مقاله پژوهشی

پژوهش در آموزش شیمی، سال دوم، شماره اول، صفحات ۲۵-۴۰

پژوهش در آموزش شیمی

http://chemedu.cfu.ac.ir

بررسی کج فهمی‌ها در پیوندهای شیمیایی براساس الگوی تفکر چند سطحی جانستون

زهرا احمدآبادی*

گروه علوم پایه، دانشگاه فرهنگیان، مشهد، ایران

چکیده

دانش آموزان در درس شیمی با تعریف ها و الگوهایی مختلف برای توجیه تشکیل پیوندها و ترکیب های شیمیایی رو به رو می‌شوند و معلّمان انتظار دارند، دانش آموزان آنها را به خاطر بسپرند و بتوانند به کار برند. در این پژوهش میزان درک و توانایی در کاربرد این تعریف و الگوها و همچنین کشف کج فهمی های دانش آموزان در مورد پیوندهای شیمیایی مورد بررسی توصیفی– تحلیلی قرار می‌گیرد. ابتدا با استفاده از الگوی ارائه در سطوح چندگانه جانستون، برنامه ای در مبحث پیوندهای شیمیایی، برای تعیین میزان فهم دانش آموزان طرّاحی شده و سپس از سوی "ده" گروه "سه نفره " از دانش آموزان پایه دوازدهم مورد بررسی قرار گرفت . نتیجه این بررسی نشان می‌دهد گرچه اغلب دانش آموزان می‌توانند توضیح و شرح درستی از پیوندهای یونی، کووالانسی ارائه نمایند و حتّی ساختار لوویس و نمایش نقطه ای را رسم و یا مدل هایی را بسازند امّا در تجزیه و تحلیل این مدل‌ها دارای تصوّراتی اشتباه هستند. دلیل این یادگیری با عمق کم و ناپایدار می‌تواند به حجم بالای مطالب درسی در هر پایه آموزشی، به کارگیری روش غیر فعّال مانند سخنرانی، عدم ایجاد انگیزه و شوق یادگیری در فراگیران از جمله مواردی است که می‌تواند در یادگیری ضعیف و ایجاد کج فهمی‌ها مؤثّر باشد.

کلیدواژه‌ها: پیوند شیمیایی، پیوند کوالانسی، پیوند یونی، کج فهمی، تفکر چند سطحی جانستون

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

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۴/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۶/۸

مقدّمه

پیوند شیمیایی از جمله بخش های آموزش انتزاعی در مبحث شیمی است. کتاب های دوره متوسّطه نظام قدیم به معرفی یونها ، پیوند یونی و هم چنین تشکیل مولکول ها ، پیوند کوالانسی و قاعده هشتایی پرداخته است. و در کتاب های نگارش جدید شیمی دوره ی دوم، پایه ی دهم و دوازدهم نیز معرفی پیوند کوالانس، یونی و قاعده هشتایی آمده است. کتاب های دوره ی قبل، به خواصّ فلزّ ات پرداخته و درباره ماهیّت پیوند فلزّ ی و نحوه ی تشکیل آن ، محتوایی چندان قابل توجّه ارائه نشده و تنها در کتاب علوم پایه ی هفتم به طور مختصر به آن پرداخته شده است.

تعریف های ارائه شده در کتاب های درسی به راحتی از سوی دانش آموزان به خاطر سپرده می‌شوند. امّا فهم آنان از این تعریف ها چگونه است و آنها چه قدر در ارائه‌ی یک مدل توجیهی تشکیل پیوند، تجزیه و تحلیل ساختار یک ترکیب شیمیایی بر اساس این تعریف ها درست عمل می کنند؟

اسچلیفر[1] معتقد است، پس از آشکار شدن کج فهمی‌ها، مواجه کردن فراگیران با کج فهمی خود و چگونگی رفع آنها مسئله ای مهمّ است. در خصوص پیوندهای شیمیایی و یا موضوع هایی که جنبه ی انتزاعی آنها غالب است؛ استفاده از سطوح چندگانه جانستون در رفع کج فهمی و تلفیق دیدگاه میکروسکوبی و ماکروسکوپی، تئوری و تجربه ی آزمایشگاهی مفید خواهد بود (اسچلیفر، ۲۰۱۸).

مطالعات پیشین بر روی کج فهمی‌ها در مبحث پیوندهای شیمیایی و جنبه های مختلف آن مانند قطبیّت، شکل مولکول‌ها و نیروی های بین مولکولی و قاعده هشتایی از طرف پترسون و تری گوست[2] گزارش شده است (پترسون و تری گوست، ۱۹۸۸، ص.۴۵۹ ؛ ۱۹۸۹، ص. ۷۷). مغیری نیا و همکارانش با بررسی تحلیلی- توصیفی کج فهمی در حوزه پیوند شیمیایی را سرچشمه انواع کج فهمی‌های دانش آموزان در مبحث شیمی، می‌دانند. تحقیق آنها نشان دهنده ی کج فهمی در تشخیص انواع پیوندها از سوی دانش آموزان است (مغیری نیا، ۱۳۹۲).

اوتمن[3] و همکارانش در پژوهش دیگری، کج فهمی‌های دانش آموزان در فهم پیوند شیمیایی، ماهیّت وخواصّ موادّ را آشکار ساختند (اوتمن، ۲۰۰۸، ص.۱۵۳۱). نیکول[4] و همکارانش پژوهشی را درباره ی تشکیل پیوند و شکل مولکول فرمالدهید انجام دادند. آنها از دانش آموزان خواستند ، ابتدا پیوند کوالانسی را تعریف کنند و سپس ساختار لوویس این مولکول را که با فرمول COH_2. به آنها

[1] Schleper
[2] Peterson and Treagust
[3] Othman
[4] Nicoll

داده شده بود، رسم کنند و هم چنین ساختار آن را با استفاده از مدل گوی و میله بسازند، در طی انجام این آزمایش‌ها تصوّرات اشتباه دانش آموزان از پیوندهای شیمیایی آشکار شد (نیکول، ۲۰۰۳، ص ۲۰۵).

