



پژوهش در آموزش شیمی



<http://chemedu.cfu.ac.ir>

کاربرد آزمون گزینه‌ای دو بعدی در شناسایی کج‌فهمی‌ها در مبحث پیوند شیمیایی

زهره احمدآبادی^{*۱}

^۱ گروه علوم پایه، دانشگاه فرهنگیان، مشهد، ایران

چکیده

پیوندهای شیمیایی از موضوعات مهم درسی است که هر نوع کج‌فهمی در آن مشکلات دیگری را در فهم مباحث اساسی دیگر علم شیمی برای فراگیران به وجود می‌آورد. در این تحقیق، ابزار گردآوری داده‌ها، پرسشنامه دوگزینه‌ای و یا چندگزینه‌ای دو بعدی و تشریحی است، تجزیه و تحلیل داده‌ها به روش تحلیلی - توصیفی با استفاده فراوانی و درصد صورت گرفته است. جامعه آماری این پژوهش ۳۵ نفر از دانشجویان درس شیمی عمومی ۱ است. این پژوهش نشان می‌دهد، استفاده از این نوع پرسشنامه جهت آشکارسازی کج‌فهمی فراگیران، موجب کاستن پاسخ‌های تصادفی توسط فراگیران شده و فرصت توضیح و توجیه دیدگاه‌شان را می‌دهد. از جمله کج‌فهمی‌هایی که در این مطالعه مشخص شد؛ کج‌فهمی در زمینه اتکا بر فرضیه پیوند یونی بین عناصر فلزی و عناصر نافلزی و از سوی دیگر کج‌فهمی مبنی بر اساس استفاده از "اختلاف الکترونگاتیوی به عنوان یک پیش‌فرض همیشه درست"، در تعیین نوع پیوند شیمیایی است. براساس این پژوهش پیشنهاد گردید، برای نتایج دقیق‌تر از مؤلفه‌های بیشتری در طراحی آزمون استفاده شود و برای رفع کج‌فهمی مذکور، استفاده از الگوی ارائه محتوا براساس سطوح چندگانه جانستون و تلفیق دیدگاه میکروسکوپی و ماکروسکوپی مفید خواهد بود.

کلیدواژه‌ها: کج‌فهمی، پیوند شیمیایی، گزینه دو بعدی، آموزش شیمی

* نویسنده مسئول: (z_ahmadabadi@yahoo.com) ✉

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۱۴

مقدمه

آموزش شیمی یکی از موضوعاتی است که در رشته علوم تجربی و ریاضی دوره متوسطه اول و دوم و همچنین دروس پایه رشته‌های مختلف دانشگاهی تدریس می‌شود، تا فراگیران بتوانند با درک مفاهیم شیمی نه تنها برخی پدیده‌های رخ داده شیمیایی را تفسیر و تحلیل کنند؛ بلکه در مسایل زندگی روزمره دانسته‌های خود را به کار برده و آن را حل کنند. کاربرد شیمی در زندگی واقعی نیازمند درک درستی از مفاهیم، اصول، قوانین و تئوری‌های علم شیمی است. از آنجایی که درس شیمی یکی از موضوعاتی آموزشی است که فراگیری و تدریس آن برای دانش‌آموزان، دانشجویان و معلمان دشوار می‌نماید، لذا اغلب فراگیران درگیر کج‌فهمی‌های^۱ مختلفی ناشی از درک نادرست مفاهیم اساسی این درس هستند. از آنجایی که کج‌فهمی‌ها در موضوعات درسی باعث می‌شوند تا فراگیران مطالب و موضوعات درسی مرتبط با آنها را به درستی درک نکنند و پیوندهای شیمیایی نیز از موضوعات مهم درسی شیمی است که هر نوع کج‌فهمی در آن مشکلات دیگری را در مباحث اساسی دیگر این علم برای فراگیران به وجود می‌آورد و اولین قدم برای اصلاح این وضعیت، شناسایی کج‌فهمی است. برای آشکارسازی کج‌فهمی‌ها، روش‌های مختلفی گزارش شده است (عثمان ۲۰۰۴).

هدف این پژوهش آشکارسازی کج‌فهمی‌های دانشجویان دوره کارشناسی شیمی و فیزیک، در مبحث پیوندهای شیمیایی است و از میان روش‌های مختلفی که تاکنون بدین منظور بررسی و گزارش شده، از روش طرح سوالات دو گزینه‌ای و یا چند گزینه‌ای استفاده می‌گردد. استفاده از آزمون‌های چندگزینه‌ای به همراه بسط پرسش‌ها با استفاده از روش‌های مختلف نظیر اطمینان‌سنجی و استدلال، شانس انتخاب گزینه‌ها به صورت تصادفی را کمتر می‌کند و امکان تشخیص بهتر کج‌فهمی را _ در صورت موجود بودن _ میسر می‌نماید.

پیشینه پژوهش

^۱Misconception^۲Ozmen

کج فهمی در تعریف، به عنوان نظر نادرست در مورد یک مفهوم یا موضوع که با دیدگاه علمی آن متفاوت است گفته می شود (آردیناش^۱ ۲۰۱۸)؛ در برخی مقالات به صورت درک نادرست^۲، برداشت یا باور، تئوری خام^۳، دانش خودجوش و ... از مفاهیم اطلاق می شود (بارکی^۴ ۲۰۰۹؛ کاپند^۵ ۱۳۹۰؛ مغیری نیا و همکاران ۱۳۹۲).

