Assessing Science Teachers' Conceptual Understanding of Matter and Its Properties Using a Two-Tier Diagnostic Test

Ebrahim Zarei*[1], Halimeh Mohammadnejad[2]

ABSTRACT

Purpose: This study was conducted to investigate and identify middle school science teachers' level of conceptual understanding of the concept of matter, its properties, and changes of state, as well as to identify their potential misconceptions in this domain.

Methods: This study employed a two-tier diagnostic instrument consisting of 11 questions on the concept of matter, its properties, and changes of state. The questions were developed based on previous studies on students' misconceptions. To further examine and validate the findings of the two-tier test, semi-structured telephone interviews were conducted with eight science teachers. The study population consisted of middle school science teachers in Mazandaran Province during the 2024-2025 academic year. A total of 109 teachers were randomly selected to participate in the study and completed the questionnaire.

Findings: The results showed that the highest levels of misconceptions among middle school science teachers were related to concepts of gas behavior, gas dissolution, and the particulate nature of matter, whereas the lowest level of misconceptions was associated with concepts related to chemical changes. Moreover, no significant relationship was found between teaching experience and the level of teachers' misconceptions. The findings also indicated that some conceptual misconceptions persisted among teachers despite their teaching experience, and that some of these misconceptions were consistent with those reported among students in previous studies.

Conclusion: Teaching experience alone is insufficient to eliminate conceptual misconceptions, particularly those related to matter and gas behavior. Teacher-education curricula and targeted in-service professional development should therefore emphasize the identification, examination, and remediation of misconceptions. Improving teachers' conceptual understanding can also support students' scientific literacy and, consequently, strengthen scientific culture in society.

Keywords: Assessment, Two-tier diagnostic test, Matter; Science teachers, Conceptual understanding

1. Associate Professor, Department of Chemistry Education, P.O. Box 889-14665, Farhangian University, Tehran, Iran, (corresponding author)

e.zarei@cfu.ac.ir

2. Master's Degree Holder in Curriculum Planning, Islamic Azad University, Sari Branch; Educational Vice Principal at Shahed Girls Elementary School, Sari, Iran
h.mohammadnezhad1399@gmail.com

پژوهشی

10.22034/popsci.2026.571016.1454

ارزیابی درک مفهومی معلمان علوم تجربی درباره ماده و ویژگی‌های آن با استفاده از آزمون تشخیصی دو سطحی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۳۰ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۰۳

ابراهیم زارعی*[۱]، حلیمه محمدنژاد[۲]

چکیده

هدف: این پژوهش با هدف بررسی و شناسایی میزان درک مفهومی معلمان علوم تجربی دوره متوسطه اول درباره مفهوم ماده، ویژگی‌ها و تغییر حالت‌های آن و نیز شناسایی کج‌فهمی‌های احتمالی آنان در این حوزه انجام شد.

روش: این پژوهش با استفاده از یک ابزار تشخیصی دوسطحی شامل ۱۱ پرسش درباره مفهوم ماده، ویژگی‌ها و تغییر حالت‌های آن انجام شد. پرسش‌ها بر اساس مطالعات پیشین درباره کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان طراحی و تدوین شدند. به‌منظور بررسی عمیق‌تر و تأیید یافته‌های آزمون، با هشت معلم علوم تجربی مصاحبه نیمه‌ساختاریافته انجام شد. جامعه آماری پژوهش را معلمان علوم تجربی دوره متوسطه اول استان مازندران در سال تحصیلی ۱۴۰۴–۱۴۰۳ تشکیل دادند که از میان آنان ۱۰۹ نفر به‌صورت تصادفی انتخاب و در پژوهش مشارکت کردند.

یافته‌ها: نتایج این مطالعه نشان داد که بیشترین کج‌فهمی معلمان علوم تجربی دوره متوسطه اول در مفاهیم مرتبط با رفتار گازها، انحلال و ویژگی‌های ذره‌ای ماده مشاهده شد، در حالی که کمترین میزان کج‌فهمی به مفاهیم تغییرات شیمیایی اختصاص داشت. همچنین، بین سابقه تدریس و میزان کج‌فهمی معلمان ارتباط معناداری مشاهده نشد. یافته‌ها بیانگر آن بود که برخی کج‌فهمی‌های مفهومی، باوجود تجربه تدریس، در میان معلمان همچنان پایدار است و بخشی از این کج‌فهمی‌ها با موارد گزارش‌شده برای دانش‌آموزان در پژوهش‌های پیشین همخوانی دارد.

نتایج: تجربه تدریس به‌تنهایی برای رفع کج‌فهمی‌های مفهومی، به‌ویژه در موضوع ماده و رفتار گازها، کافی نیست. بنابراین، برنامه‌های تربیت معلم و آموزش‌های ضمن خدمت باید بر تشخیص، واکاوی و اصلاح کج‌فهمی‌ها متمرکز شوند. چنین اقدامی افزون بر بهبود آموزش علوم، از طریق ارتقای سواد علمی دانش‌آموزان می‌تواند به تقویت فرهنگ علمی جامعه کمک کند.

کلید واژه‌ها: ارزیابی، آزمون دو سطحی، ماده، معلمان علوم تجربی، درک مفهومی

۱. دانشیار گروه آموزش شیمی، صندوق پستی ۸۸۹-۱۴۶۶۵، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران (نویسنده مسئول)
e.zarei@cfu.ac.ir

۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته برنامه ریزی درسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساری، معاون آموزشی، مدرسه ابتدایی دخترانه شاهد، ساری، ایران

h.mohammadnezhad1399@gmail.com

مقدمه و بیان مسئله

مطالعه مباحث شیمی در درس علوم تجربی، شامل مشاهده و توضیح رفتار ماده در اشکال متنوع آن است. مفهوم ماده، ویژگی‌ها و تغییر حالت‌های آن، بخش مهمی از مفاهیم شیمی را در آموزش درس‌های علوم تجربی دوره متوسطه اول تشکیل می‌دهد (مارتین و همکاران[1]، ۲۰۰۴؛ سعادتی، ۱۳۹۸). آموزش شیمی تنها انتقال مجموعه‌ای از مفاهیم و قوانین علمی نیست، بلکه مستلزم ایجاد درک مفهومی عمیق از پدیده‌هایی است که بسیاری از آن‌ها به دلیل ماهیت انتزاعی خود، به‌طور مستقیم قابل مشاهده نیستند. یادگیرندگان برای فهم مفاهیم شیمی باید بتوانند میان مشاهدات تجربی، مدل‌های ذره‌ای و نمایش‌های نمادین ارتباط برقرار کنند. ناتوانی در برقراری این ارتباط، یکی از مهم‌ترین عوامل ایجاد برداشت‌های نادرست از مفاهیم شیمی و کاهش کیفیت یادگیری محسوب می‌شود. از این‌رو، آموزش مفاهیم شیمی همواره یکی از چالش‌برانگیزترین حوزه‌های آموزش علوم تجربی بوده است (کلاف و درایور[2]، ۱۹۸۵؛ پینارباسی و همکاران[3]، ۲۰۰۹؛ آلن، ۲۰۱۰). در نتیجه، مقالات قابل توجهی در حوزه آموزش علوم تجربی و شیمی، برای شناسایی کج‌فهمی‌های معلمان، دلایل این کج‌فهمی‌ها[4] و بررسی روش‌های پیشگیرانه و اصلاحی آنها نوشته شده‌اند (شون و بون[5]، ۱۹۹۸؛ یاباسان و گولچیچک[6]، ۲۰۰۳؛ اوزمن[7]، ۲۰۰۴).

در پژوهش‌های داخلی نیز بر اهمیت شناسایی کج‌فهمی‌ها در آموزش علوم تجربی تأکید شده است. نتایج این مطالعات نشان می‌دهد که آگاهی معلمان از ماهیت کج‌فهمی‌ها و به‌کارگیری راهبردهای مناسب برای شناسایی و اصلاح آن‌ها، نقش مهمی در ارتقای کیفیت آموزش و پیشگیری از انتقال مفاهیم نادرست به دانش‌آموزان دارد (احمدی، ۱۳۹۹؛ کشاورز و مشک‌بید، ۱۴۰۲؛ عظمت، ۱۴۰۴).

فرایند آموزش نقش تعیین‌کننده‌ای در شکل‌گیری دانش و نگرش علمی نسل‌های جدید ایفا می‌کند. از آنجا که کمبود داده‌ها و کج‌فهمی‌هایی که دانش‌آموزان در فرایند یادگیری دارند، بر دستاورد موضوعات جدید تأثیر منفی می‌گذارد (گوپال و همکاران، ۲۰۰۴؛ گارنت و هکلینگ، ۱۹۹۵)، ازاین‌رو، برخورداری معلمان از درک مفهومی صحیح و عاری بودن از کج‌فهمی‌های علمی، شرطی اساسی برای آموزش اثربخش علوم محسوب می‌شود (شون و

1. Martin
2. Clough & Driver
3. Pinarbasi
4. Misconceptions
5. Schoon & Boone
6. Yabasan & Gülçiçek
7. Özmen

بون، ۱۹۹۸؛ اوزمن، ۲۰۰۴).

اگرچه بخش عمده پژوهش‌های پیشین بر بررسی کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان متمرکز بوده است، اما مطالعات نشان می‌دهد که وجود کج‌فهمی در میان معلمان می‌تواند پیامدهای گسترده‌تری برای فرایند آموزش داشته باشد؛ زیرا معلمان نقش اساسی در انتقال مفاهیم علمی، اصلاح برداشت‌های نادرست دانش‌آموزان و هدایت یادگیری آنان ایفا می‌کنند. بنابراین، شناسایی کج‌فهمی‌های معلمان یکی از پیش‌نیازهای ارتقای کیفیت آموزش علوم تجربی و بهبود برنامه‌های تربیت معلم محسوب می‌شود. به این ترتیب، هشوه[1] (۱۹۸۷) کشف کرد که معلمان گاهی اوقات کج‌فهمی‌های مشابهی در مورد دانش‌آموزان خود دارند. بیشتر این کج‌فهمی‌ها در برنامه‌ی درسی و آموزش آن‌ها قابل مشاهده است که منجر به تقویت کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان به جای اصلاح آن‌ها با حقایق شیمی می‌شود. همچنین، مقالات نشان می‌دهند که معلمان دانشجو در بسیاری از کشورها در مورد علوم تجربی و شیمی دچار سوءتفاهم هستند (والانیدس[2]، ۲۰۰۰؛ کیکاس[3]، ۲۰۰۴؛ هالند[4]، ۲۰۱۰؛ تاتار[5]، ۲۰۱۱؛ لارکین[6]، ۲۰۱۲؛ لما[7]، ۲۰۱۳؛ آیدنیز[8] و همکاران، ۲۰۱۷؛ سوپاندی[9] و همکاران، ۲۰۱۷؛ جاگر و کینونن[10]، ۲۰۱۷).

مجموع شواهد پژوهشی نشان می‌دهد که کیفیت آموزش علوم به دانش مفهومی معلمان و توانایی آنان در تشخیص و اصلاح برداشت‌های نادرست دانش‌آموزان وابسته است. ازاین‌رو، پیش از طراحی هرگونه برنامه آموزشی یا مداخله آموزشی، شناسایی دقیق کج‌فهمی‌های معلمان ضروری است، زیرا بدون شناخت ماهیت این کج‌فهمی‌ها، امکان طراحی راهبردهای مؤثر برای اصلاح آن‌ها وجود نخواهد داشت.

همانطور که در بالا ذکر شد، برخی از مفاهیم شیمی وجود دارند که معلمان در درک آن‌ها مشکل دارند. یکی از این مشکلات، مفهوم ماده، ویژگیها و تغییر حالتهای آن است که برای درک مفاهیم دیگر شیمی ضروری است (آلپایدین[11]، ۲۰۱۷). بنابراین، این مطالعه با

1. Hashweh
2. Valanides
3. Kikas
4. Håland
5. Tatar
6. Larkin
7. Lemma
8. Aydeniz
9. Sopandi
10. Jager & Keinonen
11 Alpaydin

هدف ارزیابی سطح درک و بررسی کج‌فهمی‌های معلمان علوم تجربی دوره متوسطه اول در مورد مفاهیم ماده، خواص و تغییر حالتهای آن بر اساس ابزارهای تشخیصی چند گزینه‌ای دو سطحی انجام شده است.

از منظر ترویج علم نیز، معلمان علوم یکی از مهم‌ترین واسطه‌های انتقال دانش علمی به نسل جدید هستند. بنابراین، شناسایی و اصلاح کج‌فهمی‌های مفهومی آنان می‌تواند افزون بر ارتقای کیفیت آموزش علوم، به بهبود سواد علمی دانش‌آموزان و تقویت فرهنگ علمی جامعه بینجامد. بر این اساس، بررسی درک مفهومی معلمان علوم را می‌توان گامی مؤثر در تقویت پیوند میان دانش علمی، آموزش مدرسه‌ای و جامعه دانست (هشوه[1]، ، ۱۹۸۷).

