلات معلمان در اجرا و ارزشیابی است. این مدل از اعتبار لازم برخوردار بود. به متخصصان پیشنهاد می‌شود تا به‌منظور اعمال اصلاحات آموزشی در تدریس زیست‌شناسی، از مدل طراحی شده استفاده نمایند.

کلید واژه‌ها: سنتز پژوهشی، روش‌های تدریس، زیست‌شناسی، یادگیری عمیق.

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 (Seif, 2020). از آنجایی که پیشرفت تحصیلی و انگیزه‌ی یادگیری دانش‌آموزان تا حد زیادی به توانایی معلم در تعامل با دانش‌آموزان، انتخاب روش‌های تدریس و مهارت‌های آنها در فرآیند یادگیری بستگی دارد، استفاده موفقیت‌آمیز از روش‌های تدریس موجب می‌شود تا دانش‌آموزان درک بهتری از محتوای درس داشته باشند (Ong & Quek, 2023). درک بالا نه تنها تصمیمات فارغ التحصیلان مدرسه را تسهیل می‌کند، بلکه جامعه تحصیل کرده و توسعه‌ی پایدار را نیز فراهم می‌کند (Porozovs & Dudkina, 2019). به اعتقاد Fullan, Quinn & McEachen (2017) روش‌های تدریسی از کارآمدی مطلوب برخوردارند که بتوانند به یادگیری عمیق دست یابند و شواهد و بررسی‌های نوین آموزشی نشان می‌دهد اگر دستیابی به یادگیری عمیق^۲ و ارتقای نظام آموزشی به سمت اهداف متعالی حائز اهمیت است، باید نسبت به بررسی و واکاوری مداوم روش‌های تدریس کوشا بود (Weng et al, 2023; Kovač et al, 2023). یکی از این دروس زیست‌شناسی^۳ است. زیست‌شناسی یکی از بحث‌برانگیزترین شاخه‌های علم در دوره‌ی متوسطه است و هر کشوری برای افزایش اقتدار، امنیت و توسعه همه‌جانبه به علم و فن‌آوری نیاز دارد و این شاخه از علم در این زمینه‌ها نقش بسزایی دارد (Samadi, 2018). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که

زیست‌شناسی یکی از مهمترین علوم در دنیای کنونی است و به دلیل وابستگی این علم به کشف اسرار طبیعت، می‌تواند نقش مهمی را در 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 هستند (Li et al, 2021). این در حالی است که مطالعات انجام شده نشان داده‌اند ضعف در تدریس مهم‌ترین چالش موجود در آموزش زیست‌شناسی در ایران است (Moghadasi, 2015). در این زمینه Samadi (2018) گزارش نمود که آموزش فعلی درس زیست‌شناسی علاوه بر عدم رشد تفکر انتقادی در دانش‌آموزان، موجب ایجاد شکاف عمیق بین برنامه‌درسی قصدشده و اجرا شده گردیده و تحول در آموزش آن ضروری است. وی چالش‌های موجود در یادگیری زیست‌شناسی را شیوه‌های تدریس ناکارآمد، وجود موضوعات چالشی و نقص برنامه درسی می‌داند و معتقد است روش‌های تدریس موجود زیست‌شناسی می‌بایست مورد تحلیل قرار گیرند. Farhadi-Moghadam & Jami-Ahmadi (2021) نیز معتقدند در تدریس زیست‌شناسی باید رویکردهای آموزشی نوین و منطبق با علم بین‌المللی بکار گرفته شود. Barkhan & Keypour (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.

از نظر Fullan (2013) اصلاحات آموزشی تکه‌تکه یا در مقیاس کوچک، کارساز نیستند، بلکه آنچه مؤثر است، تمرکز بر نظریه تغییر^۴ و یادگیری عمیق است. یادگیری عمیق، یادگیری با کیفیتی است که برای دانش‌آموزان در زندگی باقی می‌ماند. این نوع از یادگیری لذت را به

³. biology

⁴. change theory

¹. teaching methods

². deep learning

ارزیابی شرایط مورد نیاز برای تقویت یادگیری عمیق در سطح مدرسه و سیستم^{۱۸}). از نظر این محققان یادگیری عمیق یک محتوای اضافی نیست بلکه اصلاح فرآیند یادگیری است که فراگیران را درگیر می‌کند، دانش و مهارت آنها را تقویت می‌کند و باعث ایجاد تفکر می‌شود (Quinn et al, 2019). بنابراین در این پژوهش در طراحی تدریس زیست‌شناسی این چهار موضع در نظر گرفته شده است.

با مروری بر مطالعات انجام شده مشخص می‌شود با وجود پژوهش‌هایی حول محور سنجش کارایی روش‌های تدریس زیست‌شناسی موجود، تحقیقی که به سنتز پژوهی روش‌های تدریس زیست‌شناسی و ارائه‌ی مدل مبتنی بر آن پرداخته باشد، در دسترس نیست. به این ترتیب ابتدا از طریق سنتز پژوهی طبق نظریه Fullan (2013) و با تأکید بر ارتقاء یادگیری عمیق در قالب چهار سطح شایستگی‌های جهانی، عناصر طراحی آموزشی، شرایط لازم برای یادگیری عمیق و فرایند تحقیق مشترک، چالش‌ها و نیازهای موجود در زمینه‌ی روش‌های تدریس زیست‌شناسی بر اساس پژوهش‌های موجود، شناسایی و در نهایت مدلی به منظور جهت‌دهی به روش تدریس زیست‌شناسی مبتنی بر مشکلات و نیازهای استخراج شده، ارائه شده است.

روش

این پژوهش به روش آمیخته اکتشافی متولی (کیفی- کمی) انجام شد. در بخش کیفی با عنایت به آنکه بیش از 100 تحقیق معتبر و مرتبط با موضوع پژوهش در

یادگیرندگان بازمی‌گرداند، معنی‌دار و هدفمند است و پتانسیل هر دانش‌آموز را آزاد می‌کند (Quinn et al, 2019). توجه به یادگیری عمیق در درس زیست‌شناسی در مطالعات مختلفی مورد تأیید بوده است (Nasirpour, 2019; Zare, 2019; Ching et al, 2018; O'Brien et al, 2024; Yan et al, 2024).

در این زمینه (Hadiprayitno et al, 2019) گزارش نمودند در بررسی علل سطوح پایین موفقیت تحصیلی در درس زیست‌شناسی، باید برای یافتن روش‌های تدریس مبتنی بر یادگیری عمیق تلاش نمود. این روش تدریس می‌تواند دیدگاه دانش‌آموزان را در مورد نحوه یادگیری زیست‌شناسی تحت تأثیر قرار دهند. 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 روش‌های تدریس زیست‌شناسی بر پایه این نظریه بررسی گردند. بر اساس نظریه Fullan (2013) به منظور دستیابی به یادگیری عمیق در دانش‌آموزان چهار جزء لازم است که شامل 1) شایستگی‌های جهانی^۱ (شامل شخصیت^۲، تابعیت و تعلق اجتماعی^۳، خلاقیت^۴، تفکر انتقادی^۵، همکاری^۶ و ارتباطات^۷)، 2) عناصر طراحی یادگیری^۸ (شامل شیوه‌های آموزشی^۹، مشارکت‌های یادگیری^{۱۰}، محیط‌های یادگیری^{۱۱} و استفاده از دیجیتال^{۱۲})، 3) شرایط یادگیری عمیق^{۱۳} (شامل شریط مدرسه^{۱۴}، شرایط منطقه^{۱۵} و شرایط سیستم‌ها^{۱۶})، 4) فرایند تحقیق مشترک^{۱۷} (استفاده از معلمان برای طراحی تجارب یادگیری عمیق از سوی تیم‌های متخصص به منظور

12. leveraging digital

13. conditions that mobilize deep learning

14. school conditions

15. district conditions

16. system conditions

17. collaborative inquiry process

18. 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

1. global Competencies

2. character

3. citizenship

4. creativity

5. critical Thinking

6. collaboration

7. communication

8. elements of learning design

9. pedagogical pactices

10. learning partnerships

11. learning environments

دسترس بود، از روش سنتز پژوهی¹ استفاده شد.

