



## 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 تعریف‌ها و الگوهای مختلف برای توجیه تشکیل پیوندها و ترکیب‌های شیمیایی رو به رو می‌شوند و معلمان انتظار دارند، دانش آموزان آنها را به خاطر بسپارند و بتوانند به کار برند. در این پژوهش میزان درک و توانایی در کاربرد این تعریف و الگوها و همچنین کشف کج فهمی‌های دانش آموزان در مورد پیوندهای شیمیایی مورد بررسی توصیفی-تحلیلی قرار می‌گیرد. ابتدا با استفاده از الگوی ارائه در سطوح چندگانه جانستون، برنامه‌ای در مبحث پیوندهای شیمیایی، برای تعیین میزان فهم دانش آموزان طراحی 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 حتی ساختار لوویس و نمایش نقطه‌ای را رسم و یا مدل‌هایی را بسازند اما 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 فعال مانند سخنرانی، عدم ایجاد انگیزه و شوق یادگیری در فراگیران از جمله مواردی است که می‌تواند در یادگیری ضعیف و ایجاد کج فهمی‌ها مؤثر باشد.

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

\* نویسنده مسئول: (✉ [z\\_ahmadabadi@yahoo.com](mailto:z_ahmadabadi@yahoo.com))

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

## مقدمه

پیوند شیمیایی از جمله بخش های آموزش انتزاعی در مبحث شیمی است. کتاب های دوره متوسطه 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 خواص فلزات پرداخته و درباره ماهیت پیوند فلزی و نحوه ی تشکیل آن، محتوایی چندان قابل توجه 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 می شوند. اما فهم آنان از این تعریف ها چگونه است و آنها چه قدر در ارائه ی یک مدل توجیهی تشکیل پیوند، تجزیه و تحلیل ساختار یک ترکیب شیمیایی بر اساس این تعریف ها درست عمل می کنند؟

اسچلیفر<sup>۱</sup> معتقد است، پس از آشکار شدن کج فهمی ها، مواجه کردن فراگیران با کج فهمی خود و چگونگی رفع آنها مسئله ای مهم 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 میکروسکوپی و ماکروسکوپی، تئوری و تجربه ی آزمایشگاهی مفید خواهد بود (اسچلیفر، ۲۰۱۸). مطالعات پیشین بر روی کج فهمی ها در مبحث پیوندهای شیمیایی و جنبه های مختلف آن مانند قطبیت، شکل مولکول ها و نیروی های بین مولکولی و قاعده هشتایی از طرف پترسون و تری گوست<sup>۲</sup> 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 فهمی های دانش آموزان در مبحث شیمی، می دانند. تحقیق آنها نشان دهنده ی کج فهمی در تشخیص انواع پیوندها از سوی دانش آموزان است (مغیری نیا، ۱۳۹۲).

اوتمن<sup>۳</sup> و همکارانش در پژوهش دیگری، کج فهمی های دانش آموزان در فهم پیوند شیمیایی، ماهیت و خواص مواد را آشکار ساختند (اوتمن، ۲۰۰۸، ص. ۱۵۳۱). نیکول<sup>۴</sup> 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  $\text{COH}_2$  - به آنها

<sup>1</sup> Schleper

<sup>2</sup> Peterson and Treagust

<sup>3</sup> Othman

<sup>4</sup> 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).

فاديله<sup>۱</sup> 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 (فاديله، 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 قطبیت پیوند، شکل مولکول‌ها (تا بر<sup>۲</sup>، ۱۹۹۴، ص. ۱۰۰؛ تا<sup>۳</sup>، 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<sup>۴</sup>، ۲۰۰۱، ص. ۱۷۱) و در مطالعه تا بر و همکاران (تا بر، 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<sup>۵</sup> 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<sup>۶</sup> 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 خصوصیات موادّ (رنگ، نقاط جوش، حلالیت و رسانایی)، نیروهای بین مولکولی، پیوند هیدروژنی، شبکه های کووالانسی و مولکولی، ساختار هندسی و قطبیت مولکول‌ها را مورد توجّه قرار دادند (بالستر پرز، ۲۰۱۷، ص. ۱).

