Archive of SID

مقاله مروری

پژوهش در آموزش شیمی، سال سوم، شماره دوم، صفحات ۱۹-۳۶

پژوهش در آموزش شیمی

http://chemedu.cfu.ac.ir

عوامل مؤثّر در کج فهمی‌های دانش‌آموزان و دانشجویان در زمینه پیوند شیمیایی

نسیم اصغری لالمی[۱]*، وحید امانی [۲]

[۱] دبیر شیمی، آموزش و پرورش رباط کریم ، تهران، ایران

[۲] گروه شیمی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران

چکیده

کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان و دانشجویان در زمینه پیوندهای شیمیایی ریشه در عوامل متعددی دارد که شناسایی و بررسی این عوامل می‌تواند در رفع آن‌ها مؤثر باشد. در این مقاله که به روش تحلیلی-توصیفی صورت گرفته است ابتدا یافته‌های حاصل از تحقیق پژوهشگران کشورهای مختلف در زمینه کج-فهمی‌های دانش‌آموزان و دانشجویان در پیوند شیمیایی مورد بررسی قرار گرفت و سپس با تجزیه و تحلیل آن‌ها یک جمع‌بندی در مورد عوامل دخیل در کج‌فهمی‌های رایج در مبحث پیوندهای شیمیایی به‌دست آمد. این عوامل از جنبه‌های گوناگونی از جمله نحوه نگارش کتاب‌ها و متون درسی و شیوه تدریس معلّمان و اساتید مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. عواملی مانند 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 شدند. در ادامه، مباحث مربوط به پیوند شیمیایی در کتاب‌های درسی شیمی متوسّطه دوره دوم کشورمان (پایه‌های دهم، یازدهم و دوازدهم) نیز از این منظر مورد بررسی و نقد قرار گرفته است.

کلیدواژه‌ها: کج‌فهمی، پیوند شیمیایی، یادگیری، تدریس

* نویسنده مسئول: (✉ n_asghari@hotmail.com)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۵/۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۶/۲۰

www.SID.ir

Archive of SID

مقدّمه

کج‌فهمی‌ها یکی از دلایل عدم یادگیری کارآمد و معنادار محسوب می‌شوند. در سال‌های گذشته، بسیاری از محقّقان به بررسی درک دانش‌آموزان و دانشجویان و کج فهمی‌های آنان از پدیده‌های شیمیایی پرداخته‌اند. شیمی از جمله علومی است که شامل مفاهیم، محاسبات و ترکیب آن‌هاست. به دلیل انتزاعی بودن علم شیمی برخی از دانش‌آموزان و دانشجویان در درک مفاهیم شیمیایی با مشکلاتی مواجه می‌شوند. پیوند شیمیایی نیز از جمله مهم‌ترین مفاهیم بنیادی در شیمی است که به‌دلیل عدم توانایی در دیدن اتم‌ها، ساختارآن‌ها و نحوه واکنش اتم‌ها با یکدیگر بسیاری از دانش-آموزان و دانشجویان در درک آن با مشکل مواجه می‌شوند (کامفا و دیگران، ۲۰۱۴، ص. ۶۵۷؛ هروات و دیگران، ۲۰۱۶، ص. ۲۷۶). یکی از دلایل عدم درک درست مفاهیم شیمیایی از جمله مفهوم پیوند شیمیایی ساده‌سازی آن‌هاست. اگرچه ساده‌سازی مفاهیم نسبت به شرایط واقعی و بررسی ساختارهای لوویس برای کمک در درک مفهوم صورت می‌گیرد، اما این امر برخی از افراد را دچار سردرگمی می‌کند. این عدم تطابق مفهومی اغلب کج‌فهمی نامیده می‌شود (پروجوسانتوز و دیگران، ۲۰۱۹، ص. ۱۴۷۷). از آن‌جایی که بین مفاهیم شیمیایی ارتباط دوسویه‌ای وجود دارد، دانش‌آموزانی که تجربه کج‌فهمی در موضوعی را داشته باشند، در مفاهیم بعدی مشکلات و کج‌فهمی‌های بیشتری را تجربه می‌کنند (نیکول، ۲۰۰۱، ص. ۷۰۷). اگرچه مفهوم پیوند شیمیایی برای تدریس درس شیمی در دبیرستان یکی از مفاهیم بنیادی محسوب می‌شود، اما یادگیری آن نیاز به آشنایی با بسیاری جزئیات و مفاهیم پیچیده‌ای دارد که همین امر آموختن آن‌را برای بسیاری از دانش‌آموزان دشوار می‌سازد. انواع مختلف پیوندها (فلزّی، یونی، کووالانسی، قطبی و غیرقطبی، بین مولکولی و ...) دشواری‌های مفهومی را به‌همراه داشته و منجر به کج‌فهمی‌های متعدد می‌شوند. این مشکلات مفهومی که دانش‌آموزان هنگام مطالعه موضوع پیوندهای شیمیایی با آن روبرو می‌شوند، بسیاری از آنان را به‌سمت حفظ کردن طوطی‌وار مفاهیم و در نتیجه شکل‌گیری کج‌فهمی‌ها سوق داده و باعث می‌شود بسیاری از آن‌ها در برابر آموزش مقاومت نشان دهند (سپارلیز و دیگران، ۲۰۲۰، ص. ۲). مغیری‌نیا و همکارانش با انجام بررسی تحلیلی – توصیفی به این نتیجه رسیدند که کج‌فهمی در حوزه پیوند شیمیایی سرچشمه انواع کج‌فهمی‌های دانش آموزان در مبحث شیمی است. تحقیق آن‌ها نشان دهنده‌ی کج‌فهمی در تشخیص انواع پیوندها از سوی دانش‌آموزان است (مغیری نیا، ۱۳۹۲).

www.SID.ir

Archive of SID

روش پژوهش

هدف اصلی در این تحقیق بررسی عوامل اصلی ایجاد کج‌فهمی در مبحث پیوند شیمیایی در میان دانش‌آموزان و دانش‌جویان و یافتن راهکارهایی برای رفع آن‌هاست. در این مطالعه از روش تحقیق کیفی استفاده شده است. در روش تحقیق کیفی هدف شناسایی، طبقه‌بندی و استخراج مفاهیم براساس مطالعه متون مختلف (مقالات، کتاب‌ها، مطالعات حاصل از سمینارها و همایش‌های علمی و ...) یا مبتنی بر دیدگاه صاحب‌نظران و کارشناسان است. این مطالعه نیز با استفاده از روش تحلیل متون علمی و به‌منظور استخراج عوامل اصلی تأثیرگذار بر کج‌فهمی دانش‌آموزان و دانش‌جویان در مبحث پیوندهای شیمیایی و با مرور منابع مربوط انجام شده است.

