دانشگاه فرهنگیان *Farhangian University*
فصلنامه پویش در آموزش علوم پایه *Quarterly Journal of Education in Basic Sciences*
دوره نهم، شماره ۳۱، تابستان ۱۴۰۲ *Volume 9, Issue 30, Spring, 2023*

بررسی کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان دوره متوسطه در یادگیری مفاهیم گرماشیمی

یاور احمدی[۱]، محمد صالحی اول[۲]، امیرمحمد بهرامی مداح[۲]

دریافت: ۱۴۰۲/۳/۱۸ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۱۹

چکیده

کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در زمینه‌ی گرماشیمی ریشه در عوامل متعددی دارد که شناسایی و بررسی این عوامل می‌تواند در رفع آن‌ها مؤثر باشد. در این مقاله که به روش تحلیلی-توصیفی صورت گرفته است، ابتدا یافته‌های حاصل از تحقیق پژوهشگران کشورهای مختلف در زمینه‌ی کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در گرماشیمی مورد بررسی قرار گرفت و سپس با طرح پرسش‌نامه‌ای شامل ۱۰ سؤال (چندگزینه‌ای، صحیح و غلط و تشریحی) و قرار دادن آن در اختیار ۶۴ نفر از دانش‌آموزان پسر پایه‌ی یازدهم ریاضی دبیرستان نمونه دولتی طالقانی ناحیه ۴ شهر تبریز در سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۱، به قلم تحریر درآمده است. بر اساس نتایج به دست آمده، این‌گونه برآورده شد که بیشتر دانش‌آموزان در درک مفاهیم گرماشیمی دچار کج‌فهمی هستند و این مفاهیم را به‌طور کامل نیاموخته‌اند و این امر ممکن است منجر به اشتباهات متعدد در حل مسائل شیمی شود. بنابراین با انجام این پژوهش، سعی براین بود که کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان مشخص شود تا معلمان در حین تدریس، راهکارهایی را برگزینند که این‌گونه کج‌فهمی‌ها را به حداقل برسانند.

کلمات کلیدی: کج‌فهمی، آموزش شیمی، گرماشیمی ، شیمی‌فیزیک.

[۱] گروه آموزش شیمی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۸۸۹-۱۴۶۶۵ تهران، ایران، نویسنده مسئول، Y.ahmadi@cfu.ac.ir

[۲] دانشجوی کارشناسی آموزش شیمی، گروه آموزش شیمی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران.

مقدمه

مطالعات صورت‌گرفته در مورد ماهیت و محیط یادگیری نشان می‌دهد که پژوهش‌های صورت گرفته در این زمینه، بیشتر روی عوامل بیرونی مؤثر بر یادگیری مانند روش‌های تدریس، راهبردها، صلاحیت‌های معلمان، کتاب‌های درسی، محتواهای آموزشی و محیط کلاسی متمرکز شده‌اند. با این حال باید توجه داشت که فراگیران نیز از فرایند یادگیری مجزا نیستند و مغز آن‌ها را نمی‌توان به صورت ظرف‌هایی خالی در نظر گرفت که به وسیله‌ی معلم پر می‌شود. دانش‌آموزان یک سلسله فرضیات و تصورات قبلی و یا پیش دانسته‌ها دارند که به آنان در درک جهان پیرامونشان کمک می‌کند؛ ولی این پیش‌دانسته‌ها از منظر علمی درست نیستند. پژوهشگران تعلیم و تربیت این تصورات نادرست را کج‌فهمی نامیده‌اند (میرزایی، کوه کج‌فهمی زمانی رخ می‌دهد که درک فرد از موضوعی با مفهوم و ماهیت درست آن یکسان نباشد. اشتراک کج‌فهمی در سراسر فرهنگ‌ها و جوامع مختلف نشان می‌دهد که اثرات خارجی مانند شیوه‌های آموزشی، کتاب‌های درسی و اتکای بیش از حد زبان روزمره را باید به عنوان منابع بالقوه سوء تفاهم در نظر گرفت (انارکی و همکاران، ۱۳۹۴). بسیاری از تصورات ذهنی دانش‌آموزان نتیجه‌ی تجربه‌های روزانه، مشاهده‌ی پدیده‌های علمی و کاربرد علم و فناوری در زندگی انسان‌هاست و زمانی که در کلاس درس درباره آن‌ها صحبت می‌شود، می‌تواند به عنوان پیش تصور یا یادگیری پیشین نمایان شده و بر فرایند یاددهی-یادگیری تاثیر بگذارد. تصورات بدیل و غیر علمی دانش‌آموزان از عوامل مهمی هستند که مانع یادگیری معنی‌دار و اثربخش شده و بر تداوم یادگیری در پایه‌های بالاتر نیز تاثیر منفی می‌گذارد (گونن[۱] و کوجاکایا[۲]، ۲۰۱۰).

ویژگی اصلی کج‌فهمی‌ها این است که دانش‌آموزان تعاریف جایگزین را برای مفاهیم مورد مطالعه ایجاد می‌کنند و بسیاری از آن‌ها به این کج‌فهمی‌ها به عنوان یک واقعیت علمی اعتقاد دارند و تغییر چنین اعتقاداتی بسیار سخت است (باشر[۳]، ۲۰۱۸). بسیاری از محققان معتقد هستند که در فرآیند یادگیری، دانش‌آموزان با استفاده از تجربیات، ساختارهای ذهنی، توانایی‌ها و باورهای خود، دانش جدید را سازماندهی می‌کنند و از این طریق دانش جدید را می‌سازند (نخله[۴]، ۱۹۹۲؛ آزبورن و فریبرگ[۵]، ۱۹۹۶).

دانش‌آموزان تصورات قبلی زیادی در مورد موضوعات علوم دارند. ذهن دانش‌آموزان جعبه‌های خالی نیست که معلمان آن را با دانش پر کنند. وقتی دانش‌آموزان وارد کلاس می‌شوند، تصورات، باورها و ایده‌های زیادی در مورد پدیده‌های علمی دارند. آن‌ها از این ایده‌های غیررسمی برای معنا بخشیدن به جهان استفاده می‌کنند و از دانش قبلی خود در تمام زندگی خود استفاده می‌کنند (نخله[۶]، ۱۹۹۲). این ایده‌های غیررسمی به‌عنوان «پیش‌برداشت‌ها» (نواک[۷]، ۱۹۷۷)، «مفاهیم جایگزین» (درایور و اریکسون[۸]، ۱۹۸۳) و یا «کج‌فهمی‌ها» (نخله، ۱۹۹۲) توصیف و نام‌گذاری شده‌اند.

