تصورات و کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان درباره مفهوم گرما و دما

پریوا صفری
دبیر فیزیک آموزش‌وپرورش منطقه ۱۲ شهر تهران

اشاره

گرما و دما در زمره کلیدی‌ترین مفاهیم علمی هستند که هم در برنامه درسی مدارس و هم در زندگی روزانه اهمیت فراوانی دارند. آموزش این مفاهیم از پایه اول ابتدایی آغاز می‌شود و در پایه‌های بالاتر با مباحث پیشرفته‌تری نظیر ترمودینامیک ادامه می‌یابد. بررسی‌ها نشان داده است که دانش‌آموزان کج‌فهمی‌های گوناگونی در زمینه گرما، دما و مفاهیم مرتبط نظیر تعادل گرمایی و ارتباط مستقیم جرم به گرما و عدم وابستگی دما به جرم دارند. در این مقاله تلاش شده است تا کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در رابطه با گرما و دما مورد بررسی قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: کج‌فهمی دانش‌آموزان، گرما، دما.

مقدمه و بیان مسئله

بسیاری از تصورات ذهنی دانش‌آموزان، نتیجهٔ تجربه‌های روزانه، مشاهدهٔ پدیده‌های علمی و کاربرد علم و فناوری در زندگی انسان‌ها است و وقتی در کلاس درس درباره آن‌ها صحبت می‌شود، می‌تواند به‌عنوان پیش‌تصور یا یادگیری پیشین، نمایان شود و بر فرایند یاددهی ـ یادگیری تأثیر بگذارد. تصورات خام و غیرعلمی دانش‌آموزان که از آن‌ها به‌عنوان کج‌فهمی یاد می‌شود، از عوامل مهمی هستند که مانع یادگیری معنی‌دار و اثربخش می‌شود و بر تداوم یادگیری در پایه‌های بالاتر نیز تأثیر منفی می‌گذارند.

عوامل زیادی را می‌توان به‌عنوان منشأ کج‌فهمی‌های شاگردان معرفی کرد. تجربه‌های گذشتهٔ دانش‌آموز، مشترک بودن برخی از لغات در زبان علمی و غیرعلمی مانند انرژی و کار، عدم توجه به واژه‌های علمی به‌کار برده شده در کلاس درس، متن و تصاویر کتاب‌های درسی و غیره، همگی در شکل‌گیری کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان نقش دارند.

در بین انبوه مفاهیم علمی، گرما و دما از جمله مفاهیم مرتبط با زندگی روزانه هستند که پایه و اساس علوم فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی را تشکیل می‌دهند و در اغلب برنامه‌های درسی، یادگیری آن‌ها از همان پایه‌های اولیه دوره ابتدایی پیشنهاد شده است. چون مفهوم گرما یکی از مفاهیم اصلی کلیدی در آموزش علوم تجربی است، درک بسیاری از پدیده‌های فیزیکی و شیمیایی منوط به درک درست چنین مفهومی است. دانش‌آموزان باید با استفاده از این نظریه، خواص فیزیکی و شیمیایی مواد، رفتار مواد به‌صورت تک‌تک و مرکب، تغییر حالت مواد، تأثیر تغییر دما بر مواد، رفتار ماده در حالت مجزا و مرکب، انرژی جنبشی و انواع حرکت ماده را مورد بررسی قرار دهند. تقریباً همهٔ کتاب‌های درسی علوم تجربی دوره‌های ابتدایی و متوسطه اول و همچنین فیزیک و شیمی دوره متوسطه دوم که با مفهوم گرما و دما سروکار دارند، توصیف‌های متفاوتی از این واژه‌ها ارائه کرده‌اند. برای مثال جملاتی نظیر «گرما انرژی است»، «گرما صورتی از انرژی است»، «منبع گرما خورشید است»، «گرما نوعی انرژی درونی است»، و ... در انواع کتاب‌های درسی مشاهده می‌شوند. تنوع این توصیف‌ها ممکن است باعث سردرگمی و یا کج‌فهمی دانش‌آموزان شود.

نظریه کالریک یکی از قدیمی‌ترین نظریه‌ها دربارهٔ مفهوم گرما است که آن را لاوازیه[1] در سال ۱۷۸۷ ارائه کرد. براساس این نظریه، گرما شاره‌ای است که در جسم ذخیره شده است و می‌تواند از جسم گرم به جسم سرد منتقل شود. طبق این نظریه، هنگامی که یک مادهٔ گرم در کنار یک مادهٔ سرد قرار می‌گیرد، ماده‌ای نامرئی به نام کالریک از مادهٔ گرم خارج و به مادهٔ سرد منتقل می‌شود. این نظریه را دیوی[2] در سال ۱۸۳۵

رد کـــرد. دیوی با مالش دادن دو قطعه یخ به یکدیگر و ذوب کردن آن‌ها، ثابت کرد که گرما می‌تواند تولید شود. بنابراین طبق اصل پایســـتگی جرم و انرژی، گرما نمی‌تواند از جنس ماده محسوب شود.

