Archive of SID

مقاله پژوهشی

پژوهش در آموزش شیمی، سال اول، شماره چهارم، صفحات ۵۱-۷۲

پژوهش در آموزش شیمی

http://chemedu.cfu.ac.ir

مطالعه و بررسی درک دانشجومعلّمان رشته آموزش فیزیک از مفاهیم مرتبط با قانون پایستگی جرم و استوکیومتری و استخراج کج فهمی‌های آنها

مسعود سعادتی [۱*]، علیرضا خدائی [۲]

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

[۲] دانشجوی آموزش شیمی، دانشگاه فرهنگیان، تبریز، ایران

چکیده

عدم درک درست مفاهیم علمی سبب انحراف از اهداف و قابلیّت بسط پیدا کردن مفاهیم و استحکام یادگیری درباره‌ی مطالب علوم مورد مطالعه می‌گردد. حال اگر مفهوم مورد نظر از نظر علمی انتزاعی و از مفاهیم غیرقابل درکی مانند برخی مفاهیم شیمی باشد، شناخت کج فهمی‌ها و مقابله با آنها بسیار ضروری‌تر خواهد بود. استوکیومتری دانش مطالعه‌ی روابط کمّی در موادّ و واکنش-های شیمیایی است، بنابراین یکی از منابع مهمّ ایجاد کج‌فهمی‌های شیمی، بحث دشوار استوکیومتری است. در پژوهش حاضر میزان درک دانشجومعلّمان رشته‌ی آموزش فیزیک از موضوعات مرتبط با بحث استوکیومتری مورد بررسی قرار گرفته است. برای جمع آوری اطّلاعات از دانشجویان خواسته شد بر اساس دانش گذشته، ارتباط و نسبت مفاهیم استوکیومتری، موازنه کردن، معادله شیمیایی و قانون پایستگی جرم را به صورت یک نقشه‌ی مفهومی بیان کنند. پاسخ‌های دانشجویان جمع آوری و پس از بررسی، پاسخ‌های درست و پاسخ‌های دارای کج فهمی استخراج گردید. مطابق یافته‌های این تحقیق مشخص گردید بیشتر دانشجویان در بیان ارتباط این مفاهیم با یکدیگر ناتوان هستند و تعدادی از آنها از عبارت‌های نادرست و دارای کج فهمی استفاده می‌کنند.

کلیدواژه‌ها: کج فهمی، آموزش شیمی، استوکیومتری، قانون پایستگی جرم، معادله واکنش، موازنه

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

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۳/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۵/۱۷

www.SID.ir

Archive of SID

مقدّمه

علوم تجربی یکی از حوزه‌های یادگیری برنامه درسی ملّی است که رسالت اصلی آن تربیت افرادی توانمند است. درس شیمی به عنوان یکی از درس‌های این حوزه یادگیری به بررسی ساختار، رفتار و تغییر مواد می‌پردازد. بر همین اساس، مطالعه‌ی میزان یادگیری دانش‌آموزان، دانشجویان و بویژه دانشجومعلّمان که در آینده به عنوان معلّم به آموزش مفاهیم علوم در مدرسه خواهند پرداخت، بسیار ضروری است (حسین طلایی، ۱۳۹۲).

جانستون[1] معتقد است، مفاهیم علوم برخلاف برخی مفاهیم روزمره که قابل لمس و احساس بوده و بر اساس مشاهدات انسانها مفهوم سازی می‌شوند، فقط در ذهن ما انسانها شکل می‌گیرند. بسیاری از مفاهیم علمی از نظر نحوه ساخت در ذهن انسانها ماهیت مشابهی دارند: الکترون، انرژی پیوند، ساختارها و مولکول‌ها. این ایده‌ها همه فراتر از حواس ما بوده و دانش‌آموزان در ساخت چنین مفاهیمی تجربیات اندک یا ناچیزی دارند. به اعتقاد جانستون آموزش شیمی در سه سطح مجزای ماکرو (دنیای ماکروسکوپی قابل مشاهده، زیرمیکرو (دنیای اتم‌ها و مولکولها) و نمادین (فرمولها و معادله‌ها) صورت می‌گیرد. عدم تسلط همزمان دانش آموزان به این سه سطح باعث بروز مشکل در یادگیری آنها می‌شود و از این روست که مطالعه یادگیری مفاهیم شیمی ارزشمند است (جانستون، ۲۰۰۰، ص ۹). چیو[2] شیمی را به عنوان پدیده های جالب توجه، فعالیتهای تجربی جذاب و دانشی پربار برای درک جهان طبیعی و مصنوعی توصیف کرده است و با توجه به ماهیت پیچیده شیمی و نقش تعیین کننده آن در بین دروس مفهومی تدریس شده در مدارس، پیشنهاد می‌دهد باید برنامه درسی ویژه ای برای یادگیری آن تدوین شود (چیو، ۲۰۰۷، ص ۴۲۱). بروئر[3] بیان میکند که شیمی دشوار است. طوری که نیازمند توجه بیشتری از نظر فعالیت‌ها و مهارت‌ها (یعنی مهارت‌های سوادآموزی، ریاضیات و مهارت‌های تجربی) می‌باشد (بروئر، ۲۰۰۲، ص ۱۳). بررسی منابع علمی در مورد یادگیری شیمی نشان می‌دهد که چهار موضوع در حوزه شیمی وجود دارد که بیشترین مشکل را به دانش‌آموزان القا می‌کنند. این چهار موضوع عبارتند از تعادل شیمیایی، مول، استوکیومتری و اکسایش-کاهش (هکلینگ[4] و همکاران، ۱۹۸۵، ص ۲۰۵). با توجه به اهمیت موضوع استوکیومتری، در این پژوهش میزان درک دانشجومعلّمان رشته آموزش فیزیک از مفاهیم مرتبط با استوکیومتری و قانون پایستگی جرم مطالعه شده است.

---

[1] Johnston, A.H.
[2] Chiu, M.
[3] Breuer, S.W.
[4] Hackling. M.

www.SID.ir

Archive of SID

پیشینه پژوهش

استوکیومتری یکی از اساسی‌ترین موضوعات محوری و در عین حال انتزاعی در مباحث شیمی است. این مفهوم برای درک جنبه‌های کمی و کیفی واکنش‌های شیمیایی و همچنین برای حل بسیاری از مسایل شیمی دبیرستان ضروری است. علاوه بر این، تعداد زیادی از یافته‌های پژوهش‌ها اهمیت درک مفهومی آن را برای حل موفقیت آمیز مسائل شیمی و تفکر کیفی در شیمی برجسته می‌کند و نشان می‌دهد که دانش مفهومی ناکافی و نادرست دانش‌آموزان مانع از موفقیت در حل مسئله در استوکیومتری می‌شود (بوجوده و برکت[1]، ۲۰۰۳، ص ۷). پژوهشگران معتقدند از آنجا که آموزش محاسبات استوکیومتری کار دشواری است، باید از رویکردها و روشهای جدید آموزشی در اجرای برنامه های درسی به معنای آماده‌سازی فراگیران در شیمی استفاده شود. وضعیتی که مستلزم درک راهبردهای حل مسئله دانشجویان در شیمی به طور کلی و به طور خاص در استوکیومتری است (بوجوده و برکت، ۲۰۰۳، ص ۷).

موضوع به وجود آمدن کج فهمی به طور عام و حتی نوع کج فهمی در استوکیومتری منحصر به کشور خاصی نیست. پژوهشی که روی دانش‌آموزان آفریقایی انجام شده است، نشان می‌دهد که دانش‌آموزان در موازنه کردن واکنش‌ها، نوشتن فرمول‌های یونی و مولکولی، محاسبه مول با توجه به نسبت حجمی و محاسبه جرم مولی و جرم واکنشگرها کج فهمی داشتند. این پژوهشگران توصیه می‌کنند برای اطمینان از درک دانش‌آموزان از استوکیومتری و مفاهیم مرتبط با آن، معلّمان را باید به استفاده از روش‌ها و راهبردهایی در تدریس ترغیب کرد که به دانش‌آموزان در درک تصورات غلط خود و رسیدن به تغییر مفهومی کمک می‌کند (کلی[2] و همکاران، ۲۰۱۹، ص ۸۲). پژوهش دیگری که در کشور امارات انجام شده است، حاکی از آن است که کمتر از نیمی از دانش‌آموزان در هنگام پاسخ دادن به مسایل مربوط به محاسبه جرم، "درک صحیح" و "درک جزئی" از این مفهوم را نشان داده‌اند و تنها یک چهارم آنها هنگام پاسخ دادن به مسایل مربوط به گازها، چنین درکی را از خود نشان داده‌اند. به گفته این محققان نتایج دور از انتظار بوده و به مربیان علوم در امارات توصیه می‌کنند به دنبال راه‌های بهتری برای آموزش این مفهوم و سایر مفاهیم شیمی باشند (حیدر و النقبی[3]، ۲۰۰۸، ص ۲۱۵).

