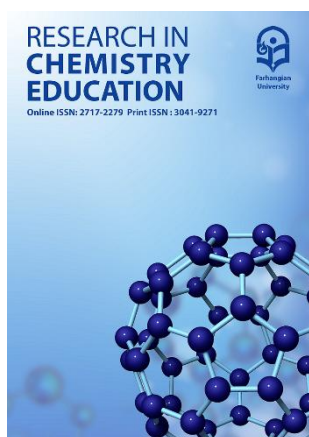


The effect of early education on students' misunderstanding in naming chemical compounds: a case study of the 9th grade of farzanegan schools in tabriz

1. Hamideh Haghighat ^{*}: Department of Chemistry Education, Farhangian University, P.O. Box 14665-889, Tehran, Iran
2. Fatemeh Aghazadeh tecmechi : Graduate of Experimental Science Education, Farhangian University, Tehran, Iran
3. Mehrangiz Fathinia : Department of Chemistry Education, Farhangian University, P.O. Box 14665-889, Tehran, Iran

*Corresponding Author's Email Address: h.haghighat@cfu.ac.ir



Abstract:

Background and Objective: This descriptive-analytical study was conducted with a longitudinal design to investigate the effect of early education on the occurrence of misconceptions among ninth-grade students in Farzanegan girls' schools in Tabriz and compare it with the understanding of the same students in tenth-grade. For this purpose, the topic of naming ionic and molecular compounds was selected.

Materials and Methods: The statistical population of this study was 37 ninth-grade female students studying at Farzanegan School in Tabriz, selected using a convenience sampling method. In order to control confounding variables and ensure the matching of groups, the same students were used in two consecutive years. The measurement and data collection tool was a researcher-made questionnaire consisting of 7 four-choice and descriptive questions about the rules of naming ionic and molecular compounds, the validity of which was confirmed by several experts. The reliability of the questions was 0.84 using Cronbach's alpha coefficient in SPSS software, and the significance coefficient of the data in the independent T-test for total scores was 0.001 ($p < 0.05$).

Findings: The research findings showed that there was a significant difference between the understanding of students in the ninth and tenth grades in naming of chemical compounds. One of the influential factors was teaching lesson resources to ninth-grade students ahead of schedule, which was visible in the form of educational misunderstandings among them.

Conclusion: This study confirms the need to review teaching methods, especially the use of active learning strategies and diagnostic assessments to eliminate persistent misunderstandings. The findings are useful for chemistry teachers and curriculum planners in designing targeted educational interventions.

Keywords: Chemistry, Misunderstanding, Ionic and covalent compounds, Farzanegan schools, Early education

RESEARCH ARTICLE

How to Cite: Haghighat, H., Aghazadeh tecmechi, F., & Fathinia, M. (2026). The effect of early education on students' misunderstanding in naming chemical compounds: a case study of the 9th grade of farzanegan schools in tabriz. *Research in Chemistry Education*, 8(3), 130-152.

DOI: [10.48310/chemedu.2025.20115.1350](https://doi.org/10.48310/chemedu.2025.20115.1350)



© 2026 the authors. Published by Farhangian University. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

Extended Abstract

Introduction

In many educational systems, teachers are often focused on helping students meet predetermined standards. However, they may not adequately assess the depth of student understanding. This approach emphasizes syllabus targets but neglects deep conceptual learning. This can lead to a significant problem: the formation of misconceptions. These misconceptions arise from a conflict between students' prior knowledge and new scientific concepts. This issue is especially common in subjects like science and chemistry. These subjects contain many abstract concepts and invisible models. Misconceptions can easily take root here. If not corrected, they can become ongoing learning obstacles.

One contributing factor to these misconceptions could be the premature introduction of abstract chemical concepts, such as covalent bonding and molecular compound nomenclature, at the ninth-grade level, where students' cognitive development might not be fully ready for such abstractions. While this approach may benefit some students and promote their deeper learning, it can be counterproductive if it is not aligned with students' cognitive levels and prior knowledge. Studies show that accelerated teaching can sometimes enhance cognitive growth, but in other cases, it may lead to disengagement or the formation of false beliefs.

This is evident in gifted schools that use methods like curriculum enrichment. Some teachers of the mentioned schools prioritize covering extra content over ensuring thorough understanding. This approach may work for some students. However, others who lack the foundational knowledge may develop misconceptions. For instance, teaching ionic and covalent compound naming in ninth grade, before mastering the prerequisites, leads to confusion and incomplete learning. To reduce misconceptions, educators should adopt active learning strategies. These include simulations, concept mapping, and diagnostic assessments. Furthermore, identifying 'threshold concepts' is crucial. These are key ideas essential for progress. Pinpointing these helps teachers identify student weaknesses and adjust their instruction.

Finally, accelerated learning can be useful in certain contexts. However, it carries the risk of creating misconceptions, if implemented without considering student readiness. Therefore, educational systems must find a balance. They must accelerate learning while also ensuring deep conceptual understanding. This balance is key to preventing the formation of false beliefs.

Methodology

The present study employed a descriptive-analytical longitudinal design. The study population consisted of 39 ninth-grade female students at Shahid Madani National Gifted High School (Sampad) in Tabriz, selected through convenience sampling based on inclusion criteria (such as shared educational background: all were in the same grade, had followed the same standardized curriculum, and had been taught using similar methods and resources by their teachers). In the first year of the study (ninth grade), participants were tested. Two students were excluded due to incomplete pre-test responses, resulting in a final sample of 37 students whose data were analyzed. A listwise deletion method was applied to maintain consistency and comparability of data across all stages and tests. One year later, the same test was administered to the same students in the tenth grade to assess changes in their conceptual understanding.

The research instrument was a researcher-made questionnaire consisting of seven questions (a combination of multiple-choice and open-ended items) focusing on writing chemical formulas and naming ionic and molecular compounds. Content validity of the questionnaire was confirmed by experts (university professors and experienced teachers), and its reliability, assessed using Cronbach's alpha coefficient ($\alpha = 0.84$), was measured in SPSS.

To control for confounding variables, data were collected from the same group at two time points (ninth and tenth grades) after the relevant instructional content had been taught. Quantitative data were analyzed using descriptive statistics (mean and standard deviation) and inferential statistics. Given the normality of the data distribution (confirmed by the Kolmogorov-Smirnov test) and the scale of data measurement, a paired t-test was used to compare the overall scores of students at two time points (ninth-grade versus tenth -grade) and Bonferroni correction was used at a significance level of 0.007. Qualitative data from semi-structured interviews were analyzed using qualitative content analysis (thematic analysis) to explore the underlying causes of misconceptions in greater depth.

Results and Discussion

In this study, the effect of teaching resources early on the occurrence of misconceptions in ninth-grade students of the first secondary school of Farzanegan schools was investigated in the topic of naming ionic and molecular compounds. The findings of the present study, which were collected using a researcher-made questionnaire and interviews with ninth-grade students in the first year of the study and the same students in tenth grade in the second year of the study, show that some misunderstandings, such as the incorrect use of Greek prefixes in naming molecular compounds and confusing the rules for naming ionic and molecular compounds, are widely prevalent among students in both grades. The results of statistical tests, including the independent t-test, showed that although students in tenth-grade generally performed better than those in ninth-grade, this improvement was very small for some specific misunderstandings. For example, in converting the charge of an ion to a subscript in formulating ionic compounds, only 21% improvement was observed, which is unacceptable given the elapse of one academic year and additional training. These findings confirm that chemical misconceptions, especially in the areas of formulating and naming, are very persistent and require specific educational interventions.

Analysis of students' responses to test questions revealed worrying patterns of persistent misconceptions. In the question related to identifying the type of bond in chemical compounds, although the percentage of correct answers in tenth-grade (48.64%) increased slightly compared to ninth grade (45.94%), at the same time, the selection of incorrect options in tenth-grade showed a significant increase. This indicates that formal education has not only failed to completely eliminate existing misconceptions, but in some cases has led to the reinforcement or even the creation of new false beliefs.

Examination of other questions also indicated profound challenges in understanding basic concepts. In the naming questions, although students' performance had improved somewhat in the tenth-grade, more than 40% of them still failed to answer key questions correctly. In particular, the mistake in distinguishing between the naming rules for ionic and molecular compounds and the incorrect use of Greek prefixes were identified as the most common misunderstandings. In contrast, in the question related to identifying constituent ions in chemical compounds, a 21.62% improvement was observed in the ability to convert the charge of an ion to a subscript, which, although positive, is not sufficient to achieve full mastery. Collectively, these findings emphasize the need to review teaching methods and emphasize teaching conceptual differences with active strategies.

In terms of methodology, the present study has taken an important step towards a deeper understanding of students' learning problems by systematically identifying and categorizing misunderstandings. The classification presented in this study, which categorizes misunderstandings into three main areas of understanding the structure of compounds, formulating, and naming, can be a valuable basis for designing remedial educational programs. Accordingly, seven types of misunderstandings were identified and extracted in students' responses to the questionnaire questions, 5 of which were due to students' lack of mastery of the course content in the same or previous grades. Thus, they did not have the necessary familiarity with the structural features of ionic compounds and how ionic and molecular compounds are formed, they were not familiar with the names of polyatomic ions, the shape and name of some elements, as well as the electric charge of ions and how to convert the charge of ions to subscripts, and most importantly, they used the rules of naming molecular compounds in naming ionic compounds and

were unable to understand the differences in these compounds and their naming. Therefore, according to the results obtained, it is suggested that teachers should try to strengthen the reasoning power of learners by conducting group discussions in the classroom, providing examples and useful information, using active teaching methods, using conceptual questions in tests to internalize knowledge in the minds of students and develop problem-solving skills in them. Receiving education with course resources prematurely and inappropriately to the mental and physical development of students is one of the most important reasons for educational misunderstandings. Studying non-course resources in the classroom due to their incompatibility with the conditions and characteristics of students' learning and their lack of mental preparation, and the lack of competition among some students to receive materials outside the textbook, causes incorrect mental images and lack of interest in learning in them. Using course resources related to higher educational levels in education increases the volume of materials and deprives learners of the opportunity to review and repeat more and consolidate what they have learned. The results of the present study are consistent with the findings of Badrian (2016), Badrian et al. (2014), Shekarbaghi (2013), Hobidin (2014), and Shalper (2018). The findings of these studies also point to the need to revise the curriculum and educational materials in order to reduce educational misunderstandings. The findings of this study can help teachers, curriculum planners, textbook writers, and education activists to take steps to improve the quality of the teaching-learning process and eliminate students' educational misunderstandings in the topic of naming compounds.

Conclusions

This study shows that early teaching of ionic and covalent compound naming to ninth-grade students without ensuring prerequisite knowledge of the periodic table, compound properties, and bonding mechanisms resulted in seven distinct types of misconceptions. The most significant errors included confusion between naming conventions and misapplication of covalent compound rules to ionic compounds. Statistical analysis (at a significance level of 0.001) revealed a significant performance gap between ninth- and tenth-grade students, confirming the negative impact of developmentally inappropriate early teaching. These findings, consistent with similar research, emphasize the need to: avoid early presentation of content, focus on foundational concepts, use active teaching methods, and align curriculum design with students' cognitive abilities all of which are critical to preventing cognitive barriers and ensuring proper retention of knowledge.

