

Investigating and Discovering the Mental Models of Secondary Students Regarding the Concept of Volume

Rasoul Tazesh^{1*}, Mansor Vesali², Haniyeh Zinvand Fard³

1. M.Sc. in Physics Education, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran
2. Assistant Professor, Department of Physics, Faculty of Basic Sciences, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran
3. M.Sc. in Educational Technology, Islamic Azad University, Electronics Branch, Tehran, Iran

(Received: July 25, 2020; Accepted: November 8, 2020)

Abstract

Some teachers specifically conceive and use the concept of volume, but students attribute their specific meanings to the concept of volume depending on their personal experience and the nature of the activity they are doing. This study aimed to identify students' mental models regarding the concept of volume. In this study, a researcher-made questionnaire was used so that 57 high school students from seventh, eighth and ninth grades (23 person seventh, 12 person eighth, 22 person ninth) in the 98-99 academic year participated in this study, of which 25 students were purposefully selected for the interview. By interviewing and reviewing the answers of students it was determined that the students' mental models regarding the concept of volume can be classified into six categories. In the first group, the volume is related to the weight of the object, and in the second group, the volume was considered as the capacity of the object (empty space inside the object), and in the third group, the volume was thought to be the fullness of the object. In the fourth category, volume was defined as the space occupied by the object, and in the fifth category, volume was considered dependent on geometric properties (length, width, height and size), and in the sixth category, volume was dependent on other factors (in Closure of the object. Air flow in the object. The amount of substance added to the object. Having four corners in the object. Having atoms.

Keywords: Mental models, Teaching, Volume.

* Corresponding Author, Email: ratazesh@gmail.com

بررسی و کشف مدل‌های ذهنی دانش آموزان متوسطه اول در خصوص مفهوم حجم

رسول تازش^{۱*}، منصور وصالی^۲، هانیه زینوند فرد^۳

۱. کارشناسی ارشد آموزش فیزیک، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران.
۲. استادیار، گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران.
۳. کارشناسی ارشد نکتولوژی آموزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد الکترونیک، تهران، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۰۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۱۸)

چکیده

برخی معلمان مفهوم حجم را به طور خاص تصور کرده و از آن استفاده می‌کنند ولی دانش آموزان بسته به تجربه شخصی و ماهیت فعلیتی که انجام می‌دهند، معانی خاص خود را به مفهوم حجم نسبت می‌دهند. این پژوهش به صورت پدیدارشناسی و با هدف شناسایی مدل‌های ذهنی دانش آموزان در خصوص مفهوم حجم انجام شده است. در این پژوهش ۵۷ دانش آموز از پایه‌های هفتم، هشتم و نهم (۲۳ نفر هفتم، ۱۲ نفر هشتم، ۲۲ نفر نهم) سال تحصیلی ۹۹-۹۸ شرکت کرده‌اند که از این میان ۲۵ دانش آموز برای مصاحبه به صورت هدفمند انتخاب شدند. در این پژوهش علاوه بر مصاحبه نیمه ساخت یافته، از پرسشنامه محقق ساخته نیز استفاده شده است. با مصاحبه و بررسی پاسخ‌های دانش آموزان به سؤالات پرسشنامه مشخص شد مدل‌های ذهنی دانش آموزان در خصوص مفهوم حجم را می‌توان در شش دسته طبقه‌بندی کرد. در دسته اول حجم جسم را همان وزن جسم تصور می‌کردند و در دسته دوم حجم به عنوان ظرفیت جسم (فضای خالی درون جسم) در نظر گرفته می‌شد. دسته سوم حجم را پر بودن (به طور کامل) جسم تصور می‌کردند و دسته چهارم حجم را فضای اشغال شده توسط جسم تعریف می‌کردند. دسته پنجم حجم را وابسته به خصوصیات هندسی (طول، عرض، ارتفاع و اندازه) در نظر می‌گرفتند و دسته ششم حجم را وابسته به عوامل دیگری (در بسته بودن جسم، جریان هوا در جسم، مقدار ماده اضافه شده در جسم، دارا بودن چهار گوشه در جسم، دارا بودن اتم) تعریف می‌کردند.

واژگان کلیدی: تدریس، حجم، مدل‌های ذهنی.

مقدمه

انسان به دلیل ذات جست‌وجوگر و پرسشگر خود به دنبال تبیین رویدادهای مختلف است. او زمانی ستارگان را ارابه‌های آتشین خدایان دانسته، زمین را بر شاخ گاو و گاو را بر پشت ماهی تصور کرده است. زمانی معتقد بوده که مکان طبیعی سنگ، در مرکز عالم و مکان طبیعی آتش، در آسمان است؛ بنابراین سنگ سقوط می‌کند و آتش بالا می‌رود. اگرچه امروزه این تفکرات، نابخردانه هستند، ولی واقعیت این است که وجود داشته و امروز هم به‌نوبه خود ذهن دانش‌آموزان پر از گزاره‌های غیرمنطقی است (جی و جی^۱، ۱۹۷۲).

باور رایج این است که مفاهیم بنیادی در فیزیک به‌خوبی درک و تعریف شده‌اند. کتاب‌های درسی نیز به ارائه تعریف مفاهیم مختلف می‌پردازند و معمولاً معلمان نیز بدون هیچ‌گونه نگرانی درباره پیچیدگی‌های خاص تعریف‌ها، آن‌ها را به دانش‌آموزان انتقال می‌دهند. یکی از این مفاهیم که هنوز هم در معرض تعبیرهای نادرست است، مفهوم حجم است.

شناخت دانش‌آموزان و آگاهی از فرایند تدریس، نخستین نیازی است که هر معلم کارآمد باید احساس کند. معلم باید قادر باشد با شناخت شاگردانش محتوای آموزشی را تا حد امکان بر اساس توانایی‌ها و اطلاعات ابتدایی آن‌ها انتخاب کند. برای شناخت دانش‌آموزان نیاز است تا مدل‌های ذهنی آن‌ها را شناخته شود و در فرایند تدریس نیز از این مدل‌ها استفاده شود.

مدل‌های ذهنی ویژگی‌های اصلی و عمیق افراد هستند که با فهم آنان از دنیا و نحوه عمل‌شان در مقابل آن اثر می‌گذارند. بسیاری از مواقع افراد نسبت به مدل‌های ذهنی خود و اثری که آن‌ها بر عملکردشان می‌گذارند، آگاهی کامل ندارند (میلر، اسکات درایور و لیچ^۲، ۱۹۹۶). به همین دلیل یافتن مدل ذهنی دانش‌آموزان صرفاً با پرسش کلاسی یا سنجش آغازین توسط معلم امکان‌پذیر نیست؛ بلکه نیاز به فرایند زمان‌بری برای کشف مدل ذهنی هر یک از دانش‌آموزان دارد که در روند برنامه آموزشی قابل اجرا نیست. زیرا برای دانش‌آموزان باید مسائلی طرح شود که با آن درگیر شده و راه‌حل‌های آن‌ها به چالش کشیده شوند و سپس این راه‌حل‌ها باید آزمایش شوند. دانش‌آموزان باید

1. Gee & Gee

2. Millar, Scott Driver & Leach

به‌طور خلاقانه درباره نحوه پاسخ به مسائل خود آزادی داشته باشند. آزمایش‌ها نباید به‌سادگی نشان داده شوند و نباید به آن‌ها دستور کار مشخصی داده شود (سیدی، ۱۳۹۷).

از دیدگاه جانسون اینکه چه فرایندهایی یک سازه مدل‌های ذهنی را می‌کند، مورد توجه نیست. بلکه موضوع حائز اهمیت این است که با استفاده از مدل‌های ذهنی، چگونه افراد دست به توضیح‌دادن و پیش‌بینی می‌زنند (رایدر و جی لیچ، ۱۹۹۹). دلیل فقدان بررسی فرایندهایی که منجر به ساخت مدل‌های ذهنی افراد می‌شود، نه بی‌اهمیت بودن آن‌ها بلکه گسترده بودن بیش از اندازه عوامل تأثیرگذار بر آن است.

پیتر سنگه در تعریف مدل‌های ذهنی می‌نویسد «انگاشته‌ای بسیار عمیق و یا حتی تصاویر و اشکالی هستند که بر فهم ما از دنیا و نحوه عمل ما در مقابل آن اثر می‌گذارد. مدل‌های ذهنی به‌عنوان منشأ تفکر می‌توانند مشکل‌زا باشند.» در مطالعه مدل‌های ذهنی به‌جای رفتار «نحوه فکر کردن» را بررسی می‌کنیم (سیدی، ۱۳۹۷).

مدل‌های ذهنی به‌عنوان منشأ تفکر می‌توانند مشکل‌زا باشند. دانش‌آموزان حاضر در کلاس با مجموعه‌ای از پیش‌داوری‌ها و تجارب و ایده‌ها و مدل‌های ذهنی خاص خود پا به کلاس می‌گذارند، این مسئولیت سنگین یک معلم است بکوشد تا بدمفهومش‌ها را کشف کرده و بتواند به این طرح‌واره‌های ذهنی غلط غلبه کند.

در سال‌های اخیر روان‌شناسان آموزشی و محققان آموزش علوم شروع به استفاده از مدل‌های ذهنی در آموزش و پرورش و موضوع یادگیری از طریق ساخت‌وساز مدل‌های ذهنی کرده‌اند (رایدر و جی لیچ، ۱۹۹۹). بنابراین، به‌منظور ایجاد یادگیری معنادار، شناسایی بدمفهومش‌ها و مدل‌های ذهنی دانش‌آموزان ضرورت دارد. شناسایی مدل‌های ذهنی به برنامه‌ریزان درسی در تولید محتوای آموزشی و به معلمان در تحقق تدریس اثربخش کمک خواهد کرد.

