مقاله پژوهشی

پژوهش در آموزش شیمی، سال اول، شماره سوم ، صفحات ۹۷-۱۲۹

پژوهش در آموزش شیمی

http://chemedu.cfu.ac.ir

مطالعه و شناسایی کج فهمی‌های دانشجومعلمان پسر رشته آموزش ابتدایی در مورد تفاوت ویژگی‌های ذرات سازنده مواد در حالت‌های فیزیکی مختلف

مسعود سعادتی [1*]

[1] گروه علوم پایه، دانشگاه فرهنگیان، تبریز، ایران

چکیده

از آنجا که بسیاری از مفاهیم پایه علوم تجربی برای اولین بار در دوره ابتدایی آموزش داده می‌شوند، معلمان ابتدایی نقش مهمی در درک مفاهیم علمی به وسیله‌ی دانش‌آموزان دارند. یکی از دلایل ایجاد کج فهمی در دانش‌آموزان وجود بدفهمی‌های مشابه در معلمان دوره ابتدایی است، بنابراین شناسایی و اصلاح کج فهمی‌های دانشجومعلمان ضروری است. هدف این پژوهش مطالعه و استخراج کج فهمی‌های رایج در میان دانشجومعلمان آموزش ابتدایی درباره تفاوت ویژگی‌های ذرات سازنده مواد در حالت‌های جامد، مایع و گاز می‌باشد. جامعه آماری پژوهش، دانشجومعلمان پسر ورودی سال ۹۷ پردیس علامه امینی تبریز و نمونه آماری پژوهش ۱۰۵ نفر می‌باشد. به منظور گردآوری اطلاعات از یک پرسشنامه حاوی ۶ سوال چندگزینه‌ای استفاده گردید. پس از تایید روایی پرسشنامه، آزمون درشرایط عادی کلاس و بدون اطلاع قبلی دانشجویان برگزارگردید. پاسخ‌های دانشجومعلمان برای ارزیابی میزان درک آنها و استخراج کج فهمی‌های احتمالی مورد تحلیل آماری و توصیفی قرارگرفت. براساس نتایج حاصل مشخص گردید که بسیاری از دانشجومعلمان و به طور خاص دانشجومعلمان با مدرک دیپلم علوم انسانی در درک تفاوت ویژگی‌های ذرات سازنده ماده در حالت‌های فیزیکی مختلف دارای کج فهمی بوده و درک درستی از ماهیت ذره‌ای ماده ندارند.

کلیدواژه‌ها: دانشجومعلم، کج‌فهمی، آموزش ابتدایی، خاصیت ذره‌ای ماده، حالت فیزیکی

---

* نویسنده مسئول: (m.saadati@cfu.ac.ir ✉)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱/۳۱

مقدمه

یادگیری علوم شامل موضوعاتی از شیمی، زیست شناسی، فیزیک و ... همیشه دغدغه محققان بوده و از سال‌های نسبتا دور تلاش‌هایی برای یافتن دلایل مشکلات یادگیری علوم در منابع علمی گزارش شده است. پژوهشگران زیادی تلاش کرده‌اند به این سؤال پاسخ دهند که «چرا یادگیری علوم سخت است؟» آنها در بررسی خود به این نتیجه رسیدند که بخشی از دشواری‌های یادگیری علوم به ماهیت علوم و بخشی دیگر به روش‌های آموزش علوم مربوط می‌شود (جانستون[1]، ۱۹۹۱). از آنجا که علوم تجربی دارای موضوعات مفهومی است و بیشتر مباحث آن به موضوعاتی غیر قابل مشاهده مربوط می‌شود، احتمال ایجاد برخی کج فهمی‌ها درباره مفاهیم علوم تجربی در بین دانش‌آموزان و دانشجومعلمان و حتی معلمان نیز وجود دارد (سعادتی، ۲۰۱۸).

کج فهمی به معنای داشتن باورهایی به ظاهر علمی است که مبنای علمی ندارند. کج فهمی‌ها به عنوان تصورات از پیش پنداشته، اعتقادات غیرعلمی، نظریه‌های ساده و بی‌مبنا و گاهی سوءتفاهم مفهومی هستند که فرد به آن اعتقاد دارد اما از نظر علمی درست نمی‌نماید. اکثر مردم کج فهمی‌های زیادی با خود دارند که از آن‌ها آگاهی ندارند. امروزه به خوبی مشخص شده است که در طی فرآیند یادگیری، دانش‌آموزان دانش جدید را از ایده‌ها، مهارت‌ها و تجربه‌های قبلی خود می‌سازند. گاهی اوقات ایده‌های قبلی دانش‌آموزان با مفاهیم علمی سازگار نیستند و به اصطلاح دارای کج‌فهمی هستند. وجود کج‌فهمی بر یادگیری تاثیر منفی می‌گذارد و ساختن مفاهیم جدید مطابق با ایده‌های علمی پذیرفته شده را دشوار می‌سازد. بنابراین، در یک روش آموزشی موثر مطلوب آن است که بدفهمی‌ها دقیقا شناخته شوند و برای مقابله یا رفع آنها چاره‌اندیشی شود (سعادتی، ۱۳۹۴).

معلمان ابتدایی نقش مهمی در درک مفاهیم علمی در دانش‌آموزان دارند، چراکه آنها در کنار معلمی برای دروس مختلف، معلمان علوم دوره ابتدایی نیز هستند. بسیاری از مفاهیم پایه علوم تجربی برای اولین بار در دوره ابتدایی به کودکان آموزش داده می‌شوند. در منابع علمی مطالعات نسبتا زیادی درباره کج فهمی‌های موجود درباره مفاهیم پایه علوم تجربی گزارش شده است . یافته-های حاصل از این مطالعات نشان می‌دهد که معلمان نیز مانند دانش‌آموزان درباره برخی از مفاهیم علمی دچار بدفهمی و کج فهمی هستند (بورگون[2] و همکاران، ۲۰۱۱). در این مطالعات شواهدی در رابطه با کج فهمی‌های مختلف دانش‌آموزان و آموزگاران درباره مفاهیم علوم وجود دارد. این یافته‌ها به ما در درک بهتر منبع و دلایل احتمالی مشکلات آنها در یادگیری و بروز کج فهمی‌ها

[1] Johnstone
[2] Burgoon

کمک می‌کند. مطابق این مطالعات یکی از دلایل ایجاد کج فهمی در دانش‌آموزان وجود بدفهمی‌های مشابه در معلمان دوره ابتدایی است. لذا باید معلمان ابتدایی آینده، کج فهمی‌های خود در مورد مفاهیم علمی را تصحیح کنند. درباره "حالتهای ماده" که به ظاهر یک موضوع ساده و شناخته شده است نیز بسیاری از دانشجومعلمان ایده‌های ناصحیحی دارند. از آن‌جایی که این موضوع به زندگی روزمره ما نیز مربوط می‌شود برداشت اشتباه از این مفهوم می‌تواند تأثیر مخربی بر درک علمی سایر مفاهیم داشته باشد. بنابراین مطالعه بیشتر در مورد روش‌های کاهش یا حذف چنین کج فهمی‌هایی سودمند خواهد بود. با این همه، تعداد پژوهش‌های انجام شده درباره تفاوت موجود بین حالت‌های مختلف ماده محدود به تعدادی مقاله پژوهشی است. هدف این پژوهش مطالعه و تعیین کج فهمی‌های رایج بین دانشجومعلمان آموزش ابتدایی (معلمان ابتدایی آینده) درباره تفاوت‌های حالت‌های جامد، مایع و گاز از نظر برخی ویژگی‌های ذرات تشکیل‌دهنده می‌باشد.

پیشینه پژوهش

کج فهمی‌ها در تمام زمینه‌های علوم و در میان همه گروه‌های سنی ظاهر می‌شوند. شواهد تجربی نشان می‌دهند که کودکان در درک مفاهیم علوم اختلاف کیفی باهم دارند که غالباً با آنچه معلم از طریق آموزش به آنها گفته است مغایر است. کج فهمی متفاوت از بدفهمی درباره یک مفهوم است. برای غلبه بر کج فهمی و برطرف کردن آنها راهبردهایی در مقالات پژوهشی ارایه شده است. معلم یک جز اساسی در موفقیت این راهبردهاست که اغلب تفکر دانش‌آموزان را از طریق پرسش و گفت و گوی دانش‌آموزی تسهیل می‌کند. آنچه پژوهش‌های محدود در مورد کج فهمی‌های معلمان نشان می‌دهد آن است که معلمان تازه‌کار غالباً از این امر آگاه نیستند که دانش‌آموزان‌شان ممکن است کج فهمی داشته باشند. علاوه بر این، حتی وقتی معلمان از کج فهمی‌های دانش‌آموزان آگاه هستند ممکن است که از دانش غلط در آموزش خود استفاده کنند. همچنین بررسی‌ها نشان می دهد که معلمان باسابقه برداشت‌های بسیار پیچیده‌ای از دانش قبلی دارند و از دانش قبلی دانش‌آموزان خود، مانند کج فهمی‌ها در آموزش استفاده چشمگیری می‌کنند (ترند[1]، ۲۰۰۱). پژوهش‌ها نشان می‌دهند که معلمان بعضی اوقات همان کج فهمی‌هایی را دارند که دانش‌آموزان‌شان دارند. بسیاری از این کج فهمی‌ها در برنامه‌ریزی و تدریس دروس آنها ظاهر می‌شود و به جای اصلاح آن‌ها با واقعیت‌های علمی، منجر به افزایش کج فهمی‌های دانش‌آموزان می‌شود (هاشوه[2]، ۱۹۸۷). پژوهش‌های زیادی وجود دارد که کج فهمی‌های دانش‌آموزان درباره پدیده‌های علمی را مورد بررسی قرار داده است. با

[1] Trend
[2] Hashweh

این حال که تحقیقات کمتری برای شناسایی کج فهمی‌های معلمان انجام شده است، اما نتایج معدود مطالعات موجود نشان می‌دهد که معلمان و دانش‌آموزان کج فهمی‌های مشابهی دارند. مطالعه و بررسی درک مفاهیم علوم فیزیکی به وسیله‌ی معلمان علوم ابتدایی نشان می‌دهد که بعد از سه دهه تحقیق در مورد کج فهمی، معلمان هنوز تصورات مشابهی با دانش‌آموزان دارند (بورگون[1] و همکاران، ۲۰۱۱). مقایسه الگوهای پاسخ در دو گروه از فراگیران (دانش‌آموزان دبیرستانی و دانشجومعلمان) به یک ابزار تشخیصی درباره برخی مفاهیم علمی در زمینه آموزشی مشابه در کشور سنگاپور نشان داد که اگرچه دانشجومعلمان برخی از انواع پاسخ‌های نادرست را کمتر از دانش‌آموزان دبیرستانی ارائه می‌دهند، آنها سطح بالایی از مفاهیم جایگزین را که معمولاً در بین دانش‌آموزان دبیرستانی وجود دارد، نگه می‌دارند و نیز طبق برخی یادداشت‌های خاص، مفاهیم جایگزین خاصی یافت شد که در بین دانشجومعلمان رایج‌تر بود (تبر و تن[2]، ۲۰۱۱). بنابراین مطالعه و بررسی دیدگاه معلمان در مورد مفاهیم علمی و شناسایی کج فهمی‌های آنها اهمیت زیادی دارد.

