مقاله پژوهشی

پژوهش در آموزش شیمی، سال سوم، شماره اول، صفحات ۱۹-۴۰

پژوهش در آموزش شیمی

http://chemedu.cfu.ac.ir

بررسی کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان دورهٔ متوسطه در یادگیری موضوع ترمودینامیک

مطهره خاکی [۱*]، الهام زمانی [۲]، زهرا امینی [۳]

[۱و۲و۳] دانشجوی کارشناسی گروه شیمی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران

چکیده

هدف از پژوهش حاضر که به روش تحلیلی-توصیفی انجام گرفته است، بررسی کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان پایه یازدهم متوسطه، در یادگیری مفهوم ترمودینامیک است. جامعه‌ی آماری پژوهش، ۱۱۲ دانش آموز دختر پایه یازدهم در منطقه ۱۵شهر تهران در سال تحصیلی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ است که به طور تصادفی انتخاب شدند. پرسش‌های پژوهش در قالب پرسش‌نامه‌ای با ۱۰ سوال چهار گزینه‌ای مطرح گردید که دربارهٔ مفاهیم گرماشیمی، سیستم و محیط، دما و گرما، آنتالپی، واکنش گرماگیر و گرمازا بودند. سپس پاسخ‌های دانش‌آموزان با نرم‌افزار آماری اس پی اس اس مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج آن در قالب توضیحات، تجزیه و تحلیل گردید. با تحلیل هر سؤال، کج فهمی‌های دانش آموزان در آن موضوع استخراج شد. نتایج پژوهش نشان داد که مبحث گرماشیمی، در کتاب درسی شیمی پایه‌ی یازدهم، نیاز به بازبینی و تکمیل و ساده‌سازی دارد و دبیران شیمی، می‌توانند با اتخاذ شیوه تدریس متناسب، در کاهش و رفع کج‌فهمی‌های مبحث گرما شیمی، گام مؤثری بردارند.

کلیدواژه‌ها: کج‌فهمی، ترمودینامیک، آنتروپی، آموزش شیمی، متوسطه‌ی دوم.

* نویسنده مسئول: (✉ khaki.moti1397@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۲۸

مقدّمه

مطالعات صورت گرفته در مورد ماهیت و محیط یادگیری نشان می‌دهد که پژوهش‌های صورت گرفته در این زمینه، بیشتر روی عوامل بیرونی موثر بر یادگیری مانند روش‌های تدریس، راهبردها، صلاحیت‌های معلمان، کتاب‌های درسی، محتواهای آموزشی و محیط کلاسی متمرکز شده‌اند. با این حال باید توجه داشت که فراگیران نیز از فرایند یادگیری مجزا نیستند و مغز آن‌ها را نمی‌توان به صورت ظرف‌هایی خالی در نظر گرفت که به وسیله معلم پر می‌شود. دانش‌آموزان یک سلسله فرضیات و تصورات قبلی و یا پیش‌دانسته‌ها دارند که به آنان در درک جهان پیرامونشان کمک می‌کند؛ ولی این پیش‌دانسته‌ها از منظر علمی درست نیستند. پژوهشگران تعلیم و تربیت این تصورات نادرست را کج فهمی نامیده‌اند(میرزایی، کوهی‌فائق و ارشدی، ۱۳۹۴).

کج فهمی زمانی رخ می‌دهد که شخص به مفهومی اعتقاد دارد که به طور معقول نادرست است. فرض می‌شود که به دلیل ماهیت ذهنی انسان، هر فردی دارای انواعی از کج فهمی است. در این امر هیچ کس دارای دانش کامل نبوده و دارای یک بازنمایی ذهنی درست از جهان نیست. تحریف یک مفهوم، کج فهمی نیست؛ اما ممکن است باعث ایجاد کج فهمی شود. هر فردی در انتقال یک مفهوم ممکن است تنها یک مجموعه از اطلاعات را برای ارائه انتخاب نماید، گیرنده می‌تواند مفاهیم دیگری درباره مفهوم ارائه شده که ممکن است نادرست باشد، تصور نماید (شاه‌محمدی‌اردبیلی، ۱۳۸۸).

البته باید توجه داشت که کج فهمی تنها مانع یادگیری دانش‌آموزان نبوده و موانع دیگری چون غیبت، شرایط محیطی، حواس‌پرتی، انگیزه، عدم درک منظور معلم و... نیز در مسیر یادگیری وی باشد. البته باید اشاره کرد که کج فهمی یکی از موانع اساسی موجود است و عدم توجه به آن می‌تواند موجب شکافت ریشه‌ای و عمیق در فعل یادگیری شود (تبر[1]، ۲۰۰۲).

کج فهمی‌ها را می‌توان در مقوله‌هایی همچون تصورات از قبل شکل‌گرفته، عقاید علمی، کج فهمی ادراکی، کج فهمی بومی و کج فهمی‌های واقعی دسته‌بندی کرد (میرزایی، کوهی‌فایق و شاه‌محمدی، ۱۳۸۸).

برخی از دلایل کج فهمی دانش‌آموزان عبارتند از:

۱- یادگیری دانش‌آموزان همیشه متناسب با سرعت ارائه‌ی مفاهیم در کتاب‌های درسی و بسیاری از موارد آموزشی که معلم طراحی کرده، پیش نمی‌رود.

[1] Taber

۲- زبانی که معلمان و کتاب‌های درسی به کار می‌گیرند، ممکن است باعث سر در گمی تعدادی از دانش‌آموزان شود.

۳- اغلب تضاد ناشناخته‌ای بین تجارب روزمره‌ی دانش‌آموزان و آنچه در کتاب‌های درسی یا کلاس ارائه می‌شود، وجود دارد.

۴- معمولاً پیش از آن که دانش‌آموزان فرصت بررسی مطالب را داشته باشند، از آنان انتظار می‌رود که مطالب را درک نمایند. در واقع به جای آن که فرصتی برای کشف و درک عقاید یا مدل‌ها، به دانش‌آموزان داده شود؛ ایده‌ها را به آنان تحمیل می‌کنند.

۵- تصاویر، نمودارها و مدل‌های دو بعدی در کتاب‌های درسی، می‌توانند گمراه‌کننده باشند و باعث کج فهمی شوند.

۶- از بر کردن نظریه‌ها می‌توانند موجب مشکلات بیشتری به خصوص برای دانشجویان خوب دانشگاهی شود (میرزایی، کوهی فایق و شاه‌محمدی، ۱۳۸۸).

شیمی گرمایی یا ترمودینامیک، با مطالعه‌ی گرمای آزادشده یا جذب‌شده به وسیله فرایندهای فیزیکی و شیمیایی سر وکار دارد (مورتیمر،۱۳۹۳). برای بسیاری از دانش‌آموزان، مطالعه ترمودینامیک همراه با بروز مشکلاتی است.

