دانشگاه فرهنگیان *Farhangian University*
فصلنامه پویش در آموزش علوم پایه *Quarterly Journal of Education in Basic Sciences*
دوره دهم، شماره ۳۵، تابستان ۱۴۰۳ *Volume 10, Issue 35, Summer, 2024*

بررسی کج فهمی‌های رایج دانش‌آموزانِ دوره متوسطه دوم در مسائل شیمیایی و مفاهیم مربوط به فصل اول کتاب شیمی دهم

محمدرسول ملاابراهیمی [۱]، سید امیرمهدی رضوی [۲]، وحید امانی [۳]

دریافت:۱۴۰۲/۳/۱۶ پذیرش:۱۴۰۳/۲/۲۹

چکیده

در پژوهش حاضر به بررسی کج فهمی‌های رایج دانش آموزانِ دوره متوسطه دوم در مسائل شیمیایی و مفاهیم مربوط به فصل اول کتاب شیمی دهم می‌پردازیم. در این پژوهش تعداد ۵۳ نفر از دانش‌آموزان پایه‌های دهم (۲۷ نفر) و یازدهم (۲۶ نفر) دبیرستان هیئت امنایی آزادگان واقع در منطقه ۱۷ شهر تهران مشارکت داشتند. برای انجام این پژوهش از روش توصیفی - تحلیلی و تحقیق میدانی استفاده شده است. به منظور جمع آوری اطلاعات، از یک پرسش‌نامه شامل پنج تست چهارگزینه ای استفاده شده است؛ در هر یک از تست‌ها، چهار استدلال پیشنهادی نیز ارائه شده است که دانش‌آموز می‌تواند به دلخواه یکی از این استدلال‌ها را انتخاب نماید. بررسی نتایج حاصل از پرسش‌نامه‌ها به روش طبقه بندیِ چالیک و ایاز انجام شده است. بنابر پژوهش انجام شده، دانش‌آموزان در مفاهیم تشخیص زیرلایه مناسب برای قرار دادن الکترون در آن طبق اصل آفبا، نوشتن آرایش الکترونی برخی از عناصر واسطه، تشخیص دسته عناصر، مفهوم جرم اتمی و عدد جرمی، وابستگی خواص شیمیایی و فیزیکی به ذرات زیر اتمی، تفاوت و ماهیت پیوندهای کوالانسی و یونی دچار کج فهمی‌های بسیاری هستند. عدم استفاده از محتواهای مناسب برای آموزش این مفاهیم، استفاده از روش‌های منسوخ آموزشی، ساعات مطالعه ناکافی برای فراگیری این مطالب، عدم استفاده از آزمون‌های تشخیصی حین تدریس و ... از جمله عواملی هستند که سبب بروز چنین کج فهمی‌هایی می‌شوند. استفاده از محتواهای دیجیتال به روز، تعامل مناسب با دانش‌آموزان و پاسخ‌دهی به سوالات آنان، استفاده از آزمون‌های تشخیصی، طبقه بندی تمرین‌ها و رسیدگی به مشکلات دانش‌آموزان می‌تواند در رفع کج فهمی‌های به وجود آمده در ذهن آنان، کمک شایانی کند.

واژگان کلیدی: کج فهمی، شیمی دهم، مسائل شیمیایی، یادگیری.

[۱] گروه آموزش شیمی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۸۸۹-۱۴۶۶۵، تهران، ایران، نویسنده مسئول، hsps.۱۳۷۹p@gmail.com

[۲] گروه آموزش شیمی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۸۸۹-۱۴۶۶۵، تهران، ایران.

[۳] گروه آموزش شیمی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۸۸۹-۱۴۶۶۵، تهران، ایران.

مقدمه

دانش[۱] و نحوه دستیابی به آن، مقوله ای است که بشر همواره در طول تاریخ به آن پرداخته و نظریات مختلفی را پیرامون این موضوع مطرح کرده است. برای مثال: افلاطون فیلسوف یونانی فکر می‌کرد که برای دستیابی به دانش و یادگیری، بکارگیری حواس و جمع آوری اطلاعات بدست آمده از آن طریق کافی نیست. وی بر این باور بود که تنها با استفاده از عقل و تفکر می‌توان به دانش حقیقی رسید و یاد گرفت. افلاطون عقیده داشت جهان مادی نمایش ناقصی از جهانی کامل و متعالی (جهانی فراتر از مکان و زمان) است. برای او دانش واقعی، نه از طریق مشاهده جهان مادی، بلکه از طریق استدلال و تفکر در مورد جهان متعالی بدست می‌آید. این دیدگاه فکری در سیر تاریخی پیشرفت علم به مرور جای خود را به تعاریف جدیدی از دانش داد (نیوالدو[۲]، ۲۰۱۱، ص ۳) .

در ادامه این سیر تاریخی ارسطو به عنوان یکی از شاگردان افلاطون که ابتدا نظریات او را پذیرفته بود بعداً به مخالفت با او پرداخت. تفاوت آنها در منبع و ماهیت دانشِ خلق شده بود. او ذهن و محتوای آن را نادیده نگرفت، ولی اطلاعات نشأت گرفته از حواس را آغازگر دانش معرفی کرد. بنابر نظر او قوانین حاکم بر دنیای تجربه، بایستی با فعالیت‌های ذهنی کشف شود. در ادامه این تعاریف و در سال‌های بعد، توربن[۳] دانش را اطلاعاتی سازماندهی و تجزیه و تحلیل شده دانست که به شکلی کاربردی و قابل درک، به منظور حل مسائل و یا تصمیم گیری درآمده است. پس از او وندراسپک و اسپیکروت[۴] بیان کردند دانش، مجموعه کاملی از دیدگاه‌ها، تجربیات و فرآیندهاست که درست و واقعی فرض شده و لذا راهنمای افکار، رفتارها و ارتباطات مردم است. در یکی از آخرین دیدگاه‌ها برای تعریف دانش، پروساک[۵] بر این عقیده بود که دانش، مخلوط سیالی از تجربیات چارچوب دار، ارزش‌ها، اطلاعات و نگرش‌های کارشناسی نظام یافته است که چارچوبی برای ارزشیابی و بهره‌گیری اطلاعات و تجربیات جدید بدست می‌دهد (هاشمیان، منهاج، ۱۳۸۶، ص ۲) .

