

## بررسی کج فهمی های دانش آموزان پایه نهم از مبحث پیوندهای شیمیایی

### - مطالعه موردی دانش آموزان رباط کریم

سید محسن موسوی<sup>۱</sup>، مهشید گلستانه<sup>۲</sup>، آرزو توماری<sup>۳</sup>

پذیرش: ۱۴۰۱/۲/۵

دریافت: ۱۴۰۱/۱/۱۰

#### چکیده

هدف این پژوهش بررسی کج فهمی های دانش آموزان پایه نهم از پیوندهای شیمیایی است. پژوهش از نوع پیمایشی بوده است. جامعه آماری تمامی دانش آموزان پایه نهم شهرستان رباط کریم که در سال ۱۴۰۱-۱۴۰۰ مشغول به تحصیل هستند، بود که از بین آن ها ۲۰۰ دانش آموز پایه نهم (۱۰۰ دختر و ۱۰۰ پسر) به روش نمونه گیری تصادفی انتخاب شدند. ابزار پژوهش یک پرسشنامه پژوهشگر ساخته شامل ۱۷ سوال از مباحث مرتبط با پیوندهای شیمیایی علوم تجربی پایه نهم بود که روایی آن توسط دو نفر از اعضای هیئت علمی شیمی دانشگاه فرهنگیان و دو نفر از دبیران علوم تجربی که در پایه نهم تدریس می کردند، تایید شد. پایایی پرسشنامه با روش آلفای کرونباخ ۰/۷۵ محاسبه شد. سوالات پرسشنامه در سه مقوله مفهوم پیوند شیمیایی، پیوند یونی و پیوند کووالانسی دسته بندی شد. داده ها با کمک نرم افزار SPSS۲۶ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین کج فهمی مربوط به عدم درک ماهیت و نحوه تشکیل پیوندهای یونی و کووالانسی بود. نتایج تحلیل واریانس تک متغیری نشان داد که از نظر ترکیب متغیرهای وابسته بین گروه دختران و پسران در متغیرهای مستقل شامل مفهوم پیوند شیمیایی ( $\eta^2=0/000$ )، پیوند یونی ( $F=8/489, p>0/05$ )، پیوند کووالانسی ( $F=0/082, p>0/05$ ) و پیوند کووالانسی ( $F=0/367, p>0/05$ )، تفاوت معنی دار وجود ندارد.

**کلیدواژه ها:** کج فهمی، پیوندهای شیمیایی، پیوند یونی، پیوند کووالانسی، علوم نهم.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

۱. استادیار گروه علوم پایه دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران، نویسنده مسئول، smm4566@cfu.ac.ir

۲. استادیار گروه علوم پایه دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران.

۳. دبیر شیمی شهرستان رباط کریم، ایران.

## مقدمه

آموزش علوم می‌کوشد دانش‌آموزان را به کسب دانش علمی وادار کند. دانش به‌طور مداوم در حال توسعه است. افراد معانی و مفاهیم را تعبیر می‌دهند تا با برداشت‌های خود از دانش مطابقت داشته باشد. بنابراین، معنا به‌عنوان محصول نهایی توانایی شناختی است. از طریق تعامل فرد با موقعیت‌های پیچیده‌تر، معانی تقویت، گسترش یا حذف می‌شوند. پیازِه<sup>۱</sup> (۱۹۵۰) معتقد است که کسب دانش فرآیندی از خودسازی است و این یادگیرنده است که دانش را کشف می‌کند و همان‌طور که در حال توسعه و تعامل با محیط است، به کشف دانش می‌پردازد.

یادگیری یک فرآیند تجمعی و پویا است. تمام دانش جدید به دانش قبلی دانش‌آموزان اضافه می‌شود. بین دانش جدید و دانش موجود تعامل وجود دارد. از این منظر، دانش را نمی‌توان به‌سادگی از معلم به یادگیرنده منتقل کرد بلکه هر فردی دانش جدید را در ذهن خود ایجاد می‌کند (تا بر و واتس<sup>۲</sup>، ۱۹۹۷). آزوبل<sup>۳</sup> (۱۹۶۸) بیان کرد که مهم‌ترین عاملی که بر یادگیری تأثیر می‌گذارد، آن چیزی است که یادگیرنده از قبل می‌داند. پس ابتدا باید به این دانش پی برد و سپس به تدریس پرداخت.

دانش‌آموزان قبل از آموزش علوم دارای ایده‌هایی درباره پدیده‌ها هستند. آن‌ها در مورد پدیده‌ها باورهایی دارند و آن‌ها را با خود به کلاس‌های علوم می‌آورند. این دیدگاه‌ها بر یادگیری علوم توسط آن‌ها تأثیر می‌گذارد. سه فرض درباره شیوه تعامل ایده‌های دانش‌آموزان با تعاملات کلاس درس قابل‌تصور است. فرض اول این است که دانش‌آموزان با دانش کم یا بدون دانش مرتبط با محتوای آموزش وارد کلاس می‌شوند. فرض دوم این است که ایده‌های دانش‌آموزان را می‌توان به‌راحتی با استفاده از آموزش مؤثر جایگزین کرد. نقش معلمان در این فرض بسیار مهم است. بر اساس فرض سوم، ایده‌های دانش‌آموزان در برابر تغییر با دانش جدید مقاوم است. تعامل بین دانش آن‌ها و دانش جدید ممکن است نتایج متفاوتی به همراه داشته باشد. مثلاً؛ دانش‌آموز ایده خود را دست‌نخورده حفظ کند و یا دانش آموز هم مفاهیم خود و هم مفاهیم جدیدی را که در مدرسه آموخته است حفظ کند و یا این دو را با هم تلفیق کند.