یافته‌های پژوهش

عواملی متعدد می‌توانند سبب ایجاد کج‌فهمی در زمینه پیوند شیمیایی گردند. مطالعات زیادی در مورد علّت و منشأ این کج‌فهمی‌ها صورت گرفته است. تابر[۱] که مطالعات زیادی در این زمینه انجام داده است، در سال ۱۹۹۸ پیشنهاد کرد که چارچوب مفهومی رایج برای پیوندهای شیمیایی، که بر اساس آن دانش‌آموزان "قاعده هشتایی[۲]" را به‌عنوان چارچوبی برای توضیح پایداری و واکنش شیمیایی مورد استفاده قرار می‌دهند می‌تواند منجر به ایجاد کج‌فهمی گردد (تابر، ۱۹۹۸، ص. ۵۹۷). از طرف دیگر، طبق تحقیقات تالانکر[۳] دانش‌آموزان هنگام توضیح در مورد موادّ شیمیایی، قادر به تشخیص عوامل اصلی و یا مکانیسم‌های علت و معلولی مربوط به واکنش‌ها و پیوند نیستند که این امر اغلب تحت تأثیر روش‌های ارزیابی قرار داشته و می‌تواند منجر به بروز برخی از کج فهمی‌ها گردد (تالانکر، ۲۰۰۷، ص. ۸۵۳). در سال ۲۰۱۴ بر روی دانش‌آموزان دبیرستانی و دانشجویان شیمی عمومی تحقیقی انجام شد تا کج‌فهمی‌های رایج در درس شیمی مشخص شود. نتایج این مطالعه کج‌فهمی‌های درس شیمی را در چهار دسته اصلی تقسیم‌بندی نمود: (الف) روند دوره‌ای؛ (ب) برهم-کنش‌های الکترواستاتیکی؛ (پ) قاعده هشتایی و (ت) ویژگی‌های سطح مربوط به نمایش اتم‌ها و مولکول‌ها (به‌عنوان مثال، خطوطی که نشانگر پیوند هستند یا این‌که فاصله نقاط بین اتم‌ها نشانگر سهم مساوی آن‌ها از پیوند است) (لوکسفورد و برتز، ۲۰۱۴، ص. ۳۱۲). برخی مواقع عدم درک

---

[۱] Taber
[۲] Octet rule
[۳] Talanquer

www.SID.ir

Archive of SID

صحیح و کج‌فهمی‌های قبلی می‌تواند باعث بروز کج‌فهمی در زمینه پیوندهای شیمیایی گردد. در مطالعه‌ای که بوروز و ریدمورینگ[۱] در سال ۲۰۱۵ انجام دادند عدم درک صحیح در مورد الکترونگاتیوی را از جمله عوامل بروز برخی کج‌فهمی‌ها در پیوند کووالانسی قطبی اعلام کردند (بوروز و ریدمورینگ، ۲۰۱۵، ص. ۵۳). در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۶ بر روی دانش‌آموزان و دانشجویان کارشناسی در سوئد و آفریقای جنوبی انجام شد مشخص گردید که تنها ۲۰ درصد این افراد درک درستی از مفهوم انرژی پیوند و فرایندهای گرماگیر داشتند که این امر سبب بروز کج‌فهمی‌هایی در زمینه پیوند شیمیایی در آنان شده بود (نیمرمارک و دیگران، ۲۰۱۶، ص. ۹۹۶).

روش تدریس نیز می‌تواند از عوامل مهم در ایجاد کج‌فهمی باشد. تأکید بر استفاد از مدل‌های گلوله و میله[۲] می‌تواند سبب شود که دانش‌آموزان در تجسّم شکل صحیح مولکول‌ها دچار مشکل شوند، در حالی‌که دانش‌آموزانی که در دورهٔ متوسّطه با نظریه *دافعه زوج الکترون لایه ظرفیّتی*[۳] آشنا شده‌اند درک بهتری از شکل‌های مولکولی دارند. زارعی کیاسری و همکارانش نیز در مقاله خود به این عامل به عنوان یکی از عوامل مؤثر در کج‌فهمی دانش‌آموزان اشاره داشتند. (زارعی، ۱۳۹۵). پژوهشگران دانشگاه زنجان نیز کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در زمینه پیوند شیمیایی را مورد بررسی قرار دادند. از نظر آنان آموزش نامناسب و ناکافی بودن مفاهیمی از قبیل یون و پیوند یونی سبب بروز این کج‌فهمی‌ها می‌شود (حقی، ۱۳۹۵). بالستر پرز[۴] و همکارانش‌در سال ۲۰۱۷ کج‌فهمی‌های زیر را در دانش‌آموزان دبیرستانی و دانشجویان شیمی و داروسازی مقطع کارشناسی تشخیص دادند: نسبت دادن ویژگی‌های ماکروسکوپی به ذرات میکروسکوپی، پیش‌بینی نادرست نقطه جوش، تصور تشکیل ترکیبات یونی به‌وسیله مولکول‌ها، کج‌فهمی در مورد ماهیّت پیوند هیدروژنی و این فرض که پیوند هیدروژنی در هر مولکولی که هیدروژن همراه با نیتروژن، اکسیژن و یا فلوئور باشد وجود دارد (بدون در نظر گرفتن اتصال مستقیم هیدروژن به آن‌ها)، سردرگمی در مورد ساختار هندسی مولکولی که دارای توزیع جفت الکترون ناپیوندی در اطراف اتم مرکزی است و پیش‌بینی نادرست قطبیّت مولکول-ها (بالستر پرز و دیگران، ۲۰۱۷، ص. ۱). در یکی از تازه‌ترین تحقیقات انجام شده در این زمینه فهرستی از کج‌فهمی‌ها در زمینه پیوند شیمیایی به شرح زیر بیان گردید (سپارلیز و دیگران، ۲۰۱۸، ص. ۱۲۶۶).

