Research in Chemistry Education
https://chemedu.cfu.ac.ir

Teaching the subject of ionic and molecular compounds based on visualization and games to prevent misconceptions for the students of the first secondary level

Masoumeh Ghalkhani [1,*], ***Zahra Sadat Ejtahed*** [2], ***Zohreh Ahmadi*** [3]

[1] *Associate Professor, Department of Chemistry, Faculty of Science, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran*
[2] *Master of Science in Chemistry Education, Department of Chemistry, Faculty of Science, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran*
[3] *Master of Science in Chemistry Education, Chemistry teacher, Tehran's counties, Iran*
* Corresponding author: (*ghalkhani@sru.ac.ir*)

ABSTRACT

The chemical bonding concept is abstract and disconnected from students' daily experiences. First, by studying and identifying misconceptions related to the chemical bonding concept, a teaching content was designed. An attempt was made to involve students in the classroom and the environment outside the school by conducting experiments, visualizing, teaching activities, making models, preparing wall newspapers on the topic of the use of ionic and molecular compounds, and comparing these compounds with each other, and designing games to ensure sustainable learning. The research is applied-descriptive in nature, with students being tested on the subject matter following the implementation of teaching strategies. The test questions covered various cognitive areas and consisted of multiple-choice and two-part questions. The first part required students to choose an answer option, while the second part asked them to provide a reason for their choice. This second part helped differentiate between students who had a correct understanding and those who might have misconceptions. The findings of the research revealed that the designed content improved learning outcomes in the experimental group compared to the control group, and effectively prevented misconceptions from taking root.

Keywords:
Chemistry education, content design, misconception, learning, ionic bond, covalent bond

RESEARCH ARTICLE

Received: 05 July 2024
Revised: 03 August 2024
Accepted: 22 August 2024
Published online: 22 August 2024
Print ISSN: 3041-9271
Online ISSN: 2717-2279

Citation: Ghalkhani, M., Ejtahed, Z. S., Ahmadi, Z. (2024). Teaching the subject of ionic and molecular compounds based on visualization and games to prevent misconceptions for the students of the first secondary level. *Research in Chemistry Education*, *6*(4), 23-43.
https://doi.org/10.48310/chemedu.2024.16652.1248

© The author(s)
Publisher: Farhangian University

پژوهش در آموزش شیمی، سال ششم، شماره چهارم، صفحات ۴۳-۲۳

پژوهش در آموزش شیمی
https://chemedu.cfu.ac.ir

تدریس مبحث ترکیبات یونی و مولکولی مبتنی بر تصویرسازی و بازی با هدف ممانعت از ایجاد کج‌فهمی برای دانش‌آموزان مقطع متوسطه اول

معصومه قلخانی [۱،*]، زهرا سادات اجتهد [۲]، زهره احمدی [۳]

۱. دکتری تخصصی شیمی تجزیه، دانشیار دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران

۲. دانشجوی ارشد آموزش شیمی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران

۳. کارشناس ارشد آموزش شیمی، دبیر شیمی شهرستانهای تهران، ایران

* نویسنده مسئول: (ghalkhani@sru.ac.ir)

چکیده

مفهوم پیوند شیمیایی بسیار انتزاعی و دور از تجربیات روزانه دانش‌آموزان است. ابتدا با مطالعه و شناسایی کج‌فهمی‌های مرتبط با مفهوم پیوند شیمیایی، محتوایی برای تدریس تدوین شد. سعی شد با استفاده از انجام آزمایش، تصویرسازی، فعالیت‌های ضمن تدریس، ساخت مدل، تهیه روزنامه دیواری با موضوع کابرد ترکیب‌های یونی و مولکولی و مقایسه این ترکیب‌ها با یکدیگر و طراحی بازی، دانش‌آموزان را در کلاس و در محیط خارج از مدرسه درگیر کرده تا یادگیری پایدار صورت گیرد. پژوهش حاضر از نوع کاربردی-توصیفی است. پس از ارائه محتوا و انجام مراحل تدریس آزمونی از دانش‌آموزان گرفته شد که پرسش‌های آن دربرگیرنده اهداف حیطه‌های شناختی بود. پرسش‌های مطرح شده چند گزینه‌ای و دو بخشی بودند. در بخش اول سوال اصلی به صورت چهارگزینه‌ای مطرح شده است که دانش‌آموز باید یک گزینه از گزینه‌های پاسخ را انتخاب کند. در بخش دوم دلیل انتخاب گزینه پاسخ در بخش اول از دانش‌آموز پرسیده شده است تا به وسیله ذکر دلیل برای انتخاب گزینه‌ها بتوان میان درک درست یا ایجاد کج‌فهمی دانش‌آموزان تمایز قائل شد. نتایج پژوهش نشان داد که محتوای طراحی شده باعث بهبود یادگیری در کلاس آزمایش نسبت به کلاس گواه شده است و توانسته است از ایجاد کج‌فهمی به شکل چشمگیری جلوگیری کند.

واژه‌های کلیدی:
آموزش شیمی،
طراحی محتوا،
کج‌فهمی،
یادگیری،
پیوند یونی،
پیوند اشتراکی.

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۵
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۵/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۰۱
تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۳/۰۶/۰۱
شاپا چاپی: ۹۲۷۱-۳۰۴۱
شاپا الکترونیکی: ۲۲۷۹-۲۷۱۷

ارجاع: قلخانی، معصومه؛ اجتهد، زهرا سادات؛ احمدی، زهره (۱۴۰۳). تدریس مبحث ترکیبات یونی و مولکولی مبتنی بر تصویرسازی و بازی با هدف ممانعت از ایجاد کج‌فهمی برای دانش‌آموزان مقطع متوسطه اول. پژوهش در آموزش شیمی، ۶(۴)، ۴۳-۲۳.

https://doi.org/10.48310/chemedu.2024.16652.1248

© نویسندگان.
ناشر: دانشگاه فرهنگیان

مقدمه

یادگیری، یک فرآیند تجمعی و پویاست. دانش جدید به دانش قبلی اضافه می‌شود و بین آنها تعامل وجود دارد به همین دلیل دانش نمی‌تواند به سادگی از معلم به یادگیرنده منتقل شود بلکه لازم است که هر فرد دانش جدید را در ذهن خود ایجاد نماید. مهم‌ترین عاملی که بر یادگیری تأثیر می‌گذارد مطالبی است که یادگیرنده از قبل می‌داند؛ بنابراین، باید به این دانش پی برد، آنگاه به تدریس پرداخت.

دانش‌آموزان پیش از آموزش علوم ایده‌هایی در مورد پدیده‌ها دارند و با این تصورات به کلاس علوم می‌آیند. این دیدگاه‌ها بر یادگیری علوم اثر می‌گذارد. به گفته ناخله[1] ذهن دانش‌آموزان جعبه‌های خالی نیست که معلمان آنها را پر کنند. زمانی که آنها وارد کلاس می‌شوند باورها و تصورات زیادی در مورد پدیده‌ها دارند و از آنها برای معنا بخشیدن به جهان بهره می‌برند. این ایده‌های غیر رسمی را نواک[2] به عنوان «پیش برداشت‌ها»، درایور و اریکسون [3]«مفاهیم جایگزین» و ناخله با عنوان «کج‌فهمی» توصیف و نام‌گذاری کردند (موسوی و همکاران، ۱۴۰۱). یادگیری معنادار زمانی رخ می‌دهد که یادگیرنده بتواند دانش جدید را با دانشی که از قبل در ساختار شناختی خود دارد مرتبط سازد. طبق مطالعات دیوت و تریگست[4] یادگیری نیاز به یادگیرنده فعال، خودبازتاب‌دهنده و خود مسئول دارد تا به وسیله آن یادگیرنده دانش خود را بسازد و نقش معلم در این فرآیند کمک به دانش‌آموز است؛ زیرا دانش را نمی‌توان همانند انتقال داده‌ها به کامپیوتر به ذهن دانش‌آموزان منتقل کرد (سیفی و همکاران، ۱۴۰۲).

در جهان دانشمندان زیادی وجود دارند که به توسعه شایستگی دانش‌آموزان علاقه دارند و توسعه شایستگی‌ها از اهداف مهم آموزش و پرورش است که برای دستیابی به آن باید نوآوری‌های زیادی در زمینه اهداف، محتوا و روش‌های تدریس داشت. معلمان شیمی می‌توانند از مدل‌های فیزیکی یا شبیه‌ساز برای کمک به دانش‌آموزان در تجسم و درک مفاهیم در محیط مجازی استفاده کنند. شبیه‌سازی‌ها به دانش‌آموز اجازه می‌دهد تا الگوی مولکول‌های شیمیایی و فرآیندهای واکنش که معمولا با چشم غیر مسلح دیده نمی‌شوند را به خوبی مشاهده کنند (هوآی[5] و همکاران، ۲۰۲۳).