از این رو بسیاری از محققان معتقد هستند که در فرآیند یادگیری، دانش‌آموزان با استفاده از تجربیات، ساختارهای ذهنی، توانایی‌ها و باورهای خود، دانش جدید را سازمان‌دهی می‌کنند و از این طریق دانش جدید را می‌سازند (ناکله<sup>۴</sup>، ۱۹۹۲؛ آزبورن و فریرگ<sup>۵</sup>، ۱۹۹۶). یادگیری معنادار زمانی اتفاق می‌افتد که دانش قبلی یادگیرنده با دانش جدید تعامل داشته باشد و برعکس یادگیری طولی‌وار زمانی رخ می‌دهد که هیچ تعاملی بین این دانش قبلی و دانش جدید وجود نداشته باشد.

چندین تحقیق نشان داده است که دانش‌آموزان تصورات قبلی زیادی در مورد موضوعات علوم دارند. ذهن دانش‌آموزان جعبه‌های خالی نیست که معلمان آن را با دانش پر کنند. وقتی دانش‌آموزان وارد کلاس می‌شوند، تصورات، باورها و ایده‌های زیادی در مورد پدیده‌های علمی دارند. آن‌ها از این ایده‌های غیررسمی برای معنا بخشیدن به جهان استفاده می‌کنند و از دانش قبلی خود در تمام زندگی خود استفاده می‌کنند (ناکله، ۱۹۹۲). این ایده‌های غیررسمی به‌عنوان «پیش‌برداشت‌ها» (نواک<sup>۶</sup>، ۱۹۷۷)، «مفاهیم جایگزین» (درایور و اریکسون<sup>۷</sup>، ۱۹۸۳) و یا «کج‌فهمی‌ها»<sup>۸</sup> (ناکله، ۱۹۹۲)، توصیف و نام‌گذاری شده‌اند.

شیمی مفاهیم انتزاعی زیادی دارد که دانش‌آموزان در درک و یادگیری آن‌ها با مشکل مواجه هستند. این مفاهیم مهم هستند زیرا اگر این مفاهیم زیربنایی توسط فراگیران به‌درستی درک نشوند، مفاهیم یا نظریه‌های علمی بعدی قابل‌درک نخواهند بود. ناکله (۱۹۹۲) مدعی شد که بیشتر دانش‌آموزان در درک مفهومی شیمی مشکل دارند و با وجود تلاش زیاد برای امتحانات شیمی در امتحانات ناموفق هستند.

<sup>۱</sup> Piaget<sup>۲</sup> Taber & Watts<sup>۳</sup> Ausubel<sup>۴</sup> Nakhleh<sup>۵</sup> Osborne & Freyberg<sup>۶</sup> Novak<sup>۷</sup> Driver & Erickson

کج‌فهمی‌ها یکی از دلایل عدم یادگیری کارآمد و معنادار محسوب می‌شوند. در شیمی، مطالعات زیادی وجود دارد که بر کج‌فهمی‌های مربوط به ذرات ماده (نوویک و نوسام<sup>۱</sup>، ۱۹۸۱)؛ مفهوم مول (یالچینالپ، گبان و اوزکان<sup>۲</sup>، ۱۹۹۵)؛ الکتروشیمی (گارنت و ترگست<sup>۳</sup>، ۱۹۹۲)، تعادل شیمیایی (بانجری<sup>۴</sup>، ۱۹۹۱) و پیوندهای شیمیایی (یاروچ<sup>۵</sup>، ۱۹۸۵) متمرکز بودند. حیدر<sup>۶</sup> (۱۹۹۷) دریافت که استدلال رسمی و دانش قبلی نقش مهمی را در توسعه مفاهیم دانش‌آموزان ایفا می‌کنند. مطالعه او نشان داد منابع ممکن کج‌فهمی‌ها عبارتند از:

- استدلال ماکروسکوپی: دانش‌آموزان ممکن است در ترجمه و تفسیر رفتارهای قابل مشاهده‌ی ماده در مقیاس مولکول‌ها و اتم‌ها مشکل داشته باشند.

- ابزارهای آموزشی: دانش‌آموزان ممکن است که ابزارها و وسایل آموزشی را به‌غلط تفسیر کنند.

وی پیشنهاد کرد که برنامه درسی شیمی باید موجب بالا بردن ارتباط بین تجارب ماکروسکوپی دانش‌آموزان و توضیحات میکروسکوپی علمی آن‌ها گردد. ابزارهایی باید در دسترس دانش‌آموزان قرار گیرد که به آن‌ها در توسعه پیوند بین مشاهدات ماکروسکوپی در آزمایشگاه و مدل‌های میکروسکوپی که شیمیدان‌ها برای توضیح آن‌ها استفاده می‌کنند، کمک کند. وی اشاره می‌کند که مفاهیم شیمیایی باید به‌وسیله ارائه‌های میکروسکوپی قبل از کاربرد ریاضی توضیح داده شوند.

پیوند شیمیایی از جمله مفاهیم بنیادی در شیمی متوسطه محسوب می‌شود که جنبه انتزاعی دارد. یادگیری پیوند شیمیایی مستلزم دانستن جزئیات و مفاهیم پیچیده‌ای است که یادگیری آن را برای بسیاری از دانش‌آموزان دشوار می‌کند. وجود انواع مختلف پیوندهای شیمیایی (فلزی، یونی، کووالانسی، قطبی و غیرقطبی، بین مولکولی و ...)، مفاهیم انتزاعی و عدم درک مفهومی آن‌ها منشا ایجاد کج‌فهمی‌های متعددی در دانش‌آموزان است. این عدم درک مفهومی پیوندهای شیمیایی، بسیاری از دانش‌آموزان را به سمت حفظ کردن طوطی‌وار مفاهیم و در نتیجه شکل‌گیری کج‌فهمی‌ها سوق می‌دهد (اصغری لالمی و امانی، ۱۴۰۰).

از آنجا که در کتاب علوم تجربی پایه نهم مبحث پیوندهای شیمیایی به تفصیل بیان شده است و زمینه را برای یادگیری مفاهیم پیچیده‌تر مرتبط با پیوندهای شیمیایی در شیمی دوره متوسطه دوم فراهم می‌کند در این پژوهش سعی شده است تا کج‌فهمی‌های مرتبط با مفاهیم پیوندهای شیمیایی در بین دانش‌آموزان پایه نهم مورد بررسی و شناسایی قرار گیرد. امید است نتایج این پژوهش که در بین دانش‌آموزان شهرستان رباط کریم انجام شده است بتواند به دبیران شیمی در شناسایی کج‌فهمی‌های مشابه در دانش‌آموزان خود و تلاش در صدد رفع آن‌ها کمک کند.