مبانی نظری

یکی از مباحث اساسی در پژوهش‌های آموزش علوم تجربی، مفهوم کج‌فهمی است. کج‌فهمی به برداشت‌ها، باورها یا تبیین‌هایی گفته می‌شود که اگرچه از دیدگاه یادگیرنده منطقی به نظر می‌رسند، اما با تبیین‌های پذیرفته‌شده علمی همخوانی ندارند. این برداشت‌ها معمولاً بر اثر تجربه‌های روزمره، آموزش‌های ناقص، انتقال نادرست مفاهیم یا پیش‌دانسته‌های فرد شکل می‌گیرند و به دلیل سازمان‌یافتگی در ساختار شناختی افراد، به سادگی اصلاح نمی‌شوند. به همین دلیل، شناسایی و اصلاح کج‌فهمی‌ها یکی از مهم‌ترین اهداف پژوهش‌های آموزش علوم تجربی و آموزش شیمی به شمار می‌رود (ساوترلاند[2] و همکاران، ۲۰۰۱). یافته‌های پژوهشی نشان می‌دهند که کج‌فهمی‌ها از پایداری بالایی برخوردارند و در بسیاری از موارد، حتی پس از آموزش رسمی نیز همچنان باقی می‌مانند و یادگیری مفاهیم جدید را تحت تأثیر قرار می‌دهند (اریلماز[3]، ۲۰۰۲). از سوی دیگر، کج‌فهمی‌ها چیزی بیش از سوءتفاهم[4] در مورد یک موضوع هستند. کج‌فهمی‌ها، تنها بخشی از یک سیستم دانش بسیار بزرگ‌تر هستند که شامل تعداد زیادی ایده مرتبط است (ساوترلاند و همکاران، ۲۰۰۱).

بنابراین، باید فرصت‌های یادگیری متعددی برای دانش‌آموزان و معلمان فراهم شود تا در مورد ایده‌های متنوع مربوط به علوم تأمل کنند و در درک مفاهیم شیمی مشارکت داشته باشند (عبدالخالق[5] و همکاران، ۲۰۰۸). این فعالیت‌ها می‌تواند شامل مشاهدات، پرس‌وجوها و تحقیقات در مورد جنبه‌های شیمیایی، اجتماعی و فرهنگی باشد. در پژوهش‌های آموزش علوم تجربی ، برای شناسایی کج‌فهمی‌ها از ابزارهای مختلفی مانند مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته،

1. Hashweh
2. Southerland
3. Eryilmaz
4. Misunderstanding
5. Abd-El-Khalick

نقشه‌های مفهومی، آزمون‌های تشخیصی، آزمون‌های چندگزینه‌ای و پرسشنامه‌های مفهومی استفاده می‌شود. انتخاب هر یک از این ابزارها به هدف پژوهش، نوع مفهوم مورد بررسی و میزان اطلاعات مورد نیاز درباره ساختار شناختی آزمودنی‌ها بستگی دارد. در میان این ابزارها، آزمون‌های تشخیصی به دلیل امکان بررسی الگوهای فکری یادگیرندگان، جایگاه ویژه‌ای در پژوهش‌های آموزش علوم تجربی یافته‌اند.

مبانی نظری آزمون‌های تشخیصی دو سطحی

در چند دهه گذشته، آزمون‌های تشخیصی چندگزینه‌ای[1] به‌طور گسترده در پژوهش‌های آموزش علوم تجربی، به‌ویژه برای شناسایی و بررسی کج‌فهمی‌های مفهومی، به کار گرفته شده‌اند. گسترش استفاده از این آزمون‌ها را می‌توان به عواملی مانند سهولت اجرا، هزینه نسبتاً پایین، سرعت نمره‌گذاری و امکان استفاده از آن‌ها در نمونه‌های آماری بزرگ نسبت داد. افزون بر این، داده‌های حاصل از آزمون‌های چندگزینه‌ای معمولاً به‌آسانی قابل کدگذاری و تحلیل آماری هستند و امکان مقایسه و تعمیم نتایج را در شرایط پژوهشی فراهم می‌کنند (بیچنر[2]، ۱۹۹۴؛ ووتیپروم[3] و همکاران ، ۲۰۰۹).

با وجود این مزایا، آزمون‌های چندگزینه‌ای متداول عمدتاً بر پاسخ نهایی آزمودنی تمرکز دارند و معمولاً اطلاعات مستقیمی درباره دلیل انتخاب گزینه یا فرایند استدلال او ارائه نمی‌کنند. ازاین‌رو، صرفِ انتخاب یک پاسخ صحیح لزوماً نشان‌دهنده درک مفهومی نیست و ممکن است ناشی از حدس یا انتخاب تصادفی باشد. همچنین، پاسخ نادرست به‌تنهایی مشخص نمی‌کند که آزمودنی از چه مفهوم جایگزین یا الگوی استدلالی استفاده کرده است. این محدودیت می‌تواند دقت تشخیص کج‌فهمی‌های مفهومی را کاهش دهد (تاسیلر[4]، ۲۰۱۶ ؛ احمدآبادی، ۱۴۰۱).

برای غلبه بر این محدودیت، آزمون‌های تشخیصی دو سطحی[5] پژوهش‌های آموزش علوم معرفی و توسعه یافتند. یکی از صورت‌بندی‌های مهم این رویکرد به کارهای تراگوست[6] (۱۹۸۸) بازمی‌گردد که با هدف شناسایی دقیق‌تر کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در حوزه آموزش علوم طراحی شد. در آزمون دو سطحی، هر سؤال معمولاً از دو بخش مرتبط تشکیل می‌شود: در سطح نخست، آزمودنی پاسخ خود را به یک پرسش مفهومی انتخاب می‌کند و

1. Diagnostic multiple-choice tests
2. Beichner
3. Wuttiprom
4. Taslidere
5. Two-tier diagnostic tests
6. Treagust

در سطح دوم، دلیل یا تبیین مرتبط با آن پاسخ را مشخص می‌سازد. بدین ترتیب، ارزیابی صرفاً به «چه پاسخی انتخاب شده است؟» محدود نمی‌شود، بلکه «چرا این پاسخ انتخاب شده است؟» نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد.

تلفیق دو سطح پاسخ و دلیل، امکان تفکیک دقیق‌تر میان فهم مفهومی، پاسخ صحیح ناشی از حدس و پاسخ نادرست مبتنی بر مفاهیم جایگزین را فراهم می‌کند. به همین دلیل، آزمون‌های دو سطحی در پژوهش‌های آموزش علوم و آموزش شیمی به‌عنوان ابزاری برای آشکارسازی ساختارهای مفهومی و شناسایی کج‌فهمی‌ها مورد توجه قرار گرفته‌اند (لین[1]، ۲۰۰۴؛ وانگ[2]، ۲۰۰۴؛ چاندراسگاران[3] و همکاران، ۲۰۰۷). این رویکرد با دیدگاه‌های سازنده‌گرایانه و نظریه تغییر مفهومی نیز همخوانی دارد، زیرا در این دیدگاه‌ها، کج‌فهمی صرفاً یک پاسخ غلط تلقی نمی‌شود، بلکه به‌عنوان بخشی از مجموعه‌ای از ایده‌ها و روابط مفهومی در نظر گرفته می‌شود که باید شناسایی، بررسی و در صورت لزوم بازسازی شوند.

بااین‌حال، آزمون‌های دو سطحی نیز فاقد محدودیت نیستند. از جمله محدودیت‌های آن‌ها می‌توان به احتمال انتخاب تصادفی گزینه‌ها، تأثیر مهارت‌های آزمون‌دهی و وابستگی پاسخ آزمودنی به گزینه‌های از پیش تعیین‌شده اشاره کرد. بنابراین، حتی در این نوع آزمون‌ها نیز تفسیر پاسخ‌ها باید با احتیاط انجام شود و، در صورت امکان، با شواهد حاصل از سایر منابع داده تکمیل گردد (تاسلیدر[4]، ۲۰۱۶). به بیان دیگر، افزایش اطلاعات تشخیصی در آزمون دو سطحی به معنای آن نیست که پاسخ‌های آزمون به‌تنهایی می‌توانند همه ابعاد ساختار شناختی آزمودنی را آشکار کنند.

بر این اساس، منطق آزمون‌های دو سطحی بر این فرض استوار است که پاسخ نهایی آزمودنی به‌تنهایی برای تبیین ساختار شناختی او کافی نیست. در سطح نخست، پاسخ به پرسش مفهومی و در سطح دوم، دلیل یا تبیین انتخاب‌شده برای آن پاسخ بررسی می‌شود. ترکیب این دو سطح، اطلاعات تشخیصی غنی‌تری درباره نحوه استدلال پاسخ‌دهنده فراهم می‌کند و می‌تواند تمایز میان فهم علمی، پاسخ صحیح مبتنی بر حدس و پاسخ نادرست ناشی از یک مفهوم جایگزین را امکان‌پذیر سازد (تراگوست، ۱۹۸۸؛ چاندراسگاران و همکاران، ۲۰۰۷).

با توجه به این ملاحظات، در پژوهش حاضر از آزمون دو سطحی به‌عنوان یکی از منابع اصلی شناسایی و تفسیر کج‌فهمی‌های مفهومی استفاده شد؛ بااین‌حال، برای کاهش

1. Lin
2. Wang
3. Chandrasegaran
4. Taslidere

محدودیت‌های ذاتی آزمون و افزایش اعتبار تفسیر نتایج، داده‌های کمی حاصل از آزمون با شواهد کیفی حاصل از مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته تکمیل شد. این ترکیب امکان می‌دهد الگوهای پاسخ آزمون نه صرفاً بر اساس گزینه انتخاب‌شده، بلکه با توجه به توضیحات و استدلال‌های ارائه‌شده از سوی مشارکت‌کنندگان نیز تفسیر شوند.

پیشینه پژوهش

مقالات متعددی درباره حالت‌های ماده انجام شده است. برای نمونه، تاتار (۲۰۱۱) با هدف شناسایی کج‌فهمی‌های معلمان آموزش ابتدایی درباره حالت‌های ماده، پژوهشی را روی ۲۲۷ دانشجومعلم پایه چهارم در ترکیه انجام داد. نتایج این مطالعه نشان داد که بخشی از شرکت‌کنندگان در تبیین ویژگی‌های ذرات و رفتار ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز دچار کج‌فهمی هستند؛ از جمله این‌که شکل جامدات در تغییر حالت ثابت می‌ماند، بین ذرات جامد فضای خالی وجود ندارد، ذرات گاز تحت تأثیر گرانش قرار نمی‌گیرند و مانند ذرات جامد و مایع سقوط نمی‌کنند، اندازه ذرات جامد بزرگ‌تر از ذرات مایع است، و ذرات مایع بزرگ‌تر از ذرات گاز هستند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که برداشت‌های نادرست تنها به نام‌گذاری حالت‌های ماده محدود نیستند، بلکه به درک ساختار ذره‌ای و روابط میان ذرات در حالت‌های مختلف مربوط می‌شوند.

از جمله مقالات دیگری که کج‌فهمی معلمان را درباره حالت مواد، با استفاده از آزمون‌های چندگزینه‌ای مورد بررسی قرار داده‌اند، می‌توان به پژوهشی که در دانشگاه فنی خاورمیانه در کشور ترکیه توسط کربولوت و گبان[1] (۲۰۱۴) انجام شده است، اشاره کرد. در این تحقیق، در نهایت، ۲۰ کج‌فهمی کشف شد.

همچنین در این راستا، مطالعه دیگری توسط آلپایدین (۲۰۱۷) صورت گرفته است. این مطالعه، برای تعیین سطح درک و کج‌فهمی‌های داوطلبان معلمی علوم در مورد برخی مفاهیم مربوط به مواد و خواص آن‌ها انجام شد. مشخص شد که داوطلبان معلمی در مورد برخی مفاهیم مربوط به مواد و خواص آن‌ها کج‌فهمی‌های دارند و پیشنهادهایی برای رفع این کج‌فهمی‌ها ارائه شد.

مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۹ با استفاده از یک آزمون دو مرحله‌ای توسط وزارت آموزش ابتدایی در دانشگاه مصطفی کمال هاتای در ترکیه انجام شد. در این مطالعه، با استفاده از توسعه یک آزمون دو مرحله‌ای در مورد جداسازی مواد در کلاس نهم، اثربخشی آزمون دو مرحله‌ای اثبات شده است (تویسوز[2]، ۲۰۰۹). نتایج این تحقیق، با نتایج به دست آمده در

1. Kirbulut & Geban
2. Tüysüz

مطالعه حاضر مطابقت دارد و هر دو مطالعه اثربخشی آزمون دو مرحله‌ای را تأیید می‌کنند.

علاوه بر این، مطالعه‌ی دیگری بر توسعه‌ی ابزار تشخیصی چندگزینه‌ای دو مرحله‌ای متمرکز بود که توسط آدادان و ساواسکی[1] (۲۰۱۲) برای ارزیابی درک دانش‌آموزان از مفاهیم شیمی محلول طراحی و سپس به تدریج اصلاح و اجرا شد. همچنین، نتایج نشان داد که تعداد قابل توجهی از دانش‌آموزان درک ناکافی از مفاهیم شیمی محلول دارند.

بر اساس دانش ما، هیچ تحقیقی در مورد کج‌فهمی‌ها در مورد مفاهیم مرتبط با ماده با استفاده از ابزارهای تشخیصی چندگزینه‌ای دو مرحله‌ای بین معلمان دوره متوسطه اول گزارش نشده است. به همین منظور، این مطالعه برای تشخیص کج‌فهمی‌های معلمان دوره متوسطه اول انجام شد.