پس از بررسی برخی از تعاریف دانش، بهتر است شیمی را به عنوان یک دانش تعریف کنیم. در یکی از تعاریف داریم: شیمی دانشِ شناسایی مواد، ساختار و خواص آنهاست. بررسی واکنش‌هایی که مواد را به یکدیگر تبدیل می‌کند نیز از دیگر ابعاد این دانش است. (پائولینگ[۶]، ۱۹۷۰، ص ۱) در تعریفی دیگر، شیمی مطالعه ماده و تغییرات آن است. این دانش اغلب به عنوان دانش مادر قلمداد می‌شود؛ زیرا دانش اولیه شیمی برای دانشجویانِ زیست‌شناسی، فیزیک، زمین‌شناسی، بوم‌شناسی و بسیاری از موضوعات دیگر ضروری بنظر می‌رسد. (چانگ[۷]، ۲۰۱۰، ص ۴) و در آخرین تعریف انتخاب شده، دانش شیمی به بررسی ساختار کل جهان مادی می‌پردازد. دانشِ مذکور مطالعه ماده و خواص آن، بررسی تغییرات و انرژی مربوط به این تغییرات در ماده را واشکافی می‌کند (سیلبربرگ[۸]، ۲۰۰۹، ص ۴) .

از آنجاکه موضوع مقاله در حیطه آموزش شیمی و مسائل و مشکلات مربوط به آن است، بهتر است پس از بررسی تعاریف دانش و به طور خاص دانش شیمی به تعریف آموزش و به طور خاص آموزش شیمی پرداخته و نکات مهم و چالش برانگیز در این حوزه را بیان کنیم؛ بنابراین به سراغ تعریف آموزش می‌رویم: در تعریفی از دکتر شعبانی آموزش فعالیتی است هدف‌مدار و از پیش طراحی شده که هدف آن فراهم کردن فرصت‌ها و موقعیت‌هایی است که امر یادگیری را در درون یک نظام پرورشی تسهیل کند و سرعت بخشد. (شعبانی، ۱۳۹۸، ص ۶۱) در تعریف دیگری از دکتر سیف، آموزش عبارت از فعالیت‌هایی است که به منظور ایجاد یادگیری در یادگیرنده، از جانب آموزگار یا معلم طرح‌ریزی می‌شود و بین آموزگار و یک یا چند یادگیرنده، به کنش متقابل جریان می‌یابد. وی در ادامه تعریف دیگری از آموزش را ارائه می‌کند؛ به نحوی که آموزش را هر گونه فعالیت یا تدبیر از پیش طراحی شده می‌داند که هدف آن ایجاد یادگیری در یادگیرندگان است (سیف، ۱۴۰۲، ص ۳۵) .

---

۱ Knowledge
۲ Nivaldo
۳ Turban
٤ Van der Spek & Spijkervet
٥ Prusak
٦ Pauling
۷ Change
۸ Silberberg

برای پیشبرد دانش شیمی، انتقال اطلاعات بدست آمده به نسل بعدی ضروری بنظر می‌رسد و این امر به وسیله آموزش در چارچوب تعاریف فوق میسر می‌شود. به همین دلیل آموزش علوم پایه (خاصه شیمی) از اهمیت بالایی برخوردار است، اما در حین آموزش، مشکلات و چالش هایی نیز به چشم می‌خورد. تیبر[۱] در بیان یکی از مشکلات که از مهم‌ترین و بنیادی‌ترین مشکلات آموزشی است، می‌گوید: آموزش و یادگیری شیمی به دلیل ایجاد تصورات نادرست در دانش‌آموزانِ تحت تعلیم ممکن است چالش برانگیز و پیچیده شود. (تیبر، ۲۰۰۹، ص ۱۳) مطالعات پژوهشی نشان می‌دهد که تجربیات قبلی، پیشینه زیستی، محیط، درک دانش‌آموزان از جهان، بر تفسیر آنها از مشاهدات، مفاهیم و... تأثیر می‌گذارد. در نتیجه، دانش آموزان ممکن است با برخی تصورات نادرست در مورد موضوعات آموزشی که قرار است تدریس شوند، به کلاس درس بیایند. اما، کتاب‌های درسی و راهبردهای آموزشی سنتی برای حذف این باورهای غلط مفید نیستند، زیرا صرف ارائه مطالب و پرسش و پاسخِ رایج، روش کارآمدی برای یادگیری و آموزش معنادار نیست. (گیبن[۲]، ۲۰۰۵، ص ۶۹) در بیشتر مباحثی که در شیمی آموخته می‌شود، باورهای غلط مرسومی شناسایی شده است. جالب اینجاست که بسیاری از این باورهای غلط به مفاهیم انتزاعی مورد استفاده در توضیحات مفاهیم شیمیایی در سطح اتم‌ها و مولکول‌ها مربوط می‌شود. بخش زیادی از چارچوب مبنایی شیمی مدرن به مدل‌های ساختار ماده در سطوح میکروسکوپی (اتم‌ها، مولکول‌ها، الکترون‌ها و پیوندها) بستگی دارد. این مفاهیم دارای ابعاد بسیار کوچکی بوده که به تصویر کشیدن آنها و نمایش صورتی قابل درک از آنها دشوار بنظر می‌رسد. همین موضوع به همراه استفاده از برخی مثال‌های آموزشی رایج ولی نه چندان درست (مثل استفاده از گوی و میله برای نشان دادن پیوندهای شیمیایی) سبب ایجاد برخی باورهای غلط در دانش‌آموزان می‌شود. (تیبر، ۲۰۰۹، ص ۱۷) در یکی دیگر از بررسی‌های انجام شده در رابطه با مشکلات و چالش‌های موجود در آموزش شیمی، زولر[۳] بیان می‌کند عموم دانش‌آموزان و دانشجویان در مواجهه با اوربیتال‌ها و هیبریداسیون[۴] دچار مشکل و تصورات اشتباهی هستند که درک و دریافت آنها از این مفاهیم را دشوار می‌کند. همین موضوع سبب می‌شود تا فراگیران سوالاتی از قبیل اینکه " اصلا معنای واقعی زیرلایه‌های فرعی و اوربیتال‌ها در لایه‌های اصلی چیست ؟ " و " عامل به وجود آورنده هیبریداسیون در اتم‌ها چیست ؟ " را در ذهن خود پرورش دهند. (زولر، ۱۹۹۰، ص ۴) مثال‌های ذکر شده و تعداد بیشماری مثال‌های دیگر نشان دهنده این است که چالش‌های بسیاری در آموزش شیمی وجود دارد، اما یکی از برجسته‌ترین آنها که در مثال‌های فوق نیز به آن اشاره شد، همان باور یا تصور غلط از یک مفهوم درسی است. در تعریفی از گیبن من باب همین تصورات غلط داریم؛ گاهی اوقات مفاهیمی که دانش‌آموزان درک می‌کنند نمی‌تواند بدرستی پدیده‌های علمی را توضیح دهند و سرانجام از مفاهیم علمی منحرف می‌شوند. این اختلاف بین نقطه نظرات دانش‌آموزان و نظریه‌های پذیرفته شده علمی که مانع یادگیری معنی دار و دائم دانش‌آموزان می‌شود، کج فهمی نام دارد که در منابع دیگر به تصورات غلط یا جایگزین، استدلال عامیانه، تصورات قبلی و غیره از آنها نام برده می‌شود (گیبن، ۲۰۰۵، ص ۶۹ و ۷۰) .

