Identifying the Pattern of Correcting Chemistry Misconceptions and Promoting Scientific Culture

Elahe Keshavarz[1]*, Fateme Moshkbid[2]

Abstract

Purpose: Among the most basic activities that are carried out in most countries of the world in order to improve the scientific culture of the society is the use of new educational methods and the modification of the mental schemas of learners. Due to the necessity of correct understanding of the abstract concepts of basic sciences in all levels of education, the present research was conducted with the aim of identifying the pattern of correcting misconceptions in the teaching of chemistry concepts.

Method: The research method in the present study is a Meta-Synthesis approach. The statistical population includes all the researches related to the correction of misconceptions in chemistry education from 2001 to 2021 extracted from the databases of persian language publications, which were checked by systematic search and observing the inclusion and exclusion criterias. Finally, 7 documents that had the most compliance with the criteria were selected and the findings were analyzed and combined. The research question was that according to the results of the studies, what have been the achievements of effective methods for correcting misconceptions for lecturers and teachers in teaching chemistry concepts?

Findings: After conducting the research, the most important components of correcting and reducing misconceptions in chemistry education were introduced in a model with 5 core categories, 12 categories and 47 concepts, including "evaluation", "strategic", "innovation", " applied" and "emotional" areas.

Results: The results of the study showed that by using effective approaches to correct misconceptions, educators can dissiminate and promote the scientific culture of people in the society. The findings of the present study can be taken into consideration by educational and cultural professionals in order to compile books and curriculums.

Keywords: Scientific culture, Effective teaching, Correction of misconception, Chemistry education, Abstract concepts

1. Department of Chemistry, Farhangian University, PO Box 889-14665, Tehran, Iran .

(Corresponding Author). keshavarz@cfu.ac.ir

2. Primary school teacher, Gilan province, Ministry of Education, Iran. ekg.phd77@yahoo.com

پژوهشی

POPSCI.2023.357801.1234/10.22034

شناسایی الگوی اصلاح کج‌فهمی‌های شیمی و ارتقای فرهنگ علمی

الهه کشاورز[1*]، فاطمه مشک بید[2]

چکیده

هدف: از جمله اساسی‌ترین فعالیت‌هایی که در اغلب کشورهای دنیا در جهت بهبود فرهنگ علمی جامعه انجام می‌شود، به‌کارگیری روش‌های نوین آموزشی و اصلاح طرح‌واره‌های ذهنی فراگیران است. به دلیل ضرورت درک صحیح مفاهیم انتزاعیِ علوم پایه در تمامی مقاطع تحصیلی، پژوهش حاضر با هدف شناسایی الگوی اصلاح کج‌فهمی‌ها در آموزشِ مفاهیم شیمی انجام شد. **روش:** روش پژوهش در مطالعه‌ی حاضر، رویکرد فراترکیب است. جامعه‌ی آماری، شامل تمامی پژوهش‌های مرتبط با اصلاح کج‌فهمی در آموزش شیمی از سال ۱۳۸۰ تا ۱۴۰۰ مستخرج از پایگاه‌های اطلاعاتی نشریات فارسی زبان است که با جستجوی نظام‌مند و با رعایت معیارهای ورود و خروج بررسی شد و در نهایت ۷ سند که بیشترین انطباق را با معیارها داشتند، انتخاب گردید و یافته‌ها مورد تجزیه، تحلیل و ترکیب واقع شد. سوال پژوهش این بود که بر اساس نتایج مطالعات، روش‌های موثر بر اصلاح کج‌فهمی‌ها چه دستاوردهایی برای مدرسان و معلمان در آموزش مفاهیم شیمی داشته است؟ **یافته‌ها:** پس از انجام مراحل پژوهش، مهم‌ترین مولفه‌های اصلاح و کاهش کج‌فهمی در آموزش شیمی در قالب مدلی با ۵ مقوله‌ی هسته‌ای، ۱۲ مقوله و ۴۷ مفهوم، شامل حیطه‌های ارزشیابی، راهبردی، نوآوری، کاربردی و عاطفی، معرفی گردید. **نتایج:** نتایج مطالعه نشان داد که با به‌کارگیری رویکردهای موثر بر اصلاح کج‌فهمی، آموزشگران می‌توانند سبب ترویج و ارتقای فرهنگ علمی افراد جامعه شوند. یافته‌های مطالعه‌ی حاضر می‌تواند جهت تدوین کتاب‌ها و سرفصل دروس، مورد توجه دست‌اندرکاران آموزشی و فرهنگی قرار گیرد.

کلیدواژگان: فرهنگ علمی، تدریس موثر، اصلاح کج‌فهمی، آموزش شیمی، مفاهیم انتزاعی

مقدمه

ترویج علم از مباحث نوین است که به درک مفاهیم اساسی علم در تمامی افراد اشاره دارد (قدیمی، ۱۳۹۶). امروزه بهره‌گیری از محتوای آموزشی متنوع و ایجاد محیط یادگیری الهام‌بخش و شوق‌انگیز، جهت حفظ، ترویج و ارتقای فرهنگ علمی امری اساسی است. بدیهی است هنگامی که یادگیرندگان مفاهیم علمی را در ضمن آموزشِ اصولی و اشتیاق‌آمیز تجربه نمایند، هویت فرهنگی تثبیت خواهد شد (صابری، ۱۳۹۴). برنامه‌های آموزشیِ هدفمند، غنی کردن کیفیت آموزش و توسعه‌ی مهارت‌های آموزشگران علاوه بر افزایش

۱. استادیار گروه آموزش شیمی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران. (نویسنده مسؤول) keshavarz@cfu.ac.ir
۲. آموزگار مقطع ابتدایی، استان گیلان، وزارت آموزش و پرورش، ایران. ekg.phd77@yahoo.com

اعتماد به نفس حرفه‌ای، بهبود عملکردهای علمی را در پی دارد و کارایی تعلیم و تربیت را نیز افزایش می‌دهد (صادقی و همکاران، ۱۴۰۰). یافته‌های پژوهشی بر ارتقای فرهنگ علمی و رشد فرهنگ اجتماعیِ افراد جامعه با افزایش مطالبات از آموزش و پرورش دلالت دارند (جمالی و همکاران، ۱۳۹۸). منافی شرف‌آباد و همکار (۱۳۹۱) بر تبیین نقش نظام آموزش و پرورش در توسعه فرهنگی جامعه تاکید دارند. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که امروزه با توجه به تحولات سریع و پیشرفت فناوری، طرز تفکر و نگرش افراد جامعه نیز دچار تغییر شده که به تبع آن، عناصر مهم فرهنگی نیز تحت تاثیر واقع شده است. بنابراین لازم است که دستگاه‌های فرهنگی به خصوص نظام آموزش و پرورش، افراد جامعه را راهنمایی و هدایت نمایند که این امر جز با تاکید بر ماهیت ارزش‌های اجتماعی در قالب آموزش صحیح امکان‌پذیر نیست.