فادیله[1] و همکارش در تحقیق خود در زمینه کج فهمی‌های رایج در ۱۸۰ دانش آموز پایه دهم به این نتیجه رسیدند که تصوّرات غلط از مفهوم پیوند شیمیایی می تواند در یادگیری سایر مفاهیم به هم پیوسته اختلال ایجاد کنند؛ آنان با استفاده از آزمون دو گزینه ای برداشت غلط از پیوند شیمیایی را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند (فادیله، ۲۰۱۸).

مطالعاتی دیگر بر روی فهم فراگیران در باره ی پیوندهای کووالانسی و یا پیوندهای یونی از طریق انجام مصاحبه گزارش شده است. در این مطالعات در مورد تصوّرات غلط فراگیران در مورد قطبیّت پیوند، شکل مولکول ها (تابر[2]، ۱۹۹۴، ص.۱۰۰؛ تان[3]، ۱۹۹۹، ص.۷۵) و توجیه تشکیل پیوندهای کووالانسی از طریق " انتقال الکترون " و تشکیل پیوند یونی " اشتراک الکترون "، "جاذبه بین یون های بار مخالف "، پرداخته شده است (پیترسون، ۱۹۸۸، ص.۷۷؛ کول[4]، ۲۰۰۱ ، ص.۱۷۱) و در مطالعه تابر و همکاران (تابر، ۲۰۱۱، ص. ۱۵) به تمایل مصرانه فراگیران به استفاده از قاعده هشتایی در توجیه تشکیل پیوند براساس "داشتن" ،"نیازمندی" و یا "دریافت" الکترون برای رسیدن به هشتایی لوویس و پایداری توجّه شده است . کوپرو[5] و همکارانش بر روی چگونگی درک دانش آموزان از ساختار لوویس و ویژگی هایی که از این ساختار انتظار دارند و کج فهمی‌های مربوط به این مبحث مطالعه و بررسی کردند (کوپرو، ۲۰۱۲، ص. ۱۹۵). بالستر پرز[6] و همکاران، درک فراگیران در مورد برخی از جنبه های پیوند شیمیایی و تعیین کج فهمی‌های مرتبط را بررسی کرده و در تحقیق خود به طور مشخص، مباحثی از قبیل تفسیر برخی از خصوصیّات موادّ (رنگ، نقاط جوش ، حلالیت و رسانایی)، نیروهای بین مولکولی، پیوند هیدروژنی، شبکه های کووالانسی و مولکولی، ساختار هندسی و قطبیّت مولکول ها را مورد توجّه قرار دادند (بالستر پرز، ۲۰۱۷، ص. ۱).

بررسی پیشینه‌ی استفاده از آموزش در سطوح چندگانه جانستون

[1] Fadillah
[2] Taber
[3] Tan
[4] Coll
[5] Cooper
[6] Ballester Pérez

الگوی نمایش سطوح چندگانه در زمینه ی یادگیری شیمی از طرف اولیور جانستون[1] در سال ۲۰۱۰ ارائه شده است؛ این الگو، آموزش شیمی را به سه دسته ۱- حوزه درشت نمود[2]، ۲- حوزه ی ریز نمود[3]و ۳- حوزه ی نمادین[4] تقسیم می‌کند (جانستون، ۲۰۱۰، ص. ۱۴۳۵).

ادگاردو[5] و همکاران، پژوهشی را جهت بررسی و کمک به دانش آموزان در زمینه ی درک کامل واکنش‌های اکسایش و کاهش، و استوکیومتری با استفاده از الگوی نمایش سه گانه جانستون گزارش کردند. در این تحقیق برای دانش آموزان پروژه هایی در این سه سطح تعریف شد و آنان در ایستگاه های مختلف طراحی شده، به بررسی و کشف ایده های کلی در زمینه واکنش های اکسایش و کاهش و استوکیومتری هدایت شدند (ادگاردو، ۲۰۱۲، ص.۶۴۳).

در مبحث محدود کننده‌ها و استوکیومتری، پژوهشی از طرف گُنزالس[6] و همکاران با استفاده از طرّاحی فعالّیت‌هایی در سه سطح الگوی جانستون انجام گرفته است. آنها برای رفع کج فهمی و سردرگمی ناشی از میزان غلظت محدود کننده در واکنش‌ها، با استفاده از این مدل به دانش آموزان کمک کردند که موضوع واکنشگر محدود کننده و موضوعات مرتبط با آن (مانند استوکیومتری) را درک کنند (کنزالس، ۲۰۱۴، ص.۱۴۶۴). ماسرینو[7] و همکارانش در اجرای یک برنامه آموزش جایگزین در سنگاپورکه با هدف درک تغییرات شیمیایی فلزّات؛ هنگام سوختن ، واکنش با اسیدهای رقیق، و یا واکنش های رسوبی و جا به جایی یون فلزّ بود از روش ارائه در الگوی سه گانه جانستون استفاده کردند؛ مقایسه ی میانگین نمرات آزمون های تشخیصی و نهایی بعداز اجرای طرح با گروه شاهد، نشان دهنده ی اثربخشی اجرای برنامه آموزش جایگزین بود (مائرو ماسرینو، ۲۰۰۹، ص. ۱۴۳۵). شارونا و ویلنسکی[8] در مطالعه خود براساس طراحی یک محیط یاددهی – یادگیری کامپیوتری جهت آموزش بخش قانون گازها و سینتیک شیمیایی، از مدل ارائه ی جانستون بهره گرفتند؛ آنها فعالیت هایی جهت کمک به درک عمیق و روشن دانش آموزان از یک سیستم شیمیایی طراحی نموده و معتقدند، ارزش این طراحی تحت الگوی یادشده، قابلیّت تعمیم به یادگیری سایر سیستم های پیچیده ی شیمیایی را دارد و تجربیّات دانش آموزان در سطح درشت نمود از سیستم