In this context, it is suggested that teaching with teaching resources ahead of schedule in the classroom should be avoided and that educational design be made in accordance with the learning abilities of students. It is better for teachers to teach the principles, concepts, and properties of ionic and molecular compounds to students in the ninth grade and to postpone familiarization with the naming of chemical compounds, which is not part of the syllabus of the ninth-grade science textbook, to the next year.

One of the most important limitations of this study is the lack of control over the variable 'instructor or teacher'. Given that teaching in the ninth and tenth grades is carried out by different teachers, it is not possible to separate the effect of 'timely education' from 'the effect of teaching style and specific abilities of the teacher'. Therefore, the results of this study could be affected by this factor, and its generalization requires studies that control for this variable. On the other hand, other limitations, such as accessible sampling and the statistical population being limited to female students in a specific city, challenge the generalizability of the results.

تأثیر آموزش زودهنگام بر کج‌فهمی دانش‌آموزان در نام‌گذاری ترکیبات شیمیایی: مطالعه موردی پایه نهم مدارس فرزنانگان تبریز

۱. حمیده حقیقت*؛ گروه آموزش شیمی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۱۴۶۶۵-۸۸۹، تهران، ایران
۲. فاطمه آقازاده تکه‌چی؛ دانش‌آموخته آموزش علوم تجربی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۱۴۶۶۵-۸۸۹، تهران، ایران
۳. مهرانگیز فتحی‌نیا؛ گروه آموزش شیمی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۱۴۶۶۵-۸۸۹، تهران، ایران

*پست الکترونیک نویسنده مسئول: h.haghighat@cfu.ac.ir

چکیده

پیشینه و اهداف: این پژوهش به صورت توصیفی-تحلیلی و طراحی طولی با هدف بررسی تأثیر آموزش زودهنگام در بروز کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان پایه نهم در مدارس دخترانه فرزنانگان تبریز و مقایسه آن با درک همان دانش‌آموزان در پایه دهم انجام شد. برای این منظور مبحث نام‌گذاری ترکیبات یونی و مولکولی انتخاب گردید.

روش‌ها: جامعه آماری این پژوهش ۳۷ نفر از دانش‌آموزان دختر پایه نهم مدرسه فرزنانگان شهرستان تبریز بودند که به عنوان نمونه و با روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. به منظور کنترل متغیرهای مخدوشگر و اطمینان از هم‌تاسازی گروه‌ها، از دانش‌آموزان یکسان در دو سال متوالی استفاده شد. ابزار اندازه‌گیری و گردآوری اطلاعات، پرسش‌نامه محقق ساخته‌ای مشتمل بر ۷ سوال چهارگزینه‌ای و تشریحی در مورد قواعد نام‌گذاری ترکیبات یونی و مولکولی بود که روایی آن توسط چند تن از متخصصان مورد تأیید قرار گرفت. پایایی سوالات با احتساب ضریب آلفای کرونباخ در نرم‌افزار SPSS، $0/84$ و ضریب معناداری داده‌ها در آزمون T مستقل برای کل نمرات، $0/01$ به دست آمد ($p < 0/05$).

یافته‌ها: یافته‌های پژوهش نشان داد که در نام‌گذاری ترکیبات شیمیایی بین درک دانش‌آموزان در پایه نهم و دهم، تفاوت معناداری وجود دارد. یکی از عوامل تأثیرگذار آموزش منابع درسی زودتر از موعد به دانش‌آموزان پایه نهم تشخیص داده شد که به صورت کج‌فهمی‌های آموزشی در آنان قابل مشاهده بود.

نتیجه‌گیری: این مطالعه ضرورت بازنگری در روش‌های تدریس، به‌ویژه استفاده از راهبردهای فعال یادگیری و ارزشیابی‌های تشخیصی را برای رفع کج‌فهمی‌های پایدار تأیید می‌کند. یافته‌ها برای معلمان شیمی و برنامه‌ریزان درسی در طراحی مداخلات آموزشی هدفمند کاربرد دارد.

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

نحوه استناددهی: حقیقت، حمیده، آقازاده تکه‌چی، فاطمه، و فتحی‌نیا، مهرانگیز. (۱۴۰۵). تأثیر آموزش زودهنگام بر کج‌فهمی دانش‌آموزان در نام‌گذاری ترکیبات شیمیایی: مطالعه موردی پایه نهم مدارس فرزنانگان تبریز. پژوهش در آموزش شیمی، ۸(۳)، ۱۳۰-۱۵۲.

DOI:

10.48310/chemedu.2025.20115.1350

کلیدواژگان: شیمی، کج‌فهمی، ترکیبات یونی و مولکولی، مدارس فرزنانگان، آموزش پیش از موعد



بسیاری از نظام‌های آموزشی با چالشی جدی مواجه هستند و اغلب معلمان صرفاً بر تحقق اهداف درسی تأکید دارند و به درک عمیق مفاهیم توسط دانش آموزان توجهی نمی‌کنند. (فادیلا و سالیراواتی^۱، ۲۰۱۸). آزوبل^۲ معتقد است، آنچه یادگیرنده از پیش می‌داند، مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر یادگیری است. بر این اساس، ضروری است که ابتدا این دانش شناسایی شود و سپس فرآیند تدریس بر پایه آن صورت پذیرد.

ادراک، تفسیر ذهنی اطلاعات دریافتی از محیط است و هنگامی که این تفسیر با واقعیت عینی تطابق نداشته باشد، «خطای ادراکی» رخ داده است (شریفی و زارع، ۲۰۱۶). در فرآیند آموزش، مواجهه با مفاهیم انتزاعی و غیرقابل مشاهده می‌تواند، به شکل‌گیری خطای ادراکی و کج فهمی بینجامد؛ یعنی باورهای نادرستی که به ظاهر علمی هستند، اما پایه علمی ندارند (گابل^۳، ۱۹۹۹؛ لولین^۴، ۲۰۱۲). این پدیده زمانی تشدید می‌شود که تصورات قبلی دانش آموزان با توضیحات علمی در تضاد باشد و آن‌ها همچنان به ایده‌های نادرست خود پایبند بمانند.

یکی از عوامل مؤثر در بروز کج فهمی، آموزش زود هنگام مفاهیم پیچیده می‌تواند باشد، به‌ویژه زمانی که مطالب فراتر از سطح شناختی دانش آموز و خارج از برنامه مصوب ارائه شوند (نظری کاجی و نظری کاجی، ۲۰۱۵). هرچند این رویکرد ممکن است برای برخی دانش آموزان مفید باشد، اما برای دانش آموزانی که تسلط کافی بر پیش‌نیازها ندارند، می‌تواند، به شکل‌گیری باورهای نادرست منجر شود (بشیر^۵ و همکاران، ۲۰۱۸). در دروسی مانند شیمی که مبتنی بر مدل‌های غیرقابل مشاهده و مفاهیم انتزاعی هستند، این مسئله شدت می‌یابد.

از آنجایی که هدف اصلی آموزش علوم، تجهیز دانش آموزان به سواد علمی و توانایی یادگیری مادام‌العمر است، در این فرآیند، آنان با مشاهده جهان واقعی، مدل‌های ذهنی می‌سازند و به ارائه فرضیه می‌پردازند. این مدل‌ها ممکن است، درست یا نادرست باشند (جهانی‌فر و دهقانی، ۲۰۲۳). اصولاً آموزش راهی است که مقصد آن پدید آوردن تحول و دگرگونی است و آموزشی که به تحول منجر نشود، از معنای حقیقی خود دور است (ریحانی، ۲۰۲۳). برای کمک به دانش آموز برای دریافت بهتر معنای واقعی مفاهیم، باید مباحث طوری ارائه شود که دانش آموز برای پرسیدن سوال و مشاهده کردن از آغاز تشویق شود. هر چه اطلاعات معلمان در مورد کج فهمی‌های دانش آموزان خود بیشتر باشد، بهتر می‌توانند، آن‌ها را برای یادگیری مهیا سازند. بنابراین می‌توان گفت، بهتر است، آموزش علوم در برگزیده اصلاح ساختار شناختی دانش آموزان در راستای تبیین علمی پدیده‌ها باشد (سامبوری^۶ و کینیا^۷، ۲۰۱۹). سبک تدریس معلمان تأثیر زیادی بر درک مفهومی دانش آموزان دارد (جارکو^۸ و همکاران، ۲۰۱۸). مشکلات مفهومی که دانش آموزان هنگام مطالعه مباحث با آن مواجه می‌شوند، باعث می‌شود، بسیاری از آن‌ها به حفظ کردن و شکل‌گیری باورهای نادرست متوسل شوند (تساپارلیس^۹ و همکاران، ۲۰۲۰). عدم اصلاح کج فهمی‌ها و باورهای نادرست نه تنها باعث تثبیت یادگیری نادرست می‌شود، بلکه می‌تواند، به ایجاد کج فهمی‌های بیشتر در مفاهیم مرتبط بینجامد و موفقیت علمی دانش آموز را به‌طور جدی تحت تأثیر قرار دهد (بشیر و همکاران، ۲۰۱۸).

برای مقابله با این چالش، استفاده از روش‌های فعال تدریس مانند شبیه‌سازی، نقشه‌های مفهومی و ارزشیابی‌های تشخیصی ضروری است (اصغری و امانی، ۲۰۲۱). علاوه بر این، شناسایی «مفاهیم آستانه‌ای» یعنی مفاهیم کلیدی که درک آن‌ها شرط ضروری برای پیشرفت یادگیری است، می‌تواند، به معلمان در طراحی

¹ Fadillah & Salirawati

² Ausubel

³ Gabel

⁴ Llewellyn

⁵ Basheer

⁶ Samborey

⁷ Kinia

⁸ Jarkko

⁹ Tsaparlis

مؤثرتر آموزش کمک کند (پرکینز^۱، ۲۰۰۸؛ ملتافینا^۲ و همکاران، ۲۰۱۹). مفهوم آستانه را می‌توان مفهومی شبیه به دروازه در نظر گرفت که راه‌های جدیدی از تفکر را باز می‌کند (مایر^۳، ۲۰۰۶). این مفهوم را می‌توان با استفاده از بررسی ماهیت موضوع به عنوان یک نهاد مفهومی بر اساس برنامه درسی و همچنین توانایی یادگیری دانش‌آموزان از طریق تجزیه و تحلیل پاسخ‌های آنان شناسایی کرد (دیویس^۴، ۲۰۰۶).