علوم تجربی یکی از درس‌های اساسی مبتنی بر آزمایش و مشاهده است که دانش‌آموزان به وسیله آن می‌توانند درحال کشف و یافتن راه حل برای پرسش‌های خود باشند؛ بنابراین درس علوم تجربی می‌تواند از درس‌های مهم در پرورش خلاقیت به حساب آید (احمدی، ۱۴۰۱). برای پیشگیری از ایجاد کج‌فهمی لازم است که ابتدا با مطالعه

[1] Nakhleh
[2] Novak
[3] Driver & Erickson
[4] Duit & Treagust
[5] Hoai

تحقیق‌های پیشین آنها را شناسایی کرد، دلایل ایجاد آنها را بررسی کرد و راهکار مناسب برای پیشگیری از ایجاد آن را یافت و در محتوا و روش تدریس خود قرار داد. در این مقاله سعی شده با انجام فعالیت‌های مختلف و سرگرم‌کننده آموزش جذاب و یادگیری پایدار و معناداری برای دانش‌آموز ایجاد کرد به شکلی که از ایجاد کج‌فهمی‌ها در مفهوم پیوند یونی و پیوند اشتراکی پیشگیری شود.

بیان مسئله

شیمی مفاهیم انتزاعی زیادی دارد که دانش‌آموزان در درک و یادگیری آنها با مشکل مواجه می‌شوند. این مفاهیم مهم است زیرا اگر فراگیران آنها را به درستی درک نکنند مفاهیم یا نظریه‌های علمی بعدی قابل درک نخواهند بود. ناخله مدعی شد بیشتر دانش‌آموزان در درک مفهومی شیمی مشکل دارند و با وجود تلاش زیاد در امتحانات موفق نمی‌شوند. با توجه به مطالعه‌های انجام شده و اهمیت مبحث پیوند شیمیایی برای یادگیری ویژگی‌های مواد و پیچیده بودن این مبحث اغلب دانش‌آموزان دچار کج‌فهمی می‌شوند بنابراین معرفی روش و تولید محتوایی برای تدریس این مبحث به شکلی که از ایجاد کج‌فهمی پیشگیری کند ضروری است.

پیوند شیمیایی یکی از مفاهیم کلیدی و اساسی در شیمی است. واضح است بسیاری از مفاهیمی که در شیمی مدارس متوسطه تدریس می‌شود به مقدار زیادی مبتنی بر درک ایده‌های اساسی مرتبط با این مفهوم است. با این وجود مفهوم پیوند شیمیایی به وسیله معلمان و فراگیران به عنوان مشکلی برای آموزش است و تصورات نادرستی در درک دانش‌آموزان ایجاد می‌شود. بسیاری از این تصورات نادرست ناشی از مدل‌های بیش از حد ساده شده به کار رفته در کتاب‌های درسی با استفاده از آموزش سنتی است که تصویری نسبتا محدود و گاه نادرست از مسایل مربوط به پیوندهای شیمیایی ارائه می‌کند.

از آنجا که پیوند یک مفهوم اصلی در آموزش شیمی است درک کامل ماهیت و ویژگی‌های آن برای درک هر موضوع دیگری در شیمی مانند درک ترکیب‌های کربن، پروتئین، پلیمرها، اسیدها و بازها، ترمودینامیک شیمیایی، کربوهیدرات‌ها و ... ضروری است. هنگام آموزش علوم مدرسه، ایده‌ها باید به گونه‌ای ارائه شود که مفاهیم علمی به شکل معتبری بیان شود؛ همچنین به اندازه کافی ساده باشند تا فراگیر مفهوم آن را به شکل معناداری درک کند. با این حال، پیوند شیمیایی به خودی خود یک امر انتزاعی و مفهومی پیچیده است. اغلب هنگام آموزش پیوندهای شیمیایی به جای اختلاف نظرهای علمی بیشتر بحث‌ها بر مسایل آموزشی متمرکز است. زمانی که سعی می‌کنیم

ایده‌های کلیدی را به تمرین در کلاس درس تبدیل کنیم جستجوی درک اصلی از پیوند شیمیایی مشکل‌تر می‌شود (ناهوم[1] و همکاران، ۲۰۱۰).

اهمیت و ضرورت تحقیق

با توجه به انتزاعی بودن برخی مفاهیم علم شیمی از جمله مفاهیم پیوندهای شیمیایی لازم است که دانش‌آموزان به درکی درست از واکنش‌های شیمیایی، ساختار ماده، فعالیت‌های شیمیایی، تغییر حالت‌های مواد، تغییرهای فیزیکی و شیمیایی و مباحث پایداری در شیمی دست یابند. امروزه کج‌فهمی دانش‌آموزان در درس‌های مختلف تهدیدی مهم در فرآیند کلی یاددهی-یادگیری در سطح مدرسه یا دانشگاه است. کج‌فهمی‌ها طیفی گسترده از مفاهیم علمی را دربر می‌گیرد. بنابراین نه تنها پی بردن به کج‌فهمی دانش‌آموزان از مفاهیم شیمی، امری حیاتی است، بلکه تغییر دیدگاه آنها چالش اصلی معلمان است (عظمت و خدایی، ۱۳۹۹). کج‌فهمی بسیار قوی و ماندگار است و به سادگی اصلاح نمی‌شود بنابراین بهتر است به جای تمرکز روی تصحیح کج‌فهمی از شکل‌گیری آنها جلوگیری شود. اولین گام برای جلوگیری از ایجاد کج‌فهمی شناخت آنهاست.

آگاهی از اشتباهات دانش‌آموزان یکی از مؤلفه‌های دانش محتوایی شناختی است که جایگاه مهمی برای تشکیل دانش محتوایی شیمی دارد. عمده‌ترین کج‌فهمی‌های شناسایی شده در تحقیق‌ها مربوط به عدم تشخیص تفاوت پیوند یونی و اشتراکی است که از مهم‌ترین و گسترده‌ترین مباحث کتاب درسی علوم نهم است. یکی از دلایل بروز این گونه کج‌فهمی‌ها عدم توصیف و شرح کامل این مبحث در کتاب درسی است (موسوی و همکاران، ۱۴۰۱). دانش‌آموزان در درک صحیح ماهیت پیوند همچنین در تشخیص نوع پیوند و علت تشکیل پیوند کج‌فهمی دارند (هانتر[2] و همکاران، ۲۰۲۲). از آنجا که در کتاب علوم نهم مبحث پیوندهای شیمیایی به تفصیل بیان شده است و زمینه را برای یادگیری مفاهیم پیچیده‌تر مرتبط با پیوندهای شیمیایی در شیمی متوسطه دوره دوم فراهم می‌کند در این پژوهش سعی شده است با استفاده از کج‌فهمی‌های شناسایی شده در پژوهش‌های قبل محتوایی طراحی شود که بتوان از ایجاد کج‌فهمی تا حد امکان پیشگیری شود.