یکی از عوامل موثر بر مقابله با کج فهمی‌ها پذیرفتن وجود آن در میان معلمان و دانشجومعلمان است. گومز در یک مطالعه تلاش نموده است تا تعیین کند معلمان با تجارب متفاوت و مختلف تا چه اندازه از چگونگی توسعه کج فهمی‌ها در دانش‌آموزان خود آگاه هستند. آیا این معلمان از روشهای اصلاح کج فهمی‌های دانش‌آموزان آگاه هستند و آیا از این روش‌ها برای اصلاح کج فهمی‌ها در دانش‌آموزان خود استفاده می‌کنند؟ نمونه مورد تحقیق شامل ۳۰ معلم از کالیفرنیا با حداقل ۱ سال تجربه تدریس در مقاطع سوم تا پنجم بوده و برای جمع‌آوری داده از مصاحبه نیمه ساختار یافته استفاده شده است. پژوهشگر متن مصاحبه را در دسته‌های تعریف کج فهمی، ریشه‌های کج فهمی‌ها، توسعه کج فهمی‌ها و راهبردهای آموزش برای پرداختن به کج فهمی‌ها کدگذاری نموده و به تحلیل آنها پرداخته است. نتایج حاکی از آن است که اگرچه بیشتر معلمان از کج فهمی‌ها آگاه هستند، آنها چگونگی توسعه کج فهمی‌ها را نمی‌فهمند و یا درک کاملی از تأثیر آن‌ها در آموزش خود ندارند (گومز-تزویپ[3]، ۲۰۰۸). همچنین شناسایی پیش مفاهیم ذهنی کودکان در آموزش علوم دوره ابتدایی اهمیت زیادی دارد. شناسایی این مفاهیم به وسیله‌ی معلمان هنگام تدریس علوم در سالهای اول دوره ابتدایی موضوعی است که تحقیقات در مورد آنها هنوز محدود است. معلمان قبول دارند که فعالیت‌های روزمره، کودکان را قادر می‌سازد که حتی قبل از ورود به دوره پیش‌دبستانی برخی از علوم را بیاموزند و عقاید کودکان بخشی از کلاس است. برخی از این ایده‌ها کاملاً صحیح نبوده و کج

[1] Burgoon
[2] Taber & Tan
[3] Gomez-Zwiep

فهمی به ایده‌های نادرست یا ناقص کودکان مربوط می‌شود. نتایج برخی پژوهش‌ها نشان می‌دهد که اغلب معلمان وجود این کج فهمی‌ها را تصدیق نمی‌کنند و این احتمالاً مانعی برای یادگیری کودکان است (کمبوری-دانوس[1]، ۲۰۱۴). مطالعه‌ای دیگر که براساس چارچوب نظری ساختن گرایی، پیش مفاهیم را مفاهیم اشتباه کودکان قبل از آموزش رسمی تعریف می‌کند، به این موضوع پرداخته است. نتایج حاکی از آن است که معلمان حتی هنگام تایید احتمال وجود پیش مفاهیم، وقت لازم برای شناسایی پیش‌مفاهیم کودکان هنگام برنامه‌ریزی و تدریس علوم اختصاص نمی‌دهند. این نشان دهنده عدم درک اهمیت پیش‌مفاهیم کودکان ناشی از نادیده گرفتن آنهاست. نتایج همچنین حاکی از نیاز به آموزش بیشتر و پیشرفت حرفه‌ای در رابطه با تدریس علوم پایه‌های اول ابتدایی است، به‌ویژه که تنها درصد بسیار کمی از معلمان پایه‌های اول ابتدایی تمایل به مطالعه علوم در طی سالهای تحصیلی اجباری دارند (کمبوری[2]، ۲۰۱۶).

تفاوت معنایی بین پسماندهای سلولی و ضایعات گوارشی از نظر بخشی از دانشجومعلمان آموزش ابتدایی و همچنین برنامه درسی علوم کشور ترکیه منجر به نگرانی پژوهشگران شده و مطالعه‌ای را عمدتاً مبتنی بر تعیین میزان سوءبرداشت از چنین اصطلاحاتی در فرآیند یادگیری و برنامه درسی انجام داده‌اند. برای شناسایی استفاده نادرست دانشجویان از این مفاهیم، پاسخ‌های کتبی آنها در معرض تحلیل محتوا گرفته و مشخص شده است که دانشجومعلمان آموزش ابتدایی از این واقعیت یعنی تفکیک بین این مفاهیم مهم زیست شناختی آگاهی ندارند. از نظر پژوهشگران این تحقیق، این نتیجه برای درک همسانی کج فهمی‌های دانشجومعلمان آموزش ابتدایی و استفاده نادرست از این مفاهیم در برنامه درسی علوم ترکیه بسیار مهم است (چکن[3]، ۲۰۱۴). میر و همکارانش با درک اهمیت تلفیق آموزش علوم با مهندسی، درمورد کج فهمی‌هایی که ممکن است برای معلمان علوم دبیرستان و دبستان در تأملات خود در مورد علوم و مهندسی بوجود بیاید، مطالعه کرده‌اند. با استفاده از مطالعات و فیلم‌های مربوط به کارهای علوم و مهندسی واقعی، از افکار معلمان برای کشف زیربناهای فهم آنها استفاده شد. شش معلم علوم (دو معلم ابتدایی و چهار معلم دبیرستان) به عنوان بخشی از یک تجربه آنلاین توسعه حرفه‌ای در این مطالعه شرکت کردند. تحلیل‌ها حاکی از وجود کج فهمی در هشت فعالیت علوم و مهندسی مربوط به استانداردهای علوم نسل بعدی ایالات متحده در چهار حوزه است. هدف این مطالعه بحث درمورد ماهیت این درک در میان شرکت کنندگان و

[1] Kambouri-Danos
[2] Kambouri
[3] Çeken

پیامدهای توسعه حرفه‌ای آموزش مهندسی برای معلمان علوم است (میر و میر[1]، ۲۰۱۶). در مطالعه‌ای دیگر کج فهمی‌های دانشجومعلمان در مورد گرما و دما و دلایل مربوط به آن مورد توجه قرار گرفته است. در این مطالعه از ۶۰ دانشجوی سال دوم دانشکده آموزش در کشور ترکیه استفاده شده و برای یافتن کج فهمی از آزمون‌های چندگزینه‌ای استفاده شده است (کارتال[2] و همکاران، ۲۰۱۱). میزان دانش دانشجومعلمان در مورد اثر گلخانه‌ای با هدف تعیین کج فهمی‌های آن‌ها و طبقه‌بندی سطح دانش آنها با مطالعه روی ۷۱ دانشجومعلم سال سوم که در گروه آموزش علوم دانشکده آموزش دانشگاه ایالتی ترکیه بوسیله‌ی یک گروه پژوهشی انجام شده است. در این تحقیق از دانشجومعلمان خواسته شد تا با ترسیم و نوشتن، دانش خود در مورد اثر گلخانه‌ای را ارائه دهند. طرح‌های رسم شده حاصل و عبارت‌های نوشته شده با تحلیل توصیفی پاسخ‌های داده شده به سؤالات ارزیابی شده است. با توجه به نتایج تحقیق، مشاهده شده است که دانشجومعلمان در مورد اثر گلخانه‌ای هم دانش ناکافی و هم کج فهمی‌هایی دارند (چلیکلر و آکسان[3]، ۲۰۱۴). ۴

بررسی کج فهمی‌های دانشجومعلمان در ایران نیز مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. بدریان کج‌فهمی‌های دانشجومعلمان رشتهٔ علوم تجربی دربارهٔ ماهیت تبخیر، سرعت تبخیر سطحی و فشار بخار را بررسی کرده و به این نتیجه رسیده است که دانشجومعلمان علوم تجربی کج‌فهمی‌های زیادی در زمینه تبخیر، سرعت تبخیر سطحی و فشار بخار دارند و نمی‌توانند در بسیاری از موارد شبیه سازی شده، آموخته‌های خود دربارهٔ مفاهیم پایه‌ای را به خوبی مورد استفاده قرار دهند. بر پایه‌ی این یافته‌ها ضرورت دارد تا در بازبینی برنامه‌های درسی و مواد آموزشی رشتهٔ کارشناسی و کاردانی علوم تجربی، در سازماندهی مفاهیم مرتبط با تبخیر، سرعت تبخیر، فشار بخار و مدل‌سازی آن‌ها در کتاب‌های درسی دقت بیشتری به‌عمل آید (بدریان، ۱۳۹۵). همچنین پژوهش‌های مشابهی درباره کج فهمی‌های دانشجومعلمان رشته شیمی و آمورش ابتدایی دانشگاه فرهنگیان انجام شده و نتایج حاصل حاکی از وجود کج فهمی درباره مفاهیم مختلف علوم در میان آنهاست (سعادتی، ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷).

ماهیت ذره‌ای ماده یکی از مباحث اساسی در شیمی است. تقریبا در میان پژوهشگران پذیرفته شده است که سایر مباحث شیمی را می‌توان با استفاده از ماهیت ذره‌ای ماده توضیح داد. مثلا مشخص شده است که ماهیت ذره‌ای ماده می‌تواند به عنوان پایه‌ای برای درک مفاهیمی مثل تغییرات

[1] Meyer & Meyer
[2] Kartal
[3] Çelikler & Aksan

حالت ماده، واکنش‌های شیمیایی و رفتارهای گازها استفاده شود (آوزمان و کنعان[1]، ۲۰۰۷). مطالعات بسیاری برای یافتن دیدگاه دانش‌آموزان در مورد نظریه ذره‌ای در مقاطع ابتدایی و متوسطه و نیز دانشجومعلمان و معلمان انجام شده است. شاید مطالعات کج‌فهمی دانش‌آموزان و معلمان درباره ماهیت ذره‌ای مواد ازجمله مفیدترین موضوعات و ارزشمندترین یافته‌ها باشد. مشخص شده است که این کج‌فهمی‌ها توسط فراگیران مقاطع مختلف تحصیلی نگه داشته می‌شوند و با استراتژی‌های متداول تدریس در برابر تغییر مقاومت نشان می دهند.