### پیشینه پژوهش

توپال<sup>۷</sup> (۲۰۱۸)، یک تحقیق توصیفی از کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان ترکیه در مورد مفاهیم رایج علوم عمومی ارائه نمود. متغیرهایی مانند جنسیت، نوع مدرسه، کلاس، سن و سطح مدرسه در این مطالعه مورد سنجش قرار گرفت. جامعه آماری ۷۴۹ نفر (۳۶۴ مرد، ۳۸۵ زن) از دو مدرسه راهنمایی دولتی، دو دبیرستان دولتی، یک دبیرستان خصوصی در منطقه آنکارا بود. تجزیه و تحلیل داده‌ها با در نظر گرفتن نمرات دانش‌آموزان در رشته‌های علوم، زیست‌شناسی، فیزیک و شیمی، نمرات کل دانشجویان و پاسخ آن‌ها به هر مورد انجام شد. برای درک ارتباط بین میانگین نمرات در جنسیت و نوع مدرسه تفاوت معنی‌داری وجود دارد، آزمون t مستقل استفاده شد. برای تعیین اینکه آیا بین میانگین نمرات تفاوت معناداری وجود دارد یا خیر، از ANOVA یک‌طرفه استفاده شد. علاوه بر این ضرایب همبستگی پیرسون بین نمرات کل دانشجویان و نمرات دروس علوم، زیست‌شناسی، فیزیک و شیمی آن‌ها محاسبه شد. داده‌ها نشان داد که کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در مورد موضوعات علوم از جنسیت و نوع مدرسه مستقل است. علاوه بر این، دانش‌آموزان هنوز کج‌فهمی‌هایی در خصوص موضوعات جریان الکتریکی و تغییر وضعیت آب داشتند.

<sup>۱</sup> Novick & Nussbaum

<sup>۲</sup> Yalcınalp, Geban & Ozkan

<sup>۳</sup> Garnett & Treagust

<sup>۴</sup> Banjere

<sup>۵</sup> Yaroch

<sup>۶</sup> Haidar

<sup>۷</sup> Topal

سوهارتو<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۹)، در مقاله‌ای مروری، بر کج‌فهمی‌های رایج دانشجویان در علوم و ابزارهای ارزیابی آن‌ها متمرکز شدند. هم‌چنین این مقاله مقایسه‌ای از نقاط ضعف و نقاط قوت از ابزارهایی که در مقالات سال‌های قبل منتشر شده بود، ارائه کرد. این مطالعه نشان داد که علم فیزیک، شیمی آلی و مفاهیم زیست‌شناسی مولکولی در علم عمدتاً باعث کج‌فهمی دانش‌آموزانش شده است. این تحقیق نشان داد که مصاحبه (۱۰/۷۴٪)، آزمون‌های چندگزینه‌ای ساده (۲۳/۲۳٪) و آزمون‌های چندلایه (۰۶/۰۳۳٪) و آزمون‌های آزاد (۲۳/۹۷٪) معمولاً به‌عنوان آزمون‌های تشخیصی استفاده می‌شوند. یک کاربر خبره مانند معلمان و محققان باید هنگام استفاده از ارزیابی تشخیصی در فرایند یادگیری، آگاه باشند. انتظار می‌رود این مطالعه به محققان و معلمان کمک کند تا بهترین ابزار مورد استفاده در ارزیابی کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان و بررسی موضوعات رایج علمی که باعث برداشت‌های غلط شده‌اند، تصمیم بگیرند.

هارمالا براسکن<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۲۰)، در مقاله‌ای کج‌فهمی‌های معلمان آینده مدارس فنلاند در مورد مفاهیم اساسی در شیمی را بررسی نمودند. داده‌ها در طی سال‌های ۲۰۱۶-۲۰۱۲ در میان معلمان در فنلاند جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد که هر ساله تقریباً ۸۰-۴۰٪ معلمان مدارس همانند کودکان ۵ تا ۱۲ ساله (بسته به مفاهیم مورد بررسی) همان کج‌فهمی‌ها را داشتند. هم‌چنین معلمان ابتدایی، پایه و اساس محکمی در شیمی در طول سال تحصیلی خود ایجاد نکرده بودند و این امر نشان می‌دهد که این مسئله باید در مدارس فنلاند به‌طور مؤثرتری مورد توجه قرار گیرد. برای بالا بردن کیفیت آموزش مدارس، بسیار مهم است که برنامه‌های درسی آموزش معلمان این موارد را در نظر بگیرند که روش‌های آموزش در دوره‌های علوم برای معلمان آینده توسعه داده شود. این پژوهش با رویکردی کاربردی از نوع پژوهش‌های توصیفی با هدف بررسی و توصیف میزان درک تصورات ذهنی دانش‌آموزان بود. در پژوهشی که توسط احمدآبادی (۱۳۹۹) برای بررسی میزان درک و توانایی دانش‌آموزان پایه دوازدهم در کاربرد الگوی تفکر چندسطحی جانستون و هم‌چنین کشف کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در مورد پیوندهای شیمیایی انجام شد مشخص گردید که اگرچه اغلب دانش‌آموزان می‌توانند توضیح و شرح درستی از پیوندهای یونی و 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 تصوراتی 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 اشاره کرد.

### روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر، با توجه به ماهیت آن، کاربردی بوده و با استفاده از روش‌های کیفی و کمی انجام شده است. روش پژوهش پیمایشی بوده است. جامعه آماری پژوهش شامل تمامی دانش‌آموزان دختر و پسر پایه نهم شهرستان رباط کریم استان تهران بوده است که در سال ۱۴۰۱-۱۴۰۰ مشغول به تحصیل بودند. از بین این دانش‌آموزان، ۱۰۰ دانش‌آموز دختر و ۱۰۰ دانش‌آموز پسر به روش نمونه‌گیری تصادفی به‌عنوان نمونه پژوهشی انتخاب شدند. ابزار پژوهش شامل یک پرسشنامه محقق ساخته شامل ۱۷ سؤال چندگزینه‌ای بود که پس از بررسی دقیق کتاب درسی علوم پایه نهم و مقوله‌بندی مبانی نظری، مشورت با اساتید متخصص آموزش شیمی و آموزش علوم در دانشگاه فرهنگیان، دبیران شیمی و علوم تجربی که در پایه نهم و بالاتر تدریس داشتند، تهیه شد. روایی صوری و محتوایی ابزار، از طریق چهار نفر صاحب‌نظر مورد تأیید قرار گرفت. ضریب پایایی پرسشنامه بعد از توزیع مقدماتی بین ۳۰ نفر از افراد جامعه، به روش آلفای کرونباخ، ۰/۷۵ محاسبه شد. داده‌های گردآوری‌شده با استفاده از نرم افزار SPSS۲۶ مورد تحلیل قرار گرفت. سؤالات پرسشنامه در سه مقوله پیوند یونی، پیوند کووالانسی و مفهوم پیوند شیمیایی دسته‌بندی شد که به‌عنوان متغیرهای وابسته در نظر گرفته شدند. در پژوهش حاضر برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از شاخص‌های آمار توصیفی فراوانی و میانگین و پس از بررسی مفروضات نرمال بودن، از آزمون‌های آماری تحلیل واریانس تک متغیری استفاده شد. سطح معناداری ۹۵٪ برای تجزیه و تحلیل داده‌ها در نظر گرفته شد.

<sup>۱</sup> Soeharto

<sup>۲</sup> Harmalaa-Brasken

### سؤال‌های پژوهش

پژوهش حاضر به منظور تعیین کج‌فهمی‌های مربوط به مفهوم پیوندهای شیمی در کتاب علوم تجربی پایه نهم انجام شد که ۲۰۰ دانش‌آموز پایه نهم در آن شرکت داشتند. سؤالات پژوهش به شرح زیر است:

سؤال اصلی پژوهش: دانش‌آموزان پایه نهم در مورد مفهوم پیوند شیمیایی و انواع پیوندهای شیمیایی (پیوند یونی و پیوند کووالانسی) چه نوع کج‌فهمی‌هایی دارند؟

سؤال فرعی پژوهش: آیا تفاوت معناداری بین کج‌فهمی‌های دختران و پسران پایه نهم در مورد مفهوم پیوند شیمیایی و انواع پیوندهای شیمیایی (پیوند یونی و پیوند کووالانسی) وجود دارد؟

### یافته‌های پژوهش

پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها، داده‌ها وارد نرم‌افزار SPSS۲۶ شد. سپس مفروضه‌های نرمال بودن و همگنی واریانس‌ها مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین نرمال بودن توزیع متغیرهای پژوهش از آماره کجی و کشیدگی استفاده شد که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. شاخص‌های کجی و کشیدگی متغیرهای پژوهش

متغیرها	کجی	کشیدگی
مفهوم پیوند شیمیایی	۰/۱۳۲	-۰/۱۹۰
پیوند یونی	۰/۰۸۳	-۰/۱۸۲
پیوند کووالانسی	۰/۵۱۰	-۰/۰۷۷

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود شاخص‌های کجی و کشیدگی در هر سه متغیر پژوهش کوچک‌تر از قدر مطلق ۳ هستند. چو و بنتلر (۱۹۹۵) نقطه برش  $\pm 3$  را برای مقدار کجی مناسب می‌دانند. برای شاخص کشیدگی نیز به‌طور کلی مقادیر بیش از  $\pm 10$  در پژوهش‌های چندمتغیری مسئله‌آفرین است (کلاین، ۲۰۱۵). مقادیر بدست آمده برای کجی و کشیدگی متغیرها حاکی از تحقق پیش فرض نرمال بودن برای تمام شاخص‌ها است. در ادامه برای تعیین همگنی واریانس‌های متغیرهای پژوهش آزمون لوین استفاده شد که نتایج آن در جدول ۲ گزارش شده است.

جدول ۲. آزمون لوین بیانگر مفروضه همگنی واریانس‌های متغیرهای پژوهش

متغیرها	F	Df۱	Df۲	P
مفهوم پیوند شیمیایی	۰/۴۴۸	۱	۱۹۸	۰/۵۰۴
پیوند یونی	۱/۱۴۱	۱	۱۹۸	۰/۲۸۷
پیوند کووالانسی	۰/۳۳۸	۱	۱۹۸	۰/۵۶۲

با توجه به جدول ۲ می‌توان مشاهده کرد که آزمون لوین در مورد هیچ‌کدام از متغیرهای پژوهش معنادار نیست ( $p > 0.05$ ) که این نشان‌دهنده برآورده شدن مفروضه همگنی واریانس است.

### بررسی سؤال‌های پژوهش

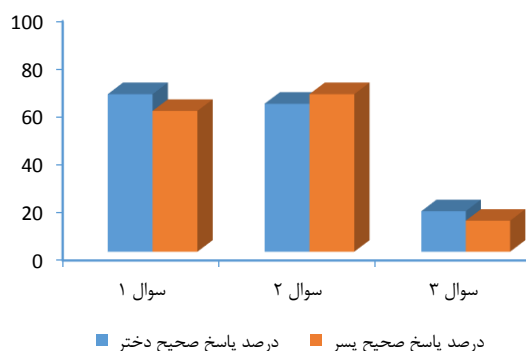
سؤال اصلی پژوهش: دانش‌آموزان پایه نهم در مورد مفهوم پیوند شیمیایی و انواع پیوندهای شیمیایی (پیوند یونی و پیوند کووالانسی) چه نوع کج‌فهمی‌هایی دارند؟

همان‌طور که در روش پژوهش بیان شد برای بررسی سؤال اصلی پژوهش، پرسشنامه محقق‌ساخته‌ای حاوی ۱۷ سؤال طراحی شد. سؤالات پرسشنامه در سه بخش پیوند یونی (۱۰ سؤال)، پیوند کووالانسی (۴ سؤال) و مفهوم پیوند شیمیایی (۳ سؤال)

دسته‌بندی شد. جدول‌های ۳-۵ درصد پاسخگویی، خی دو و سطح معناداری پاسخ دو گروه دانش‌آموزان (دختر و پسر) و هم‌چنین کل دانش‌آموزان به سؤال‌های پرسشنامه را نشان می‌دهد. در نمودارهای ۱-۳ نیز درصد پاسخگویی دانش‌آموزان به سؤالات پرسشنامه جهت مقایسه آورده شده است.