پیشینه پژوهش

[1] Nahum
[2] Hunter

تساپارلیس[1] بیان کرد تنوع زیاد محتوا در کتاب‌های درسی منجر به برنامه‌های درسی می‌شود که اغلب انباشته‌ای از حقایق مجزا است (تساپارلیس و همکاران، ۲۰۱۹). دانش‌آموزان نمی‌دانند چگونه بین آنها ارتباط برقرار کنند و ضرورت آنچه می‌آموزند را درک نمی‌کنند. همچنین در حل مسائل به روش‌های مختلف با استفاده از مفاهیم یکسان شکست می‌خورند. فادیلا و سالیراواتی[2] (۲۰۱۸) در پژوهشی به تحلیل باورهای غلط دانش‌آموزان با استفاده از آزمون دو بخشی از پیوندهای شیمیایی پرداختند. آنها بیان کردند که با توجه به انتزاعی بودن مفهوم پیوند شیمیایی و این واقعیت که دانش‌آموزان توانایی‌های متفاوتی در درک این مفاهیم دارند لازم است آموزش گام به گام از ساده به پیچیده انجام شود. علاوه بر این برای درک بهتر، معلمان می‌توانند ارزیابی کنند چه روش‌های تدریسی از سوء تفاهم و عدم درک فراگیران جلوگیری می‌کند. رویکرد آزمون دو بخشی یکی از راه‌های مؤثر برای جلوگیری از تصورهای نادرست است. نتایج مطالعه به این واقعیت اشاره دارد که دانش‌آموزان علاوه بر نداشتن دانش کافی در مورد پیوند شیمیایی، باورهای نادرستی برای این مفهوم دارند که موضوع مهمی است و باید مورد توجه قرار گیرد. برای مثال تصورات نادرستی در مفهوم تمایل اتمی یک عنصر برای دستیابی به پایداری دارند. آنها تصور می‌کنند برای هر اتم برای رسیدن به پایداری باید از قانون هشتایی استفاده شود. بنابراین اتم هیدروژن باید با یکی از اتم‌های گروه ۷ متصل شود تا به ثبات برسد؛ همچنین دانش‌آموزان دلیل پایداری گاز نجیب را نمی‌دانند و درک نکرده‌اند به خاطر پربودن پیکربندی الکترونی تمایلی به واکنش با اتم دیگری را ندارند. موسوی و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهش بررسی کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان پایه نهم از مبحث پیوندهای شیمیایی به این نتیجه رسیدند که عمده‌ترین کج‌فهمی‌ها در پیوندهای شیمیایی مربوط به پیوند یونی و اشتراکی است. برای مثال آنها نمی‌توانند فلز و نافلز را از یکدیگر تشخیص دهند و امکان تشکیل پیوند یونی را بررسی کنند. یا اینکه دانش‌آموزان تصور می‌کنند اتم‌ها با اتم‌های مشابه خود می‌توانند پیوند برقرار کنند و عمده‌ترین دلیل آن عدم توصیف و شرح آن در کتاب درسی است.

حبیب‌زاده و همکاران (۱۴۰۲) در پژوهش کج‌فهمی‌های رایج در مفهوم پیوندهای شیمیایی در دانش‌آموزان دهم تا دوازدهم به این نتیجه رسیدند که تعداد زیادی از دانش‌آموزان در مورد قاعده هشت‌تایی و ارتباط آن با پیوند اشتراکی دچار ابهام شده‌اند. بسیاری از دانش‌آموزان درک درستی از مفاهیم شیمی ندارند. برای مثال ترکیب‌های یونی را به شکل مولکول‌های مجزا می‌دانند و تعداد بار الکتریکی را همان تعداد پیوند یونی تصور می‌کنند. در زمینه پیوند شیمیایی و انواع آن مشکلاتی در فهم عمیق مفاهیم وجود دارد و نمی‌توانند تعداد پیوند یونی در یک ترکیب یونی و تعداد پیوند اشتراکی را در یک ترکیب مولکولی بیان کنند. برای رفع این کج‌فهمی‌ها می‌توان استفاده از مدل‌های سه

[1] Tsaparlis
[2] Fadillah and Salirawati

بعدی را نام برد؛ همچنین تدریس به شیوه پرسش و پاسخ و به چالش کشیدن پاسخ‌های ارائه شده نقش عمده‌ای در رفع کج‌فهمی‌ها دارد. طبقه‌بندی انواع پیوندها و توضیح واضح درمورد جاذبه‌های بین مولکولی و قدرت این جاذبه‌ها نیز مؤثر است.

هدف پژوهش

هدف اصلی این تحقیق تولید محتوای آموزشی ترکیبات یونی و مولکولی به منظور پیشگیری از کج‌فهمی دانش‌آموزان مقطع متوسطه اول است. در این پژوهش سعی شد تا ضمن ساده سازی از ایجاد کج‌فهمی دانش‌آموزان پایه نهم در مفاهیم شیمی جلوگیری شود و با قرار دادن آنها در موقعیت انجام آزمایش، ساخت مدل، بازی و سرگرمی یادگیری جذاب، معنادار و همیشگی برای دانش‌آموزان فراهم شود.

یافته‌های پژوهش به پرسش‌های زیر پاسخ می‌دهد:

۱. آیا بین دانش‌آموزان کلاس گواه با کلاس آزمایش در میزان کج‌فهمی تفاوت وجود دارد؟

۲. با این روش تدریس آیا در کلاس آزمون، کج‌فهمی ایجاد می‌شود؟

۳. در صورتی که کج‌فهمی ایجاد می‌شود میزان آن را با کلاس گواه مقایسه کنید.

روش پژوهش

این پژوهش یک مطالعه کاربردی-توصیفی است. هدف از پژوهش کاربردی توسعه دانش کاربردی است و هدف از پژوهش توصیفی شناخت هر چه بهتر و بیشتر شرایط و منابع موجود در جامعه مورد تحقیق است. برای انجام این پژوهش ابتدا کج‌فهمی‌ها درمفهوم پیوندها با کمک مطالعه مقاله‌های داخلی و خارجی شناسایی شد. سپس مطالعاتی در زمینه راهکارهای رفع کج‌فهمی همچنین پیشگیری از بروز آنها انجام شد. برای تدریس این مفاهیم مرحله به مرحله با طراحی فعالیت‌های مختلف از ساده به مشکل دانش‌آموزان به تفکر و جنبش واداشته شدند. پس از آموزش از آنها خواسته شد با استفاده از خلاقیت خود روزنامه دیواری، تصویر سازی، ساخت مدل، داستان نویسی یا هر فعالیت دیگری را که مد نظر دارند درمورد پیوند یونی و اشتراکی انجام دهند.

مراحل روش تدریس انجام شده به شکل خلاصه به قرار زیر است:

۱. شناسایی کج‌فهمی‌های ترکیب‌های یونی و مولکولی با مطالعه پژوهش‌های پیشین؛

۲. نوشتن طرح درس و تهیه و تدوین جدول هدف- محتوا؛

۳. ارزشیابی ورودی؛

۴. بررسی نتایج ارزشیابی ورودی و رفع اشکال دانش‌آموزان از مفاهیم پایه سال‌های گذشته؛

۵. انجام فعالیت و آزمایش به منظور رسیدن به اهداف درس جدید؛

۶. گزارش نویسی و آموزش آن به وسیله برگه‌های گزارش آماده؛

۷. نمایش عکس‌های مرتبط با آزمایش و مفهوم‌های مورد نظر انواع ترکیب‌ها و توضیح تصویرها به وسیله دانش‌آموزان و برقراری ارتباط عکس و نتایج آزمایش و جمع بندی آنها؛

۸. تعیین تکلیف و فعالیت در منزل؛

۹. برگزاری نمایشگاه از دست‌سازه‌ها و روزنامه دیواری‌های دانش‌آموزان؛

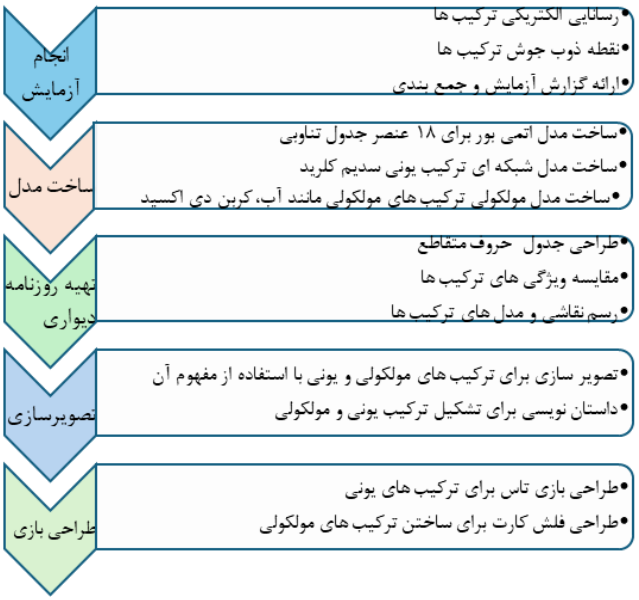
۱۰. طراحی بازی تاس و اجرای آن در کلاس برای تمرین بیشتر یادگیری رسم ترکیب‌های یونی و نوشتن فرمول آنها؛

۱۱. اجرای بازی با کارت‌های مدل اتمی و ساخت ترکیب‌های مولکولی به وسیله دانش‌آموزان به منظور تمرین بیشتر رسم ترکیب‌ها و نوشتن فرمول شیمیایی آنها؛

۱۲. اجرای آزمون بین دو کلاس آزمایش و گواه؛

۱۳. بررسی نتایج آزمون.