---

[۱] Burrows & Reid mooring
[۲] ball and stick models
[۳] VSEPR
[۴] Ballester Pérez

www.SID.ir

Archive of SID

۱- پیوند شیمیایی ممکن است به شکل‌های مختلف پیوند یونی یا پیوند کووالانسی تصور گردد.
۲- یون‌ها در هر دو پیوند یونی و کووالانسی حضور دارند (این موضوع از این‌جا نشأت گرفته که یک پیوند کووالانسی قطبی دارای مقداری خصلت یونی است.)
۳- مفهوم مولکول مربوط به هر دو پیوند یونی و کووالانسی است (نه تنها پیوند کووالانسی).
۴- به‌دلیل جاذبه بین یون‌ها، نیروهای الکترواستاتیک تنها به پیوندهای یونی مربوط هستند (اما دانش‌آموزان اغلب می‌پذیرند که نیروهای جاذبه در هر دو نوع پیوند حضور دارند)
۵- نیروهای دافعه مربوط به پیوندهای شیمیایی نیستند.
۶- لایه‌های ظرفیّت الکترونی پر (به‌طور معمول هشت الکترونی) منجر به پایداری می‌شوند.
۷- قاعده هشتایی می‌تواند برای پیش‌بینی این‌که اتم‌ها پیوند یونی یا کووالانسی تشکیل می‌دهند مورد استفاده قرار گیرد.
۸- بسیاری از دانش‌آموزان فرض می‌کنند که الکترونگاتیوی، قطبیّت پیوند و ساختارهای لوویس تنها مربوط به ترکیبات کووالانسی هستند.
۹- عدم موفّقیّت در ارتباط بین مفاهیم گروه، دوره، نقطه ذوب و انحلال‌پذیری با پیوند شیمیایی.
عظمت و خدایی در پژوهش مروری خود ماهیّت و منشأ کج‌فهمی‌های درس شیمی را در سه عامل کتاب درسی، مدارس و دانش روزمره دسته‌بندی نمودند (عظمت و خدایی، ۱۳۹۹، ص. ۸۴). برای بررسی دقیق‌تر کج‌فهمی‌ها در زمینه پیوند شیمیایی نقش دو عامل اصلی تدریس و کتب درسی را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

نقش تدریس در ایجاد کج‌فهمی

در مجموع، به‌نظر می‌رسد که روند غالب در تدریس پیوند شیمیایی یکی از دلایل اصلی بروز کج‌فهمی‌ها در این زمینه است. چند نمونه از مواردی که در تدریس پیوند شیمیایی منجر به بروز کج‌فهمی می‌گردد به شرح زیر است (سپارلیز و دیگران، ۲۰۲۰، ص. ۴):
- پیوند یونی مربوط به انتقال الکترون‌ها بین اتم‌های مجزا برای کامل کردن لایه‌های ظرفیّت است.
- مدل پیوند کووالانسی به‌صورتی تعریف می‌شود که یک زوج الکترون بین دو اتم به اشتراک گذاشته شده است.
- قاعده هشتایی اغلب توسط دانش‌آموزان به‌عنوان یک چارچوب توضیحی برای پایداری شیمیایی و نیز به‌عنوان پیش‌شرط پیوند "مناسب" مورد استفاده قرار می‌گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

- پیوندهای کووالانسی و یونی به‌صورت مجزّا، به‌ترتیب به‌عنوان پیوندهایی که الکترون را به اشتراک می‌گذارند و پیوندهایی که در آن ها الکترون‌ها جابه جا می‌شوند، ارائه می‌گردند.
- قطبیّت پیوند ارتباط مستقیمی با پیوند کووالانسی دارد.
- پیوندهای کووالانسی و یونی به‌صورت پیوندهای شیمیایی واقعی توصیف می‌شوند و اغلب پیوندهای بین مولکولی (مانند پیوند هیدروژنی) به نیروها ارتباط داده می‌شوند.

وسعت استفاده از قاعده هشتایی و مقاومت آن در برابر تغییر، یک یافته مهم در مطالعات مربوط در این زمینه است. حتی اگر آموزش به‌نحوی باشد که معلّمان و اساتید تأکید ویژه‌ای بر قاعده هشتایی نداشته باشند، باز هم دانش‌آموزان و دانش‌جویان تمایل دارند که قاعده هشتایی را به‌عنوان یک الگوریتم ساده پیش‌بینی در نظر بگیرند. جوکی و آکسلا[۱]در مطالعه خود گزارش دادند که حتی ایجاد درک درست قبلی از مدل برهمکنش‌های الکترواستاتیکی در کلاس‌های پایین‌تر نمی‌تواند مانع بروز کج‌فهمی‌هایی در زمینه پیوند شیمیایی پس از تدریس قاعده هشتایی به همان دانش‌آموزان در کلاس‌های بالاتر (پایه دهم) گردد (جوکی و آکسلا، ۲۰۱۸، ص. ۹۳۲). احمدآبادی در پژوهش تحلیلی- توصیفی خود که بر روی دانش‌آموزان رشته تجربی پایه دوازدهم انجام گرفت به این نتیجه رسید که شناخت حدود ۹۰ درصد آنان از پیوند شیمیایی تنها به دو پیوند کوالانس غیرقطبی و پیوند یونی محدود می‌شود (احمدآبادی، ۱۳۹۹، ص. ۲۰).

نقش کتب درسی در ایجاد کج‌فهمی

با وجود گسترش منابع مهم اطّلاعاتی در دنیای امروز، همچنان کتاب‌های درسی به‌عنوان اولین و اصلی‌ترین منبع آموزشی برای دانش‌آموزان و دانش‌جویان محسوب می‌شوند. از این‌رو نقش کتاب-های درسی در برداشت درست و یا نادرست از مفاهیم مربوط انکارناپذیر است. مطالعه‌ای که بر روی چهارده کتاب درسی شیمی دانشگاهی انجام شد، پیشینه مفیدی در این زمینه ارائه می‌دهد. این کتاب‌ها شامل ۱- شیمی:مولکول‌ها، ماده و تغییر، اتکینز و جونز[۲](۲۰۰۱)؛ ۲- شیمی، چانگ[۳]

