دانشگاه فرهنگیان
فصلنامه پویش در آموزش علوم پایه
دوره ششم، شماره ۲۰، پاییز ۱۳۹۹

Farhangian University
Quarterly Journal of Education in Basic Sciences
Volume ٦, Issue ٢٠, Autumn, ٢٠٢٠

شناسایی کج فهمی‌های دانشجومعلمان علوم تربیتی دانشگاه فرهنگیان درباره‌ی مفاهیم گرما و دما و مقایسه‌ی نتایج آن با رشته‌ی تحصیلی دبیرستانی آنها

الهام منوچهری زاده[1]

دریافت: ۹۹/۴/۲۱ پذیرش: ۹۹/۶/۱۱

چکیده

ضرورت درک صحیح مفاهیم علمی از سوی معلمان سبب شد تا پژوهش حاضر، با هدف شناسایی کج فهمی‌های دانشجو معلمان، درباره ی مفاهیم گرما، دما و تبادل گرمایی انجام شود. در این مطالعه، ابتدا ۷۴ نفر از دانشجومعلمان علوم تربیتی پردیس دخترانه فاطمه الزهرا – اهواز، با مدارک دیپلم علوم انسانی، علوم تجربی و ریاضی فیزیک به صورت تصادفی خوشه‌ای انتخاب شدند. سپس، از پرسش نامه ای مشتمل بر ۵ سوال تشخیصی چهار گزینه‌ای درباره گرما، دما و تبادل گرمایی استفاده شد. پاسخ‌های دریافتی از دانشجومعلمان، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در گام نخست، کج‌فهمی‌های دانشجومعلمان شناسایی و سپس، با نوع دیپلم آنها مقایسه شد. بررسی ها نشان داد، کج فهمی-هایی بالای ۵۰ درصد در بین همه ی دانشجویان، خصوصا دیپلمه‌های انسانی وجود دارد. در گام بعدی، به مقایسه و بررسی نتایج بدست آمده از مرحله اول با کج فهمی دانش آموزان ابتدایی در رابطه با این موضوع پرداخته شد. یافته‌های این پژوهش، حاکی از بالاتر بودن درک کامل دانشجومعلمان نسبت به دانش آموزان بود.

کلمات کلیدی: کج فهمی، گرما، دما، دانشجومعلمان.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[1]. عضو هیات علمی گروه علوم پایه دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران، manoochehriel@yahoo.com

مقدمه

گاهی افراد با تکیه بر مشاهدات محدود و استنتاج‌های نادرست از مشاهدات، تجربیات و تعاملات‌شان با جهان اطراف خود را عمومیت می‌بخشند. دانش ساخته شده از طریق چنین فرآیندی ممکن است با دیدگاه‌های علمی پذیرفته شده در مورد یک موضوع مغایرت داشته باشد. اصطلاحاتی از قبیل:کج فهمی[۱]، پیش تصورات[۲]، دانش کودکان[۳]، عقاید خام[۴]، برداشت‌های جایگزین[۵]، علم شهودی[۶] و چارچوب‌های جایگزین[۷] برای توصیف این نوع دانش استفاده می‌شود. گاهی اوقات این دانش چنان قدرتی می‌یابد که جایگزین کردن آن با توضیحات علمی ممکن است بسیار دشوار باشد. علاوه بر این، یادگیری مباحث جدید مرتبط با آن مفهوم ممکن است حتی بسیار سخت تر شود(کارابولوت[۸] و بایراکتار[۹]، ۲۰۱۸). اندرس[۱۰] و همکارانش از چنین دانش و ایده‌ای تحت عنوان کج فهمی یاد می‌کنند و آن را به عنوان یک ایده نادرست علمی درباره‌ی یک مفهوم علمی تعریف می‌کنند که ممکن است قبل و یا بعد از آموزش ایجاد شود(اندرس، لئونارد[۱۱]، کولگروو[۱۲] و کالینوسکی[۱۳]، ۲۰۱۱)؛ فیشر[۱۴] و همکارانش، کج فهمی را یک درک علمی نادرست در مورد پدیده های طبیعی توصیف می کنند (فیشر، ویلیامز[۱۵] و لینبک[۱۶]، ۲۰۱۱).

آنچه که در مورد این تصورات اشتباه سبب افزایش نگرانی می‌شود این است که افراد دانسته‌های بعدی خود را هم روی این دانسته‌های فعلی بنا می‌کنند. داشتن تصورات غلط، می‌تواند تاثیرات جدی در یادگیری فرد داشته باشد(نیویورک ساینس تیچر، بی تا). تصورات بدیل و غیرعلمی دانش آموزان از عوامل مهمی هستند که مانع یادگیری معنی‌دار و اثربخش شده و بر تداوم یادگیری در پایه‌های بالاتر نیز تاثیر منفی می گذارند(گونن[۱۷] و کوکاکایا[۱۸]، ۲۰۱۰).

کج فهمی‌ها، خاص دانش آموزان نیستند بلکه در هر مقطع و سطحی می توانند شکل بگیرند یا وجود داشته باشند. کج فهمی‌ها از عوامل متعددی نشات می‌گیرند که از آن جمله می‌توان به تجربیات گذشته‌ی افراد، مشترک بودن برخی از لغات در زبان علمی و عامه، همچون دو واژه‌ی انرژی و کار یا جرم و وزن و عدم توجه به اصطلاحات علمی بکار برده شده در کلاس، متن و تصاویر کتب درسی اشاره نمود.

مطالعات پیرامون کج فهمی در مباحث مختلف علمی، بخش مهمی از تحقیقات آموزش علوم را تشکیل می‌دهد. این مطالعات نشان داده است که دانش آموزان دوره‌ی ابتدایی کج فهمی‌های گوناگونی درباره‌ی مفاهیم علمی

---

۱ misconception
۲ pre-conceptions
۳ children's science
۴ naive beliefs
۵ alternative conceptions
۶ intuitive science
۷ intuitive science
۸ Karabulut
۹ Bayraktar
۱۰ Andrews
۱۱ Leonard
۱۲ Colgrove
۱۳ Kalinowski
۱۴ Fisher
۱۵ Williams
۱۶ Lineback
۱۸ Gönen
۱۸ Kocakaya

دارند(آلن[۱]، ۲۰۱۰). همچنین، تعداد قابل توجهی از پژوهش‌های انجام شده برای بررسی چگونگی درک دانش آموزان از مفاهیم علمی نشان داده است که دانش آموزان در تمام سطوح و مقاطع آموزشی دارای کج فهمی‌های متنوع و متفاوتی هستند. به عنوان مثال ، تحقیقات در مورد درک کودکان در مورد موجودات زنده نشان می‌دهد که آنها گیاهان را غیر زنده تلقی می‌کنند و فکر می‌کنند که تنها چیزهای متحرک موجود زنده محسوب می‌شوند(بایرکتار، کووت[۲]، ۲۰۱۷؛ برول[۳]، لابرل[۴]، مگالاکاکی[۵]، فوکوت[۶] و کایلیس[۷]، ۲۰۱۴). تحقیقات آموزش فیزیک نشان می‌دهد، مردم فکر می‌کنند که اشیاء بزرگتر، نیروی بیشتری اعمال می‌کنند(ساوینانین[۸]، ماکینن[۹]، نیماینن[۱۰] و ویری[۱۱]، ۲۰۱۷). بسیاری از مردم تصور می‌کنند که ماه نور خاص خودش را دارد و دلیل وجود اشکال مختلف ماه، سایه زمین روی کره ماه است(ابرگ[۱۲] و اتوسان[۱۳]، ۲۰۱۷؛ نیلسن[۱۴] و هابن[۱۵]، ۲۰۱۵). برخی فکر می‌کنند در فضا گرانش وجود ندارد(بار[۱۶]، بروش[۱۷] و اسنایدر[۱۸]، ۲۰۱۶). بسیاری از افراد معتقدند، گازها جرم ندارند(ادادان[۱۹] و انر[۲۰]، ۲۰۱۴) و بسیار موارد دیگر.