نگارنده در تدریس فیزیک در پایه‌های دهم ریاضی و تجربی، مشکلات زیادی در زمینه مفهوم حجم مشاهده کرد؛ علی‌الخصوص در مبحث چگالی، فشار و ترمودینامیک این مشکلات بیشتر

می‌شد به طوری که مشکل اصلی اکثر دانش‌آموزان این بود که به درک درستی از مفهوم حجم دست نیافته بودند و هدف اصلی آن‌ها رسیدن به جواب و استفاده از فرمول بود؛ به گونه‌ای که بارها سؤال می‌پرسیدند که حجم چیه؟ حجم و مساحت چه فرقی می‌کنند؟ چه فرقی بین cm^3 و cm^2 وجود داره؟ تفاوت مستطیل و مکعب چیه؟ تفاوت کره و دایره چیه؟ و غیره. هنگامی که در درس فیزیک سؤالات مفهومی در خصوص به دست آوردن حجم به دانش‌آموزان داده می‌شد، آن‌ها سعی داشتند فقط با استفاده از فرمول به جواب دست یابند و به خود مفهوم هیچ توجهی نمی‌کردند. با وجود این مشکلات در هر دو کلاس و در چند سال متمادی، نگارنده به دنبال پاسخ به این سؤال بود که چرا دانش‌آموزان در درک مفهومی به این سادگی مشکل دارند. از این رو، نگارنده به انجام پژوهش در این حوزه مصمم شد و در صدد پاسخ به این سؤال بود که: دانش‌آموزان در مورد مفهوم حجم چگونه فکر می‌کنند؟

بر این اساس و با توجه به اینکه پژوهش مشابهی در این زمینه در ایران انجام نشده است، محقق بر آن شد تا با انجام یک تحقیق کیفی در صدد پیدا کردن راهی برای کشف مدل‌های ذهنی دانش‌آموزان متوسطه اول در زمینه مفهوم حجم باشد.

در دهه‌های اخیر، تعداد پژوهش در حوزه آموزش فیزیک رشد شایان توجهی داشته است. این پژوهش‌ها باهدف بررسی چگونگی یادگیری فیزیک توسط دانش‌آموزان و دانشجویان و همچنین شناسایی مشکلات آن‌ها در یادگیری و ارائه راه‌حل انجام شده است. با اینکه در حوزه آموزش فیزیک پژوهش‌های متعددی انجام شده است، اما درباره درک دانش‌آموزان، دانشجویان و معلمان از مفهوم حجم پژوهش‌های اندکی در جهان انجام شده است. در ایران نیز هیچ پژوهشی درباره شناسایی مدل‌های ذهنی دانش‌آموزان در زمینه مفهوم حجم یا کشف بدمفهومش‌های دانش‌آموزان در زمینه این مفهوم وجود ندارد؛ ولی در عرصه بین‌المللی تحقیقاتی انجام شده است که در ادامه به آن اشاره می‌شود.

در مقاله‌ای با عنوان «رویکردهای کودکان به مفهوم حجم» تلاش شده تا برداشت‌های کودکان در خصوص حجم را بر اساس پاسخ‌های کلامی و کتبی آن‌ها به سؤالات بررسی شود. سی‌وهشت کودک به شش پرسش کتبی پاسخ دادند. در این تحقیق هر سؤال به صورت جداگانه تحلیل شد و در نهایت پاسخ‌گویی دانش‌آموزان به مفهوم حجم در پنج دسته طبقه‌بندی شد. در دسته اول بیشتر

کودکان مفهوم حجم را به عنوان فضای اشغال شده تعریف می کردند و در دسته دوم دانش آموزان مفهوم حجم را به عنوان «ظرفیت» در نظر می گرفتند و در دسته سوم دانش آموزان معتقد بودند که مفهوم حجم با ماده سازنده شیء مرتبط است. دسته چهارم نیز کودکانی را تشکیل می دهد که حجم را مربوط به مفهوم وزن می دانستند و دسته پنجم حجم را به عوامل نامربوط وصل می کردند برای مثال، آب، سیستم آب شیشه ای و ... (وایلی، استوارت و هوسن^۱، ۱۹۹۶).

انوچز و گابل^۲ (۱۹۸۴) در مقاله ای به این نتیجه رسیدند که اگرچه دانشجو معلمان آموزش ابتدایی از لحاظ آماری درک بهتری از مفهوم حجم نسبت به سطح دارند، اما آن ها واقعاً هیچ یک از این مفاهیم را به خوبی درک نمی کنند. در این تحقیق برای یک جسم جامد مستطیلی فقط ۷۷ درصد دانشجوها مطمئن بودند که می توان با ضرب طول، عرض و ارتفاع حجم را به دست آورد. و تنها ۴۴ درصد مطمئن بودند که حجم مکعب مستطیل برابر با مساحت ضربدر ارتفاع است. مشکل اساسی که دانشجوها در تعیین حجم و مساحت داشتند این بود که به فرمول ها برای حل مسائل مربوط به حجم و مساحت تکیه می کنند نه بر خود مفهوم حجم و سطح. اگر از معلمان ابتدایی انتظار می رود که این مفاهیم را در مدارس تدریس کنند؛ بنابراین، قدم اول این است که معلم خود مفهوم را درک کند و اگر این کار را نکند، مفهوم حجم فقط به عنوان یک فرمول برای به خاطر سپردن و حل کردن مسائل آموزش داده می شود و خود مفهوم فراموش می شود (انوچز و گابل، ۱۹۸۴).

انوچز و گابل (۱۹۸۷) در مقاله دیگری بیان کردند دانش آموزان تصور می کنند که حل مسائل مفهوم حجم دشوار است. از دلایل این مشکل ممکن است نظمی باشد که ابتدا مفهوم برای دانش آموز ارائه می شود. در این تحقیق به دانش آموزان در چهار دسته مفهوم حجم آموزش داده شد. در دسته اول ترتیب آموزش ابتدا طول و سپس، مساحت و در نهایت، مفهوم حجم آموزش داده می شود و تعداد دانش آموزان شرکت کننده در این آموزش ۳۰ نفر است. در دسته دوم ابتدا آموزش طول و سپس، مفهوم حجم و در نهایت، مساحت است و تعداد دانش آموزان شرکت کننده در این آموزش ۲۵ نفر است. در دسته سوم ترتیب آموزش ابتدا مفهوم حجم و سپس مساحت و در آخر طول است

1. Wiley, Stewart & Hewson
2. Enochs & Gabel

و تعداد دانش‌آموزان شرکت‌کننده در این آموزش نیز ۳۸ نفر است. در دسته چهارم توالی آموزش ابتدا مساحت و سپس، مفهوم حجم و در نهایت، طول است و تعداد دانش‌آموزان شرکت‌کننده در این آموزش ۳۷ نفر است. عملکرد دانشجو‌هایی که دارای تجسم فضایی پایین دارند ترتیب آموزش مفهوم حجم و سپس مساحت و در انتها طول برایشان مناسب‌تر است و نمره آنان در امتحان حجم بالاتر بود. آن دسته از دانشجو‌یانی که تجسم فضایی بالایی دارند ترتیب توالی آموزش طول، مساحت و مفهوم حجم برایشان مناسب است و در باقی موارد ترتیب آموزش تأثیر معناداری در نحوه عملکرد دانشجو‌یان در آزمون حجم ندارد (گابل و انوجز، ۱۹۸۷).

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نظر روش کیفی است که با استراتژی پدیدارشناسی انجام گرفته است. پدیدار شناختی صورتی از پژوهش کیفی است که بر محتوای تجربه آدمی متمرکز است و بیشتر جنبه تفسیری دارد. این پژوهش در بنیادی‌ترین شکل خود، ادراک انسانی افراد و نتایج توصیفی این ادراکات را تا آنجا که مستقیماً به ادراکات دیگر افراد مربوط می‌شود، مورد بررسی قرار می‌دهد (محمدپور، ۱۳۸۹). نگارنده روش تحقیق کیفی پدیدارشناسی را برای این پژوهش برگزید زیرا برای دستیابی به مدل‌های ذهنی دانش‌آموزان باید نگارنده ذات و جوهر تجارب دانش‌آموزان درباره مفهوم حجم را درک کند.

جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه دانش‌آموزان پسر دوره متوسطه اول منطقه سنگر استان گیلان در سال تحصیلی ۹۹-۹۸ می‌باشند.

در پژوهش‌های پدیدارشناختی معمولاً از نمونه‌گیری مبتنی بر هدف استفاده می‌شود؛ یعنی افراد بر اساس دانش و اطلاعات خاصی که در مورد یک پدیده دارند و با هدف درمیان‌گذاشتن این اطلاعات انتخاب می‌شوند.

نمونه‌گیری هدفمند نیز به سه دسته نمونه‌گیری برای دستیابی به نمایایی و تطبیق‌پذیری، نمونه‌گیری موارد خاص یا بی‌مانند و نمونه‌گیری متوالی تقسیم‌بندی می‌شوند. در این پژوهش نگارنده از نمونه‌گیری هدفمند برای دستیابی به نمایایی و تطبیق‌پذیری، استفاده کرده است.

۲۳ نفر از پایه هفتم، ۱۲ نفر از دانش آموز کلاس پایه هشتم و ۲۲ دانش آموز کلاس پایه نهم مدرسه امام موسی صدر منطقه سنگر، به عنوان نمونه مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین، از بین ۵۷ دانش آموز، ۲۵ نفر در مصاحبه شرکت کردند.