[۱] Joki and Aksela
[۲] Atkins & Jones
[۳] Chang

www.SID.ir

Archive of SID

(۲۰۰۰)؛ ۳- شیمی عمومی، ابینگ و گامون[۱](۱۹۹۹)؛ ۴- شیمی با رویکرد بوم‌شناختی، گایمر[۲] (۱۹۷۳)؛ ۵- شیمی و واکنش‌پذیری شیمیایی، کاتز و تریچل[۳](۲۰۰۳)؛ ۶- شیمی، لوئیس و ایوانز[۴] (۱۹۹۷)؛ ۷- شیمی، پائولینگ و پائولینگ[۵](۱۹۷۵)؛ ۸- شیمی دانشگاهی، روزنبرگ و اسچام[۶] (۱۹۶۶)؛ ۹- شیمی در محتوا، کاربرد شیمی در جامعه، شوارتز[۷]و همکاران (۱۹۷۷)؛ ۱۰- شیمی و جهان در حال تغییر ما، شرمن و شرمن[۸](۱۹۹۳)، ۱۱- شیمی: ماهیّت مولکولی موادّ و تغییرات آن، سیلبربرگ[۹](۱۹۹۹)؛ ۱۲- شیمی-ساختار و دینامیک، اسپنسر[۱۰]و همکاران (۲۰۰۸)؛ ۱۳- شیمی: مقدمه‌ای بر شیمی عمومی، آلی و زیستی، تمبرلیک[۱۱](۲۰۰۲)؛ و ۱۴- شیمی عمومی، ویتن[۱۲]و همکاران (۱۹۹۹) بود. به‌طور تقریبی تمام کتاب‌های مورد بررسی پیوند کووالانسی و یونی را قبل از پیوند بین‌مولکولی ارائه داده بودند و اکثر آن‌ها نیز قبل از بحث در مورد پیوند کووالانسی، پیوند یونی را معرفی نموده بودند. اکثر کتاب‌ها به پیوستار پیوند کووالانسی و یونی اشاره کرده بودند، اگرچه برخی از آن‌ها همچنان به‌طور جداگانه به بحث در مورد این دو موضوع می‌پرداختند. الکترونگاتیوی و قطبیّت پیوند در درون مبحث پیوندهای کووالانسی و یونی مورد بحث قرار می‌گیرد که به‌نظر می‌رسد در بیشتر کتاب‌ها تنها انواع واقعی پیوندهای شیمیایی بررسی شده و از پیوندهای بین‌مولکولی در حالت کلّی فقط به‌عنوان نیرو یاد می‌شود. اگرچه در بیشتر این کتاب‌های درسی پیوند فلزّی مورد بحث قرار گرفته بود اما در بسیاری از آن‌ها حتی نامی از پیوند داتیو (کوئوردینانسی- کووالانسی) نیز نیامده بود. نکته آخر این‌که در مورد پیوندهای بین‌مولکولی، کتاب‌ها دستورالعمل‌های مختلفی را دنبال می‌کنند و بیشترین توجه آن‌ها به پیوند هیدروژنی بوده است (سپارلیز و پاپا، ۲۰۱۲، ص.۴).

بررسی انجام شده در مورد کتب درسی شیمی کشورمان در مقطع متوسّطه دوم در سه پایه تحصیلی دهم، یازدهم و دوازدهم رشته‌های علوم تجربی و ریاضی‌فیزیک و مقایسه آن با موارد فوق

---

[۱] Ebbing & Gammon
[۲] Gymer
[۳] Kotz & Treichel
[۴] Lewis & Evans
[۵] Pauling & Pauling
[۶] Rosenberg & Schaum
[۷] Schwartz
[۸] Sherman & Sherman
[۹] Silberberg
[۱۰] Spencer
[۱۱] Timberlake
[۱۲] Whitten

www.SID.ir

Archive of SID

به‌منظور یافتن کاستی‌ها و رفع نواقص انجام گردید. اگرچه در اغلب مباحث درس شیمی به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم به پیوندهای شیمیایی پرداخته شده است؛ اما در بررسی مطالب اصلی و مستقیم مرتبط با انواع پیوندها در این کتاب‌ها مشاهده می‌شود که ابتدا پیوند یونی (شیمی دهم، فصل اول)، سپس پیوند کووالانسی (شیمی دهم، فصل اول و دوم) آورده شده است. پس از پیوندهای یونی و کووالانسی، تنها به یک نوع نیروی بین‌مولکولی یعنی پیوند هیدروژنی پرداخته شده است (شیمی دهم، فصل سوم کتاب). البته در فصل اول کتاب شیمی سال یازدهم و در خلال مبحث هیدروکربن‌ها پیوندهای کووالانسی و انواع آن (ساده، دوگانه و سه‌گانه) دوباره مورد بحث قرار می‌گیرد. در فصل دوم کتاب شیمی یازدهم و در خلال مبحث گرماشیمی نیز پیوندهای شیمیایی به‌صورت غیرمستقیم مطرح می‌گردد. شبکه‌های یونی و جامدات یونی در فصل سوم شیمی دوازدهم و پیوندهای فلزّی نیز در فصل سوم شیمی دوازدهم آورده شده است. بنابراین همان‌طور که مشهود است، ترتیب ارائه انواع پیوندها در کتاب‌های درسی ما نیز همانند کتاب‌های مورد بررسی توسط سپارلیز و پاپا است. در مورد پیوستار پیوند کووالانسی و یونی در کتاب های شیمی کشور ما این دو مبحث پشت سر هم قرار گرفته‌اند اما پیوستار آن‌ها چندان مورد تأکید قرار نگرفته است و اغلب دانش‌آموزان همچنان به‌صورت دو نوع پیوند به‌طور کامل مجزا از یکدیگر به‌آن‌ها می‌نگرند. در کتاب‌های دبیرستان، مباحث الکترونگاتیوی و قطبیّت پیوند بسیار کم‌رنگ بوده و از پیوندهای داتیو نیز نامی به میان نمی‌آید. در زمینه پیوندهای بین‌مولکولی همانند بسیاری از کتاب‌های درسی دیگر کشورها تنها پیوند هیدروژنی بررسی شده است. همان‌طور که مشهود است روند غالب در کتاب‌های درسی شیمی کشور ما مشابه با کتاب‌هاب مورد مطالعه توسط سپارلیز و پاپا است.