در میان انبوه مفاهیم علمی، گرما و دما از جمله مفاهیم مرتبط با زندگی روزانه هستند که پایه و اساس علوم فیزیک، شیمی و زیست شناسی را تشکیل می‌دهند و در اغلب برنامه های درسی، آموزش و یادگیری آنها از همان پایه‌های اولیه دورهٔ ابتدایی مشاهده می‌شود (بدریان, شکرباغانی و پوراسکندری, ۱۳۹۲). این مفاهیم که از چالش برانگیزترین مفاهیم برنامه ی درسی علوم تجربی در مقاطع مختلف تحصیلی می‌باشند را با ادبیات و شکل‌های متفاوتی در همه کتاب‌های درسی علوم تجربی دوره‌های ابتدایی، متوسطه اول و همچنین فیزیک و شیمی دورهٔ متوسطه دوم که با مفاهیم گرما و دما سروکار دارند، را می‌توان دید. در هر یک از این کتاب‌ها توصیف و توضیحات متفاوتی از این واژه‌ها ارائه شده است. برای مثال، جملاتی نظیر « انرژی گرمایی یکی از شکل های انرژی است» (علوم تجربی چهارم دبستان, ۱۳۹۸)، « گرما موجب افزایش دما می‌شود» (علوم تجربی چهارم دبستان, ۱۳۹۸)، « همه مواد گرما را به خوبی منتقل نمی‌کنند » (علوم تجربی چهارم دبستان, ۱۳۹۸)، « گرما نوعی انرژی درونی است» (شیمی(۱) ، ۱۳۹۸

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

---

۱ Allen
۲ Kuvvet
۳ Brulé
۴ Labrell
۵ Megalakaki
۶ Fouquet
۷ Caillies
۸ Savinainen
۹ Mäkynen
۱۰ Nieminen
۱۱ Viiri
۱۲ Åberg
۱۳ Ottosson
۱۴ Nielsen
۱۵ Hoban
۱۶ Bar
۱۷ Brosh
۱۸ Sneider
۱۹ Adadan
۲۰ Oner

)، « تفاوت انرژی در واکنش ها به شکل گرما ظاهر می شود» (شیمی(۱) ، ۱۳۹۸)، ممکن است باعث سردرگمی و یا کج فهمی دانش آموزان شود.

گرما و دما، یکی از موضوعات مورد مطالعه در تحقیقات کج فهمی است. نتایج مطالعات، نشان می دهد که بسیاری از دانش آموزان برداشت‌های جایگزین خاصی در مورد این موضوع داشتند. به عنوان مثال، اکثر دانش آموزان معتقدند که گرما و دما یکسان هستند(کاکیر[۱]، ۲۰۰۸؛ گونن و همکاران، ۲۰۱۰). برخی دانش آموزان معتقدند که دمای بدن به گرمای آن بستگی ندارد بلکه به جنس یا اندازه‌ی آن بستگی دارد(کیریکایا[۲] و گولو[۳]، ۲۰۰۸). همچنین، دانش آموزان در درک انتقال گرما و تعادل گرمایی مشکل دارند. برای مثال، بیشتر دانش آموزان درک نمی‌کنند که مواد مختلف رسانایی گرمایی متفاوتی دارند(آلن[۴]،۲۰۱۱؛ لوئیس[۵] و لینن[۶]، ۱۹۹۴). بسیاری از دانش آموزان تمایل دارند همچنان گرما را به صورت «ماده»ای که می تواند در جسم ذخیره شده و از نقطهٔ گرم به نقطهٔ سرد جریان می‌یابد، تصور کنند. این امر سبب کج فهمی و درک نادرست از مفاهیم مرتبط با گرما، نظیر انرژی درونی، رسانایی و ظرفیت گرمایی می شود(یو[۷] و زادنیک[۸]، ۲۰۰۱). بررسی پژوهش های انجام گرفته نشان داد که اغلب تصورات دانش آموزان در زمینه‌ی گرما و دما، حاصل مشاهدات آنها در زندگی روزمره است، به طور مثال، آنها انتقال گرما از جسم گرم به سرد را قبول دارند؛ اما، معتقدند که دمای یک جسم به اندازه آن مربوط است. یعنی: هرچه جسم بزرگتر باشد، دمای آن بیشتراست. بیش از نیمی از دانش آموزان ۱۱ ساله فکر می‌کردند چون یک تکه یخ بزرگ دیرتر از یک تکه یخ کوچک ذوب می‌شود پس دمای کمتری دارد(اریکسون[۹]، ۱۹۸۵).

تصور مفهومی یکسان، برای گرما و دما؛ خاصیت سردتر بودن فلزات، نسبت به اجسامی مانند چوب؛ گرما، متضاد سرما بوده و هر دو قابلیت انتقال دارند؛ نمونه‌هایی از کج فهمی‌ها بود که بروک[۱۰]و همکارانش، در مطالعه‌ای آنها را دریافتند(بروک، بریگز[۱۱]، بل[۱۲] و درایور[۱۳]، ۱۹۸۴). همچنین، فلزات، جاذب سرما بوده و آن را در خود نگه می‌دارند؛ اجسام رسانا نسبت به اجسام نارسانا، گرما را آرام تر از خود عبور می دهند؛ مواد عایق، به سرعت گرما را از خود عبور داده و گرما از آنها خارج می‌شود در نتیجه، گرمایی از آنها حس نمی‌شود؛ اجسام نارسانا، گرما را در خود حفظ می کنند؛ پشم، اجسام را گرم می کند؛ از جمله، کج فهمی‌های نوجوانان ۱۳-۱۴ ساله، بزرگسالان ۱۹-۴۵ سال و دبیران شیمی و فیزیک است (لوئیس و همکاران، ۱۹۸۴).

---

[۱] Cakir
[۲] Kirikkaya
[۳] Gullu
[۴] Alwan
[۵] Lewis
[۶] Linn
[۷] Yeo
[۸] Zadnik
[۹] Erickson
[۱۰] Brook
[۱۱] Briggs
[۱۲] Bell
[۱۳] Driver

دانش آموزان ۹ تا ۱۱ ساله اعتقاد داشتند، چنانچه دو لیوان آب ۳۰°C را با هم مخلوط کرد، دمای آن ۶۰°C خواهد شد؛ یا این که آنها اجسام را به سه دسته گرم، سرد و ولرم طبقه بندی می‌کردند بطوری که فلزات را ذاتا سرد و مواد پلاستیکی و چوبی را ذاتا گرم می‌دانستند(چوی[۱]، کیم[۲]، پیک[۳]، لی[۴] و چانج[۵]، ۲۰۰۱).

پژوهش‌های متعددی، در رابطه با کج فهمی‌های دانش آموزان در رابطه با مفاهیم گرما و دما و شیوه‌های رفع آنها انجام شده است (گونن و همکاران، ۲۰۱۰؛ پیک، چو[۶] و جو[۷]، ۲۰۰۷؛ جاسین[۸] و ابرم[۹]، ۲۰۰۲؛ هاریسون[۱۰]، گرایسون[۱۱] و تراگاست[۱۲]، ۱۹۹۹). از جمله تحقیقاتی که در ایران در این زمینه انجام شده است می‌توان به مطالعات احمدی (۱۳۹۱)، بر روی دانش آموزان دوره ی راهنمایی اشاره نمود. این مطالعه نشان داد که آنها هم نمی‌توانند به درستی مفاهیم گرما و دما را در موقعیت‌های یادگیری بکار گیرند(بدریان و همکاران، ۱۳۹۲). بررسی های انجام گرفته توسط ناصری آذر در دوره ابتدایی نشان می دهد که دانش آموزان این مقطع درک درستی از مفاهیم گرما و دما و تفاوت بین این دو واژه علمی ندارند(آذر، ۱۳۹۱).