ترمودینامیک که یکی از مباحث شیمی است بر اساس چهار قانون استوار است که هر پایه‌ی آن، خود یکی از قوانین مهم این مبحث است:

۱- قانون صفرم ترمودینامیک: این قانون برای بیان حالت هم‌دمایی مطرح می‌شود و بر اساس آن، اگر دو جسم هر کدام به طور جداگانه با جسم سومی در تعادل دمایی یا گرمایی باشد، آنگاه آن دو نیز با هم در تعادل دمایی یا گرمایی خواهندبود.

۲- قانون اول ترمودینامیک: بر اساس این قانون، انرژی در جریان تبدیل انرژی‌های گوناگون به یکدیگر، محفوظ می‌ماند.

۳- قانون دوم ترمودینامیک: طبق این قانون، در جریان تغییر یا فرایند خود به خود، ضمن محفوظ ماندن انرژی، میزان نظم و متمرکز بودن انرژی کاهش می‌یابد.

۴- قانون سوم ترمودینامیک: بر اساس این قانون نمی‌توان دما را از یک سلسله سردکن‌های محدود و متوالی به صفر مطلق رسانید (ذیقمی، ۱۳۹۲).

بعضی از تعاریف مربوط به مبحث ترمودینامیک به شرح زیر است. بخش ماکروسکوپی[1] از جهان که مورد مطالعه ترمودینامیکی قرار می گیرد، سیستم نامیده می شود. بخش‌هایی از جهان که بتوانند با سیستم برهم‌کنش داشته باشند، محیط نامیده می شوند (لواین، ۱۳۸۷).

ذرات تشکیل‌دهنده‌ی مواد مثل مولکول‌ها در جنب و جوش هستند و حرکات نامنظم مولکولی را انجام می‌دهند. از این رو ذرات انرژی جنبشی دارند و از طرفی موقع انجام این حرکات اموج الکترومغناطیسی یا فوتون‌ها را نشر می‌دهند. دما معیاری از شدت این جنب و جوش‌های نامنظم است.

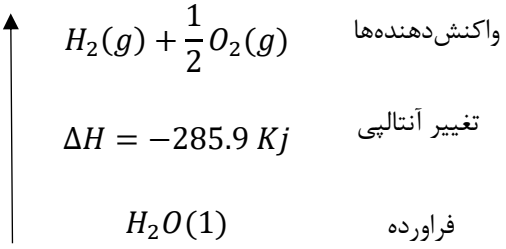
گرما و انرژی به عنوان دو مفهوم اصلی در ترمودینامیک و همچنین برخی مفاهیم مرتبط با آنها به صورت زیر تعریف می شوند: گرما صورتی از انرژی است که از جسم با دمای بالاتر به جسم با دمای پایین‌تر انتقال می‌یابد. به انرژی گرمایی موقع انتقال گرما گفته می شود. ذرات یک ماده جنب و جوش‌های نامنظم دارند و به همین جهت یک ماده دارای انرژی است که آن را به عنوان انرژی می‌نامند. به مقدار گرمایی که لازم است تا دمای یک جسم به اندازه یک درجه سانتی‌گراد افزایش یابد، ظرفیت گرمایی آن جسم می‌گویند. با توجه به تعریف ظرفیت گرمایی می‌توان رابطه زیر را در نظر گرفت: (شاهی، ۱۳۹۶)

گرمای‌مبادله‌شده = گرمایی ظرفیت × تغییردما

$$Q = C \times \Delta t$$

گرمای آزادشده یا جذب‌شده را به وسیله واکنش‌های که در فار ثابت انجام می‌شوند، می‌توان به خاصیتی به نام آنتالپی نسبت داد که با نماد H نمایش داده می شود.

گرمای واکنش، تفاوت بین $H_{\text{واکنش‌دهنده}}$ و $H_{\text{فراورده‌ها}}$ است، در نتیجه با نماد ΔH نشان داده‌می‌شود.



[1] Macroscopic

واکنش‌های گرماگیر و گرمازا:

اگر آنتالپی فراورده‌های یک واکنش، بیشتر از آنتالپی مواد واکنش‌دهنده باشد، در آن صورت انجام واکنش با جذب گرما همراه خواهد بود. این نوع واکنش‌ها را گرماگیر می‌نامند و تغییر آنتالپی آنها مثبت است.

اگر آنتالپی فراورده‌های یک واکنش، کمتر از آنتالپی مواد واکنش‌دهنده باشد، انجام واکنش با آزادشدن گرما همراه خواهد بود. واکنشی از این نوع را گرمازا نامند و آنتالپی این نوع واکنش منفی است (مورتیمر، ۱۳۹۳).

مبنای بسیاری از محاسبات گرما شیمی، قانون ثابت‌بودن مجموع گرماست که در سال ۱۸۴۰ توسط هس به صورت تجربی تثبیت شد.

قانون هس می‌گوید که تغییر آنتالپی برای هر واکنش شیمیایی مقداری است ثابت؛ خواه واکنش در یک مرحله و خواه در چند مرحله صورت گیرد (مورتیمر، ۱۳۹۳).

$$C + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO(g) \qquad \Delta H = -110.5\ Kj$$

$$CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H = -283.0\ Kj$$

$$C + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H = -393.5\ Kj$$

در زندگی روزمره با تحولات فیزیکی و شیمیایی زیادی مواجه می شویم که بدون کمک عوامل خارجی و به طور طبیعی اتفاق می‌افتد؛ به چنین فرایندهایی تحولات خود به خودی می‌گویند. اما برخی تحولات فیزیکی در شرایط خاصی فقط به کمک عوامل خارجی انجام می شوند؛ به چنین پدیده‌هایی، فرایند غیرخود به خودی می‌گویند. بدیهی است که اگر پدیده‌ای در شرایط خاصی به طور خود به خودی انجام شود، پدیده معکوس آن در همان شرایط، غیرِ خود به خودی است (مورتیمر، ۱۳۹۳).

آنتالپی یکی از ایده های اساسی ترمودینامیکی در شیمی است. این مفاهیم در فصل ۲ (در پی غذای سالم) در کتاب شیمی یازدهم مطرح شده‌است. ایده‌ها و کج‌فهمیهای دانش‌آموزان و دانشجویان در مورد آنتالپی بسیار کم مورد توجه مربیان و محققان علوم قرار گرفته است و تنها چند تحقیق برای کشف آگاهی دانش‌آموزان و دانشجویان از تغییر آنتالپی یا تغییرات انرژی در یک واکنش

شیمیایی و انرژی پیوند انجام شده است (سوزبیلر[1]، ۲۰۰۱ وکارسون واتسون، ۱۹۹۹ و بو، ۱۹۹۸). اگر معلمان شیمی از کج فهمی‌ها آگاه باشند، می‌توانند برنامه‌ریزی بهتری برای فعالیت‌های آموزشی داشته‌باشند و از کج‌فهمی‌ها جدید جلوگیری کنند (سوزبیلر، ۲۰۰۴).