روش‌شناسی

برای اجرای این مطالعه، ابتدا مرز محتوایی تحقیق[2] شامل زمان انجام تحقیق (تابستان ۱۴۰۴)، مکان انجام مربوط به استان مازندران، شرکتکنندگان (معلمان علوم تجربی دوره متوسطه اول) و در مورد موضوعات ماده، ویژگیها و تغییر حالتهای آن تعریف شد و گزاره‌ها و نقشه‌های مفهومی بر اساس برنامه آموزش شیمی دوره متوسطه اول تدوین شدند و سپس در قالب یک ابزار تشخیصی دو سطحی اطلاعات لازم جمع‌آوری شدند. این نوع آزمون به این دلیل استفاده شد که آزمون دو سطحی برای مربیان مفید است تا درک عمیقی از کج‌فهمی‌ها داشته باشند، زیرا فرصتی برای شناسایی دلیل داشتن چنین کج‌فهمی‌های وجود دارد (چو[3] و همکاران، ۲۰۰۷). سپس، مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با هشت معلم علوم تجربی برای کسب اطلاعات عمیق انجام شد. در مصاحبه‌ها، از معلمان همان سؤالات آزمون پرسیده شد، اما از آن‌ها خواسته شد تا در مورد پاسخ‌هایشان توضیح بیشتری بدهند تا تفسیر مناسب از پاسخ‌های کتبی آن‌ها تأیید شود.

ابزار پژوهش

پرسشنامه مبتنی بر آزمون تشخیصی دو سطحی

در این پژوهش از پرسشنامه‌ای مبتنی بر آزمون تشخیصی دو سطحی به‌عنوان ابزار گردآوری داده‌ها استفاده شد. این ابزار با هدف ارزیابی درک مفهومی و شناسایی کج‌فهمی‌های مرتبط با مفاهیم مورد مطالعه طراحی گردید. آزمون تشخیصی دو مرحله‌ای

1. Adadan and Savasci
2. Content boundary of research
3. Chou

به زبان فارسی تهیه و تدوین شد. پرسش‌های آزمون شامل دو سطح یا بخش بودند، بخش اول هر پرسش مربوط به محتوا بود و بخش دوم هر پرسش، پرسشی بود که از معلمان خواسته می‌شد برای پاسخ خود در مرحله اول دلیل ارائه دهند. هر سطح چندگزینه‌ای بود و از یک مفهوم پیروی می‌کرد (تسوی و تراگوست[1]، ۲۰۱۰؛ کارادنیز بایراک[2]، ۲۰۱۳؛ کیم[3] و همکاران، ۲۰۱۴). برای اطمینان از روایی و پایایی ابزار پژوهش، پرسشنامه ابتدا از نظر روایی محتوایی توسط چند نفر از متخصصان حوزه آموزش علوم تجربی و شیمی، یک استاد دانشگاه به همراه یک دکترای شیمی و دو معلم باتجربه، بررسی شد و پس از اعمال اصلاحات پیشنهادی، نسخه نهایی برای اجرا آماده شد. روایی محتوایی به میزانی اشاره دارد که ابزار، جنبه‌های مختلف سازه مورد نظر را به‌درستی بازنمایی می‌کند. همچنین، برای اطمینان از تناسب سطح دشواری سؤالات با جامعه هدف، پرسشنامه به‌صورت آزمایشی روی گروهی از معلمان اجرا شد و بر اساس نتایج این اجرا، برخی اصلاحات جزئی در ساختار پرسش‌ها انجام گرفت (هیدایات[4] و همکاران، ۲۰۲۳؛ نورفالاه[5] و همکاران، ۲۰۲۰). افزون بر این، برای افزایش اطمینان از پایایی پاسخ‌ها، بخشی از شرکت‌کنندگان در فاصله زمانی مناسب دوباره مورد مصاحبه قرار گرفتند تا ثبات پاسخ‌ها بررسی شود. پایایی آزمون به میزان ثبات نتایج یک ابزار در دو اجرای جداگانه بر روی یک گروه یکسان اشاره دارد. با توجه به اینکه در آزمون‌های دوسطحی، صرف پاسخ صحیح برای نتیجه‌گیری کافی نیست، ترکیب تحلیل پرسشنامه و مصاحبه امکان بررسی دقیق‌تر سازگاری پاسخ‌ها و استدلال‌ها را فراهم کرد (هیدایات و همکاران، ۲۰۲۳).

محتوای آزمون تشخیصی دو سطحی شامل یازده سؤال بود که هر یک به سنجش درک مفهومی و کج‌فهمی‌های مرتبط با مفاهیم بنیادی ماهیت ماده و رفتار آن اختصاص داشت. در طراحی هر سؤال دوسطحی، برای تدوین سطح اول هر سؤال، از منابع مختلفی مانند مقالات پژوهشی و نمونه سؤالات آزمون‌های تیزهوشان استفاده شد (تویسوز، ۲۰۰۹؛ تاتار، ۲۰۱۱؛ آدادان و ساواسچی، ۲۰۱۲). سطح اول هر سؤال به خودِ پرسش مفهومی اختصاص داشت و هدف آن سنجش پاسخ اصلی شرکت‌کننده بود (تویسوز، ۲۰۰۹؛ ناصیر[6] و همکاران، ۲۰۲۳). سطح دوم هر سؤال نیز به‌صورت گزینه‌های مربوط به دلیل پاسخ طراحی شد و این گزینه‌ها بر پایه دانش علمی پژوهشگران تنظیم شدند تا امکان تشخیص دقیق‌تر فهم

1. Tsui & Treagust
2. Karadeniz Bayrak
3. Kim
4. Hidayat
5. Nurfalah
6. Nasir

مفهومی و کج‌فهمی‌ها فراهم شود (تراسی و همکاران، ۲۰۲۴؛ تاتار، ۲۰۱۱). پرسشنامه شامل یازده پرسش دو سطحی بود.

برای هر یک از سؤالات آزمون یک مفهوم محوری در نظر گرفته شد تا محتوای پرسش‌ها به‌صورت هدفمند و نظام‌مند با اهداف سنجش هم‌راستا باشد (جدول ۱). برای نشان دادن هدفمند بودن محتوای پرسش‌ها، «در جدول ۱ علاوه بر شماره هر سؤال، مفهوم مورد سنجش، توضیحی کوتاه درباره محتوای آن سؤال و منبع یا منابع نظری مورد استفاده در طراحی آن نیز ارائه شده است.»

جدول ۱- مفاهیم محوری هر پرسش و منابع نظری مورد استفاده در طراحی آزمون

شماره سؤال	مفهوم مورد سنجش	توضیح کوتاه	منبع
سؤال ۱	ماهیت ذره‌ای ماده و تغییر جرم در فرایندهای تغییر فاز	بررسی کج‌فهمی‌های رایج درباره تغییر جرم در فرایندهای تغییر فاز	لیچتفلد[1]، ۱۹۹۶؛ سنگر[2]، ۲۰۰۰؛ بونس و گابل[3]، ۲۰۰۲
سؤال ۲	محلول‌ها و فرایند حل شدن	بررسی نقش حلال و حل‌شونده در فرایند تشکیل محلول	سیلبربرگ[4]، ۲۰۰۶
سؤال ۳	برهم‌کنش‌های بین‌مولکولی	تمایز میان برهم‌کنش‌های بین‌مولکولی و پیوندهای درون‌مولکولی	تساپارلیس و سویان[5]، ۲۰۱۳
سؤال ۴	گرما و دما	بررسی تمایز میان گرما و دما و اثر انرژی حرارتی بر رفتار گازها	سیلبربرگ، ۲۰۰۶
سؤال ۵	انحلال جامد در مایع	بررسی حفظ جرم و ماهیت حل‌شونده در فرایند انحلال جامد در مایع	آلن[6]، ۲۰۱۰
سؤال ۶	تراکم‌پذیری گازها	تحلیل نقش فاصله میان ذرات در مقایسه با سایر فازها	تساپارلیس و سویان، ۲۰۱۳
سؤال ۷	تغییرات فیزیکی و شیمیایی	بررسی بازآرایی اتمی در فرایند تشکیل مواد جدید	تساپارلیس و سویان، ۲۰۱۳
سؤال ۸	فشار و انحلال‌پذیری گازها	بررسی رابطه فشار و انحلال‌پذیری گازها	آدادان و ساواسکی، ۲۰۱۲
سؤال ۹	حجم گاز در ظرف بسته	تبیین اشغال کامل فضا توسط گازها در ظرف بسته	سیلبربرگ، ۲۰۰۶
سؤال ۱۰	چگالی گازها	بررسی رابطه جرم و حجم در تبیین رفتار فیزیکی گازها	آلن، ۲۰۱۰
سؤال ۱۱	دما و حرکت مولکول‌ها	بررسی اثر دما بر پراکندگی و حرکت تصادفی مولکول‌های گاز	بوکنز[7]، ۲۰۰۹

1. Litchtfeldt
2. Sanger
3. Bunce & Gabel
4. Silberberg
5. Tsaparlis & Sevian
6. Allen
7. Buekens

مصاحبه

در مصاحبه، داده‌ها یا اطلاعات از طریق طرح مستقیم پرسش‌ها برای پاسخ‌دهندگان گردآوری می‌شود (نورمن و ایوانا[1]، ۲۰۰۰). برای افزایش دقت و کاهش محدودیت‌های آزمون‌های دوسطحی، مصاحبه‌ای تکمیلی با هشت سرگروه آموزشی درس علوم تجربی دوره متوسطه اول در اداره‌های آموزش و پرورش استان مازندران انجام شد. سرگروه‌های آموزشی به دلیل تسلط بیشتر بر محتوای درسی، تجربه در هدایت و نظارت آموزشی، و نیز دسترس‌پذیری بیشتر نسبت به سایر معلمان برای این مرحله انتخاب شدند. هدف از این مصاحبه‌ها، بررسی عمیق‌تر پاسخ‌های داده‌شده در پرسشنامه، آشکارسازی استدلال‌های پشت پاسخ‌ها و تأیید یا تکمیل یافته‌های حاصل از آزمون دوسطحی بود. با توجه به پراکندگی جغرافیایی شرکت‌کنندگان، مصاحبه‌ها به‌صورت تلفنی انجام شد. در این فرایند، شرکت‌کنندگان ابتدا به پرسش‌ها به‌صورت بازپاسخ جواب دادند و سپس از آن‌ها خواسته شد استدلال خود را توضیح دهند. در صورت نیاز نیز پرسش‌های پیگیری برای روشن‌تر شدن دلایل پاسخ‌ها مطرح شد. همچنین، برای طراحی پرسش‌های بازِ مصاحبه از کتاب درسی و مفاهیم متناظر با سؤالات پرسشنامه دوسطحی استفاده شد.

مطالعه آزمایشی

در مرحله نخست، پرسشنامه به‌صورت آزمایشی بر روی ۱۰۶ معلم دوره ابتدایی، شامل پایه‌های اول تا ششم، در نظام آموزشی ایران اجرا شد. نمونه پژوهش شامل ۱۵ مرد و ۹۱ زن بود. نتایج تحلیل اولیه نشان داد که برخی از گویه‌ها از نظر سطح دشواری و تناسب محتوایی برای این گروه از پاسخ‌دهندگان مناسب نیستند و میزان پاسخ‌گویی صحیح در برخی موارد مطلوب نبود. بر این اساس، جامعه هدف مورد بازنگری قرار گرفت و معلمان علوم تجربی دوره متوسطه اول به‌عنوان جامعه آماری مرحله بعد انتخاب شدند. در مرحله دوم، ۱۰۹ معلم علوم تجربی دوره متوسطه اول، شامل ۳۹ مرد و ۷۰ زن، به‌صورت تصادفی انتخاب شدند و پرسشنامه بر روی آنان اجرا شد. یافته‌های این مرحله نشان داد که ابزار از نظر سطح دشواری و تناسب محتوایی، با ویژگی‌های شناختی و حرفه‌ای این گروه از معلمان همخوانی مناسبی دارد.

شرکت‌کنندگان

این پژوهش در تابستان ۱۴۰۴ بر روی نمونه پژوهش اجرا شد و میزان درک شرکت‌کنندگان از مفهوم ماده و مفاهیم مرتبط با آن، با استفاده از آزمون تشخیصی دو

1. Norman & Yvonna

سطحی و مصاحبه، مورد بررسی قرار گرفت. جامعه آماری شامل حدود ۳۰۰ معلم علوم تجربی دوره متوسطه اول استان مازندران بود که ۳۶ درصد از آنان به‌صورت تصادفی انتخاب شدند. سپس برای تکمیل پرسشنامه با افراد منتخب تماس تلفنی برقرار شد. اطلاعات تماس آنان از گروه‌های تلگرامی مرتبط با معلمان علوم تجربی گردآوری و لینک پرسشنامه برایشان ارسال شد. با وجود این، به دلیل بی‌اعتمادی به فرستنده ناشناس و ملاحظات امنیتی در فضای مجازی، تنها ۱۰۹ نفر در بازه دو هفته‌ای پرسشنامه را تکمیل کردند.