پس از تعریف کج فهمی و بیان اهمیت آن به عنوان یکی از اساسی‌ترین مشکلات آموزشی، بررسی سوابق پژوهشی در این حوزه، یعنی بررسی کج فهمی‌های رایج در علم شیمی (در موضوعات مرتبط به آن) ضروری بنظر می‌رسد؛ از این رو به بررسی برخی از مقالات نوشته شده در این حوزه می‌پردازیم: زولر در سال ۱۹۹۰، در مقاله ای با عنوان "کج فهمی‌ها و تصورات نادرست نودانشجویان رشته شیمی در شیمی عمومی و آلی" به بررسی کج فهمی‌های رایج در شیمی عمومی و آلی پرداخته و سعی بر ارائه راهکارهایی مناسب برای برطرف کردن این کج فهمی‌ها کرده است. ستینگل[۵] و گیبن در سال ۲۰۰۵ مقاله ای با عنوان "درک مفهوم اسید – باز با استفاده از رویکرد تغییر مفهومی" را منتشر کرده که در آن با ارائه متون مفهومی و نوساختار سعی بر آموزش مفاهیم شیمی به خصوص اسید و باز به دانش‌آموزان داشته است. در این مقاله از متون و محتوایِ مفهومیِ جدیدی استفاده شده است که سبب جلوگیری از شکل‌گیری بسیاری از تصورات غلط یا کج فهمی‌ها در ذهن دانش‌آموزان می‌شود. تحقیقات این

---

۱ Taber
۲ Geban
۳ Zoller
٤ Orbital & Hybridisation
٥ Çetingül

مقاله نشان داد که عملکرد و بازده این متون نسبت به متون سنتی، بسیار بالاتر بوده است. دمیرچی اوغلو و همکاران[1] در سال ۲۰۰۵ در مقاله ای تحت عنوان " تغییر مفهومی بدست آمده در مبحث اسید و باز از طریق طراحی یک برنامه آموزشی جدید" رویکرد تازه ای را برای مقابله با کج فهمی و تصورات نادرست ارائه کردند. این تیم پژوهشی هشتاد و هشت نفر از دانش‌آموزان که آشنایی قبلی با مبحث اسید و باز داشتند، انتخاب کرده و این افراد را به دو گروه تقسیم کردند. یکی از گروه‌ها به عنوان نمونه شاهد در نظر گرفته شد و دیگر گروه مورد آزمایش قرار گرفت. در این آزمایش ابتدا دو گروه در آزمونی اولیه شامل برخی ابهامات و مسائل مربوط به اسید و باز شرکت کرده و پاسخ‌های خود را ثبت کردند. در مرحله بعدی آزمایش، گروه شاهد مجدد تحتِ آموزش سنتی قرار گرفت و گروه آزمایش از برنامه جدیدِ آموزشی برای یادگیری این مبحث استفاده کرد. پس از برگزاری این کلاس‌ها، آزمونی برای تشخیص میزان بر طرف شدگیِ کج فهمی‌هایِ شناسایی شده در آزمون اول برگزار شد که در طی آن مشخص شد، برنامه آموزشی جدید تا حد زیادی در مرتفع کردن کج فهمی‌های ایجاد شده در ذهن دانش‌آموزان موفق بوده است. تیبر در سال ۲۰۰۹ در مقاله ای با عنوان "کج فهمی‌های چالش برانگیز در کلاس درس شیمی: منابعی برای استفاده معلمان" بیان می‌دارد که شیمی به عنوان یکی از علوم پایه دارای مفاهیمی است که ممکن است در حین آموزش و یادگیری، اشتباهاتی را در ذهن دانش‌آموزان به وجود آورد. وی سعی کرد تا با شناسایی موقعیت‌هایی که دانش‌آموزان، شیمی را اشتباه می‌فهمند و همچنین درک چگونگی و چرایی رخ دادن این خطاهای یادگیری کمک مهمی به معلمان در ترمیم این کج فهمی‌ها کند. او بر این باور بود، معلمی که هم با تصوراتِ غلطِ رایج آشنا است و هم می‌تواند پیش‌بینی کند که در کجا و چه زمانی یادگیری احتمالاً تدریس را تحریف می‌کند، به خوبی مجهز است تا از برخی از کج فهمی‌های مرسومِ یادگیری در موضوع اجتناب کند. در مقاله ای دیگر همایی مقدم، شاهوند و صادقی حاجی بابا در سال ۱۴۰۰ موضوع "بررسی کج فهمی دانش‌آموزان دوره دوم متوسطه درباره مفاهیم مول و جرم اتمی" را مورد بررسی قرار دادند. در این مقاله پرسش‌نامه ای شامل ۱۰ سوالِ چهار گزینه ای از مباحث مول و جرم اتمی طراحی شد و در اختیار دانش‌آموزان قرار گرفت. پس از بررسی سوالات برخی از کج فهمی‌های رایج در این حوزه و علل شکل‌گیری این مشکلات بیان شد. اصغری لالمی و امانی در سال ۱۴۰۰ مقاله ای با عنوان "عوامل موثر در کج فهمی‌های دانش‌آموزان و دانشجویان در زمینه پیوند شیمیایی" منتشر کرده و به بررسی منابع مرتبط و عوامل رخداد کج فهمی‌های مرسوم در موضوع پیوندهای شیمیایی پرداختند.