مفاهیم ترمودینامیکی مانند آنتالپی، آنتروپی و انرژی آزاد توسط جانستون[2] ، مک دونالد[3] و وب[4] (۱۹۷۷) مورد بررسی قرار گرفت. آنان برای بررسی مشکلات مفهومی دانش آموزان، یک آزمون رویکرد ترمودینامیکی طراحی کردند و ۹۸ دانش‌آموز از ده مدرسه مختلف را با آن آزمودند. نتایج نشان داد که تقریباً از هر شش دانش‌آموز، یک نفر درباره‌ی مفهوم «واکنش‌های گرمازا نمی‌توانند خود به خود باشند»، کج فهمی دارد. آنها این یافته را به قانون جهانیِ «موقعیت‌ها خود به خود به یک موقعیت انرژی پایین‌تر، گرایش پیدا می‌کنند» نسبت دادند و همچنین متذکر شدند که این کج‌فهمی کشف جدیدی نبوده است و شیمی‌دانان مشهوری، مانند برتلوت[5] و تامسون[6] در سال ۱۸۷۸ به این مفهوم که «واکنش‌ها باید خود گرمایی باشند تا خود به خودی باشند» اشاره کرده‌اند. آنها با تدریس در گروه کوچکی از دانش‌آموزان پی بردند که می‌توان بر این کج‌فهمی غلبه کرد و شیوه‌ی سخنرانی، راه مناسبی برای ارائه‌ی مفاهیم ترمودینامیکی در کلاس شیمی نیست.

در پژوهش دیگری این مفهوم درباره‌ی دانشجویان دانشگاهی انجام شد و نتایج نشان داد که کج‌فهمی در ۷۵٪ دانشجویانی که در دوره‌ی شیمی فیزیک شرکت کرده‌اند وجوددارد.۶۰٪ دانشجویان تصور می‌کردند که هیچ انتقال حرارتی در شرایط ایزوترمال[7] رخ نمی‌دهد (تامسون، ۱۹۹۷).

در پژوهشی که کارسون[8] و واتسون[9] (۱۹۹۹) در مورد درک "تغییر آنتالپی" در دانشجویان سال اول دوره کارشناسی شیمی انجام دادند، آنها دریافتند که دانشجویان آنتالپی را "نوعی انرژی" تلقی می‌کنند. به علاوه، هیچ یک از آنها قادر به درک ارتباط بین «کار» با واکنش‌های شیمیایی و مفهوم

---

[1] Sozbiler
[2] Johnston
[3] McDonald's
[4] Web
[5] Bertlot
[6] Thomson
[7] Isothermal
[8] Carson
[9] Watson

"کار، حجم و فشار" نبودند. در نهایت مشخص شد که از هر ۱۶ دانش آموز، ۹ نفر قادر به ارائه‌ی تعریف دقیق از آن نیستند و تعاریف آنها محدود به نوع خاصی از واکنش‌ها مانند خنثی‌سازی بود.

راس[1](۱۹۹۳) در پژوهش خود دریافت که بسیاری از دانشجویان بر خلاف نظر شیمیدان‌ها، تصور می‌کنند که در اثر شکستن پیوندهای شیمیایی، انرژی آزاد می‌شود. راس دلیل این کج فهمی را ارتباط بین سوختن و انرژی ایجاد شده به عنوان مانعی برای یادگیری مفاهیم می‌داند. او معتقد است که کج فهمی دانش‌آموزان به دلیل استفاده از این اصطلاحات است، بنابراین باید در آموزش مفاهیم، کلمات با دقت انتخاب شوند.

پژوهش سوزبیلیر (۲۰۰۱) نشان داد که دانشجویان در دوره‌ی کارشناسی به اشتباه می‌پندارند که آنتالپی تشکیل همیشه گرمازا است و این کج فهمی از آنجا ناشی می‌شود که اکثر واکنش‌های تشکیل گرمازا هستند. به علاوه صریحاً بیان شد که دانش‌آموزان فکر می‌کنند که واکنش‌های خود به خودی، باید گرمازا باشند.

روش پژوهش

این تحقیق با روش توصیفی- تحلیلی انجام گرفته است. برای این منظور پرسشنامه‌ای شامل ۱۰ پرسش چهارگزینه‌ای طراحی گردید. در این پژوهش از دو روش مطالعه‌ی میدانی و کتابخانه‌ای استفاده شد. برای بررسی مبانی نظری و تهیه‌ی محتوای آزمون، اطلاعات مورد نیاز از طریق منابع کتابخانه‌ای معتبر شامل مقالات پژوهشی داخلی و خارجی و جستجوی اینترنتی به‌دست آمد. مطالعات میدانی از طریق مصاحبه و مشورت با اساتید انجام شد. پرسش‌ها در رابطه با مفاهیم ترمودینامیک مطرح شده در کتاب درسی شیمی پایه‌ی یازدهم دوره متوسطه‌ی دوم، فصل دو، در پی غذای سالم، شامل قوانین ترمودینامیک، تعریفی از ترمودینامیک یا گرماشیمی، سیستم و محیط، دما و گرما، آنتالپی، واکنش گرماگیر و گرمازا، قانون هس، واکنش‌های خودبه خودی و غیر خود به خودی بودند. دانش‌آموزان توسط پرسش‌نامه مورد آزمون قرار گرفتند و داده های حاصل توسط نرم‌افزار آماری اس پس اس اس[2] مورد ارزیابی قرار گرفت. جداول ۱ و ۲ مقادیر آماری حاصل از تحلیل آماری را نشان می دهند.

---

[1] Ras
[2] SPSS

جدول ۱- خلاصه نتایج حاصل از پردازش داده های حاصل از پژوهش

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	5	16.7
	excluded[a]	25	83.3
	Total	30	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

جدول ۲- داده های آماری مربوط به تایید پایایی داده ها

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Part 1	Value	-1.172[a]
		N of Items	5[b]
	Part 2	Value	.202
		N of Items	5[c]
	Total N of Items		10
Correlation Between Forms			.772
Spearman-Brown Coefficient	Equal Length		.871
	Unequal Length		.871
Guttman Split-Half Coefficient			.837

a. The value is negative due to a negative average covariance among items. This violates reliability model assumptions. You may want to check item coding.
b. The items are: soal1, soal2, soal3, soal4, soal5.
c. The items are: soal6, soal7, soal8, soal9, soal10.

