

دوره ششم، شماره اول، بهار ۱۴۰۳ شاپا الکترونیکی: ۲۲۷۹-۲۷۱۷

آموزش شیمی دبیرستان از تئوری تا عملی

کریم اسدپور زینالی

نمایش علمی: روشی هوشمندانه در تدریس پیوند کووالانسی

نیکا نیکرو شالدهی

بررسی تأثیر آموزش ترکیبی با الگوی چرخش آزمایشگاهی بر یادگیری دانش آموزان در مفهوم موازنه (مطالعه موردی: شاخه فنی و حرفه‌ای)

زکيه اکرمی؛ شیما صادقیان نجف آبادی؛ عاطفه چترایی

استفاده از منابع کربنی زیستی مختلف برای بهبود آزمایش تولید آهن از Fe_2O_3 در کتاب آزمایشگاه علوم تجربی پایه یازدهم متوسطه

حامد نظرپورفرد

تأثیر یادگیری معکوس بر خودکارآمدی و عملکرد تحصیلی دانش آموزان دختر پایه ششم ابتدایی در درس علوم تجربی

اکبر ابراهیمی اورنگ؛ حافظ صاحب یار؛ مهدی ابراهیمی اورنگ

آموزش روش‌های مختلف استخراج اسانس حاصل از گیاه آویشن کوهی و مطالعه خواص آنتی‌اکسیدانی اسانس‌های حاصله

جعفر همتی؛ محمد هادی گیویان راد

استفاده از نرم افزار گوسین و گوس ویو برای آموزش موثر شیمی بوسیله ترسیم مولکول‌ها

علیرضا یعقوبی؛ علی رضانی



Teaching high school chemistry from theory to practice

Karim Asadpour-Zeynali

Scientific demonstration: a smart way to teach covalent bonds

Nika Nikrou Shaldehi

Investigating the effect of combined education with the laboratory rotation model on students' learning in the concept of balance: The case study of technical and vocational branch

Zakyeh Akrami; Shima Sadeghian Najafabadi; Atefeh Chatraei

The use of different bio-carbonic materials to improve iron production from Fe_2O_3 in eleventh grade experimental science textbook

Hamed Nazarpour -Fard

The Effect of Flipped Learning on Self-efficacy and Academic Performance in the Field of Experimental Sciences among Female Grade Six Students

Akbar Ebrahimi orang; Hafez Sahebyar; Mahdi Ebrahimi orang

Teaching various methods of extracting mountain thymus essential oil and studying the antioxidant properties of the extracted essences

Jafar Hemati; Mohammad Hadi Givianrad

Using Gaussian and GaussView software for effective teaching of chemistry by drawing molecules

Alireza Yaghoubi; Ali Ramazani





EDITORIAL

Teaching high school chemistry from theory to practice

Karim Asadpour-Zeynali ^{1,*}

¹ Department of Analytical Chemistry, Faculty of Chemistry, University of Tabriz, Tabriz, Iran

*Corresponding author: (✉ asadpour@tabrizu.ac.ir)

ABSTRACT

Chemistry, as one of the branches of basic science, plays an important and fundamental role in the development of technology, industries, and daily lives of human beings. It is crystal clear that in order to acquire the necessary concepts and skills in various fields of chemistry, chemistry education should be carried out both theoretically and practically. There is consensus of opinions in accepting this issue, and almost all chemistry professors and teachers collectively agree on this matter. However, to what extent is the practical teaching of chemistry in high school realized in practice? In this short discussion, a brief look at the necessary mechanisms for teaching chemistry practically at high school level is discussed. From theoretical aspect, various topics such as chemical theories, atomic structure, chemical bonds, balances and chemical reactions, and acid-base concepts are taught. One procedure for successful teaching of chemistry theories at high schools is the use of chemical models, animation, 3D images, simulations of reactions and chemical concepts. Although the mentioned methods can be effective in conveying chemical concepts and easier understanding of chemical principles, they may not be sufficient by themselves. Since practical skills and experience play a very important role in understanding and consolidating theoretical concepts, it is necessary for students to be placed in a real laboratory environment and to do practical projects in addition to various other experiments. In addition to its many benefits in helping learning, taking a test boosts students' self-confidence. For example, students believe that they can synthesize or produce a substance. Moreover, it may motivate them to study and conduct more research regarding chemistry-related businesses.

PP: 1-3

ISSN (Online): [2717-2279](https://doi.org/10.48310/chemedu.2024.16056.1232)

Citation: Asadpour-Zeynali, K. (2024). Teaching high school chemistry from theory to practice. *Research in Chemistry Education*, 6(1), 1-3.

 <https://doi.org/10.48310/chemedu.2024.16056.1232>



پژوهش در آموزش شیمی، سال ششم، شماره اول، صفحات ۱-۳



پژوهش در آموزش شیمی

<https://chemedu.cfu.ac.ir>


سر مقاله

آموزش شیمی دبیرستان از تئوری تا عملی

کریم اسدپور زینالی ^۱ 

۱. استاد گروه شیمی تجزیه، دانشکده شیمی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

* نویسنده مسئول: asadpour@tabrizu.ac.ir (✉)

علم شیمی به عنوان یکی از شاخه‌های علوم پایه نقش مهم و اساسی را در توسعه فناوری، صنایع و زندگی روزمره بشر دارد. بر کسی پوشیده نیست که برای دستیابی به مفاهیم و مهارت‌های لازم در گرایش‌های مختلف علم شیمی، آموزش شیمی باید به صورت تئوری و عملی توأمان صورت گیرد. در پذیرش این موضوع اتفاق نظر و آراء وجود دارد و تقریباً تمامی اساتید و دبیران شیمی نظر موافقی در این مورد دارند. اما در عمل، تدریس عملی شیمی در دبیرستان تا چه اندازه تحقق می‌یابد؟ در این بحث کوتاه نگاه اجمالی به سازوکارهای لازم جهت تحقق امر تدریس عملی شیمی در دبیرستان پرداخته می‌شود. در آموزش تئوری، مباحث مختلفی مانند نظریه‌های شیمیایی، ساختار اتمی، پیوندهای شیمیایی، تعادل‌ها و واکنش‌های شیمیایی، مفاهیم اسید باز و... تدریس می‌شود. یکی از مواردی که می‌تواند تدریس تئوری شیمی را با درجه موفقیت بالا امکان پذیر سازد، استفاده از مدل‌های شیمیایی، انیمیشن، تصاویر سه بعدی، شبیه سازی‌های واکنش‌ها و مفاهیم شیمیایی می‌باشد. این موارد اگرچه می‌تواند در انتقال مفاهیم شیمیایی موثر بوده و درک اصول شیمیایی را تسهیل کند، اما به تنهایی نمی‌تواند کافی باشد. ضروری هست دانش آموزان در محیط واقعی و آزمایشگاهی قرار گرفته و علاوه بر آزمایش‌های مختلف به انجام پروژه‌های عملی نیز بپردازند. چراکه تجربیات و مهارت‌های عملی نقش بسیار مهمی را در درک و تثبیت مفاهیم تئوری دارد. انجام آزمایش علاوه بر مزایای بسیار در کمک به یادگیری، اعتماد بنفس دانش آموزان را افزایش می‌دهد. به عنوان نمونه دانش آموزان به این باور می‌رسند که می‌توانند ماده‌ای را سنتز یا تولید نمایند. چه‌بسا که ایجاد انگیزه‌ای نماید تا با مطالعه و تحقیق مضاعف در جهت کسب و کار مرتبط با شیمی قدم بردارند.

این نکته را هم باید در نظر گرفت که انجام آزمایش برای دانش‌آموزان لذت بخش است و مجذوب واکنش‌های شیمیایی می‌شوند. البته نباید مسائل ایمنی و رعایت قوانین و مقررات حضور در آزمایشگاه را نادیده گرفت. جهت برگزاری هرچه بهتر آزمایشگاهی و عملی شیمی باید شرایط سخت‌افزاری، شرایط ایمنی، تجهیزات و مواد شیمیایی موجود در دبیرستان مورد بررسی و بهبود قرار گیرد. سیستم‌های بالادستی باید ردیف‌های بودجه‌ای جداگانه‌ای برای تجهیز و توسعه آزمایشگاه‌های شیمی دبیرستان در نظر بگیرند. کارشناسان و دبیران محترم شیمی مهارت‌های عملی لازم را در دوره دانشجویی و دوره‌های بازآموزی کسب نمایند. اما آنچه در عمل و در دبیرستان‌ها اتفاق می‌افتد چگونه است؟ ساعات تدریس عملی شیمی نسبت به ساعات تدریس نظری چگونه است؟ براساس مصوبه نه صد و بیست و ششمین جلسه شورای عالی آموزش و پرورش (شورای عالی آموزش و پرورش، ۱۳۹۴) در نظام آموزشی جاری، کتاب و برنامه مستقل برای آزمایشگاه شیمی در دبیرستان وجود ندارد. برای پایه‌های دهم و یازدهم آزمایشگاه علوم تجربی

وجود دارد که شامل آزمایش‌های زیست‌شناسی، زمین‌شناسی، فیزیک و شیمی می‌باشد. آزمایشگاه علوم تجربی ۱ به مدت ۲ ساعت در هفته برای پایه دهم و آزمایشگاه علوم تجربی ۲ به مدت ۱ ساعت در هفته برای پایه یازدهم در نظر گرفت شده است. این درحالی است که برای پایه دوازدهم هیچ گونه کلاس عملی در نظر گرفته نشده است. با توجه به اینکه نگارنده دروس شیمی را از دبیرستان تا دانشگاه و در تمامی مقاطع تدریس کرده، شخصاً معتقد به تحول سریع در امر آموزش عملی شیمی نمی‌باشم. اما تجدید نظر در تدوین و برنامه ریزی برای تدریس عملی شیمی در مقطع دبیرستان امری اجتناب ناپذیر می‌باشد.

با عنایت به اینکه ما در کشوری زندگی می‌کنیم که منابع طبیعی مرتبط با صنایع شیمی و پتروشیمی کم نظیری دارد، لذا باید دانش‌آموزان با صنایع مختلف و مرتبط با شیمی آشنا شده و حتی نباید به آزمایشگاه شیمی دبیرستان نیز اکتفا کرد و باید با کمک صنایع مرتبط شیمی کشور رابزنی و مشورت کرد و سرفصل مطالب دروس عملی را مورد بازبینی قرار داد. با بررسی کتاب‌های شیمی پایه دهم، یازدهم و دوازدهم مشخص می‌گردد که مطالب عمدتاً کنکور محور می‌باشد. به عنوان نمونه یک مورد کتاب کمک آموزشی برای کنکور از ۱۰۰۰ تا ۱۴۰۰ صفحه کتاب دوجلدی برای هر پایه شیمی چاپ و منتشر می‌شود. درحالی‌که برای تدریس عملی و دستورکار آزمایشگاهی حتی یک صفحه منتشر نمی‌شود. درنهایت این نکته را باید مدنظر قرار داد که روش‌های آموزش تئوری و عملی شیمی چالشی برای تمام کشورها می‌باشد و مقالات متعددی در خصوص الگوهای تدریس شیمی منتشر می‌شود و این نشان‌دهنده دغدغه تمام جوامع در خصوص نحوه تدریس تئوری و عملی شیمی می‌باشد (A. Numan, 2020; J. Sjöström, 2020).

تعارض منافع

«هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است».



ارجاع: اسدپور زینالی، کریم (۱۴۰۳). آموزش شیمی دبیرستان از تئوری تا عملی. پژوهش در آموزش شیمی، ۶(۱)، ۱-۳.

doi <https://doi.org/10.48310/chemedu.2024.16056.1232>

منابع

شورای عالی آموزش و پرورش (۱۳۹۴). جدول مواد درسی و ساعات تدریس هفتگی دوره دوم متوسطه.

Sjöström, J., Eilks, I., Talanquer, V. (2020). Didaktik models in chemistry education. *Journal of Chemical Education*, 97, 910–915.

Numan, A., Ullah, S. (2020). Review to analyze and compare virtual chemistry laboratories for their use in education. *Journal of Chemical Education*, 97, 3563–3574.



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Scientific demonstration: a smart way to teach covalent bonds

Nika Nikrou Shaldehi ^{1,*}

¹ High School Level Chemistry Teacher, Education Office of Tehran Affiliated Cities, Iran

* Corresponding author:  nikanikroo@yahoo.com

ABSTRACT

Keywords:

Scientific demonstration, creativity, teaching method, covalent bond, cheerfulness.

Today, with the non-stop progress of science and awareness, the use of creative teaching methods in various subjects, especially basic science subjects, has gained particular significance. The main goal of this research is to increase students' learning and interest by using the teaching method of scientific demonstration in the topic of covalent bonds from the chemistry book of 10th grade which has many basic contents and concepts that require skill, experience, and knowledge requiring efficient and appropriate teaching method. The population of this study was the 10th grade students studying experimental and math-physics at Miyad, Farzanegan, and Hazrat Fatemeh Al-Zahra High School in Rabat Karim, and it used descriptive quasi-experimental method. In this research, students' understanding of theoretical and scientific concepts, such as sharing of valence electrons and formation of covalent bonds was initially investigated, and their misconceptions of scientific concepts were extracted. Then, while studying and gathering information from up-to-date scientific sources and using the experiences of experienced teachers in the meetings of the educational groups and the school council, and of course, changing the methods by adding the seasoning of creativity, covalent bonds were taught using a scientific demonstration. The effectiveness of this method can be verified through field-based data collection methods such as a Likert scale questionnaire. The results of this research showed that scientific demonstration was an exciting method for the students and provided an opportunity to learn chemistry along with play and fun so that their learning motivation and interest in the lesson can be enhanced.

Received: 17 January 2024

Revised: 11 February 2024

Accepted: 23 February 2024

Published online: 16 March 2023

PP: 4-13

ISSN (Online): [2717-2279](https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15639.1150)

Citation: Nikrou Shaldeh, N. (2024). Scientific demonstration: a smart way to teach covalent bonds. *Research in Chemistry Education*, 6(1), 4-13.

 <https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15639.1150>



پژوهش در آموزش شیمی، سال ششم، شماره اول، صفحات ۱۳-۴



پژوهش در آموزش شیمی

<https://chemedu.cfu.ac.ir>


مقاله پژوهشی

نمایش علمی: روشی هوشمندانه در تدریس پیوند کووالانسی

نیکا نیکرو شالدهی^۱

۱. دبیر شیمی آموزش و پرورش، شهرستان‌های استان تهران، ایران

* نویسنده مسئول: (✉) nikanikroo@yahoo.com

چکیده

امروزه، با پیشرفت بدون توقف علم و آگاهی، استفاده از روش‌های تدریس خلاقانه در دروس مختلف به خصوص دروس علوم پایه اهمیت ویژه‌ای دارد. هدف اصلی این پژوهش، افزایش یادگیری و علاقه‌مندی دانش‌آموزان با استفاده از روش تدریس نمایش علمی در مبحث پیوند کووالانسی از کتاب شیمی دهم است. کتاب شیمی سال دهم، مطالب و مفاهیم پایه‌ای زیادی دارد که تدریس آن نیاز به مهارت، تجربه و دانش داشته و انتخاب روش تدریس کارآمد و مناسب می‌طلبد. جامعه آماری این پژوهش، دانش‌آموزان پایه دهم رشته تجربی و ریاضی-فیزیک دبیرستان میعاد، فرزندگان و حضرت فاطمه الزهرا (س) شهرستان رباط کریم و روش پژوهش از نوع نیمه آزمایشی و توصیفی بود. در این پژوهش، ابتدا میزان درک دانش‌آموزان از مفاهیم تئوری و علمی همچون به اشتراک گذاشتن الکترون‌های ظرفیتی و نحوه تشکیل پیوندهای کووالانسی بررسی شد و کج فهمی آن‌ها در مفاهیم علمی استخراج گردید. سپس ضمن مطالعه و گردآوری اطلاعات از منابع به‌روز علمی و استفاده از تجارب دبیران باسابقه در جلسات گروه‌های آموزشی و شورای مدرسه و البته تغییر روش‌ها با همراه کردن چاشنی خلاقیت، تدریس پیوندهای کووالانسی با نمایش علمی انجام شد. میزان اثرگذاری این روش، با استفاده از روش‌های میدانی جمع‌آوری اطلاعات مثل طرح پرسشنامه در مقیاس لیکرت، انجام پذیر است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که نمایش علمی، روشی مهیج برای دانش‌آموزان بود و فرصتی فراهم کرد تا در کنار بازی و نشاط، شیمی را یاد بگیرند و انگیزه یادگیری و علاقه‌مندی آنان به درس تقویت شود.

واژه‌های کلیدی:

نمایش علمی،
خلاقیت،
روش تدریس،
پیوند کووالانسی،
نشاط

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۷

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۱/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۰۴

تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۲/۱۲/۲۶

شماره صفحات: ۴-۱۳

شاپا الکترونیکی: ۲۷۱۷-۲۲۷۹



ارجاع: نیکرو شالدهی، نیکا (۱۴۰۳). نمایش علمی: روشی هوشمندانه در تدریس پیوند کووالانسی. پژوهش در آموزش شیمی، ۶(۱)، ۴-۱۳.

<https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15639.1150>

مقدمه

امروزه سطح دانش و آگاهی از مسائل مختلف در دانش‌آموزان نسبت به دوره‌های قبل، بیشتر است و چالش‌هایی برای معلم ایجاد می‌کند که نیازمند مهارت حرفه‌ای و عملکرد هوشمندانه از جانب آنان می‌باشد. شیمی یکی از شاخه‌های مهم علم تجربی است و علم تجربی نیازمند مشاهده است؛ پس استفاده از روش‌های تدریسی که حس دیداری دانش‌آموزان را درگیر کند، درک و یادگیری آنان را در مبحث درسی مورد نظر، تحت تاثیر قرار می‌دهد. انتخاب روش مناسب برای مبحث درسی مورد نظر، هنر معلم را می‌طلبد. دیگر، دوران روش‌های سنتی و کلاس دست به سینه به سر رسیده و باید خلاقیت، چاشنی تدریس و آموزش باشد. روش نمایش علمی از روش‌های فعال و خلاقانه است که دانش‌آموزان را وادار به فعالیت و مشارکت در کلاس می‌کند. استفاده از روش‌هایی مثل نمایش علمی در امر تدریس مخصوصاً برای درس شیمی، جذاب و تاثیرگذار است. ایفای نقش دانش‌آموزان به عنوان یک اتم می‌تواند بسیار جالب توجه و جدید باشد و در عین حال کلاس را از خستگی خارج کند. این روش باعث خواهد شد تا دانش‌آموزان ضمن بازی و شادی، درس را نه سرسری بلکه مفهومی یاد بگیرند. اگر روش ایفای نقش برای مباحث درسی، درست انتخاب شود نه تنها وقت‌گیر نیست، برعکس باعث پویایی فرایند یاددهی-یادگیری کلاس درس شیمی می‌شود. به کارگیری چند روش و استفاده از روش‌های ترکیبی مخصوصاً روش‌هایی که برپایه دیدن باشد، می‌تواند مفید باشد. استفاده از روش‌های ترکیبی در ایجاد انگیزه و خلاقیت دانش‌آموزان موثر است (خسروی بابادی، ۱۳۹۳). در این پژوهش، مفهوم پیوند کووالانسی با استفاده از روش نمایش علمی و خلاق به دانش‌آموزان سال دهم رشته تجربی و ریاضی-فیزیک تدریس شده و دانش‌آموزان خود را به جای اتم‌ها در دنیای شیمی تصور کرده اند! همچنین میزان تاثیرگذاری این روش بر یادگیری بررسی شده است.

پیشینه پژوهش

شیمی، علمی بسیار جذاب در عین حال از علوم دشوار جهان است. تفهیم کردن چنین علمی به دانش‌آموزان اگر از راه درست و هوشمندانه صورت نگیرد، نه تنها باعث کاهش یادگیری می‌شود بلکه علاقه آنان را نسبت به این علم و حتی بقیه دروس ممکن است تحت تاثیر قرار دهد. آگاهی از انواع روش‌های تدریس و مهم‌تر از آن انتخاب روش تدریس مناسب در فرآیند یاددهی-یادگیری، دارای اهمیت بالایی است. دیگر دوران روش‌های معلم محور و سنتی به سر رسیده و تدریس موفق نیازمند روش فعال و دانش‌آموز محور است.

روش نمایش علمی، برپایه مشاهده و دیدن استوار است. افراد مهارت‌های خاصی را از طریق دیدن فرا می‌گیرند. مهمترین حسن این روش، به کارگیری اشیای حقیقی و واقعی در آموزش است. این روش با اصول یادگیری اکتشافی آمیخته است که می‌تواند برای موضوعات علوم تجربی و تقویت حس کنجکاوی و تقویت نیروی اکتشاف و اختراع و پرورش تفکر انتقادی فراگیران بسیار مفید باشد. نقش معلم در این روش، هدایت شاگردان و نظارت بر کار آنها است (نورالله خسروی، ۱۳۸۵).

شاید بارها و بارها شنیده‌یم که زبان بدن در ارسال پیام به مخاطب تاثیر زیادی دارد؛ حال اگر همین موضوع را به کلاس درس بسط دهیم، خواهیم دید که درگیر کردن دانش‌آموزان در فضای کلاس، به صورت ارائه نمایش، هم بر افزایش مهارت اجتماعی آنان تمرکز دارد و هم پیام علمی درس مورد نظر به خوبی منتقل خواهد شد.

در سبک دیداری، فراگیرندگان از طریق دیدن و ارائه‌ی نمایشی اطلاعات بهتر یاد می‌گیرند و زبان بدن مورد توجه و مؤثر است. معلم، زمینه‌های گوناگون را فراهم کند تا همه‌ی دانش‌آموزان بتوانند مسیرهای ویژه‌ی یادگیری خود را، که در آن حال بهتری برای آموختن دارند، تجربه کنند. بنابراین، تنوع روش‌ها در فعالیت‌های یادگیری، قلب توجه به سبک‌های یادگیری دانش‌آموزان است، به گونه‌ای که در هر فعالیت دانش‌آموز بتواند شناخت بهتری درباره‌ی شیوه‌ی یادگیری خود به دست آورد.

قدیمی‌ترین مطلب ضبط شده به وسیله انسان به صورت شکل است و نزدیک به سی هزار سال پیش ترسیم شده است. بنابراین اولین نگاره‌های انسان شوق انسان به یادگیری را نیز نشان می‌دهد. یادگیری در انسان به صورت‌های مختلف انجام می‌پذیرد که یکی از این روش‌ها دیدن است. انسان‌ها با نگاه کردن به عکس‌ها، طرح‌ها و تصاویر، آن‌ها را به ذهن منتقل و به صورت شکل در مغز خودشان بایگانی می‌کنند. پس تصاویر و دیدن، در یادگیری نقش مهمی را ایفا می‌کنند و باعث فعال سازی قوه یادگیری در ذهن می‌شوند. ۶۵ درصد انسان‌ها و دانش‌آموزان وقتی شکلی را می‌بینند با علاقه بیشتری به یادگیری می‌پردازند (سحر نظری، ۱۳۹۵).

اگر از دوران کودکی هم در نظر بگیریم، کودکان می‌بینند و عمل می‌کنند. دانش‌آموزان همان کودکانی هستند که با مشاهده کردن آموزش دیده‌اند، پس چطور می‌توان انتظار داشت که تنها با گوش کردن به صدای معلم، یادگیری کامل انجام شود، این توقع برخلاف مراحل رشد آنان است.

از روش‌های آموزشی که امروزه از آن به‌عنوان یک رویکرد نوین در یادگیری یاد می‌شود و بر پایه فناوری اطلاعات است، آموزش ترکیبی است (صمدی، ۱۴۰۱). تدریس مبتنی بر روش‌های ترکیبی برای ایجاد انگیزه و خلاقیت دانش‌آموزان نسبت به تدریس سنتی، تأثیر بیشتری دارد (خسروی بابادی، ۱۳۹۳).

وقتی به زندگی فردی خود توجه می‌کنیم، می‌بینیم که خودمان هم از روزمرگی و تکرار وقایع، گریزان هستیم. دانش‌آموزان باتوجه به ویژگی‌های رفتاری سن خود عمل می‌کنند. آن‌ها نشاط و تنوع می‌خواهد. معلمی که خواهان کلاس پویا و سودمند باشد، ویژگی‌های رفتاری دانش‌آموزان را تحت شعاع قرار می‌دهد و برای ایجاد نشاط و انگیزه برنامه ریزی می‌کند.

تغییر الگوی سنتی تمرکز بر محتوای درس به الگوی تمرکز بر متحوا و فرایند، از یادگیری منفعل به فعال، از معلم محوری به دانش‌آموز محوری، از یادگیری منحصر به کتاب درسی به یادگیری از منابع متعدد، از یادگیری محدود به زمان به یادگیری همیشگی و تغییر از تک روشی برای تدریس به روش‌های چندگانه برای تدریس، همه و همه از برنامه‌های جدید نظام‌های آموزشی است. توجه به توانایی خلاقیت معلمان در جهتی پویا به‌عنوان یکی از راهکارهای مفید و مؤثر برای برخورد با عقب‌ماندگی‌های علمی و فناوریانه فعلی جامعه دانش‌آموزی مورد نیاز است. از نظر اکثر اندیشمندان، خلاقیت به‌عنوان پرقدرت‌ترین توانایی بشری در نهاد آدمی از کودکی گرفته تا بزرگسالی جای دارد تحقق اهداف آموزش و پرورش در گرو همکاری و هماهنگی تمامی عواملی است که تعامل نظام‌مند آن‌ها با یکدیگر به وجود این نهاد معنا می‌بخشد (ذاکری پور، ۱۴۰۱).

اندیشمندان و پژوهشگران زیادی از سراسر دنیا همواره به لزوم خلاقیت در موفقیت‌های شغلی، فردی و جمعی اشاره کرده‌اند. خلاقیت ابزار کار معلم است! حتی با کمترین امکانات، خلاقیت می‌تواند شکوفا شود. خلاقیت سرمایه‌ای است که شرایط کلاس به سختی می‌تواند آن را محدود کند. معلمی که توانسته باشد خلاقیت خود را کشف و مدیریت کند، می‌تواند در جهت چالش‌های هیجانی-اجتماعی و تحصیلی^۱ دانش‌آموزان گام‌های مؤثری بردارد.

چالش‌های هیجانی-اجتماعی و تحصیلی اصطلاحی است برای توصیف گستره‌ای از موانع و مسائلی که هر فرد در دوره‌های مختلف رشد با آن‌ها مواجه است. این چالش‌ها شامل موضوع‌های مختلف فردی و اجتماعی نظیر مشکلات ارتباطی، ضعف در مدیریت و تنظیم هیجان‌ها، اضطراب‌ها، شکست تحصیلی و مدرسه‌گریزی است. انگیزه پیشرفت، گرایشی برای دانش‌آموزان است که باعث تلاش برای موفقیت و برخورداری از لذتی که با موفقیت در عملکرد همراه

¹ social-emotional challenges and academic

است می‌شود (شهرآرای، ۱۳۸۵) در نتیجه استفاده از روش‌های جذاب و متنوع جهت ایجاد انگیزه برای دانش‌آموز موضوع مهم و اساسی است.

هدف پژوهش

هدف کلی: استفاده از روش نمایش علمی و خلاق در تدریس مفاهیم خشک درسی و افزایش نشاط و انگیزه دانش‌آموزان (ایجاد یک زنگ شیمی شاد با چاشنی درس در قالب نمایش و بازی)
اهداف جزئی:

- افزایش نشاط و روحیه در دانش‌آموزان متوسطه دوم
- ایجاد کلاس پویا و به‌روز برای دانش‌آموزان آگاه نسل امروز
- تفهیم مسائل خشک درسی با نمایش و بازی
- علاقه مندی دانش‌آموزان به کلاس درس شیمی
- تدریس پیوند کووالانسی به روشی تازه و جذاب

روش

در روش‌های پژوهش نیمه آزمایشی و توصیفی قرار است که یک راهکار، جهت بررسی نتیجه‌های رفتاری مهم مورد آزمون قرار گیرد. این نوع روش‌ها دارای سلسله مراتب می‌باشند که نیاز به زمان، تحلیل و اجرای دقیق دارند. در ادامه لازم است که مراحل مهم در ارتباط با روش پژوهش رعایت گردد.

- مشاهده : معلم، دوربینی است از نوع انسانی که اولین ابزار معلم مشاهده است. مشاهده رفتارهای ورودی دانش‌آموزان بسیار موثر است و مانند جرعه‌ای معلم را به تفکر و خلاقیت وامی‌دارد و باعث خواهد شد تا معلم به این فکر کند که واقعا یک کلاس، بدون اتلاف وقت و پرداختن به اصل درس چگونه باید جذاب باشد؟
- مصاحبه: شاید بهترین دلیل برای هفکری و استفاده از تجارب دیگران، استناد به قرآن کریم باشد. درآیه شریفه ۳۸ از سوره شوری آمده است: « وَ أَمْرُهُمْ شُورَى بَيْنَهُمْ » و امورشان در بینشان به مشورت صورت می‌گیرد. مشورت و هم‌اندیشی با دبیران هم‌پایه، دبیران باسابقه و حتی دبیران دروس علوم پایه بسیار ارزشمند و مفید است و دریچه‌ای جدید به روی معلم جهت انتخاب روش مناسب، باز می‌کند.
- منابع علمی: استفاده از منابعی (که مثال‌های آن در پیشینه پژوهش استفاده شد) مثل: مقالات، پایان‌نامه‌ها و منابع اینترنتی و ... ابزار خوبی برای معلم در جهت ایده‌پردازی می‌باشد.
- اجرا: مهم‌ترین گام برای رسیدن به نتیجه مطلوب و دلخواه، اجرا روش است که هر چه قدر بی‌نقص‌تر باشد، بازدهی افزایش پیدا می‌کند. روش اجرای نمایش علمی از سه گام مهم تشکیل شده است که در یافته‌های پژوهش به طور کامل مورد بررسی قرار گرفته است.

یافته‌ها

در ابتدا لازم است، اشاره شود که انجام هر نوع پژوهش یک فرایند کوتاه و یکی دو روزه نیست و نیاز به پیش زمینه‌های مهمی دارد. از جمله پیش‌زمینه‌های مهم برای کلاسی بانشاط جهت روش تدریس فعال مثل نمایش علمی، به شرح زیر است:

● شکل گیری ارتباط اولیه دوستانه (در چهارچوب و به اندازه) بین معلم و دانش‌آموزان. دانش‌آموزی که معلم را دوست بدارد، درس می‌خواند، فعالیت می‌کند، پیشرفت می‌کند و مهم‌تر از همه فردی نوع دوست خواهد شد.

● موقعیت سنجی
آشنایی با روحیات دانش‌آموزان هر کلاس و تشخیص روحیات کلی آن کلاس بسیار مهم است. این تشخیص، چشم‌اندازی برای راهکارهای درسی و تربیتی در اختیار معلم قرار می‌دهد. لازمه انجام هر نوع پژوهش این است که معلم جنس کلاس خود را بشناسد در این صورت دیگر هیجانات دانش‌آموزان را سرکوب نمی‌کند بلکه کنترل می‌کند و از طرفی برای فعالیت‌های آینده خودش در آن کلاس برنامه‌ریزی می‌کند.

● مدیریت کلاس
معلم با مدیریت سنجیده شده، نه تنها کلاس شاد ایجاد می‌کند؛ بلکه زمان پرت و از دست رفته هم به وجود نمی‌آید. در ادامه فقط کافی است که دانش‌آموزان را درگیر روش تدریس فعال و نمایش علمی و خلاق کرده و معلم با نقش تسهیل‌گر آموزشی، آنان را مدیریت کند. در واقع طبق نظر ماری پارکر فالت^۱: «مدیریت هنر انجام امور به وسیله دیگران است.»

پس از مجموع عواملی که ذکر شد، آنچه که مهم است نحوه اجرای مناسب روش نمایش است که خود شامل سه مرحله می‌باشد:

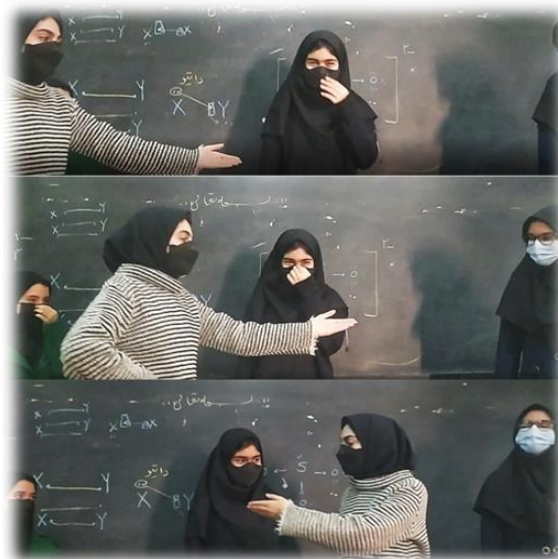
مرحله اول) تعیین سطح: قبل از شروع اجرای نمایش علمی لازم است تا بررسی شود آیا واقعا دانش‌آموزان به این روش نیاز دارند؟ اصلا در مفهوم موضوع درسی مدنظر (که اینجا پیوندهای کووالاسی است) ایراد و کج فهمی دارند؟ انواع این سوالات با یک بررسی ساده در کلاس درس حضوری یا گروه مجازی و تیزبینی معلم آشکار می‌شود. مثلا در شکل یک، به راحتی قابل تشخیص است که دانش‌آموزان هنوز در مفهوم موردنظر دارای تردید هستند. به پیام‌های سما، زهرا و ملیکا که مثالی از کلاس‌ها می‌باشند، توجه کنید. پیام‌ها یا دارای علامت سوال است که نشانه شک می‌باشد یا ویرایش شده است!



شکل ۱- تعیین سطح

¹ Marry Parker Follett

مرحله دوم) اجرای نمایش: ناگهانی بودن نمایش بر جذابیت آنان می‌افزاید. می‌توان نمایش را با یک سوال خوب آغاز نمود. مثلاً: بچه‌ها فرق یک پیوند دوگانه و دو پیوند یگانه چیست؟ در این مرحله باید از دانش‌آموزان خواسته شود تا سه نفر از آن‌ها به صورت داوطلب به پای تخته بایند و نمایش با سه دانش‌آموز و معلم آغاز خواهد شد. بازیگران معرفی می‌شوند و معلم باید، دانش‌آموزان را نسبت به ایفای نقش جهت ادامه نمایش یاری کند. به شکل دو توجه کنید.



شکل ۲- معرفی بازیگران نمایش

سناریو پیشنهادی این بخش:

- معلم: یک اتم مرکزی داریم (قسمت بالای شکل دو).
 - دانش‌آموزان و بازیگران: احتمالاً صدای خنده ...
 - معلم: دو تا اتم مختلف به اتم مرکزی وصل هستند (قسمت وسط و پایین شکل دو).
- سپس تدریس پیوند کووالانسی با نمایش انجام می‌شود و در واقع نمایش به درس تعمیم داده می‌شود و آنچه که قرار بود به صورت کلامی شنیده شود، با نمایش دوستانه و جذاب دیده خواهد شد. به شکل سه و چهار توجه کنید.



شکل ۳- تدریس نمایشی

سناریو پیشنهادی این بخش:

- معلم: اتم مرکزی دو الکترون فرد دارد (قسمت بالای شکل سه).
- معلم: اتم جانبی سمت راست، چه دارد؟ (قسمت وسط شکل سه)
- دانش‌آموزان: یک الکترون فرد
- معلم: اتم جانبی سمت چپ، چه دارد؟ (قسمت پایین شکل سه)
- دانش‌آموزان: یک الکترون فرد



شکل ۴- پرسش و پاسخ نمایشی

سناریو پیشنهادی این بخش:

- معلم: الان چه اتفاقی می‌افتد؟ (قسمت بالای شکل چهار).
 - دانش‌آموزان: الکترون‌ها را به اشتراک می‌گذارند.
 - معلم: پس الان چه داریم؟ (قسمت پایین شکل چهار)
 - دانش‌آموزان: دو پیوند یگانه
- در ادامه معلم باید فقط نظاره‌گر باشد و اجازه دهد تا نمایش دانش‌آموز محور آغاز شود. بهتر است که معلم با سوالات هدفمند، نمایش را هدایت کند. به شکل پنج توجه کنید.



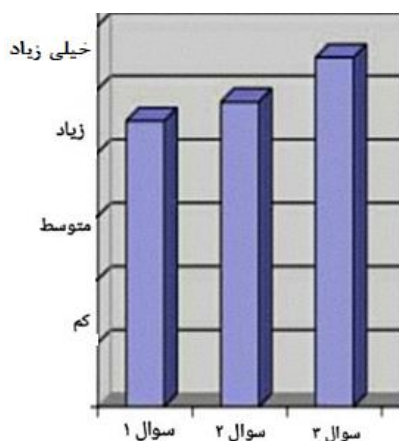
شکل ۵- نمایش دانش‌آموز محور

سناریو پیشنهادی این بخش:

- معلم: الان چه اتفاقی می‌افتد؟ (قسمت بالای شکل پنج).
- دانش‌آموزان: هر کدام دو الکترون به اشتراک می‌گذارند.
- من: پس الان چه داریم؟ (قسمت پایین شکل پنج)
- دانش‌آموزان: یک پیوند دوگانه

مرحله سوم) بررسی اثربندی: در نهایت، مهم‌ترین مسئله این است که نمایش علمی و خلاق چه تاثیری در روحیه و روند یادگیری دانش‌آموزان بگذارد. یعنی سنجش و ارزیابی از یادگیری آنان دارای اهمیت بالایی است. دبیر باید تیزبین باشد و مهم‌ترین بازخوردی را که دانش‌آموزان از هر روش می‌دهند از کلام، چهره و رفتار آنان برداشت کند و در ادامه می‌تواند با روش‌های آماری مختلفی برای جمع‌آوری اطلاعات مانند تهیه پرسشنامه، نتیجه کار خود را به طور دقیق‌تر بسنجد.

در شکل شش، نمونه‌ای از نظرسنجی بر اساس مقیاس لیکرت است که در فرم ساز گوگل، تهیه شده است. همچنین می‌توان نظرات دانش‌آموزان را به صورت نمودارهای آماری جمع‌آوری نمود و بررسی‌های دقیق‌تری در دست داشت (شکل هفت). جامعه آماری برای بررسی نموداری حدود ۱۶۰ دانش‌آموز می‌باشد.



شکل ۷- بررسی‌های آماری

فرم نظرسنجی نمایش

* نمایش اجرا شده، چقدر توانسته یادگیری درس مورد نظر را برای شما آسان‌تر کند؟

☐ خیلی زیاد
☐ زیاد
☐ متوسط
☐ کم

* نام و نام خانوادگی

Your answer

* کلاس و رشته

Your answer

* پس از مشاهده نمایش، میزان علاقه‌مندی خود نسبت به درس شیمی را چقدر ارزیابی می‌کنید؟

☐ خیلی زیاد
☐ زیاد
☐ متوسط
☐ کم

* آیا تمایل دارید که این روش تدریس برای شما تکرار شود؟

☐ خیلی زیاد
☐ زیاد
☐ متوسط
☐ کم

Submit Clear form

شکل ۶- نمونه فرم ساده نظرسنجی

بحث و نتیجه‌گیری

استفاده از روش نمایش علمی در تدریس مباحث مفهومی درس شیمی (مثل پیوند کووالانسی) ضمن بازی و نشاط در کلاس، باعث افزایش یادگیری، علاقه و توجه آنان به درس شده؛ همچنین با ایفای نقش، اعتماد به نقش و انگیزه دانش‌آموزان را تقویت خواهد کرد. انجام فرآیند تدریس برای دانش‌آموزان آگاه امروز نیازمند مهارت و دانش نسبت به روش‌های تدریس فعال است. نتایج مشاهده شده منطبق بر منابع می‌باشد و پیشنهاد می‌شود که:

- پژوهش‌های مرتبط با روش تدریس و دانش‌آموزان، فرایندی گام به گام است پس لازم است که از ابتدای سال تحصیلی، زمینه و بستر آن فراهم شود.
- برای استفاده از روش‌های فعال، باید موقعیت سنجی مناسب از کلاس درس در الویت کارها قرار گیرد.

- روش‌های دانش‌آموز محور، نیازمند نظارت معلم هستند زیرا مدیریت و هدایتگری معلم، فرایند یاددهی-یادگیری را برای رسیدن به نتیجه یاری می‌کند.
- روش نمایش علمی با تمام جذابیت و اثرمندی‌اش، برای تمام مباحث درسی نیست و بهتر است قبل از اجرای نمایش با دبیران باتجربه درمورد انتخاب موضوع مشورت شود.
- در روش‌هایی مثل نمایش علمی لازم است تا دانش‌آموزان از قبل، اطلاعاتی از مبحث درسی مدنظر داشته باشند؛ برای مثال قبل از تدریس پیوند کووالانسی با نمایش علمی می‌توان از مدل‌های مولکولی برای آموزش اتم و مولکول‌ها به دانش‌آموزان بهره برد.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است».

COPYRIGHTS



©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.

منابع

- خسروی بابادی، علی‌اکبر (۱۳۹۹). پایان‌نامه اثربخشی روش تدریس مبتنی بر یادگیری ترکیبی بر انگیزش پیشرفت و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان دختر دوره ابتدایی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، تهران، ایران.
- خسروی، نورالله (۱۳۸۵). روش تدریس نمایشی (نمایش علمی). ماهنشان، زنجان، ایران.
- ذاکری پور، سعید (۱۴۰۱). شناسایی نیازهای جامعه‌ی دانش‌آموزی در پسا کرونا از دیدگاه معلمان مقطع ابتدایی شهرستان لنده. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور استان فارس، خرامه، ایران.
- سلیقه دار، لیلا (۱۳۹۹). طراحی آموزشی مبتنی بر چهار دنیای یادگیری. تهران، ایران.
- شهرآرای، مهرناز (۱۳۸۵). انگیزش در تعلیم و تربیت: نظریه‌ها، تحقیقات و راهکارها. (ترجمه و تألیف). تهران: انتشارات علم.
- صمدی، پروین (۱۴۰۱). مزایا و چالش‌های آموزش ترکیبی از دیدگاه مدیران و معلمان دوره ابتدایی در دوره پسا کرونا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه الزهرا (س)، تهران، ایران.
- نظری، سحر (۱۳۹۵). بررسی تاثیر آموزی با استفاده از اینفوگرافیک بر تفکر انتقادی در درس تاریخ دانش‌آموزان دختر متوسطه اول سرپل ذهاب. کرمانشاه، ایران.



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Investigating the effect of combined education with the laboratory rotation model on students' learning in the concept of balance: The case study of technical and vocational branch

Zakyeh Akrami ^{1,*}, Shima Sadeghian Najafabadi², Atefeh Chatraei²

¹ Assistant Professor, Department of Chemistry Education, Farhangian University, P.O. Box 14665-889, Tehran, Iran

² Undergraduate's Student in Chemistry Education, Department of Chemistry Education, Farhangian University, P.O. Box 14665-889, Tehran, Iran

* Corresponding author:  z.akrami@cfu.ac.ir

ABSTRACT

Keywords:

Blended Learning, Laboratory Rotation Model, Students, Balance, Learning

The purpose of this research is to investigate the effect of combined teaching with the laboratory rotation model on students' learning in the concept of balance. The study used a quasi-experimental method with two control and experimental groups. The population included all students of the technical and vocational branches of Najafabad are studying during the academic year of 2023-2024. A total number of 35 students were selected through convenience sampling and were trained in two groups of 15 and 20 students using combined and traditional teaching methods. In the experimental group, the combined method with the laboratory rotation approach was implemented to teach the concept of balance, and the control group was trained in the usual way. To measure the learning rate of the two groups, a researcher-made test was administered. The reliability of this tool in Cronbach's alpha was 0.75, and its validity was checked using the content validity method. After ensuring the homogeneity of the variances and the normality of the scores, one-variable covariance analysis method was used to test the research hypothesis. The results of this research showed that combined teaching with the laboratory rotation approach has a positive and significant effect ($P < 0.05$) on students' learning in four aspects of the concept of balance, including the calculation of the ratio of coefficients (with the effect of 0.187), the coefficient (with the effect of 0.172), the law of mass conservation (with the effect of 0.266), and the using of natural numbers (with the effect of 0.350). Considering that combined education with laboratory rotation approach brings special possibilities in some cases such as access to resources, communication between teacher and learner, doing and presenting assignments for students, this type of learning leads to higher learning. Therefore, it is recommended for teachers to use the features of this educational approach to teaching-learning experiences to enhance students' learning.