### بررسی پیشینه‌ی استفاده از آموزش در سطوح چندگانه جانستون

<sup>1</sup> Fadillah

<sup>2</sup> Taber

<sup>3</sup> Tan

<sup>4</sup> Coll

<sup>5</sup> Cooper

<sup>6</sup> Ballester Pérez

الگوی نمایش سطوح چندگانه در زمینه ی یادگیری شیمی از طرف اولیور جانستون<sup>۱</sup> در سال ۲۰۱۰ ارائه شده است؛ این الگو، آموزش شیمی را به سه دسته ۱- حوزه درشت نمود<sup>۲</sup>، ۲- حوزه ی ریز نمود<sup>۳</sup> و ۳- حوزه ی نمادین<sup>۴</sup> تقسیم می کند (جانستون، ۲۰۱۰، ص. ۱۴۳۵).

ادگاردو<sup>۵</sup> و همکاران، پژوهشی را جهت بررسی و کمک به دانش آموزان در زمینه ی درک کامل واکنش های 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 کننده ها و استوکیومتری، پژوهشی از طرف گُنزالس<sup>۶</sup> و همکاران با استفاده از طراحی فعالیت هایی در سه سطح الگوی جانستون انجام گرفته است. آنها برای رفع کج فهمی و سردرگمی ناشی از میزان غلظت محدود کننده در واکنش ها، 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<sup>۷</sup> و همکارانش در اجرای یک برنامه آموزش جایگزین در سنگاپور که با هدف درک تغییرات شیمیایی فلزات؛ هنگام سوختن، واکنش با اسیدهای رقیق، و یا واکنش های رسوبی و جا به جایی یون فلز بود از روش ارائه در الگوی سه گانه جانستون استفاده کردند؛ مقایسه ی میانگین نمرات آزمون های تشخیصی و نهایی بعد از اجرای طرح با گروه شاهد، نشان دهنده ی اثربخشی اجرای برنامه آموزش جایگزین بود (مائرو ماسرینو، ۲۰۰۹، ص. ۱۴۳۵). شارونا و ویلنسکی<sup>۸</sup> 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، قابلیت تعمیم به یادگیری سایر سیستم های پیچیده ی شیمیایی را دارد و تجربیات دانش آموزان در سطح درشت نمود از سیستم

<sup>1</sup> Johnstone

<sup>2</sup> macroscopic

<sup>3</sup> Sub microscopic

<sup>4</sup> Symbolic

<sup>5</sup> Edgardo

<sup>6</sup> González

<sup>7</sup> Mauro Mocerino

<sup>8</sup> Sharona and Wilensky

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

با توجه 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. حوزه‌ی درشت نمود (ماکروسکوپی) شامل ویژگی‌های قابل مشاهده از ماهیت 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 می‌آید. حوزه‌ی ریزنمود، شامل بررسی شکل و ماهیت برهم کنش اجزای سازنده ماده (قوی یا ضعیف بودن، قطبیت و ...) به عنوان مثال، بررسی شکل بلورهای نمک طعام، شبکه بلور یونی آن و نحوه برهم کنش یون‌ها در شبکه‌ی بلور، قطبیت در پیوند کوالانسی، نحوه‌ی اشتراک و توزیع الکترون‌ها و حوزه‌ی سوم در سطوح جانستون به بررسی نمادین ماده، 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  $\text{NaCl}$  و نمایش برهم کنش‌های یون‌های  $\text{Na}^+$  و  $\text{Cl}^-$  به عنوان پیوندهای یونی و ... است.