مراحل اصلی	زیر مرحله	مراحل مرتبط با پژوهش
تعیین محدوده جغرافیای تحقیق با تأکید بر ویژگی‌های پژوهش‌های منتخب برای استفاده	مشخص کردن پارامترهای جستجو؛ تاریخ و نوع تحقیق	سال انتشار: جمع‌آوری تمام پژوهش‌های مرتبط با موضوع تحقیق محدوده جغرافیایی: سراسر دنیا نوع پژوهش: مطالعات و منابع مربوط به تغییرات روش‌های تدریس، یادگیری عمیق، روش تدریس زیست‌شناسی و اصلاحات مورد نیاز در تدریس این درس. نوع اسناد: مقالات چاپ‌شده در نشریات معتبر، کتاب‌ها، پایان‌نامه‌ها، گزارش‌های دولتی مراکز آماری معتبر.
	تعیین معیار برای انتخاب اسناد و منابع	مرتبط بودن پژوهش‌ها با سؤالات تحقیق و کیفیت آنها از نظر اعتبار روش‌های تحلیل و ابزارهای به کار رفته پژوهش‌های کیفی و کمی معتبر و دقیق.
نقد نظام‌مند اسناد منتخب	تعیین راهکار برای جستجوی اسناد و پایگاه‌های اطلاعاتی	تدوین کلیدواژه‌های مرتبط با اصلاحات آموزشی مورد توجه در روش‌های تدریس زیست‌شناسی و اصلاحات مورد نیاز در تدریس این درس با تأکید بر یادگیری عمیق جستجوی هر یک از آنها در پایگاه‌های اطلاعاتی Sage، Science Direct، Taylor & Francis، ERIC، Scopus و Web of Science و دسترسی بالاترین میزان اسناد در پایگاه داده‌ای Google Books
	غربالگری درشت	مطالعه چکیده اسناد و انتخاب آنها بر اساس معیار مرتبط بودن و داشتن کیفیت کافی و مطلوب.
سنتز، ترکیب عناصر با یکدیگر و خلق و تولید اثری جدید	غربالگری ریز	مطالعه و بررسی دقیق کل متن اسناد در محدوده سال‌های 1386 تا 1400 برای اسناد داخلی و در محدوده سال‌های 2012 تا 2021 برای اسناد خارجی برای ورود به مرحله بعد.
	سنتز پژوهی بر اساس نظریه Gough et al (2012)	بررسی و جداسازی بخش‌های مختلف پژوهش‌ها و جاگذاری آنها در جدول داده‌ها و در نهایت تهیه و ثبت یک نتیجه کلی از هر پژوهش توسط محقق.
سنتز، ترکیب عناصر با یکدیگر و خلق و تولید اثری جدید	سنتز پژوهی بر اساس نظریه Gough et al (2012)	جمع‌آوری یافته‌ها در خصوص اصلاحات آموزشی مورد نیاز در روش‌های تدریس زیست‌شناسی، بررسی و بازخوانی مکرر و دقیق، مقایسه و تطبیق یافته‌های مشابه و متناقض پژوهش‌ها و تفکیک آنها به وسیله کدهای عددی، دسته‌بندی داده‌ها و طراحی الگوی روش تدریس زیست‌شناسی با تأکید بر یادگیری عمیق.

پژوهش شامل حیطه جغرافیایی (سراسر دنیا)، زبان (انگلیسی و فارسی)، نوع سند (پژوهش‌هایی در حوزه‌ی عناصر چهارگانه نظریه فولن که در یک مجله معتبر با متن کامل به چاپ رسیده باشند)، سال انتشار (سال‌های 1386 تا 1400 برای اسناد داخلی و سال‌های 2012 تا 2021 برای اسناد خارجی)، شرکت‌کنندگان

در بخش کیفی حوزه‌ی پژوهش شامل متون مرجع در حوزه‌ی شناسایی اصلاحات آموزشی در روش‌های تدریس زیست‌شناسی با تأکید بر یادگیری عمیق بود. از این متون، تعداد 67 منبع شیوه‌ی انتخاب هدفمند مورد بررسی قرار گرفت و توقف فرایند نمونه‌گیری، بر مبنای اشباع نظری بود. معیارهای ورود به سنتز پژوهی در این

¹. meta synthesis

باز، محوری و انتخابی) شناسایی شدند. روش گردآوری اطلاعات در این مرحله، کتابخانه‌ای بود. به این منظور از فیش‌برداری استفاده شد. در بخش کمی پس مشخص شدن مؤلفه‌های استخراج شده، از متخصصان خواسته شد تا نظر خود را در مورد هر یک از مؤلفه‌های شناسایی شده در قالب پرسشنامه با طیف لیکرت سه درجه‌ای (بسیار ضروری، مفید و غیرضروری)، اعلام نمایند. برای بررسی روایی این پرسشنامه از روایی محتوایی استفاده شد؛ به این ترتیب که با نظر خبرگان در خصوص شمول تناسب گویه‌های مرتبط به هر مؤلفه نظرخواهی شد و پس از تأیید آنها پرسشنامه‌ها برای اجرای نهایی آماده شد. پایایی این پرسشنامه با استفاده ضریب آلفای کرونباخ و به کمک نرم‌افزار SPSS26، 0/788 به دست آمد. پس از اعمال نظر متخصصان، مؤلفه‌های حاصل از سنتز پژوهی ارائه شد. در مرحله بعد، بر اساس مؤلفه‌های شناسایی شده، مدل سنتز پژوهی روش‌های تدریس زیست‌شناسی ارائه شد و از متخصصان درخواست شد تا نظر خود را پیرامون این الگو، اعلام نمایند. سپس نسبت روایی محتوایی¹ (CVR) برای مدل تدوین شده محاسبه شد.

یافته‌ها

در بخش اول منابع استفاده شده در جدول 2 ارائه شده است.

(دانش‌آموزان دوره‌ی متوسطه) و روش‌شناسی (پژوهش‌های علمی) بود. در بخش کمی که به روش توصیفی از نوع پیمایشی انجام شد، جامعه‌ی پژوهش متخصصان حوزه‌ی علوم تربیتی دارای مدرک دکتری در رشته‌های برنامه‌ریزی درسی و آموزش زیست‌شناسی در شهر اصفهان در سال 1402 بودند. 10 نفر از این متخصصان به روش هدفمند به عنوان نمونه انتخاب شدند. تعداد آن‌ها بر پایه حداقل تعداد مورد نیاز برای ارزیابی اعتبار محتوایی بود (DeVon et al, 2007). ملاک‌های ورود به پژوهش شامل تمایل به شرکت در پژوهش، داشتن تخصص برنامه‌ریزی درسی/آموزش زیست‌شناسی و حداقل مدرک دکتری بود.

به منظور اجرای این پژوهش ابتدا مطالعه نظامند ادبیات پژوهش انجام گرفت و مقاله‌های مناسب انتخاب شدند؛ جستجوی مقالات در پایگاه‌های اطلاعاتی Science Direct، Sage، Taylor & Francis، ERIC، Scopus و Web of Science و با توجه به بالاترین میزان دسترسی در پایگاه داده‌ای Google Books صورت گرفت. از میان این منابع پس از چندین مرحله غربال‌گری بر اساس بررسی عنوان، چکیده و محتوای پژوهش (N=183)، در نهایت 67 پژوهش به صورت هدفمند انتخاب و مورد بررسی و واکاوی دقیق قرار گرفتند و مؤلفه‌ها با استفاده از تحلیل تم (کدگذاری

جدول 2. منابع مورد استفاده در پژوهش

ردیف	نویسنده/نویسندگان (سال)	ردیف	نویسنده/نویسندگان (سال)	ردیف	نویسنده/نویسندگان (سال)
1	Farhadi-Moghadam & Jami-Ahmadi (2021)	24	Seif et al) 2018(48	Askari & Seif (2007)
2	Brahui Moghadam (2021)	25	Hosseini (2018)	49	Showakhi et al (2007)
3	Pardeli & Hajibabaei (2020)	26	Lahrasbi & Farrokhi (2018)	50	Mesrabadi et al (2007)
4	Brahui Moghadam (2019)	27	Imani et al (2018)	51	Viadero & Sparks (2021)
5	Alavian (2020)	28	Rajaei (2018)	52	Fauzi et al (2021)
6	Naseri (2019)	29	Mesbah & Behrangi (2018)	53	Selvakumar & Brown (2021)
7	Paul (2018)	30	Samadi (2018)	54	koc-januchta et al (2020)
8	Gharibi et al (2019)	31	Alizadeh (2018)	55	Davidesco & Tanner

¹. Content Validity Ratio (CVR)

(2020)					
(2020) Plutzer et al	56	Fathullahzadeh Ilvanaq et al (2018)	32	(2019) Nasirpour & Zare	9
(2020) Black	57	(2018) Tajik & Jalilpour	33	(2019) Akbarpour & Farrokhi	10
Hadiprayitno et al (2019)	58	(2018) Peradley et al	34	(2019) Samadi & Beheshti	11
Anderson & Sinatra (2018)	59	(2018) Avesta et al	35	(2019) Saadati & Abbasi Manas	12
(2018) Reiss	60	(2017) Rudini & Dehwari	36	(2019) Brahuni Moghadam	13
(2017) Basu et al	61	(2016) Amini Tehrani	37	(2019) Farzin et al	14
(2017) McComas et al	62	(2016) Taqavi	38	(2019) Farrokhi & Najafi	15
(2017) Smith	63	(2016) Moradi	39	(2018) Rezaiyan & Zare	16
(2017) Chen & So	64	Ahmadigol & Hatami (2015)	41	(2018) Zare et al	17
(2016) Scott	65	(2015) Behrangi & Nasiri	42	(2018) Savabkar et al	18
Stasinakis & Athanasiou (2016)	66	(2015) Kaveh & Hedayati	43	(2018) Peradley et al	19
(2012) Cimer	67	(2014) Veisi Kohra et al	44	(2018) Amiri et al	20
		Hosseini & Faghforian (2014)	45	(2018) Mohebi	21
		(2013) Veisi Kohra et al	46	(2018) Kordian et al	22
		(2012) Parishani et al	47	(2018) Alavian & Mansouri	23