در این پژوهش علاوه بر مصاحبه‌های نیمه‌ساخت یافته، از پرسشنامه محقق ساخته نیز استفاده شده است. نگارنده در کنار مصاحبه و پرسشنامه، از مستندات و یادداشت‌های مشارکت کنندگان نیز در طول پروژه برای جمع آوری اطلاعات بهره گرفته است. استفاده از چند روش جمع آوری داده‌ها باعث می‌شود تا حصول نتایج پژوهش کیفی قابل دفاع تر باشد.

محقق زمان زیادی را برای پیدا کردن پرسشنامه استاندارد صرف کرد. در مقاله‌های داخلی هیچ نمونه‌ای پیدا نشد، در نتیجه، محقق به مقالات خارجی روی آورد. در مقاله‌ای با عنوان «رویکردهای کودکان به مفهوم حجم» سؤالات استاندارد در زمینه مفهوم حجم یافت شد؛ ولی این سؤالات برای دانش آموزان ایران مناسب نبود. بنابراین، نگارنده تصمیم گرفت تا با همکاری خبرگان سؤالات استاندارد برای بررسی تفکر دانش آموزان در خصوص مفهوم حجم طراحی کند. ابتدا پرسشنامه اولیه در دبیرستان پسرانه باقرالعلوم سنگر به صورت آزمایشی بر روی دانش آموزان کلاس‌های دهم و یازدهم اجرا شد تا نواقص احتمالی آن رفع شود. در نهایت، پس از دو بار تغییر در سؤالات، پرسشنامه‌ای با پنج سؤال برای این پژوهش استفاده شد. لازم به یادآوری است که در تحقیق کیفی پدیدار شناسی هیچ گونه اندازه گیری آماری برای ارزیابی روایی یک آزمون وجود ندارد. همان طور که گفته شد، روایی پرسشنامه به وسیله نظرات کارشناسی خبرگان مورد تأیید قرار گرفت.

در پژوهش کیفی، پژوهشگر خود ابزار اصلی پژوهش است و بنابراین پژوهش کیفی هرگز نمی‌تواند عیناً تکرار شود و همان نتیجه به دست آید. اگرچه مطالعه شما می‌تواند به وسیله دیگر پژوهشگران تکرار شود، اما تجدید و تکرار دقیق آن به علت یکتایی و چارچوب زمانی تقریباً ناممکن بوده و بسیار بعید به نظر می‌رسد که همان نتایج اولیه به دست آید، حتی اگر در شرایط مشابه اجرا شود. با وجود این، برای آنکه پژوهش تکرار پذیر باشد، می‌توان روش‌های کیفی استاندارد و فرایند مستندسازی را به کار برد (بصیری کجانی، ۱۳۹۴).

با توجه به آنچه گفته شد، محقق سعی کرده است تا اقدامات ذیل را برای بررسی و اعتبارسنجی ابزار پژوهش انجام دهد:

۱. مستندسازی فرایند تحقیق با استفاده از ضبط مصاحبه‌ها و مکالمات در کلاس، بهره‌گیری از یادداشت‌های شاگردان و نیز یادداشت‌های محقق در تمام مراحل پژوهش.
۲. استفاده از نظرات و توصیه‌های استادان برای بازرسی و تصمیم‌گیری‌های کلی در مراحل مختلف تحقیق.
۳. مشورت با دبیران علوم و فیزیک مطلع از روند تحقیق حاضر، برای اتخاذ تصمیمات مناسب در حین اجرای جزئیات پژوهش.

این کار پژوهشی در پاییز ۹۷ با جمع‌آوری مقالات در زمینه مفهوم حجم آغاز گردید و در زمستان سال ۹۷ با اجرای پرسشنامه محقق‌ساخته و بررسی فعالیت آزمایشگاهی دانش‌آموزان ادامه یافت. در بهار سال ۹۸ جلسات مصاحبه به صورت آزمایشی در دبیرستانی در شهر سنگر برگزار شد. پس از بررسی نتایج و اعمال تغییرات لازم روی سؤالات مصاحبه و نحوه اجرا در پاییز سال ۹۸ روی نمونه‌های اصلی تحقیق اجرا شد.

تحلیل پدیدارشناختی از دشوارترین شیوه‌های تحقیق یا تحلیل داده است، زیرا بعد فلسفی آن بسیار وسیع‌تر و سنگین‌تر از بعد عملی آن است. هدف تحلیل پدیدارشناختی، درک و استخراج معنای ذاتی موجود در پدیدار یا ذات پدیده مورد مطالعه است. این فلسفه یا روش در واکنش به رویکرد عین‌گرایی اثبات‌گرایی پدید آمد که با منطق قیاسی - فرضیه‌ای سعی داشت تا واقعیت‌های اجتماعی را از عینک یا عینک‌های نظری از پیش تعیین شده مشاهده کند. از این رو، پدیدارشناسی در صدد است تا پدیده‌ها را با اتکا به مشخصه‌ها و ویژگی‌های (ذاتها / جوهره‌ها) خودشان توضیح دهد.

یکی از دشواری‌های این تحلیل آن است که انسان هرگز نمی‌تواند خود را از پوست و فکر خود خارج کرده و به عنوان انسان هیچ نظر یا برداشتی از واقعیت مورد بررسی نداشته باشد. به عبارت دیگر، انسان نمی‌تواند هستی خود را انکار کند و با این حال به شناخت هستی‌های دیگر نایل آید. از این رو، شاید دستیابی به حقیقت ناب، آن طور که مد نظر هوسرل بود، هرگز میسر نباشد. با این

وجود، پدیدارشناسی می‌تواند محقق را ترغیب کند که تا حد ممکن به ذات و جوهره موضوع مطالعه نزدیک شده و از جهت گیری قیاسی - فرضیه ای اثباتی اجتناب کند.

دکتر محمد پور در کتاب ضد روش خود مراحل و طراحی انجام روش تحلیل پدیدارشناسانه را چنین بر می‌شمارند؛

۱. ابتدا محقق با توصیفی کامل از تجربه خودش در مورد پدیده مورد مطالعه آغاز به تحلیل می‌کند.

۲. محقق عباراتی (در مصاحبه‌ها) را در مورد اینکه افراد چگونه آن موضوع را تجربه می‌کنند، پیدا می‌کند. وی این عبارات مهم را فهرست کرده (فرایند افقی سازی عبارات) و سپس هر یک را با ارزش یکسان مدنظر قرار می‌دهد. وی تلاش می‌کند گزاره‌های تکراری و نامتداخل را فهرست کند.

۳. این عبارات سپس توسط محقق در قالب «واحد‌های معنایی» گروه‌بندی می‌شوند. وی واحد‌های مذکور را فهرست کرده و توصیفی از «بافت‌های متنی تجربه» را به نگارش درمی‌آورد.

۴. در این مرحله، محقق توصیف خود را بیان کرده و از تنوع تخیلی و توصیف ساختاری استفاده می‌کند، یعنی جست‌وجوی همه معانی ممکن. محقق با اتخاذ رویکردی واگرا، قالب‌های مرجح پدیده را تغییر داده و توصیفی از چگونگی پدیده تجربه شده می‌کند.

۵. محقق یک توصیف کلی از معانی و ماهیت پدیده تجربه‌شده به دست می‌دهد.

۶. این فرایند ابتدا برای گزارش تجربه محقق دنبال می‌شود؛ سپس برای هر یک مشارکت‌کنندگان اجرا می‌شود. در نهایت، یک توصیف «تصنیفی و ترکیبی» از همه توصیف‌های جداگانه به نگارش در می‌آید (محمدپور، ۱۳۹۷).

داده‌های این تحقیق (مشاهده مستقیم، مصاحبه‌های هدفمند و پرسشنامه) برای توصیف کلی تجربه دانش‌آموزان در زمینه مفهوم حجم، ابتدا عبارت‌های مهم دسته‌بندی و توسط نرم‌افزار maxqda10 کد بندی شده، سپس نگارنده توصیفی از چگونگی پدیده تجربه‌شده بیان می‌کند. در این

پژوهش هر سؤال پرسشنامه بر اساس مصاحبه و یادداشت‌های دانش‌آموزان کدبندی شده و به صورت مجزا تحلیل شده است تا فضای ذهنی دانش‌آموزان در خصوص مفهوم حجم روشن شود. در تحلیل هر سؤال نمونه‌هایی از پاسخ دانش‌آموزان که از روی فایل‌های صوتیشان بازنویسی شده است، به صورت عامیانه آورده شده تا به بیان دانش‌آموز نزدیک‌تر باشد.

یافته‌های پژوهش

پرسشنامه محقق‌ساخته استفاده شده در این پژوهش، شامل ۵ سؤال است که به صورت مقایسه دو شکل مطرح شده است. سؤال‌های اول و دوم پرسشنامه برای پایه‌های هفتم و هشتم به صورت تشریحی طرح شد؛ ولی برای پایه نهم سؤال اول به صورت تشریحی اما سؤال دوم به صورت چهارگزینه‌ای مطرح شد. سؤال‌های سوم، چهارم و پنجم برای هر سه پایه به صورت چهارگزینه‌ای طرح شده است. سؤالات پرسشنامه شامل دو بخش است، بخش اول انتخاب یک گزینه از چهار گزینه و بخش دوم بیان توضیح گزینه انتخابی است.

سؤال اول: به نظر شما حجم چیست؟ (به عبارت دیگر، درباره مفهوم حجم چه فکر می‌کنید؟) در پایه هفتم از بین ۲۳ دانش‌آموز، ۱۷ نفر به سؤال پاسخ داده و ۶ نفر سؤال را بی‌پاسخ رها کردند.