یافته‌های تحقیقی از صدرالاشرافی (۱۳۹۰)، تصورات نادرست دانش آموزان در دوره متوسطه در بکارگیری مفاهیم گرما و دما در مباحث ترموشیمی و فیزیک ۱،۲و۳ را نشان داد(به نقل از بدریان و همکاران، ۱۳۹۲). پژوهش های بدریان (۱۳۸۸ و ۱۳۹۲)، تصورات و کج فهمی‌های گوناگون دانش آموزان را درباره‌ی مفهوم گرما و دما ثابت نمود(بدریان و همکاران، ۱۳۹۲).

لازم به ذکر است که این کج فهمی‌ها خاص دانش آموزان نبوده و تحقیقات گویای این مطلب است که دانشجویان نیز همچون دانش آموزان در هر سنی کج فهمی‌های گوناگونی درباره‌ی مفاهیم علمی دارند(مالفورد[۱۳] و رابینسون[۱۴]، ۲۰۰۲). بررسی یافته‌های پژوهش‌ها نشان می‌دهد که نسبت قابل توجه‌ای از معلمان و دانشجومعلمان نیز از این امر مستثنی نیستند، چنان چه، در پژوهشی محققین تایوانی عنوان نمودند، دانشجومعلمان علوم این کشور در زمان انجام این تحقیق برای تدریس دوره‌های مرتبط با شیمی آماده نیستند و درخواست تشکیل کلاس‌های آموزشی مستمر و گسترده-ای جهت تقویت بنیه‌ی علمی معلمان علوم، قبل از اجرای برنامه درسی جدید در آن کشور را داشتند(چوی[۱۵]، ۲۰۰۲). بدریان، در پژوهشی به بررسی تصورات و کج فهمی‌های دانشجومعلمان علوم تجربی دربارهٔ ماهیت تبخیر، سرعت تبخیر سطحی و فشار بخار پرداخت و نشان داد که دانشجومعلمان علوم تجربی کج فهمی‌های زیادی در زمینه تبخیر،

---

[۱] Choi
[۲] Kim
[۳] Paik
[۴] Lee
[۵] Chung
[۶] Cho
[۷] Go
[۸] Jasian
[۹] Oberem
[۱۰] Harrison
[۱۱] Graison
[۱۲] Treagust
[۱۳] Mulford
[۱۴] Robinson
[۱۵] Chou

سرعت تبخیر سطحی و فشار بخار دارند و نمی‌توانند در بسیاری از موارد شبیه سازی شده، آموخته‌های خود درباره‌ی مفاهیم پایه‌ای را به خوبی مورد استفاده قرار دهند(بدریان، ۱۳۹۵). نتایج پژوهش سعادتی در مطالعه و بررسی میزان درک دانشجومعلمان رشته آموزش شیمی درباره مفاهیم مربوط به الکتروشیمی و مقایسه نتایج آن با دانش آموزان دوره متوسطه نشان داد، که اگرچه در مقایسه با دانش آموزان میزان درک دانشجومعلمان در بسیاری از موارد بسیار بالا است اما، برخی دانشجومعلمان در درک مفاهیم مرتبط با الکتروشیمی دارای کج فهمی‌هایی مشابه با کج فهمی‌های دانش آموزان دوره متوسطه هستند(سعادتی، ۱۳۹۷). مشاهدات نگارنده پس از سال ها تجربه ی تدریس در دانشگاه فرهنگیان و کار با دانشجویان نشان می داد که درصد نسبتا قابل توجهی از دانشجومعلمان درک درستی از برخی مفاهیم از جمله گرما و دما ندارند. از اینرو، به نظر می رسید، شناسایی کج فهمی دانشجومعلمان از مفاهیم "گرما " و "دما" نسبت به دانش آموزان حائز اهمیت بیشتری است، زیرا، در آینده هنگامی که به عنوان معلم در کلاس درس مشغول آموزش دانش آموزان خواهند شد، کج فهمی‌های خود را به آنها نیز انتقال خواهند داد. بنابراین، با توجه به اهمیت موضوع، در این پژوهش، تعیین سطح درک و شناخت کج فهمی‌های احتمالی دانشجومعلمان علوم تربیتی(آموزش ابتدایی) درباره‌ی دو مفهوم « گرما» و « دما » مورد بررسی قرار گرفت. همچنین، آیتم دیگری که مورد توجه و مطالعه قرارگرفت، بررسی ارتباط بین کج فهمی با رشته‌ی تحصیلی دبیرستانی دانشجومعلمان بود. سپس، در بخش دیگری از این پژوهش به مقایسه‌ی میزان درک دانشجومعلمان با دانش آموزان درباره‌ی مفهوم گرما و دما پرداخته شد. این مطالعه به دنبال شناخت نقاط ضعف آموزش مفاهیم علمی و پیشنهاد روش‌ها و راهبردهایی جهت مقابله با کج فهمی‌های دانشجو معلمان و دانش آموزان در آینده می‌باشد.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از دسته تحقیقات توصیفی -کاربردی محسوب می شود زیرا، به بررسی و توصیف برداشت‌های ذهنی و عقاید دانشجومعلمان در مورد مفاهیم گرما و دما پرداخته است که این شناخت بیشتر، می‌تواند در فرآیند تصمیم گیری یاری رسان باشد(سرمد، بازرگان و حجازی، ۱۳۹۳). جامعه‌ی آماری این تحقیق ۷۴ نفر، از دانشجو معلمان علوم تربیتی پردیس دخترانه فاطمه الزهرا- اهواز در سال تحصیلی ۹۸-۹۷ بودند که به صورت تصادفی خوشه ای انتخاب شدند.

جهت بررسی و توصیف وضعیت دانشجویان از نظر درک و برداشت‌های اشتباه آنها از مفاهیم گرما، دما و تبادل گرمایی پرسش نامه‌ای مشتمل بر ۵ سوال تشخیصی چهار گزینه‌ای درباره‌ی گرما، دما، تعادل و تبادل گرمایی در اختیار آنها قرار گرفت. جهت تعیین روایی پرسش نامه، ابتدا متخصصینی از آموزش علوم، فیزیک و شیمی آن را بررسی و تایید نمودند. لازم به ذکر است که، مشابه این پرسش نامه را بدریان و همکارانشان قبلا استفاده نموده و روایی و پایایی آن تایید شده است و اعتبار پایایی این پرسش نامه را با استفاده از فرمول آلفای کرونباخ ۰/۸۷ گزارش نموده‌اند.

همه‌ی دانشجویان شرکت کننده در آزمون قبلا واحدهای مبانی آموزش علوم و آموزش علوم را گذرانده بودند. آزمون بدون اطلاع قبلی، به مدت ۲۰ دقیقه برگزار شد. و به دانشجویان اطمینان داده شد که نتایج آزمون تاثیری بر نمرات درسی آنها ندارد و جهت انجام یک کار پژوهشی آزمون برگزار شده است.

پاسخ ها پس از گردآوری ابتدا، بصورت کمی مورد بررسی قرار گرفت. تعداد و درصد جواب ها به تفکیک مدرک دیپلم دانشجویان و همچنین، درک کامل، کج فهمی، عدم درک و بدون پاسخ تعیین شد. سپس یافته های حاصل، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

درمجموعه ۷۴ نفری دانشجویانی که در این آزمون شرکت کردند، ۳۵ نفر دارای مدرک دیپلم علوم تجربی، ۳۲ نفر دیپلم علوم انسانی و ۷ نفر دارنده مدرک دیپلم علوم ریاضی و فیزیک بودند.