مدارس سمپاد یا استعدادهای درخشان در ایران مدارس هستند که دانش‌آموزان پس از پایان دروه ششم ابتدایی یا دوره‌ی نهم متوسطه اول با آزمون ورودی وارد یک مقطع بالاتر شده و به تحصیل خود ادامه می‌دهند. این مدارس از لحاظ علمی نسبت به مدارس عادی در سطح بالاتری قرار داشته و در میان دانش‌آموزان در این مدارس رقابت زیادی دیده می‌شود. یکی از روش‌های آموزش در مدارس تیزهوشان بنا به نظر صاحب‌نظران استفاده از رویکرد غنی‌سازی است. در این رویکرد دانش‌آموز مفاهیم درسی را عمیق‌تر درک کرده و تجارب یادگیری گسترده‌تری را می‌آموزد (رشیدی، ۲۰۲۲). بر اساس مشاهدات میدانی، در مدارس استعدادهای درخشان (سمپاد)، برخی معلمان به جای تأکید بر درک عمیق، به آموزش محتوای پیشرفته‌تر می‌پردازند. آموزش مطالب اضافی و زودتر از موعد شاید برای برخی از دانش‌آموزان مفید باشد ولی برای برخی دیگر بنابه دلایل متعدد مفید نیست و زمینه بروز برخی از کج‌فهمی‌ها را در پی خواهد داشت. بنابراین با توجه به ضرورت آمادگی دانش‌آموز از نظر جسمی و روانی برای پذیرش یادگیری، در این پژوهش با هدف بررسی نشان‌دادن تأثیر آموزش منابع درسی زودتر از موعد در بروز کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان، یکی از مباحث درسی که زودتر از موعد برای دانش‌آموزان در مدارس سمپاد ارائه شده بود، انتخاب گردید و مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. این بررسی بر روی دانش‌آموزان پایه نهم مقطع اول متوسطه در مبحث نام‌گذاری ترکیبات یونی و مولکولی انجام و نتایج آن با درک همان دانش‌آموزان در پایه دهم، در همین مدارس بعد از تدریس مبحث مورد نظر مقایسه قرار گرفت. کشف کج‌فهمی‌های رایج دانش‌آموزان در این مبحث و ارتباط آن با پایه تحصیلی از عوامل مورد بررسی در این پژوهش بود.

پیشینه پژوهش

در حوزه آموزش شیمی، درک صحیح از مفاهیم پایه‌ای همچون پیوندهای شیمیایی و نام‌گذاری ترکیبات، نقش بنیادینی در یادگیری مطالب پیشرفته‌تر ایفا می‌کند. با این حال، مطالعات متعدد نشان می‌دهند که دانش‌آموزان غالباً با کج‌فهمی‌های عمیق در این مفاهیم روبه‌رو هستند که نه تنها در طول زمان پایدار می‌مانند، بلکه به موانعی جدی در فرآیند یادگیری مبدل می‌شوند. پیشینه پژوهش‌های انجام‌شده حاکی از آن است که عواملی همچون آموزش زود هنگام مفاهیم انتزاعی، تأکید بر حفظیات به جای درک مفهومی و بی‌توجهی به پیشینه شناختی یادگیرندگان در شکل‌گیری و تثبیت این کج‌فهمی‌ها نقش داشته‌اند. این بخش به مرور پژوهش‌های پیشین در این حوزه و زمینه‌های ایجاد چنین چالش‌هایی می‌پردازد.

هابیدین^۵ (۲۰۱۴)، در پژوهش خود به این مهم دست یافت که دانش‌آموزان در نام‌گذاری ترکیبات یونی و مولکولی بسیار ضعیف هستند و نام‌گذاری ترکیبات یونی با یون‌های چنداتمی برای تعدادی از دانش‌آموزان بسیار دشوارتر مشاهده شد (دلنیا و ماراسیگان^۶، ۲۰۲۳).

¹ Perkins
² Meltafina

³ Meyer
⁴ Davies

⁵ Habiddin
⁶ Deleña & Marasigan

تا بر^۱ (۲۰۰۲) در پژوهش خود با عنوان "باورهای غلط در مورد مواد شیمیایی: پیشگیری، تشخیص و درمان" تأکید می‌کند که آموزش مفاهیم پیشرفته مانند نام گذاری ترکیبات شیمیایی قبل از رسیدن دانش آموزان به سطح شناختی لازم، منجر به یادگیری سطحی و غیر پایدار می‌شود.

ولادوشیچ^۲ و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که ۶۲٪ از دانش آموزان اروپایی در تمایز بین ترکیبات یونی و مولکولی دچار مشکل هستند. پژوهش آن‌ها که بر روی دانش آموزان، دانشجویان و معلمان شیمی در کرواسی انجام شد، نشان داد که درک نادرستی از پیوندهای یونی در تمام سطوح آموزشی وجود دارد. بر اساس یافته‌ها، بسیاری از شرکت کنندگان از جمله معلمان، پیوند یونی را به اشتباه به عنوان انتقال الکترون بین اتم‌ها (چهارچوب مولکولی) درک می‌کردند، نه به عنوان جاذبه الکترواستاتیک بین یون‌ها. سه کج فهمی اصلی شناسایی شد: ۱) محدود کردن پیوندها فقط به اتم‌های انتقال دهنده الکترون، ۲) ارتباط دادن تعداد پیوندها به الکترون‌های مبادله شده برای رسیدن به هشت تایی پایدار، و ۳) در نظر گرفتن پیوند یونی به عنوان چیزی فراتر از نیروهای جاذبه ساده. نگران کننده ترین یافته، وجود این کج فهمی‌ها حتی در بین معلمان شیمی بود که نشان دهنده ضعف جدی در دانش محتوایی-تربیتی آن‌هاست. این نتایج بر نیاز فوری به بازنگری در روش‌های آموزش شیمی و محتوای کتاب‌های درسی تأکید دارد.

اسماعیلی (۲۰۰۴) در بخشی از پژوهش خود میزان مطالعه منابع غیردرسی دانش آموزان استان اصفهان را بررسی نمود. یافته‌های پژوهش او نشان داد که میانگین مدت زمان مطالعه منابع غیردرسی دانش آموزان در هر شبانه روز، ۵۷ دقیقه است. در واقع به طور میانگین دانش آموزان دختر ۶۰ دقیقه و دانش آموزان پسر ۵۳ دقیقه در طول روز، منابع غیردرسی مطالعه می‌کنند.

بیگدلی و باجی (۲۰۰۹) در بخشی از پژوهش خود میزان مطالعه غیردرسی دانش آموزان دوره راهنمایی شهر اهواز را بررسی کردند. یافته‌های پژوهش آن‌ها نیز نشان داد که ۳۴ درصد از دانش آموزان کمتر از ۱ ساعت، ۳۹ درصد بین ۱ تا ۴ ساعت و ۱۵ درصد بیشتر از ۴ ساعت در طول هفته منابع غیردرسی مطالعه می‌کنند.

ایشیمین^۳ (۲۰۱۱)، در تحقیقات خود با عنوان "مطالعه موردی کیفیت و مراقبت آموزش‌های زودتر از موعد و معایب آن" مطالعاتی بر روی دانش آموزان دوره دبستان استرالیایی و تأثیر آموزش‌های زودتر از موعد بر روی آنان انجام داد. او دریافت که چهار مؤلفه کلیدی بر کیفیت این آموزش‌ها تأثیر می‌گذارد که این مؤلفه‌ها شامل محیط فیزیکی، تعامل معلم و دانش آموز، برنامه درسی و حمایت خانواده است. برای اجرای این نوع از آموزش‌ها، صرف زمان کافی نسبت به هر دانش آموز ضروری است. هر چند خانواده‌ها تمایل زیادی به این نوع آموزش‌ها نشان می‌دهند و مشتاق یادگیری سریع فرزندان‌شان هستند اما باید میزان توانایی یادگیری دانش آموزان در اولویت باشد.

در پژوهشی دیگر با عنوان "آموزش زودتر از موعد و پیامدهای آن برای دانش آموزان: تأثیرات آن تا چه مدت ادامه دارد؟" گودمن و سیانسی^۴ (۲۰۰۵) به این نتیجه دست یافتند که آموزش زودتر از موعد در برخی موارد تأثیر مثبت و در برخی موارد تأثیر منفی به جا می‌گذارد. آن‌ها تحقیقاتی روی دانش آموزان پیش دبستانی بریتانیایی انجام دادند که در حال فراگرفتن مسائل مربوط به دوره‌های بالاتر بودند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که آموزش زودتر از موعد بر رشد هوش شناختی دانش آموزان تأثیر مثبتی دارد اما این آموزش‌ها اندکی ترس و دلزدگی نسبت به دوره دبستان در آنان ایجاد کرده بودند.

¹ Taber

² Vladušić

³ Ishimine

⁴ Goodman & Sianesi

مقاله پروجوسانتوسو و هرتینا^۱ (۲۰۱۹) با به کارگیری «آزمون تشخیصی سه سطحی» به بررسی اشتباهات رایج دانش‌آموزان و دانشجویان اندونزیایی در مفاهیم پیوندهای یونی و مولکولی پرداخت. یافته‌ها نشان داد که سوء تفاهم‌های عمیقی در تمایز بین این دو نوع پیوند، پیش‌بینی نوع پیوند براساس الکترونگاتیوی و درک مکانیسم تشکیل پیوند وجود دارد. این مطالعه تأکید کرد که روش سه‌سطحی به طور مؤثری قادر به تشخیص دقیق بین «کج‌فهمی» و «اشتباه‌های مفهومی ریشه‌دار» است و لزوم بازنگری در شیوه‌های تدریس برای اصلاح این اشتباه‌ها را آشکار می‌سازد.

روش پژوهش

این پژوهش از نوع توصیفی-تحلیلی و با طراحی طولی انجام شد. جامعه آماری شامل ۳۹ دانش‌آموز دختر پایه نهم مدرسه سمپاد در شهر تبریز بودند که با روش نمونه‌گیری در دسترس و بر اساس معیارهای ورود (مانند سابقه آموزش مشترک: یعنی همگی در یک پایه تحصیلی مشخص (نهم) بودند، تحت یک برنامه درسی یکسان تحصیل کرده و از روش‌ها و منابع آموزشی مشابهی توسط معلمان خود بهره برده‌اند) انتخاب شدند. این افراد در سال اول پژوهش (پایه نهم) مورد آزمون قرار گرفتند و پس از حذف ۲ نفر به دلیل تکمیل ناقص پیش‌آزمون از تحلیل نهایی داده‌ها حذف شدند. در نهایت، داده‌های ۳۷ دانش‌آموز مورد تحلیل قرار گرفت. روش حذف، به صورت حذف موردی بود تا یکنواختی و قابلیت مقایسه داده‌ها در تمامی مراحل و آزمون‌ها حفظ شود. یک سال بعد، همان آزمون از همان دانش‌آموزان در پایه دهم، به عمل آمد تا تغییرات درک مفهومی آنان سنجیده شود. ابزار پژوهش، پرسش‌نامه محقق‌ساخته شامل ۷ سؤال (ترکیبی از چهارگزینه‌ای و تشریحی) در زمینه فرمول‌نویسی و نام‌گذاری ترکیبات یونی و مولکولی بود. روایی محتوایی پرسش‌نامه توسط متخصصان (استادان و دبیران مجرب) تأیید شد و پایایی آن با محاسبه ضریب آلفای کرونباخ^۲ (مقدار ۰/۸۴) در نرم‌افزار SPSS مورد سنجش قرار گرفت. برای کنترل متغیرهای مخدوشگر، داده‌ها در دو مقطع زمانی (پایه نهم و دهم) از همان گروه بعد از تدریس مطالب آموزشی، جمع‌آوری شد.