نمودار (۱) روند فعالیت‌های دانش‌آموزان را هنگام تدریس و ارائه محتوا به شکل نمودار بیان می‌کند.

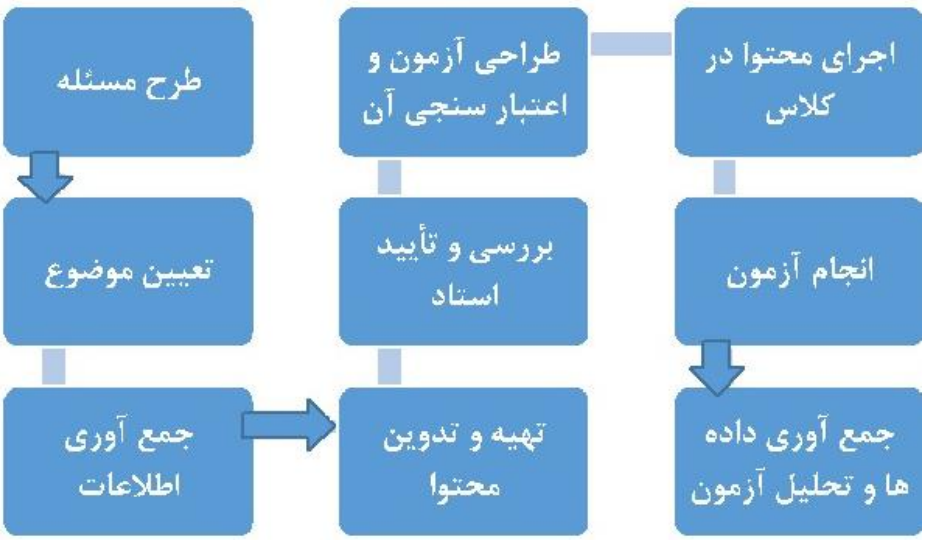


نمودار ۱- روند فعالیت‌های دانش‌آموزان ضمن تدریس

فرآیند تحقیق

با توجه به تجربه تدریس محقق در سال‌های گذشته در درس علوم مقطع متوسطه اول و مواجه شدن با این مسئله که دانش‌آموزان اغلب در تشخیص ترکیب‌های یونی از ترکیب‌های مولکولی دچار مشکل می‌شوند و در برخی مفهوم‌ها دچار کج‌فهمی می‌شوند تصمیم بر طراحی محتوایی گرفته شد که تا حد امکان از ایجاد کج‌فهمی جلوگیری نماید، زیرا پیشگیری از کج‌فهمی ساده‌تر از رفع آن است. بنابراین، موضوع پژوهش تولید محتوای آموزشی ترکیبات یونی و مولکولی به منظور پیشگیری از کج‌فهمی دانش‌آموزان مقطع متوسطه اول تعیین شد.

برای بررسی ابعاد مختلف موضوع، ایجاد ساختار اصلی، تعیین متغیرهای پژوهش، تهیه محتوای آموزشی، ابتدا اطلاعات مورد نظر از راه منابع مختلف شامل کتاب، پژوهش‌های انجام شده در این زمینه، مقاله‌های داخلی و خارجی، جست‌وجوی اینترنتی در سایت‌های رسمی آموزشی-پژوهشی داخلی و خارجی جمع‌آوری شد. پس از جمع‌آوری اطلاعات، محتوای مورد نظر با درنظر گرفتن اهداف طراحی شد. برای گردآوری داده‌ها از ابزار آزمون استفاده شد که پرسش‌های آن با توجه به جدول هدف-محتوا طراحی گردید. به منظور اعتبارسنجی، محتوا و پرسش‌ها از ارزیابی و نظر تخصصی اساتید دانشگاه که در حوزه آموزش شیمی فعال هستند و دبیران شیمی استفاده شد. دو کلاس نهم برای پژوهش انتخاب شد. در یک کلاس به روش سنتی آموزش انجام شد (کلاس گواه) و در کلاس دیگر محتوا به وسیله انجام آزمایش‌های ساده، تصویرسازی، ساخت نمونه و مدل هنگام تدریس، رسم نمودار و بازی آموزش داده شد (کلاس آزمایش). پس از تدریس کامل از هر دو کلاس گواه و آزمایش آزمونی به عمل آمد. در پایان، داده‌های آزمون جمع‌آوری و تحلیل شد. در نمودار (۲) فرآیند پژوهش نشان داده شده است.



نمودار ۲- فرآیند اجرای پژوهش

یافته‌های پژوهش

در این پژوهش ابتدا محتوای تدریس پیوند یونی به دانش‌آموزان ارائه شد. دانش‌آموزان با انجام آزمایش‌های طراحی شده کاربرگ‌های گزارش آزمایش را به همراه هم‌گروهی خود تکمیل کردند. با توجه به اینکه آزمایش‌های این فصل از کتاب جزء آزمایش‌های اولیه در سال تحصیلی است لازم بود نکات ایمنی به دانش‌آموزان یادآوری شود. بنابراین در این کاربرگ نکته‌های ایمنی نوشته شد.

دانش‌آموزان پس از انجام آزمایش رسانایی ترکیب‌ها در حالت محلول نتیجه گرفتند که برخی از مواد در حالت محلول می‌توانند جریان الکتریسیته را از خود عبور دهند: مانند محلول‌های نمک خوراکی، مس سولفات و پتاسیم پرمنگنات اما محلول آبی برخی از مواد مانند شکر و الکل این ویژگی را ندارد. همچنین آب مقطر هم نمی‌تواند رسانای جریان برق باشد (تصویر ۱).

تصویر ۱- فعالیت‌های دانش‌آموزان ضمن تدریس

در این مرحله از دانش‌آموزان چند سوال پرسیده شد:

۱. آیا نمک خوراکی (سدیم‌کلرید) جامد و مس‌سولفات جامد می‌تواند جریان برق را از خود عبور دهد؟

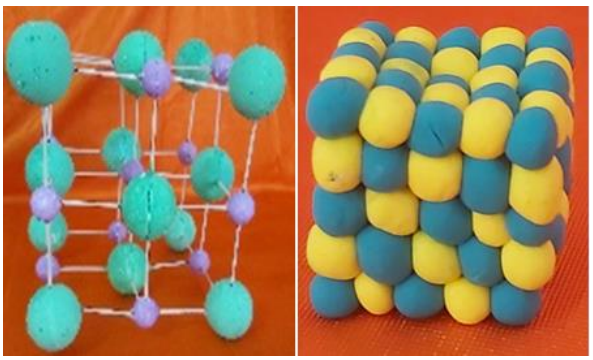
۲. چرا حل شدن این مواد (سدیم‌کلرید و مس‌سولفات) در آب موجب رسانایی الکتریکی می‌شود؟

۳. چرا شکر یا الکل با حل شدن در آب نمی‌تواند جریان را از خود عبور دهد؟

چنین پرسش‌هایی موجب بارش فکری می‌شود. برای رسیدن به هدف مورد نظر، معلم با پرسیدن پرسش‌های هدفمند و پیشنهاد آزمایشی دیگر (حرکت یون‌ها در محلول) راه دانش‌آموزان را هموار و مسیر آنها را هدایت می‌کند. در تصویر زیر چشمان جستجوگر دانش‌آموز کاملا مشخص است (تصویر ۲).

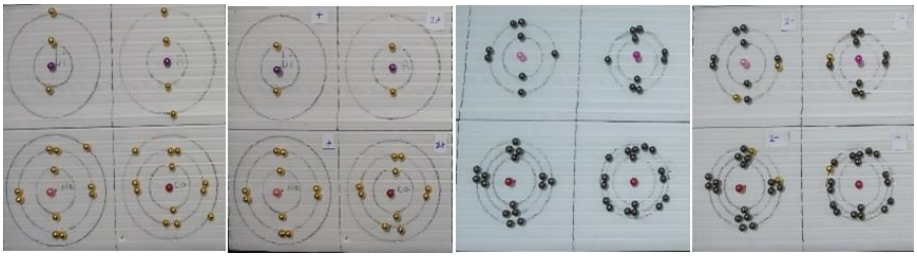
تصویر ۲- جدا شدن و حرکت یون‌ها در آب و برخورد آنها در میان ظرف

پس از انجام آزمایش‌ها و پی بردن به برخی ویژگی‌های ترکیب‌های یونی برای تکمیل مفهوم، دانش‌آموزان به سمت فعالیت‌های دیگری هدایت شدند؛ مانند: رسم مدل بور برای عنصرهای فلز و نافلز، رسم مدل بور برای یون‌های فلزی و نافلزی، ساختن مدل بلوری سدیم کلرید، نشان دادن انیمیشن تشکیل بلور سدیم کلرید و توضیح آن به وسیله دانش‌آموزان، نشان دادن تصاویر کارتونی از عناصر هنگام تشکیل پیوند و غیره (تصاویر ۳ و ۴).