در طول فرآیند یاددهی یادگیری، فراگیران می کوشند تا دانسته های جدید خود را به ساختارهای شناختی قبلی خود پیوند بزنند اگر آن تصورات نادرست باشند، موجب تداخل با فرآیند یادگیری بعدی شده و آموزه های جدید نمی تواند به ساختار شناختی فراگیر متصل شده و کج فهمی رخ می دهد (عثمان ۲۰۰۴). محققان معتقدند، معلمان می توانند کج فهمی های فراگیران را از طریق انجام فرآیندهای ذیل اصلاح نمایند:

کج فهمی های دانش آموزان را شناسایی کنند.

موقعیتی را فراهم کنند که دانش آموزان با کج فهمی خود رو به رو شوند.

براساس مدل های علمی به دانش آموزان در نوسازی و درونی کردن دانش کمک کنند (کاپند ۱۳۹۰؛ تاب^۶ ۲۰۰۲۵).

مبحث پیوندهای شیمیایی، از جمله مباحث موضوعی شیمی است که رویکرد انتزاعی داشته و درک صحیح آن از نظر مریبان و محققان این حوزه در فهم و یادگیری صحیح و ماندگار در سایر موضوعات شیمی نظیر: تعادلات شیمیایی، گرماشیمی، توجیه و تفسیر خواص مواد و موضوعات دیگر مرتبط است (گریفیش، پیرسون و کریک^۷ ۲۰۰۴)؛ لذا تحقیق و بررسی های متعددی بر روی کج فهمی ها در موضوع پیوند شیمیایی انجام شده است، از جمله به مقاله مروری هالوک عثمان (۲۰۰۴) می توان اشاره کرد.

مغیری نیا و همکاران (۱۳۹۲)، بررسی و شناسایی کج فهمی های رایج دانش آموزان پایه سوم متوسطه در مورد پیوند یونی و ترکیبات آن را گزارش کرده اند، که در نتیجه کج فهمی ناشی از درک

^۱Ardiansah

^۲Misunderstanding

^۳Naïve beliefs or conception or theories

^۴Barke

^۵Taber

^۷Griffiths, Preston & Kirk

پیوند یونی، بر روی چگونگی فهم ویژگی‌های این دسته از ترکیبات، انحلال پذیری و ساختار سه بعدی آنها تاثیر داشته است. آنان همچنین در مقاله دیگر، با استفاده از روش تحلیلی - توصیفی نتایج خود درباره کج‌فهمی‌ها در مورد واکنش‌های شیمیایی، تغییرات فیزیکی و ... پرداخته، تصورات اشتباه دانش‌آموزان مقاطع مختلف درباره موضوع پیوند شیمیایی به عنوان اساس این کج‌فهمی‌ها را گزارش کردند. احمدآبادی (۱۳۹۹) در تحقیقی بر روی به کارگیری الگوی ارائه در سطوح چندگانه جانستون،^۱ در رفع کج‌فهمی‌ها در مبحث پیوندهای شیمیایی، نشان داد؛ علی‌رغم توضیح و شرح درست دانش-آموزان از پیوندهای یونی، کووالانسی و حتی رسم ساختار لوویس، ساخت مدل و نمایش نقطه‌ای، در تجزیه و تحلیل این مدل‌ها دارای تصوّراتی اشتباه هستند. دلیل این یادگیری با عمق کم و ناپایدار را حجم بالای مطالب درسی در هر پایه آموزشی، به کارگیری روش غیر فعال مانند سخنرانی، عدم ایجاد انگیزه و شوق یادگیری در فراگیران دانسته است.

اصغری و امانی (۱۴۰۰)، در تحقیق خود بر روی گزارش‌های منتشر شده پژوهشگران کشورهای مختلف در زمینه کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان و دانشجویان در پیوند شیمیایی مورد بررسی قرار دادند و کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان و دانشجویان در زمینه پیوند شیمیایی را تحت تأثیر عواملی مانند، نحوه نگارش کتاب‌ها و متون درسی و شیوه تدریس مدرسان و تأکید بیش از حد بر قاعده هشتایی، روش‌های نادرست ارزیابی در مدارس و دانشگاه‌ها، استفاده از مدل‌های گلوله و میله، کج‌فهمی‌های پیشین و ... به عنوان عوامل اثرگذار در تشدید این کج‌فهمی شناسایی نمودند.

پرزآ و همکاران (۲۰۱۷)، درک فراگیران را در مورد برخی از جنبه‌های پیوند شیمیایی و تعیین کج‌فهمی‌های مرتبط با آنها را بررسی کرده و در تحقیق خود به طور مشخص، مباحثی از قبیل: تفسیر برخی از خصوصیات مواد (رنگ، نقاط جوش، حلالیت و رسانایی)، نیروهای بین مولکولی، پیوند هیدروژنی، شبکه‌های کووالانسی و مولکولی، ساختار هندسی و قطبیت مولکول‌ها را مورد بررسی قرار دادند. فادیله^۲ و همکارش (۲۰۱۸) در تحقیق خود در زمینه کج‌فهمی‌های رایج در ۱۸۰ دانش‌آموز پایه دهم به این نتیجه رسیدند که تصورات غلط از مفهوم پیوند شیمیایی می‌تواند در

^۱Johnston

^۲Pérez

^۳Fadillah

یادگیری سایر مفاهیم بهم پیوسته اختلال ایجاد کنند؛ آنان با استفاده از آزمون دو گزینه‌ای برداشت غلط از پیوند شیمیایی را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند.