سوالات و گویه های پرسش نامه در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. سوالات و گویه های پرسش نامه

یک میخ بزرگ و یک میخ کوچک را که دارای جرم و اندازهٔ متفاوت اما دمای یکسان هستند در داخل یک اتاق گرم قرار داده و منتظر می مانیم:	
سؤال ۱. کدا میک از میخ ها بیشتر گرم می شود؟ الف. میخ کوچکتر بیشتر گرم می شود. ب. میخ بزرگتر بیشتر گرم می شود. پ. هر دو میخ دمای یکسانی دارند. ت. دمای آ نها غیرقابل مقایسه است. زیرا	سؤال ۲. مقدار گرمای کدا میک از میخ ها بیشتر است؟ الف. میخ کوچکتر گرمای بیشتری از میخ بزر گتر دارد. ب. میخ بزرگتر گرمای بیشتر از میخ کوچکتر دارد. پ. هر دو میخ به یک اندازه گرما دارند. ت. مقدار گرمای آ نها قابل مقایسه نیست. زیرا .....
یک قطعه چوب و یک قطعه آهن را که دارای جرم و دمای یکسانی هستند، در یک اتاق گرم قرار می دهیم و منتظر می مانیم:	
سؤال ۳. کدام جسم داغ تر می شود؟ الف. قطعهٔ چوبی داغ تر می شود. ب. قطعهٔ آهنی داغ تر می شود. پ. هر دو قطعهٔ چوب و آهن دمای یکسانی دارند. ت. دمای آ نها قابل مقایسه نیست. زیرا	سؤال ۴. مقدار گرمای کدام بیشتر است؟ الف. قطعهٔ چوبی گرمای بیشتری از قطعه آهنی دارد. ب. قطعهٔ آهنی گرمای بیشتری از قطعهٔ چوبی دارد. پ. هر دو قطعه به یک اندازه گرما دارند. ت. مقدار گرمای آ نها قابل مقایسه نیست. زیرا .....
یک لیوان آب سرد و یک لیوان آب گرم را در داخل یک جعبهٔ دربسته قرار می دهیم:	
سؤال ۵. دربارهٔ انتقال گرما بین این دو لیوان چه نظری دارید؟ الف. لیوان گرم گرما می گیرد. ب. لیوان سرد گرما می گیرد. پ. هر دو لیوان گرما می گیرند. ت. بین آ نها انتقال گرما صورت نمی گیرد. زیرا	

یافته های پژوهش

نتایج بدست آمده از اجرای آزمون تشخیصی و میزان درصد پاسخ‌های دانشجویان، برای هر سوال به صورت جداگانه در جدول های ۲-۶، تنظیم شدند. در هر جدول، درصد فراوانی پاسخ‌ها بر اساس نوع دیپلم، در چهار سطح درک کامل، کج فهمی، عدم درک و بدون پاسخ آمده است.

جدول ۲. فراوانی و درصد پاسخ های دانشجو معلمان به سوال اول

	دیپلم علوم تجربی		دیپلم علوم انسانی		دیپلم ریاضی و فیزیک	
سوال ۱	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
درک کامل	۱۳	۳۷/۱۴	۱۰	۳۱/۲۵	۳	۴۲/۸۶
کج فهمی	۲۲	۶۲/۸۶	۱۷	۵۳/۱۲	۴	۵۷/۱۴
عدم درک	۰	۰	۳	۹/۳۷	۰	۰
بدون پاسخ	۰	۰	۲	۶/۲۵	۰	۰

از آنجایی که بین دمای جسم، اندازه و جرم آن رابطه‌ای وجود ندارد، پس، پاسخ درست سوال اول، برابر بودن دمای دو میخ است. بررسی پاسخ دانشجو معلمان به این سوال نشان داد، ۴۲/۸۶ درصد دارندگان دیپلم ریاضی و فیزیک درک کاملی از این مفهوم دارند و ۵۷/۱۴ درصد از آنها کج فهمی دارند؛ همچنین، در دو گروه دیپلم های علوم تجربی و علوم انسانی به ترتیب، ۳۷/۱۴ و ۳۱/۲۵ درصد درک کامل ، ۶۲/۸۶ و ۵۳/۱۲ درصد کج فهمی را نشان داد؛ ۹/۳۷ درصد دیپلم های انسانی، درکی از این مفهوم ندارند و ۶/۲۵ درصد به این سوال جواب نداده اند؛ بر خلاف دو دسته دیگر که این شاخص‌ها در آنها صفر درصد مشاهده شد.

جدول۳. فراوانی و درصد پاسخ های دانشجو معلمان به سوال دوم

	دیپلم علوم تجربی		دیپلم علوم انسانی		دیپلم ریاضی و فیزیک	
سوال ۲	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
درک کامل	۱۶	۴۵/۷۱	۷	۲۱/۸۷	۳	۴۲/۸۶
کج فهمی	۱۶	۴۵/۷۱	۲۰	۶۲/۵۰	۴	۵۷/۱۴
عدم درک	۲	۵/۷۱	۴	۱۲/۵۰	۰	۰
بدون پاسخ	۱	۲/۸۶	۱	۳/۱۲	۰	۰

جواب صحیح سوال دوم، بیشتر بودن گرمای میخ بزرگتر نسبت به میخ کوچکتر است، زیرا، برخلاف دما میزان گرمای یک جسم با جرم آن رابطه مستقیم دارد. توجه به جدول ۳ نشان می دهد که ۴۲/۸۶ درصد، از دانشجو معلمانی که دیپلم ریاضی دارند و ۲۱/۸۷ درصد، از دارندگان دیپلم علوم انسانی درک کاملی از این مفهوم دارند؛ در مقابل، ۴۵/۷۱ درصد، از افرادی که در رشته علوم تجربی تحصیل نموده اند درک کامل را نشان دادند. آمار کج فهمی مشاهده شده در این مفهوم ۶۲/۵۰ درصد، مربوط به دیپلمه های علوم انسانی؛ ۴۵/۷۱ درصد، علوم تجربی و ۵۷/۱۴ درصد، علوم ریاضی و فیزیک بود. در بین این دانشجویان ۲ نفر با دیپلم علوم تجربی و ۴ نفر با دیپلم علوم انسانی از این مفهوم درکی نداشته و ۱نفر از هرکدام از این رشته‌ها سوال را بدون پاسخ گذاشته بودند.

جدول ۴. فراوانی و درصد پاسخ های دانشجو معلمان به سوال سوم

	دیپلم علوم تجربی		دیپلم علوم انسانی		دیپلم ریاضی و فیزیک	
سوال ۳	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
درک کامل	۵	۱۴/۲۹	۱	۳/۱۳	۰	۰
کج فهمی	۳۰	۸۵/۷۱	۳۰	۹۳/۷۶	۶	۸۵/۷۱
عدم درک	۰	۰	۰	۰	۱	۱۴/۲۸
بدون پاسخ	۰	۰	۱	۳/۱۳	۰	۰

با توجه به این که، دمای یک جسم به جنس و نوع ماده بستگی ندارد؛ پس پاسخ صحیح سوال سوم، دمای یکسان دو قطعه‌ی چوب و آهن است. بررسی پاسخ دانشجویان به این سوال نشان داد ۹۳/۷۶درصد، از دیپلمه های علوم انسانی و ۸۵/۷۱ درصد، از افرادی که در دو رشته علوم ریاضی و تجربی تحصیل کرده اند، در این مفهوم با کج فهمی مواجهند و فقط ۵ نفر از تجربی و ۱ نفر از انسانی گزینه‌ای را که درک کامل را نشان می دهد انتخاب نموده اند؛ همچنین، پاسخ ۱ نفر از دیپلمه های ریاضی فیزیک عدم درک او را از این واقعیت نشان می‌داد.