Received: 05 February 2024

Revised: 07 March 2024

Accepted: 26 March 2024

Published online: 26 March 2024

PP: 14-25

ISSN (Online): [2717-2279](https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15760.1183)

Citation: Akrami, Z, and et al. (2024). Investigating the effect of combined education with the laboratory rotation model on students' learning in the concept of balance: The case study of technical and vocational branch. *Research in Chemistry Education*, 6(1), 14-25.

 [https://doi.org/ 10.48310/CHEMEDU.2024.15760.1183](https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15760.1183)





پژوهش در آموزش شیمی

<https://chemedu.cfu.ac.ir>


مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر آموزش ترکیبی با الگوی چرخش آزمایشگاهی بر یادگیری دانش آموزان در مفهوم موازنه (مطالعه موردی: شاخه فنی و حرفه‌ای)

زکيه اکرمي^۱ ^{۱*}، شيماء صاديقان نجف آبادي^۲، عاطفه چترایی^۲

۱. استادیار، گروه آموزش شیمی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۸۸۹-۱۴۶۶۵، تهران، ایران،

۲. دانشجوی کارشناسی آموزش شیمی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۸۸۹-۱۴۶۶۵، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول: z.akrami@cfu.ac.ir (✉)

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر آموزش ترکیبی با الگوی چرخش آزمایشگاهی بر یادگیری دانش آموزان در مفهوم موازنه است. روش مطالعه از نوع شبه آزمایشی است که بر روی دو گروه کنترل و آزمایش انجام شده است. جامعه تحقیق کلیه دانش آموزان شاخه فنی و حرفه‌ای شهر نجف آباد اصفهان است که در سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ مشغول به تحصیل هستند. ۳۵ نفر از دانش آموزان جامعه تحقیق به عنوان نمونه‌ی در دسترس در دو گروه ۱۵ و ۲۰ نفری، به دو شیوه ترکیبی و سنتی آموزش دیده‌اند. در گروه آزمایش، روش ترکیبی با رویکرد چرخش آزمایشگاهی برای آموزش مفهوم موازنه اجرا شد و گروه کنترل به شیوه معمول آموزش دیدند. برای سنجش میزان یادگیری دو گروه، آزمون محقق ساخته اجرا و پایایی این ابزار با استفاده از آلفای کرونباخ برابر ۰/۷۵ و روایی آن از روش روایی محتوایی بررسی، و پس از اطمینان از همگنی واریانس‌ها و نرمال بودن نمره‌ها، از روش تحلیل کوواریانس تک متغیره برای آزمون فرضیه تحقیق استفاده شد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد آموزش ترکیبی با رویکرد چرخش آزمایشگاهی در یادگیری دانش آموزان در چهار مورد از مفهوم موازنه شامل محاسبه نسبت ضرایب (با اندازه اثر ۰/۱۸۷)، ضریب (با اندازه اثر ۰/۱۷۲) و قانون پایستگی جرم (با اندازه اثر ۰/۲۶۶) و استفاده از اعداد طبیعی (با اندازه اثر ۰/۳۵۰) تأثیر مثبت و معنادار داشته ($P < ۰/۰۵$) است. با توجه به اینکه آموزش ترکیبی با رویکرد چرخش آزمایشگاهی امکانات ویژه‌ای را در مواردی مانند دسترسی به منابع، ارتباطات میان معلم و فراگیر، انجام و ارائه تکالیف برای دانش آموزان به همراه دارد، یادگیری بیشتر آن‌ها را باعث می‌شود. بنابراین، به معلمان توصیه می‌شود از ظرفیت‌های این رویکرد آموزشی برای تدارک تجربه‌های یاددهی-یادگیری برای افزایش یادگیری دانش آموزان به‌خوبی استفاده کنند.

واژه‌های کلیدی:

آموزش ترکیبی،
الگوی چرخش
آزمایشگاهی،
دانش آموزان،
موازنه،
یادگیری

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۱۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۲/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۰۷

تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۳/۰۱/۰۷

شماره صفحات: ۱۴-۲۵

شاپا الکترونیکی: ۲۷۱۷-۲۲۷۹



ارجاع: اکرمی، زکيه و همکاران (۱۴۰۳). بررسی تأثیر آموزش ترکیبی با الگوی چرخش آزمایشگاهی بر یادگیری دانش آموزان در مفهوم موازنه (مطالعه موردی: شاخه فنی و حرفه‌ای). پژوهش در آموزش شیمی، ۱۴۶، (۱)، ۲۵-۱۴.

 <https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15760.1183>

مقدمه

پیشرفت فناوری‌های نوظهور مانند هوش مصنوعی به ما یادآوری می‌کند که پرکردن ظرف ذهنی دانش‌آموزان از محفوظات با وجود چنین فناوری‌هایی ثمره‌ای جز اتلاف وقت گران‌بهای دانش‌آموزان ندارد. زیرا آنان با حضور فناوری‌های نوظهور به راحتی می‌توانند پاسخ نیازهای شناختی خود را به دست آورند. رسالت معلم این است که سعی کند در برگزاری آموزش حضوری تلاش نماید و از سوی دیگر، از ابزار فناورانه بهره‌مند گردد. آموزش ترکیبی که خود زیرمجموعه آموزش الکترونیک به شمار می‌آید، به عنوان یک رویکرد آموزشی تعریف می‌شود که در آن بیش از یک روش ارائه با هدف بهینه‌سازی نتایج یادگیری و اثربخش هزینه‌ها به کار گرفته می‌شود (کوند و طلائی، ۱۴۰۱). آموزش ترکیبی یک برنامه چندرسانه‌ای است که برای حل مسائل با یک رویکرد مناسب به کار می‌رود. در این روش، منابع آموزشی (مکتوب، غیرمکتوب و الکترونیکی) به بهترین نحو برای تدریس ترکیب می‌شوند. اصل مهم در روش آموزش ترکیبی، رسیدن به ترکیب صحیحی از مواد، رسانه، رویکرد و روش‌های آموزشی است (Alammary et al., 2014).

رویکرد آموزش ترکیبی، از اوایل قرن بیستم به یک رویکرد رایج آموزشی تبدیل شد (کریمی و باقری، ۱۴۰۲). در واقع با توسعه فناوری‌هایی مانند ابزارهای نسل دوم وب، سامانه‌های مدیریت یادگیری و دیگر فناوری‌های تعاملی که اغلب حتی با موبایل در دسترس هستند، شکاف موجود میان آموزش سنتی و آموزش برخط برداشته شد و تلفیق میان این دو روش آغاز شد. با وجود محاسن آموزش‌های سنتی و برخط، یکی از دلایل استفاده از یادگیری ترکیبی این است که استفاده به تنهایی از هر کدام از آموزش‌های سنتی و برخط معایبی به همراه دارد. از معایب آموزش سنتی می‌توان به محدودیت زمانی و مکانی، برنامه درسی غیر منعطف، محدودیت دسترسی به منابع، کمبود در کسب تجارب یادگیری، درگیرسازی اندک دانش‌آموزان در کلاس، نبود فرصت برابر بین یادگیرندگان و دشواری اجرای آموزش شخصی‌سازی شده اشاره کرد. آموزش برخط نیز دارای معایبی از جمله عدم انعکاس زبان بدن معلم و دانش‌آموز، مشکلات فنی مربوط به ابزارها، معضل آزمون، تقلب در پاسخ آزمون و ضعف در برقراری ارتباطات اجتماعی است. آموزش ترکیبی با مکمل قراردادن نقاط قوت و ضعف آموزش الکترونیکی، موجب بهتر شدن تعامل در محیط‌های آموزشی، انعطاف‌پذیری و اثربخشی بیشتر می‌شود و فاصله یادگیری و عمل را کم می‌کند و این کار راه حلی مناسب، برای بالابردن کیفیت آموزشی می‌باشد (عجم و مهدی‌زاده، ۱۴۰۲).

یادگیری ترکیبی دارای الگوهای مختلفی است که مهم‌ترین و پرکاربردترین آن‌ها عبارتند از: الگوی چرخشی (ایستگاهی^۱، آزمایشگاهی^۲، معکوس^۳ و انفرادی^۴)، الگوی منعطف^۵، الگوی خودترکیبی^۶ و الگوی مجازی غنی‌شده^۷. در الگوی چرخشی، دانش‌آموزان در یک دوره زمانی مشخص در ایستگاه‌های مختلف یا آزمایشگاه رایانه‌ای می‌چرخند. معلم در مدت این ایستگاه‌ها برای تحقیقات و یا تکمیل تکالیف از نرم‌افزارهای مختلف استفاده می‌کند. در الگوی منعطف، دانش‌آموزان در حالی که در کلاس با آزمون و خطا کار می‌کنند، با معلم آموزش یک به یک، از طریق آنلاین با سرعت خودشان تمرین می‌کنند. این مدل در واقع موجب انعطاف‌پذیری قابل توجهی در دانش‌آموزان و مالکیت نسبت به یادگیری خودشان می‌شود. در الگوی خودترکیبی، دانش‌آموزان یک یا چند دوره را برای تکمیل دوره سنتی انتخاب می‌کنند و معلم به صورت برخط یا حضوری پاسخگوی آنان است. دانش‌آموزان می‌توانند دوره‌های برخط را در محوطه آموزشی یا خارج از آن بگذرانند. الگوی مجازی غنی‌شده برای دوره یا جلسه درسی کاربرد دارد که دانش‌آموزان به آموزش مستقیم معلم نیاز دارند ولی به دلایلی مانند راه دور، برای کامل شدن دوره می‌توانند آموخته‌هایشان را به صورت مجازی و از راه دور یاد بگیرند. در این الگو معلم از منابع اضافی دیجیتالی برای یادگیری عمیق‌تر استفاده می‌کند (سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، ۱۴۰۱؛ Ameloot et al., 2024؛ Bizami et al., 2023).

¹ station rotation model

² lab rotation model

³ flipped classroom rotation model

⁴ individual rotation model

⁵ flex model

⁶ self-combination model

⁷ enriched virtual model

هنگام انجام یک واکنش شیمیایی، ماهیت ماده دچار تغییر شده و ماده جدیدی تولید و برای نمایش واکنش‌های شیمیایی از معادله شیمیایی استفاده می‌شود. واکنش‌های شیمیایی از قانون پایستگی جرم پیروی می‌کنند. در یک واکنش شیمیایی اتمی از بین نمی‌رود و اتم جدیدی نیز تولید نمی‌شود. پس معادله شیمیایی هنگامی صحیح نوشته می‌شود که نشان دهد واکنش از قانون پایستگی جرم پیروی می‌کند. به چنین معادله‌ای، معادله موازنه شده می‌گویند. هنگام انجام یک واکنش شیمیایی همه یا تعدادی از پیوندهای شیمیایی میان اتم‌های واکنش‌دهنده‌ها شکسته شده و پیوندهای شیمیایی جدید تشکیل می‌شوند. برابر بودن تعداد اتم‌های مربوط به هر عنصر در دو سوی معادله شیمیایی به معنای موازنه بودن آن است (Shadreck, 2018). در تعریف عملیاتی، نسبت دادن ضریب ثابت به هر یک از واکنش-دهنده‌ها و فراورده‌ها در یک معادله شیمیایی تا تعداد اتم‌های هر عنصر در دو سوی معادله برابر شود را موازنه می‌نامند. در معادله نمادی، نسبت ضرایب واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها مشخص است. مشخص بودن نسبت ضرایب به ما کمک می‌کند تا بتوانیم مقدار مواد مورد نیاز برای یک واکنش یا مقدار فراورده تولید شده را محاسبه کنیم. اگر تعداد اتم‌های یکی از مواد موجود در واکنش را بدانیم، با استفاده از ضرایب معادله موازنه شده، تعداد اتم‌ها یا مولکول‌های سایر مواد را می‌توانیم محاسبه کنیم.

پیشینه پژوهش

بررسی پژوهش‌های صورت گرفته در مورد آموزش تلفیقی تا سال ۲۰۰۳، مطالعاتی را نشان می‌دهند که در آن از آموزش ترکیبی نام برده‌اند اما تعاریف دقیقی در مورد آن ارائه نکرده‌اند. این مرحله به نام «اولین تلاش‌ها» در پژوهش برای آموزش ترکیبی نامگذاری شده است. از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۷ پژوهش‌های منتشر شده اغلب سعی دارند تعریفی از آموزش ترکیبی ارائه دهند که به این دوران، «تلاش برای چپستی آموزش ترکیبی» می‌گویند. در سال‌های بعد (بین ۲۰۰۷ تا ۲۰۰۹) تعداد پژوهش‌ها در زمینه آموزش ترکیبی افزایش یافت و از لحاظ موضوع بیشتر در زمینه اثربخشی آموزش ترکیبی بود و به نوعی دلایلی برای استفاده از یادگیری ترکیبی ارائه شده است که به این بازه زمانی، «چرایی آموزش ترکیبی» می‌گویند. پس از آن از سال ۲۰۱۰ تاکنون پژوهش‌ها بیشتر به سمت الگوهای آموزش ترکیبی و روش‌های تدریس در یادگیری ترکیبی و یا معرفی ابزارها در آموزش ترکیبی است که در واقع «چگونگی اجرای آموزش ترکیبی» مورد نظر است. در چند سال اخیر پژوهش‌های بسیاری درباره کارایی روش‌های آموزش و یادگیری ترکیبی انجام گرفته است که در اغلب آن‌ها نتایج نشان‌دهنده تأثیر مثبت این روش آموزشی بر یادگیری دانش‌آموزان بوده است (کریمی و باقری، ۱۴۰۲؛ نوری‌زاده و زین‌آبادی، ۱۴۰۲؛ عجم و مهدی‌زاده، ۱۴۰۲ و کاوند و طلایی، ۱۴۰۱). کریمی و باقری (۱۴۰۲) در بررسی واکاوی تعاملات عناصر آموزشی در یادگیری ترکیبی به این نتیجه رسیدند تعامل خوب یادگیرنده و محتوا در یادگیری ترکیبی سبب افزایش یادگیری فراگیران با این رویکرد آموزشی می‌شود. نوری‌زاده و زین‌آبادی (۱۴۰۲) به شناسایی عناصر و ویژگی‌های آموزش ترکیبی برای بالا بردن میزان یادگیری دانشجویان پیام نور پرداختند. عجم و مهدی‌زاده (۱۴۰۲) با بررسی تأثیر آموزش ترکیبی بر عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان دختر پایه هفتم نشان دادند عملکرد تحصیلی دانش‌آموزانی که تحت آموزش یادگیری ترکیبی قرار گرفتند به‌طور معناداری بالاتر از دانش‌آموزانی بود که به شیوه سنتی آموزش دیده بودند. کاوند و طلایی (۱۴۰۱) با مروری بر ابعاد و مدل‌های آموزش ترکیبی به این نتیجه رسیدند آموزش ترکیبی با داشتن مزیت‌های هر دو رویکرد آموزش سنتی و الکترونیکی، رویکردی مؤثر برای افزایش اثربخشی یادگیری، سهولت دسترسی به مواد آموزشی و افزایش اثربخشی هزینه‌هاست. البته برخی هم آموزش ترکیبی را ایده‌ای نامناسب قلمداد کرده‌اند و معتقدند این رویکرد، آموزش سنتی را به چالش کشیده است و پیاده‌سازی بسترهای تدریس برخط و یادگیری سیار را ترغیب می‌سازد. در پاسخ به این طرز فکر، هوا و ونگ^۱ (۲۰۲۳) گفته‌اند در صورت برنامه‌ریزی و پشتیبانی درست، پیاده‌سازی یادگیری و آموزش ترکیبی نه تنها ترسناک نیست، بلکه می‌تواند باعث تحول عمیق و مثبت آموزش و یادگیری در مدارس و دانشگاه‌ها شود. یادگیری ترکیبی این امکان را فراهم می‌آورد که با استفاده از فناوری، مرزهای فیزیکی کلاس درس گسترش یافته، دسترسی به محتوا و منابع یادگیری فراهم شود و توانایی مربیان برای دریافت بازخورد از پیشرفت یادگیرندگان بهبود یابد و از این

¹ Hua & Wang

طریق بهتر بتوان به اهداف آموزشی دست یافت. یادگیرندگان می‌توانند به صورت خودآموز پیشرفت کرده و حتی بخش‌هایی از برنامه‌های دوره آموزشی را دوباره تکرار کنند (موسی‌زاده و همکاران، ۱۴۰۲).

غرای و همکاران (۱۴۰۲) در بررسی یادگیری تلفیقی در آموزش شیمی به این نتیجه رسیدند استفاده از روش آموزش به شیوه تلفیقی و در واقع تلفیق آموزش به واسطه استفاده از کامپیوتر به عنوان رسانه‌ای پر قدرت در فرآیندهای یادگیری و یاددهی، علاوه بر بهبود آموزش مفاهیم درس شیمی چنانچه پس از آموزش مستقیم در کلاس و به صورت تلفیقی از برنامه درسی با انجام تکالیف مرتبط با زندگی روزمره ارائه شود، می‌تواند در پیشرفت آموخته‌های فراگیران مؤثر واقع گردد. برود^۱ و همکاران (۲۰۲۳) با بررسی درک دانش‌آموزان در درس شیمی از تجارب یادگیری به صورت ترکیبی به این نتیجه رسیدند آموزش ترکیبی سبب تسهیل تعامل دانش‌آموزان می‌شود و فرصت‌های آموزشی متعددی در درس شیمی به وجود می‌آورد. عزیزی و همکاران (۱۴۰۱) با بررسی تأثیر یادگیری تلفیقی بر نگرش تحصیلی و مهارت‌های یادگیری خودراهبر دانش‌آموزان نتیجه گرفتند آموزش با رویکرد تلفیقی بر افزایش یادگیری دانش‌آموزان اثر دارد و این روش می‌تواند به عنوان یک روش مؤثر در فرآیند یادگیری در مدارس به کار رود. احسانی تیلمی (۱۳۹۹) در بررسی کاربردهای رویکرد ترکیبی در تدریس شیمی نشان داد با فراهم آوردن منابع اطلاعاتی صحیح و مناسب و همچنین استفاده از فیلم‌های آموزشی جامع می‌توان به نتایج مطلوب و اهداف مورد نظر در عرصه آموزش دست یافت. خوش‌نشین (۱۳۹۷) تأثیر آموزش ترکیبی را بر میزان یادگیری دانش‌آموزان در درس علوم مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه رسید روش آموزش ترکیبی در مقایسه با روش سنتی تأثیر مثبت و معناداری بر یادگیری دانش‌آموزان می‌گذارد.

به عقیده هبیدین و پیچ^۲ (۲۰۲۱) مشکل اصلی دانش‌آموزان در مفهوم موازنه به دلیل انتزاعی بودن آن است و اینکه این مفهوم قبل از رسیدن به مرحله تفکر عملیاتی رسمی به دانش‌آموزان آموزش داده می‌شود. از آنجایی که یادگیری این مبحث مستلزم داشتن توانایی تجسم ذهنی است، به نظر می‌رسد استفاده مناسب از فناوری و شبیه‌سازها در کنار آموزش حضوری، بتواند تا حدود زیادی از بروز عدم یادگیری دانش‌آموزان جلوگیری کند (اکرمی و همکاران، ۱۴۰۲). یکی از ضرورت‌های توجه به آموزش ترکیبی توسط معلمان شیمی، شخصی‌سازی آموزش است. آموزش شخصی‌سازی شده یک روش آموزشی است که در آن به نیازها، تجربیات و رفتارهای فرد توجه می‌شود، به گونه‌ای که محتوا و روش یادگیری بر اساس ویژگی‌ها، توانایی‌ها، علایق، نیازها و انتظارات هر یادگیرنده تنظیم می‌گردد. تحقیقات نشان می‌دهد وقتی دانش‌آموزان به سوی یادگیری شخصی‌سازی شده راهنمایی می‌شوند، یادگیری آن‌ها به صورت معناداری بیش از زمانی است که به صورت آموزش یکسان و جمعی با تعداد زیاد در کلاس شرکت می‌نمایند. شخصی‌سازی باعث می‌شود معلم بتواند روی سرعت یادگیری دانش‌آموز قضاوت کند و قطعه‌های آموزش را متناسب با وضعیت دانش‌آموز ارائه نماید. با توجه به بنیادی بودن مفهوم موازنه در آموزش شیمی، هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر آموزش ترکیبی با الگوی چرخش آزمایشگاهی بر یادگیری دانش‌آموزان در مفهوم موازنه است. تحقیق انجام شده به دنبال بررسی فرضیه پژوهشی زیر است:

آموزش ترکیبی با الگوی چرخش آزمایشگاهی بر یادگیری دانش‌آموزان در مفهوم موازنه تأثیر دارد.

روش پژوهش

مفهوم موازنه به طور مقدماتی در فصل دوم کتاب شیمی نهم مطرح و کاربرد آن در معادلات شیمیایی در فصل دوم از کتاب درسی شیمی پایه دهم دوره دوم متوسطه (شاخه فنی و حرفه‌ای) در قسمت معادله شیمیایی ارائه شده است. این مبحث از مطالب پایه‌ای در شیمی است، زیرا که دانش‌آموز برای یادگیری بعضی از مباحث شیمی مانند درصد خلوص، بازده درصدی، محلول‌ها، تعادل و غیره در سال‌های بالاتر لازم است ابتدا مفهوم موازنه معادله‌های شیمیایی را به طور کامل فرا گرفته باشد. انتظار می‌رود دانش‌آموز در پایان این واحد آموزشی ضمن آشنایی با مفهوم موازنه، ضریب

¹ Broad

² Habiddin & Page

و قانون پایستگی جرم بتواند نسبت ضرایب مواد واکنش دهنده و فراورده را با رعایت استفاده از اعداد صحیح، محاسبه کند.

پژوهش حاضر با توجه به اهداف پژوهش، از لحاظ هدف تحقیق جزو پژوهش‌های کاربردی است. از نظر شیوه گردآوری داده‌ها، از نوع پیمایشی و نیمه‌آزمایشی برای دو گروه کنترل و آزمایش است. عضویت در گروه‌ها بدون دخالت پژوهشگران و به صورت تصادفی بوده است. متغیر مستقل روش آموزش است که شامل آموزش ترکیبی با رویکرد چرخش آزمایشگاهی و آموزش سنتی است و تأثیر آن بر متغیر وابسته یادگیری دانش‌آموزان در مفهوم موازنه مطالعه شده است.

جامعه تحقیق شامل کلیه دانش‌آموزان شاخه فنی و حرفه‌ای شهر نجف‌آباد اصفهان است که در سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ مشغول به تحصیل هستند. با توجه به محدودیت در اجرای این طرح، روش نمونه‌گیری به صورت نمونه در دسترس انتخاب شد. نمونه آماری پژوهش را ۳۵ نفر از دانش‌آموزان شاخه فنی و حرفه‌ای تشکیل می‌دهند. دو کلاس پایه یازدهم از هنرستان فنی و حرفه‌ای انتخاب شدند. یک کلاس با جمعیت ۱۵ نفر به عنوان گروه آزمایش (تحت آموزش ترکیبی) و کلاس دیگر با جمعیت ۲۰ نفر به عنوان گروه کنترل (تحت آموزش سنتی) در نظر گرفته شدند. از آنجا که دانش‌آموزان از ابتدای سال تحصیلی توسط مدیر در کلاس‌ها سازماندهی شده بودند محققین نقشی در انتخاب و یا تعداد دانش‌آموزان نداشتند. برای اطمینان از هم‌تا بودن دانش‌آموزان دو گروه، آنان از نظر متغیرهایی مانند سن، جنسیت، دانش پیشین مرتبط با موضوع درس، وضعیت اشتغال و ... بررسی و تأیید شدند.

به منظور اجرای آموزش ترکیبی و سنتی طبق محتوای کتاب درسی شیمی شاخه فنی و حرفه‌ای دوره دوم متوسطه و کتاب راهنمای هنرآموز معلم برای محتوای موازنه، طرح درس جداگانه‌ای تنظیم شد. در طرح درس‌های تنظیم شده اهداف درس، پیامدهای یادگیری، ویژگی یادگیرندگان، ابزارها و وسایل کمک آموزشی، روش تدریس، فعالیت‌های قبل از شروع، حین و بعد از تدریس (فعالیت فراگیر، فعالیت معلم و زمان هر یک از فعالیت‌ها) و ارزیابی در نظر گرفته شد؛ اما شیوه اجرای آموزش در دو طرح، برنامه‌ریزی متفاوتی داشت. آزمودنی‌های گروه آزمایش ۳ جلسه و هر جلسه به مدت ۳۰ دقیقه، تحت آموزش ترکیبی قرار گرفتند و گروه کنترل به همان صورت سنتی (سخنرانی) آموزش دیدند. بعد از آموزش، یک جلسه (جلسه چهارم) به برگزاری آزمون اختصاص یافت. به منظور بالا بردن وفاداری به عمل آزمایش، پژوهشگر و معلم فرد واحدی بود و هر دو گروه آزمایش و کنترل تحت آموزش او قرار داشتند. جدول ۱ محتوای آموزشی اجرا شده در هر جلسه را نشان می‌دهد.

جدول ۱- برنامه‌ریزی الگوی یادگیری ترکیبی در مفهوم موازنه

جلسه	عنوان فعالیت	چگونگی اجرا	هدف کلی
اول	تدریس درس موازنه	۱۵ دقیقه آموزش مستقیم ۱۵ دقیقه آزمایشگاه مجازی	آشنایی دانش‌آموزان با مفاهیم ضریب، محاسبه نسبت ضرایب
دوم	تدریس درس موازنه	۱۵ دقیقه آموزش مستقیم ۱۵ دقیقه آزمایشگاه مجازی	آشنایی دانش‌آموزان با چگونگی تبدیل ضرایب به اعداد صحیح و قانون پایستگی جرم در موازنه
سوم	حل مسأله در مورد موازنه	۱۵ دقیقه آموزش مستقیم ۱۵ دقیقه آزمایشگاه مجازی	تقویت مهارت حل مسأله
چهارم	برگزاری آزمون	آزمون مداد کاغذی	سنجش میزان یادگیری دانش‌آموزان

برای گروه آزمایش، دو فضای آموزشی مجزا (کلاس درس و سایت رایانه) در نظر گرفته شد. کلاس درس مجهز به تخته وایت‌برد بود که دانش‌آموزان در چینش متداول تحت آموزش مستقیم قرار می‌گرفتند. سایت رایانه، که در پژوهش حاضر از آن به عنوان آزمایشگاه برخط نام برده می‌شود، مجهز به ۷ سیستم رایانه‌ای بود که علاوه بر اتصال به شبکه اینترنت، به سایت آموزشی

شبیه‌ساز آزمایشگاهی بیازما^۱ نیز دسترسی داشتند و دانش‌آموزان در ۶ گروه دو نفره و ۱ گروه سه نفره از رایانه‌ها استفاده می‌کردند. سایت آموزشی شبیه‌ساز آزمایشگاهی بیازما ضمن دسته‌بندی متنوع مطالب، قادر به شبیه‌سازی آزمایش بر اساس ایده و سؤالات فراگیر است. شبیه‌ساز آزمایشگاه این سایت آموزشی نیاز به نصب بر روی رایانه را ندارد و حتی فراگیر می‌توانند در منزل، بدون نیاز به استفاده از رایانه و تنها از طریق تلفن همراه هوشمند خود که به اینترنت دسترسی دارد، این آزمایشگاه برخط دارای دو قسمت مقدماتی و بازی است که با توجه به سطحی که فراگیر انتخاب می‌کند، واکنش‌های مختلف نشان داده شده و فراگیر می‌تواند آن را موازنه کند. به منظور اجرای شیوه ترکیبی در گروه آزمایش، برخی از بخش‌های محتوایی و نیز فعالیت‌های یادگیرنده در این سایت آموزشی به صورت تکلیف به دانش‌آموزان داده شد. بخشی از فعالیت‌ها، تکالیف گروهی و مشارکتی بود که از دانش‌آموزان خواسته شد تا پس از انجام در همان ساعت کلاس نتیجه را به معلم گزارش دهند. دسته دیگری از فعالیت‌ها، انجام تکالیف فردی بود که هر دانش‌آموز موظف شد نتیجه کار خویش را حداکثر بعد از سه روز از طریق پیام‌رسان شاد یا ایتا برای معلم ارسال کند. در این گروه، دانش‌آموزان تکالیف انجام شده را به صورت تصویر استخراج شده از سایت آموزشی شبیه‌ساز آزمایشگاهی بیازما به معلم ارائه دادند.

برای گروه کنترل، همان سرفصل‌ها بدون استفاده از آزمایشگاه برخط به شیوه متداول و با استفاده از تخته وایت‌برد در فضای کلاس آموزش داده شد. انجام تکالیف گروهی در کلاس به اجرا در آمد. برای انجام تکالیف فردی هر دانش‌آموز موظف شد جواب تکالیف خود را حداکثر بعد از سه روز به معلم تحویل دهد. در این گروه، دانش‌آموزان تکالیف انجام شده را به صورت دست‌نویس به معلم ارائه دادند.

در این پژوهش برای اندازه‌گیری میزان یادگیری دانش‌آموزان هر دو گروه آزمایش و کنترل از یک آزمون تشخیصی چهار گزینه‌ای استفاده شد. آزمون طراحی شده شامل ۴ سؤال چهار گزینه‌ای در رابطه با موازنه بود و برای هر سؤال ۱ نمره در نظر گرفته شد. سؤالات آزمون در راستای اهداف درس و به منظور سنجش میزان تحقق این اهداف طرح شد. هر سؤال یک زیرمفهوم از مفهوم موازنه را مورد سنجش قرار می‌داد که عبارتند از: محاسبه نسبت ضریب یک ترکیب به ضریب ترکیب دیگر، لزوم استفاده از اعداد طبیعی برای ضریب مواد واکنش‌دهنده و فراورده، ضریب و قانون پایستگی جرم. به منظور کاهش پاسخ‌های حدسی از دانش‌آموزان هر دو گروه آزمایش و کنترل خواسته شده گزینه صحیح را به همراه بیان راه حل انتخاب کنند. برای تعیین اعتبار سؤالات آزمون از نظر متخصصین استفاده شد. ۱۰ سؤال به یک عضو هیأت علمی شیمی دانشگاه فرهنگیان (غیر از مجری پژوهش) و یک معلم شیمی هنرستان فنی و حرفه‌ای داده شد تا آن‌ها را بر حسب موضوعات مختلف طبقه‌بندی کنند. سؤالاتی انتخاب شدند که حداقل ۸۰٪ توافق درباره آن‌ها وجود داشته است. به منظور تعیین روایی محتوایی آزمون، نظر یک عضو هیأت علمی شیمی دانشگاه فرهنگیان (غیر از مجری پژوهش) و دو نفر از دبیران شیمی پرسیده شد و سؤالات با توجه به نظر آن‌ها مورد بازنگری قرار گرفت. برای پایایی آزمون نیز، ضریب آلفای کرونباخ ۰/۷۵ محاسبه شد که گویای پایایی بالای سؤالات آزمون می‌باشد (کرونباخ و شاولسون^۲، ۲۰۰۴). برای هر دو گروه آزمایش و کنترل، آزمون در شرایط عادی کلاس در مدت زمان ۳۰ دقیقه اجرا شد. قبل از آزمون به دانش‌آموزان اطمینان داده شد که آزمون برای انجام پژوهش بوده و نتیجه آن تأثیری در نمره درسی آن‌ها ندارد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار IBM SPSS Statistics 26 برای آمار توصیفی (مقایسه میانگین و انحراف معیار نمره‌ها) و استنباطی (تحلیل کوواریانس تک متغیره) انجام شد. در این پژوهش نمرات آزمون پس از آموزش (ترکیبی یا سنتی) به عنوان متغیر وابسته و معدل پودمان گذشته دانش‌آموزان به عنوان متغیر کووریت در نظر گرفته شد. سطح معناداری برای تمامی تجزیه و تحلیل‌ها $P < 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

تحلیل توصیفی

جهت تحلیل توصیفی از جدول فراوانی، میانگین نمرات و انحراف استاندارد استفاده شد. جدول ۲ بررسی توصیفی نمرات میزان یادگیری دانش‌آموزان در گروه‌های آزمایش و کنترل را نشان می‌دهد.

¹ <https://byazma.ir/page/162>

² Cronbach & Shavelson

جدول ۲- بررسی توصیفی نمرات میزان یادگیری دانش‌آموزان در گروه‌های آزمایش و کنترل

گروه	تعداد	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
آزمایش	۱۵	۳/۱۶	۰/۲۰	۱/۲۵	۴
کنترل	۲۰	۲/۱۹	۰/۲۳	۱/۲۵	۴

با توجه به جدول ۲، میانگین نمرات گروه آزمایش با یکدیگر تفاوت دارد. به‌طوری‌که میانگین گروه آزمایش ۰/۹۷ نمره بالاتر از گروه کنترل است. این نشان می‌دهد مداخله متغیر مستقل در افزایش میزان یادگیری دانش‌آموزان تأثیرگذار بوده‌است.

تحلیل استنباطی

فرضیه مورد بررسی در پژوهش حاضر به‌صورت زیر است:

آموزش ترکیبی با الگوی چرخش آزمایشگاهی بر میزان یادگیری دانش‌آموزان در مفهوم موازنه تأثیر دارد.

H_0 = تفاوت معناداری بین یادگیری دانش‌آموزان در مفهوم موازنه با آموزش ترکیبی با الگوی چرخش آزمایشگاهی در مقایسه با روش سنتی وجود ندارد.

H_1 = تفاوت معناداری بین یادگیری دانش‌آموزان در مفهوم موازنه با آموزش ترکیبی با الگوی چرخش آزمایشگاهی در مقایسه با روش سنتی وجود دارد.

به منظور استفاده از آزمون پارامتریک تحلیل کوواریانس تک متغیره، ابتدا پیش‌فرض همگنی واریانس‌ها و نرمال بودن توزیع داده‌ها بررسی شد. برای بررسی همگنی واریانس نمرات دانش‌آموزان از آزمون لوین استفاده شد که نتایج آن در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳- آماره‌های آزمون لوین میزان یادگیری دانش‌آموزان

زیرمفهوم	متغیر F	df1	df2	سطح معناداری (Sig)
نسبت ضرایب	۱/۳۲	۱	۳۳	۰/۴۳
استفاده از اعداد طبیعی	۰/۷۶	۱	۳۳	۰/۵۴
ضریب	۰/۹۳	۱	۳۳	۰/۲۶
قانون پایستگی جرم	۱/۲۵	۱	۳۳	۰/۹۳

با توجه به جدول ۳، سطح معناداری بزرگتر از ۰/۰۵ است که نشان می‌دهد واریانس نمرات دانش‌آموزان دو گروه آزمایش و کنترل همگن هستند.

از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف در سطح معناداری $P < ۰/۰۵$ برای بررسی نرمال بودن توزیع متغیر نمرات دو گروه آزمایش و کنترل برای چهار مفهوم موازنه استفاده شد. نتایج در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ۴- آماره‌های آزمون کلموگروف-اسمیرنوف متغیر نمره آزمون مفهوم موازنه

زیرمفهوم	گروه	درجه آزادی	آماره	P-value	توزیع
نسبت ضرایب	کنترل	۱۹	۰/۳۲۱	۰/۰۷۲	نرمال
	آزمایش	۱۴	۰/۵۷۵	۰/۰۶۶	نرمال
استفاده از اعداد طبیعی	کنترل	۱۹	۰/۶۳۴	۰/۰۸۴	نرمال
	آزمایش	۱۴	۰/۴۰۷	۰/۱۰۱	نرمال
ضریب	کنترل	۱۹	۰/۷۸۲	۰/۰۷۵	نرمال
	آزمایش	۱۴	۰/۸۷۰	۰/۰۸۲	نرمال
قانون پایستگی جرم	کنترل	۱۹	۰/۶۶۳	۰/۰۵۹	نرمال
	آزمایش	۱۴	۰/۶۹۱	۰/۰۶۷	نرمال

با توجه به جدول ۴، مقادير سطح معناداری در نمره آزمون برای دو گروه کنترل و آزمایش در تمام مفاهيم بیشتر از ۰/۰۵ است که نشان می‌دهد متغير تحقيق دارای توزیع نرمال می‌باشد. چون پیش‌شرط همگنی واریانس‌ها و نرمال بودن توزیع داده‌ها رعایت شده‌است، بنابراین، می‌توان از آزمون تحلیل کوواریانس تک متغیره برای بررسی میزان تفاوت معناداری بین نمره آزمون دو گروه استفاده کرد. شاخص‌های آماری بررسی استنباطی متغیر نمره دو گروه کنترل و آزمایش در جدول ۵ آورده شده‌است.

جدول ۵- آماره‌های آزمون تحلیل کوواریانس تک متغیره مربوط به تأثیر آموزش یادگیری ترکیبی بر یادگیری مفهوم موازنه

زیر مفهوم	منابع تغییر	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری (sig)	ضریب مجذورات
نسبت ضرایب	گروه	۸۷۸/۱۶۲	۱	۸۷۸/۱۶۲	۶/۵۷۵	۰/۰۰۳	۰/۱۸۷
	خطا	۳۲۷۶/۱۲۱	۳۱	۵۲۱/۴۲۷			
استفاده از اعداد طبیعی	گروه	۲۹۶/۵۴۰	۱	۲۹۶/۵۴۰	۸۷/۴۱۸	۰/۰۰۱	۰/۳۵۰
	خطا	۳۲۷۸/۵۳۴	۳۱	۴۶۲/۵۹۵			
ضریب	گروه	۳۲۲/۳۰۷	۱	۳۲۲/۳۰۷	۰/۷۱۳	۰/۰۰۵	۰/۱۷۲
	خطا	۱۴۸۹/۱۶۹	۳۱	۴۷۹/۶۰۵			
قانون پایستگی جرم	گروه	۷۶۹/۶۴۹	۱	۷۶۹/۶۴۹	۶۰/۲۱۱	۰/۰۰۲	۰/۲۶۶
	خطا	۳۷۶۱/۰۱۶	۳۱	۴۹۲/۲۷۷			

با توجه به نتایج جدول فوق، از آنجایی که مقدار سطح معناداری (Sig) در چهار زیرمفهوم موازنه شامل نسبت ضرایب، ضریب، قانون پایستگی جرم و استفاده از اعداد طبیعی کمتر از ۰/۰۵ است، لذا، در این سطح فرض صفر رد می‌شود. مشاهدات بیان می‌کند آموزش ترکیبی بر یادگیری زیرمفهوم ضریب با اندازه اثر ۰/۱۷۲، نسبت ضرایب با اندازه اثر ۰/۱۸۷، قانون پایستگی جرم با اندازه اثر ۰/۲۶۶ و استفاده از اعداد طبیعی با اندازه اثر ۰/۳۵۰ تأثیرگذار است. به عبارتی نتایج آزمون تحلیل کوواریانس تک متغیره نشان داد که بین گروه آزمایش و گروه کنترل از لحاظ یادگیری چهار زیرمفهوم موازنه با احتمال ۹۵ درصد تفاوت معناداری (با کنترل عامل معدل پودمان گذشته) وجود دارد. بر این اساس می‌توان گفت آموزش ترکیبی در آزمون، موجب افزایش یادگیری شامل نسبت ضرایب، ضریب، قانون پایستگی جرم و استفاده از اعداد طبیعی در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل شده‌است.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به ویژگی مطلوب آموزش ترکیبی و اهمیت یادگیری مفهوم موازنه در پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان در درس شیمی، هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر آموزش ترکیبی با الگوی چرخش آزمایشگاهی بر یادگیری دانش‌آموزان در مفهوم موازنه است. نتایج بررسی فرضیه پژوهش نشان داد که روش آموزش ترکیبی با الگوی چرخش آزمایشگاهی بر یادگیری بر چهار زیرمفهوم موازنه شامل نسبت ضرایب، ضریب، قانون پایستگی جرم و استفاده از اعداد طبیعی تأثیر مثبت و معناداری دارد. بنابراین، می‌توان بیان کرد که روش آموزش ترکیبی سبب افزایش یادگیری دانش‌آموزان در مفهوم موازنه می‌گردد. یافته حاصل با نتایج پژوهش‌های کریمی و باقری (۱۴۰۲)، نوری‌زاده و زین‌آبادی (۱۴۰۲)، عجم و مهدی‌زاده (۱۴۰۲)، موسی‌زاده و همکاران (۱۴۰۲)، فتحی (۱۴۰۱)، کاوند و طلایی (۱۴۰۱) و رجبیان و همکاران (۱۴۰۰) که بیان می‌کنند روش آموزش ترکیبی سبب افزایش آگاهی دانش‌آموزان نسبت به مفاهيم درسی می‌شود، همسو است؛ لیکن با یافته حاصل از پژوهش اسفنجانی (۱۳۹۷) که بیان می‌کند آموزش به روش ترکیبی در عملکرد تحصیلی فراگیران تأثیر معناداری ندارد، همسو نیست. شاید این تعارض ناشی از روش اجرای مطلوب و باکیفیت آموزش ترکیبی باشد. معمولاً در اجرای آموزش ترکیبی با الگوی چرخش آزمایشگاهی، با توجه به امکانات ویژه‌ای که

آزمایشگاه برخط در اختیار مدرسان قرار می‌دهد، تأثیر آن بر فراگیران متفاوت است. در تبیین فرضیه پژوهش حاضر می‌توان گفت یادگیری ترکیبی، نظریه‌ای نوین در آموزش‌های به هم پیوسته و مرتبط است. شاه‌بیگ و همکاران (۱۳۹۹) ادعان می‌کنند که فراگیران در روش یادگیری ترکیبی به اطلاعات بیشتری دسترسی دارند و مسئولیت یادگیری خود را به عهده دارند و در هر زمان که مایل باشند، قادر خواهند بود که به محتوای آموزشی دسترسی پیدا کنند. آموزش ترکیبی، تغییر و تحول طبیعی آموزش الکترونیک به یک برنامه تکمیل‌شده چندرسانه‌ای است که برای حل مؤثر و مشکلات با یک روش مناسب به کار می‌رود. موضوع مهم در آموزش ترکیبی، انتخاب ترکیبی درست از مواد و روش‌های آموزشی است که با کمترین هزینه، بیشترین تأثیر آموزشی را داشته باشد. بهره‌گیری از امکانات شیوه‌های نوین یادگیری و تکنولوژی‌های پیشرفته فناوری اطلاعات و ارتباطات، علاوه بر درگیر کردن یادگیرندگان در محیط‌های متنوع الکترونیکی یادگیری، روحیه پژوهش محوری و قدرت تفکر خلاق را در آن‌ها پرورش می‌دهد و با زمینه یادگیرنده محوری‌اش یادگیری محتوای آموزشی متناسب با ویژگی‌های دانش‌آموزان را فراهم می‌کند. شرفی و همکاران (۱۳۹۷) در این زمینه می‌گویند شیوه‌های متفاوت مشارکت در یک جامعه باعث ارتقای یادگیری فردی می‌شود. بررسی دقیق‌تر داده‌های به دست آمده از پژوهش حاضر نشان می‌دهد تعدادی از دانش‌آموزان در گروه آزمایش، فعالیت چشمگیری در ارائه تکالیف نداشته‌اند. این دانش‌آموزان دقیقاً نتوانسته‌اند سوالات آزمون را به طور صحیح پاسخ دهند و در مجموع معدل نمره‌های یادگیری گروه را تحت تأثیر قرار داده‌اند. یافته این بررسی با تبیین یافته اسفنجانی (۱۳۹۷) همخوانی دارد. وی نیز در بررسی دلیل عدم تأثیر آموزش ترکیبی بر نمره‌های پیشرفت تحصیلی گروه آزمایش دریافت فراگیرانی که حضور پررنگ در سامانه مدیریت یادگیری برای انجام تکالیف نداشته‌اند، نتوانسته‌اند به نتیجه مطلوب دست یابند. این درحالی است که در پژوهش‌هایی مانند عجم و مهدی‌زاده (۱۴۰۲)، پژوهشگران معتقدند بررسی اطلاعات فایل داده‌های فراگیران، نشان‌دهنده حضور و فعالیت مؤثر همه آزمودنی‌ها بوده است. نتایج نشان می‌دهد تعامل با چالش مشارکت و فعالیت دانش‌آموزان در آموزش ترکیبی با الگوی چرخش ایستگاهی، باعث درگیری دانش‌آموزان و یادگیری عمیق دانش‌آموزان می‌شود و از آنان افراد شایسته همراه با صلاحیت و اعتماد به نفس خلق می‌کند. پژوهش حاضر با محدودیت‌های زیر روبرو بوده است:

- عدم کنترل عوامل اثرگذار بر شرایط اجرایی آموزش از قبیل هوش، انگیزه، خلاقیت، خودکارآمدی تحصیلی و سبک شناختی دانش‌آموزان

- عدم انتخاب کاملاً تصادفی نمونه‌ها، با توجه به اینکه دانش‌آموزان قبلاً کلاس‌بندی شده بودند.