ورابک و پروسکا^۱(۲۰۱۶)، با استفاده از روش "مؤلفه‌های نمایشگر پیوند"^۲(BRI) که لاگزفورد^۴ آن را در سال ۲۰۱۴ توسعه داد؛ برای شناسایی کج فهمی دانش‌آموزان چک و اسکلواکی پرداخته و کاربرد این روش را با نتایج مشابه با استفاده از این الگو در آمریکا مقایسه کردند و این کج فهمی‌ها را در چهار مؤلفه مشخص شده لاگزفورد در زمینه برهمکنش های الکترواستاتیک(اختلاف الکترونگاتیوی)، قاعده رسیدن به هشتایی، موقعیت عنصر در جدول تناوبی و تمایل به الکترون-دهندگی (فلزی) یا گیرندگی (نافلزی) و ساختار فضایی مطالعه کردند و این مؤلفه‌ها را ساز و کار مناسبی برای شناسایی کج فهمی‌های فراگیران دانستند.

مرحله اساسی و اولیه در رفع کج فهمی‌ها، شناسایی کج فهمی دانش‌آموزان در آن "موضوع علمی" است. روش‌های مختلفی توسط محققان برای شناسایی کج فهمی ارائه شده است، نظیر: مصاحبه، استدلال آزاد^۵ پینارباسی^۶ و همکاران^۷ ۲۰۰۹؛ تانهونگ^۸ و همکاران^۹ ۲۰۱۰، سوالات چند گزینه‌ای یا دو گزینه‌ای (میلنکوویک^۸ ۲۰۱۴) و هر یک از این روش‌ها برای شناسایی و تشخیص کج فهمی‌ها، معایب و مزایای خاص خود را دارند. از نظر محققان، از نقطه نظر صحت و توانایی پیش‌بینی برای شرایط واقعی و کلاس درس، روش‌های چند گزینه‌ای مناسب‌تر هستند (آردیاناش ۲۰۱۸؛ وینارتی و مبارک^{۱۰}).

در این پژوهش جهت آشکارسازی کج فهمی‌های رایج در مبحث پیوندهای شیمیایی دانشجویان مقطع کارشناسی از میان روش‌های مختلف که در فوق اشاره شد، روش طرح سوالات دو گزینه‌ای و

^۱Vrabec and Prokša

^۲Bonding representations Inventory

^۳ BRI (Bonding Representation's Inventory) مولفه های نمایشگر پیوندی، به روشی جهت‌سوال‌ات چند گزینه ای و دو گزینه شناسایی کج فهمی درباره پیوند شیمیایی توسط لاگزفورد توسعه یافته اطلاق می شود و در چهار مؤلفه، ساختارهای لوئیس، فرمول ها گلوله و میله، مدل های فضا پرکن و مدل های سه بعدی دست ساز.

^۴Luxford

^۵open reasoning

^۶Pinarbasi

^۷Tanahoung

^۸Milenkovic

^{۱۰}Winarti & Mubarak

یا چند گزینه‌ای و بسط پرسش‌ها (طرحواره آردیناش) استفاده می‌شود و سپس راهکارهایی جهت رفع کج‌فهمی‌ها در این مبحث ارائه می‌گردد.

روش پژوهش

این پژوهش از نوع کیفی و با استفاده از روش تحلیلی - توصیفی است. ابزار گردآوری داده‌ها، پرسشنامه دو گزینه‌ای و یا چند گزینه‌ای دو بعدی و تشریحی است که مطابق طرحواره آردیناش (۲۰۱۸) با اصلاحات و تغییراتی تهیه و تنظیم شده است. این روش با طراحی سوالات دو گزینه‌ای و یا چند گزینه‌ای دوبعدی، به همراه پاسخ تشریحی انجام می‌شود؛ در این نوع پرسشنامه ضمن کاستن از پاسخ‌های تصادفی توسط فراگیران، به آنان فرصت توضیح و توجیه دیدگاه و پاسخ خود را می‌دهد. در این طرحواره، جهت انطباق با موضوع کج‌فهمی در زمینه ماهیت پیوندهای شیمیایی، پرسش‌های خاص موضوع این مبحث، مانند ماهیت پیوند یونی، کوالانس و درک تفاوت و تمایز بین این دو نوع پیوند، در پنج پرسش چند گزینه‌ای دو بعدی طراحی شده است (جدول ۱). پرسشنامه طراحی شده با استفاده از مدل آردیناش، جهت بررسی روایی در اختیار دو تن از صاحب نظران درس شیمی قرار گرفته و تایید گردید. جامعه آماری این پژوهش ۳۵ نفر از دانشجویان درس شیمی عمومی یک، دوره کارشناسی رشته فیزیک و شیمی است که به طور اتفاقی انتخاب شدند. رشته تحصیلی این دانشجویان در دبیرستان، علوم تجربی و یا ریاضی فیزیک است. توافق جهت ارزیابی اعتبار یافته‌های این پژوهش، نتایج، در اختیار یکی از مدرسان درس شیمی عمومی قرار گرفت، میزان توافق نتایج بررسی، حدود ۹۰٪ گزارش می‌شود. تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از این پژوهش، به روش تحلیلی - توصیفی با استفاده فراوانی و درصد صورت گرفته است.