از سوی دیگر، آموزش مفهومیِ علوم، فرآیندی است که طی آن دانش علمی از طریق تجربه و آزمایش توسط فراگیرانِ ساخته می‌شود (سلیمانی و همکاران، ۱۳۹۹؛ سیف، ۱۳۹۸). از بین رشته‌های علوم، شیمی از جمله مهم‌ترین شاخه‌های علوم پایه است که برای فراگیران امکان درک دنیای اطراف را فراهم می‌آورد. از آنجا که موضوعات شیمی، مرتبط با ساختار ماده و به اجزای غیرقابل مشاهده مربوط می‌شود، به عنوان یک موضوع چالش‌برانگیز و دشوار آموزشی شناخته شده است که به سطوح بالای تفکر احتیاج دارد (سیسوانینگ‌سی[1] و همکاران، ۲۰۱۷؛ شوسمیت[2] و همکاران، ۲۰۲۰). پژوهشگران یادگیری شیمی را شامل سطوح ماکروسکوپی، مولکولی و نمادین در نظرگرفته‌اند که توانایی برقراری ارتباط و درک رابطه‌ی صحیح میان این سه سطح، برای یادگیری معنادار شیمی ضروری است (جانستون[3]، ۲۰۰۰؛ گیلبرت[4] و تری‌گاست، ۲۰۰۹). بنابراین به منظور بهبود یادگیری شیمی، بسیاری از یاددهندگان شیمی سعی دارند، الگوی تدریس را از روش سنتی به فعال مبدل نمایند (ژانگ[5] و همکاران، ۲۰۲۱؛ نوری و همکار، ۱۴۰۰؛ حقیقت، ۱۳۹۹).

از سوی دیگر، عدم درک صحیح مباحث علمی سبب انحراف از اهداف برنامه درسی و عدم توانایی بسط مفاهیم و کاهش عمق یادگیری می‌شود. بنابراین شناخت باورهای نادرست بسیار حائز اهمیت است (خدائی و سعادتی، ۱۳۹۹؛ باقری و همکاران، ۱۳۹۰). یادگیرندگان پیش از ورود به کلاس درس، برای شناخت محیط پیرامون خود فرصت‌های بسیاری در اختیار دارند که درباره‌ی دنیای اطراف خـــود و انواع پدیده‌ها، تصورات و الگوهای ذهنی مختلفی را بســـازند.

1 . Siswaningsih
2 . Shoesmith
3 . Johnston
4 . Gilbert & Treagust
5 . Zhang

آن‌ها با مجموعه‌ای از باورهای ناشی از دوران کودکی به سوی آموزش عمومی حرکت می‌کنند و مدل‌های ذهنی بسیاری راجع به طبیعت و جهان دارند (بدریان و صفری، ۱۳۹۵؛ آلن[1]، ۲۰۱۰). عقاید و پیش‌دانسته‌هایی که از منظر علمی نادرست‌اند، کج‌فهمی نام دارند و در مقابل اصلاح نیز بسیار مقاوم هستند (آلن، ۲۰۱۴؛ عبداله‌میرزائی و همکاران، ۱۳۹۴). وجود کج‌فهمی در باورهای علمی یادگیرندگان، مانعی در فرآیند یادگیری موثر است. از این رو شناسایی و اصلاح کج‌فهمی‌ها از وظایف مهم و اساسی یک نظام آموزشی موفق است. از سوی دیگر، بر طبق یافته‌های پژوهشی علت ایجاد کج‌فهمی‌ها و یادگیری طوطی‌وار اغلب به دلیل بکارگیری روش‌های تدریس غیرفعال و سنتی و در نتیجه عدم ایجاد انگیزه و شوق یادگیری است (احمدآبادی، ۱۳۹۹؛ منوچهری‌زاده، ۱۳۹۹؛ نوری و همکار، ۱۴۰۰).

نتایج پژوهش‌های انجام شده نشان داده است که نقش و عملکرد معلمان در تداوم و حتی توسعه‌ی کج‌فهمی‌ها بسیار موثر است (سعادتی، ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸؛ اسمیت[2] و همکار، ۲۰۱۵). از جمله وظایف آموزشگران شیمی در تحقق هرچه موثرتر امر یادگیری، کاهش خلاهای ناشی از کج‌فهمی‌های موجود در درک مفاهیم علم شیمی است (عظمت و خدائی، ۱۳۹۹). آموزشگران می‌توانند با انتخاب روش‌های تدریس مناسب، تصورات و پیش‌دانسته‌های نادرست فراگیران را اصلاح و به مسیر جدید و درست هدایت کنند تا تصورات بدیل، زمینه و زیربنای باورهای غیرعلمی بعدی نگردد (بدریان و همکاران، ۱۳۹۲؛ گونن[3] و همکار، ۲۰۱۰) و آموزش مفاهیم شیمی در خدمت ارتقای فرهنگ علمی افراد جامعه قرار گیرد. بر همین اساس هدف مطالعه‌ی حاضر، فراترکیب مطالعات انجام شده در ایران در رابطه با اصلاح کج‌فهمی‌ها در آموزش مفاهیم شیمی است. در این پژوهش سعی می‌گردد با نگرشی موشکافانه و دقیق، مولفه‌های اصلاح و کاهش کج‌فهمی در فراگیری مفاهیم دشوار شیمی توسط رویکرد فراترکیب بررسی شود. با توجه به اینکه پژوهش‌های گذشته تنها به مطالعه‌ی عوامل مختلف در ایجاد کج‌فهمی‌ها و برخی عوامل موثر در کاهش و اصلاح آنان پرداخته‌اند، انجام مطالعه‌ای با هدف جمع‌بندی مولفه‌های اصلاح کج‌فهمی‌های فراگیران می‌تواند سودمند باشد. بنابراین با توجه به اهمیت علم شیمی در درک دنیای اطراف و با نظر به فقدان مطالعات پژوهشی با موضوع اصلاح کج‌فهمی در قالب رویکرد فراترکیب، پژوهش حاضر برای اولین بار با ارایه‌ی مدلی برای اصلاح و کاهش کج‌فهمی‌های شیمی، قصد دارد علاوه بر الگوسازی در حوزه‌ی آموزش علمِ پرکاربردِ شیمی، راه‌گشای مطالعات بعدی در

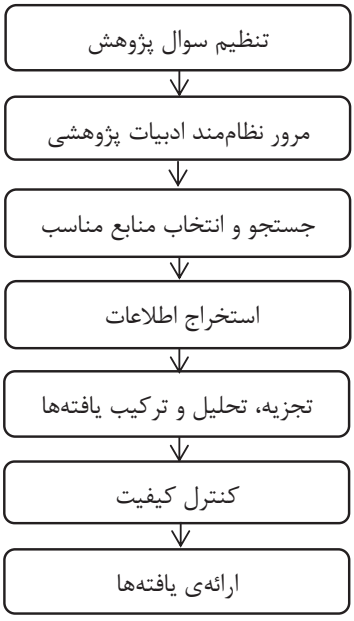
1. Allen
2. Christopher Smith
3. Gönen & Kocakaya

علوم دیگر و همچنین توجه بیشتر دست‌اندرکاران آموزشی و فرهنگی به ارتقای فرهنگ علمی باشد.