معلمان می‌توانند به خاطر عواملی از جمله عدم آگاهی در مورد مفاهیمی که باید آموزش داده شود، پس زمینه تخصصی آموزشی و تجربه تدریس معلمان، منبع درک غلط دانش‌آموزان در درک زمینه‌های علمی باشند. معلمان باید نه تنها چیزی فراتر از تسلط خالی بر موضوع ماده باشند، بلکه باید بتوانند کج‌فهمی‌ها را تشخیص دهند و راهبردهای یادگیری برای کمک به دانش‌آموزان در مقابله با بدفهمی‌ها و تبدیل آن‌ها به مفاهیم علمی را طراحی کنند (احمدی، ۱۳۹۹). کج‌فهمی‌های شناسایی‌شده می‌تواند در بهبود روش‌های یاددهی-یادگیری و طراحی محتوای آموزشی مناسب مورد استفاده قرارگیرد (امانی و اکبرپور گنجه، ۱۴۰۰). استفاده از تجربیات آزمایشگاهی و عینی و همچنین تقویت مهارت‌های ریاضی به منظور پیشگیری و تصحیح کج‌فهمی مناسب می‌باشد (امانی و دیگران، ۱۳۹۸).

---

۱ Gonen
۲ Kocakaya
۳ Basheer
۴ Nakhleh
۵ Osborne & Freyberg
۶ Nakhleh
۷ Novak
۸ Driver & Erickson

برخی از دلایل به وجود آمدن کج‌فهمی‌ها را می‌توان در مشکلات موجود در نحوه‌ی استفاده کلمات، عبارات و اصطلاحات خاص ردیابی کرد. علی‌الخصوص هنگام معرفی مفاهیم مواد، ذراتی که از آن‌ها تشکیل می‌شوند و نمادهای شیمیایی که برای نمایش آن‌ها استفاده می‌شوند. در اشاره به تأثیر کتاب‌های درسی شیمی بر کج‌فهمی‌ها در مبحث پیوند شیمیایی، باید به مفاهیم قلمرو الکترونی برای پیوندهای ایجاد شده، الکترون‌های لایه‌ی ظرفیت هر اتم، شیوه‌ی ایجاد پیوند داتیو، مفهوم الکترونگاتیوی، مفهوم بار قراردادی و ... اشاره کرد که به هر یک از این مفاهیم در کتب درسی شیمی یا اشاره نشده و یا اشاره‌ای مختصر به آن‌ها شده است (عظمت و خدائی، ۱۳۹۸).

یادگیری علم از جمله موضوعات شیمی، زیست شناسی، فیزیک و... همواره مورد توجه محققان بوده و تلاش برای یافتن دلایل مشکلات یادگیری علم از سال‌های نسبتاً طولانی در منابع علمی گزارش شده است. بسیاری از محققان سعی کرده‌اند به این سئوال پاسخ دهند که چرا یادگیری علم دشوار است؟ آن‌ها در مطالعه‌ی خود به این نتیجه رسیدند که بخشی از مشکلات یادگیری علم به ماهیت علم و بخشی دیگر به روش‌های تدریس علوم مربوط می‌شود (جانستون[۱]، ۱۹۹۱). از آن‌جایی که علوم تجربی دارای مباحث مفهومی است و بیشتر بحث‌های آن مربوط به مسائل نامرئی است، احتمال ایجاد کج‌فهمی از مفاهیم علوم تجربی در بین دانش‌آموزان و دانشجومعلمان و حتی معلمان وجود دارد (سعادتی، ۱۳۹۷).

یادگیری شیمی به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخه‌های علوم همیشه مورد توجه محققان بوده است. به‌ویژه دشواری یادگیری شیمی از گذشته‌های دور توسط پژوهشگران مورد بررسی قرار گرفته (اتو[۲]، ۱۹۳۳) و هنوز هم موضوع بحث متخصصان آموزش شیمی است (سیرهان[۳]، ۲۰۰۷). این نگرانی را بسیاری از محققان دارند و تلاش‌های زیادی برای حل این مشکل انجام شده است (نخله، ۱۹۹۲؛ جانستون، ۲۰۰۰). در کنار دشواری‌های یادگیری ناشی از ماهیت ذاتی علم شیمی از جمله انتزاعی بودن مفاهیم آن، نقش معلمان شیمی در بهبود یادگیری دانش‌آموزان بسیار مهم است، اما متأسفانه خود معلمان در درک بسیاری از مفاهیم شیمی دچار مشکل هستند. بر اساس یافته‌های برخی پژوهش‌ها تعداد قابل توجهی از معلمان علوم دارای نسبت بالایی کج‌فهمی در زمینه‌ی مفاهیم مرتبط با شیمی هستند (چینگ یانگ چو[۴]، ۲۰۰۲). بر اساس گزارشات منتشر شده در منابع علمی، مفاهیم بسیاری در شیمی جود دارند که مشخص شده است دانشجومعلمان یا معلمان مشغول به خدمت در درک درست آن‌ها دارای مشکلاتی بوده‌اند. از جمله این مفاهیم می‌توان به مفاهیم مرتبط با شیمی محلول‌ها (اوزدن[۵]، ۲۰۰۹)، مفهوم تبخیر و فشار بخار (جانپولات[۶]، ۲۰۰۶)، مفهوم اثر گلخانه‌ای (چلیکلر[۷]، ۲۰۱۴)، مفهوم گشتاور و نیرو (بایراکدار[۸]، ۲۰۰۹) و تفاوت بین ضایعات سلولی و ضایعات گوارشی (چکن[۹]، ۲۰۱۴) اشاره کرد.

گرما و دما دو کمیت مرتبط به یکدیگرند، اما این به معنای آن نیست که هر دو دقیقاً یک کمیت و به یک معنا هستند. دما را نباید با گرما که شکلی از انرژی است یکی دانست. دما میزان سرعت اتم‌ها و مولکول‌های یک جسم را نشان می‌دهد. در حالی که گرما نه تنها نشان‌دهندهٔ سرعت حرکت اتم‌ها و مولکول‌هاست بلکه تعیین‌کننده‌ی تعداد اتم‌ها و مولکول‌هایی است که تحت تأثیر آن قرار گرفته‌اند. همچنین انرژی گرمایی می‌تواند منتقل شود، بدون این که دمای جسم تغییر نماید. به عنوان مثال در تبدیل یخ صفر درجهٔ سلسیوس به آب صفر درجهٔ سلسیوس، انرژی یا گرمای سیستم افزایش می‌یابد؛ در حالی که دمای جسم ثابت است (سوزبیلیر[۱۰]، ۲۰۰۳). از آن جا که در برنامه‌های درسی علوم تجربی دوره‌های مختلف تحصیلی، آموزش مفهوم گرما و دما از پایه‌ی اول ابتدایی تا سطوح بالاتر دورهٔ متوسطه در قالب مباحث پیشرفته‌ای چون ترمودینامیک و ترموشیمی آموزش داده می‌شود، کشف کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان و سپس تلاش برای اصلاح آن‌ها

---

۱ Johnstone
۲ Otto
۳ Sirhan
۴ Ching-yang Chou
۵ Özden
۶ Canpolat
۷ Çelikler
۸ Bayraktar
۹ Ceken
۱۰ Sozbilir

از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است (بدریان و همکاران، ۱۳۹۲). از آن جا که مفهوم گرما یکی از مفاهیم اصلی در آموزش علوم تجربی به ویژه فیزیک و شیمی تلقی می‌شود و درک بسیاری از پدیده‌های فیزیکی و شیمیایی منوط به درک درست چنین مفهومی است. دانش‌آموزان باید با استفاده از این مفهوم، خواص فیزیکی و شیمیایی مواد، رفتار مواد ساده و مرکب، تغییر حالت مواد، تأثیر تغییر دما بر مواد، رفتار ماده در حالت انفرادی و تجمیع یافته، انرژی جنبشی و انواع حرکت ماده را مورد بررسی قرار دهند (نیاز[1]، ۲۰۰۶).