بحث و نتیجه‌گیری

دانشجویان رشته شیمی و فیزیک دوره کارشناسی، در اولین نیمسال تحصیلی خود درس شیمی عمومی را انتخاب می‌کنند. در دوره تحصیلی دبیرستان با پیوند کوالانسی و یونی در شیمی پایه دهم رشته علوم تجربی و یا ریاضی و در واحد درسی شیمی عمومی و معدنی بار دیگر با وسعت بیشتری، از جمله تعیین نوع پیوند براساس اختلاف الکترونگاتیوی عناصر تشکیل‌دهنده، آموزش می‌بینند

(سیلبربرگ ۱۳۹۶؛ مورتیمر ۱۳۹۰؛ دامنه وب المنتز ۲۰۲۱؛ شرایور و اتکینز ۲۰۱۰). در این پژوهش ۵ پرسش طراحی شده دو بعدی براساس چارچوب آردیناش (۲۰۱۸)، در اختیار دانشجویان قرار گرفت که در جدول ۱، آمده است، در ۴ پرسش (سوال ۱ و ۳ تا ۵) نشانگر تشخیصی الکترونگاتیوی در اختیار فراگیران قرار گرفته و یک پرسش (سوال شماره ۲) تنها نشانگر پیوند (تشخیص نوع پیوند)، تعیین عنصر فلزی و یا نافلزی ترکیب وجود دارد (جدول ۱).

جدول ۱- پرسش‌های دو بعدی طراحی شده برای شناسایی کج‌فهمی دانش‌آموزان

شماره	پرسش	به پاسخ خود اطمینان دارید؟
۱	نمک طعام یا سدیم کلرید از Na^+ و Cl^- تشکیل شده است. براساس این مدل به نظر شما وقتی پیوند بین این اجزاء به وجود آید، پیوند آن..... است. (الکترونگاتیویته سدیم ۰.۹۳ و کلر، ۳.۱۶ است) الف) پیوند یونی ب) پیوند کوالانسی	بلی خیر (اگر خیر را انتخاب کردید دلیل آن را بنویسید)
۲	کانی ورتزیت، از روی سولفید (Zn^{2+} و S^{2-}) تشکیل شده است. براساس این داده ها به نظر شما پیوند ترکیب ZnS ...می باشد. (الکترونگاتیویته روی: ۱ و سولفید، ۲.۵۸ است) الف) یونی ب) کوالانسی	بلی خیر (اگر خیر را انتخاب کردید دلیل آن را بنویسید)
۳	ترکیب BeCl_2 و CaF_2 ، هر دو ترکیب مثالی هستند که از یک سر فلزی و یک بخش نافلزی تشکیل شده‌اند. براساس این داده ها به نظر شما این پیوند بین این اجزا در ترکیبات فوق (راست به چپ) به ترتیب..... وهستند. الف) یونی - یونی ب) کوالانسی - کوالانسی ج) یونی - کوالانسی	بلی خیر (اگر خیر را انتخاب کردید دلیل آن را بنویسید)

	(د) کوالانسی - یونی	
بلی خیر (اگر خیر را انتخاب کردید دلیل آن را بنویسید)	از جفت ترکیبات ذیل کدامیک هر دو، پیوند یونی دارند؟(الکترونگاتیوی : H:2.20, Na:0.93, Cl:3.16 , Ag:1.93, N:3.04 , Br:2.96 , F:3.98 , B:2.04) الف) HCl , NaCl ب) AgCl , NaCl ج) NaBr , NH ₄ Cl	۴
بلی خیر (اگر خیر را انتخاب کردید دلیل آن را بنویسید)	از جفت ترکیبات ذیل کدامیک هر دو ، پیوند کوالانسی دارند؟(الکترونگاتیوی : H:2.20, Na:0.93, Cl:3.16 , Br:2.96 , O:3.44 , Al:1.96 , N:3.04 , F:3.98 , Ti:1.62) الف) NaBr , Al ₂ O ₃ ب) NH ₃ , NaH ج) TiO ₂ , Al ₂ Cl ₃	۵

پرسشهای ۱ و ۲ هر کدام یک موضوع مفهومی در مورد پیوند کوالانسی یا یونی را مطرح می‌کند، اما در پرسش‌های سوم تا پنجم چند گزینه پیش روی فراگیران قرار می‌گیرد؛ گرچه بنا بر نظر پژوهشگران لازم است در سوالهای دو گزینه‌ای یا چند گزینه‌ای، تنها یک موضوع مفهومی در سوال مطرح گردد (هرمان - ابل^۱ ۲۰۱۰؛ میلنکوک و هرین^۲ ۲۰۱۶)، اما می‌توان با استفاده از روشهایی این محدودیت را از طریق بسط پرسش‌ها به شکلی که در پرسشهای ۴ و ۵ دیده می‌شود، برطرف کرد. همانگونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، در تمامی پرسش‌ها، بخش دیگری با عنوان "اطمینان یا عدم اطمینان به پاسخ" وجود دارد. آردیاناش (۲۰۱۸) معتقد است، وجود این بُعد در پرسش‌ها موجب می‌شود شانس انتخاب گزینه‌ها به صورت تصادفی کمتر شود، در این پژوهش از فراگیران خواسته شده در صورتی که به پاسخ خود اطمینان ندارند، دلیل آن را ذکر کنند که به نظر می‌رسد، این روش بتواند به تشخیص بهتر کج‌فهمی _ در صورت وجود _ کمک کند.