برای تجزیه و تحلیل داده‌های کمی، از آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) و آمار استنباطی استفاده شد. با توجه به نرمال بودن توزیع داده‌ها (که با آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف تأیید شد) و مقیاس اندازه‌گیری داده‌ها، آزمون t مستقل برای مقایسه نمرات کلی دانش‌آموزان در دو مقطع زمانی (پایه نهم در مقابل پایه دهم) در سطح معناداری ۰/۰۵ و تصحیح بونفرونی^۳ در سطح معناداری ۰/۰۰۷ به کار گرفته شد.

داده‌های کیفی حاصل از مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته نیز با استفاده از تحلیل محتوای کیفی (مضمونی) مورد بررسی قرار گرفتند تا علل بروز کج‌فهمی‌ها به طور عمیق‌تری کاوش شود.

یافته‌ها

دانش‌آموزان در هر دو پایه به سوالات طراحی شده از مبحث مورد نظر (نام‌گذاری ترکیبات یونی و مولکولی) در شرایط و زمان یکسان پاسخ داده و پس از پایان آزمون، پاسخ‌های دانش‌آموزان مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت و بر اساس نتایج حاصل از پاسخ‌گویی آنان، استخراج کج‌فهمی در هر مورد صورت گرفت. سؤالات و نتایج به دست‌آمده از پژوهش حاضر به شرح زیر است:

¹ Prodjosantoso & Hertina

³ Bonferroni Correction

² Cronbach's alpha

الف) فراوانی و درصد پاسخ گویی دانش آموزان به سوالات طراحی شده

سوال اول: کدام یک از ترکیبات زیر ساختار بلورین دارد؟

ب) NCl_3

الف) N_2O_5

د) KBr (پاسخ صحیح)

ج) CS_2

جدول ۱- فراوانی و درصد فراوانی پاسخ گویی دانش آموزان به سوال اول

گزینه	فراوانی دانش - آموزان پایه نهم	درصد فراوانی دانش آموزان پایه نهم	فراوانی دانش - آموزان پایه دهم	درصد فراوانی دانش آموزان پایه دهم	تشریح کج فهمی (۱)
الف	۴	۱۰/۸۱	۵	۱۳/۵۱	بیش از نیمی از دانش آموزان با ویژگی های
ب	۱۴	۳۷/۸۳	۱۰	۲۷	ساختاری ترکیبات یونی آشنایی نداشتند و این
ج	۲	۵/۴	۴	۱۰/۸۱	عدم آشنایی در دانش آموزان پایه نهم بیشتر از
د	۱۷	۴۵/۹۴	۱۸	۴۸/۶۴	دانش آموزان پایه دهم مشاهده شد.

نتایج حاصل از بررسی پاسخ های دانش آموزان در جدول ۱ آمده است. بررسی پاسخ ها نشان داد ۱۷ نفر (۴۵/۹۴٪) از دانش آموزان در پایه نهم و ۱۸ نفر (۴۸/۶۴٪) از دانش آموزان در پایه دهم گزینه درست چهار یعنی پتاسیم برمید را به عنوان یک ترکیب یونی انتخاب کردند. بنابراین تنها نیمی از آنان ترکیبات یونی و مولکولی را از یکدیگر تشخیص داده و با تفاوت در خصوصیات ساختاری آن ها آشنایی داشتند. در عین حال ۱۴ نفر (۳۸٪) از دانش آموزان پایه نهم و ۱۰ نفر (۲۷٪) از دانش آموزان پایه دهم گزینه نادرست "ب" را به عنوان گزینه ی درست انتخاب کرده بودند که بر اساس مصاحبه صورت گرفته، مشخص شد که آنان ترکیب مولکولی NCl_3 را با ترکیب یونی NaCl به دلیل شباهت ظاهری، مشابه فرض کرده و آن را به عنوان یک ترکیب یونی انتخاب نموده بودند. در ادامه نمودار درصد فراوانی پاسخ گویی دانش آموزان به سوال اول آورده شده است.

60

50

40

30

20

نمودار ۱- درصد فراوانی پاسخ گویی دانش آموزان به سوال ۱

سوال دوم: « این دسته از ترکیبات برای رسیدن به حالت پایدار، الکترون داد و ستد نمی کنند؛ بلکه تعدادی از الکترون های لایه ظرفیت شان را با یکدیگر به اشتراک می گذارند. » کدام یک از موارد زیر جزء ترکیبات ذکر شده است؟

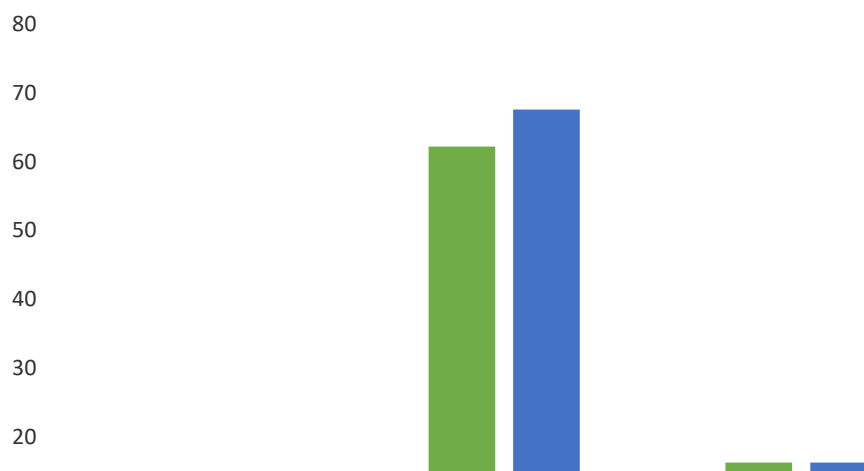
(گزینه درست) SF_6 (ب) Ca_3N_2 (الف)

(ج) KNO_3 (د) NaOH

جدول ۲- فراوانی و درصد فراوانی پاسخ گویی دانش آموزان به سوال دوم

گزینه	فراوانی	درصد فراوانی	فراوانی	درصد فراوانی	تشریح کج فهمی (۲)
	دانش آموزان	پایه نهم	دانش آموزان	پایه نهم	دانش آموزان
الف	۱	۲/۷	۲	۵/۴	اغلب دانش آموزان در هر دو پایه از نحوه تشکیل ترکیبات مولکولی آگاهی داشتند. اما
ب	۲۳	۶۲/۱۶	۲۵	۶۷/۵۶	انتخاب گزینه نادرست ۴ در هر دو گروه با درصد بالاتر در بین انتخاب های نادرست، می تواند، ناشی از عدم آگاهی برخی از دانش آموزان با نحوه تشکیل ترکیبات مولکولی باشد که منجر به انتخاب گزینه ای با شکل و نامی آشنا تر برای آنها می شود. این مسئله در دانش آموزان پایه نهم بیش تر از پایه دهم مشاهده شد.
ج	۶	۱۶/۲۱	۶	۱۶/۲۱	
د	۷	۱۸/۹۱	۴	۱۰/۸۱	

مطابق جدول شماره ۲ در این سوال ۲۳ نفر (۶۲/۱۶٪) از دانش آموزان در پایه نهم و ۲۵ نفر (۶۷/۵۶٪) در پایه دهم، گزینه درست را انتخاب کرده بودند و این نتایج نشان می دهد که اکثر دانش آموزان در هر دو پایه از نحوه تشکیل ترکیبات مولکولی آگاهی داشته اند، به طوری که درصد پاسخ های صحیح در هر دو گروه نسبتاً بالا بوده است. با این حال، نکته قابل تأمل، انتخاب گزینه نادرست "د" توسط برخی دانش آموزان است که در پایه نهم (۱۸/۹۱٪) و پایه دهم (۱۰/۸۱٪) مشاهده شده است. در ادامه نمودار درصد فراوانی پاسخ گویی دانش آموزان به سوال دوم آورده شده است.



نمودار ۲- درصد فراوانی پاسخ گویی دانش آموزان به سوال ۲

سوال سوم: فرمول شیمیایی ترکیبات زیر را بنویسید.

جدول ۳- فراوانی و درصد فراوانی پاسخ‌گویی دانش‌آموزان به سوال سوم

نام ترکیب مورد نظر	فراوانی دانش‌آموزان پایه نهم	درصد فراوانی دانش‌آموزان پایه نهم	فراوانی دانش - آموزان پایه دهم	درصد فراوانی دانش‌آموزان پایه دهم	تشریح کج فهمی (۳، ۴، ۶)
منیزیم هیدروکسید	۱۶	۴۳/۲۴	۱۷	۴۵/۹۴	دانش‌آموزان با بار هر یون در نوشتن فرمول شیمیایی ترکیبات یونی آشنایی نداشتند. (کج فهمی ۳)
دی نیتروژن تترا اکسید	۲۵	۶۷/۵۶	۲۸	۷۵/۶۷	دانش‌آموزان از نحوه به کارگیری پیشوندهای یونانی در فرمول‌نویسی ترکیبات مولکولی آگاهی نداشتند. (کج فهمی ۴)
کربن تترا کلرید	۲۳	۶۲/۱۶	۲۳	۶۲/۱۶	دانش‌آموزان از نحوه به کارگیری پیشوندهای یونانی در فرمول‌نویسی ترکیبات مولکولی آگاهی نداشتند. (کج فهمی ۴)
سدیم سولفات	۱۳	۳۵/۳۱	۱۶	۴۳/۲۴	کج فهمی در فرمول‌نویسی ترکیبات یونی با یون‌های چند اتمی و عدم آشنایی با بار هر یون به‌ویژه در یون‌های چند اتمی (کج فهمی ۶)
آمونیم نیترات	۴	۱۰/۸۱	۱۹	۵۱/۳۵	کج فهمی در فرمول‌نویسی ترکیبات یونی با یون‌های چند اتمی و عدم آشنایی با بار هر یون به‌ویژه در یون‌های چند اتمی (کج فهمی ۶)

نتایج این بررسی براساس جدول ۳ نشان داد، دانش‌آموزان در هر دو پایه در نوشتن فرمول شیمیایی ترکیبات مولکولی نسبت به یونی بر اساس نامشان بهتر عمل کرده و در اکثر موارد قادر به نوشتن فرمول شیمیایی ترکیبات مولکولی از روی نامشان به طور صحیح بودند. هر چند در برخی دانش‌آموزان در هر دو پایه، کج فهمی در این مورد مشاهده شد ولی بیشتر دانش‌آموزان هم در پایه نهم و هم در پایه دهم در نوشتن فرمول شیمیایی ترکیبات یونی و به‌خصوص در ترکیبات یونی چند اتمی بر اساس نامشان مشکل داشتند و در این مورد به درستی عمل نکردند. بنابراین وجود کج‌فهمی‌های عمیق در فرمول‌نویسی ترکیبات یونی و مولکولی در بین دانش‌آموزان هر دو پایه قابل مشاهده است. در مورد ترکیبات یونی، تنها ۴۳/۲۴٪ از دانش‌آموزان در پایه نهم و ۴۵/۹۴٪ از دانش‌آموزان در پایه دهم توانستند، فرمول منیزیم هیدروکسید را به درستی بنویسند که نشان‌دهنده ضعف در درک بار یون‌هاست. این مشکل در ترکیبات حاوی یون‌های چنداتمی مانند سدیم سولفات (۳۵/۳۱٪ در نهم و ۴۳/۲۴٪ در دهم) و آمونیوم نیترات (۱۰/۸۱٪ در نهم و ۵۱/۳۵٪ در دهم) شدیدتر بود. در ترکیبات مولکولی نیز مشکلات جدی وجود داشت، به‌طوری که تنها ۶۷/۵۶٪ از دانش‌آموزان نهم و ۷۵/۶۷٪ از دانش‌آموزان دهم توانستند، فرمول دی‌نیتروژن تترااکسید را به درستی بنویسند و این رقم برای کربن تتراکلرید در هر دو گروه ۶۲/۱۶٪ بود. در ادامه نمودار درصد فراوانی پاسخ‌گویی دانش‌آموزان به سؤال سوم آورده شده است.