برای سنجش پایایی، پرسشنامه به گروهی ۳۰ نفره به عنوان پیش‌نمونه داده شد. جدول اصلی، جدول آمار قابلیت اطمینان [1]است که در آن مقدار پایایی نهایی پرسشنامه را با استفاده از ضریب تقسیم نصف گوتمن [2]می‌سنجد و مقدار آن برابر ۰.۸۳۷ است. در این جدول مقدار آلفای کرونباخ[3] برای هریک از سوالات محاسبه شده است و ضریب همبستگی دو دسته از سوالات نیز ذکر شده است. هرچه مقدار پایایی به یک نزدیک باشد، نشان از پایایی بیشتر پرسشنامه دارد. اگر مقدار پایایی بیشتر

[1] Reliability Statistics
[2] Guttman Split-Half Coefficient
[3] Cronbach

از ۰.۷ باشد، پایایی خوب و اگر بین ۰.۵ تا ۰.۷ باشد، پایایی متوسط و اگر کمتر از ۰.۵ باشد، پرسشنامه فاقد پایایی لازم است. در این پرسشنامه، میزان پایایی پرسشنامه، خوب ارزیابی شد.

جامعه‌ی آماری این تحقیق، دانش‌آموزان پایه‌ی یازدهم شهر تهران در سال ۱۳۹۹-۱۴۰۰هستند. دانش‌آموزان، از مدرسه‌ای دخترانه، در منطقه‌ی پانزده تهران انتخاب شدند و ۱۱۲نفر در این پژوهش شرکت نمودند.

نتایج و بحث

در این بخش مفاهیم آموزشی مرتبط با هریک از پرسش‌های پرسش‌نامه مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد تا کج‌فهمی‌های احتمالی در دانش‌آموزان شناسایی شوند.

پرسش ۱ به منظور بررسی چگونگی درک دانش‌آموزان، از مفهوم سطح انرژی و گرماگیر و گرماده بودن واکنش‌ها، مطرح گردید (شکل ۱):

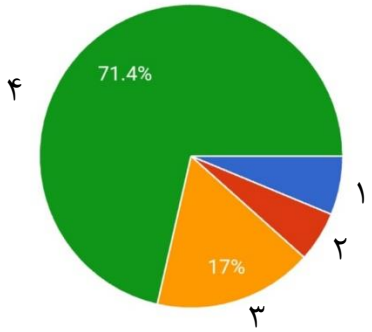
۱-با انجام کدام‌یک از واکنش‌های زیر، گرمای کمتری آزاد می‌شود؟

۱) $C_3H_8(g)+5O_2(g)\rightarrow 3CO_2(g)+4H_2O(g)$

۲) $C_3H_8(g)+5O_2(g)\rightarrow 3CO_2(g)+4H_2O(l)$

۳) $C_3H_8(l)+5O_2(g)\rightarrow 3CO_2(g)+4H_2O(l)$

۴) $C_3H_8(l)+5O_2(g)\rightarrow 3CO_2(g)+4H_2O(g)$ (پاسخ درست)



شکل ۱- درصد پاسخ و انتخاب گزینه های چهارگانه سوال اول

در سوال یک ۸۰ نفر از افراد نمونه، گزینه‌ی چهار را انتخاب کردند. هر چهار گزینه‌ی سوال یک، مربوط به سوختن پروپان است. تنها تفاوت این چهار گزینه، حالت فیزیکی دو ماده‌ی پروپان و آب

می‌باشد. تمام واکنش‌های داده شده در گزینه‌ها، مربوط به سوختن و در نتیجه گرماده است. برای پاسخ به این سوال، دانش آموز با دو چالش روبروست: یکی تشخیص حالت فیزیکی پروپان و انتخاب بین حالت مایع و گاز و دیگری تشخیص حالت فیزیکی آب و انتخاب بین دو حالت ذکر شده‌ی آن. با بررسی پاسخ های داده شده، مشخص شد که جامعه‌ی آماری در تشخیص عوامل موثر بر گرمای واکنش، در حالت فیزیکی واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها کج فهمی دارند. با توجه به پاسخ های داده شده، ۷۱٪ از شرکت‌کنندگان سطح انرژی گاز را پایین‌تر از مایع دانسته‌اند، در حالی که حقیقت کاملاً عکس این موضوع می‌باشد.

هدف از پرسش ۲ بررسی درک دانش‌آموزان از مفهوم آنتالپی و تشخیص کج فهمی آنها است (شکل ۲):

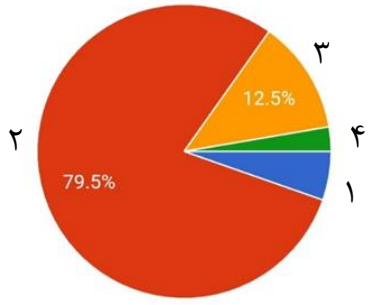
۲-همه‌ی گزینه‌ها صحیح هستند، **به جز:**

۱) شیمی‌دان‌ها برای یک واکنش، اغلب به جای، تغییر آنتالپی واکنش، واژه‌ی آنتالپی واکنش را به کار می‌برند.

۲) در واکنش‌های گرماگیر، مواد با آنتالپی بیشتر به موادی با آنتالپی کمتر تبدیل می‌شوند. (پاسخ درست)

۳) برای محاسبه ΔH یک واکنش، می‌توان مجموع آنتالپی واکنش‌دهنده‌ها را از مجموع آنتالپی فراورده ها کم کرد.

۴) تغییر آنتالپی یک واکنش شیمیایی، هم‌ارز گرمایی است که واکنش در فشار ثابت با محیط پیرامون خود مبادله می‌کند.



شکل ۲- درصد پاسخ و انتخاب گزینه های چهارگانه سوال دوم

در سوال دو، چهار حقیقت و مفهوم وجود دارد. ۸۹ نفر از نمونه آماری این تحقیق گزینه‌ی یک را برگزیدند. ۱۴ نفر از شرکت‌کنندگان که ۱۲.۵ ٪ نمونه را تشکیل می‌دهند،گزینه‌ی دو را که گزینه‌ی صحیح است، انتخاب کردند و این انتخاب بیانگر این نکته است که اکثریت شرکت‌کنندگان توانستند درک صحیحی از حقایق و مفاهیم این درس داشته باشند و ارتباط درستی بین مفاهیم برقرارنمایند. در نهایت مشخص شد که ۱۲.۵ ٪ جامعه هدف در تشخیص فرمول تغییر آنتالپی و تأخر و تقدم آنتالپی فراورده و واکنش‌دهنده کج فهمی دارند.