^۱Herrmann-Abell
^۲Milenkovic & Hrin

جدول ۲- فراوانی بر حسب درصد پاسخ دانش آموزان درباره نوع پیوندها (از جدول ۱)

شماره سوال	موضوع مفهومی	درصد فراوانی
۱	الف- سدیم کلرید پیوند یونی دارد. ب-سدیم کلرید پیوند کوالانسی دارد.	۹۴/۲۹٪ ۲/۸۵٪ عدم اطمینان (یونی) ۵/۷۱٪ ۲/۸۵٪ عدم اطمینان(کوالانسی)
۲	الف- روی سولفید پیوند یونی دارد. ب- روی سولفید پیوند کوالانسی دارد.	۴۸/۵۷٪ ۲۰/۵۵٪ عدم اطمینان (یونی) ۵۱/۴۳٪ ۲۸/۰۵٪ عدم اطمینان(کوالانسی)
۳	الف) ترکیب BeCl_2 و CaF_2 ، هر دو پیوند یونی دارد. ب) ترکیب BeCl_2 و CaF_2 ، هر دو پیوند کوالانسی دارد. ج) ترکیب BeCl_2 پیوند یونی و CaF_2 ، پیوند کوالانسی دارد. د- ترکیب BeCl_2 پیوند کوالانسی و CaF_2 ، پیوند یونی دارد.	۳۷٪(۱۱/۴۳٪ عدم اطمینان) ۱۱/۴۳٪(۸/۶٪ عدم اطمینان) ۲/۸۵٪(۰٪ عدم اطمینان) ۴۸/۵۶٪(۱۱/۴۳٪ عدم اطمینان)
۴	الف) HCl , NaCl ، پیوند یونی دارند. ب) NaCl , AgCl پیوند یونی دارند. ج) NH_4Cl , NaBr پیوند یونی دارند.	۳۴/۲۸٪(۲۲/۸۶٪ عدم اطمینان) ۳۷/۱۴٪(۲۸/۵۷٪ عدم اطمینان) ۲۸/۵۷٪(۲۲/۸۶٪ عدم اطمینان)
۵	الف) Al_2O_3 , NaBr ، هر دو پیوند کوالانسی دارند. ب) NaH , NH_3 ، هر دو پیوند کوالانسی دارند. ج) Al_2Cl_3 , TiO_2 ، هر دو پیوند کوالانسی دارند.	۸/۵۷٪(۰٪ عدم اطمینان) ۶۵/۷۱٪(۵/۷۱٪ عدم اطمینان) ۳۴/۲۸٪(۲۲/۸۶٪ عدم اطمینان)

در پرسش اول (مطابق جدول ۲)، ۹۴/۳٪ از شرکت کنندگان، گزینه پیوند یونی را برای NaCl انتخاب کرده و در ضمن، گزینه اطمینان را نیز انتخاب کرده اند. از آنجایی که این ترکیب در بیشتر متون شیمی به عنوان ترکیب یونی نام برده شده است می تواند دلیل خوبی برای این درصد بالای پاسخ باشد. حدود ۵/۷۱٪ شرکت کنندگان، گزینه صحیح را انتخاب نکردند؛ از این میان ۲/۸۵٪ درصد از آنها، پیوند یونی را با عدم اطمینان انتخاب کردند و دلیل آن را احتمال پیوند کوالانسی در فاز گاز میان این عناصر ذکر کردند که می تواند ناشی از فراموش کردن این مبحث، یا اختلاط موضوع

و عدم درک صحیح پرسش باشد. ۲/۸۵٪ دیگر افراد، نیز پیوند کوالانسی را با اطمینان انتخاب کردند، که می‌تواند نشانگر کج‌فهمی تلقی شود.

در پرسش دوم ۴۸/۵۷٪ از شرکت‌کنندگان آزمون، گزینه‌های صحیح را انتخاب نکردند: ۲۰/۵۵٪ از آنان، گزینه پیوند یونی را انتخاب کرده، که با توجه به اختلاف الکترونگاتیوی بین عناصر سازنده: $\Delta E = 1.58$ [۲۰-۱۷]، گزینه نادرست انتخاب شده است و حدود ۲۸٪ شرکت‌کنندگان، گزینه پیوند کوالانسی را با عدم اطمینان انتخاب نمودند. برخی از دلایل بیان شده توسط شرکت‌کنندگان در خصوص عدم اطمینان " به عامل نافلز و فلز " اشاره کردند و درک آنها این بوده که: "به دلیل وجود یک نافلز سولفید و یک بنیان فلزی یعنی روی، پیوند یونی خواهد بود" و یا این که "به انتخاب پیوند کوالانسی خود بنابراین استدلال اطمینان ندارند."

این پاسخ‌ها می‌تواند به وجود کج‌فهمی در فهم پیوند یونی و کوالانسی تفسیر شوند، زیرا فراگیران وجود یک بنیان فلزی و نافلزی را برای تشخیص نوع پیوند بدون بررسی بیشتر و توجه به اختلاف الکترونگاتیوی برگزیدند. این یافته‌ها، نظر محقق در مورد درصد بالای (۹۴٪) پاسخ‌های درست در مورد سوال اول (به دلیل آشنایی در متون شیمی با نمک طعام) را اثبات می‌کند (جدول ۲ و شکل ۱). در پرسش سوم، بدون ارائه مقادیر الکترونگاتیوی و حذف این نشانگر از داده‌های پرسش، از مخاطبان خواسته شد در مورد پیوند دو ترکیب BeCl_2 و CaF_2 ، گزینه مورد نظر خود را انتخاب کنند. ۳۷٪ از شرکت‌کنندگان معتقد بودند، هر دو ترکیب، پیوند یونی دارند، بیشتر از نیمی از شرکت‌کنندگان که این گزینه را انتخاب کرده بودند به پاسخ خود اطمینان داشته و کمتر از نیمی از آنها (حدود ۴ نفر، یعنی ۱۱/۴۳٪ مطابق جدول ۲) با ذکر دلایلی از جمله "در اختیار نداشتن الکترونگاتیوی" در مورد پاسخ خود ابراز تردید کردند.