جدول 3. مفاهیم همدسته شده حاصل از سنتز پژوهی

CVR	تعداد کد	مفاهیم جایگزین شده		
0/6	4	خود قوی		
0/6	1	مسئولیت‌پذیری		شخصیت
0/4	7	بهزیستی روانی		
0/4	3	مهارت‌های زندگی		
0/6	13	آشنایی با اصول اخلاقی	مشارکت فعال در پایداری	تابعیت و تعلق
0/6	15	توضیح کاربرد مباحث در زندگی	انسانی و محیط زیست	اجتماعی
1	22	ارائه ایده جدید		خلاقیت/تخیل
1	3	رهبری برای عمل		
1	16	اندیشه انتقادی		
1	13	حل مسأله		تفکر انتقادی/
0/8	2	تصمیم‌گیری مؤثر		حل مسأله
0/8	3	طراحی و مدیریت پروژه		
1	2	کار تیمی		
1	12	مشارکت در یادگیری		همکاری
0/8	4	مهارت استفاده از شبکه‌های اجتماعی		
0/8	3	همدلی در کار با دیگران		

شایستگی‌های جهانی

سنتز پژوهی روش‌های تدریس زیست‌شناسی با تأکید بر یادگیری عمیق / 31

0/6	5	مهارت برقراری ارتباط		ارتباطات	
0/6	3	مهارت‌های شنیداری			
0/6	6	مهارت‌های مورد نیاز			
0/6	2	علايق		توجه به تفاوت‌های فردی	
0/6	1	ارزش‌ها		فراگیران	
0/6	3	عادات یادگیری			
0/8	16	فراهم نمودن دانش زیربنایی			
0/8	2	به‌روز کردن اطلاعات در مورد هر مبحث			
0/8	7	اصلاح دانش و نگرش‌های نادرست			
0/8	3	استفاده از مشوق‌ها			
1	5	پرسیدن	نقش		
1	2	سؤال	فعال‌کننده		
1	8	تشويق به مناظره و مباحثه	معلم	شیوه‌های آموزشی	عناصر طراحی آموزشی
1	3	گوش دهنده فعال			
1	13	انتخاب مسیر یادگیری با فراگیران		محوریت فراگیران	
1	12	استفاده از آزمایش و بازدید علمی		درگیر	
1	15	استفاده از تحقیق و پژوهش		نمودن	
1	15	استفاده از مسابقه و سرگرمی		فراگیران در	
1	31	عینی نمودن مفاهیم		یادگیری	
1	2	تشويق به یادداشت‌برداری			
0/8	3	خودارزیایی			
0/6	3	معلم مستمر و نامحسوس		ارزیایی چندجانبه	
0/6	1	گروه‌های دانش‌آموزی دیگر		دگر ارزیایی	

ادامه جدول 3. مفاهیم همدسته شده حاصل از سنتز پژوهی

CVR	تعداد کد	مفاهیم جایگزین شده			
0/8	2	مشارکت با سایر کلاس‌ها		مشارکت‌های	
0/6	1	مشارکت در سطح جهانی		یادگیری	
0/8	2	دستیایی به یادگیری عمیق		پرورش فرهنگ	
0/6	8	تقویت سطوح شناختی		یادگیری	
0/8	2	کاهش تعداد فراگیران			
1	4	ایجاد فرصت برای اکتشاف		طراحی فضا	محیط یادگیری
0/8	2	چیدمان نیم دایره‌ای		طراحی فضا	عناصر طراحی آموزشی
0/8	3	محیط متنوع و جذاب یادگیری			
0/8	10	طراحی فضای مجازی			
1	1	استفاده از نمایش گرافیکی		استفاده از ابزار	
1	3	استفاده از فیلم و عکس		دیجیتال	
1	9	استفاده از واقعیت‌افزوده			
0/8	6	امکانات کم		شناسایی نقاط	شرایط یادگیری

0/8	4	زمان ناکافی برای استفاده از امکانات	ضعف مدارس
0/8	3	عدم مهارت معلمان در استفاده از امکانات	
1	11	نیاز به تغییر محتوای کتب درسی	
1	6	نیاز به تغییر در رویکردهای آموزشی	تعیین مشکل در
1	3	نیاز به تغییر در شیوه ارزشیابی	سیاست‌گذاری‌ها
1	17	اصلاح دوره‌های ضمن خدمت معلمان	
1	11	اصلاح برنامه آماده‌سازی معلمان	
0/8	10	بررسی مشکل معلمان در اجرا	فرایند تحقیق
0/8	3	بررسی مشکل معلمان در ارزشیابی	مشترک

تدریس درس زیست‌شناسی در نظر گرفته شد. بر اساس این نتایج مدلی در شکل 1 ترسیم شده و نظر متخصصان بیانگر سودمندی و قابلیت اجرایی این مدل بوده است.

لازم به ذکر است مفاهیمی که CVR آن‌ها 0/4 یا بزرگتر از 0/4 و درصد توافق آنها 70٪ یا بزرگتر از 70٪ بود به‌عنوان موارد اصلاحی مورد نیاز در مدل روش‌های



شکل 1. مدل شماتیک روش تدریس زیست‌شناسی با تأکید بر یادگیری عمیق

مهارت‌های زندگی)، تابعیت و تعلق اجتماعی (آشنایی با اصول اخلاقی و توضیح کاربرد مباحث در زندگی)، خلاقیت/تخیل (ارائه ایده جدید و رهبری برای عمل)،

حاصل این مطالعه مدلی فراترکیبی در چهار دسته اصلی است. عنصر شایستگی‌های دانش‌آموزان شامل شخصیت (خود قوی، مسئولیت‌پذیری، بهزیستی روانی،

بخش از یافته‌ها در تأیید و همسو با مطالعات گسترده‌ی فولن و همکاران در زمینه اصلاحات آموزشی مورد نیاز در روش‌های تدریس است (Fullan et al, 2018؛ 2019؛ Fullan, 2013؛ Fullan, 2014؛ Fullan, 2010). در این زمینه Quinn et al (2019) گزارش نمود که برای رسیدن به یادگیری عمیق، روش‌های تدریس می‌بایست از تمرکز صرف بر پوشش دادن تمام محتوای مورد نیاز، به تمرکز بر روند یادگیری تغییر یابد و این سطوح چهارگانه به‌واسطه ظرفیت ایجاد دانش جدید و هدایت یادگیری خود به‌طور مؤثر، حالت‌های فعال برای پایداری در چالش‌ها و رشد شهروندی این مسیر را هموار می‌سازد. نتایج نشان داد اصلاحات موردنیاز در سطح شایستگی‌های دانش‌آموزان در شش بخش پرورش شخصیت، ایجاد تابعیت و تعلق اجتماعی، تقویت خلاقیت/تخیل، تقویت تفکر انتقادی/حل‌مسأله، افزایش همکاری و بهبود ارتباطات قابل بررسی است. بر اساس یافته‌ها هر یک از این شش بخش دارای چندین بعد است که برای دستیابی به یادگیری عمیق باید مورد توجه قرار گیرد. در پرورش شخصیت به نکاتی از جمله تقویت خود، پرورش مسئولیت‌پذیری، توجه به بهزیستی‌روانی و پرورش مهارت‌های زندگی مورد توجه قرار گرفت. همسو با این نتایج Parishani et al (2012) نشان دادند با افزایش خودکارآمدی در دانش‌آموزان می‌توان پیشرفت تحصیلی در درس زیست‌شناسی را تضمین کرد و Mesrabadi et al (2007) بهبود خودتنظیمی فراگیران را در این مسیر مؤثر دانستند. از نظر Anderson & Sinatra (2018) خودمدیریتی ضعیف از چالش‌های یادگیری درس زیست‌شناسی است و Cimer (2012) معتقد است خودیادگیری را ویژگی مهمی در پیشرفت درس زیست‌شناسی معرفی کرد. بنابراین تقویت خود از ویژگی‌های شخصیتی مورد توجه در الگوی بازنگری روش‌های تدریس زیست‌شناسی در نظر گرفته شد. Mesbah & Behrangi (2018) با ارائه الگویی برای تدریس زیست‌شناسی، بر اهمیت مسئولیت‌پذیری تأکید کردند و نقش آن را در پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان در