تسای[2] (۱۹۹۹) در مقدمه مقاله خود به برخی یافته‌های محققان قبلی درباره ماهیت ذره‌ای ماده پرداخته است. او معتقد است: «شناخت ماهیت ذره‌ای ماده نقش مهمی در یادگیری شیمی دارد. برخی مطالعات نشان دادند که با تأکید بر ماهیت ذره‌ای ماده می‌توان پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان در شیمی را بهبود بخشید. مطالعاتی که درباره ماهیت ذره‌ای ماده در منابع علمی گزارش شده است، وجود برخی کج فهمی‌ها را نشان می‌دهد. مطابق برخی پژوهش‌های نسبتا قدیمی و اولیه مشخص شده است که دانش‌آموزان احتمالاً توانایی توضیح حالت یک ماده از طریق دیدگاه میکروسکوپی را ندارند. همچنین در یک تحقیق مشخص شده است که هیچ یک از دانش‌آموزان دبیرستانی نظرات علمی صحیحی در توضیح تفاوت مواد جامد، مایع و گاز با استفاده از یک مدل ذره‌ای درست ندارند. یکی از محققان که در جستجوی چگونگی تعریف دانش‌آموزان از "گاز" بود، دریافت که هیچ کدام از دانش‌آموزان پایه هفتم در تعریف خود به مدل ذره‌ای ماده متوسل نمی شوند و فقط ۲۵٪ از دانش آموزان پایه هشتم این کار را انجام داده‌اند» (تسای، ۱۹۹۹). یافته‌های پژوهش‌ها دشواری درک اصطلاح «ذرات» را برای بسیاری از دانش‌آموزان مقطع ابتدایی و متوسطه نشان می‌دهد. مشخص شده است که دانش‌آموزان از کلمه "ذرات" برای نشان دادن ذرات کوچکی غیر از اتم، یون یا مولکول در کلاس‌های علوم استفاده می‌کنند (بوز[3]، ۲۰۰۶). علاوه بر این، یافته‌های پژوهش‌ها نشان می‌دهد که دانش‌آموزان دیدگاه‌های متفاوتی در مورد ماهیت ذره‌ای ماده مانند کاربرد ایده‌های ماکروسکوپی در ذرات، آرایش ذرات در مواد جامد، مایعات و گازها مانند عدم وجود نیرو بین ذرات در حالت جامد و عدم درک حرکت ذاتی ذرات دارند. بسیاری از دانش‌آموزان دیدگاه‌های متفاوتی درباره تغییر در اندازه مولکول‌ها در هنگام تغییر فاز بیان کردند. همچنین بسیاری از دانش‌آموزان در استفاده از نظریه ذرات برای توضیح تغییرات فاز و محلول‌ها و غیره مردد بودند (بوز، ۲۰۱۱). مطابق این پژوهش همه دانشجومعلمان ترکیه‌ای مشارکت کننده در پژوهش آرایش ذرات، فاصله ذرات و حرکت ذرات را

[1] Özmen & Kenan
[2] Tsai
[3] Boz

هنگام تغییر از حالت جامد به مایع درست توضیح داده‌اند. ۱۹ نفر از ۲۲ دانشجومعلم مشارکت کننده درک درستی از علت ثابت ماندن دما هنگام تبدیل یخ به مایع دارند و از ماهیت ذره‌ای ماده برای توجیه آن استفاده کرده‌اند. همین تعداد از دانشجومعلمان نیز برای توجیه آن به نقش پیوندهای بین ذرات اشاره کرده‌اند.

دمیرباش[1] و همکاران (۲۰۱۴) به منظور شناخت ادراکات مفهومی کودکان پیش‌دبستانی درباره حالت ماده مطالعه‌ای را روی ۲۵ کودک پیش دبستانی ترکیه‌ای انجام دادند. مطابق یافته‌های آن‌ها مشخص گردید که دانش‌آموزان می‌توانند مواد جامد را بین تصاویر داده شده شناسایی کنند و نمونه‌های جدیدی از مواد جامد ارائه دهند. دانش‌آموزان معتقد بودند برای اینکه ماده‌ای جامد نامیده شود، باید سخت باشد. بنابراین، آنها اشیاء نرم و انعطاف پذیر را جامد نمی‌نامیدند. همچنین دانش-آموزان می‌توانند مایعات را بین تصاویر داده شده تشخیص دهند و آن‌ها را به عنوان چیزی مرطوب و نرم توصیف کنند، چیزی که می‌تواند جریان یابد و ریخته شود، چیزی که شبیه آب است و چیزی که می‌تواند نوشیده شود. با این وجود، برخی از دانش‌آموزان به اشتباه تصور می‌کنند که برخی از مواد غیرمایع مانند نمک که می‌توانند جریان داشته و ریخته شوند نیز مایع هستند. دانش‌آموزان در مقایسه با مواد جامد و مایعات، ایده‌ای راجع به گازها ندارند. برخی از آن‌ها گزارش دادند که نمی‌دانند منظور از گاز چیست. درحالی‌که برخی دیگر آن را با عباراتی مانند نرم و گرم و چیزی که جریان می‌یابد و ناپدید می‌شود تعریف کردند. در حالی که آن‌ها بخار را جزو گاز می‌دیدند، اما هوا را جزو گازها نمی‌دانستند. کلمات متداول آن‌ها برای توصیف گاز شامل طوفانی، نامرئی، سرد، نرم، خارجی و ناخوشایند بود (دمیرباش و همکاران، ۲۰۱۴). به منظور شناسایی کج فهمی‌های معلمان مدارس ابتدایی ترکیه در مورد حالت‌های ماده، پژوهشی با حجم نمونه ۲۲۷ دانشجومعلم سال چهارم آموزش ابتدایی در دپارتمان آموزش ابتدایی در ترکیه انجام شده است. محقق از هر شرکت کننده خواسته است تا به یک سوال باز پاسخ درباره اختلاف بین حالت‌های جامد، مایع و گازی ماده، پاسخ دهند. در تحلیل داده‌های پژوهش که از تکنیک‌های تحلیل توصیفی استفاده شده است، مشخص گردید که معلمان آینده دوره ابتدایی برخی کج فهمی‌ها مانند «شکل جامدات تغییر نمی‌کنند، بین ذرات جامدات هیچ فضایی وجود ندارد، چون گازها تحت تأثیر جاذبه نیستند، مانند مواد جامد و مایع نمی‌افتند و اندازه ذرات جامد از اندازه ذرات مایع و اندازه ذرات مایعات از ذرات گازها بزرگتر هستند» نشان می‌دهند (اردل[2]، ۲۰۱۱).

---

[1] Demirbaş
[2] Erdal

سوپاندی[1] و همکاران (۲۰۱۷) درک دانشجومعلمان آموزش ابتدایی اندونزیایی درباره حالت‌های ماده و تغییر آنها را از منظر سطوح سه‌گانه (ماکروسکوپی، زیرمیکرو و نمادی) که توسط جانستون ارایه شده است مورد بررسی قرار داده‌اند (سوپاندی و همکاران، ۲۰۱۷). نتایج این تحقیق حاکی از آن است که برنامه آموزش معلمان ابتدایی درک کاملی در رابطه با موضوع حالت‌های ماده و تغییرات آنها ارائه نداده است. آنها درک کاملی از ماهیت ناپیوسته ماده نداشتند. آنها قبلاً فهمیده‌اند که ماده از ذرات تشکیل شده است، با این حال وجود فضای خالی موجود بین ذرات را درک نکردند. هرچند که آن‌ها قبلاً پدیده‌های مربوط به حالت ماده و تغییرات آنها در سطح ماکروسکوپی را درک کرده بودند، با این حال هنوز هم در توضیح پدیده‌ها در سطح زیر میکروسکوپی چه از نظر شفاهی و چه از لحاظ بصری مشکل داشتند. همچنین در نمایش این پدیده‌ها به صورت نمادی مشکل داشتند. نتایج این پژوهش ضرورت ارتقاء کیفیت فرایندهای آموزش و یادگیری درباره حالت‌های ماده و تغییرات آنها در برنامه آموزش معلمان دوره ابتدایی را نشان می‌دهد.

روش پژوهش

در این پژوهش برای جمع‌آوری اطلاعات از یک پرسشنامه حاوی ۶ سوال چندگزینه‌ای درباره مقایسه ویژگی‌های ذرات سازنده مواد شامل شکل، اندازه، وزن، فاصله بین ذرات، حرکت و حجم ذرات سازنده مواد در حالات فیزیکی مختلف استفاده شد. گزینه‌های این سوالات بر اساس پاسخ‌های دانشجومعلمان به یک سوال بازپاسخ انتخاب گردید. سوال بازپاسخ در یک پروژه‌ی تحقیقاتی که به منظور استخراج کج فهمی‌های دانشجومعلمان طراحی شده بود به آنها عرضه شده بود و کار پژوهشی حاضر در ادامه همان طرح اجرا شد. به منظور تایید روایی سوالات پاسخ‌های صحیح هر سوال تعیین شد و جواب در اختیار دو نفر از همکاران متخصص شیمی شاغل در پردیس‌های استان قرار داده شد. پس از بحث و تبادل نظر، پاسخ‌های درست موردقبول انتخاب شده و همین پاسخ‌ها ملاک قضاوت برای پاسخ‌های دانشجومعلمان تعیین گردید. پس از اتمام آزمون و بررسی پاسخ‌های دانشجومعلمان ابتدا مورد تحلیل آماری قرار گرفت و سپس بر اساس نتایج حاصل از آن تحلیل توصیفی و در نهایت استخراج کج فهمی‌ها صورت گرفت.

جامعه آماری این پژوهش دانشجومعلمان رشته آموزش ابتدایی پردیس علامه امینی تبریز (دانشگاه فرهنگیان) ورودی سالهای ۹۷ (مهر و بهمن) می‌باشد. در این پردیس چند کلاس وجود دارد که به صورت تصادفی ۱۰۵ برگه آزمون در میان دانشجومعلمان چهار کلاس (دو کلاس از هر ورودی) که در روز آزمون در کلاس درس حاضر بودند توزیع شد. از این تعداد ۵۹ نفر از ورودی‌های

[1] Sopandi

مهر و ۴۶ نفر از ورودی‌های بهمن هستند. توزیع این دانشجومعلمان بر اساس مدرک دیپلم به شرح جدول ۱ می‌باشد. آزمون در شرایط عادی و بدون اطلاع قبلی دانشجومعلمان برگزار گردید. پس از توزیع ورقه‌ها از دانشجومعلمان خواسته شد گزینه مدنظر خود را در پاسخنامه علامت بزنند. پاسخ‌های دانش‌آموزان پس از جمع‌آوری هم به‌صورت درصد پاسخ‌های صحیح و نادرست و هم به‌صورت توصیفی به منظور استخراج کج‌فهمی‌ها تحلیل شد.

جدول۱- توزیع نمونه آماری پژوهش بر اساس سال ورود به دانشگاه و مدرک دیپلم

ورود به دانشگاه	مدرک دیپلم			مجموع
	انسانی	ریاضی	تجربی	
مهر ۹۷	۳۱	۹	۱۹	۵۹
بهمن ۹۷	۳۰	۱	۱۵	۴۶
مجموع	۶۱	۱۰	۳۴	۱۰۵

یافته‌های پژوهش و بحث

شکل ذرات

سوال اول پرسشنامه درباره مقایسه شکل ذرات سازنده مواد در سه حالت جامد، مایع و گاز بود:

۱- درباره شکل ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز کدام گزینه درست است:

الف- شکل ذرات همه مواد مثل هم است □

ب- شکل ذرات برای یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز یکسان است □

ج- شکل ذرات برای یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز باهم متفاوت است □

د- شکل ذرات برای یک ماده در شرایط مختلف متفاوت است □

شکل ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز تغییر نمی‌کند. با بررسی پاسخ‌های دانشجومعلمان مشخص شد که در مجموع از بین ۱۰۵ دانشجومعلم مشارکت کننده در آزمون تنها ۳۴ نفر (معادل ۳۲.۳۸ درصد کل دانشجومعلمان) گزینه درست (گزینه ب) را انتخاب کرده‌اند. یک نفر به سوال پاسخ نداده و بقیه دانشجومعلمان (۷۰ نفر معادل ۶۶.۶۷ درصد آنها) گزینه‌های دیگر را

انتخاب کرده‌اند که همه نادرست هستند. به عبارت دیگر ۶۶.۶۷ درصد دانشجومعلمان در درک مفهوم شکل ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد ، مایع و گاز دارای کج فهمی هستند.

از ۶۱ دانشجومعلم دارای مدرک دیپلم علوم انسانی، ۸ نفر (۱۳.۱۴ درصد آنها) پاسخ درست را انتخاب کرده‌اند و ۵۲ نفر مابقی (۸۵.۲۴ درصد آنها) دارای کج فهمی هستند. از ۱۰ دانشجومعلم دارای دیپلم ریاضی و فیزیک، ۸ نفر (معادل ۸۰ درصد آنها) پاسخ درست را انتخاب کرده‌اند و ۲ نفر دیگر (یعنی ۲۰ درصد آنها) دارای کج فهمی هستند. از ۳۴ دانشجومعلم با مدرک دیپلم علوم تجربی ۱۸ نفر (معادل ۵۲.۹۴ درصد دارندگان دیپلم تجربی) پاسخ درست داده و ۱۶ نفر (یعنی ۴۷.۰۵ درصد آنها) پاسخی را انتخاب کرده‌اند که به معنی داشتن کج فهمی است.