در پرسش۳، کج فهمی در گرماگیر و گرماده بودن تعدادی از واکنش‌های کتاب درسی مورد سنجش قرار گرفته است (شکل ۳):

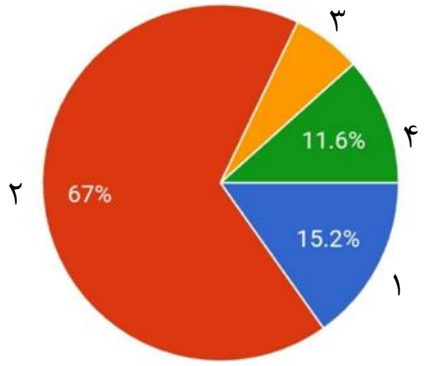
۳-علامتΔH در فرایند ذوب شدن سدیم کلید با علامت ΔH در کدام گزینه یکسان است؟

۱) $2\ NO_2(g) \rightarrow N_2O_4(g)$

۲) $NH_4NO_3(s) \rightarrow NH_4^+(aq)+NO_3^-(aq)$ (پاسخ درست)

۳) $NaCl(l) \rightarrow NaCl(s)$

۴) $CaCl_2(s) \rightarrow Ca^{2+}(aq)+2Cl^-(aq)$



شکل ۳- درصد پاسخ و انتخاب گزینه های چهارگانه سوال سوم

در این سوال دانش‌آموز باید بتواند ابتدا تشخیص دهد که واکنش ذوب سدیم کلرید[1] گرماگیر است. سپس گزینه‌ی درست گرماگیر را انتخاب نماید. ۷۵ نفر یا به عبارتی ۶۷ ٪ از شرکت‌کنندگان

[1] NaCl

گزینه‌ی درست؛ یعنی انحلال آمونیم نیترات[1] در آب را انتخاب نمودند. ۱۵.۲٪ گزینه‌ی دو؛ یعنی تبدیل نیتروژن دی اکسید[2] به دی نیتروژن تترا اکسید[3] را برگزیدند. در کتاب شیمی پایه‌ی یازدهم به واکنش تجزیه دی نیتروژن تترا اکسید به نیتروژن دی اکسید به عنوان واکنشی گرماگیر اشاره شده است. گزینه‌ی دو عکس این واکنش و واکنشی گرماگیر است. شرکت‌کننده در پاسخ به این سوال، در تشخیص گرماده یا گرماگیر بودن واکنش برگشت تجزیه دی نیتروژن تترا اکسید دچار مشکل شده و نتوانسته به پاسخ صحیح برسد. ۱۱.۶٪ گزینه‌ی ۳ را انتخاب کردند. گزینه‌ی ۳ انحلال کلسیم کلرید خشک در آب می باشد که یکی از مهم‌ترین واکنش‌های گرماده است. در اینجا حدود ۳۳٪ نمونه کج فهمی در تشخیص گرماگیر ویا گرماده بودن واکنش‌های ذکر شده را داشتند.

در پرسش ۴ به آنتالپی پیوند و تمیز آن اشاره شده است (شکل ۴):

۴-کدام رابطه زیر، برای محاسبهΔH واکنش درست است؟

۱) $\Delta H_{\text{واکنش}} = \Delta H_{\text{تشکیل پیوندها}} - \Delta H_{\text{شکستن پیوندها}}$

۲) $\Delta H_{\text{واکنش}}$=[مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده]-[مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده] (پاسخ درست)

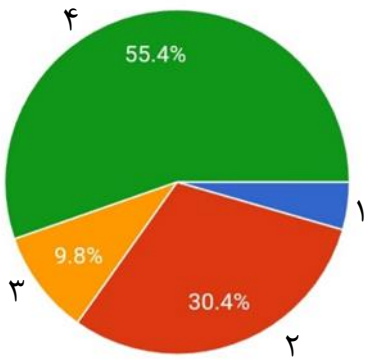
۳) $\Delta H_{\text{واکنش}} = \Delta H_{\text{شکستن پیوندها}} - \Delta H_{\text{تشکیل پیوندها}}$

۴) $\Delta H_{\text{واکنش}}$=[مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده]-[مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده]

هدف از این سوال، تشخیص کج فهمی در تعریف آنتالپی واکنش بوده است. گزینه‌ی دو صحیح می‌باشدکه ۳۰٪ از جامعه‌ی هدف آن را انتخاب نمودند. گزینه‌ی دو و چهار معکوس یکدیگر هستند. گزینه دو آنتالپی واکنش را تفاضل مجموع آنتالپی مواد واکنش‌دهنده از مجموع آنتالپی فراورده بیان می‌کند و گزینه چهار معکوس این گزینه را برای آنتالپی واکنش تعریف می‌نماید، ۵۵٪ از جامعه‌ی هدف، گزینه‌ی چهار را به عنوان پاسخ صحیح انتخاب کردند که بیانگر کج فهمی آنان در تعریف آنتالپی واکنش و تقدم و تأخر آنتالپی مجموع فراورده و واکنش دهنده است. ۹.۸٪ جامعه هدف نیز در تمیز آنتالپی پیوند و واکنش کج فهمی داشتند.

---

[1] NH_4NO_3
[2] NO_2
[3] N_2O_4



شکل ۴- درصد پاسخ و انتخاب گزینه های چهارگانه سوال چهارم

در سوال ۵ به مفاهیم پر تکراری نظیر: انرژی گرمایی، میانگین انرژی جنبشی، تندی و شدّت و رابطه‌ی آن با دما و حجم پرداخته شد (شکل ۵):

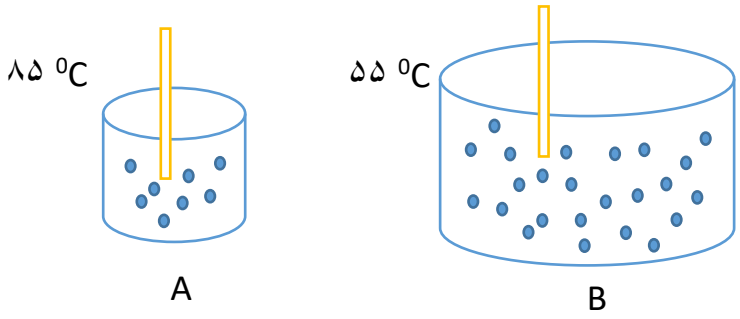
۵- در شکل زیر، دو ظرف حاوی آب خالص است، باتوجه به آن، کدام گزینه صحیح است؟

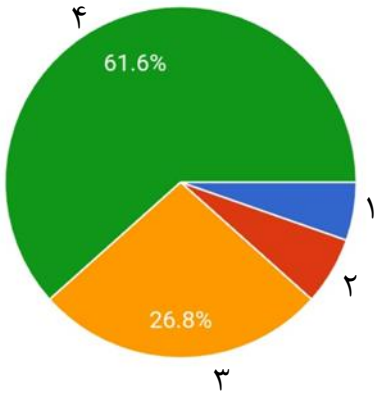
۱) تندی و شدت جنبش‌های نامنظم مولکول‌ها در ظرف B بیشتر از ظرفA است.

۲) میانگین انرژی جنبشی مولکول‌ها در ظرف B بیشتر از ظرفA است.

۳) مقدار انرژی گرمایی آب در ظرف B بیشتر از ظرفA است.