تفکر انتقادی/حل‌مسأله (اندیشه انتقادی، حل‌مسأله، تصمیم‌گیری مؤثر، طراحی و مدیریت پروژه)، همکاری (کار تیمی و مشارکت در یادگیری، مهارت استفاده از شبکه‌های اجتماعی، همدلی در کار با دیگران) و بهبود مهارت‌های ارتباطاتی؛ عنصر طراحی آموزشی شامل شیوه‌های آموزشی (توجه به تفاوت‌های فردی فراگیران، دانش پایه و اطلاعات به‌روز، اصلاح دانش نادرست، استفاده از مشوق‌ها، دانش‌آموز محوری، ارزیابی چندجانبه)، مشارکت‌های یادگیری (مشارکت با سایر کلاس‌ها، مشارکت در سطح جهانی) و محیط یادگیری (پرورش فرهنگ یادگیری، طراحی فضا)؛ عنصر شرایط آموزشی شامل شناسایی نقاط ضعف مدارس (امکانات کم، زمان ناکافی و عدم مهارت معلمان در استفاده از امکانات) و تعیین مشکل در سیاست‌گذاری‌ها (اصلاح کتب، آموزش، ارزشیابی و دوره‌های ضمن خدمت و آماده‌سازی معلمان) و در نهایت عنصر فرایند تحقیق مشترک (بررسی مشکل معلمان در اجرا و بررسی مشکل معلمان در ارزشیابی) است.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام این پژوهش سنتزپژوهی روش‌های تدریس زیست‌شناسی با تأکید بر یادگیری عمیق بود. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که روش‌های تدریس موجود در چهار سطح نیازمند اصلاحات آموزشی هستند. سطح اول شایستگی‌های جهانی است که معنای واقعی یادگیرنده عمیق را نشان می‌دهد؛ سطح دوم چهار عنصر طراحی یادگیری را نشان می‌دهد و شامل فرایندهایی است که تسهیل‌کننده تغییر تفکر و عملکرد برای رهبران، معلمان، خانواده‌ها و دانش‌آموزان هستند. سطح سوم شرایط لازم برای تجهیز یادگیری عمیق در سطح مدرسه، منطقه و سیستم آموزشی را نشان می‌دهد که راهکارهایی را در مسیر نوآوری، رشد و فرهنگ یادگیری ارائه می‌دهد. سطح چهارم، تحقیق مشترک است که احاطه‌کننده تمام لایه‌ها است و فرایندی برای بهبود مستمر اقدامات اجرایی است (Quinn et al, 2019). این

به‌منظور تقویت تابعیت و تعلق اجتماعی لازم است تا دانش‌آموزان کاربرد مباحث زیست‌شناسی را در زندگی بدانند؛ همسو با این نتایج Alavian (2020) معتقد است در تدریس زیست‌شناسی لازم است تا معلم با فراهم آوردن دانش زیربنایی، به دانش‌آموزان امکان دهد مفاهیم این درس را در کاربردهای اجتماعی و اخلاقی درک کنند و به افرادی آگاه از فناوری‌ها و برنامه‌های حاصل از آن تبدیل شوند. در مطالعات Brahuni Moghadam (2019)، Alizadeh (2018)، Fathollahzadeh (2019) و Hedayati & Kaveh (2018)، Ilvanaq et al (2015) و Basu et al (2017) نیز بر این یافته‌ها تأکید شده است. بر اساس نظریه Fullan (2013) دانش‌آموزانی که دارای احساس تابعیت و تعلق اجتماعی هستند، به دنبال موضوعات با اهمیت جهانی هستند و این اعتقاد را دارند که می‌توانند در جهان تغییر ایجاد کنند و فعالانه در تحقق این امر مشارکت دارند. بنابراین برای درک نابرابری‌ها از درک خود از فرهنگ خود و فرهنگ دیگران استفاده می‌کنند؛ مسائل جهانی را در رابطه با ارزش‌ها و جهان‌بینی‌های متنوع در نظر می‌گیرند؛ فعالانه برای افزایش عدالت و رفاه در جهان با دیگران مشارکت می‌کنند، همدلی و شفقت را نیز الگوسازی می‌کنند؛ بنابراین در نظر گرفتن احساس تابعیت و تعلق اجتماعی در دانش‌آموزان در چارچوب تدریس زیست‌شناسی، نه تنها فرایند یادگیری عمیق را تسهیل می‌کند بلکه باعث می‌شود فراگیران به طور فعال یادگیری خود را برای پایداری انسان و محیط زیست بهبود بخشند و با چالش‌ها و مشکلات دنیای واقعی مقابله کنند (Fullan et al, 2017).

تقویت خلاقیت/تخیل نیز در قالب آزادی طرح ایده و راه‌حل جدید و پرورش مهارت رهبری برای تبدیل ایده به عمل از دیگر ویژگی‌های مورد توجه در سطح شایستگی‌های دانش‌آموزان در الگوی بازنگری روش‌های تدریس زیست‌شناسی بود. همسو با این نتایج مطالعات گسترده‌ای بر اهمیت جایگاه تقویت خلاقیت/تخیل در تدریس زیست‌شناسی تأکید کرده‌اند (Hajibabaei &

این درس پررنگ نمودند. توجه به بهزیستی روانی (Farrokhi & Paredeli & Hajibabaei, 2020)؛ Lohrasbi, 2018؛ Rezaiyan & Zare, 2018؛ Samadi, 2018؛ Veisi Kohra et al, 2013) و پرورش مهارت‌های زندگی (Imani et al, 2018؛ Faghforian & Hosseini, 2014)؛ Anderson & Sinatra, 2018) نیز در مطالعات فراوانی مورد تأکید بوده است که لزوم تعیین جایگاه این دو ویژگی را در الگوی بازنگری روش‌های تدریس زیست‌شناسی نشان می‌دهد. در زمینه پرورش شخصیت دانش‌آموزان Fullan (2013) 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 ارمان آورند و یاد می‌گیرند که تعادل را بین انگیزه موفقیت و سایر جنبه‌های مهم زندگی برقرار کنند (Quinn et al, 2019). این ویژگی‌ها باعث می‌شود تا دانش‌آموزان در مواجهه با عقب‌ماندگی‌های 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 پیشرفت نائل آیند (Fullan et al, 2017).

ایجاد تابعیت و تعلق اجتماعی از دیگر موضوعات حائز اهمیت در سطح شایستگی‌های دانش‌آموزان بود که بر اساس نتایج دستیابی به این مهم، با افزایش مشارکت فعال در پایداری انسانی و محیط زیست، آشنایی با اصول اخلاقی و توضیح کاربرد مباحث در زندگی امکان‌پذیر است. Brahuni Moghadam (2019) همسو با این نتایج بیان کرده است که معلمان باید با اصول اخلاقی پژوهش بر حیوانات آشنا باشند تا بتوانند با رعایت این اصول، الگویی نمونه برای دانش‌آموزان در این مسیر باشند. Chen & So (2017) بیان نمودند که معلمان در چارچوب‌های اخلاقی متعدد دچار مشکل هستند و این خلأیی در تدریس زیست‌شناسی است. از سوی دیگر

دانش‌آموزان را در درک دیدگاه‌های مخالف توانا می‌سازد و به آنها در ارتباط برقرار کردن بین ایده‌ها، موضوعات، سوالات، مسائل و فرایندهای تفکر و یادگیری، کمک می‌کند (Fullan et al, 2017). دانش‌آموزان از طریق تفکر انتقادی می‌توانند مسیرهایی را برای یادگیری پیدا کنند که دانش و اعتقادات موجود آنها را فعال، ارزیابی و ایجاد می‌کنند. تفکر انتقادی فعال در دانش‌آموزان توانایی استفاده از منطق و استدلال، نتیجه‌گیری و طراحی یک روش عملی و ارزیابی رویه‌ها و نتایج را ایجاد می‌کند و باعث می‌شود تا دانش جدید خود را برای شرایط/زمینه‌های جدید و خاص سازگار، گسترده یا سفارشی کنند و آنچه را که آموخته‌اند، در چالش‌ها یا موقعیت‌های دنیای واقعی به کار بگیرند (Quinn et al, 2019) و این همان دستیابی یادگیری عمیق است.

ترغیب به کار تیمی و مشارکت در یادگیری، تقویت مهارت استفاده از شبکه‌های اجتماعی و همدلی در کار با دیگران در مفهوم همکاری، پنجمین شایستگی در دانش‌آموزان است. همسو با این نتایج Naseri (2020) 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 Black (2020) معتقد است در این مسیر می‌توان از شبکه‌های اجتماعی بهره برد و در این مسیر آموزش سواد فناوری از ضروریات تحصیلی است. Zare et al (2020) و Gharibi et al (2020) نیز در مطالعات خود بر اهمیت مشارکت دانش‌آموزان در یادگیری درس زیست‌شناسی تأکید کرده‌اند آن را عاملی در افزایش انگیزه تحصیلی دانستند. در این زمینه Quinn et al (2019) توضیح می‌دهند که همکاری منسجم در همه سطوح برای ایجاد تغییر در شرایط یادگیری، توانایی پیشرفت همه دانش‌آموزان برای موفق شدن در یک دنیای پیچیده را ایجاد می‌کند. این محققان معتقدند جهان به دانش‌آموزانی نیاز دارد که

Samadi, 2018؛ Naseri, 2020؛ Paredli, 2020؛ Amini Tehrani, 2016؛ Peradley et al, 2018). در نظر گرفتن خلاقیت در تدریس زیست‌شناسی به این دلیل است که پرورش خلاقیت در دانش‌آموزان منجر به ایجاد راه‌حلهایی واقع‌بینانه و عملی برای مشکلات دنیای واقعی می‌شود (Fullan, 2014). دانش‌آموزان خلاق، در قاب‌بندی مشکلات و مسائل مهارت خواهند داشت و می‌توانند سؤالات را به طریقی مطرح کنند که باعث ایجاد تفکر و احتمالات شوند (Fullan et al, 2017). همچنین این دانش‌آموزان کنجکاو هستند و هنگام مواجهه با یک چالش، نه تنها به راه‌حل‌های مبتنی بر تغییر می‌رسند، بلکه 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. دانش‌آموزان خلاق، 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 (Quinn et al, 2019).