در مقایسه بین ورودی‌های مهر و بهمن ۹۷ مشخص شد که ۲۵ نفر از ورودی‌های مهر۹۷ (۴۲.۳۷ درصد ورودی‌های مهر) و ۹ نفر از ورودی‌های بهمن ۹۷ (۱۹.۵۷درصد آن‌ها) پاسخ درست را انتخاب کرده‌اند. با بررسی پاسخ‌های داده‌شده مشخص گردید که ۳۳ نفر از ورودی‌های مهر (۵۵.۹۳ درصد ورودی‌های مهر ۹۷) و ۳۷ نفر از ورودی‌های بهمن (۸۰.۴۳ درصد ورودی‌های بهمن ۹۷) دارای کج‌فهمی هستند. از نظر نوع مدرک تحصیلی مشخص گردید که در بین ورودی‌های مهر ۹۷ از ۳۱ دانشجومعلم دارای مدرک دیپلم علوم انسانی ۶ نفر آنها (معادل ۱۹.۳۵ درصد) پاسخ درست داده‌اند و ۲۴ نفر (۷۷.۴۲ درصد آنها) دارای کج‌فهمی هستند و البته یک نفر نیز پاسخی نداده است. این رقم برای ورودیهای بهمن به ترتیب ۲ نفر (۶.۶۶ درصد) و ۲۸ نفر (۹۳.۳۳ درصد) است. از میان دارندگان دیپلم ریاضی ورودی مهر ۹۷ (که جمعا ۹ نفر هستند)، ۸ نفرشان (یعنی ۸۸.۹۰ درصد آنها) پاسخ درست داده‌اند و ۱ نفر (۱۱.۱۰ درصد) پاسخی نادرست انتخاب کرده‌است و در بین ورودیهای بهمن ۹۷ تنها دانشجومعلم با مدرک دیپلم ریاضی نیز پاسخی نادرست انتخاب کرده است. از میان دارندگان دیپلم علوم تجربی ورودی مهر ۹۷ (جمعا ۱۹ نفر)، ۱۱ نفر (معادل ۵۸ درصد آنها) پاسخ درست داده‌اند و ۸ نفر (یعنی ۴۲ درصد آنها) دارای کج فهمی هستند، درحالی که این عدد برای ورودی بهمن ۹۷ (که جمعا ۱۵ نفرند) به ترتیب ۷ نفر (۴۷ درصد) و ۸ نفر (۵۳ درصد) است.

میانگین درصد هر کدام از پاسخهای غلط و پاسخ درست برای سوال ۱ در جدول ۲ آورده شده است (اعداد داخل جدول گرد شده و تا یک رقم اعشار ذکر شده است):

جدول ۲- درصد پاسخهای درست و نادرست سوال ۱ بر اساس سال ورود و مدرک دیپلم

نوع پاسخ نادرست	انسانی (درصد)			ریاضی (درصد)			تجربی (درصد)			کل
	مهر	بهمن	کل	مهر	بهمن	کل	مهر	بهمن	کل	
شکل ذرات همه مواد مثل هم است	۳.۲	۰	۱.۶	۰	۰	۰	۵.۳	۶.۷	۵.۹	۲.۹

شکل ذرات برای یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز باهم متفاوت است	۶۱.۳	۶۳.۳	۶۲.۳	۰	۰	۰	۲۱.۱	۱۳.۳	۱۷.۶	۴۱.۹
شکل ذرات برای یک ماده در شرایط مختلف متفاوت است	۱۲.۹	۳۰	۲۱.۳	۱۱.۱	۱۰۰	۲۰	۱۵.۸	۳۳.۳	۲۳.۵	۲۱.۹
پاسخ درست	۱۹.۴	۶.۷	۱۳.۱	۸۸.۹	۰	۸۰	۵۷.۹	۴۶.۷	۵۲.۹	۳۲.۴
عدم پاسخ	۳.۲	۰	۱.۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱

چنانچه ملاحظه می‌شود بیشترین کج‌فهمی دانشجومعلمان مربوط به این موضوع است که آنها فکر می‌کنند شکل ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز باهم متفاوت است. این کج فهمی در میان دانشجومعلمان با مدرک دیپلم علوم انسانی بیشترین مقدار را دارد. درحالی که برای دانشجومعلمان با مدرک ریاضی صفر و برای دارندگان دیپلم تجربی در رتبه دوم قرار دارد. بیشترین کج فهمی این دو دسته متفاوت بودن شکل ذره در شرایط مختلف است. با توجه به پیچیده تر شدن مفهوم مستتر در گزینه می‌توان چنین نتیجه گرفت که درک دانشجومعلمان از ماهیت ذره ای ماده ای در دانشجومعلمان دارای دیپلم ریاضی بیشتر از بقیه رشته ها بوده و در دانشجومعلمان با مدرک علوم انسانی کمترین مقدار است. در مجموع تعداد قابل توجهی از دانشجومعلمان درک درستی از شکل ذره در سه حالت جامد، مایع و گاز ندارند.

اندازه ذرات

سوال دوم پرسشنامه درباره مقایسه اندازه ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز است.

اندازه ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز درست مثل شکل ذرات نباید تغییر کند، بنابراین گزینه (ب) گزینه صحیح برای سوال ۲ می‌باشد.

۲- درباره اندازه ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز کدام گزینه درست است:

الف- اندازه ذرات همه مواد برابر است □

ب- اندازه ذرات برای یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز یکسان است □

ج- اندازه ذرات برای یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز باهم متفاوت بوده و در حالت جامد از همه بزرگتر است □

د- اندازه ذرات برای یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز باهم متفاوت بوده و در حالت گاز از همه بزرگتر است □

ه- اندازه ذرات برای یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز باهم متفاوت بوده و در حالت مایع از همه بزرگتر است □

با بررسی پاسخ‌های دانشجومعلمان مشخص شد که از مجموع دانشجومعلمان مشارکت کننده در آزمون، ۴۰ نفر (معادل ۳۸.۱۰ درصد) گزینه درست (گزینه ب) را انتخاب کرده‌اند و بقیه دانشجومعلمان (۶۵ نفر معادل ۶۱.۹۰ درصد) گزینه‌های دیگری را انتخاب کرده‌اند که همه نادرست هستند و به عبارت دیگر درباره مقایسه اندازه ذرات سازنده مواد در حالتهای فیزیکی سه گانه دارای کج‌فهمی هستند.

از ۶۱ دانشجومعلم دارای مدرک دیپلم علوم انسانی، ۱۱ نفر (۱۸.۰۳درصد) پاسخ درست را انتخاب کرده‌اند و ۵۰ نفر (۸۱.۹۶ درصد) دارای کج‌فهمی هستند. از ۱۰ دانشجومعلم دارای دیپلم ریاضی و فیزیک، ۸ نفر (معادل ۸۰ درصد آنها) پاسخ درست داده‌اند و ۲ نفر (معادل ۲۰ درصد) دارای کج فهمی هستند و از ۳۴ دانشجومعلم با مدرک دیپلم علوم تجربی ۲۱ نفر (معادل ۶۱.۷۶ درصد) پاسخ درست داده و ۱۳ نفر (۳۸.۲۳ درصد) پاسخی داده‌اند که دارای کج فهمی است.

در مقایسه بین ورودی‌های مهر و بهمن ۹۷ مشخص شد که ۲۶ نفر از ورودی‌های مهر۹۷ (۴۴.۰۷ درصد ورودی مهر) و ۱۴ نفر از ورودی‌های بهمن (۳۰.۴۳ درصد ورودی بهمن) پاسخ درست را انتخاب کرده‌اند و ۳۳ نفر از ورودی‌های مهر (۵۵.۹۳ درصد آنها) و ۳۲ نفر از ورودی‌های بهمن (۶۹.۵۷ درصد آنها) دارای کج فهمی هستند. از نظر نوع مدرک تحصیلی مشخص گردید که در بین ورودی‌های مهر ۹۷، از بین ۳۱ دانشجومعلم دارای مدرک دیپلم علوم انسانی، ۷ نفر (۲۲.۵۸ درصد آن‌ها) پاسخ درست داده اند و ۲۴ نفر (۷۷.۴۲ درصد آن‌ها) دارای کج فهمی هستند و البته یک نفر نیز به این سوال پاسخی نداده است. این رقم برای دارندگان دیپلم علوم انسانی ورودی بهمن به ترتیب ۴ نفر (۱۳.۳۳ درصد) و ۲۶ نفر (۸۶.۶۷ درصد) است. در بین دارندگان دیپلم ریاضی ورودی مهر ۹۷ (که ۹ نفر هستند)، به ترتیب ۸ نفر (۸۸.۹۰ درصد) پاسخ درست و ۱ نفر (۱۱.۱۰ درصد) پاسخی نادرست انتخاب کرده و تنها دانشجومعلم با مدرک دیپلم ریاضی ورودی بهمن ۹۷ پاسخ نادرستی را انتخاب کرده است. از میان دارندگان دیپلم علوم تجربی ورودی مهر ۹۷ (که ۱۹ نفرند)، ۱۱ نفر (معادل ۵۸ درصد آنها) پاسخ درست داده‌اند و ۸ نفر (۴۲ درصد آنها) دارای کج فهمی هستند،

درحالی‌که این عدد برای ورودی بهمن ۹۷ (که ۱۵ نفر هستند) به ترتیب ۱۰ نفر (۶۷ درصد) و ۵ نفر (۳۳ درصد) است.

میانگین درصد هر کدام از پاسخهای غلط و پاسخ درست برای سوال ۲ (مقایسه اندازه ذرات) در جدول ۳ آورده شده است.

توزیع پاسخ‌های درست و نادرست درباره مقایسه اندازه ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز مشابه مقایسه شکل ذرات است و نشان دهنده درک نادرست دانشجومعلمان از ماهیت ذره‌ای ماده است. این مشکل در میان دانشجومعلمان دارای مدرک دیپلم علوم انسانی بیشتر از همه است.

فاصله ذرات

سوال سوم پرسشنامه درباره مقایسه فاصله ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز است.