در پایه هشتم از بین ۱۴ دانش‌آموز، ۱۱ نفر به سؤال پاسخ داده و ۳ نفر سؤال را بی‌پاسخ رها کردند.

در پایه نهم از بین ۲۱ دانش‌آموز، ۱۵ نفر به سؤال پاسخ داده و ۶ نفر سؤال را بی‌پاسخ رها کردند. طبقه‌بندی پاسخ‌های دانش‌آموزان پایه هفتم به سؤال اول در جدول ۱ و پایه هشتم در جدول ۲ و پایه نهم در جدول ۳ بیان شده است.

جدول ۱. طبقه‌بندی پاسخ‌های دانش‌آموزان پایه هفتم درباره سؤال اول پرسشنامه

نظرات دانش‌آموزان	
حجم، اندازه هر چیز است.	حجم به چیزی می‌گویند که وزن زیادی دارد و بزرگ است و جاهای زیادی را می‌گیرد.
حجم، فضای داخلی جسم است.	حجم مقدار فضایی درجایی مانند لیوان خالی گویند. لیوان خالی حجم زیادی دارد اما لیوان پر حجم ندارد.
	حجم به چیزی گفته می‌شود که در آن چیزی جا می‌گیرد.
	حجم به مقدار فضایی که در آن اشغال می‌کند؛ گویند.
	به فضای داخل یک ظرف حجم می‌گویند؛ مانند لیوان که در داخل آن یک حجم وجود دارد.
حجم، چیزی است که وزن داشته باشد.	هر چیزی که وزن سنگینی و سبکی دارد حجم گویند.
	حجم چیزی است که خیلی سنگین است.
	حجم به چیزی می‌گویند که وزن زیادی دارد و بزرگ است و جاهای زیادی را می‌گیرد.
	حجم چیز است که در همه چیز گوناگون است یکی بیشتر و دیگری کمتر.
ماده تشکیل‌دهنده جسم حجم است.	هر چیزی در دنیا حجم دارد؛ مانند لیوان، سنگ، ماشین
	به مقدار ماده تشکیل‌دهنده هر چیزی گویند.
مقدار ماده وارد شده در جسم حجم است.	به مقدار جسمی که به جسم دیگر وارد می‌شود و حجم آن را بالا می‌برد حجم گویند.
	حجم چیزی است که وقتی به آن نیرو وارد می‌شود، حرکت می‌کند.
سایر پاسخ‌ها	حجم به یک وسیله مانند کمد گویند.

جدول ۲. طبقه‌بندی پاسخ‌های دانش‌آموزان پایه هشتم درباره سؤال اول پرسشنامه

نظرات دانش‌آموزان	
حجم یک فضای کوچک یا بزرگی یک فضای توخالی که می‌شود با هر چیزی پر کرد، مانند لیوان که در آن آب می‌ریزیم و مانند بطری که داخلش حجمی وجود دارد که مثلاً داخلش با نوشابه پر می‌شود.	حجم فضای داخلی جسم است.
به مقدار فضای خالی در یک جسم حجم می‌گویند؛ مانند ساختمان‌ها مکعب‌های برق	
حجم به چیزی گفته می‌شود داخلش بزرگ و خالی باشد.	

نظرات دانش‌آموزان	
حجم مقدار فضای خالی است؛ مثل کیف. در کیف مقداری فضای خالی است به این حجم گویند.	حجم مقدار فضای خالی جسم است.
به مقدار فضای خالی در یک جسم حجم می‌گویند؛ مانند ساختمان‌ها، مکعب‌های برق	
حجم مقدار فضایی است که یک چیز را اشغال می‌کند؛ مثل دستمال کاغذی که درون آن از دستمال پر شده و حجم آن را پر می‌کند. مثل کیف که با کتاب‌ها حجم آن کم می‌شود.	
فضای خالی یک مکان را گویند؛ مثل اتاق، پارچ آب، خانه‌ای که ما در آن زندگی می‌کنیم.	
به نظر من به مقدار فضای خالی هر شکل حجم گویند؛ مثل کارتن‌های کاغذ.	
معنی چیزهایی که سنگین‌ترند.	حجم هر چیزی است که وزن داشته باشد.
حجم چیزی که برای سنگینی چیزی است.	
به نظر من حجم یعنی که جا می‌گیرد؛ مانند آب در لیوان.	حجم چیزی است که جا می‌گیرد.

جدول ۳. طبقه‌بندی پاسخ‌های دانش‌آموزان پایه نهم در زمینه سؤال اول

نظرات دانش‌آموزان	
به اندازه یک جسم حجم گویند، هر چیزی که ارتفاع داشته باشد، حجم دارد. چیزهای بزرگ حجم دارند، چیزهای کوچک به نظر من حجم ندارند؛ مثلاً اتاق حجم دارد ولی مداد حجم ندارد.	اندازه هر چیز حجم آن جسم است.
حجم به فضایی می‌گن که یک جسم اشغال می‌کند و برای به دست آوردن حجمش طول و عرض و ارتفاع را در هم ضرب می‌کنیم؛ به عبارت دیگر چیزی حجم دارد که طول و عرض و ارتفاع داشته باشد.	جسمی حجم دارد که طول و عرض و ارتفاع داشته باشد.
جعبه نوشابه، نوشابه خالی، چه پر که به دونه چه صد تا، همش حجم دارد یا مثلاً همه قسمت‌های اتاق.	حجم فضای اشغال شده است.
هر چیزی که توش هست فرقی نمی‌کنه ریز باشه یا درشت، حجم دارد.	حجم هر چیزی است که وزن داشته باشد.
هر چیزی که سنگین باشه حجم دارد، همه چیز حجم دارد.	هر چیز تو پر حجم دارد.
چیزی که تو ذهن میاد شکل توپر جسم، تو خالی تو ذهن نمیاد؛ مثل مکعب، مستطیل.	هر چیز تو پر حجم دارد.

سؤال دوم: دو لیوان مانند شکل مقابل در اختیار داریم، یکی از آن‌ها پر است. در این تصویر چه چیزی را به عنوان حجم تصور می‌کنید آن را بنویسید؟



این سؤال با هدف بررسی تصورات دانش‌آموزان از مفهوم حجم و تأثیر این لیوان‌ها (توسط شکل خاص شیشه با پایه و وجود آب) در تصورشان در خصوص مفهوم حجم انجام شده است. در این سؤال، حجم لیوان همان حجم اشغال‌شده توسط شیشه است و با مفهوم گنجایش لیوان متفاوت است.

در این سؤال و در پایه هفتم از بین ۲۳ دانش‌آموز، ۲۲ نفر به سؤال پاسخ داده و ۱ نفر سؤال را بی‌پاسخ رها کرد.

در این سؤال تصور دانش‌آموزان در خصوص حجم به ۶ دسته تقسیم می‌شود.

۱. آب باعث حجم شده است.
۲. لیوان توخالی حجم دارد.
۳. لیوان پر حجم دارد.
۴. سنگین بودن لیوان باعث حجم شده است.
۵. درون لیوان حجم است.
۶. هر دو حجم دارند ولی لیوان پر حجم بیشتری دارد.

با مصاحبه با دانش‌آموزان مشخص شد علت بیان اینکه «آب باعث حجم شده است»، این است که دانش‌آموزان تصور می‌کنند خود لیوان به دلیل نازک بودن و شکل خاص حجم ندارد و چیزی که در لیوان ریخته شده، حجم است و در اینجا چون آب در لیوان ریخته شده بنابراین، فقط آب حجم دارد.

در طی مصاحبه با دانش‌آموزان مشخص شد علت بیان اینکه «لیوان توخالی حجم دارد»، این است که وقتی لیوان پر می‌شود، حجمش از بین می‌رود در حالی که لیوان خالی این گونه نیست. با مصاحبه با دانش‌آموزان مشخص شد علت بیان اینکه «لیوان پر حجم دارد»، این است که هر چیز توپر یا پر حجم دارد و جسم‌های توخالی حجم ندارند؛ چون از چیزی پر نشده‌اند.

با مصاحبه با دانش‌آموزان مشخص شد علت بیان «سنگین بودن لیوان باعث حجم شده است»، این است که دانش‌آموزان تصور می‌کنند هر چیزی که سنگین است، حجم دارد و چیزهای سبک حجم ندارند. آن‌ها لیوان پر را به دلیل سنگین بودن دارای حجم می‌دانند و لیوان سبک را بدون حجم در نظر می‌گیرند.

با مصاحبه با دانش‌آموزان مشخص شد علت بیان «درون لیوان حجم است»، این است که فضای خالی داخل لیوان فقط حجم دارد و خود لیوان را فاقد حجم تصور می‌کنند. دانش‌آموزانی که دلیل انتخاب خود را چنین ذکر کرده بودند لیوان ب را انتخاب کرده و تصور می‌کردند که فقط این لیوان حجم دارد.

با مصاحبه با دانش‌آموزان مشخص شد علت بیان «هر دو حجم دارند ولی لیوان پر حجم بیشتری دارد»، این است که دانش‌آموزان تصور می‌کنند هر چه جسم وزنش بیشتر باشد، حجم آن نیز بیشتر است؛ بنابراین، لیوان الف را انتخاب کردند. در فرایند مصاحبه از دو مکعب هم سایز که یکی از آن‌ها چوبی و دیگری کاغذی بود، استفاده شد و دانش‌آموزانی که چنین تصویری داشتند مکعب چوبی را دارای حجم می‌دانستند و بیان می‌کردند که مکعب کاغذی بسیار سبک است به طوری که می‌توان حجمی را برای آن در نظر نگرفت.