تقویت تفکر انتقادی/حل‌مسأله نیز از دیگر سطوح شش‌گانه شایستگی‌های دانش‌آموزان در این الگو بود. همسو با این یافته‌ها مطالعاتی به مشکل‌بی‌توجهی به رشد تفکر انتقادی در روش‌های تدریس فعلی زیست‌شناسی اشاره کرده‌اند (Samadi, 2018؛ Ahmadigol & Alavian & Mansouri, 2018؛ Hatami, 2015) و این در حالی است که تحقیقات کثیری نیز بر اهمیت جایگاه تفکر انتقادی در تدریس این درس تأکید نموده‌اند (Hajibabaei & Paredli, 2020؛ Black, 2020؛ Faghforian & Hosseini, 2014؛ Fullan et al, 2018). در این زمینه (McComas et al, 2018) معتقد است تفکر انتقادی به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا اطلاعات قابل اعتماد و مرتبط را تهیه و ارزیابی نموده، نقاط قوت و ضعف آنها را در یک استدلال ارزیابی کرده و در نهایت منطقی برای آن بیابند. این مهارت

تجربه‌های یادگیری طولانی‌تر، اغلب دانش‌آموزان را درگیر مشکلات مرتبط یا شبیه واقعیت می‌کند و اینجایی است که یادگیری در دنیای خارج از مدرسه عملی می‌شود. در بیشتر مواقع، این روش منجر به افزایش مشارکت یادگیری می‌شود (Fullan, 2014). بر اساس این مدل معلمان باید به تفاوت‌های فردی اعم از مهارت‌های مورد نیاز (Brahuni Moghadam, 2019؛ Scott, 2016؛ Samadi, A. & Beheshti, 2019)، علائق (Gharibi et al, 2019؛ Samadi, A. & Beheshti, 2019)، ارزش‌ها (Hosseini, 2018) و عادات یادگیری (Hadiprayitno et al, 2019؛ Cimer, 2012) در تدریس توجه کنند. فراهم نمودن دانش زیربنایی در مباحث مختلف نیز از گام‌های ابتدایی و اساسی تدریس این درس بود که در مطالعات بسیاری به آن اشاره شده بود (Alavian, 2020؛ Brahuni Moghadam, 2019؛ Farzin et al, 2019؛ Amiri et al, 2018؛ Tajik & Jalilpour, 2018؛ Ahmadigol & Hatami, 2015). به‌علاوه معلمان باید در فرایند تدریس زیست‌شناسی اطلاعات خود را در هر مبحث به روز کرده (Alavian, 2020) و سعی نمایند تا دانش و عقاید نادرست دانش‌آموزان درباره‌ی موضوع درس را اصلاح کنند (Brahuni Moghadam, 2019؛ Naseri, 2020؛ Gharibi et al, 2019؛ Basu et al, 2017). همچنین مشخص شده است که در فرایند تدریس زیست‌شناسی لازم است معلمان با پرسیدن سؤالات چالشی (Hajibabaei & Paredli, 2020؛ Samadi, 2018؛ Samadi, A. & Beheshti, 2019؛ Taqavi, 2016) و باز پاسخ (Paul, 2018؛ januchta et al, 2020) و یا تشویق به مناظره و مباحثه (Hajibabaei & Paredli, 2020؛ Paul, 2018؛ Seif et al, 2018؛ Selvakumar & Brown, 2021) نقش فعال‌کننده‌ای را در تدریس ایفا کنند. در این مسیر معلم باید بتواند شنونده‌ای فعال باشد و به تمام دانش‌آموزان بازخورد دهد (Paul, 2018؛ Tajik & Jalilpour, 2018). استفاده از مشوق‌ها نیز کمک‌کننده

دارای مجموعه‌ای از مهارت‌هایی باشند 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, 2014؛ Fullan, 2010).

در تکمیل ویژگی همکاری، بهبود ارتباطات در قالب آموزش مهارت برقراری ارتباط به‌خصوص تقویت مهارت‌های شنیداری مورد توجه قرار گرفته است که همسو با این نتایج مطالعات بسیاری بر لزوم این مهارت‌ها در یادگیری درس زیست‌شناسی تأکید کرده‌اند (Alizadeh, 2018؛ Gharibi et al, 2019؛ Selvakumar & Faghforian & Hosseini, 2014؛ Brown, 2021). در این زمینه Fullan et al (2018) معتقد است بهبود مهارت‌های ارتباطی این امکان را به دانش‌آموزان می‌دهد تا بتوانند بیان کنند که چگونه با هم کار کنند و از نقاط قوت یکدیگر برای تصمیم‌گیری‌های اساسی و توسعه ایده‌ها و راه‌حل‌ها استفاده کنند. دانش‌آموزان باید بتوانند به خوبی گوش دهند تا بتوانند در کار تیمی مؤثر عمل کنند و درک کنند که دیدگاه‌شان از کجا نشئت گرفته و تفاوت آن با دیدگاه دیگران چیست. به این ترتیب دانش‌آموزانی که به دقت گوش می‌دهند، با احساسات و دیدگاه‌های دیگران همدردی می‌کنند و از این موارد برای غنی‌سازی یادگیری خود استفاده می‌کنند (Quinn et al, 2019).

عناصر طراحی یادگیری دومین سطح از این مدل و شامل شیوه‌های آموزشی، مشارکت‌های یادگیری، محیط یادگیری و استفاده از دیجیتال بود. در این زمینه Fullan (2013) توضیح می‌دهد معلمان باید بدانند که چگونه تجربه‌ها و چالش‌ها را داربست ببندند، آنها را دقیقاً مطابق با نیازها و علائق دانش‌آموزان تنظیم کنند و از طریق ارتباط، اصالت و پیوند با دنیای واقعی، یادگیری را به حداکثر برسانند. معلمان به مجموعه گسترده‌ای از استراتژی‌ها برای برآوردن نیازها و علائق مختلف دانش‌آموزان و درک عمیقی از مدل‌های اثبات شده (مانند تحقیق و یادگیری مبتنی بر مسئله) نیاز دارند. این

است (Davidesco & Tanner, 2020). بر اساس این الگو، انتخاب مسیر یادگیری به عهده‌ی دانش‌آموزان است (Naseri, 2020؛ Samadi, A. & Beheshti, 2019؛ Dehwari & Farrokhi & Akbarpour, 2019؛ Rudini, 2017؛ Reiss, 2018؛ Basu et al, 2017). دیگر اصل آموزشی زیست‌شناسی درگیر نمودن دانش‌آموزان در یادگیری است که با استفاده از آزمایش و بازدید علمی، تحقیق و پژوهش، مسابقه و سرگرمی و عینی نمودن مفاهیم (استفاده از شبیه‌سازها، عکس و فیلم، نقشه‌های مفهومی، مولاژ، دست‌سازها و بخشبندی کردن به اجزاء کوچکتر) می‌توان به این مهم دست یافت. لازم است در ارزیابی درس زیست‌شناسی به چند نکته توجه نمود؛ دانش‌آموزان می‌توانند میزان پیشرفت سطح علمی خود را ارزیابی کنند (Naseri, 2020). از طرفی معلم نیز باید به شکلی مستمر و نامحسوس در قالب فردی و گروهی به ارزیابی پیشرفت دانش‌آموزان بپردازد (Naseri, 2020؛ Kordian et al, 2018).

افزایش مشارکت یادگیری بعدی دیگر از عناصر آموزشی تدریس زیست‌شناسی است؛ از نظر Fullan (2014) مشارکت‌های یادگیری بر روابط جدیدی در یادگیری تأکید می‌کند که باعث تغییر صدا، کنترل و تعاملات می‌شود. از این منظر دانش‌آموزان و معلمان نه تنها شریک یادگیری یکدیگرند بلکه به صورت خلاقانه نیز در حال یافتن راه‌هایی برای مشارکت با دیگر دانش‌آموزان در سایر کلاس‌ها، مدارس و کشورها و همچنین با والدین، کارشناسان و جامعه هستند (Fullan et al, 2018). روابط جدید پتانسیل این را دارند که با اتصال دانش‌آموزان به فرصت‌های اصیل در سطح محلی، ملی و جهانی، یادگیری را دوباره تنظیم کنند. هرچه یادگیری مرتبط‌تر و معتبرتر شود، از دیوارهای کلاس فراتر می‌رود و به طور طبیعی بر اساس علاقه‌ها و استعدادها بنا می‌شود (Quinn et al, 2019). بر اساس یافته‌های حاصل از این پژوهش، افزایش مشارکت‌های یادگیری در سطح کلاسی (Alizadeh, 2018؛ Faghforian & Hosseini, 2014) و همچنین سطح جهانی (Farhadi-

