

بررسی کج فهمی های رایج دانش آموزان دوره ی دوم متوسطه و دانشجو معلمان رشته ی آموزش شیمی در مفاهیم سینتیک شیمیایی، جرم اتمی - مول و انحلال پذیری و مقایسه آن ها با یکدیگر

رضا نوری، امیرمسعود حسینی^۱، وحید امانی^۲

پذیرش: ۹۸/۴/۲۳

دریافت: ۹۸/۴/۷

چکیده

در پژوهش حاضر به بررسی کج فهمی های دانش آموزان و دانشجو معلمان در مفاهیم سینتیک شیمیایی، جرم اتمی - مول و انحلال پذیری می پردازیم. در این پژوهش تعداد ۸۸ نفر از دانش آموزان پایه های دهم و یازدهم مقطع متوسطه دوم منطقه ی ۱۷ شهر تهران و ۴۹ نفر از دانشجو معلمان رشته ی آموزش شیمی مرکز آموزش عالی شهید بهشتی تهران مشارکت داشتند. برای انجام این پژوهش از روش های توصیفی - تحلیلی و تحقیق میدانی و به منظور جمع آوری اطلاعات از تست های دو ردیفی (دو سویه) معروف به تست های تشخیصی کج فهمی های شیمی (CMDT) استفاده شده است. نتایج پژوهش حاضر نشان می دهد که با وجود تفاوت قابل توجه در میزان درک دانشجو معلمان و دانش آموزان از مفاهیم سینتیک شیمیایی، جرم اتمی - مول و انحلال پذیری، وجود کج فهمی در بین دانشجو معلمان بسیار جدی تر است زیرا دانشجو معلمان، معلمان آینده این سرزمین بوده و وظیفه ی آموزش این مفاهیم را به عهده خواهند داشت بنابراین اگر دانشجو معلمان دچار کج فهمی باشند، این کج فهمی ها را در آینده به دانش آموزان خود نیز منتقل کرده و این موضوع به صورت یک چرخه تا ابد ادامه پیدا خواهد کرد همچنین از طریق مصاحبه با تعدادی از دانش آموزان و دانشجو معلمان برخی علل بروز کج فهمی در این مباحث شناسایی شده است.

کلمات کلیدی: کج فهمی، سینتیک شیمیایی، جرم اتمی - مول، انحلال پذیری.

^۱ دانشجوی کارشناسی آموزش شیمی، دانشگاه فرهنگیان، ایران.

^۲ استادیار، گروه شیمی، دانشگاه فرهنگیان، ایران، نویسنده مسئول، v.amani@cfu.ac.ir

مقدمه

یک کور پس از دست زدن به بدن یک فیل گفت: «فیل شبیه یک دیوار است». کور دیگری پس از کشیدن دم آن گفت: «نه، نه، فیل شبیه یک ریسمان است». کور سوم پس از لمس گوش‌های فیل گفت: «هر دوی شما اشتباه می‌کنید فیل شبیه یک بادبزن است». فهم ما از شیمی چندان متفاوت با تصورات غلط این افراد کور نیست. ما قادر به "دیدن" اتم‌ها و الکترون‌ها نیستیم، بنابراین ما مجبوریم آن‌ها را با استفاده از نمایش ریاضی و مدل‌هایی که اغلب اشتباه هستند مفهوم سازی کنیم. بدین ترتیب در معرض این کج فهمی‌ها قرار می‌گیریم. (کای و بین، ۲۰۱۰) کج فهمی‌ها به عنوان تصورات از پیش پنداشته، اعتقادات غیر علمی، نظریه‌های ساده و بی تکلف، مفاهیم غلط یا سوء تفاهم مفهومی می‌باشد که یکی از مهمترین عواملی است که مانع یادگیری معنی دار و دائم دانش آموزان می‌شود. (طباطبایی، ۱۳۹۵، ص. ۲۹۸) مشاهدات صورت گرفته نشان داده است که بسیاری از دانش آموزان هنوز در درک اتم‌ها، مولکول‌ها و تفاوت بین آن‌ها دچار مشکل هستند. (گرفیتس و پرستون، ۱۹۹۲، ص. ۱۰۷۹) ممکن است که دانش آموزان به مدارج عالی در شیمی برسند، اما با این حال سطح بالایی از کج فهمی را نیز داشته باشند. شناسایی کج فهمی‌های دانش آموزان اغلب دشوار است زیرا همه‌ی آن‌ها دارای پیش زمینه‌های مختلفی هستند و سطوح متفاوتی از توانایی‌های شناختی را دارند. عوامل زیادی می‌تواند باعث بروز کج فهمی در دانش آموزان شوند از جمله: تجربیات گذشته-ی دانش آموزان، عدم توجه به واژگان استفاده شده در کلاس، روش‌های تدریس، استفاده‌ی مشترک از برخی اصطلاحات در زبان‌های علمی و غیر علمی، متن و تصاویر کتاب‌های درسی و ... همه در ایجاد سوء تفاهم در دانش آموزان مؤثر هستند (اوک و کیهان، ۲۰۱۹، ص. ۲۰۲). بیان، سبک و نمادها می‌توانند کج فهمی‌هایی را به دانش آموزان القاء کنند. بیان و روش تدریس می‌تواند منجر به کج فهمی شود و چالشی جدی برای آموختن زبان و اصطلاحات شیمی ایجاد کند. بنابراین هنگامی که معنای یک اصطلاح مورد بررسی قرار می‌گیرد باید دانش آموز بداند که معنایی متفاوت از آنچه در زندگی روزمره مورد استفاده قرار می‌گیرد، دارد. به خصوص در یک کلاس شیمی، اصطلاحات و واژگان بکار برده شده به وسیله‌ی معلم در مورد موضوعی خاص، ممکن است بگونه‌ای متفاوت به وسیله‌ی دانش آموزان تفسیر شوند. (سن و اینک، ۲۰۱۰، ص. ۹۴) دلیل دیگر کج فهمی این است که معلمان ممکن است سطح آمادگی دانش آموزان را نادیده بگیرند و دانش آموزان دانش قبلی مناسب و لازم را برای درک مفاهیم نداشته باشند (سوآلر، ۱۹۸۸، ص. ۲۵۷).