- محدود بودن جامعه و نمونه پژوهش از نظر تعداد، رشته تحصیلی، جنسیت و پایه تحصیلی، با توجه به اینکه این تحقیق بر روی دانش‌آموزان دختر شاخه فنی و حرفه‌ای پایه دهم دوره دوم متوسطه انجام گرفته، بنابراین، در تعمیم یافته‌های پژوهش به سایر دانش‌آموزان باید جانب احتیاط را رعایت نمود.

پیشنهاد می‌شود در تحقیق‌های بعدی اثربخشی آموزش ترکیبی را بر یادگیری دانش‌آموزان پسر، رشته‌های شاخه نظری (تجربی و ریاضی) و همچنین سایر مفاهیم شیمی بررسی و با نتیجه پژوهش حاضر مقایسه شود. با توجه به نتیجه به دست آمده از پژوهش حاضر، توصیه می‌شود معلمان در مدارس دارای امکانات آزمایشگاه بر خط، با برنامه‌ریزی شایسته آموزش ترکیبی را در اولویت‌های تدریس خود قرار دهند. پیشنهاد می‌گردد این رویکرد آموزشی در برنامه درسی دوره تربیت دانشجو معلمان دانشگاه فرهنگیان و یا دوره‌های ضمن خدمت معلمان برای آشنایی هر چه بیشتر آنان با روش اجرای آموزش ترکیبی گنجانده شود. به سایر پژوهشگران پیشنهاد می‌شود با اجرای طرح‌های ملی، تأثیر رویکرد آموزش ترکیبی را بر میزان دانش، مهارت و نگرش دانش‌آموزان در مقاطع تحصیلی مختلف بررسی کنند.

تعارض منافع

«هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است».

**COPYRIGHTS**

©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.

منابع

- احسانی تیلیمی، سلمی (۱۳۹۹). استفاده از رویکرد ترکیبی و آموزش معکوس در تدریس شیمی: مفاهیم و روش‌ها. یازدهمین کنفرانس ملی آموزش شیمی ایران، اصفهان.
- اسفنجانی، اعظم (۱۳۹۷). بررسی تأثیر آموزش ترکیبی بر عملکرد تحصیلی و رضایت دانشجویان. رویکردهای نوین آموزشی. ۱۳(۱)، ۴۵-۶۶.
- اکرمی، زکيه؛ عرب‌زاده، مهسا؛ خواجه، الهه؛ زاده‌اریفی، فاطمه (۱۴۰۲). اثربخشی یادگیری مشاهده‌ای بر دانسته‌های دانش‌آموزان پایه دهم (مورد مطالعه: مدرسه هاجر اصفهان). پژوهش در آموزش شیمی، ۱۵(۱)، ۲۵-۳۹.
- خوش‌نشین، زهره (۱۳۹۷). تأثیر آموزش تلفیقی بر میزان یادگیری دانش‌آموزان در درس علوم. فناوری آموزش، ۱۲(۴)، ۳۲۱-۳۲۸.
- رجب‌یان ده‌زیره، مریم؛ ناظرشندی، مریم؛ جنگی‌زهی، حمیدرضا؛ حسین‌ب، محمدامین (۱۴۰۰). تأثیر آموزش ترکیبی بر خودپنداره و اشتیاق تحصیلی دانش‌آموزان. آموزش در علوم انتظامی، ۹(۳۵)، ۱۵۳-۱۸۰.
- سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی (۱۴۰۱). راهنمای عمل آموزش ترکیبی دوره ابتدایی. وزارت آموزش و پرورش.
- شاه‌بیگ، مرتضی؛ آقاحسینی، تقی؛ کلباسی، افسانه (۱۳۹۹). امکان‌سنجی به‌کارگیری روش یادگیری ترکیبی دانش‌آموزان از دیدگاه مدیران و معلمان مدارس ابتدایی. پژوهش در آموزش ابتدایی، ۲(۳)، ۳۶-۴۹.
- شرفی، سکینه؛ صباغ حسن‌زاده، طلعت؛ ظهور پرونده، وجیهه (۱۳۹۷). بررسی ویژگی‌های الگوی برنامه درسی آموزش ترکیبی متأثر از نظریات یادگیری سه دیدگاه شناخت‌گرا، سازنده‌گرا و ارتباط‌گرا. چهارمین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های مدیریت و علوم انسانی در ایران، تهران.
- عجم، علی‌اکبر؛ مهدی‌زاده، مهدیه (۱۴۰۲). تأثیر آموزش ترکیبی بر عملکرد تحصیلی درس هنر دانش‌آموزان دختر پایه هفتم متوسطه اول شهرستان گناباد. آموزش از راه دور، ۴(۱)، ۹۹-۱۰۷.
- عزیزی، فاطمه؛ عزیزی، زهرا؛ عزیزی، مریم (۱۴۰۱). بررسی تأثیر یادگیری تلفیقی بر نگرش تحصیلی و مهارت‌های یادگیری خودراهبر دانش‌آموزان. ایده‌های نوین روانشناسی، ۱۴(۱۸)، ۱-۱۵.
- غرایبی، رضا؛ کریم‌نژاد، نیما؛ اثری، محمدجواد؛ عزیززاده، مهدی (۱۴۰۲). یادگیری تلفیقی در آموزش شیمی. پژوهش در آموزش شیمی، ۴(۳)، ۳۰۶-۳۱۳.
- فتحی، کوورش (۱۴۰۱). یادگیری ترکیبی در آموزش تاریخ. پژوهش در آموزش تاریخ، ۳(۱)، ۹۲-۱۰۵.
- کاوند، ندا؛ طلایی، مهتاب (۱۴۰۱). آموزش ترکیبی: مروری بر ابعاد و مدل‌ها. سواد تربیتی معلم، ۲(۱)، ۱۴۰-۱۲۰.
- کریمی، وجیهه؛ باقری، زهرا (۱۴۰۲). واکاوی تعاملات عناصر آموزشی در اجتماعات یادگیری حضوری، الکترونیکی و ترکیبی: پدیدارشناسی کیفی. تدریس پژوهی، ۱۱(۱)، ۹۲-۱۱۵.

موسی‌زاده، نوشین؛ خلعتبری، علیرضا؛ نصیری، داوود (۱۴۰۲). مقایسه آموزش درس جنین‌شناسی به روش ترکیبی و سنتی بر میزان یادگیری، یادداری و رضایتمندی دانشجویان رشته پزشکی. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ۳۳(۲۲۲)، ۹۸-۱۰۹.

نوری‌زاده، اکبر؛ زین‌آبادی، حسن‌رضا (۱۴۰۲). شناسایی عناصر و ویژگی‌های آموزش ترکیبی در دانشگاه پیام نور. مطالعات برنامه درسی آموزش عالی، ۱۴(۲۷)، ۲۸۱-۲۳۳.

- Alammary, A., Sheard, J., Carbone, A. (2014). Blended learning in higher education: Three different design approaches. *Australasian Journal of Educational Technology*, 30(4), 1-17.
- Ameloot, E., Rotsaert, T., Ameloot, T., Rienties, B., & Schellens, T. (2024). Supporting students' basic psychological needs and satisfaction in a blended learning environment through learning Analytics. *Computers & Education*, 209, 104949.
- Bizami, N. A., Tasir, Z., Kew, S. N. (2023). Innovative pedagogical principles and technological tools capabilities for immersive blended learning: A systematic literature review. *Education and Information Technologies*, 28(2), 1373-1425.
- Broad, H., Carey, N., Williams, D.P. Blackburn, R.A.R. (2023). Impact of the COVID-19 pandemic on chemistry student and staff perceptions of their learning/teaching experience. *Journal of Chemical Education*, 100(2), 664-671.
- Cronbach, L. J., Shavelson, R. J. (2004). My current thoughts on coefficient Alpha and successor procedures. *Educational and Psychological Measurement*, 64(3), 391-418.
- Habiddin, H., Page, E. M. (2021). Examining students' ability to solve algorithmic and pictorial style questions in chemical kinetics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19(1), 65-85.
- Hua, M., Wang, L. (2023). The relationship between chinese university students' learning preparation and learning achievement within the EFL blended teaching context in COVID-19 post-epidemic era: The mediating effect of learning methods. *PloS One*, 18(1), e0280919.
- Shadreck, M., Enunuwe, O. C. (2018). Recurrent difficulties: Stoichiometry problem-solving. *African Journal of Educational Studies in Mathematics and Sciences*, 14(1), 25-31.



ORIGINAL RESEARCH PAPER

The use of different bio-carbonic materials to improve iron production from Fe_2O_3 in eleventh grade experimental science textbook

Hamed Nazarpour-Fard ^{1,*}

¹ Chemistry Laboratory, Science Laboratories, Shahid Beheshti High School, District 1, Department of Lorestan Education, Iran

* Corresponding author: (✉) Nazarpoorfard@gmail.com

ABSTRACT

Keywords:

Iron production,
iron (III) oxide,
carbon,
wood waste,
paper waste.

The production reaction of iron from iron (III) oxide (hematite, Fe_2O_3) in industry is carried out by burning a mixture of hematite/carbon at high temperatures. Typically, in schools and student research laboratories, this experiment is conducted using the wood-sulfur method, where sulfur-coated wood sticks are immersed in the $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Na}_2\text{CO}_3$ mixture and then ignited. The wood-sulfur experiment is mentioned as a laboratory experiment in the eleventh-grade experimental science book. The aim of this article is to find other carbon substitutes (such as laboratory carbon and organic materials like wood waste from carpentry and paper waste) for wood-sulfur and compare their performance. The results showed that the paper method (immersing paper in $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Na}_2\text{CO}_3$) is preferred over the wood-sulfur method because the entire process is carried out by a single piece of paper, and depending on the paper dimensions, different amounts of the mixture can be used. In methods using carbon and wood waste (wood powder), the components of the mixture are combined together and form a paste-like consistency, which is then ignited. It is worth mentioning that the product obtained from the carbon method is purer qualitatively compared to other methods and contains less carbon because in the other three methods, a larger portion of carbon burns without participating in the reaction. Furthermore, in the carbon and wood waste method, a desired amount of paste can be made and used in several experiments, eliminating the need to repeat the manufacturing process for each experiment. Qualitative observations indicated that the iron production efficiency of these methods follows the order: wood-sulfur < paper waste < wood waste < laboratory carbon.

Received: 05 February 2024

Revised: 19 March 2024

Accepted: 27 March 2024

Published online: 27 March 2024

PP: 26-36

ISSN (Online): [2717-2279](https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15868.1187)

Citation: Nazarpour-Fard, H. (2024). The use of different bio-carbonic materials to improve iron production from Fe_2O_3 in eleventh grade experimental science textbook. *Research in Chemistry Education*, 6(1), 26-36.

 <https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15868.1187>





استفاده از منابع کربنی زیستی مختلف برای بهبود آزمایش تولید آهن از Fe_2O_3 در کتاب آزمایشگاه علوم تجربی پایه یازدهم متوسطه

حامد نظریورفرد ^{*}۱

۱. آزمایشگاه شیمی، آزمایشگاه‌های علوم تجربی، مدرسه استعدادهای درخشان متوسطه دوم شهید بهشتی، آموزش و پرورش ناحیه ۱، اداره

کل آموزش و پرورش استان لرستان، ایران

* نویسنده مسئول: Nazarpoorfard@gmail.com

چکیده

واکنش تولید آهن از آهن (III) اکسید (هماتیت، Fe_2O_3) در صنعت، از طریق سوختن مخلوط هماتیت/کربن در دماهای بالا انجام می‌گردد. معمولاً در مدارس و پژوهش‌سراهای دانش‌آموزی، این آزمایش به روش چوب-کبریت انجام می‌شود که چوب کبریت‌ها به مخلوط $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$ آغشته شده و سپس، سوزانده می‌شوند. آزمایش چوب کبریت به عنوان یک آزمایش، در کتاب آزمایشگاه علوم تجربی پایه یازدهم، ذکر شده است. هدف از این مقاله، یافتن جایگزین‌های کربنی دیگر (کربن آزمایشگاهی و مواد زیستی، مانند ضایعات چوبی حاصل از نجاری‌ها و زباله‌های کاغذی) برای چوب کبریت، و مقایسه عملکرد آنها با همدیگر است. نتایج نشان داد که استفاده از روش کاغذ (آغشته‌سازی کاغذ با $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$) نسبت به روش چوب کبریت ارجحیت دارد چون کل فرایند توسط یک تکه کاغذ انجام می‌شود و بسته به ابعاد کاغذ، می‌توان مقادیر متفاوتی از مخلوط را استفاده کرد. در روش‌های استفاده از کربن و ضایعات چوبی (پودر چوب)، اجزای مخلوط با همدیگر ترکیب شده و به صورت خمیری شکل در می‌آیند و خمیر حاصل، سوزانده می‌شود. لازم به ذکر است که محصول حاصل از روش کربن، از نظر کیفی، خالص‌تر از دیگر روش‌ها و حاوی مقدار کربن کمتری بود چون در سه روش دیگر، بخش بیشتری از کربن بدون شرکت در واکنش، می‌سوزد. همچنین، در روش کربن و ضایعات چوبی، می‌توان مقدار دلخواهی از خمیر را ساخت و در چندین آزمایش، استفاده کرد، لذا برای هر آزمایش، نیاز به تکرار فرایند ساخت نیست. مشاهدات کیفی نشان داد که، بازدهی تولید آهن این روش‌ها، از ترتیب چوب کبریت > ضایعات کاغذی > ضایعات چوبی > کربن آزمایشگاهی پیروی می‌کند.

واژه‌های کلیدی:

تولید آهن،

آهن (III) اکسید،

کربن،

ضایعات چوبی،

ضایعات کاغذی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۱۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۲/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۰۸

تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۳/۰۱/۰۸

شماره صفحات: ۲۶-۳۶

شاپا الکترونیکی: ۲۷۱۷-۲۲۷۹



ارجاع: نظریورفرد، حامد (۱۴۰۳). استفاده از منابع کربنی زیستی مختلف برای بهبود آزمایش تولید آهن از Fe_2O_3 در کتاب آزمایشگاه علوم تجربی پایه یازدهم متوسطه. پژوهش در آموزش شیمی، (۱)۶، ۳۶-۲۶.



<https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15868.1187>

مقدمه

انجام آزمایش (آموزش عملی)، روشی خیلی مهم و کارآمد جهت حفظ فرآیند بصری تدریس، و اصولی کاربردی برای رسیدن هرچه بهتر به اهداف آموزشی در علم شیمی می‌باشد. انجام آزمایش در آموزش درس شیمی، جایگاه بسیار مهمی دارد و توجه به مزایا و اثرات آن بر امر یادگیری، تمام قصور آموزش انتزاعی درس شیمی را پوشش خواهد داد. یادگیری بهتر دانش‌آموزان در بسیاری از مباحث کتب شیمی مقطع متوسطه دوم، نیازمند توجه کافی و اجرای دقیق و موشکافانه دستورالعمل‌های هر آزمایش برای یادگیری بیشتر و عمیق‌تر مباحث تئوری است (احمدی و خدایی، ۱۳۹۹).

معمولاً در مدارس و پژوهش‌سراهای دانش‌آموزی، آهن (III) اکسید را به‌وسیله‌ی کربن موجود در چوب‌کبریت، به فلز آهن احیاء کرده و آن را استخراج می‌کنند. به عبارتی، چوب‌کبریت‌ها را به مخلوط $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$ آغشته کرده و سپس با استفاده از شعله، می‌سوزانند. یکی از مشکلات انجام آزمایش تولید آهن از Fe_2O_3 به این روش، این است که تک‌تک کبریت‌ها باید آغشته به مخلوط مربوطه و سپس سوزانده شوند که آزمایشی چندمرحله‌ای و کم‌بازده است. لذا، ما بر آن شدیم، روش‌های ساده‌تر و با بازدهی بالاتر به عنوان جایگزین روش چوب‌کبریت بکار گیریم که تعداد مراحل و هدر رفت مواد کمتری داشته‌باشد و در آزمایشگاه‌های مدارس و پژوهش‌سراهای دانش‌آموزی، قابل اجرا باشند (بازوبندی و همکاران، ۱۴۰۱).

یکی از روش‌های پیشنهادی برای حل مسئله فوق‌الذکر، این است که به عنوان جایگزین چوب‌کبریت، از دیگر منابع کربنی استفاده شود. به عنوان مثال، کربن آزمایشگاهی، ضایعات چوبی و ضایعات کاغذی برای تأمین کربن مورد نیاز جهت استخراج آهن از اکسید آهن، مورد استفاده قرار گیرند. کاغذ و پودر چوب را می‌توان از ضایعات و زباله‌های کاغذی تأمین کرد که این، خود یک حرکت در راستای حفاظت از محیط‌زیست است.

فولاد، آلیاژی از آهن و کربن است که از اکسید آهن در فرآیند تبدیل آهن به فولاد استفاده می‌شود. این فرآیند، با استخراج سنگ‌آهن (اکسیدهای آهن) از زمین و سپس فراوری آن، شروع می‌شود. در ادامه، این کانی‌ها به همراه کربن، سنگ آهک و سایر مواد لازم، در کوره و در محدوده ۸۰۰ تا ۱۲۰۰ °C قرار می‌گیرند. در این شرایط دمایی، اتم‌های اکسیژن موجود در اکسید آهن، با کربن واکنش داده و در نتیجه منجر به آزادسازی کربن‌دی‌اکسید می‌گردد. آهن تولید شده، مذاب می‌گردد که در ادامه، از آهن مذاب، فولاد تولید می‌شود. فولاد عمدتاً با استفاده از کوره عمودی^۱ یا کوره الکتریکی تولید می‌شود. کوره عمودی اولین مرحله در تولید فولاد از اکسیدهای آهن است که ابتدا در قرن چهاردهم (به صورت تولید یک تن در روز) ظاهر شد. در کوره عمودی، از کک (به عنوان منبع کربن)، سنگ‌آهن و سنگ‌آهک برای تولید آهن خام استفاده می‌شود. به طور سنتی، از زغال سنگ برای تولید کک مورد نیاز این فرایند، استفاده می‌شود.

هماتیت (Fe_2O_3) یک کانی قرمز یا قهوه‌ای مایل به قرمز از آهن است که معمولاً در سنگ‌های رسوبی یافت می‌شود. رایج‌ترین سنگ معدن آهن، هماتیت است که در تولید آهن و فولاد مورد استفاده قرار می‌گیرد. هماتیت همچنین به‌عنوان رنگ‌دانه در رنگ‌ها، پوشش‌ها و سرامیک‌ها به کار برده شده‌است (Beukes, 2003؛ Opuchovic, 2015). علاوه بر این کاربردها، این نوع از اکسید آهن حتی در ساختار سلول‌های خورشیدی فتوالکتروشیمیایی نیز مورد استفاده واقع شده‌است (Shinde, 1977).

با استفاده از مواد کاهنده مختلف می‌توان اکسید آهن را احیاء کرده و آهن آن را استخراج کرد. به عنوان مثال، در یک کار تحقیقاتی در سال ۱۹۷۷، فرایند احیاء هماتیت با استفاده از گرافیت انجام شده‌است که یک دگرشکل (آلوتروپ) از کربن است (Srinivasan, 1977). علاوه بر گرافیت، انواع مواد کربنی را می‌توان برای انجام این فرایند به کار برد. از آنجا که دسترسی به کربن آسان است و صرفه اقتصادی بیشتری دارد، در شرکت‌های فولاد، برای استخراج آهن، از کربن به عنوان احیاءکننده استفاده می‌شود.

فرایند جداسازی آهن از Fe_2O_3 به‌وسیله‌ی کربن چوب‌کبریت که آزمایش شناخته‌شده‌ای (موجود در کتاب آزمایشگاه علوم تجربی پایه یازدهم) در مدارس و پژوهش‌سراهای دانش‌آموزی، است، یک فرایند استخراج فلز آهن در مقیاس کوچک است و حتی به صورت فردی توسط دانش‌آموزان قابل‌انجام است. این آزمایش می‌تواند راحت و سریع

¹ Blast furnace

انجام شود به شرط آن که وسایل و مواد شیمیایی در آزمایشگاه در دسترس باشد. با توجه به خاصیت مغناطیسی آهن، به آسانی می‌توان با استفاده از آهنربا، استخراج آهن و حضور آهن تشکیل شده در خاکستر حاصل را اثبات کرد زیرا ذرات آهن در حضور آهنربا، حرکت خواهند کرد و جذب آهنربا می‌شوند (به علت خاصیت فیزیکی مغناطیسی آهن). آهنربا بطور مستقیم در داخل محصول واکنش قرار گرفته نمی‌شود چون جذب آهنربا شده و به سختی می‌توان ذرات آهن را از آهنربا جدا کرد. به این منظور، آهنربا را با لایه‌ی نازکی از یک فیلم پلاستیکی می‌پوشانند. لازم به ذکر است که سدیم کربنات در این واکنش نقش گدازآور را دارد و باعث کاهش نقطه ذوب آهن و اکسید آن می‌شود، در حالی که نقش چوب کبریت نیز تأمین کربن مورد نیاز برای جداسازی اتم‌های اکسیژن از Fe_2O_3 می‌باشد (بازوبندی و همکاران، ۱۴۰۱).

معادله واکنش کربن با Fe_2O_3 در حضور گرما را می‌توان به صورت معادله زیر نوشت که نشان می‌دهد عنصر کربن نسبت به آهن، تمایل بیشتری برای واکنش با اکسیژن دارد. بنابراین، کربن جایگزین آهن شده و باعث تولید CO_2 ، احیاء یون‌های آهن و تشکیل آهن فلزی می‌شود. اگر فرایند تولید آهن در دماهایی بالاتر از دمای ذوب آهن انجام شود، آهن تولید شده، ذوب می‌گردد و جداسازی آن نیز راحت‌تر است (بازوبندی و همکاران، ۱۴۰۱).



هدف و پیشینه پژوهش

بر اساس مقدمه فوق الذکر، هدف کار تحقیقاتی حاضر، این است که در آزمایش استخراج آهن از آهن (III) اکسید (آزمایش موجود در کتاب آزمایشگاه علوم تجربی پایه یازدهم متوسطه دوم)، جایگزین‌های مناسبی برای چوب کبریت به عنوان منبع کربن، پیدا و با همدیگر مقایسه شوند. به این منظور، از برخی زباله‌های زیستی و کربن آزمایشگاهی استفاده شد و نتایج نشان دادند که ضایعات چوبی و کاغذی موجود در محیط زیست و کربن، جایگزین‌های مناسبی برای چوب کبریت هستند. این روش‌ها، مزایای زیادی نسبت به روش مرسوم چوب کبریت دارند و در آزمایشگاه‌های مدارس و پژوهش‌سراهای دانش‌آموزی نیز به راحتی قابل انجام هستند. علاوه بر این، انجام واکنش تولید آهن، به روش‌های مختلف، هم بر یادگیری دانش‌آموزان در درس شیمی موثر است و هم باعث تهییج بخش کنجکاوی و جستجوگری ذهن آنها می‌شود. همچنین، از هرکدام از این سه روش جدید ذکر شده در این مقاله نیز می‌توان به عنوان یک آزمایش جدید، برای ارائه به دانش‌آموزان، استفاده شود.

در سال ۲۰۲۲، سو^۱ و همکاران، فرایند احیاء^۲ اکسیدهای آهن به کمک سدیم کربنات را مورد بررسی قرار دادند. در این بررسی تحقیقاتی، ثابت شده است که سدیم کربنات منجر به تسریع سرعت احیاء کانی‌های آهن می‌شود. دلیل این تأثیر، این گونه گزارش شده است که سدیم کربنات باعث کاهش نقطه ذوب اکسید آهن می‌شود. در یک کار تحقیقاتی دیگر، سینتیک فرایند احیاء در مخلوط هماتیت/کربن در محدوده دمایی ۸۵۰ تا ۱۰۸۷ °C، بررسی شد. آزمایش‌ها تحت اتمسفر آرگون انجام شدند و کاهش وزن همدما^۳ نمونه‌ها به عنوان تابعی از زمان، اندازه‌گیری شد. اثرات اندازه ذرات کربن، نسبت هماتیت/کربن و اثرات مواد تسریع کننده و بازدارنده نیز مورد بررسی قرار گرفت. همچنین، اثرات FeS و Li_2O بر این واکنش نیز مورد بررسی قرار گرفتند (Rao, 1971). در یک پژوهش دیگر در سال ۲۰۱۵، سنگ معدن هماتیت به صورت ساختارهای قرص‌مانند با استفاده از کربن جامد در کوره تحت دمای ۱۱۰۰ °C به مدت ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه تحت فرایند پیرولیز (سوختن/خاکستر شدن) قرار گرفت و نتایج آن، با دیگر روش‌ها مقایسه شد. علاوه بر

¹ Su

² Reduction

³ Isothermal

این، روش مدل سازی ترمودینامیکی برای بررسی فرآیند تهیه آهن از طریق احیاء اکسیدهای آهن موجود در سنگ آهن با استفاده از زغال سنگ (به عنوان احیا کننده) مورد استفاده قرار گرفت. این مدل، قابلیت پیش بینی هزینه بهینه زغال سنگ (برندهای مختلف) مورد استفاده در این فرآیند را داشت. علاوه بر این، اثرات خواص فیزیکی و شیمیایی مواد کربنی مورد استفاده (زغال سنگ)، بر فرایند تولید آهن نیز مورد بررسی واقع شد. در یک پژوهش جالب دیگر که توسط یک پژوهشگر در آمریکا در سال ۱۹۷۷ انجام شد، میزان کاهش اکسیدهای آهن (FeO و Fe_2O_3) به وسیله زغال چوب نارگیل، زغال سنگ و کک، در یک اتمسفر بی اثر در محدوده دمایی ۹۰۰ تا ۱۲۰۰ °C مورد بررسی قرار گرفت. اثرات فشار، اندازه ذرات و مقدار کربن مورد بررسی واقع شد (Fruehan, 1977). علاوه بر این موارد، همانطور که در بالا ذکر شد، گرافیت نیز به عنوان ماده کربنی برای انجام این واکنش شیمیایی مورد استفاده شده است.

روش

مواد و تجهیزات:

آهن (III) اکسید (شکل ۱ پ)) که از نوع هماتیت (Fe_2O_3) بود و قرمز رنگ است (ساخت شرکت مرک)، به عنوان منبع آهن مورد استفاده قرار گرفت. سدیم کربنات (شکل ۱ ب)) که به عنوان کاهش دهنده نقطه ذوب آهن (III) اکسید و تسریع کننده واکنش، به کار برده شد نیز ساخت شرکت مرک بود. آهنربا برای تایید انجام واکنش استخراج آهن و جداسازی آهن، مورد استفاده واقع شد. علاوه بر این، استفاده از چراغ بونزن، به جهت سوختن مخلوط های تهیه شده در دمای بالا بود. همچنین، از کربن آزمایشگاهی (شکل ۱ الف))، ضایعات/زباله های چوبی تولید شده در نجاری (شکل ۱ ت))، ضایعات/زباله های کاغذی (شکل ۱ ث)) نیز به عنوان منبع کربن برای جداسازی آهن بهره برده شد (شکل ۱). لازم به ذکر است که ظروف پتری، شیشه ساعت، قاشقک و هاون نیز جهت موارد لازم، مورد استفاده واقع شدند. تهیه خمیر در روش های پودر چوب و کربن، با استفاده از آب مقطر انجام شد.



شکل ۱- مواد استفاده شده در این بررسی تحقیقاتی، الف) کربن، ب) سدیم کربنات، پ) آهن (III) اکسید، ت) پودر ضایعات چوبی و ث) تکه ای از ضایعات کاغذی.

روش تولید آهن از Fe_2O_3 با استفاده از کربن و زباله های چوبی:

در روش های کربن و پودر ضایعات چوبی، مقداری از مخلوط اکسید آهن/سدیم کربنات را به صورت مجزا به کربن و پودر ضایعات چوبی، اضافه کرده و در هاون به اندازه کافی مخلوط شدند. اختلاط در هاون به اندازه ای انجام شد که اجزاء مخلوط به اندازه کافی، پودر و ریز شدند که این امر باعث افزایش سطح تماس و سرعت واکنش می شود. سپس با

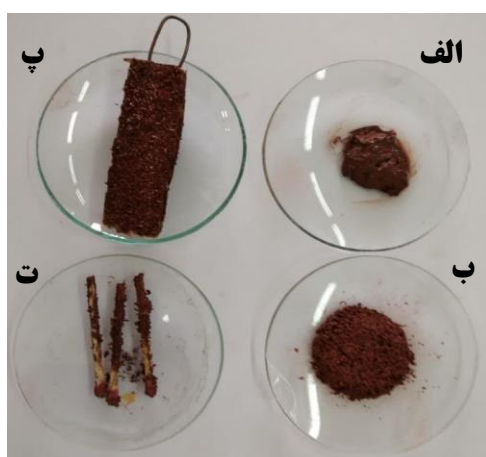
استفاده از مقدار کافی آب، هر کدام از مخلوط‌ها تبدیل به یک حالت خمیری مانند (شکل‌های ۲ (الف) و (ب)) شدند و سپس مخلوط مربوطه به صورت قرص، در آمد و بر روی شعله قرار گرفت. در نهایت، بعد از گذشت زمان کافی برای سوختن کامل مواد و خاکستر و گداخته شدن آنها (فرایند پیرولیز)، از روی شعله برداشته شدند و اجازه داده شد به دمای محیط برسند. سپس، محصولات حاصل، تبدیل به پودر شدند و به وسیله آهنربا، وجود آهن در محصول نهایی اثبات شد.

روش تولید آهن از Fe_2O_3 یا استفاده از زباله‌های کاغذی:

در روش ضایعات کاغذی، یک تکه کاغذ برش داده شده، به وسیله آب مرطوب شد. سپس، مقداری دلخواه از مخلوط $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$ بر روی طرفین کاغذ به صورت یکنواخت پاشیده شد. در نهایت، کاغذ آغشته به مواد (شکل ۲ (پ))، با استفاده از شعله، به اندازه کافی سوخته، خاکستر و گداخته شد. در نهایت، بعد از رسیدن آن به دمای محیط، محصول سوخته شده تبدیل به پودر شد و به وسیله آهنربا، وجود آهن در محصول نهایی اثبات شد.

یافته‌ها

در شکل ۲، تصویری از مخلوط‌های از پیش تهیه شده، دیده می‌شوند که قرار است تحت فرایند سوختن/خاکستر شدن قرار گیرند. خیلی از تفاوت‌ها و مزایا و معایب این روش‌ها را حتی از این تصویر می‌توان مشاهده کرد. همانطور که در شکل ۲ (الف) دیده می‌شود، مخلوط کربن/ $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$ به صورت خمیری در آورده شده است. در شکل ۲ (ب) نیز مخلوط چوب/ $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$ به صورت خمیری شکل مشاهده می‌شود. بعد از تهیه این مخلوط‌ها، می‌توان آنها را بر روی توری قرار داده و سپس بر روی شعله سوزانده شوند. شکل ۲ (پ) بیانگر این است که مخلوط $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$ بر روی یک تکه مستطیلی شکل از کاغذ، قرار گرفته است که این فرایند، به روش پاشیدن پودر، انجام شده است. در این روش از انجام آزمایش، می‌توان تمام اطراف کاغذ را با مخلوط مربوطه آغشته کرد. مشاهدات نشان داد که محصول سوخته شده نهایی نیز شکل خود را حفظ می‌کند و به صورت یک ساختار منسجم است که از هم پاشیده نمی‌شود. در شکل ۲ (ت) مشاهده می‌شود که چوب کبریت‌های مرطوب، آغشته به مخلوط $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$ شده‌اند. همانطور که دیده می‌شود، چوب کبریت به علت ساختار میله‌مانند و باریک خود، ظرفیت زیادی برای جذب پودر ندارد، لذا بازدهی کمتر دارد و هدررفت این روش نیز بالاست.



شکل ۲- شکل مخلوط‌های آماده شده برای سوختن در شعله: (الف) مخلوط خمیری شکل کربن/ $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$ ، (ب) کاغذ آغشته به $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$ ، (پ) مخلوط خمیری شکل پودر چوب/ $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$ و (ت) چوب کبریت‌های آغشته به $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$.

در شکل ۳ تصویری از مخلوط‌های خاکستر شده، آورده شده است. در شکل‌های ۳ (الف) و (ب) می‌توان دید که محصول نهایی روش‌های کربن و پودر چوب، به همدیگر شباهت دارند. به عبارتی، به صورت قرص‌های خاکستر شده دیده می‌شوند. بعد از اتمام فرایند خاکسترسازی، لازم است که این قرص‌ها از توری جدا شده و تبدیل به پودر شوند. در نگاه اول، در روش ضایعات کاغذی، اینگونه تصور می‌شود که وقتی کاغذ می‌سوزد، مخلوط موجود بر روی آن نیز ریخته می‌شود. اما همانطور که در شکل ۳ (پ) مشاهده می‌شود، مخلوط قرار گرفته بر روی کاغذ، شکل خود را حفظ کرده و به صورت یک تکه منسجم است، لذا لازم است که محصول نهایی تبدیل به پودر شود. اما در شکل ۳ (ت)، می‌بینید که ساختار چوب کبریت‌ها بعد از فرایند سوختن، از هم پاشیده می‌شود و طی فرایند سوختن باید مواظب بود که تکه‌های چوب کبریت سوخته‌شده، بر روی شعله و یا بر زمین نریزند.

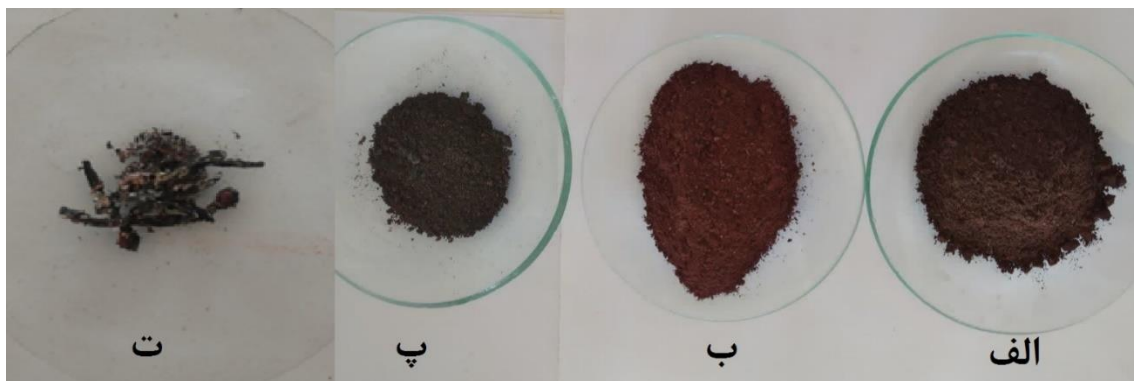
این مشاهدات نشان می‌دهند که از نظر حفظ ساختار، روش‌های کربن، پودر چوب و ضایعات کاغذی، مشابه همدیگر هستند و محصول نهایی در این سه روش، ساختار حفظ شده دارد. بصورت کیفی مشاهده می‌شود که از بین همه روش‌ها، روش چوب کبریت دارای مزایای کمتر و معایب بیشتر است. اما از نظر خلوص محصول نهایی، روش کربن و پودر چوب نسبت به دیگر روش‌ها، دارای ناخالصی کربنی کمتری هستند که روش کربن از این نظر، از همه بهتر است. البته در روش ضایعات کاغذی با استفاده از ضخامت کمتر کاغذ، می‌توان مقدار ناخالصی کربنی محصول نهایی را کاهش داد. در زمینه کاغذ و چوب کبریت، هرچند هم نسبت استوکیومتری رعایت شود، محصول نهایی، کربن بیشتری دارد چون کربن سطحی آنها با اکسید آهن در ارتباط است و بخش عمده‌ای از کربن (مخصوصاً کربن غیرسطحی)^۱ صرف واکنش نمی‌شود. اما در روش کربن، چون همه اجزا پودری هستند و بخش بیشتری از کربن، وارد واکنش می‌گردد، محصول نهایی حاوی محتوی کربن کمتری است. در روش ضایعات چوبی نیز با استفاده از مقدار کمتر پودر چوب و به عبارتی، به دست آوردن مقدار بهینه (نزدیک به مقدار استوکیومتری) پودر چوب، می‌توان باعث کاهش مقدار ناخالصی کربنی نهایی محصول شد.



شکل ۳- تصویری از محصولات حاصل از آزمایش‌های مختلف بعد از فرایند سوختن: (الف) روش ضایعات چوبی، (ب) روش کربن، (پ) روش کاغذ و (ت) روش چوب کبریت.

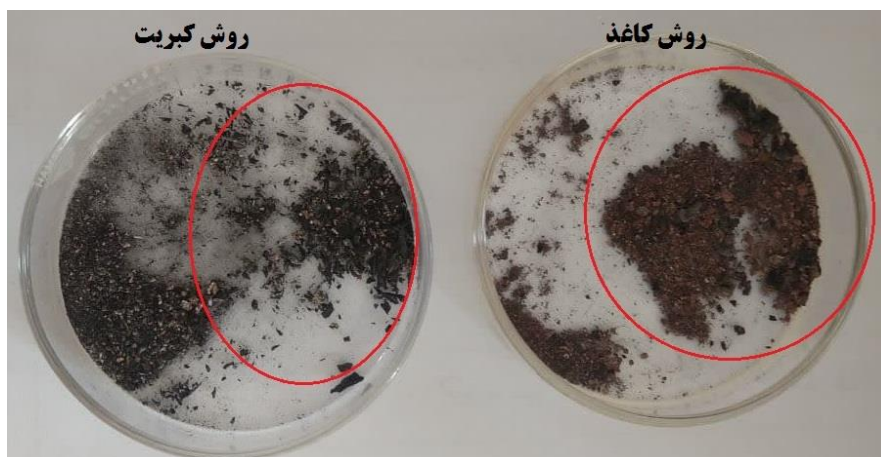
¹ Bulk

در شکل ۴، تصویری از محصولات نهایی پودر شده، آورده شده است. می بینیم که رنگ محصول حاصل از روش کربن (شکل ۴ ب))، به وضوح، قرمزتر از دیگر محصولات است که این خود، بیانگر درصد کمتر ناخالصی کربنی در این محصول است. در روش پودر چوب (شکل ۴ الف)) نیز قرمزی بیشتر و درصد کربن کمتری نسبت به روش های کاغذ (شکل ۴ پ)) و چوب کبریت (شکل ۴ ت)) دیده می شود.



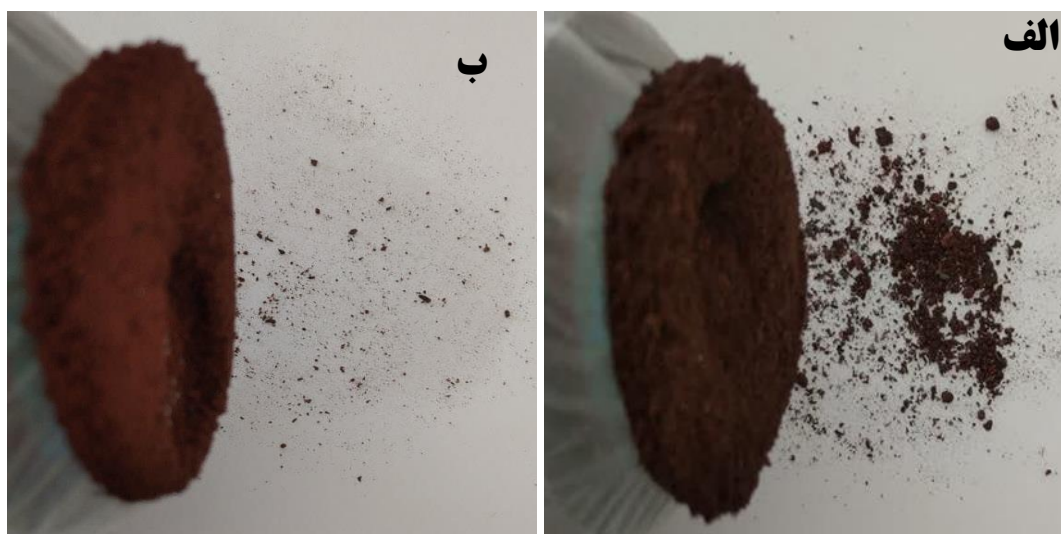
شکل ۴- تصویری از محصولات پودر شده مختلف: الف) روش ضایعات چوبی، ب) روش کربن، پ) روش کاغذ و ت) روش چوب کبریت.

در شکل ۵، مقایسه ای دیگر بین روش ضایعات کاغذی و روش چوب کبریت ایجاد شده است. به عبارتی، تصویری از مقدار آهن جدا شده از روش کاغذ و چوب کبریت، در این شکل دیده می شود. واضح است که بازدهی روش کاغذ بیشتر است چون مقدار آهن بیشتری به وسیله آهنربا جدا شده است.



شکل ۵- الف) مقایسه کیفی آهن جدا شده به وسیله آهنربا در روش های کاغذ و چوب کبریت.

در شکل های ۶ الف) و ب) به ترتیب، تصاویر آهن استخراج شده از طریق روش های ضایعات چوبی و کربن، دیده می شود که به وسیله آهنربا جذب شده اند. واضح است که بازدهی این دو روش، بالا بوده و جذب این مقدار از محصول نهایی، می تواند برای دانش آموزان، جالب توجه باشد. در این تصویر نیز به وضوح، مقدار کربن بیشتر روش پودر چوب نسبت به روش کربن دیده می شود. لازم به ذکر است، روش پودر چوب، نسبت به روش کربن، منجر به تولید دود بیشتری در آزمایشگاه می شود.



شکل ۶- تصویر جذب محصول به آهنربا (بعد از فرایند سوختن): (الف) روش پودر چوب، و (ب) روش کربن.

بحث و نتیجه‌گیری

شیمی یکی از دروس مهم مقطع متوسطه دوم در آموزش و پرورش است که آموزش آن همواره دارای دشواری‌هایی بوده‌است و معلمان در جستجوی یافتن روش‌هایی برای افزایش و تسهیل یادگیری شیمی هستند. استفاده از کارهای عملی و انجام آزمایش‌ها در آزمایشگاه شیمی، راه‌حلی جالب‌توجه و مناسب برای افزایش میزان یادگیری این درس می‌باشد. تدریس تئوری همراه با آموزش عملی، می‌تواند منجر به تهییج قوه پژوهش و تفکر دانش‌آموزان شود و باعث تقویت امر یادگیری درس شیمی در آنها شود (بهرامی‌مداح و همکاران، ۱۴۰۲). آزمایشگاه، بخش مکمل و نقطه تمرکز آموزش علوم تجربی است که برای دانش‌آموزان، زمینه مشارکت در فعالیت‌های مرتبط با علم و یادگیری روش علمی را فراهم می‌کند. از آنجایی که بخش اعظم یافته‌های علوم تجربی از راه مشاهده و اجرای آزمایش به دست می‌آید، لذا بهترین راه یادگیری مؤثر این علوم، انجام آزمایش و مشاهده مستقیم پدیده‌های علمی است (رمضانیان و همکاران، ۱۴۰۱). در این مقاله، واکنش استخراج آهن از اکسید آهن با استفاده از سوختن آن در کربن، مورد مطالعه قرار گرفت. معمولاً در مدارس و پژوهش‌سراها برای تأمین کربن مورد نیاز این آزمایش، از چوب‌کبریت به عنوان ماده‌ای ساده و در دسترس، استفاده می‌شود زیرا که چوب‌کبریت دارای ساختار کربنی است و کربن لازم برای جداسازی اکسیژن از آهن (III) اکسید را فراهم می‌کند. به این منظور، چوب‌کبریت‌ها را به مواد مربوطه آغشته کرده و می‌سوزانند، سپس آهن تولید شده را از خاکستر حاصل، جدا می‌کنند. در مطالعات تحقیقاتی مختلف، از انواع منابع کربنی برای انجام این واکنش استفاده شده‌است، لذا هنوز جای آن باقی است که تحقیقات بیشتری در این زمینه انجام شود و دیگر منابع کربنی نیز مورد بررسی قرار گیرند.