Moghadam & Jami-Ahmadi, 2021) اهمیت دارد. محیط یادگیری از دیگر ابعاد حائز اهمیت از عناصر آموزشی است دارای دو جنبه است. مورد اول شامل پرورش یک فرهنگ یادگیری است که توانایی بالقوه دانش‌آموزان را آزاد می‌کند. بر اساس یافته‌های این پژوهش برای دستیابی به فرهنگ یادگیری می‌بایست به یادگیری عمیق (Nasirpour, A & Zare, 2019؛ Taqavi, 2016؛ Farrokho & Nasirpour, A & Zare, 2019)؛ Veisi Kohra et al, 2019؛ Najafi, 2016؛ Taqavi, 2016)؛ (2014) تکیه کرد. مورد دوم به طراحی فضای فیزیکی و مجازی می‌پردازد که کسب شایستگی‌ها را بهینه و مطلوب می‌سازد. به اعتقاد Fullan (2013) فرهنگ یادگیری در فضایی پرورش می‌یابد که در آن دانش‌آموزان برای خطر کردن، احساس امنیت دارند. این فضا زمانی مهیا می‌شود که معلمان هنجارهای مربوط به تعلق را ایجاد کنند؛ برای هر صدایی اهمیت قائل باشند؛ همدلی را مدل‌سازی کنند؛ عمیقاً به نیازها و علایق دانش‌آموز گوش دهند و کارها را به گونه‌ای تنظیم و سازماندهی کنند که دانش‌آموزان به عنوان یادگیرنده احساس شایستگی داشته باشند (Fullan & Langworthy, 2014). از سوی دیگر به منظور دستیابی به یادگیری عمیق، فضاهای فیزیکی و مجازی چندبعدی و انعطاف‌پذیر لازم است؛ فضاهایی که برای همکاری گروه‌های بزرگ و کوچک مناسب؛ برای تأمل و شناخت، آرام و برای تحقیق و جست‌وجو، فعال است و به طور شفاف منابعی غنی در دسترس قرار می‌دهند (Fullan, 2013). در این زمینه مشخص شده است که در طراحی فضا فیزیکی برای تدریس زیست‌شناسی مشخص شده است که می‌بایست تعداد فراگیران در گروه‌های آموزشی کم باشد (Farhadi-Moghadam, B. & Jami-Ahmadi, 2021؛ Samadi, A. & Beheshti, 2019)، برای اکتشاف فرصت وجود داشته باشد (Paul, 2018؛ Hajibabaei & Paredli, 2020)؛ (Samadi, A. & Beheshti, 2019)، چیدمان صندلی‌ها

است (Davidesco & Tanner, 2020). بر اساس این الگو، انتخاب مسیر یادگیری به عهده‌ی دانش‌آموزان است (Naseri, 2020؛ Samadi, A. & Beheshti, 2019؛ Dehwari & Farrokhi & Akbarpour, 2019؛ Rudini, 2017؛ Reiss, 2018؛ Basu et al, 2017). دیگر اصل آموزشی زیست‌شناسی درگیر نمودن دانش‌آموزان در یادگیری است که با استفاده از آزمایش و بازدید علمی، تحقیق و پژوهش، مسابقه و سرگرمی و عینی نمودن مفاهیم (استفاده از شبیه‌سازها، عکس و فیلم، نقشه‌های مفهومی، مولاژ، دست‌سازها و بخشبندی کردن به اجزاء کوچکتر) می‌توان به این مهم دست یافت. لازم است در ارزیابی درس زیست‌شناسی به چند نکته توجه نمود؛ دانش‌آموزان می‌توانند میزان پیشرفت سطح علمی خود را ارزیابی کنند (Naseri, 2020). از طرفی معلم نیز باید به شکلی مستمر و نامحسوس در قالب فردی و گروهی به ارزیابی پیشرفت دانش‌آموزان بپردازد (Naseri, 2020؛ Kordian et al, 2018).

افزایش مشارکت یادگیری بعدی دیگر از عناصر آموزشی تدریس زیست‌شناسی است؛ از نظر Fullan (2014) مشارکت‌های یادگیری بر روابط جدیدی در یادگیری تأکید می‌کند که باعث تغییر صدا، کنترل و تعاملات می‌شود. از این منظر دانش‌آموزان و معلمان نه تنها شریک یادگیری یکدیگرند بلکه به صورت خلاقانه نیز در حال یافتن راه‌هایی برای مشارکت با دیگر دانش‌آموزان در سایر کلاس‌ها، مدارس و کشورها و همچنین با والدین، کارشناسان و جامعه هستند (Fullan et al, 2018). روابط جدید پتانسیل این را دارند که با اتصال دانش‌آموزان به فرصت‌های اصیل در سطح محلی، ملی و جهانی، یادگیری را دوباره تنظیم کنند. هرچه یادگیری مرتبط‌تر و معتبرتر شود، از دیوارهای کلاس فراتر می‌رود و به طور طبیعی بر اساس علاقه‌ها و استعدادها بنا می‌شود (Quinn et al, 2019). بر اساس یافته‌های حاصل از این پژوهش، افزایش مشارکت‌های یادگیری در سطح کلاسی (Alizadeh, 2018؛ Faghforian & Hosseini, 2014) و همچنین سطح جهانی (Farhadi-

موضع مدرسه، منطقه و سیستم‌ها مورد توجه است. به‌منظور فراهم آوردن شرایط ایجاد یادگیری عمیق در مدارس لازم است ابتدا فرهنگ یادگیری برای مربیان و دانش‌آموزان ایجاد و پرورش یابد؛ در هنجارها و روابط، شفافیت به‌وجود آید؛ مهارت‌ها و زبان مشترکی با استفاده از آموزش مبتنی بر شواهد ایجاد و مکانیزم‌هایی برای شناسایی و به اشتراک گذاشتن شیوه‌های ابتکاری تعریف شود و در نهایت فرصت‌های پایداری برای معلمان فراهم گردد تا ظرفیت خود (دانش و مهارت‌ها) را در استفاده از روش‌های نوین تقویت کنند (Fullan, 2014).

سطح آخر فرایند تحقیق مشترک است. فرایند تحقیق مشترک به معنای استفاده از معلمان برای طراحی تجارب یادگیری عمیق از سوی تیم‌های متخصص به منظور ارزیابی شرایط مورد نیاز برای تقویت یادگیری عمیق در سطح مدرسه و سیستم است (Fullan & Langworthy, 2014). در این زمینه در الگوی تدوین شده بر دو بعد بررسی مشکل معلمان در اجرا و همچنین در ارزشیابی تأکید شد که مورد تأیید مطالعات پیشین بود (Zare et al, 2018؛ Hadiprayitno et al, 2019؛ Plutzer et al, 2020؛ McComas et al, 2018). بر اساس نظر Fullan (2013) تحقیق مشترک فرایندی برای بررسی شیوه‌ها و فرضیات موجود از طریق تعامل با همکاران یا همسالان است. این یک استراتژی قدرتمند برای تغییر است؛ زیرا به طور همزمان گفتگوی حرفه‌ای را ترویج می‌دهد و مستقیماً به بهبود یادگیری دانش‌آموز کمک می‌کند. این نه تنها فرایندی برای حل مسئله و پالایش شیوه‌های فردی بلکه یک رویکرد سیستمی برای استفاده از شواهد یادگیری دانش‌آموزان برای ساخت تیم‌های مشارکتی و مدارس کارآمد است. برای تحقق فرایند تحقیق مشترک می‌بایست به معلمان فرصت‌های امن و بی‌خطر برای گفتگو، برنامه‌ریزی و همکاری با همتایانشان در مورد یادگیری عمیق داده شود؛ به معلمانی که قدرت یادگیری عمیق را در کلاس‌های خود تجربه کرده‌اند، زمانی برای به اشتراک‌گذاری داستان‌های خود داده شود. بازدید از کلاس‌ها و مدارس دیگری که

نیم‌دایره‌ای باشد (Paul, 2018) و محیط متنوع و جذاب شود (Paul, 2018؛ Imani et al, 2018). بر کاربردی بودن آموزش مجازی در تدریس زیست‌شناسی نیز در مطالعات گسترده‌ای تأکید شده است (Hajibabaei & Paredli, 2020؛ Farzin et al, 2019). استفاده از ابزار دیجیتال شامل استفاده از نمایش گرافیکی (Brahuni, 2019؛ Moghadam, 2019)؛ استفاده از فیلم و عکس (Paul, 2018)، استفاده از واقعیت افزوده (Gharibi et al, 2019؛ Mohebi, 2018؛ Farrokhi & Lohrasbi, 2018؛ Samadi, 2018).