دانش‌آموزان مقاطع مختلف ابتدایی، متوسطه اول (راهنمایی) و متوسطه دوم (دبیرستان)، همگی در مباحث گرما و گرماشیمی دارای کج‌فهمی هستند. درک مفهومی گرما و دما و تفاوت بین این دو مشکلی است که از طرف برخی از دانش‌آموزان دیده می‌شود اما مورد کاربست دادن آن و ارتباط دادن آن با کمیت‌های مختلف مثل جرم و دما مشکلی است که فراگیرتر از مشکل قبلی است. تصورات از پیش تعیین‌شده دانش‌آموزان، انتزاعی بودن مطالب، عدم ارائه مناسب درس به دانش‌آموزان توسط معلم، عدم رعایت پیش‌نیازها، عدم سواد علمی و آموزشی معلم، عدم آشنایی معلم با کج‌فهمی‌های رایج دانش‌آموزان در مباحث و ... از دلایل به وجود آمدن و رشد کج‌فهمی‌ها در دانش‌آموزان مقاطع مختلف محسوب می‌شود (صالحی اول و سرباز مولان، ۱۴۰۲).

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع تحلیلی – توصیفی می‌باشد که برای جمع‌آوری اطلاعات، از پرسشنامه‌ای حاوی ۱۰ سؤال چندگزینه‌ای، صحیح و غلط و تشریحی استفاده شده است. سوالات مربوط به پژوهش در جدول ۱ آورده شده است. جامعه آماری پژوهش، ۶۴ نفر از دانش‌آموزان پسر پایه‌ی یازدهم ریاضی دبیرستان نمونه دولتی طالقانی ناحیه ۴ شهرتبریز در سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۰، از سه کلاس بودند. از ۶۴ پرسشنامه‌ی جمع‌آوری شده، ۷ پرسشنامه فاقد اطلاعات مفید بود و کنار گذاشته شد. در نتیجه ۵۷ پرسشنامه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. با توجه به اینکه داوطلبان همگی از رشته ریاضی بودند؛ بنابراین همه‌ی آن‌ها مباحث گرماشیمی و گرما را در فیزیک سال دهم خوانده بودند. همچنین آن‌ها فصل دوم شیمی یازدهم، مربوط به مبحث گرماشیمی را نیز خوانده بودند. دانش‌آموزان بدون اطلاع قبلی و به صورت حضوری در کلاس درس به پرسشنامه جواب دادند و اطلاعات استخراج شده مورد تجزیه و تحلیل اولیه شده و سپس کدگذاری گردید.

جدول ۱. سوالات پرسشنامه

۱) انرژی گرمایی از ویژگی‌های یک نمونه ماده است. صحیح ☐ غلط ☐

۲) گرما از ویژگی‌های یک نمونه ماده است. صحیح ☐ غلط ☐

۳) واکنش اکسایش گلوکز در بدن گرماده است و باعث افزایش محسوس دمای بدن می‌شود.

صحیح ☐ غلط ☐

۴) ظرفیت گرمایی به کدام یک از کمیت‌های زیر وابسته است؟ (امکان انتخاب بیش از یک گزینه وجود دارد)

دما ☐ فشار ☐ نوع ماده ☐ مقدار ماده ☐

۵) ظرفیت گرمایی ویژه به کدام یک از کمیت‌های زیر وابسته است؟ (امکان انتخاب بیش از یک گزینه وجود دارد)

دما ☐ فشار ☐ نوع ماده ☐ مقدار ماده ☐

[1] Niaz

۶) رابطه‌ی ریاضی بین «ظرفیت گرمایی ویژه» و «ظرفیت گرمایی مولی» را بنویسید.

۷) آیه رابطه‌ی «$c_{\text{ویژه}} < c_{\text{مولی}}$» همواره برای همه مواد درست است؟ چرا؟

۸) آیه رابطه‌ی «$C > c_{\text{ویژه}}$» همواره درست است؟ چرا؟

۹) گرمای مبادله شده در واکنش‌های شیمیایی ناشی از کدام یک از موارد زیر است؟ (فقط یک گزینه)

فقط تفاوت انرژی گرمایی میان مواد واکنش‌دهنده و فراورده □

فقط تفاوت انرژی پتانسیل میان مواد واکنش‌دهنده و فراورده □

عمدتاً تفاوت انرژی گرمایی میان مواد واکنش‌دهنده و فراورده □

عمدتاً تفاوت انرژی پتانسیل میان مواد واکنش‌دهنده و فراورده □

هم انرژی گرمایی و هم انرژی پتانسیل میان مواد واکنش‌دهنده و فراورده □

۱۰) گرمای یک واکنش به کدام یک از کمیت‌های زیر وابسته است؟ (امکان انتخاب بیش از یک گزینه وجود دارد)

دما □ نوع مواد واکنش دهنده □ نوع فراورده □

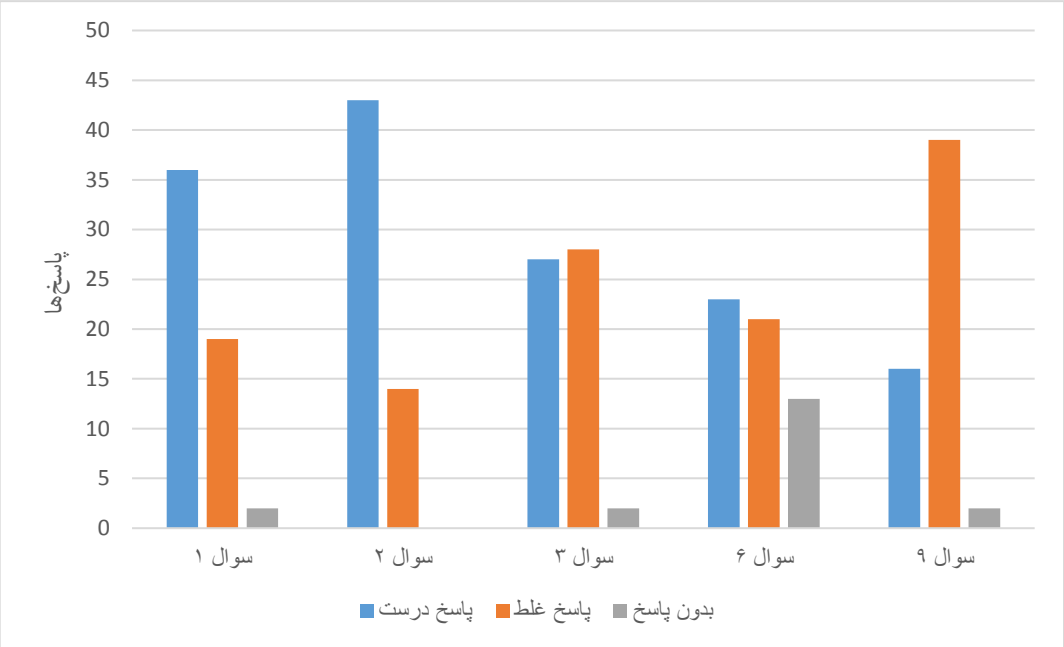
فشار □ مقدار مواد واکنش دهنده □ حالت فیزیکی مواد شرکت کننده در واکنش □