سؤالات پژوهش

- ۱) کج فهمی‌های دانشجو معلمان در مفاهیم سینتیک شیمیایی، مول و جرم اتمی و انحلال پذیری، چه ارتباطی با کج فهمی‌های دانش آموزان در این مباحث دارد؟
- ۲) دلایل ایجاد کج فهمی در دانش آموزان و دانشجو معلمان در مفاهیم سینتیک شیمیایی، مول و جرم اتمی و انحلال پذیری چیست؟

جامعه‌ی آماری

جامعه‌ی آماری پژوهش حاضر، ۴۰ نفر از دانش آموزان پایه‌ی دهم و ۴۸ نفر از دانش آموزان پایه‌ی یازدهم مدرسه-ی علامه طباطبائی منطقه‌ی ۱۷ شهر تهران، در رشته‌های ریاضی - فیزیک و علوم تجربی در سال تحصیلی ۹۸-۹۷ و همچنین تعداد ۴۹ نفر از دانشجو معلمان مرکز آموزش عالی شهید بهشتی تهران در رشته‌ی آموزش شیمی می‌باشد.

روش پژوهش

برای انجام این پژوهش، از روش‌های توصیفی - تحلیلی و تحقیق میدانی استفاده شده است. به منظور جمع آوری اطلاعات، از تست‌های دو ردیفی (دو سویه) معروف به تست‌های تشخیصی کج فهمی‌های شیمی (CMDT) استفاده شده است. ردیف اول یک سؤال مفهومی با دو یا چند گزینه است و ردیف دوم، چهار یا پنج توضیح احتمالی برای تمام گزینه‌های

ردیف اول ارائه می دهد (وانگ، ۲۰۰۴، ص ۱۳۳). از مزیت های این روش این است که می توان به نقطه نظرات دانش آموزان پی برد. همچنین مدیریت راحت تری دارد و از نظر زمانی مقرون به صرفه است (لین، ۲۰۰۴، ص ۱۷۸).

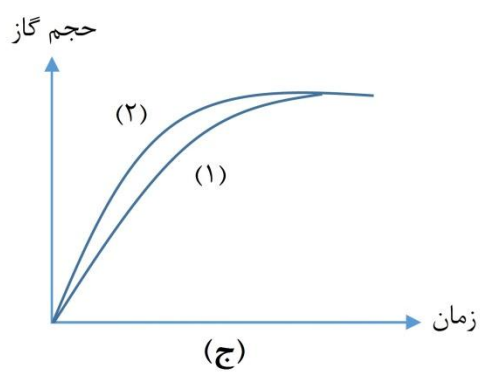
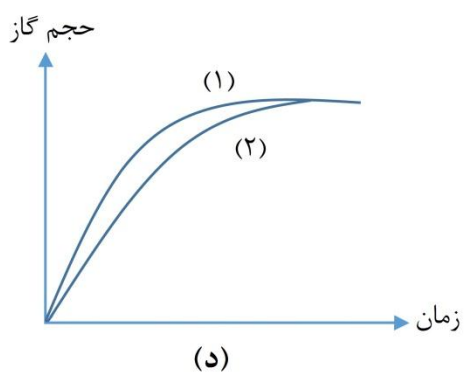
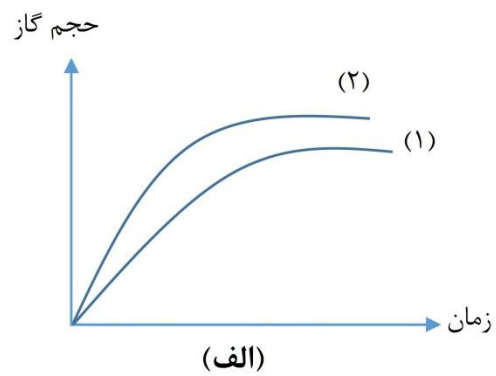
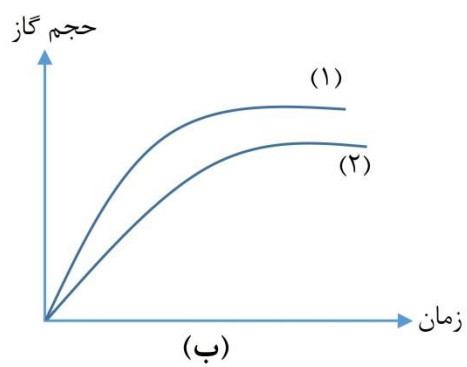
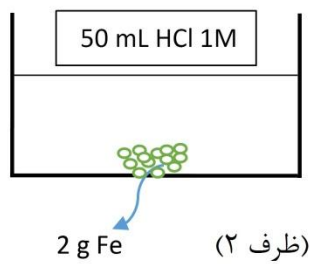
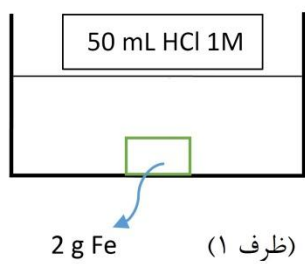
یافته ها و نتایج

آیا دانش آموزان و دانشجو معلمان در مبحث سینتیک شیمیایی به عنوان یک مبحث سخت، دچار کج فهمی هستند؟ برای بررسی این موضوع سؤالات زیر از دانش آموزان و دانشجو معلمان پرسیده شد.

سؤال اول

در شکل ۱، کدام گزینه نمودار تغییرات حجم گاز H_2 را نسبت به زمان درست نشان می دهد؟
گزینه ج پاسخ صحیح این سؤال می باشد.