مشابه همین پژوهش چند سال قبل درباره دانش‌آموزان اندونزیایی انجام شده است. این تحقیق با هدف بررسی درک دانش‌آموزان سال دوازدهم درباره سه موضوع قانون پایستگی جرم، موازنه واکنش‌ها و استوکیومتری انجام شده است. مطابق نتایج حاصل، درک دانش‌آموزان از این اصل اساسی

[1] BouJaoude, S. and Barakat, H.
[2] Kelly, V.L.
[3] Haidar, A. H. and Al Naqabi, A. K.

www.SID.ir

Archive of SID

شیمی کم بوده است. در این مطالعه مشخص شد که دانش‌آموزان در حل مسایلی که مورد استفاده معلّمان و کتاب‌های درسی و مبتنی بر الگوریتم (یعنی استوکیومتری) بوده، موفق‌تر هستند. اما بین عملکرد دانش‌آموزان در مورد سوالات مفهومی و سؤالات الگوریتمی رابطه مستقیمی وجود ندارد، لذا پیشنهاد کرده‌اند تحقیقات بیشتر بر روی شیوه‌های تدریس و برنامه‌های درسی که به پیشرفت درک مفهومی دانش‌آموزان کمک می‌کند، متمرکز شود (آگونگ و شواختز[1]، ۲۰۰۷، ص ۱۶۷۲). این نتایج با نتایج پژوهشهای قبلی مطابقت دارد.

طبق پژوهشی که از سوی محققان آلمانی انجام گرفته است، اگر دانش‌آموزان شرکت کننده در یک تحقیق، مسائل استوکیومتری را به درستی حل کنند، آنها این کار را به صورت یک الگوریتم انجام داده‌اند. این واقعیت که مسائل متناسب با شرایط نسبتاً پیچیده انتخاب شده باشند، هیچ تأثیری در راهبرد حل مسایل استوکیومتری نشان نداده است (فچ[2] و همکاران، ۲۰۰۷، ص ۱۳). تقریباً تمام دانش‌آموزانی که از سوی یک معلّم مشترک به آنها تدریس می‌شود از یک راهبرد مشابه استفاده می‌کنند، بنابراین به نظر می‌رسد این طرح که معلّمان هنگام آموزش استوکیومتری از چه مراحلی استفاده می‌کنند، تأثیر زیادی در استراتژی‌های حل دانش‌آموزان دارد. این نتیجه با نتایج توث و کیث[3] مطابقت دارد (توث و کیث، ۲۰۰۵، ص ۴۷)، اما برخلاف نتایج حاصل از مطالعات اشمیت[4] است (اشمیت، ۱۹۹۴، ص ۱۹۱). یکی از دلایل احتمالی این کار این است که دانش‌آموزانی که در تحقیق شرکت کردند - مانند دانشجویان مجارستانی که در مطالعه‌ی توث و کیث شرکت کرده بودند - در مقایسه با دانش‌آموزانی که در مطالعه‌ی اشمیت شرکت کرده بودند- تازه وارد در زمینه استوکیومتری بودند. به نظر می‌رسد مبتدیان در حل مسائل خاص استوکیومتری متکی به تکیه بر ساختار مشخصی هستند که ممکن است دلیل آن پیچیدگی نسبی حل آن مسائل باشد که از پنج مرحله منفرد تشکیل شده است.

همچنین ثابت شده است که وجود کج فهمی در درک مفهوم استوکیومتری باعث ایجاد کج فهمی در مباحث دیگر شیمی می‌شود. مثلا ثابت شده است که بین کج فهمی‌های استوکیومتری و تعادل شیمیایی ارتباط معنادار وجود دارد، بنابراین توصیه می‌شود برای جلوگیری از کج فهمی دانش‌آموزان در مفهوم تعادل شیمیایی، باید راهبرد یادگیری مناسبی درباره استوکیومتری در یادگیری شیمی اتخاذ شود (جاسنیر[5] و همکاران، ۲۰۱۹، ص ۱۳۸).

---

[1] Agung, S. and Schwartz, M. S.
[2] Fach, M.
[3] Tóth Z. and Kiss E.
[4] Schmidt, H.J.
[5] Jusniar, M.

www.SID.ir

Archive of SID

پژوهش‌ها همچنین نشان می‌دهند که کج فهمی‌هایی مانند بدفهمی‌های مفهومی به آسانی قابل اصلاح نیستند زیرا اگر دانش فراگیران شامل کج فهمی باشد، آنها تمایل به ایجاد دانش جدید بر اساس همان کج فهمی دارند و دانش جدید آنها نیز دارای کج فهمی خواهد بود (لامیچان[1]، ۲۰۱۸، ص ۸۳۴). برخی از پژوهشگران نشان داده اند که کج فهمی دانشجویان در درک مفاهیم شیمی و پدیده‌های شیمیایی به وسیله مدرسان درس شیمی ایجاد شده است (کریستوفراسمیت[2] و همکاران، ۲۰۱۵، ص ۲۷۳). زیرا ریشه بسیاری از کج فهمی‌ها اغلب در درک ناقص پدیده‌های شیمیایی پیچیده و انتزاعی و گاه در توضیحات غیرشهودی از این پدیده‌ها نهفته است (زولر[3]، ۱۹۹۶، ص ۳۱۷). حتی در برخی پژوهش‌ها مشخص شده است که نه تنها بین کج فهمی‌های معلّمان و دانش-آموزان رابطه مستقیمی وجود دارد، بلکه مسئولیت اکثر کج فهمی‌های دانش‌آموزان (گاهی تا ۹۰ درصد) متوجه معلّمان است. در چنین مواردی، به چالش کشیدن تغییر مفهومی دانش‌آموزان به تغییر مفهومی معلّمان بستگی دارد (لما[4]، ۲۰۱۳، ص ۵۹). از این رو پژوهش روی درک دانشجومعلّمان نظیر پژوهش حاضر دارای اهمیت خاصی است. اگرچه نمی‌توان در همه موارد فقط معلّم را مسئول بروز کج فهمی دانست اما اشتراک کج فهمی در سراسر فرهنگ‌ها و جوامع مختلف نشان می‌دهد که عوامل بیرونی مانند: شیوه‌های آموزش، کتاب‌های درسی و اتکای بیش از حد به زبان روزمره را باید به عنوان منابع بالقوه ایجاد کج فهمی در نظر گرفت (تورقوت[5]، ۲۰۱۱، ص ۱۹۶۵).

یکی دیگر از منابع کج فهمی آموزشی، دانش قبلی یادگیرنده می‌باشد. دانش قبلی، متغیری مهم در موفقیت یادگیری علوم است. اگر یادگیرنده بتواند مطالب جدیدی را که می‌آموزد به مطالب آموخته شده‌ی قبلی ربط دهد یادگیری او به نحو معنی‌دار انجام خواهد گرفت. در صورت عدم ایجاد رابطه بین دانش جدید و قدیمی بر حجم کج فهمی‌های او افزوده می‌شود (نکیب اوغلو[6]، ۲۰۰۳، ص ۱۷۱). با این وجود برخی پژوهشگران مانند چی[7] از جمله دلایل اصلی ایجاد کج فهمی را خود دانش آموز، معلّم و کتاب درسی ذکر کرده‌اند (چی، ۱۹۹۲، ص ۱۸۶).