روش پژوهش

در این پژوهش، از رویکرد هفت مرحله‌ای فراترکیب[1] سندلوسکی و باروسو[2] (۲۰۰۷) استفاده شده است (شکل ۱). فراترکیب، رویکردی است که به ارزیابی و ترکیب مولفه‌های پژوهش‌های گذشته می‌پردازد، و یک بررسی نظام‌مند جهت ارائه‌ی الگوی نوین و کشف موضوعات جدید انجام می‌دهد.

شکل ۱. مراحل رویکرد فراترکیب (سندلوسکی و باروسو، ۲۰۰۷)



مرحله‌ی نخست، تنظیم سوال پژوهش

جهت تنظیم سوال پژوهش به عناصر متفاوتی مانند «جامعه‌ی مورد مطالعه»، «چه چیزی»، «چه زمانی» و «چگونگی روش» توجه می‌شود (سندلوسکی و باروسو، ۲۰۰۷). سوال اصلی مطالعه‌ی حاضر این است که بر اساس نتایج پژوهش‌ها، رویکردهای موثر بر اصلاح کج‌فهمی‌ها چه دستاوردهایی برای

1. Meta-synthesis
2. Sandelowski & Barroso

مدرسان و معلمان در آموزش مفاهیم شیمی داشته است؟

مرحله‌ی دوم، مرور نظام‌مند ادبیات پژوهشی

در فراترکیب متن مقالات و سایر متون معتبر جزء داده‌ها محسوب می‌شود (سندلوسکی و باروسو، ۲۰۰۷). جامعه‌ی آماری مورد بررسی در این پژوهش تمامی اسناد و پژوهش‌های صورت گرفته در نشریات فارسی زبان با موضوع شناسایی و اصلاح کج‌فهمی‌در آموزش شیمی در بازه‌ی زمانی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۴۰۰ است. با بررسی و شناسایی اسناد فارسی از طریق پایگاه جهاد دانشگاهی[1]، مجلات تخصصی نور[2]، پژوهشگاه- علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک)[3]، مقالات علمی همایش کشور[4]، پایگاه نشریات کشور[5] و جویشگر علمی فارسی علم نت[6] و با استفاده از کلیدواژه‌های «تصورات بدیل»، «بدفهمی»، «کج‌فهمی»، «بدفهمی و شیمی»، «کج‌فهمی و شیمی»، «بدفهمی در آموزش شیمی» و «کج‌فهمی در آموزش شیمی»، تعداد ۵۰ سند جمع‌آوری شد.

مرحله‌ی سوم، جستجو و انتخاب منابع مناسب

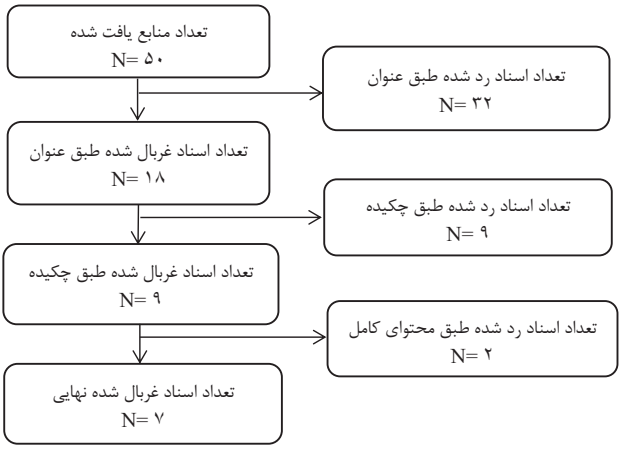
مطالعه‌ی حاضر، قصد دارد با نگرشی جامع در پژوهش‌های گذشته به ارائه‌ی الگوی مناسب در حوزه‌ی اصلاح کج‌فهمی‌در آموزش شیمی بپردازد. در این راستا فرآیند انتخاب اسناد در چهار مرحله انجام می‌شود. ابتدا تمام منابع فارسی مرتبط با مطالعه شناسایی شدند.

در مرحله‌ی بعد، اسناد بر اساس عنوان مقالات، با معیارِ ورودیِ عناوینی که دارای کلیدواژه‌های «تصورات بدیل»، «بدفهمی»، «کج‌فهمی»، «بدفهمی و شیمی»، «کج‌فهمی و شیمی»، «بدفهمی در آموزش شیمی» و «کج‌فهمی در آموزش شیمی» بودند، مورد بررسی و گزینش قرار گرفتند که از میان ۵۰ سند، تعداد ۱۸ مورد انتخاب گردید. سپس با مطالعه‌ی دقیق چکیده‌ی پژوهش‌ها تعداد ۹ سند که منطبق با سوال و هدف اصلی پژوهش بودند، گزینش گردید و در مرحله پایانی تعداد ۷ مقاله که محتوای آنها به طور مشخص به اصلاح کج‌فهمی‌ها در آموزش شیمی و بیان روش‌های مربوطه پرداخته بود، جهت تجزیه و تحلیل انتخاب شدند (شکل ۲).

شکل ۲. خلاصه‌ی فرآیند جستجو و گزینش مقالات منتخب

1 . Sid.ir
2 . Noormags.ir
3 . Irandoc.ac.ir
4 . Civilica
5 . Magiran.com
6 . Elmnet.ir

مرحله‌ی چهارم، استخراج اطلاعات



به منظور استخراج اطلاعات از منابع مورد نظر، کدگذاری اولیه صورت گرفت. در این مرحله، اطلاعات ۷ سند پژوهشیِ منتخب چندین بار توسط دو پژوهشگر بررسی و مطالعه شد و کدهای مولفه‌های اصلاح کج‌فهمی‌در آموزش شیمی استخراج گردید. اطلاعات اسناد غربال شده اعم از عنوان پژوهش، نام پژوهشگر(ان)، سال پژوهش، عنوان مجله یا نام دانشگاه، در جدول شماره‌ی ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. فهرست پژوهش‌های منتخب در زمینه‌ی اصلاح کج‌فهمی در آموزش شیمی (سال‌های ۱۴۰۰- ۱۳۸۰)

ردیف	عنوان پژوهش	پژوهشگر(ان)	سال	عنوان مجله/ نام دانشگاه	نوع سند
۱	اصلاح کج‌فهمی بر به‌کارگیری راهبردهای تدریس مطلوب در آموزش اثربخش مفاهیم شیمی موجود در کتاب‌های علوم ابتدایی	کشاورز	۱۳۹۹	دانشگاه فرهنگیان	طرح پژوهشی
۲	مروری بر کاربرد نرم افزارهای نقشه مفهومی در تسهیل و بهبود کیفیت آموزش و یادگیری شیمی	زمانی و امانی	۱۳۹۸	پژوهش در آموزش شیمی	مقاله
۳	کاربست رویکردهای آموزشی زمینه محور مبتنی برکاوشگری و آزمایشگاه مجازی برای اصلاح کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در مبحث اسید و باز	اکبری دیلماقی، پور محمود حصار، و الهام	۱۳۹۷	دانشگاه ارومیه- دانشکده شیمی	رساله