تصویر ۳- ساخت شبکه یونی سدیم کلرید

تصویر ۴- نمونه‌هایی از فعالیت دانش‌آموزان



تصویر ۵- رسم مدل بور برای اتم‌ها و یون‌های برخی عنصرها با استفاده از سنجاق و یونولیت

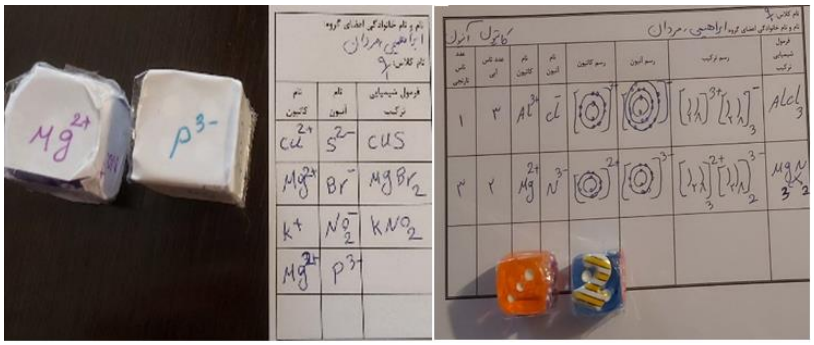
فعالیت‌های مشابهی برای آموزش پیوند اشتراکی انجام شد و در کلاس و منزل به ساخت مدل ترکیب‌های مولکولی پرداختند. دانش‌آموزان با اشتیاق فراوان روزنامه دیواری و جدول حروف متقاطع طراحی کردند که در متن آن به خوبی ترکیب‌های یونی و مولکولی و پیوندهای یونی و پیوندهای اشتراکی را با یکدیگر مقایسه کردند (تصویر ۵).

تصویر ۶- ساختن مدل ترکیب‌های مولکولی

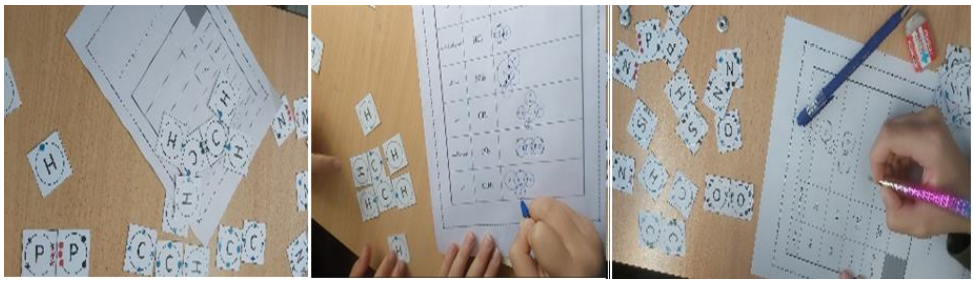
در ساخت مدل‌ها استفاده از مواد بازیافتی امتیاز و اهمیت داشت (تصویر ۶). تصویر ۷ نمونه‌ای از مدل مولکول اکسیژن و متان را با استفاده از کاغذهای بازیافتی نشان می‌دهد که برای زیباسازی رنگ‌آمیزی شده است.

تصویر ۷- مدل ترکیب مولکولی با استفاده از کاغذهای بازیافتی

می‌توان با جرأت گفت انجام این فعالیت‌ها در حالت عادی و به عنوان تکلیف به دانش‌آموز به جز ابراز خستگی و هجوم شکایت والدین به مدرسه و ایجاد چالش برای معلم پیامد دیگری ندارد. اما در این پژوهش به دلیل اشتیاق فراوان و رویکردی که دانش‌آموز خود را مسئول آموزش می‌داند و در پی ایجاد خلاقیت و نشان دادن توانمندی‌های خود به معلم و همکلاسی‌های خود بدون اظهار خستگی و با میل و رغبت انواع فعالیت‌ها را انجام داد و یادگیری برایش لذتبخش بود. پس از تکمیل فرآیند تدریس و فعالیت‌های مختلف دو بازی هم طراحی شد و به دانش‌آموزان آموزش داده شد و از بازی در کلاس علوم لذت بردند (تصاویر ۸ و ۹).



تصویر ۸- دو نمونه بازی ترکیب‌های یونی



تصویر ۹- رسم ترکیب‌های مولکولی با استفاده از کارت بازی

بعد از اتمام دوره تدریس، نوبت آزمون فرا می‌رسد. آزمون شامل پرسش‌های دو بخشی چهار گزینه‌ای است که در بخش دوم دلیل انتخاب پاسخ بخش اول یا تکمیل پاسخ بخش اول را از دانش‌آموز جویا می‌شود. به وسیله پاسخ به این پرسشنامه و تحلیل آن میزان عملکرد این روش تدریس بررسی شد. لازم به ذکر است در این روش از دانش‌آموزان پیش آزمونی گرفته نشد به این دلیل که مفاهیم ترکیب یونی و ترکیب مولکولی اولین مرتبه در سال نهم تدریس می‌شود و قصد ما تدریس به روشی است که از ایجاد کج‌فهمی ممانعت به عمل آورد. پرسش‌های مطرح شده در آزمون نهایی در ضمیمه مقاله آورده شده‌اند.

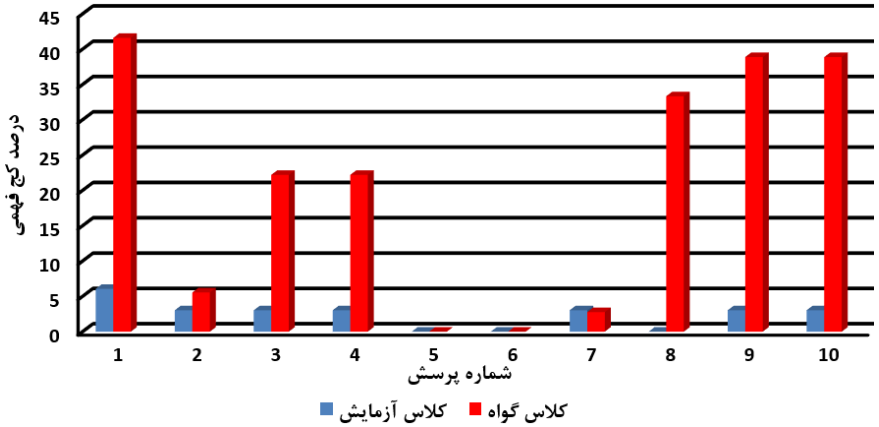
❖ پاسخ‌های دانش‌آموزان در دو کلاس آزمایش و گواه بررسی شد. با توجه به پاسخ‌های ثبت شده، دانش‌آموزان به یکی از چهار مورد ذیل تعلق دارند (بایراک[1]، ۲۰۱۳):

- دانش‌آموزانی که در بخش اول سوال گزینه صحیح را انتخاب کردند و در بخش دوم سوال به درستی دلیل انتخاب را ذکر کرده‌اند، در آن مفهوم به یادگیری کامل رسیده‌اند.
- افرادی که به یک بخش از پرسش پاسخ درست داده‌اند یادگیری جزئی دارند.
- دانش‌آموزانی که هر پاسخ اشتباه برای هر دو بخش سوال انتخاب کرده‌اند، دچار کج‌فهمی آشکار شده‌اند.

[1] Bayrak

- آنهایی که به سوال پاسخ نداده اند یا بیش از یک پاسخ را برای هر بخش انتخاب کرده اند، فهم درست از سوال نداشته‌اند.

هر یک از پرسش‌های آزمون برای سنجش میزان درک پایدار یا سنجش میزان کج‌فهمی مرتبط با آن مفهوم طراحی شده است. در جدول ۱ شماره پرسش آزمون، مفهوم آموزشی با توجه به اهداف برنامه درسی، نوع کج‌فهمی که از مطالعه پژوهش‌ها استخراج شده و مورد نظر پرسش است همراه با ذکر منبع و اقدام انجام گرفته ضمن تدریس برای پیشگیری از کج‌فهمی آمده است. نمودار ۳ میزان کج‌فهمی ۱۰ پرسش را برای دو کلاس آزمون و گواه مقایسه می‌کند.