در این پژوهش ۳۳ نفر از دانش آموزان پایه‌ی دوازدهم رشته‌ی علوم تجربی شرکت داشتند. دانش آموزان به گروه‌های 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 نحوه‌ی تشکیل پیوند و مباحث تکمیلی نظیر الکترونگاتیوی، اندازه‌ی یونها و قطبیت، آموزش دیده بودند. برنامه‌ی آموزشی با تکیه بر الگوی سه گانه جانستون در چند ایستگاه، برای گروه‌های دانش آموزی طراحی شد. ابتدا از گروه‌ها خواسته شد پس از بحث و جمع بندی، آنچه درباره مدل های پیوند شیمیایی در ذهن دارند توصیف کنند. در هر ایستگاه نمونه‌ای از یک ترکیب شیمیایی، مواد و وسایلی مانند لوله آزمایش، همزن، ذره 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 می‌آید به مواد 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 توجه به نام ترکیب شیمیایی به مشاهده‌ی درشت نمود آن ماده و ثبت اطلاعاتی که از دانسته‌های قبلی یا بررسی خواص ریزنمود آن می‌توانند با کمک طرح آزمایش‌های ساده استخراج کنند، پردازند؛ 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 خواص مرتبط با تشکیل پیوند نظیر قطبیت پیوند و خواص فیزیکی آن)، ترسیم ساختار لوویس و ساخت مدل گوی و میله ارائه دهند.

با ارائه‌ی 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 مشخص شد که شناخت حدود نود درصد آنها از پیوند شیمیایی به دو پیوند کوالانس غیرقطبی و پیوند یونی محدود می‌شود.

تعدادی از تعریف‌های برخی گروه‌ها از پیوند شیمیایی در ذیل آمده است:

**گروه اول:** " پیوند کوالانسی شامل یک اتم یا دو اتم از عناصر است که الکترون‌ها را به اشتراک می‌گذارند و پیوند یونی شامل جاذبه‌ی ذرات باردار است. پیوند کوالانسی بین دو تا اتم غیرفلزی و پیوند یونی بین یک (اتم) فلز و غیرفلزی 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 دو تا 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) فلز (همراه) باشند. "

**گروه ششم:** " (در) پیوند کوالانسی الکترون‌ها جابه‌جا نمی‌شوند فقط بین اتم‌های تشکیل دهنده مشترک هستند اما در پیوند یونی الکترون‌ها جابه‌جا می‌شوند و یون مثبت و منفی به وجود می‌آید. پیوند کوالانس با نافلزات اما پیوند یونی با نافلزات و فلزات است. "

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

برخی توصیف‌های گروه‌ها درباره‌ی 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. اما خوب حل می‌شود، محلول غلیظش جریان باتری را از خودش رد می‌کند (عبور می‌دهد). از اسم آن پیدا می‌شود (است)، یک فلز سدیم و یک غیرفلز کلر دارد. بین این دو اتم پیوند یونی هست. الکترون از فلز خارج شده به غیر فلز می‌رسد اولی مثبت و دومی منفی می‌شود. پیوند یونی این طوری درست می‌شود یعنی با جاذبه‌ی یون مثبت و منفی...."

**گروه چهارم:** "باریم سولفات پودری سفید رنگ است نقطه‌ی ذوبش و جوشش بالا است. در آب حل نمی‌شود. از یک فلز باریم و یک نافلز سولفات تشکیل شده. پیوند بین آنها کوالانسی است چون در آب حل نشد جریان برق باتری را به آمپر متر عبور نداد. الکترون‌ها در باریم سولفات مشترک قرار می‌گیرد. این پیوند کوالانسی است...."

**گروه پنجم:** "ید جامد سیاه و بخار بنفش است (دارد)، در ظرف سر بسته. ید یک نافلز است و بین نافلزات پیوند کوالانسی ایجاد می‌شود. الکترون‌ها بین اتم‌های 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 همان است...."