ردیف	عنوان پژوهش	پژوهشگر(ان)	سال	عنوان مجله/ نام دانشگاه	نوع سند
۴	بررسی اثربخشی روش‌های تدریس پاژیل و نقشه‌ی- مفهومی بر کاهش کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در مبحث آنتروپی	کبیری، انارکی فیروز، و صالح صدق پور	۱۳۹۵	دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی- دانشکده علوم پایه	پایان‌نامه
۵	مدل‌یابی نقشه‌ی مفهومی در آموزش آلکان‌ها در شیمی آلی	اکبری، صباغان، و صالح صدق پور	۱۳۹۱	دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی- دانشکده علوم پایه	پایان‌نامه
۶	استفاده از مدل تغییر مفهومی در راستای کاهش کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان دختر مقطع پیش‌دانشگاهی میان جلگه‌ی نیشابور در موضوع الکتروشیمی به منظور ارتقا سطح دانش و نگرش آنان در سال تحصیلی ۹۰-۸۹	باقری، کرمی‌گزافی، و صدرالاشرافی	۱۳۹۰	دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی- دانشکده علوم پایه	پایان‌نامه
۷	بررسی تاثیر روش‌های مختلف ارائه‌ی مطالب مبحث تعادلات شیمیایی و استفاده از قانون تعادل شیمیایی و اصل لوشاتلیه بر میزان کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان	یوسفی، کرمی‌گزافی، و یونسی	۱۳۸۸	دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی- دانشکده علوم پایه	پایان‌نامه

مرحله‌ی پنجم، تجزیه و تحلیل و ترکیب یافته‌ها

هدف فراترکیب ایجاد تفسیری واحد و جدید از یافته‌ها است. این رویکرد برای شفاف‌سازی مفاهیم، نتایج حالت‌های موجودِ دانش و ظهور مدل‌های عملیاتی است. در طی تجزیه و تحلیل، موضوع‌ها یا مضمون‌هایی جستجو می‌شود که در میان مطالعات موجود در فراترکیب پایدار شده‌اند. بدین طریق که پژوهشگر ابتدا تمامی عوامل مستخرج از مطالعات را در نظر می‌گیرد (سندلوسکی و باروسو، ۲۰۰۷). در پژوهش حاضر، از روش کدگذاری باز، محوری و انتخابی استفاده شده است. به این منظور ابتدا تمام مفاهیم مرتبط استخراج شدند و کدهای مشابه در مقوله‌های مرتبط سازماندهی و در نهایت مقوله‌ها در ۵ مقوله‌ی هسته‌ای طبقه‌بندی گردید. به عبارت دیگر مبنای دسته‌بندی مفاهیم، برحسب میزان تناسب و ارتباط آن‌ها با یکدیگر است که در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. طبقه‌بندی مفاهیم اصلاح بدفهمی‌ها در آموزش شیمی

ردیف	شماره منابع	مفاهیم	مقوله‌ها	مقوله‌ی هسته‌ای	فراوانی
۱	۲، ۵، ۶	طرح سوالات مختلف، تامل بر پاسخ‌های فراگیران، تشخیص نواقص یادگیری، پی بردن به کج‌فهمی‌ها، کشف تصورات بدیل، تاکید بر نقش دانش قبلی در یادگیری جدید	ارزشیابی پیش‌آموخته‌ها	ارزشیابی	۳
			شناسایی کج‌فهمی‌ها و تصورات بدیل		
۲	۱، ۳، ۴، ۷	آشنایی مدرس با روش‌های نوین آموزشی، تاثیر روش‌های نوین یادگیری بر کاهش و اصلاح کج‌فهمی‌ها، اجرای موثر رویکردهای آموزشی، به‌کارگیری زبان متناسب توسط آموزشگر، افزایش استفاده آموزشگر از واژگان عینی و ملموس، همکاری و مشارکت فراگیران در فعالیت‌های فیزیکی و ذهنی، مذاکره در خصوص دانش توسط آموزشگر، پذیرش مسئولیت یادگیری خود، ایجاد محیط یادگیری فعال، درگیر نمودن فراگیر در فرآیند یادگیری، برطرف نمودن کج‌فهمی‌ها، بازنگری و درونی‌سازی دانش طبق مدل‌های علمی، ساخت مفاهیم صحیح علمی توسط فراگیران، ساختن دانش از طریق یادگیری معنادار، ساخت نظریه و تغییر مدل ذهنی، درک مفهوم و توانایی استدلال و حل مسئله، درک ساختار اطلاعات علمی منطبق بر ساختار شناختی ذهن فراگیر، فهم مفاهیم علمی و روابط میان آن‌ها، ایجاد محیط امن جهت تعمق و مباحثه، همبستگی اندیشه‌ها با الگوی مشابه، ایجاد درگیری فعالانه در محتوای علمی	آشنایی آموزشگران با راهبردهای یادگیری	راهبردی	۴
			به‌کارگیری راهبردهای یادگیری اثربخش		
			تغییر مدل ذهنی فراگیران		
			اصلاح کج‌فهمی در نیل به موقعیت جدید		
۳	۱، ۳، ۴، ۵، ۶	ارتقا و پایش ساخت‌های ذهنی، تقویت مهارت ابداع و نوآوری، بازسازی و تقویت روحیه‌ی کاوشگری و ابداع، کشف مفاهیم جدید و قابل درک، تقویت قدرت خلاقیت، بسط، تعمق‌بخشی و ایجاد مفاهیم تازه، ساخت دانش از تجارب شخصی یادگیرنده	به‌کارگیری قوه‌ی خلاقیت و نوآوری	نوآوری	۵
			ترمیم و توسعه نظام‌مند دانش		

ردیف	شماره منابع	مفاهیم	مقوله‌ها	مقوله‌ی هسته‌ای	فراوانی
۴	۱، ۲، ۴، ۶، ۷	توسعه‌ی مهارت‌های تفکر گسترش‌یابنده، ایجاد پیوند عمیق میان مفاهیم، معنا بخشیدن به اطلاعات، ارتباط مفاهیم با موقعیت‌های واقعی زندگی، پر نمودن شکاف بین محتوای دروس و تجارب زندگی روزمره، انتقال دانش به زمینه‌های جدید و قابل درک، آمیختن دانش موجود با مفاهیم علمی و جدید، بکاربستن آموخته‌ها و مهارت‌ها در زندگی، معنادهی به اطلاعات	کاربرد دانش از طریق تاملات ذهنی	کاربردی	۵
			کاربرد مفاهیم علمی در زندگی روزمره		
۵	۳، ۶، ۷	ایجاد نگرش مثبت و انگیزه درونی، ارتقا پویایی و کاوش فراگیران، تقویت روحیه‌ی مشارکت و حس کنجکاوی، حمایت از تعاملات و کارهای گروهی، تحریک انگیزه‌ی یادگیری و ایجاد علاقه‌مندی بیشتر	انگیزه‌بخشی	عاطفی	۳
			تقویت نگرش مثبت		

طبق تجزیه، تحلیل و ترکیب انجام شده، اصلاح و کاهش کج‌فهمی‌های فراگیران در یادگیری شیمی دارای پنج مقوله‌ی اصلی می‌باشد که عبارتند از: ۱. ارزشیابی، که شامل ارزشیابی پیش‌آموخته‌ها و شناسایی کج‌فهمی‌ها و تصورات بدیل است، ۲. راهبردی، که شامل آشنایی آموزشگران با راهبردهای یادگیری، تغییر مدل ذهنی فراگیران، به‌کارگیری راهبردهای یادگیری اثربخش و اصلاح کج‌فهمی در نیل به موقعیت مطلوب است، ۳. نوآوری، که شامل به‌کارگیری قوه‌ی خلاقیت و نوآوری وترمیم و توسعه‌ی نظام‌مند دانش است، ۴. کاربردی، که شامل کاربرد دانش از طریق تاملات ذهنی و کاربرد مفاهیم علمی در زندگی روزمره است، و ۵. عاطفی، که شامل انگیزه‌بخشی و تقویت نگرش مثبت است.