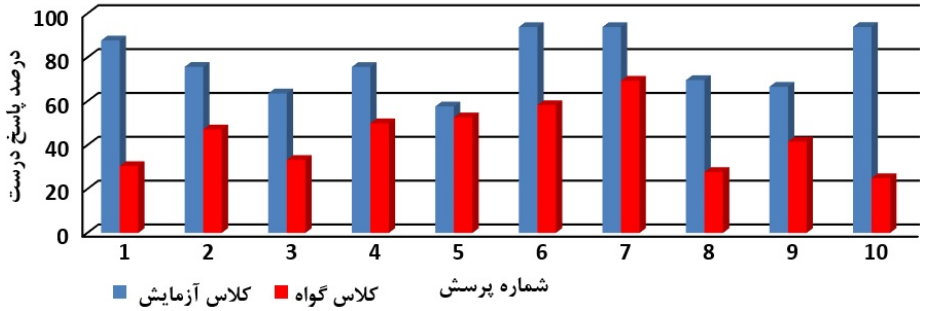
نمودار ۳- مقایسه کج‌فهمی کلاس آزمایش و گواه برای پرسش ۱ تا ۱۰

با نگاهی به نمودار ۳ چنین برداشت می‌شود که گرچه روش تدریس ما به شکل کامل از ایجاد کج‌فهمی پیشگیری نکرده است اما به شکل قابل توجهی از ایجاد کج‌فهمی نسبت به کلاس گواه کمتر است. بنابراین اثربخشی این روش تدریس قابل توجه و ارزشمند است. در کلاس آزمون مفاهیمی که در آن درگیر شدن دانش‌آموزان برای انجام فعالیت بیشتر بوده است یا تنوع فعالیت بیشتر بوده است میزان کج‌فهمی کمتر است برای مثال پرسش ۱ تعدادی از دانش‌آموزان مدل سه‌بعدی سدیم کلرید را ساختند و به شکل مستقیم با مفهوم پرسش درگیر بودند اما در پرسش ۵، ۶ و ۸ می‌توان گفت تعداد بیشتری از دانش‌آموزان در فعالیت شرکت داشته‌اند و با یکدیگر تعامل بیشتری داشته‌اند.

جدول ۱- ارتباط پرسش‌های آزمون با مفاهیم آموزشی اهداف برنامه درسی و کج‌فهمی‌های احتمالی

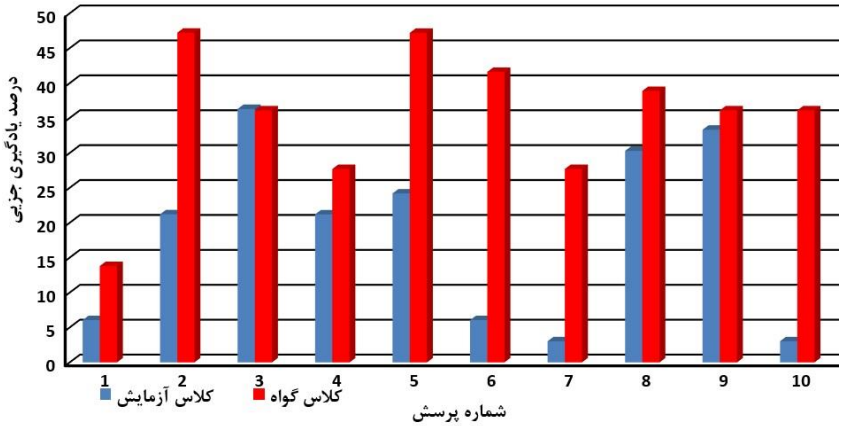
شماره پرسش	مفهوم آموزشی	کج‌فهمی‌های احتمالی	منبع یا منابع استخراج کج‌فهمی	اقدام برای پیشگیری از کج‌فهمی
۱	ساختار ترکیب یونی	عدم درک ساختار بلوری و تعداد یون‌ها اطراف هر یون در شبکه	حبیب‌زاده و همکارن، (۱۴۰۲)، شعبانی و صابری، (۱۴۰۱)، هانتر و همکارن، (۲۰۲۲)	ساختن و تأکید بر ساختار شبکه‌ای سه بعدی
۲	خواص ترکیب‌های یونی	رسانایی ترکیب یونی در حالت جامد (خصوصیات ذرات ماده)	عظمت و خدایی، (۱۳۹۹)	انجام آزمایش هدایت الکتریکی محلول‌های ترکیب یونی، آزمایش حرکت یون‌ها در محلول یونی، استفاده از مدل سه بعدی ترکیب یونی و نمایش انیمیشن
۳	آشنایی مقدماتی با فرمول نویسی ترکیب یونی	تعداد الکترون‌های شرکت کننده در ترکیب یونی و درک تفاوت پیوند یونی و اشتراکی	موسوی و همکاران، (۱۴۰۱)	استفاده از شبیه‌سازی، تصویرسازی و انیمیشن فرآیند انتقال الکترون برای درک بصری و مفهومی
۴	خواص ترکیب یونی	عدم درک تفاوت ترکیب یونی و مولکولی	حبیب‌زاده و همکارن، (۱۴۰۲)	انجام آزمایش هدایت الکتریکی و استفاده از مثال‌های مختلف
۵	تشکیل یون‌ها	فرآیند تبدیل اتم به یون، تفاوت کاتیون و آنیون، تأثیر از دست دادن الکترون بر حجم اتم	موسوی و همکاران، (۱۴۰۱)	نمایش مدل بور، استفاده از تخته یونولیتی و سنجاق برای ساختار اتم و یون به وسیله دانش‌آموزان
۶	تعریف ترکیب یونی	تصور وجود واحدهای مجزا مانند مولکول‌ها در ترکیب یونی	حبیب‌زاده و همکارن، (۱۴۰۲). هانتر و همکارن، (۲۰۲۲)	استفاه از مدل شبکه سه بعدی
۷	مقایسه خواص ترکیب یونی و مولکولی	توانایی هدایت الکتریکی مولکول‌ها (خصوصیات ذرات ماده)	عظمت و خدایی، (۱۳۹۹)	آزمایش هدایت الکتریکی و بررسی اثر غلظت در رسانایی الکتریکی
۸	ترسیم ساختار نقطه‌ای ترکیب مولکولی	اتم‌ها با اتم‌های مشابه می‌توانند پیوند اشتراکی داشته باشند	موسوی و همکاران، (۱۴۰۱). هانتر و همکارن، (۲۰۲۲).	استفاده از کارت‌های بازی برای ساخت ترکیب مولکولی و رسم نقاشی آن روی کاغذ و تمرین بیشتر
۹	کاربرد ترکیب‌ها در زندگی	تصور نادرست در مورد تعداد و انواع اتم‌های تشکیل دهنده آب و حالت‌های طبیعی آب (خصوصیات ذرات ماده)	عظمت و خدایی، (۱۳۹۹)	ساخت مدل سه بعدی آب، نمایش تصویر حالت‌های طبیعی آب، تهیه روزنامه دیواری کاربرد ترکیب‌ها در طبیعت و زندگی
۱۰	تشخیص ترکیب یونی و مولکولی از یکدیگر	تمرکز بر ظاهر فیزیکی، عدم درک اشتراک گذاری الکترون ، عدم تشخیص فلز و نافلز و بررسی امکان تشکیل پیوند یونی	عظمت و خدایی، (۱۳۹۹)، موسوی و همکاران، (۱۴۰۱).	استفاده از بازی تاس و کارت و انجام تمرین بیشتر

به همین ترتیب می‌توان میزان یادگیری کامل و جزئی را بین دو کلاس با یکدیگر مقایسه کرد. با توجه به نمودار ۴ ملاحظه می‌شود کلاس آزمایش به پرسش‌های آزمون پاسخ کاملتری داده‌اند و تعداد افرادی که به دو بخش پرسش پاسخ درست داده‌اند، بیشتر است.



نمودار ۴- مقایسه یادگیری کامل کلاس آزمایش و کلاس گواه برای پرسش۱ تا۱۰

نمودار ۵ نشان می‌دهد میزان یادگیری جزئی دانش‌آموزان کلاس گواه بیشتر از کلاس آزمایش بوده است به این معنا که کلاس گواه پاسخ‌های ناقص بیشتری داشته‌اند و قادر به پاسخ صحیح برای یک بخش پرسش بوده‌اند.