ویژگی‌های جمعیت‌شناختی شرکت‌کنندگان پژوهش در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس این جدول، در میان پاسخ‌دهندگان پرسشنامه، سهم زنان اندکی بیشتر از مردان بود. از نظر مدرک دیپلم دبیرستان، رشته علوم تجربی بیشترین فراوانی را داشت و در سطح مدرک دانشگاهی نیز بیشترین سهم به کارشناسی و کارشناسی ارشد اختصاص یافت. همچنین، بیشترین سابقه تدریس در بازه ۲۵ تا ۳۰ سال مشاهده شد که نشان‌دهنده تجربه بالای بخش قابل توجهی از نمونه است. در بخش مصاحبه نیز بیشتر مصاحبه‌شوندگان مرد بودند و ترکیب جنسیتی این گروه با گروه پرسشنامه تفاوت داشت.

جدول ۲- ویژگی‌های جمعیت‌شناختی شرکت‌کنندگان پژوهش

گروه	ویژگی	طبقه	درصد
شرکت‌کنندگان پرسشنامه	جنسیت	زن	۶۴/۲۲
شرکت‌کنندگان پرسشنامه	جنسیت	مرد	۳۵/۷۷
شرکت‌کنندگان پرسشنامه	مدرک دیپلم دبیرستان	ریاضی	۱۴/۶۷
شرکت‌کنندگان پرسشنامه	مدرک دیپلم دبیرستان	علوم تجربی	۸۴/۴۰
شرکت‌کنندگان پرسشنامه	مدرک دیپلم دبیرستان	سایر	۰/۹۱
شرکت‌کنندگان پرسشنامه	مدرک دانشگاهی	دکتری	۱/۸۳
شرکت‌کنندگان پرسشنامه	مدرک دانشگاهی	کارشناسی ارشد	۳۲/۰۲
شرکت‌کنندگان پرسشنامه	مدرک دانشگاهی	کارشناسی	۶۱/۴۶
شرکت‌کنندگان پرسشنامه	مدرک دانشگاهی	کاردانی	۳/۶۶
شرکت‌کنندگان پرسشنامه	سابقه تدریس	۱تا ۵ سال	۱۲/۳۳
شرکت‌کنندگان پرسشنامه	سابقه تدریس	۵تا ۱۰ سال	۹/۱۷

گروه	ویژگی	طبقه	درصد
شرکت‌کنندگان پرسشنامه	سابقه تدریس	۱۰تا ۱۵ سال	۱۴/۶۷
شرکت‌کنندگان پرسشنامه	سابقه تدریس	۱۵تا ۲۰ سال	۱۵/۵۹
شرکت‌کنندگان پرسشنامه	سابقه تدریس	۲۰تا ۲۵ سال	۱۰/۰۹
شرکت‌کنندگان پرسشنامه	سابقه تدریس	۲۵تا ۳۰ سال	۳۷/۶۱
مصاحبه‌شوندگان	جنسیت	مرد	۷۵
مصاحبه‌شوندگان	جنسیت	زن	۲۵

جمع‌آوری داده‌ها

پرسشنامه از طریق لینک موجود در فرم گوگل، در گروه‌های پیام‌رسان واتس‌اپ و تلگرام بین معلمان علوم تجربی توزیع شد. ارتباطات مجازی نیز مشکلاتی مانند عدم پاسخگویی، تأخیر در پاسخگویی و غیره دارد. از آنجایی که پرسشنامه پژوهش به صورت تصادفی برای گروه‌های معلمان علوم تجربی ارسال شد، برخی از دانش‌آموزان و معلمان نیز پرسشنامه را انجام دادند که داده‌های مربوط به دانش‌آموز-معلم از پژوهش حذف و تحلیل نشد، زیرا جامعه آماری این پژوهش معلمان بودند.

در ابتدای پرسشنامه، اطلاعات جمعیت‌شناختی شامل جنسیت، رشته دیپلم دبیرستان، مدرک دانشگاهی، سابقه تدریس و نوع مدرسه از شرکت‌کنندگان جمع‌آوری شد. دسترسی به سؤالات آزمون تشخیصی دو سطحی تنها پس از ورود به بخش مربوطه امکان‌پذیر بود تا از آشنایی قبلی با محتوای سؤالات جلوگیری شود. پیش از اجرای آزمون، به شرکت‌کنندگان اطمینان داده شد که اطلاعات آن‌ها محرمانه باقی خواهد ماند و نیازی به درج نام یا مشخصات هویتی نیست. همچنین توضیح داده شد که داده‌های جمع‌آوری‌شده صرفاً برای اهداف پژوهشی مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ این موضوع با هدف رعایت اصول اخلاق پژوهش و افزایش تمایل به مشارکت در مطالعه انجام شد. برای پاسخ‌گویی به ۱۱ سؤال چندگزینه‌ای، زمان ۳۰ دقیقه در نظر گرفته شد. در نهایت، ۱۰۹ معلم طی مدت دو هفته پرسشنامه را تکمیل کردند. پس از اتمام مرحله پرسشنامه، مصاحبه‌هایی با هدف بررسی و اعتبارسنجی پاسخ‌ها و برآورد پایایی داده‌ها انجام شد.

تقریباً ۷٪ از شرکت‌کنندگان (۸ معلم) چهار هفته پس از شرکت در آزمون، با این فرض که حافظه شفاف معلمان تأثیر کمی بر پاسخ‌های مصاحبه آن‌ها خواهد داشت، مصاحبه شدند. با توجه به مسئله تعیین دوره مناسب بین اجرای دو آزمون با مفاهیم مشترک

برای همان شرکت‌کنندگان، مک‌کلوی[1] (۱۹۹۲) به حداقل سه هفته برای جلوگیری از تداخل حافظه شفاف شرکت‌کنندگان در پاسخ‌های آن‌ها در آزمون مجدد اشاره کرد و چنین دیدگاهی توسط فریمن و واتسون [2] (۱۹۶۲) پشتیبانی شد.

این هشت معلم از میان کسانی انتخاب شدند که سرگروه آموزشی درس علوم تجربی استان بودند. سرگروههای آموزشی در ادارههای آموزش و پرورش، وظیفه انتقال سیاست‌های آموزشی آموزش و پرورش را به معلمان، به ویژه آموزش روشهای مناسب تدریس و هدایت آن‌ها در دانش محتوا و نظارت بر تدریس آن‌ها در کلاس‌های درس، را بر عهده دارند. از آن‌ها برای مصاحبه‌های انفرادی دعوت شد که به دلیل پراکندگی جغرافیایی استان، به صورت تماس تلفنی انجام شد. برای آمادگی ذهنی معلمان، پرسشها پنج دقیقه قبل از تماس از طریق پیامرسان واتس‌اپ برای آن‌ها ارسال شد. هر مصاحبه حدود ۱۵ تا ۲۰ دقیقه طول کشید و هر معلم به سه سؤال بازپاسخ مربوط به پرسشنامه پاسخ داد.

تحلیل داده‌ها

پاسخهای ارائه شده توسط معلمان، هم پاسخ مربوط به بخش اول پرسشهای آزمون دو سطحی و هم استدلال مرتبط به آن در بخش دوم آزمون، در پنج دسته ارائه شده توسط چالیک و آیاس[3] (۲۰۰۵) ارزیابی شدند:

- درک صحیح[4] (SU): پاسخ‌هایی که پاسخ‌ها و استدلال صحیح ارائه می‌دادند.
- درک جزئی[5] (PU): پاسخ‌هایی که شامل پاسخ‌های صحیح یا استدلال صحیح بودند در حالی که یک سطح دیگر را بدون پاسخ می‌گذاشتند.
- درک جزئی با مفهوم جایگزین خاص[6] (PUSA): پاسخ‌هایی که شامل پاسخ صحیح با استدلال اشتباه یا پاسخ اشتباه با استدلال درست بودند.
- مفهوم جایگزین خاص[7] (SA): پاسخ‌هایی که شامل پاسخ‌های اشتباه در هر دو سطح بودند.
- عدم درک[8] (NU): به پاسخ‌هایی گفته می‌شود که به سؤال پاسخ داده نشده است یا بیش از یک پاسخ برای یک سؤال ثبت شده است.

1. McKelvie
2. Freeman & Watson
3. Çalik & Ayas
4. Sound understanding
5. Partial understanding
6. Partial understanding with specific alternative conception
7. Specific alternative conception
8. No understanding

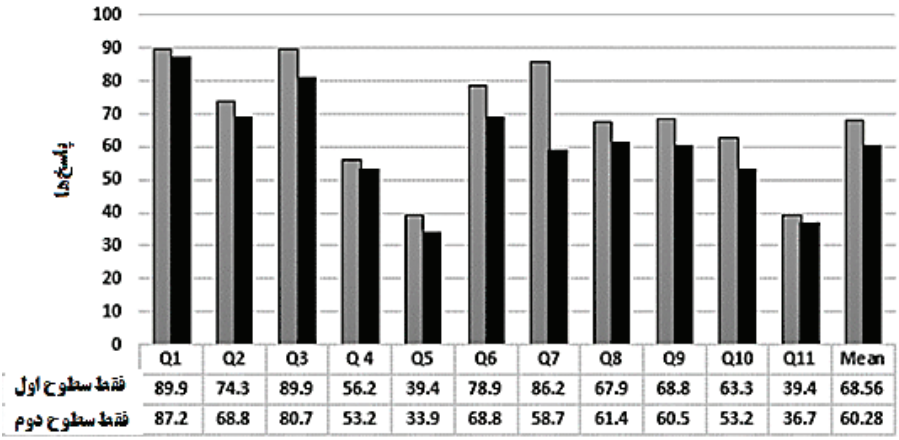
نتایج

همانطور که گفته شد، پرسشنامه این تحقیق شامل ۱۱ سؤال دو سطحی بود (پیوست ۱) که طبق نمرات تعریف شده برای هر سطح ۱ امتیاز در نظر گرفته شد، یعنی هر بخش شامل ۲ امتیاز بود. حداقل امتیاز از ۰ شروع می‌شد و حداکثر امتیازی که شرکت‌کنندگان می‌توانستند کسب کنند ۲۲ امتیاز بود. دو شرکت‌کننده به مجموع امتیازات یعنی بالاترین نمره دست یافتند که هر دو بیشترین سابقه کار را داشتند. میانگین نمره کسب شده ۱۴/۱۳ بود.

یکی از مهمترین یافته‌های این تحقیق این بود که درصد پاسخ‌های صحیح به هر دو سطح، کمتر از درصد پاسخ‌های صحیح به یک سطح بود و این نشانه‌ای از دانش ناکافی معلمان علوم تجربی پایه اول است. شکل ۱ نسبت معلمانی را نشان می‌دهد که فقط به سطح اول و هر دو سطح آزمون را پاسخ صحیح داده‌اند. برای سطح اول پرسشهای آزمون، پاسخ‌های صحیح از ۳۹/۴ تا ۸۹/۹ متغیر بود. این محدوده برای پاسخ‌های صحیح برای هر دو سطح، بین ۳۱/۸۱ به ۸۷/۲۷ محاسبه شد. کمترین درصد پاسخ صحیح معلمان یعنی ۳۱/۸۱ درصد، مربوط به موضوع "تغییر حجم محلوهای جامد در مایع" بعد از انحلال بود. این عدد به این معنی که معلمان درک کمی از برخی از مفاهیم مورد پرسش داشتند.

میانگین پاسخهای صحیح در سطح اول آزمون تشخیصی دو سطحی، ٪۶۸/۵۶ و در هر دو سطح ٪۵۹/۷۹ بود. پاسخهای صحیح در سطح اول پرسشهای ۴، ۵، ۱۰ و ۱۱ کمتر از مقدار میانگین بودند. همچنین، پاسخهای صحیح در هر دو سطح پرسشهای ۴، ۵، ۷، ۱۰ و ۱۱ و کمتر از میانگین گزارش شده بودند. این یافته‌ها با مطالعات قبلی با استفاده از آزمونهای تشخیصی دو سطحی (گریفارد و واندرزی[1]، ۲۰۰۱؛ چو و همکاران، ۲۰۰۷؛ لوه و همکاران، ۲۰۱۴؛ تاسلیدره[2]، ۲۰۱۶) سازگار است که در آن‌ها اکثر شرکت‌کنندگان، در سطح اول آزمون نسبت به هر دو سطح، عملکرد بهتری داشتند.

1. Griffard & Wandersee
2. Taslidere



	Q1	Q2	Q3	Q 4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Mean
فقط سطوح اول	89.9	74.3	89.9	56.2	39.4	78.9	86.2	67.9	68.8	63.3	39.4	68.56
فقط سطوح دوم	87.2	68.8	80.7	53.2	33.9	68.8	58.7	61.4	60.5	53.2	36.7	60.28

شکل ۱- درصد پاسخ‌های صحیح به پرسشنامه

در تحلیل پاسخ‌های معلمان، دریافتیم که چندین عامل مهم بر درصد پاسخ‌های صحیح تأثیر می‌گذارند، از جمله جنسیت، مدرک دیپلم دبیرستان، سابقه کار و نوع مدرسه. همچنین، مدرک تحصیلی بالا تأثیری در افزایش نمرات نداشت. جدول ۳ سطح تجربه معلمان (بر اساس سال) و رابطه آن با میانگین نمره‌ای که توانستند در پرسشنامه کسب کنند را نشان می‌دهد. تجربه کاری با دو نوع مؤلفه سنجیده شد. این مؤلفه‌ها شامل جنسیت (مرد و زن) نوع دیپلم (ریاضی و علوم تجربی) بودند. کمترین امتیاز مربوط به معلمان مردی بود که ۲۵ تا ۳۰ سال سابقه تدریس داشتند و دارای دیپلم رشته ریاضی بودند. از طرفی، معلمان مردی که سابقه تدریس ۱۵ تا ۲۰ سال داشتند و دیپلم آنها در رشته علوم تجربی بود، بیشترین امتیاز را کسب نمودند. در مقایسه‌ای دیگر، کمترین امتیاز به معلمان مرد دارای یک تا پنج سال سابقه خدمت و به معلمان زن دارای سابقه خدمت پنج تا ده سال تعلق گرفت. به طور کلی، روند امتیازها از نظم خاصی پیروی نمیکند و اطلاعات دقیقی از تأثیر مؤلفههای مختلف بر آن نمیتوان استنتاج نمود.