در این کار تحقیقاتی، علاوه بر اینکه سه منبع کربنی به عنوان جایگزین چوب‌کبریت معرفی شدند، مقایسه‌ای نیز بین انواع منابع طبیعی کربنی برای استخراج آهن از آهن (III) اکسید، انجام شد. دریافت نتایج جالب‌توجه در این پژوهش، و موفقیت‌آمیز بودن کاربرد کربن آزمایشگاهی، ضایعات چوبی و کاغذی (که در محیط پیرامون ما به وفور دیده می‌شوند) در تولید آهن، بیانگر این است که این پژوهش می‌تواند ادامه‌دار باشد. به عبارت دیگر، به جهت تهییج قوه/استعداد پژوهشی دانش‌آموزان، می‌توان آنها را به سوی بررسی کاربرد بسیاری از منابع کربنی (به عنوان مثال، پوست تخمه آفتاب‌گردان) در آزمایش استخراج آهن از آهن (III) اکسید سوق داد. با توجه به اینکه معمولاً ضایعات کاغذی و چوبی، هر دو به عنوان زباله در محیط رها می‌شوند، این تحقیق و آزمایش، در راستای حفاظت از محیط-

زیست است و به عبارتی یک روش سبز و دوستدار محیط زیست می باشد؛ چون منجر به برداشتن ضایعات از محیط زیست می شود. لازم به ذکر است که چوب و کاغذ زباله نیستند اما همانطور که مشاهده می شود، در خیلی از مکان ها این مواد ارزشمند زیستی به عنوان زباله رها شده اند. این پژوهش نشان داد که می توان هرکدام از این چهار روش را برای انجام آزمایش تولید آهن از آهن (III) اکسید در مدارس و پژوهش سراهای دانش آموزی مورد استفاده قرار داد. هر روش، جذابیت و ویژگی های خاص خود را دارد. با این وجود، خلاصه ی نتایج این مقاله را می توان به صورت زیر بیان کرد:

- (۱) این پژوهش باعث شد که یک آزمایش ساده (در کتاب آزمایشگاه علوم تجربی پایه یازدهم) به ۴ آزمایش تعمیم یابد که از هرکدام می توان به عنوان یک آزمایش مجزا برای آموزش و یادگیری بهتر مفاهیم شیمی، بهره برد.
- (۲) تمام این مواد کربنی از جمله چوب کبریت می توانند منجر به استخراج آهن از هماتیت شوند.
- (۳) آزمایش نشان داد که ضایعات کاغذی بهتر از روش چوب کبریت عمل می کنند چون روش کاغذ، هدر رفت کمتری دارد و حتی می توان آن را بدون نیاز به مرحله آغشته سازی (که در روش چوب کبریت لازم است) انجام داد. به عبارتی، می توان مواد را بر روی کاغذ مرطوب، پاشاند. همچنین، از یک تکه کاغذ برای انجام آزمایش استفاده می شود، در حالی که در روش چوب کبریت از چندین چوب کبریت استفاده می گردد. لذا روش کاغذ، مراحل کمتر، سادگی بیشتر و بازدهی بالاتری نسبت به روش چوب کبریت دارد.
- (۴) روش ضایعات چوبی نیز روشی مناسب است که مزیت آن، این است که می توان مقداری از مخلوط ضایعات-چوبی/ $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$ رو آماده و تبدیل به خمیر کرد و خمیر تهیه شده، در جلسات یا آزمایش های مختلف استفاده شود. به عبارتی، مخلوط مورد نیاز برای چندین آزمایش، طی یک مرحله تهیه می شود. اما در روش چوب کبریت و روش ضایعات کاغذی، در هر آزمایش، لازم است که چوب کبریت ها و یا کاغذ را آغشته به مواد کنیم.
- (۵) همچنین، چون در روش های پودر کربن و پودر چوب، از روش اختلاط استفاده می شود، نیازی به مرحله آغشته سازی (که در روش های کاغذ و چوب کبریت لازم است) نیست.
- (۶) روش استفاده از کربن آزمایشگاهی یا صنعتی (تهیه شده توسط شرکت های مختلف تولید کننده مواد) دارای این مزیت است که نسبت به دیگر روش ها، محصول نهایی خالص تر است و به عبارتی، مقدار کربن کمتر و رنگ قرمزتری دارد که این رنگ قرمز بیانگر درصد کمتری از کربن و ناخالصی است. لذا به علت ناخالصی کمتر، فرایند جداسازی/خالص سازی آهن، بهتر و راحت تر از دیگر روش ها قابل انجام می باشد.
- (۷) در روش کربن نیز از روش اختلاط و ایجاد خمیر، استفاده می شود که برای چندین آزمایش، می توان طی یک مرحله، مخلوط آماده کرد.
- (۸) به صورت کیفی (مشاهده) مشخص شد که هدر رفت روش کربن نسبت به دیگر روش ها کمتر است و بازدهی تولید آهن بالاتری دارد.
- (۹) یکی از برتری های روش کربن نسبت به سه روش دیگر، می تواند این باشد که تولید دود کمتری در آزمایشگاه دارد.
- (۱۰) انجام یک واکنش/آزمایش به طرق مختلف، هم بر یادگیری دانش آموزان در درس شیمی موثر است و هم بر تقویت قدرت پژوهش آنها تأثیر دارد.
- (۱۱) این پژوهش مسیر جالبی را به روی ما باز کرد، یعنی در آینده می توان بررسی های مطالعاتی بیشتری بر روی کاربرد انواع منابع گیاهی و جانوری کربن (برای تولید آهن از آهن (III) اکسید) انجام داد. بی شک، این آزمایش را می توان به طرق مختلف انجام داد. لذا تصمیم دارم که در آینده، این آزمایش را به روش های دیگر نیز مورد مطالعه

قرار دهم و تحقیقات بیشتری بر روی روش‌های استخراج آهن از آهن (III) اکسید را مورد بررسی قرار داده و توسعه بخشیم.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است».



COPYRIGHTS

©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.

منابع

- احمدی، یاور؛ خدایی، علیرضا (۱۳۹۹). مروری بر اهمیت آزمایشگاه و آموزش شیمی مبتنی بر آزمایش. پژوهش در آموزش شیمی، ۲(۲)، ۶۵-۵۳.
- بازوبندی، محمدحسن؛ حریری، ابوالفضل؛ حذرخانی، حسن؛ خیاطان، محمدرضا؛ عالمی، اعظم؛ کامیابی، شریف. کتاب آزمایشگاه علوم تجربی (۲) پایه یازدهم دوره دوم متوسطه. سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری.
- بهرامی‌مداح، امیر محمد؛ عظمت، جعفر؛ سرکان، زهره (۱۴۰۲). اهمیت آموزش شیمی از طریق کارهای عملی و نقش آن در فهم دانش‌آموزان. پژوهش در آموزش شیمی، ۴(۲)، ۳۵۴-۳۳۶.
- رمضانیان، طاهره؛ گلستانه، مهشید؛ موسوی، سیدمحسن (۱۴۰۱). آموزش شیمی مبتنی بر آزمایش. پژوهش در آموزش شیمی، ۴(۴)، ۵۰-۳۱.
- Beukes, N. J., Gutzmer, J., Mukhopadhyay, J. (2003). The geology and genesis of high-grade hematite iron ore deposits. *Applied Earth Science*, 112(1), 18-25.
- Fruehan, R. J. (1977). The rate of reduction of iron oxides by carbon. *Metallurgical Transactions B*, 279-286.
- Opuchovic, O., Kareiva, A. (2015). Historical hematite pigment: Synthesis by an aqueous sol-gel method, characterization and application for the colouration of ceramic glazes. *Ceramics international*, 41(3), 4504-4513.
- Rao, Y.K. (1971). The kinetics of reduction of hematite by carbon. *Metallurgical Transactions*, 1439-1447.
- Shinde, S. S., Bansode R. A., Bhosale C. H., Rajpure K. Y. (1977). Physical properties of hematite α -Fe₂O₃ thin films: application to photoelectrochemical solar cells. *Journal of Semiconductors*, 32(1), 013001.
- Srinivasan, N. S., Lahiri, A. K. (1977). Studies on the reduction of hematite by carbon. *Metallurgical transactions B*, 8, 175-178.
- Su, Z., Wang, J., Liu, S. (2022). Investigation of Na₂CO₃-assisted reduction of iron oxides: Corrosion mechanism of Na vapor medium. *Powder Technology*, 407, 117694.



ORIGINAL RESEARCH PAPER

The effect of flipped learning on self-efficacy and academic performance in the field of experimental sciences among female grade six students

Akbar Ebrahimi Orang ^{1,*}, Hafez Sahebyar ¹, Mahdi Ebrahimi Orang ²

¹ Department of psychology and counselling, Farhangian University, P.O. Box14665-889, Tehran, Iran

² Master's student in educational psychology, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran

* Corresponding author: (✉) a.ebrahimi1349@cfu.ac.ir

ABSTRACT

Keywords:

Flipped learning, academic self-efficacy, academic performance, experimental sciences, grade 6 of primary studies.

The purpose of the present was to determine the effectiveness of flipped learning on self-efficacy and academic performance of sixth grade female students in experimental science. The study was quasi-experimental in method with a pre-test and post-test design, and the population of the study included all female grade 6 students of Tabriz, during the academic year of 2022-2023. Cluster sampling was used to select 49 students who were categorized randomly into two experimental and control groups. To collect the data for the study, Jing and Morgan's (1999) questionnaire and teacher-made tests were initially administered to the experimental and control groups as the pretest. Later, the experimental group passed 10 treatment sessions of 45 minutes in the form of flipped learning while the control group received conventional teaching of science. Following, the treatment, the pos-tests were administered to both groups. The obtained data was later analyzed using descriptive and inferential (Covariance) statistics. The results indicated that flipped instruction has a significantly positive effect on self-efficacy and academic performance of the students.

Received: 22 January 2024

Revised: 13 March 2024

Accepted: 26 March 2024

Published online: 26 March 2024

PP: 37-58

ISSN (Online): [2717-2279](https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15805.1185)

Citation: Ebrahimi Orang, A, and et al. (2024). The effect of flipped learning on self-efficacy and academic performance in the field of experimental sciences among female grade six students. *Research in Chemistry Education*, 6(1), 37-58.

[https://doi.org/ 10.48310/CHEMEDU.2024.15805.1185](https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15805.1185)



پژوهش در آموزش شیمی، سال ششم، شماره اول، صفحات ۳۷-۵۸



پژوهش در آموزش شیمی

<https://chemedu.cfu.ac.ir>


مقاله پژوهشی

تاثیر یادگیری معکوس بر خودکارآمدی و عملکرد تحصیلی دانش آموزان دختر پایه ششم ابتدایی در درس علوم تجربی

اکبر ابراهیمی اورنگ ^{۱*}، حافظ صاحب یار ^{۱ID}، مهدی ابراهیمی اورنگ ^{۲ID}

۱. گروه آموزش روان شناسی و مشاوره، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۱۴۶۶۵-۸۸۹، تهران، ایران

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد روان شناسی تربیتی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

* نویسنده مسئول: a.ebrahimi1349@cfu.ac.ir

چکیده

هدف پژوهش حاضر تعیین اثربخشی یادگیری معکوس بر خودکارآمدی و عملکرد تحصیلی دانش آموزان دختر پایه ششم ابتدایی در درس علوم تجربی بود. روش پژوهش از نوع شبه آزمایشی با پیش آزمون و پس-آزمون با یک گروه گواه می باشد و جامعه آماری آن، کلیه دانش آموزان دختر پایه ششم ابتدایی شهر تبریز در سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ می باشد؛ که از میان آنها، ۴۹ نفر به روش نمونه گیری خوشه ای انتخاب و به طور تصادفی در دو گروه آزمایش و گواه قرار گرفتند. جهت گردآوری داده ها پرسشنامه جینگ و مورگان (۱۹۹۹) و آزمون معلم ساخته در ابتدا به عنوان پیش آزمون بر روی هر دو گروه آزمایش و گواه اجرا شد. سپس گروه آزمایش طی ۱۰ جلسه ۴۵ دقیقه ای تحت یادگیری معکوس؛ و گروه گواه تحت روش یادگیری سنتی در درس علوم تجربی قرار گرفتند. بعد از اتمام جلسات، برای هر دو گروه پس آزمون اجرا شد. داده ها با استفاده از آمار توصیفی و استنباطی (تحلیل کوواریانس) تحلیل شدند. یافته های حاصل نشان دادند که اثر یادگیری معکوس بر خودکارآمدی و عملکرد تحصیلی مثبت و معنی دار است.

واژه های کلیدی:

یادگیری معکوس، خودکارآمدی تحصیلی، عملکرد تحصیلی، علوم تجربی، پایه ششم ابتدایی.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۰۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۲/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۰۷

تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۳/۰۱/۰۷

شماره صفحات: ۳۷-۵۸

شاپا الکترونیکی: ۲۷۱۷-۲۲۷۹



ارجاع: ابراهیمی اورنگ، اکبر و همکاران (۱۴۰۳). تاثیر یادگیری معکوس بر خودکارآمدی و عملکرد تحصیلی دانش آموزان دختر پایه ششم ابتدایی در درس علوم تجربی. پژوهش در آموزش شیمی، ۶(۱)، ۳۷-۵۸.

[https://doi.org/ 10.48310/CHEMEDU.2024.15805.1185](https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15805.1185)

مقدمه

امروزه نظام‌های آموزشی دنیا در شرایطی به فعالیت‌های آموزشی و تربیتی خود ادامه می‌دهند که سرعت تحول و پیشرفت علوم و تکنولوژی در عصر حاضر خیلی زیاد؛ و فضایی پیوسته در حال تغییر حاکم است (صاحب‌یار و مصرآبادی، ۱۴۰۰). برای نمونه یکی از تغییرات اخیر، شیوع ویروس کرونا است که باعث ایجاد بحران‌های ناگهانی و تغییرات غیرمنتظره در بسیاری از زمینه‌ها، تغییر در شیوه زندگی و همچنین حوزه آموزش شده‌است. علاوه بر این، پیشرفت و تغییرات سریع در تکنولوژی‌ها، بخصوص تکنولوژی آموزشی، افزایش روزافزون استفاده از دستگاه‌های هوشمند، چنדרس‌انه‌ای‌ها و اینترنت باعث تغییر در موقعیت‌های یادگیری و رویکردهای تدریس و یادگیری شده‌است (کاراگل^۱، ۲۰۱۹). در واقع چالش‌های نوپدید و به تبع آن تغییر در فضای زندگی، تحصیلی و حتی شغلی موقعیتی را فراهم آورده‌اند که دیگر نمی‌شود مطابق با رویکردهای سنتی، زندگی و تحصیل کرد.

پیشرفت تحصیلی و عوامل موثر بر آن از جمله بحث‌های اساسی و دارای اهمیت در تعلیم و تربیت می‌باشد، که از گذشته تا به امروزه مورد توجه متخصصان و محققان تعلیم و تربیت بوده و هست. عمده پژوهش‌ها در ارتباط با این عوامل، بیشتر به نقش عوامل آموزش‌پذیر و کنترل‌پذیر، نظیر عوامل شناختی و فراشناختی تأکید دارند. در این راستا محققان تربیتی، در پژوهش‌های مختلف به این نتیجه رسیده‌اند که از عوامل مهم و مؤثر در پیشرفت تحصیلی به ویژه درس ریاضی، عواملی مانند منابع اطلاعاتی، باورهای خودکارآمدی، خودتنظیمی، درگیری تحصیلی، مهارت‌های فراشناختی، مهارت‌های تفکر و بخصوص رویکردها و راهبردهای آموزشی می‌باشند (آتش^۲، ۲۰۲۴؛ عبدالمملکی و همکاران، ۱۳۹۵).

امروزه هدف از آموزش ایجاد زمینه و بستر مناسب برای تلاش و کوشش و تحقیق دانش‌آموزان است، تا یادگیری مادام‌العمر تحقق یابد. نقطه ورودی این حرکت طولانی و مهم در زندگی کودکان، آموزش ابتدایی و دبستانی است. دانش‌آموزان با ورود به این دوره مواجه با یک تحول اساسی می‌شوند و از نظر توانایی ذهنی برای کسب بسیاری از مسائل آموزشی و تربیتی که قبل از ارتباط مستقیم با مدرسه پیدا نکرده بود آمادگی پیدا می‌کنند و تحولات عظیمی در ذهن دانش‌آموز نسبت به مسائل اجتماعی ایجاد می‌شود. از طرفی این دوره شکوفایی بسیاری از استعداد و توانمندی‌های دانش‌آموز است از جمله استعدادهای کلامی و غیرکلامی. همچنین، تحول برخی از ویژگی‌هایی روانی، شخصیتی و تربیتی در دوره ابتدایی پایه‌ریزی می‌گردد. از جمله ویژگی‌هایی که نیاز مبرم جهت بهبود آنان وجود دارد، خودکارآمدی تحصیلی دانش‌آموزان می‌باشد (صاحب‌یار، ۱۴۰۲؛ نکوئیان نظرزاده و میرزایی ۱۳۹۹). یک متغیر مهم در یادگیری و تحصیل، خودکارآمدی تحصیلی است. خودکارآمدی به معنای شناخت و پذیرش ویژگی‌های خود است. به عبارت دیگر، رفتارهایی که فرد از خود در زمینه‌های مختلف نشان می‌دهد، نمایانگر این است که فرد چقدر خود را می‌شناسد و یا می‌پذیرد. بندورا از میان مهمترین عوامل در تبیین رفتارها، فعالیت‌ها و کنترل کارکرد انسانی، هیچ کدام را مؤثرتر از خودکارآمدی نمی‌داند. به طوری که افرادی که به توانایی‌های خود باور قوی دارند، نسبت به انجام تکالیف خود، کوشش و پافشاری بیشتری انجام می‌دهند؛ در حالی که افرادی که درباره توانایی‌های خود تردید داشته باشند، از انجام امور دست کشیده و تکالیف را رها می‌کنند. بنابراین خودکارآمدی مانند نیرویی محرک برای افراد محسوب می‌شود. خودکارآمدی تحصیلی، به طور خاص، به معنی اطمینان در انجام وظایف تحصیلی مانند خواندن کتاب، پاسخ به سؤالات در کلاس و آمادگی برای آزمون است. احساس قوی خودکارآمدی موجب بهبود دیدگاه‌های مثبت فردی و مشارکت بهتر فرد در انجام فعالیت‌ها، تنظیم اهداف و تعهد در انجام کارها می‌شود. سطوح بالای خودکارآمدی تحصیلی منجر به میانگین نمرات بالاتر و پایداری برای تکمیل وظایف می‌شود؛ در نتیجه دانش‌آموزانی که خودکارآمدی تحصیلی بالاتری دارند، راهبردهای یادگیری سودمندتری را به کار برده و در نهایت یادگیری بهتری خواهند داشت. با توجه به آنچه ذکر شد خودکارآمدی در میان دانش‌آموزان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. دانش‌آموزانی که خودکارآمدی تحصیلی بالایی دارند به این اعتقاد رسیده‌اند که تکالیف درسی را می‌توان به خوبی و درستی انجام داد؛ لذا از تلاش برای یادگیری اجتناب نمی‌کنند و تلاش خود را افزایش می‌دهند. اما دانش‌آموزانی با

¹ Karagöl² Ateş

خودکارآمدی پایین هنگام رویارویی با تکالیف درسی به توانایی‌های خود شک دارند و هنگام یادگیری تکالیف درسی احساس ناتوانی می‌کنند (معصومی فرد، ۱۴۰۰).

در نتیجه، دانش‌آموزانی که خودکارآمدی تحصیلی بالاتری دارند، از سازگاری تحصیلی بهتری نیز برخوردار می‌باشند و راهبردهای یادگیری سودمندتری را به کار برده و در نهایت، کارکرد بهتری خواهند داشت. با توجه به این که راهبرد یادگیری معکوس مستلزم راهبردهای رفتاری، شناختی و فراشناختی ویژه برای متمرکز کردن فرآیند توجه است که به نوبه خود می‌توانند به دانش‌آموزان کمک کنند تا بهتر یاد بگیرند و عمیق‌تر به فهم دروس نائل شوند و احتمال دارد خودکارآمدی تحصیلی آموزشی را بهبود بخشند (نظری‌پور، ۱۳۹۹).

فرآیند جهانی شدن و تحولات ناشی از آن، انتظارات فزاینده‌ای را در برابر برنامه‌های آموزشی قرار داده است. در این رابطه کیفیت نظام‌های آموزشی به طور فزاینده‌ای در سطح جهانی مورد مقایسه قرار می‌گیرد و این مقایسه‌ها تأکید بسیاری بر برنامه‌های درسی علوم و ریاضی و مهارت‌های ارتباطی دارند (صاحب‌یار، ۱۴۰۲؛ صوری خسروشاهی، ۱۳۸۹). به دلیل تأکید زیادی که نظام آموزشی ما بر روی نیاز به یادگیری خواندن و نوشتن دارد، بسیاری از مطالعات بر این موارد تمرکز یافته‌اند تا به ریاضیات و علوم (پوراحمدعلی و موسوی پور، ۱۳۹۳). یادگیری در طول زندگی انسان‌ها صورت می‌گیرد و کسی از آموزش و یادگیری هیچ علمی بی‌نیاز نیست (اکبری، آیتی و زارع مقدم، ۱۳۹۷)؛ که از جمله این علوم، علوم تجربی است. یکی از دغدغه‌های مهم در حوزه آموزش علوم تجربی، توجه به ارتقای سطح آموزش است (امانی طهرانی، علی‌عسگری و عباسی، ۱۳۹۴). در عین حال یکی از مهم‌ترین راه‌های آموزش موثر، به‌کارگیری شیوه‌های کارآمد آموزش در ابعاد مختلف روحی، جسمی، اخلاقی و نیز پرورش تفکر خلاق در فراگیران است (احمدی، ۱۳۸۰). از آنجایی که در نظام آموزشی ایران، مفاهیم علوم تجربی به صورت سنتی و با استفاده از نمونه‌های انتزاعی و کلمات تدریس می‌شود، با رشد تکنولوژی رایانه در سال‌های اخیر استفاده از فناوری‌های نوین به‌طور مناسب می‌توانند آموزش و درک بسیاری از مفاهیم علوم تجربی را برای دانش‌آموزان تسهیل بخشند؛ که منجر به افزایش توانایی شناختی و درک عمیق آن‌ها می‌شوند. امروزه چندرسانه‌ای‌ها در آموزش علوم تجربی جایگاه منحصر به فردی یافته است. و فناوری‌ها می‌توانند آموزش و یادگیری علوم تجربی را جالب‌تر، صحیح‌تر و مناسب‌تر کند (سلیمان پور، خلخالی و فلاح، ۱۳۸۹). در روش‌های تدریس سنتی معلم موضوع درسی را که از قبل با تمام جزئیات تنظیم کرده است، در مدت زمان مشخص و چهره به چهره آموزش می‌دهد؛ با چنین روش‌هایی و با نادیده گرفتن نیازهای فردی دانش‌آموزان، احتمال دارد یادگیری اثربخش در دانش‌آموزان کمتر بوده و در این صورت است که اکثر دانش‌آموزان مباحث مربوط به درس علوم تجربی را کنگ و دشوار ارزیابی می‌کنند. زیرا در علوم تجربی بسیاری از مفاهیم انتزاعی برای دانش‌آموزان قابل درک نیستند؛ اما ویژگی آزمایشگاهی و نمایشی بودن درس علوم تجربی قابلیت بالایی برای مفاهیم و مدل‌سازی رایانه‌ها بر اساس نرم‌افزارهای موجود فراهم می‌آورد. در واقع به کمک نرم‌افزارها می‌توان بسیاری از مفاهیم علوم تجربی را به طور ملموس و کامل آموزش داد (محمودیان هریس، سلیم‌پور، طاهری مقدم و هریس‌چیان، ۱۳۹۴).

نیاز امروز جوامع به داشتن نیروهای خلاق و کارآمد، ایجاب می‌کند که در زمینه آموزش و شیوه‌های آن تغییراتی صورت پذیرد تا با بهبود کیفیت فرآیند یاددهی-یادگیری بتوان سبب تحریک انگیزش و پیشرفت تحصیلی آنان شد. بنابراین با توسعه و پیشرفت فناوری‌های نوین در آموزش، این تحول به مقتضای شرایط موجود، تغییر محتوا، روش‌ها و فناوری‌های آموزشی را به دنبال داشت که می‌توانند فرآیند یاددهی-یادگیری را در خارج از کلاس درس ممکن سازند، یادگیری معکوس^۱ نام دارد. این رویکرد، یادگیری معنی‌دار را در دانش‌آموزان فراهم کرده و اخیراً توجه محققان و مربیان را به خود جلب کرده است (صاحب‌یار و همکاران، ۱۴۰۰، ۱۴۰۲).

یادگیری معکوس یک راهبرد آموزشی و یادگیری است که آموزش را به یک مدل شاگردمحور تبدیل می‌کند، که در آن، زمان کلاس صرف بررسی موضوعات در عمق بیشتر و ساخت موقعیت‌های یادگیری سطوح بالای شناختی و جذاب می‌شود. در این راهبرد برخی از فعالیت‌های کلاسی به عنوان تکلیف خانگی ارائه می‌شود که آموزش و یادگیری آن عموماً بر عهده خود دانش‌آموزان است (فالهرتی^۲، ۲۰۱۶)؛ با صرفه‌جویی در زمان می‌توان از آن، زمان بیشتری را

¹ Flipped learning

² O'Flaherty

برای ایجاد و تقویت مهارت‌های یادگیری و تفکر بهره برد. همچنین در این رویکرد یادگیرندگان این فرصت را در می‌یابند که در یادگیری و ایجاد دانش بیشتر فعال باشند و همزمان می‌توانند دانش اکتسابی خود را مورد آزمایش و ارزیابی قرار دهند. یادگیری معکوس، یک رویکرد آموزشی براساس آموزش مستقیم است که نه تنها به یادگیری گروهی بی توجه نبوده بلکه محیط یادگیری را به محیطی پویا و فعال تبدیل، و به یادگیری فراگیر محور هم توجه خاصی دارد. محیط یادگیری معکوس محیطی است که معلمان به عنوان تسهیل‌گر یادگیری فراگیران، به صورت خلاقانه موضوعات درسی را مطرح و فعالیت‌های متنوع را در یک محیط غنی با دانش‌آموزان آگاه به موضوع و با به کارگیری ابزارهای مناسب و روش‌های متنوع یادگیری انجام و به آموزش می‌پردازند (چن هسیه^۱، ۲۰۱۶). یادگیری معکوس بر سه اصل نظری مبتنی است که یکی از این اصول، اصل یادگیری ترکیبی است (آبیسکر^۲، ۲۰۱۵). در یادگیری معکوس آموزش‌های مقدماتی کلاس و مفاهیم اولیه را به فضای آنلاین و یادگیری فردی می‌برد و کلاس رو-دررو هم به دنبال آن اتفاق می‌افتد. دومین اصل، رویکرد دانش‌آموزمحوری است که فراگیر را از محیط یادگیری معلم‌محور دور و به یادگیرنده محوری سوق می‌دهد (کلارک^۳، ۲۰۱۵). یکی از ویژگی‌هایی که یادگیری معکوس را ممتاز می‌کند، یادگیری مادام‌العمر است که برای یک زندگی موفق در جامعه اطلاعاتی ضروری بوده و اهمیت آن با آموزش از راه دور در دوره همه‌گیری ویروس کرونا، شناخت محصولات و روش‌های فناورانه و دسترسی به اطلاعات با فناوری‌های ارتباطی، دوباره مشخص شد؛ در این میان استفاده از رایانه برای ذخیره و ارائه اطلاعات و مهارت‌هایی مانند برقراری ارتباط از طریق اینترنت مقدور است (یلدیریم یاکار^۴، ۲۰۲۱).

با توجه اینکه مربیان و متخصصان و دست‌اندرکاران تعلیم و تربیت توجه خود را به رویکردهای یاددهی-یادگیری و نحوه ارائه مطالب به دانش‌آموزان متمرکز کرده‌اند و به طور مداوم به دنبال یافتن و جایگزینی روش‌های مناسب برای انتقال برنامه‌های درسی به فراگیران جهت دستیابی آنان به سطوح بالای شناختی و مهارت‌های یادگیری و کسب مهارت لازم برای موفقیت در تحصیل است.

امروزه روش‌های سنتی در آموزش و یادگیری اثربخشی لازم را ندارد (یانگ و همکاران^۵، ۲۰۱۹). زیرا این روش سبب دریافت اطلاعات سطحی می‌شود که با گذشت زمان فراموش خواهند شد. انجام سخنرانی‌های طولانی در کلاس درس و سپس فرستادن آنان به منزل برای انجام تکالیف واقعی بدون حمایت و پشتیبانی بهبوده‌ترین کار ممکن برای فراگیران است. همچنین در طی چند سال اخیر نیازها، اهداف و عملکرد یادگیرندگان تغییر کرده‌است، آن‌ها اغلب به اطلاعات دسترسی آسان و سریع داشته و ترجیح می‌دهند در محیط‌های یادگیری مشارکتی و توأم با فعالیت یادگیرنده‌محور حضور داشته باشند (چانگ^۶، ۲۰۱۸). فناوری‌های پیشرفته، رشد تولید محتوای الکترونیکی و علوم شناختی فرآیند یاددهی-یادگیری سنتی را با چالش مواجه ساخته‌اند. بر این اساس و با ظهور فناوری‌های نوین آموزشی، شیوه‌ها، موقعیت‌ها و فضاها، جدید در تعلیم و تربیت فراهم شده‌است که می‌توانند بخشی از فرآیند یاددهی-یادگیری را در خارج از کلاس درس ممکن سازند، که از آن به عنوان یادگیری معکوس یاد می‌شود (میونگ و بو^۷، ۲۰۱۸).

از سوی دیگر با ظهور انواع فناوری دیجیتال می‌توان از آن‌ها برای حمایت از آموزش و یادگیری بهره برد که همین امر در سال‌های اخیر رشد چشمگیری داشته است. بنابراین، با توجه به دسترسی فزاینده فراگیران به فناوری‌های دیجیتال در مدرسه، جای تعجب نیست که می‌توان از آن‌ها برای ارائه یادگیری معکوس نیز استفاده کرد (شاو و پاترا^۸، ۲۰۲۲). همچنین برآورده شدن نیازهای یادگیرندگان قرن بیست و یکم، با توجه به تغییرات پیچیده‌ای که در شرایط زندگی (کووید-۱۹، آلودگی هوا و ... که منجر به تعطیلی بیشتر آموزش حضوری می‌شوند) و از طرف دیگر تغییر علایق و خواسته‌های دانش‌آموزان از شکل و ارائه آموزش همچنین زمان محدود آموزش و حجیم و زیاد بودن مطالب بخصوص

¹ Chen Hsieh

² Abeyseker

³ Clark

⁴ Yildirim Yakar

⁵ Yang

⁶ Chang

⁷ Myung, & Bu

⁸ Shaw, & Patra

در درس‌هایی مثل علوم تجربی (که چالش‌های آموزشی و یادگیری در خور بحثی دارد) ضرورت تغییر از رویکرد سنتی به رویکردی جدید لازم و ضروری می‌باشد (یانگ و همکاران، ۲۰۱۹).

از طرف دیگر با توجه به اهمیت پوشش نیازهای مربوط به یادگیرندگان، درگیری و مشارکت و راهبردهای یادگیری آنان در فرآیند یاددهی-یادگیری، بهره‌گیری از دنیای دیجیتال امروز و استفاده از تکنولوژی به روش‌های خلاقانه و همچنین باتوجه به حجم زیاد دانش موضوعی و زمان اندک برای آموزش در کلاس باید فراتر از روش‌های سنتی رفت، و با بهره بردن از روش‌های نوین از جمله یادگیری معکوس به دنبال ایجاد و تقویت مهارت‌های تحصیلی از جمله خودکارآمدی تحصیلی بود. از طرفی اهمیت روش‌های نوین و پرورش این مهارت خودکارآمدی در یادگیری، بخصوص در دروسی مانند علوم تجربی و ناکارآمدی و ضعف روش‌های سنتی در فرآیند یاددهی و یادگیری آن و از طرف دیگر با توجه به اینکه در پایگاه داده‌ها بخصوص در داخل کشور در مورد اثربخشی یادگیری معکوس بر مهارت‌های تحصیلی مهم و تاثیرگذار بخصوص روی دانش‌آموزان دوره ابتدایی، مطالعات اندکی موجود است؛ لذا پژوهش حاضر، به دنبال پاسخ به این سوال است که آیا یادگیری معکوس بر خودکارآمدی تحصیلی و عملکرد علوم تجربی دانش‌آموزان دوره دوم ابتدایی شهر تبریز موثر است؟

پیشینه پژوهش

تحقیقاتی در داخل و بخصوص در خارج از کشور، اثربخشی یادگیری معکوس بر متغیرهای تحصیلی و تربیتی را بررسی کرده‌اند.

از جمله پژوهش زفرقندی و عبدی (۱۴۰۱) با عنوان تأثیر اجرای آموزش معکوس در کلاس درس علوم تجربی بر خودکارآمدی و یادگیری دانش‌آموزان، نشان داد که میانگین نمرات آزمون یادگیری دانش‌آموزانی که روش آموزش معکوس را دریافت کرده‌اند به طور معنی‌دار بیشتر از میانگین نمرات دانش‌آموزانی است که از روش سنتی استفاده کرده‌اند. روش آموزش معکوس بر خودکارآمدی دانش‌آموزان نیز مؤثر بود.

پژوهش مرادی دولیسکانی، یونس‌پور عیسی‌لو و مرادی (۱۴۰۱) با عنوان تأثیر روش تدریس کلاس معکوس بر خودکارآمدی تحصیلی و یادگیری خودراهنر دانشجویان در درس زبان انگلیسی، نشان داد که بین گروه‌های آزمایش و کنترل از نظر خودکارآمدی تحصیلی و یادگیری خودراهنری تفاوت معنی‌داری وجود دارد، و روش تدریس کلاس معکوس باعث افزایش میزان خودکارآمدی تحصیلی و خودراهنری در بین دانشجویان شده‌است.

صاحب یار، برقی و گل‌محمدنژاد (۱۴۰۰) در پژوهشی با عنوان «اثربخشی یادگیری معکوس بر درگیری تحصیلی دانش‌آموزان دوره دوم متوسطه در درس ریاضیات» دریافتند یادگیری معکوس بر درگیری تحصیلی دانش‌آموزان موثر بوده و همچنین براساس نتایج، تأثیر یادگیری معکوس بر همه مولفه‌های درگیری تحصیلی (شناختی، هیجانی، رفتاری و عاملیت) مثبت و معنی‌دار است. نتایج پژوهش شاه‌محمدی، سبحانی‌نژاد و حجتی (۱۳۹۹) با عنوان اثربخشی روش یادگیری معکوس برافزایش یادگیری خودراهنر و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان پایه ششم در درس علوم، نشان داد که روش یادگیری معکوس موجب افزایش یادگیری خودراهنر و مؤلفه‌های آن (خودمدیریتی، خودتنظیمی و خودانگیختگی) در دانش‌آموزان می‌شود. همچنین آموزش به‌روش معکوس پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان پایه ششم در درس علوم را افزایش می‌دهد.

نظری‌پور و لائی (۱۳۹۹) پژوهشی با عنوان «بررسی تأثیر یادگیری معکوس بر خودکارآمدی تحصیلی و یادگیری درس ریاضی دانش‌آموزان دارای اختلالات یادگیری» انجام دادند. نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیره نشان داد که با کنترل اثر پیش‌آزمون و با احتساب آلفای صحیح شده بونفرونی (۰/۰۲۵) در خودکارآمدی تحصیلی، تفاوت معنی‌داری بین گروه آزمایش و گواه وجود دارد ($P < 0/001$). همچنین این تفاوت در متغیر یادگیری درس ریاضی معنی‌دار بود ($P < 0/001$)؛ به‌طوری که مقایسه میانگین‌ها نشان داد نمرات خودکارآمدی تحصیلی و ریاضی گروه آزمایش، پس از

مداخله به طور معنی داری افزایش یافته است. به عبارت دیگر، یادگیری معکوس بر خودکارآمدی تحصیلی و یادگیری درس ریاضی دانش آموزان دارای ناتوانی یادگیری مؤثر بوده است؛ به صورتی که حدود ۳۹/۸ درصد از نمره خودکارآمدی تحصیلی و ۱۸/۱ درصد از یادگیری درس ریاضی دانش آموزان تحت تأثیر یادگیری معکوس افزایش داشته است.

نتایج پژوهش شاه محمدی، سبحانی نژاد و حجتی (۱۳۹۹) با عنوان اثربخشی روش یادگیری معکوس بر افزایش یادگیری خودراهبر و پیشرفت تحصیلی دانش آموزان پایه ششم در درس علوم، نشان داد که روش یادگیری معکوس موجب افزایش یادگیری خودراهبر و مؤلفه های آن (خودمدیریتی، خودتنظیمی و خودانگیزگی در دانش آموزان می شود). (همچنین آموزش به روش معکوس پیشرفت تحصیلی دانش آموزان پایه ششم در درس علوم را افزایش می دهد. آهن جان (۱۳۹۸) در پژوهشی با عنوان «تأثیر آموزش پادکست بر پیشرفت تحصیلی، انگیزش و خودکارآمدی دانش آموزان ابتدایی» دریافتند که آموزش معکوس به شیوه پادکستینگ مبتنی بر مدل (5E) در پیشرفت تحصیلی، انگیزش و خودکارآمدی دانش آموزان تأثیر به سزایی دارد. نتیجه پژوهش نشانگر آن بود که پادکستینگ و الگوی (5E) در پیشرفت تحصیلی مؤثر است و انگیزه تحصیلی را بالا می برد و باعث افزایش درگیری و خودکارآمدی آزمودنی ها می شود.

پیری، صاحب یار و سعداللهی (۱۳۹۷) نیز در پژوهشی با عنوان «تأثیر کلاس معکوس بر خودراهبری در یادگیری درس زبان انگلیسی» نتیجه گرفتند که کلاس معکوس بر مهارت خودراهبری در یادگیری اثر مثبت و معنی داری دارد. اسماعیلی فر و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی با عنوان «تأثیر استفاده از رویکرد کلاس معکوس بر یادگیری درس علوم دانش آموزان دوره ابتدایی» نشان دادند که روش یادگیری به شکل معکوس توسط معلمان موجب افزایش سطح یادگیری درس علوم دانش آموزان دوره ابتدایی می شود.

هان و همزه^۱ (۲۰۲۴) در یک مطالعه نیمه تجربی با عنوان بررسی تأثیر یادگیری معکوس بر خودکارآمدی دانش آموزان چینی در درس زبان انگلیسی به دنبال پاسخ به این سوال بودند که آیا مدل یادگیری معکوس تأثیر مثبتی بر خودکارآمدی در یادگیری زبان انگلیسی دارد یا خیر؟ نتایج نشان داد که یادگیری معکوس تأثیر مثبت و معنی داری بر خودکارآمدی دانش آموزان در یادگیری زبان انگلیسی دارد.

اوبیر و همکاران^۲ (۲۰۲۲) پژوهشی با عنوان «افزایش اثربخشی کلاس درس معکوس در آموزش علوم بهداشتی: مرور وضعیتی» انجام دادند که هدف آن ارائه یک مرور کلی از عوامل مؤثر در اثربخشی کلاس درس معکوس و این که چگونه می توان این عوامل را مورد استفاده قرار داد، می باشد. اثربخشی کلاس درس معکوس در این مطالعه به عنوان نمرات آزمون، دستیابی به اهداف یادگیری بالاتر و ادراک دانش آموز مفهوم سازی شده است. برای این کار یک پژوهش مروری از نوع مرور وضعیتی طراحی کردند. پایگاه های داده مدلاین^۳، پسیکانفو^۴، پاپمد^۵، وب آو ساینس^۶ و اسکوپوس^۷ را در بازه زمانی ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۰ مورد جست و جو قرار دادند. مطالعات انتخاب شده را به صورت کیفی براساس روش نظریه زمینه ای تحلیل؛ و پس از غربالگری مطالعات براساس معیارهای ورود و خروج، ۸۸ مطالعه وارد تحلیل کردند. نتایج نشان دادند که شش عامل اصلی در اثربخشی کلاس درس معکوس تأثیر گذارند: ۱. ویژگی های

¹ Han, & Hamzah

² Oudbier

³ Medline

⁴ PsycInfo

⁵ PubMed

⁶ Web of Science

⁷ Scopus

دانش‌آموز^۱، ۲. ویژگی‌های معلم^۲، ۳. اجرا^۳، ۴. ویژگی‌های وظیفه^۴، ۵. فعالیت‌های خارج از کلاس^۵ و ۶. فعالیت‌های درون کلاس^۶. عوامل میانجی، از جمله عوامل دیگر، سطح یادگیری، خودتنظیمی یادگیرنده^۷، نقش و انگیزه معلم^۸، رویکرد ارزشیابی^۹ و راهنمایی در طول خودآموزی از طریق بازخورد است. این عوامل را می‌توان با ساختار دادن به فرآیند یادگیری، تمرکز آموزش معلم بر شایستگی‌ها و رویکردهای یادگیری و تدریس که برای کلاس درس معکوس ضروری هستند، تقویت کرد.

هوانگ و همکاران (۲۰۲۱) در یک پژوهشی با عنوان «ارتقا یادگیری معکوس: محیط یادگیری آنلاین با راهبرد طرح مسئله با نقشه مفهومی هدایت شده»، پا را فراتر از یادگیری معکوس معمول گذاشته و پیشنهادی برای چالش بهبود مهارت‌های تفکر انتقادی ارائه داده‌اند، که آن پیشنهاد راهبرد طرح مسئله و نقشه مفهومی است. برای تعیین اثربخشی راهبرد پیشنهادی، یک سیستم یادگیری معکوس توسعه داده شده را در کلاس علوم دوره ابتدایی اجرا کردند. محققان دانش‌آموزان را به سه گروه تقسیم کردند: در گروه A از راهبرد طرح مسئله مبتنی بر نقشه مفهومی برای یادگیری معکوس^{۱۰}، دانش‌آموزان گروه B از یادگیری معکوس مبتنی بر راهبرد طرح مسئله^{۱۱} استفاده کردند، در حالی که دانش‌آموزان گروه کنترل از راهبرد یادگیری معکوس معمول^{۱۲} استفاده کردند؛ نتایج نشان داد که گروه A در بهبود عملکرد یادگیری دانش‌آموزان به ویژه برای دانش‌آموزان با سطوح بالاتر تفکر انتقادی مؤثر است.

گومز و راموس^{۱۳} (۲۰۲۰) در پژوهشی با عنوان «تأثیر یادگیری معکوس در حوزه ریاضی: مروری سیستماتیک»، و با هدف تحلیل ویژگی‌های اصلی تحقیقات و همچنین تأثیر ایجاد شده بر دانش‌آموزان انجام دادند. برای انجام این کار، از روش مرور سیستماتیک و با تمرکز بر پژوهش‌های منتشر شده در وب آو ساینس و اسکوپوس استفاده کردند. نتایج نشان می‌دهند که در بیشتر تحقیقات بررسی شده، اجرای یادگیری معکوس منجر به بهبود دانش و نگرش دانش‌آموزان نسبت به محتوا و درس ریاضی شده است. علاوه بر این، جنبه‌هایی مانند کار مشارکتی، استقلال، خودتنظیمی نسبت به یادگیری یا عملکرد تحصیلی به واسطه‌ی استفاده از یادگیری معکوس بهبود یافته‌است.

یورقانیچی^{۱۴} (۲۰۲۰) در تحقیقی با هدف مقایسه تأثیر یادگیری الکترونیکی (EL)، یادگیری ترکیبی (BL) و یادگیری معکوس (FL) بر پیشرفت، خودتنظیمی و خودکارآمدی ریاضیات، نشان دادند که نمرات پس‌آزمون پیشرفت ریاضی دانش‌آموزان به طور معنی‌داری بیشتر از دانش‌آموزانی بودند که با یادگیری الکترونیکی و یادگیری ترکیبی آموزش دیده بودند، تفاوت دارند. علاوه بر این، دانش‌آموزان یادگیری معکوس نسبت به دانش‌آموزان گروه‌های دیگر، خودکارآمدی، خودتنظیمی به طور معنی‌داری بالاتر نشان دادند.