نمودار ۵- مقایسه یادگیری جزئی کلاس آزمایش و کلاس گواه برای پرسش ۱ تا ۱۰

محدودیت‌ها

برای کاربرد روش‌های ذکر شده در این پژوهش دبیران علوم تجربی با محدودیت‌هایی روبه‌رو می‌شوند. برخی از این محدودیت‌ها عبارت است از:

۱. زمان

دبیران علوم تجربی با توجه به حجم زیاد مطالب کتاب درسی و سه ساعت تدریس علوم با کمبود زمان برای انجام فعالیت‌های عملی و آموزش فعال روبه‌رو می‌شوند. همچنین مشکل کمبود زمان موجب می‌شود معلم نتواند به خوبی به تفاوت‌های فردی دانش‌آموزان توجه کند. دانش‌آموز قوی علاقمند به چالش و کاوش بیشتر در مسایل پیچیده‌تر است و دانش‌آموز ضعیف نیازمند توجه و حمایت بیشتری است. حفظ انگیزه دانش‌آموز برای یادگیری مستلزم آن است که به نیازهای همه دانش‌آموزان پاسخ داده شود.

۲. کمبود نیروی انسانی

در سال‌های گذشته در هر مدرسه نیروی انسانی برای آزمایشگاه حضور داشت. در فعالیت عملی کنار معلم بود و به او کمک می‌کرد اما سال‌هاست که این امکان از مدرسه‌ها گرفته شده است. به این ترتیب انجام فعالیت برای دبیر علوم بسیار سخت شده است. اگر این نیروی متخصص و کارآمد به مدرسه برگردد با کیفیت و ایمنی بیشتر می‌توان به انجام فعالیت و آزمایش به وسیله دانش‌آموزان اقدام کرد. لازم به تأکید است برای انتخاب نیرو در آزمایشگاه باید حساسیت کافی به خرج داده شود و از افراد غیر کارآمد و ناآگاه نسبت به درس علوم تجربی در آزمایشگاه استفاده نشود تا تنها کار او شستشوی ظروف آزمایشگاهی و مرتب کردن قفسه‌های آزمایشگاه باشد.

۳. نبودن فضای کافی و احساس امنیت

عدم ایمنی محیط آزمایشگاه و نبودن فضای کافی تا دانش‌آموزان کلاس‌های پرجمعیت بتوانند به راحتی و در ایمنی کامل به فعالیت بپردازند موجب ایجاد نگرانی برای معلم شده است؛ از این رو رغبت کمتری برای حضور در آزمایشگاه دارند و تدریس سنتی را ترجیح می‌دهند؛ چون حافظه مدار، ایمن، زود بازده و مستلزم صرف انرژی کمتری است.

۴. جمعیت کلاس

اغلب در کلاس‌های مدارس دولتی تعداد دانش‌آموزان ۳۸ تا ۴۰ نفر است. وجود هر نفر در کلاس درس به معنای ایجاد یک مسئولیت جدید برای معلم است که باید علاوه بر آموزش او به شخصیت و نیازهای او نیز رسیدگی کند. گاهی به خاطر زیادی جمعیت و کمبود زمان برخی از دانش‌آموزان تا پایان سال تحصیلی برای معلم ناشناخته باقی می‌مانند به این ترتیب دانش‌آموز به یادگیری رغبت چندانی نشان نمی‌دهد.

بحث و نتیجه‌گیری

اگرچه بی‌توجهی به رویکردهای جدید آموزشی سبب شده است تا ما همچنان شیوه‌های ناکارآمد گذشته را برای تدریس شیمی انتخاب کنیم اما با توجه به وضعیت اجتماعی-فرهنگی می‌توان با شیوه‌هایی کارآمدتر به تدریس شیمی پرداخت. این کار مستلزم فراهم سازی شرایط اقتصادی-اجتماعی برای توجه هر چه بیشتر به رویکرد مفهومی و به کار بستن آن در زندگی روزمره است. با انتخاب روش‌های متفاوت و صد البته با فراهم سازی امکانات مناسب برای معلمان می‌توان انتظار داشت تا با به کارگیری روش‌های مختلف تدریس از به‌وجود آمدن بدفهمی‌ها و کج‌فهمی‌ها جلوگیری کنند (جعفری طاهری، ۱۴۰۲).

یافته‌های پژوهش با استفاده از نمودارها نشان می‌دهد:

۱. بین دانش‌آموزان کلاس گواه با کلاس آزمایش در میزان کج‌فهمی تفاوت قابل توجهی وجود دارد.

۲. به وسیله فعالیت‌ها و روشی که در تدریس اتخاذ شد میزان ایجاد کج‌فهمی در کلاس آزمایش کاهش چشمگیری داشت.

۳. در برخی موارد این کج‌فهمی ناچیز و در برخی موضوع‌ها بیشتر است. برای نمونه کج‌فهمی در پرسش شماره ۱ بیش از سایر مفاهیم است زیرا دانش‌آموزان پایه نهم به خوبی با ساختار سه بعدی هندسی در ریاضیات آشنایی ندارند. در پرسش شماره ۵، ۶ و ۸ یادگیری به شکل کامل روی داده است که با توجه به مفاهیم و اقدامات انجام گرفته می‌توان نتیجه گرفت در این ۳ پرسش دانش‌آموزان درگیر ساختن مدل بوده‌اند و از نظر بصری و انجام فعالیت، یادگیری پایداری برای آنها ایجاد شد.

در پرسش‌های ۲، ۳، ۴، ۷، ۹ و ۱۰ میزان کج‌فهمی بسیار کم و به یکدیگر نزدیک است و این امر دور از انتظار نیست زیرا هر یک از این پرسش‌ها بیش از یک مفهوم را سنجیده‌اند و ممکن است دانش‌آموزی نتواند به هر دو مفهوم کنار یکدیگر و تجمیعی پاسخ درست بدهد. از این رو می‌توان گفت: استفاده از تصویرسازی، ساخت مدل، کاربرگ گروهی، بازی و سرگرمی منجر به افزایش اشتیاق دانش‌آموزان به یادگیری شد و تمرکز آنها افزایش یافت و با توجه به داده‌ها در کلاس گروه آزمایش یادگیری مطلوبی روی داد و میزان کج‌فهمی نسبت به گروه گواه به حداقل ممکن رسید.

با توجه به نتایجی که از داده‌ها به دست آمد می‌توان نتیجه گرفت فعالیت‌هایی که دانش‌آموزان ضمن تدریس انجام می‌دهند یادگیری را دلپذیر می‌کند زیرا در به دست آوردن نتیجه خود را سهیم و مالک می‌دانند. استفاده از تصویرهای دو بعدی و سه بعدی، انیمیشن و مدل در مباحث انتزاعی مانند تشکیل پیوند تا حد زیادی از ایجاد کج‌فهمی جلوگیری می‌کند به شرط آنکه معلم در انتخاب تصویرها دقت لازم را به خرج دهد. چنانچه تصویری مناسب انتخاب نشود دانش‌آموز دچار کج‌فهمی شده و آنچه نباید تصور کند در ذهن او نقش می‌بندد که زدودن آن کار بسیار سختی است. انجام فعالیت‌های سرگرم کننده علاوه بر اینکه موجب تثبیت یادگیری می‌شود خلاقیت و انگیزه دانش‌آموز برای یادگیری بالا می‌رود. با وجود همه محدودیت‌های گفته شده شایسته است تا جایی که خطری متوجه معلم و دانش‌آموز نمی‌شود و امکان دارد سعی در انجام تدریس‌های فعال و انجام آزمایش عملی شود تا دانش‌آموزان آموزشی پایدار، همیشگی و لذتبخش را تجربه کنند.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است»

تقدیر و تشکر

این پژوهش با حمایت مالی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی طبق ابلاغ گرنت شماره ۵۹۷۳/۱۳۹ مورخ ۱۴۰۳/۰۴/۱۴ انجام گردیده است.

منابع

احمدی، زهرا (۱۴۰۱). طراحی و تولید محتوا برای آموزش شناخت عناصر با رویکرد اکتشافی برونر برای کتاب علوم دوره متوسطه اول [پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی]، تهران.

جعفری طاهری، محمد حسین علی (۱۴۰۲). تعادل‌های شیمیایی و رفع برخی کج‌فهمی‌های مربوط به آن. *پژوهش در آموزش شیمی*، ۴ (۴)، ۱–۱۲.