نکته حائز اهمیت در تدریس علوم این است که نه تنها ارائه مفاهیم باید به روش‌های معتبر علمی صورت گیرد بلکه باید سعی شود بین دانش‌آموزان و این مفاهیم ارتباط خوبی ایجاد شود تا به‌راحتی آن‌را درک کنند. برای درک مفاهیم مربوط به پیوند و ساختار، مانند پیوندهای کووالانسی و یونی، مولکول‌ها، یون‌ها و پیوندهای هیدروژنی، دانش‌آموزان باید با مفاهیم ریاضی و فیزیکی و قوانین مرتبط با مفاهیم پیوند مانند اوربیتال‌ها، الکترونگاتیوی، دافعه زوج الکترون، قطبیّت و قانون کولن آشنا باشند. علاوه بر این، پس از یادگیری پیوند شیمیایی دانش‌آموزان قادر به پیش‌بینی و توضیح ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی موادّ هستند. با وجود این‌که برداشت پیوستار بودن پیوند کووالانسی، پیوند کووالانسی قطبی و پیوند یونی امروزه به‌طور گسترده‌ای پذیرفته شده است، اما اغلب دبیران شیمی و کتاب‌های درسی همچنان اطّلاعات مربوط به این پیوندها را به‌عنوان سه نوع

www.SID.ir

Archive of SID

پیوند مجزا از یکدیگر ارائه می‌دهند. برخی محقّقان بیان می‌کنند که موضوع پیوند کوالانسی قطبی در بسیاری مواقع به‌صورت گیج‌کننده‌ای مطرح می‌شود که منجر به تفسیرهای مختلف دانش‌آموزان و دانشجویان از مفهوم پیوند می‌گردد (تیچرت و استیسی[۱] ۲۰۰۲، ص. ۴۶۴؛ برگویست[۲] و دیگران، ۲۰۱۳، ص. ۵۸۹). علاوه بر محتوای کتاب‌های درسی، می‌توان به حجم مطالب نیز اشاره داشت. مغیری نیا و همکاران، حجم بالای مطالب درسی را به‌عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار در کج‌فهمی‌های پیوند شیمیایی می‌دانند. (مغیری نیا، ۱۳۹۲).

راهکارها و رویکردهایی برای آموزش پیوندهای شیمیایی

تابر چهار مورد از مهم‌ترین موانع آموزشی برای آموزش و یادگیری کارآمد پیوندهای شیمیایی را بدین‌گونه مشخص کرد (تابر، ۲۰۰۱، ص. ۱۲۳):

۱. *ماهیّت اتمی و حالت اتمی اوّلیّه*. فرض بر این است که اتم‌ها تنها واحد اساسی تشکیل‌دهنده موادّ هستند. به‌عنوان مثال در واکنش بین عنصر سدیم و عنصر کلر فرض می‌شود که واکنشی مستقیم بین اتم‌های سدیم و کلر صورت می‌گیرد، که با تبادل الکترون‌ها همراه است: یک اتم سدیم یک الکترون را از دست می‌دهد و آن الکترون از سوی یک اتم کلر جذب می‌شود. در واقع، واکنش بسیار پیچیده‌تر از این تفسیر ساده است. درواقع واکنش بین تک اتم سدیم و تک اتم کلر رخ نمی‌دهد و واکنش مراحلی پیچیده‌تر را طی می‌کند. در مرحله نهایی کاتیون‌های سدیم و آنیون‌های کلرید با هم ترکیب می‌شوند تا یک بلور کلرید سدیم تشکیل دهند. تابر بیان می‌کند که دانش‌آموزان فکر می‌کنند که NaCl یک یون سدیم است که با یک یون کلرید برای تشکیل مولکول پیوند داده است. بنابراین، در شبکه‌ای که یون سدیم با ۶ یون کلرید احاطه شده است، آن‌ها تمایل دارند این‌گونه بیندیشند که یکی از آن‌ها یک پیوند قوی است و بقیه ۵ پیوند، پیوندهای ضعیف بین‌مولکولی هستند. دلیل این موضوع این است که فقط یک الکترون از اتم سدیم به اتم کلر منتقل شده است و یک پیوند تشکیل شده است. دانش‌آموزان فرض می‌کنند که تعدادالکترون‌هایی که از دست داده می‌شود یا گرفته می‌شود تعدادپیوندهای یونی تشکیل شده را تعیین می‌کند. در پژوهشی مشابه که در کشورمان در مورد پیوندهای یونی انجام شد مغیری نیا و همکارانش به نتایج مشابهی رسیدند. آن‌ها یکی از دلایل احتمالی این موضوع را بیان کتاب درسی در مورد نحوه تشکیل پیوند یونی می‌دانند

[۱] Teichert & Stacy
[۲] Bergqvist

www.SID.ir

Archive of SID

که پیوند یونی با انتقال الکترون از یک فلزّ به یک نافلزّ وتشکیل کاتیون و آنیون توضیح داده شده است (مغیری‌نیا، ۱۳۹۲).

۲. *تعمیم افراطی قاعده هشتایی*. به‌جای استفاده از قاعده هشتایی به‌عنوان روشی برای شناسایی گونه‌هایی که به احتمال زیاد پایدار هستند (مانند O^{2-} و NH_3)، این قانون به قاعده‌ای کلّی برای علت بروز واکنش تبدیل شده است.

۳. *طبقه‌بندی دوحالتی پیوند*. پیوندهای کووالانسی هنگامی تشکیل می‌شوند که الکترون‌ها بین اتم‌های غیرفلزّی به اشتراک گذاشته شوند. در حالی‌که در پیوند یونی الکترون‌ها از اتم‌های فلزّ به اتم‌های نافلزّی منتقل می‌شوند. در نتیجه، پیوند فقط به‌عنوان پیوند کووالانسی یا پیوند یونی در نظر گرفته می‌شود، در حالی‌که پیوند فلزّی یا نیروهای واندروالسی به‌عنوان پیوندهای « مناسب» محسوب نمی‌شوند.

۴- *استفاده از زبان انسان‌گونه*. به‌عنوان مثال «پیوندها ایجاد شده و واکنش‌ها به نحوی رخ دادند که اتم‌ها بتوانند لایه‌های پر یا هشتایی الکترونی را به‌دست آورند» - توضیحات دانش‌آموزان به‌طور معمول براساس آن‌چه یک اتم ممکن است *بخواهد* یا *نیاز داشته باشد*، بیان می‌شود.