جدول ۳. درصد پاسخگویی دانش‌آموزان به سؤال‌های بخش مفهوم پیوند شیمیایی (N=۲۰۰)

سطح معنی‌داری	$\eta^2$	٪ پاسخ نادرست			٪ پاسخ درست			سوال‌ها
		کل	پسر	دختر	کل	پسر	دختر	
۰/۰۰۰	۱۲/۵۰۰	۳۷/۵	۴۱	۳۴	۶۲/۵	۵۹	۶۶	۱- در مورد پیوندهای شیمیایی کدام یک از قضاوت‌های زیر صحیح است؟ - هر اتمی می‌تواند پیوند شیمیایی تشکیل دهد. - در پیوند کووالانسی، الکترون‌ها به اشتراک گذاشته می‌شوند. - در پیوند یونی، تبادل پروتون وجود دارد.
۰/۰۰۰	۱۵/۶۸۰	۳۶/۰	۳۴	۳۸	۶۴/۰	۶۶	۶۲	۲- کدام یک از مقادیر زیر در تشکیل پیوند شیمیایی در عناصر شرکت‌کننده تغییر می‌کند؟ تعداد الکترون‌ها تعداد نوترون‌ها
۰/۰۰۰	۳۵/۲۸۰	۸۵/۰	۸۷	۸۳	۳۰/۰	۱۳	۱۷	۳- کامل‌ترین پاسخ در مورد $\text{NaCl}$ و $\text{CO}_2$ کدام است؟ $\text{NaCl}$ از مولکول تشکیل نشده است. $\text{CO}_2$ از مولکول تشکیل شده است. $\text{NaCl}$ پیوند یونی و $\text{CO}_2$ پیوند کووالانسی دارد. $\text{NaCl}$ از مولکول تشکیل نشده است اما $\text{CO}_2$ از مولکول تشکیل شده است. $\text{NaCl}$ پیوند یونی و $\text{CO}_2$ پیوند کووالانسی دارد.




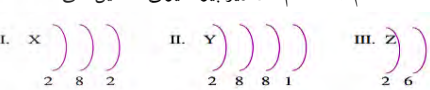
نمودار ۱. مقایسه پاسخ دانش‌آموزان دختر و پسر به سؤال‌های بخش مفهوم پیوند شیمیایی

با توجه به جدول ۳، میزان پاسخگویی به سؤال‌های ۱ و ۲ بر اساس آزمون خی دو و سطح معناداری آن که کمتر از ۰/۰۵

است نشان می‌دهد که پاسخ‌های درست به این ۲ سؤال به‌طور معناداری بیش‌تر از پاسخ‌های نادرست است. اما پاسخگویی به سؤال ۳ بر اساس آزمون خبی دو بدست آمده و سطح معناداری آن که کمتر از ۰/۰۵ است نشان می‌دهد که پاسخ‌های نادرست به این سؤال به‌طور معناداری بیش‌تر از پاسخ‌های درست است. مهم‌ترین علت پاسخ نادرست به سؤال ۳ ناشی از این موضوع است که دانش‌آموزان توانایی تشخیص کامل‌ترین پاسخ را نداشته‌اند و هر یک تنها به بخشی از پاسخ صحیح توجه داشته‌اند.

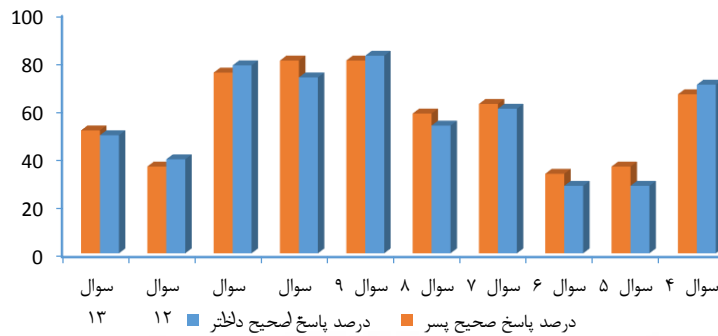
سوالات ۴ تا ۱۳ پرسشنامه مربوط به بررسی میزان درک دانش‌آموزان از مبحث پیوندهای یونی بود. میزان پاسخگویی دانش‌آموزان شرکت‌کننده در پژوهش به سوالات بخش پیوند یونی در جدول ۴ آورده است. با توجه به اطلاعات موجود در جدول ۴ و بر اساس آزمون خبی دو و سطح معناداری بدست آمده که کمتر از ۰/۰۵ است نتیجه گرفته می‌شود که میزان پاسخگویی به سؤال‌های ۴، ۷، ۹، ۱۰ و ۱۱ به‌طور معناداری بیش‌تر از پاسخ‌های نادرست است. همچنین پاسخگویی به سه سؤال ۵، ۶ و ۱۲ بر اساس مقدار خبی دو و سطح معناداری (کمتر از ۰/۰۵) نشان می‌دهد که پاسخ‌های نادرست به این سه سؤال به‌طور معناداری بیش‌تر از پاسخ‌های درست است. هدف سؤال ۵ این بوده است که دانش‌آموز گروه را با کمک مدل اتمی عناصر را با کمک مدل اتمی بور تشخیص دهد و بداند که پیوند یونی بین یک فلز و یک نافلز تشکیل می‌شود. در سؤال ۶ و ۱۲ کج‌فهمی دانش‌آموزان ناشی از این است که نمی‌توانند فلزات و نافلزات را تشخیص دهند و از آن برای بررسی امکان تشکیل پیوند یونی بین عناصرها استفاده کنند. در سؤال‌های ۸ و ۱۳ نیز با توجه به آزمون خبی دو و سطح معناداری آن‌ها که بیشتر از ۰/۰۵ است تفاوت معناداری بین پاسخ‌های صحیح و غلط مشاهده نمی‌شود.