[1] Johnstone
[2] macroscopic
[3] Sub microscopic
[4] Symbolic
[5] Edgardo
[6] González
[7] Mauro Mocerino
[8] Sharona and Wilensky

های شیمیایی می‌تواند در اجرای این برنامه درسی به کار گرفته شود (شارونا و ویلنسکی، ۲۰۰۹، ص.۱۰۲).

با توجّه به این که درک و فهم مبحث پیوند شیمیایی به دلیل انتزاعی بودن- بنا به گفته بسیاری از صاحب نظران، اساتید و دبیران شیمی- برای دانش آموزان دشوار است و طبق گزارش های ارائه شده در فوق، انواع کج فهمی‌ها در این مبحث برای دانش آموزان رخ می‌دهد و مبنای اشکال در فهم سایر بخش‌های درس شیمی خواهد شد، لذا در این پژوهش سعی می‌شود براساس مدل ارائه‌ی چندگانه جانستون کج فهمی‌های دانش آموزان پایه‌ی دوازدهم رشته‌ی علوم تجربی و ریاضی را در خصوص پیوندهای شیمیایی شناسایی و سپس برطرف کند.

روش پژوهش

این پژوهش با روش تحلیلی – توصیفی انجام گرفته است. برای بررسی چگونگی درک دانش آموزان در مورد پیوندهای شیمیایی و آشکار کردن کج فهمی‌های آنها، از الگوی ارائه در سطوح چندگانه جانستون استفاده می‌کند. حوزه ی درشت نمود (ماکروسکوپی) شامل ویژگی‌های قابل مشاهده از ماهیّت فیزیکی ماده است به عنوان مثال برای "یک جامد" نقطه ذوب یا جوش و فشار بخار و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی دیگر که به کمک مشاهده‌ها و انجام آزمایش به دست می آید.

حوزه‌ی ریزنمود، شامل بررسی شکل و ماهیّت برهم کنش اجزای سازنده مادّه (قوی یا ضعیف بودن، قطبیّت و ...) به عنوان مثال، بررسی شکل بلورهای نمک طعام، شبکه بلور یونی آن و نحوه برهم کنش یون‌ها در شبکه‌ی بلور، قطبیّت در پیوند کوالانسی، نحوه‌ی اشتراک و توزیع الکترون‌ها و حوزه‌ی سوم در سطوح جانستون به بررسی نمادین مادّه ، شامل: فرمول شیمیایی، نوع برهم کنش بین اجزای سازنده، محاسبات، معادلات شیمیایی و موازنه‌ی آنهاست. مثال‌هایی در این حوزه در مورد نمک طعام، شامل فرمول $NaCl$ و نمایش برهم کنش‌های یون‌های Cl^- و Na^+ به عنوان پیوندهای یونی و ....است.

در این پژوهش ۳۳ نفر از دانش آموزان پایه ی دوازدهم رشته ی علوم تجربی شرکت داشتند. دانش آموزان به گروه های سه نفره تقسیم شدند.آنها در طی سال تحصیلی جاری و پیشین خود با تعریف پیوندهای کوالانسی ، یونی ، رسم ساختار لوویس و قاعده هشتایی، هم چنین نحوه ی تشکیل پیوند و مباحث تکمیلی نظیر الکترونگاتیوی، اندازه ی یونها و قطبیّت، آموزش دیده بودند. برنامه ی آموزشی با تکیه بر الگوی سه گانه جانستون در چند ایستگاه ، برای گروه های دانش آموزی طراحی شد. ابتدا از گروه ها خواسته شد پس از بحث و جمع بندی ، آنچه درباره مدل های پیوند شیمیایی در ذهن دارند توصیف کنند. در هر ایستگاه نمونه ای از یک ترکیب شیمیایی ، مواد و وسایلی مانند لوله آزمایش، همزن، ذرّه بین، چسپ، کاغذ، ماژیک و خمیربازی و خلال چوبی و ... قرار داشت. چنان

چه برای بررسی دقیق تر و پاسخ به سؤالاتی که احیاناً در گروه به وجود می‌آمد به موادّ و وسایل دیگری نیاز بود، بنابه اعلام گروه و طرح پیش بینی شده برای اجرای آن ، در اختیارشان قرار می‌گرفت. ابتدا از گروه‌ها خواسته شد در هر ایستگاه قرار بگیرند و با توجّه به نام ترکیب شیمیایی به مشاهده‌ی درشت نمود آن مادّه و ثبت اطّلاعاتی که از دانسته‌های قبلی یا بررسی خواصّ ریزنمود آن می‌توانند با کمک طرح آزمایش‌های ساده استخراج کنند، بپردازند؛ و سپس با استدلال مدل پیوندی خود و توجیه نحوه‌ی تشکیل پیوند را به صورت نوشتاری (شامل رسم نمادهای شیمیایی و فرمول نویسی و یا خواصّ مرتبط با تشکیل پیوند نظیر قطبیّت پیوند و خواصّ فیزیکی آن)، ترسیم ساختار لوویس و ساخت مدل گوی و میله ارائه دهند.