۴) مقدار انرژی گرمایی آب در دو ظرف، قابل مقایسه نیست. (پاسخ درست)





شکل ۵- درصد پاسخ و انتخاب گزینه های چهارگانه سوال پنجم

۲۶.۸٪ از شرکت‌کنندگان، گزینه‌ی سه را انتخاب نمودند و این انتخاب نادرست به کج فهمی دانش‌آموزان و عدم درک عمیق رابطه‌ی دما، حجم، انرژی گرمایی و میانگین انرژی جنبشی اشاره دارد. سوال مطرح شده مانند یک دومینو در مفاهیم و آموزه‌های دانش‌آموز عمل می‌کند. پاسخ‌دهنده برای پاسخ به این سوال، باید از دومینوی روابط دما با میانگین تندی، جرم و حجم ماده و میانگین انرژی، گذشته و سپس به مقایسه‌ی انرژی گرمایی دو ظرف بپردازد. ۶۱.۶٪ از شرکت‌کنندگان توانستند این مراحل را به درستی گذرانده و به پاسخ صحیح برسند.

در سوال ۶ میزان درک دانش‌آموزان از انرژی گرمایی، میانگین انرژی جنبشی، تندی و شدت و رابطه‌ی آن با دما و حجم ارزیابی شد (شکل ۶):.

۶- همه‌ی عبارت‌های زیر درست هستند، **به جز:**

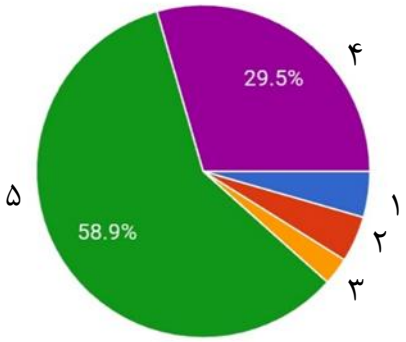
۱) یکای رایج دما، درجه سیلسیوس است، در حالی که یکای آن در **SI**، کلوین است.

۲) دمای یک ماده، معیاری برای توصیف میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی ذره‌های آن است.

۳) به مجموع انرژی جنبشی ذره‌های سازنده یک ماده، انرژی گرمایی آن ماده گفته می‌شود.

۴) انرژی گرمایی یک نمونه ماده، کمیتی است که به میزان دما بستگی دارد.

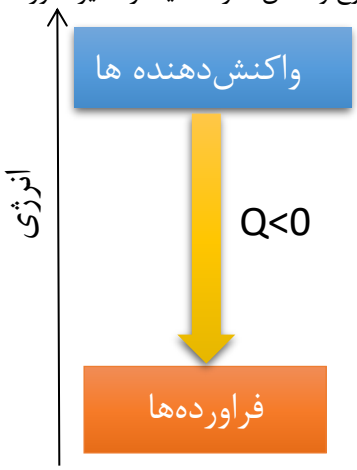
۵) انرژی گرمایی ماده، کمیتی است که فقط به میزان دما بستگی دارد. (پاسخ درست)



شکل ۶- درصد پاسخ و انتخاب گزینه های چهارگانه سوال ششم

۶۶ نفر گزینه پنج را که گزینه صحیح می‌باشد، انتخاب نمودند؛ ۳۳ نفر در وابستگی انرژی گرمایی به دما، کج فهمی داشتند و انتخاب این پاسخ، حاکی از کج فهمی این دانش‌آموزان در تعریف دما و انرژی گرمایی و روابط حاکم بر آنان است و ۱۱.۶٪ جامعه‌ی نمونه، در فهم تعاریف مفاهیم کتاب درسی ایراد و اشکال داشتند و دچار اشتباه شدند.

در پرسش۷، توانایی دانش‌آموزان در تشخیص نوع نمودار و نوع واکنش(گرماده یا گرماگیر) مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۷):



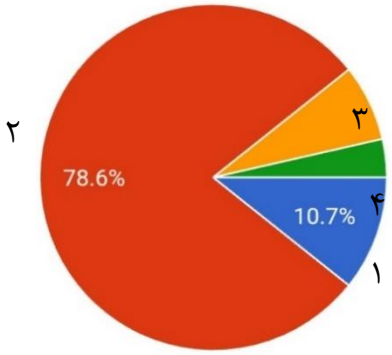
۷-نمودار زیر را به کدام کورد فرایند زیر نمی توان نسبت داد؟

۱) $H\text{-}H(g)+Cl\text{-}Cl(g)\rightarrow 2H\text{-}Cl(g)$

۲) $CO_2(S)\rightarrow CO_2(g)$ (پاسخ درست)

۳) $CH_4(g)+2O_2(g)\rightarrow CO_2(g)+2H_2O(g)$

۴) $C(s)+O_2(g)\rightarrow CO_2(g)$



شکل ۷- درصد پاسخ و انتخاب گزینه های چهارگانه سوال هفتم

در فصل دوم کتاب درسی شیمی یازدهم، چندین نمودار هست که سطح انرژی فراورده و واکنش-دهنده در واکنش انجام‌شده و گرماده یا گرماگیر بودن آن را نشان می‌دهد. نمودار زیر واکنش‌های گرماده را نشان می‌دهد. ۸۸ نفر از شرکت‌کنندگان، گزینه‌دو؛ یعنی تبخیر کربن دی اکسید را انتخاب کردند و درواقع پاسخ ۷۸.۶ ٪ از شرکت‌کنندگان درست بود. ۱۰.۷ درصد شرکت‌کنندگان در تشخیص آنتالپی تشکیل پیوند و گرماگیر بودن آن کج فهمی داشتند و بقیه‌ی پاسخ دهندگان درباره‌ی سوختن و گرماده بودن آن و تطابق نمودار مربوط به آن کج فهمی داشتند.

محور سوال ۸ ارزیابی توانایی تمیز دادن بین مفاهیم ظرفیت گرمایی، ظرفیت گرمایی ویژه و دما است (شکل ۸):

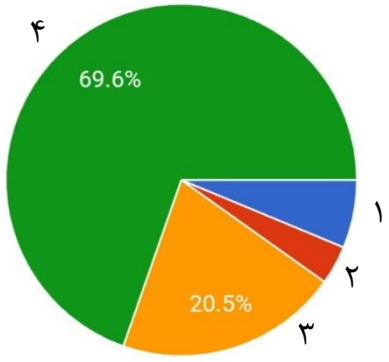
۸- کدام گزینه نادرست است؟

۱) ظرفیت گرمایی ویژه، هم‌ارز با گرمای لازم برای افزایش دمای یک گرم از جسمی به اندازه ۱ درجه سلسیوس است.

۲) به میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده یک جسم، دما گفته می‌شود.

۳) ظرفیت گرمایی یک جسم، به جرم و حالت فیزیکی آن بستگی دارد.