یافته‌های پژوهش

جهت تجزیه و تحلیل پاسخ‌های دانش‌آموزان، پاسخ سؤالات ۱، ۲، ۳، ۶، و ۹ پرسشنامه به سه گروه پاسخ درست، پاسخ غلط و بدون پاسخ تقسیم شد.

جدول ۲.پاسخ دانش‌آموزان به سؤالات ۱، ۲، ۳، ۶ و ۹ پرسشنامه

شماره سؤال	پاسخ درست	پاسخ غلط	بدون پاسخ	درصد پاسخ درست
۱	۳۶	۱۹	۲	۶۳/۱۶
۲	۴۳	۱۴	۰	۷۵/۴۴
۳	۲۷	۲۸	۲	۴۷/۳۷
۶	۲۳	۲۱	۱۳	۴۰/۳۵
۹	۱۶	۳۹	۲	۲۸/۰۷

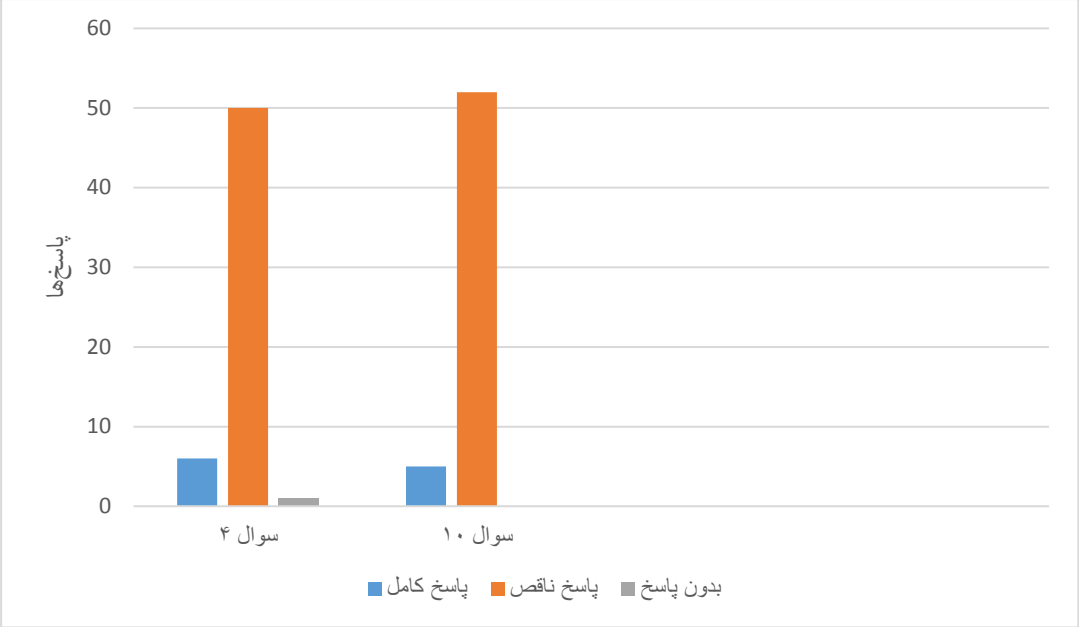


نمودار ۱. تحلیل نموداری پاسخ دانش‌آموزان به سؤالات پژوهش

همچنین پاسخ سؤالات ۴ و ۱۰ به سه گروه پاسخ کامل، پاسخ ناقص و بدون پاسخ تقسیم شد.

جدول ۳. پاسخ دانش آموزان به سؤالات ۴ و ۱۰ پرسشنامه

شماره سؤال	پاسخ کامل	پاسخ ناقص	بدون پاسخ	درصد پاسخ کامل	درصد پاسخ ناقص
۴	۶	۵۰	۱	۱۰.۵۳	۸۷/۷۱
۱۰	۵	۵۲	۰	۸.۷۷	۹۱/۲۳

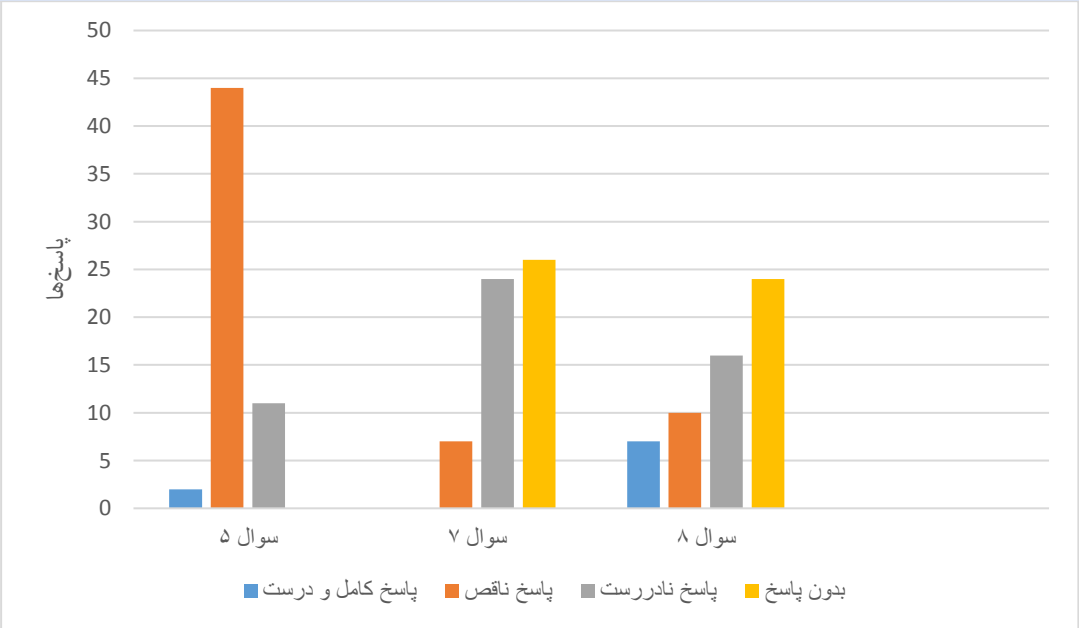


نمودار ۲. تحلیل نموداری پاسخ دانش‌آموزان به سؤالات پژوهش

در نهایت پاسخ سوالات ۵، ۷ و ۸ به چهار گروه پاسخ کامل و درست، پاسخ ناقص، پاسخ نادرست و بدون پاسخ تقسیم شد.