در پایه هشتم از بین ۱۴ دانش‌آموز، ۱۳ نفر به سؤال پاسخ داده و ۱ نفر سؤال را بی‌پاسخ رها کرد.

در این سؤال، تصور دانش‌آموزان در زمینه حجم به ۳ دسته تقسیم می‌شود.

۱. لیوان پر حجم دارد.
 ۲. لیوان توخالی حجم دارد.
 ۳. آب باعث حجم شده است.
- دلایل بیان موارد ذکر شده دانش‌آموزان که در بالا نیز طبقه‌بندی شده در قسمت قبل بیان شده است.

این سؤال برای دانش‌آموزان پایه نهم متفاوت بوده و به صورت چهارگزینه‌ای مطرح شد:
سؤال سوم: به نظر شما کدام گزینه در مورد حجم شکل‌های روبه‌رو (لیوان) درست است؟

۱. فقط شکل الف حجم دارد.

۲. فقط شکل ب حجم دارد.

۳. هم شکل الف و هم شکل ب دارای حجم هستند.

۴. هیچ کدام حجم ندارند.

توضیحات:

دلیل انتخاب گزینه مد نظر خود را شرح دهید؟

در این سؤال از بین ۲۱ نفر دانش آموز، ۷ نفر «گزینه ۱» را انتخاب

کردند. دلایل انتخاب دانش آموزان در جدول ۴ بیان شده است.

دلایل دانش آموزان برای انتخاب این گزینه به ۲ دسته کلی تقسیم می شوند.

۱. پر بودن لیوان

۲. ارتباط وزن و حجم لیوان

تصور دانش آموزان پایه نهم درباره حجم و بیان «پر بودن لیوان» یعنی اینکه جسم (لیوان) پر شده

و هر جسمی که پر باشد، حجم دارد و جسم خالی فاقد حجم است.

تصور دانش آموزان در خصوص «ارتباط وزن و حجم لیوان» این است که: هر جسمی وزن داشته

باشد؛ حجم دارد و چون لیوان پر (الف) وزنش بیشتر است؛ بنابراین، حجم دارد و دیگری چون

وزنش کمتر است؛ حجم ندارد.

جدول ۴: دلایل انتخاب گزینه ۱ توسط دانش آموزان پایه نهم در سؤال دوم

دلایل دانش آموزان	
داخل لیوان الف آب است.	پر بودن لیوان
چون لیوان پر است.	
لیوان پر فقط حجم دارد.	
چون لیوان الف پر از مایع است پس به نظر من حجم دارد.	
داخلش پر است.	
چون داخل پر است.	ارتباط وزن و حجم لیوان
لیوان آب دارد و سنگین است.	

در این سؤال از بین ۲۱ نفر دانش‌آموز، ۲ نفر «گزینه ۲» را انتخاب کردند. دلایل دانش‌آموزان برای انتخاب این گزینه به ۲ دسته تقسیم می‌شوند که در جدول ۵ به آن اشاره شده است.

جدول ۵. دلایل انتخاب گزینه ۲ توسط دانش‌آموزان پایه نهم در سؤال دوم

نظرات دانش‌آموزان	
آب باعث شده تا لیوان پر شود و حجمش تمام شود.	پر بودن لیوان
چون داخل لیوان خالی است.	خالی بودن لیوان

تصور دانش‌آموزان در خصوص «پر بودن لیوان» و انتخاب این گزینه (لیوان خالی) این است که: پر بودن لیوان باعث می‌شود حجم جسم تمام شود و جسم ب چون خالی است؛ حجم دارد. این دانش‌آموزان در مصاحبه بیان می‌کردند که مفهوم گنجایش همان مفهوم حجم است و هیچ تفاوتی بین این دو مفهوم وجود ندارد.

تصور دانش‌آموزان در خصوص «خالی بودن لیوان» این است که: فقط لیوان «ب» چون خالیست و می‌توان در داخل لیوان چیزی ریخت؛ بنابراین، حجم دارد. این دانش‌آموزان نیز بین مفهوم حجم و گنجایش تفاوت قائل نبودند.

در این سؤال از بین ۲۱ نفر دانش‌آموز، ۹ نفر «گزینه ۳» را انتخاب کردند. دلایل دانش‌آموزان برای انتخاب این گزینه به ۴ دسته کلی تقسیم می‌شوند و در جدول ۶ ذکر شده است.

جدول ۶. دلایل انتخاب گزینه ۳ توسط دانش‌آموزان پایه نهم در سؤال دوم

پاسخ‌های دانش‌آموزان	
هر دو دارای حجم هستند، یکی بیشتر یکی کمتر.	ارتباط وزن و حجم در لیوان
هر دو حجم دارند؛ ولی حجم الف بیشتر است. در الف آب است.	
به نظر من هر چیزی که محیطی را بتواند اشغال کند دارای حجم است. جسمی که محیط اشغال کرده حجم دارد.	اشغال محیط توسط لیوان
وقتی دو لیوان کنار هم قرار می‌گیرند، هر دو حجم یکسانی دارند چون لیوان‌ها فرقی نمی‌کنند.	هم‌اندازه بودن لیوان‌ها
چون هر دو شکل یکی هستند.	

پاسخ‌های دانش‌آموزان	
هر دو حجم دارند.	سایر پاسخ‌ها
در ریاضی آمده است.	
در درس علوم آمده.	
خالی	

تصور دانش‌آموزان در خصوص «ارتباط وزن و حجم در لیوان» و انتخاب این گزینه این است که: هر جسمی که وزن داشته باشد؛ حجم دارد و در این سؤال هر دو لیوان حجم دارند؛ چون هر دو یک وزن مشخصی دارند. در مصاحبه از دانش‌آموزان سؤال پرسیده شد که کدام یک حجم بیشتر دارند؟ در جواب لیوان پر را انتخاب می‌کردند؛ چون وزن لیوان را بیشتر تصور می‌کردند. از ۵۷ دانش‌آموز فقط یک دانش‌آموز حجم را فضای اشغال شده تعریف کرد. تصور دانش‌آموزان در خصوص «هم‌اندازه بودن لیوان‌ها» و انتخاب این گزینه این است که: اندازه هر جسم، حجم آن است و مفهوم اندازه از دیدگاه دانش‌آموزان یعنی بزرگی؛ چون هر دو لیوان در شکل یک اندازه است؛ بنابراین دانش‌آموزان این گزینه را انتخاب کردند. در این سؤال از بین ۲۱ نفر دانش‌آموز، ۳ نفر «گزینه ۴» را انتخاب کردند. در جدول ۷ دلایل انتخاب این گزینه آورده شده است.

جدول ۷. دلایل انتخاب گزینه ۴ توسط دانش‌آموزان پایه نهم در سؤال دوم

طبقه‌بندی پاسخ‌ها	پاسخ‌های دانش‌آموزان
نازک‌بودن	چون نازک است و حجم ندارد.
نازک‌بودن	چون هر دو توخالی هستند و نازک‌اند، حجم ندارد.
آب حجم ندارد.	چون داخل الف، آب است و هیچ ربطی ندارد.

سؤال سوم: به نظر شما کدام گزینه در مورد حجم شکل‌های روبه‌رو (بشر) درست است؟

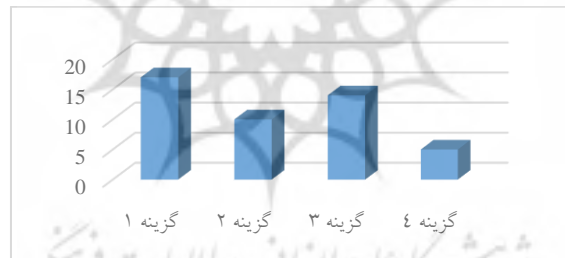
۱. فقط شکل الف حجم دارد.
۲. فقط شکل ب حجم دارد.
۳. هم‌شکل الف و هم‌شکل ب دارای حجم هستند.

۴. هیچ کدام حجم ندارند
دلیل انتخاب گزینه مدنظر خود را شرح دهید؟



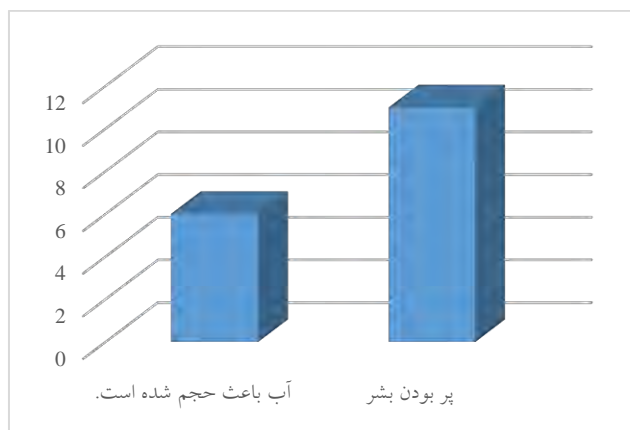
این سؤال در هر سه پایه هفتم، هشتم و نهم مشترک بوده و با هدف بررسی تصورات دانش‌آموزان از مفهوم حجم و تأثیر هم‌اندازه‌نبودن و نوع شکل بشرها (عدم وجود پایه) و پرنبودن در تصورات آن‌ها انجام شد.

در نمودار شکل ۱ توزیع فراوانی چهار گزینه انتخابی سؤال سوم برای ۵۷ دانش‌آموز ترسیم شده است.