جدول ۳- درصد میانگین نمرات شرکت‌کنندگان بر اساس اطلاعات آن‌ها

مورد	۱-۵	۵-۱۰	۱۰-۱۵	۱۵-۲۰	۲۰-۲۵	۲۵-۳۰
میانگین	۱۴/۲	۱۲/۴	۱۳/۲	۱۴/۷	۱۴/۴	۱۵
مرد	۱۳	۱۴	۱۴/۵	۱۵/۲	۱۵/۵	۱۵/۴
زن	۱۵/۸	۱۰/۸	۱۲/۹	۱۴/۵	۱۴/۲	۱۴/۶
مرد، دیپلم علوم تجربی	۱۲/۲	۱۵/۷	۱۴/۵	۱۹	۱۵/۵	۱۶
مرد، دیپلم ریاضی	۱۳	۱۱/۵	–	۹/۵	–	۶

نتایج حاصل از تحلیل پاسخ‌های شرکت‌کنندگان در آزمون تشخیصی دو سطحی، بر اساس طبقه‌بندی در دسته‌های SA، PUSA، PU، SU و NU برای هر یک از سؤالات به‌صورت تفکیکی استخراج شده است. این نتایج با هدف ارائه تصویری دقیق از الگوهای پاسخ‌گویی در میان سؤالات مختلف، در قالب درصد فراوانی هر طبقه‌بندی محاسبه شده و جزئیات کامل آن در جدول ۴ ارائه شده است. در این جدول، علاوه بر درصد فراوانی هر یک از طبقه‌بندی‌های پاسخ، تعداد پاسخ‌دهندگان مربوط به هر طبقه نیز برای تمامی سؤالات به‌طور جداگانه گزارش شده است. این شیوه ارائه امکان مقایسه دقیق میان سؤالات مختلف را فراهم می‌کند. همچنین با استفاده هم‌زمان از داده‌های نسبی (درصدی) و مطلق (تعداد)، تحلیل جامع‌تری از الگوی پاسخ‌های شرکت‌کنندگان به دست می‌آید. به این ترتیب، خواننده می‌تواند هم توزیع کلی پاسخ‌ها و هم تفاوت‌های جزئی میان سؤالات را به‌صورت شفاف مشاهده کند.

جدول ۴- درصد پاسخ‌های شرکتکنندگان

مفهوم	SU		PU		PUSA		SA		NU	
	n	٪	n	٪	n	٪	n	٪	n	٪
تغییرات فاز و جرم ذرات(Q1)	۹۵	۸۷/۲	–	–	۵	۴/۶	۹	۸/۲	–	–
ماهیت محلول‌ها و انحلال‌پذیری (Q2)	۷۵	۶۸/۸	۱	۰/۹	۲۵	۲۲/۹	۸	۷/۳	–	–
برهمکنش بین مولکولی یا پیوند بین اتمی(Q3)	۸۸	۸۰/۷	–	–	۱۲	۱۱	۹	۸/۲	–	–
اثر گرما بر مولکول‌های گاز (Q4)	۵۸	۵۳/۲	–	–	۴۲	۳۸/۵	۹	۸/۲	–	–
تغییر حجم محلول‌های جامد در مایع(Q5)	۳۷	۳۳/۹	۴	۳/۶	۲۱	۱۹/۳	۴۶	۴۲/۲	۱	۰/۹
چگالی گازها(Q6)	۷۵	۶۸/۸	–	–	۲۱	۱۹/۳	۱۱	۱۰/۱	۲	۱/۸
ویژگی‌های تغییرات فیزیکی و شیمیایی(Q7)	۶۴	۵۸/۷	۳	۲/۷	۳۵	۳۲/۱	۵	۴/۶	۲	۱/۸
انحلال گازها/رابطه بین انحلال و فشار گازها(Q8))	۶۷	۶۱/۴	۱	۰/۹	۱۵	۱۳/۷	۲۰	۱۸/۳	۴	۳/۶
رابطه بین پراکندگی و فشار گازها (Q9)	۶۶	۶۰/۵	–	–	۱۲	۱۱	۲۷	۲۴/۸	۴	۳/۶
چگالی گازها(Q10)	۵۸	۵۳/۲	–	–	۱۹	۱۷/۴	۲۸	۲۵/۷	۴	۳/۶
تأثیر دما بر پراکندگی گازها (Q11)	۴۰	۳۶/۷	۱	۰/۹	۶	۵/۵	۴۸	۴۴	۹	۸/۲

لازم به ذکر است که آرتدج و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که به دلیل ماهیت آزمون‌های چندگزینه‌ای، شرکت‌کنندگان تقریباً هیچ‌گاه در دسته‌های «درک جزئی» و «عدم درک» قرار نمی‌گیرند. همچنین، گیلبرت (۱۹۷۷) و تسای و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کرده‌اند که اگر درصد شرکت‌کنندگانی که یک مفهوم جایگزین خاص را به‌جای مفهوم علمی صحیح انتخاب می‌کنند بیش از ۱۰ درصد باشد، آن مفهوم باید به‌صورت جدی‌تر بررسی شود. بر این اساس، در پژوهش حاضر نیز مفاهیمی که در دسته «مفهوم جایگزین خاص» درصدی بالاتر از ۱۰ داشتند، شناسایی و تحلیل شدند. جدول ۴، توزیع پاسخ‌ها را در دسته‌های SU، SA، PUSA، PU و NU برای مفاهیم مرتبط با هر سؤال نشان می‌دهد. مطابق معیار گیلبرت (۱۹۷۷) و تسای و همکاران (۲۰۰۷)، سؤالات Q5، Q6، Q8، Q9، Q10 و Q11 در شاخص SA بیش از ۱۰ درصد داشتند و ازاین‌رو به‌عنوان مفاهیم جایگزین مهم در نظر گرفته شدند. بیشترین درصد مفهوم جایگزین خاص مربوط به Q11 و کمترین درصد مربوط به Q7 بود. در این مطالعه، این مفاهیم با دقت بیشتری بررسی شدند و برخی از آن‌ها در بخش بحث مورد تحلیل قرار گرفتند.

مصاحبه

به‌منظور افزایش اعتبار داده‌های گردآوری‌شده از طریق پرسشنامه و کاهش محدودیت‌های آزمون‌های دوسطحی، مصاحبه‌ای نیمه‌ساختاریافته با هشت نفر از معلمان علوم تجربی دوره متوسطه اول استان مازندران انجام شد. هدف از این مصاحبه‌ها، واکاوی عمیق‌تر استدلال‌های معلمان و شناسایی کج‌فهمی‌های احتمالی آنان در پاسخ به برخی پرسش‌ها بود. تحلیل مصاحبه‌ها نشان داد که برخی پاسخ‌ها واجد درک مفهومی صحیح و برخی دیگر بیانگر برداشت‌های نادقیق از مفاهیم مورد بررسی بودند. بر این اساس، در ادامه نمونه‌ای از پاسخ‌ها همراه با تحلیل آن‌ها ارائه شده است.

پرسش ۴

معلم ۱: تغییر شکل رخ نمی‌دهد؛ فقط ذرات سریع‌تر حرکت می‌کنند. شکل ذره تابع شرایط دمای محیط نیست. فرض کنید بگوییم سرعت ذره تغییر می‌کند؛ این تغییر شکل ذرات را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. حرکت ذرات تغییر می‌کند و سریع‌تر حرکت می‌کند. از آنجا که ما گرما دادیم، مانند پرسش بالا، جداسازی کربن دیاکسید و اکسیژن را نداریم و آن‌ها در سراسر ظرف پخش می‌شوند.

معلم ۲: حجم ذرات تغییر نمی‌کند؛ افزایش گرما بر تعداد برخوردها تأثیر می‌گذارد. سرعت آن‌ها نیز افزایش می‌یابد.

پرسش ۱۰

محقق: در صورت امکان این پرسش را توضیح دهید.

معلم ۳: با توجه به اینکه از اختلاف فشار صرف نظر می‌شود، محیط را خلأ در نظر می‌گیریم و در نتیجه، دو بادکنک با هم به زمین می‌رسند.

محقق: یعنی آیا هوای داخل بادکنک را خلأ در نظر می‌گیریم؟

معلم ۳: خیر؛ در محیط خلأ، اگر اجسام رها شوند، با هر جرمی، حتی اگر بادکنک پر باشد چون حجمش بیشتر است، با بادکنک بدون هوا، همزمان به زمین می‌رسند؛ به نظر من، اختلاف چگالی زیادی نخواهند داشت.

پرسش ۱۱

محقق: توضیح شما برای پاسخ به این پرسش چیست؟

معلم ۴: آنها در سرتاسر ظرف پراکنده میشوند. در دمای ثابت، تفاوت در چگالی را مشاهده می‌کنیم. ذرات هلیم در پایین ظرف و ذرات هیدروژن در بالای ظرف بیشتر هستند زیرا. مولکولهای هلیم سنگین‌تر از مولکولهای هیدروژن هستند.

معلم ۵: گازها حجم و شکل خاصی ندارند. آن‌ها در یک ظرف به شکل مربع یا دایره قرار می‌گیرند. گازها در سراسر ظرف پراکنده می‌شوند.

نتایج مصاحبه‌ها نشان داد که در برخی موارد، پاسخ‌دهندگان از درکی نسبی و در عین حال ناقص از مفاهیم برخوردارند. برای مثال، در پاسخ به پرسش ۴، برخی معلمان به درستی به افزایش سرعت حرکت ذرات در اثر گرما اشاره کردند، اما در تبیین رابطه میان گرما، دما و رفتار ذرات، دقت مفهومی کافی مشاهده نشد. در پاسخ به پرسش ۱۰ نیز نوعی آمیختگی میان مفهوم چگالی، جرم و حجم دیده شد و برخی پاسخ‌ها نشان دادند که رابطه این مفاهیم در سطحی ظاهری و نه تحلیلی درک شده است. همچنین، در پاسخ به پرسش ۱۱، اگرچه برخی معلمان به پراکندگی گازها در سراسر ظرف اشاره کردند، اما توضیحات آنان در خصوص علت این پراکندگی و رفتار ذرات در سطح علمی دقیق نبود و در مواردی، کج‌فهمی‌هایی درباره تفاوت چگالی گازها مشاهده شد. در مجموع، یافته‌های مصاحبه‌ها ضمن تأیید نتایج پرسشنامه، نشان داد که بخشی از پاسخ‌های نادرست یا ناقص، ریشه در درک مفهومی ناکافی از مفاهیم بنیادین ماده و رفتار گازها دارد.

بحث

همان‌طور که پیش‌تر بیان شد، پاسخ‌های شرکت‌کنندگان در پنج طبقه SU، PU، PUSA، SA و NU کدگذاری شدند. در این میان، طبقه SA به‌عنوان نشانگر کج‌فهمی آشکار در نظر گرفته شد، زیرا در آن هم پاسخ و هم استدلال نادرست است. همچنین، طبقه PUSA نیز واجد نوعی کج‌فهمی تلقی شد، زیرا در آن یکی از دو سطح پاسخ یا استدلال نادرست ارائه می‌شود. در مقابل، طبقه‌های SU و PU به‌ترتیب بیانگر درک صحیح و درک جزئی هستند و

طبقه NU نیز نشان‌دهنده عدم پاسخ‌گویی است. بر اساس نتایج جدول ۴، پرسش‌های ۵ و ۱۱ به‌ترتیب با ۴۲/۲۰ درصد و ۴۴/۰۳ درصد، بیشترین میزان کج‌فهمی را به خود اختصاص دادند. محتوای این دو پرسش به‌ترتیب به تغییر حجم محلول‌های جامد در مایع و تأثیر دما بر پراکندگی گازها مربوط بود. پس از آن، پرسش‌های ۸، ۹ و ۱۰ به‌ترتیب با ۱۸/۳۰ درصد، ۲۴/۸۰ درصد و ۲۵/۷۰ درصد، در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند که به انحلال گازها، رابطه میان پراکندگی و فشار گازها، و چگالی گازها می‌پرداختند. این الگو نشان می‌دهد که کج‌فهمی‌های مشاهده‌شده عمدتاً در حوزه مفاهیم مرتبط با رفتار گازها و ویژگی‌های ذره‌ای ماده متمرکز بوده‌اند. چنین الگویی با نتایج پژوهش‌های پیشین نیز هم‌خوانی دارد؛ پژوهش‌هایی که نشان داده‌اند مفاهیم مربوط به گازها، انحلال و تغییرات ماده از جمله حوزه‌های مستعد بروز کج‌فهمی در میان یادگیرندگان هستند (بلسر[1]، ۱۹۸۶؛ وستبروک و مارک[2]، ۱۹۹۲؛ چیو[3]، ۲۰۰۷؛ آلن، ۲۰۱۰؛ تساپارلیس و سویان، ۲۰۱۳؛ کربولوت و گبان، ۲۰۱۴).