اگرچه منبع بروز کج فهمی بسیار مهم است، بویژه زمانی که مشخص شود معلّم در این موضوع نقش دارد اما مهمتر از آن پذیرش این نکته است که کج فهمی‌ها به عنوان بخشی از مشکلات یادگیری شامل مسائلی هستند که به صورت حل نشده باقی مانده‌اند و بنابراین مانعی برای پیشرفت

[1] Lamichhane, R.
[2] Christopher Smith. K.
[3] Zoller, U.
[4] Lemma, A.
[5] Turgut, Ü.
[6] Nakiboglu, C.
[7] Chi, M.

www.SID.ir

Archive of SID

تحصیلی محسوب می‌شوند. این موانع باید از سر راه یادگیری دانش‌آموز برداشته شوند. قطعا تعیین راهبرد مقابله با کج فهمی به منبع بروز برمی‌گردد. کادایفسی[1] معتقد است که تعیین کج فهمی‌ها در انتخاب روش تدریس درست و ابزار مناسب و همچنین تهیه برنامه آموزشی موثر، بسیار مهم است. به گفته روانشناسان یادگیری، مهمترین عامل یادگیری مفهومی فرد همان چیزی است که وی از قبل می‌داند. بنابراین، کج فهمی‌ها و تعیین کج فهمی‌ها برای تدریس مهم است (کادایفسی و همکاران، ۲۰۰۰)

با توجه به نتایج پژوهشهای انجام شده که گاهی سهم معلّم در بروز، حفظ و تداوم و حتی توسعه کج فهمی‌های دانش آموزان را بسیار بالا می‌دانند، مشخص می‌شود که شناخت کج فهمی‌ها و مطالعه میزان درک دانشجومعلّمان به عنوان معلّمان آینده اهمیت فوق العاده‌ای دارد. مطالعات گذشته نشان داده است که دانشجومعلّمان دانشگاه فرهنگیان در برخی موضوعات شیمی دارای کج فهمی هستند (سعادتی، ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹؛ بدریان، ۱۳۹۵، ص ۱۲۵). از آنجا که استوکیومتری یک موضوع مهم در شیمی است و دانشجومعلّمان به عنوان آموزشگر در آینده در مدارس کار خواهند کرد، پژوهش حاضر در ادامه مطالعات قبلی به بررسی و مطالعه میزان درک دانشجومعلّمان رشته آموزش فیزیک درباره قانون پایستگی جرم و استوکیومتری و مفاهیم مرتبط با آنها می‌پردازد. دانشجومعلّمان رشته‌های آموزش فیزیک و زیست شناسی تنها در قالب یک درس سه واحدی مفاهیم پایه شیمی را می‌آموزند و فرصت دیگری برای اصلاح کج فهمی‌های احتمالی در شیمی ندارند. از طرفی این دانشجویان هنگام تدریس موضوعات مرتبط با دروس تخصصی خود گاهی مجبورند از مفاهیم شیمی استفاده کنند. بنابراین ضروری است با مطالعه درک این دانشجویان از مفاهیم شیمیایی نسبت به وجود کج فهمی در آنها آگاهی یافته و با یافتن راهبردهای تدریس مناسب نسبت به رفع آنها اقدام نمود. این پژوهش قبل از تدریس موضوع استوکیومتری در درس شیمی عمومی انجام شده و آنچه به عنوان یافته در این پژوهش گزارش می‌شود محصول دانش پیشین دانشجویان است. پس از پایان آزمون تمامی پاسخ‌های دانشجویان در کلاس درس بررسی و کج فهمی‌های دانشجویان اصلاح گردید.

روش پژوهش

جامعه آماری پژوهش دانشجومعلّمان تنها کلاس آموزش فیزیک ورودی سال ۹۷ دانشگاه فرهنگیان پردیس علامه امینی تبریز به تعداد ۲۸ نفر بودند. از این تعداد ۲ نفر در روز آزمون غایب بودند، ۳ نفر دیر به کلاس رسیدند و فرصت پاسخ به سوال را نداشتند. از ۲۳ پاسخ داده شده ۳ برگه فاقد اطلاعات مفید برای تحلیل بود که کنار گذاشته شدند و تنها پاسخ های ۲۰ نفر مورد بررسی

[1] Kadayifci, H.

www.SID.ir

Archive of SID

قرار گرفت. به دلیل مشخص و محدود بودن تعداد دانشجومعلّمان، از تکنیک‌های متداول انتخاب نمونه استفاده نگردید و انتخاب تصادفی پاسخنامه‌ها بر اساس حضور در کلاس در روز آزمون و ارائه پاسخنامه قابل استفاده، انجام گرفت.

به منظور جمع آوری داده‌ها از ترسیم نقشه مفهومی استفاده گردید. به این منظور چهار مفهوم شیمیایی معادله شیمیایی، موازنه کردن واکنش، استوکیومتری و قانون پایستگی جرم در قالب یک نقشه مفهومی به شکل یک لوزی، طوری که هر مفهوم در یک راس لوزی قرار گیرد، طراحی گردید اما هیچ ارتباطی بین مفاهیم رسم نگردید. به دانشجویان توضیح داده شد که اگر فکر می‌کنند ارتباطی وجود دارد می‌توانند هر مفهوم را به همه یا تعدادی از سه مفهوم دیگر متصل کنند. همچنین از آنها خواسته شد با نوشتن جملاتی مناسب نوع ارتباط هر مفهوم با مفهوم دیگر را بیان کنند. به دانشجویان توضیح داده شد که می‌توانند جملات خود را روی شکل و روی خطوط متصل کننده بنویسند و یا با دادن یک کد عددی به هر اتصال، توضیحات لازم را در زیر شکل و با مشخص کردن کد مربوطه بنویسند. دانشجویان ۳۰ دقیقه فرصت داشتند تا برگه‌های پاسخنامه خود را کامل نموده و تحویل دهند. آزمون در ایام تدریس مباحث مربوط به شیمی عمومی، در آغاز کلاس، بدون اطلاع قبلی دانشجویان، به صورت پیش آزمون و به منظور بررسی میزان درک دانشجومعلّمان از مفاهیم مرتبط با استوکیومتری انجام شد. بر این اساس پاسخ‌های دانشجومعلّمان مبتنی بر دانش پیشین آنهاست پس از برگزاری آزمون به منظور رسیدن به هدف تدریس، تمامی پاسخ‌ها در کلاس بررسی و همه کج فهمی‌ها به روشی که نوضیح داده می‌شود، رفع شدند. پس از جمع آوری پاسخهای دانشجومعلّمان جملات مهم و مشخص هر دانشجومعلّم جدا شده و در برگه دیگری با کد مربوط به او نوشته شد. با وجودی که نوشتن نام برای دانشجومعلّمان اختیاری بود، غیر از سه نفر همه نام کامل خود نوشته بودند. در فرایند تحلیل پاسخها بر اساس شماره ای که از ۱ تا ۲۳ به هر پاسخنامه داده شده بود، عمل شد. پاسخ‌ها بر اساس نوع پاسخ و جمع بندی پاسخ‌های مشابه در سه دسته بدون نظر، پاسخ درست و پاسخ دارای کج فهمی دسته بندی گردید که پاسخهای درست گاهی خود از چند دسته پاسخ متفاوت تشکیل می‌شد. پس از دسته بندی پاسخ‌ها، نتایج به صورت درصدی و تحلیلی جمع بندی و گزارش شد.

هدف اصلی این تحقیق شناسایی کج فهمی‌های دانشجومعلّمان درباره مفاهیم مرتبط با قانون پایستگی جرم و استوکیومتری است اما هدف نهایی از این مطالعه رفع بدفهمی‌ها و کج فهمی‌های دانشجویان در مبحث استوکیومتری بود. این تحقیق فقط به عنوان یک تحقیق صرف انجام نشد بلکه هدف این بود که دانشجومعلّمان مفاهیم مرتبط با استوکیومتری را بهتر یاد بگیرند. برای این منظور

www.SID.ir

Archive of SID

در همان جلسه پس از پایان آزمون نقشه مفهومی مدنظر روی تخته رسم گردید. پاسخهای دانشجومعلّمان روی هر اتصال به ترتیب نوشته شده و درباره آنها بحث شد. پس از بحث و تبادل نظر دانشجومعلّمان و با هدایت و راهنمایی مدرس کلاس جملات درست تعیین و اشکالات پاسخهای نادرست رفع گردید. به این ترتیب علاوه بر رفع کج فهمی‌های دانشجویان اطلاعات کافی برای تفسیر بهتر نتایج که در این مقاله منتشر شده است حاصل شد. در تفسیر نتایج مقرر شده بود در صورتی در تعیین وجود یا عدم وجود کج فهمی بین پژوهشگران اختلاف نظر پیش آید از نظرات مدرسان علوم تجربی دانشگاه استفاده گردد که چنین موردی پیش نیامد.