برای برطرف نمودن این موانع، تابر یک مدل درسی از پیوند شیمیایی برای درس شیمی دبیرستان و در سطح بالاتر برای دروس دانشگاهی پیشنهاد کرد که با ساختارهای فلزّی شروع می‌شود، سپس به‌سمت ساختارهای یونی رفته، بعد از آن به ساختارهای کووالانسی بسیار بزرگ پرداخته و در نهایت ساختارهای مولکولی ساده را مورد بررسی قرار می‌دهد. در این مدل به‌جای اتم‌ها، بر روی مولکول‌ها و یون‌ها به‌عنوان واحدهای اساسی موادّ تأکید می‌شود و بدین ترتیب از فرضیه حالت اتمی اوّلیّه اجتناب می‌گردد، در عین حال به‌جای استفاده از قاعده هشتایی و یا تمایل اتم‌ها به هشتایی شدن، برای توضیح ماهیّت پیوند، ساختارها و خواصّ، از نیروهای الکترواستاتیکی استفاده می‌گردد. پرداختن به پیوند از دیدگاه نیروهای الکترواستاتیکی به‌عنوان پایه خوبی برای یادگیری‌های بعدی در مورد الکترونگاتیوی، قطبیّت پیوند، پیوندهای هیدروژنی و برهم‌کنش‌های حلّال-حل شونده خواهد بود. بر اساس مدل درسی تابر، لی و چنگ[۱] در سال ۲۰۱۴ طرحی را برای آموزش پیوند شیمیایی به کلاس شیمی پایه دهم ارائه دادند که در آن بر چگونگی تشریح خواصّ موادّ مختلف توسط انواع مدل‌های ساختاری تأکید داشتند. در این برنامه تدریس، قبل از در نظر گرفتن ساختارها در سطح

[۱] Lee and cheng

www.SID.ir

Archive of SID

میکروسکوپی، هر موضوع با پرداختن به خواصّ موادّ در سطح ماکرو آغاز می‌شود. دستورالعمل توصیه شده آن‌ها در زیر آورده شده است:

۱- ساختارهای فلزّی بسیار بزرگ (خواصّ فلزّات و پیوندهای فلزّی)

۲- سازه‌های یونی بسیار بزرگ (خواصّ نمک‌ها، پیوند یونی و برهمکنش‌های الکترواستاتیک)

۳. ساختارهای کووالانسی بسیار بزرگ (ویژگی‌های ساختارهای بسیار بزرگ کووالانسی مانند الماس)

۴. ساختارهای مولکولی ساده (خواصّ موادّ مولکولی ساده و ماهیّت نیروها یا پیوندهای واندروالس)

۵- مولکول‌ها

برنامه تدریس فوق به کلاسی از دانش‌آموزان کلاس دهم در هنگ کنگ داده شد که تدریس آن‌ها شامل ۲ ساعت در هفته و به‌مدت ۸ هفته بود. نتایج مطالعات موردی در این کلاس نشان داد که مدل برنامه درسی ارائه شده توسط تابر در توسعه درک دانش‌آموزان از پیوند شیمیایی از حالت "انتقال الکترون" یا "به اشتراک‌گذاری الکترون" به نگریستن به گونه‌های شیمیایی از نظر برهم‌کنش الکترواستاتیک مفید بوده است. اگرچه مشخّص شده که یادگیری برخی از اصول اوّلیّه الکترواستاتیک کمی دشوار است، اما استفاده از این اصول نیز برای درک پیوندهای شیمیایی همیشه موفّقیّت‌آمیز نبوده است. به‌نظر می‌رسد تأکید ناعادلانه بر قاعده هشتایی در برنامه درسی و ارزیابی‌های مبتنی بر این قاعده ممکن است تمرکز یادگیری دانش‌آموزان را بدان طرف سوق دهد (سپارلیز و دیگران، ۲۰۲۰، ص. ۶).

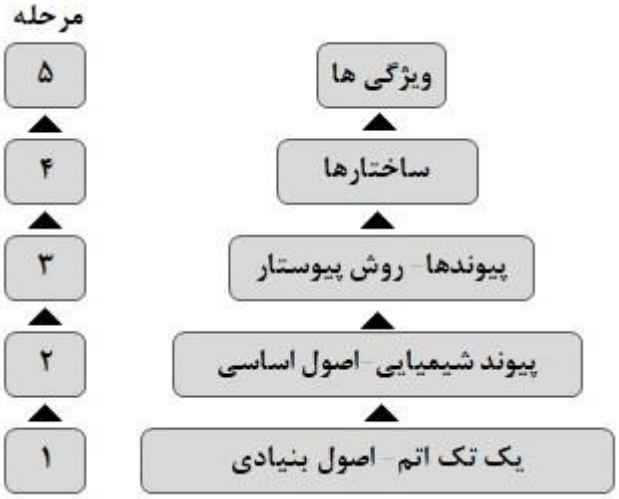
لوی ناهوم[۱] و همکارانش یک روش جدید تدریس برای مفهوم پیوند شیمیایی مطابق با دانش علمی و آموزشی رایج ایجاد کردند. توصیفی کیفی که از لحاظ مفهومی با مکانیک کوانتومی سازگار باشد اتخاذ شد و بنا به گفته نویسندگان، به این سؤال که بسیاری از دانش آموزان را گیج می‌کند جوابی بسیار شفاف و مستقیم داده شد: «چه چیزی باعث ایجاد برهم‌کنش در اتم‌ها و تشکیل پیوند شیمیایی می‌شود؟» این نویسندگان براساس یافته‌های مطالعه خود، روش به‌اصطلاح «از پایین به بالا»[۲] را برای آموزش مفهوم پیوند پیشنهاد کردند. به گفته آنان، رویکرد سنتی «از بالا به پایین»[۳] برای آموزش پیوند شیمیایی اغلب بیش از حد ساده‌گرایانه است و با جدیدترین مدل‌های علمی مطابقت ندارد. در نتیجه، دانش‌آموزان دبیرستانی در سراسر جهان فاقد درک اساسی در مورد

[۱] Levy Nahum
[۲] Bottom up
[۳] top-down

www.SID.ir

Archive of SID

پیوندهای شیمیایی هستند. هدف اصلی این است که پیوند را باید بر اساس اصول ابتدایی و با استفاده از ایده پیوستار قدرت پیوند آموزش داد. بنابراین، چارچوب جدید با قرار دادن تدریجی دانش‌آموزان در معرض مفاهیم و ایده‌های اصلی و در طی پنج مرحله، دسته‌بندی ساختگی دوگانه بین انواع مختلف پیوند را برطرف می‌کند. در شکل ۱، شمای پایین به بالا برای آموزش پیوند شیمیایی نشان داده شده است (لوی ناهوم و دیگران، ۲۰۱۰، ص. ۱۷۹).