جدول ۴. پاسخ دانش‌آموزان به سؤالات ۵، ۷ و ۸ پرسشنامه

شماره سؤال	پاسخ کامل و درست	پاسخ ناقص	پاسخ نادرست	بدون پاسخ	درصد پاسخ کامل و درست
۵	۲	۴۴	۱۱	۰	۳/۵۱
۷	۰	۷	۲۴	۲۶	۰
۸	۷	۱۰	۱۶	۲۴	۱۲/۲۸



نمودار ۳. تحلیل نموداری پاسخ دانش‌آموزان به سؤالات پژوهش

در نمودارهای ۱ تا ۳، پاسخ‌های دانش‌آموزان تحلیل نموداری شده‌اند. با توجه به اینکه سؤالات پرسشنامه به شدت غلط‌انداز بودند، دقت و ریزبینی بالایی را می‌طلبید. بر اساس نمودارهای فوق، سؤالات ۱، ۲، ۳، ۶ و ۹ پرسشنامه، بیشترین پاسخ صحیح را داشتند و سؤالات ۴، ۵ و ۱۰ بیشترین پاسخ نادرست را داشتند. همچنین سوالات ۷ و ۸ کم‌ترین پاسخ درست و کامل را به خود اختصاص داده بودند. موارد فوق نشان داد که درصد پاسخ‌های درست به نوع سؤال برمی‌گردد. همه‌ی مطالب مزبور حکایت از

این دارد که کج‌فهمی دانش‌آموزان در مواردی که متغیرها و کمیت‌های زیادی مورد بحث قرار می‌گیرند و نیاز به احصاء همه‌ی موارد دخیل در اندازه‌گیری کمیت مورد نظر می‌باشد، عمیق‌تر است.

جهت تجزیه و تحلیل طبقه‌بندی‌شده پاسخ‌های دانش‌آموزان، پاسخ سوالات ۱، ۲، ۳، ۶ و ۹ دانش‌آموزان به سه دسته کدگذاری گردید. کد ۱، ۲ و ۳ به ترتیب برای پاسخ‌های درست، نادرست و بدون پاسخ می‌باشد. در جدول‌های ۵ تا ۹ کدگذاری پاسخ سوالات ارائه شده است.

سوال یک

هدف این سوال و سوال بعدی بررسی تفاوت گرما و انرژی گرمایی است. شاید بعضی از دانش‌آموزان دچار کج‌فهمی شده و این دو مفهوم را معادل هم بدانند (جدول ۵). اکثر دانش آموزان به این سوال پاسخ درست داده‌اند. با توجه به اینکه این سوال از متن کتاب درسی انتخاب شده بود، انتظار این بود که درصد پاسخ درست بیشتر از این باشد.

جدول ۵. کدگذاری پاسخ دانش‌آموزان به سؤال ۱ پرسشنامه

سوال شماره ۱	انرژی گرمایی از ویژگی‌های یک نمونه ماده است. صحیح ☐ غلط ☐	تعداد پاسخ‌ها
کد ۱	صحیح	۳۶
کد ۲	غلط	۱۹
کد ۳	بدون پاسخ	۲

سوال دو

این سؤال و سؤال قبلی به نوعی ویژگی‌های ماده و فرایند را بیان می‌کند (جدول ۶). همانند سوال قبل، این سوال نیز برای دانش‌آموزان آن‌چنان چالش‌برانگیز نبود.

جدول ۶. کدگذاری پاسخ دانش‌آموزان به سؤال ۲ پرسشنامه

سوال شماره ۲	گرما از ویژگی‌های یک نمونه ماده است. صحیح ☐ غلط ☐	تعداد پاسخ‌ها
کد ۱	غلط	۴۳
کد ۲	صحیح	۱۴
کد ۳	بدون پاسخ	۰

سوال سه

جمله اول این سوال درست و جمله دوم نادرست می‌باشد. سوالی که جهت بررسی فهم تفاوت گرماده بودن و افزایش محسوس دما در بدن طراحی شده است. این سوال دقیقاً از متن کتاب انتخاب شده است (جدول ۷). ۴۷.۳۷ درصد دانش‌آموزان این تفاوت را فهمیده بودند ولی ۴۹.۱۲ درصد دانش‌آموزان به این سوال پاسخ غلط داده بودند. ۳.۵۱ درصد دانش‌آموزان نیز این سوال را بی‌پاسخ گذاشته بودند. همه‌ی این‌ها حکایت از این دارد که دانش‌آموزان به متن کتاب اهمیت زیادی نمی‌دهند. متن‌هایی که بیشتر از توصیفی بودن، مفهومی می‌باشد.

جدول ۷. کدگذاری پاسخ دانش‌آموزان به سؤال ۳ پرسشنامه

سوال شماره ۳	واکنش اکسایش گلوکز در بدن گرماده است و باعث افزایش محسوس دمای بدن می‌شود. صحیح ☐ غلط ☐	تعداد پاسخ‌ها
کد ۱	غلط	۲۷
کد ۲	صحیح	۲۸
کد ۳	بدون پاسخ	۲

سوال شش

نظر به اینکه دانش‌آموزان مبحث گرما و گرماشیمی را در فیزیک دهم خوانده بودند، انتظار می‌رفت که به این سؤال پاسخ دهند (جدول ۸). ۴۰.۳۵ درصد دانش‌آموزان به این سوال پاسخ درست داده بودند. ۳۶.۸۴ درصد دانش‌آموزان نیز پاسخ غلط داده بودند. ۲۲.۸۱ درصد نیز به این سوال پاسخ نداده بودند.

جدول ۸. کدگذاری پاسخ دانش‌آموزان به سؤال ۶ پرسشنامه

سوال شماره ۶	رابطه‌ی ریاضی بین «ظرفیت گرمایی ویژه» و «ظرفیت گرمایی مولی» را بنویسید.	تعداد پاسخ‌ها
کد ۱	($c_{\text{مولی}} = c_{\text{ویژه}} \times \mathrm{M}$) جرم مولی × ظرفیت گرمایی ویژه = ظرفیت گرمایی مولی	۲۳
کد ۲	غلط	۲۱
کد ۳	بدون پاسخ	۱۳

سوال نه

این سؤال نیز از متن کتاب درسی انتخاب شده بود که علت گرمای مبادله شده در واکنش را می‌پرسید (جدول ۹). فقط ۲۸.۰۷ درصد دانش‌آموزان توانسته بودند این سوال را درست جواب دهند که حاکی از این است که دانش‌آموزان به متن کتاب درسی مسلط نیستند. مطالبی از کتاب که مفاهیم عمیق را تصریح کرده‌اند باید به صورت جدی مورد توجه دانش‌آموزان قرار گیرند. ۶۸.۴۲ درصد دانش‌آموزان نیز متأسفانه با بی‌توجهی به متن کتاب، به این سوال پاسخ غلط داده بودند. همچنین ۳.۵۱ درصد از دانش‌آموزان به این سوال پاسخ نداده بودند.