مرحله‌ی ششم، کنترل کیفیت

به منظور اطمینان از کیفیت پژوهش و سنجش پایایی، علاوه بر خودبازبینی و بازنگری‌های مکرر توسط هر یک از نویسندگان به صورت جداگانه، از روش توافق دو نویسنده‌ی کدگذار نیز استفاده شد که توافق بالایی را نشان داد. در طی این فرآیند، جهت کنترلِ مفاهیم منتخب از مقایسه‌ی نظرات نویسندگان با پژوهشگر خبره در جهت اصلاح نظرات نیز استفاده شد. بدین منظور، تصحیحات مورد نیاز در فرآیند کدگذاری، طبقه‌بندی و تعیین مقوله‌ها بر اساس نظرات کارشناسیِ پژوهشگر کارآزموده انجام گرفت و کوشش شد که پژوهش بر طبق فرایندهای علمی انجام شود تا سوگیری‌های ممکن به کمترین میزان رسانده شود.

شکل ۳. مدل مفهومی مولفه‌های اصلاح بدفهمی‌ها در آموزش شیمی

مرحله‌ی هفتم، ارائه‌ی یافته‌ها

یافته‌های حاصل از فراترکیب حاضر، در قالب مدلی شامل ۵ مقوله‌ی ارزشیابی، راهبردی، نوآوری، کاربردی و عاطفی که در اصلاح کج‌فهمی‌های آموزش شیمی موثر هستند، ارائه گردید (شکل ۳).

بحث

پژوهش حاضر با هدف شناسایی الگوی اصلاح کج‌فهمی‌در آموزش شیمی، به پنج مقوله‌ی اصلی ارزشیابی، راهبردی، نوآوری، کاربردی و عاطفی دست یافته است. در این

مطالعه مقوله‌ی ارزشیابی، با یافته‌های پژوهش نقی زاده و سعادتی (۱۴۰۰) که به منظور کاهش کج‌فهمی فراگیران، شناسایی کج‌فهمی‌ها و تصورات نادرست علمی را موثر دانسته است، و همچنین با نتایج پژوهش عظمت و خدائی (۱۳۹۹) که بر اهمیت بالای تشخیص کج‌فهمی‌ها و مطرح نمودن پرسش در کلاس توجه داشته است همسو است. بعلاوه نتیجه‌ی پژوهش حاضر در حیطه‌ی ارزشیابی با یافته‌های پژوهش احمدی (۱۳۹۹) که بر پیش تصورات فراگیران و لزوم تصحیح کج‌فهمی‌های مفاهیم علمی، و تاثیر آن بر درک علمی سایر مفاهیم جدید اشاره دارد، همسو است. همچنین نتایج پژوهش منوچهری‌زاده (۱۳۹۹) که بر شناسایی کج‌فهمی‌های رایج و همچنین مفاهیمی که مستعد برداشت‌های اشتباه‌اند اشاره دارد، در بعد ارزشیابی با مطالعه‌ی حاضر همسو است. همچنین نتایج پژوهش‌های کابالس[1] و همکار (۲۰۲۰)؛ اوسه[2] و همکار (۲۰۱۹) نیز نشان می‌دهد، با توجه به اینکه فراگیر، دانش خود را مطابق با توانایی و تجربه‌های قبلی خود می‌سازد، اگر دانشِ قبلی فراگیر نادرست باشد در ابتدا باید این تصورات بدیل شناسایی و حذف شود که این یافته با نتایج مطالعه‌ی حاضر همسو است. در تبیین این حیطه باید به مهم‌ترین عامل تحقق یادگیری پایدار، که توجه به پیش‌دانسته‌های ذهنی فراگیران می‌باشد اشاره داشت. بنابراین توجه به حیطه‌ی ارزشیابی در تشخیص کج‌فهمی‌ها برای ارتقا یادگیری و فهم مفاهیم دشوار بسیار ضروری است.

از سوی دیگر، یافته‌های پژوهش حاضر در حیطه‌ی راهبردی، که شامل آشنایی معلمان با راهبردهای یادگیری، تغییر مدل ذهنی فراگیران، به‌کارگیری رویکردهای یادگیری اثربخش و اصلاح کج‌فهمی در نیل به موقعیت مطلوب است، با نتایج پژوهش همایی مقدم و همکاران (۱۴۰۰) که به بهره‌گیری از روش‌های تدریس متفاوت و شیوه بیان متناسب در درک درست مفاهیم تاکید دارد، همسویی دارد. بعلاوه، یافته‌های مطالعه‌ی حاضر در حیطه‌ی راهبردی با نتایج پژوهش نوری و همکاران (۱۳۹۸)، که بر استفاده از تجربیات آزمایشگاهی و عینی و تقویت مهارت‌ها به منظور پیشگیری از کج‌فهمی و همچنین تصحیح آنها توجه داشته است، همسو می‌باشد. همچنین پژوهش حقیقت (۱۳۹۹)، که مبتنی بر به‌کارگیری راهبردهای یادگیری و تاکید بر موقعیت‌های عملی و آموزش عینی است، با نتایج پژوهش حاضر در حیطه‌ی راهبردی همسو است. نتایج مطالعه‌ی حاضر در حیطه‌های راهبردی و عاطفی، با نتایج مطالعه‌ی یوسفی و همکاران (۱۳۸۸) که ادعا دارند، ارائه‌ی مطالب درسی از طریق روش تـدریس سخنرانی همراه با نمایش انیمیشن، منجر به کاهش میزان کج‌فهمی‌ها و ایجاد نگرش مثبت در درس شیمی می‌شود، همسو است. البته یافته‌های پژوهشی خدائی و

1. Caballes
2. Üce

سعادتی (۱۳۹۹) مبنی بر اینکه کج‌فهمی‌ها اغلب منشا زبانی دارند با نتایج مطالعه‌ی حاضر همسو نیست.