با ارائه ی تعریف و مدل ذهنی دانش آموزان که از پیوندهای شیمیایی بیان می‌کنند، می‌توانیم میزان و چگونگی درک آنان را با اجرای طرح سه گانه جانستون ارزیابی کنیم و کج فهمی‌های مرتبط با مبحث پیوند شیمیایی را آشکار و برطرف نماییم.

بحث و نتیجه‌گیری

تقریباً دانش آموزان " تعریف‌هایی" گوناگون برای پیوندیونی و کوالانسی ارائه دادند. با بررسی بیشتر مشخّص شد که شناخت حدود نود درصد آنها از پیوند شیمیایی به دو پیوند کوالانس غیرقطبی و پیوند یونی محدود می‌شود.

تعدادی از تعریف‌های برخی گروه ها از پیوند شیمیایی در ذیل آمده است:

گروه اوّل: "پیوند کوالانسی شامل یک اتم یا دو اتم ازعنصراست که الکترون ها را به اشتراک می گذارند و پیوند یونی شامل جاذبه ی ذرّات باردار است . پیوند کوالانسی بین دو تا اتم غیرفلزّ ی و پیوند یونی بین یک(اتم) فلزّ و غیرفلزّ ی است."

گروه سوم: "حدس می‌زنیم یک الکترون از یک اتم رها می‌شود و آن اتم تمایل دارد که منفی شود پس آن را به اتم دیگر می‌دهد و اتمی که الکترون اضافی را گرفته است، مثبت می‌شود. پیوند کوالانسی جایی تشکیل می‌شود که شما دوتا اتم کلر دارید و آنها به الکترون نیاز دارند تا یک چرخه را کامل کنند. آنها (وقتی) می‌توانند یک پیوند یونی تشکیل دهند که (با یک) فلزّ (همراه) باشند."

گروه ششم: " (در) پیوند کوالانسی الکترون‌ها جابه جا نمی‌شوند فقط بین اتم‌های تشکیل دهنده مشترک هستند امّا در پیوند یونی الکترون‌ها جابه جا می‌شوند و یون مثبت و منفی به وجود می‌آید. پیوند کوالانس با نافلزّ ات امّا پیوند یونی با نافلزّ و فلزّ ات است."

ارائه آموخته‌های دانش آموزان از پیوند شیمیایی با اجرای الگوی جانستون : در هر ایستگاه از دانش آموزان خواسته شد با توجّه به نام شیمیایی ترکیب روی میز (مثلا سدیم کلرید، آب، ید، و باریم سولفات[۱]) مشخّصات فیزیکی[۲] و ظاهری آن را بررسی کنند (حوزه‌ی درشت نمود) و ساختار پیشنهادی آن را با وسایل موجود رسم کنند و بسازند. درباره ی مدلی از پیوند شیمیایی که می‌تواند این خواصّ را توجیه و تفسیر کند (حوزه ی ریزنمود)، و هم چنین فرمول شیمیایی بحث نمایند(حوزه نمادین).

برخی توصیف‌های گروه‌ها درباره ی مدل پیوند شیمیایی و ویژگی‌های آن به صورت زیر به دست آمد:

گروه دوم: "سدیم کلرید، همان نمک خوراکی .. سفید و دانه دانه است. ترکیب بلوری بزرگتر آن هم وجود دارد. نقطه ذوب و جوشش بالاست. در آزمایشگاه نتوانستیم با حرارت دادن ذوبش کنیم. امّا خوب حلّ می‌شود، محلول غلیظش جریان باتری را از خودش رد می‌کند (عبور می‌دهد). از اسم آن پیدا می‌شود (است)، یک فلزّ سدیم و یک غیرفلزّ کلر دارد. بین این دو اتم پیوند یونی هست. الکترون از فلزّ خارج شده به غیر فلزّ می‌رسد اولی مثبت و دومی منفی می‌شود. پیوند یونی این طوری درست می‌شود یعنی با جاذبه ی یون مثبت و منفی...."

گروه چهارم: "باریم سولفات پودری سفید رنگ است نقطه ی ذوبش و جوشش بالا است . در آب حلّ نمی‌شود. از یک فلزّ باریم و یک نافلزّ سولفات تشکیل شده. پیوند بین آنها کوالانسی است چون در آب حلّ نشد جریان برق باتری را به آمپرمتر عبور نداد. الکترون ها در باریم سولفات مشترک قرار می‌گیرد. این پیوند کوالانسی است...."

گروه پنجم: "ید جامدسیاه و بخار بنفش است(دارد)، در ظرف سربسته. ید یک نافلزّ است و بین نافلزّات پیوند کوالانسی ایجاد می‌شود. الکترون ها بین اتم های ید قرار می‌گیرند و پیوند کوالانسی ایجاد می‌کنند در حالت جامد تعداد پیوندهای کوالانس بیشتر از حالت گازی آن است. ید پیوند کوالانس ناقطبی دارد. چون هر دو اتم تشکیل دهنده پیوند کوالانس همنام است....."

اگرچه توصیف های "درشت نمود"و پیشنهاد مدل پیوندی ، در بیشتر گروه ها شبیه یکدیگر است امّا از گروه ها خواسته شد که توصیفات خود را عینیّت بخشند و تلاش کنند برای خواصّ

---

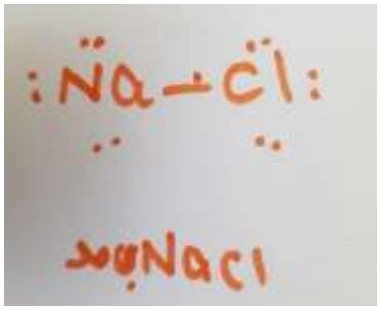
[۱] نمونه ی فلزّی از بررسی این پژوهش حذف شد زیرا همان طور که در متن اشاره شد، اغلب دانش آموزان اطلاعات و آموزش کافی درباره پیوند فلزّ ی و مدل توجیهی تشکیل آن را نداشتند و تنها قادر به بیان خواص فلزّی، در حدّی هستند که درکتاب علوم تجربی پایه‌ی هفتم اشاره شده است.