سومین سطح از اصلاحات آموزشی، شرایط یادگیری است؛ بر اساس نتایج این تحقیق در تعیین شرایط یادگیری برای درس زیست‌شناسی، ابتدا می‌بایست نقاط ضعف مدارس در نظر گرفته شود که امکانات کم (Samadi, A. & Hajibabaei & Paredli, 2020؛ Viadero & Sparks, 2021؛ Beheshti, 2019؛ Peradley et al, 2018؛ Cimer, Faghforian & Hosseini, 2014؛ 2012) و عدم مهارت معلمان در استفاده از امکانات (Peradley et al, 2018) تاکنون شناسایی شده‌اند. در گام بعدی تعیین مشکل در سیاست‌گذاری‌ها نیاز به تغییر محتوای کتب درسی (Farhadi-Moghadam & Hajibabaei & Paredli, Jami-Ahmadi, 2021؛ Zare Saadati & Abbasi Manas, 2019؛ 2020؛ et al, 2018)، نیاز به تغییر در رویکردهای آموزشی (Farhadi-Moghadam & Jami-Ahmadi, 2021)؛ Plutzer Avesta et al, 2018؛ Zare et al, 2018؛ et al, 2020)، نیاز به تغییر در شیوه‌ی ارزشیابی (Farhadi-Moghadam & Jami-Ahmadi, 2021)؛ Alavian & Mansouri, 2018)، اصلاح دوره‌های ضمن خدمت معلمان (Hajibabaei & Paredli, 2020؛ Cimer, 2012؛ Zare et al, 2018) و اصلاح برنامه آماده‌سازی معلمان (Alavian & Mansouri, 2018؛ 2018؛ Rajaei, 2018؛ Moradi, 2016). بر اساس نظر Fullan (2013) شرایط لازم برای یادگیری عمیق در سه

- com/p1631491 [Persian]
- Amiri, M., Jamshidian Mujar, M. & Farzin, H. (2018). Investigating the attitude of high school students towards biotechnology (a case study of students in the 9th education district of Mashhad). *Research in Biology Education*, 1(3): 1-12. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27172252.1398.1.3.1.5> [Persian]
- Askari, M. & Seif, A. (2007). Comparison of the effect of written assignments on the critical thinking of male students of the first year of Malair secondary school in biology and social studies. *Educational Psychology Quarterly*, 3(10): 1-33. https://jep.atu.ac.ir/article_2115.html [Persian]
- Avesta, M., Imani, F. & Alavian, F. (2018). Analysis of the content of the biology book of the tenth grade of the second year of high school in the field of experimental sciences from the perspective of being active and passive based on William Rumi's model. *Research in Biology Education*, 1(1): 50-61. <https://sid.ir/paper/269425/fa> [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)
- Behrangi, M. & Nasiri, R. (2015). The effect of teaching experimental sciences with the education management model on the self-directed learning of third year middle school students. *A New Approach in Educational Management*, 7(4): 1-12. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.20086369.1395.7.28.6.1> [Persian]
- Black, P. (2020). A revolution in biochemistry and molecular biology education informed by basic research to meet the demands of 21st century career paths. *J Biol Chem*, 295(31):10653-10661 [https://www.jbc.org/article/S0021-9258\(17\)50104-0/fulltext](https://www.jbc.org/article/S0021-9258(17)50104-0/fulltext)
- Brahui Moghadam, N. (2021). A review of common misunderstandings in concepts related to plants in general education. *Research in Biology Education*, 2(3): 15-28. <https://sid.ir/paper/416470/fa> [Persian]
- این رویکرد جدید در آن ریشه دارد را تشویق نمود؛ ارتباطات با سایر مدارس و متخصصان حوزه یادگیری عمیق را تسهیل کرد و والدین را به عنوان شریک در درک عناصر یادگیری عمیق درگیر فرایند یادگیری کرد (Fullan, 2014).
- با توجه به آنکه نتایج ارائه شده در پژوهش حاضر مختص درس زیست‌شناسی است، تعمیم یافته‌ها به سایر دروس را با محدودیت‌هایی مواجه می‌سازد. بنابراین به محققان حوزه‌ی علوم تربیتی، انجام پژوهشی در راستای سنتز پژوهی روش‌های تدریس سایر دروس و در مقاطع دیگر تحصیلی پیشنهاد می‌شود.
- تقدیر و تشکر**
- از کلیه متخصصان شرکت کننده در پژوهش کمال قدردانی را داریم.
- منابع**
- Ahmadigol, J. & Hatami, J. (2015). The effect of teaching through multimedia on the learning rate of biology course. *Educational Technologies in Learning*, 2(6): 3-18. <https://doi.org/10.22054/jti.2018.22598.1214> [Persian]
- Alavian, F. (2020). Teaching genetics beyond the high school biology textbook. *Research in Biology Education*, 2(2): 37-53 <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27172252.1399.2.3.4.5> [Persian]
- Alavian, F & Mansouri, A. (2018). Examining the knowledge structure of biology teachers in accepting or rejecting the theory of evolution of species (case study). *Research in Biology Education*, 1(2): 15-26. https://journals.cfu.ac.ir/article_1015.html [Persian]
- Alizadeh, B. (2018). A review of the application of brain-based education in the biology class. *Research in Biology Education*, 1(2): 57-68. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27172252.1398.1.2.5.7> [Persian]
- Amini Tehrani, M. (2016). Creativity in teaching biology. *Biology Education Development Quarterly*, 104: 1-12. <https://www.magiran.com>

- Conference of Psychology and Social Sciences, Tehran. <https://civilica.com/doc/777627> [Persian]
- DeVon, HA., Block, ME., Moyle-Wright, P., Ernst, DM., Hayden, SJ., Lazzara, DJ., et al. (2007). A psychometric toolbox for testing validity and reliability. *Journal of Nursing scholarship*, 39(2):155-64. doi:10.1111/j.1547-5069.2007.00161.x.
- Faghforian, M. & Hosseini, Kh. (2014). A comparative study of traditional and modern teaching methods in biology education. The 3rd National Conference of Madrasah Farda, Chalus. <https://civilica.com/doc/403258> [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): 13-3<https://dorl.net/dor/20.1001.1.27172252.1399.2.3.1.2> [Persian]
- Farrokhi, A. & Akbarpour, M. (2019). A review of research-based teaching method (IBSE) in biology education. *Research in Biology Education*, 2(6): 77-86. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27172252.1399.2.2.6.5> [Persian]
- Farrokhi, A. & Najafi, A. (2019). Investigation of teaching and learning based on cognitivism in biology education. *Research in Biology Education*, 2(5): 29-40. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27172252.1399.2.1.3.0> [Persian]
- Farrokhi, A. & Lohrasbi, M. (2018). Teaching biology with a technological approach. *Research in Biology Education*, 1(3): 31-42. <https://www.sid.ir/paper/269429/fa> [Persian]
- Farzin, H., Jamshidian Mozhar, M., Amiri, M. & Gharin, A. (2019). Evaluation of the status of virtual education of biology among 11th grade female students in Bojnord city. *Research in Biology Education*, 2(1): 19-28. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27172252.1399.2.1.2.9> [Persian]
- Fathullahzadeh Ilvanaq, A., Ansarirad, P. & Zare, Z. (2018). Evaluation of the effectiveness of 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 [Persian]
- Brahuni Moghadam, N. (2019). The necessity of familiarizing biology course teachers and biology students with the ethical principles (3RS principles) of research on laboratory animals. *Research in Biology Education*, 2(6): 49-64. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27172252.1399.2.2.4.3> [Persian]
- Brahuni Moghadam, N. (2019). Analysis of the content of the biology section of experimental science books of the first high school course based on Merrill's educational design model. *Research in Biology Education*, 2(1): 1-17. https://bioedu.cfu.ac.ir/article_1444.html [Persian]
- Chen, Y., So, W.M. (2017). An investigation of mainland china high school biology teachers' attitudes toward and ethical reasoning of three controversial bioethics issues. *Asia Pac. Sci. Educ*, 3(1): <https://doi.org/10.1186/s41029-016-0012-6>
- 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>
- Cimer, A. (2012). What makes biology learning difficult and effective: Students' views. *Educational Research and Reviews*, 7(3): 61. DOI: 10.5897/ERR11.205
- Davidesco, I., & Tanner, K.D. (2020). Cross-Disciplinary Research in Biology Education: Challenges and Opportunities [Editorial]. *CBE-Life Sciences Education*, 19(3): 209-215. <https://doi.org/10.1187/cbe.20-07-0150>
- Dehwari, M. & Rudini, A. (2017). Investigating factors affecting the learning of biology topics in the second year of high school. 11th International

- schools in Lombok Island. *The International Seminar on Bioscience and Biological Education*, 1241: 12-54. DOI 10.1088/1742-6596/1241/1/012054
- Hajibabaei, M. & Paredeli, M. (2020). The effect of virtual lessons of biology course on the creativity of experimental science students (a case study of 10th grade students in the 9th education district of Tehran). *Research in Biology Education*, 2(6): 65-76. https://journals.cfu.ac.ir/article_1700.html [Persian]
- Hosseini, F. (2018). The principles and methods of teaching biology, the first national conference of Farda School, Ardabil <https://civilica.com/doc/1013210/> [Persian]
- Imani, F., Avesta, M. & Rajaei, M. (2018). A review of new methods of teaching biology. *Research in Biology Education*, 1(4): 43-56. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27172252.1398.1.4.4.0> [Persian]
- Kaveh, M. & Hedayati, F. (2015). Meta-analysis of the content of the biology book of the second year of the new high school system based on the Plesk model of creativity. *Educational Innovations*, 16(61): 91-110. https://noavaryedu.oerp.ir/article_79113.html [Persian]
- Kordian, P.; Zare, Z. & Ansari Rad, P. (2018). The effect of teaching biology through the teachers' lesson study method on increasing students' grades (a case study of secondary school students in Tehran). *Research in Biology Education*, 1(3): 43-52. <https://www.sid.ir/paper/269433/fa> [Persian]
- Koc-januchta, M., schonborn, K., Tibell, L., Chaudhri, V & Heller, C. (2020). Engaging With Biology by Asking Questions: Investigating Students' Interaction and Learning with an Artificial Intelligence-Enriched Textbook. *Journal of Educational Computing Research*, 58(6): 1190-1224. <https://doi.org/10.1177/0735633120921581>
- Kovač, V., Nome, D., Jensen, A & Skreland, L. (2023). The why, what and how of deep learning: critical analysis and additional concerns. teaching method E 5 in the cognitive field of learning biology. *Research in Biology Education*, 1(1): 31-49. <https://www.sid.ir/paper/269428/fa> [Persian]
- Fauzi, A., Rosyida, A. M., Rohma, M., & Khoiroh, D. (2021). The difficulty index of biology topics in Indonesian Senior High School: Biology undergraduate students' perspectives. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 7(2): 149-158 <https://doi.org/10.22219/jpbi.v7i2.16538>
- Fullan, M., Quinn, J., McEachen, J. (2017). *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>
- Gharibi, F., Natghi, F., Mousavipour, S & Seifi, M. (2019). Phenomenology of Augmented Reality based teaching method in biology course. *Research in Biology Education*, 2(6): 18-3. <https://www.sid.ir/paper/386147/fa> [Persian]
- Gough, D., Thomas, J. & Oliver, S. (2012). Clarifying differences between review designs and methods. *Syst Rev* 1, 28. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-1-28>
- 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