هرچند که نظریـــه کالریک پیش از پایـــان نیمه اول قرن نوزدهم به‌عنوان یک نظریه منســـوخ کنار گذاشـــته شد؛ اما میراث آن یعنی کالری، هنور هم کاربرد فراوانی به‌عنوان یکای گرما دارد. در نظریه‌های جدید، گرما نوعی انرژی اســـت که به‌دلیل اختلاف دما میان دو جسم متصل به هم خودبه‌خود، از جسم با دمای بیشتر، به جسم با دمای کمتر، جریان می‌یابد. این جریان انرژی گرمایی آن‌قدر ادامه می‌یابد تا دو جسم به تعادل گرمایی برسند و هم‌دما شوند. این نوع جریان یا انتقال گرما را رسانش می‌گویند. در این نظریه‌ها، دما کمیتی است که اختلاف آن میان دو نقطه از یک جسم (یا دو جسم متصل به هم)، باعث جریان خودبه‌خود گرما از جسم با دمای بیشتر، به جســـم با دمای کمتر می‌شـــود. یا می‌توان در یک تعریف ســـاده‌تر و غیررســـمی گفت که: دما، معیاری برای سردی یا گرمی اجسام است.

گرما و دما دو کمیت مرتبط با یکدیگر هســـتند، اما این به معنای آن نیســـت که هر دو یک کمیت و به یک معنا باشند. دما را نباید با گرما که شـــکلی از انرژی است اشتباه کرد. دما اندازهٔ سرعت اتم‌ها و مولکول‌های یک جسم را نشان می‌دهد، در حالی‌که گرما نه‌تنها ســـرعت حرکت اتم‌ها و مولکول‌ها را نشان می دهد؛ بلکه تعیین‌کننده تعداد اتم‌ها و مولکول‌هایی هم هســـت که تحت‌تأثیر آن قرار گرفته‌اند. همچنین انرژی گرمایی می‌تواند بدون اینکه دمای جســـم تغییر کند، منتقل شـــود. به‌عنوان مثال در تبدیل یخ صفـــر درجه به آب صفر درجه، انرژی دستگاه افزایش می‌یابد، در حالی‌که دمای جسم ثابت است (سوزبیلیر[۳]، ۲۰۰۳)

پژوهش‌هـــای یئـــو[۴] و زادنیـــک[۵] (۱۹۹۲) نشـــان داد که به‌رغم نادرســـت بودن نظریه کالریـــک در مورد مفهوم گرما، دانش‌آمـــوزان تمایـــل دارند همچنان گرمـــا را به‌عنوان یک «ماده» در نظر بگیرند که می‌تواند در جسم ذخیره شود و از نقطهٔ گرم به نقطهٔ ســـرد جریان یابد. این امر باعث کج‌فهمی و درک نادرســـت مفاهیم مرتبط با گرما، نظیر انرژی درونی، رسانایی و ظرفیت گرمایی می‌شود.

بررسی کج‌فهمی‌های گزارش شده

در طول ۳۰ ســـال گذشته، پژوهش‌های زیادی در رابطه با شیوه‌های آموزش اثربخش مفهوم گرما و دما، کج‌فهمی‌های دانش‌آمـــوزان در ایـــن رابطه و همچنیـــن روش‌های اصلاح کج‌فهمی‌هـــای دانش‌آمـــوزان انجام گرفته اســـت (گونن[۶] و کوجاکایـــا[۷]، ۲۰۱۰؛ پایـــک[۸]، چو[۹] و گـــو[۱۰]، ۲۰۰۷؛ لویس[۱۱] و لین[۱۲]، ۲۰۰۳؛ جســـین[۱۳] و اوبرم[۱۴]، ۲۰۰۲؛ هریســـون[۱۵]، گرایسون[۱۶] و تریگوست[۱۷]، ۱۹۹۹).

در جدول ۱، انواع کج‌فهمی‌های ثبت شـــده درباره مفاهیم گرما و دما آورده شده است.