گزینه "پیوند کوالانسی - پیوند کوالانسی" در این پرسش توسط ۱۱/۴۳٪ از دانشجویان انتخاب گردید. تقریباً تمامی این دسته از پاسخ‌دهندگان، گزینه عدم اطمینان را نیز انتخاب کردند و دلیل تردید خود را به مورد "بنیان نافلزی و فلزی" این ترکیبات استناد کرده و این مفهوم را عامل تردید خود دانسته‌اند؛ بیان این دلیل، می‌تواند نشانگر کج‌فهمی آنان در تعیین نوع پیوند این دسته ترکیبات ارتباط داشته باشد (به نظر می‌رسد آن تعداد از دانشجویان که گزینه "پیوند یونی - پیوند یونی" را با اطمینان در پرسش قبل انتخاب کردند، نیز چنین دلیلی داشته باشند). ۴،۲۸٪ از شرکت‌کنندگان آزمون، گزینه "پیوند یونی برای BeCl_2 و پیوند کوالانسی برای CaF_2 "، را انتخاب کردند. همچنین مشاهده شد که گزینه "پیوند BeCl_2 پیوند کوالانسی و CaF_2 ، پیوند یونی" را ۴۸/۵۶٪

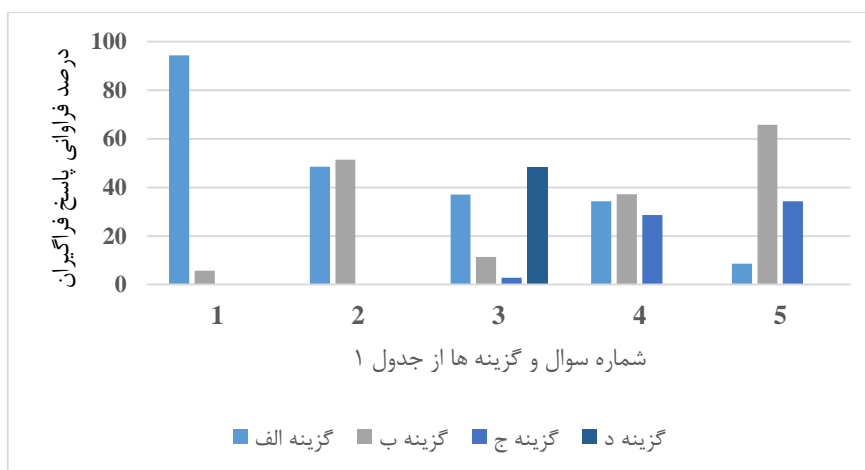
فراگیران انتخاب کردند و از این گروه، ۴ نفر (۱۱/۴۳٪) به پاسخ خود اطمینان نداشتند و دلیل آن را به طور کلی "مشخص نبودن مقدار دقیق الکترون گاتیوی عناصر و رفتار متفاوت عنصر بریلیم" می دانستند.

در پرسش چهارم جدول ۱، نزدیک ۳۴٪ از شرکت کنندگان معتقد بودند، HCl, NaCl پیوند یونی دارند؛ در حالی که بیشتر کسانی که این گزینه را انتخاب کردند به "درستی" جواب خود شک داشتند و دلایلی نظیر این موارد را ذکر کردند:

"اسیدها در آب یون تولید می کنند یا در سایر گزینه ها پاسخ درستی مشاهده نکردند و این گزینه را بهترین انتخاب دیدند." در این گزینه به نظر می رسد درک نادرست از متن سوال و یا تصور شکل پیونده شده اسید در آب موجب انتخاب این گزینه گردیده است.

در مورد گزینه دو، پرسش ۴، حدود ۳۷٪ مخاطبان، "NaCl, AgCl" پیوند یونی دارند" را انتخاب کردند و تعداد بیشتری از آنها در مورد "صحت" پاسخ خود ابراز تردید و برخی دلیل خود را این طور بیان کردند:

"اختلاف الکترون گاتیوی کمتر از $1/7$ AgCl، علیرغم وجود بنیان فلزی و نافلزی" و یا "نامحلول بودن نقره کلرید در آب و ...". در میان این دلایل ارائه شده توسط دانشجویان (مانند موارد مشابه گذشته)، به کج فهمی آنان در مورد لزوم "تشکیل پیوند یونی بین یک بنیان فلزی و نافلزی" اشاره دارد. گزینه سوم در پرسش چهارم، "NaBr, NH₄Cl" پیوند یونی دارند." توسط ۲۸٪ از دانشجویان انتخاب شد و یک نفر از پاسخ دهندگان به انتخاب خود اطمینان نداشت که دلیل این عدم اطمینان را ناشی از وجود "پیوندهای کوالانس بین H و N در بنیان آمونیوم" می دانست (جدول ۲ و شکل ۱). در پرسش شماره ۵، با انتخاب دو ترکیب، NaH و TiO₂ (که اختلاف الکترون گاتیوی آنها به ترتیب $1/27 > 1/7$ و $1/82 < 1/7$ دارند)، چالشی برای دانشجویان طرح شد تا کج فهمی ناشی از "فرضیه همیشه درست اختلاف الکترون گاتیوی و نوع پیوند" مشخص شود. گزینه "Al₂O₃, NaBr" ، هر دو پیوند کوالانسی دارند." ؛ توسط هیچ یک از شرکت کنندگان آزمون، انتخاب نشد، ظاهراً وجود ترکیب NaBr (به عنوان یک ترکیب یونی مشابه نمک طعام) خود به خود این گزینه را از نظر دانشجویان حذف کرده است. گزینه دوم "NaH, NH₃"، هر دو پیوند کوالانسی دارند." توسط اکثریت دانشجویان به عنوان گزینه درست انتخاب شد و "سدیم هیدرید را دارای پیوند کوالانسی مانند آمونیاک" شناسایی کردند که از بین پاسخ دهندگان، تعداد کمی به جواب خود شک داشتند و از