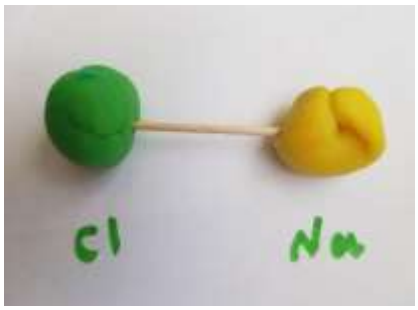
[۲] در مواقعی که تعیین مشخّصات فیزیکی ترکیب شیمیایی در آزمایشگاه با امکانات جاری ممکن نبود، از دانش آموزان خواسته شد با جستجو در اینترنت و یا دایره المعارف داده‌های فیزیکی موجود در آزمایشگاه استفاده کنند.

یادشده توجیه ساختاری ارائه دهند و مدل های ساختاری را رسم و یا با وسایل در دسترس شان بسازند. به منظور دستیابی به این منظور دانش آموزان اقدام به ساخت مدل و ترسیم ساختار پیوند کوالانسی و یونی کردند (شکل۱ تا ۳).

توضیحات تعدادی از گروه ها شامل توجّه به اختلاف الکترو نگاتیوی[۱] و قطبیّت و استفاده از قاعده هشتایی بود. اما فقط سه گروه در مورد اختلاف الکترونگاتیویته و تنها دو گروه در مورد قطبیّت بحث کردند و توانستند ارتباط آن را به خصوصیّات فیزیکی ترکیب و مدل پیوندی ارائه شده، بیان کنند. در مقابل ۷ گروه از دانش آموزان تنها در مورد قاعده ی هشتایی بحث کردند و از آن برای توجیه تشکیل پیوند و خواصّ شیمیایی و اثبات مدل پیوندی استفاده کردند. از آن جایی که در برنامه درسی شیمی دوره متوسّطه دوم، الکترونگاتیوی، نیروهای بین مولکولی و قطبیّت مورد توجّه مؤلّفان نبوده، به نظر می‌رسد درک کامل از ماهیّت پیوند، پیش بینی نوع پیوند بین دو اتم ، تفسیر و توجیه خواصّ شیمیایی ترکیبات، مقدور نبوده و درک دانش آموزان در این خصوص ناقص و با کج فهمی هایی همراه است.

تقریباً تمامی گروه ها برای توجیه تشکیل پیوند های کوالانس و یونی از قاعده هشتایی استفاده نمودند اما در هنگام نمایش نقطه ای و یا ساخت مدل گوی و میله به ویژه در موردترکیباتی که پیوندهای ترکیبی کوالانس و یونی را با هم دارند ، دچار سر در گمی می‌شوند (شکل۱). در کتاب علوم تجربی پایه ی نهم، مبحث داد و ستد الکترون و معرفی پیوند یونی(صفحه ۲۲)، استفاده از شکل گلوله و میله جهت نمایش ساختار یک شبکه بلور یونی، می‌تواند زمینه ساز کج فهمی رایج نظیر شکل ۱ – الف باشد.





الف ب

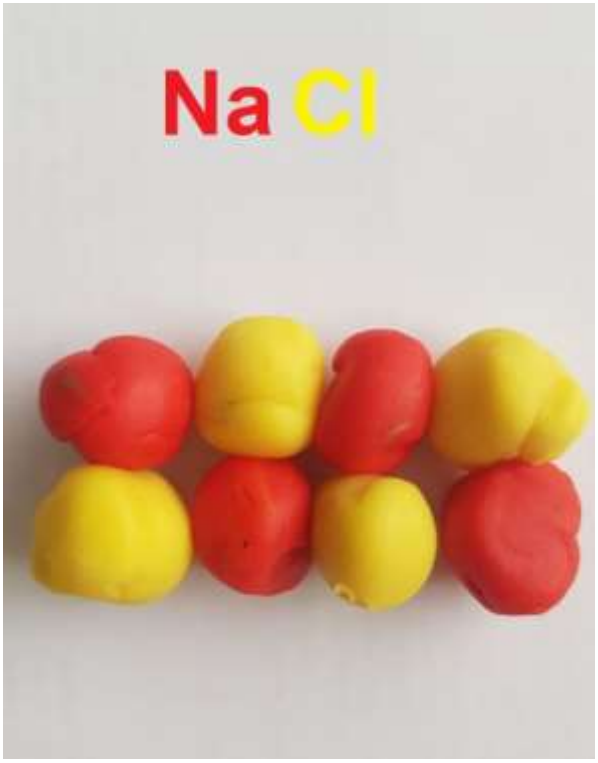
شکل ۱- مدل سازه های دانش آموزان از NaCl

[۱] برای این دانش آموزان، مبحث الکترونگاتیوی و قطبیّت به بحث تکمیلی تدریس شده است گرچه در کتاب های درسی نظام جدید به آن به طور مستقیم پرداخته نشده است .