«همچنین، این داده‌ها نشان می‌دهند که میزان کج‌فهمی‌های معلمان ارتباط چندانی با سابقه تدریس آنان ندارد؛ به عبارت دیگر، میزان کج‌فهمی‌ها با افزایش سابقه تدریس کاهش یا افزایش نمی‌یابد (مطابق جدول ۲).» در این راستا، برای درک عمیق‌تر دلایل کج‌فهمی‌های معلمان، باید وضعیت نظام آموزشی ایران مورد بررسی قرار گیرد. همچنین می‌توان اشاره کرد که بیشترین درصد کج‌فهمی‌ها در مورد سایر پرسشها ٪۱۰ است و کمتر از درصد به دست آمده برای کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در مورد مفاهیم مرتبط به این پرسشها، بر اساس نتایج تحقیقات دیگران بود. به عبارت دیگر، «در حالی که معلمان در مطالعه حاضر درباره این مفاهیم تصور نادرستی نداشتند، دانش‌آموزان در پژوهش‌های دیگر کج‌فهمی‌هایی داشتند.» (درایور[4] و همکاران، ۱۹۹۴؛ مالفورد و رابینسون[5]، ۲۰۰۲؛ چیو، ۲۰۰۷؛ آدادان و ساواسکی، ۲۰۱۲). همچنین، یافته‌ها نشان می‌دهند که کمترین درصد کج‌فهمی‌ها شامل ٪۴/۵۸ و مربوط به پرسش ۷ بود. این پرسش تغییرات شیمیایی را بررسی می‌کند. علاوه بر این، طبق نتایج به دست آمده، بیشترین درصد کج‌فهمی‌های معلمان دوره متوسطه اول، مربوط به مفهوم گازها است. به عبارت دیگر، معلمان درک بهتری از مفهوم تغییر شیمیایی نسبت به مفهوم گازها دارند.

بیان چند نکته در روشن شدن نتایج این تحقیق حائز اهمیت است. اول این که، سؤالات

1. Blosser
2. Westbrook & Marek
3.Chiu
4. Driver
5.Mulford & Robinson

پژوهش حاضر از کتاب‌ها، مقالات و آزمون‌های دانش‌آموزان ابتدایی، متوسطه اول و دوم گرفته شده است و در این منابع اشاره شده است که کودکان و نوجوانان در این مسائل و مفاهیم دچار کج‌فهمی‌هایی هستند (بلاسِر[1]، ۱۹۸۶؛ وستبروک و مارک، ۱۹۹۲؛ درایور و همکاران، ۱۹۹۴؛ مالفورد و رابینسون، ۲۰۰۲؛ آلن، ۲۰۱۴؛ کوهن، چیو، ۲۰۰۷؛ آدادان و ساواسکی، ۲۰۱۲؛ کربولوت و گبان، ۲۰۱۴). در ارزیابی این پرسشها روی معلمان، مشخص شد که معلمان فقط از برخی از این کج‌فهمی‌ها رنج می‌برند در حالی که کودکان با کج‌فهمی‌های بیشتری روبرو هستند که البته این امر طبیعی به نظر میرسد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که برخی از این کج‌فهمی‌ها در بین افراد به مرور زمان در طول دوران تحصیل، کاهش می‌یابد. همچنین، از این مطالعه مشخص شده است که با افزایش سابقه تدریس، میزان کج‌فهمی‌های معلمان تغییر نمی‌کند و کاهش نمی‌یابد (مطابق جدول ۳). در ادامه تلاش شده است در رابطه با علتهای احتمالی عدم رفع کج‌فهمی‌های معلمان در طول دوران تحصیل و نیز دوران خدمت، به اختصار مواردی بیان شود.

در نظام آموزشی ایران، تأکید غالب بر موفقیت در آزمون‌های ورودی دانشگاه، به‌ویژه کنکور، موجب شده است که آموزش بیشتر به سمت حفظ مطالب و کسب نمره سوق پیدا کند تا درک عمیق مفاهیم و پرورش مهارت‌های علمی. این وضعیت در درس علوم، که ماهیتی مفهومی و استدلال‌محور دارد، می‌تواند به شکل‌گیری و تداوم کج‌فهمی‌های مفهومی در میان یادگیرندگان بینجامد. از آنجا که معلمان نقش اساسی در انتقال و بازسازی مفاهیم علمی دارند، سطح درک مفهومی آنان به‌طور مستقیم بر کیفیت تدریس و در نتیجه بر یادگیری دانش‌آموزان اثر می‌گذارد. در این میان، معلمان علوم تجربی دوره متوسطه اول به دلیل ارتباط مستقیم با مفاهیم بنیادی ماده، تغییرات فیزیکی و شیمیایی، و رفتار ذرات، جایگاه ویژه‌ای دارند. بنابراین، بررسی میزان درک مفهومی این گروه از معلمان و شناسایی کج‌فهمی‌های احتمالی آنان، می‌تواند در تبیین وضعیت آموزش علوم تجربی و ارائه راهکارهای بهبود آن نقش مهمی ایفا کند.

این امر به مدیریت ناکارآمد منابع انسانی و همچنین کمبود منابع مالی، کمبود فناوری، روش‌های آموزشی قدیمی و سنتی که عمدتاً مبتنی بر حفظ کردن استوار هستند و عدم انگیزه معلمان و دانش‌آموزان برمی‌گردد. امروزه با افزایش سرعت فناوری اطلاعات و ارتباطات، تغییرات زیادی در جامعه رخ داده است. با این حال، سیستم آموزش عالی قدیمی و باتجربه ایران ظرفیت پاسخگویی به نیازهای فعلی جامعه را ندارد. این سیستم با چالش‌ها و موانع متعددی روبرو است و به سرعت نیاز به اصلاح و تحول دارد (راسیان[2]،

1. Blosser
2.Rasian

۲۰۰۹). آموزش و پرورش نیز معلمان مورد نیاز خود را یا از طریق دانشگاه فرهنگیان به صورت کارشناسی پیوسته و یا از فارغ‌التحصیلان سایر دانشگاه‌ها در قالب آزمون استخدامی تأمین میکند. افرادی که در آزمون استخدامی نمره حد نصاب را کسب نمایند، همزمان با فقط چند ماه آموزشهای بسیار فشرده تحت عنوان دوره‌های مهارت آموزی، در مدارس به کارگیری می‌شوند. با وجود تمام دوره‌ها و کارگاه‌هایی که سازمان آموزش و پرورش ایران برای دانش‌افزایی معلمان، پس از استخدام آنها انجام می‌دهد، بسیاری از معلمان هنوز کج‌فهمی‌های در مورد موضوعی که تدریس می‌کنند، دارند، چرا که بسیاری از این دوره‌های دانش افزایی کوتاه مدت نیز یا مرتبط با تخصص و نیاز معلمان نیستند و یا از کیفیت لازم برخوردار نمی باشند.

از طرف دیگر، به نظر میرسد میزان کج‌فهمی معلمان با افزایش سابقه تدریس، به دلایل احتمالی زیر تغییر نمی‌کند:

۱- با افزایش سابقه کار، معلمان نیازی به یادگیری بیشتر احساس نمی‌کنند که در جای خود قابل بحث است. به عبارت دیگر، آن‌ها این عبارت را که یادگیری مادام‌العمر است کمتر مورد توجه قرار میدهند و تصور می کنند که فقط یاددهنده هستند و نه یادگیرنده.

۲- سیستم آموزشی در وزارت آموزش و پرورش ایران کلاس‌های آموزشی با کیفیت و به تعداد کافی مرتبط با حوزه تخصصی و نیاز معلمان برگزار نمی‌کند.

نتیجه‌گیری

از آنجایی که شناسایی و کشف کج‌فهمی‌ها نقش مهمی در توسعه علم دارد، بنابراین، این مطالعه با هدف توسعه ابزارهای تشخیصی دو سطحی و ارزیابی درک معلمان دوره متوسطه اول از حالت‌های ماده انجام شد. برای این منظور، یک پرسشنامه دو سطحی با ۱۱ پرسش برای ارزیابی درک معلمان دوره متوسطه اول طراحی و توسط ۱۰۹ معلم در تابستان ۱۴۰۴ تکمیل شد. این پرسش‌ها از منابعی گرفته شده است که شامل کج‌فهمی‌ها دانش‌آموزان بوده است. برای اثبات یافته‌های آزمون دوسطحی، یک مصاحبه تلفنی نیمه‌ساختاریافته با هشت معلم دوره متوسطه اول که سرگروههای آموزشی درس علوم تجربی بودند، انجام شد. نتایج این مطالعه نشان داد که برخی از معلمان، علیرغم سابقه تدریس، در مورد برخی مفاهیم مرتبط با موضوع، دچار کج‌فهمی‌هایی هستند. حتی برخی از این کج‌فهمی‌ها در منابع علمی ذکر شده، با کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان مشترک بوده است. دلیل این امر را می‌توان به مواردی مانند عدم نیاز معلمان به یادگیری بیشتر در دوره‌های تکمیلی تدریس، عدم برگزاری دوره‌های آموزشی کافی و تخصصی برای معلمان توسط وزارت آموزش و پرورش و همچنین کمبود امکانات آموزشی در طول تحصیلات دانشگاهی معلمان نسبت داد.

یافته‌های این پژوهش از منظر ترویج علم نیز حائز اهمیت است. معلمان علوم یکی از مهم‌ترین واسطه‌های انتقال دانش علمی به نسل جدید هستند، ازاین‌رو، شناسایی و اصلاح کج‌فهمی‌های آنان می‌تواند به ارتقای سواد علمی دانش‌آموزان و تقویت فرهنگ علمی جامعه کمک کند. بر این اساس، سنجش درک مفهومی معلمان تنها اقدامی برای بهبود آموزش کلاسی نیست، بلکه بخشی از فرایند تقویت پیوند میان علم، مدرسه و جامعه محسوب می‌شود.

منابع

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

احمدآبادی، زهرا. (۱۴۰۱). کاربرد آزمون گزینه‌ای دو بعدی در شناسایی کج‌فهمی‌ها در مبحث پیوند شیمیایی. *پژوهش در آموزش شیمی* ، (۴)۲، ۸۶–۷۱.

سعادتی، مسعود. (۱۳۹۸). مطالعه و شناسایی کج فهمی‌های دانشجومعلمان پسر رشته آموزش ابتدایی در مورد تفاوت ویژگیهای ذرات سازنده مواد در حالت های فیزیکی مختلف. *پژوهش در آموزش شیمی* ، (۳)۱ ، ۱۲۹–۹۷.

کشاورز، الهه و مشک‌بید، فاطمه. (۱۴۰۱). شناسایی الگوی اصلاح کج‌فهمی‌های شیمی و ارتقای فرهنگ علمی. *ترویج علم*، (۱)14، 100–83. https://doi.org/10.22034/popsci.2023.357801.1234

عظمت، جعفر. (۱۴۰۴). کج فهمی‌های رایج در آموزش مفاهیم شیمی فیزیک و ارائه راهکارهایی جهت رفع آن‌ها. *ترویج علم*، (۱)16، 32–7. https://doi.org/10.22034/popsci.2025.499579.1392

Abd-El-Khalick, F., Waters, M., & Le, A. (2008). Representations of nature of science in high school chemistry textbooks over the past four decades. *Journal of Research in Science Teaching*, *45*(7), 835-855. https://doi.org/10.1002/tea.20226

Addan, E., & Savasci, F. (2011). An analysis of 16–17-year-old students' understanding of solution chemistry concepts using a two-tier diagnostic instrument. *International Journal of Science Education, 34*(4), 513-544. https://doi.org/10.1080/09500693.2011.636084

Allen, M. (2010). *Misconceptions in primary science*. Open University Press.

Alpaydin, S. (2017). Determining the level of understanding and misconceptions of science teacher candidates about the concepts related to material and its properties *Journal of Education and Practice*, *8*(30), 25-31.

Artdej, R., Ratanaroutai, T., Kevin Coll, R., & Thongpanchang, T. (2010).

Thai Grade 11 students' alternative conceptions for acid–base chemistry. *Research in Science & Technological Education*, *28*(2). 167-183. https://doi.org/10.1080/02635141003748382

Aydeniz, M., Bilican, K., & Kirbulut, Z.D. (2017). Exploring pre-service elementary science teachers' conceptual understanding of particulate nature of matter through three-tier diagnostic test. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, *5*(3), 221-221. https://doi.org/10.18404/ijemst.296036

Beichner, R.J. (1994). Testing student interpretation of kinematics graphs. *American journal of Physics*, *62*(8), 750-762. https://doi.org/10.1119/1.17449

Blanco, A., & Prieto, T. (1997). Pupils' views on how stirring and temperature affect the dissolution of a solid in a liquid: a cross-age study (12 to 18). *International Journal of Science Education. 19*(3), 303-315. https://doi.org/10.1080/0950069970190304

Blosser, P.E. (1986). What research says: Improving science education. *School Science and Mathematics, 86*(7), 597-612.

Bunce, D. M., & Gabel, D. (2002). Differential effects on the achievement of males and females of teaching the particulate nature of chemistry. *Journal of Research in Science Teaching, 39*(10), 911-927. https://doi.org/10.1002/tea.10056

Buekens, A. (2009). Basic concepts of the gas phase. In B. Nath, & G. S. Cholakov (Eds.), *Pollution control technologies* (vol. 1, pp. 92-120). Oxford.