اگرچه توصیف‌های "درشت نمود" و پیشنهاد مدل پیوندی، در بیشتر گروه‌ها شبیه یکدیگر است اما از گروه‌ها خواسته شد که توصیفات خود را عینیت بخشند و تلاش کنند برای خواص

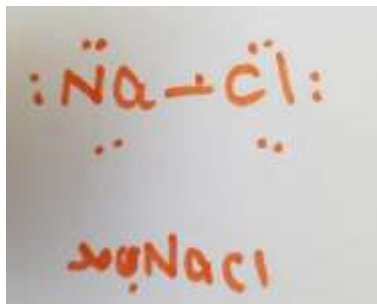
<sup>۱</sup> نمونه‌ی فلزی از بررسی این پژوهش حذف شد زیرا همان طور که در متن اشاره شد، اغلب دانش آموزان اطلاعات و آموزش کافی درباره پیوند فلزی و مدل توجیهی تشکیل آن را نداشتند و تنها قادر به بیان خواص فلزی، در حدی هستند که در کتاب علوم تجربی پایه‌ی هفتم اشاره شده است.

<sup>۲</sup> در مواقعی که تعیین مشخصات فیزیکی ترکیب شیمیایی در آزمایشگاه با امکانات جاری ممکن نبود، از دانش آموزان خواسته شد با جستجو در اینترنت و یا دایره‌ی المعارف داده‌های فیزیکی موجود در آزمایشگاه استفاده کنند.

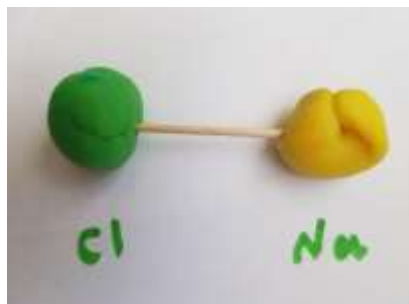
یادشده توجیه ساختاری ارائه دهند و مدل های ساختاری را رسم و یا با وسایل در دسترس شان بسازند. به منظور دستیابی به این منظور دانش آموزان اقدام به ساخت مدل و ترسیم ساختار پیوند کوالانسی و یونی کردند (شکل ۱ تا ۳).

توضیحات تعدادی از گروه ها شامل توجه به اختلاف الکترونگاتیوی<sup>۱</sup> و قطبیت و استفاده از قاعده هشتایی بود. اما فقط سه گروه در مورد اختلاف الکترونگاتیویته و تنها دو گروه در مورد قطبیت بحث کردند و توانستند ارتباط آن را به خصوصیات 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 خواص شیمیایی و اثبات مدل پیوندی استفاده کردند. از آن جایی که در برنامه درسی شیمی دوره متوسطه دوم، الکترونگاتیوی، نیروهای بین مولکولی و قطبیت مورد توجه مؤلفان نبوده، به نظر می رسد درک کامل از ماهیت پیوند، پیش بینی نوع پیوند بین دو اتم، تفسیر و توجیه خواص 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 مورد ترکیباتی که پیوندهای ترکیبی کوالانس و یونی را با هم دارند، دچار سردرگمی می شوند (شکل ۱). 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، می تواند زمینه ساز کج فهمی رایج نظیر شکل ۱ - الف باشد.