نتایج حاصل از بررسی پاسخ های دانش آموزان و دانشجو معلمان در جدول ۱ آمده است. در این جدول پاسخ صحیح سؤالات بصورت بولد مشخص شده اند. بررسی پاسخ ها نشان می دهد که ۱۷ نفر «۳۵/۴۲٪» از دانش آموزان و ۳۶ نفر «۷۳/۴۷٪» از دانشجو معلمان به این سؤال پاسخ درست داده اند. هیچ کدام از دانش آموزان سؤال را بدون پاسخ نگذاشته اند ولی ۳ نفر «۶/۱۲٪» از دانشجو معلمان به این سؤال پاسخ نداده اند. بیشترین پاسخ نادرست در هر دو گروه مربوط به گزینه ی الف می باشد. ۱۳ نفر «۲۷٪» از دانش آموزان و ۷ نفر «۱۴/۲۹٪» از دانشجو معلمان این گزینه را انتخاب کرده اند. بر اساس مصاحبه ی صورت گرفته، بیشتر دانش آموزان و دانشجو معلمان علت انتخاب این گزینه را تأثیر سرعت واکنش بر روی مقدار فرآورده ی تولیدی بیان کردند به عبارتی دیگر تصور می کردند که اگر سرعت واکنش بیشتر باشد، مقدار فرآورده ی تولید شده نیز بیشتر خواهد بود.



شکل ۱. نمودار تغییرات حجم گاز H_2 نسبت به زمان

جدول ۱. نتایج حاصل از بررسی پاسخ های دانش آموزان و دانشجو معلمان به سؤالات مبحث سینتیک شیمیایی.
 سؤال اول به منظور بررسی مفهوم عوامل مؤثر بر سرعت واکنش طراحی گردیده است.

موضوع	درصد پاسخ به گزینه الف	درصد پاسخ به گزینه ب	درصد پاسخ به گزینه ج	درصد پاسخ به گزینه د	درصد بدون پاسخ	گروه مورد مطالعه
عوامل مؤثر بر سرعت واکنش	۲۷	۱۴/۵۸	۳۵/۴۲	۲۳	-	دانش آموزان
	۱۴/۲۹	۶/۱۲	۷۳/۴۷	-	۶/۱۲	دانشجو معلمان
محاسبه ی سرعت متوسط	۱۲/۵۰	۴۱/۶۷	۳۳/۳۳	۱۰/۴۲	۲/۰۸	دانش آموزان
	۲/۰۴	۵۱/۰۳	۱۰/۲۰	۲/۰۴	۳۴/۶۹	دانشجو معلمان
رابطه ی سرعت واکنش و ضرایب استوکیومتری	۳۳/۳۳	۱۶/۶۷	۳۳/۳۳	۱۶/۶۷	-	دانش آموزان
	۱۴/۲۹	۸/۱۶	۲۶/۵۳	۳۴/۶۹	۱۶/۳۳	دانشجو معلمان
چگونگی محاسبه ی سرعت واکنش با استفاده از نمودار غلظت - زمان	۶۴/۵۸	۱۴/۵۸	۱۲/۵۰	۸/۳۴	-	دانش آموزان
	۳۶/۷۳	۳۲/۶۵	۱۲/۲۵	۶/۱۲	۱۲/۲۵	دانشجو معلمان

سؤال دوم به منظور بررسی نحوه ی محاسبه ی سرعت متوسط طراحی گردیده است:

سه مول گاز دی نیتروژن پنتاکسید در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد و در ظرف فلزی سر بسته تجزیه می شود. اگر پس از گذشت ۲۰ ثانیه، مجموع مول های گاز درون ظرف ۴/۲ مول باشد، سرعت متوسط تجزیه ی N_2O_5 چند مول بر دقیقه است؟



الف) ۴/۸ (ب) ۲/۴ (ج) ۱/۴ (د) ۱۰/۰۸

گزینه ب جواب درست این سؤال است.

بر اساس جدول ۱، ۲۰ نفر «۴۱/۶۷٪» از دانش آموزان و ۲۵ نفر «۵۱/۰۳٪» از دانشجو معلمان به این سؤال پاسخ صحیح داده اند. ۱ نفر «۲/۰۸٪» از دانش آموزان و ۱۷ نفر «۳۴/۶۹٪» از دانشجو معلمان به این سؤال پاسخ نداده اند. در این سؤال بیشترین پاسخ نادرست در هر دو گروه مربوط به گزینه ی ج می باشد. ۱۶ نفر «۳۳/۳۳٪» از دانش آموزان و ۵ نفر «۱۰/۲۰٪» از دانشجو معلمان این گزینه را انتخاب نموده اند. عدم درک رابطه ی بین ضریب استوکیومتری هر ماده و تعداد مول مصرفی یا تولیدی آن ماده، عمده ترین کج فهمی مشاهده شده در بین دانش آموزان و دانشجو معلمان می باشد.

رابطه ی بین سرعت واکنش و ضرایب استوکیومتری در سؤال سوم مورد بررسی قرار می گیرد:

اگر رابطه ی سرعت واکنش برای یک فرآیند گازی به شکل زیر باشد، کدام مطلب درست است؟

$$R_{\text{واکنش}} = \frac{-1}{3} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{1}{5} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{-1}{2} \frac{\Delta[C]}{\Delta t}$$

الف) واکنش بصورت $3A + 5C \rightarrow$ می باشد.

ب) اگر $R_{\text{واکنش}} = \frac{mol}{L.S}$ باشد، $R_C = \frac{mol}{L.S}$ می باشد.

ج) در نمودار غلظت - زمان واکنش، شیب نمودار B کمتر از بقیه است.