Çalik, M., & Ayas, A. (۲۰۰۵). A comparison of level of understanding of eighth-grade students and science student teachers related to selected chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching, 42*(6), 638-667. https://doi.org/10.1002/tea.20076

Chandrasegaran, A.L., Treagust, D.F., & Mocerino, M. (2007). The development of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students' ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels of representation. *Chemistry Education Research and Practice, 8*(3), 292-307. https://doi.org/10.1039/B7RP90006F

Chiu, M. (2007). A national survey of students' conceptions of chemistry in Taiwan. *International Journal of Science Education, 29*(4), 421-452. https://doi.org/10.1080/09500690601072964

Chou, C., Chan, p., & Wu, H. (2007). Using a two-tier test to assess students' understanding and alternative conceptions of cyber copyright laws. *British Journal of Educational Technology, 38*(6), 1072-1084. https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2006.00695.x

Clough, E.E., & Driver, R. (1985). Secondary students' conceptions of the conduction of heat: Bringing together scientific and personal views. *Physics Education, 20*(4), 176-182.

Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Scott, P., & Mortimer, E. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational researcher, 23*(7), 5-12. https://doi.org/10.3102/0013189X023007005

Eryilmaz, A. (2002). Effects of conceptual assignments and conceptual change discussions on students' misconceptions and achievement regarding force and motion. *Journal of Research in Science Teaching, 39*(10), 10011015-. https://doi.org/10.1002/tea.10054

Freeman, A.J., & Watson, R.E. (1962). Theoretical investigation of some magnetic and spectroscopic properties of rare-earth ions. *Physical Review, 127*(6), 2058-2075. https://doi.org/10.1103/PhysRev.127.2058

Garnett, P.J., & Hackling, M.W. (1995). Students' alternative conceptions in chemistry: A review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education, 25*(1), 69-95. https://doi.org/10.1080/03057269508560050

Gilbert, J.K. (1977). The study of student misunderstandings in the physical sciences. *Research in Science Education, 7*(1), 165-171. https://doi.org/10.1007/BF02643123

Gopal, H., Kleinsmidt, J., Case, J., & Musonge, P. (2004). An investigation of tertiary students' understanding of evaporation, condensation and vapour pressure. *International Journal of Science Education, 26*(13), 1597-1620. https://doi.org/10.1080/09500690410001673829

Griffard, P., & Wandersee, J. (2001). The two-tier instrument on photosynthesis: What does it diagnose? *International Journal of Science Education, 23*(10), 10391052-. https://doi.org/10.1080/09500690110038549

Håland, B. (2010). Student teacher conceptions of matter and substances-evaporation and dew formation. *Nordic Studies in Science Education, 6*(2), 109-124. https://doi.org/10.5617/nordina.251

Harrison, A.G., & Treagust, D.F. (2001). Conceptual change using multiple in-

terpretive perspectives: Two case studies in secondary school chemistry. *Instructional Science, 29*(1), 45-85. https://doi.org/10.1023/A:1026456101444

Harrison, A.G., & Treagust, D.F. (2002). The particulate nature of matter: Challenges in understanding the submicroscopic world. In Gilbert, J.K., Jong, O.D., Justi, R., Treagust, D.F., & Van Driel, J.H. (Eds.), *Chemical education: Towards research-based practice* (pp. 189-212). Springer.

Hashweh, M.Z. (1987). Effects of subject-matter knowledge in the teaching of biology and physics. *Teaching and teacher education, 3*(2), 109-120.

Hashweh, M. Z. (1987). Effects of subject-matter knowledge in the teaching of biology and physics. *Teaching and Teacher Education, 3*(2), 109–120. https://doi.org/10.1016/0742-051X(87)90017-0

Hidayat, M. T., et al. (2023). *Validity and reliability of the two-tier diagnostic test to identify students' alternative conceptions of intermolecular forces*. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, 9*(6), 4375-4381.

Jager, T., & Keinonen, T. (2017). Student teachers' perspectives on chemistry education in South Africa and Finland. *Journal of science teacher education, 28*(6), 485-506. https://doi.org/10.1080/1046560X.2017.1378055

Karadeniz Bayrak, B. (2013). Using two-tier test to identify primary students' conceptual understanding and alternative conceptions in acid-base. *Mevlana International Journal of Education (MIJE), 3*(2), 19–26. http://dx.doi.org/10.13054/mije.13.21.3.2

Karimi, S., Chizari, M., Biemans, H., & Mulder, M. (2010). Entrepreneurship education in Iranian higher education: The current state and challenges. *European Journal of Scientific Research, 48*(1), 35-50.

Kikas, E. (2004). Teachers' conceptions and misconceptions concerning three natural phenomena. *Journal of Research in Science Education, 41*(5), 432-448. https://doi.org/10.1002/tea.20012

Kim Chwee, D., Subramaniam, R., & Sin Loy Loh, A. (2014). Exploring students' understanding of electrochemical cells using an enhanced two-tier diagnostic instrument. *Research in Science & Technological Education, 32*(3), 229-250. https://doi.org/10.1080/02635143.2014.916669

Kirbulut, Z.D., & Geban, O. (2014). Using three-tier diagnostic test to assess students' misconceptions of states of matter. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 10*(5), 509-521. https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1128a

Larkin, D. (2012). Misconceptions about "misconceptions": Preservice secondary science teachers' views on the value and role of student ideas. *Science Education, 96*(5), 927-959. https://doi.org/10.1002/sce.21022

Lemma, A. (2013). A diagnostic assessment of eight grade students' and their teachers' misconceptions about basic chemical concepts. *African Journal of Chemical Education, 3*(1), 39-59.

Lin, S.W. (2004). Development and application of a two-tier diagnostic test for high school students' understanding of flowering plant growth and development. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *2* (2), 175-199. https://doi.org/10.1007/s10763-004-6484-y

Litchtfeldt, M. (1996). Development of pupils' ideas of the particulate nature of matter: long-term research project. In Welford, G., Osborne, J., & Scott, P. (Eds.), *Research in science education in Europe* (pp. 212-228). Routledge.

Silberberg, M. S. (2006). Principles of general chemistry. McGraw-Hill Higher Education.

McKelvie, S. (1992). Does memory contaminate test-retest reliability? *Journal of General Psychology, 119*(1), 59-72. https://doi.org/10.1080/00221309.1992.9921158

Mulford, D.R., & Robinson, W.R. (2002). An inventory for alternate conceptions among first-semester general chemistry students. *Journal of Chemical Education, 79*(6), 739-750. https://doi.org/10.1021/ed079p739

Nasir, M., Cari, Sunarno, W., & Rahmawati, F. (2024). The Development of a two-tier diagnostic test for student understanding of light. *Journal of Turkish Science Education*, *20*(1), 150-172. https://doi.org/10.36681/tused.2023.009

Norman, K.D., & Yvonna, S.L. (Eds.). (2000). *Handbook of qualitative research*. SAGE Publications.

Nurfalah, E., Arofah, I., Yuniwati, I., Haslinah, A., & Lestari, D. R. (2020). Construction a diagnostic test in the form of two-tier multiple choice on calculus material. *Mathematics and Statistics, 8*(5), 577-582. https://doi.org/10.13189/ms.2020.080512

Odom, A. L., & Barrow, L. H. (1995). Development and application of a two-tier diagnostic test measuring college biology students' understanding of diffusion and osmosis after a course of instruction. *Journal of Research in Science Teaching, 32*(1), 45-61. https://doi.org/10.1002/tea.3660320106

Osborne, J.F., & Black, P., & Meadows, J., & Smith. M. (1993). "Young children's

(711-) ideas about light and their development. *International Journal of Science Education, 15*(1), 83-93. https://doi.org/10.1080/0950069930150107

Özmen, H. (۲۰۰٤). Some student misconceptions in chemistry: A literature review of chemical bonding. *Journal of Science Education and Technology, 13*(2), 147-159. https://doi.org/10.1023/B:JOST.0000031255.92943.6d

Pinarbasi, T., Sozbilir, M., & Canpolat, N. (2009). Prospective chemistry teachers' misconceptions about colligative properties: boiling point elevation and freezing point depression. *Chemistry Education Research and Practice, 10*(4), 273-280. https://doi.org/10.1039/B920832C

Prieto, T., Blanco, A. & Rodriguez, A. (1989). The ideas of 11 to 14-year-old students about the nature of solutions. *International Journal of Science Education, 11*(4), 451-463. https://doi.org/10.1080/0950069890110409

Rasian, Z. (2009). Higher education governance in developing countries, challenges and recommendations: Iran as a case study. *Nonpartisan Education Review, Essays, 5*(3), 1-18.

Sanger, M.J. (2000). Using particulate drawings to determine and improve students' conceptions of pure substances and mixtures. *Journal of Chemical Education, 77*(6), 762-766. https://doi.org/10.1021/ed077p762

Schoon, J.K., & Boone, J.W. (1998). Self-efficacy and alternative conceptions of science of preservice elementary teachers. *Science Education, 82*(5), 553-568. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199809)82:5<553::AID-

Sopandi, W., Latip, A., & Sujana, A. (2017). Prospective primary school teachers' understanding on states of matter and their changes. *In Journal of Physics: Conference Series, 812*(1), 1-9.

Southerland, S.A., Abrams, E., Cummins, C.L., & Anzelmo, J. (2001). Understanding students' explanations of biological phenomena: Conceptual frameworks or p-prims? *Science Education, 85*(4), 328-348. https://doi.org/10.1002/sce.1013

Tatar, E. (2011). Prospective primary school teachers' misconceptions about states of matter. *Educational Research and Reviews, 6*(2), 197-200.

Taslidere, E. (2016). Development and use of a three-tier diagnostic test to assess high school students' misconceptions about the photoelectric effect. *Research in Science & Technological Education, 34*(2), 164-186. https://doi.org/10.1080/02635143.2015.1124409

Treagust, D. F. (1988). *Development and use of diagnostic tests to evaluate*

students' misconceptions in science. International Journal of Science Education, 10(2), 159169-. https://doi.org/10.1080/0950069880100204

Tsai, C.H., Chen, H.Y., Chou, C.Y., & Lain, K.D. (2007). Current as the key concept of Taiwanese students' understandings of electric circuits. *International Journal of Science Education, 29*(4), 483-496. https://doi.org/10.1080/09500690601073327

Tsaparlis, G., & Sevian, H. (Eds.). (2013). Concepts of matter in science education. Springer.

Tsui, C.Y., & Treagust, D.F. (2010). Evaluating secondary students' scientific reasoning in genetics using a two-tier diagnostic instrument. *International Journal of Science Education, 32*(8), 1073-1098. https://doi.org/10.1080/09500690902951429

Tüysüz, C. (2009). Development of two-tier diagnostic instrument and assess students' understanding in chemistry. *Scientific Research and Essays, 4*(6), 626631-.

Valanides, N. (2000). Primary student teachers' understanding of the particulate nature of matter and its transformations during dissolving. *Chemistry Education Research and Practice, 1*(2), 249-262. https://doi.org/10.1039/A9RP90026H

Wang, J.R. (2004). Development and validation of a two-tier instrument to examine understanding of internal transport in plants and the human circulatory system. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *2* (2), 131-157. https://doi.org/10.1007/s10763-004-9323-2

Westbrook, S.L., & Marek, E.A. (1992). A cross-age study of student understanding of the concept of homeostasis. *Journal of Research in Science Teaching, 29*(1), 51-61. https://doi.org/10.1002/tea.3660290106

Wuttiprom, S., Sharman, M.D., Johnston, I.D., Chitaree, R., & Soankwan, C. (2009). Development and use of a conceptual survey in introductory quantum physics. *International Journal of Science Education*, *31*(5), 631-654. https://doi.org/10.1080/09500690701747226

پیوست ۱- پرسشهای دو سطحی مورد استفاده در این کار پژوهشی

۱-۱- نفتالین یک ترکیب شیمیایی است که در محافظت از پارچه‌های پشمی استفاده می‌شود و نفتالین نیز به سرعت تصعید می‌شود. ۱۰ گرم نفتالین را در ظرفی مطابق شکل زیر قرار می‌دهیم. پس از خارج کردن هوای داخل ظرف، آن را می‌بندیم. پس از این، جرم کل ظرف و نفتالین ۲۷ گرم می‌شود. سپس ظرف را گرم می‌کنیم تا تمام نفتالین تبخیر شود. جرم کل ظرف و بخار نفتالین موجود در آن پس از تبخیر کامل نفتالین چند گرم خواهد شد؟

الف) ۱۷ گرم ب) بین ۱۷ تا ۲۷ گرم ج) ۲۷ گرم د) بیش از ۲۷ گرم



۱-۲- کدام یک از عبارات زیر پاسخ شما را در بخش ۱ به بهترین شکل توصیف می‌کند؟

الف) در اثر گرما، جرم مولکول‌های نفتالین کاهش می‌یابد.

ب) در اثر گرما، جرم نفتالین با تغییر حالت فیزیکی تغییر نمی‌کند.

ج) در اثر گرما، نفتالین موجود در ظرف ناپدید می‌شود.

د) در اثر گرما، جرم مولکول‌ها با افزایش حجم، افزایش می‌یابد.