جدول ۱. کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در مورد گرما و دما (شناخته شده توسط پژوهشگران)

پژوهشگران(۱)	سن دانش‌آموزان	کج‌فهمی‌های شناخته شده
سوزبیلیر، ۲۰۰۳	۱۳ـ۶ ساله	۱. دو نوع گرما وجود دارد: گرمای گرم و گرمای سرد. ۲. گرمای یک ماده مثل هوا یا بخار است. ۳. دمای یک جسم به اندازه آن بستگی دارد.
	۱۲ ساله‌ها	۱. گرما داغ است، اما دما می‌تواند سرد یا داغ باشد. ۲. تفاوتی بین گرما و دما وجود ندارد. ۳. دما در طول ذوب شدن یا جوشیدن تغییر می‌کند.
	۱۵ ساله‌ها	۱. گرما و دما دو مفهوم یکسان هستند. ۲. بعضی اجسام مثل فلزات ذاتاً سردتر از سایر اجسام مثل چوب هستند. ۳. گرما و سرما متضاد و هر دو قابل انتقال هستند.
کسیدو۱۳ و دوییت۱٤	۱۶ـ۱۵ ساله‌ها	۱. گرما توسط جسم سرد جذب می‌شود. ۲. گرما و سرما همدیگر را خنثی می‌کنند. ۳. گرما و دما اندازه یکسانی دارند. ٤. اگر دو جســـم هم‌دما شوند، انرژی یا گرمای آن‌ها یکسان می‌شود. ۵. هنگامی که گرما وارد جسم می‌شود، به روش‌های مختلف جسم را ترک می‌کند. ٦. اجســـام گرمـــا را جذب می‌کنند و بـــه روش‌های مختلف آن را نگه می‌دارند.
هریسون و همکاران (۱۹۹۹)	۱۸ـ۱۷ ساله‌ها	۱. اجسام در دمای اتاق دمای متفاوتی دارند. ۲. اجسام می‌توانند مقادیر مشخصی از گرما را در خود ذخیره کنند. ۳. اجسام می‌توانند داغ‌تر از محیط اطرافشان باشند. ٤. دمای آب می‌تواند از نقطه جوش هم بالاتر رود.
لویس و لین (۱۹۹٤)	۱٤ـ۱۲ ساله‌ها بزرگسالان (۱۹ـ٤۵ سال) دبیران فیزیک و شیمی	۱. فلزات ســـرما را جـــذب می‌کننـــد و در خود نگه می‌دارند. ۲. اجســـام رسانا کندتر از اجسام عایق گرما را هدایت می‌کنند. ۳. عایق‌ها گرما را ســـریع هدایـــت می‌کنند و گرما از آن‌هـــا خارج می‌شـــود، بنابراین هنـــگام لمس آن‌ها گرمایی احساس نمی‌شود. ٤. عایق‌ها گرما را نگه می‌دارند. ۵. پشم همه اجسام را گرم می‌کند.

در بررسی پژوهش‌های انجام گرفته، اغلب برداشت‌های دانش‌آموزان در رابطه با گرما و دما، عایق گرمایی، تبادل و تعادل گرمایی مورد بررسی قرار گرفته است. این مطالعات نشان می‌دهند که در بسیاری از موارد تصورات دانش‌آموزان در زمینه گرما و دما، حاصل مشاهدات آن‌ها در زندگی روزمره است.

پژوهش‌های سوزبیلیر (۲۰۰۳) نشان داد که بیشتر دانش‌آموزان پایه نهم انتقال گرما از اجسام گرم به اجسام سرد را باور دارند؛ اما معتقدند که دمای یک جسم به اندازه آن مربوط است. یعنی هرچه اندازه جسم بیشتر باشد، دمای آن نیز بیشتر خواهد بود. برای مثال بیش از ۵۰ درصد دانش‌آموزان ۱۱ ساله فکر می‌کردند که دمای یک تکه یخ بزرگ از یک تکه یخ کوچک کمتر است، زیرا دیرتر ذوب می‌شود.

چوی[20]، کیم[21]، پایک، لی[22] و چونگ[23] از دانش‌آموزان ۹ تا ۱۱ ساله پرسیدند که اگر دو ظرف آب با دمای مختلف با هم مخلوط شوند چه اتفاقی می‌افتد؟ دانش‌آموزان پاسخ دادند که اگر دو لیوان آب ۳۰ درجه سلسیوس با هم مخلوط شوند دمای آب مخلوط شده ۶۰ درجه سلسیوس خواهد بود. در این پژوهش مشاهده شد که دانش‌آموزان اجسام را به سه دسته اجسام گرم، اجسام ولرم و اجسام سرد طبقه‌بندی کرده و معتقد بودند که فلزات ذاتاً سرد و مواد پلاستیکی و چوب ذاتاً گرم هستند.

چان[24] (۱۹۹۳) در مطالعه خود دریافت که دانش‌آموزان دوره ابتدایی (۱۱ـ۹ سال) معتقدند که در فصل گرما فلز آهن جزو اجسام گرم ولی در فصل سرما جزو اجسام سرد است. وی پیشنهاد کرد که در آموزش مفهوم گرما و دما در دوره ابتدایی، به فرایند تعادل گرمایی نیز پرداخته شود. از نگاه چان، دانش‌آموزان شناخت درستی از انتقال گرما از دست انسان به فلز آهن در فصل سرد و انتقال گرما از فلز آهن به دست انسان در فصل گرما نداشتند.