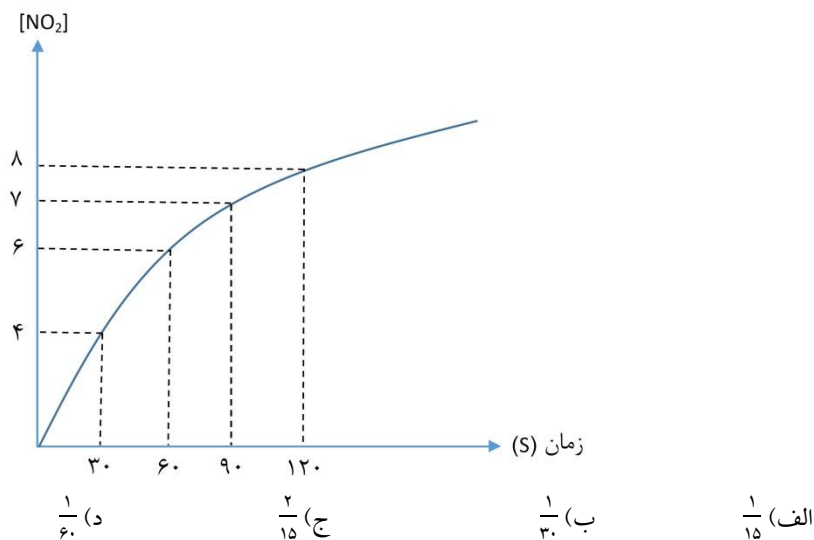
د) در گستره ی زمانی یکسان، رابطه ی $2R_A = 3R_C$ برقرار است.

گزینه د پاسخ صحیح این سؤال می باشد.

نتایج حاصل نشان می‌دهد که ۸ نفر «۱۶/۶۷٪» از دانش‌آموزان و ۱۷ نفر «۳۴/۶۹٪» از دانشجو معلمان گزینه‌ی صحیح را انتخاب کرده‌اند. هیچ‌یک از دانش‌آموزان این سؤال را بی‌پاسخ نگذاشته‌اند اما ۸ نفر «۱۶/۳۳٪» از دانشجو معلمان به آن پاسخ نداده‌اند. بیشترین پاسخ نادرست به این سؤال در میان دانش‌آموزان گزینه‌های الف و ج و در بین دانشجو معلمان گزینه‌ی ج می‌باشد. ۱۶ نفر «۳۳/۳۳٪» از دانش‌آموزان گزینه‌ی الف و ۱۶ نفر «۳۳/۳۳٪» از دانش‌آموزان و ۱۳ نفر «۲۶/۵۳٪» از دانشجو معلمان نیز گزینه‌ی ج را انتخاب نموده‌اند. بر اساس مصاحبه‌های صورت گرفته، تعدادی از دانش‌آموزان تصور می‌کردند که رابطه‌ی سرعت واکنش همانند یک رابطه‌ی ریاضی بوده و می‌توان آن‌را در یک عدد ضرب نمود به همین علت گزینه‌ی الف را برگزیده‌اند. همچنین دانشجو معلمان و تعدادی از دانش‌آموزان رابطه‌ی بین شیب نمودار غلظت - زمان سرعت واکنش و ضرایب استوکیومتری مواد شرکت کننده در واکنش را بخوبی درک ننموده و گزینه‌ی ج را به عنوان پاسخ درست انتخاب کردند.

در سؤال چهارم، چگونگی محاسبه‌ی سرعت واکنش با استفاده از نمودار غلظت - زمان مورد بررسی قرار می‌گیرد:

۱- نمودار تغییرات غلظت NO_2 بر اساس واکنش $2\text{NO}(g) \rightarrow \text{NO}_2(g)$ آمده است. سرعت واکنش در ۳۰ ثانیه‌ی دوم چند $\frac{\text{mol}}{\text{L.s}}$ است؟



پاسخ صحیح این سؤال گزینه ب است.

۷ نفر «۱۴/۵۸٪» از دانش‌آموزان و ۱۶ نفر «۳۲/۶۵٪» از دانشجو معلمان پاسخ درست یعنی گزینه‌ی ب را انتخاب کرده‌اند. این سؤال توسط هیچ‌کدام از دانش‌آموزان بی‌پاسخ گذاشته نشده است اما ۶ نفر «۱۲/۲۵٪» از دانشجو معلمان به آن پاسخ ندادند. بیشترین پاسخ نادرست به این سؤال در هر دو گروه مربوط به گزینه‌ی الف می‌باشد. ۳۱ نفر «۶۴/۵۸٪» از دانش‌آموزان و ۱۸ نفر «۳۶/۷۳٪» از دانشجو معلمان این گزینه را برگزیده‌اند. مصاحبه‌های صورت گرفته نشان داد که هر دو گروه یعنی دانش‌آموزان و دانشجو معلمان، سرعت واکنش را معادل سرعت تولید NO_2 در نظر گرفته‌اند.

آیا در مبحث جرم اتمی - مول، دانش‌آموزان و دانشجو معلمان دچار کج فهمی هستند؟

سؤال اول به منظور بررسی مفهوم جرم اتمی - مول مطرح گردیده است:

کدام گزینه در رابطه با جرم اتمی صحیح است؟

الف) هنگامی که می‌گوییم جرم اتمی سدیم برابر ۲۳ است، بدین معنی است که جرم یک اتم سدیم برابر ۲۳ گرم است.

ب) به مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های یک اتم، جرم اتمی می‌گویند.

ج) عدد جرمی یک اتم، تقریباً "جرم مولی آن را نیز نشان می دهد.
 د) منظور از واحد جرم اتمی (amu)، $\frac{1}{12}$ جرم اتمی میانگین کربن است.
 پاسخ صحیح این سؤال گزینه ج می باشد.