۳- درباره فاصله ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز کدام گزینه درست است:

الف- فاصله ذرات در همه مواد یکسان است □

ب- فاصله ذرات برای یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز یکسان است □

ج- فاصله ذرات برای یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز متفاوت بوده و در حالت جامد از همه بیشتر است □

د- فاصله ذرات برای یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز متفاوت بوده و در حالت گاز از همه بیشتر است □

ه- فاصله ذرات برای یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز متفاوت بوده و در حالت مایع از همه بیشتر است □

جدول ۳- درصد پاسخهای درست و نادرست سوال ۲ بر اساس سال ورود و مدرک دیپلم

نوع پاسخ نادرست		اندازه ذرات همه مواد برابر است	اندازه ذرات برای یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز باهم متفاوت بوده و در حالت جامد از همه بزرگتر است	اندازه ذرات برای یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز باهم متفاوت بوده و در حالت گاز از همه بزرگتر است	اندازه ذرات برای یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز باهم متفاوت بوده و در حالت مایع از همه بزرگتر است	پاسخ درست
انسانی (درصد)	مهر	۲۲.۶	۳۸.۷	۹.۷	۶.۵	۲۲.۶
	بهمن	۰	۴۳.۳	۳۳.۳	۱۰	۱۳.۳
	کل	۱۱.۵	۴۱	۲۱.۳	۸.۲	۱۸
ریاضی (درصد)	مهر	۰	۱۱.۱	۰	۰	۸۸.۹
	بهمن	۱۰۰	۰	۰	۰	۰
	کل	۱۰	۱۰	۰	۰	۸۰
تجربی (درصد)	مهر	۱۰.۵	۱۰.۵	۱۵.۸	۵.۳	۵۷.۹
	بهمن	۰	۳۳.۳	۰	۰	۶۶.۷
	کل	۵.۹	۲۰.۶	۸.۸	۲.۹	۶۱.۸
کل		۹.۵	۳۱.۴	۱۵.۲	۵.۷	۳۸.۱

فاصله ذرات سازنده یک ماده برخلاف شکل و اندازه ذرات در در سه حالت جامد، مایع و گاز متفاوت است و بیشترین فاصله در حالت گازی است، بنابراین گزینه درست برای سوال ۳ گزینه (د) می باشد.

با بررسی پاسخ‌های دانشجومعلمان مشخص شد که بیشتر دانشجومعلمان مشارکت کننده در آزمون یعنی ۹۲ نفر (معادل ۸۷.۶۲ درصد دانشجومعلمان) گزینه درست را انتخاب کرده‌اند و تنها

۱۲ نفر معادل ۱۱.۴۳ درصد آن‌ها گزینه‌های نادرستی انتخاب کرده‌اند. البته یک نفر از آنها نیز به سوال پاسخ نداده است. برخلاف سوال‌های ۱ و ۲ در این مورد تعداد دانشجویان دارای کج فهمی کمتر است.

از ۶۱ دانشجومعلم دارای مدرک دیپلم علوم انسانی، ۴۹ نفر (یعنی ۸۰.۳ درصد آنها) پاسخ درست را انتخاب کرده‌اند و تنها ۱۱ نفر (۱۸.۰۳ درصد آنها) دارای کج فهمی هستند. از ۱۰ دانشجومعلم دارای دیپلم ریاضی و فیزیک همه پاسخ درست داده‌اند و از ۳۴ دانشجومعلم با مدرک دیپلم علوم تجربی تنها ۱ نفر پاسخی نادرست انتخاب کرده و ۳۳ نفر (معادل ۹۷.۰۵ درصد) پاسخ درست داده‌اند.

در مقایسه بین ورودیهای مهر و بهمن ۹۷ مشخص شد که ۵۱ نفر از ورودی‌های مهر ۹۷ (۸۶.۴۴ درصد ورودی‌های ۹۷) و ۴۱ نفر از ورودی‌های بهمن (۸۹.۱۳ درصد ورودی‌های بهمن) پاسخ درست را انتخاب کرده‌اند و ۸ نفر از ورودی‌های مهر (۱۳.۵۶درصد) و ۴ نفر از ورودی‌های بهمن (۸.۷۰ درصد) دارای کج فهمی هستند. از نظر نوع مدرک تحصیلی مشخص گردید که در بین ورودی‌های مهر ۹۷، از بین ۳۱ دانشجومعلم دارای مدرک دیپلم علوم انسانی ۲۳ نفر (۷۴.۱۹ درصد آنها) پاسخ درست داده‌اند و ۸ نفر (۲۵.۸۱ درصد آنها) دارای کج فهمی هستند. این رقم برای ورودیهای بهمن به ترتیب ۲۶ نفر (۸۶.۶۷ درصد) و ۳ نفر (۱۰ درصد) است و البته یک نفر نیز پاسخی نداده است. همه دارندگان دیپلم ریاضی مهر ۹۷ (۹ نفر) و بهمن ۹۷ (۱ نفر) پاسخ درست را انتخاب کرده‌اند و هیچکدام دارای کج فهمی نیستند. همه دارندگان دیپلم علوم تجربی ورودی مهر ۹۷ (۱۹ نفر) نیز پاسخ درست داده‌اند و از ورودی بهمن ۹۷ (که ۱۵ نفرند)، ۱۴ نفر (۹۳ درصد ورودیهای بهمن) پاسخ درست را انتخاب کرده‌اند و تنها یک نفر (معادل ۶.۷ درصد آنها) گزینه‌ای نادرست انتخاب کرده است.

میانگین درصد هر کدام از پاسخهای غلط و پاسخ درست برای سوال ۳ (مقایسه فاصله ذرات) در جدول ۴ آورده شده است.

همان‌طور که در جدول ۴ مشخص است، دانشجومعلمان در تشخیص تفاوت فاصله ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز کمترین میزان کج فهمی را دارند. دلیل این مساله شناخت کافی دانشجومعلمان از این موضوع است. بر اساس نتایج حاصل از مصاحبه با برخی دانشجومعلمان مشخص گردید که برخلاف شکل و اندازه ذرات، فاصله ذرات در دوره دبیرستان و ابتدایی توسط معلمان در کلاس‌های درس بحث می‌شود و دانشجومعلمان با ماهیت این مساله آشنایی قبلی دارند.

جدول ۴- درصد پاسخهای درست و نادرست سوال ۳ بر اساس سال ورود و مدرک دیپلم

نوع پاسخ نادرست		فاصله ذرات در همه مواد یکسان است	فاصله ذرات برای یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز یکسان است	فاصله ذرات برای یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز متفاوت بوده و در حالت جامد از همه بیشتر است	فاصله ذرات برای یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز متفاوت بوده و در حالت مایع از همه بیشتر است	پاسخ درست	عدم پاسخ
انسانی (درصد)	مهر	۳.۲	۳.۲	۱۹.۴	۰	۷۴.۲	۰
	بهمن	۰	۳.۳	۶.۷	۰	۸۶.۷	۳.۳
	کل	۱.۶	۳.۳	۱۳.۱	.	۸۰.۳	۱.۶
ریاضی (درصد)	مهر	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۰
	بهمن		۰	۰	۰	۱۰۰	۰
	کل		۰	۰	۰	۱۰۰	۰
تجربی (درصد)	مهر	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۰
	بهمن	۰	۶.۷	۰	۰	۹۳.۳	۰
	کل	۰	۲.۹	۰	۰	۹۷.۱	۰
کل		۱	۲.۹	۷.۶	۰	۸۷.۶	۱

وزن ذرات

سوال چهارم پرسشنامه درباره مقایسه وزن ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز است.

۴- درباره وزن ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز کدام گزینه درست است:

الف- وزن ذرات در همه مواد یکسان است □

ب- وزن ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز یکسان است □

ج- وزن ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز متفاوت بوده و در حالت جامد از همه بیشتر است □

د- وزن ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز متفاوت بوده و در حالت گاز از همه بیشتر است □

ه- وزن ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز متفاوت بوده و در حالت مایع از همه بیشتر است □

نظیر اندازه و شکل ذرات، وزن ذرات سازنده یک ماده نیز در سه حالت جامد، مایع و گاز تفاوتی نمی‌کند. بنابراین پاسخ درست این سوال گزینه (ب) می‌باشد.

با بررسی پاسخ‌های دانشجومعلمان مشخص شد که در مجموع از بین ۱۰۵ دانشجومعلم مشارکت کننده در آزمون تنها ۳۴ نفر (معادل ۳۲.۳۸ درصد دانشجومعلمان) گزینه درست (گزینه ب) را انتخاب کرده‌اند. یک نفر به سوال پاسخ نداده و بقیه دانشجومعلمان (۷۰ نفر معادل ۶۶.۶۷ درصد آن‌ها) گزینه‌های دیگری را انتخاب کرده‌اند که همه نادرست هستند. به عبارت دیگر ۶۶.۶۷ درصد دانشجومعلمان در درک تفاوت وزن ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد ، مایع و گاز دارای کج فهمی هستند.

از ۶۱ دانشجومعلم دارای مدرک دیپلم علوم انسانی، ۹ نفر (۱۴.۷۵ درصد آنها) پاسخ درست را انتخاب کرده‌اند و ۵۲ نفر (۸۵.۲۴ درصد دارندگان دیپلم انسانی) دارای کج فهمی هستند. از ۱۰ دانشجومعلم دارای دیپلم ریاضی و فیزیک، ۷ نفر (۷۰ درصد) پاسخ درست داده‌اند، ۲ نفر (معادل ۲۰ درصد آنها) دارای کج فهمی هستند و یک نفر (۱۰ درصد) پاسخی نداده است. از ۳۴ دانشجومعلم با مدرک دیپلم علوم تجربی، ۱۸ نفر (معادل ۵۲.۹۴ درصد دارندگان دیپلم تجربی) پاسخ درست داده و ۱۶ نفر (یعنی ۴۷.۰۵ درصد آنها) دارای کج فهمی هستند.

در مقایسه بین ورودیهای مهر و بهمن ۹۷ مشخص شد که ۱۷ نفر از ورودی‌های مهر۹۷ (یعنی ۲۸.۸۱ درصد ورودی‌های مهر) و ۱۷ نفر از ورودی‌های بهمن (۳۶.۹۶ درصد ورودی‌های بهمن) پاسخ درست را انتخاب کرده‌اند و ۴۱ نفر از ورودی‌های مهر (۶۹.۴۹ درصد آن‌ها) و ۲۹ نفر از

ورودی‌های بهمن (۶۳.۰۴ درصد آن‌ها) دارای کج فهمی هستند. از نظر نوع مدرک تحصیلی مشخص گردید که در بین ورودی‌های مهر ۹۷، از بین ۳۱ دانشجومعلم دارای مدرک دیپلم علوم انسانی، ۴ نفر (۱۲.۹ درصد) پاسخ درست داده‌اند و ۲۷ نفر (۸۷.۱ درصد دارندگان دیپلم انسانی ورودی مهر) دارای کج فهمی هستند. این رقم برای ورودی‌های بهمن به ترتیب ۵ نفر (۱۶.۶۷ درصد) و ۲۵ نفر (۸۳.۳۳ درصد) است. از بین دارندگان دیپلم ریاضی ورودی‌های مهر ۹۷ (که ۹ نفر هستند)، به ترتیب ۶ نفر (۶۶.۷ درصد) پاسخ درست انتخاب کرده و ۲ نفر (۲۲.۲ درصد) پاسخی نادرست برگزیده‌اند و در بین ورودیهای بهمن ۹۷ تنها دانشجومعلم با مدرک دیپلم ریاضی پاسخ درست را انتخاب کرده است. از میان دارندگان دیپلم علوم تجربی ورودی مهر ۹۷ (که کلا ۱۹ نفر هستند)، ۷ نفر (معادل ۳۷ درصد آنها) پاسخ درست داده و ۱۲ نفر (یعنی ۶۳ درصد) دارای کج فهمی هستند، درحالی که این عدد برای ورودی بهمن ۹۷ (۱۵ نفر)، به ترتیب ۱۱ نفر (یعنی ۷۳ درصد) و ۴ نفر (یعنی ۲۷ درصد) است.

میانگین درصد هر کدام از پاسخهای غلط و پاسخ درست برای سوال ۴ (مقایسه وزن ذرات) در جدول ۵ آورده شده است.