جدول ۴. درصد پاسخگویی دانش‌آموزان به سؤال‌های بخش پیوند یونی (N=۲۰۰)

سطح معنی‌داری	$\eta^2$	% پاسخ نادرست			% پاسخ درست			سوال‌ها
		کل	پسر	دختر	کل	پسر	دختر	
۰/۰۰۰	۲۵/۹۲۰	۳۲/۰	۳۴	۳۰	۶۸/۰	۶۶	۷۰	۴- کدام یک از ترکیبات نشان داده‌شده در شکل از پیوندهای یونی تشکیل شده است؟ 
۰/۰۰۰	۲۵/۹۲۰	۶۸/۰	۶۴	۷۲	۳۲/۰	۳۶	۲۸	۵- کدام جفت اتم‌های زیر پیوند یونی تشکیل نمی‌دهند؟ 
۰/۰۰۰	۳۰/۴۲۰	۶۹/۵	۶۷	۷۲	۳۰/۵	۳۳	۲۸	۶- چه تعداد از مولکول‌های $H_2O$ , $CO_2$ , $NaCl$ ، $H_2S$ ، $HF$ ، $CH_4$ دارای پیوند یونی هستند؟
۰/۰۰۲	۹/۶۸۰	۳۹/۰	۳۸	۴۰	۶۱/۰	۶۲	۶۰	۷- ذره با بار منفی چه نام دارد؟ مولکول اتم کاتیون آنیون
۰/۱۲۰	۲/۴۲۰	۴۵/۵	۴۲	۴۷	۵۵/۵	۵۸	۵۳	۸- در پیوند یونی نافلزها با ... الکترون به ... و فلزها با... الکترون به ... تبدیل می‌شوند.
۰/۰۰۰	۷۶/۸۸۰	۱۹/۰	۲۰	۱۸	۸۱/۰	۸۰	۸۲	۹- اتم‌های $Na$ و $Cl$ در تشکیل $NaCl$ چگونه است؟ سدیم الکترون می‌گیرد و کلر الکترون می‌دهد. سدیم الکترون می‌دهد و کلر الکترون می‌گیرد. سدیم و کلر الکترون به اشتراک می‌گذارند. سدیم و کلر هر دو الکترون می‌گیرند.
۰/۰۰۰	۵۶/۱۸۰	۲۳/۵	۲۰	۲۷	۷۶/۵	۸۰	۷۳	۱۰- کدام یک ترکیب یونی نیست؟ سدیم کلرید، متیزیم کلرید، پتاسیم کلرید، هیدروژن کلرید
۰/۰۰۰	۵۶/۱۸۰	۲۳/۵	۲۵	۲۲	۷۶/۵	۷۵	۷۸	۱۱- پیوند یونی در بین اتم‌های کدام تشکیل می‌شود؟ دو نافلز دو فلز یک نافلز و یک فلز همه موارد
۰/۰۰۰	۱۲/۵۰۰	۶۲/۵	۶۴	۶۱	۳۷/۵	۳۶	۳۹	۱۲- از ترکیب شدن اتم‌های ... با ... یک ترکیب یونی ایجاد



								می شود. سدیم-نیترژن کربن - اکسیژن
								نیترژن- هیدروژن اکسیژن - هیدروژن
۱/۰۰۰	۰/۰۰۰	۵۰/۰	۴۹	۵۱	۵۰/۰	۵۱	۴۹	۱۳- با توجه به نماد شیمیایی منیزیم (Mg) و اکسیژن (O) ذره‌های سازنده‌ی منیزیم اکسید کدام است؟ Mg <sup>2+</sup> و O <sup>2-</sup> Mg <sup>+</sup> و O <sup>-</sup> Mg <sup>+</sup> و O <sup>2-</sup> Mg <sup>2+</sup> و O <sup>-</sup>

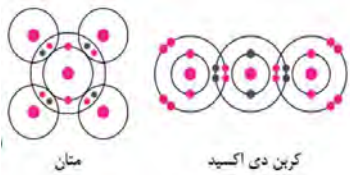


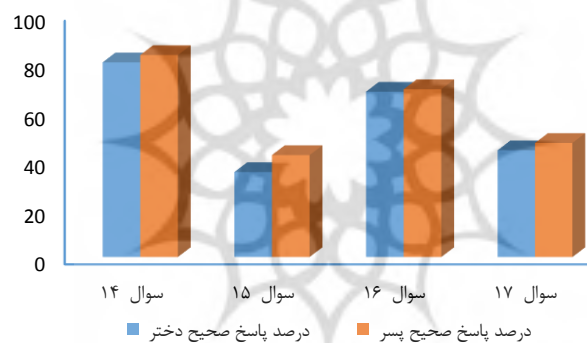
نمودار ۲. مقایسه پاسخ دانش آموزان دختر و پسر به سؤال‌های بخش پیوند یونی

سوالات ۱۴ تا ۱۷ پرسشنامه مربوط به مبحث پیوند کووالانسی بود. نتایج پاسخگویی دانش آموزان به سوالات این بخش در جدول ۵ آورده شده است. همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود میزان پاسخگویی به سؤال‌های ۱۴ و ۱۶ بر اساس آزمون خنثی دو بدست آمده و سطح معناداری آن که کمتر از ۰/۰۵ است نشان‌دهنده این است که پاسخ‌های درست به این سؤال‌ها به‌طور معناداری بیش‌تر از پاسخ‌های نادرست است. هم‌چنین پاسخگویی به سؤال‌های ۱۵ و ۱۷ بر اساس آزمون خنثی دو بدست آمده و سطح معناداری آن که کمتر از ۰/۰۵ است نشان می‌دهد که پاسخ‌های نادرست به این دو سؤال به‌طور معناداری بیش‌تر از پاسخ‌های درست است.