نتایج و بحث

جواب دانشجومعلّمان به سوال پژوهش، به صورت ارتباطات دوسویه شامل، موازنه کردن - قانون پایستگی جرم، معادله شیمیایی - موازنه کردن، قانون پایستگی جرم - معادله شیمیایی، استوکیومتری - معادله شیمیایی، استوکیومتری - موازنه کردن و استوکیومتری - قانون پایستگی جرم، تنظیم و تحلیل شد. برای قضاوت درباره صحت پاسخهای دانشجومعلّمان تعاریف مورد قبول از هر مفهوم بر اساس تعاریف مندرج کتابهای مرجع نوشته شد و پاسخ‌های دانشجومعلّمان برمبنای آنها در دسته های مختلف قرار گرفت. در مواردی که توضیحی دارای ابهام بود نظر دو نفر از اساتید شیمی دانشگاه به عنوان ملاک صحت و سقم عبارت تعیین گردید.

جدول ۱ نوع پاسخهای دانشجومعلّمان به ارتباط دو سویه موازنه کردن - قانون پایستگی جرم را نشان می‌دهد. این پاسخ‌ها بر اساس پاسخ‌های داده شده در تحقیق حاضر تنظیم گردیده است. شکل ۱ درصد دانشجومعلّمانی را که هر کدام از این پاسخ‌ها را داده اند، نشان می‌دهد.

بر اساس نتایج حاصل مشخص گردید (شکل ۱)، ۴۵ درصد دانشجویان مشارکت کننده در پژوهش (۹ نفر از ۲۰ نفر) نتوانسته‌اند یا نخواسته‌اند در این مورد نظری ارائه نمایند که از نظر آماری قابل توجه است. اینکه دانشجومعلّم نتواند یا نخواهد درباره یک موضوع اظهار نظر کند نشانه وجود مشکل در درک مفهوم مورد نظر و حداقل عدم اعتماد به نفس کافی برای بیان دیدگاه خود درباره آن موضوع است.

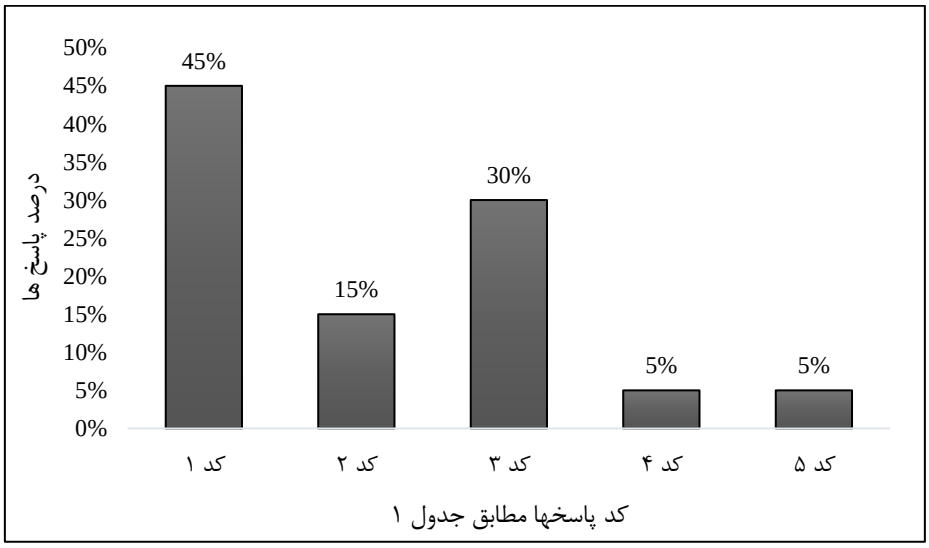
مطابق نتایج حاصل ۱۵ درصد دانشجومعلّمان (۳ نفر از ۲۰ نفر) موازنه کردن واکنش را برای رعایت قانون پایستگی جرم می‌دانند (کد ۲) که کاملا درست است. ۳۰ درصد دانشجویان (۶ نفر از نفر) نیز معتقدند با توجه به قانون پایستگی جرم موازنه صورت می‌گیرد (کد۳). پاسخهایی که با کد ۲ و ۳ مشخص شده‌اند تقریبا شبیه هم هستند و هردو نشان دهنده درک درست دانشجومعلّمان از نسبت بین این دو مفهوم مهم شیمی هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱. پاسخهای دانشجویان به ارتباط موازنه کردن- قانون پایستگی جرم

کد	نوع پاسخ
۱	نظری ندارد (به سوال پاسخ نداده است)
۲	برای اینکه قانون پایستگی جرم در معادله درست باشد، واکنش باید موازنه شود.
۳	موازنه کردن طبق قانون پایستگی جرم انجام می‌گیرد.
۴	مجموع ضریب‌های واکنش دهنده باید برابر فرآورده باشد.
۵	هنگام موازنه برخی از مواد تغییر می‌کنند، ولی طبق قانون پایستگی، جرم‌ها از بین نمی‌روند و به وجود نمی‌آیند.



شکل ۱. درصد انواع پاسخ‌های داده شده از سوی دانشجومعلّمان به رابطه بین موازنه کردن و قانون پایستگی جرم

یک نفر از دانشجویان که معادل ۵ درصد آنها می‌شود پاسخ مشخص شده با کد ۴ را نوشته است. این دانشجو معتقد است که «هنگام موازنه کردن برخی از مواد تغییر می‌یابد!» که ناشی از عدم درک درست وی از مفهوم موازنه مردن و مفهوم تغییر مواد است. هر چند وی در ادامه جمله به اصول اساسی قانون پایستگی جرم اشاره کرده است ولی پاسخ او نشانه درک نادرست وی از این دو مفهوم می‌باشد. آنچه در موازنه کردن اتفاق می‌افتد صرفا تغییر ضرایب و تعیین ضریب درست برای هر ماده

www.SID.ir

Archive of SID

شرکت کننده در واکنش است و اصولا فرمول شیمیایی ماده نباید دستخوش تغییر شود. اگر منظور دانشجو از تغییر تبدیل واکنش دهنده به فرآورده باشد، در این صورت نیز موضوع ربطی به موازنه کردن ندارد. یک دانشجوی دیگر (۵ درصد از کل دانشجویان) با شرط قانون پایستگی جرم را برابر شدن ضرایب واکنش دهندهها و فرآوردهها دانسته است. این دانشجو نیز برداشت درستی از قانون پایستگی جرم ندارد و چنانچه میدانیم در موازنه کردن تعداد اتمهای دو طرف واکنش باهم برابر میشود نه ضرایب استوکیومتری اجزا واکنش. با توجه به این توضیحات میتوان چنین نتیجهگیری کرد که ۱۰ درصد دانشجومعلّمان مشارکت کننده در پژوهش در درک ارتباط بین موازنه کردن و قانون پایستگی جرم دچار مشکل هستند و ۴۰ درصد نیز نتوانسته اند در این مورد اظهارنظر کنند. حدود ۵۰ درصد دانشجومعلّمان از عباراتی درست در توصیف این رابطه استفاده کرده اند.

در بررسی پاسخهای دانشجومعلّمان به ارتباط بین معادله شیمیایی و موازنه کردن، واکنش پاسخهای داده شده طبق جدول ۲ کدگذاری گردید و درصد هر پاسخ در شکل ۲ نشان داده شده است.