ب



الف

شکل ۱- مدل سازه های دانش آموزان از NaCl

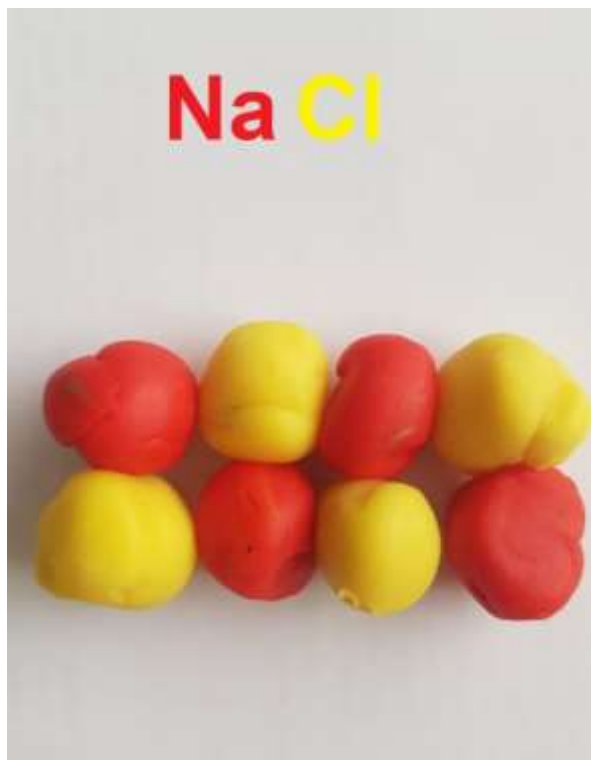
<sup>۱</sup> برای این دانش آموزان، مبحث الکترونگاتیوی و قطبیت به بحث تکمیلی تدریس شده است گرچه در کتاب های درسی نظام جدید به آن به طور مستقیم پرداخته نشده است.



اگرچه بیشتر دانش آموزان برای ترکیب سدیم کلرید "پیوند یونی" را بیان کردند اما در نمایش پیوند بین اجزا و تهیه ی سازه ی این ترکیب و تعداد دیگری از دانش آموزان نیز در رسم ساختار شیمیایی، "پیوند کووالانسی" را نشان دادند (شکل ۱). 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 می‌شوند فراگیران، پیوند کووالانسی را به صورت یک باور اولیه 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 کل الکترون‌های 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  $\text{NaCl}$  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" (شکل ۲).

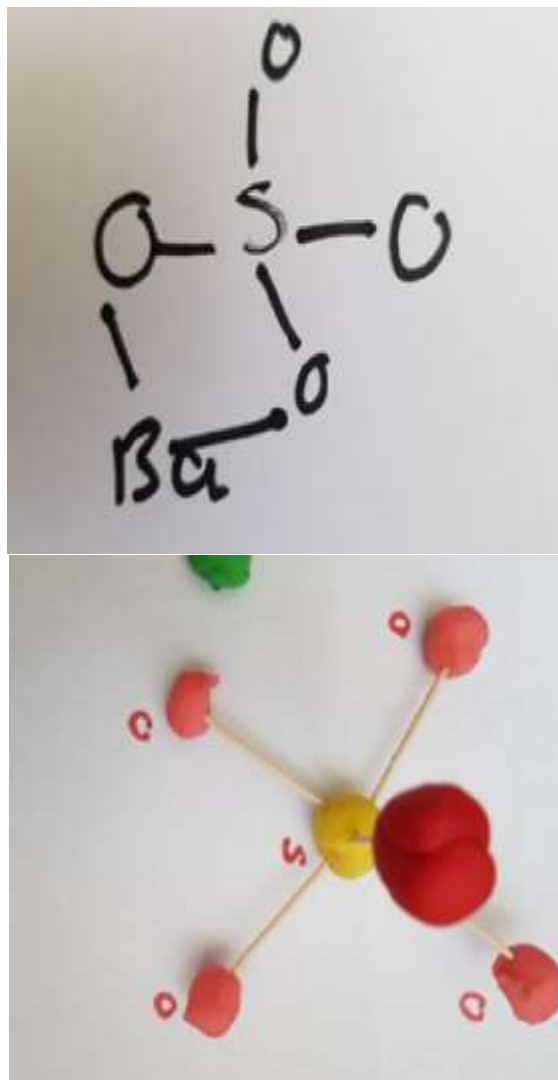
با اینکه دانش آموزان در ارائه ی ساختار شبکه ای سدیم کلرید تا حدودی به نکاتی از جمله چیدمان یونهای بار مخالف کنار هم توجه کردند، درکی از شبکه سه بعدی نداشتند. هم چنین آنها نتوانستند مدل خود را با دانسته های قبلی شان درباره ی اندازه ی یونها تلفیق دهند (شکل ۲). گرچه در تصویر کتاب شیمی پایه ی دهم (صفحه ۳۶) 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.