جدول ۹. کدگذاری پاسخ دانش‌آموزان به سؤال ۹ پرسشنامه

سوال شماره ۹	گرمای مبادله شده در واکنش‌های شیمیایی ناشی از کدام یک از موارد زیر است؟ (فقط یک گزینه) ☐ فقط تفاوت انرژی گرمایی میان مواد واکنش‌دهنده و فراورده ☐ فقط تفاوت انرژی پتانسیل میان مواد واکنش‌دهنده و فراورده ☐ عمدتاً تفاوت انرژی گرمایی میان مواد واکنش‌دهنده و فراورده ☐ عمدتاً تفاوت انرژی پتانسیل میان مواد واکنش‌دهنده و فراورده ☐ هم انرژی گرمایی و هم انرژی پتانسیل میان مواد واکنش‌دهنده و فراورده	تعداد پاسخ‌ها
کد ۱	عمدتاً تفاوت انرژی پتانسیل میان مواد واکنش‌دهنده و فراورده (مورد چهارم)	۱۶
کد ۲	موارد ۱ تا ۵ به جز مورد ۴	۳۹
کد ۳	بدون پاسخ	۲

جهت تجزیه و تحلیل طبقه‌بندی‌شده پاسخ‌های دانش‌آموزان، پاسخ سوالات ۴ و ۱۰ دانش‌آموزان به سه دسته کدگذاری گردید. کد ۱، ۲ و ۳ به ترتیب برای پاسخ‌های کامل، ناقص و بدون پاسخ می‌باشد. در جدول‌های ۱۰ و ۱۱ کدگذاری پاسخ سوالات ارائه شده است.

سوال چهار

ظرفیت گرمایی در دما و فشار ثابت، به نوع و مقدار ماده بستگی دارد. اگر دما و فشار ثابت نباشد، با تغییر این کمیت‌ها ظرفیت گرمایی نیز تغییر خواهد کرد (جدول ۱۰). نکته قابل توجهی که در این سوال باید به آن توجه کرد، آن است که ۸۷.۷۲ درصد دانش‌آموزان به این سوال پاسخ ناقص داده‌اند. برداشت نادرستی که دانش‌آموزان از متن کتاب درسی داشته‌اند و یا اینکه به کتاب درسی کم‌توجهی کرده‌اند، از دلایل این کج‌فهمی می‌باشد. دانش‌آموزان باید در این موارد با دید و فکر بازتر به این گونه مسائل نگاه کنند و فکر و اندیشه خود را محدود نکنند. فقط ۱۰.۵۳ درصد دانش‌آموزان توانستند به این سوال پاسخ درست دهند و ۱.۵۷ درصد دانش‌آموزان به این سوال پاسخ ندادند.

جدول ۱۰. کدگذاری پاسخ دانش‌آموزان به سؤال ۴ پرسشنامه

سوال شماره ۴	ظرفیت گرمایی به کدام یک از کمیت‌های زیر وابسته است؟ (امکان انتخاب بیش از یک گزینه وجود دارد) دما☐ فشار☐ نوع ماده☐ مقدار ماده☐	تعداد پاسخ‌ها
کد ۱	انتخاب همه‌ی موارد	۶
کد ۲	موارد ۱ الی ۳ مورد	۵۰
کد ۳	بدون پاسخ	۱

سوال ده

گرمای یک واکنش در دما و فشار ثابت، به نوع و مقدار مواد واکنش دهنده، نوع فراورده و حالت فیزیکی مواد شرکت کننده در واکنش بستگی دارد. اگر دما و فشار ثابت نباشد، با تغییر این کمیت‌ها گرما مبادله شده نیز تغییر خواهد کرد. نظر به اینکه گرمای واکنش به ظرفیت گرمایی وابسته است، بنابراین تمام متغیرهایی که در مقدار ظرفیت گرمایی تأثیر دارند، در گرمای واکنش نیز تأثیرگذار خواهد بود (جدول ۱۱). آمار پاسخ‌دهی به این سؤال همانند سؤال قبل بود. ۹۱.۲۳ درصد دانش‌آموزان به این سوال پاسخ ناقص دادند و تنها ۸.۷۷ درصد دانش‌آموزان توانستند به این سوال پاسخ درست دهند.

جدول ۱۱. کدگذاری پاسخ دانش‌آموزان به سؤال ۱۰ پرسشنامه

سوال شماره ۱۰	گرمای یک واکنش به کدام یک از کمیت‌های زیر وابسته است؟ (امکان انتخاب بیش از یک گزینه وجود دارد) دما☐ نوع مواد واکنش دهنده☐ نوع فراورده☐ فشار☐ مقدار مواد واکنش دهنده☐ حالت فیزیکی مواد شرکت کننده در واکنش☐	تعداد پاسخ‌ها
کد ۱	انتخاب همه‌ی موارد	۵
کد ۲	موارد ۱ الی ۵ مورد	۵۲
کد ۳	بدون پاسخ	۰

جهت تجزیه و تحلیل طبقه‌بندی‌شده پاسخ‌های دانش‌آموزان، پاسخ سوالات ۵، ۷ و ۸ دانش‌آموزان به چهار دسته کدگذاری گردید. کد ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب برای پاسخ‌های پاسخ کامل و درست، پاسخ ناقص، پاسخ نادرست و بدون پاسخ می‌باشد. در جدول‌های ۱۲ تا ۱۴ کدگذاری پاسخ سوالات ارائه شده است.

سوال پنج

ظرفیت گرمایی ویژه در دما و فشار ثابت، به نوع ماده بستگی دارد. اگر دما و فشار ثابت نباشد، با تغییر این کمیت‌ها ظرفیت گرمایی نیز تغییر خواهد کرد (جدول ۱۲). آمار پاسخ‌دهی به این سؤال مشابه سؤال قبل بود.