۴) به ظرفیت گرمایی یک مول از هر ماده، گرمای ویژه یا ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آن ماده نیز گفته می‌شود. (پاسخ درست)



شکل ۸- درصد پاسخ و انتخاب گزینه های چهارگانه سوال هشتم

پاسخ به این سوال، نیاز است که دانش‌آموز درک عمیقی از این مفاهیم و ارتباط آنها با مفاهیم دیگر باشد. ۶۹.۶٪ (۷۸ نفر از شرکت‌کنندگان) گزینه‌ی درست را انتخاب کردند که نشان می‌دهد آنان تعریف انرژی گرمایی ویژه را به خوبی درک کرده‌اند. ۲۰.۵٪ شرکت کنندگان (۲۶ نفر از آنان) گزینه ۳ را انتخاب کردند که بیانگر آن است که آنها خواص شدتی و مقداری و وابسته‌هایش را درک نکرده‌اند. ۹.۹ ٪ باقی‌مانده نیز در تعاریف و مفاهیم این بخش، مشکل و کج‌فهمی داشتند.

پرسش ۹ برای بررسی مفهوم آنتالپی و وابسته هایش، طرح گردیده است (شکل ۹):

۹-کدام گزینه نادرست است؟

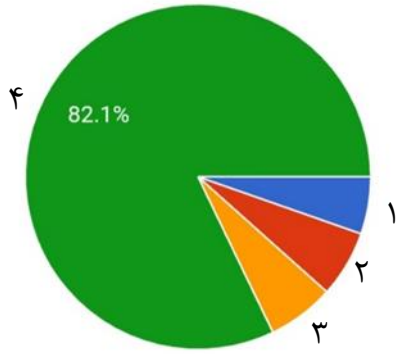
۱) به مجموع محتوای انرژی‌های جنبشی و پتانسیل یک ماده، آنتالپی آن ماده گفته می‌شود.

۲) هر ماده‌ی در پیرامون ما، در دما و فشار اتاق، دارای آنتالپی معینی است.

۳) در معرفی یک نمونه ماده، باید به مقدار مشخصی از آن در فشار و دمای معینی اشاره کرد.

۴) آنتالپی یک نمونه ماده، با تغییرات شیمیایی و فیزیکی تغییر نمی‌کند. (پاسخ درست)

۹۲ نفر یعنی ۸۲.۱ ٪شرکت‌کنندگان گزینه‌ی صحیح را انتخاب نمودند و این نشان از درک صحیح آنان از آنتالپی و روابط حاکم بر آن دارد، تنها ۱۷.۹ ٪ شرکت‌کنندگان در این بخش کج فهمی داشتند که این کج فهمی شامل حقایق کتاب درسی می‌باشد.



شکل ۹- درصد پاسخ و انتخاب گزینه های چهارگانه سوال نهم

در پرسش ۱۰، درک جامعه‌ی هدف از انرژی گرمایی و رابطه‌ی آن با مقدار ماده و دما مورد بررسی قرار گرفته‌است (شکل ۱۰).

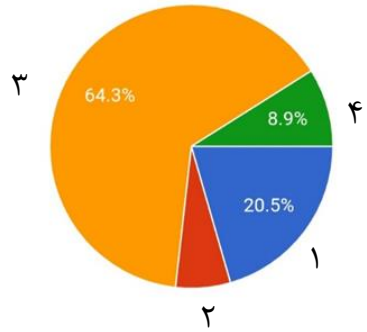
۱۰-اگر یک فنجان از آب استخری را تا نزدیک نقطه‌ی جوش حرارت دهیم، انرژی گرمایی آن.....آب استخر است.

۱) بیشتر از

۲) برابر با

۳) کمتر از (پاسخ درست)

۴) هیچ‌کدام



شکل ۱۰- درصد پاسخ و انتخاب گزینه های چهارگانه سوال دهم

۷۲ نفر از شرکت‌کنندگان پژوهش حاضر توانستند میان مفاهیم و روابط ارتباط برقرار کنند و گزینه صحیح را انتخاب نمایند. ۲۰.۵ ٪ پاسخ‌دهندگان در فهم «وابسته بودن انرژی گرمایی به مقدار ماده، برخلاف دما» و ۱۵.۲ ٪ دیگر درخصوص این مفهوم که «انرژی گرمایی و دما به مقدار بستگی دارند، یا خیر » کج‌فهمی داشتند.

نتایج یافته‌های پژوهش نشان داد که برخی از دانش‌آموزان دوره‌ی متوسطه که موضوع ترمودینامیک را فرا گرفته‌اند، در درک مفاهیمی مانند: گرما، دما، گرمازا، یا گرماگیر بودن انرژی تشکیل و شکستن پیوند،کج‌فهمی داشتند. تحقیقات پاترون (۲۰۰۴)، اندرسون و همکاران (۲۰۰۵) و کوتیگنولا و همکاران (۲۰۰۲) در مقاله‌ای با عنوان بررسی تغییرات آنتالپی نیز تأییدی بر این موضوع است.

یکی از مفاهیمی که در این پژوهش کج فهمی داشت، موضوع آنتالپی یا گرما بود که کارسون و واتسون (۱۹۹۹) نیز در مطالعات خود نشان دادند که دانشجویان، آنتالپی را "نوعی انرژی" می‌دانند و از هر ۱۶ دانش‌آموز ۹ نفر قادر به ارائه‌ی تعریف دقیقی برای آن نیستند.

در کج‌فهمی مفهوم گرماگیر یا گرمازا بودن انرژی تشکیل و شکست پیوند، نتایج این پژوهش با تعدادی از نتایج تحقیقات انجام شده همسویی دارد. به عنوان مثال تحقیقات سوزبیلر(۲۰۰۴) نشان داد که « این یک ایده اساسی است که انرژی، هنگام انتشار پیوندها آزاد می‌شود و برای شکستن پیوندها، انرژی لازم است. ولی، مطالعات نشان می‌دهد که درک دانش دانشجویان اغلب عکس این است». و نیز طبق پژوهش‌های راس (۱۹۹۳) مشخص شد که «بسیاری از دانشجویان تصور می‌کنند که در اثر شکستن پیوندهای شیمیایی، بر خلاف نظر شیمی‌دانان، انرژی آزاد می‌شود» همچنین نتایج تحقیقات بارکر(۱۹۹۵) نشان داد که «از هر ۵ دانشجوی سطح A ، فقط ۱ نفر معتقد است که شکستن پیوند باعث آزاد شدن انرژی می‌شود و بالعکس ساخت پیوند، انرژی مورد نیاز را دارد».