این نتایج نشان می‌دهد که دانش آموزان در درک نحوه تشکیل پیوند کووالانسی مشکل دارند و به روشنی درک نکرده‌اند که هر پیوند کووالانسی از اشتراک یک الکترون بین دو اتم نافلز به‌وجود می‌آید. از سوی دیگر دانش آموزان سوالات سطح دانشی را به راحتی پاسخ می‌دهند اما در پاسخگویی به سوالات سطوح بالاتر یادگیری از جمله سوالات تجزیه تحلیل و کاربرد با مشکل مواجه هستند. علت این امر حفظ کردن طوطی‌وار و عدم یادگیری معنادار در بین دانش آموزان شرکت کننده در این پژوهش است.



معنی‌داری سطح	$\eta^2$	% پاسخ نادرست			% پاسخ درست			
		کل	پسر	دختر	کل	پسر	دختر	
۰/۰۰۰	۷۹/۳۸۰	۱۸/۵	۱۷	۲۰	۸۱/۵	۸۳	۸۰	۱۴- نام پیوندی که در نتیجه اشتراک الکترون‌های دو اتم ایجاد می‌شود چیست؟ پیوند یونی پیوند فلزی پیوند کووالانسی پیوند هیدروژنی
۰/۰۰۱	۱۰/۵۸۰	۶۱/۵	۵۸	۶۵	۳۸/۵	۴۲	۳۵	۱۵- اتم کربن در متان و کربن دی‌اکسید به ترتیب چند پیوند کووالانسی ایجاد می‌کند؟  متان                      کربن دی‌اکسید
۰/۰۰۰	۲۷/۳۸۰	۳۱/۵	۳۱	۳۲	۶۸/۵	۶۹	۶۸	۱۶- تعداد پیوند کووالانسی در کدام بیشتر است؟ $\text{CH}_4$ $\text{NH}_3$ $\text{O}_2$ $\text{H}_2\text{O}$
۰/۰۰۰	۲۷/۳۸۰	۵۴/۵	۵۳	۵۶	۴۵/۵	۴۷	۴۴	۱۷- مولکولی با دو اتم کربن و چهار اتم هیدروژن، چند پیوند کووالانسی دارد؟



نمودار ۳. مقایسه پاسخ دانش‌آموزان دختر و پسر به سؤال‌های بخش پیوند کووالانسی

بررسی سؤال فرعی پژوهش: آیا تفاوت معناداری بین کج‌فهمی‌های دختران و پسران پایه نهم در مورد مفهوم پیوند شیمیایی و انواع پیوندهای شیمیایی (پیوند یونی و پیوند کووالانسی) وجود دارد؟  
برای بررسی این که آیا تفاوت معناداری بین کج‌فهمی‌های دختران و پسران پایه نهم در مورد مفهوم پیوند شیمیایی و انواع پیوندهای شیمیایی (پیوند یونی و پیوند کووالانسی) وجود دارد یا نه از آزمون تحلیل واریانس تک متغیری استفاده شد که نتایج آن در جدول ۶ آورده شده است. همان‌طور که نتایج تحلیل واریانس تک متغیری نشان می‌دهد بین متغیرهای پژوهش با جنسیت تفاوت معناداری مشاهده نمی‌شود ( $p > 0.05$ ). هم‌چنین درصد پاسخگویی دختران و پسران به تفکیک هر سؤال در نمودارهای ۱ تا ۳ آورده شده است که نشان می‌دهد تفاوت معناداری بین میزان پاسخگویی به هیچ یک از سوالات آزمون مشاهده نمی‌شود.

جدول ۶. نتایج حاصل آزمون تحلیل واریانس تک متغیری جهت تعیین اثرات بین آزمودنی‌ها

$\eta^2$	P	F	میانگین مجدورات	DF	مجموع مجدورات	متغیر وابسته	متغیر مستقل
۰/۰۰۰	۰/۰۰۵	۸/۴۸۹	۳۱/۲۰۵	۱	۳۱/۲۰۵	جنسیت	مفهوم پیوند شیمیایی
۰/۰۰۰	۰/۷۷۵	۰/۰۸۲	۱/۲۸۰	۱	۱/۲۸۰		پیوند یونی
۰/۰۰۰	۰/۵۴۵	۰/۳۶۷	۲/۸۸۰	۱	۲/۸۸۰		پیوند کووالانسی

### بحث و نتیجه گیری

کج فهمی به تصورات قبلی، افکار و باورهای غیر علمی و مفاهیم درهم اشاره می کند و حالتی را نشان می دهد که در آن عقاید دانش آموزان با تفسیر علمی مدرن کاملاً مغایر است (عظمت، خدایی، ۱۳۹۸). کج فهمی ها بسیار قوی و ماندگار هستند و به سادگی اصلاح نمی شوند، بنابراین بهتر است به جای تمرکز بر روی تصحیح کج فهمی ها، از شکل گیری آن ها جلوگیری شود. اولین گام برای جلوگیری از ایجاد کج فهمی ها، شناخت آن ها است. آگاهی از اشتباهات دانش آموزان، یکی از مؤلفه های دانش محتوایی پداگوژیکی است که جایگاه مهمی برای تشکیل دانش محتوایی شیمی دارد.