چنانچه در شکل ۲ نیز مشخص است، ۱۵درصد دانشجومعلّمان (یعنی۳ نفر از آنها) هیچ نظری در مورد ارتباط بین معادله شیمیایی و موازنه کردن ندادهاند (کد ۱). ۳۵درصد دانشجویان (۷ نفر)، جملهای را که با کد ۲ مشخص شده است و نشان دهنده ضرورت موازنه یک واکنش است به عنوان پاسخ برگزیدهاند که تاکیدی بر یک موضوع کاملا مشخص و مبرهن است. این پاسخ ساده و البته درست هیچ توضیحی درباره علت درست بودن این ارتباط نمیدهد. ۲۵ درصد (یعنی ۵ نفر از دانشجویان) علاوه بر اشاره به ضرورت موازنه معادله واکنش به دلیل این کار نیز اشاره کرده اند. ۳ نفر به لزوم تحقق قانون پایستگی جرم به وسیله موازنه و ۲ نفر به امکان حل مسایل کمی به عنوان دلیل موازنه کردن اشاره کرده اند (کد ۳). ۱۰درصد دانشجویان (یعنی ۲ نفر از آنها) موازنه کردن را برای ایجاد تعادل بین اجزا معادله میدانند (کد ۴). مشخص است که این دانشجویان از واژه تعادل به صورت عامیانه به معنی برابر شدن تعداد اتمها در دو طرف معادله استفاده میکنند. این کج فهمی از جمله کج فهمیهایی است که منشا مدرسهای دارد و معمولا از زبان معلّمان (و به صورت ناخواسته) جاری میشود. اگرچه با این تلقی جمله درست است اما دانشجومعلّمان استفاده نادرستی از واژه تخصصی "تعادل" دارند و یا احتمالا معنی تخصصی واژه "تعادل" را نمیدانند. ۱۰درصد (یعنی ۲ نفر از دانشجویان) منظور از برابری تعداد اتمها در دو طرف را با متناسب شدن نسبت فرمول ها با یکدیگر بیان کردهاند که مبهم و دارای کج فهمی است (کد ۵). این جملات نشان میدهد که دانشجومعلّم هدف از موازنه کردن را میداند اما به دلیل کم دقتی یا عدم تسلط مفهومی بر موضوع با بیان یک جمله ظاهرا علمی اما درواقع اشتباه رفع تکلیف کرده است. این ادعاها بر اساس نتایج

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و گفتگو در کلاس که پس از آزمون برگزار شد مطرح می‌شود. ۵ درصد (یعنی ۱ نفر از آنها) پاسخ مربوط به کد ۶ را داده است که باز جمله‌ای مبهم و دارای کج فهمی است. منظور از کامل شدن مفهوم معادله با موازنه کردن جمله‌ای دارای ابهام است. مشابه مورد قبلی چنین به نظر می‌رسد که دانشجومعلّم از وجود یک دلیل برای موازنه کردن آگاه است اما به دلیل عدم آگاهی کامل از مفهوم، از یک جمله نسبتا بی‌ربط برای بیان منظورش استفاده کرده است. با این شرایط ۶۰ درصد دانشجومعلّمان از عباراتی درست استفاده کرده اند و ۲۵ درصد نیز از عباراتی دارای کج فهمی استفاده نموده‌اند.

جدول ۲. انواع پاسخ دانشجویان به ارتباط دو سویه مفاهیم معادله شیمیایی- موازنه کردن

کد	نوع پاسخ
۱	نظری ندارد (به سوال پاسخ نداده است)
۲	یک معادله باید موازنه شود.
۳	یک معادله باید موازنه شود (برای رعایت قانون پایستگی جرم یا برای حل مسایل کمی)
۴	جهت ایجاد تعادل در واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها
۵	باید نسبت فرمول‌ها با یکدیگر متناسب باشد.
۶	باید معادله‌ای وجود داشته باشد تا با موازنه کردن آن، مفهوم معادله کامل گردد.

شکل ۲. درصد انواع پاسخ‌های داده شده از سوی دانشجومعلّمان به رابطه بین معادله شیمیایی و موازنه کردن

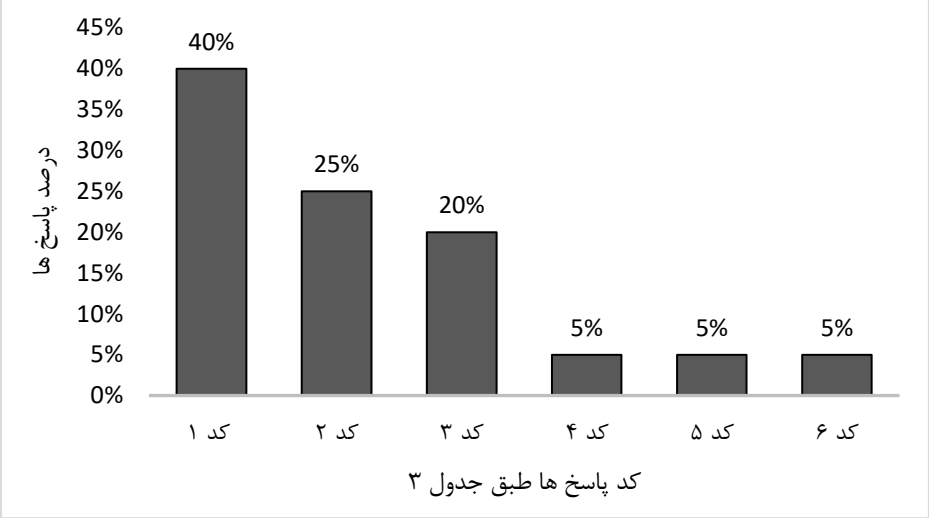
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳ و شکل ۳ به ترتیب نوع پاسخ دانشجومعلّمان به ارتباط بین قانون پایستگی جرم و معادله شیمیایی و درصد پاسخ آنها به هر کدام از انواع پاسخ ها را نشان می‌دهند.

جدول ۳. انواع پاسخ دانشجویان به ارتباط دو سویه مفاهیم قانون پایستگی جرم- معادله شیمیایی

کد	نوع پاسخها
۱	نظری ندارد (به سوال پاسخ نداده است)
۲	در واکنش شیمیایی نه جرم به وجود می‌آید و نه از بین می‌رود. (جرم‌ها در دو طرف معادله برابرند)
۳	معادله باید از قانون پایستگی جرم پیروی کند.
۴	از جرم می‌شود معادله را تشخیص داد.
۵	جهت اینکه جسم در واکنش همان می‌ماند (عین عبارت دانشجومعلّم)
۶	مواد از بین نمی‌روند بلکه از جنسی به جنس دیگر تغییر می‌کنند.



شکل۳. درصد انواع پاسخهای داده شده از سوی دانشجومعلّمان به رابطه بین قانون پایستگی جرم و معادله شیمیایی

چنانچه در شکل۳ نیز مشخص است ۴۰ درصد (یعنی ۸ نفر از ۲۰ نفر) دانشجومعلّمان مشارکت کننده در این تحقیق، پاسخی در رابطه با ارتباط بین مفاهیم قانون پایستگی جرم و معادله شیمیایی

www.SID.ir

Archive of SID

ارائه نداده‌اند (کد۱). چنانچه قبلا اشاره شد عدم اظهارنظر خود دلیلی بر ضعف در درک مفاهیم علمی است. ۲۵ درصد (یعنی ۵ نفر) به تعریفی از قانون پایستگی جرم بسنده کرده‌اند که به صورت مستقیم ربطی به رابطه بین این دو مفهوم ندارد و یا می‌توان گفت هدف پژوهشگر بیان این جمله نبود. هر چند که جمله درست است (کد۲). به عبارت دقیقتر این ارتباط روشن و واضح بیان نشده است. آنطور که از مباحث کلاسی پس از این آزمون برداشت می‌شود آن است که دانشجویان می‌خواستند به معادله‌ی موازنه شده اشاره کنند. ۲۰ درصد (یعنی ۴ نفر) پاسخ مشخص شده با کد ۳ را بیان نمودند که عبارتی درست در رابطه بین دو مفهوم است، هرچند می‌توانست آن را بیشتر توضیح دهد. ۱۵ درصد (یعنی۳ نفر) نیز هر کدام یکی از پاسخهای مشخص شده با کدهای ۴، ۵ و ۶ را بیان کردند که ناشی از عدم درک موضوع مورد بحث یا ناشی از عدم توانایی برای بیان درست ارتباط بین مفاهیم خواسته شده است. عبارت کد ۴ کاملا نامفهوم و نادرست بوده و نشان دهنده عدم درک دانشجومعلّم از رابطه بین مفهوم معادله و جرم است. ضمن اینکه هیچ ارتباط واضحی بین دو مفهوم مورد بحث در این پاسخ مشاهده نمی‌شود. در عبارت مشخص شده با کد ۵ دانشجومعلّم به جای واژه جرم از واژه جسم استفاده کرده است که کاملا نادرست می‌باشد. در عبارت مربوط به کد ۶ نیز این ضعف کاملا مشهود است. دانشجومعلّم برای بیان عدم تغییر جرم از عبارت " ماده تغییر نمی‌کند" استفاده کرده و تغییر نوع مواد در واکنش را با واژه "تغییر جنس" بیان کرده است. این اشکال یا ناشی از عدم تسلط کافی دانشجو به مفهوم قانون پایستگی است و یا به دلیل عدم شناخت معنای کلمات استفاده شده است. با توجه به این توضیحات مشخص می‌شود که در این مورد نیز تعداد نسبتا قابل توجهی از دانشجویان نتوانسته‌اند درباره ارتباط بین قانون پایستگی جرم و معادله واکنش اظهارنظر کنند. ۵۰ درصد دانشجویان از عبارتهایی درست (اما ناقص) برای بیان این رابطه استفاده کرده‌اند و ۱۵ درصد نیز از پاسخ‌هایی استفاده کرده‌اند که نشانه عدم درک این رابطه است. که ازجمله آنها معادل گرفتن جسم با جرم و ماده با جرم است.