شکل ۱- نمودار فراوانی برحسب درصد پاسخ فراگیران درباره نوع پیوند

جمله دلایلی که افراد نامطمئن به این گزینه ذکر کردند "انتظار خصلت یونی از هیدریدهای گروه قلیایی، علیرغم اختلاف الکترونگاتیوی کمتر از $1/7$ این ترکیب بود." گزینه سوم " Al_2Cl_3, TiO_2 "، هر دو پیوند کوالانسی دارند." حدود ۳۴٪ از دانشجویان گزینه درست شناخته شد و در این میان با حدود ۲۲/۸۶٪، عدم اطمینان در انتخاب گزینه درست توسط دانشجویان مواجه بودیم (تعداد قابل توجهی از دانشجویان). دلیل عدم اطمینان آنها، "فاصله زیاد عددی الکترونگاتیوی بین دو عنصر Ti و O با مقدار مورد انتظار برای پیوند کوالانسی" ذکر شد. سایر دلایل ثبت شده توسط دانشجویان در انتخاب نامطمئن گزینه‌های دوم و سوم در مورد پرسش شماره ۵، نمایشگر کج‌فهمی دانشجویان شیمی عمومی، ناشی از "فرضیه همیشه درست اختلاف الکترونگاتیوی و نوع پیوند" است. از آنجایی که کج‌فهمی‌ها در چگونگی یادگیری دانش و مهارت جدید، نقش اساسی ایفا می‌کنند. لذا شناسایی و رفع آنها از دغدغه‌های مهم آموزشی است. نتیجه این پژوهش نشان داد، با طراحی پرسش‌های دو بعدی می‌توان انواع کج‌فهمی‌های دانشجویان درباره تشخیص ماهیت پیوندی را نشان داد. یکی از این کج‌فهمی‌ها که در این مطالعه مشخص شد، در زمینه اتکا بر فرضیه پیوند یونی بین عناصر فلزی و عناصر نافلزی در تعیین نوع پیوند، است، که منجر به انتخاب گزینه‌های اشتباه در مورد خصلت پیوندی در $AgCl$ و $BeCl_2$ ، Al_2Cl_3, TiO_2 می‌شود. از سوی دیگر برخی دیگر از دانشجویان با کج‌فهمی دیگری مبنی بر استفاده از "اختلاف الکترونگاتیوی به عنوان یک پیش‌فرض همیشه درست"، انتخاب‌های اشتباهی را در مورد تشخیص ماهیت پیوند، Al_2Cl_3, TiO_2 ، NaH و Al_2O_3

نشان دادند. از نتیجه تحقیق شلپر^۱ (۲۰۱۸) با انجام آزمون‌های BRI بر روی برخی از دانشجویان درس شیمی عمومی و دانش‌آموزان دبیرستان ایالت ایلنویز جنوبی‌آنیز از این دست کج‌فهمی‌ها، همانند یافته‌های این پژوهش، گزارش شده است. استفاده از آزمون‌های BRI، از جمله روش‌هایی است که می‌تواند کج‌فهمی‌ها را به خوبی آشکار کند (لاگزفورد ۲۰۱۴) که در این پژوهش دو مؤلفه این آزمون مورد بررسی قرار گرفته و چنانچه مؤلفه‌های دیگر این آزمون به کار رود، نتایج بیشتر و دقیق‌تری حاصل خواهد شد. از طرف دیگر پس از آشکار شدن کج‌فهمی‌ها، مواجه کردن فراگیران با کج‌فهمی خود و چگونگی رفع آنها مسئله مهمی است. در خصوص پیوندهای شیمیایی و یا موضوعاتی که جنبه انتزاعی آنها غالب است؛ استفاده از سطوح چندگانه جانستون در رفع کج‌فهمی و تلفیق دیدگاه میکروسکوپی و ماکروسکوپی، تئوری و تجربه آزمایشگاهی مفید خواهد بود. در زمینه آموزش پیوندهای شیمیایی و شناسایی آنها از یکدیگر استفاده از الگوی BRI می‌تواند مانع از ایجاد کج‌فهمی فراگیران شود.

منابع

- احمدآبادی زهرا، (۱۳۹۹)، بررسی کج فهمی ها در پیوندهای شیمیایی براساس الگوی تفکر چند سطحی جانستون، فصلنامه پژوهش در آموزش شیمی، ۲ (۱) ۴۰-۲۵.
- اصغری لالمی نسیم، امانی وحید (۱۴۰۰)، عوامل موثر در کج فهمی‌های دانش‌آموزان و دانشجویان در زمینه پیوند شیمیایی، فصلنامه پژوهش در آموزش شیمی، ۳ (۲) ۱۹-۳۶.
- سیلبربرگ مارتین، (۱۳۹۶) اصول شیمی عمومی، میرمحمدصادقی مجید، پارسافر غلامعباس، سعیدی محمد رضا، تهران، نورپردازان، جلد اول
- کاینند ونسا، (۱۳۹۰)، کج فهمی های دانش آموزان از مفاهیم پایه ای شیمی، شاه محمدی اردبیلی معصومه، کوهی فایق امرالله، نشر علوم نوین، تهران.
- مغیری نیا رقیه، و همکاران، (۱۳۹۲)، بررسی کج فهمی های دانش آموزان در مفهوم پیوندهای شیمیایی، هشتمین کنفرانس آموزش شیمی ایران، سمنان.