نتایج پژوهش حاضر در حیطه‌ی نوآوری، که شامل به‌کارگیری قوه خلاقیت و نوآوری، ترمیم و توسعه‌ی نظام‌مند دانش است با یافته‌های مهربان (۱۳۹۹) که مبنی بر درگیر نمودن فعالانه‌ی فراگیران، ایجاد تعامل و ساخت دانش با به‌کارگیری راهبردهای فعال یاددهی و یادگیری، انجام فعالیت‌های عملی، مشاهده حین آزمایش، پرسش و پاسخ و ساخت و اصلاح کج‌فهمی‌ها و بنا نمودن ساختارهای مفهومی در ذهن فراگیران می‌باشد همسویی دارد. از سویی نتایج پژوهش حقیقت (۱۳۹۹) که مبتنی بر درک مناسب و حل مسائل، سازنده‌گرایی و ایجاد معنا از طریق کسب تجربه و کشف شهودی است نیز با یافته‌های مطالعه‌ی حاضر در حیطه‌ی نوآوری همسو است. بعلاوه نتایج پژوهش بِندک[1] و همکاران (۲۰۲۱)، مبنی بر اینکه خلاقیت و نوآوری منجر به درک صحیح می‌شود و به اصلاحِ تصورات غلط فراگیران کمک می‌کند، با نتایج مطالعه‌ی حاضر در حیطه‌ی نوآوری همسو است.

یافته‌ی پژوهش حاضر در حیطه‌ی کاربردی که مبنی بر کاربرد دانش از طریق تاملات ذهنی و کاربرد مفاهیم علمی در زندگی روزمره است، با یافته‌های مطالعه‌ی خاکی و همکاران (۱۴۰۰) که مبتنی بر بسط، عینیت بخشی و محور قرار دادن مفاهیم دشوار و همچنین تفهیم عمیق مباحث است همسویی دارد. همچنین نتایج مطالعه‌ی حاضر در حیطه‌های کاربردی و راهبردی با یافته‌های بدریان (۱۳۹۵) که بر به‌کاربستن آموخته‌ها، کاربست فعالیت‌های عملی جهت مشاهده دقیق مفاهیم علمی و استفاده از رویکردها و روش‌های نوین آموزشی تاکید دارد، همسویی دارد. جهت تبیین حیطه‌ی کاربردی در مطالعه‌ی حاضر، بر نتایج پژوهش شوسمیت و همکاران (۲۰۲۰) که بر نیاز آموزش شیمی به ایجاد پیوندهای بسیار بین مفاهیم انتزاعی و سطح عمیقی از تفکر است، می‌توان اشاره کرد. همچنین نتایج پژوهش اسلَپنیکار[2] و همکاران (۲۰۱۸)، که بیانگر توجه آموزشگران به استفاده از راهبردهای آموزشی موثر و ملموس و جهت‌دهی‌های عملی برای جلوگیری از ایجاد باورهای غلط فراگیران است، با یافته‌های مطالعه‌ی حاضر در حیطه‌ی کاربردی همسویی دارد.

در نهایت نتایج مطالعه‌ی حاضر، در حیطه عاطفی که مبتنی بر انگیزه‌بخشی، و تقویت نگرش مثبت است با نتایج پژوهش احمدآبادی (۱۳۹۹)، که مبتنی بر به‌کارگیری روش‌های فعال، با هدف ایجاد انگیزه و شوق یادگیری و تشویق به انجام کارهای گروهی در کاهش کج‌فهمی‌ها است، همسو است. همچنین نتایج مطالعه‌ی حاضر در حیطه‌ی عاطفی با یافته‌های باقری و همکاران (۱۳۹۰) که بیانگر تاثیر مثبت مدل تغییر مفهومی بر نگرش

1. Benedek
2. Slapničar

و افزایش انگیزه درونی فراگیران در یادگیری شیمی می‌باشد، موافق است. همچنین نتایج پژوهش دیتا[1] و همکاران (۲۰۲۰) نیز که مبتنی بر تاثیر علاقه و انگیزه بر ارتقای یادگیری فراگیران است، با نتایج مطالعه‌ی حاضر در حیطه‌ی عاطفی همسویی دارد.

نتیجه‌گیری

اصلاح تصورات بدیل و کج‌فهمی‌های فراگیران در مراکز آموزشی، می‌تواند منجر به یادگیری اثربخش و ارتقای فرهنگ علمی جامعه شود. از آنجا که سنگ بنای یادگیری جدید، تصورات گذشته و پیش‌دانسته‌ها است، شناخت به موقع کج‌فهمی‌ها و بکاربردن راهبردهای مؤثر در اصلاح یا کاهش آنها در علم دشواری مانند شیمی بسیار ضروری است. مطالعه‌ی حاضر برای پاسخ به این سوال که روش‌های موثر بر اصلاح کج‌فهمی‌ها چه دستاوردهایی برای مدرسان و معلمان در آموزش مفاهیم شیمی داشته است، از رویکرد فراترکیب استفاده نموده است. بنابراین از میان تمامی اسناد موجود در ایران در زمینه‌ی کج‌فهمی، ۷ سندِ منتخب که با معیارها انطباق داشت بررسی گردید و پس از تجزیه، تحلیل و ترکیبِ اسناد، مدلی با ۴۷ مفهوم، ۱۲ مقوله و ۵ مقوله‌ی هسته‌ای معرفی شد. مقوله‌های هسته‌ایِ شناسایی شده شامل حیطه‌های ارزشیابی، راهبردی، نوآوری، کاربردی و عاطفی است که هر یک شامل مقوله‌ها و مفاهیم مرتبط می‌باشند. بر اساس یافته‌های این مطالعه، با به‌کارگیری رویکردهای موثر بر اصلاح کج‌فهمی مدرسان و معلمان می‌توانند هم‌راستا با شناسایی و اصلاح کج‌فهمی‌ها، نیازهای پیشرفت تحصیلی فراگیران مانند ارزشیابی و نیازهای عاطفی را تشخیص بدهند و منجر به یادگیری موثر و ارتقای فرهنگ علمی جامعه شوند. پیشنهاد می‌شود که آموزشگران با اختصاص زمان کافی و شناخت به موقع کج‌فهمی‌ها و اتخاذ شیوهای تدریس مناسب، به آموزش مباحث دشوار کتابهای شیمی بپردازند. همچنین به برنامه‌ریزان آموزشی و نویسندگان کتاب‌های شیمی و تدوین‌کنندگان سرفصل‌ها و واحدهای درسی پیشنهاد می‌شود، به مفاهیم مستعد برای ایجاد مفاهیم بدیل توجه بیشتری نشان بدهند تا حتی‌المقدور از بروز کج‌فهمی‌ها جلوگیری شود. در این خصوص انجام مطالعات مشابهی در حوزه‌های دیگر علمی پیشنهاد می‌شود.

تشکر و قدردانی

از تمام پژوهشگرانی که از مطالعات آنان در پژوهش حاضر استفاده گردید، صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

1. Ditta

منابع

۱. احمدآبادی، زهرا (۱۳۹۹). بررسی کج‌فهمی‌ها در پیوندهای شیمیایی براساس الگوی تفکر چند سطحی جانستون. پژوهش در آموزش شیمی، دوره ۲، شماره ۱، صفحه ۲۵-۴۰.