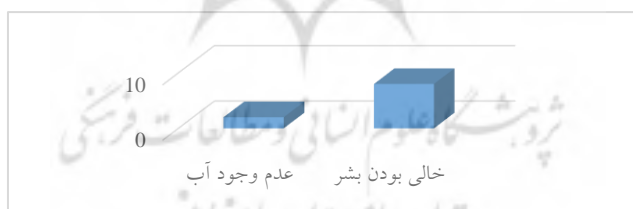
شکل ۱. توزیع فراوانی چهار گزینه انتخابی دانش‌آموزان در سؤال سوم

در این سؤال از بین ۵۷ دانش‌آموز، ۱۷ نفر گزینه ۱ را انتخاب کردند و دلایل انتخاب آنان در نمودار شکل ۲ بیان شده است.



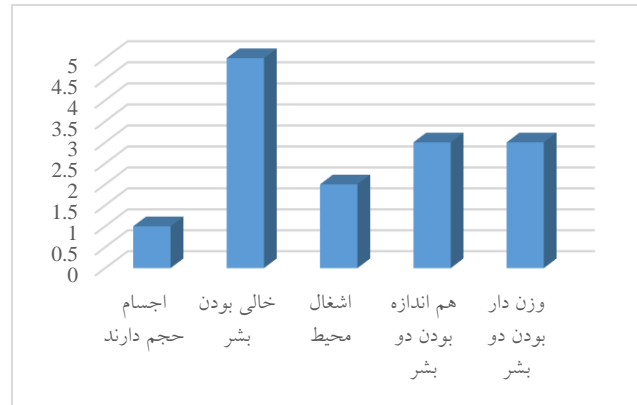
شکل ۲. نمودار توزیع فراوانی دلایل انتخاب گزینه ۱ در سؤال سوم

تصور دانش‌آموزان در خصوص «آب باعث حجم شده است» و انتخاب این گزینه این است که: دانش‌آموزان تصور می‌کنند خود لیوان به دلیل نازک بودن و شکل خاص حجم ندارد و چیزی که در لیوان میریزیم حجم است و در اینجا چون آب در لیوان ریخته شده بنابراین، فقط آب حجم دارد. در این سؤال از بین ۵۷ دانش‌آموز، ۱۰ نفر گزینه ۲ را انتخاب کردند و دلایل انتخاب آنان در نمودار شکل ۳ بیان شده است.



شکل ۳. نمودار توزیع فراوانی دلایل انتخاب گزینه ۲ در سؤال سوم

تصورات دانش‌آموزان در سؤال قبل بیان شد. در این سؤال از بین ۵۷ دانش‌آموز، ۱۴ نفر گزینه ۳ را انتخاب کردند و دلایل انتخاب آنان در نمودار شکل ۴ بیان شده است.

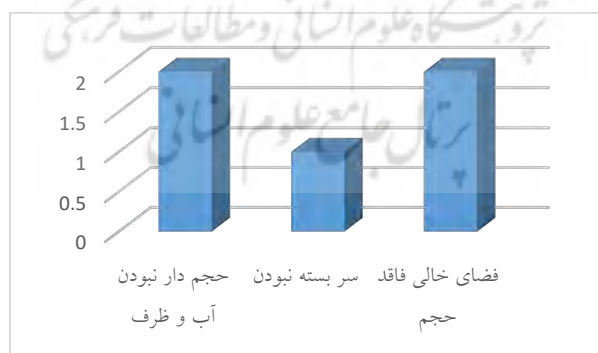


شکل ۴. نمودار توزیع فراوانی دلایل انتخاب گزینه ۳ در سؤال سوم

تصورات دانش‌آموزان در خصوص «وزن‌دار بودن» و «هم‌اندازه بودن» و «اشغال محیط» در سؤال قبل بیان شده است.

تصور دانش‌آموزان در خصوص «خالی بودن بشر» و انتخاب این گزینه این است که: بشر «الف» به طور کامل پر نشده است و مقداری فضای خالی در آن وجود دارد و بشر «ب» نیز خالی است و به خاطر همین هر دو حجم دارند. این دانش‌آموزان فضای خالی جسم (گنجایش) را حجم تصور می‌کنند.

در این سؤال از بین ۵۷ دانش‌آموز، ۵ نفر گزینه ۴ را انتخاب کردند و دلایل انتخاب آنان در نمودار شکل ۵ بیان شده است.



شکل ۵. نمودار توزیع فراوانی دلایل انتخاب گزینه ۴ در سؤال سوم

تصور دانش‌آموزان در خصوص «فضای خالی فاقد حجم است» و انتخاب این گزینه این است که: هر دو بشر دارای فضای خالی است و چون کامل پر نیست پس هر دو حجم ندارند. این دانش‌آموزان حجم را پر بودن جسم تصور می‌کنند.

یک دانش‌آموز حجم را جسم سر بسته تصور می‌کرد و چون بشرها سر بسته نبودند این گزینه را انتخاب کرد.

تصور دانش‌آموزان در خصوص «حجم‌دار نبودن آب و ظرف» و انتخاب این گزینه این است که: بشر به دلیل نازک بودن و آب، فاقد حجم هستند؛ بنابراین در این دو شکل چیزی به عنوان حجم وجود ندارد.

سؤال چهارم: به نظر شما کدام گزینه در مورد حجم شکل‌های روبه رو (پلاستیک زیپ دار) درست است؟



ب

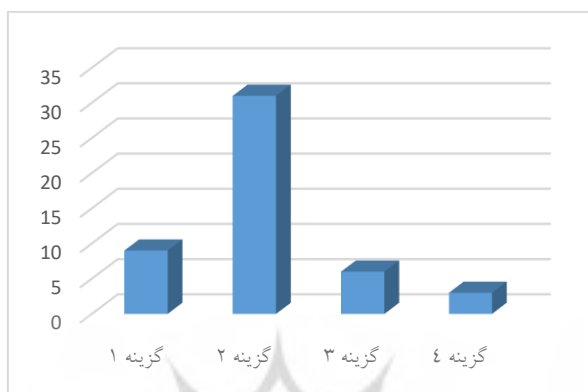


الف

۱. فقط شکل الف حجم دارد.
۲. فقط شکل ب حجم دارد.
۳. هم شکل الف و هم شکل ب دارای حجم هستند.
۴. هیچ کدام حجم ندارند.

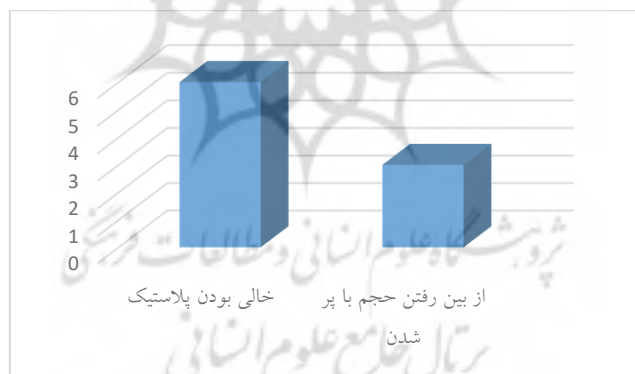
این سؤال در سه پایه هفتم، هشتم و نهم مشترک بوده و باهدف بررسی تصورات دانش‌آموزان از مفهوم حجم و تأثیر تغییر جنس ماده از شیشه به پلاستیک و پر بودن پلاستیک با مواد جامد بر تصوراتشان در خصوص حجم انجام شد. در این سؤال، حجم پلاستیک همان حجم اشغال شده توسط ماده پلاستیک است و حجم پلاستیک با گنجایش آن متفاوت است.

در نمودار شکل ۶ توزیع فراوانی چهار گزینه سؤال چهارم برای ۵۷ دانش‌آموز متوسطه اول ترسیم شده است.



شکل ۶. نمودار توزیع فراوانی چهار گزینه انتخابی دانش‌آموزان در سؤال چهارم

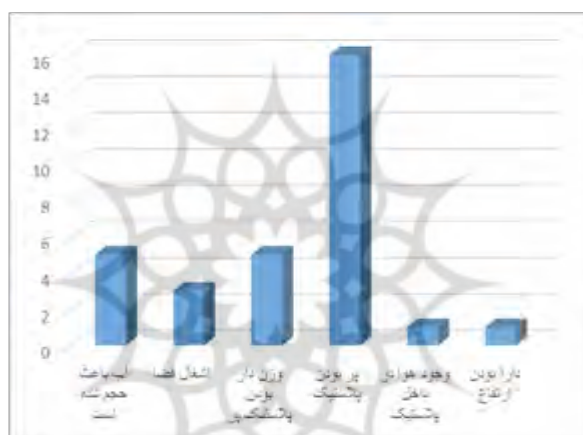
در این سؤال از بین ۵۷ دانش‌آموز، ۹ نفر گزینه ۱ را انتخاب کردند و دلایل انتخاب آنان در نمودار شکل ۷ بیان شده است.



شکل ۷. نمودار توزیع فراوانی دلایل انتخاب گزینه ۱ در سؤال چهارم

تصور دانش‌آموزان در خصوص «از بین رفتن حجم با پر شدن» و انتخاب این گزینه این است که: حجم جسم با پر شدن تمام می‌شود و پلاستیک ب چون پر شده حجمی ندارد و فقط الف حجم دارد.