نمودار ۳- درصد فراوانی پاسخ‌گویی دانش‌آموزان به سوال ۳

سوال چهارم: بر اساس فرمول شیمیایی داده‌شده، نام ترکیب مورد نظر را بنویسید.

جدول ۴- فراوانی و درصد فراوانی پاسخ‌گویی دانش‌آموزان به سوال چهارم

نام ترکیب مورد نظر	فراوانی دانش‌آموزان پایه نهم	درصد فراوانی دانش‌آموزان پایه نهم	فراوانی دانش‌آموزان پایه دهم	درصد فراوانی دانش‌آموزان پایه دهم	تشریح کج فهمی (۴،۵،۶)
K ₃ N	۱۰	۲۷	۱۶	۴۳/۲۴	کج فهمی در مورد نام‌گذاری ترکیبات یونی و استفاده از قواعد نام‌گذاری ترکیبات مولکولی برای ترکیبات یونی (کج فهمی ۵)
CaCl ₂	۱۴	۳۷/۸۳	۲۳	۶۲/۱۶	کج فهمی در مورد نام‌گذاری ترکیبات یونی و استفاده از قواعد نام‌گذاری ترکیبات مولکولی برای ترکیبات یونی (کج فهمی ۵)
Ba ₃ (PO ₄) ₂	۷	۱۸/۹۱	۱۹	۵۱/۳۵	کج فهمی در نام‌گذاری ترکیبات یونی حاوی یون‌های چنداتمی (کج فهمی ۶)
N ₂ O	۵	۱۳/۵۱	۹	۲۴/۳۲	عدم آگاهی در به کاربردن پیشوند مونو در نام‌گذاری ترکیبات مولکولی (کج فهمی ۴)
S ₂ F ₂	۲۲	۵۹/۴۵	۲۳	۶۲/۱۶	کج فهمی در کاربرد صحیح پیشوندهای یونانی در نام‌گذاری ترکیبات مولکولی (کج فهمی ۵)

مطابق جدول ۴ در مورد ترکیبات یونی ساده مانند K₃N، تنها ۲۷٪ از دانش‌آموزان در پایه نهم و ۴۳/۲۴٪ از دانش‌آموزان در پایه دهم پاسخ صحیح دادند که

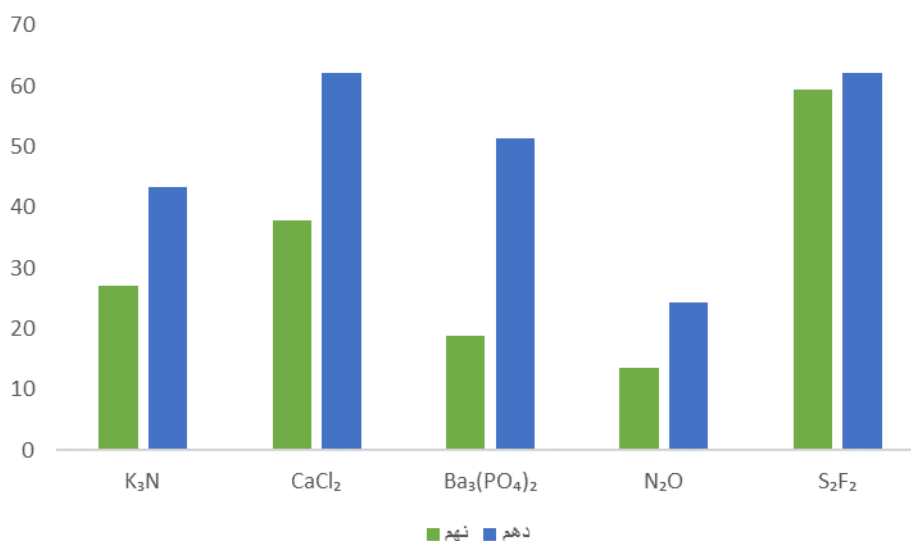
نشان‌دهنده اشتباه در استفاده از قواعد نام‌گذاری ترکیبات مولکولی برای ترکیبات یونی است. این مشکل برای ترکیبات یونی پیچیده‌تر مانند Ba₃(PO₄)₂ با ۱۸/۹۱٪

پاسخ صحیح در پایه نهم و ۵۱/۳۵٪ در پایه دهم، شدیدتر بود. بدین منظور که عملکرد دانش‌آموزان در پایه نهم نسبت به پایه دهم ضعف بیشتری را نشان

می‌داد. در نام‌گذاری ترکیبات کووالانسی نیز مشکلات جدی وجود داشت؛ به‌طوری که تنها ۱۳/۵۱٪ از دانش‌آموزان در پایه نهم و ۲۴/۳۲٪ از آن‌ها در پایه دهم

توانستند N₂O را به درستی نام‌گذاری کنند که نشان‌دهنده عدم آگاهی آن‌ها از کاربرد پیشوند "مونو" است. برای ترکیب S₂F₂ نیز ۵۹/۴۵٪ از دانش‌آموزان در پایه

نهم و ۶۲/۱۶٪ از دهمی ها پاسخ صحیح دادند که حاکی از مشکلات در کاربرد صحیح پیشوندهای یونانی است. در ادامه نمودار درصد فراوانی پاسخ گویی دانش آموزان به سوال چهارم آورده شده است.



نمودار ۴- درصد فراوانی پاسخ گویی دانش آموزان به سوال ۴

را انتخاب نمایید. Na_2CO_3 نام گذاری صحیح سوال پنجم:

الف) سدیم تری کربنات (ب) دی سدیم تری کبالت

ج) دی سدیم کربنیک اسید (د) سدیم کربنات (پاسخ صحیح)

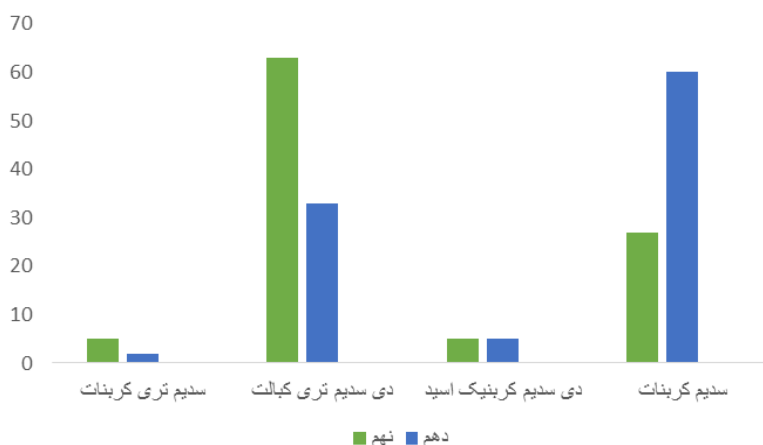
جدول ۵- فراوانی و درصد فراوانی پاسخ گویی دانش آموزان به سوال پنجم

گزینه	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	تشریح کج فهمی (۵)
	پایه نهم	پایه نهم	پایه دهم	پایه دهم	پایه دهم	
الف	۲	۵/۴	۱	۲/۷	۲/۷	کج فهمی در نام گذاری ترکیبات یونی با استفاده از قواعد نام گذاری ترکیبات مولکولی مشاهده شد.
ب	۲۳	۶۲/۱۶	۱۲	۳۲/۴۳	۳۲/۴۳	این کج فهمی در هر دو گروه وجود داشت و در دانش آموزان پایه نهم بیشتر مشاهده شد.
ج	۲	۵/۴	۲	۵/۴	۵/۴	
د	۱۰	۲۷	۲۲	۵۹/۴۵	۵۹/۴۵	

با توجه به اطلاعات جدول ۵ بیشترین فراوانی (۲۳ مورد) در پایه نهم مربوط به انتخاب گزینه نادرست "ب" است. در این پایه فقط ۱۰ نفر از دانش آموزان

موفق به انتخاب گزینه درست "د" شدند در حالی که در پایه دهم بیش از نیمی از دانش آموزان (۵۹/۴۵٪) گزینه درست را انتخاب کرده بودند. در ادامه نمودار

درصد فراوانی پاسخ گویی دانش آموزان به سوال پنجم آورده شده است.



نمودار ۵- درصد فراوانی پاسخ‌گویی دانش‌آموزان به سوال ۵

را انتخاب نمایید. CS₂ نام گذاری صحیح سوال ششم:

الف) کربن دی‌سولفات ب) کربن دی‌سولفید (پاسخ صحیح)

ج) کربن سولفید د) مونو کربن دی‌سولفید

جدول ۶- فراوانی و درصد فراوانی پاسخ‌گویی دانش‌آموزان به سوال ششم

گزینه	فراوانی دانش‌آموزان	درصد فراوانی دانش‌آموزان	فراوانی دانش‌آموزان	درصد فراوانی دانش‌آموزان	تشریح کج فهمی (۵)
	پایه نهم	پایه نهم	پایه دهم	پایه دهم	
الف	۶	۱۶/۲۱	۳	۸/۱	دانش‌آموزان در هر دو گروه، نام‌گذاری ترکیبات
ب	۲۷	۷۲/۹۷	۲۵	۶۷/۵۶	مولکولی را بهتر انجام دادند و در موارد اشتباه کج-فهمی مربوط به عدم آشنایی با کاربرد پیشوندهای یونانی در نام‌گذاری ترکیبات مولکولی بود.
ج	۱	۲/۷	۵	۱۳/۵۱	
د	۳	۸/۱	۴	۱۰/۸۱	

نتایج جدول ۶ نشان می‌دهد دانش‌آموزان در نام‌گذاری ترکیبات مولکولی نسبت به ترکیبات یونی عملکرد بهتری داشته‌اند. به‌طوری که ۷۲/۹۷٪ از دانش‌آموزان

در پایه نهم و ۶۷/۵۶٪ در پایه دهم گزینه صحیح "ب" را انتخاب کرده‌اند. در ادامه نمودار درصد فراوانی پاسخ‌گویی دانش‌آموزان به سوال ششم آورده شده است.