۲-۱- بر اساس نمایش‌های میکروسکوپی نشان داده شده در زیر، کدام یک از مخلوط‌های زیر می‌توانند محلول باشند؟ بهترین گزینه را انتخاب کنید. توجه: در تصاویر زیر، هر دایره یک اتم یا یون را نشان می‌دهد.

الف) فقط I ب) II و III ج) I ، II و III د) I ، II و IV ه) I و IV

۲-۲- کدام یک از عبارات زیر پاسخ شما را در بخش ۱ به بهترین شکل توصیف می‌کند؟



الف) در یک محلول، حلال باید مایع باشد.

ب) فقط نمک‌ها در آب حل می‌شوند.

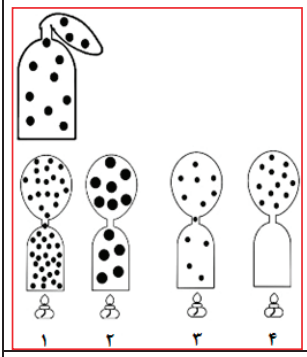
ج) صرف نظر از حالت فیزیکی ماده، ذراتی که محلول را تشکیل می‌دهند به طور یکنواخت در یکدیگر حل می‌شوند.

د) تحت هیچ شرایطی دو جامد محلول تشکیل نمی‌دهند.

ه) محلول‌ها، مخلوط‌های همگنی هستند که از مخلوط کردن حداقل دو ماده با حالت‌های فیزیکی یکسان حاصل می‌شوند.

۴-۱- مطابق شکل زیر، یک بادکنک را روی درب بطری بسته و روی حرارت شمع قرار می‌دهیم؛ بادکنک منبسط می‌شود .تغییر ذرات گاز در حین انبساط بادکنک را می‌توان با کدام یک از شکل‌های زیر بیان کرد؟

الف) شکل ۱ ب) شکل ۲ ج) شکل ۳ د) شکل ۴



۴-۲- کدام یک از عبارات زیر پاسخ شما را در بخش ۱ به بهترین شکل توصیف می‌کند؟

الف) در اثر گرما، اندازه ذرات گاز محبوس شده بزرگتر می‌شود.

ب) در اثر گرما، بیشتر ذرات در بالای ظرف توزیع می‌شوند و باعث انبساط بادکنک می‌شوند. ج) باد شدن کامل بادکنک نشان می‌دهد که تمام مولکول‌های گاز به سمت بالا حرکت کرده‌اند.

د) در اثر گرما، تعداد ذرات گازی محبوس شده در ظرف افزایش می‌یابد.

۵-۱- دانش‌آموزی در استکان خود، تا ارتفاع ۶ سانتی متر چای ریخت. سپس ۲۰ گرم شکر را به آن افزود؛ همه‌ی شکر در طی دو دقیقه، به آرامی در چای حل شد. کدام نمودار ارتفاع چای را درون استکان از لحظه ریختن شکر، به درستی نشان می‌دهد؟ (از تبخیر اندک آب صرف نظر کنید).

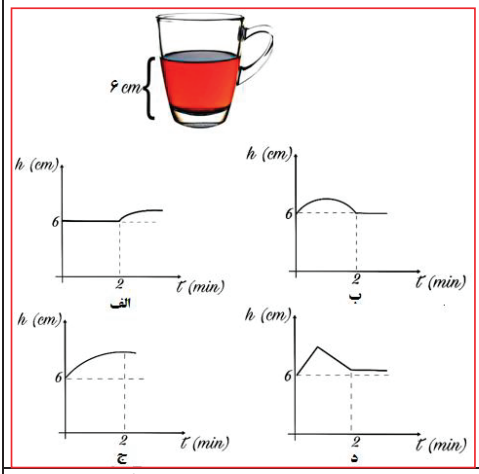
۵-۲- کدام یک از عبارات زیر پاسخ شما را در قسمت ۱به بهترین وجه توضیح می‌دهد؟

الف) همزمان با افزودن شکر در چای، ارتفاع چای افزایش می یابد.

ب) با افزودن شکر در چای، در ابتدا حجم افزایش و پس از حل شدن مولکول‌های شکر در آب کاهش می‌یابد و تقریبا ارتفاع نسبت به حالت اولیه بالاتر می آید.

ج) بعد از حل شدن مولکول‌های شکر در چای، ارتفاع چای افزایش می یابد.

د) با افزودن شکر در چای، مولکول‌های شکر در آب حل می‌شود و حجم افزایش یافته و پس از کامل حل شدن به ثبات اولیه می‌رسد.



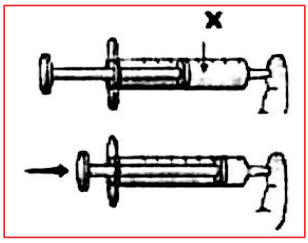
۶-۱- درون سرنگ ۵ سی‌سی از ماده x وجود دارد .انگشت خود را روی سرنگ قرار می‌دهیم و سپس پیستون را فشار می‌دهیم .طبق شکل زیر، کدام گزینه به درستی بیان شده است؟

الف) ماده هوا است که چگالی آن افزایش می‌یابد.

ب) ماده x آب است که چگالی آن افزایش می‌یابد.

ج) ماده x هوا است که چگالی آن کاهش می‌یابد.

د) ماده x آب است که چگالی آن تغییر نمی‌کند.



۶-۲- کدام یک از عبارات زیر پاسخ شما را در بخش ۱ به بهترین شکل توصیف می‌کند؟

الف) به دلیل تراکم‌پذیری بالای مایعات، حجم مایع درون سرنگ کاهش می‌یابد، بنابراین چگالی آن افزایش می‌یابد.

ب) با کاهش تعداد برخورد مولکول‌ها، چگالی مایعات افزایش می‌یابد.

ج) به دلیل تراکم‌پذیری ماده x، جنس جسم تغییر نمی‌کند، بنابراین چگالی ثابت می‌ماند.

د) با کاهش فضای اشغال شده توسط ماده x، چگالی افزایش می‌یابد.

۷-۱- در موارد زیر تعدادی تغییر فیزیکی یا شیمیایی ذکر شده است.

الف) قهوه‌ای شدن رنگ حبه قند بر اثر گرم کردن

ب) برنز حاصل از ترکیب مس و قلع

پ) شیری رنگ شدن آب آهک بر اثر تماس با کربن دی‌اکسید

ج) خارج شدن گاز کربن دی‌اکسید از نوشابه در اثر ریختن نمک

د) خشک شدن میوه زیر نور خورشید

ه) خارج شدن بخار آب از شمع روشن

در کدام مورد زیر ، همه تغییرات بیان شده تغییر شیمیایی می‌باشند؟

۱) الف، پ، ه

۲)ب، پ، ج، د

۳) الف، پ، د، ه

۴) ب، پ، ه

۷-۲- کدام یک از عبارات زیر پاسخ شما را در قسمت ۱به بهترین وجه توضیح می دهد؟

الف) همواره حاصل ترکیب دو یا چند ماده تغییری شیمیایی است.

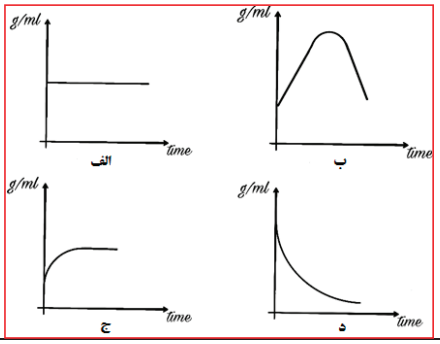
ب)تشکیل آلیاژها همیشه تغییر شیمیایی است.

ج) تغییر رنگ همیشه از نشانه‌های تغییر شیمیایی است.

د) تغییر رنگ و خارج شدن گاز از نشانه‌های تغییرات شیمیایی است.

۸-۱- در قوطی نوشابه مهر و موم شده‌ای را در دمای اتاق باز می‌کنیم. کدام یک از نمودارهای زیر تغییر مقدار کربن دی‌اکسید حل شده در آب را در دقیقه اول باز شدن در قوطی نوشابه نشان می‌دهد؟

۸-۲- کدام یک از عبارات زیر پاسخ شما را در قسمت ۱به بهترین وجه توضیح می دهد؟



الف) با کاهش فشار، میزان انحلال کربن دی‌اکسید در آب کاهش می‌یابد.

ب) با باز شدن در قوطی نوشابه، مقداری از کربن دی‌اکسید هوا در نوشابه حل شده و غلظت آن (کربن دی‌اکسید) در نوشابه افزایش می‌یابد.

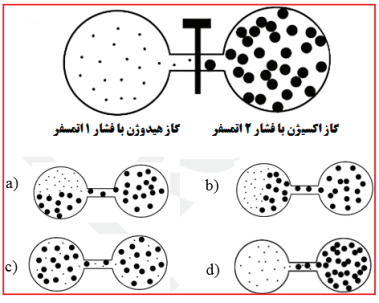
ج) با کاهش فشار، میزان انحلال کربن دی‌اکسید در آب تغییر نمی‌کند.

د) در ابتدا، با باز شدن در قوطی نوشابه، انحلال کربن دی‌اکسید در نوشابه به سرعت افزایش می‌یابد و سپس با کاهش فشار، میزان کربن دی‌اکسید حل شده در نوشابه کاهش می‌یابد.

۹-۱- یک اتم هیدروژن و دو اتم اکسیژن را در دو قسمت از ظرف که حجم یکسانی دارند قرار می‌دهیم و شیر رابط بین آن‌ها را باز می‌کنیم، در نتیجه تعادل برقرار می‌شود. توزیع گازها در دو طرف ظرف چگونه است؟

الف) a ب) b ج) c د) d

۹-۲- کدام یک از عبارات زیر پاسخ شما را در بخش ۱ به بهترین شکل توصیف می‌کند؟



الف) به دلیل فشار بالاتر اکسیژن، هیدروژن توسط اکسیژن فشرده می‌شود.

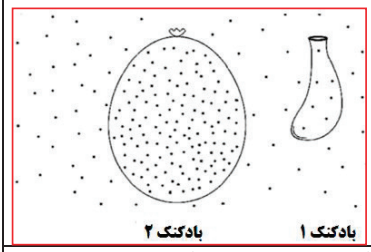
ب) بیشتر ذرات گاز در ظرف اول باقی می‌مانند و فقط تعداد کمی از ذرات گاز در وسط مخلوط می‌شوند.

ج) ذرات گاز به صورت رفت و برگشتی حرکت می‌کنند، اما ذرات گاز سبک‌تر در بالای ظرف توزیع می‌شوند.

د) ذرات گاز به صورت تصادفی حرکت می‌کنند و در نهایت به خوبی در ظرف توزیع می‌شوند.

۱۰-۱- دو بادکنک پر و توخالی را همزمان، در شرایط یکسان و از ارتفاع‌های مساوی رها می‌کنیم، کدام یک از دو بادکنک زودتر به زمین می‌رسد؟ (با صرف نظر از اختلاف فشار)

الف) بادکنک ۱ ب) بادکنک ۲ ج) همزمان به زمین می‌رسند.



۱۰-۲- کدام یک از جملات زیر پاسخ شما را در بخش ۱ به بهترین شکل توصیف می‌کند؟

الف) هر چه بادکنک زودتر فرود بیاید، قطعاً سنگین‌تر خواهد بود.

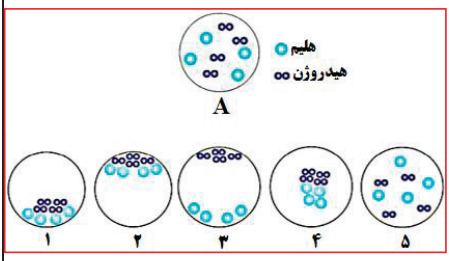
ب) هر چه بادکنک زودتر فرود بیاید، چگالی آن بیشتر است.

ج) هر چه بادکنک زودتر فرود بیاید، چگالی آن کمتر است.

د) به دلیل وزن و چگالی برابر دو بادکنک، هر دو همزمان به زمین می‌رسند.

۱۱-۱- ظرف A مخلوطی از دو گاز هیدروژن و هلیوم را در فشار معین در یک ظرف دربسته نشان می‌دهد. اگر در فشار ثابت این مخلوط گازی سرد شود، کدام یک از موارد زیر منجر به ایجاد ظروف ۱ تا ۵ می‌شود؟

الف) تصویر ۱ ب) تصویر ۲ ج) تصویر ۳ د) تصویر ۴ ه) تصویر ۵



۱۱-۲- کدام یک از عبارات زیر پاسخ شما را در بخش ۱ به بهترین شکل توصیف می‌کند؟

الف) انرژی جنبشی ذرات گاز کاهش می‌یابد اما همچنان در سراسر ظرف پخش می‌شود.

ب) با سرد شدن، ذرات گاز به هم نزدیک‌تر می‌شوند و در وسط ظرف متمرکز می‌شوند.

ج) وقتی ذرات گاز سرد می‌شوند، انرژی ذرات کاهش می‌یابد بنابراین سبک‌تر می‌شوند.

د) با کاهش دما، جرم ذرات گازی افزایش می‌یابد و در کف ظرف ته‌نشین می‌شود .هنگامی که ذرات گاز در ظرف سرد می‌شوند، ذرات گاز سنگین‌تر و سبک‌تر به ترتیب در پایین و بالای ظرف قرار می‌گیرند.