توزیع پاسخ‌های درست و نادرست درباره مقایسه وزن ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز مشابه مقایسه شکل و اندازه ذرات است و نشان دهنده درک نادرست دانشجومعلمان از ماهیت ذره‌ای ماده است. این مشکل در میان دانشجومعلمان دارای مدرک دیپلم علوم انسانی بیشتر از همه است. چنانچه ملاحظه می‌گردد اکثر دانشجومعلمان تصور می‌کنند وزن ذرات سازنده یک ماده در حالت جامد باید بیشتر باشد. این تصور از عدم درک ماهیت ذره ای ماده ناشی می شود و دانشجومعلمان نمی‌توانند بین یک ماده جامد و ذرات سازنده یک ماده تفکیک قائل شوند. در این مورد نیز وضعیت دانشجومعلمان با مدرک دیپلم ریاضی بهتر از دارندگان دیپلم علوم تجربی و انسانی است. اگرچه در مجموع دانشجومعلمان از نظر میزان پاسخ نادرست به این سوال بین ورودی مهر و بهمن اختلاف زیادی وجود ندارد اما اختلاف معناداری بین پاسخ‌های دانشجومعلمان دارای مدرک دیپلم تجربی در دو ورودی مهر و بهمن مشاهده می‌شود. چنانچه در پاراگرف‌های قبلی توضیح داده شد بیشتر دانشجومعلمان دارنده دیپلم علوم تجربی ورودی مهر به این سوال پاسخی دارای کج فهمی داده‌اند (۶۳ درصد)، این موضوع درباره ورودیهای بهمن ماه کمتر است (۲۷ درصد). پس از مصاحبه با چند نفر از دانشجومعلمان ورودی بهمن که به این سوال پاسخ درست داده‌اند مشخص گردید که برخی از آنها ترم اول را در یکی از رشته های علوم پایه در دانشگاه دیگری تحصیل می‌کرده‌اند. اگرچه نمی‌توان تنها از روی مصاحبه این دلیل را به عنوان تنها دلیل قطعی پذیرفت اما می‌توان ادعا کرد که یکی از دلایل پاسخ‌های درست ورودیهای بهمن همین دلیل می‌تواند باشد.

جدول ۵- درصد پاسخهای درست و نادرست سوال ۴ بر اساس سال ورود و مدرک دیپلم

نوع پاسخ نادرست		وزن ذرات همه مواد برابر است	وزن ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز متفاوت بوده و در حالت جامد از همه بیشتر است	وزن ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز متفاوت بوده و در حالت گاز از همه بیشتر است	وزن ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز متفاوت بوده و در حالت مایع از همه بیشتر است	پاسخ درست	عدم پاسخ
انسانی (درصد)	مهر	۱۶.۱	۶۴.۵	۳.۲	۳.۲	۱۲.۹	۰
	بهمن	۱۰	۶۳.۳	۳.۳	۶.۷	۱۶.۷	۰
	کل	۱۳.۱	۶۳.۹	۳.۳	۴.۹	۱۴.۸	۰
ریاضی (درصد)	مهر	۰	۲۲.۳	۰	۰	۱۰۰	۰
	بهمن	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۰
	کل	۰	۲۰	۰	۰	۷۰	۱۰
تجربی (درصد)	مهر	۵.۳	۵۷.۹	۰	۰	۳۶.۸	۰
	بهمن	۶.۷	۲۰	۰	۰	۷۳.۳	۰
	کل	۵.۹	۴۱.۲	۰	۰	۵۲.۹	۰
کل		۹.۵	۵۲.۴	۱.۹	۲.۹	۳۲.۴	۱

حرکت ذرات

سوال پنجم پرسشنامه درباره مقایسه حرکت ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز است.

۵- درباره حرکت ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز کدام گزینه درست است:

الف- حرکت ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز یکسان است □

ب- حرکت ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز متفاوت بوده و در حالت جامد از همه بیشتر است □

ج- حرکت ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز متفاوت بوده و در حالت گاز از همه بیشتر است □

د- حرکت ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز متفاوت بوده و در حالت مایع از همه بیشتر است □

ه- حرکت ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز متفاوت بوده و در حالت جامد حرکتی ندارند □

حرکت ذرات سازنده یک ماده برخلاف شکل و اندازه ذرات در در سه حالت جامد، مایع و گاز متفاوت است و درست مثل فاصله ذرات در حالت گازی بیشترین مقدار را داراست، بنابراین گزینه درست گزینه (ج) می باشد.

با بررسی پاسخ‌های دانشجومعلمان مشخص شد که بیشتر دانشجومعلمان مشارکت کننده در آزمون یعنی ۹۲ نفر از آن‌ها (معادل ۸۷.۶۲ درصد دانشجومعلمان) گزینه درست را انتخاب کرده‌اند و تنها ۱۳ نفر معادل ۱۲.۳۸ درصد آن‌ها گزینه‌های نادرستی را انتخاب کرده‌اند. برخلاف سوالهای ۱ و ۲ و البته مشابه سوال ۳ در این مورد تعداد دانشجویان دارای کج فهمی کمتر است.

از ۶۱ دانشجومعلم دارای مدرک دیپلم علوم انسانی، ۴۹ نفر (یعنی ۸۰.۳ درصد دارندگان دیپلم انسانی) پاسخ درست را انتخاب کرده‌اند و تنها ۱۲ نفر (۱۹.۶۷ درصد آنها) دارای کج فهمی هستند. از ۱۰ دانشجومعلم دارای دیپلم ریاضی و فیزیک همه پاسخ درست داده‌اند و از ۳۴ دانشجومعلم با مدرک دیپلم علوم تجربی تنها ۱ نفر پاسخ نادرست انتخاب کرده و ۳۳ نفر (یعنی ۹۷.۰۵ درصد دارندگان دیپلم تجربی) به این سوال پاسخ درست داده‌اند.

در مقایسه بین ورودیهای مهر و بهمن ۹۷ مشخص شد که ۵۴ نفر از ورودی‌های مهر۹۷ (که معادل ۹۱.۵۳ درصد آنهاست) و ۳۸ نفر از ورودی‌های بهمن (یعنی ۸۲.۶۱ درصد ورودی‌های بهمن) پاسخ درست را انتخاب کرده‌اند و تنها ۵ نفر از ورودی‌های مهر (معادل ۸.۴۷ درصد آنها) و ۸ نفر از ورودی‌های بهمن (معادل ۱۷.۳۹ درصد آنها) دارای کج فهمی هستند. از نظر نوع مدرک تحصیلی

مشخص گردید که در بین ورودی‌های مهر ۹۷، از ۳۱ دانشجومعلم دارای مدرک دیپلم علوم انسانی، ۲۶ نفر (۸۳.۸۷ درصد) پاسخ درست داده‌اند و ۵ نفر (۱۶.۱۳ درصد) دارای کج فهمی هستند. این رقم برای دارندگان دیپلم انسانی در بین ورودی‌های بهمن به ترتیب ۲۳ نفر (۷۶.۶۷ درصد) و ۷ نفر (۲۳.۳۳ درصد) است. همه دارندگان دیپلم ریاضی مهر و بهمن ۹۷ (که کلا ۱۰ نفرند) پاسخ درست را انتخاب کرده‌اند و هیچکدام دارای کج فهمی نیستند. همه دارندگان دیپلم علوم تجربی ورودی مهر ۹۷ (که ۱۹ نفر هستند) نیز به این سوال پاسخ درست داده‌اند ولی از دارندگان دیپلم تجربی ورودی بهمن ۹۷ (که ۱۵ نفرند)، ۱۴ نفر (یعنی۹۳ درصد) پاسخ درست را انتخاب کرده‌اند و تنها یک نفر (که معادل ۶.۷ درصد آنهاست) گزینه‌ای نادرست انتخاب کرده است.

میانگین درصد هر کدام از پاسخهای غلط و پاسخ درست برای سوال ۵ (مقایسه حرکت ذرات) در جدول ۶ آورده شده است.

چنانچه از جدول ۶ مشخص است، دانشجومعلمان در درک حرکت ذرات سازنده یک ماده دارای کج فهمی‌های بسیار کمی هستند. نظیر مفهوم فاصله ذرات، دلیل درصد زیاد پاسخ‌های درست دانشجومعلمان درباره حرکت ذرات نیز شناخت کافی دانشجومعلمان از این موضوع است. برخلاف شکل و اندازه ذرات، فاصله ذرات و حرکت ذرات در دوره دبیرستان و ابتدایی بارها توسط معلمان در کلاس‌های درس بحث می‌شود و دانشجومعلمان با ماهیت این مساله آشنایی قبلی دارند. هرچند در این موضوع نیز دانشجومعلمان دارای مدرک علوم انسانی در مقایسه با دارندگان دیپلم ریاضی و تجربی کج فهمی‌های بیشتری دارند.

بیشترین کج فهمی مشاهده شده مربوط به عدم حرکت ذرات در حالت جامد است. ذرات در حالت جامد حرکت ارتعاشی دارند که متاسفانه در پاسخ برخی از دانشجویان دارای مدرک علوم انسانی به آن توجه نشده است.

جدول ۶- درصد پاسخهای درست و نادرست سوال ۵ بر اساس سال ورود و مدرک دیپلم

نوع پاسخ نادرست		حرکت ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز یکسان است	حرکت ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز متفاوت بوده و در حالت جامد از همه بیشتر است	حرکت ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز متفاوت بوده و در حالت مایع از همه بیشتر است	حرکت ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز متفاوت بوده و در حالت جامد حرکتی ندارند	پاسخ درست
انسانی (درصد)	مهر	۳.۲	۰	۳.۲	۹.۷	۸۳.۹
	بهمن	۰	۳.۳	۳.۳	۱۶.۷	۷۶.۷
	کل	۱.۶	۱.۶	۳.۳	۱۳.۱	۸۰.۳
ریاضی (درصد)	مهر	۰	۰	۰	۰	۱۰۰
	بهمن	۰	۰	۰	۰	۱۰۰
	کل	۰	۰	۰	۰	۱۰۰
تجربی (درصد)	مهر	۰	۰	۰	۰	۱۰۰
	بهمن	۶.۷	۰	۰	۰	۹۳.۳
	کل	۲.۹	۰	۰	۰	۹۷.۱
کل		۱.۹	۱	۱.۹	۷.۶	۸۷.۶

حجم ذرات

سوال ششم درباره مقایسه حجم ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز بود. از یک نظر این سوال تکرار سوال دوم می باشد چرا که اندازه ذرات سازنده یک ماده درواقع همان حجم ذرات سازنده را نشان می‌دهد و درصورت عمیق‌تر شدن در معنی این دو مفهوم ممکن است برای بسیاری از خوانندگان این دو مفهوم خیلی تفاوتی نداشته باشد. با این همه طرح مستقل این سول

این مزیت را داشت که از یک زاویه دیگر نگاه دانشجومعلمان بررسی شود و شناخت دانشجومعلمان از مفاهیم مرتبط با خاصیت ذره‌ای ماده عمیق‌تر مورد مطالعه قرار گیرد.

درست نظیر اندازه ذرات و شکل ذرات سازنده، حجم ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز نباید تغییر کند، بنابراین گزینه (ب) گزینه صحیح می باشد.