عمده ترین کج فهمی های شناسایی شده در این تحقیق مربوط به عدم تشخیص تفاوت پیوند یونی و کووالانسی است که از مهم ترین و گسترده ترین مباحث کتاب درسی علوم نهم هست. یکی از دلایل بروز این گونه کج فهمی ها عدم توصیف و شرح کامل این مبحث در کتب درسی است. کج فهمی های مربوط به پایداری ذرات و قاعده هشتتایی شدن عناصر یکی دیگر از انواع کج فهمی های رایج شناسایی شده در این پژوهش است. عدم درک صحیح ماهیت پیوند نیز از کج فهمی هایی است که در این پژوهش شناسایی شد. هم چنین دانش آموزان در تشخیص نوع پیوند و علت تشکیل پیوند دچار کج فهمی هستند. در مبحث پیوند کووالانسی دانش آموزان درباره ی نحوه ی به اشتراک گذاشتن الکترون ها درک کافی ندارند به طوری که در سؤالی که از دانش آموزان خواسته شده بود با وجود دو اتم کربن و چهار اتم هیدروژن، چند پیوند کووالانسی تشکیل می شود ۵۵٪ آن ها پاسخ اشتباه داده بودند که نشان دهنده کج فهمی عمیق در این مبحث است. همچنین در سؤال ۱۶ که پرسیده شده بود تعداد پیوندهای کدام ترکیب از همه بیشتر است حدود ۳۲٪ پاسخ اشتباه داده بودند که حاکی از کج فهمی و عدم درک درست از نحوه برقراری پیوند کووالانسی است. همچنین در بررسی پاسخ های دانش آموزان مربوط به نحوه تشکیل پیوند یونی، دانش آموزان باید بتوانند تشخیص دهند که چه نوع عناصری می توانند با یکدیگر پیوند یونی تشکیل دهند اما برخی از دانش آموزان در این زمینه دچار کج فهمی بودند و نتوانسته بودند پاسخ صحیح را انتخاب کنند.

نتایج این تحقیق نشان داد که دانش آموزان دارای کج فهمی های متعددی در مباحث مربوط به پیوندهای هستند که می تواند مانع از یادگیری معنادار و عمیق این مفاهیم شود و در یادگیری شیمی در دوره متوسطه دوم مشکل ایجاد نماید، پس لازم است تا معلمان نسبت به شناسایی و رفع این کج فهمی ها اقدام نمایند.

- احمدآبادی، زهرا. (۱۳۹۹). بررسی کج‌فهمی‌ها در پیوندهای شیمیایی براساس الگوی تفکر چند سطحی جانستون. فصلنامه پژوهش در آموزش شیمی، ۲(۱)، ۲۵-۴۰.
- اصغری لالمی، نسیم، امانی، وحید. (۱۴۰۰). عوامل مؤثر در کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان و دانشجویان در زمینه پیوند شیمیایی. فصلنامه پژوهش در آموزش شیمی، ۳(۲)، ۱۹-۳۶.
- عظمت، جعفر، خدایی، علیرضا. (۱۳۹۸). بررسی کج‌فهمی‌های رایج دانش‌آموزان در مفاهیم مرتبط با پیوندهای شیمیایی. فصلنامه پژوهش در آموزش شیمی، ۱(۴)، ۸۹-۷۳.
- Ausubel, D.P. (۱۹۶۸). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Banjeree, A.C. (۱۹۹۱). Misconceptions of students and teachers in chemical equilibrium. *Int J Sci Edu*, ۱۳, ۴۸۷- ۴۹۴.
- Chou, C.-P., & Bentler, P. M. (۱۹۹۵). *Estimates and tests in structural equation modeling*. The Guilford Press.
- Driver, R. & Erickson, G. (۱۹۸۳). Theories in action: some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science. *Study Sci Edu*, ۱۰, ۳۷- ۶۰.
- Garnett, P. J., & Treagust, D. F. (۱۹۹۲). Conceptual difficulties experienced by senior high school students in electrochemistry: Electrochemical (Galvanic) and electrolytic cells. *J Res Sci Teach*, ۲۹, ۱۰۷۹-۱۰۹۹.
- Haidar, A.H. (۱۹۹۷) 'Prospective Chemistry Teachers' Conceptions of the Conservation of Matter and Related Concepts', *J Res Sci Teach*, ۳۴(۲), ۱۸۱-۱۹۷.
- Harmala-Brasken, A-S., Hemmi, K., Kurten, B. (۲۰۲۰). Misconceptions in chemistry among Finnish prospective primary school teachers – a long-term study. *Int J Sci Edu*, ۴۲(۹), ۱۴۴۷- ۱۴۶۵.
- Kline, R. B. (۲۰۱۵). *Principles and practice of structural equation modeling*. Guilford publications.
- Nakhleh, M. B. (۱۹۹۲). Why some students don't learn chemistry? Chemical misconceptions. *Journal of Chem Edu* ۶۹: ۱۹۱-۱۹۶.
- Novak, J. D. (۱۹۷۷). *A theory of Education*. Ithaca, NY: Cornell University press.
- Novick, S., and Nussbaum, J., (۱۹۸۱). Pupils' understanding of the particulate nature of matter: A cross age study. *Sci Edu*, ۶۵(۲), ۱۸۷- ۱۹۶.
- Osborne, R. J. & Freyberg, P. (۱۹۹۶) *Learning in science: the implications of children's science* (Oxford, Heinemann Education).
- Soeharto, S., Csapo, B., Sarimanah, E., Sabri, T. (۲۰۱۹). A Review of Students' Common Misconceptions in Science and Their Diagnostic Assessment Tools. *J Pendi IPA Indonesia* ۸(۲), ۲۴۷-۲۶۶.
- Taber, K. S., & Watts, M. (۱۹۹۷). Constructivism and concept learning in chemistry perspective from a case study. *Res Edu*, ۵۸, ۱۰-۲۰.
- Topal, E. (۲۰۱۸). *A descriptive investigation of Turkish students' misconceptions on common science concepts*. Bilkent University, Master's degree Thesis.
- Yalçınalp, S. & Geban, Ö. & Özkan, I., (۱۹۹۵) Effectiveness of using computer assisted supplementary instruction for teaching the mole concept. *J Res Sci Teach*, ۳۲, ۱۰۸۳-۱۰۹۵.

Yarroch, W. L. (۱۹۸۵). Student understanding of chemical equation balancing. *J Res SciTeach*, ۲۲, ۴۴۹-۴۵۹.