- 30(2): 4-8. <https://www.magiran.com/p1631495> [Persian]
- Mohebi, F. (2018). "Augmented reality" technology and its application in biology education. *Research in Biology Education*, 1(3): 73-84. <https://ensani.ir/file/download/article/66eaae7379bdf-10414-33-6.pdf> [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]
- Nasari, 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*. 28-19 (6)2. <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/s10984-02209447-5>
- 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>
- Peradley, M., Maboudi, A. & Salem Naderi, M. (2018). Comparative assessment of the students' and teachers' views of high schools in the 9th district of Tehran about the challenges of using 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. <https://doi.org/10.1007/s12217-022-09934-7>
- McComas, W., Reiss, M., Dempster, E., Chung, Y., Olander, C. (2018). Considering Grand Challenges in Biology Education: Rationales and Proposals for Future Investigations to Guide Instruction and Enhance Student Understanding in the Life Sciences. *The American Biology Teacher*, 80(7):483-492 https://discovery.ucl.ac.uk/10057320/1/Reiss_McComas%20et%20al%202018%20Grand%20Challenges%20in%20Biology%20Education.pdf
- Mehrmohammadi, M & Hosseini, M. (2018). Changing and implementing the curriculum. Tehran: Samt. [Persian]
- Mesbah, Z. & Behrangi, M. (2018). The effect of the application of the educational management model in the transformational leadership style of biology teachers on the responsibility and academic progress of students in the biology course. *Research in Biology Education*, 1(2): 35-56 <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27172252.1398.1.2.4.6> [Persian]
- Mesrabadi, J., Hosseini Nasab, D., Fathi-Azer, A. & Moghadam, M. (2007). Investigating the effectiveness of the concept map teaching-learning strategy on cognitive-emotional efficiency in learning biology. *New Psychological Research*, 2(8): 105-128. https://psychologyj.tabrizu.ac.ir/article_4356.html?lang=fa
- Moghadasi, R. (2015). Teaching biology in Iranian schools. *Development of Biology Education*,

- biology education of Farhangian University in comparison with the previous curriculum. *Research in Biology Education*, 1(1): 5-14. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27172252.1398.1.1.2.2> [Persian]
- Reiss, M. J. (2018). Biology Education: The Value of Taking Student Concerns Seriously. *Education Sciences*, 8(3): 130. <https://doi.org/10.3390/educsci8030130>
- Saadati, A. & Abbasi Manas, Q. (2019). Analysis of the content of the 12th grade biology book based on William Rumi's method. *Research in Biology Education*, 2(5): 63-76. <https://www.sid.ir/paper/398355/fa> [Persian]
- 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]
- Samadi, A. & Beheshti, H. (2019). Effective teaching strategies according to the goals of the fundamental transformation document in biology education. National Biology Education Conference. <https://eaceb.cfu.ac.ir/paper?manu=10730> [Persian]
- Scott, F. J. (2016). An investigation into students' difficulties in numerical problem-solving questions in high school biology using a numeracy framework. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 4(2): 115-128. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1107794.pdf>
- Smith, A. (2017). An investigation in note-taking strategies. A professional paper submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree. <https://scholarworks.montana.edu/bitstreams/10aae2a4-1695-4464-acce-0a062ded2555/download>
- Stasinakis, P. K., & Athanasiou, K. (2016). Investigating Greek biology teachers' attitudes towards evolution teaching with respect to their pedagogical content knowledge: Suggestions for their professional development. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology* in biology education. *Research in Biology Education*, 1(4): 71-81. https://bioedu.cfu.ac.ir/article_1254.html?lang=fa [Persian]
- Peradley, M., Rabiei, M. & Zainalzad, M. (2018). Comparative content analysis of motor system section of biology book 2 and muscle system section of natural science book of American schools using Guilford's creativity method. *Research in Biology Education*, 1(1): 72-82. <https://sid.ir/paper/269424/fa> [Persian]
- Parishani, N., Neely, M., Mirshah Jafari, A. & Agha Mohammadi, S. (2012). The effect of self-efficacy training on students' behavioral performance in biology. *Teaching Research*, 1(2): 81-89. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.24765686.1392.1.2.8.6> [Persian]
- Parishani, N., Mirshah Jafari, A. & Abedi, A. (2010). The effect of technological active education (TEAL) in biology course on students' academic perception. *Studies in Teaching and Learning*, 3(1): 1-12. https://jsli.shirazu.ac.ir/article_213.html [Persian]
- Paul, U. (2018). Constructivist Approach in Teaching Life Science – an Innovative Practice in Classroom at School level. Reg. No. S/IL/86866 of 2011-2012 All India Science Teachers' Association, W.B., India.
- Plutzer, E., Branch, G. & Reid, A. (2020). Teaching evolution in U.S. public schools: a continuing challenge. *Evo Edu Outreach* 13(14): <https://doi.org/10.1186/s12052-020-00126-8>
- 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(2): 432-441 <https://journals.ru.lv/index.php/SIE/article/view/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>
- Rajaei, M. (2018). Examining the strengths and weaknesses of the new curriculum in the field of

- research, Mahmudabad. <https://civilica.com/doc/701729> [Persian]
- Veisi Kohra, S., Kurdnoqabi, R. & Farhadi, M. (2014). The effect of teaching biology by inductive thinking method on the learning levels of biology lesson of second grade male high school students. *Research in Curriculum Planning*, 12(17): 99-109 https://journals.iau.ir/article_534368.html [Persian]
- Veisi Kohra, S., Imani, P., Kurdenoqabi, R., Farhadi, M & Behrouz, B. (2013). Investigating the effect of teaching biology by inductive thinking method on increasing students' creativity. *Research in curriculum planning*, 11(16): 14-23. https://journals.iau.ir/article_534349.html [Persian]
- Viadero, D & Sparks, S. (2021). 6 Challenges for Science Educators. <https://www.edweek.org/teaching-learning/6-challenges-for-science-educators/2021/11>
- 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>
- Zare, F. & Rezaian, L. (2018). Analysis of the content of the 10th grade biology textbook by Flash, McLaughlin and Close method. *Research in Biology Education*, 1(4): 1-14. <https://www.sid.ir/paper/361665/fa> [Persian]
- Zare, Z., Hosnifar, J. & Ansari Rad, P. (2018). Evaluation of the quality of the curriculum of the undergraduate biology education course of Farhangian University from the point of view of student teachers. *Research in Biology Education*, 1(4): 15-32. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27172252.1398.1.4.2.8> [Persian]
- Education*, 12(6): 1605–1617. <https://www.ejmste.com/article/investigating-greek-biology-teachers-attitudes-towards-evolution-teaching-with-respect-to-their-4563>
- Savabkar, A., Mahdavi, L. & Qudousi, F. (2018). Investigating the effect of the new structure of the 10th biology book on teachers' educational performance. *Research in Biology Education*, 1(4): 57-70. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27172252.1398.1.4.5.1> [Persian]
- Seif, S. (2020). *Psychology of growth*. Tehran: Organization for Studying and Compiling Humanities Books of Universities. [Persian]
- Seif, M., Rabiei, M. & Lotfi Panah, S. (2018). Comparison of lecture teaching method with group discussion teaching method in biology education at Farhangian University of Tehran. *Research in Biology Education*, 1(2): 27-34. <https://www.sid.ir/paper/269422/fa> [Persian]
- Selvakumar, B & Brown, A. (2021). How can high school students explore biology to challenge the concept of race? racial health equity.org <https://www.racialhealthequity.org/blog/2021/7/26/how-can-high-school-students-explore-biology-to-challenge-the-concept-of-race>
- Showakhi, A., Naderi, A. & Abedi, A. (2007). Comparing the effect of three teaching-learning approaches on students' learning performance in biology course. *Daneshvar Behavat*, 14(24): 1-10. <https://www.sid.ir/paper/46427/fa> [Persian]
- Tajik, F. & Jalilpour, J. (2018). Effectiveness of teaching using the Instagram social network in teaching the topic of musculoskeletal problems in the 12th grade health and hygiene book. *Research in Biology Education*, 1(1): 62-71. https://journals.cfu.ac.ir/article_829.html [Persian]
- Taqavi, M. (2016). A comparative study of teaching biology using traditional methods and modern teaching methods. The second national conference of new approaches in education and