شکل ۲- 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 (شکل ۳) 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 اما هنگام رسم ساختار لوویس و یا ساخت آن با گوی و میله همه پیوندها را به صورت کوالانس نشان دادند. عملاً می بینیم که دانش آموزان درکی درست برای ساختارهایی با پیوندهای مختلط ندارند و نمی توانند 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، متوجه شدیم که آنها کج فهمی در رابطه با انحلال پذیری جامدات یونی دارند و قابلیت انحلال پذیری نمک ها را " زیاد " توصیف می کنند؛ در نتیجه با مشاهده حلالیت 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 گروه‌ها 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 ذره‌ای (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 بخش‌های دیگر خواهد شد. لذا بررسی توصیف مدل‌های 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 مؤثر در کج فهمی‌های پیوندهای شیمیایی می‌دانند (مغیری نیا، ۱۳۹۲). به کارگیری روش غیر فعال مانند سخنرانی، عدم ایجاد انگیزه و شوق یادگیری در فراگیران (سیف، ۱۳۹۸، ص ۴۸۲) از جمله مواردی است که می‌تواند در یادگیری ضعیف و ایجاد کج فهمی‌ها مؤثر باشد. استفاده از روش ارائه در سطوح سه گانه جانستون در هنگام تدریس می‌تواند به کاهش و همچنین آشکارسازی و رفع کج فهمی‌های 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 بخش‌های انتزاعی آموزش شیمی است، استفاده از نرم افزارهای مناسب به ویژه آنها که مطابق با الگوی جانستون طراحی شده اند، می‌توانند نقشی مؤثر در فهم عمیق، ماندگار و همچنین رفع کج فهمی دانش آموزان ایفا کنند. در این رابطه گیلهرمی<sup>۱</sup> 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 فهمی‌های رایج در مورد پدیده‌های میکروسکوپی را شناسایی و مورد توجه قرار دهد. اشتباهات کتاب‌های درسی، عدم توانایی و موفقیت معلم در برقراری ارتباط با بخش‌های مختلف موضوعی شیمی با مبحث پیوند‌های شیمیایی خود عامل دیگری در کج فهمی‌های دانش آموزان است. در این خصوص آموزش پیوسته معلمان و به روزرسانی دانش و مهارت آنان

<sup>1</sup> Guilherme

می‌تواند در کاهش این کج فهمی‌ها کمک کند. به کارگیری روش‌های فعال تدریس نظیر حل مسئله، کاوشگری و اکتشافی و ...، ایجاد شوق و انگیزه برای یادگیری با تشویق کارهای گروهی، استفاده از یافته‌ها، تجربیات و گزارش کارهای کاربردی در زندگی روزمره دانش‌آموزان با توجه به رویکرد "زمینه‌محو" در کتاب‌های درسی شیمی فعلی، و همچنین بررسی و تجدید نظر در برنامه درسی شیمی دوره‌ی متوسطه، رفع کاستی‌ها از جمله مبحث الکترونگاتیوی، قطبیت، حذف و یا اصلاح مواردی که در کتاب‌های درسی موجب ایجاد کج فهمی در درک ماهیت پیوند بین اتم‌ها می‌شود (نظیر مدل گوی و میله در نمایش شبکه بلور یونی)، انفرادی کردن آموزش، به گونه‌ای که معلم بتواند یک طراحی ویژه برای آموزش هر گروه از دانش‌آموزان با توجه 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 شکل‌گیری کج فهمی‌ها از طریق تفکر و چرا جویی در دانش‌آموزان گردد.

#### منابع

- زارعی کیاسری، ابراهیم (۱۳۹۵)، کج فهمی‌های دانش‌آموزان 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 دانش‌آموزان 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.



## 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](mailto:z_ahmadabadi@yahoo.com))