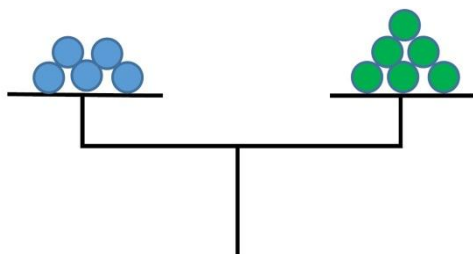
جدول ۲ نشان می دهد که ۶ نفر «۱۵٪» از دانش آموزان و ۲۲ نفر «۴۴/۹۰٪» از دانشجو معلمان به این سؤال پاسخ صحیح داده اند. تمامی دانش آموزان به این سؤال پاسخ داده و تنها ۳ نفر «۶/۱۲٪» از دانشجو معلمان آن را بی پاسخ گذاشته اند. بیشترین پاسخ نادرست به این سؤال در میان دانش آموزان مربوط به گزینه ی ب و در میان دانشجو معلمان مربوط به گزینه ی د می باشد. ۲۴ نفر «۶۰٪» از دانش آموزان گزینه ی ب و ۱۱ نفر «۲۲/۴۵٪» از دانشجو معلمان نیز گزینه ی د را به عنوان پاسخ صحیح انتخاب کردند. می توان گفت دلیل کج فهمی دانش آموزان این است که آن ها تعریف عدد جرمی و مفهوم جرم اتمی و تفاوت های آن ها را به خوبی درک نکرده اند و آن ها را به جای یکدیگر استفاده می کنند. مصاحبه های صورت گرفته با دانشجو معلمان نشان داد که آن ها جرم اتمی میانگین کربن را به عنوان مبنای واحد کربنی در نظر می گیرند اما طبق تعریف amu، جرم اتمی فراوان ترین ایزوتوپ کربن یعنی کربن (۱۲) مبنای واحد کربنی می باشد.

جدول ۲. نتایج حاصل از بررسی پاسخ های دانش آموزان و دانشجو معلمان به سؤالات مبحث جرم اتمی - مول

موضوع	درصد پاسخ به گزینه الف	درصد پاسخ به گزینه ب	درصد پاسخ به گزینه ج	درصد پاسخ به گزینه د	درصد بی پاسخ	گروه مورد مطالعه
مفهوم جرم اتمی	۱۵	۶۰	۱۵	۱۰	-	دانش آموزان
	۸/۱۶	۱۸/۳۷	۴۴/۹۰	۲۲/۴۵	۶/۱۲	دانشجو معلمان
مفهوم جرم مولی	۲۰	۳۲/۵۰	۴۲/۵۰	-	۵	دانش آموزان
	۴۲/۸۶	۸/۱۶	۴۲/۸۶	-	۶/۱۲	دانشجو معلمان
مفهوم مول	۵۵	۷/۵۰	۱۲/۵۰	۲۵	-	دانش آموزان
	۲۴/۴۹	۲۴/۴۹	۶/۱۲	۳۸/۷۸	۶/۱۲	دانشجو معلمان

در سؤال دوم مفهوم جرم مولی مورد بررسی قرار گرفته است:

۲- ترازوی زیر، تعداد اتم های مشخص شده ی دو عنصر را وزن می کند. کدام عنصر دارای جرم مولی بیشتر می باشد؟



الف) چپ

ب) راست

ج) هیچکدام

گزینه الف پاسخ درست می باشد.

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، با بررسی پاسخ‌های داده شده مشخص شد که ۸ نفر «۲۰٪» از دانش‌آموزان و ۲۱ نفر «۴۲/۸۶٪» از دانشجو معلمان به این سؤال پاسخ صحیح داده‌اند. در مجموع ۵ نفر به این سؤال پاسخ ندادند. بیشترین پاسخ نادرست به این سؤال در هر دو گروه مربوط به گزینه‌ی ج می‌باشد. ۱۷ نفر «۴۲/۵۰٪» از دانش‌آموزان و ۲۱ نفر «۴۲/۸۶٪» از دانشجو معلمان این گزینه را انتخاب نموده‌اند. عدم درک مفاهیم مول و جرم مولی و رابطه‌ی آن‌ها با تعداد اتم‌ها و جرم آن‌ها بر حسب گرم را می‌توان علت کج فهمی دانش‌آموزان و دانشجو معلمان در نظر گرفت.

مفهوم مول، به عنوان یکی از مفاهیم پایه‌ای و کلیدی در علم شیمی، در سؤال سوم مورد بررسی قرار می‌گیرد:

کدام گزینه در مورد مول صحیح است؟

- الف) تعداد اتم‌های موجود در یک مول از هر گونه‌ی شیمیایی، برابر با عدد آووگادرو است.
 ب) تعداد واحدهای فرمولی در ۷۸/۹ گرم از سدیم پرکلرات (NaClO_4) برابر با $9/34 \times 10^{23}$ می‌باشد.
 ج) یکای جرم مولی برابر 1 mol. g^{-1} می‌باشد.
 د) جرم مولی ^{12}C برابر است با جرم اتمی آن عنصر بر حسب گرم.
 گزینه د پاسخ صحیح این گزینه می‌باشد.

با بررسی پاسخ‌های داده شده مشخص شد که ۱۰ نفر «۲۵٪» از دانش‌آموزان و ۱۹ نفر «۳۸/۷۸٪» از دانشجو معلمان به این سؤال پاسخ درست داده‌اند و تنها ۳ نفر از شرکت کنندگان به آن پاسخ ندادند. بیشترین پاسخ نادرست در بین دانش‌آموزان مربوط به گزینه‌ی الف و در میان دانشجو معلمان مربوط به گزینه‌ی الف و ب است. ۲۲ نفر «۵۵٪» از دانش‌آموزان و ۱۲ نفر «۲۴/۴۹٪» از دانشجو معلمان گزینه‌ی الف را برگزیده و ۱۲ نفر «۲۴/۴۹٪» از دانشجو معلمان نیز گزینه‌ی ب را انتخاب نموده‌اند.

علت کج فهمی دانش‌آموزان و تعدادی از دانشجو معلمان این است که آن‌ها تعریف مول و عدد آووگادرو را به طور کامل درک نکرده‌اند. همچنین عدم درک روابط هم ارزی میان کمیت‌ها و استفاده از آن‌ها برای تبدیل این کمیت‌ها به یکدیگر با استفاده از کسرهای تبدیل را می‌توان از دیگر عوامل کج فهمی در این باره برشمرد.

آیا دانش‌آموزان و دانشجو معلمان در مبحث انحلال پذیری دارای کج فهمی هستند؟

در سؤال اول، محلول سیر نشده، سیر شده و فرا سیر شده مورد بررسی قرار می‌گیرد.

یک بطری از جامد X و یک محلول فوق اشباع از آن در اختیار داریم، با افزودن یک «دانه» بلور حل شونده به

محلول چه اتفاقی رخ می‌دهد؟

الف) بلور حل شونده در محلول حل می‌شود.