جدول ۱۲. کدگذاری پاسخ دانش‌آموزان به سؤال ۵ پرسشنامه

سوال شماره ۵	ظرفیت گرمایی ویژه به کدام یک از کمیت‌های زیر وابسته است؟ (امکان انتخاب بیش از یک گزینه وجود دارد) دما☐ فشار☐ نوع ماده☐ مقدار ماده☐	تعداد پاسخ‌ها
کد ۱	انتخاب همه‌ی موارد به جز مورد ۴	۲
کد ۲	انتخاب ۱ یا ۲ مورد از موارد ۱ تا ۳ و عدم انتخاب مورد ۴	۴۴
کد ۳	انتخاب مورد ۴	۱۱
کد ۴	بدون پاسخ	۰

سوال هفت

این سؤال چالشی‌ترین سؤال این پرسشنامه بود که هیچ یک از دانش‌آموزان نتوانستند به آن پاسخ دهند (جدول ۱۳). اگر در صورت سوال به جای واژه‌ی «مواد» از واژه‌ی «عناصر» استفاده می‌شد، آن وقت جواب این سوال خیر بود. چون جرم مولی عنصر هیدروژن یک می‌باشد و برای آن $c_{\text{ویژه}} = c_{\text{مولی}}$ می‌باشد. اما چون هیدروژن به صورت تک اتمی وجود ندارد و واژه‌ی ماده اشاره به وجود خارجی دارد، بنابراین همواره $c_{\text{ویژه}} < c_{\text{مولی}}$ می‌باشد.

جدول ۱۳. کدگذاری پاسخ دانش‌آموزان به سؤال ۷ پرسشنامه

سوال شماره ۷	آیا رابطه‌ی «$c_{\text{ویژه}} < c_{\text{مولی}}$» همواره برای همه مواد درست است؟ چرا؟	تعداد پاسخ‌ها
کد ۱	با توجه به رابطه ($M \times c_{\text{ویژه}} = c_{\text{مولی}}$) و اینکه جرم مولی همه‌ی مواد (نه همه‌ی عناصر که ممکن است تک اتمی باشد) بیشتر از یک می‌باشد، بنابراین این رابطه درست می‌باشد.	۰
کد ۲	بله	۷
کد ۳	خیر	۲۴
کد ۴	بدون پاسخ	۲۶

سوال هشت

این سؤال به بررسی ارتباط بین ظرفیت گرمایی و ظرفیت گرمایی ویژه می‌پردازد (جدول ۱۴). رابطه‌ی ریاضی مورد نیاز برای این سؤال را دانش‌آموزان هم در فیزیک دهم و هم در اوایل فصل دوم شیمی یازدهم خوانده بودند. برخلاف انتظار اکثر دانش‌آموزان نتوانستند به این سؤال پاسخ درست دهند و تنها ۱۲.۲۸ درصد دانش‌آموزان پاسخ صحیح دادند. یکی از دلایل را می‌توان به سخت بودن سؤال قبل ارتباط داد. چرا که تعداد دانش‌آموزانی که به این سؤال پاسخ ندادند، در این سؤال و سؤال قبل نزدیک به هم می‌باشد.

جدول ۱۴. کدگذاری پاسخ دانش‌آموزان به سؤال ۸ پرسشنامه

سوال شماره ۸	آیه رابطه‌ی «$c_{\text{ویژه}} < C$ » همواره درست است؟ چرا؟	تعداد پاسخ‌ها
کد ۱	با توجه به رابطه ($C = m \times c_{\text{ویژه}}$) و اینکه جرم مواد می‌تواند کم‌تر از یک می‌باشد، بنابراین این رابطه درست نمی‌باشد.	۷
کد ۲	خیر	۱۰
کد ۳	بله	۱۶
کد ۴	بدون پاسخ	۲۴

بحث و نتیجه‌گیری

آنچه که در پژوهش حاضر بسیار مشهود بود، عدم توجه دانش‌آموزان به متن و جملات کتاب درسی بود. در برخی مواقع مطالب کتاب، مفاهیم عمیق را تصریح می‌کنند که باید به صورت جدی مورد توجه دانش‌آموزان باشد. اما این مهم مورد غفلت دانش‌آموزان واقع شده است. برخی از کج‌فهمی‌ها نیز ناشی از برداشت نادرست دانش‌آموزان از متن کتاب درسی بود. دانش‌آموزان باید در این موارد با دید و فکر بازتر به این گونه مسائل نگاه کنند و فکر و اندیشه خود را محدود نکنند. علی رغم درک مفهومی گرما و دما از طرف برخی از دانش‌آموزان، همچنان نیاز است که در آموزش مفاهیم مرتبط با گرما و دما، توجه و دقت زیادی به عمل آید. همچنین بسیاری از دانش‌آموزان در درک ارتباط بین جرم و گرما، تفاوت بین گرما و دما، و تبادل انرژی گرمایی در صورت وجود اختلاف دما، دارای مشکل بوده و دچار کج‌فهمی هستند در کل، دانش‌آموزان کج‌فهمی‌های زیادی دربارهٔ مفهوم گرما و دما دارند. آن‌ها نمی‌توانند در بسیاری از موارد شبیه سازی شده، آموخته‌های خود درباره گرما و دما را به خوبی مورد کاربست قرار دهند. عوامل مختلفی را می‌توان به عنوان منشاء چنین کج‌فهمی‌هایی معرفی کرد. تجربه‌ها و پیش‌آموخته‌های دانش‌آموزان در سال‌های قبل، انتزاعی بودن مفاهیم و عدم تناسب محتوای علمی ارائه شده با سطح رشد شناختی دانش‌آموز، سازماندهی نامناسب محتوای آموزشی بدون

رعایت پیش‌نیازها و ارتباط‌های طولی و عرضی مناسب و همچنین استفاده از آنالوگ‌ها و شبیه‌سازی‌های نامناسب توسط معلمان، همگی از عوامل پیدایش کج‌فهمی در دانش‌آموزان محسوب می‌شوند.

برخی از راهکارها که باعث می‌شود کج فهمی‌های دانش‌آموزان کشف و سپس رفع شود، عبارت‌اند از:

۱) افزایش فعالیت دانش‌آموزان با پرسش و پاسخ‌های مکرر معلم

۲) اکتفا نکردن به توضیحات نظری صرف در مباحثی که عملی و یا آزمایشگاهی است.

۳) انجام صحیح، اصولی و به موقع انواع ارزشیابی‌ها

۴) محدود نکردن شیمی به یک درس نظری و انتزاعی

برنامه‌ریزان آموزشی کشور باید از پژوهش‌های محققان در زمینه‌ی محتوای آموزشی و شناسایی کج‌فهمی‌ها بهره ببرند. معلمان نیز با انجام ارزشیابی‌های مستمر تکوینی، استعلام تصورات اولیه و توجه کردن و اصلاح کردن به آن‌ها حین تدریس از عواملی است که می‌تواند به خنثی‌سازی کج‌فهمی در مراحل اولیه و رفع آن کمک شایانی کند.

منابع

۱. احمدی، یاور (۱۳۹۹). کج فهمی های معلمان مدارس ابتدایی شهرستان مرند در مورد حالت های فیزیکی ماده، *مجله پژوهش در آموزش شیمی*، سال ۲، شماره ۱، صفحات ۶۷-۵۷.