^۱Schleper
^۲Southern Illinois

مغیری نیارقیه، و همکاران، (۱۳۹۲)، بررسی کج فهمی های دانش آموزان در پیوند و ترکیبات یونی، هشتمین کنفرانس آموزش شیمی ایران، سمنان.

مورتیمر چارلز، (۱۳۹۰) شیمی عمومی، پورجوادی علی، خواجه نصیر طوسی احمد، و همکاران، تهران، نشر دانشگاهی، جلد اول.

Ardiansah (2018) Colleges Students' Misconception about Type of Bonding, MATEC Web of Conferences.

Barke, H. AlHazari, Y. (2009) Misconceptions in Chemistry, Springer, London.

Ballester Pérez J.R., and coworker (2017) Student's Misconceptions on Chemical Bonding: A Comparative Study between High School and First Year University Students, Asian Journal of Education and e-Learning 5(1)1-15.

Griffiths Aln K., Preston Kirk R., (1992) Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules, J.Res.Sc.Tech., 29,611-628.

Herrmann-Abell, C.F., DeBoer, G.E., (2011) Using distractor-driven standards-based multiple-choice assessments and Rasch modeling to investigate hierarchies of chemistry misconceptions and detect structural problems with individual items, Chemistry Education Research and Practice, 12(2)184-192.

Luxford, Cynthia J.; Bretz, Stacey Lowery (2014) Development of the Bonding Representations Inventory to Identify Student Misconceptions about Covalent and Ionic Bonding Representations, Journal of Chemical Education, 91 (3)312-320.

Fadillah, A., Salirawati, D., (2018) Analysis of misconceptions of chemical bonding among tenth grade senior high school students using a two-tier test, AIP Conference Proceedings, doi.org/10.1063/1.5062821.

Milenkovic, D.D., Hrin, T.N., (2016) Development of a Three-Tier Test as a Valid Diagnostic Tool for Identification of Misconceptions Related to Carbohydrates, J. Chem. Educ. 93(9) 1514-1520.

Milenkovic, D.D, Segedinac, D. M., and Hrin, N. T. (2014). Increasing High School Students' Chemistry Performance and Reducing Cognitive Load through an Instructional Strategy Based on the Interaction of Multiple Levels of Knowledge Representation. Journal of Chemical Education, 91(9), 1409–1416.

Ozmen H., (2004) Some Students Misconceptions in Chemistry: A Literature Review of Chemical Bonding, Journal of Sciences Education and Technology 13(2)147-159.

Taber K., (2002) Chemical Misconceptions: Prevention, Diagnosis and Cure, Royal Society of Chemistry, Vol1.London.

- Shriver & Atkins'(2010) Inorganic Chemistry, Oxford University Press; 5th ed. Edition.
- Schleper, Natalie, (2018) Investigation of Bonding Representation and Quantum Chemistry Concepts through Multiple Levels of the Curriculum, University at Edwardsville, Southern Illinois (Open Access Thesis).
- Pinarbasi, T., Sozbilir, M., Canpolat, N., (2009) Prospective chemistry teachers' misconceptions about colligative properties: boiling point elevation and freezing point depression, Chem.Edu. Res.Pract.,10(4) 273-280.
- Tanahoung, C., Chitaree R., (2010) Probing Thai Freshmen Science Students' Conceptions of Heat and Temperature Using Open-Ended Questions: A Case Study, Phys.Chems. Edu.,2(2)82-94.
- Vrabec, M., Prokša, M., (2016) Identifying Misconceptions Related to Chemical Bonding Concepts in the Slovak School System Using the Bonding Representations Inventory as a Diagnostic Tool, J. Chem. Educ. 93(8) 1364-1370.
- Winarti A., Mubarak A. (2020) Rasch Modeling: A Multiple Choice Chemistry Test, Ind.J.on Learning and Adv.Edu., 2(1)1-9.
- WebElements (2020) THE periodic table on the Web, www.webelements.com



Application of Two-Dimensional Assessments in Identifying Misconception in Chemical Bonding

Zahra Ahmadabadi ^{1*}

¹*Department of Science, Farhangian University, Mashhad, Iran*

Abstract

Misconception of subjects causes learners to misunderstand the subjects related to them. Chemical bonding is an important subject in which any kind of misconception creates other problems for learners in understanding other basic topics in chemistry. In this research, data collection is a two-choice or multi-choice two-dimensional and descriptive questionnaire that has been prepared and adjusted according to the Ardianash scheme with modifications and changes. Data analysis was performed by analytical-descriptive method using frequency and percentage. The statistical population of this research is 35 students of general chemistry, physics and chemistry. This study shows that using this type of questionnaire to reveal learners' misunderstanding, reduces random answers by learners and gives the opportunity to explain and justify their views. In this study it was revealed; among the misunderstandings in this field is the emphasis on the hypothesis of ionic bond between metallic and non-metallic elements, and also the use of "electronegative difference as an always-true hypothesis" in determining the type of chemical bond. In this study, it was suggested that if more components are used in designing the questionnaire, more accurate results will be obtained. To eliminate misunderstandings, it would be useful to use a content presentation model based on Johnston multiple levels and to combine microscopic and macroscopic perspectives, theory and laboratory experience.

Keywords: Misconception, Chemical bonding, Assessment, Two-dimensional questionnaire, Chemistry education.

*Corresponding Author: (✉) z_ahmadabadi@yahoo.com)