اگرچه بیشتر دانش آموزان برای ترکیب سدیم کلرید "پیوند یونی" را بیان کردند امّا در نمایش پیوند بین اجزا و تهیّه ی سازه ی این ترکیب و تعداد دیگری از دانش آموزان نیز در رسم ساختار شیمیایی، " پیوند کوالانسی" را نشان دادند (شکل۱). سرچشمه ی این نوع کج فهمی می‌تواند ناشی از نمایش " مدل های گوی و میله" از شبکه های سه بعدی ترکیبات یونی به دانش آموزان باشد. در مقاله ی زارعی کیاسری و همکاران نیز این عامل گزارش شده است (زارعی، ۱۳۹۵). مطالعه ای دیگر نیز مدل های نمایشی در کلاس درس را منشأ سردرگمی های دانش آموزان بین پیوندهای یونی و پیوند کووالانسی بیان می‌کنند و معتقدند که این مدل‌های نمایشی باعث می-شوند فراگیران ، پیوند کوالانسی را به صورت یک باور اوّلیه مطرح نمایند (جانستون،۲۰۱۰، ص. ۲۷). یک گروه ساختار اشتراک الکترون را برای توجیه تشکیل پیوند یونی مطرح کرد. برخی از دانش آموزان (دو گروه) در رسم ساختار ترکیبات یونی از مدل‌های مداری استفاده کردند در این شیوه، آنها کلّ الکترون های هر عنصر را به نمایش می‌گذارند و هنگام ساخت مدل گوی و میله ی آن ترکیب ، دچار این کج فهمی می‌شوند که مدارهای رسم شده از اتمها جداست و نمایش آنها به تنهایی با گوی و میله صحیح نیست (شکل ۱- ب). به نظر می‌رسد سرچشمه ی این کج فهمی می‌تواند ناشی از عدم فهم درست از آموزش مدل مداری جهت توجیه تشکیل و نحوه ی پیوند از طریق اشتراک الکترون بین اتم‌ها در کتاب علوم تجربی پایه ی هشتم (صفحه ۲۷)، نهم (صفحه ۲۳) و همچنین ناشی از درک نادرست تشکیل پیوند بین یونها در کتاب شیمی پایه ی دهم (صفحه ۳۹ و ۳۸) باشد. یک گروه دیگر از دانش آموزان، مدل ساختار شبکه ای NaCl را این طور توصیف کرد:

"گوی های دایره ای قرمز، سدیم و دارای بار مثبت و گوی های زرد ،کلرید و دارای بار منفی هستند که کنار هم با جاذبه (بین) بار مثبت و منفی قرار می‌گیرند" (شکل۲).

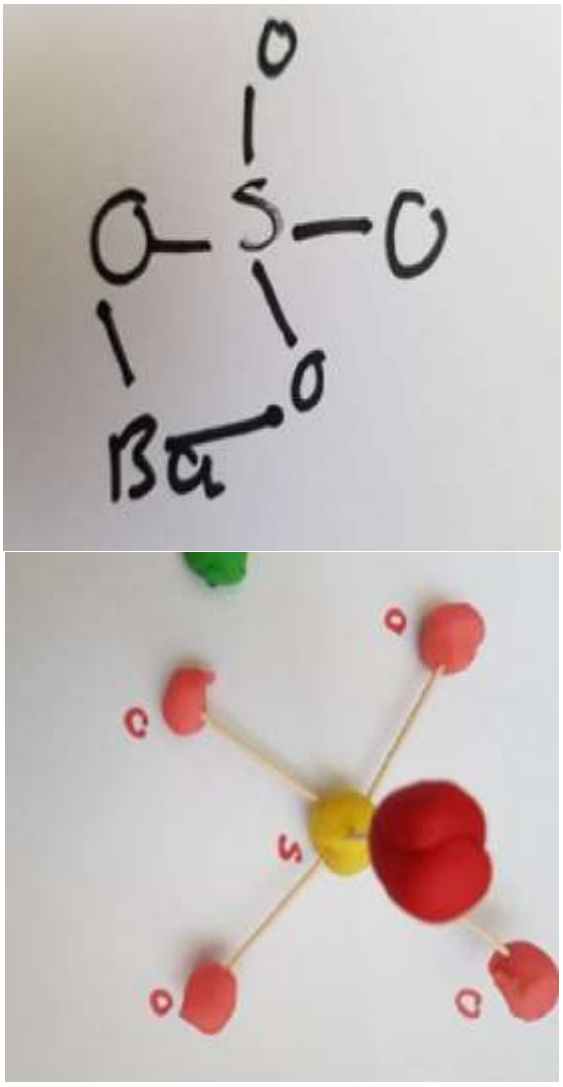
با اینکه دانش آموزان در ارائه ی ساختار شبکه ای سدیم کلرید تا حدودی به نکاتی از جمله چیدمان یونهای بار مخالف کنار هم توجّه کردند، درکی از شبکه سه بعدی نداشتند. هم چنین آنها نتوانستند مدل خود را با دانسته های قبلی شان درباره ی اندازه ی یونها تلفیق دهند (شکل ۲). گرچه در تصویر کتاب شیمی پایه ی دهم (صفحه ۳۶) تفاوت اندازه یون های مثبت و منفی در سدیم کلرید مشهود است. از آن جایی که در متن کتاب و بخش های دیگر، به اختلاف شعاع یونی پرداخته نشده است، می‌تواند موجب کج فهمی در دانش آموزان در مورد یکسان نشان دادن اندازه گوی ها در نمایش ساختار یونی این ترکیب گردد.



شکل۲- مدل گوی دانش آموزان از شبکه سدیم کلرید که نمایش پیوند یونی و ساختار شبکه ای آن است.

یک گروه از دانش آموزان در مورد پیوند شیمیایی ترکیب باریم سولفات " اشتراک گذاری و مبادله الکترون" را مطرح کردند. اما برای توضیح چگونگی پیوندهای موجود، تنها شمای اشتراک گذاری الکترون را رسم کردند (شکل۳) که نشان دهنده‌ی کج فهمی دانش آموزان در هم ارز دانستن اشتراک گذاری و مبادله الکترونی در آنهاست.