شکل ۱- شمای پایین به بالا برای آموزش پیوند شیمیایی

از سوی دیگر، برخی از محقّقان به سازماندهی روانشناختی محتوای شیمی پرداختند. بنا به گفته هینسا و تریاگست،[۱] طراحان برنامه درسی باید موضوعات درسی را همگام با افزایش سختی و در راستای رشد ذهنی دانش‌آموزان پشت سر هم قرار دهند. علاوه بر این، یادگیری محتوای سطح بالاتر باید مبتنی بر مطالبی باشد که از قبل آموخته شده است. این نویسندگان با مطالعه دروس دبیرستان استدلال می‌کنند که پیوند شیمیایی موضوعی است که توالی مطالب در آن رعایت نشده است و توضیحات اغلب «ناقص و بیش از حد ساده» هستند. همان‌طور که پیش‌تر بیان شد مبحث پیوند اغلب به‌ترتیب پیوند یونی، کووالانسی، کووالانسی قطبی، فلزّی و بین مولکولی آموزش داده می‌شود که این ترتیب در کتاب‌های آموزشی ما نیز وجود دارد. بعد از در نظر گرفتن مهم‌ترین مشکلات

[۱] Dhindsa and Treagust

www.SID.ir

Archive of SID

مرتبط با این ترتیب تدریس، آن‌ها دستورالعمل جدید آموزشی را پیشنهاد کردند: (۱) پیوند کووالانسی، کووالانسی قطبی و یونی (۲) پیوند در شبکه: پیوند فلزّی و بلورها (۳) پیوند بین مولکولی. در مقاله آن‌ها، تمرکز روی مراحل اول و دوم است (هینسا و تریاگست، ۲۰۱۴، ص. ۴۳۵).

سرانجام، در رویکرد حالت ماده (SOMA)[۱]برای تدریس مقدماتی شیمی در کلاس دهم، سه حالت ماده توسط سپارلیز به‌صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفت و سه واحد اصلی را از هم متمایز کرد: (الف) هوا، گازها و حالت گازی؛ (ب) نمک، نمک‌ها و حالت جامد؛ ج) آب، مایعات و حالت مایع. از جمله ویژگی‌های این رویکرد این است که ابتدا حالت گازی معرفی می‌شود. علاوه بر این‌که حالت گازی ساده‌ترین و قابل فهم‌ترین حالت ماده است، مطالعه آن نیز ایجاب می‌کند که بررسی پیوند را با پیوند کووالانسی شروع کنیم (غیرقطبی و قطبی). توجه داشته باشید که عناصر و ترکیباتی که در حالت گازی با آن‌ها روبه‌رو می‌شویم و تحت شرایط عادی قرار دارند مولکول‌های کوچکی در نظر گرفته می‌شوند که با پیوند ساده کووالانسی به یکدیگر متصل شده و یا اتم‌های تنها هستند. البته در مورد گاز ایده‌آل، نیروهای بین مولکولی نیز وجود ندارند. در مرحله دوم با مطالعه حالت جامد می‌توانیم معرفی پیوندهای یونی ساختارهای بلوری را داشته باشیم. جدول تناوبی، مولکول‌های کووالانسی درشت و پیوندهای فلزّی و نافلزّی در این بخش جامدات قرار می‌گیرند. در انتها، نیروهای بین مولکولی (واندروالسی، پیوند هیدروژنی و نیروهای پراکندگی لاندن) در بخش مایعات معرفی می‌شوند که شامل مطالعه محلول‌های مایع و همچنین اسیدها و بازها است (سپارلیز، ۲۰۰۰، ص. ۱۶۱). البته مطالعات دیگری با رویکردهای ویژه برای آموزش پیوند نیز انجام شده است که خارج از این بحث است. از جمله تأثیر روش‌های یادگیری مشارکتی، یادگیری مبتنی بر مسأله، محیط یادگیری مبتنی بر وب و فعالیت‌های آموزشی مبتنی بر مدل‌سازی بر آموزش پیوند شیمیایی.

بحث و نتیجه‌گیری

با بررسی عوامل اصلی ایجادکننده کج‌فهمی‌ها در پیوند شیمیایی، به‌نظر می‌رسدکه دو عامل کلّی در این زمینه دخیل باشند. ۱- نحوه تدریس معلّمان؛ ۲-ترتیب و چگونگی ارائه مطالب در کتاب‌های درسی. به‌طور خلاصه، می‌توان عوامل بررسی شده در مقاله حاضر را به‌صورت زیر بیان نمود: تأکید بیش از حد بر قاعده هشتایی؛ روش ارزیابی نادرست معلّمان؛ استفاده از مدل‌های گلوله و میله و نشان‌گرهای خط و نقطه برای پیوندها؛ کج‌فهمی‌های پیشین در زمینه

[۱] States-of-Matter Approach

www.SID.ir

Archive of SID

موضوعات قبلی مانند الکترونگاتیوی، انرژی پیوند و گرماشیمی؛ ساده‌سازی بیش از حد مطالب از طرف معلّمان و کتاب‌های درسی؛ نسبت دادن ویژگی‌های ماکروسکوپی به ذرّات؛ تدریس انواع پیوندها به‌صورت مباحث جداگانه و عدم ارائه پیوستار برای انواع پیوندها؛ عدم آشنایی دانش‌آموزان با مفاهیم ریاضی و فیزیکی و قوانین مرتبط با مفاهیم پیوند؛ عدم رعایت روش پایین به بالا در ارائه مطالب مرتبط با پیوند شیمیایی. در جدول ۱ عوامل مؤثّر در ایجاد کج‌فهمی در زمینه پیوند شیمیایی از دو منظر تدریس و کتب درسی فهرست شده است.

جدول۱. عوامل مؤثر در ایجاد کج‌فهمی در زمینه پیوند شیمیایی

نقش تدریس	نقش کتب درسی
تأکید بیش از حد بر قاعده هشتایی	ناکافی بودن برخی مفاهیم
روش نادرست ارزیابی	عدم ارائه پیوستار برای پیوندهای کوالانسی، کوالانسی قطبی و یونی
کج‌فهمی‌های پیشین	عدم پرداختن به برخی پیوندها مانند پیوند داتیو
استفاده از مدل گلوله و میله	پراکندگی و حجم بالای مطالب
استفاده از نشانگرهای خط و نقطه برای پیوندها	عدم تطابق برخی مطالب کتاب با رشد ذهنی دانش‌آموزان
نسبت دادن ویژگی‌های ماکروسکوپی به ذرات	
آموزش نامناسب در مورد پیوندهای یونی و کوالانسی	
عدم پرداختن به پیوندهای بین مولکولی	

به‌نظر می‌رسد که عدم تأکید معلّمان بر استفاده دانش‌آموزان از قاعده هشتایی برای پیش‌بینی نوع پیوندها و در نظر گرفتن این موضوع در ارزیابی‌های کلاسی و همچنین ارائه پیوستاری برای پیوند شیمیایی و حذف تقسیم‌بندی پیوند به‌صورت دوگانه کووالانسی – قطبی می‌تواند در رفع و یا کاهش این کج‌فهمی مؤثر باشد. همچنین کج‌فهمی‌های پیشین دانش‌آموزان می‌تواند سبب بروز کج‌فهمی-های جدید گردد. بنابراین ابتدا باید با پی بردن به کج‌فهمی‌های پیشین آن‌ها را رفع نمود.