ب) بلور حل شونده بصورت نامحلول در آن باقی می‌ماند.

ج) افزودن بلور حل شونده باعث ایجاد بلور حل شونده‌ی بیشتری می‌شود.

د) مقداری از بلور حل شونده در محلول حل شده و بقیه‌ی آن بصورت نامحلول باقی می‌ماند.

گزینه ج جواب درست می‌باشد.

بر اساس جدول ۳، ۲ نفر «۵٪» از دانش‌آموزان و ۶ نفر «۱۲/۲۵٪» از دانشجو معلمان به این سؤال پاسخ صحیح داده‌اند. تمامی دانش‌آموزان به این سؤال پاسخ داده و ۴ نفر «۸/۱۶٪» از دانشجو معلمان آن را بدون پاسخ گذاشته‌اند. بیشترین پاسخ نادرست در هر دو گروه مربوط به گزینه‌ی ب می‌باشد. ۳۰ نفر «۷۵٪» از دانش‌آموزان و ۲۱ نفر «۴۲/۸۶٪» از دانشجو معلمان این گزینه را انتخاب نموده‌اند. مصاحبه‌های صورت گرفته نشان داد که هر دو گروه دانش‌آموزان و دانشجو معلمان در مورد چگونگی تبدیل محلول‌های سیر شده به فرا سیر شده و بالعکس دچار کج فهمی هستند.

جدول ۳. نتایج حاصل از بررسی پاسخ های دانش آموزان و دانشجو معلمان به سؤالات مبحث انحلال پذیری

گروه مورد مطالعه	درصد بی پاسخ	درصد پاسخ به گزینه د	درصد پاسخ به گزینه ج	درصد پاسخ به گزینه ب	درصد پاسخ به گزینه الف	موضوع
دانش آموزان	-	۱۲/۵۰	۵	۷۵	۷/۵۰	محلول سیر نشده، سیر شده و فرا سیر شده
دانشجو معلمان	۸/۱۶	۳۰/۶۱	۱۲/۲۵	۴۲/۸۶	۶/۱۲	
دانش آموزان	۱۵	۱۵	۵۷/۵۰	-	۱۲/۵۰	قانون هنری
دانشجو معلمان	۲۸/۵۷	-	۲۸/۵۷	۲۰/۴۱	۲۲/۴۵	
دانش آموزان	۵	۴۰	۱۲/۵۰	۳۵	۷/۵۰	مسائل انحلال پذیری
دانشجو معلمان	۸/۱۷	۳۶/۷۳	۱۲/۲۵	۶/۱۲	۳۶/۷۳	
دانش آموزان	-	۵۲/۵۰	-	۱۵	۳۲/۵۰	مفاهیم انحلال پذیری
دانشجو معلمان	۶/۱۲	۵۱/۰۲	۴/۰۸	۱۶/۳۳	۲۲/۴۵	

سؤال دوم به منظور بررسی قانون هنری طرح گردیده است.

ثابت قانون هنری (K_H) برای O₂ در آب و در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد برابر با $1.0^{-3} \frac{mol}{L.atm} \times 1/28$ است. چند گرم O₂ در ۲/۵ لیتر آب، در تماس با اکسیژن خالص و در فشار یک اتمسفر حل می شود؟
 الف) $1.0^{-2} \times 10/2$ (ب) $1/28 \times 10^{-3}$ (ج) $3/2 \times 10^{-3}$ (د) $8/6 \times 10^{-2}$
 پاسخ درست این سؤال گزینه الف است.

جدول ۳ نشان می دهد که ۵ نفر «۱۲/۵۰٪» از دانش آموزان و ۱۱ نفر «۲۲/۴۵٪» از دانشجو معلمان پاسخ صحیح را برگزیده اند. در مجموع ۲۰ نفر از شرکت کنندگان به این سؤال پاسخ نداده اند. بیشترین پاسخ نادرست به این سؤال در هر دو گروه مربوط به گزینه ی ج می باشد. ۲۳ نفر «۵۷/۵۰٪» از دانش آموزان و ۱۴ نفر «۲۸/۵۷٪» از دانشجو معلمان این گزینه را به عنوان پاسخ صحیح انتخاب نموده اند. علت کج فهمی در هر دو گروه دانش آموزان و دانشجو معلمان را می توان عدم درک رابطه ی خطی نمودار انحلال پذیری گازها در آب بر حسب فشار دانست.

در سؤال سوم، مسائل انحلال پذیری مورد بررسی قرار می گیرد.

اگر انحلال پذیری نمکی گ ۴۰ باشد، برای تهیه ی ۲۸۰ گرم محلول سیر شده از آن، چند گرم نمک لازم است؟
 الف) ۱۱۲ (ب) ۹۶ (ج) ۴۰ (د) ۸۰
 گزینه د پاسخ صحیح می باشد.

با بررسی پاسخ های داده شده مشخص شد که ۱۶ نفر «۴۰٪» از دانش آموزان و ۱۸ نفر «۳۶/۷۳٪» از دانشجو معلمان به این سؤال پاسخ صحیح داده اند. در مجموع تنها ۶ نفر از افراد شرکت کننده به این سؤال پاسخ داده اند. بیشترین پاسخ نادرست به این سؤال در میان دانش آموزان مربوط به گزینه ی ب و در میان دانشجو معلمان مربوط به گزینه ی الف می باشد. ۱۴ نفر «۳۵٪» از دانش آموزان گزینه ی ب و ۱۸ نفر «۳۶/۷۳٪» از دانشجو معلمان نیز گزینه ی الف را برگزیده اند. بررسی های صورت گرفته نشان داد که هر دو گروه تصور می کردند که انحلال پذیری، بیشترین مقدار ماده ی حل شده در ۱۰۰ گرم محلول می باشد.