نمودار ۶- درصد فراوانی پاسخ‌گویی دانش‌آموزان به سوال ۶

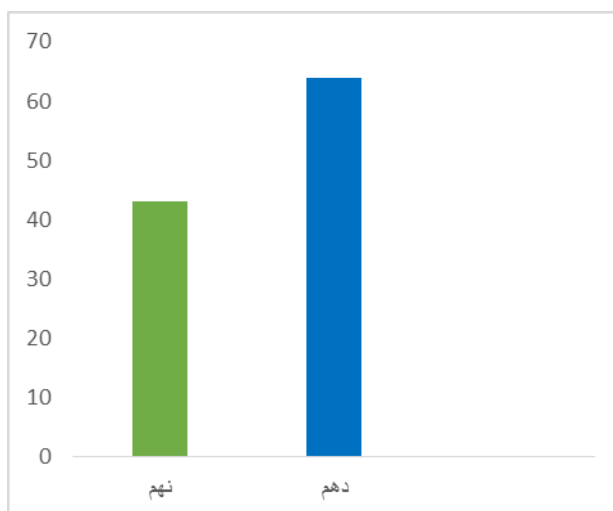
سوال هفتم: از بین یون‌های داده شده، دو ترکیب یونی ساخته و آن‌ها را نام گذاری کنید.

جدول ۷- فراوانی و درصد فراوانی پاسخ‌گویی دانش آموزان به سوال هفتم

اسامی یون‌ها	فراوانی	درصد فراوانی	فراوانی	درصد فراوانی	تشریح کج فهمی (۷)
	دانش آموزان	پایه نهم	دانش آموزان	پایه نهم	دانش آموزان
	۱۶	۴۳/۲۴	۲۴	۶۴/۸۶	در حالی که دانش آموزان قادر به شناسایی واحدهای سازنده ترکیبات یونی بودند، ولی در تبدیل بار یون به زیروند در این دسته از ترکیبات دچار کج فهمی بودند.
Ca ²⁺ NO ₃ ⁻ SO ₄ ²⁻ K ⁺ PO ₄ ³⁻ Mg ²⁺ OH ⁻					

نتایج جدول ۷ نشان می‌دهد که دانش آموزان در شناسایی یون‌های سازنده ترکیبات شیمیایی عملکرد نسبتاً مطلوبی داشته‌اند، به طوری که ۴۳/۲۴٪ از دانش آموزان

پایه نهم و ۶۴/۸۶٪ از پایه دهم قادر به تشخیص واحدهای سازنده ترکیبات یونی بودند. در ادامه نمودار درصد فراوانی پاسخ‌گویی دانش آموزان به سؤال هفتم آورده شده است.



نمودار ۷- درصد فراوانی پاسخ‌گویی دانش آموزان به سوال ۷

ب) تحلیل داده‌ها به وسیله نرم افزار spss

جدول ۸- آمار توصیفی نمرات دانش آموزان در پاسخ به سوالات آزمون

سوال	پایه تحصیلی	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	خطای استاندارد میانگین
۱	نهم	۳۷	۰/۴۶	۰/۵۰۵	۰/۰۸۳
	دهم	۳۷	۰/۴۹	۰/۵۰۷	۰/۰۸۳
۲	نهم	۳۷	۰/۶۲	۰/۴۹۲	۰/۰۸۱
	دهم	۳۷	۰/۶۸	۰/۴۷۵	۰/۰۷۸
۳	نهم	۳۷	۲/۰۵	۰/۷۵۹	۰/۱۲۵
	دهم	۳۷	۲/۵۱	۰/۹۰۲	۰/۱۴۸

۴	نهم	۳۷	۱/۶۴	۱/۰۰۸	۰/۱۶۶
	دهم	۳۷	۱/۷۳	۰/۷۳۲	۰/۱۲۰
۵	نهم	۳۷	۰/۲۷	۰/۴۵۰	۰/۰۷۴
	دهم	۳۷	۰/۵۹	۰/۴۹۸	۰/۰۸۲
۶	نهم	۳۷	۰/۶۸	۰/۴۷۵	۰/۰۷۸
	دهم	۳۷	۰/۷۳	۰/۴۵۰	۰/۰۷۴
۷	نهم	۳۷	۰/۴۳	۰/۵۰۲	۰/۰۸۳
	دهم	۳۷	۰/۶۵	۰/۴۸۴	۰/۰۸۰

نتایج جدول ۸ نشان می‌دهد که میانگین نمرات دانش‌آموزان پایه دهم در تمامی سوالات به طور معناداری بالاتر از دانش‌آموزان پایه نهم بوده است. به طور خاص، بیشترین اختلاف عملکرد بین دو پایه مربوط به سؤالات ۳ (از ۲/۰۵ به ۲/۵۱) و ۵ (از ۰/۲۷ به ۰/۵۹) است. انحراف معیار نمرات در اکثر سؤالات در دو پایه مشابه و خطای استاندارد میانگین در تمامی موارد کمتر از ۰/۱۷ است که نشان‌دهنده دقت قابل قبول برآورد میانگین‌ها است.

در ادامه برای تحلیل داده‌ها و به منظور سنجش پیروی داده‌ها از توزیع نرمال از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف^۱ استفاده شد، چرا که شرط استفاده از آزمون t مستقل در تحلیل‌های آماری، پیروی داده‌ها از توزیع نرمال است.

جدول ۹- نتایج آزمون کولموگروف اسمیرنوف

حجم نمونه	آماره	سطح معناداری (P.value)	توزیع نرمال	نتیجه
۷۴	۱/۱۹۴	۰/۱۱۶	دارد	قبول فرضیه H0

نتایج جدول ۹ نشان‌دهنده آن است که داده‌های پژوهش دارای توزیع نرمال هستند. بر اساس آزمون کولموگروف-اسمیرنوف با حجم نمونه ۷۴ نفر، مقدار آماره آزمون ۱/۱۹۴ و سطح معناداری (p-value) برابر با ۰/۱۱۶ به دست آمده است. با توجه به تأیید مفروضه نرمال بودن توزیع داده‌ها در این پژوهش، به کارگیری آزمون‌های پارامتریک از اعتبار روش شناختی لازم برخوردار است. این امر امکان بهره‌گیری از دقت تحلیلی بالاتر و قدرت تفسیری گسترده‌تر آزمون‌های پارامتریک را برای تحلیل‌های آتی فراهم می‌سازد. بر این اساس، صحت و قابلیت اعتماد تحلیل‌های آماری حاضر نیز مورد تأیید قرار می‌گیرد.

جدول ۱۰- نتایج آزمون لوین جهت بررسی پیش‌فرض‌های برابری واریانس‌ها

متغیر	تست همگنی واریانس‌ها	درجه آزادی ۱ (df1)	درجه آزادی ۲ (df2)	سطح معناداری (Sig)
کج‌فهمی	آماره لوین	۱	۷۲	۰/۱

سطح معناداری داده‌ها در آزمون لوین، ۰/۱ به دست آمد. این نتیجه دال بر برقراری مفروضه همگنی واریانس‌ها بوده و امکان استفاده از آزمون‌های پارامتریک مبتنی بر این پیش‌فرض را فراهم می‌سازد.

جدول ۱۱- نتایج آزمون T مستقل برای کل آزمون

مقدار t	درجه آزادی	سطح معنی داری	تفاوت میانگین	خطای استاندارد	سطح اطمینان ۹۵ درصد
۱۳/۱۴۷	۷۲	۰/۰۰۱	-۳/۱۷۵۶۸	۰/۲۴۱۵۵	بالا پایین
					-۳/۶۵۷۱۹

¹ Kolmogorov-Smirnov

نتایج آزمون t مستقل طبق جدول ۱۱ نشان داد، بین میانگین نمرات دو گروه (پایه نهم و دهم) در کل آزمون تفاوت معنی‌دار وجود دارد. نتایج تحلیل‌های آماری با درصدهای پاسخ‌گویی دانش‌آموزان همسو بود. بررسی درصدهای پاسخ‌گویی به سؤالات و میانگین نمرات دانش‌آموزان هر دو پایه نشان داد که دانش‌آموزان پایه دهم در نام‌گذاری و فرمول‌نویسی ترکیبات یونی موفق‌تر عمل نموده و قادر به نام‌گذاری صحیح ترکیبات حاوی یون‌های چنداتی بودند اما دانش‌آموزان پایه نهم در نام‌گذاری ترکیبات یونی دچار کج‌فهمی بوده و از قواعد نام‌گذاری ترکیبات مولکولی برای نام‌گذاری این ترکیبات استفاده می‌کردند. این یافته‌ها به وضوح نشان می‌دهد که دانش‌آموزان پایه دهم به طور معناداری عملکرد بهتری نسبت به دانش‌آموزان پایه نهم در آزمون داشته‌اند. نتایج این تحلیل با یافته‌های توصیفی جدول ۸ که نشان‌دهنده میانگین بالاتر نمرات پایه دهم بود، همسو و تأییدکننده یکدیگر هستند.

در ادامه تفاوت میانگین نمرات دانش‌آموزان پایه نهم و دهم در پاسخ‌دهی به تک تک سؤالات آزمون (سؤالات یکم تا هفتم) با استفاده از آزمون t مستقل محاسبه گردید. با توجه به این که انجام چندین آزمون آماری به صورت مکرر (برای ۷ سؤال/کج‌فهمی) خطر افزایش خطای نوع اول را به همراه دارد، از روش تصحیح بنفرونی برای کنترل نرخ خطای کلی^۱ استفاده شد. بر این اساس، سطح معنی‌داری (α) برای هر یک از آزمون‌های t جداگانه، از ۰/۰۵ به ۰/۰۰۷ (۰/۰۵ تقسیم بر ۷) تعدیل گردید. تنها نتایجی که p -value آن‌ها کمتر از این آستانه جدید بود، به عنوان تفاوت معنادار در نظر گرفته شدند.

جدول ۱۲- نتایج T مستقل برای سوال یکم تا هفتم آزمون

سوال	مقدار t	درجه آزادی	سطح معنی داری	تفاوت میانگین	خطای استاندارد	سطح اطمینان ۹۵ درصد
					بالا	پایین
۱	۳/۵۴۳	۷۲	۰/۰۰۱	-۰/۳۷۸	۰/۱۰۷	-۰/۱۶۶
۲	۳/۷۹۰	۷۲	۰/۰۰۱	-۰/۴۰۵	۰/۱۰۷	-۰/۱۶۶
۳	۴/۱۰۶	۷۲	۰/۰۰۱	-۰/۶۶۸۹۲	۰/۱۶۲۹۲	-۰/۳۴۴۱۵
۴	۳/۷۷۵	۷۲	۰/۰۰۱	-۰/۶۴۱۸۹	۰/۱۷۰۰۶	-۰/۳۴۴۱۵
۵	۲/۹۳۹	۷۲	۰/۰۰۴	-۰/۳۲۴	۰/۱۱۰	-۰/۱۰۴
۶	۴/۷۰۱	۷۲	۰/۰۰۱	-۰/۴۳۲	۰/۱۰۶	-۰/۱۰۴
۷	۲/۹۱۰	۷۲	۰/۰۰۵	-۰/۳۲۴	۰/۱۱۱	-۰/۱۰۲

نتایج آزمون T مستقل طبق جدول ۱۲ نشان داد بین میانگین نمرات دو گروه (پایه نهم و دهم) در پاسخ‌دهی به سوال یکم تا هفتم آزمون تفاوت معنی‌دار وجود دارد. بررسی درصدهای پاسخ‌گویی به این سؤالات و میانگین نمرات دانش‌آموزان هر دو پایه نشان داد که دانش‌آموزان پایه دهم در تشخیص ترکیبات یونی از مولکولی بر اساس فرمول مولکولی، با استفاده از نحوه تشکیل پیوند، به کارگیری قواعد نام‌نویسی در نوشتن فرمول شیمیایی ترکیبات یونی و مولکولی بر اساس نام‌شان، در نام‌گذاری ترکیبات یونی، در نام‌گذاری ترکیبات مولکولی، در تشخیص واحدهای سازنده ترکیبات یونی موفق‌تر عمل کرده‌اند.