سوزبیلر (۲۰۰۴) معتقد است که اگر معلمان علوم از کج فهمی‌ها آگاه باشند، می‌توانند برنامه‌ریزی بهتری برای فعالیت‌های آموزشی داشته و از کج فهمی‌ها جدید جلوگیری کنند. جانستون، مک دونالد و وب (۱۹۷۷) اظهار داشتند که یک کلاس بزرگ به شیوه تدریس سخنرانی بهترین رسانه برای ارائه مفاهیم ترمودینامیکی نیست و با تدریس در گروه کوچکی از دانش آموزان می توان بر این کج فهمی غلبه کرد. راس (۱۹۹۳) نیز استدلال می‌کند که استفاده از اصطلاحات در زندگی روزمره، دانش-آموزان را دچارکج فهمی می‌کند و لذا باید در گزینش واژگان دقت داشت.

نتیجه گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که برخی از دانش‌آموزان دوره‌ی متوسطه که مفهوم گرماشیمی را در کتاب شیمی پایه‌ی یازدهم فرا گرفته‌اند، در بعضی مفاهیم کج فهمی‌هایی دارند که عبارتند از:

۱. ترتیب سطح انرژی در گازها، مایعات و جامدات.

۲. تشخیص فرمول تغییر آنتالپی و تأخر و تقدم فرآورده و واکنش‌دهنده.
۳. گرماگیر و یا گرماده بودن واکنش برگشت تجزیه دی نیتروژن تترا اکسید به نیتروژن دی اکسید.
۴. گرماگیر یا گرماده بودن واکنش انحلال کلسیم کلرید خشک در آب.
۵. تمیز آنتالپی پیوند و آنتالپی واکنش.
۶. گرماگیر یا گرماده بودن آنتالپی پیوند.
۷. گرماگیر یا گرماده بودن آنتالپی سوختن.
۸. خواص شدتی و مقداری.
۹. وابستگی انرژی گرمایی به مقدار ماده.

بررسی این یافته‌ها، نشان می‌دهد که دانش‌آموزان علاوه بر توضیحات تفهیمی مبحث گرماشیمی، در حقایق ذکر شده نیز، دارای کج‌فهمی می‌باشند و از طرفی به دلیل اهمّیّت موضوع گرماشیمی و ارتباط طولی آن با دیگر مباحث شیمی، یادگیری اصولی و دقیق آن باید در نقطه کانونی تحول محتوای آموزشی قرار گیرد. لذا با بسط و عینیت بخشیدن به این مفاهیم و محور قرار دادن این مبحث، می‌توان کج‌فهمی‌های ایجادشده را رفع کرد و به دبیران شیمی نیز پیشنهاد می‌شود با اختصاص زمان مناسب و تعمیم تعاریف به یکدیگر و اتخاذ شیوه‌ی تدریس مناسب، به تفهیم عمیق این مبحث برای دانش‌آموزان بپردازند.

منابع

ذیقمی، ن. (۱۳۹۲). بررسی برخی از علل کج‌فهمی‌های قانون دوم ترمودینامیک و توابع آنتروپی. هشتمین سمینار آموزش شیمی ایران، سمنان

شاه محمدی اردبیلی، م. (۱۳۸۸). مطالعه کج‌فهمی‌های معلمان شیمی در مفهوم آنتروپی در کتاب درسی شیمی دبیرستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران.

عبداله میرزایی، ر، کوهی فایق، ا و ارشدی، ن. (۱۳۹۴). کج‌غهمی‌های دانش‌آموزان در یادگیری مفاهیم الکتروشیمی در دبیرستان.

لواین، ا. (۱۳۸۷). شیمی فیزیک. غلامرضا اسلامپور، غلامعباس پارسا فر، علی مقاری و بیژن نجفی(مترجمان)، ویرایش پنجم، جلد اول: ترمودینامیک،(ص ص، ۱۴۵-۱۰۹). تهران: موسسه فرهنگی فاطمی.

مورتیمر، چ. (۱۳۹۳). شیمی عمومی. عیسی یاوری(مترجم)، ویرایش ششم، جلد دوم: شیمی عمومی ۲، (ص ص۴۴-۵۵). تهران: نشر علوم دانشگاهی.

Barker, V. (1995) A longitudinal study of 16-18 year old students' understanding of basic chemical ideas, Unpublished D.Phil Thesis. University of York, York, UK.

Boo, H.K. (1998) Students' understandings of chemical bonds and the energetics of chemical reactions, Journal of Research in Science Teaching, 35(5), 569-581.

Carson, E. M. and Watson, J.R. (1999) Undergraduate students' understandings of enthalpy change, University Chemistry Education, 3(2), 46-51.

Johnstone, A.H., MacDonald, J.J. and Webb, G. (1977) Misconceptions in school thermodynamics, Physics Education, May, 248-251

Sozbilir, M. (2004), What makes physical chemistry difficult? Journal of Chemical Education, 81,573-578.

Sozbilir, M. (2001) A study of undergraduates 'understandings of key chemical ideas in thermodynamics, Unpublished PhD Thesis, The University of York, York, UK.

Taber, K. (2002), Chemical misconceptions – prevention, diagnosis and cure. Volume I: theoretical background. Royal Society of Chemistry, London.

Thomas, P.L. (1997) Student conceptions of equilibrium and fundamental thermodynamic concepts in college physical chemistry', Unpublished PhD Thesis. University of Northern Colorado, Greeley, Colorado, USA(1997).

Ross, K. (1993) There is no energy in food and fuels-but they do have fuel value, School Science Review, 75(271), 39-47.

Research article

Research in Chemistry Education, Vol 3, No 1, 19-40

Research in Chemistry Education

http://chemedu.cfu.ac.ir

Students' Misconceptions about Learning Thermodynamics in Second-round High School

Motahhare Khaki [1*], Elham Zamani [2], Zahra Amini[3]

[1,2,3] *Chemistry student, Department of Chemistry, Farhangian University, Tehran, Iran*

Abstract

The purpose of this research, which has been done analytically-descriptively, is to investigate the misconceptions of 11th grade high school students about the concept of thermodynamics. For this purpose, 112 students were randomly selected from among the 11th grade students of the second round high school in the 15th district of Tehran in the academic year 1399-1400, all of whom were girls. In order to identify common misunderstandings of students, a questionnaire containing 10 four-choice questions was used. The questions included the concepts of thermochemistry, system and environment, temperature and heat, enthalpy, endothermic and exothermic reaction. Then, the students' answers were evaluated as data by SPSS statistical software and the results were presented and analyzed in the form of explanations. From the analysis of each question, students' misunderstandings in that subject were extracted. Based on these analyses, the topic of thermochemistry of the 11th grade high school chemistry textbook needs to be reviewed, supplemented and simplified, and the chemistry teachers can take steps to reduce and eliminate misunderstandings on the subject of thermochemistry by adopting an appropriate teaching method.

Keywords: Misconception, Thermodynamics, Entropy, Chemistry education, Second-round High School.

[*]Corresponding Author: (✉ khaki.moti1397@gmail.com)