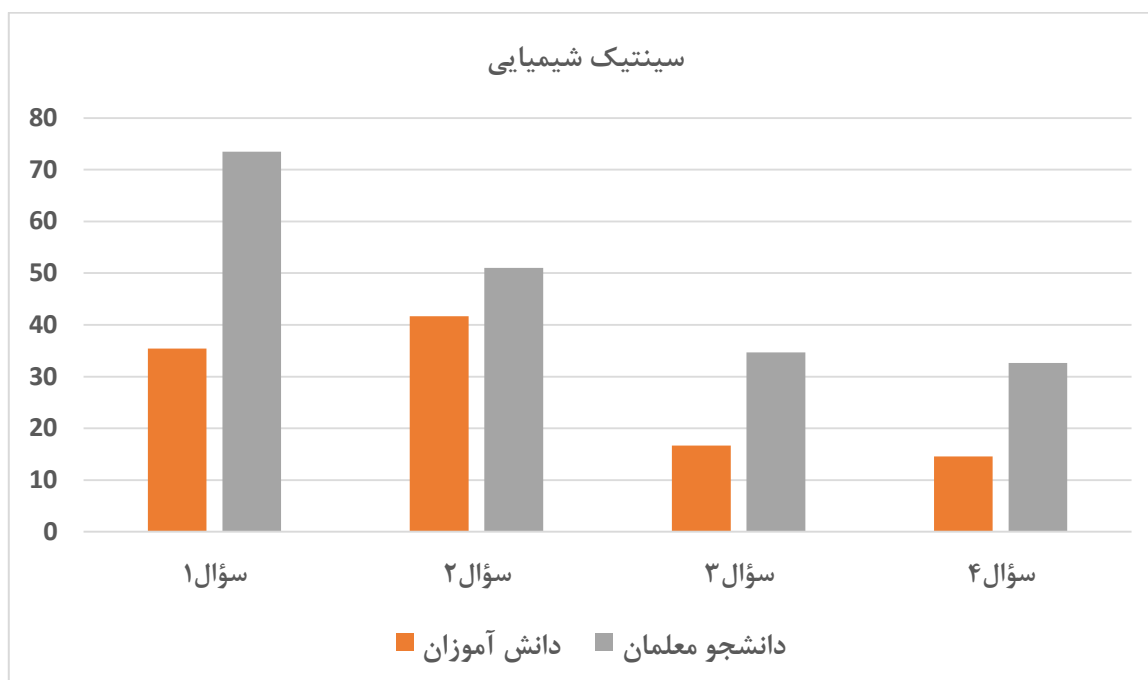
مفاهیم انحلال پذیری در سؤال چهارم مورد بررسی قرار می گیرد.

در رابطه با انحلال پذیری مواد در آب، کدام مورد صحیح است؟

الف) انحلال پذیری، بیشترین مقدار از یک حل شونده است که در 100 g محلول حل می‌شود.
 ب) انحلال پذیری گازها در آب با دما رابطه‌ی مستقیم دارد.
 ج) محلول آبی باریم سولفات (BaSO_4)، فاقد یون Ba^{2+} است.
 د) انحلال پذیری نمکی در دمای 10°C سانتیگراد، 80 g است. اگر مقدار ماده‌ی حل شونده موجود در 40 g حلال برابر 36 g باشد، این محلول یک محلول فراسیر شده است.
 پاسخ درست این سؤال گزینه د است.

همان‌طور که در جدول ۳ آمده است، ۲۱ نفر « $52/50\%$ » از دانش‌آموزان و ۲۵ نفر « $51/02\%$ » از دانشجو معلمان به این سؤال پاسخ صحیح داده‌اند. تنها ۳ نفر از دانشجو معلمان این سؤال را بی‌پاسخ گذاشته‌اند و تمامی دانش‌آموزان به آن پاسخ داده‌اند. بیشترین پاسخ نادرست به این سؤال در هر دو گروه مربوط به گزینه‌ی الف می‌باشد. ۱۳ نفر « $32/50\%$ » از دانش‌آموزان و ۱۱ نفر « $22/45\%$ » از دانشجو معلمان این گزینه را انتخاب کرده‌اند. مصاحبه‌های صورت گرفته نشان داد که دانش‌آموزان و دانشجو معلمان کج فهمی‌هایی مشابه کج فهمی‌های سؤال قبل دارند.

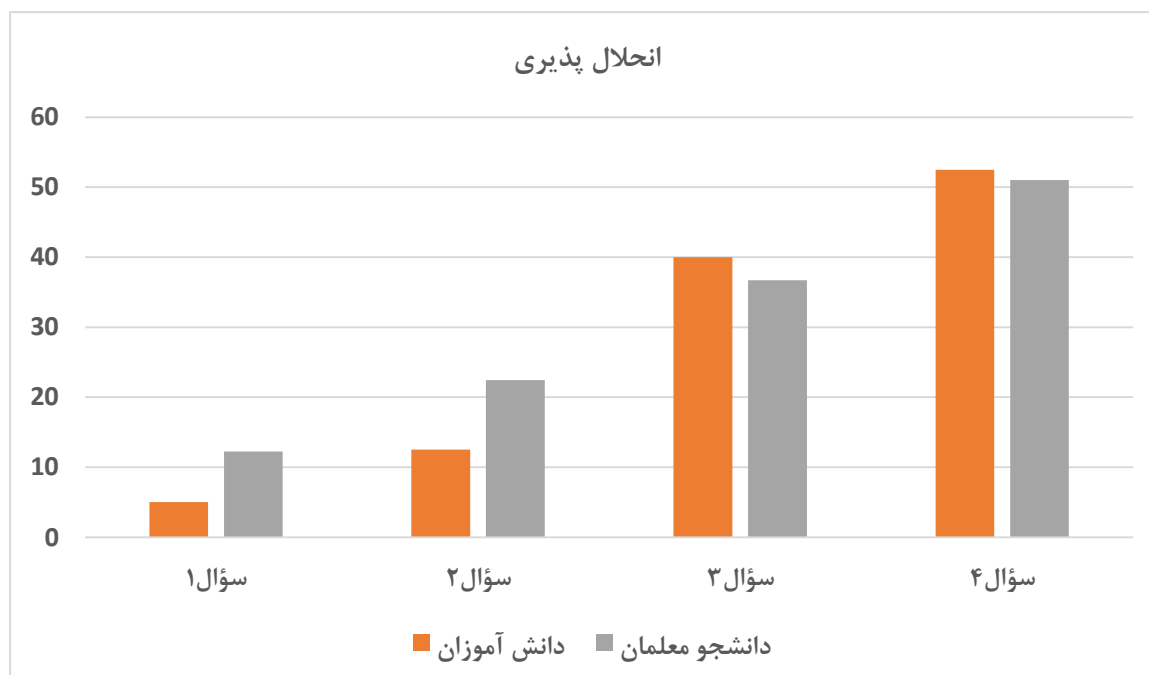
بررسی پاسخ‌های دانش‌آموزان و دانشجو معلمان و مقایسه‌ی آن‌ها با یکدیگر نشان می‌دهد که درصد پاسخ‌های درست دانشجو معلمان بیشتر از درصد پاسخ‌های درست دانش‌آموزان می‌باشد. در سؤال اول مبحث سینتیک شیمیایی (نمودار ۱) و سؤالات اول و دوم مبحث جرم اتمی - مول (نمودار ۲) تفاوت زیادی بین آن‌ها مشاهده می‌شود. این بدان معنا است که میزان درک دانشجو معلمان از مفاهیم سینتیک شیمیایی، جرم اتمی - مول و انحلال‌پذیری بیشتر از دانش‌آموزان است. با این حال مشاهده می‌شود که در برخی سؤالات مبحث انحلال‌پذیری (سؤالات ۳ و ۴) درصد پاسخ‌های صحیح دانش‌آموزان بیشتر از دانشجو معلمان است. (نمودار ۳)