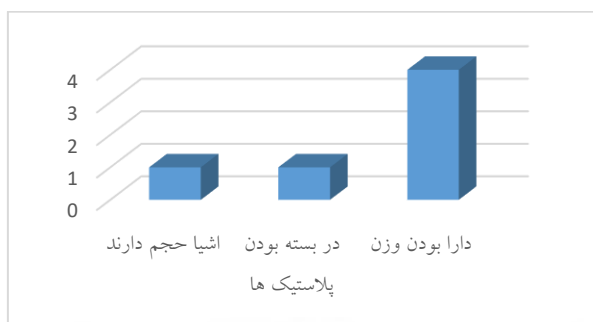
تصور دانش‌آموزان در خصوص «خالی بودن» و انتخاب این گزینه این است که: در داخل پلاستیک خالی می‌توان چیزی ریخت اما در دیگری نمی‌توان ریخت. این دانش‌آموزان جسمی را دارای حجم می‌دانند که بتوان داخلش چیزی ریخت. در این سؤال از بین ۵۷ دانش‌آموز، ۳۱ نفر گزینه ۲ را انتخاب کردند و دلایل انتخاب آنان در نمودار شکل ۸ بیان شده است. عمده‌ترین دلیل دانش‌آموزان (۱۶ نفر) برای انتخاب این گزینه پر بودن پلاستیک است.



شکل ۸. نمودار توزیع فراوانی دلایل انتخاب گزینه ۲ در سؤال چهارم

تصور دانش‌آموزان در خصوص «وزن دار بودن پلاستیک» و «آب باعث حجمنه شده» و «پر بودن پلاستیک» و اشغال فضا در سؤال سوم بیان شده است اما در مورد «وجود هوا در داخل پلاستیک» و انتخاب این گزینه این است که: پلاستیک «الف» هیچ هوا یا فضای خالی ندارد؛ ولی پلاستیک «ب» چون کامل پر نشده دارای فضای خالی است؛ بنابراین این گزینه را انتخاب کردند. تصور دانش‌آموزان در خصوص «دارا بودن ارتفاع» و انتخاب این گزینه این است که: هر جسمی باید ارتفاع داشته تا حجم داشته باشد و در شکل «الف» هیچ ارتفاعی وجود ندارد؛ چون بسیار نازک است؛ ولی شکل «ب» چون پر شده و اندازه آن بزرگ شده؛ بنابراین، ارتفاع داشته پس حجم دارد.

در این سؤال از بین ۵۷ دانش‌آموز، ۶ نفر گزینه ۳ را انتخاب کردند و دلایل انتخاب آنان در نمودار شکل ۹ بیان شده است.



شکل ۹. نمودار توزیع فراوانی دلایل انتخاب گزینه ۳ در سؤال چهارم

تصور دانش‌آموزان در خصوص «دارا بودن وزن» در تحلیل سؤال سوم بیان شده است اما در مورد «در بسته بودن» و انتخاب این گزینه این است که اگر جسمی سر آن بسته باشد، حجم دارد؛ چون در این شکل سر پلاستیک‌ها بسته است؛ بنابراین حجم دارند. در این سؤال از بین ۵۷ دانش‌آموز، ۳ نفر گزینه ۴ را انتخاب کردند و دلایل انتخاب آنان در نمودار شکل ۱۰ بیان می‌شود.



شکل ۱۰. نمودار توزیع فراوانی دلایل انتخاب گزینه ۴ در سؤال چهارم

در خصوص «عدم وجود هوا و فضای خالی» و انتخاب این گزینه تصور دانش‌آموزان این است

که: فضای خالی هر جسم حجم آن جسم است؛ بنابراین به نظر آن‌ها در این دو شکل فضای خالی وجود ندارد چراکه در گزینه «ب» به اشتباه شکل را به طور کامل پر شده می‌بینند. گزینه «الف» هم هیچ فضای خالی ندارد، بنابراین، هر دو شکل هیچ فضای خالی نداشته و حجم ندارند.

سؤال پنجم: به نظر شما کدام گزینه در مورد حجم شکل‌های روبه‌رو (بادکنک) درست است؟

۱. فقط شکل الف حجم دارد.

۲. فقط شکل ب حجم دارد.

۳. هم شکل الف و هم شکل ب دارای حجم هستند.

۴. هیچ کدام حجم ندارند.

توضیحات:

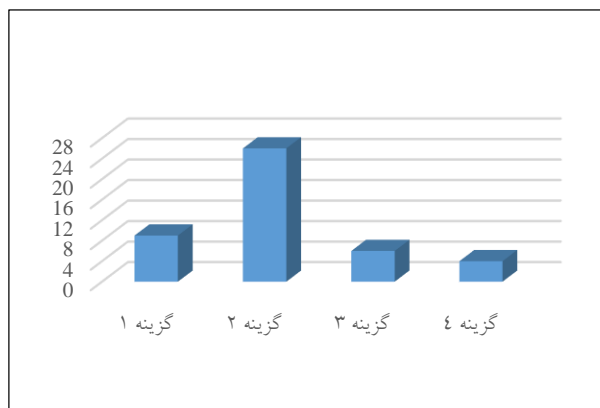
دلیل انتخاب گزینه مدنظر خود را شرح دهید.



این سؤال در سه پایه هفتم، هشتم و نهم و باهدف بررسی تصورات دانش‌آموزان از مفهوم حجم و تأثیر تغییر جنس ماده از شیشه به پلاستیک کشسان (بادکنک) و پر و خالی بودن پلاستیک با هوا بر تصوراتشان در خصوص حجم انجام شد.

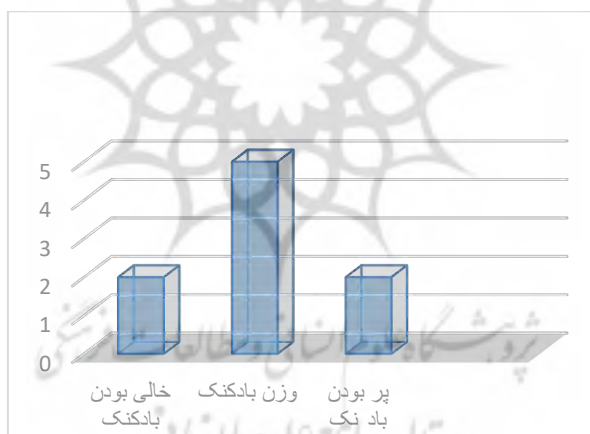
در نمودار شکل ۱۱ توزیع فراوانی چهار گزینه سؤال چهارم برای ۵۷ دانش‌آموز متوسطه اول

ترسیم شده است.



شکل ۱۱. نمودار توزیع فراوانی چهار گزینه انتخابی دانش‌آموزان در سؤال پنجم

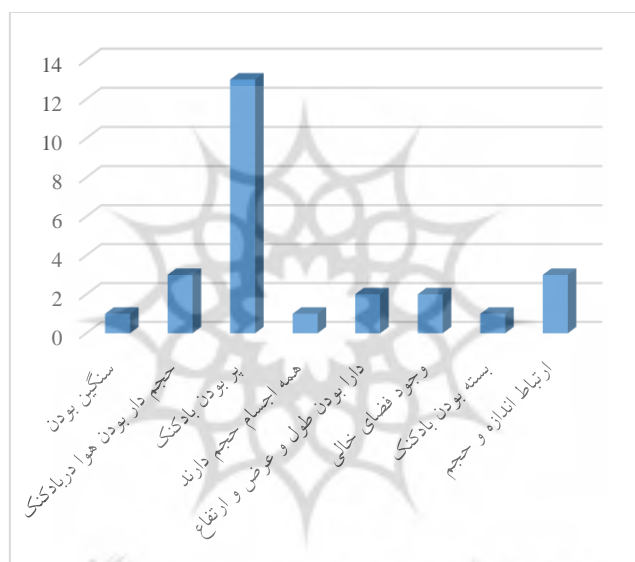
از بین ۵۷ دانش‌آموز، ۹ دانش‌آموز گزینه ۱ را انتخاب کردند. دلایل انتخاب آنان در نمودار شکل ۱۲ بیان شده است.



شکل ۱۲. نمودار توزیع فراوانی دلایل انتخاب گزینه ۱ در سؤال پنجم

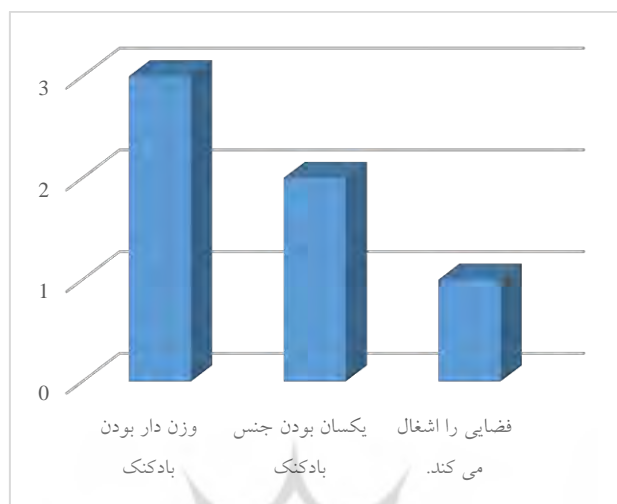
تصورات دانش‌آموزان در خصوص «پر بودن بادکنک» به این صورت است که: با پر شدن بادکنک با هوا حجم جسم تمام می‌شود این یعنی بادکنک «ب» حجمش تمام شده و فقط بادکنک «الف» حجم دارد. بنابراین، دانش‌آموزان گزینه «الف» را انتخاب کردند.

تصورات دانش‌آموزان در مورد «وزن بادکنک» به این صورت است که: وقتی بادکنک با هوا پر می‌شود، سبک می‌گردد و بادکنک خالی چون هوا در داخل آن نیست؛ سنگین است و حجم دارد. تصورات دانش‌آموزان در مورد «خالی بودن بادکنک» به این صورت است که: وقتی بادکنکی با هوا پر می‌گردد حجمش تمام می‌شود؛ ولی بادکنک خالی این‌گونه نیست؛ بنابراین حجم دارد. در این سؤال از بین ۵۷ دانش‌آموز، ۲۶ دانش‌آموز گزینه ۲ را انتخاب کردند. دلایل انتخاب آنان در نمودار شکل ۱۳ بیان شده است.