جدول ۵. فراوانی و درصد پاسخ های دانشجو معلمان به سوال چهارم

	دیپلم علوم تجربی		دیپلم علوم انسانی		دیپلم ریاضی و فیزیک	
سوال ۴	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
درک کامل	۳	۸/۵۷	۱	۳/۱۲	۰	۰
کج فهمی	۲۲	۶۲/۸۶	۲۸	۸۷/۵۰	۴	۵۷/۱۴
عدم درک	۶	۱۷/۱۴	۲	۶/۲۵	۳	۴۲/۸۶
بدون پاسخ	۴	۱۱/۴۳	۱	۳/۱۲	۰	۰

جواب درست سوال چهارم، بیشتر بودن گرمای قطعه‌ی چوبی از قطعه‌ی آهنی به دلیل عایق بودن و نگه داشت گرما در خود بود؛ دارندگان دیپلم تجربی با ۸/۵۷ درصد و ۳/۱۲ درصد از دیپلمه‌های انسانی، درک کاملی از این مفهوم را نشان دادند. در مقابل ۸۷/۵۰ درصد، با دیپلم علوم انسانی؛ ۶۲/۸۶ درصد، با مدرک دیپلم تجربی و ۵۷/۱۴ درصد، با مدرک دیپلم ریاضی فیزیک برداشتی نادرست داشتند. گزینه ای که بر عدم درک این مفهوم دلالت داشت توسط ۶ نفر از علوم تجربی و ۲ نفر از علوم انسانی به عنوان جواب صحیح انتخاب شده بود. آمار صفر درصد، درک کامل و بدون پاسخ نتیجه‌ی بررسی پاسخ های دانشجو معلمانی بود که مقطع دبیرستان رشته‌ی ریاضی فیزیک تحصیل کرده بودند.

جدول ۶. فراوانی و درصد پاسخ های دانشجو معلمان به سوال پنجم

	دیپلم علوم تجربی		دیپلم علوم انسانی		دیپلم ریاضی و فیزیک	
سوال ۵	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
درک کامل	۲۸	۸۰/۰۰	۱۳	۴۰/۶۲	۵	۷۱/۴۳
کج فهمی	۴	۱۲/۵۰	۱۶	۵۰/۰۰	۲	۲۸/۵۷
عدم درک	۳	۸/۵۷	۳	۹/۳۷	۰	۰
بدون پاسخ	۰	۰	۰	۰	۰	۰

چون همواره گرما از جسم گرم به سرد منتقل می‌شود؛ پس، جواب درست سوال پنجم، انتقال گرما از لیوان گرم به لیوان سرد می‌باشد. همان طور که جدول ۶ نشان می دهد، ۸۰/۰۰ درصد، از دانشجومعلمان با دیپلم تجربی؛ ۷۱/۴۳ درصد، از دیپلمه های ریاضی و ۴۰/۶۲ درصد، با دیپلم انسانی درک کامل دارند؛ ۱۲/۵۰، ۵۰/۰۰ و ۲۸/۵۷ درصد، فراوانی کج فهمی را به ترتیب در دارندگان مدارک دیپلم علوم تجربی، انسانی و ریاضی فیزیک مشاهده می‌شود. همه‌ی دانشجویان به این پرسش پاسخ داده بودند و پاسخ های ۳ نفر، از علوم تجربی و ۳ نفر، از علوم انسانی بیانگر، عدم درک مفهوم فوق الذکر بود.

بحث و نتیجه گیری

در پرسش نامه‌ای که در این تحقیق بکار برده شد، هر کدام از سوالات بر مفهومی از گرما، دما و تبادل گرمایی دلالت داشته و سعی در شناخت برداشت و درک دانشجومعلمان از آن واقعیت بود. به طوری که، در پرسش اول، هدف شناسایی درک مفهومی رابطه بین جرم ماده و دمای جسم بود. بررسی پاسخ های ارائه شده از سوی دانشجویان به این سوال نشان داد که صرف نظر از نوع دیپلم دانشجویان به طور متوسط ۳۵/۱۴ درصد، درک کاملی از آن داشته‌اند و دمای یک جسم را مستقل از اندازه و جرم آن می دانستند؛ بالای ۵۸/۱۱ درصد، از آنها در این مفهوم با کج فهمی مواجه‌اند و معتقدند، بین دمای جسم و جرم آن رابطه‌ای مستقیم وجود دارد؛ ۴/۰۵ درصد، عدم درک مشاهده شد و دمای دو میخ را قابل مقایسه نمی دانستند؛ ۲/۷۰ درصد، از کل دانشجویان سوال را بدون پاسخ گذاشته بودند. این نتایج، با یافته های لوئیس و لین (۱۹۹۴) و بدریان و همکارانش(۱۳۹۵) مطابقت دارد.

سوال دوم، به بررسی درک رابطه‌ی بین جرم ماده و گرمای جسم پرداخته بود؛ بطور میانگین ۳۵/۱۴ درصد، از کل دانشجویان درک کاملی از این رابطه داشتند و می‌دانستند هرچه جرم ماده بیشتر باشد، انرژی گرمایی بیشتری را در خود ذخیره دارد. ۵۴/۰۵ درصد، برداشت اشتباهی از مفاهیم گرما و دما داشتند و بعضا آنها را مترادف هم در نظر می گرفتند و در توضیحی بر پاسخ‌شان برابری دمای دو میخ را دلیل آورده بودند. ۸/۱۱ درصد، هم با غیر قابل مقایسه بودن گرمای دو میخ عدم درک خود را نشان دادند. این نتیجه، مشابه نتایج گزارش شده از بدریان و همکارانش (۱۳۹۵) و اریکسون در سال ۱۹۷۹بود. هچنین، تابر[1] (۱۹۹۵) نیز، در یافته‌های مطالعاتی خود صراحتا اعلام می‌دارد علیرغم، آشنایی دانش آموزان با واژه های گرما و دما اما، تفاوتی بین آنها قائل نبوده و بعضا آنها را بجای هم بکار می برند.

پرسش سوم، به عدم وجود ارتباط بین جنس ماده و دمای ماده اشاره دارد؛ این موضوع، در مقایسه با دیگر موضوعاتی که در سایر سوالات مطرح شده بود بیشترین، کج فهمی را نشان داد بطوری که ۸۹/۱۰ درصد، کل دانشجویان را شامل می‌شد، این دسته از دانشجویان اعتقاد داشتند، نوع جنس ماده در میزان دمای آن می تواند موثر باشد و بعضا در توجیه پاسخ خود رسانایی فلزات را دلیلی بر انتقال سریع تر گرما و در نتیجه داغ تر شدن قطعه ی آهنی ذکر کرده بودند. فقط پاسخ ۶ نفر، از دانشجویان نشان می‌داد که آنها درک کاملی از این موضوع دارند.

[1] Taber

گرایسون و همکارانش(۱۹۹۵) و کسیدو[۱] و دوییت[۲](۱۹۹۳) در مطالعات خود وجود این کج فهمی را تایید کرده بودند.