۲. امانی، وحید؛ اکبرپور گنجه، احمد (۱۴۰۰). بررسی کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان پایه دوازدهم در مفاهیم اسید-باز، از طریق آزمون تشخیصی سهردیفی، *مجله پویش در علوم پایه*، دوره ۷، شماره ۵۲، صفحات ۷۳-۵۹.

۳. امانی، وحید؛ نوری، رضا؛ حسینی، امیرمسعود (۱۳۹۸). بررسی کج‌فهمی‌های رایج دانش‌آموزان دوره‌ی دوم متوسطه و دانشجومعلمان رشته آموزش شیمی در مفاهیم سینتیک شیمیایی، جرم اتمی-مول و انحلال‌پذیری و مقایسه آن‌ها با یکدیگر، *مجله پویش در علوم پایه*، دوره ۵، شماره ۱۵، صفحات ۱۳-۱.

٤. انارکی فیروز، اعظم و حمیدی، فریده و حسین طالبی، اعظم (۱۳۹۴). بررسی کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در قانون هس، انرژی آزاد گیبس و درصد خلوص. *اولین کنفرانس علمی پژوهشی راهکارهای توسعه و ترویج آموزش علوم در ایران*. دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.

۵. بدریان، عابد. (۱۳۹۰). *ارزشیابی از محتوای آموزشی علوم تجربی پایهٔ اول ابتدایی چاپ ۱۳۹۰* (گزارش طرح پژوهشی). تهران: وزارت آموزش و پرورش، سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی.

٦. بدریان، عابد؛ شکرباغانی، اشرف‌السادات؛ پوراسکندری، رامین. (۱۳۹۲). بررسی کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان پایهٔ پنجم ابتدایی دربارهٔ مفهوم گرما و دما، *نوآوری‌های آموزشی*، ۱۲(۴۸)، ۹۳-۱۱۰.

۷. سعادتی، مسعود؛ مطالعه و بررسی میزان درک دانشجومعلمان رشته آموزش شیمی درباره مفاهیم مربوط به الکتروشیمی و مقایسه نتایج آن با دانش‌آموزان دوره متوسطه، *مجله پویش در آموزش علوم پایه*، شماره ۱، دوره ۴، بهار ۱۳۹۷، صفحات ۸۵-۷۱

۸. صالحی اول، محمد. (۱۴۰۱). مروری بر کج‌فهمی‌های رایج دانش‌آموزان در آموزش شیمی در متوسطه دوم. *چهارمین همایش ملی آموزش شیمی*، تبریز، ایران.

۹. صالحی اول، محمد؛ سرباز مولان، عارف. (۱۴۰۲). گرماشیمی و کج‌فهمی‌های مربوط به آموزش آن. *سومین همایش بین‌المللی تحقیقات در علوم و فناوری نانو*، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۱۰. عظمت، جعفر؛ خدائی، علیرضا (۱۳۹۸). بررسی کج‌فهمی‌های رایج دانش‌آموزان در مفاهیم مرتبط با پیوندهای شیمیایی. *مجله پژوهش در آموزش شیمی*، ۱(۴)، ۷۳-۸۹.

۱۱. میرزایی، کوهی فایق و ارشدی (۱۳۹۴) کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در یادگیری مفاهیم الکتروشیمی در دبیرستان.

۱۲. Basheer, A & Kortam, N & Zahran, N & Hofestein, A & Hugerat, M (۲۰۱۸). Misconception among Middle School Students Regarding the Conservation of Mass during Combustion. *EURASIA J Math Sci Tech Ed*. ١٤(٧) , ٣١٠٩-٣١٢٢.

۱۳. Bayraktar, S. (۲۰۰۹). Misconceptions of Turkish Pre-Service Teachers about Force and Motion. *International Journal of Science and Mathematics Education*, ٧(٢), ٢٧٣-٢٩١.

۱۴. Canpolat, N., Pinarbasi, T. & Sozbilir, M. (۲۰۰٦). Prospective teachers' misconceptions of vaporization and vapor pressure. *Journal of Chemical Education*, ٨٣(٨), ١٢٣٧-١٢٤٢.

۱۵. Çeken, R. (۲۰۱٤). Primary school teacher education students' misconception on waste. *International Journal of Academic Research*, ٦(٣), ١٩-٢٣.

۱۶. Celikler, Dilek & Aksan, Zeynep. (۲۰۱٤). Determination of Knowledge and Misconceptions of Pre-service Elementary Science Teachers about the Greenhouse Effect by Drawing. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. ١٣٦. ٤٥٢-٤٥٦.

۱۷. Chou, C. Y. (۲۰۰۲). Science teachers' understanding of concepts in chemistry. Proc. Natl. Sci. Counc. *ROC(D)*, ١٢(٢), ٧٣-٧٨.

۱۸. Driver, R. & Erickson, G. (۱۹۸۳). Theories in action: some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science. *Study Sci Edu*, ١, ٣٧- ٦٠.

۱۹. Gonen, S & Kocakaya, S. (۲۰۱۰). A cross-age study. A cross-age study on the understanding of Heat and Temperature. *Eurasian journal of physics and chemistry education*. ۲(۱). ۱-۱۵.

۲۰. Johnstone, A. H. (۱۹۹۱). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, ۷(۲), ۷۵-۸۳.

۲۱. Johnstone, A. H. (۲۰۰۰). Teaching of chemistry - logical or psychological? *Chemistry Education Research and Practice*, ۱(۱), ۹-۱۵.

۲۲. Nakhleh, M. B. (۱۹۹۲). Why some students don't learn chemistry? Chemical misconceptions. *Journal of Chem Edu* ٦۹(۳): ۱۹۱–۱۹٦.

۲۳. Niaz, M. (۲۰۰٦). Can the study of thermochemistry facilitate students' differentiation between heat energy and temperature? *Journal of Science Education and Technology*, ٥(۳), ۲٦۹-۲۷٦.

۲۴. Novak, J. D. (۱۹۷۷). *A theory of Education*. Ithaca, NY: Cornell University press.

۲۵. Osborne, R. J. & Freyberg, P. (۱۹۹٦) *Learning in science: the implications of children's science* (Oxford, Heinemann Education).

۲۶. Otto, C. (۱۹۳۳). Why some students do not elect chemistry. *School Science and Mathematics*, ۳۳(۹), ۹۹٦-۹۹۸.

۲۷. Özden, M. (۲۰۰۹). Prospective Science Teachers' Conceptions of the Solution Chemistry, *Journal of Baltic Science Education*, ۸(۲), ٦۹-۷۸.

۲۸. Sirhan G. (۲۰۰۷). Learning Difficulties in Chemistry: An Overview. *Journal of Turkish Science Education*, ٤, ۲-۲۰.

۲۹. Sozbilir, M. (۲۰۰۳). A review of selected literature on students' misconceptions of heat and temperature. *Boğaziçi University Journal of Education,* ۲۰(۱), ۲٥-٤۱.