نمودار ۱. مقایسه‌ی درصد فراوانی پاسخ‌های درست به سؤالات مبحث سینتیک شیمیایی توسط دانش‌آموزان و دانشجو معلمان



نمودار ۲. مقایسه ی درصد فراوانی پاسخ های درست به سؤالات مبحث جرم اتمی - مول توسط دانش آموزان و دانشجو معلمان



نمودار ۳. مقایسه ی درصد فراوانی پاسخ های درست به سؤالات مبحث انحلال پذیری توسط دانش آموزان و دانشجو معلمان

نتیجه گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان می دهد که با وجود تفاوت قابل توجه در میزان درک دانشجو معلمان و دانش آموزان از مفاهیم سینتیک شیمیایی، جرم اتمی - مول و انحلال پذیری، وجود کج فهمی در بین دانشجو معلمان بسیار جدی است زیرا دانشجو معلمان، معلمان آینده ی این سرزمین بوده و وظیفه ی آموزش این مفاهیم را به عهده خواهند داشت بنابراین اگر دانشجو معلمان دچار کج فهمی باشند، این کج فهمی ها را در آینده به دانش آموزان خود نیز منتقل کرده و این موضوع به صورت یک چرخه تا ابد ادامه پیدا خواهد کرد. عمده ترین کج فهمی های دانش آموزان و دانشجو معلمان در مبحث انحلال پذیری است. استفاده از

تجربیات آزمایشگاهی و عینی و همچنین تقویت مهارت‌های ریاضی به منظور پیشگیری و تصحیح کج فهمی در این مبحث پیشنهاد می‌گردد. با مصاحبه و اجرای پرسشنامه‌هایی نظیر پرسشنامه‌ی فوق در فواصل معین می‌توان به طور دقیق‌تری به کج فهمی‌های دانش‌آموزان پی‌برد. تشخیص و رفع کج فهمی‌های معلمان از دانش‌آموزان دشوارتر است. خودآموزی و همچنین برگزاری دوره‌های ضمن خدمت برای معلمان می‌تواند به شناسایی و رفع کج فهمی‌های آنان کمک کند.

منابع

طباطبایی بافقی، سیماء، ۱۳۹۵، بررسی هفت کج فهمی رایج درس شیمی در دانش آموزان مقطع دبیرستان، کنفرانس آموزش شیمی ایران، دانشگاه زنجان.

Griffiths, A. K., & Preston, K. R. ۱۹۹۲. Conceptual difficulties experienced by senior high school students in electrochemistry: electrochemical (galvanic) and electrolytic cells. *Journal of Research in Science Teaching*, ۲۹, ۱۰۷۹-۱۰۹۹

Kay, C. C, & Yiin , H. K. ۲۰۱۰. Misconceptions in the teaching of chemistry in secondary schools in Singapore & Malaysia. *Proceedings of the Sunway Academic*.

Lin, S.-W. (۲۰۰۴). Development and application of a two-tier diagnostic test for high school students' understanding of flowering plant growth and development. *International Journal of Science and Mathematics Education*, ۲(۲), ۱۷۵-۱۹۹.

Novick, S., & Nussbaum, J. ۱۹۸۱. Pupils' understanding of the particulate nature of matter: A cross age study. *Science Education*, ۶۵ (۲), ۱۸۷-۱۹۶.

Şen, Ş., & Yılmaz, A. (۲۰۱۳). The reasons of misconceptions according to chemistry teacher candidates, *Buca Faculty of Education Journal* ۳۵, ۵۹-۹۵.

Sesen, B. A., & İnce, E. (۲۰۱۰). Internet as a source of misconception: Radiation and radioactivity. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, ۹(۴), ۹۴-۱۰۰.

Sweller, J. (۱۹۸۸). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, ۱۲(۲), ۲۵۷-۲۸۵.

Üce, M, & Ceyhan, I, ۲۰۱۹. Misconception in chemistry education and practices to eliminate them: Literature analysis. *Journal of Education and Training Studies*, ۳, ۲۰۲ – ۲۰۸.

Wang, J. R. (۲۰۰۴). Development and validation of a two-tier instrument to examine understanding of internal transport in plants and the human circulatory system. *International Journal of Science and Mathematics Education*, ۲(۲), ۱۳۱-۱۵۷.