در جدول ۱۹ کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان آورده شده است. مطابق این جدول هفت نوع کج‌فهمی از عملکرد دانش‌آموزان در پاسخ‌دهی به آزمون طراحی شده استخراج گردید.

¹ Family-Wise Error Rate

جدول ۱۳- کج فهمی های دانش آموزان

شماره کج فهمی	نوع کج فهمی
۱	کج فهمی در ویژگی های ساختاری ترکیبات یونی
۲	کج فهمی در مورد چگونگی تشکیل ترکیبات مولکولی
۳	کج فهمی در تشخیص بارهای الکتریکی یون ها در ترکیبات یونی
۴	کج فهمی در استفاده از پیشوندهای یونانی در نام گذاری ترکیبات مولکولی
۵	کج فهمی در فرمول نویسی ترکیبات یونی (استفاده از قواعد نام گذاری ترکیبات مولکولی برای نامگذاری ترکیبات یونی)
۶	کج فهمی در چگونگی استفاده از اسامی یون های چند اتمی در فرمول نویسی ترکیبات یونی
۷	کج فهمی در تبدیل بار یون به زیروند در فرمول نویسی ترکیبات یونی

جدول ۱۳ هفت نوع کج فهمی رایج دانش آموزان در زمینه فرمول نویسی و نام گذاری ترکیبات شیمیایی را شناسایی و دسته بندی کرده است. این کج فهمی ها عمدتاً در سه حوزه اصلی قرار می گیرند: (۱) درک ساختار ترکیبات (شامل ویژگی های ترکیبات یونی و مکانیسم تشکیل ترکیبات مولکولی)، (۲) فرمول نویسی (شامل تشخیص بارهای یونی، تبدیل بار به زیروند و اشتباه گرفتن قواعد ترکیبات یونی و مولکولی) و (۳) نام گذاری (شامل استفاده از پیشوندهای یونانی و کاربرد نام یون های چند اتمی). به ویژه کج فهمی های مربوط به تمایز بین سیستم های نام گذاری ترکیبات یونی و مولکولی (شماره ۵) و تبدیل بار یون به زیروند (شماره ۷) از اهمیت ویژه ای برخوردارند، چرا که نشان دهنده ضعف های بنیادی در درک مفاهیم پایه ای شیمی هستند. این طبقه بندی نظام مند می تواند، به معلمان در طراحی مداخلات آموزشی هدف مند برای رفع این کج فهمی های خاص کمک شایانی کند.

با تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از نرم افزار spss، پایایی سؤالات با احتساب ضریب آلفای کرونباخ، ۰/۸۴ به دست آمد. انحراف معیار داده ها آماری ۰/۸ به دست آمد که بیان گر پراکندگی کم تر نمرات دانش آموزان است. نمرات دانش آموزان از ۱۰ در نظر گرفته شده و میانگین نمرات دانش آموزان نهم ۶/۲ و میانگین نمرات دانش آموزان دهم ۷/۶ محاسبه شد. در نمودار ۸ مقایسه وضعیت پاسخ گویی دانش آموزان به سؤالات پرسش نامه نشان داده شده است.

جدول ۱۴- مقایسه نتایج تحلیل های آماری توسط نرم افزار spss

پایه	تعداد	میانگین نمرات از ۱۰	انحراف معیار	واریانس	خطای استاندارد	بالاترین	کمترین	ضریب آلفا کرونباخ
نهم	۳۷	۶/۲	۰/۴۵	۰/۲۱	۰/۰۱۵	۷/۲۵	۵/۵	۰/۸۴۲
دهم	۳۷	۷/۶	۰/۴۹	۰/۲۴	۰/۰۸۱	۸/۵	۶/۵	



نمودار ۸- مقایسه وضعیت پاسخ گویی دانش آموزان به سؤالات پرسش نامه

بحث و نتیجه گیری

کج فهمی ها تأثیر زیادی بر چگونگی یادگیری دانش آموزان دارند و تبدیل به مانعی در کسب دانش می شوند (عزیزی و همکاران، ۲۰۲۱) در سامانه شناختی دانش آموزان انواع مختلفی از تصورات بدیل وجود دارد که می توانند، با تفکرات علمی و آموخته های آنان رقابت نمایند (بدریان و همکاران، ۲۰۱۱). در این مطالعه، تأثیر آموزش منابع درسی زودتر از موعد در بروز کج فهمی در دانش آموزان پایه نهم مقطع اول متوسطه مدارس فرزندانگان در مبحث نام گذاری ترکیبات یونی و مولکولی مورد بررسی قرار گرفت.

یافته های پژوهش حاضر که با استفاده از پرسش نامه محقق ساخته و مصاحبه با دانش آموزان پایه نهم در سال اول پژوهش و همان دانش آموزان در پایه دهم در سال دوم پژوهش جمع آوری شد، نشان می دهد که برخی کج فهمی ها مانند استفاده نادرست از پیشوندهای یونانی در نام گذاری ترکیبات مولکولی (کج فهمی شماره ۴) و اشتباه گرفتن قواعد نام گذاری ترکیبات یونی و مولکولی (کج فهمی شماره ۵) در بین دانش آموزان در هر دو پایه به طور گسترده ای رواج دارد. نتایج آزمون های آماری از جمله آزمون t مستقل نشان داد که اگرچه دانش آموزان در پایه دهم به طور کلی عملکرد بهتری نسبت به پایه نهم داشته اند، اما این بهبود در مورد برخی کج فهمی های خاص بسیار ناچیز بوده است. به عنوان مثال، در تبدیل بار یون به زیروند در فرمول نویسی ترکیبات یونی (کج فهمی شماره ۷)، تنها بهبود ۲۱ درصدی مشاهده شد که با توجه به گذشت یک سال تحصیلی و آموزش های تکمیلی، این میزان پیشرفت قابل قبول نیست. این یافته ها مؤید آن است که کج فهمی های شیمیایی به ویژه در حوزه فرمول نویسی و نام گذاری، بسیار پایدار بوده و نیاز به مداخلات آموزشی ویژه دارند.

تحلیل پاسخ های دانش آموزان به سؤالات آزمون الگوهای نگران کننده ای را از کج فهمی های پایدار آشکار ساخت. در سؤال اول، اگرچه درصد پاسخ های صحیح در پایه دهم (۴۸.۶۴٪) نسبت به نهم (۴۵.۹۴٪) اندکی افزایش یافت، اما هم زمان انتخاب گزینه های نادرست در پایه دهم رشد چشم گیری داشت؛ به طوری که انتخاب گزینه نادرست "ج" از ۵.۴٪ به ۱۰.۸۱٪ رسید. این امر نشان می دهد، آموزش رسمی نه تنها نتوانسته است، کج فهمی های موجود را به طور کامل رفع کند، بلکه در مواردی به تقویت یا حتی ایجاد باورهای نادرست جدید منجر شده است.

بررسی سؤالات دیگر نیز حاکی از چالش‌های عمیق در درک مفاهیم پایه بود. در سؤالات مربوط به نام‌گذاری (مانند سؤالات ۴ و ۵)، اگرچه عمل‌کرد دانش‌آموزان در پایه دهم بهبود نسبی یافته بود، اما همچنان بیش از ۴۰٪ از آنان نتوانسته بودند، به سؤالات کلیدی پاسخ صحیح دهند. به‌ویژه، اشتباه در تمایز بین قواعد نام‌گذاری ترکیبات یونی و مولکولی و استفاده نادرست از پیشوندهای یونانی به‌عنوان رایج‌ترین کج‌فهمی‌ها شناسایی شد. در مقابل، در سؤال هفتم بهبود ۲۱.۶۲٪ در توانایی تبدیل بار یون به زیروند مشاهده شد که هرچند مثبت است، اما برای دستیابی به تسلط کامل کافی نیست. این یافته‌ها به‌طور جمعی بر ضرورت بازنگری در روش‌های تدریس و تأکید بر آموزش تفاوت‌های مفهومی با راهبردهای فعال تأکید می‌کنند.

در بحث روش‌شناسی، پژوهش حاضر با شناسایی و دسته‌بندی نظام‌مند کج‌فهمی‌ها (جدول ۱۹) گام مهمی در جهت درک عمیق‌تر مشکلات یادگیری دانش‌آموزان برداشته است. طبقه‌بندی ارائه‌شده در این پژوهش که کج‌فهمی‌ها را در سه حوزه اصلی درک ساختار ترکیبات، فرمول‌نویسی و نام‌گذاری دسته‌بندی کرده، می‌تواند، مبنای ارزشمندی برای طراحی برنامه‌های آموزشی اصلاحی باشد. بر این اساس هفت نوع کج‌فهمی در پاسخ‌گویی دانش‌آموزان به سؤالات پرسش‌نامه، شناسایی و استخراج شد که ۵ مورد آن ناشی از عدم تسلط دانش‌آموزان به محتوای درس در همان پایه یا پایه‌های قبل بود. بدین ترتیب که آشنایی لازم با ویژگی‌های ساختاری ترکیبات یونی و چگونگی تشکیل ترکیبات یونی و مولکولی را نداشتند، با اسامی یون‌های چند اتمی، شکل و نام برخی از عناصر آشنا نبودند، با بار الکتریکی یون‌ها و نحوه تبدیل بار یون به زیروند آشنا نبودند و مهم‌تر این‌که در نام‌گذاری ترکیبات یونی از قواعد نام‌گذاری ترکیبات مولکولی استفاده می‌کردند و قادر به درک تفاوت در این ترکیبات و نام‌گذاری آن‌ها نبودند. بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده، پیشنهاد می‌گردد، معلمان از طریق اجرای بحث‌های گروهی در کلاس به جهت تقویت نیروی استدلال فراگیران، ارائه مثال‌ها و اطلاعات مفید و به کاربردن شیوه‌های فعال تدریس، استفاده از سؤالات مفهومی در آزمون‌ها برای درونی‌کردن دانش در ذهن دانش‌آموزان و ایجاد مهارت حل مسئله در آن‌ها تلاش کنند. دریافت آموزش با منابع درسی زودتر از موعد و نامتناسب با تکامل ذهنی و جسمی دانش‌آموزان، از جمله مهم‌ترین دلایل بروز کج‌فهمی‌های آموزشی است. مطالعه منابع غیر درسی در کلاس به دلیل متناسب نبودن با شرایط و ویژگی‌های یادگیری دانش‌آموزان و عدم آمادگی ذهنی آنان، عدم رغبت برخی از دانش‌آموزان به دریافت مطالب خارج از کتاب درسی، سبب بروز تصورات ذهنی نادرست و عدم علاقه به یادگیری در آن‌ها می‌گردد. بهره‌گیری از منابع درسی مربوط به مقاطع تحصیلی بالاتر در امر آموزش، سبب افزایش حجم مطالب شده و فرصت مرور و تکرار بیشتر و تثبیت آموخته‌ها را نیز از فراگیران سلب می‌کند. نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های پژوهش بدریان (۲۰۱۶)، بدریان و همکاران (۲۰۱۴)، شکرباغی (۲۰۱۳)، هابیدین^۱ (۲۰۱۴) و شلپر^۲ (۲۰۱۸) هم‌سو است. یافته‌های این پژوهش‌ها نیز به ضرورت بازبینی در برنامه درسی و مواد آموزشی در راستای کاهش کج‌فهمی‌های آموزشی اشاره دارد. یافته‌های این پژوهش می‌تواند، به معلمان، برنامه‌ریزان درسی، نویسندگان کتاب‌های آموزشی و فعالان عرصه تعلیم و تربیت کمک نماید تا در راستای ارتقای کیفیت فرایند یاددهی-یادگیری و رفع کج‌فهمی‌های آموزشی دانش‌آموزان در مبحث نام‌گذاری ترکیبات، گام بردارند. در این زمینه پیشنهاد می‌گردد، از تدریس با منابع درسی زودتر از موعد در کلاس درس خودداری شود و طراحی آموزشی متناسب با توانایی‌های یادگیری دانش‌آموزان صورت گیرد. بهتر است معلمان اصول، مفاهیم و ویژگی‌های مربوط به ترکیبات یونی و مولکولی را در پایه نهم به دانش‌آموزان آموزش دهند و آشنایی با نحوه نام‌گذاری ترکیبات شیمیایی را که جزو مباحث سرفصل کتاب علوم تجربی پایه نهم نیست، به سال بعد موکول نمایند.