مشابه موارد قبلی، انواع پاسخهای دانشجومعلّمان به ارتباط بین مفاهیم استوکیومتری و معادله شیمیایی در جدول ۴ کدگذاری شده است و سهم پاسخ‌های دانشجومعلّمان به هرکدام از این پاسخ ها به صورت درصدی در شکل ۴ نمایش داده شده است.

بر اساس نتایج حاصل و چنانچه در شکل۴ نیز مشخص است، ۳۵درصد دانشجومعلّمان (یعنی ۷ نفر از آنها) به سوال پاسخ نداده‌اند. ۵۰ درصد (یعنی نصف مشارکت کنندگان) پاسخ‌هایی مشابه با کد۲ را برای پاسخ برگزیده‌اند، که به لزوم حضور معادله در مسائل استوکیومتری اشاره دارد. این دانشجویان استفاده از قوانین استوکیومتری یعنی اعمال روابط کمی بین اجزا واکنش را به معلوم بودن معادله واکنش مشروط کرده‌اند که برداشتی درست است. ۱۵ درصد دانشجویان (یعنی ۳نفر)

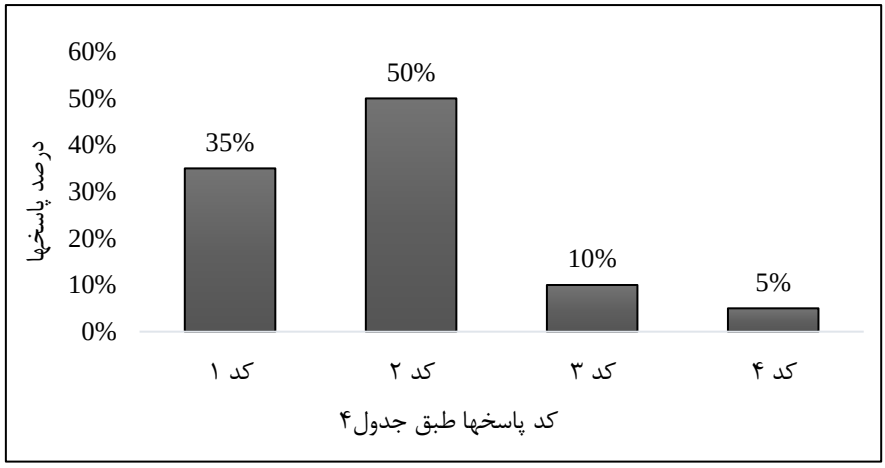
www.SID.ir

Archive of SID

به وجود یک رابطه کمی و محاسباتی در ارتباط با مفاهیم ارائه شده تاکید کرده‌اند و نسبت این دو مفهوم را با یک مثال عددی نشان داده‌اند. چنانچه در مقدمه مقاله آمده است دانشجویان به دلیل مشکل بودن حل مسایل استوکیومتری به جای درک مفهومی بیشتر به حل الگوریتمی مسایل استوکیومتری اقدام می‌کنند. این عبارت بازتابی از همان نگاه به مسایل استوکیومتری است. یک نفر از دانشجویان (۵ درصد آنها) نیز با نوشتن پاسخی که با کد ۴ نشان داده است، فهم خود از رابطه بین استوکیومتری و معادله شیمیایی را با این جمله بیان کرده است. بر این اساس مشخص می‌شود که در این موضوع هیچ کج فهمی مشاهده نمی‌شود و همه دانشجومعلّمانی که در این مورد اظهار نظر کرده اند (۶۵ درصد دانشجویان) توانسته‌اند با بیان جمله یا عبارتی درست (اما گاهی متفاوت) میزان درک خود از این رابطه را به طور نسبی بیان کنند.

جدول ۴. انواع پاسخ دانشجویان به ارتباط دو سویه مفاهیم استوکیومتری- معادله شیمیایی

کد	نوع پاسخها
۱	نظری ندارد (به سوال پاسخ نداده است)
۲	برای استفاده از استوکیومتری باید معادله شیمیایی باشد.
۳	نسبت هر مول از عناصر به عناصر دیگر فهمیده می‌شود.
۴	با استفاده از مفهوم استوکیومتری می‌توان جنبه کمی واکنش شیمیایی را نشان داد.



شکل۴. درصد انواع پاسخهای داده شده از سوی دانشجومعلّمان به رابطه بین استوکیومتری و معادله شیمیایی

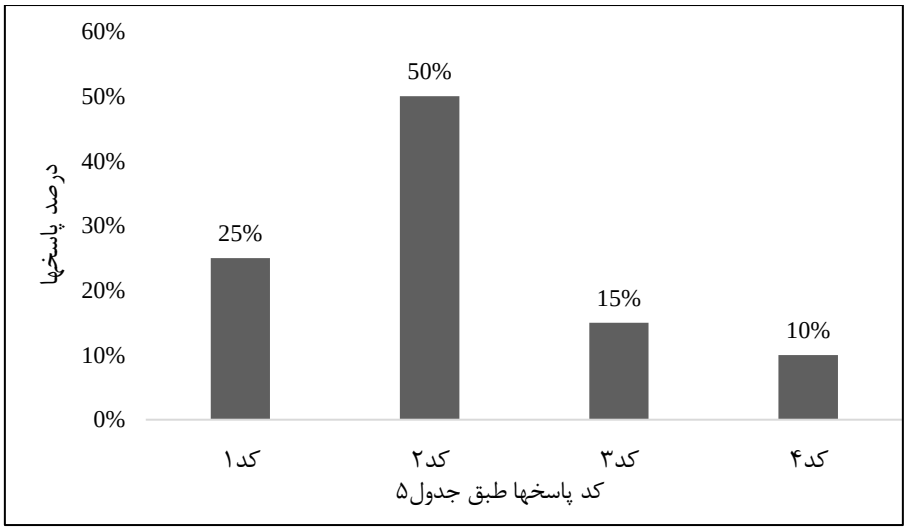
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵ و شکل ۵ به ترتیب کدگذاری پاسخ‌های دانشجومعلّمان به ارتباط بین مفاهیم استوکیومتری- موازنه کردن و درصد پاسخ آنها به هر کدام از انواع پاسخ‌ها را نشان می‌دهند.

جدول ۵. انواع پاسخ دانشجویان به ارتباط دو سویه مفاهیم استوکیومتری- موازنه کردن

کد	نوع پاسخها
۱	نظری ندارد (به سوال پاسخ نداده است)
۲	جهت حل مسائل اسوکیومتری، باید موازنه انجام شود.
۳	در استوکیومتری باید از معادله موازنه شده استفاده کرد.
۴	رابطه‌های کمی بین ذره‌های واکنش دهنده و فرآورده (نسبت‌های مولی را مشخص می‌کنند).