حبیب‌زاده، الهه؛ مجدی، شقایق؛ فتوت، بهار (۱۴۰۲). کج‌فهمی‌های رایج درمفهوم پیوندهای شیمیایی در دانش‌آموزان پایه دهم تا دوازدهم. پژوهش در آموزش شیمی، ۴ (۳)، ۳۶۱–۳۷۲.

سیفی، سامره؛ رشیدی، احمد؛ امانی، وحید؛ اولی، اسماعیل (۱۴۰۲). تأثیر آموزش بازی محور بر یادگیری مبحث جدول تناوبی در تدریس شیمی پایه دهم. پژوهش در آموزش شیمی، ۴ (۲)، ۱۴–۲۲.

شعبانی، مهدی؛ صابری، ستار (۱۴۰۱). شناسایی و بررسی چهار کج‌فهمی رایج در شیمی پایه دهم. چهارمین همایش ملی آموزش شیمی، ۴۳۸–۴۴۵.

عظمت، جعفر؛ خدایی، علیرضا (۱۳۹۹). بررسی کج‌فهمی‌های رایج دانش‌آموزان درمفاهیم مرتبط با پیوندهای شیمیایی. پژوهش در آموزش شیمی، ۱(۴)، ۷۳–۸۹.

موسوی، سید محسن؛ گلستانه مهشید؛ توماری، آرزو (۱۴۰۱). بررسی کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان پایه نهم از مبحث پیوندهای شیمیایی-مطالعه موردی دانش‌آموزان رباط کریم. پویش در علوم پایه، ۸ (۲۷)، ۲۹–۳۹.

Bayrak, B.K. (2013). Using Two-tier test to identify primary students' conceptual understanding and alternative conceptions in acid base, *Mevlana International Journal of Education*, 3(2), 19–26.

Fadillah, A., Salirawati, D. (2018). Analysis of misconceptions of chemical bonding among tenth-grade senior high school students using a two-tier test. *Conference Paper in AIP Conference Proceedings*.

Hoai, V.T.T., Ngoc Son, P., Van Duyen Em, V., Duc. N.M. (2023). Using 3D molecular structure simulation to develop chemistry competence for Vietnamese students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, *19*(7), 1–19.

Hunter, K.H., Rodriguez, J-M.G., Becker, N.M. (2022). A review of research on the teaching and learning of chemical bonding. *Journal of chemical education*, 99, 2451–2464.

Nahum, T.L, Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Taber. K. (2010). Teaching and learning the concept of chemical bonding. *Article in Studies in Science Education*.

Tsaparlis, G., Pappa, E.T., Byers, B. (2019). Proposed pedagogies for teaching and learning chemical bonding in secondary education. *Chemistry Teacher International*. 1–13.

ضمیمه:

پرسش‌های آزمون نهایی به شرح ذیل است:

۱. در شبکه بلوری ترکیب سدیم کلرید اطراف هر یون سدیم چند یون دیگر وجود دارد؟

الف. ۱ ب. ۲ ج. ۴ د. ۶

دلیل انتخاب شما چیست؟

الف. تعداد بار مثبت و منفی در ترکیب سدیم کلرید با هم برابر است.

ب. هر یون سدیم از دو طرف با یون کلر پیوند می‌دهد.

ج. هر یون سدیم از ۴ طرف با یون کلر پیوند می‌دهد.

د. هر یون سدیم از ۶ طرف با یون کلر ارتباط برقرار می‌کند.

۲. ترکیب یونی چه خواصی دارد؟

الف. نقطه ذوب و جوش بالا ب. رسانایی الکتریکی

ج. رسانایی الکتریکی در حالت محلول و مذاب د. گزینه الف و ج

علت این خواص چیست؟

الف. وجود پیوند یونی ب. وجود یون‌های مثبت و منفی

ج. وجود بار الکتریکی د. گزینه الف و ب

۳. چند الکترون در تشکیل ترکیب MgO نقش دارد؟

الف. ۱ ب. ۲ ج. ۳ د. ۴

علت انتخاب شما چیست؟

الف. یک جفت الکترون بین دو اتم اکسیژن و منیزیم به اشتراک گذاشته می‌شود.

ب. هر اتم یک جفت الکترون را به اتم دیگری می‌دهد.

ج. منیزیم دو الکترون به اکسیژن می‌دهد.

د. منیزیم دو جفت الکترون به اتم اکسیژن می‌دهد.

۴. پتاسیم پرمنگنات یک ترکیب مولکولی است و محلول آن رسانای جریان برق است. این عبارت ..... است.

الف. درست ب. نادرست

علت انتخاب شما چیست؟

الف. ترکیب‌های مولکولی با حل شدن در آب جریان برق را از خود عبور می‌دهند.

ب. ترکیب مولکولی است و محلول آن نارسانای برق است.

ج. ترکیب یونی است و محلول آن رسانای جریان برق است.

د. ترکیب یونی است و محلول آن نارسانای جریان برق است.

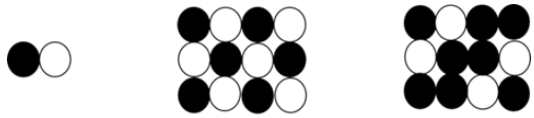
۵. هنگام تبدیل اتم آلومینیوم به یون آلومینیوم کدامیک از موارد زیر برای اتم آلومینیوم رخ می‌دهد؟

۱. الکترون از دست می‌دهد ۲. به آنیون تبدیل می‌شود

۳. مدار آخر آن ۸ الکترونی می‌شود. ۴. حجم اتم کوچک می‌شود

الف. ۱، ۲، ۳ ب. ۲، ۳، ۴ ج. ۱،۲،۴ د. ۳،۱،۴

۶. فرمول شیمیایی ترکیب نمک خوراکی، NaCl است. کدام شماتیک NaCl را بهتر نشان می‌دهد؟



A B C

دلیل انتخاب هرکدام چیست؟

الف. سدیم کلرید از مولکول‌های مجزا ساخته شده است.

ب. سدیم کلرید به صورت شبکه‌ای است و یون‌های مثبت و منفی به شکل یک در میان قرار گرفته‌اند.

ج. سدیم کلرید مجموعه‌ای از یون‌های مثبت و منفی است که به شکل نامنظم و شبکه‌ای قرار گرفته‌اند.

۷. میزان رسانایی الکتریکی کدامیک از موارد زیر بیشتر است؟

الف. محلول ۴۰ گرم بر لیتر اتانول در آب ب. محلول ۲۰ گرم بر لیتر نمک خوراکی در آب

ج. محلول ۵۰ گرم بر لیتر شکر در آب د. یک لیتر آب آشامیدنی تصفیه تهران

علت انتخاب شما چیست؟

الف. اتانول در آب به مولکول‌های سازنده تفکیک می‌شود.

ب. نمک خوراکی در آب به یون‌های سازنده جدا می‌شود.

ج. میزان شکر در آب بیشتر از سایر گزینه‌ها است.

د. آب تصفیه شده خالص‌ترین حالت ممکن است و رسانایی بالایی دارد.

۸. در ترکیب مولکولی متان هر اتم کربن چند پیوند اشتراکی تشکیل می‌دهد؟

الف. ۱ ب. ۲ ج. ۳ د. ۴

علت انتخاب شما چیست؟

الف. هر اتم هیدروژن یک الکترون می‌تواند به اشتراک بگذارد.

ب. فرمول متان C_2H_4 است.

ج. هر اتم کربن در مدار آخر خود ۶ الکترون دارد.

د. هر اتم کربن در مدار آخر خود ۴ الکترون دارد.

۹. مولکول آب ..... اتمی است و در طبیعت به ..... حالت یافت می‌شود.

الف. دو - دو ب. دو - سه ج. سه - دو د. سه - سه

علت انتخاب شما چیست؟

الف. از اتم‌های هیدروژن و اکسیژن تشکیل شده و به شکل جامد و مایع یافت می‌شود.

ب. از دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن تشکیل شده و به شکل جامد و مایع و گاز یافت می‌شود.

ج. از دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن تشکیل شده و به شکل جامد و مایع یافت می‌شود.

د. از دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن تشکیل شده و به شکل جامد و مایع و گاز یافت می‌شود.

۱۰. چه تعداد از مولکول‌ها بر اثر اشتراک الکترونی شکل گرفته‌اند؟

آب، مس اکسید، سدیم کلرید، سدیم فلوئورید، اتان، متان، گاز اکسیژن، گاز اوزون، گاز کلر، کات کبود

الف. ۹ ب. ۸ ج. ۷ د. ۶

نام آنها را بنویسید.