درباره ی ترکیب باریم سولفات هفت گروه به پیوندهای کوالانسی بین تمام اتم های آن اشاره داشتند و در هنگام رسم ساختار لوویس و یا ساخت گوی و میله دچار سردرگمی بودند و دو گروه بین باریم و سولفات پیوند یونی مطرح کردند امّا هنگام رسم ساختار لوویس و یا ساخت آن با گوی و میله همه پیوندها را به صورت کوالانس نشان دادند. عملاً می‌بینیم که دانش آموزان درکی درست برای ساختارهایی با پیوندهای مختلط ندارند و نمی‌توانند دانسته های ذهنی خود را در مورد چنین ترکیباتی با یکدیگر تلفیق کنند.



شکل ۳- مدل دانش آموزان با نمایش پیوند های کوالانسی باریم سولفات

از طرفی در توصیفات درشت نمود از طرف گروه ها، متوجّه شدیم که آنها کج فهمی در رابطه با انحلال پذیری جامدات یونی دارند و قابلیّت انحلال پذیری نمک ها را " زیاد " توصیف می‌کنند؛ در نتیجه با مشاهده حلّالیّت ناچیز باریم- سولفات، نظریه ی وجود پیوند کوالانسی در ذهن آنها تقویت

می‌شود. این مسئله ابعاد جدی تری در توصیف "ید جامد" در گزارش یکی از گروه ها به خود می‌گیرد، جایی که می‌نویسند:

" در حالت جامد تعداد پیوندهای کوالانس بیشتر از حالت گازی آن است"

که نشان دهنده ی کج فهمی دانش آموزان در تمایز بین نیروهای بین ذرّه ای (مولکولی) و پیوندی است.

از آنجایی که پیوند شیمیایی از مفاهیم کلیدی در درک فعل و انفعالات شیمیایی و ساختار ترکیبات است، هر گونه کج فهمی در یادگیری آن موجب مشکلات بعدی در درک بخش های دیگر خواهد شد. لذا بررسی توصیف مدل های ارائه شده از طرف دانش آموزان در حیطه ی سه گانه جانستون درباره پیوندهای شیمیایی نشان دهنده فراگیری آنها از مبحث پیوندها به صورت طوطی وار و حفظی است.

دلیل این یادگیری با عمق کم و ناپایدار می‌تواند به حجم بالای مطالب درسی در هر پایه ی آموزشی نسبت داده شود و این عامل خود می‌تواند عامل کج فهمی‌های بیشتر شود. مغیری نیا و همکاران نیز عامل حجم مطالب درسی را عاملی مؤثّر در کج فهمی های پیوندهای شیمیایی می‌دانند (مغیری نیا، ۱۳۹۲). به کارگیری روش غیر فعّال مانند سخنرانی، عدم ایجاد انگیزه و شوق یادگیری در فراگیران (سیف، ۱۳۹۸، ص۴۸۲) از جمله مواردی است که می‌تواند در یادگیری ضعیف و ایجاد کج فهمی ها مؤثّر باشد. استفاده از روش ارائه در سطوح سه گانه جانستون در هنگام تدریس می‌تواند به کاهش و همچنین آشکارسازی و رفع کج فهمی های دانش آموزان کمک کند، این روش از سوی محققینی دیگر مانند نیکول و همکاران مورد تأکید قرار گرفته است (نیکول، ۲۰۰۳، ص.۴۶۰). از آن جا که مبحث پیوندهای شیمیایی از جمله بخش های انتزاعی آموزش شیمی است، استفاده از نرم افزارهای مناسب به ویژه آنها که مطابق با الگوی جانستون طراحی شده اند، می‌توانند نقشی مؤثّر در فهم عمیق، ماندگار و همچنین رفع کج فهمی دانش آموزان ایفا کنند. در این رابطه گیلهرمی[1] و همکاران با طراحی و توسعه ی یک نرم افزار تعاملی آموزش شیمیایی، توانستند از آن در سه حوزه درشت نمود، ریز نمود و نمادین مفاهیم شیمیایی استفاده کنند (گیلهرمی، ۲۰۱۱، ص. ۱۶۱۶).

نتایج پژوهش آنان، حاکی از آن بود که این نرم افزار می‌تواند فراگیران را از سطوح شناختی پایین تر به درجات بالاتر پیشرفت داده و کج فهمی های رایج در مورد پدیده های میکروسکوپی را شناسایی و مورد توجّه قرار دهد. اشتباهات کتاب های درسی، عدم توانایی و موفّقیّت معلّم در برقراری ارتباط با بخش های مختلف موضوعی شیمی با مبحث پیوند های شیمیایی خود عامل دیگری در کج فهمی های دانش آموزان است. در این خصوص آموزش پیوسته معلّمان و به روزرسانی دانش و مهارت آنان

[1] Guilherme

می‌تواند در کاهش این کج فهمی ها کمک کند. به کارگیری روش های فعّال تدریس نظیر حل مسئله، کاوشگری و اکتشافی و ...، ایجاد شوق و انگیزه برای یادگیری با تشویق کارهای گروهی، استفاده از یافته ها، تجربیّات و گزارش کارهای کاربردی در زندگی روزمره دانش آموزان با توجّه به رویکرد "زمینه محو" در کتاب های درسی شیمی فعلی، و همچنین بررسی و تجدید نظر در برنامه درسی شیمی دوره ی متوسّطه، رفع کاستی ها از جمله مبحث الکترونگاتیوی، قطبیّت، حذف و یا اصلاح مواردی که در کتاب های درسی موجب ایجاد کج فهمی در درک ماهیت پیوند بین اتم ها می‌شود (نظیر مدل گوی و میله در نمایش شبکه بلور یونی)، انفرادی کردن آموزش، به گونه ای که معلّم بتواند یک طراحی ویژه برای آموزش هر گروه از دانش آموزان با توجّه به مهارت و دانش کسب شده، فراهم آورد. تلفیق آموزش مبحث پیوند شیمیایی در سه حوزه درشت نمود، ریز نمود و نمادین مفاهیم شیمیایی، خود می‌تواند مانع شکل گیری کج فهمی‌ها از طریق تفکّر و چرا جویی در دانش آموزان گردد.