۲. احمدی، یاور (۱۳۹۹). کج‌فهمی‌های معلمان مدارس ابتدایی شهرستان مرند در مورد حالت‌های فیزیکی ماده. پژوهش در آموزش شیمی، دوره ۲، شماره ۱، صفحه ۵۷-۶۷.

۳. اکبری دیلماقی، کریم، و پورمحمود حصار، علی، و الهام، هادی (۱۳۹۷). کاربست رویکردهای آموزشی زمینه محور مبتنی برکاوشگری و آزمایشگاه مجازی برای اصلاح کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در مبحث اسید و باز. دانشگاه ارومیه- دانشکده شیمی. رساله دکتری تخصصی.

۴. اکبری، فرشته، و صباغان، مریم، و صدق پور، صالح (۱۳۹۱). مدل‌یابی نقشه مفهومی در آموزش آلکان‌ها در شیمی آلی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. تهران: دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی. دانشکده علوم پایه.

۵. باقری، ندا، و کرمی‌گزافی، علیرضا، و صدرالاشرافی، مسعود (۱۳۹۰). استفاده از مدل تغییر مفهومی در راستای کاهش کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان دختر مقطع پیش دانشگاهی میان جلگه نیشابور در موضوع الکتروشیمی به منظور ارتقا سطح دانش و نگرش آنان در سال تحصیلی ۹۰ -۸۹. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. تهران: دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی. دانشکده علوم پایه.

۶. بدریان، عابد (۱۳۹۵). بررسی تصورات و کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان پایه سوم ابتدایی درباره پدیده‌های تبخیر و میعان. فصلنامه علمی پژوهشی تعلیم و تربیت، دوره ۳۲، شماره ۲، صفحه ۸۷-۱۱۲.

۷. بدریان، عابد، و السادات شکرباغانی، اشرف، و پور اسکندری، رامین (۱۳۹۲). بررسی کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان پایهٔ پنجم ابتدایی دربـارهٔ مفهوم گرمـا و دمـا. *نوآوری‌های آموزشی، دوره ۱۲، شماره ۴، صفحه ۹۳-۱۱۰.*

۸. بدریان، عابد، و صفری، پریوا (۱۳۹۵). بررسی تصورات و کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی درباره مفهوم انرژی. فصلنامه علمی پژوهشی خانواده و پژوهش، دوره ۱۳، شماره ۱، صفحه ۱۱۷-۱۳۷.

۹. جمالی، مریم، و صادق زاده قمصری، علیرضا، و صالحی امیری، سیدرضا، و فرمهینی فراهانی، محسن (۱۳۹۸). بررسی وضعیت موجود مدیریت ارتقای سواد فرهنگی در آموزش و پرورش ایران. راهبرد اجتماعی فرهنگی، دوره ۸، شماره ۲۳، ۳۱-۵۱.

۱۰. حقیقت، حمیده، و فتحی نیا، مهرانگیز (۱۳۹۹). کاربرد نظریه های یادگیری در آموزش شیمی. *پژوهش در آموزش شیمی، دوره ۲، شماره ۱، صفحه ۵-۲۳.*

۱۱. خاکی، مطهره، و زمانی، الهام، و امینی، زهرا (۱۴۰۰). بررسی کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان دوره متوسطه در یادگیری موضوع ترمودینامیک. پژوهش در آموزش شیمی، دوره ۳، شماره ۱، صفحه ۱۹-۴۰.

۱۲. خدائی، علیرضا، و سعادتی، مسعود (۱۳۹۹). مطالعه و بررسی درک دانشجو معلمان رشته آموزش فیزیک از مفاهیم مرتبط با قانون پایستگی جرم و استوکیومتری و استخراج کج‌فهمی‌های آن‌ها. پژوهش *در آموزش شیمی، دوره ۱، شماره ۴، صفحه ۵۱-۷۲.*

۱۳. زمانی، کوثر، و امانی، وحید (۱۳۹۸). مروری بر کاربرد نرم افزارهای نقشه مفهومی در تسهیل و بهبود

کیفیت آموزش و یادگیری شیمی. پژوهش در آموزش شیمی، دوره ۱، شماره ۱، صفحه ۱۵-۳۴.
۱۴. سعادتی، مسعود (۱۳۹۷). مطالعه و بررسی میزان درک دانشجومعلمان رشته آموزش شیمی درباره مفاهیم مربوط به الکتروشیمی و مقایسه نتایج آن با دانش‌آموزان دوره متوسطه. پویش در آموزش علوم پایه، دوره ۴، شماره ۱۰، صفحه ۷۱-۸۵.
۱۵. سعادتی، مسعود (۱۳۹۸). مطالعه و شناسایی کج‌فهمی‌های دانشجومعلمان پسر رشته آموزش ابتدایی در مورد تفاوت ویژگی‌های ذرات سازنده مواد در حالت‌های فیزیکی مختلف. پژوهش درآموزش شیمی، دوره ۱، شماره ۳، صفحه ۹۷-۱۲۹.
۱۶. سلیمانی، خدیجه، و عبودی، جلال، و خجسته، ویدا (۱۳۹۹). بهبود علاقه دانش‌آموزان در درس شیمی و آزمایشگاه با ارائه و ارتقای مهارت کار گروهی و عملی. پژوهش در آموزش شیمی، دوره ۲، شماره ۳، صفحه ۳۷-۴۸.
۱۷. سیف، علی اکبر (۱۳۹۸). روانشناسی پرورشی نوین (روانشناسی یادگیری و آموزش). تهران: نشر دوران، چاپ ۱۷.
۱۸. صابری نجف‌آبادی، ملیحه (۱۳۹۴). ترویج فرهنگ ایرانی و اسلامی در موزه‌های اکتشافی علم. ترویج علم. دوره ۶، شماره ۱، صفحه ۲۱-۳۵.
۱۹. صادقی، رقیه، و معظمی، مجتبی، و هاشمی، محمود، و کاوسی، اسمعیل، و میراسماعیلی، بی بی سادات (۱۴۰۰). ارئه الگوی توانمندسازی فناورانه نومعلمان دوره ابتدایی شهر تهران. ترویج علم. دوره ۱۲، شماره ۱، صفحه ۱۰۵-۱۲۷.
۲۰. عبداله میرزائی، رسول، و کوهی فائق، امراله، و الله ارشدی، نعمت (۱۳۹۴). کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در یادگیری مفاهیم الکتروشیمی در دبیرستان. *نوآوری‌های آموزشی*، دوره ۱۴، شماره ۴، صفحه ۱۲۴-۱۴۹.
۲۱. عظمت، جعفر، و خدائی، علیرضا (۱۳۹۹). بررسی کج‌فهمی‌های رایج دانش‌آموزان در مفاهیم مرتبط با پیوندهای شیمیایی. *پژوهش در آموزش شیمی، دوره ۱، شماره ۴، صفحه ۷۳-۸۹.*
۲۲. قدیمی، اکرم (۱۳۹۶). معرفی بسته برنامه‌های مربوط به آگاه‌سازی در خصوص ترویج علم و نقشه جامع علمی کشور. ترویج علم. دوره ۸، شماره ۱، صفحه ۵-۲۵.
۲۳. کبیری، محمد جواد، و انارکی فیروز، اعظم، و صالح صدق پور، بهرام (۱۳۹۵). بررسی اثربخشی روش‌های تدریس پاژیل و نقشه مفهومی بر کاهش کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در مبحث آنتروپی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. تهران: دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی. دانشکده علوم-پایه.
۲۴. کشاورز، الهه (۱۳۹۹). اصلاح کج‌فهمی بر به‌کارگیری راهبردهای تدریس مطلوب در آموزش اثربخش مفاهیم شیمی موجود در کتاب‌های علوم ابتدایی. طرح فرصت پژوهشی.
۲۵. منافی شرف آباد، کاظم، و زمانی، الهام. (۱۳۹۱). نقش نظام آموزش و پرورش در توسعه فرهنگی جامعه. *نشریه مهندسی فرهنگی*. ۷۴-۷۳.
۲۶. منوچهری‌زاده، الهام (۱۳۹۹). شناسایی کج‌فهمی‌های دانشجومعلمان علوم تربیتی دانشگاه