در سوال چهارم، درک وابستگی میزان گرمای ماده به جنس ماده؛ مورد پرسش قرار گرفته بود که ۵/۴۰ درصد، از کل دانشجویان این مفهوم را به درستی درک نموده بودند که قطعه‌ی چوبی، با توجه به نارسانا بودن نسبت به قطعه‌ی آهنی رسانایی گرمایی بیشتری دارد؛ در مقابل، ۷۲/۹۰ درصد، بر این نظر بودند که قطعه ی آهنی گرمای بیشتری دارد و در این موضوع دچار کج فهمی بودند. در مطالعات چوی و همکارانش (۲۰۰۱) و گرایسون و همکارانش(۱۹۹۵) نیز مشابه این نتیجه مشاهده می‌شود، در مطالعات آنها، تقسیم بندی مواد به دسته‌های ذاتا گرم و سرد که به ترتیب به مواد چوبی و فلزی اطلاق می شود؛ از سوی شرکت کنندگان در پژوهش، گزارش شده است.

در سوال پنجم از پرسش نامه، تبادل گرما بین دو جسم مورد پرسش بود. در بررسی پاسخ‌های دانشجویان به این سوال، در مقایسه با دیگر سوالات با متوسط ۶۲/۱۰ درصد، بیشترین درک کامل مشاهده شد که نشان از درک تبادل گرمایی از سوی آنها بود چرا که، به درستی انتقال گرما از لیوان گرم به سرد را به عنوان گزینه صحیح انتخاب نموده بودند. ولیکن، علیرغم این واقعیت، خصوصا در میان دانشجویانی که مدرک دیپلم آنها انسانی بود کج فهمی و تصور نادرست انتقال گرما، از لیوان آب سرد به گرم دیده شد. لازم به ذکر است که پرسش پنجم، تنها پرسشی در این مجموعه بود که همه دانشجو معلمان آن را پاسخ داده بودند. این کج فهمی در دیگر مطالعاتی که درباره کج فهمی از سوی چوی و همکارانش (۲۰۰۱)، گرایسون و همکارانش(۱۹۹۵) و بدریان و همکارانش(۱۳۹۵) گزارش شد. برخی از دانش آموزان شرکت کننده، در مطالعات کسیدو و همکارانش (۱۹۹۳) معتقد به تقسیم بندی اجسام به دو دسته سرد و گرم بودند و اجسام سرد را فاقد توانایی گرم کردن اجسام گرم، تصور می‌کردند.

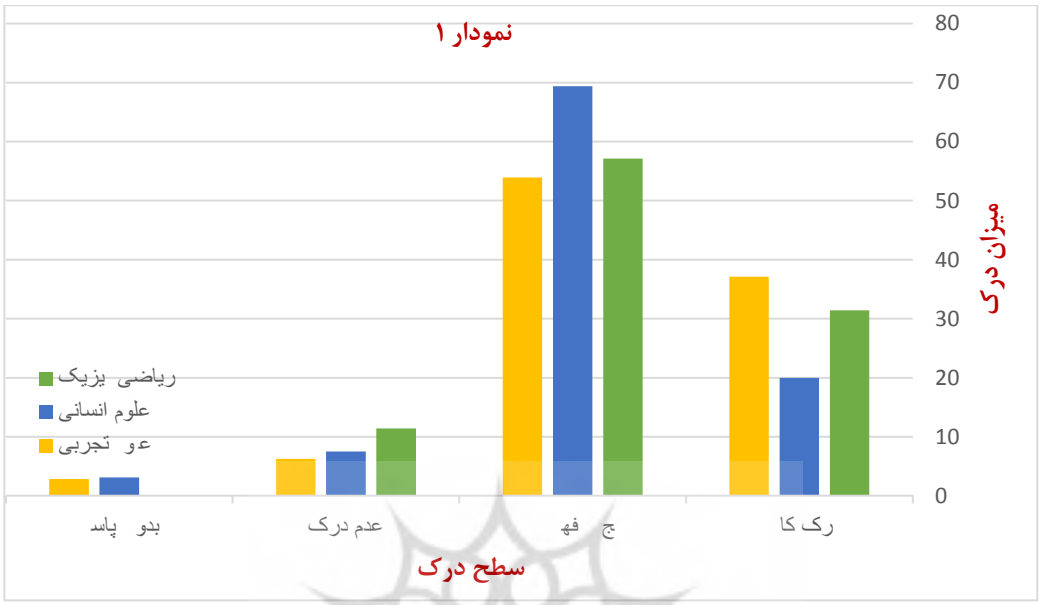
در مجموع، بررسی یافته ها در این پژوهش نشان داد که در بین دانشجو معلمان با رشته‌های تحصیلی دبیرستانی متفاوت کج فهمی و تصورات اشتباه درباره برخی از مفاهیم گرما، دما و تبادل گرمایی با درصد بالایی وجود دارد؛ چنانچه، در جدول ۷ نتایج پاسخ دهی به کل سوالات پرسش نامه به صورت مجموع درصد کل، در چهار سطح درک کامل، کج فهمی، عدم درک و بدون پاسخ آمده است، همچنین، در نمودار ۱ سطح درک دانشجومعلمان با توجه به نوع مدارک دیپلم آنها نشان داده شده است.

جدول۷. مجموع درصد کل پاسخ های دانشجو معلمان به کل سوالات پرسشنامه

مدرک دیپلم/ برداشت از مجموع سوالات	علوم تجربی	علوم انسانی	ریاضی و فیزیک
درک کامل	۳۷/۱۴	۲۰/۰۰	۳۱/۴۳
کج فهمی	۵۳/۹۳	۶۹/۳۸	۵۷/۱۴
عدم درک	۶/۲۶	۷/۵۰	۱۱/۴۳
بدون پاسخ	۲/۸۵	۳/۱۲	۰۰/۰۰

[۱] Kesidou
[۲] Duit

توجه به جدول ۷، کج فهمی بالای ۵۰ درصد، در بین همه ی دانشجویان را نشان می‌دهد. از اینرو، می‌توان نتیجه گرفت: علیرغم، درک مفهومی گرما و دما از سوی برخی دانشجو معلمان، آموزش مفاهیم مرتبط با گرما و دما نیازمند توجه و دقت عمل بیشتری است. لذا، می‌طلبد در آموزش‌های دانشجو معلمان این مفاهیم مورد توجه قرار گیرند.



نمودار ۱. مقایسه سطح درک دانشجومعلمان براساس مدرک دیپلم

بر اساس نمودار ۱، دانشجومعلمان با دیپلم تجربی، بالاترین درک کامل را نشان دادند و بیشترین کج فهمی، در دیپلمه‌های علوم انسانی مشاهده شد؛ که این امر، می‌تواند ناشی از محدود بودن آموزش این مفاهیم به مقاطع ابتدایی و متوسطه اول باشد که سبب شده آنها پس از طی این مقاطع تحصیلی دیگر تحت آموزش رسمی در این رابطه قرار نگیرند.