¹ Habiddin

² Schleper

از مهم‌ترین محدودیت‌های این پژوهش می‌توان به کنترل‌نشدن متغیر «مربی یا معلم» اشاره نمود. با توجه به اینکه تدریس در پایه نهم و دهم توسط معلمان مختلفی انجام می‌گیرد، امکان تفکیک تأثیر «آموزش به موقع» از «تأثیر سبک تدریس و توانایی‌های خاص معلم» وجود ندارد. بنابراین، نتایج این پژوهش می‌تواند، متأثر از این عامل بوده و تعمیم آن نیازمند مطالعاتی با کنترل این متغیر است. از طرفی دیگر، محدودیت‌هایی دیگری مانند نمونه‌گیری در دسترس و محدودبودن جامعه آماری به دانش‌آموزان دختر یک شهرستان خاص، تعمیم‌پذیری نتایج را با چالش مواجه می‌سازد.

در نتیجه‌گیری نهایی می‌توان گفت که یافته‌های این پژوهش مؤید آن است که در آموزش شیمی، هم‌زمانی بهینه محتوا با پایه تحصیلی دانش‌آموزان عاملی تعیین‌کننده و هم‌تراز با کیفیت آموزشی محسوب می‌شود. غفلت از این اصل نه تنها مانع تحقق یادگیری پایدار می‌شود، بلکه به تثبیت کج‌فهمی‌های مقاوم در ذهن دانش‌آموزان منجر می‌گردد. بر این اساس، بازنگری در زمانبندی برنامه‌ریزی درسی و به‌کارگیری راهبردهای آموزشی مبتنی بر شناخت ظرفیت‌های ذهنی فراگیران ضروری به نظر می‌رسد. برای دستیابی به درکی عمیق‌تر از ابعاد این چالش، انجام مطالعات آتی با استفاده از نمونه‌های گسترده‌تر و روش‌شناسی ترکیبی (تلفیق داده‌های کمی و کیفی) پیشنهاد می‌شود تا علل ریشه‌ای شکل‌گیری کج‌فهمی‌ها و راهکارهای مؤثر برای رفع آن‌ها با دقت بیشتری شناسایی شوند.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافع وجود ندارد.

موازین اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازین و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

مشارکت نویسندگان

مقاله حاضر توسط نویسنده اول ایده‌پردازی، نگارش و تحلیل شده و گردآوری داده‌های پژوهش و نگارش توسط نویسنده دوم انجام گرفته است و توسط نویسنده سوم مورد بازبینی و اصلاح قرار گرفته است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله مراتب سپاس و قدردانی خود را از کلیه معلمان و دانش‌آموزانی که در این پژوهش همکاری و مشارکت داشتند، اعلام می‌دارند.

References

- Asghari Lalami, N., Amani, V. (2021). Factors Influencing High School and University Students' Misconceptions about Chemical Bonding. *Research in Chemistry Education*, 3(2), 19-36. [Link]
- Azizi, A., ahmadi, F., zameranvari, J., rashedi, R. (2021). Effect of teaching physics whit a modeling approach on improving student's learning and eliminate misconception. *Research in Teaching*, 9(4), 272-254. [Link]
- Badrian, A. (2016). A study on the prospective science teacher's misconceptions about the nature of evaporation, evaporation rate, and vapor pressure, *Quarterly Journal of Educational Innovations*, 15(59), 125-146. [Link]

- Badrian, A., Shekarbaghani, A. S., Pureskandari, R. (2014). A Study of 5th grade primary school student's misconceptions about heat and temperature, *Quarterly Journal of Educational Innovations*, 12(48), 93. [Link]
- Badrian, A., Abdinejad, T., Naseriazar, A. (2011). A Cross-Age Study of Iranian Students' Various Conceptions about the Particulate Nature of Matter. *Journal of Turkish Science Education*, 8(2), 49-63. [Link]
- Basheer, A., Kortam, N., Zahran, N., Hofestein, A., Hugerat, M. (2018). Misconceptions among middle school students regarding the conservation of mass during combustion. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(7), 3109-3122. <https://doi.org/10.29333/ejmste/91664>
- Bigdeli, Z., Baji, F. (2009). Reading habits and library use among middle school students in Ahvaz city. In *Collection of articles on school libraries: Dynamism of the educational system and participation in the teaching-learning process* (pp. 429-444). Ketabdar. [Link]
- Davies, P. (2006). Threshold Concepts: How can we recognise them?. In *overcoming barriers to student understanding* (pp. 70-84). Routledge. [Link]
- Deleña, R., Marasigan, A. C. (2023). Understanding Students' Misconceptions about Chemical Formula Writing and Naming Ionic Compounds. *International Journal of Academic Studies in Technology and Education*, 1(2), 156-173. <https://doi.org/10.55549/ijaste.15>
- Esmaili, R. (2004). Examining the condition of books and school libraries and assessing the study interests of students in Isfahan province and providing optimal solutions. *Farhang-e-Isfahan*, (87), 29-79. [Link]
- Fadillah, A., Salirawati, D. (2018). Analysis of misconceptions of chemical bonding among tenth grade senior high school students using a two-tier test. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2021, No. 1, p. 080002). AIP Publishing LLC. <https://doi.org/10.1063/1.5062821>
- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical education*, 76(4), 548-553. <https://doi.org/10.1021/ed076p548>
- Goodman, A., Sianesi, B. (2005). Early education and children's outcomes: how long do the impacts last?. *Fiscal Studies*, 26(4), 513-548. <https://doi.org/10.1111/j.1475-5890.2005.00022.x>
- Jahanifar, M., Dehghani, F. (2023). An analysis of scientific modeling competencies in second-year high school students. *Journal of Education and Learning Studies*, 14(2), 105-125. [10.22099/jsli.2023.6941](https://doi.org/10.22099/jsli.2023.6941)
- Joki, J., Aksela, M. (2018). The challenges of learning and teaching chemical bonding at different school levels using electrostatic interactions instead of the octet rule as a teaching model. *Chemistry Education Research and Practice*, 19 (3), 932-953. <https://doi.org/10.1039/c8rp00110c>
- Habiddin, H. (2014). The 1st year chemistry undergraduate students' understanding in naming simple compounds. *Proceeding of International Conference on Research, Implementation and Education of Mathematics and Sciences*. [10.13140/RG.2.2.17579.23840](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17579.23840)
- Ishimine, K. (2011). Quality in early childhood education and care: A case study of disadvantage. *The Australian Educational Researcher*, 38(3), 257-274. <https://doi.org/10.1007/s13384-011-0028-6>
- Llewellyn, D. (2012). *Teaching high school science through inquiry and argumentation*. Corwin Press. [Link]
- Meyer, J. H., Land, R. (2006). Threshold concepts and troublesome knowledge: An introduction. In *overcoming barriers to student understanding* (pp. 3-18). Routledge. [Link]
- Meltafina, M., Wiji, W., Mulyani, S. (2019). Misconceptions and threshold concepts in chemical bonding. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1157, No. 4, p. 042030). IOP Publishing. [Link]
- Nazari Kaji, N., Nazari Kaji, Z. (2015). The extent and reasons of primary school students' use of non-curricular books from the point of view of teachers and parents. *Journal of Curriculum and Teaching Research*, 1(6), 27-46. [Link]
- Perkins, D. (2008). Beyond understanding. In *Threshold concepts within the disciplines* (pp. 1- 19). Brill. [Link]
- Prodjosantoso, A. K., Hertina, A. M. (2019). The Misconception Diagnosis on Ionic and Covalent Bonds Concepts with Three Tier Diagnostic Test. *International Journal of Instruction*, 12(1), 1477-1488. [Link]
- Reyhani, H. (2023). Identifying the Teaching Challenges in Iran's Education. *Educational and Scholastic studies*, 11(4), 232-209. [20.1001.1.2423494.1401.11.4.9.7](https://doi.org/10.201001.1.2423494.1401.11.4.9.7)
- Rashidi, B., Abedi, A., Nowrozi, Q. (2022). Presenting a model of enriching the curriculum of Iran's gifted schools: Data-based research. *Iranian Curriculum Studies Journal*, 17 (66), 259-288. [Dor: 20.1001.1.17354986.1401.17.66.9.9](https://doi.org/10.17354986.1401.17.66.9.9)
- Shekar Baghi, A. (2013). Comparison of the misunderstandings of the third year high school students about the concepts of electricity with undergraduate and graduate students. *Research in Curriculum Planning*, 2 (10), 102-116. [Link]
- Samborey, S., Kinya S. (2019), Preliminary Finding on Teacher Trainees' Misconceptions in Atom and Molecule, *J-Stage*, 43, 590-593. https://doi.org/10.14935/jssep.43.0_590
- Schleper, N. (2018). *Investigation of Bonding Representation and Quantum Chemistry Concepts through Multiple Levels of the Curriculum*. Southern Illinois University at Edwardsville. [Link]
- Taber, K. (2002). *Chemical misconceptions: prevention, diagnosis and cure* (Vol. 1). Royal Society of Chemistry. [Link]
- Tsaparlis, G., Pappa, E. T., Byers, B. (2020). Proposed pedagogies for teaching and learning chemical bonding in secondary education. *Chemistry Teacher International*, 2(1), 20190002. <https://doi.org/10.1515/cti-2019-0002>
- Vladušić, R., Bucat, R. B., Ožić, M. (2016). Understanding ionic bonding—a scan across the Croatian education system. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4), 685-699. <https://doi.org/10.1039/c6rp00040a>
- Sharifi, A. A., Zare, H., Hatami, J. (2016). The Impact of Computerized Cognitive Rehabilitation on Working Memory Performance in Patients with Traumatic Brain Injury. [Link]