پس از بررسی سوابق پژوهشی این موضوع، به سراغ فعالیت‌های انجام شده و اهدافی می‌رویم که قرار است در طول این پژوهش به آن دست یابیم. در این پژوهش سعی شده تمامی بخش‌های مربوط به فصل اول کتاب شیمی دهم مورد بررسی قرار گرفته و هرجایی از این فصل که ممکن است دانش‌آموزان را دچار کج فهمی یا درک نادرست از مفهوم کند، مورد واکاوی و ارزیابی قرار گیرد. در طول این پژوهش پرسش‌نامه ای شامل پنج سوال چهار گزینه ای به همراه استدلال‌های مربوط به هر سوال طراحی شد و در اختیار دانش‌آموزانِ کلاس دهم و یازدهم قرار گرفت. پس از بررسی جواب‌های دانش‌آموزان و استدلال‌های انتخابی آنان، انتظار می‌رود نتایج دقیقی از میزان کج فهمی در بخش‌های مختلف فصل اول کتاب درسی سال دهم بدست آید. هدف ما از این پژوهش بررسی دقیق بخش‌های مختلف فصل اول کتاب شیمی دهم دبیرستان است تا مباحث، مسائل و مفاهیمی که ممکن است دانش‌آموزان را دچار کج فهمی کند، شناسایی کرده و علاوه بر تشخیص عوامل دخیل در بروز کج فهمی، راهکاری نیز برای برون‌رفت از این مشکلات ارائه دهیم.

سوالات پژوهش

۱) کج فهمی و تصورات نادرست در مباحث چالشی فصل اول کتاب شیمی دهم بنا به چه دلایلی در دانش‌آموزان ایجاد می‌شود؟

۲) با استفاده از چه راهکارها و راه حل‌هایی می‌توان کج فهمی‌های رایج در دانش‌آموزان را مرتفع ساخت؟

---

[1] Demircioğlu & Ayas

۳) چگونه می‌توان از ایجاد کج فهمی در دانش‌آموزان جلوگیری کرده و آیا ابزارهای تشخیصی برای شناسایی کج فهمی‌ها وجود دارد یا خیر؟

جامعه آماری

جامعه آماری پژوهش حاضر، ۲۷ نفر از دانش‌آموزان پایه دهم و ۲۶ نفر از دانش‌آموزانِ پایه یازدهمِ مدرسه یِ هیئت امنایِ آزادگان، واقع در منطقه ی ۱۷ شهر تهران، در رشته ریاضی - فیزیک در سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ می‌باشد.

روشِ پژوهش

برای انجام این پژوهش، از روش توصیفی - تحلیلی و تحقیق میدانی استفاده شده است. به منظور جمع‌آوری اطلاعات، از یک پرسش‌نامه شامل پنج تست چهار گزینه ای استفاده شده است؛ در هر یک از تست ها، چهار استدلال پیشنهادی نیز ارائه شده است که دانش‌آموز می‌تواند به دلخواه یکی از این استدلال‌ها را انتخاب نماید. علاوه بر بخش‌های فوق، بخشی دیگر با عنوان " استدلال شما " در نظر گرفته شده است؛ در صورتی که استدلال مورد نیاز برای حل سوال توسط دانش‌آموز در بین استدلال‌های ارائه شده نبود، دانش‌آموز می‌تواند از این بخش برای نوشتن استدلالِ خود استفاده نماید. برای تحلیل تست‌ها از روش سنجش آزمون چهار گزینه ای دو مرحله ای، توسط روش طبقه بندیِ چالیک و ایاز[۱] استفاده شده است. هر دو قسمت سوال که شامل: قسمت اول یعنی پاسخ و قسمت دوم یعنی استدلال جهت بررسی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای تجزیه و تحلیل پرسش‌نامه‌ها، از طبقه بندی زیر کمک می‌گیریم. طبقه‌بندی مذکور به شرح زیر است:

۱) یادگیری درست (ی د): (SU)[۲]: برای هر سوال هم پاسخ و هم استدلال هر دو صحیح باشند.

۲) یادگیری جزئی با کج فهمی صریح و روشن (ی ج ک): (PS)[۳]: برای هر سوالی که یا پاسخ آن درست و استدلال آن غلط، یا پاسخ آن غلط و استدلال آن درست باشد.

۳) کج فهمی صریح و روشن (ک ر): (SA)[۴]: برای هر سوال با پاسخ و استدلال نادرست.

۴) فاقد یادگیری (ف ی): (NU)[۵]: شامل گزینه‌های خالی برای هر قسمت از سوال (میرزایی، قلخانی، ۱۳۹۵، ص ۳) .

یافته‌های پژوهش

نتایج حاصل از این طبقه‌بندی به خوبی بخش‌های گُنگ یا ابهام برانگیز کتاب را مشخص می‌کند. حال به سراغ بررسی سوالات پرسش‌نامه و نتایج آن می‌پردازیم:

سوال اول پرسش نامه

سوال اول
طبق اصل آفبا ترتیب پرشدگی زیرلایه‌ها در کدام یک از گزینه‌های زیر رعایت شده است (ترتیب پرشدگی در گزینه‌ها از چپ به راست است)؟
الف) $5s \rightarrow 4p$ ب) $3d \rightarrow 4s$
ج) $6s \rightarrow 4f$ د) $5d \rightarrow 4f$
استدلال ها
الف) چون مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی نشان دهنده انرژی زیرلایه مورد بحث هستند، پس مقادیر بیشتر حاصل جمع، انرژی کم‌تری خواهد داشت.
ب) با توجه به اعداد کوانتومی فرعی (l) و مقادیر تعریف شده برای آنها همیشه زیرلایه s (با عدد کوانتومی فرعی $l = 0$)، اولویت بیشتری نسبت به زیرلایه فرعی p (با عدد کوانتومی فرعی $l = 1$) خواهد داشت و این روند برای دیگر زیرلایه‌ها نیز تکرار خواهد شد، با توجه به توضیحات داده شده داریم: $s \rightarrow p \rightarrow d \rightarrow f$
ج) اگر مقدار $n + l$ برای دو زیرلایه یکسان بود، هرکدام از زیرلایه‌ها که n بیشتری داشته باشد، چون از هسته دورتر است انرژی بیشتری داشته و تمایل بیشتری برای دریافت الکترون خواهد داشت؛ پس می‌توان گفت الکترون را زودتر از دیگر زیرلایه‌ها دریافت خواهد کرد.