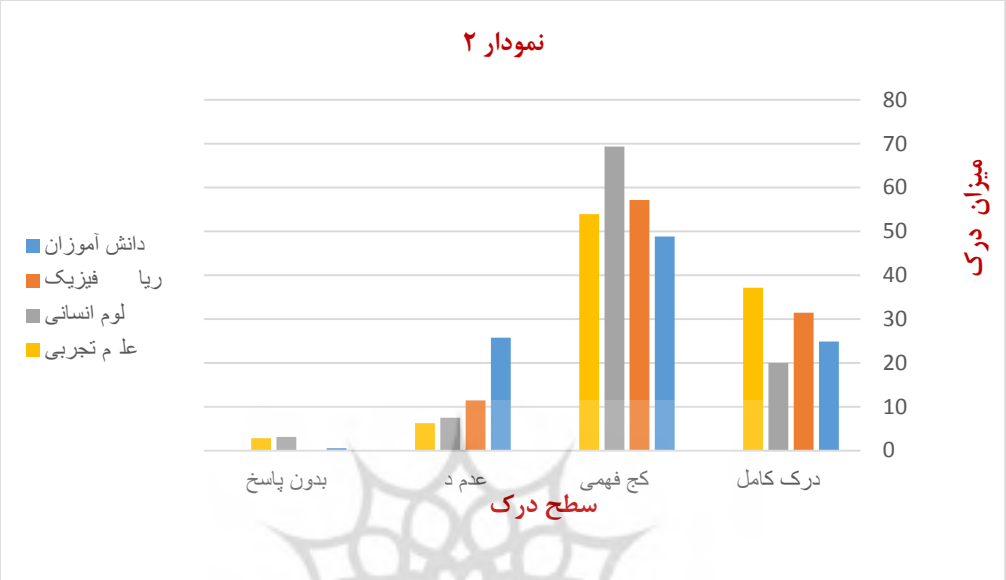
البته، تعداد کم دانشجو معلمان شرکت کننده در آزمون با مدرک دیپلم ریاضی فیزیک که در رشته علوم تربیتی مشغول به تحصیل بودند، می‌تواند در نتیجه‌ی این مقایسه موثر باشد و دلیل بالاترین، عدم درک مشاهده شده در این نمودار باشد.

در بخش دیگری از این مطالعه، یافته‌های گروه بدریان(۱۳۹۵) که با هدف بررسی کج فهمی‌های دانش آموزان پایه‌ی پنجم ابتدایی درباره‌ی مفهوم گرما و دما انجام شده بود با نتایج پژوهش حاضر، مقایسه و مورد بررسی قرار گرفت. جهت تخلیص و تسهیل مطالعه ی خوانندگان جدول ۸ و نمودار ۲ تنظیم شده اند.

جدول ۸. مقایسه ی کج فهمی دانشجومعلمان و دانش آموزان درباره ی مفهوم گرما و دما

مدرک دیپلم/ سطح درک	علوم تجربی	علوم انسانی	ریاضی و فیزیک	دانش آموزان
درک کامل	۳۷/۱۴	۲۰/۰۰	۳۱/۴۳	۲۴/۸۵
کج فهمی	۵۳/۹۳	۶۹/۳۸	۵۷/۱۴	۴۸/۸۲
عدم درک	۶/۲۶	۷/۵۰	۱۱/۴۳	۲۵/۷۴
بدون پاسخ	۲/۸۵	۳/۱۲	۰۰/۰۰	۰/۵۹

بر اساس جدول ۸ از نظر سطح درک مفاهیم گرما و دما دانشجو معلمان نسبت به دانش آموزان وضعیت بهتری دارند؛ اما، با توجه به نقش خطیری که در آموزش و انتقال مفاهیم به جمع کثیری از دانش آموزان در طول دوره خدمتی خود دارند کج فهمی یا عدم درک آنها از این واقعیت‌ها می‌تواند، سبب انتقال آنها به فراگیران خود و دادن آموزش‌های غلط و نادرست به آنها شود.



نمودار ۲. مقایسه سطح درک دانشجومعلمان براساس مدرک دیپلم و دانش آموزان

از نمودار ۲ می‌توان دریافت که دانشجویان با دیپلم‌های ریاضی و تجربی نسبت به دانش آموزان، درک کامل بیشتری دارند که این طبیعتا، از آموزش بیشتر و سطح شناختی بالا تر آنها ناشی می‌شود. اما، دانشجومعلمان با رشته‌ی دبیرستانی علوم انسانی نسبت به دانش آموزان، درک کامل پایین‌تر و کج فهمی بیشتری را نشان دادند؛ این امر احتمالا، از فراموشی برخی آموخته ها در این زمینه پیش آمده است. نگارنده معتقد است، عدم درک تقریبا بالای دانش آموزان نسبت به دانشجویان به سطح شناختی کمتر آنها برمی‌گردد.

در یک جمع بندی کلی، از یافته های این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که علیرغم، وجود آموزش‌هایی درباره گرما، دما و تبادل گرمایی در کتب علوم تجربی ابتدایی اما، کج فهمی و برداشت‌های اشتباهی از این مفاهیم، در بین دانشجومعلمان علوم تربیتی با درصد قابل توجهی مشاهده شد که لازم است این موارد و موارد مشابه دیگر شناسایی شوند و در جهت رفع آنها اقدام نمود. نکته قابل تامل دیگر،آگاهی یافتن از عوامل ایجاد کننده ی این کج فهمی‌هاست که می‌توان به مواردی اشاره نمود همچون، پیش دانسته‌ها و تجارب قبلی دانشجومعلمان در سال‌های گذشته، سازمان دهی نامناسب و عدم استفاده از آنالوگ‌ها و شبیه‌سازی‌های مناسب در آموزش‌های مدرسه‌ای آنها، رعایت نکردن تناسب محتواهای علمی ارائه شده با رشد شناختی فراگیران و همچنین تحت آموزش قرار گرفتن به وسیله معلمانی که خود نیز شناخت درستی از این مفاهیم نداشتند.

براساس یافته‌های این پژوهش، پیشنهاد می شود: شناسایی مفاهیم چالشی، کج فهمی‌های رایج و موضوعاتی که مستعد برداشت‌های اشتباه و ایجاد عقاید نادرست در افراد هستند، در دستور کار برنامه ریزان و تدوین کنندگان سرفصل ها و واحدهای درسی دانشگاه فرهنگیان و همچنین مولفان کتب درسی قرار گیرد تا ضمن تعریف آموزش هایی خاص

در این رابطه از یک سو، بتوان به رفع این کج فهمی‌ها کمک نمود و از دیگر سو، با برجسته نمودن آنها اقدام به معرفی و آموزش روش‌های تدریس و ارزشیابی جهت جلوگیری از شکل گیری آنها در دانش آموزان به دانشجومعلمان داشت. همچنین، شایسته است، مولفان کتاب‌های علوم تجربی دوره‌های عمومی به آموزش و چگونگی آموزش مفاهیم گرما، دما، تبادل و تعادل گرمایی در راستای ارتقای فرآیند یاددهی ـ یادگیری عنایت بیشتری نشان دهند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

۱. آذر ناصری، اکبر. (۱۳۹۱). *بررسی شبکهٔ مفهومی کتا بهای درسی علوم تجربی دورهٔ ابتدایی براساس مشکلات یاددهی و یادگیر ی (گزارش طرح پژوهشی)*. تهران، وزارت آموز ش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی.

۲. *فیزیک (۱) پایه دهم*. (۱۳۹۸) . تهران. شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران

۳. *شیمی (۱) پایه دهم*. (۱۳۹۸) . تهران. شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران.

۴. بدریان، عابد. (پاییز۱۳۹۵). بررسی کج فهمی های دانشجومعلمان رشته ی علوم تجربی درباره ی ماهیت تبخیر، سرعت تبخیر سطحی و فشار بخار. *فصلنامه نوآوری‌های آموزشی*، ۵۹، ۱۲۵-۱۴۶ .

۵. بدریان، عابد، شکرباغانی، اشرف السادات، پوراسکندری، رامین. (۱۳۹۲). بررسی کجفهمی‌های دانش آموزان پایهٔ پنجم ابتدایی دربارهٔ مفهوم گرما و دما. *فصلنامه نوآوری‌های آموزشی*، ۴۸، ۹۳-۱۱۰ .

۶. سرمد، زهره، بازرگان، عباس، حجازی، الهه. (۱۳۹۳). *روش‌های تحقیق در علوم رفتاری*. تهران. انتشارات آگاه.

۷. سعادتی، مسعود. (۱۳۹۷). 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*، (۱۰)۴، ۷۱-۸۵.