فرهنگیان درباره‌ی مفاهیم گرما و دما و مقایسه‌ی نتایج آن با رشته‌ی تحصیلی دبیرستانی آن‌ها. پویش در آموزش علوم پایه، دوره ۶، شماره ۲۰، صفحه ۳۶-۵۱.

۲۷. مهربان، زهرا (۱۳۹۹). بدفهمی‌های دانش‌آموزان در علوم تجربی دوره اول ابتدایی و نقش آموزگاران در شناسایی و اصلاح آن‌ها. فصلنامه علمی- پژوهشی تعلیم و تربیت، دوره ۳۶، شماره ۱، صفحه ۱۲۵-۱۵۲.

۲۸. نقی‌زاده سرابی، میرعلی، و سعادتی، مسعود (۱۴۰۰). بررسی مطالعات انجام شده درباره کج‌فهمی‌های رایج دانش‌آموزان در مورد برخی مفاهیم متداول علوم تجربی دوره ابتدایی. *پژوهش در آموزش شیمی، دوره ۳، شماره ۲، صفحه ۳۷-۵۲.*

۲۹. نوری، رضا، و حسینی، امیر مسعود، و امانی، وحید (۱۳۹۸). بررسی کج‌فهمی‌های رایج دانش‌آموزان دوره‌ی دوم متوسطه و دانشجو معلمان رشته‌ی آموزش شیمی در مفاهیم سینتیک شیمیایی، جرم اتمی– مول و انحلال پذیری و مقایسه آن‌ها با یکدیگر. پویش در آموزش علوم پایه، دوره ۵، شماره ۱۵، صفحه ۱-۱۳.

۳۰. نوری، رضا، و رحیمی مروئی، رامین (۱۴۰۰). استفاده از بازی در آموزش شیمی آلی. پژوهش در آموزش شیمی، دوره ۳، شماره ۱، صفحه ۱۰۱-۱۲۳.

۳۱. همایی مقدم، عاطفه، و شاهوند، منا، و صادقی حاجی بابا، سیده شقایق (۱۴۰۰). بررسی کج‌فهمی دانش‌آموزان دوره‌ی دوم متوسطه درباره مفاهیم مول و جرم اتمی. *پژوهش در آموزش شیمی، دوره ۳*، شماره ۱، صفحه ۵۷-۷۴.

۳۲.یوسفی، محمد رضا، و کرمی‌گزافی، علیرضا، و یونسی، جلیل (۱۳۸۸). بررسی تاثیر روش‌های مختلف ارائه‌ی مطالب مبحث تعادلات شیمیایی و استفاده از قانون تعادل شیمیایی و اصل لوشاتلیه بر میزان کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. تهران: دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی. دانشکده علوم پایه.

33 .Allen ,M .(2014) .*Misconceptions in Primary Science .New* York :Open University Press2 ;nd Revised ed .Edition.

34 .Allen ,M .)2010(.*Misconceptions in Primary Science. Berkshire, England: Open University Press, McGraw-Hill education.*

35. Benedek, M., Karstendiek, M., Ceh, S. M., Grabner, R. H., Krammer, G., Lebuda. I., Silvia, P. J., Cotter, K. N., Li. Y., Hu, W., Martskvishvili, K., Kaufman, J. C. **(2021). Creativity Myths: Prevalence and Correlates of Misconceptions on Creativity. Personality** *and Individual Differences. 182(2): 111068.*

36. Caballes, D. G., Abenes, F. M. D. (2020). Misconceptions in Chemistry of High School Teachers and its Origin. *International Journal of Knowledge Engineering and Data Mining. 12(3): 48-54.*

37. Christopher Smith. K., Villarreal, S. (2015). Using Animations in Identifying General Chemistry Students' Misconceptions and Evaluating their Knowledge Transfer Relating to Particle Position in Physical Changes. *Chemistry Education Research*

*and Practice, 16(2).*273-282 :

38 .Ditta ,A .S ,.Strickland-Hughes ,C .M ,.Cheung ,C ,.Wu ,R .(2020) .Exposure to information increases motivation to learn more .*Learning and Motivation. 72: 101668.*

39. Gilbert, J. K., Treagust, D. (2009). *Multiple Representations in Chemical Education. Springer Dordrecht.*

40. Gönen, S., Kocakaya, S. (2010). A Cross -Age Study on the Understanding of Heat and Temperature. Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education, 2(1): .1-15

41 .Johnstone ,A .H .(2000) .Teaching of Chemistry -Logical or Psychological? *Chemistry Education Research and Practice, 1(1).*9-15 :

42 .Sandelowski ,M ,.Barroso ,J .)2007(.*Handbook for Synthesizing Qualitative Research. New York: Springer.*

*43. Shoesmith, J., Hook, J. D., Parsons, A. F., Hurst, G. A. (2020). Organic Fanatic: A Quiz-Based Mobile Application Game to Support Learning the Structure and Reactivity of Organic Compounds. Journal of Chemical Education, 97(8).*2314-2318 :

44 .Siswaningsih ,W ,.Firman ,H ,.Assadi ,Z & ,.Khoirunnisa ,A .(2017) .Development of Two-Tier Diagnostic Test Pictorial-Based for Identifying High School Students Misconceptions on the Mole Concept. *In Journal of Physics: Conference Series, 812(1).*

45. Slapničar, M., Tompa, V., Glažar, S. A., Devetak, I. (2018). Fourteen-year-old Students' Misconceptions Regarding the Sub-micro and Symbolic Levels of Specific Chemical Concepts. *Journal of Baltic Science Education. 17(4): 620-632.*

46. Üce, M., & Ceyhan, İ. (2019). Misconception in Chemistry Education and Practices to Eliminate Them: Literature Analysis. *Journal of Education and Training Studies*. 7(3): 202-208.

47. Zhang, Z., Muktar, P., Ong, C. I. W., Lam, Y., & Fung, F. M. (2021). CheMakers: Playing a Collaborative Board Game to Understand Organic Chemistry. *Journal of Chemical Education, 98(2).*530-534 :