---

۱ Çalic & Ayas

۲ Sound Understanding

۳ Partial understanding with Specific alternative conception

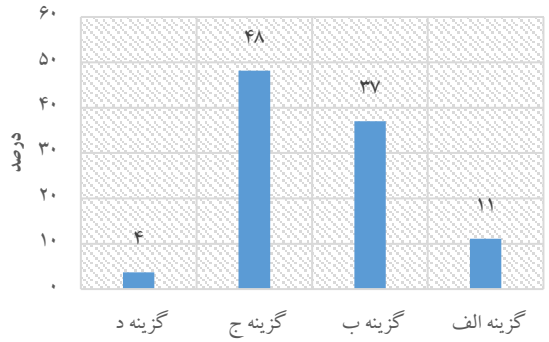
۴ Specific Alternative conception

۵ No Understanding

د) ما می‌دانیم نزدیک‌تر بودن به هسته به دلیل نیروهای الکترواستاتیکی سبب پایداری بیشترِ الکترون‌های داخلی خواهد شد، از طرفی کمتر بودن حاصل جمع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی نیز اولویت دریافت الکترون را مشخص می‌کند. پس با برآیندگیری از این دو گزاره می‌توان به نتیجه‌گیری کلی در رابطه با اولویت بخشی به زیرلایه‌های فرعی برای دریافت الکترون رسید.

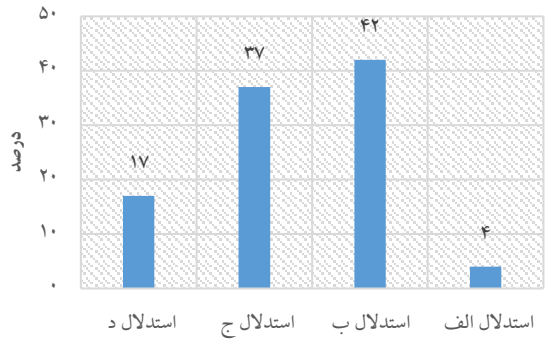
استدلال شما (در صورت نیاز):

پس از بررسی پرسش‌نامه‌های پخش شده میان دانش‌آموزان پایه دهم مشخص شد از بین ۲۷ دانش‌آموز شرکت کننده در این پرسش‌نامه، ۳ نفر (۱۱ درصد) گزینه (الف)، ۱۰ نفر (۳۷ درصد) گزینه (ب)، ۱۳ نفر (۴۸ درصد) گزینه (ج) و ۱ نفر (۴ درصد) گزینه (د) را انتخاب نمودند. گزینه (ج) پاسخ صحیح سوال بود. نتایج بدست‌آمده را در نمودار (۱) مشاهده می‌کنید:



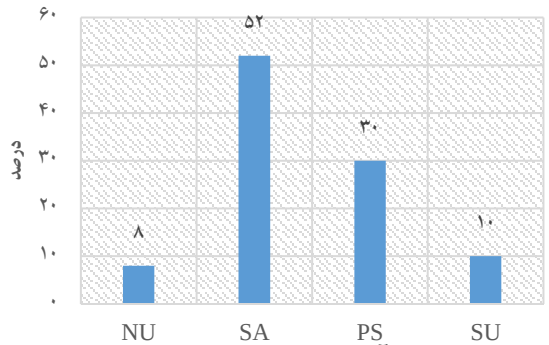
نمودار ۱. درصد پاسخ‌گویی به هر یک از گزینه‌های سوال اول پرسش‌نامه توسط دانش‌آموزان پایه دهم

استدلال‌های انتخاب شده برای سوال اول پرسش‌نامه به شرح روبروست: از بین ۲۷ دانش‌آموز شرکت‌کننده در این پرسش‌نامه، ۳ نفر استدلالی را برای حل سوال انتخاب نکردند؛ از بین ۲۴ دانش‌آموز باقی‌مانده، ۱ نفر (۴ درصد) استدلال (الف)، ۱۰ نفر (۴۲ درصد) استدلال (ب)، ۹ نفر (۳۷ درصد) استدلال (ج) و ۴ نفر (۱۷ درصد) استدلال (د) را انتخاب نمودند. استدلال (د)، استدلال صحیح و مدنظر بود. نتایج بدست‌آمده را در نمودار (۲) مشاهده می‌کنید:



نمودار ۲. درصد پاسخ‌گویی به هر یک از استدلال‌های ارائه شده برای سوال اول پرسش‌نامه توسط دانش‌آموزان پایه دهم

حال پاسخ دانش‌آموزان را براساس شاخص‌های ارائه شده در بخش روش پژوهش طبق نمودار (۳) تقسیم‌بندی می‌کنیم:



نمودار ۳. دسته بندی پاسخ‌های دانش‌آموزان پایه دهم به سوال اول پرسش‌نامه بر اساس شاخصِ چالیک و ایاز

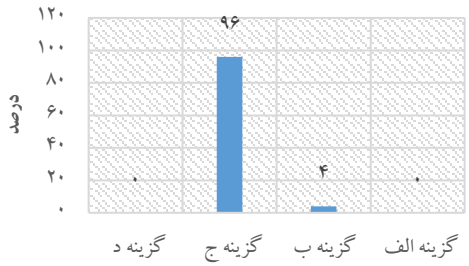
تحلیل داده‌ها

این سوال به منظور ارزیابی کج فهمی‌های موجود در مبحث اصل آفبا (سطح انرژی زیرلایه‌ها) طراحی شده بود. همان طور که در نمودار مربوط به نحوه پاسخ‌دهی به این سوال مشخص است، ۴۸ درصد از کلاس درس موفق به حل درست این سوال شده اند، اما در بین این ۴۸ درصد که پاسخ درست سوال را انتخاب کرده اند تنها ۳ نفر بودند که توانستند علاوه بر پاسخ درست، استدلال مناسب را نیز انتخاب کنند. ۳۰ درصد از کسانی که به این سوال پاسخ دادند دچار یادگیری جزئی و کج فهمی صریح و روشن هستند، بدین معنا که یا جواب سوال را به درستی انتخاب نکرده اند یا استدلال انتخابی آنان برای حل سوال اشتباه بوده است. ۵۲ درصد دیگر از پاسخ‌دهنگان نه تنها سوال را اشتباه پاسخ دادند، بلکه در تشخیص استدلال مربوط به این سوال نیز ناموفق بوده اند. ۸ درصد دیگر از پاسخ‌دهندگان به سوال نیز یکی از بخش‌های سوال یا استدلال آن را بی پاسخ گذاشته اند. طبق بررسی‌های بدست‌آمده از این سوال کج فهمی‌های رایج در این مبحث به شرح زیر هستند:

دانش‌آموزان فکر می‌کنند، همواره زیرلایه s نسبت به دیگر زیرلایه‌ها برای گرفتن الکترون مقدم است، حتی اگر در لایه بالاتری نسبت به دیگر زیرلایه‌ها قرار گرفته باشد.