۸. *علوم تجربی چهارم دبستان*. (۱۳۹۸). تهران. شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران.

۹. Åberg-Bengtsson, L., Karlsson, K. G. & Ottosson, T. (۲۰۱۷). *Can There be a Full Moon at Daytime?" Young*

۱۰. Students Making Sense of Illustrations of the Lunar Phases. Science Education, ۱۰۱, ٦۰٦-٦۳۸.

۱۱. Maskiewicz, A.C. & Lineback, JE. (۲۰۱۳). Misconceptions are "so yesterday!". *CBE Life Sci Educ*, ۱۲(۳), ۳٥۲-۳٥٦.

۱۲. Adadan, E. & Oner, D. (۲۰۱٤). Exploring the Progression in Preservice Chemistry Teachers' Pedagogical Content Knowledge Representations. The Case of "Behavior of Gases" *Research in Science Education*, ٦(٤٤), ۸۲۹-۸٥۸.

۹۳. Allen, M. (۲۰۱۰). *Misconceptions in primary science*. England, Maidenhead: McGraw-Hill/Open University Press.

۱٤. Alwan, A.A. (۲۰۱۱). Misconception of heat and temperature among physics students. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, ۱۲, ٦۰۰_٦۱٤.

۱٥. Bar, V, Brosh, Y. & Sneider, C. (۲۰۱٦). Weight, mass, and gravity: threshold concepts in learning science. *Science Educator*, ۱(۲٥), ۲۲-۳٤.

۱٦. Bayraktar, Ş & Kuvvet, Z. (۲۰۱۷). Preschool Children's Ideas about Living Things. *Paper presented at the ۲nd International Baltic Symposium on Science and Technology Education:BalticSTE ۲۰۱۷, Siauliai, Lithuania.*

۱۷. Brook, A, Briggs, H, Bell, B & Driver, R. (۱۹۸٤). *Aspects of secondary students' understanding of heat: Full report, children's learning in science project*: England, Leeds:University of Leeds, Centre for Studies in Science and Mathematics Education.

۱۸. Brulé, L, Labrell, F, Megalakaki, O, Fouquet, N. & Caillies, S. (۲۰۱٤). Children's justifications of plants as living things between ٥ and ۷ years of age. *European Journal of Developmental Psychology*, ۱۱(٥), ٥۳۲-٥٤٥.

۱۹. Cakir- Olgun, O.S. (۲۰۰۸). Examining the fifth graders' understanding of heat and temperature concepts via concept mapping. *Hacettepe University Journal of Education*, ۳٤, ٥٤-٦۲.

۲۰. Choi, H, Kim, E, Paik, S, Lee, K & Chung, W. (۲۰۰۱). Investigating elementary students'understanding levels and alternative conceptions of heat and temperature. *Elementary Science Education*, ۲۰, ۱۲۳–۱۳۸.

۲۱. Chou, C. Y. (۲۰۰۲). Science teachers' understanding of concepts in chemistry. Proc. Natl. *Sci. Counc. ROC(D)*, ۱۷(۷), ٤۱-٤۸.

۲۲. Erickson, G. L. (۱۹۸٥). *Heat and temperature. Part A. In R. Driver Children's Ideas in Science (E. Guesne & A. Tiberghien Eds.)*. Philadelphia, PA: Open University Press.٥٥-٦٦.

۲۳. Erickson, G.L. (۱۹۷۹). Children's conceptions of heat and temperature. *Science Education*, ٦۳, ۲۲۱-۲۳۰.

۲٤. Gonen, S & Kocakaya, S. (۲. ۱۰). A Cross-Age Study on the Understanding of Heat and Temperatures. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, ۲(۱), ۱-۱٥.

۲٥. Grayson, D.J, Harrison, A.G & Treagust, D.F. (۱۹۹٥). A multidimentional study of changes that occurred during a short course on heat and temperature . In A. Hendricks (Ed), *Proceedings of Southern African Association for Research in Mathematics and Science Education ۳rd Annual Meeting*, Cape Town, South Africa, ۱, ۲۷۳-۲۸۳.

۲٦. Harrison, A. G, Graison, D. J & Treagust, D. F. (۱۹۹۹). Investigating a grade ۱۱ student's evolving conceptions of heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, ۳٦(۲), ٥٥-۸۷. http://newyorkscienceteacher.com/sci/pages/miscon/index.php.).

۲۷. Jasian, P. G & Oberem, G. E. (۲۰۰۲). Understanding of elementary concepts in heat and temperature among college students and K-۱۲ teachers. *Journal of Chemical Education*, ۷۹(۷), ۸۸۹-۸۹٥.

۲۸. Karabulut, A & Bayraktar, Ş. (۲۰۱۸). Effects of Problem Based Learning Approach on ٥th Grade Students' Misconceptions about Heat and Temperature. *Journal of Education and Practice*, ۹(۳۳), ۱۹۷-۲۰٦.

۲۹. Kesidou, S & Duit, R. (۱۹۹۳). Students'conceptions of the second law of thermodynamics - An interpretive study. *Journal of Research in Science Teaching*, ۳۰, ۸٥-۱۰٦.

۳۰. Kirikkaya, E. B. & Gullu, D. (۲۰۰۸). Fifth Grade Students' Misconceptions about Heat - Temperature and Evaporation – Boiling. *Elementary Education Online*, ۷(۱), ۱٥-۲۷.

۳۱. Fisher, K.M., Williams, K.S & Lineback, J.E. (۲۰۱۱). Osmosis and diffusion conceptual assessment. *CBE Life Sci Educ*, ۱۰(٤), ٤۱۸-٤۲۹.

۳۲. Lewis, E. L & Linn, M. C. (۱۹۹٤). Heat energy and temperature concepts of adolescents, adults, and experts: Implications for curricular improvements. *Journal of Research in Science Teaching*, (۳۱), ٦٥۷–٦۷۷.

۳۳. Lewis, E. L, & Linn, M. C. (۱۹۹٤b). Heat energy and temperature concepts of adolescents, adults, and experts: Implications for curricular improvements. *Journal of Research in Science Teaching*, ٤۰(S۱), S۱٥٥-S۱۷٥.

۳٤. Mulford, D. R, & Robinson, W. R. (۲۰۰۲). An inventory for alternate conceptions among first semester general chemistry students. *Journal of Chemical Education*, ۷۹, ۷۳۹-۷٤٤.

۳٥. Nielsen, W & Hoban, G. (۲۰۱٥). Designing a digital teaching resource to explain phases of the moon: A case study of preservice elementary teachers making a slowmation. Journal of Research in Science Teaching, ۹(٥۲), ۱۲۰۷-۱۲۳۳.

۳٦. Paik, S. H, Cho, B. K & Go, Y. M. (۲۰۰۷). Korean ٤- to ۱۱-year-old student conceptions of heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, ٤٤(۲), ۲۸٤–۳۰۲.

۳۷. Savinainen, A, Mäkynen, A, Nieminen, P & Viiri, J. (۲۰۱۷). The Effect of Using a Visual Representation Tool in a Teaching-Learning Sequence for Teaching Newton's Third Law. *Research in Science Education*, ٤۷ (۱), ۱۱۹-۱۳٥.

۳۸. Andrews, T. M., Leonard, M. J., Colgrove, C.A. & Kalinowski S.T. (۲۰۱۱). Active learning not associated with student learning in a random sample of college biology courses. *CBE Life Sci Educ*, ۱۰(٤), ۳۹٤-٤۰٥.

۳۹. Yeo, S & Zadnik, M. (۲۰۰۱). Introductory thermal concept evaluation: assessing students'understanding. *Physics Teacher*, ۳۹ (۸), ٤۹٦-٥۰٤.