ژنگ و همکاران^{۱۵} (۲۰۲۰) فراتحلیلی با عنوان «اثربخشی کلاس درس معکوس بر پیشرفت و انگیزه یادگیری دانش‌آموزان» شواهد قابل توجهی برای تأثیر مثبت پذیرش کلاس درس معکوس و اینکه چگونه این تأثیرات تحت تأثیر

¹ Student characteristics

² Teacher characteristics

³ Implementation

⁴ Task characteristics

⁵ Out-of-class activities

⁶ In-class activities

⁷ Learner's level of self-regulated learning

⁸ Teacher's role and motivation

⁹ Assessment approach

¹⁰ Concept map-guided problem-posing strategy for flipped learning

¹¹ Problem-posing strategy-based flipped learning

¹² Conventional flipped learning strategy

¹³ Gomez, & Ramos

¹⁴ Yorganci

¹⁵ Zheng

متغیرهای تعدیل‌کننده مختلف قرار گرفتند، ارائه می‌کند. یافته‌های اصلی این فراتحلیل به شرح زیر خلاصه می‌شود: ۱. رویکرد کلاس درس معکوس دارای اندازه اثر متوسط ۰/۶۶۳ برای پیشرفت یادگیری و اندازه اثر متوسط ۰/۶۶۱ برای انگیزه یادگیری می‌باشد. ۲. نتایج نشان می‌دهند که حجم نمونه، مدت زمان مداخله و مناطق نمونه به طور قابل توجهی اندازه اثر را تعدیل می‌کنند. ۳. حجم نمونه کوچک (۵۰-۱) نسبت به حجم نمونه بزرگ (بیش از ۵۰) اثر بزرگتری دارد. ۴. طرح آزمایشی واقعی اثرات بهتری نسبت به طرح شبه تجربی دارد. ۵. مداخلات میان مدت (۵-۸ هفته) اثرات بهتری نسبت به مدت کوتاه (کوتاه‌تر از پنج هفته) و مداخله بلند مدت (بیشتر از هشت هفته) دارد. ۶. تماشای فیلم‌های آموزشی بیشترین اندازه اثر را در پیش از کلاس دارد و فیلم‌ها اندازه اثر بهتری را نسبت به سایر منابع در پیش از کلاس ایجاد می‌کند.

روش

روش پژوهش حاضر، نیمه آزمایشی از نوع پیش آزمون و پس آزمون با گروه گواه است. جامعه آماری این پژوهش، کلیه دانش آموزان دختر ششم ابتدایی شهر تبریز بود که در سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ مشغول تحصیل بودند. حجم نمونه پژوهش حاضر شامل ۴۹ نفر از دانش آموزان دختر پایه ششم ابتدایی که به روش خوشه ای چندمرحله‌ای انتخاب شدند. نحوه نمونه‌برداری بدین صورت بود که از نواحی ۵ گانه شهر تبریز، یک ناحیه و از مدارس ابتدایی آن ناحیه، یک مدرسه و از بین پایه‌ها نیز یک پایه و دو کلاس انتخاب گردید. یکی از کلاس‌ها به طور تصادفی به عنوان گروه آزمایش و کلاس دیگر به عنوان گروه گواه تعیین گردید و بدین صورت ۲۳ نفر در گروه آزمایش و ۲۶ نفر در گروه گواه قرار گرفتند. ملاک‌های ورود و خروج نمونه‌های این تحقیق شامل، جنسیت، مقطع و پایه‌ی تحصیلی و دسترسی به رایانه، گوشی و چند رسانه‌ای‌ها بود. قبل از شروع جلسه‌های آموزشی، پیش آزمون و پس از پایان ۱۰ جلسه آموزشی ۴۵ دقیقه‌ای، پس آزمون میان هر دو گروه آزمایش و گواه اجرا شد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها، از روش‌های آمار توصیفی و آمار استنباطی (آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیری) استفاده شد. به منظور جمع آوری داده‌ها از ابزارهای پژوهشی ذیل استفاده می‌شود:

۱. پرسشنامه خودکارآمدی تحصیلی جینگ و مورگان (۱۹۹۹)

این پرسشنامه توسط جینگ و مورگان (۱۹۹۹) طراحی شد و دارای ۳۰ پرسش و سه حوزه خرده مقیاس استعداد (۱۳ سوال)، کوشش (۴ سوال) و بافت (۱۳) است و نمره‌گذاری این پرسشنامه بر اساس مقیاس لیکرت (کاملاً مخالفم تا کاملاً موافقم) است. در ایران مظاهری و صادقی (۱۳۹۴) روایی این مقیاس را از طریق تحلیل عاملی مطلوب گزارش کرده‌اند. نوروزی و طهماسبی (۱۳۹۲) نیز به منظور به دست آوردن پایایی از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شد که ضرایب پایایی برای خودکارآمدی کلی ۰/۷۶ خرده مقیاس‌های استعداد ۰/۷۹، بافت ۰/۶۲ و تلاش ۰/۵۹ به دست آوردند.

۲. آزمون معلم ساخته

این آزمون توسط معلمان مربوطه با توجه به اهداف و سرفصل درس علوم تجربی پایه‌ی ششم ابتدایی مصوب سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش جمهوری اسلامی ایران ساخته می‌شود. پرسش‌های این آزمون، از ورزش و نیرو (۱) و (۲) در علوم تجربی پایه ششم ابتدایی طرح شده است. که دانش‌آموزان هر دو گروه آزمایشی و کنترل آن را آموزش دیده‌اند. این آزمون مشتمل بر چند مسئله، پرسش‌های کوتاه جواب، چندگزینه‌ای و ... بود. برای تعیین روایی پیش‌آزمون-پس‌آزمون از روش روایی محتوایی استفاده شده است. بدین ترتیب که، تعداد پرسشی که تهیه شد برای پیش‌آزمون و پس‌آزمون در اختیار چند معلم پایه ششم ابتدایی دیگر قرار گرفت و از آن‌ها خواسته شد که تا با توجه به هدف‌های آموزشی آن‌ها را بررسی و میزان مناسب بودن یا نبودن را مشخص کنند. جهت

تعیین پایایی آن که جزو آزمون‌های غیر عینی بوده و نمرات آن‌ها تحت تأثیر مصحح قرار می‌گیرد، از دو مصحح که به صورت مستقل پاسخ‌های آزمون شنوندگان را تصحیح می‌کنند، استفاده شد.

پس از انتخاب دانش‌آموزان؛ مطالب، جزوات و کلیپ‌هایی در مورد آموزش معکوس و همچنین یک جلد کتاب با عنوان "یادگیری معکوس" برای مطالعه به معلم داده شد و در روز مشخص جلسه توجیهی برای معلم پیشنهاد شد که در این جلسه در مورد یادگیری معکوس و نحوه‌ی اجرا و مدیریت کلاس ارایه شد و همچنین جلسه دیگری برای دانش‌آموزان همراه با معلم مربوطه برگزار و به سوالات و ابهامات جواب داده شد. در ادامه معلم مربوطه اقدام به تدوین اهداف و محتوای آموزشی و همچنین تهیه کلیپ‌ها و جزوات کردند؛ سپس بسته آموزشی تدوین شده به دو نفر از همکاران علوم تجربی داده شد تا روایی محتوایی و مناسب بودن مطالب و کلیپ‌های آموزشی و پوشش دادن محتوای کتاب درسی طبق سرفصل‌های وزارت آموزش و پرورش را بررسی کنند؛ پس از هماهنگی و احراز روایی صوری و محتوایی برای مداخله در ۱۰ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای اجرا شد. در ادامه قبل از شروع، پیش‌آزمون و پس از پایان جلسه آموزشی، پس‌آزمون اجرا شد.

آموزش در گروه آزمایشی، آموزش معکوس، به این صورت بود که معلم از قبل، هدف خود را از آموزش محتوایی که در نظر داشت، مشخص (محدود کردن هدف) و منابعی را برای آموزش تهیه می‌کرد. این منابع شامل تهیه فیلم، فایل-های صوتی از مفاهیم، جزوات آموزشی، کاربرگ‌ها، فعالیت و سوالات هدایت‌کننده بود. مواد آموزشی و همچنین فایل-های تکمیلی از طریق شبکه‌ی دانش‌آموزی شاد در اختیار دانش‌آموزان قرار می‌گرفت. یعنی دانش‌آموزان (گروه آزمایشی) قبل از کلاس از طریق فایل‌های صوتی و تصویری آموزش مفاهیم پایه را کسب می‌کردند؛ و در داخل کلاس نیز یادگیرندگان بصورت فردی و گروهی زمان خود را صرف کار بر روی مسائل و نکات مبهم و سطوح بالای شناختی کرده و همچنین به سوالات تهیه شده توسط دانش‌آموزان و یا خود معلم پاسخ می‌دادند. معلم در کلاس به بررسی مشکلات فردی دانش‌آموزان (کج‌فهمی و بدفهمی‌ها) و هدایت آنان به سطوح بالاتر شناختی می‌پرداختند. همچنین معلم در فعالیت‌های کلاسی قبل از شروع آن، ارزشیابی لازم مبنی بر اینکه دانش‌آموزان قبلاً مطالعه و حداقل سطوح دانشی و فهمیدن مفاهیم درسی را کسب کرده‌اند یا نه، انجام؛ و در صورت نیاز بازخوردهای لازم داده می‌شد. در فعالیت‌های بعد کلاس هم یادگیرندگان دو وظیفه برعهده داشتند: یکی اینکه که خود را برای جلسه آینده آماده کنند و فایل‌های مربوط به موضوع جلسه بعدی را از طریق سی‌دی مطالعه کنند. وظیفه‌ی دوم اینکه دانش‌آموزان باید تکالیف جلسه‌ی قبل که معلم پیش‌بینی می‌کرد را انجام می‌دادند و یا اینکه اگر فیلم، جزوه، کلیپ و کاربرگ تکمیلی از طریق شبکه دانش‌آموزی شاد، بعد از اتمام کلاس در گروه بارگذاری می‌شد را مشاهده و به یادگیری آن بپردازند.

جدول ۱- خلاصه‌ی فعالیت‌های آموزش معکوس (گروه آزمایشی)

فعالیت‌های بعد کلاس	فعالیت‌های حین کلاسی	فعالیت‌های قبل از کلاس
خود ارزیابی	مرور خلاصه‌ها و یادداشت‌ها	مطالعه مواد چاپی و متنی (مانند کتاب درسی، جزوه آموزشی)
انجام فعالیت‌های تکمیلی	فعالیت فردی	مشاهده کلیپ‌ها
	فعالیت‌های گروهی کوچک	یادداشت برداری و خلاصه نویسی
	سخنرانی‌های کوتاه	بحث و گفتگوی آنلاین
	ارایه‌های دانش آموزی	

یافته‌ها

جدول (۲) آماره‌های توصیفی نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون مولفه‌های خودکارآمدی تحصیلی و عملکرد تحصیلی را در دو گروه آزمایشی و کنترل نشان می‌دهد. با توجه به نتایج بدست آمده، در مرحله‌ی پیش‌آزمون میانگین و انحراف استاندارد به ترتیب در گروه آزمایشی، رغبت (۳۸/۰۴ و ۶/۴۷)، استعداد (۴۳/۷۴، ۴/۷۸)، و بافت (۴۵/۵۲ و ۵/۵۳)؛ و در گروه کنترل به ترتیب (۳۸/۵۴ و ۴/۸۳)، (۴۶/۴۶ و ۶) و (۴۵/۶۱ و ۵/۱۲)؛ و در مرحله‌ی پس‌آزمون میانگین و انحراف استاندارد در گروه آزمایشی، رغبت (۴۶/۱۳ و ۵/۵۵)، استعداد (۵۰/۱۷، ۵/۰۴)، و بافت (۵۱/۱۳ و ۷/۵۴)؛ و در گروه کنترل به ترتیب (۳۷/۳۸ و ۶/۱۳)، (۴۵ و ۵/۹) و (۴۷/۴۳ و ۶/۴۴) می‌باشد. عملکرد تحصیلی نیز در مرحله‌ی پیش‌آزمون میانگین و انحراف استاندارد در گروه آزمایشی، (۲/۱۷، ۱/۶۵) و در گروه کنترل (۲/۵۷، ۱/۸۶) و در مرحله‌ی پس‌آزمون میانگین و انحراف استاندارد در گروه آزمایشی (۱۳/۴۲، ۴/۹۵) و در گروه کنترل (۱۰/۸۲، ۵/۱۶) می‌باشد.

جدول ۲- آماره‌های توصیفی نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون مولفه‌های خودکارآمدی تحصیلی به تفکیک گروه‌ها

متغیر	گروه	میانگین	انحراف استاندارد
رغبت	پیش‌آزمون	آزمایشی	۳۸/۰۴
		کنترل	۴/۸۳
	پس‌آزمون	آزمایشی	۵/۵۵
		کنترل	۶/۱۳
استعداد	پیش‌آزمون	آزمایشی	۴۳/۷۴
		کنترل	۶/۰۰
	پس‌آزمون	آزمایشی	۵۰/۱۷
		کنترل	۵/۹
بافت	پیش‌آزمون	آزمایشی	۴۵/۵۲
		کنترل	۵/۱۲
	پس‌آزمون	آزمایشی	۵۱/۱۳
		کنترل	۶/۴۴
عملکرد تحصیلی	پیش‌آزمون	آزمایشی	۲/۲۴
		کنترل	۱/۹۵
	پس‌آزمون	آزمایشی	۱۳/۵۳
		کنترل	۵/۳۳

در بخش تحلیل آمار استنباطی، جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و بررسی سئوالات پژوهش در صورتی که پیش فرض‌های اساسی تحلیل کوواریانس رعایت شده باشد از تحلیل کوواریانس چند متغیره (MANCOVA) و تحلیل کوواریانس تک متغیره (ANCOVA) استفاده می‌شود.

جهت بررسی پرسش پژوهشی، ابتدا به بررسی مفروضه‌های آمار پارامتریک پرداخته می‌شود.

پیش فرض‌های عمومی آمار پارامتریک و تحلیل کوواریانس:

الف) پیش فرض فاصله‌ای بودن متغیر وابسته: نظر به این که ابزارهای مورد استفاده برای اندازه‌گیری متغیرهای وابسته از صفر قراردادی برخوردار بوده، بنا بر نظر سازندگان ابزارها، فاصله‌ها برابر محسوب شده و به همین دلیل مقیاس اندازه‌گیری متغیرهای وابسته در این پژوهش فاصله‌ای است.

ب) پیش فرض نرمال بودن توزیع متغیرهای وابسته: برای بررسی این پیش فرض از آزمون شاپیروویلک استفاده شده است. جدول (۳) نتایج آزمون شاپیروویلک جهت بررسی نرمال بودن توزیع متغیرها در هر دو گروه آزمایشی و کنترل و در دو وضعیت پیش‌آزمون و پس‌آزمون را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، سطح معنی‌داری آماره‌های بدست آمده برای همه مولفه‌های خودکارآمدی تحصیلی و عملکرد تحصیلی، بزرگ‌تر از ۰/۰۵ می‌باشد؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که توزیع متغیرها در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون در مولفه‌های خودکارآمدی و عملکرد تحصیلی نرمال محسوب می‌شوند.

جدول ۳- نتایج آزمون شاپیروویلک جهت بررسی نرمال بودن توزیع مولفه‌های خودکارآمدی و عملکرد تحصیلی در گروه‌ها

متغیر	گروه	آماره وایلک	شاپیرو	درجه آزادی	سطح معنی-داری
رغبت	پیش‌آزمون	آزمایشی ۰/۹۳۳		۲۳	۰/۱۲۶
		کنترل ۰/۹۵۲		۲۶	۰/۲۵۹
	پس‌آزمون	آزمایشی ۰/۹۴۵		۲۳	۰/۲۳۴
		کنترل ۰/۹۵۳		۲۶	۰/۲۷۹
استعداد	پیش‌آزمون	آزمایشی ۰/۹۵۲		۲۳	۰/۳۲۸
		کنترل ۰/۹۳۶		۲۶	۰/۱۰۶
	پس‌آزمون	آزمایشی ۰/۹۳۸		۲۳	۰/۱۶۶
		کنترل ۰/۹۷۳		۲۶	۰/۷۰۲
بافت	پیش‌آزمون	آزمایشی ۰/۹۷۳		۲۳	۰/۷۵۲
		کنترل ۰/۹۵۹		۲۶	۰/۳۶۹
	پس‌آزمون	آزمایشی ۰/۹۳۸		۲۳	۰/۱۶۲
		کنترل ۰/۹۷۵		۲۶	۰/۷۴۱
عملکرد تحصیلی	پیش‌آزمون	آزمایشی ۰/۹۳		۲۳	۰/۱۰۶
		کنترل ۰/۹۴۹		۲۶	۰/۲۲۳
	پس‌آزمون	آزمایشی ۰/۹۱۸		۲۳	۰/۰۶۲
		کنترل ۰/۹۴۵		۲۶	۰/۱۸۰

بررسی پرسش پژوهشی اول: یادگیری معکوس بر خودکارآمدی تحصیلی دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی شهر تبریز موثر است.

پس از بررسی پیش‌رض‌های عمومی جهت بررسی پرسش پژوهشی، به بررسی مفروضه‌های تحلیل کوواریانس پرداخته می‌شود.

پیش فرض‌های تحلیل کوواریانس

پ) پیش فرض همگنی واریانس‌های خطا نمرات متغیر وابسته در گروه‌ها: برای بررسی این پیش فرض از آزمون لون استفاده شده است. جدول (۴) نتایج آزمون لون جهت بررسی همگنی واریانس‌های مولفه‌های خودکارآمدی

تحصیلی در دو گروه آزمایشی و کنترل را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود پیش‌فرض همگنی واریانس مولفه‌های خودکارآمدی تحصیلی در دو گروه آزمایشی و کنترل محقق شده‌است؛ چرا که مقادیر F ‌های محاسبه شده در سطح 0.05 معنی‌دار نیست. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که واریانس‌های نمرات مولفه‌های خودکارآمدی تحصیلی در بین دو گروه یکسان بوده و پیش‌فرض همگنی واریانس‌ها رعایت شده‌است ($P > 0.05$).

جدول ۴- نتایج آزمون لون جهت بررسی همگنی واریانس‌های مولفه‌های خودکارآمدی تحصیلی در دو گروه آزمایشی و کنترل

متغیرها	F	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	سطح معنی داری
رغبت	۰/۶۷۷	۱	۴۷	۰/۴۱۵
استعداد	۰/۰۰۷	۱	۴۷	۰/۹۳۲
بافت	۴/۱۵	۱	۴۷	۰/۰۵

ت) پیش‌فرض همگنی ماتریس کوواریانس: این مفروضه به بررسی ارتباط متغیرهای وابسته در گروه‌های مورد مطالعه

می‌پردازد که بایستی همگن باشد. جهت بررسی این مفروضه از آزمون ام‌باکس استفاده شده است. جدول (۵) نتایج آزمون ام‌باکس جهت بررسی مفروضه همگنی ماتریس کوواریانس را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود مقدار ام‌باکس برابر $3/365$ و مقدار F نیز $0/522$ می‌باشد؛ و با توجه به سطح معنی‌داری $0/792$ ، می‌توان نتیجه گرفت که پیش‌فرض همگنی ماتریس کوواریانس نیز برقرار است ($P > 0.05$).

جدول ۵- نتایج آزمون ام‌باکس جهت بررسی مفروضه همگنی ماتریس کوواریانس در متغیر خودکارآمدی تحصیلی

مقدار ام‌باکس	F	Df ₁	Df ₂	سطح معنی‌داری
۳/۳۶۵	۰/۵۲۲	۶	۱۵۳۳۰/۸۶	۰/۷۹۲

ث) پیش‌فرض همگنی شیب خط رگرسیون: بررسی این مفروضه از طریق تعامل پیش‌آزمون و گروه‌ها بررسی گردید؛ که با استفاده از آزمون تحلیل واریانس اثرات تعاملی تحت تحلیل کوواریانس چندمتغیره انجام شد. جدول (۷) نتایج بررسی مفروضه همگنی شیب خط رگرسیون را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود؛ سطح معنی‌داری شاخص لامبدای ویلکز با مقدار $0/751$ و F با مقدار $2/21$ ، بزرگتر از $0/05$ می‌باشد که نشان‌دهنده برقراری مفروضه همگنی شیب خط رگرسیون است ($P = 0.054$).

جدول ۷- نتایج بررسی مفروضه همگنی شیب خط رگرسیون در متغیر خودکارآمدی تحصیلی

منبع تغییرات	شاخص	مقدار	F	درجه‌ی آزادی فرضیه	درجه‌ی آزادی خطا	سطح معنی‌داری
گروه * پیش‌آزمون خودکارآمدی تحصیلی	لامبدای ویلکز	۰/۷۵۱	۲/۲۱	۶	۸۶	۰/۰۵۴

پس از بررسی و اطمینان از برقراری پیش‌فرض‌های تحلیل کوواریانس چند متغیره، پرسش اول پژوهش، با استفاده از تحلیل کوواریانس مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در جدول (۸) آمده‌است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود مقدار

لامبدای ویلکز برای تغییرات گروه برابر $0/595$ و مقدار F برابر با $9/52$ بوده که در سطح $0/0001$ معنی دار می باشد ($P=0/0001$)؛ و میزان تاثیر که با مجذور اتا نشان داده شده برابر $0/405$ است، که می توان گفت $40/5$ درصد از تغییرات خودکارآمدی تحصیلی (متغیر وابسته) مربوطه به یادگیری معکوس (متغیر مستقل) است. به همین دلیل نتیجه گرفته می شود که یادگیری معکوس بر خودکارآمدی تحصیلی موثر بوده است.

جدول ۸- نتایج تحلیل کوواریانس چند متغیره داده ها در اثربخشی یادگیری معکوس بر خودکارآمدی تحصیلی

منبع تغییرات	شاخص	مقدار	F	درجه ی آزادی	درجه ی آزادی خطا	سطح معنی - ضریب مجذور اتا
گروه	لامبدای ویلکز	$0/595$	$9/52$	۳	۴۲	$0/405$

جدول (۹) نتایج تحلیل کوواریانس تک متغیره جهت بررسی تفاوت مولفه های خودکارآمدی تحصیلی در گروه آزمایشی و کنترل را نشان می دهد. همان طور که مشاهده می شود یادگیری معکوس توانسته تاثیر معنی دار روی رغبت ($F=4/64$; $P=0/001$)، استعداد ($F=9/96$; $P=0/003$) و بافت ($F=8/96$; $P=0/005$) داشته باشد. در این بین بیشترین میزان تغییرات با ضریب اتای $0/360$ ، مربوط به رغبت بوده است؛ به عبارت دیگر حدود 36 درصد تغییرات رغبت (متغیر وابسته) ناشی از یادگیری معکوس (متغیر مستقل) است.

جدول ۹- نتایج تحلیل کوواریانس تک متغیره جهت بررسی تفاوت مولفه های خودکارآمدی تحصیلی در گروه

آزمایش و کنترل

متغیر وابسته	منابع تغییر	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معنی داری	ضریب مجذور اتا
رغبت	گروه	$885/115$	۱	$885/115$	$24/64$	$0/001$	$0/360$
	خطا	$1580/84$	۴۴	$35/93$			
استعداد	گروه	$293/47$	۱	$293/47$	$9/96$	$0/003$	$0/185$
	خطا	$1296/59$	۴۴	$29/47$			
بافت	گروه	$312/307$	۱	$312/307$	$8/96$	$0/005$	$0/170$
	خطا	$1533/15$	۴۴	$34/84$			

جدول (۱۰) میانگین های اصلاح شده مولفه های خودکارآمدی تحصیلی براساس پیش آزمونها در دو گروه آزمایشی و کنترل را نشان می دهد. میانگین های اصلاح شده مولفه های خودکارآمدی تحصیلی گروه آزمایشی در نمرات رغبت ($46/17$)، استعداد ($50/12$)، و بافت ($51/94$) به طور معنی داری بیشتر از میانگین های اصلاح شده نمرات رغبت ($37/35$)، استعداد ($45/04$)، و بافت ($46/70$) در گروه کنترل می باشد. بنابراین، با توجه به کلیه نتایج گزارش شده، می توان استنباط کرد که مدل یادگیری معکوس بر بهبود مولفه های خودکارآمدی تحصیلی دانش آموزان ابتدایی اثربخش تر از مدل یادگیری معکوس معمول است.

جدول ۱۰- میانگین‌های اصلاح شده مولفه‌های خودکارآمدی تحصیلی براساس پیش‌آزمون در دو گروه آزمایشی و کنترل

متغیر وابسته	گروه	میانگین	خطای معیار
رغبت	آزمایشی	۴۶/۱۷	۱/۲۷
	کنترل	۳۷/۳۵	۱/۱۹
استعداد	آزمایشی	۵۰/۱۲	۱/۱۵
	کنترل	۴۵/۰۴	۱/۰۸
بافت	آزمایشی	۵۱/۹۴	۱/۲۵
	کنترل	۴۶/۷۰	۱۰/۷۷

بررسی پرسش پژوهشی دوم: یادگیری معکوس بر عملکرد علوم تجربی دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی شهر تبریز موثر است.

پس از بررسی پیش‌رض‌های عمومی جهت بررسی پرسش پژوهشی، به بررسی مفروضه‌های تحلیل کوواریانس پرداخته می‌شود.

پیش‌فرض‌های تحلیل کوواریانس

جدول (۱۱) نتایج آزمون لون جهت بررسی همگنی واریانس‌های عملکرد علوم تجربی در دو گروه آزمایشی و کنترل را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود پیش‌فرض همگنی واریانس عملکرد تحصیلی در دو گروه آزمایشی و کنترل محقق شده است؛ چرا که مقدار F محاسبه شده برابر $۰/۴۶۲$ در سطح بزرگ‌تر از $۰/۰۵$ بوده و معنی‌دار نمی‌باشد ($P=۰/۵۰$).

جدول ۱۱- نتایج آزمون لون جهت بررسی همگنی واریانس‌های عملکرد علوم تجربی در دو گروه آزمایشی و کنترل

متغیرها	F	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	سطح معنی‌داری
عملکرد تحصیلی	۰/۴۶۲	۱	۴۷	۰/۵۰

ت) پیش‌فرض همگنی شیب خط‌های رگرسیون: بررسی این مفروضه از طریق تعامل پیش‌آزمون و گروه‌ها بررسی گردید، که با استفاده از آزمون تحلیل واریانس اثرات تعاملی تحت تحلیل کوواریانس تک‌متغیره انجام شد. جدول (۱۲) نتایج بررسی پیش‌فرض همگنی شیب خط‌های رگرسیون را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود؛ سطح معنی‌داری F با مقدار $۰/۴۱$ ، بزرگ‌تر از $۰/۰۵$ می‌باشد که نشان‌دهنده برقراری مفروضه همگنی شیب خط‌های رگرسیون است ($P=۰/۵۳$).

جدول ۱۲- نتایج بررسی پیش‌فرض همگنی شیب خط‌های رگرسیون در متغیر عملکرد تحصیلی

منبع تغییرات	مجموع مجزورات	درجه‌ی آزادی	میانگین مجزورات	F	سطح معنی‌داری
گروه * پیش‌آزمون عملکرد تحصیلی	۶/۱	۱	۶/۱	۰/۴۱	۰/۵۳

به دلیل رعایت پیش‌فرض‌های اساسی تحلیل کوواریانس، از تحلیل کوواریانس تک متغیره (ANCOVA) جهت بررسی پرسش دوم پژوهش استفاده شد.

جدول (۱۳) نتایج تحلیل کوواریانس تک‌متغیره جهت بررسی تفاوت نمرات عملکرد تحصیلی در گروه آزمایشی و کنترل را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود یادگیری معکوس ارتقایافته تأثیر معنی‌دار روی عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان ($F=6/85$; $P=0/004$) دارد و ضریب مجذور اتای آن برابر $0/130$ است. به عبارت دیگر ۱۳ درصد از تغییرات عملکرد تحصیلی (متغیر وابسته) ناشی از یادگیری معکوس (متغیر مستقل) است.

جدول ۱۳- نتایج تحلیل کوواریانس تک‌متغیره جهت بررسی تفاوت نمرات عملکرد تحصیلی در گروه آزمایش و کنترل

متغیر وابسته	منابع تغییر	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معنی داری	ضریب مجذور اتا
عملکرد تحصیلی	گروه	۱۰۰/۶۷	۱	۵۷۴/۶۲	۶/۸۵	۰/۰۱۲	۰/۱۳۰
	خطا	۶۷۶/۴۵	۴۶	۱۴/۷۱			
	کل	۸۷۴۲/۸۱	۴۹				

جدول (۱۴) میانگین‌های اصلاح شده عملکرد تحصیلی براساس پیش‌آزمون در دو گروه آزمایشی و کنترل را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود گروه آزمایشی در عملکرد علوم تجربی ($13/87$)، به طور معنی‌داری بیشتر از میانگین‌های اصلاح شده آن ($10/96$) در گروه کنترل می‌باشد. بنابراین، با توجه به کلیه نتایج گزارش شده، می‌توان استنباط کرد که مدل یادگیری معکوس بر بهبود عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان ابتدایی اثربخش‌تر از مدل یادگیری معکوس معمول بوده است.

جدول ۱۴- میانگین‌های اصلاح شده عملکرد تحصیلی براساس پیش‌آزمون در دو گروه آزمایشی و کنترل

متغیر وابسته	گروه	میانگین	خطای معیار
عملکرد ریاضی	آزمایشی	۱۳/۸۷	۰/۸۰
	کنترل	۱۰/۹۶	۰/۷۵

بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر تعیین اثربخشی یادگیری معکوس بر خودکارآمدی تحصیلی و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان دختر پایه ششم ابتدایی در درس علوم تجربی بود. نتایج تحلیل کوواریانس نشان دادند، یادگیری معکوس بر خودکارآمدی تحصیلی و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان تأثیر مثبت و معنی‌داری دارد.

نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های پژوهش زفرقندی و عبدی (۱۴۰۱)، صاحب‌یار و همکاران (۱۴۰۰)، شاه‌محمدی و همکاران (۱۳۹۹)، و نظری‌پور و لائی (۱۳۹۹)، اوبیر و همکاران (۲۰۲۲)، هوانگ و همکاران (۲۰۲۱)، گومز و راموس (۲۰۲۰) و ژنگ و همکاران (۲۰۲۰) همسو می‌باشد.

در تبیین یافته‌های این پژوهش می‌توان گفت که باورهای فرد در مورد توانایی‌ها، ظرفیت استعدادها برای یادگیری و عملکرد در موقعیت‌های مشخص را بررسی می‌نماید. دلیل اثرگذاری یادگیری معکوس را می‌توان به این شکل توضیح داد که با وجود اینکه آمادگی یادگیرنده در فعالیت‌های قبلی کلاسی، از عوامل کلیدی در موفقیت یادگیری معکوس محسوب می‌شود، فعالیت یادگیری معکوس را می‌توان از زاویه‌ی آموزش برنامه‌ای اسکینر (۱۹۶۸) (بخصوص فعالیت-های قبل از کلاس یادگیری معکوس) توضیح داد. این امر باعث خودآموزی و آموزش فردی برنامه‌ریزی شده می‌شود.

استفاده از اصول یادگیری زیربنایی آموزش برنامه‌ای: ۱. ارائه مطلب درگام‌های کوچک، ۲. پاسخ‌دهی آشکار، ۳. تقویت و بازخورد فوری، و ۴. سرعت شخصی یادگیرنده، موجب کیفیت بخشی به فعالیت‌های قبل از کلاس می‌شود. استفاده از آموزش برنامه‌ای در قبل از کلاس معکوس می‌تواند برچالش‌های آن (قبل از کلاس) مثل سازماندهی مناسب محتوا، بازخورد فوری و دریافت راهنما فائق آید. روبه‌رو شدن دانش‌آموزان در قبل از کلاس با حجم بالا و بدون سازمان‌یافته اطلاعات، احساس غرق شدن در کار زیاد، احساس سردرگمی، اضطراب و ناامیدی برای فراگیران به همراه خواهد داشت. همچنین مربیان نشان داده‌اند که یک طراحی یادگیری معکوس خوب این پتانسیل را دارد که معلمان را قادر می‌سازد تا از زمان کلاس به طور مؤثر برای انجام فعالیت‌های تفکر مرتبه بالاتر و تقویت تعامل بین همسالان و معلمان استفاده کنند. چندین مطالعه قبلی همچنین به اهمیت به کارگیری راهبردهای یادگیری مناسب اشاره کرده‌اند، به گونه‌ای که عملکرد یادگیری دانش‌آموزان انتظارات مربوط به فعالیت‌های قبل و حین کلاس یادگیری معکوس را برآورده کند. در این پژوهش نیز از راهبردهای اساسی چون طرح و حل مسئله استفاده شده‌است. از این حیث با یافته‌های پژوهش یه و همکاران (۲۰۱۸) همسو می‌باشد. آنان یک راهبرد طرح مسئله تعاملی برای راهنمایی دانش‌آموزان برای درک مفاهیم طرح مسئله با استفاده از پرسش چندگزینه‌ای قبل از کلاس، و مشارکت آن‌ها در فعالیت‌های طرح مسئله مؤثر در حین کلاس ارائه دادند. برای بررسی اثربخشی حالت یادگیری پیشنهادی، یک سیستم یادگیری معکوس توسعه، و آزمایشی در یک فعالیت یادگیری علوم تجربی در یک مدرسه ابتدایی انجام دادند. شرکت کنندگان دو کلاس از کلاس پنجم ابتدایی بودند. در گروه آزمایشی راهبرد طرح مسئله تعاملی هدایت شده را در حالت یادگیری معکوس اتخاذ کردند، در حالی که گروه کنترل از حالت یادگیری معکوس معمولی استفاده کردند؛ نتایج تجربی تأیید کرد که فعالیت یادگیری معکوس با راهبرد طرح مسئله تعاملی هدایت شده از نظر پیشرفت یادگیری، خودکارآمدی و رویکردهای عمیق برای یادگیری نسبت به روش یادگیری معکوس مرسوم مؤثرتر بود. همچنین اهمیت ادغام راهبرد یادگیری گام به گام (به عنوان مثال طرح مسئله هدایت شده و طرح مسئله مشارکتی) در یادگیری معکوس برای حمایت از یادگیری دانش‌آموزان در قبل و حین کلاس را تأیید کرد.

استفاده از راهبرد طرح مسئله زمینه‌ی پیوند دادن دانش آموخته‌شده در قبل از کلاس را به فعالیت‌های درون کلاسی را فراهم کرده و برای کاهش بار شناختی و همچنین بهبود عملکرد یادگیری مؤثر است (یه و همکاران، ۲۰۱۸). همچنین این امر دانش‌آموزان را از شناسایی مسائل کلیدی و طرح مسئله در هنگام تماشای فیلم‌های آموزشی آگاه کرده و در داخل کلاس دانش‌آموزان را به تعامل با همسالان برای طوفان فکری، کاوش و طرح و حل مسائل مختلف هدایت نماید. محققان نشان داده‌اند که طرح مسئله یک فرآیند یادگیری است که مستلزم ساخت فعال دانش و تفکر در مورد مسئله است (سیلور و کای^۱، ۲۰۰۵؛ وانگ و هوانگ^۲، ۲۰۱۷). از طریق طرح مسئله، دانش‌آموزان باید نکات کلیدی را برای هر مشکل و مسئله شناسایی کرده و راه‌حلهایی را برای تأمل در مورد آن پیشنهاد دهند؛ این می‌تواند مهارت‌های حل مسئله را در دانش‌آموزان پرورش دهد (کانکوی و اوزدر^۳، ۲۰۱۷). تحقیقات زیادی تأیید کرده‌است که دانش‌آموزان می‌توانند به طور فعال از طریق راهبردهای طرح مسئله برای بهبود نتایج یادگیری خود فکر کنند و از طریق همکاری و بحث گروهی می‌توانند انگیزه یادگیری، تفکر و توانایی‌های حل مسئله خود را بهبود بخشند (آبراموویچ و چو^۴، ۲۰۰۶).

در تبیین یافته دوم پژوهش مبنی بر اثربخشی یادگیری معکوس بر عملکرد تحصیلی می‌توان گفت که یادگیری معکوس با رویکرد دانش‌آموزمحوری و مشارکتی سبب ایجاد محیطی دموکراتیک برای فراگیران شده که بالطبع می‌تواند به افزایش انگیزه، تعلق خاطر و خودتنظیمی دانش‌آموزان منتهی گردد (پیری و همکاران، ۱۳۹۷). به علاوه

¹ Silver, & Cai

² Wang, & Hwang

³ Cankoy, & Ozder

⁴ Abramovich, & Cho

افزایش سطح خودتنظیمی افراد سبب مشارکت فعالانه آنان در فرایند یادگیری شده و موجب می‌شود افراد بتوانند فرایندهای شناختی و ذهنی، رفتار و انگیزه خود را تنظیم کنند و به این شکل موجبات پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان را فراهم آورد (سادات واحدی، ۱۴۰۱). همچنین می‌توان گفت که یادگیری معکوس بخصوص در درس علوم تجربی باعث تسهیل یادگیری عمیق از طریق فعالیت‌های یادگیری در کلاس درس می‌شود و باعث افزایش انگیزه‌ی معلمان و دانش‌آموزان شده و کلاس درس را برای آن‌ها جذاب‌تر و ارتباطی‌تر می‌نماید در نتیجه اعتماد به نفس دانش‌آموزان در یادگیری علوم تجربی افزایش یافته و میزان اضطراب کمتری نسبت به دانش‌آموزانی که به روش معمول علوم تجربی را یاد می‌گیرند، دارند. از سویی دیگر در این نوع از یادگیری می‌توان، زمان بیشتری را در کلاس برای مهارت‌های تفکر گذاشت، همچنین فراگیران به صورت فعال، در یادگیری و ایجاد دانش بیشتر فعال هستند و همزمان دانش خود را آزمایش و ارزیابی می‌کنند. با توجه به این که در تدریس سنتی علوم تجربی تامل بیشتر بر روی محتوای آموزشی امکان‌پذیر نیست، تدریس معکوس علوم تجربی به دانش‌آموزان این امکان را می‌دهد که قبل از بحث کلاسی دانش-آموزان با محتوای آموزشی درگیر شده و در کلاس درسی به یادگیری خود عمق و غنای بیشتری ببخشند (نیایی و همکاران، ۱۳۹۹).

فرصت یادگیری مطالب دوره، در منزل و شرکت در انجام فعالیت‌های کلاس، به همراه معلم در مقایسه با روش سنتی، منجر به مشغولیت بیشتری در فرآیند یاددهی-یادگیری می‌شود. آگاهی به موضوع و داشتن پیش‌زمینه، قبل از حضور در کلاس، فرصتی را برای مرور و تسلط یافتن در اختیار می‌گذارد و کمک می‌کند تا دانش‌آموزان با ذهنی پرسشگر، در کلاس رو در رو حاضر شوند تا از معلم یا همتایان خود پرسش داشته و در فرآیند یاددهی-یادگیری همکاری و در یادگیری و آموزش هم سهیم باشند. درحالی که در کلاس سنتی، معمولاً بیشتر وقت کلاس به نوشتن و یادداشت‌برداری اختصاص می‌یابد و دانش‌آموزان قبل از فرایند یادگیری هیچ اطلاعاتی در زمینه موضوع یادگیری ندارند (برگمن و سمز، ۲۰۱۲). نتایج این پژوهش را می‌توان به‌واسطه‌ی نظریه‌ی یادگیری معنی‌دار و پیش‌سازمان-دهنده‌های آزوئل نیز تبیین کرد. در نظریه آزوئل (۱۹۷۸) وقتی که مفهومی قابل ارتباط دادن با مفاهیمی باشد که از پیش در ساخت شناختی فرد وجود دارند آن مفهوم معنی‌دار است؛ به سخن دیگر مطالب معنی‌دار به مطلب یاد گرفته شده قبلی مربوط می‌شوند، در حالی که مطالب غیرمعنی‌دار یا مطالبی که به صورت طوطی‌وار آموخته می‌شوند به‌طور پراکنده و بدون ارتباط با یکدیگر در ذهن انباشه می‌شوند. شانک (۲۰۰۰) به نقل از سیف (۱۳۹۸) گفته است یادگیری زمانی معنی‌دار است که مطالب جدید مطالب قبلاً آموخته شده را گسترش و یا تغییر دهند. بنابراین تجربه-های قبلی تعیین می‌کنند که یادگیری برای دانش‌آموزان معنی‌دار است یا نه؟ به اعتقاد آزوئل، برای یادگیری معنی‌دار ابتدا کلی‌ترین، جامع‌ترین و انتزاعی‌ترین مفاهیم و اندیشه‌ها به صورت خلاصه معرفی، و بعد به دنبال این کلیات به تدریج مطالب فرعی‌تر و جزئی‌تر معرفی گردند. آزوئل معتقد است که این روش با مراحل طبیعی ساخت شناختی فرد مطابق است. در این راستا، پیش‌سازمان دهنده‌ها نقش اصلی را در آموزش ایفا می‌کنند. به طریقی مشابه در یادگیری معکوس دانش‌آموزان قبل از کلاس کلیات مفاهیم و موضوعات را در سطوح دانش و فهمیدن از طریق کلیپ‌ها یاد می‌گیرند و جهت یادگیری عمیق و سطوح شناختی بالا همراه با معلم و سایر دانش‌آموزان به فعالیت‌های متنوع می‌پردازند (برگمن و سمز، ۲۰۱۷). از دیگر مبانی نظری مستتر در ژرفنای یادگیری معکوس می‌توان به راهبرد «آموزش از طریق گروه همسالان» پیشنهادی مازور^۱ (۱۹۹۱) اشاره کرد. مازور در راهبرد تدریس خاص خود به این نتیجه رسید که اگر شبیه‌سازی اطلاعات را به کلاس درس بیاوریم، باعث می‌شود تا معلم به جای سخنرانی کردن، فرصت پیدا کند، به رهبری و هدایت فراگیران بپردازد.

یافته‌های این پژوهش علی‌رغم محدودیت‌های روش‌شناختی، مانند محدود بودن به جنس دختر، محدود بودن تعداد جلسات آموزشی و عدم کنترل متغیرهای فرعی دیگر، می‌تواند تلویحات علمی و کاربردی برای موسسات آموزشی

¹ Mazur

داشته باشد. پیشنهاد مشخص این پژوهش، عبارتند از: استفاده از فناوری‌های آموزشی مثل رایانه و تبلت و استفاده مناسب از شبکه‌های اجتماعی در برقراری ارتباط دانش‌آموزان با یکدیگر و معلمان، حمایت آنان توسط معلم و ارتباط مستمر در زمان‌های خارج از کلاس؛ تسهیل گفت‌گوی برخط و ارتباط آنلاین دانش‌آموزان با یکدیگر و با معلمان جهت دریافت بازخورد به موقع و همچنین توسعه آموزش و یادگیری به خارج از کلاس؛ مطلع‌شدن دانش‌آموزان از برنامه‌های آموزشی و محتواهایی که برای دانش‌آموزان هیجان‌انگیز است، همان‌طور که معلمان از برنامه و طرح درس جلسات آموزشی مطلع هستند؛ اگر دانش‌آموزان هم در جریان طرح درس باشند، تاثیر مثبتی بر کیفیت یادگیری دارد؛ توجه به فعالیت‌های داخل کلاسی به جهت شناسایی بدفهمی‌های یادگیری و ارائه آموزش ترمیمی؛ توجه کافی به طراحی برنامه‌های درسی، به‌ویژه علوم تجربی بیش از پیش نسبت به تولید محتوای مسئله‌برانگیز، فعالیت‌محور؛ بهره‌گیری از تکنیک‌های فعال در درگیر سازی دانش‌آموزان و تعمیق یادگیری آنان در قبل و حین کلاس معکوس و همچنین برگزاری دوره‌های آموزش ضمن خدمت کلاس‌های معکوس برای معلمان جدید و ناآشنا به این روش پیشنهاد می‌شود. پژوهش‌های با اثرات بلندمدت یادگیری به‌روش معکوس، اجرا در مقاطع، پایه و دروس و مختلف و همچنین مطالعه‌ی آن بر روی جامعه پسران و نمونه‌های بیشتر در سایر مناطق آموزشی، به‌ویژه در مقطع ابتدایی، از جمله پیشنهادهای پژوهشی برای پژوهش‌های آینده است.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است».