منابع

احمدآبادی، زهرا (۱۳۹۹). بررسی کج فهمی‌ها در پیوندهای شیمیایی براساس الگوی تفکر چند سطحی جانستون، *فصلنامه پژوهش در آموزش شیمی*، (۱)۲، ۴۰-۲۵.

www.SID.ir

Archive of SID

حقّی، طاهره (۱۳۹۵). بررسی کج فهمی‌های دانش‌آموزان پایه‌ی سوم متوسّطه مفهوم واکنش‌های شیمیایی، *نهمین کنفرانس آموزش شیمی*، دانشگاه زنجان.

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

عظمت، جعفر و خدائی، علیرضا (۱۳۹۹). بررسی کج فهمی‌های رایج دانش‌آموزان در مفاهیم مرتبط با پیوندهای شیمیایی، *فصلنامه پژوهش در آموزش شیمی*، (۴)۱، ۸۹-۷۳.

مغیری نیا، رقیه؛ انارکی، اعظم؛ حمیدی، فریده (۱۳۹۲). بررسی کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در مفهوم پیوندهای شیمیایی، هشتمین *سمینار آموزش شیمی ایران*، سمنان.

Ballester Pérez, *et. al.* (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.

Bergqvist, A., Drechsler, M., De Jong, O., & Chang Rundgren, S.-N. C. (2013). Representations of chemical bonding models in school textbooks – help or hindrance for understanding? *Chemistry Education Research and Practice*,14(4), 589–606.

Burrows, N. L. and Reid mooring, s. (2015). Using concept mapping to uncover students' knowledge structures of chemical bonding concepts. *Chemistry Education Research and Practice*, 6(1), 53-66.

Dhindsa, H. S. and Treagust, A. F. (2014). Prospective pedagogy for teaching chemical bonding for smart and sustainable learning. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 435-446.

Horvat, S. *et al.* (2016). Development of Procedure for the Assessment of Cognitive Complexity of Stoichiometric Task. *Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 35(2), 275–284.

Joki, J. and Aksela, M. (2018). The challenges of learning and teaching chemical bonding at different school levels using electrostatic interactions instead of the octet rule as a teaching model. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(3), 932-953.

Kumpha, P., Suwannoi, P. and Treagust, D. F. (2014). Thai Grade 10 Students Conceptual Understanding of Chemical Bonding. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 143, 657 – 662.

www.SID.ir

Archive of SID

Levy Nahum, T., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., & Taber, K. (2010). Teaching and learning the concept of chemical bonding. *Studies in Science Education*, 46(2), 179–207.

Luxford, C. J. and Bretz, S. L. (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.

Nicoll, G. (2001). A Report of Undergraduates Bonding Misconceptions. *International Journal of Science Education*, 23(7), 707–730.

Nimmermark, A. *et al*. (2016). Teaching of chemical bonding: A study of Swedish and South African students' conceptions of bonding. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4), 985–1005.

Prodjosantoso, A. K., Hertina, A. M. and Irwanto (2019). The Misconception Diagnosis on Ionic and Covalent Bonds Concepts with Three Tier Diagnostic Test. *International Journal of Instruction*, 12(1), 1477-1488.

Taber, K. S. (2001). Building the structural concepts of chemistry: Some considerations from educational research. *Chemistry Education Research and Practice*, 2(2), 123–158.

Taber, K. S. (1998). An alternative conceptual framework from chemistry education. *International Journal of Science Education*, 20(5), 597–608.

Talanquer, V. (2007). Explanations and teleology in chemistry education. *International jounal of Science Education*, 29 (7), 853-87.

Teichert, M., & Stacy, A. (2002). Promoting understanding of chemical bonding and spontaneity through student explanation and integration of ideas. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 464–496.

Tsaparlis, G. (2000). The states-of-matter approach (SOMA) to introductory chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 1(1), 161–168.

Tsaparlis, G. and Pappa, E. (2012). Types of intra- and inter-molecular bonding: The case of general chemistry textbooks. In C. Bruguière, A. Tiberghien, and P. Clément (eds.), *e-Book Proceedings of the ESERA 2011 Conference*. Strand 3.

Tsaparlis, G., Pappa, E. and Byers, B. (2018). Teaching and learning chemical bonding: Research-based evidence for misconceptions and conceptual

www.SID.ir

Archive of SID

difficulties experienced by students in upper secondary schools and the effect of an enriched text. *Chemistry Education Research and Practice,*19(4), 1253–1269.

Tsapralis, G., Pappa, E. and Bayers, B. (2020). Proposed pedagogies for teaching and learning chemical bonding in secondary education. *Chemistry Teacher International*, 2 (1), 20190002.

www.SID.ir

Archive of SID

Review article

Research in Chemistry Education, Vol 3, No 2, 19-36

Research in Chemistry Education

http://chemedu.cfu.ac.ir

Factors Influencing High School and University Students' Misconceptions about Chemical Bonding

Nasim Asghari Lalmi [1*], Vahid Amani [2]

[1] *Chemistry teacher, Robat Karim, Tehran, Iran*

[2] *Department of Chemistry, Farhangian University, Tehran, Iran*

Abstract

Students' misconceptions about chemical bonding have resulted from numerous factors. Identifying and examining these factors can be effective in eliminating them and improve the learning of students. The analytical-descriptive method is used for the preparation of this paper. Initially, we studied researchers' findings in different countries about students' misconception of chemical bonding in schools and college courses. Then we analyzed their results and summarized the factors involved in students' misconceptions. These factors have been studied and analyzed from various aspects, including how textbooks are written and how teachers teach them to students. We found that some factors, for example, too much emphasis on the octet rule, incorrect evaluation methods in schools and colleges, using the ball and stick models, previous misconceptions, etc. intensify this misconception. In the following, the textbooks of high school in our country (tenth, eleventh and twelfth grades) have been investigated from this point of view.

Keywords: Misconception, Chemical bonding, Learning, Teaching

[*]Corresponding Author: (✉ n_asghari@hotmail.com)

www.SID.ir