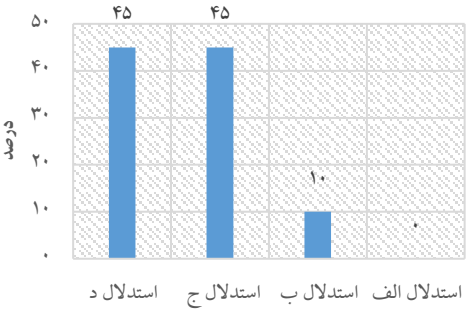
دانش‌آموزان فکر می‌کنند اگر n+l برای دو زیرلایه یکسان باشد، زیرلایه‌ای که از هسته دورتر است (n بیش‌تر) انرژی بیش‌تری داشته، پس برای پایداری نیازمند الکترون خواهد بود و همین موضوع سبب می‌شود تا اولویت بالاتری نسبت به دیگر زیرلایه‌ها برای دریافت الکترون داشته باشد.

بررسی پرسش‌نامه‌های پخش شده میان دانش‌آموزان پایه یازدهم نشان داد از بین ۲۶ دانش‌آموز شرکت‌کننده در این پرسش-نامه، ۰ نفر (۰ درصد) گزینه (الف)، ۱ نفر (۴ درصد) گزینه (ب)، ۲۵ نفر (۹۶ درصد) گزینه (ج) و ۰ نفر (۰ درصد) گزینه (د) را انتخاب نمودند. گزینه (ج) پاسخ صحیح سوال بود. نتایج بدست‌آمده را در نمودار (۴) مشاهده می‌کنید:



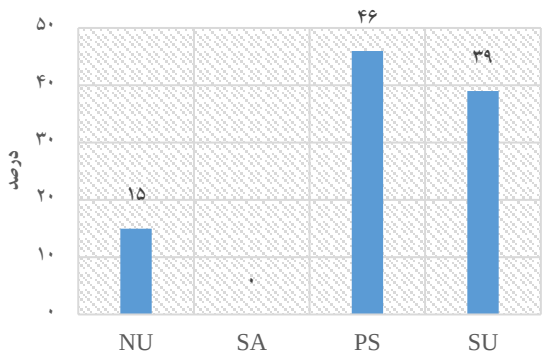
نمودار ۴. درصد پاسخ‌گویی به هریک از گزینه‌های سوال اول پرسش‌نامه توسط دانش‌آموزان پایه یازدهم

استدلال‌های انتخاب شده برای سوال اول پرسش‌نامه به شرح روبروست: از بین ۲۶ دانش آموز شرکت‌کننده در این پرسش-نامه، ۴ نفر استدلالی را برای حل سوال انتخاب نکردند. از بین ۲۲ دانش‌آموز باقی مانده، ۰ نفر (۰ درصد) استدلال (الف)، ۲ نفر (۱۰ درصد) استدلال (ب)، ۱۰ نفر (۴۵ درصد) استدلال (ج) و ۱۰ نفر (۴۵ درصد) استدلال (د) را انتخاب نمودند. استدلال (د)، استدلال صحیح و مدنظر بود. نتایج بدست‌آمده را در نمودار (۵) مشاهده می‌کنید:



نمودار ۵. درصد پاسخ‌گویی به هر یک از استدلال‌های ارائه شده برای سوال اول پرسش‌نامه توسط دانش‌آموزان پایه یازدهم

حال پاسخ دانش‌آموزان را براساس شاخص‌های ارائه شده در بخش روش پژوهش طبق نمودار (۶) تقسیم‌بندی می‌کنیم:



نمودار ۶. دسته‌بندی پاسخ‌های دانش‌آموزان پایه یازدهم به سوال اول پرسش‌نامه بر اساس شاخصِ چالیک و ایاز

تحلیل داده‌ها

این سوال به منظور ارزیابی کج فهمی‌های موجود در مبحث اصل آفبا (سطح انرژی زیرلایه‌ها) طراحی شده بود. همان طور که در نمودار مربوط به نحوه پاسخ‌دهی به این سوال مشخص است، ۹۶ درصد از کلاس درس موفق به حل درست این سوال شده اند، اما در بین این ۹۶ درصد که پاسخ درست سوال را انتخاب کرده اند تنها ۱۰ نفر بودند که توانستند علاوه بر پاسخ درست، استدلال مناسب را انتخاب کنند.

۴۶ درصد از کسانی که به این سوال پاسخ دادند دچار یادگیری جزئی و کج فهمی صریح و روشن هستند، بدین معنا که یا جواب سوال را به درستی انتخاب نکرده اند یا استدلال انتخابی آنان برای حل سوال اشتباه بوده است. ۰ درصد دیگر از پاسخ‌دهنگان نه تنها سوال را اشتباه پاسخ دادند، بلکه در تشخیص استدلال مربوط به این سوال نیز ناموفق بوده اند. ۱۵ درصد دیگر از پاسخ‌دهندگان به سوال نیز یکی از بخش‌های سوال یا استدلال آن را بی‌پاسخ گذاشته اند. طبق بررسی‌های بدست آمده از این سوال کج فهمی‌های رایج در این مبحث به شرح زیر هستند:

دانش‌آموزان فکر می‌کنند اگر n+l برای دو زیرلایه یکسان باشد، زیرلایه‌ای که از هسته دورتر است (n بیش تر) انرژی بیش‌تری داشته، پس برای پایداری نیازمند الکترون خواهد بود و همین موضوع سبب می‌شود تا اولویت بالاتری نسبت به دیگر زیرلایه‌ها برای دریافت الکترون داشته باشد.

سوال دوم پرسش نامه

سوال دوم
اگر فرمول اکسید عنصر X به صورت X_2O باشد و اتم عنصر X متعلق به گروه ۱۱ و دوره چهارم جدول تناوبی باشد، آرایش الکترونی کاتیون در این اکسید کدام است و در صورت تشکیل پیوند یونی میان این کاتیون و آنیون نیترید چه ترکیبی حاصل می‌شود؟ ($^{14}_{7}N$ ، $^{16}_{8}O$ ، $^{2}_{10}Ne$ ،$^{4}_{18}Ar$)
الف) X_3N / $[Ar]3d^{10}$ ب) X_3N / $[Ar]3d^{9}4s^{1}$
ج) X_2N_3 / $[Ar]3d^{9}$ د) XN_3 / $[Ar]3d^{8}4s^{2}$
استدلال ها
الف) با توجه به اطلاعات داده شده در سوال و نوشتن آرایش الکترونی کاتیون مورد نظر، به آرایش $[Ar]3d^{9}4s^{2}$ می‌رسیم؛ این آرایش با توجه به اصل آفبا و قوانین آن نوشته شده و از پایداری مناسبی برخوردار است. حال فرض می‌کنیم این عنصر در حال از دست دادن الکترون باشد، در این صورت الکترون از بیرونی‌ترین زیرلایه یعنی $4s^2$ گرفته خواهد شد؛ این کاتیون یک الکترون از دست داده و با آنیون اکسید واکنش می‌دهد، حال اگر با آنیون نیترید وارد واکنش شود، ترکیب یونی X_3N را تشکیل می‌دهد.