شکل۵. درصد انواع پاسخهای داده شده از سوی دانشجومعلّمان به رابطه بین استوکیومتری و موازنه کردن

بر اساس آنچه در شکل۵ نشان داده می‌شود، ۲۵ درصد دانشجومعلّمان شرکت کننده در پژوهش (یعنی۵ نفر) نتوانسته‌اند درباره این ارتباط نظر بدهند (کد۱). ۵۰ درصد آنها (یعنی۱۰نفر) به لزوم موازنه معادله شیمیایی برای حل مسائل استوکیومتری تاکید کرده‌اند (کد ۲). این اظهار نظر درست است اما هدف پژوهش این بود که دانشجویان درباره ارتباط مفهومی بین دو این مفهوم شیمیایی اظهارنظر نمایند. این نوع اظهارات مثل عدم پاسخ نشانه عدم درک عمیق دانشجومعلّمان از این

www.SID.ir

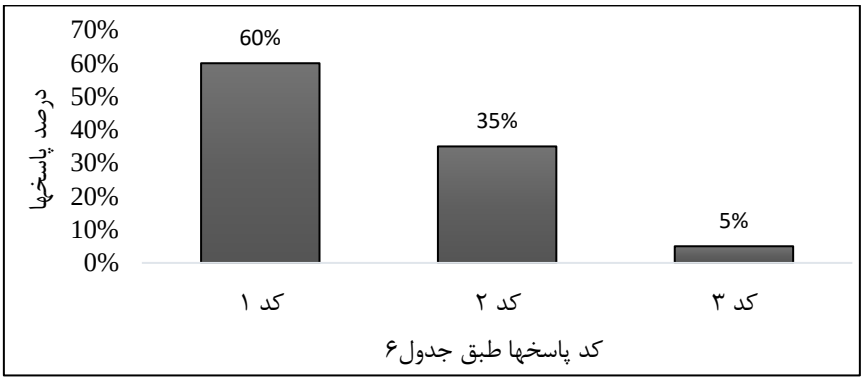
Archive of SID

مفاهیم است. ۱۵درصد (۳نفر) از دانشجویان به لزوم استفاده از معادله موازنه شده در مسائل استوکیومتری تاکید کردند (کد ۳). این پاسخ درست نیز بیش از آنکه به شناخت عمیق دانشجویان از نسبت این مفاهیم مربوط باشد به نگاه الگوریتمی به حل مسایل استوکیومتری مربوط می‌شود. ۱۰درصد دانشجومعلّمان (یعنی ۲ نفر) نیز به وجود روابط کمی و محاسباتی در ارتباط با مفاهیم بالا اشاره کرده‌اند (کد ۴). با توجه به این توضیحات و نتایج حاصل مشخص می‌شود که در این مورد نیز همه نظرات داده شده (که ۷۵ درصد دانشجومعلّمان را شامل می‌شود) از عباراتی کم و بیش درست استفاده کرده‌اند و ۲۵ درصد مابقی پاسخی نداده‌اند. علیرغم نبود کج فهمی در بین پاسخ‌ها، نگاه مساله گونه به مفهوم استوکیومتری و همچنین نگاه الگوریتمی به حل مسایل استوکیومتری کاملا در پاسخ‌های دانشجومعلّمان برجسته است. این می‌رساند که دانشجومعلّمان درک مفهومی عمیقی از این مفاهیم ندارند.

بالاخره اینکه انواع پاسخ‌های دانشجومعلّمان به ارتباط بین مفاهیم استوکیومتری و قانون پایستگی جرم در جدول ۶ کدگذاری شده و سهم پاسخ‌های دانشجومعلّمان در هرکدام از این پاسخ‌ها به صورت درصدی در شکل ۶ نمایش داده شده است.

جدول ۶. انواع پاسخ دانشجویان به ارتباط دو سویه مفاهیم استوکیومتری- قانون پایستگی جرم

کد	نوع پاسخها
۱	نظری ندارد(به سوال پاسخ نداده است)
۲	در استوکیومتری باید قانون پایستگی جرم رعایت شود.
۳	طبق قانون پایستگی جرم ما می‌توانیم استوکیومتری معادله را صحیح بدست آوریم.



شکل۶. درصد انواع پاسخهای داده شده از سوی دانشجومعلّمان به رابطه بین استوکیومتری و قانون پایستگی

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به نمودارهای شکل۶ مشخص است که ۶۰ درصد دانشجومعلّمان (یعنی۱۲نفر) پاسخی در رابطه با ارتباط بین مفاهیم استوکیومتری و قانون پایستگی جرم نداده‌اند (کد۱). این میزان بیشترین مقدار عدم پاسخ در این پژوهش است. عدم پاسخ به دو معناست: یا دانشجومعلّم به وجود رابطه‌ای بین این دو مفهوم اعتقاد ندارد یا نمی‌تواند این رابطه را توضیح دهد. در میان پاسخها براساس گفتگویی که با دانشجومعلّمان انجام شد هر دو مورد وجود دارد و هردو مورد نشانه عدم درک کافی از این مفاهیم است. ۳۵ درصد دانشجومعلّمان (یعنی ۷ نفر) به ضرورت رعایت قانون پایستگی جرم در استوکیومتری تاکید دارند که کاملا درست است (کد۲). یک نفر از دانشجومعلّمان نیز تلاش کرده است این ارتباط را با پاسخ مربوط به کد ۳ توضیح دهد اما متاسفانه این توضیح نادرست و در نگاه خوشبینانه مبهم و ناقص است. این نوع پاسخ‌ها را می‌توان به عدم تسلط مفهومی بر موضوع و عدم تسلط بر واژگان تخصصی موضوع مورد بحث مربوط دانست (درست مثل استفاده از واژه تعادل از سوی دانشجومعلّمان). در مجموع وجود درصد بالایی از دانشجومعلّمانی که نخواسته‌اند یا نتوانسته‌اند درباره رابطه بین این دو مفهوم نظر بدهند (۶۰ درصد)، نشانه عدم درک مفهومی عمیق درباره مفاهیم مورد بحث است. متاسفانه تنها ۳۵ درصد دانشجومعلّمان از جملاتی درست برای بیان این رابطه استفاده کرده‌اند و ۵ درصد نیز دارای کج فهمی هستند.

نتیجه گیری

به طور کلی از نتایج حاصل از این مطالعه مشخص شد که درصد بالایی از دانشجومعلّمان نمی-توانند درباره وجود رابطه مفهومی بین چهار مفهوم مهم شیمی (استوکیومتری، قانون پایستگی جرم، معادله شیمیایی و موازنه کردن) اظهار نظر کنند. این بدان معناست که اکثر دانشجومعلّمان درک عمیق و مطمئنی نسبت به مفاهیم مرتبط با استوکیومتری و قانون پایستگی جرم ندارند. این یک ضعف بزرگ است که مختص درس شیمی نیست بلکه در همه درسها به احتمال زیاد وجود دارد. در درس شیمی نیز فقط مختص بحث استوکیومتری نیست. بنابراین ضروری است مشکلات مشابه در تمام دروس و در همه مباحث اساسی در طول فرایند آموزش در دانشگاه شناسایی شده و قبل از فارغ التحصیل شدن دانشجومعلّمان برطرف شود.

در میان پاسخ‌های دانشجومعلّمانی که اظهار نظر کرده‌اند، مواردی از کج فهمی مشاهده شد که در جدول ۷ نشان داده می‌شود. همچنین میزان شیوع هر کج فهمی برحسب درصد بیان شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۷- نوع کج فهمی ها و میزان شیوع آنها درباره مفاهیم مرتبط با استوکیومتری در این پژوهش

ردیف	نوع کج فهمی	درصد
۱	در موازنه کردن مجموع ضریب‌های واکنش دهنده باید برابر فرآورده باشد.	۵
۲	هنگام موازنه برخی از مواد تغییر می‌کنند، ولی جرم از بین نمی‌رود.	۵
۳	موازنه کردن جهت ایجاد تعادل در واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌هاست.	۱۰
۴	در موازنه کردن باید نسبت فرمول‌ها با یکدیگر متناسب باشد.	۱۰
۵	باید معادله‌ای وجود داشته باشد تا با موازنه کردن آن، مفهوم معادله کامل گردد.	۵
۶	از جرم می‌شود معادله را تشخیص داد.	۵
۷	جهت اینکه جسم در واکنش همان می‌ماند. (جمله‌ای برای بیان قانون پایستگی جرم)	۵
۸	طبق قانون پایستگی جرم ما می‌توانیم استوکیومتری معادله را صحیح بدست آوریم.	۵