COPYRIGHTS



©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.

منابع

- احمدی، غلامعلی (۱۳۸۰). بررسی میزان همخوانی و هماهنگی بین سه برنامه قصد شده، اجرا شده و کسب شده در برنامه جدید آموزش علوم تجربی دوره ابتدایی. تهران، پژوهشکده تعلیم و تربیت.
- اسماعیلی‌فر، محمدصادق؛ تقوایی یزدی، مریم؛ نیازآذری، کیومرث (۱۳۹۵). تأثیر استفاده از رویکرد کلاس معکوس بر یادگیری درس علوم دانش‌آموزان دوره ابتدایی. شباک، ۲(۱۴)، ۲۶-۲۱.
- اکبری، نرگس؛ آیتی، محسن؛ زارع مقدم، علی (۱۳۹۷). اعتباریابی پرسشنامه سواد یادگیری مادام‌العمر در دبیران دوره دوم متوسطه. اندازه‌گیری تربیتی، ۸(۳۱)، ۲۱۶-۱۹۱.
- امامی پور، سوزان؛ جعفری روشن، مرجان؛ آقازاده، راحله (۱۳۹۰). رابطه راهبردهای شناختی - فراشناختی و اضطراب ریاضی با عملکرد ریاضی. تحقیقات روانشناختی، ۳(۱۱)، ۸۶-۷۵.
- امانی طهرانی، محمود؛ علی عسگری، مجید؛ عباسی، عفت (۱۳۹۴). طراحی و تدوین مدلی کارآمد برای آموزش علوم در دوره اول متوسطه. تعلیم و تربیت، ۳۲(۱)، ۳۲-۹.
- آهن‌جان، حسین (۱۳۹۷). تاثیر آموزش پادکست بر پیشرفت تحصیلی، انگیزش و خودکارآمدی دانش‌آموزان ابتدایی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم تربیتی دانشگاه خوارزمی. تهران. ایران.

- پوراحمدعلی، امیر؛ موسوی پور، سعید (۱۳۹۳). تولید چندرسانه‌ای آموزشی حساب‌آموز و اثربخشی آن بر پیشرفت تحصیلی عملیات تفریق و تقسیم دانش‌آموزان دختر با ناتوانی یادگیری ریاضی. ناتوانی‌های یادگیری، ۳(۳)، ۳۷-۲۵.
- پیری، موسی؛ صاحب‌یار، حافظ؛ سعداللهی، آرش (۱۳۹۷). تاثیر کلاس معکوس بر خودراهبری در یادگیری درس زبان انگلیسی. فناوری آموزش، ۱۲ (۳)، ۲۳۶-۲۲۹.
- سلیمان پور، جواد؛ خلخالی، علی؛ رعایت‌کننده فلاح، لیلا (۱۳۸۹). تاثیر روش تدریس مبتنی بر فن آوری اطلاعات و ارتباطات در ایجاد یادگیری پایدار درس علوم تجربی سال سوم راهنمایی. فناوری اطلاعات و ارتباطات در علوم تربیتی، ۱(۲)، ۹۳-۷۸.
- سماوی، سیدعبدلوهاب؛ ابراهیمی، کلثوم؛ جاودان، موسی (۱۳۹۵). بررسی رابطه درگیری‌های تحصیلی، خودکارآمدی و انگیزش تحصیلی با پیشرفت تحصیلی در دانش‌آموزان دبیرستانی شهر مشهد. راهبردهای شناختی در یادگیری، ۴ (۷)، ۹۲-۷۱.
- سمیعی زفر قندی، مرتضی؛ عبدی، کبری (۱۴۰۱). تأثیر اجرای آموزش معکوس در کلاس درس علوم تجربی بر خودکارآمدی و یادگیری دانش‌آموزان. مطالعات برنامه درسی، ۱۷ (۶۵)، ۱۵۸-۱۳۳.
- شاه محمدی، نیره؛ سبحانی‌نژاد، مهدی؛ حجتی، رقیه (۱۳۹۹). اثربخشی روش یادگیری معکوس برافزایش یادگیری خودراهبر و پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان پایه ششم در درس علوم، پژوهش‌های آموزش و یادگیری، ۱۷ (۱)، ۹۹-۷۷.
- صاحب‌یار، حافظ (۱۴۰۲). طراحی مدل ارتقا یافته یادگیری معکوس و تعیین اثربخشی آن بر کارکردهای اجرایی، ادراک از محیط کلاس و عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دوره‌ی ابتدایی. رساله دکتری دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران.
- صاحب‌یار، حافظ؛ مصرآبادی، جواد (۱۴۰۰). اثربخشی یادگیری معکوس بر شاخص‌های تربیتی: مطالعه فراتحلیل. نوآوری‌های آموزشی، ۳ (۲۰)، ۳۰-۷.
- صاحب‌یار، حافظ؛ گل‌محمدنژاد، غلامرضا؛ برقی، عیسی (۱۳۹۸). مطالعه‌ی اثربخشی یادگیری معکوس بر تفکر تاملی دانش‌آموزان دوره دوم متوسطه در درس ریاضی. ابتکار و خلاقیت در علوم انسانی، ۸ (۴)، ۶۲-۳۳.
- صبوری خسروشاهی، حبیب (۱۳۸۹). آموزش و پرورش در عصر جهانی شدن؛ چالش‌ها و راهبردهای مواجهه با آن. مطالعات راهبردی جهانی شدن، ۱۱ (۱)، ۱۹۶-۱۵۳.
- عبدالملکی، صابر؛ عبدالملکی، جمال؛ حسینی‌لرگانی، سیده مریم (۱۳۹۵). تحلیل ساختاری روابط منابع اطلاعات خودکارآمدی، باورهای خودکارآمدی، هدف‌گذاری و خودتنظیمی با عملکرد ریاضی. فصلنامه اندازه‌گیری، ۷ (۲۶)، ۵۳-۳۵.
- مرادی دولیسکانی، مرتضی؛ یونس‌پورعیسی‌لو، زینب؛ مرادی، رسول (۱۴۰۱). تأثیر روش تدریس کلاس معکوس بر خودکارآمدی تحصیلی و یادگیری خودراهبر دانشجویان در درس زبان انگلیسی. راهبردهای آموزش در علوم پزشکی، ۱۵ (۱)، ۱۸-۱۰.
- معصومی فرد، مرجان؛ محمودی، مهدی؛ پارسا سیرت، مهری (۱۴۰۰). مقایسه تأثیر استفاده از روش تدریس معکوس با روش تدریس سنتی در یادگیری و خودکارآمدی تحصیلی درس فارسی. فناوری آموزش، ۱۶ (۲)، ۲۶۱-۲۴۹.
- نکوئیان، طاهره؛ نظرزاده، مسعود؛ میرزایی، مهدی (۱۳۹۹). اثر بخشی آموزش متقابل و چرخه تفکر بر خودکارآمدی تحصیلی و انگیزش تحصیلی دانش‌آموزان. پژوهش‌های آموزش و یادگیری، ۱۷ (۲)، ۹۹-۸۷.
- نیایی، سودابه؛ ایمان‌زاده، علی؛ واحدی، شهرام (۱۳۹۹). اثربخشی تدریس معکوس بر اضطراب ریاضی و عملکرد ریاضی دانش‌آموزان پایه پنجم شهرستان مرند. فناوری آموزش، ۱۵ (۳)، ۴۲۸-۴۱۹.
- واحدی، وحیده سادات (۱۴۰۱). اثربخشی روش آموزش معکوس راهبردهای یادگیری (شناختی- فراشناختی) بر پیشرفت مهارت گفتاری و خودتنظیمی زبان‌آموزان در مقایسه با رویکرد سنتی. فناوری آموزش، ۱۶ (۳)، ۶۴۶-۶۳۵.

- Alhadabi, A., Karpinski, A.C. (2020). Grit, self-efficacy, achievement orientation goals, and academic performance in university students. *International Journal of Adolescence and Youth*, 25(1), 519-535.
- Alsowat, H. (2016). An EFL flipped classroom teaching model: Effects on English language higher-order thinking skills, student engagement and satisfaction. *Journal of Education and Practice*, 7(9), 108-121.
- Arnold, S. (2014). The flipped classroom: Assessing an innovative teaching model for effective and engaging library instruction. *College & Research Libraries News*, 75(1), 10-13.
- Ateş, H. (2024). Designing a self-regulated flipped learning approach to promote students' science learning performance. *Educational Technology & Society*, 27(1), 65-83.
- Bishop, J.L., Verleger, M.A. (2013). The flipped classroom: A survey of the research, In ASEE national conference proceedings. *Atlanta*, 30(9), 1-18.
- Cankoy, O., Ozder, H. (2017). Generalizability theory research on developing a scoring rubric to assess primary school students' problem posing skills. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6), 2423-2439.
- Chang, S.C., Hwang, G.J. (2018). Impacts of an augmented reality-based flipped learning guiding approach on students' scientific project performance and perceptions. *Computers & Education*, 125, 226-239.
- Enfield, J. (2013). Looking at the impact of the flipped classroom model of instruction on undergraduate multimedia students at CSUN. *TechTrends*, 57(6), 14-27.
- Gomez, G., Ramos, M. (2020). Impact of the flipped classroom method in the mathematical area: A systematic review. *Mathematics*, 8(12), 1-11.
- Han, W., Hamzah, M. (2024). Research on the influence of flipped classroom on self-efficacy in English language learning of Chinese higher vocational college students. *Discover Education*, 3(11), 1-14.
- Hsu, M.H., Chiu, C.M. (2004). Internet self-efficacy and electronic service acceptance. *Decision Support Systems*, 38, 369-381.
- Hughes, H. (2012). Introduction to flipping the college classroom. *Hypermedia and Telecommunications*, 2434-2438.
- Hwang, G.J., Lai, C.L. (2017). Seamless flipped learning: a mobile technology-enhanced flipped classroom with effective learning strategies. *Journal of Computers in Education*, 2, 449-473.
- Hwang, G., Chang, S. (2021). Powering up flipped learning: An online learning environment with a concept map-guided problem-posing strategy. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(2), 429-445.
- Johnson, G. (2012). Students, please turn to YouTube for your assignment, *Education Canada*, 52(5), 16-18.
- Karagol, I., Esen, E. (2019). The effect of flipped learning approach on academic achievement: A Meta-Analysis Study. *Journal of Education*, 34(3), 708-727.
- Kele, A. (2018). Factors impacting on students' beliefs and attitudes toward learning mathematics: some findings from the solomon islands. *Waikato Journal of Education*, 23(1), 85-92.
- Kim, Y.H., Kim, D.J. (2009). Exploring online transaction self efficacy in trust building in B2C e-commerce. *Journal of Organizational and End User Computing*, 21, 37-59.
- Lage, M.J., Platt, G. J. (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *The journal of economic education*, 31(1), 30-43.
- Lee, N., Lee, L.W. (2016). An experimental study of instructional pedagogies to teach math-related content knowledge in construction management education. *International Journal of Construction Education and Research*, 12(4), 255-269.
- Long, T., Cummins, J. (2017). Use of the flipped classroom instructional model in higher education: instructors' perspectives. *Journal of computing in higher education*, 29(2), 179-200.
- Mafla, A.C., Divaris, K. (2019). Self-efficacy and academic performance in colombian dental students. *Journal of Dental Education*, 83(6), 697-705.
- Martin, W.G., Kasmer, L. (2009). Reasoning and sense making. *Teaching Children Mathematics*, 16(5), 284-291.
- Mazur, E. (1991). Can we teach computers to teach? Computers have yet to cause the revolution in physics education that has long been expected. *Computers in Physics*, 5(1), 31-38.
- Meece, J. L., Glienke, B. (2006). Gender and motivation. *Journal of Psychology*, 44, 351-373.

- Mehring, J. (2016). Present research on the flipped classroom and potential tools for the EFL classroom. *Computers in the Schools*, 33(1), 1-10.
- Moore, C., Chung, C.J. (2015). Students' attitudes, perceptions, and engagement within a flipped classroom model as related to learning mathematics. *Journal of Studies in Education*, 5(3), 286-309.
- Mullis, I., Martin, M.O. (2000). TIMSS 1999: International mathematics report. Findings from IEA's repeat of the third international mathematics and science study at eighth grade. Boston College: USA.
- Myung, K.L. (2018). Effects of flipped learning using online materials in a surgical nursing practicum: A pilot stratified group-randomized trial. *Healthcare Informatics Research*, 24(1), 69-78.
- O'Flaherty, J., Phillips, C. (2015). The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review. *The Internet and Higher Education*, 25, 85-95.
- Oloo, E.A., Mutsotso, S.N. (2016). Effect of peer teaching among students on their performance in mathematics. *International Journal of Scientific Research and Innovative Technology*, 3(12), 10-24.
- Oudbier, J., Spaai, G., Timmermans, K. (2022). Enhancing the effectiveness of flipped classroom in health science education: a state-of-the-art review. *BMC Medical Education*, 22(34), 1-15.
- Selden, A., Selden, J. (2003). Validations of proofs considered as texts: Can undergraduates tell whether an argument proves a theorem?. *Journal for Research in Mathematics Education*, 34(1), 4-33.
- Sharma, P. (2018). Flipped classroom: A constructivist approach. *International Journal of Research in Engineering*, 8(8), 164-169.
- Shaw, R., Patra, B. (2022). Classifying students based on cognitive state in flipped learning pedagogy. *Future Generation Computer Systems*, 126, 305-317.
- Silver, E.A., Cai, J. (2005). Assessing students' mathematical problem posing. *Teaching Children Mathematics*, 12(3), 129-135.
- Singh, P. (2015). Academic achievement in mathematics in relation to study habits. *International Journal of Innovative Research and Development*, 4(5), 302-306.
- Talsma, K., Schüz, B., Norris, K. (2019). Miscalibration of self-efficacy and academic performance: Self-efficacy ≠ self-fulfilling prophecy. *Learning and Individual Differences*, 69, 182-195.
- Thai, N., De, B., Valcke, M. (2017). The impact of a flipped classroom design on learning performance in higher education: Looking for the best "blend" of lectures and guiding questions with feedback. *Computers & Education*, 107, 113-126.
- Yang, Q., Lin, C. (2019). Research focuses and findings of flipping mathematics classes: A review of journal publications based on the technology enhanced learning model. *Interactive Learning Environments*, 1-34.
- Yorganci, S. (2020). Implementing flipped learning approach based on 'first principles of instruction' in mathematics courses. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(5), 763-779.
- Zheng, L., Bhagat, K. (2020). The effectiveness of the flipped classroom on students' learning achievement and learning motivation: A meta-analysis. *Educational Technology & Society*, 23 (1), 1-15.



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Teaching various methods of extracting mountain thymus essential oil and studying the antioxidant properties of the extracted essences

Jafar Hemati ^{1,*}, Mohammad Hadi Givianrad ²

¹ Official employee of the General Department of Education of Alborz province

² Department of Chemistry, Tehran Science and Research Unit, Islamic Azad University, Tehran, Iran

* Corresponding author: () j_hemati@yahoo.com

ABSTRACT

Keywords:

Essential oils,
thyme,
oil extraction
methods,
properties,
antioxidant.

Essential oil of a species of mountain thymus, extracted by three methods. In the first method through distillation, the extracted essential oil and its compounds were analyzed and identified using gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS), showing that the main compounds of the plant are linalool 75.24%, alpha-terpinol 45.11%, limonene 13.9%, and trans-beta-ocimene 52.7%. In the second method, the essential oil was extracted without solvent using a microwave device, and the main compounds of the plant were analyzed and identified using gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS), showing that the main compounds of the plant are linalool 32.30%, alpha-terpinol 12.14%, limonene 38.11%, and nerolidol 85.9%. In the third method, a combination of ultrasound and water distillation was used for extracting the essential oil, and the main compounds of the plant were analyzed and identified using gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS), showing that the main compounds of the plant are linalool 45.23%, 1,8-cineole 98.13%, alpha-terpinol 49.12%, and trans-beta-ocimene 26.6%. In all three methods, the highest percentage corresponds to oxygenated monoterpenes, which are 42% in distillation, 59.87% in microwave, and 50.38% in ultrasound treatment. Then, based on the extraction of the essential oil in each method and their abundance percentage, the antioxidant property of the obtained essences was evaluated using the DPPH free radical scavenging test. The method was chosen based on its non-toxic solvent and its inhibitory time, and the best inhibitory percentage belongs to the microwave extraction method with 5.54% and the distillation method with 40% at a concentration of 5 ppm.

Received: 20 January 2024

Revised: 24 February 2024

Accepted: 16 March 2024

Published online: 16 March 2024

PP: 59-68

ISSN (Online): [2717-2279](https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15662.1182)

Citation: Hemati, J, Givian Rad, MH. (2024). Teaching various methods of extracting mountain thymus essential oil and studying the antioxidant properties of the extracted essences. *Research in Chemistry Education*, 6(1), 59-68.

[https://doi.org/ 10.48310/CHEMEDU.2024.15662.1182](https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15662.1182)



پژوهش در آموزش شیمی، سال ششم، شماره اول، صفحات ۶۸-۵۹



پژوهش در آموزش شیمی

<https://chemedu.cfu.ac.ir>


مقاله پژوهشی

آموزش روش‌های مختلف استخراج اسانس حاصل از گیاه آویشن کوهی و مطالعه خواص آنتی‌اکسیدانی اسانس‌های حاصله

جعفر همتی^۱، محمد هادی گیویان راد^۲

۱. دانشجوی دکتری، گروه شیمی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲. گروه شیمی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

* نویسنده مسئول: j_hemati@yahoo.com (✉)

چکیده

روغن اسانسی گونه‌ای از آویشن کوهی، که به سه روش اسانس گیری شده است، در روش اول با تقطیر آب اسانس گیری شده و ترکیبات متشکله به کمک کروماتوگرافی گازی توأم با طیف سنج جرمی GC/MS بررسی و شناسایی گردید که ترکیبات اصلی گیاه لینالول ۲۴/۷۵٪، آلفا ترپینول ۱۱/۴۵٪، لیمونن ۹/۱۳٪ و ترنس - بتا - آسیمن ۷/۵۲٪ می‌باشد که بیشترین سطح زیر پیک‌ها را نشان می‌دهد. در روش دوم با دستگاه ماکروبیودون حلال اسانس گیری شده و ترکیبات متشکله به کمک کروماتوگرافی گازی توأم با طیف سنج جرمی GC/MS بررسی و شناسایی گردید که ترکیبات اصلی گیاه لینالول ۳۰/۳۲٪، آلفا ترپینول ۱۴/۱۲٪، لیمونن ۱۱/۳۸٪ و نورلیدول ۹/۸۵٪ می‌باشد در روش سوم از روش ترکیبی فراصوت و تقطیر با آب اسانس گیری شده و ترکیبات متشکله به کمک کروماتوگرافی گازی توأم با طیف سنج جرمی GC/MS بررسی و شناسایی گردید که ترکیبات اصلی گیاه لینالول ۲۳/۴۵٪، ۸۱ سینئول ۱۳/۹۸٪، آلفا-ترپینول ۱۲/۴۹٪ و ترنس-بتا-آسیمن ۶/۲۶٪ می‌باشد. در هر سه روش بیشترین درصد مربوط به منوترپن اکسیژن‌دار می‌باشد که در کلیونجر ۴۲٪، در ماکروبیو ۸۷/۵۹٪ و در تیمار با فراصوت ۳۸/۵۰٪ است. سپس با توجه به استخراج اسانس در هر یک از روش‌ها و درصد فراوانی آن‌ها، خاصیت آنتی اکسیدانی اسانس‌های بدست آمده با روش رادیکال آزاد با آزمون DPPH سنجیده شد که این روش با توجه به حلال غیرسمی آن و زمان بازدارندگی آن انتخاب گردید و بهترین درصد بازدارندگی مربوط به روش استخراج ماکروبیو با ۵۴/۵٪ و روش کلیونجر با ۴۰٪ در غلظت ۵ ppm می‌باشد.

واژه‌های کلیدی:

اسانس گیری،
آویشن کوهی،
روش‌های استخراج
اسانس،
خواص آنتی اکسیدان

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۳۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۲/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۶

تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۲/۱۲/۲۶

شماره صفحات: ۵۹-۶۸

شاپا الکترونیکی: ۲۷۱۷-۲۲۷۹



ارجاع: همتی، جعفر؛ گیویان راد، محمد هادی (۱۴۰۳). آموزش روش‌های مختلف استخراج اسانس حاصل از گیاه آویشن کوهی و مطالعه خواص آنتی‌اکسیدانی اسانس‌های حاصله. پژوهش در آموزش شیمی، ۱۶ (۱)، ۵۹-۶۸.

<https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.15662.1182>

مقدمه

اسانس‌ها از گیاهان معطر تولید می‌شوند و از زمان باستان از آنها علاوه بر طعم‌دهنده و نگهدارنده‌ی مواد غذایی و هم چنین به‌عنوان دارو برای درمان امراض استفاده می‌شد. اسانس‌ها باعث افزایش زمان ذخیره و نگهداری مواد غذایی بر اساس به تعویق اندازی اکسیداسیون چربی‌ها، با فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌شوند. روغن‌های حاصل از اسانس گیاهان به دلیل مؤثر بودن در پیشگیری و علاج بسیاری از امراض برای قرن‌های متمادی، همچنین با توجه به مسمومیت و عوارض جانبی محدود به‌عنوان یک ماده سالم کم‌خطر محسوب می‌شوند.

پیشینه پژوهش

ترکیبات طبیعی، به موادی اطلاق می‌شوند که بوسیله‌ی جانداران زنده اعم از گیاه، حیوان و... تولید می‌گردند. این ترکیبات نقش به‌سزایی در پیشرفت و گسترش شیمی ایفا کرده‌اند. بطوری که بسیاری از روش‌های شیمیایی و فیزیکی شناسایی و تعیین ساختار مواد در حین مطالعه بر روی چنین ترکیباتی توسعه یافتند. منشاء بسیاری از واکنش‌های مهم از نظر مطالعه مکانیسمی در محدوده‌ی شیمی ترکیبات طبیعی می‌باشد. با توجه به اینکه اسانس حاصل از گیاهان معطر، ترکیباتی هستند که در صنعت دارویی و غذایی کاربرد ملموسی دارند. این مسئله لزوم آموزش چگونگی استخراج و استفاده‌ی بجا و مناسب از این مواد طبیعی و پی بردن به ترکیبات موجود در آن‌ها را بیان می‌دارد. پاره‌ای از تأثیرات روغن‌های اسانسی این گونه گیاهان عبارتند از:

۱) اثرات گوارشی: استفاده این روغن‌ها بعنوان خوراکی باعث تحریک مخاط دستگاه گوارشی شده و به نوعی بعنوان از بین برنده نفخ، عدم اسپاسم گوارشی، درمان زخم معده، جلوگیری از تهوع، اشتها آور، استفاده می‌شوند.

۲) اثرات تنفسی: اسانسی‌ترین تأثیرات تنفسی شامل: درمان برونشیت ورنیت، کاهش سرفه، رفع گرفتگی بینی، خلط آور و جلوگیری از اسپاسم ریوی می‌باشد.

۳) اثرات باکتریایی: یکی از متداول‌ترین کاربردهای روغن‌های اسانسی اثرات ضدباکتریایی آن‌ها می‌باشد. نتایج تحقیقات نشان داده که حساسیت باکتری‌های نوع گرم مثبت در برابر اسانس‌ها از باکتری‌های نوع گرم منفی بیشتر می‌باشد.

۴) اثرات پوستی: از بارزترین این اثرات می‌توان به تأثیر ضدتحریکی و التهابی، عدم خارش موضعی، درمان جوش‌های چرکی و آکنه، درمان لک‌های حاملگی و سوختگی حاصل از نور خورشید اشاره نمود. (صمصام شریعت، ۱۳۷۱).

مضاف بر ۴ مورد از تأثیرات مهم روغن‌های اسانس گیاهان معطر می‌توان از آنها بعنوان کاهنده‌ی چربی خون، افزایش شیردهی در زنان باردار، جلوگیری از افسردگی، درمان آفت و تبخال، پایین آورنده‌ی قند خون استفاده نمود. در تحقیقی بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس میخک، ریحان، علف لیمو، دارچین و فلفل سیاه (برخی از گیاهان دارویی هند) با استفاده از روش $^{1}\text{DPPH}$ ، مورد بررسی قرار گرفت. در پژوهش دیگری توسط آبرومند آذر و همکاران اثر روش استخراج بر ترکیب شیمیایی و فعالیت ضد میکروبی اسانس گیاه زنیان (*carum copticum*) مورد بررسی قرار گرفت (آبرومند آذر، ۱۳۸۹). طالب پور و همکاران در پژوهشی به بررسی و مقایسه روش‌های مختلف استخراج اسانس از قسمت‌های مختلف گیاه *Tanacetum sonbolii* پرداختند (طالب پور، ۱۳۹۲).

¹ 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl hydrate

روش کار

۱- جمع آوری و تعیین نام علمی گیاه مورد نظر:

گیاه جمع‌آوری شده جهت بررسی و شناسایی ترکیبات موجود در روغن اسانسی، (نمونه‌ی کاملی از گیاهان که شامل ریشه، ساقه، برگ و گل و بطور کلی اندام اصلی خشک گیاه) و تعیین نام علمی در هرباریوم ساختمان شیخ بهایی واحد علوم تحقیقات مورد بررسی قرار گرفت.

۲- استخراج روغن‌های اسانسی:

برای استخراج روغن اسانسی گیاه آویشن کوهی از سه روش استخراج استفاده شد. براساس روش‌های آموزشی در مباحث شیمی دبیرستان اولین روش، استفاده از مفهوم تقطیر و روش تقطیر با آب^۱ و به کار گیری دستگاه کلیونجر^۲ بود، بدین ترتیب که ابتدا قسمت‌هایی از گیاه با جریان ملایمی از هوا خشک و مقدار صد گرم از آن خرد و در دستگاه کلیونجر به مدت ۳ ساعت اسانس گیری گردید. روش دوم، روش اسانس گیری با دستگاه ماکروبو بدون حلال بود که مانند روش قبلی ۵۰ گرم اندام خشک شده تحت جریان ملایم هوا، خرد و با آب به عنوان حلال در دستگاه ماکروبو به مدت ۱ ساعت و ۳۰ دقیقه قرارداده و اسانس گیری شد. روش سوم، روش تیمار در حمام فراصوت و اسانس گیری با کلیونجر بود، بدین صورت که ۳۰ گرم از اندام گیاهی خشک شده تحت جریان ملایم هوا، خرد و به مدت ۳۰ دقیقه در حمام فراصوت قرارداده و سپس بادستگاه کلیونجر اسانس گیری شد. عمل آبگیری از روغن‌های اسانسی حاصل شده توسط سولفات سدیم بدون آب (Na_2SO_4)، صورت پذیرفت.

۳- روش تفکیک و تعیین ترکیبات اسانسی:

باتوجه به اینکه ترکیبات موجود در روغن‌های اسانسی از نظر وزن مولکولی و قطبیت جز مواد فرار دسته‌بندی می‌شوند از این رو عمل تفکیک و تعیین ترکیبات روغن‌های اسانسی بدست آمده از گیاه آویشن کوهی بوسیله روش کروماتوگرافی گازی همراه با طیف سنج جرمی (GC-MS) استفاده گردید. و سپس طیف‌های جرمی حاصل از دستگاه GC-MS با طیف‌های جرمی استاندارد موجود در منابع (Adams R.P., 2008) مورد قیاس قرار گرفت. برای تایید شناسایی‌های صورت گرفته توسط طیف‌های جرمی، از شاخصی بنام شاخص بازداری کوآتس استفاده شد (میر خاوری، ۱۳۸۶). بعد از آبگیری روغن‌های اسانسی حاصله، برای تجزیه کیفی و کمی، رقیق سازی روغن‌های اسانسی مورد نظر توسط حلال هگزان نرمال (merck) انجام شد (نسبت ۱ به ۱۰). نمونه‌های آماده شده بوسیله‌ی دستگاه کروماتوگرافی گازی توام با طیف سنجی جرمی (GC-MS) موجود در آزمایشگاه مورد تحقیق تزریق گردید.

۴- بررسی و شناسایی ترکیبات شیمیایی روغن اسانس گیاه *Thymus pubescens & Kotschyanus*

مشخصات گیاهی: گیاه *Thymus pubescens & Kotschyanus*: نوعی آویشن کوهی پایا با بوته‌های کوچک که در بن چوبی است، می‌باشد. برگ‌های این گیاه در شاخه‌های گلدار تا زیر گل آذین در حدود ۶-۴ زوج می‌باشد که تماماً هم اندازه به ابعاد $7-1/5 \times 9-13$ میلی‌متر می‌باشند. این برگ‌ها دارای تیغه یا پهنک کم و بیش تخم مرغی که در قاعده کنجی و در راس مدور هستند. ساقه این گیاه بسیار منشعب و کرکدار می‌باشد. گل این گیاه صورتی و یا صورتی مایل به سفید که بصورت مجتمع در کاپیتول‌های متراکم قرار دارند. موسم گل این گیاه اردیبهشت- خرداد می‌باشد. این گیاه در مناطق و نواحی البرزی از قبیل فیروزکوه، اوشان، دره آهار، زرگنده، دره لار، پلور و یا در استان آذربایجان شرقی در مناطقی همچون میانه، خوی، بین تبریز و اردبیل و خلخال و دامنه رشته کوه‌های البرز و بین سلماس و ارومیه یافت می‌گردد (شکل ۱).

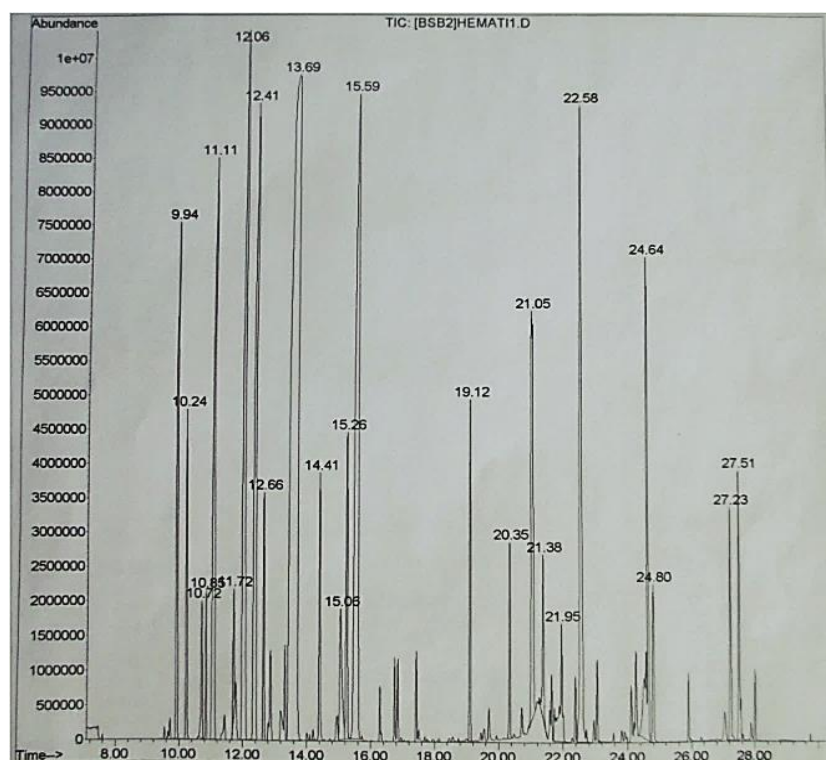
¹ Hydrodistillation

² Clevenger

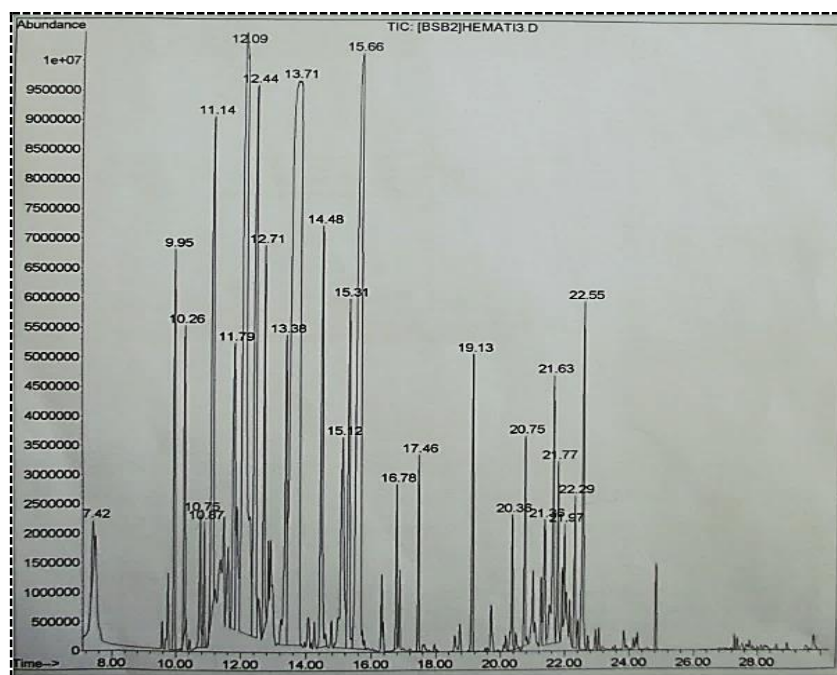


شکل ۱- گیاه *Thymus pubescens & Kotschyanus*

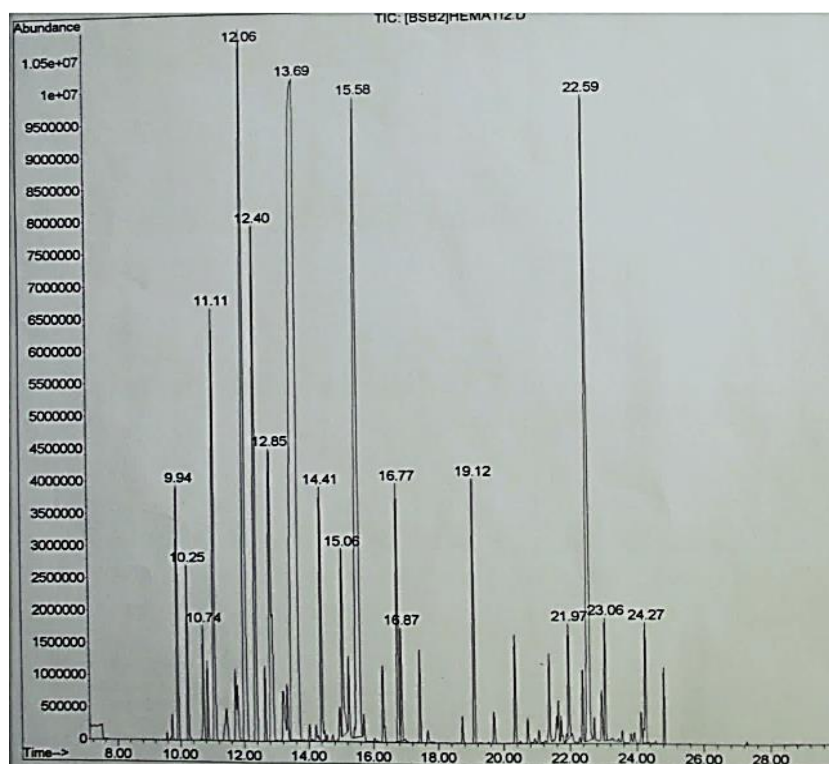
اندام هوایی گیاه *Thymus Pubescens & Kotschyanus* در اواسط خرداد ماه (موسم گلدهی) از منطقه شاهرود (کلور) شهرستان خلخال واقع در استان اردبیل جمع آوری گردید و نمونه‌ی هرباریومی آن در ساختمان شیخ بهایی واحد علوم و تحقیقات تهران مورد شناسایی و نامگذاری قرار گرفت. برگ، ساقه و گل گیاه از یکدیگر تفکیک و اندام‌های تفکیک شده در سایه و در معرض جریان ملایمی از هوا خشک گردیدند. اسانس‌های حاصل بدون آب توسط نرمال هگزان رقیق و یک میکرولیتر از هر اسانس بطور جداگانه به دستگاه GC-MS تزریق گردید. کروماتوگرام‌های بدست آمده برای هر روش اسانس گیری در شکل‌های ۲ تا ۴ نشان داده شده است.



شکل ۲- کروماتوگرام روغن‌های اسانسی حاصل از روش کلیونجر

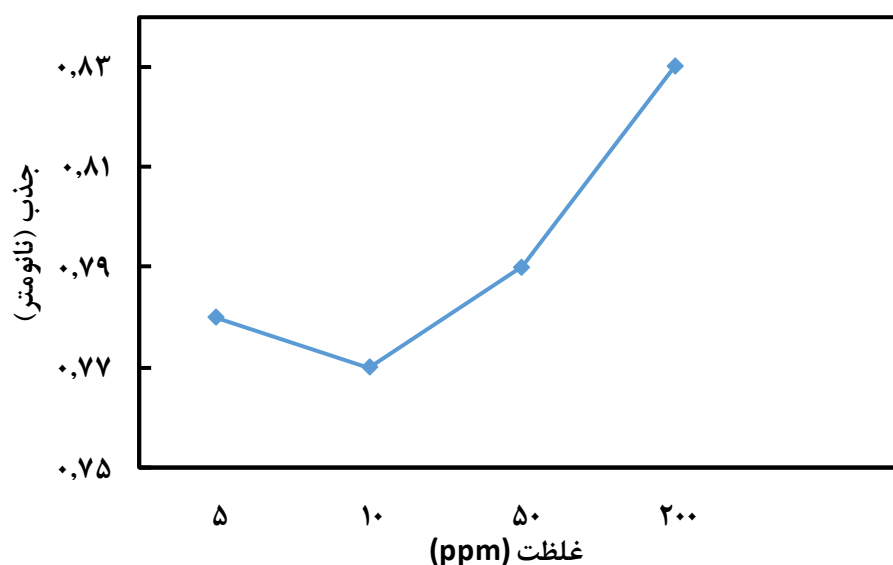


شکل ۳- کروماتوگرام روغن‌های اسانسی حاصل از روش تیمار فراصوت

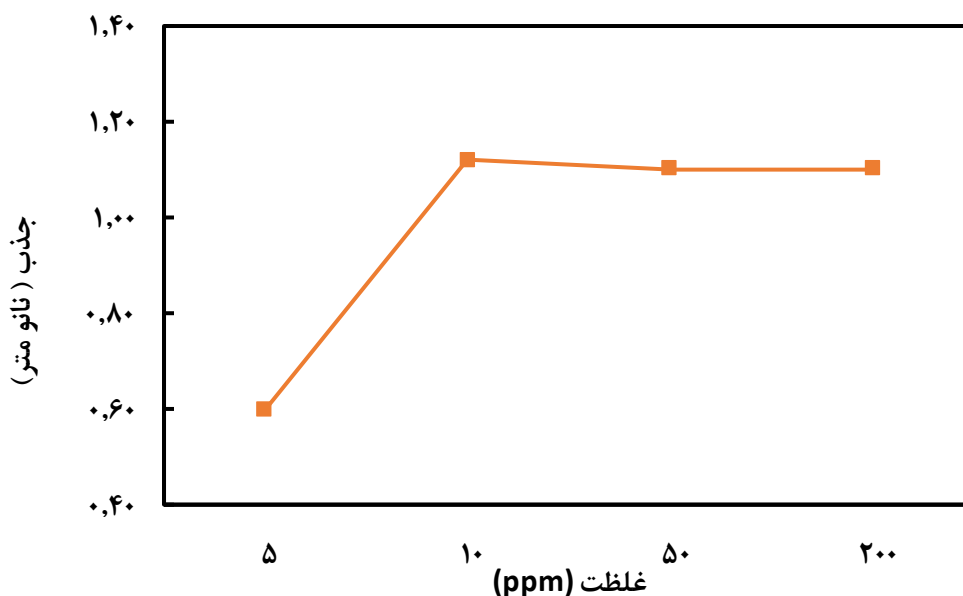


شکل ۴- کروماتوگرام روغن‌های اسانسی حاصل از روش ماکروویو

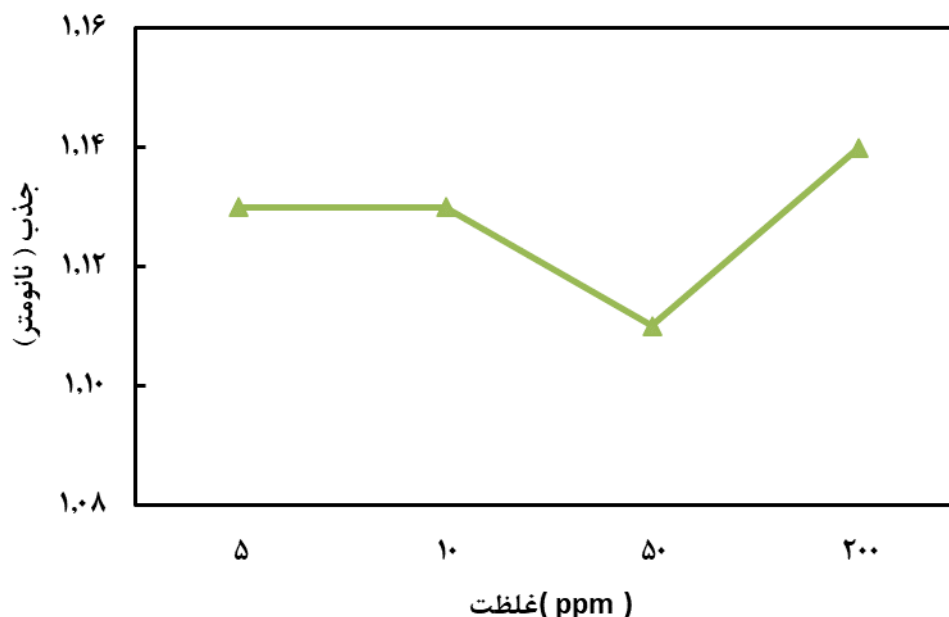
بعد از آنالیز اسانس‌های بدست آمده در هر روش، حجم‌هایی در غلظت ۱۰۰۰ ppm تهیه گردید. برای این کار ۵۰ میکروگرم از اسانس هر روش با متانول در بالن ۵۰ میلی‌لیتری به حجم رسانده شد. دوباره در بالن ۲۵ میلی‌لیتری حجم‌های ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ ppm تهیه شد و آماده‌ی آزمون DPPH گردید. برای تهیه معرف DPPH محلولی از ۰/۰۰۱ گرم از گرد ماده ۲-۲ دی فنیل -۱-پیکریل هیدرازیل (سیگما آلدریج) در بالن ۵۰ میلی‌لیتری با متانول به حجم رسانده شد. و به سرعت از محلول بدست آمده توسط دستگاه جذب اتمی جذب گرفته شد که عدد ۱/۳۲ را در ۵۱۷ نانومتر نشان داد. به نسبت ۴ میلی‌لیتر از محلول معرف و ۱ میلی‌لیتر از هر یک از غلظت‌های درست شده از اسانس‌ها، باهم مخلوط و بعد از ۳۰ دقیقه قرار دادن در جای تاریک، بدلیل اینکه معرف به نور حساس بوده و همچنین با توجه به اینکه رادیکال آزاد با ترکیبات موجود در اسانس به خوبی واکنش دهد، قرار داده شد. بعد از مدت مذکور از تک‌تک محلول‌ها در همان محدوده با متانول به عنوان شاهد جذب گرفته شد که در شکل‌های ۵ تا ۷ نشان داده شده است.