پژوهش‌های کسیدو و دوییت (۱۹۹۳) در آلمان نشان داد که بیش از ۸۰ درصد دانش‌آموزان پایه دهم معتقد بودند که در نتیجه انتقال گرما بین این دو جسم با دمای متفاوت، دمای هر دو جسم با هم برابر نمی‌شود، زیرا با توجه به ویژگی‌های اجسام، ممکن است یکی از آن‌ها جزو اجسام سرد و دیگری جزو اجسام گرم باشد و توانایی سرد کردن یا گرم کردن سایر اجسام را داشته باشند.

بررسی منشأ کج‌فهمی و شیوه‌های اصلاح کج‌فهمی نیازمند پژوهش‌های جداگانه‌ای است. بدون شک تجربه‌ها و آموخته‌های پیشین دانش‌آموزان (آلن، ۲۰۱۰)، شیوه تدریس معلمان (کارلتون[25]، ۲۰۰۰) و همچنین عدم سازماندهی مناسب محتوای آموزشی در کتاب‌های درسی (لیت[26]، ۱۹۹۹) به‌عنوان سه منبع عمده بروز کج‌فهمی مطرح هستند. باید هنگام برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی، تمام مفاهیم چالش‌برانگیز و مستعد ایجاد کج‌فهمی در دانش‌آموزان بررسی شوند. استفاده از ارزشیابی‌های تشخیصی و تکوینی و آگاهی معلمان از دیدگاه‌ها و عقاید دانش‌آموزان نسبت به مفاهیم چالش‌برانگیز، کمک می‌کند تا روش‌های تدریس مناسبی را در پیش بگیرند.

پی‌نوشت‌ها

1. Lavoisier
2. Davy
3. Sozbilir
4. Yeo
5. Zadnik
6. Gonen
7. Kocakaya
8. Paik
9. Cho
10. Go
11. Lewis
12. Linn
13. Jasien
14. Oberem
15. Harrison
16. Grayton
17. Treagust
18. Kesidou
19. Duit
20. Choi
21. Kim
22. Lee
23. Chung
24. Chun
25. Carlton
26. Leite

منابع

1. Allen, M. (2010) Misconceptions in primary science, Open University Press, McGraw-Hill Education, Berkshire, England.
2. Carlton, K., (2000). Teaching about Heat and Temperature. Physics Education, 35 (2), 101- 105.
3. Choi, H., Kim, E., Paik, S., Lee, K., & Chung, W. (2001). Investigating elementary students' understanding levels and alternative conceptions of heat and temperature. Elementary Science Education, 20, 123-138.
4. Chun, W. (1993). A survey on scientific misconceptions of elementary students. Elementary Science Education, 12, 145-166.
5. Erickson, G.L. (1979). Children's conceptions of heat and temperature, Science Education, 63, 221-230.
6. Gonen, S., & Kocakaya, S. (2010). A cross-age study: A Cross-Age Study on the Understanding of Heat and Temperature. Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education, 2(1), 1-15.
7. Harrison, A. G., Grayson, D. J., & Treagust, D. F (1999). Investigating a grade 11 student's evolving conceptions of heat and temperature. Journal of Research in Science Teaching, 36 (1), 55-87.
8. Jasien, P. G., & Oberem, G. E. (2002). Understanding of elementary concepts in heat and temperature among college students and K-12 teachers. Journal of Chemical Education, 79 (7), 889-895.
9. Kesidou, S. & Duit, R. (1993). Students' conceptions of the second law of thermodynamics- An interpretive study, Journal of Research in Science Teaching, 30, 85-106.
10. Leite, L. (1999). Heat and Temperature: An Analysis of How These Concepts are Dealt with in Textbooks. European Journal of Teacher Education, 22(1), 61-74.
11. Lewis, E. L., & Linn, M. C. (1994). Heat energy and temperature concepts of adolescents, adults, and experts: Implications for curricular improvements, Journal of Research in Science Teaching, 40(SI), S155-- S175.
12. Paik, S. H. Cho, B. K., & Go, Y. M. (2007). Korean 4- to 11-year-old student conceptions of heat and temperature. Journal of Research in Science Teaching, 44(2), 284-302.
13. Sozbilir, M. (2003). A review of selected literature on students' misconceptions of heat and temperature, Bogazici University Journal of Education, 20(1), 25-41, heat and temperature. Journal of Research in Science Teaching, 44(2), 284-302.
14. Yeo, S., & Zadnik, M. (2001). Introductory thermal concept evaluation: assessing students' understanding. Physics Teacher, 39 (8), 496-504.