نتایجی که از داده های جدول ۷ می‌توان گرفت عبارتند از:

- علیرغم تنوع بالای کج فهمی‌های مشاهده شده، درصد دانشجویان دارای این کج فهمی‌ها کم است. با توجه به درصد بالای عدم پاسخ به نظر می‌رسد دانشجومعلّمان به جای دادن پاسخ مشکوک و احتمالا غلط ترجیح داده‌اند سکوت کنند.
- بیشترین تعداد کج فهمی مشاهده درباره مفهوم موازنه کردن است. احتمالا دلیل این کار آشنایی بیشتر دانشجویان با موازنه کردن است. موازنه کردن برخلاف استوکیومتری و قانون پایستگی یک کار عملی آشنا برای آنهاست نه یک اظهارنظر نظری. می‌توان گفت دانشجویان درباره مفهومی که برایشان آشناتر بوده راحت‌تر اظهار نظر کرده‌اند.
- برخی از کج فهمی‌ها ناشی از اشتباه در استفاده از واژه‌های تخصصی است. استفاده نابه‌جا از واژه "تعادل" و استفاده از واژه "جسم" به جای "جرم" دو نمونه از این موارد هستند.
- برخی از این کج فهمی ها خاص بوده و در مطالعات دیگری که قبلا انجام شده است مشاهده نمی‌شود. به نظر می رسد این نوع کج فهمی‌ها بیشتر منشا زبانی داشته و از استفاده از زبان عامیانه برای بیان مفاهیم علمی ناشی می‌شود.

پیشنهادات

پیشنهاد می‌شود، مشابه این پژوهش درباره دانشجومعلّمان پردیس‌های دیگر دانشگاه فرهنگیان انجام گیرد. تطبیق نتایج پژوهش حاضر با پژوهش‌های مشابه می‌تواند به درک بهتری از میزان درک دانشجومعلّمان دانشگاه فرهنگیان از مفاهیم شیمیایی منجر شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

بدریان، عابد (۱۳۹۵). کج فهمی های دانشجومعلّمان رشته علوم تجربی درباره ماهیت تبخیر، سرعت تبخیر سطحی و فشار بخار. *فصلنامه نوآوری های آموزشی*، ۵۹ (۱۵)، ۱۲۵-۱۴۶.

حسین طلایی، اعظم (۱۳۹۲). تعیین مباحث سخت در کتاب شیمی سال سوم دبیرستان جهت بررسی برخی کج فهمی‌ها. *پایاننامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی*، تهران، ایران.

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

سعادتی، مسعود (۲۰۱۹). مطالعه و شناسایی کج فهمی‌های دانشجومعلّمان پسر رشته آموزش ابتدایی در مورد تفاوت ویژگی‌های ذرات سازنده مواد در حالت‌های فیزیکی مختلف. *پژوهش در آموزش شیمی*, ۱(۳), ۹۷-۱۲۹.

Agung, S., & Schwartz, M. S. (2007). Students' Understanding of Conservation of Matter, Stoichiometry and Balancing Equations in Indonesia. *International Journal of Science Education, 29*(13), 1679-1702.

BouJaoude, S., & Barakat, H. (2003). Students' Problem Solving Strategies in Stoichiometry and their Relationships to Conceptual Understanding and Learning Approaches. *The Electronic Journal of Science Education*, 7.

Breuer S.W. (2002). Does Chemistry have a future? U. Chem. Ed. 6, 13-16.

Chi, M. (1992). Conceptual Change within and across ontological categories: Examples from learning and discovery in science. In: Giere R. (ed.) *Cognitive Models of Science,Minnesota Studies in The Philosophy of Science,*129,186.

Chiu, M. H. (2007). A National Survey of Students' Conceptions of Chemistry in Taiwan. *International Journal of Science Education, 29*(4), 421-452.

Christopher Smith. K., & Villarreal, S. (2015). Using animations in identifying general chemistry students' misconceptions and evaluating their knowledge transfer relating to particle position in physical changes. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(2), 273-282.

www.SID.ir

Archive of SID

Fach, M., de Boer, T., & Parchmann, I. (2007). Results of an interview study as basis for the development of stepped supporting tools for stoichiometric problems. *Chemistry Education Research and Practice, 8*(1), 13-31.

Johnstone, A. H. (2000). TEACHING OF CHEMISTRY - LOGICAL OR PSYCHOLOGICAL? *Chemistry Education Research and Practice, 1*(1), 9-15.

Jusniar, M., Budiasih, E., Effendi, M., & Sutrisno, M. (2019). The Misconception of Stoichiometry and Its Impact on the Chemical Equilibrium. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR),* 227, 138-141.

Hackling, M., & Garnett, P. (1985). Misconceptions of chemical equilibrium. *International Journal of Science Education - INT J SCI EDUC, 7*, 205-214.

Haidar, A. H., & Al Naqabi, A. K. (2008). Emiratii high school students' understandings of stoichiometry and the influence of metacognition on their understanding. *Research in Science & Technological Education*, 26(2), 215-237.

Kadayifci, H., Akkus, H. and Atasoy, B., (2000). "Methods Used in Determining Misconceptions and Two-Level Multiple-Choice Tests". XIV. *Ulusal Kimya Kongresi.*

Kelly, V. L., Oloyede, O. I. & Mkhumane, E. (2019), An Investigation In to Misconceptions Held by Secondary School Chemistry Student. *International Journal of Biology, Physics & Matematics*, 2(1), 82 – 97.

Lamichhane, R., Reck, C., & Maltese, A. (2018). Undergraduate chemistry students misconceptions about reaction coordinate diagrams. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(3), 834-845.

Lemma, A. (2013). A diagnostic assessment of eighth grade students' and their teachers' misconceptions about basic chemical concepts. *African Journal of Chemical Education*, 3, 39-56.

Nakiboglu, C. (2003). Instructional Misconceptions of Turkish Prospective Chemistry Teachers about Atomic Orbitals and Hybridization. *Chemistry Education Research and Practice, 4*(2), 171-188.

Schmidt, H. J. (1994). Stoichiometric problem solving in high school chemistry. *International Journal of Science Education*, 16(2), 191-200.

www.SID.ir

Archive of SID

Tóth Z. and Kiss E., (2005), Hungarian secondary school students' strategies in solving stoichiometric problems, *Journal of Science Education - Revista de educación en ciencias*, 6, 47-49.)

Turgut, Ü., Gürbüz, F., & Turgut, G. (2011). An investigation 10th grade students' misconceptions about electric current. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 15*, 1965-1971.

Zoller, U. (1996). The use of examinations for revealing and distinguishing between students' misconceptions, misunderstandings and "no conceptions" in college chemistry. *Research in Science Education, 26*(3), 317-326.

www.SID.ir

Archive of SID

Research Article

Research in Chemistry Education, Vol 1, No 4, 51-72

Research in Chemistry Education

http://chemedu.cfu.ac.ir

Study of Understanding of Physics Education Students from the Concepts related to the Law of Conservation of Mass and Stoichiometry and Extracting their Misconceptions

Masoud Saadati [1*], Alireza Khodaei [2]

[1,2] *Department of Science, Farhangian University, Tabriz, Iran*

Abstract

Misconceptions in science lead to deviations from the goals and the ability to expand the concepts and strengthens the learning the content of the sciences being studied. In the case of abstract and incomprehensible concepts such as some chemical concepts, It will be much more important to recognize and deal with misunderstandings. Stoichiometry which is the study of quantitative relationships between materials in chemical reactions is one of the most important sources of chemical misconceptions because of its difficulty. In the present study, understanding of physics education students about the concepts related to the stoichiometry and the law of conservation of mass have been studied. To gather information, students were asked to describe the relationship between the concepts of stoichiometry, balancing, chemical equation, and the law of conservation of mass as a concept map based on own prior knowledge. Student responses were collected, investigated and their misconceptions extracted. According to the findings of this study, most of the students are unable to construct the correct relations between these concepts and some of them use incorrect phrases and phrases containing misconceptions.

Keywords: Misconception, Chemistry Education, Stoichiometry, The Law of Conservation of Mass, Balancing

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

www.SID.ir