شکل ۵- نمودار جذب اسانس حاصل از روش کلیونجر



شکل ۶- نمودار جذب اسانس حاصل از روش ماکروبو



شکل ۷- نمودار جذب اسانس حاصل از روش تیمار با فراصوت

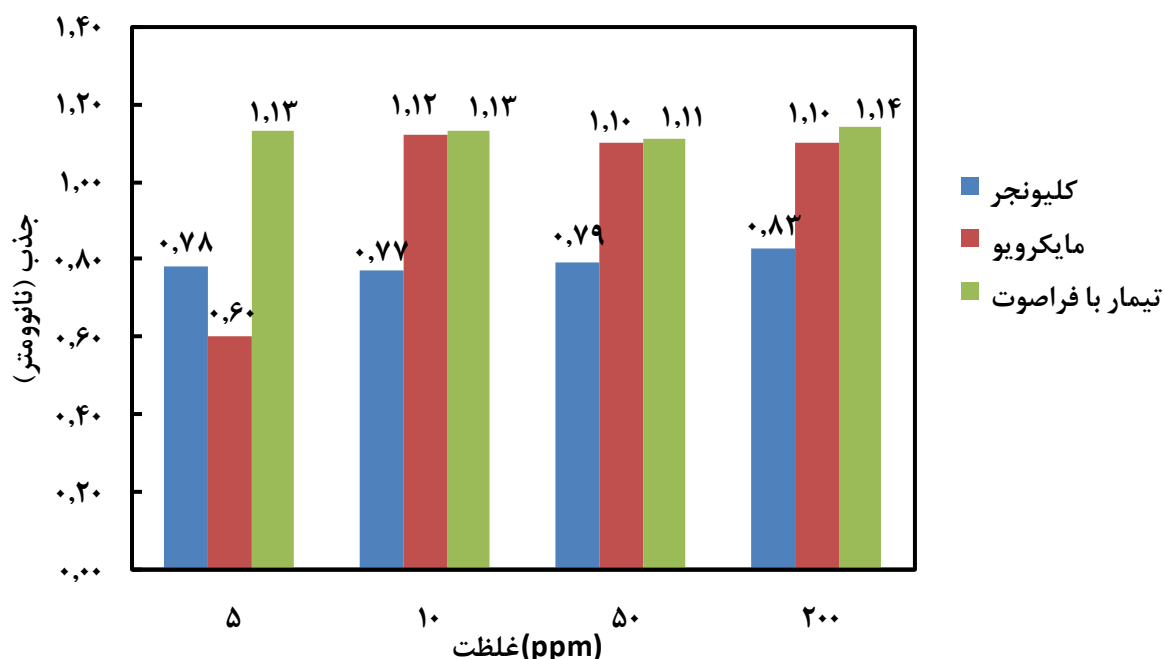
بحث و نتیجه گیری

با توجه به ترکیبات شناسایی شده در روغن اسانسی گیاه *pubescens & Kotschyanus Thymus* که در سه روش مختلف ترکیبات تقریباً مشابه می باشند اما درصد وجود ترکیبات متفاوت بوده که در روش اول بیشترین درصد را به ترتیب لینالول، آلفا-ترپینول، لیمونن و ترنس-بتا-اسمین با ۵۲/۸۵٪ از کل ترکیب را به خود اختصاص داده اند. در روش ماکرو ویو بیشترین ترکیبات موجود در اسانس به ترتیب مربوط به لینالول، آلفا-ترپینول، لیمونن و نرولیدول با ۶۵/۶۷٪ از کل ترکیبات می باشد. در روش تیمار با فراصوت بدلیل شکسته شدن دیواره سلولی در حمام آب تعداد ترکیبات شناسایی شده نسبت به دو روش قبلی بیشتر بوده و به ترتیب درصد بالای ترکیبات مربوط به لینالول، ۱ و ۸-سینئول، آلفا-ترپینول و ترنس-بتا-اسمین با ۵۶/۱۸٪ از کل ترکیبات می باشد.

درصد مهار رادیکال آزاد DPPH با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید.

$$\%I = \frac{(A_{blank} - A_{sample})}{(A_{blank})} \times 100$$

در این فرمول A_{blank} میزان جذب نوری نمونه شاهد (که بیانگر محلول متانول و DPPH است) و A_{sample} بیانگر جذب نوری غلظت های مختلف اسانس آویشن که با نسبت ۱ به ۴ با محول اول مخلوط گردیده می باشد. با توجه به نمودارهای جذب سه روش که نمایانگر میزان واکنش معرف DPPH با ترکیبات موجود در اسانس در غلظت های مختلف و به عبارتی محاسبه درصد بازدارندگی می توان غلظت ۵ ppm را مناسب در نظر گرفت (شکل ۸).



شکل ۸- نمودار ستونی مقایسه جذب سه روش

در روغن اسانس حاصل از این گیاه در روش کلیونجر ۲۴ ترکیب که در مجموع ۹۹/۹۷٪ از کل اسانس را تشکیل می‌دادند، در روش ماکروئو ۱۸ ترکیب که در مجموع ۱۰۰٪ از کل اسانس را تشکیل می‌دادند، در روش تیمار با فراصوت ۲۷ ترکیب که در مجموع ۹۶/۹۹٪ از کل اسانس را تشکیل می‌دادند، شناسایی گردید. ترکیبات اصلی تشکیل دهنده این اسانس به طور متوسط در سه روش عبارت بود از: لینالول (۲۴/۶٪)، لیمونن (۱۳/۴۵٪)، آلفا-ترپیننول (۹/۹۸٪) و ترنس-بتا-اسمین (۸/۹۸٪) و نرولیدول (۸/۷٪). با توجه به غیرسمی بودن معرف DPPH و عدم نیاز به زمان طولانی جهت سنجش خواص آنتی اکسیدانی، درصد مهارکنندگی معرف برای غلظت ۵ ppm و بیشترین درصد مربوط به روش ماکروئو ۵۴/۵٪ و روش کلیونجر ۴۰٪ بود که نشان دهنده‌ی خواص آنتی اکسیدانی خوب گیاه آویشن کوهی می‌باشد.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است».

COPYRIGHTS



©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.

منابع

- آبرومندآذر، پرویز؛ متقیان پور، زهرا (۱۳۸۹). بررسی اثر روش استخراج بر ترکیب شیمیایی و فعالیت ضد میکروبی اسانس گیاه زنیان. علوم غذایی و تغذیه، ۷(۲)، ۱۸-۱۰.
- صمصام شریعت، سپه (۱۳۷۱). عصاره گیری و استخراج مواد موثره گیاهان دارویی و روش‌های شناسایی و ارزشیابی آنها. انتشارات مانی.
- طالب پور، زهرا؛ نجفی، سیما (۱۳۹۲). مقایسه ترکیبات استخراج شده اسانس گیاه *Tanacetum sonbolii* با روش‌های استخراج جذبی از فضای فوقانی و تقطیر با آب. گیاهان دارویی، ۱۲(۴۸)، ۱۵۹-۱۵۰.
- میرخاور، زهرا (۱۳۸۶). اثر آنتی اکسیدانی ترکیبات فنولی پوست دانه انار بر تالو و روغن سویا. پایانامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Using Gaussian and GaussView software for effective teaching of chemistry by drawing molecules

Alireza Yaghoubi ^{1,*}, Ali Ramazani ²

¹ Chemistry teacher in education department of Qazvin region 2, Qazvin, Iran

² Department of Chemistry, Faculty of Science, University of Zanjan, 45371-38791 Zanjan, Iran

* Corresponding author: (alirezayaghoubi62@yahoo.com)

ABSTRACT

Keywords:

Effective teaching of chemistry, Visual learning, Drawing molecules, Gaussian software, GaussView software

The use of visual effects and visual media in chemistry education is very effective and can make the classroom attractive and impress the audience in addition to facilitating the learning of the chemistry concepts and rules. Therefore, this type of learning can be considered a type of visual learning style. In this article, first, a number of the polar and non-polar molecules in high school chemistry books were drawn using GaussView software. Then, in order to achieve the optimized structure of the molecules and their various characteristics, Gaussian software was used. These calculations include optimizing the energy level of the molecule, determining the electric charge of the atoms that make up the molecule, determining the dipole moment of the molecule, displaying the contours around the molecule, displaying electrostatic potential maps, and obtaining the HOMO and LUMO molecular orbitals. From among the different molecules, the structure of water molecule was discussed in more detail. In addition, Gaussian's calculations were performed on some other molecules such as ammonia, methanol, formaldehyde, methane, carbon dioxide, and oxygen. Various molecules were used for drawing to cover many concepts of chemistry. Moreover, the steps of drawing molecules and displaying their properties has also been described.

Received: 23 January 2024

Revised: 30 March 2024

Accepted: 08 April 2024

Published online: 08 April 2024

PP: 69-90

ISSN (Online): [2717-2279](https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.16029.1230)

Citation: Yaghoubi, A, Ramazani, A. (2024) Using Gaussian and GaussView software for effective teaching of chemistry by drawing molecules. *Research in Chemistry Education*, 6(1), 69-90.

[https://doi.org/ 10.48310/CHEMEDU.2024.16029.1230](https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.16029.1230)



پژوهش در آموزش شیمی، سال ششم، شماره اول، صفحات ۹۰-۶۹



پژوهش در آموزش شیمی

<https://chemedu.cfu.ac.ir>

مقاله پژوهشی

استفاده از نرم افزار گوسین و گوس ویو برای آموزش موثر شیمی بوسیله ترسیم مولکول ها

علیرضا یعقوبی^۱ ID، علی رمضانی^۲ ID

۱. دبیر شیمی آموزش و پرورش استان قزوین، ناحیه دو، قزوین، ایران

۲. استاد شیمی دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، صندوق پستی ۲۳۴۳۳۴۵ زنجان، زنجان، ایران

* نویسنده مسئول: (alirezayaghoubi62@cfu.ac.ir)

چکیده

استفاده از جلوه های بصری و رسانه های تصویری در آموزش شیمی بسیار تاثیر گذار است و می تواند علاوه بر تسهیل در یادگیری مفاهیم و قواعد شیمی، کلاس درس را جذاب و مخاطبان را تحت تاثیر قرار دهد. بنابراین این نوع از یادگیری را می توان از نوع سبک یادگیری بصری به حساب آورد. در این مقاله، ابتدا تعدادی از مولکول های قطبی و غیر قطبی موجود در کتاب های درسی شیمی دوره دوم متوسطه با استفاده از نرم افزار گوس ویو ترسیم شدند. سپس به منظور دستیابی به ساختار بهینه شده مولکول ها و ویژگی های مختلف آن ها، از نرم افزار گوسین استفاده شد. این محاسبات شامل بهینه کردن سطح انرژی مولکول، تعیین مقدار بار الکتریکی اتم های تشکیل دهنده مولکول، تعیین ممان دو قطبی مولکول، نمایش کانتورهای اطراف مولکول، نمایش نقشه های پتانسیل الکتروستاتیکی و به دست آوردن اوربیتال مولکولی هومو و لومو می شود. از بین مولکول های مختلف، ساختار مولکول آب با جزئیات بیشتری بررسی شد. به علاوه، محاسبات گوسین بر روی برخی مولکول های دیگر مانند آمونیاک، متانول، فرمالدهید، متان، کربن دی اکسید و اکسیژن نیز انجام شد. برای ترسیم از مولکول های متنوعی استفاده شد تا بسیاری از مفاهیم شیمی را تحت پوشش قرار دهد. علاوه بر این، مراحل ترسیم مولکول ها و نمایش خواص آن ها نیز شرح داده شده است.

واژه های کلیدی:

آموزش موثر شیمی،
یادگیری بصری،
ترسیم مولکول ها،
نرم افزار گوسین،
نرم افزار گوس ویو

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۰۳

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۱/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۲۰

تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۳/۰۱/۲۰

شماره صفحات: ۶۹-۹۰

شاپا الکترونیکی: ۲۷۱۷-۲۲۲۹



ارجاع: یعقوبی، علیرضا؛ رمضانی، علی (۱۴۰۳). استفاده از نرم افزار گوسین و گوس ویو برای آموزش موثر شیمی بوسیله ترسیم مولکول ها. پژوهش در آموزش شیمی، ۶(۱)، ۹۰-۶۹.

[https://doi.org/ 10.48310/CHEMEDU.2024.16029.1230](https://doi.org/10.48310/CHEMEDU.2024.16029.1230)

مقدمه

با توجه به پیشرفت سریع علم و فناوری و افزایش سطح دانش و اطلاعات دانش آموزان، آموزش در نظام آموزش و پرورش به شیوه سنتی دیگر پاسخگوی نیاز دانش آموزان نیست. بنابراین به کار بردن روش‌های نوین و موثر با تکیه بر ابزارها و فناوری‌های مدرن در آموزش می‌تواند مسیر یادگیری و یاددهی را آسان‌تر و راحت‌تر کند. استفاده از رایانه در آموزش، انقلاب بزرگی در تدریس و یادگیری ایجاد کرده‌است به طوری که به این نوع آموزش، آموزش رایانه محور گفته می‌شود (احدیان، ۱۳۸۲). معلم برای آموزش به دانش آموزان با کمک رایانه می‌تواند مطالب خود را در قالب نرم افزارهای چند رسانه‌ای به نمایش بگذارد. با کمک رایانه و نرم افزارهای چندرسانه‌ای حس بینایی و شنوایی دانش آموزان در یادگیری درگیر می‌شود.

استفاده از نرم افزارهای چند رسانه‌ای و رایانه در آموزش را می‌توان یکی از بهترین روش‌های تدریس و یادگیری دانش آموزان دانست. این روش می‌تواند چندین مزیت داشته باشد: باز خورد زود و فوری، یادگیری گام به گام دانش آموزان، افزایش بهره‌وری در یادگیری دانش آموزان، افزایش شوق یادگیری و اشتیاق به مدرسه، بهبود عملکرد تحصیلی و افزایش سرعت یادگیری دانش آموزان (Lewis, 1994).

یکی دیگر از مزایای مهم نرم افزارهای چند رسانه‌ای، افزایش تعامل بین دانش آموزان و همچنین بین معلم و دانش آموزان است. این هدف به عنوان یک روش فعال یادگیری همواره مورد توجه مسئولین آموزش و پرورش بوده‌است (خزاعی، ۱۳۸۰). به علاوه، چند رسانه‌ای‌ها به معلمان فرصتی می‌دهند تا در کلاس سبک‌های متفاوت یادگیری و هوش را بشناسند (Cherry, 2002).

پژوهشگران بر این باورند که قبل از ارائه مطالب به صورت کلامی و نوشتاری، ارائه به صورت تصویری باشد که در این صورت یادگیری سریع‌تر و مفهومی‌تر خواهد بود. این یافته‌ها تاثیر بسیار زیاد رسانه‌های تصویری در روند یادگیری و همچنین مزیت این نوع رسانه‌ها نسبت به کلمه در یادگیری مفاهیم را نشان می‌دهد. استفاده از نرم افزارهای رایانه‌ای نوین در آموزش شیمی، زمینه را برای افزایش علاقه دانش آموزان به شیمی، انتقال دانش و همچنین تثبیت دانش ایجاد می‌کند. نرم افزار رایانه‌ای شیمی برنامه‌ای است که برای انجام محاسبات معادلات و عملیات شیمیایی پیچیده، ساختار مواد شیمیایی، شناسایی آن‌ها و نمایش مؤلفه‌های مواد مختلف استفاده می‌شود (Julboev, 2021).

نرم افزارهای کاربردی مختلفی در شیمی وجود دارند که یکی از مهمترین آن‌ها نرم افزار گوسین ۱ است (فریده حقیقی - آموزش شیمی - دانلودها). نرم افزار گوسین یکی از قوی‌ترین نرم افزارهای محاسباتی است که قابلیت انجام محاسبات ساده تا پیچیده را دارا می‌باشد و به محققان امکان بررسی مؤلفه‌های ساختاری، شیمیایی، خواص سیستم‌ها و همچنین پیش بینی مسیرهای واکنش را می‌دهد (Frisch, M. J., 2009). با استفاده از این نرم افزار می‌توان خواص و نتایج مولکول‌ها و ساختارهای ترسیم شده با نرم افزار گوس و یو ۲ را محاسبه کرد (Deringer et al., 2021). به عبارت دیگر ساختارهای خام ترسیم شده با استفاده از نرم افزار گوس و یو با محاسبات بعدی با گوسین شکل کامل و واقعی‌تری به خود می‌گیرند.

در این تحقیق، ابتدا برخی از مولکول‌های موجود در کتاب‌های درسی شیمی دبیرستان با استفاده از نرم افزار گوس و یو ترسیم شد. در مرحله بعد ساختارهای ترسیم شده، با استفاده از نرم افزار گوسین محاسبه شد تا مولکول شکل بهینه شده و واقعی‌تری به خود بگیرد. در نهایت، ویژگی‌ها و خواص مولکول مورد نظر به دست آمد. با استفاده از

¹ Gaussian² GaussView

نمایش تصویری از مولکول‌ها و ویژگی‌هایشان، یادگیری بسیاری از مفاهیم شیمی موجود در کتاب‌های درسی شیمی آسان و جذاب خواهد بود.

پیشینه پژوهش

آموزش و یاددهی بسیاری از مفاهیم شیمی به شیوه سنتی و روش سخنرانی یک روش آموزشی غیرموثر برای یادگیری دانش آموزان و همچنین این روش‌ها برای معلمان بسیار زمان بر هستند. بنابراین، ارائه یک روش یاددهی و یادگیری موثر یک امر ضروری و همچنین بسیار کمک کننده خواهد بود. در یک پژوهش، میزان یادگیری درس شیمی با استفاده از نرم افزارهای آموزشی و یادگیری به شیوه سنتی با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج نشان داد که یادگیری و یادسپاری با استفاده از نرم افزارهای آموزشی تاثیر قابل توجهی بر یادگیری درس شیمی داشته‌است (مهدی نیا، ۱۳۹۵).

گزارش‌ها حاکی از آن است که استفاده از نرم افزارهای گوسین و گوس ویو تاثیر قابل توجهی در تسهیل آموزش دانش آموزان و بهبود فرایند یادگیری نشان داده‌است (LI et al., 2016). با استفاده از نرم افزار گوسین می‌توان اطلاعات کاملی از خواص و ویژگی‌های ساختاری مولکول‌ها به دست آورد (Podolyan, 2009). این نتایج در کنار مطالب مربوط به ساختار لوپیس مولکول‌های موجود در کتاب شیمی پایه دهم (حذرخانی و همکاران، ۱۴۰۱) و نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی مولکول‌ها در کتاب شیمی پایه دوازدهم (حذرخانی و همکاران، ۱۴۰۱) می‌تواند جامع‌ترین اطلاعات را در اختیار دانش آموزان قرار دهد.

هدف پژوهش

این تحقیق چندین هدف را طبق موارد ذیل در بر می‌گیرد:

- ۱- ترسیم و محاسبه برخی ترکیبات و مولکول‌های موجود در کتاب درسی شیمی پایه دهم تا دوازدهم با استفاده از نرم افزارهای ترسیم گوس ویو و محاسباتی گوسین.
- ۲- نمایش خصوصیات و ویژگی‌های مولکول‌ها پس از محاسبات با نرم افزار گوسین جهت یادگیری آسان و سریع برخی از مفاهیم پایه در درس شیمی.
- ۳- آشنایی با ترسیم ساختار مولکول‌ها با استفاده از نرم افزار گوس ویو و دستیابی به خصوصیات و ویژگی‌های مولکول‌ها با استفاده از نرم افزار گوسین.
- ۴- شناسایی ساختار واقعی و ویژگی‌های متنوع برخی از مولکول‌های گنجانیده شده در کتاب‌های درسی شیمی دبیرستان با استفاده از نتایج به دست آمده از محاسبات نرم افزار گوسین.
- ۵- پتانسیل بالای نرم افزارهای گوس ویو و گوسین برای آموزش موثر درس شیمی با نمایش ساختارهای متنوع مولکول‌ها به عنوان رسانه‌های تصویری جذاب.

روش

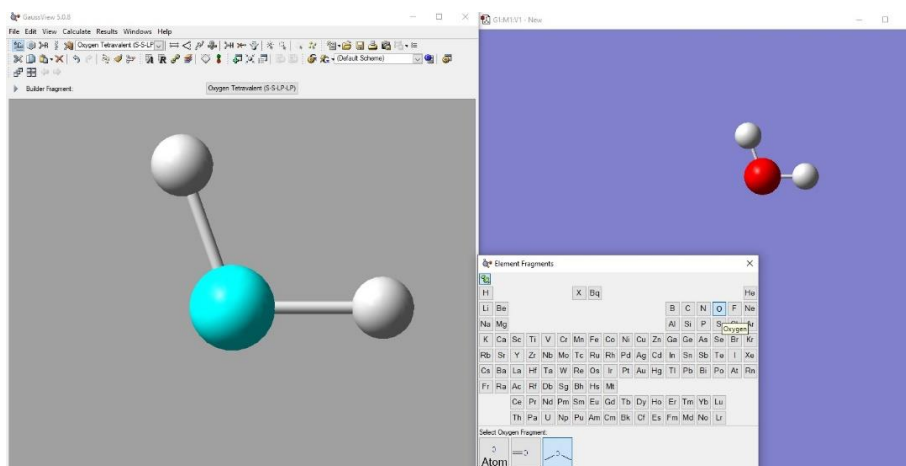
بسیاری از مولکول‌های قطبی و غیرقطبی در محتوای کتاب‌های درسی شیمی پایه دهم تا دوازدهم گنجانیده شده‌است. برخی از این مولکول‌های قطبی عبارت است از آب، آمونیاک، متانول و فرمالدهید و همچنین برخی مولکول‌های غیر قطبی شامل متان، کربن دی اکسید و اکسیژن می‌شوند. از آنجایی که بسیاری از خواص مولکول‌ها تنها پس از نمایش درست ساختار واقعی مولکول‌ها قابل درک است، بنابراین استفاده از یک روش که بتواند هم ساختار

درست مولکول‌ها را نشان دهد و هم خصوصیات مولکول‌ها را تخمین بزند بسیار موثر خواهد بود. در این مقاله، ابتدا برخی از مولکول‌ها مانند مولکول آب (که به طور ویژه‌ای به آن پرداخته شده‌است)، آمونیاک، متانول، فرمالدهید، کربن دی اکسید، متان و مولکول اکسیژن با استفاده از نرم‌افزار گوس ویو ترسیم شدند. سپس برای محاسبه و بدست آوردن ساختار واقعی مولکول‌ها و رسیدن به برخی خصوصیات مربوط به این ساختارها از نرم افزار گوسین استفاده شد. در نهایت نتایج محاسبه شده بوسیله نرم‌افزار گوسین به صورت داده‌های تصویری و اطلاعات ساختاری مولکول‌ها حاصل شد. این اطلاعات می‌تواند به عنوان یکی از رسانه‌های تصویری قوی برای آموزش موثر شیمی در کلاس درس بکار رود.

یافته‌ها

۱- ترسیم مولکول آب با نرم افزار گوس ویو ۵

در ابتدا مولکول آب که به عنوان یکی از معروف‌ترین و شناخته‌ترین مولکول در شیمی است، انتخاب شد. سپس ساختار این مولکول با استفاده از نرم افزار گوس ویو ترسیم شد (شکل ۱). همانطور که شکل ۱ نشان می‌دهد، با اجرای نرم افزار گوس ویو، پنجره مربوط به آن همراه با پنجره ترسیم (پس زمینه آبی رنگ) و جدول تناوبی عنصرها بر روی صفحه رایانه ظاهر می‌شود. پنجره گوس ویو به صورت پیش فرض بر روی مولکول متان فعال است. با کلیک بر روی عنصر اکسیژن در جدول تناوبی و در ادامه کلیک بر روی پنجره ترسیم، ساختار مولکول آب ترسیم می‌شود (شکل ۱).

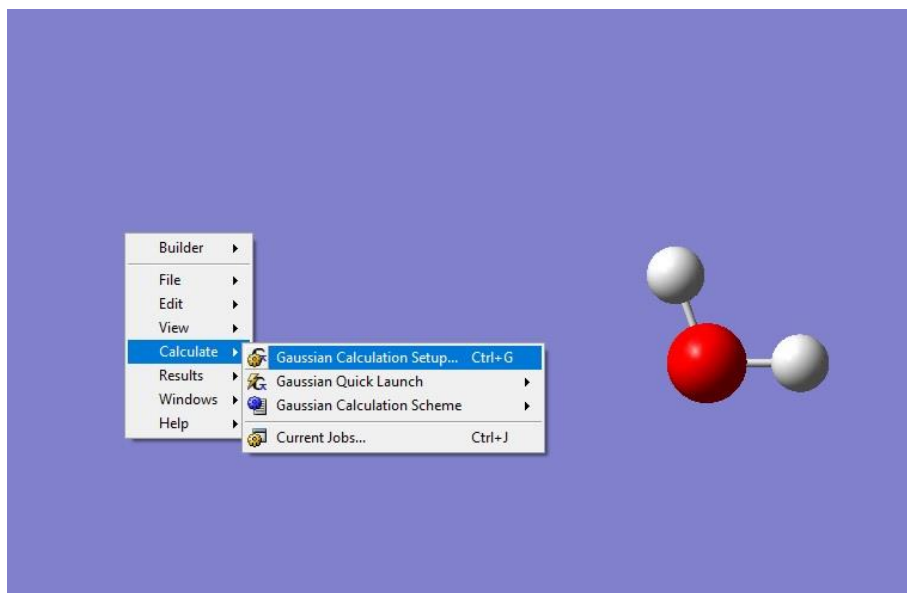


شکل ۱- ترسیم مولکول آب با نرم افزار گوس ویو ۵

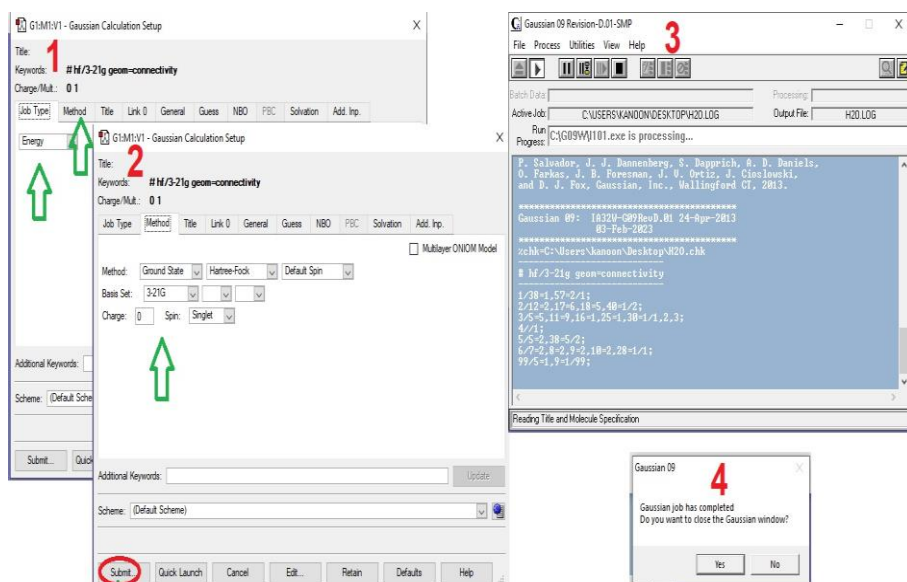
۲- بهینه سازی ساختار مولکول آب با نرم افزار گوسین ۹

از آنجایی که مولکول آب پس از ترسیم اولیه، از لحاظ ساختاری و سطح انرژی بهینه نیست، از این رو لازم است که محاسباتی بر روی این مولکول به منظور رسیدن به حالت پایدار انجام شود. بنابراین از نرم افزار محاسباتی گوسین جهت بهینه کردن سطح انرژی این مولکول استفاده شد (شکل ۲). به این صورت که پس از راست کلیک کردن و انتخاب گزینه "Calculate" و در ادامه انتخاب گزینه "Gaussian Calculation Setup" یک پنجره باز می‌شود (شکل ۳). در این پنجره، گزینه "Job Type" به صورت پیش فرض بر روی انرژی تنظیم شده‌است. به علاوه گزینه "Method" بکار رفته نیز به صورت پیش فرض به صورت "Ground State" با مشخصات نشان داده‌شده در شکل ۳ تنظیم شده‌است. بنابراین پس از کلیک بر روی گزینه "Submit" نرم افزار گوسین شروع به محاسبه بر روی مولکول آب می‌کند (مراحل انجام کار به ترتیب اعداد در شکل ۳ نشان داده شده‌است). در نهایت، ساختار بهینه شده به صورت

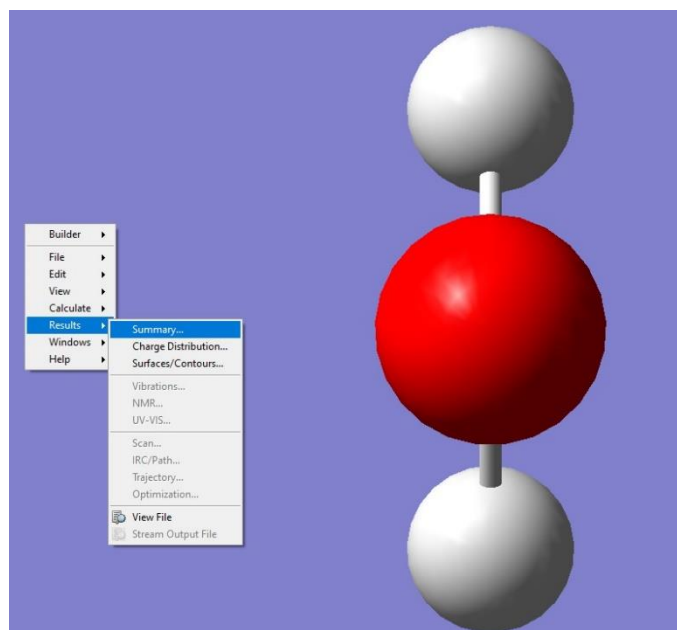
شکل ۴ بدست می‌آید. همچنین خصوصیات و ویژگی‌های ساختار بهینه شده مولکول آب در ادامه بحث و بررسی می‌شوند.



شکل ۲- محاسبه بر روی مولکول آب با استفاده از نرم‌افزار گوسین ۹



شکل ۳- مراحل بهینه سازی مولکول آب و محاسبات بر روی آن توسط نرم‌افزار گوسین ۹



شکل ۴- ساختار بهینه شده مولکول آب پس از محاسبات گوسین

G2:M1:V1 - Gaussian Calculation Summary

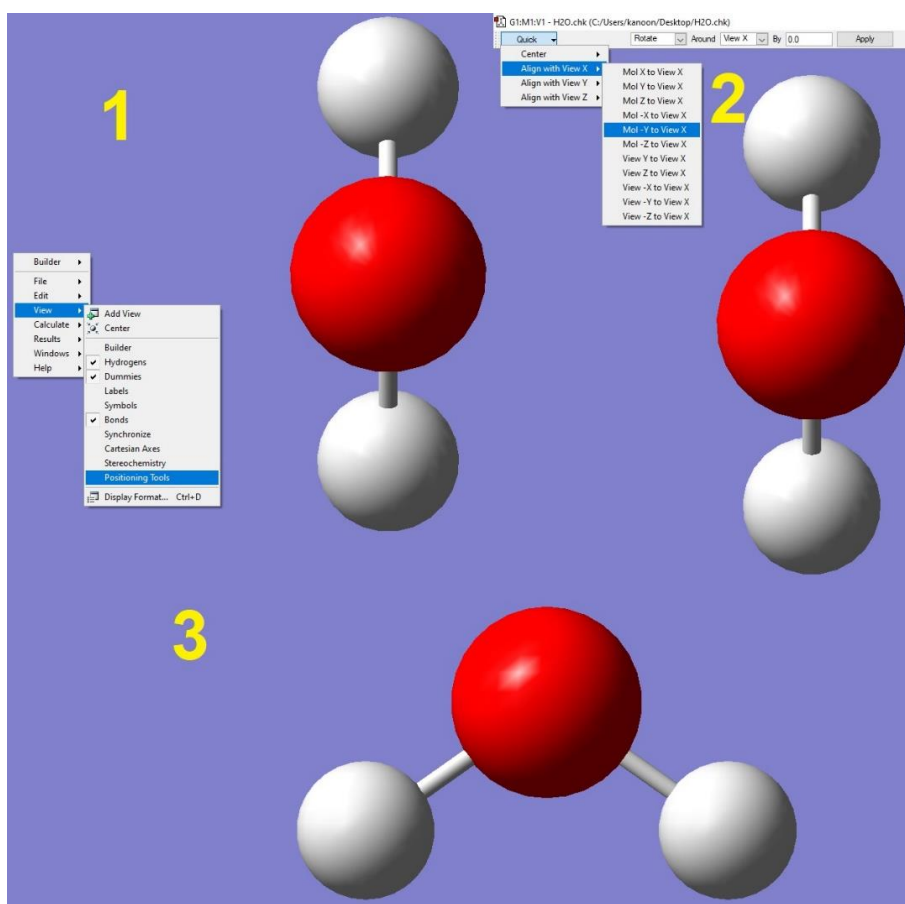
Title Card Required		
File Name	H2O	
File Type	.chk	
Calculation Type	SP	
Calculation Method	RHF	
Basis Set	3-21G	
Charge	0	
Spin	Singlet	
Total Energy	-75.58580998	a.u.
RMS Gradient Norm	0.00000000	a.u.
Imaginary Freq		
Dipole Moment	2.3574	Debye
Point Group		

Ok View File Save Data

شکل ۵- خلاصه بعضی خواص ساختاری مربوط به مولکول آب پس از محاسبات گوسین بر روی مولکول آب

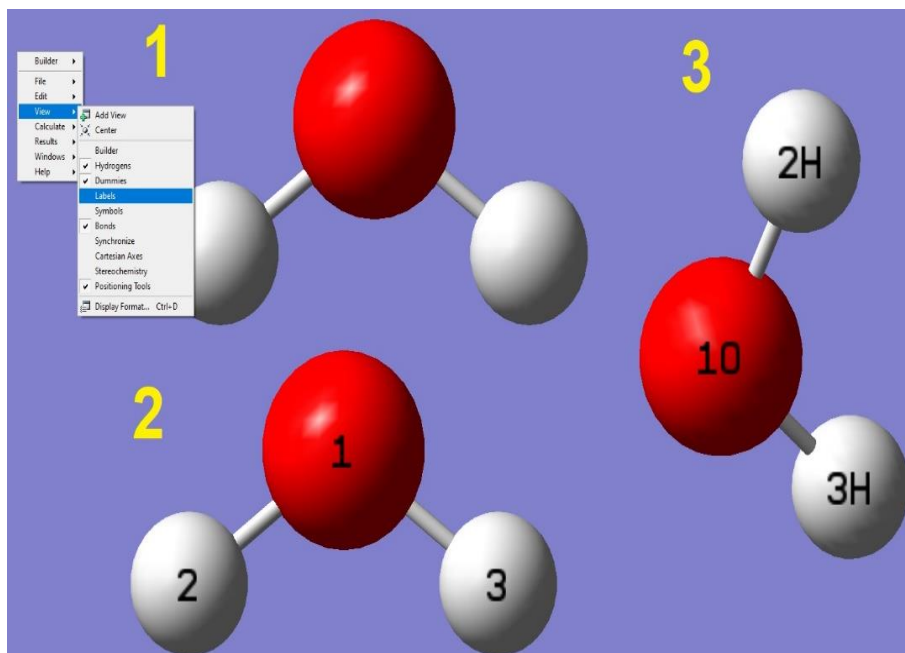
نتایج حاصل از محاسبه گوسین بر روی مولکول آب، شامل بسیاری از خصوصیات مربوط به ساختار مولکول آب می‌شود. خلاصه محاسبات گوسین برای مولکول آب که مربوط به نوع و روش محاسبه، انرژی، بارالکتریکی و... است در شکل ۵ نمایش داده شده‌است.

۳- تغییر موقعیت مولکول آب، شماره گذاری اتم‌ها و برچسب زدن بر روی اتم‌ها. موقعیت مولکول آب را می‌توان براساس محورهای X, Y و Z تغییر داد و ساختار مولکول آب را از نماهای مختلف مشاهده کرد. شکل ۶ مراحل تغییر موقعیت مولکول آب را نشان می‌دهد. بر طبق این شکل، پس از کلیک بر روی ابزار موقعیت، گزینه مربوط به تغییر موقعیت مولکول آب در جهت محورهای مختلف فعال می‌شود و می‌توان مولکول آب را از زوایای مختلف مشاهده کرد.



شکل ۶- مراحل مربوط به تغییر موقعیت مولکول آب

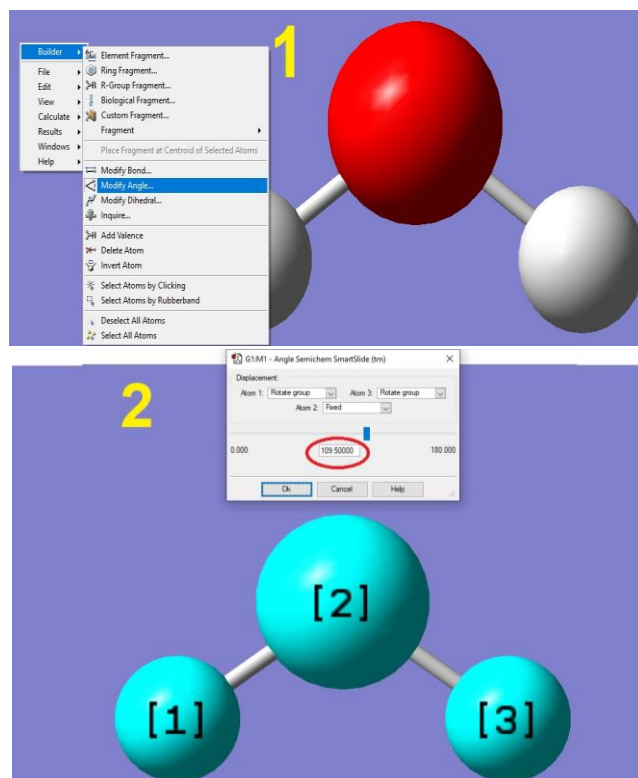
شناسایی اتم‌های مختلف مولکول آب و شماره‌گذاری آن‌ها برای نمایش ویژگی‌های مختلف مولکول از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. بنابراین می‌توان گزینه‌های برچسب، نمادها و... را از منوی "View" فعال کرد (شکل ۷).



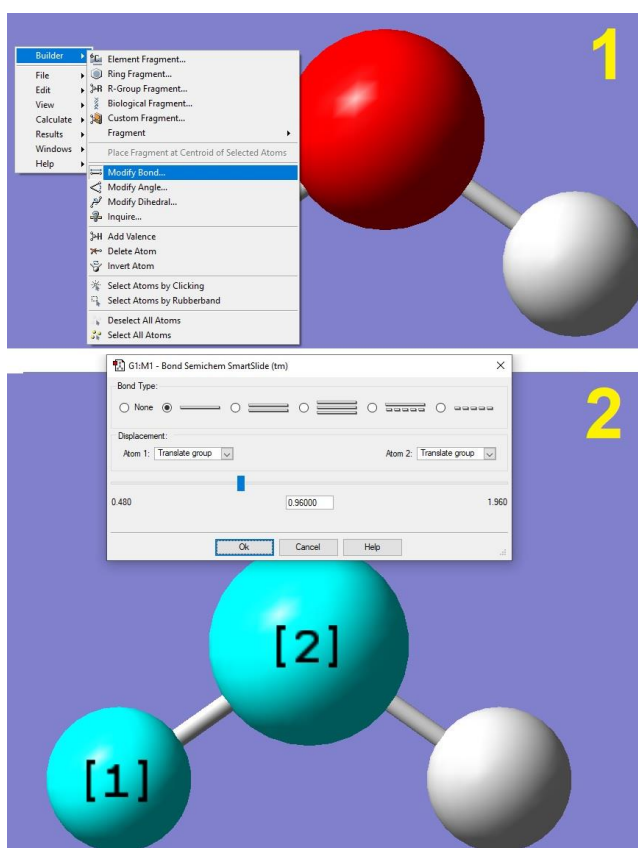
شکل ۷- شماره‌گذاری و برچسب زدن اتم‌های مولکول آب

۴- زاویه پیوند و درجه پیوند

تعیین زاویه پیوند و درجه پیوند مولکول آب برای نمایش ساختار حقیقی مولکول آب از اهمیت زیادی برخوردار است. به عنوان مثال در شیمی پایه اول دبیرستان ساختار خمیده و قطبیت مولکول آب جهت گیری در میدان الکتریکی را سبب می‌شود. برای پیدا کردن زاویه پیوند بین دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن در مولکول آب، یکی از ساده‌ترین روش‌ها استفاده از گزینه "Modify Angle" از زیر مجموعه‌های گزینه "Builder" می‌باشد (شکل ۸). بر طبق شکل ۸ زاویه پیوندی در مولکول آب حدود ۱۰۹/۵ درجه است. به علاوه، برای به دست آوردن درجه پیوند در مولکول آب لازم است که گزینه "Modify Bond" فعال شود. سپس، با کلیک بر روی اتم اکسیژن و هیدروژن پنجره‌ای نمایش داده می‌شود که در آن اطلاعاتی کامل در مورد درجه پیوند مولکول مورد نظر آمده‌است. بنابراین بین اتم اکسیژن و هیدروژن، پیوندی با درجه پیوند نزدیک به عدد ۱ که نشان دهنده پیوند یگانه است حاصل می‌شود.

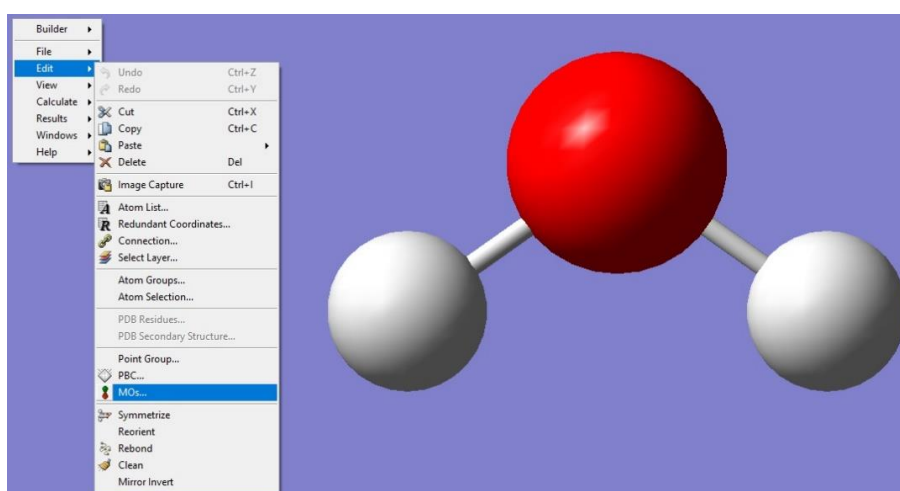


شکل ۸- تعیین زاویه پیوندی در مولکول آب

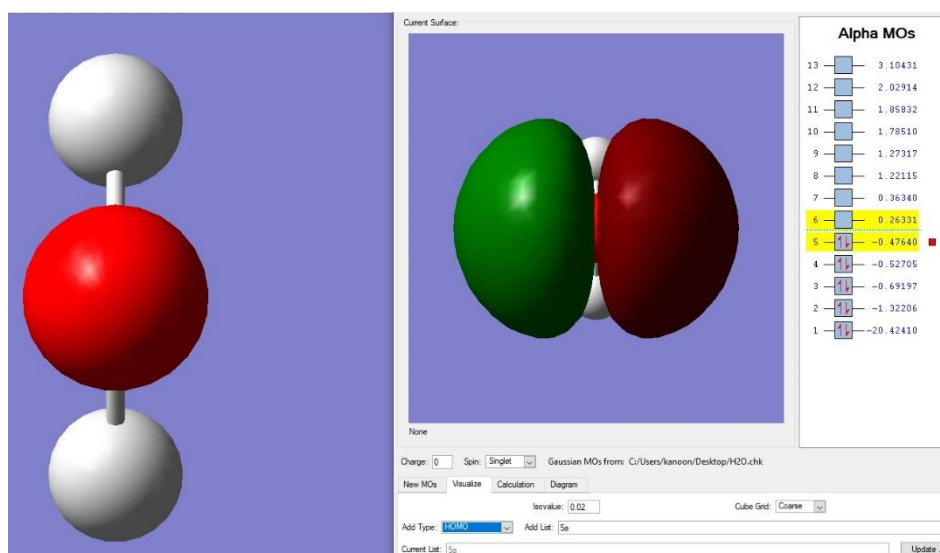


شکل ۹- تعیین درجه پیوندی در مولکول آب

۵- نمایش اوربیتال‌های هومو ($HOMO^1$) و لومو ($LUMO^2$) در مولکول آب
 برای نشان دادن بالاترین اوربیتال مولکولی پر شده و پایین‌ترین اوربیتال مولکولی پر نشده باید ابتدا گزینه "MOs" از زیر مجموعه "Edit" را فعال کرد. شکل ۱۰ نحوه ورود به بخش مربوط به اوربیتال مولکولی مولکول آب را نشان می‌دهد. در ادامه، گزینه "Visualize" بر روی اوربیتال "HOMO" تنظیم می‌شود. در حالی که بقیه بخش‌ها به صورت پیش فرض باقی می‌مانند. پس از کلیک بر روی گزینه بروزرسانی یک پنجره باز می‌شود که هم به صورت تصویری اوربیتال هومو مولکول آب را نشان می‌دهد و هم نمایشی از نحوه پر شدن اوربیتال‌های مولکولی آب و به ویژه اوربیتال هومو را نشان می‌دهد (شکل ۱۱). به علاوه با تنظیم اوربیتال مولکولی بر روی "LUMO" پنجره‌ای مانند شکل ۱۲ باز می‌شود که در آن اوربیتال مولکولی لومو به صورت تصویری و هم به صورت پر شدن اوربیتال‌های مولکولی از الکترون‌ها را نشان می‌دهد (شکل ۱۲).