منابع

زارعی کیاسری، ابراهیم (۱۳۹۵)، کج فهمی های دانش آموزان در مورد مفهوم یون و پیوند یونی و راهکاری برای رفع آنها، *نهمین کنفرانس آموزش شیمی*. زنجان.

سیف، علی اکبر (۱۳۹۸)، *روانشناسی پرورشی نوین (روانشناسی یادگیری و آموزش)*، چاپ ۱۷، نشر دوران.

مغیری نیا رقیه، انارکی فیروز اعظم، حمیدی فریده (۱۳۹۲)، بررسی کج فهمی‌های دانش آموزان در مفهوم پیوندهای شیمیایی، *هشتمین کنفرانس آموزش شیمی*. سمنان.

Ballester Pérez J.R. and coworkers,(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.

Coll R. K. and Taylor N. (2001), Alternative conceptions of chemical bonding held by upper secondary and tertiary students, *Res. Sci. Tech. Educ.*, 19(2), 171–191.

Cooper M. M, Underwood S. M. and Hilley C. Z. (2012), Development and validation of the implicit information from Lewis structures inventory (ILLSI): do students connect structures with properties?, *Chem. Educ. Res. Pract.*, 13, 195–200.

Edgardo L. Ortiz Nieves, Reizelie Barreto, and Zuleika Medina#(2012), JCE Classroom Activity #111: Redox Reactions in Three Representations, *J. Chem. Educ*, 89 (5), 643–645.

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.

González-Sánchez Angélica M. , Ortiz-Nieves Edgardo L., and Medina Zuleika (2014), A Hands-On Activity Incorporating the Threefold Representation on Limiting Reactant, *J. Chem. Educ.,* 91 (9), 1464–1467.

Guilherme A. Marson and Bayardo B. Torres (2011), Fostering Multirepresentational Levels of Chemical Concepts: A Framework To Develop Educational Software , *J. Chem. Educ.,* 88 (12), 1616–1622.

Johnstone A. H. (2010), You can't get there from here, *J. Chem.Educ.,* 87(1), 22–29.

Mauro Mocerino, A. L. Chandrasegaran (2009), Emphasizing Multiple Levels of Representation To Enhance Students' Understandings of the Changes Occurring during Chemical Reactions. *J. Chem. Educ.,* 86 (12)1433-1436.

Nicoll G. (2003), A qualitative investigation of undergraduate chemistry students' macroscopic interpretations of the submicroscopic structure of molecules, *J. Chem. Educ.,* 80(2), 205–213.

Peterson R. F. and Treagust D. F. (1989), Grade-12 students' misconceptions of covalent bonding and structure, *J. Chem. Educ.,* 66(6), 459–460.

Peterson R. F. and Treagust D. F. (1988), Students' understanding of covalent bonding and structure concepts, *Aus. Sci. Teachers J.,* 33, 77–81.

Othman J., Treagust D. F. and Chandrasegaran A. L., (2008), An investigation into the relationship between students'conceptions of the particulate nature of matter and their understanding of chemical bonding, *Int. J. Sci. Educ.,* 30(11), 1531–1550.

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).

Sharona T., Levy. Uri Wilensky (2009), Crossing Levels and Representations: The Connected Chemistry (CC1) Curriulum, *J. Sci. Educ. Technol.* 18 feb published online.

Taber K. S. (1994), Misunderstanding the ionic bond, *Educ. Chem.*, 31(4), 100–103.

Taber K. S. (2011), Models, molecules and misconceptions: a commentary on ‘‘Secondary school students’ misconceptions of covalent bonding’’, *J. Turk. Sci. Educ*., 8(1), 3–18.

Tan K.C.D. and Treagust D. F. (1999), Evaluating students’ understanding of chemical bonding, *Sch. Sci. Rev*., 81, 75–83.

Research Article

Research in Chemistry Education, Vol 2, No 1, 25-40

Research in Chemistry Education

http://chemedu.cfu.ac.ir

Study of Misunderstandings of Chemical Bonds Based on Johnston's Triangle Multilevel Thought Model

Zahra Ahmadabadi *

Department of Science, Farhangian University, Mashhad, Iran

Abstract

Students faced with various definitions and patterns in chemistry to justify the formation of chemical bonds and compounds. Teachers expect the students to memorize and apply all these concepts. This descriptive-analytical study investigated the understanding, ability for using these definitions and patterns, and the misapprehension of students regarding chemical bonds. First, a plan was developed concerning chemical bonds utilizing the Johnston learning model to determine the understanding of students. The plan was assessed for ten groups of three grade 12 students. The results demonstrated that although most of the students can give a good explanation of ionic and covalence bonds and even draw the structure of Lewis or fabricate models, they have incorrect assumptions for the analysis of these models. The reason for this shallow and unstable learning can be attributed to the high volume of teaching material in each educational level and this factor itself can cause more misunderstandings. Using passive methods such as lecturing, lack of motivation and enthusiasm for learning in learners which can be effective in poor learning and misunderstandings.

Keywords: Chemical bonds, Covalence bond, Ionic bond, Misunderstanding, Johnston's triangle multilevel thought model.

*Corresponding Author: (z_ahmadabadi@yahoo.com)