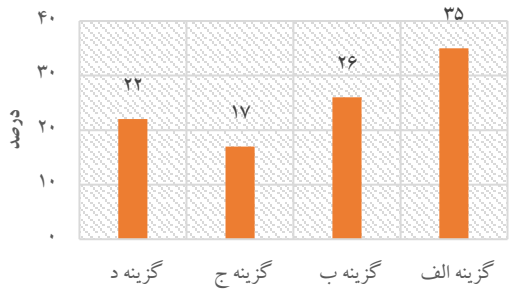
ب) با توجه به اینکه در فرمول شیمیایی ترکیبات یونی زیروند هر عنصر نشان دهنده بار آن اتم در ترکیب است، کاتیون عنصر X دارای ۲ بار مثبت خواهد بود، پس آرایش الکترونی آن فاقد زیر لایه ۴s خواهد بود (به دلیل بیرون‌تر بودن زیرلایه ۴s نسبت به دیگر زیرلایه‌ها الکترون از این زیرلایه کنده خواهد شد.) اگر کاتیون مذکور با یون نیترید وارد واکنش شود، هر کدام از این یون‌ها در فرمول شیمیایی دارای زیروندی بر اساس بار خود خواهند بود لذا به ترکیب X_2N_3 می‌رسیم.

ج) از آنجا که زیرلایه‌ها در فرم نیمه‌پر و پر از الکترون، پایداری بیشتری نسبت به دیگر حالت‌ها دارند، آرایش الکترونی کاتیون موردنظر به زیرلایه ۳d پایدارختم شده و الکترون از زیرلایه ۴s کنده خواهد شد؛ حال اگر این کاتیون با آنیون نیترید وارد واکنش شود، فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل X_3N خواهد بود.

د) نظر به اینکه زیرلایه ۴s از الکترون پر بوده و دارای پایداری مناسبی است، اتم ترجیح می‌دهد از زیرلایه‌ای که از الکترون تکمیل نشده، الکترون گرفته و به کاتیون تبدیل شود، پس ناگزیر زیرلایه ۳d الکترون از دست خواهد داد. این نکته نیز حائز اهمیت است که در هنگام نوشتن آرایش الکترونی این عنصر بنابر اصل آفبا، زیرلایه ۳d آخرین زیرلایه‌ای خواهد بود که الکترون می‌گیرد، پس در هنگام از دست دادن الکترون توسط اتم نیز باید اولین زیرلایه‌ای باشد که الکترون از دست می‌دهد. در هنگام نوشتن فرمول شیمیایی حاصل از واکنش این کاتیون با آنیون نیترید نیز بار هر کدام از عناصر به صورت زیروند در زیر نماد شیمیایی آنها نوشته خواهد شد و به آرایش XN_3 خواهیم رسید.

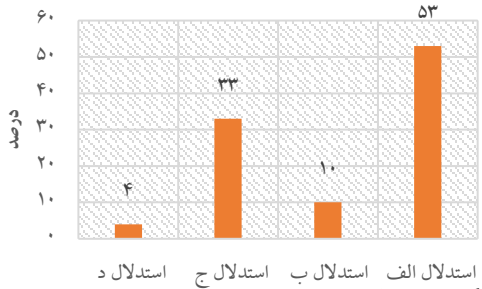
استدلال شما (در صورت نیاز):

از بین ۲۷ دانش‌آموزِ دهم شرکت کننده در این پرسش‌نامه، ۴ نفر به سوال دوم پاسخ ندادند و از بین ۲۳ نفر باقی‌مانده، ۸ نفر (۳۵ درصد) گزینه (الف)، ۶ نفر (۲۶ درصد) گزینه (ب)، ۴ نفر (۱۷ درصد) گزینه (ج) و ۵ نفر (۲۲ درصد) گزینه (د) را انتخاب نمودند. گزینه (الف) پاسخ صحیح سوال بود. نتایج بدست‌آمده را در نمودار (۷) مشاهده می‌کنید:



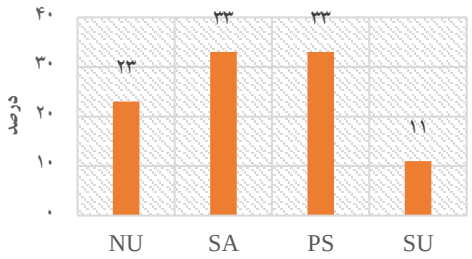
نمودار ۷. درصد پاسخ‌گویی به هر یک از گزینه‌های سوال دوم پرسش‌نامه توسط دانش‌آموزان پایه دهم

استدلال‌های انتخاب شده برای سوال دوم پرسش‌نامه به شرح روبروست: از بین ۲۷ دانش آموز شرکت‌کننده در این پرسش نامه، ۶ نفر استدلالی را برای حل سوال انتخاب نکردند. از بین ۲۱ دانش‌آموز باقی‌مانده، ۱۱ نفر (۵۳ درصد) استدلال (الف)، ۲ نفر (۱۰ درصد) استدلال (ب)، ۷ نفر (۳۳ درصد) استدلال (ج) و ۱ نفر (۴ درصد) استدلال (د) را انتخاب نمودند. استدلال (ج)، استدلال صحیح و مدنظر بود. استدلال صحیح و مدنظر بود. نتایج بدست‌آمده را در نمودار (۸) مشاهده می‌کنید:



نمودار ۸. درصد پاسخ‌گویی به هریک از استدلال‌های ارائه شده برای سوال دوم پرسش‌نامه توسط دانش‌آموزان پایه دهم

حال پاسخ دانش‌آموزان را براساس شاخص‌های ارائه شده در بخش روش پژوهش طبق نمودار (۹) تقسیم‌بندی می‌کنیم:



نمودار ۹. دسته‌بندی پاسخ‌های دانش‌آموزان پایه دهم به سوال دوم پرسش‌نامه بر اساس شاخصِ چالیک و ایاز

تحلیل داده‌ها

این سوال به منظور ارزیابی کج فهمی‌های موجود در فرمول نویسی ترکیبات یونی، آرایش الکترونی فشرده عناصر واسطه جدول تناوبی و ترتیب از دست دادن و پرشدگی الکترون توسط زیرلایه‌ها طراحی شده بود. همان طور که در نمودار مربوط به نحوه پاسخ‌دهی به این سوال مشخص است، ۳۵ درصد از کلاس درس موفق به حل درست این سوال شده اند، اما در بین این ۳۵ درصد که پاسخ درست سوال را انتخاب کرده اند تنها ۳ نفر بودند که توانستند علاوه بر پاسخ درست، استدلال مناسب را انتخاب کنند.