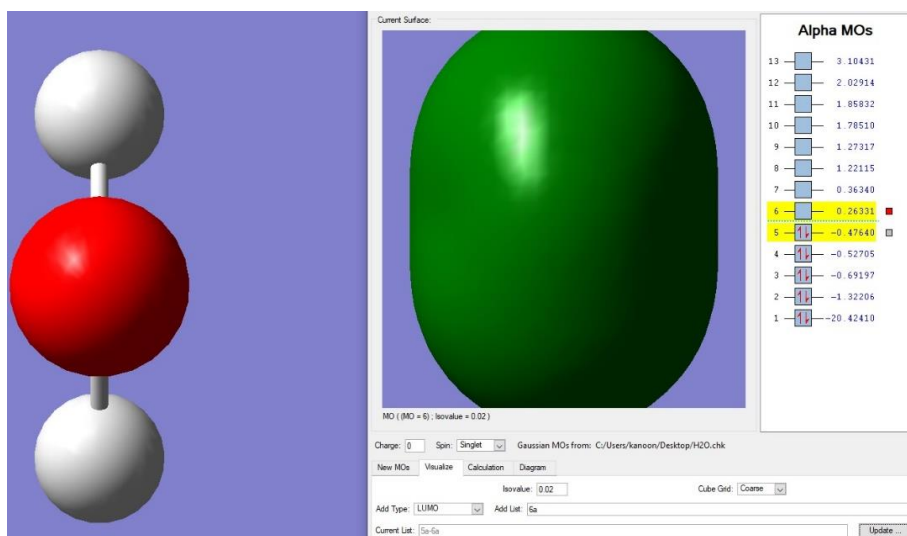
شکل ۱۰- ترسیم اوربیتال‌های مولکولی (هومو و لومو) در مولکول آب



شکل ۱۱- نمایش اوربیتال‌های مولکولی هومو در مولکول آب

¹ Highest occupied molecular orbital (HOMO)

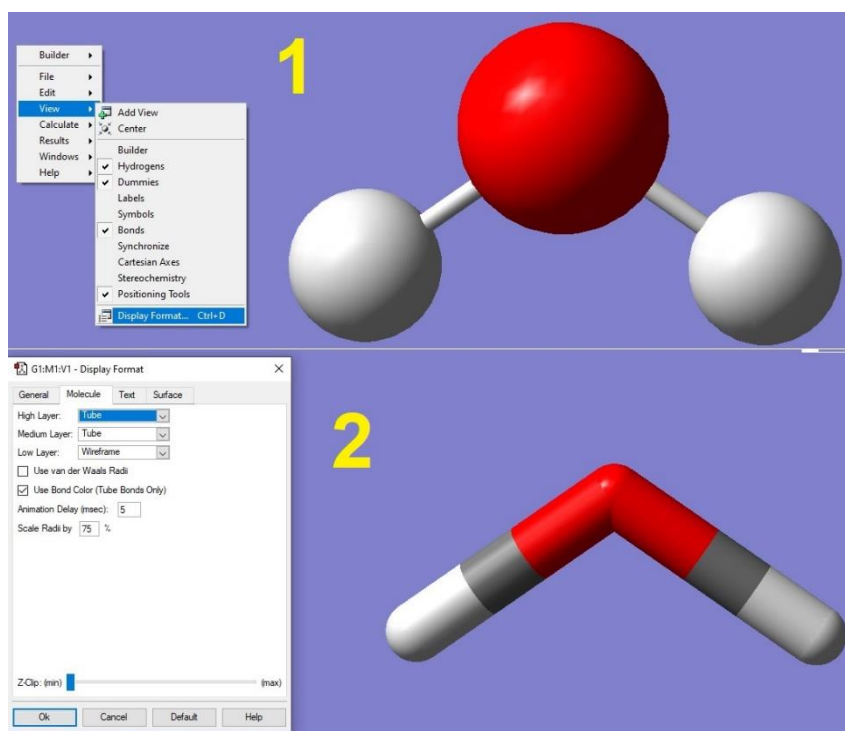
² Lowest occupied molecular orbital (LUMO)

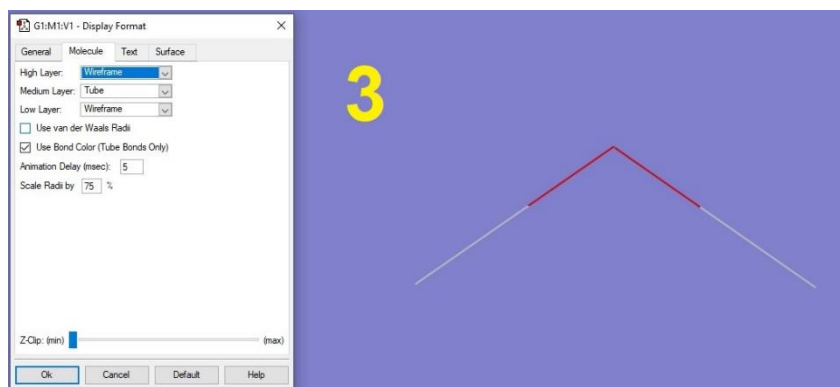


شکل ۱۲- نمایش اوربیتال‌های مولکولی لومو در مولکول آب

۶- نمایش مدل‌های مولکولی مختلف مولکول آب

ساختار مولکول آب را می‌توان به صورت انواع مدل نمایشی مانند مدل گوی و میله، لوله‌ای، سیمی و... نشان داد. در کتاب‌های درسی شیمی دبیرستان مدل فضا پرکن برای مولکول‌ها به وفور مشاهده می‌شود. برای این منظور، گزینه "Display format" باید به صورت شکل ۱۳ (شماره ۱) فعال کرد. به عنوان مثال ساختار مولکولی آب را می‌توان به صورت مدل لوله‌ای شکل ۱۳ شماره ۲ و مدل سیمی شکل ۱۳ شماره ۳ نشان داد.

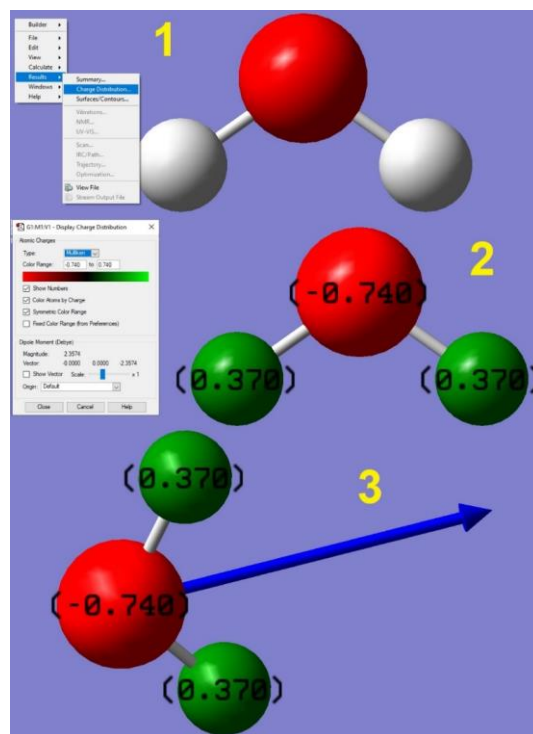




شکل ۱۳- مدل های مولکولی مختلف مولکول آب

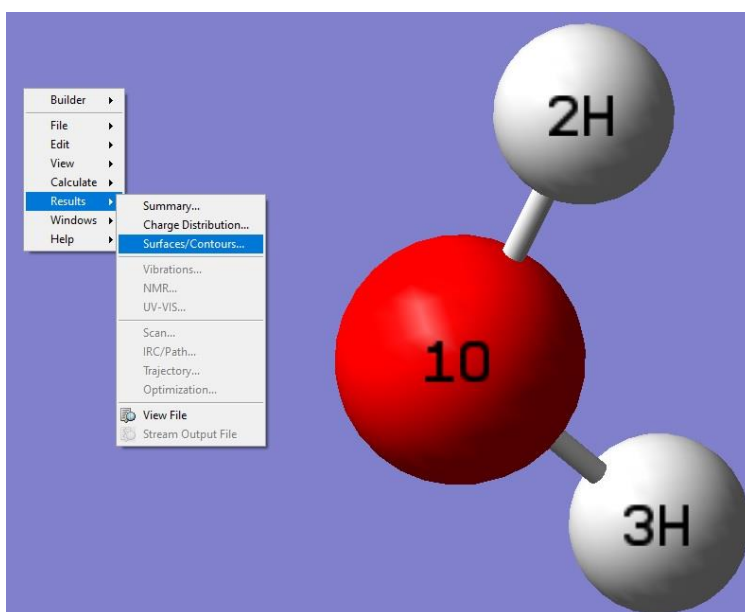
۷- توزیع بار الکتریکی بر روی سطح اتم های مولکول آب

همانند نقشه های پتانسیل الکتروستاتیکی مولکول ها در شیمی پایه دوازدهم دبیرستان که تراکم بار الکتریکی را روی اتم های یک مولکول نشان می دهد، یکی دیگر از نتایج مهم محاسبه گوسین بر روی مولکول آب تعیین بار الکتریکی آن می باشد. بر این اساس پس از فعال شدن گزینه "Charge Distribution" (شکل ۱۴ شماره ۱)، پنجره ای باز می شود که در این پنجره بار الکتریکی باید بر روی گزینه "Mulliken" تنظیم شود (شکل ۱۴ شماره ۲). به علاوه گزینه های مربوط به نمایش اعداد، رنگ اتم ها، نمایش محور ممان دو قطبی و... نیز باید فعال شود (شکل ۱۴ شماره ۳). شکل ۱۴ نمایش تصویری از مولکول آب که بر روی اتم هایش بار الکتریکی توزیع شده است را نشان می دهد. به علاوه محور ممان دو قطبی کل مولکول که نمایشی از قطبی بودن مولکول آب است نیز در شکل ۱۴ شماره ۳ قابل مشاهده است.

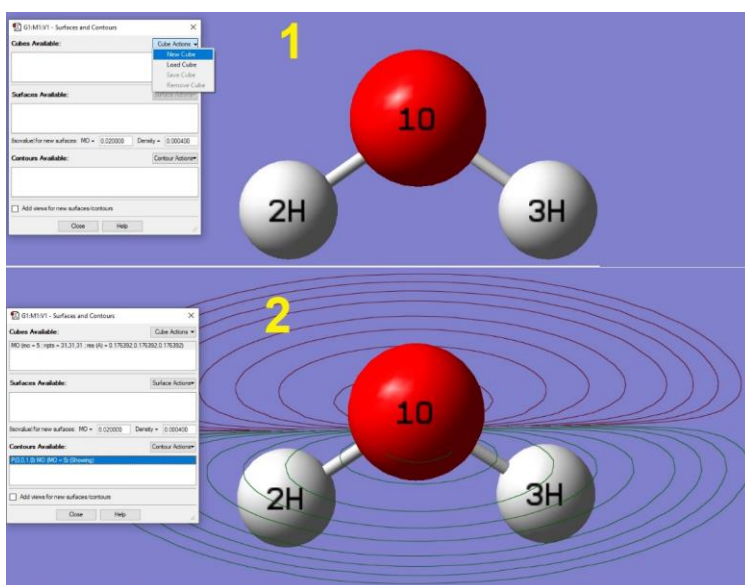


شکل ۱۴- نحوه نمایش توزیع بار بر روی مولکول آب (تصویر شماره ۱)، نمایش بار الکتریکی بر روی اتم های مولکول آب (تصویر شماره ۲) و نمایش محور ممان دو قطبی مولکول آب (تصویر شماره ۳)

۸- به دست آوردن نتایج مربوط به سطح مولکول و ایجاد کانتورها^۱
یکی دیگر از نتایج محاسباتی گوسین بر روی مولکول آب به دست آوردن اطلاعات مربوط به سطوح مولکول و همچنین تولید کانتورها (خطوط تشکیل شده از نقاط هم ارزش برای دانسیته الکترونی در صفحه) اطراف مولکول است. در واقع کانتورهای اطراف مولکول مقدار بار الکترونی در هر نقطه در فضا را تعیین می کنند. شکل ۱۵ تا ۱۷ مراحل ایجاد کانتورها اطراف مولکول آب و همچنین نمایش آن را نشان می دهند. به علاوه شکل های ۱۸ و ۱۹ تصاویری از کانتورهای اطراف مولکول آب همراه با نمایشی از اوربیتال مولکولی هومو را از نماهای مختلف نشان می دهند.

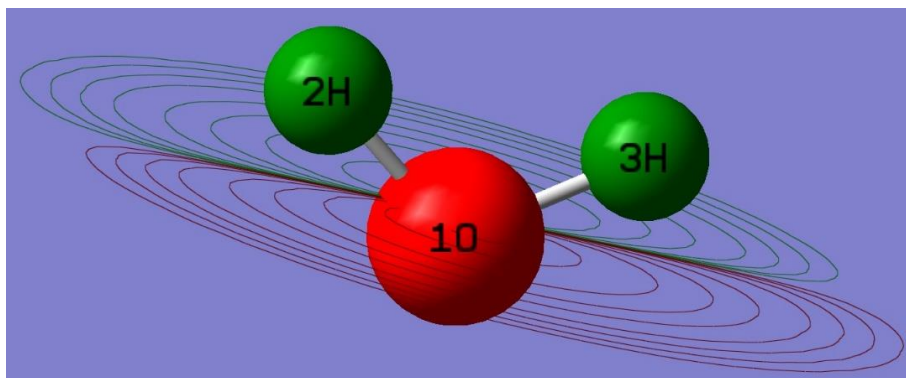


شکل ۱۵- مراحل نمایش ایجاد کانتورها اطراف مولکول آب

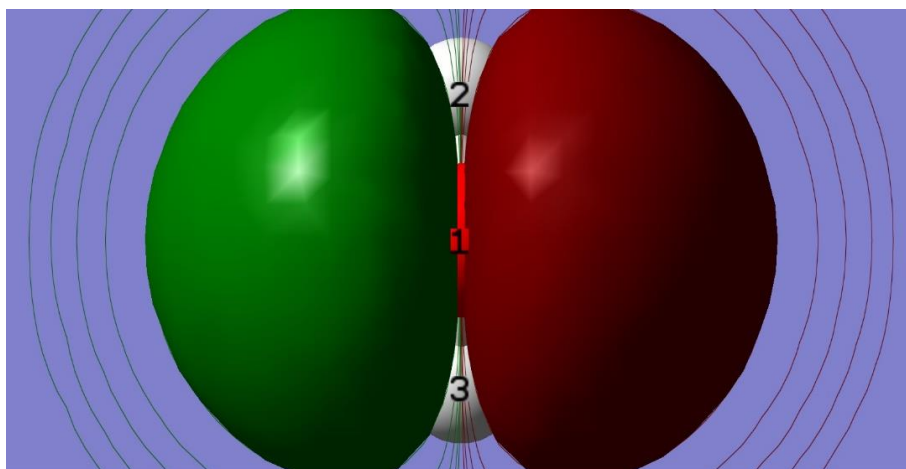


شکل ۱۶- نمایش تولید کانتور اطراف مولکول آب از طریق پنجره سطح و کانتور

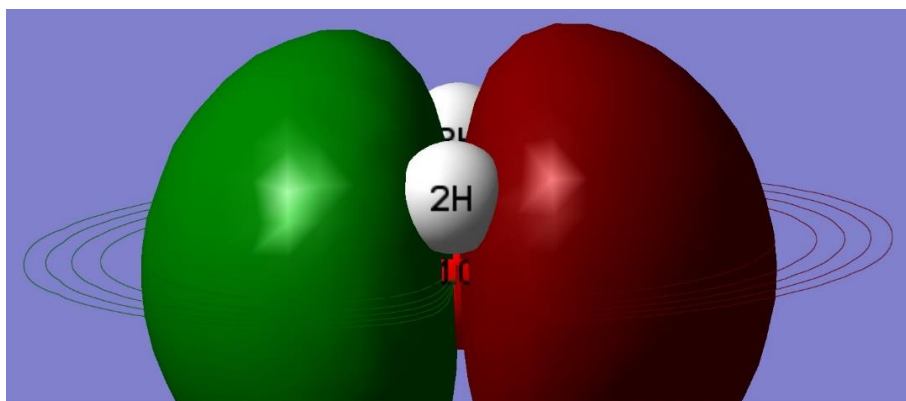
¹ Contours



شکل ۱۷- نمایش کانتور اطراف مولکول آب از یک زاویه متفاوت

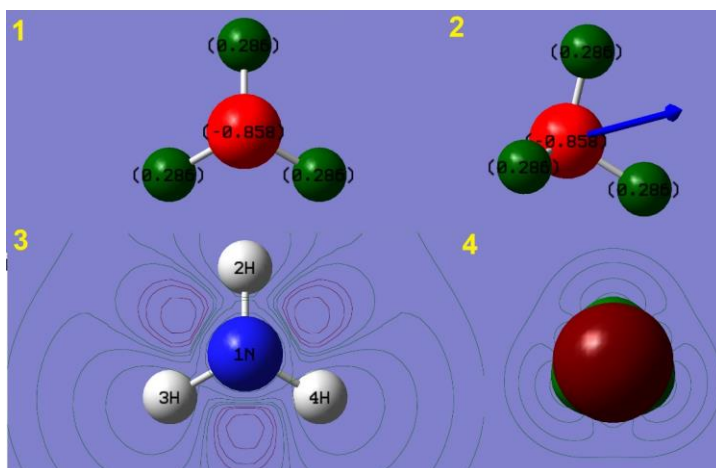


شکل ۱۸- تصویری از کانتورهای اطراف مولکول آب همراه با نمایشی از اوربیتال مولکولی هومو

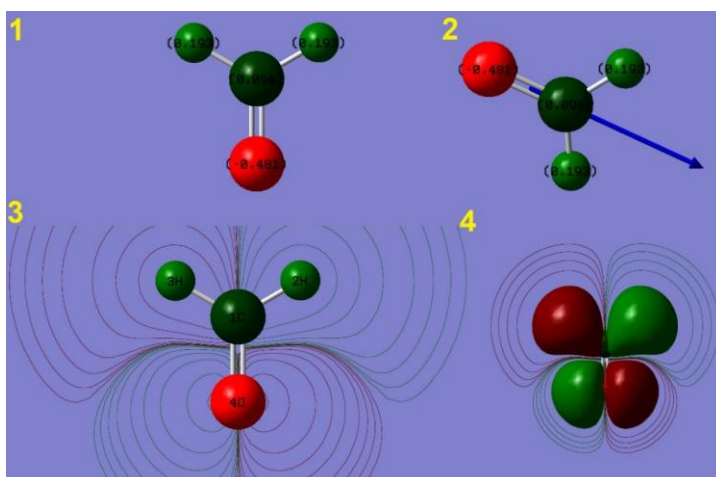


شکل ۱۹- نمایش کانتورهای اطراف مولکول آب همراه با اوربیتال مولکولی هومو از نمای جانبی

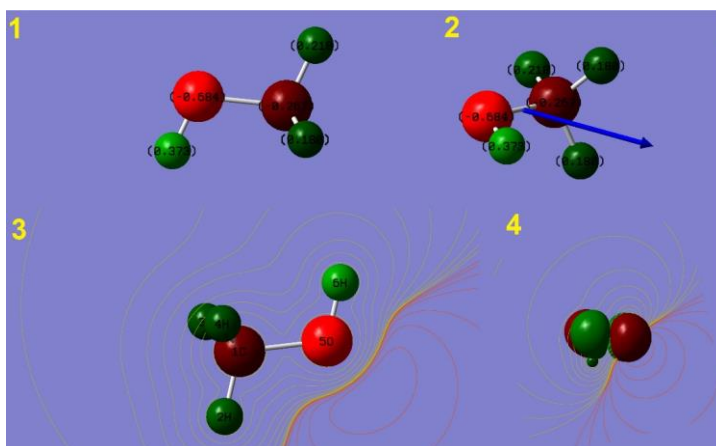
۹- ترسیم و محاسبه بعضی مولکول‌های قطبی مانند آمونیاک، متانول و فرمالدهید تفاوت مولکول‌های قطبی با مولکول‌های غیر قطبی وجود قطبیت در مولکول‌های قطبی است که این خصوصیت به صورت بردار ممان دو قطبی مشخص می‌شود. پس از ترسیم اولیه مولکول‌های قطبی آمونیاک، متانول و فرمالدهید محاسبات گوسین بر روی آن‌ها اجرا شد. شکل‌های ۲۰ تا ۲۲ نمایشی از ساختار محاسباتی گوسین بر روی مولکول‌های قطبی ذکر شده را نشان می‌دهد.



شکل ۲۰- ساختار مولکول آمونیاک: (۱) توزیع بار الکتریکی بر روی مولکول، (۲) ممان دوقطبی، (۳) نمایش کانتورهای اطراف مولکول، (۴) نمایش اوربیتال مولکولی همو همراه با کانتورها

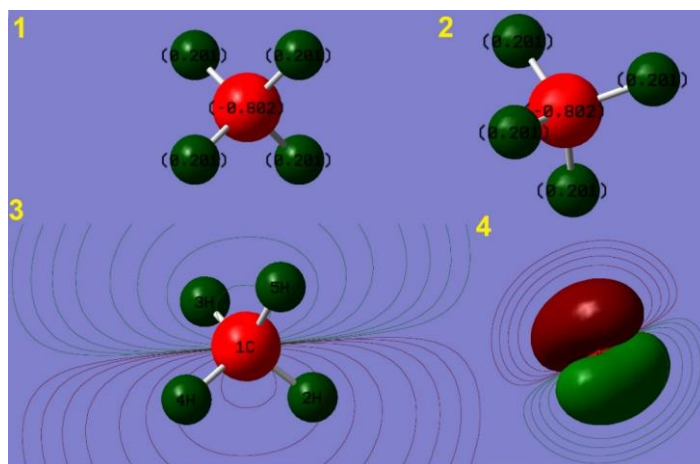


شکل ۲۱- ساختار مولکول فرمالدهید: (۱) توزیع بار الکتریکی بر روی مولکول، (۲) ممان دوقطبی، (۳) نمایش کانتورهای اطراف مولکول، (۴) نمایش اوربیتال مولکولی همو همراه با کانتورها

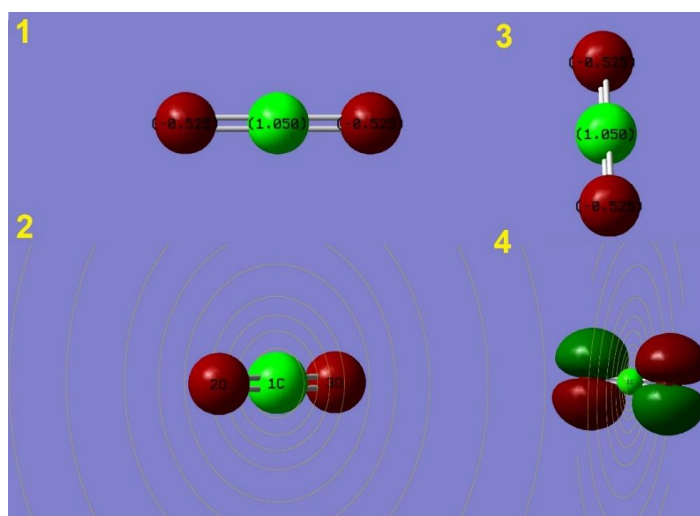


شکل ۲۲- ساختار مولکول متانول: (۱) توزیع بار الکتریکی بر روی مولکول، (۲) ممان دوقطبی، (۳) نمایش کانتورهای اطراف مولکول، (۴) نمایش اوربیتال مولکولی همو همراه با کانتورها

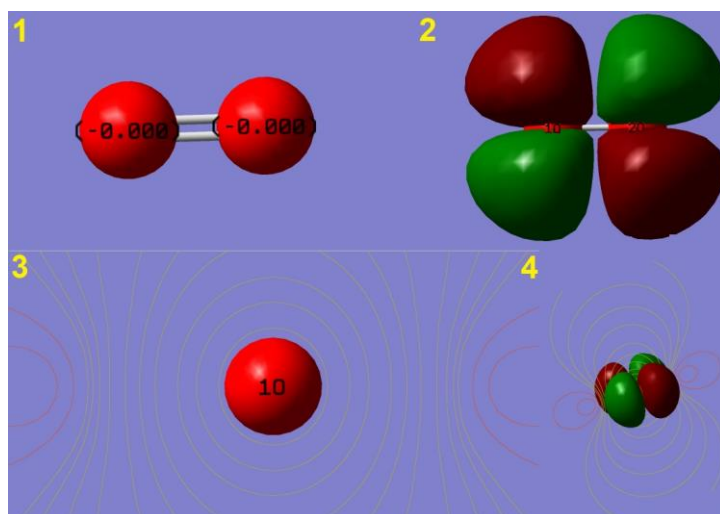
۱۰- ترسیم و محاسبه بعضی مولکول‌های غیر قطبی مانند متان، کربن دی اکسید و اکسیژن مولکول متان و مولکول اکسیژن به دلیل تقارن کلی مولکول هیچگونه قطبیتی ندارند. مولکول کربن دی اکسید هر چند که دارای پیوندهای قطبی است به دلیل جهت گیری ناهمسو پیوندهای قطبی که سبب می‌شود برآیند کلی قطبیت مولکول صفر شود و در نتیجه به یک مولکول غیر قطبی تبدیل شود. این مولکول‌ها بر خلاف مولکول‌های قطبی، محور ممان دو قطبی ندارند که این خصوصیت مهم‌ترین تفاوت آن‌ها با مولکول‌های قطبی است. پس از ترسیم اولیه مولکول‌های غیر قطبی متان، کربن دی اکسید و اکسیژن با استفاده از نرم افزار گوس و یو محاسبات گوسین بر روی آن‌ها اجرا شد. نتایج محاسبات گوسین سبب شد تا برخی خصوصیات مولکول‌های غیر قطبی ذکر شده به نمایش گذاشته شوند. برخی از این خواص شامل توزیع بار الکتریکی بر روی اتم‌های مولکول، ساختار مولکولی بدون ممان قطبی، ایجاد کانتورهای مختلف اطراف مولکول‌ها و نمایش اوربیتال مولکولی هومو می‌شود. شکل‌های ۲۳ تا ۲۵ نمایشی از ساختار محاسباتی گوسین بر روی مولکول‌های غیر قطبی نام برده شده را نشان می‌دهد.



شکل ۲۳- ساختار مولکول متان: (۱) توزیع بار الکتریکی بر روی مولکول، (۲) عدم وجود ممان دوقطبی در مولکول، (۳) نمایش کانتورهای اطراف مولکول، (۴) نمایش اوربیتال مولکولی هومو همراه با کانتورها

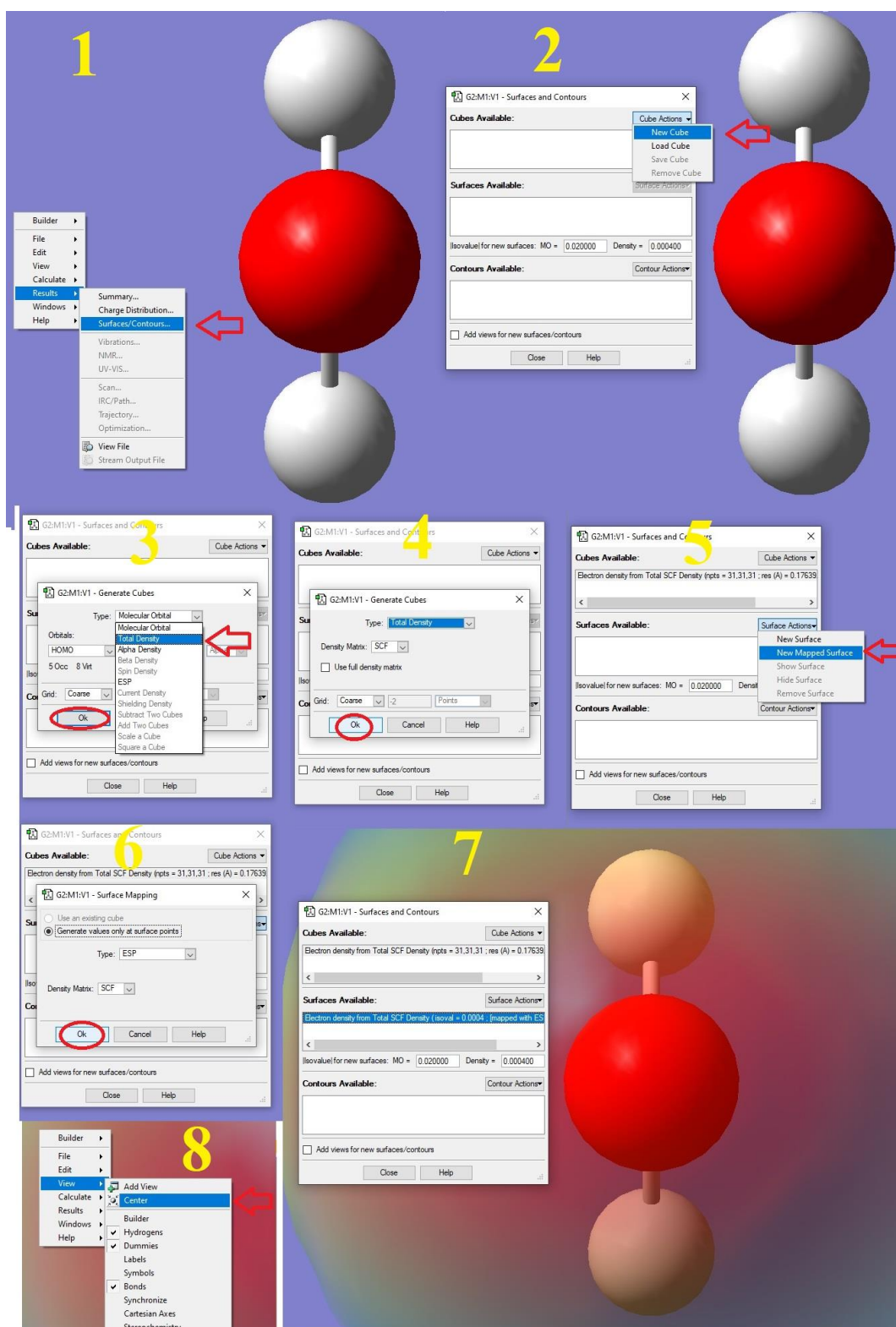


شکل ۲۴- ساختار مولکول کربن دی اکسید: (۱) توزیع بار الکتریکی بر روی مولکول، (۲) عدم وجود ممان دوقطبی، (۳) نمایش کانتورها، (۴) نمایش اوربیتال مولکولی هومو همراه با کانتورها

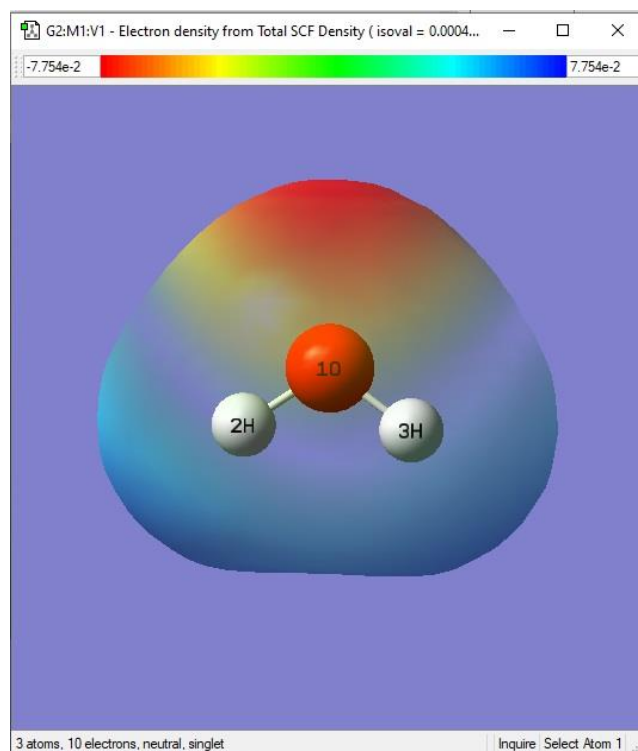


شکل ۲۵- ساختار مولکول اکسیژن: (۱) توزیع بار الکتریکی بر روی مولکول، (۲) عدم وجود ممان دوقطبی، (۳) نمایش کانتورهای اطراف مولکول، (۴) نمایش اوربیتال مولکولی همو همراه با کانتورها

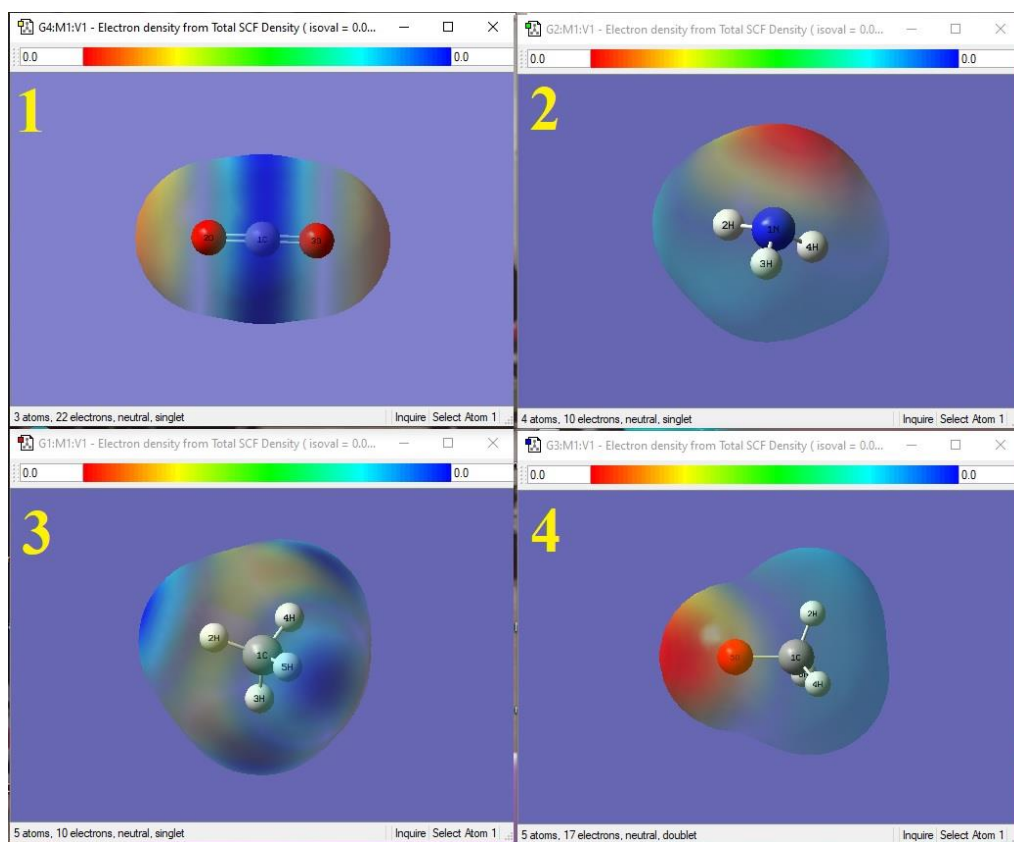
۱۱- ترسیم نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی مولکول آب و برخی دیگر از مولکول‌های قطبی و غیرقطبی
 برای بررسی تراکم بار الکتریکی بر روی اتم‌های سازنده مولکول از نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی استفاده می‌شود. این نقشه نحوه توزیع الکترون‌ها در مولکول را به صورت رنگ‌های قرمز و آبی نشان می‌دهد. به طوری که اتم یا اتم‌های که تراکم بار الکتریکی بر روی آن‌ها بیشتر است به رنگ قرمز و اتم یا اتم‌های که تراکم بار الکتریکی بر روی آن‌ها کمتر است آبی رنگ هستند. به علاوه، به بخش‌های قرمز بار جزئی منفی و به بخش آبی بار جزئی مثبت نسبت می‌دهند. این نقشه در کتاب درسی شیمی پایه دوازدهم نشان داده شده‌است و برای تعیین قطبی یا ناقطبی بودن مولکول به کار می‌رود. شکل ۲۶ مراحل ترسیم نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی مولکول آب را با اعداد و فلش‌ها نشان می‌دهد. با راست کلیک کردن بر روی پنجره مربوط به مولکول بهینه شده آب و کلیک بر روی گزینه "Surfaces and Contours" از بخش "Results" پنجره کوچک مربوط به آن باز می‌شود (شماره ۱). در این پنجره باید گزینه "New Cube" از بخش "Cube Actions" فعال شود (شماره ۲). در ادامه با کلیک بر روی آن، گزینه "Total Density" از بخش "Type" انتخاب می‌شود (شماره ۳). در پایان بر روی گزینه "Ok" کلیک می‌شود (شماره ۴). در قسمت بعدی، گزینه "New Mapped Surface" از بخش "Surface Actions" کلیک می‌شود (شماره ۵) تا پنجره مربوط به آن باز شود که در آن نوع نقشه به صورت پیش فرض بر روی "ESP" (پتانسیل الکتروستاتیکی) تنظیم شده‌است (شماره ۶). سپس با کلیک بر روی گزینه "Ok" نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی به نمایش در می‌آید (شماره ۷). از آنجایی که این نقشه با اندازه بزرگ در صفحه به نمایش در می‌آید، باید آن را در مرکز صفحه قرار داد. بنابراین در صفحه راست کلیک کرده و گزینه "Center" را از بخش "View" کلیک می‌کنیم (شماره ۸). در نهایت نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی مولکول آب به صورت شکل ۲۷ ظاهر می‌شود. برای ترسیم نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی دیگر مولکول‌های قطبی و مولکول‌های غیرقطبی نیز مشابه مولکول آب عمل می‌کنیم. به عبارت دیگر ابتدا ساختار مولکول را ترسیم می‌کنیم سپس آن را بهینه می‌کنیم در ادامه مراحل ذکر شده بالا را به ترتیب انجام می‌دهیم. شکل ۲۸ نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی برخی مولکول‌های قطبی مانند آمونیاک و متانول و مولکول‌های غیر قطبی مانند کربن دی اکسید و متان را نشان می‌دهد.



شکل ۲۶- مراحل ترسیم نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی مولکول آب



شکل ۲۷- نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی مولکول آب



شکل ۲۸- نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی مولکول‌های قطبی آمونیاک و متانول (شماره ۲ و ۴) و مولکول‌های غیر قطبی متان و کربن دی اکسید (شماره ۱ و ۳)

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت بسیار زیاد رسانه‌های تصویری در امر آموزش و گسترش روز افزون روش‌های نوین آموزشی در نظام آموزش و پرورش، در این مقاله روش ترسیمی مولکول‌ها جهت آموزش موثر درس شیمی پیشنهاد شده‌است. برای این منظور ابتدا برخی از مولکول‌های قطبی و غیر قطبی گنجانیده شده در کتاب‌های درسی شیمی دبیرستان انتخاب شدند. در مرحله بعد با استفاده از نرم‌افزار ترسیم گوس ویو ساختار اولیه آن‌ها ترسیم شد. در نهایت این ساختارهای اولیه تحت محاسبات نرم‌افزار گوسین ۹، به عنوان یک نرم‌افزار محاسباتی پیشرفته در علوم مهندسی شیمی و شیمی درآمد. محاسبات به طور ویژه و با جزئیات کامل بر روی مولکول آب اجرا شد. به علاوه این محاسبات بر روی بعضی مولکول‌های قطبی شامل آمونیاک، متانول و آلدهید و همچنین بر روی برخی مولکول‌های غیرقطبی مانند متان، کربن دی اکسید و اکسیژن نیز اجرا شد. نتایج محاسبات گوسین بر روی مولکول‌های ذکر شده سبب نمایان شدن بسیاری از خصوصیات در مولکول‌ها شد. برخی از ویژگی‌ها شامل بهینه شدن سطح انرژی مولکول‌ها، تعیین بار الکتریکی اتم‌ها در سطح مولکول، تعیین ممان دو قطبی در مولکول‌های قطبی، نمایش کانتورهای اطراف مولکول‌ها، نمایش نقشه‌های پتانسیل الکتروستاتیکی و بدست آوردن اوربیتال مولکولی هومو و لومو در مولکول می‌شود. همه نتایج مربوط به ترسیم و محاسبات به صورت تصویری نمایش داده شده‌است. از مولکول‌های متنوع و گوناگون در ترسیم استفاده شده‌است تا بخش مهمی از مفاهیم شیمی را تحت پوشش قرار دهد. به علاوه در این مقاله از تکنیک رسانه تصویری به صورت ترسیم مولکول‌ها و محاسبات آن‌ها توسط دو نرم افزار قدرتمند و قوی گوس ویو و گوسین استفاده شده‌است. پیش‌بینی می‌شود که تدریس شیمی به شیوه ترسیم و نمایش مولکول‌ها و خواص آن‌ها نقش موثری در یادگیری بسیاری از مفاهیم شیمی دارد و می‌تواند کلاس را برای دانش آموزان جذاب‌تر کند.

مشارکت نویسندگان

هر یک از نویسندگان به میزان ۵۰٪ در نگارش مقاله سهم داشته‌اند. علیرضا یعقوبی و علی رمضانی محاسبات مربوط به مولکول‌ها، نوشتن مقاله و ویرایش مقاله را انجام داده‌اند.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است».

COPYRIGHTS



©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.

منابع

- احدیان، محمد (۱۳۸۲). مقدمات تکنولوژی آموزشی. تهران: نشر و تبلیغ بشری.
- حذرخانی، حسن (۱۴۰۱). شیمی (۳) پایه دوازدهم- دوره دوم متوسطه-۱۱۲۲۱۰، چاپ پنجم، شرکت چاپ و نشر کتابهای درسی ایران.
- حذرخانی، حسن (۱۴۰۲). شیمی (۱) پایه دهم دوره دوم متوسطه-۱۱۰۲۱۰، چاپ هشتم، شرکت چاپ و نشر کتابهای درسی ایران.
- خزاعی، امیرمسعود (۱۳۸۰). دیدگاهی در نرم افزارهای آموزشی. نشریه وب، ۲(۱۵).
- مهدی نیا، نازیلا (۱۳۹۵). تاثیر کاربرد نرم افزارهای آموزشی بر یادگیری و یادسپاری شیمی دوره دوم دبیرستان. نهمین کنفرانس آموزش شیمی ایران، زنجان، دانشگاه زنجان.
- Cherry, S. (2002). Twelve reasons to use multimedia projects in the classroom. Retrieved from http://www.ezedia.com/education/classroom/library/Twelve_Reasons.html
- Deringer, V. L., Bartók, A. P., Bernstein, N., Wilkins, D. M. (2021). Gaussian process regression for materials and molecules. *Chemical reviews*, 121(16), 10073-10141 .
- Frisch, M. J. (2009). Expanding the limits of computational chemistry. Wallingford CT. Retrieved from <https://gaussian.com/glossary/g09/>.
- Julboev, T. A., Sultonov, M. M. (2021). Teaching Chemistry computer software to students of chemistry in pedagogical higher education institutions. *European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences*, 9 (3) 33-45.
- Lewis, R. B. (1994). Applications of technology in special education: A statewide study. *Learning Disabilities: A Multidisciplinary Journal*, 5(2), 69-79 .
- LI, W., Xie, H., Huang, Y. (2016). Application of Gaussian 09/GaussView 5.0 in analytical chemistry teaching. *Journal of Kunming Medical University*, 134-136 .
- Podolyan, Y., Leszczynski, J. (2009). MaSK: A visualization tool for teaching and research in computational chemistry. *International Journal of Quantum Chemistry*, 109(1), 8-16 .