شکل ۱۳. نمودار توزیع فراوانی دلایل انتخاب گزینه ۲ در سؤال پنجم

عمده‌ترین دلیل دانش‌آموزان (۱۴ نفر) برای انتخاب این گزینه پر بودن بادکنک است. به عقیده دانش‌آموزان بادکنک با هوا پر شده و هر چیزی که پر باشد چه با مایع، جامد یا گاز حجم دارد. تصورات دانش‌آموزان در خصوص مفاهیم «بسته بودن» و «پر بودن» و «سنگین بودن» و «اندازه» و «فضای خالی» و «ارتفاع» در تحلیل گزینه ۲ سؤال چهارم بیان شده است. در این سؤال از بین ۵۷ دانش‌آموز، ۶ دانش‌آموز گزینه ۳ را انتخاب کردند و دلایل انتخاب آنان در نمودار شکل ۱۴ بیان شده است.



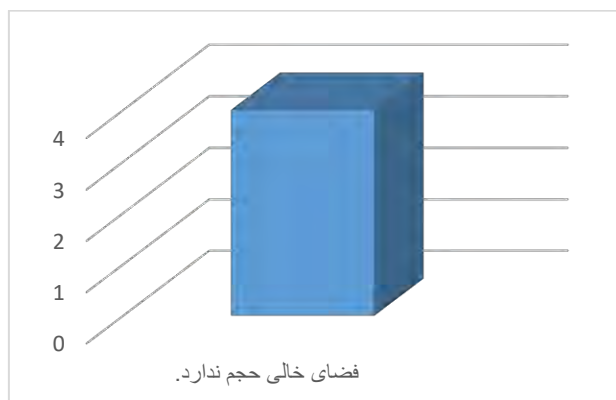
شکل ۱۴. نمودار توزیع فراوانی دلایل انتخاب گزینه ۳ در سؤال پنجم

در این سؤال از بین ۵۷ دانش‌آموز فقط یک نفر در خصوص مفهوم حجم به فضای اشغال‌شده اشاره کرده است.

تصور دانش‌آموزان در خصوص «وزن دار بودن بادکنک» و انتخاب این گزینه به این صورت است که: هر دو بادکنک دارای وزن هستند؛ حتی بادکنک خالی هم وزن دارد. این دانش‌آموزان در پاسخ به سؤال: «دو مکعب یکسان در اختیار داریم یکی از جنس چوب و دیگری کاغذی است نظر شما در خصوص حجم آن‌ها چیست؟» همه دانش‌آموزان مکعب چوبی را انتخاب می‌کنند، چون وزن آن بیشتر است.

تصور دانش‌آموزان در خصوص «یکسان بودن» و «اشغال فضا» در تحلیل سؤال دوم بیان شده است.

در این سؤال از بین ۵۷ دانش‌آموز، ۴ دانش‌آموز گزینه ۴ را انتخاب کردند و دلایل انتخاب آنان در نمودار شکل ۱۵ اشاره شده است.



شکل ۱۵. نمودار توزیع فراوانی دلایل انتخاب گزینه ۴ در سؤال پنجم

تصور دانش‌آموزان در خصوص «فضای خالی حجم ندارد» و انتخاب این گزینه به این صورت است که: هر دو بادکنک دارای فضای خالی هستند؛ چه بادکنک «ب» و چه «الف»، با توجه به اینکه بادکنک «ب» پر از هوا است؛ ولی دانش‌آموزان فکر می‌کنند که هوای فضای خالی است و انگار در بادکنک چیزی نیست و بادکنک «الف» هم داخلش خالی است؛ بنابراین، فضای خالی حجم ندارد پس هیچ کدام حجم ندارند. این دانش‌آموزان جسم پر را دارای حجم تصور می‌کنند.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش نشان داد کودکان مفهومی‌های مختلفی برای توضیح و مقایسه حجم استفاده می‌کنند. این مفاهیم را می‌توان در هفت دسته کلی تقسیم‌بندی کرد که عبارت‌اند از:

۱. وزن هر جسم، حجم آن جسم است.
۲. فضای خالی هر جسم (ظرفیت)، حجم آن جسم است.
۳. هر جسمی که پر باشد حجم دارد و جسم توخالی حجم ندارد.
۴. فضای اشغال‌شده توسط هر جسم، حجم آن جسم است.
۵. هر جسمی که طول، عرض و ارتفاع (خصوصیات هندسی) داشته باشد، حجم دارد.
۶. اندازه هر جسم، حجم آن جسم است.

۷. دیگر تصورات دانش‌آموزان

- جسمی حجم دارد که سرش بسته باشد.
- جسمی حجم دارد که باید هوا در آن جریان داشته باشد.
- ماده‌ای یا چیزی که در داخل جسم اضافه می‌شود، حجم دارد و خود جسم فاقد حجم است.
- جسمی حجم دارد که گوشه داشته باشد؛ مثل مکعب.
- جسمی حجم دارد که اتم داشته باشد.
- جسمی حجم دارد که اگر پرتابش کنیم، به سمت پایین حرکت می‌کند.

این پژوهش در صدد آن است تا نشان دهد یک مفهوم به ظاهر ساده و کم‌اهمیت ممکن است باعث شود در ذهن دانش‌آموزان مفاهیم دیگری شکل گیرد و تا پایه‌های بالاتر نیز به همان صورت فکر کنند و این عاملی برای ایجاد بد مفهومی در ذهن دانش‌آموزان می‌باشد. پاسخ به این سؤالات که دانش‌آموزان دوره متوسطه اول در مورد مفهوم حجم چگونه فکر می‌کنند می‌تواند راهنمای مناسبی برای دبیران علوم و فیزیک باشد تا با انتخاب روش‌های مناسب تدریس، مطالب را به گونه‌ای ارائه دهند که با پیش‌دانسته‌های دانش‌آموزان پیوند خوبی داشته باشد و در آوردن مثال‌های مختلف به کیفیت مثال‌ها توجه داشته باشند تا مفهوم حجم به درستی در ذهن دانش‌آموزان شکل گیرد. در ادامه، بر مبنای نتایج پژوهش پیشنهاد‌های زیر ارائه می‌شود. پیشنهاد ارائه شده در این پژوهش شامل دو قسمت است. در قسمت اول برای پژوهشگران پیشنهاد‌هایی ارائه می‌شود و در قسمت دوم برای سازمان متولی آموزش دو دسته پیشنهاد ارائه می‌شود.

- بررسی و کشف تصورات ذهنی گروه‌های مختلف تحصیلی در خصوص مفهوم حجم
- طراحی و اجرای یک برنامه آموزشی برای اصلاح مفاهیم جایگزین مفهوم حجم
- کشف تصورات ذهنی معلمان ریاضی و علوم دوره ابتدایی در خصوص مفهوم حجم و بررسی تأثیر این تصورات در تدریس
- بررسی ارتباط مفهوم حجم با توانایی تجسم دانش‌آموزان
- بررسی تأثیر اجرای آزمایش (جعبه سیاه) در آموزش مفهوم حجم

- بررسی تأثیر در تغییر شیوه آموزش ریاضی (حجم، سطح و طول) در درک دانش‌آموزان از مفهوم حجم
در ادامه، پیشنهادات برای سازمان مطرح می‌شود:
- آگاه‌سازی معلمان ابتدایی و معلمان علوم و ریاضی متوسطه اول و معلمان فیزیک متوسطه دوم از نتایج موجود در این پژوهش برای انتخاب روش‌های مناسب تدریس
- بازنگری و تغییر مثال‌ها و تمرین‌های کتاب درسی علوم و ریاضی دوره ابتدایی در خصوص ارائه بهتر مفهوم حجم به منظور جلوگیری از بدفهمش در ذهن دانش‌آموزان



منابع

- بصیری کجانی، ناصر (۱۳۹۴). بررسی سیر تاریخی تحول مفهوم جرم و شناسایی کج‌فهمی‌های دانش‌جویان کارشناسی فیزیک در مورد مفهوم جرم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.
- سیدی، ملیحه (۱۳۹۷). بررسی و کشف مدل‌های ذهنی دانش‌آموزان متوسطه اول در مبحث الکتریسیته. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.
- محمدپور، احمد (۱۳۸۹). روش در روش. تهران: انتشارات جامعه‌شناسان.
- محمدپور، احمد (۱۳۹۷). ضد روش. مجتبی هوشمندی (ویراستار)، ویراست دوم. قم: لوگوس.
- Enochs, L. G., & Gabel, D. L. (1987). Different approaches teaching volume and visualization ability for students. *Science Education*, 71(4), 591-597.
- Enochs, L. G., & Gabel, D. L. (1984). Preservice elementary teachers' conceptions of volume. *School Science and Mathematics*, 84, 670-680.
- Gee, B., & Gee, B. (1972). The role of the history of physics in physics education. *Physics Education*, 7(1), 50-56
- Millar, R., Scott Driver, P., & Leach, R. J. (1996). *Young people's images of science*. McGraw-Hill International.
- Ryder, J., & Leach, J. (1999). University science students' experiences of investigative project work and their images of science. *Science Education*, 21(9), 945-956.
- Wiley, J., Stewart, J., & Hewson, P. W. (1996). Children's approaches to the concept of volume. *International Journal of Science Education*, 80(3), 341 -360