۶- درباره حجم ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز کدام گزینه درست است:

الف- حجم ذرات در همه مواد یکسان است □

ب- حجم ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز یکسان است □

ج- حجم ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز متفاوت بوده و در حالت جامد از همه بیشتر است □

د- حجم ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز متفاوت بوده و در حالت گاز از همه بیشتر است □

ه- حجم ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز متفاوت بوده و در حالت مایع از همه بیشتر است □

با بررسی پاسخ‌های دانشجومعلمان مشخص گردید که از مجموع دانشجومعلمان مشارکت کننده در آزمون، ۲۲ نفر (معادل ۲۰.۹۵ درصد کل دانشجومعلمان) گزینه درست (گزینه ب) را انتخاب کرده‌اند و بقیه دانشجومعلمان (۸۳ نفر معادل ۷۹.۰۵ درصد) گزینه‌های دیگری را انتخاب کرده‌اند که همه نادرست هستند و به عبارت دیگر درباره مقایسه حجم ذرات سازنده مواد در حالت-های فیزیکی سه‌گانه دارای کج فهمی هستند. با توجه به توضیحات داده شده درباره شباهت اندازه و حجم ذرات این نتیجه برخلاف انتظار بود. میزان کج فهمی مشاهده شده در مورد حجم ذرات در بین دانشجومعلمان دو برابر کج فهمی مشاهده شده در مورد اندازه ذرات است. در مصاحبه های بعدی که با دانشجومعلمان انجام شد مشخص گردید که بسیاری از دانشجومعلمان حجم ذره را با حجم کل ماده اشتباه گرفته‌اند. اگرچه این مطلب می‌تواند توجیه کننده تفاوت میزان پاسخ‌های غلط باشد اما با توجه به صراحت متن سوال این خطا قابل اغماض نیست و ناشی از عدم درک درست دانشجومعلمان از ماهیت ذره‌ای ماده می‌باشد.

از ۶۱ دانشجومعلم دارای مدرک دیپلم علوم انسانی، ۵ نفر (یعنی ۸.۱۹ درصد دارندگان دیپلم انسانی) پاسخ درست را انتخاب کرده‌اند و ۵۶ نفر (یعنی ۹۱.۸۰ درصد آنها) پاسخی را برگزیده‌اند که دارای کج فهمی است. از ۱۰ دانشجومعلم دارای دیپلم ریاضی و فیزیک، برخلاف مقایسه اندازه ذرات فقط ۴ نفر (یعنی۴۰ درصد دارندگان دیپلم ریاضی) پاسخ درست داده‌اند و ۶ نفر از آنها (۶۰ درصد) دارای کج فهمی هستند و از ۳۴ دانشجومعلم با مدرک دیپلم علوم تجربی، ۱۳ نفر (معادل ۳۸.۲۳ درصد دارندگان دیپلم تجربی) پاسخ درست داده و ۲۱ نفر از آنها (۶۱.۷۶ درصد) پاسخ‌هایی داده‌اند که نشانه داشتن کج فهمی است.

در مقایسه بین ورودیهای مهر و بهمن ۹۷ مشخص شد که تنها ۱۱ نفر از ورودی‌های مهر۹۷ (یعنی ۱۸.۶۴ درصد این ورودی) و ۱۱ نفر از ورودی‌های بهمن (۲۳.۹۱ درصد این ورودی) پاسخ درست را انتخاب کرده‌اند و ۴۸ نفر از ورودی‌های مهر (۸۱.۶۴ درصد آنها) و ۳۵ نفر از ورودی‌های بهمن (۷۶.۰۹ درصد ورودی‌های بهمن) دارای کج فهمی هستند. از نظر نوع مدرک تحصیلی مشخص گردید که در بین ورودی‌های مهر ۹۷، از بین ۳۱ دانشجومعلم دارای مدرک دیپلم علوم انسانی، تنها ۲ نفر (۶.۴۵ درصد) پاسخ درست داده‌اند و ۲۹ نفر (۹۳.۵۵ درصد دارندگان دیپلم انسانی ورودی مهر) دارای کج فهمی هستند. این عدد برای ورودی‌های بهمن به ترتیب ۳ نفر (۱۰ درصد) و ۲۷ نفر (۹۰ درصد) است. از دارندگان دیپلم ریاضی ورودی مهر ۹۷ (که ۹ نفر هستند) ۳ نفرشان (۳۳.۳ درصد آنها) پاسخ درست و ۶ نفرشان (۶۶.۷ درصد آنها) پاسخ نادرست انتخاب کرده‌اند ولی تنها دانشجومعلم با مدرک دیپلم ریاضی ورودی بهمن ۹۷ پاسخ درست انتخاب کرده است. از میان دارندگان دیپلم علوم تجربی ورودی مهر ۹۷ (که کلا ۱۹ نفر هستند) نیز ۶ نفر (یعنی۳۲ درصد) پاسخ درست داده‌اند و ۱۳ نفر (معادل ۶۸ درصد آنها) دارای کج فهمی هستند. در بین دارندگان دیپلم تجربی ورودی بهمن ۹۷ (که ۱۵ نفرند) به ترتیب ۷ نفر (۴۷ درصد) پاسخ درست را انتخاب کرده و ۸ نفر (۵۳ درصد) پاسخی دارای کج فهمی برگزیده‌اند. در این سوال نیز نتیجه وردی‌های بهمن با مدرک دیپلم ریاضی و علوم تجربی بهتر از ورودی‌های مهر است. همانطور که قبلا نیز اشاره شد یکی از دلایل این نتیجه را می‌توان به تحصیل این افراد در یکی از رشته‌های علوم پایه در دانشگاه در ترم اول ۹۷ و آمادگی ذهنی آنها دانست. چنانچه قبلا نیز اشاره شد این نکته بر اساس مصاحبه با چند نفر از دانشجومعلمان استنباط گردید.

میانگین درصد هر کدام از پاسخهای غلط و پاسخ درست برای سوال ۶ (مقایسه حجم ذرات) در جدول ۷ آورده شده است.

جدول ۷- درصد پاسخهای درست و نادرست سوال ۷ بر اساس سال ورود و مدرک دیپلم

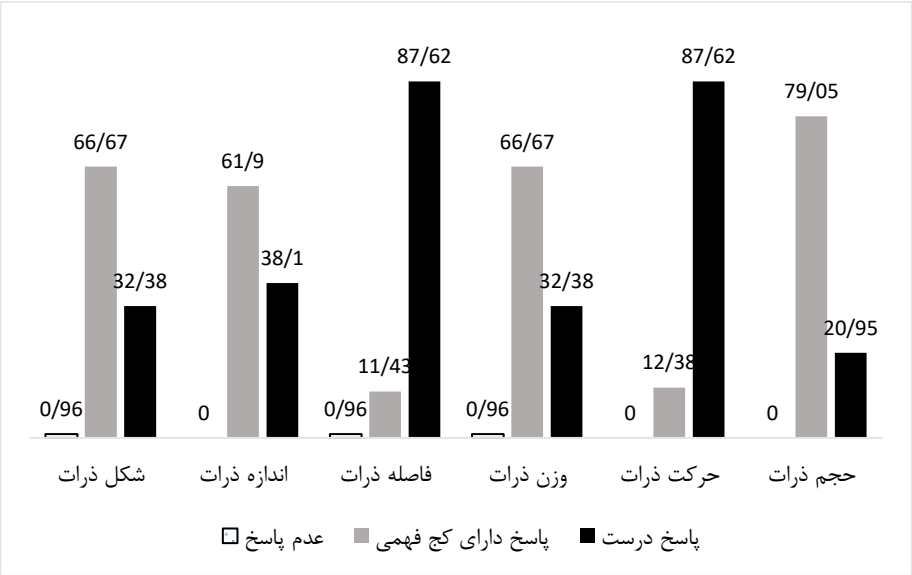
نوع پاسخ نادرست		حجم ذرات در همه مواد یکسان است	حجم ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز متفاوت بوده و در حالت جامد از همه بیشتر است	حجم ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز متفاوت بوده و در حالت گاز از همه بیشتر است	حجم ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز متفاوت بوده و در حالت مایع از همه بیشتر است	پاسخ درست
انسانی (درصد)	مهر	۹.۷	۴۵.۲	۲۵.۸	۱۲.۹	۶.۵
	بهمن	۳.۳	۲۶.۷	۴۳.۳	۱۶.۷	۱۰
	کل	۶.۶	۳۶.۱	۳۴.۴	۱۴.۸	۸.۲
ریاضی (درصد)	مهر	۰	۲۲.۲	۳۳.۳	۱۱.۱	۳۳.۳
	بهمن	۰	۰	۰	۰	۱۰۰
	کل	۰	۲۰	۳۰	۱۰	۴۰
تجربی (درصد)	مهر	۵.۳	۱۵.۸	۳۶.۸	۱۰.۵	۳۱.۶
	بهمن	۰	۲۶.۷	۲۶.۷	۰	۴۶.۷
	کل	۲.۹	۲۰.۶	۳۲.۴	۵.۹	۳۸.۲
کل		۴.۸	۲۹.۵	۳۳.۳	۱۱.۴	۲۱

توزیع پاسخ‌های درست و نادرست درباره مقایسه اندازه ذرات سازنده یک ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز مشابه مقایسه بقیه ویژگی‌هاست. بیشترین میزان کج فهمی مربوط به دانشجومعلمان با مدرک دیپلم علوم انسانی است و دارندگان دیپلم تجربی و ریاضی در رتبه‌های بعدی قرار دارند. بیشترین کج فهمی مشاهده شده آن است که دانشجومعلمان تصور می‌کنند حجم ذرات سازنده در حالت گازی بیشترین مقدار را داراست. این دانشجومعلمان نتوانسته‌اند بین حجم

گاز با حجم ذرات در حالت گازی تفاوت قائل شوند. البته درصد قابل توجهی نیز فکر می‌کنند حجم ذرات در حالت جامد بیشتر است. این دانشجومعلمان موضوع را متوجه شده‌اند و می‌دانند هدف مقایسه ذرات سازنده است. این دانشجویان با توجه به تصوری که از حالت جامد دارند فکر می‌کنند ذرات جامد باید بزرگ باشد تا حالت فیزیکی ظاهری مواد جامد قابل توجیه باشد.

نتیجه گیری

مطابق یافته‌های این پژوهش مشخص گردید که بخش زیادی از دانشجومعلمان در درک مفهوم ذرات سازنده یک ماده و تفاوت ذرات سازنده در حالت‌های فیزیکی مختلف مشکل دارند (شکل ۱).



شکل ۱. فراوانی نوع پاسخ دانشجومعلمان (درصد) به هر کدام از سوالات

البته فروانی کج فهمی‌های دانشجومعلمان در همه موارد یکسان نیست. چنانچه ملاحظه می‌شود بیشترین کج فهمی در درک تفاوت حجم ذرات، وزن ذرات و شکل ذرات سازنده مواد در حالت‌های فیزیکی سه‌گانه و کمترین میزان کج فهمی در مقایسه فاصله و حرکت ذرات سازنده مواد مشاهده می‌شود. بر اساس نتایج حاصل از مصاحبه با تعداد محدودی از دانشجومعلمان که با تجربه شخصی مولف به عنوان معلم شیمی نیز سازگاری دارد مشخص گردید که مقایسه فاصله و حرکت ذرات سازنده در طول دوره تحصیل در کتاب‌های درسی و توسط معلمان انجام می‌گیرد اما چنین

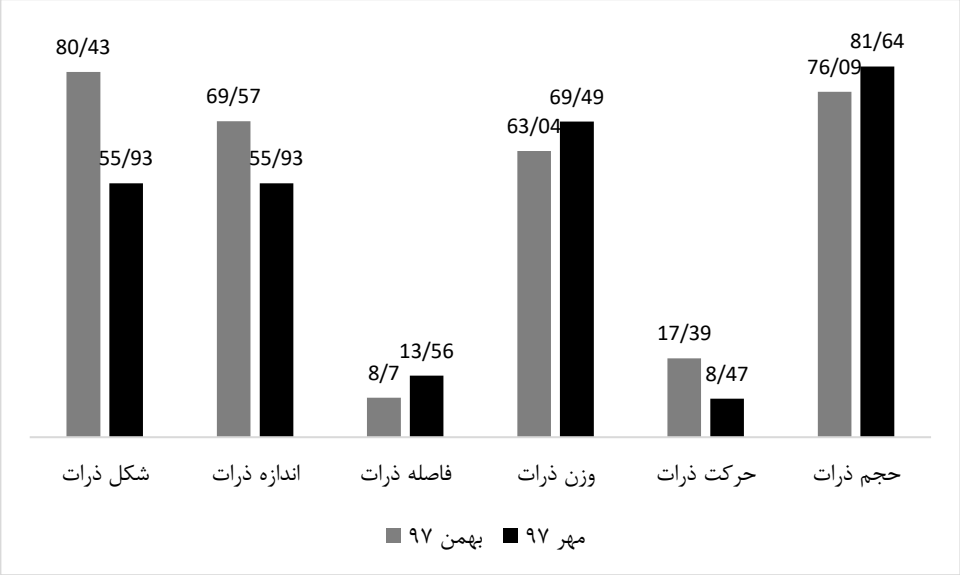
تجربه ای درباره سه مفهوم دیگر کمتر اتفاق می‌افتد. میزان شیوع هرکدام از کج فهمی‌ها در جداول ۲ تا ۷ آمده و برخی از کج فهمی‌های مهم مشاهده شده به همراه دلایل احتمالی بروز برخی از آنها در بخش یافته‌های پژوهش در انتهای تحلیل آماری هر کدام از ویژگی‌ها آورده شده است.

از طرف دیگر این مشکلات در دانشجومعلمانی که با مدرک دیپلم علوم انسانی وارد دانشگاه شده‌اند بسیار زیاد بوده و به طرز کاملا برجسته‌ای متفاوت از بقیه دانشجویان است (شکل ۲). این به آن معنی نیست که دانشجومعلمان دارای دیپلم علوم تجربی و ریاضی فیزیک فاقد کج فهمی هستند بلکه آنها نیز دارای کج فهمی‌هایی جدی هستند.

شکل ۲. فراوانی میزان کج فهمی (درصد) در بین دانشجومعلمان بر اساس مدرک دیپلم

قسمت عمده این کج فهمی‌ها به تحصیلات دوره ابتدایی و دبیرستان دانشجویان مربوط می‌شود، چراکه در طول تحصیل در دانشگاه فرهنگیان هیچ برنامه درسی روشن و مشخصی برای آموزش مفاهیم پایه علوم تجربی وجود ندارد. تنها در قالب دو درس مبانی آموزش علوم و آموزش علوم تجربی آموزشهایی به آنها داده می‌شود که بررسی مفاهیم پایه علوم کمتر اتفاق می افتد. دانشجومعلمان در موضوعاتی که در برنامه درسی دبستان و دبیرستان توسط معلمان بررسی شده است کمترین مشکلات را نشان می‌دهند ولی در موضوعاتی که کمتر به آنها پرداخته شده است دارای کج فهمی هستند.

به منظور تحلیل بهتر نتایج این پژوهش، جدول ۳ میزان مشاهده (درصد) کج فهمی در میان ورودیهای مهر و بهمن ۹۷ برای هر کدام از سوالات را مقایسه می‌کند. چنانچه ملاحظه می‌گردد در نتیجه کلی تفاوت معناداری بین نتایج دو ورودی وجود ندارد ولی چنانچه در بخش یافته‌های پژوهش اشاره شد، در بین دارندگان دیپلم علوم تجربی و ریاضی فیزیک دو ورودی تفاوت محسوسی در برخی سوالات مشاهده گردید که پس از مصاحبه با دانشجومعلمان یکی از دلایل احتمالی این تفاوت آمادگی قبلی و تحصیل دانشجومعلمان در یکی از رشته‌های علوم پایه استنباط گردید.



شکل ۳. فراوانی میزان کج فهمی (درصد) در بین دانشجومعلمان بر اساس ترم ورود به دانشگاه

با توجه به مقدار قابل توجه کج فهمی مشاهده شده به‌ویژه در میان دانشجومعلمان با مدرک دیپلم علوم انسانی به نظر می‌رسد بازنگری در آموزش مفاهیم پایه علوم از جمله ماهیت ذره‌ای ماده در دوره دبیرستان و دوره ابتدایی برای دانش‌آموزان بسیار ضروری است. همچنین پیشنهاد می‌شود در برنامه درسی دانشگاه پیش بینی‌هایی انجام شود تا دانشجومعلمان در حین تحصیل در دانشگاه فرهنگیان با مفاهیم پایه‌ای اصلی علوم آشنا شده و کج فهمی‌های احتمالی آنها شناسایی و برطرف شود. از آنجا که این دانشجویان به عنوان معلم علوم تجربی در مدارس ابتدایی مشغول به کار خواهند شد، در صورت عدم توجه به این پیشنهاد قطعا این کج فهمی‌ها به دانش‌آموزان منتقل خواهد شد.

منابع

سعادتی، م. (۱۳۹۴). پیشگیری از کج فهمی پیش از ابتلا. *رشد آموزش شیمی*، سال دوم، ۱۱۳، ۱۶-۲۰.

سعادتی، م. (۱۳۹۶). بررسی نظرات دانشجومعلمان درباره شناخت انواع ماده و حالت‌های فیزیکی آن و تشخیص کج فهمی‌های مرتبط با آن‌ها. *اولین همایش کشوری دانش موضوعی - تربیتی دانش آموز محتوا آموزش شیمی دانشگاه فرهنگیان*، اصفهان.

سعادتی، م. (۱۳۹۷). مطالعه و بررسی کج فهمی‌های دانشجومعلمان رشته آموزش شیمی درباره مفاهیم مرتبط با الکتروشیمی. *دهمین کنفرانس آموزش شیمی ایران*، تهران.

سعادتی، م. (۱۳۹۷). نقشه مفهومی ابزاری مناسب برای بررسی میزان درک دانشجومعلمان رشته آموزش ابتدایی از مفاهیم پایه علوم دوره ابتدایی. *همایش کشوری دانش موضوعی -تربیتی (دانش آموزش محتوا) آموزش علوم دوره ابتدایی دانشگاه فرهنگیان*، اردبیل.

سعادتی، م. (۲۰۱۸). مطالعه و بررسی میزان درک دانشجومعلمان رشته آموزش شیمی درباره مفاهیم مربوط به الکتروشیمی و مقایسه نتایج آن با دانش آموزان دوره متوسطه. *پویش در آموزش علوم پایه*، ۴(۱۰)، ۷۱-۸۵.

بدریان، ع. (۱۳۹۵). بررسی کج فهمی های دانشجومعلمان رشته علوم تجربی درباره ماهیت تبخیر، سرعت تبخیر سطحی و فشار بخار، *نوآوری های آموزشی*، سال پانزدهم، ۱۲۵-۱۴۶.

Antink-Meyer, A., & Meyer, D. Z. (2016). Science Teachers' Misconceptions in Science and Engineering Distinctions: Reflections on Modern Research Examples. *Journal of Science Teacher Education*, 27(6), 625-647.

Boz, Y. (2006). Turkish Pupils' Conceptions of the Particulate Nature of Matter. *Journal of Science Education and Technology*, 15(2), 203.

Boz, Y. (2011). Prospective Chemistry Teachers' Awareness of Students' Alternative Conceptions. *Journal of Turkish Science Education*, 8 (4), 29-42.

Burgoon, J. N., Heddle, M. L., & Duran, E. (2010). Re-Examining the Similarities Between Teacher and Student Conceptions About Physical Science. *Journal of Science Teacher Education*, 21(7), 859-872.

Ceken, R. (2014). Primary school teacher education students' misconception on waste. *International Journal of Academic Research,* 6, 19-23.

Çelikler, D., & Aksan, Z. (2014). Determination of Knowledge and Misconceptions of Pre-service Elementary Science Teachers about the Greenhouse Effect by Drawing. *Procedia - Social and Behavioral Sciences,* 136, 452-456.

Demirbaş, M., & Ertuğrul, N. (2014). A study on preschoolers' conceptual perceptions of states of matter: a case study of Turkish students. *South African Journal of Education,* 34, 1-13.

Erdal, T. (2011). Prospective primary school teachers' misconceptions about states of matter. *Educational Research and Reviews,* 6.

Gomez-Zwiep, S. (2008). Elementary Teachers' Understanding of Students' Science Misconceptions: Implications for Practice and Teacher Education. *Journal of Science Teacher Education,* 19(5), 437-454.

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

Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning,* 7(2), 75-83.

Kambouri-Danos, M. (2014). Teachers and children's misconceptions in science.

Kambouri, M. (2016). Investigating early years teachers' understanding and response to children's preconceptions. *European Early Childhood Education Research Journal,* 24(6), 907-927.

Özmen, H., & Osman, K. (2007). Determination of the Turkish primary students' views about the particulate nature of matter. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching.*

Sopandi, W., Latip, A., & Sujana, A. (2017). Prospective Primary School Teachers' Understanding on States of Matter and Their Changes. Journal of Physics: Conference Series, 812, 012075.

Taber, K. S., & Tan, K. C. D. (2011). The Insidious Nature of 'Hard-Core' Alternative Conceptions: Implications for the constructivist research programme of patterns in high school students' and pre-service teachers' thinking about ionisation energy. *International Journal of Science Education,* 33(2), 259-297.

Trend, R. D. (2001). Deep time framework: A preliminary study of U.K. primary teachers' conceptions of geological time and perceptions of geoscience. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 191-221.

Tsai, C.-C. (1999). Overcoming Junior High School Students' Misconceptions about Microscopic Views of Phase Change: A Study of an Analogy Activity. *Journal of Science Education and Technology*, 8(1), 83-91.

Research Article

Research in Chemistry Education, Vol 1, No 3, 97-129

Research in Chemistry Education

http://chemedu.cfu.ac.ir

Prospective Primary Education Teachers' Misconceptions about Properties of Constituent Particles in Different States of Matter

Masoud Saadati [1*]

[1] *Department of Science, Farhangian University, Tabriz, Iran*

Abstract

Since many basic concepts of science are taught for the first time in the elementary school, elementary teachers have an important role in students' understanding. One of the reasons for the students' misunderstandings is the existence of similar misunderstandings in elementary teachers, so identifying and correcting the misconceptions of the future elementary teachers is essential. The purpose of this research is to study the understanding of prospective primary school teachers about the differences in properties of constituent particles of substance in three states. The statistical population of this study is the student teachers of Allameh Amini campus in Tabriz in 1397 and the sample was 105 boys. A questionnaire containing 6 multiple choice questions was used for data collection. The validity of the questionnaire was confirmed by two lecturers of science and the test was held in normal class conditions. Student responses were collected and analyzed statistically and descriptively to evaluate their understanding and elicit their misconceptions. According to the results obtained, many student teachers have misconceptions about the differences between the properties of the constituent particles in different physical states. This problem is especially acute for college student teachers with a diploma in humanities.

Keywords: Prospective teacher, Misconception, Primary school's education, Particle nature of matter, States of matter

[*]Corresponding Author: (m.saadati@cfu.ac.ir)