۳۳ درصد از کسانی که به این سوال پاسخ دادند دچار یادگیری جزئی و کج فهمی صریح و روشن هستند، بدین معنا که یا جواب سوال را به درستی انتخاب نکرده اند یا استدلال انتخابی آنان برای حل سوال اشتباه بوده است. ۳۳ درصد دیگر از پاسخ‌دهنگان نه تنها سوال را اشتباه پاسخ دادند، بلکه در تشخیص استدلال مربوط به این سوال نیز ناموفق بوده اند. ۲۳ درصد دیگر از پاسخ‌دهندگان به سوال نیز یکی از بخش‌های سوال یا استدلال آن را بی‌پاسخ گذاشته اند. طبق بررسی‌های بدست آمده از این سوال کج فهمی‌های رایج در این مبحث به شرح زیر هستند:

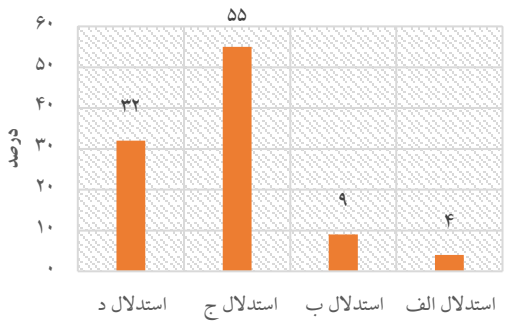
دانش‌آموزان تصور می‌کنند که آرایش الکترونی فشرده کاتیون ۱ بار مثبت مس به صورت $[Ar]3d^{9}4s^{2}$ است، یعنی مس با از دست دادن الکترون نیز ۲۹ الکترون دست نخورده خواهد داشت.

برخی دیگر از دانش‌آموزان آرایش الکترونی فشرده عنصر مس را به صورت $[Ar]3d^{9}4s^{2}$ فرض کرده اند.

بررسی پرسش‌نامه‌های پخش شده میان دانش‌آموزان پایه یازدهم نشان داد از بین ۲۶ دانش‌آموز شرکت‌کننده در این پرسش‌نامه، ۱ نفر به سوال پاسخ نداده است، از ۲۵ نفر باقی‌مانده ۴ نفر (۱۶درصد) گزینه (الف)، ۵ نفر (۲۰ درصد) گزینه (ب)، ۷ نفر (۲۸ درصد) گزینه (ج) و ۹ نفر (۳۶ درصد) گزینه (د) را انتخاب نمودند. گزینه (الف) پاسخ صحیح سوال بود. نتایج بدست‌آمده را در نمودار (۱۰) مشاهده می‌کنید:

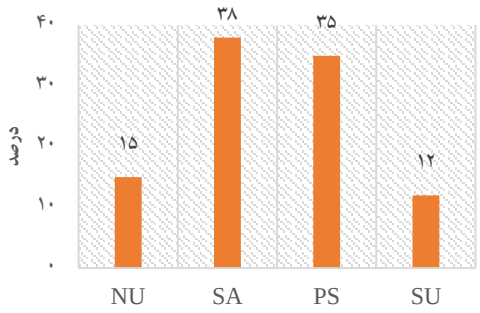
نمودار ۱۰. درصد پاسخ‌گویی به هر یک از گزینه‌های سوال دوم پرسش‌نامه توسط دانش‌آموزان پایه یازدهم

استدلال‌های انتخاب شده برای سوال دوم پرسش‌نامه به شرح روبروست: از بین ۲۶ دانش‌آموز شرکت‌کننده در این پرسش‌نامه، ۴ نفر استدلالی را برای حل سوال انتخاب نکردند. از بین ۲۲ دانش آموز باقی‌مانده، ۱ نفر (۴ درصد) استدلال (الف)، ۲ نفر (۹ درصد) استدلال (ب)، ۱۲ نفر (۵۵ درصد) استدلال (ج) و ۷ نفر (۳۲ درصد) استدلال (د) را انتخاب نمودند. استدلال (ج)، استدلال صحیح و مدنظر بود. نتایج بدست آمده را در نمودار (۱۱) مشاهده می‌کنید:



نمودار ۱۱. درصد پاسخ‌گویی به هریک از استدلال‌های ارائه شده برای سوال دوم پرسش‌نامه توسط دانش‌آموزان پایه یازدهم

حال پاسخ دانش‌آموزان را براساس شاخص‌های ارائه شده در بخش روش پژوهش طبق نمودار (۱۲) تقسیم‌بندی می‌کنیم:



نمودار ۱۲. دسته بندی پاسخ‌های دانش‌آموزان پایه یازدهم به سوال دوم پرسش‌نامه بر اساس شاخصِ چالیک و ایاز

این سوال به منظور ارزیابی کج فهمی‌های موجود در فرمول نویسی ترکیبات یونی، آرایش الکترونی فشرده عناصر واسطه جدول تناوبی و ترتیب از دست دادن و پرشدگی الکترون توسط زیرلایه‌ها طراحی شده بود. همان طور که در نمودار مربوط به نحوه پاسخ‌دهی به این سوال مشخص است، ۱۶ درصد از کلاس درس موفق به حل درست این سوال شده اند، اما در بین این ۱۶ درصد که پاسخ درست سوال را انتخاب کرده‌اند، تنها ۳ نفر بودند که توانستند علاوه بر پاسخ درست، استدلال مناسب را انتخاب کنند.

۳۵ درصد از کسانی که به این سوال پاسخ دادند دچار یادگیری جزئی و کج فهمی صریح و روشن هستند، بدین معنا که یا جواب سوال را به درستی انتخاب نکرده‌اند یا استدلال انتخابی آنان برای حل سوال اشتباه بوده است. ۳۸ درصد دیگر از پاسخ‌دهنگان نه تنها سوال را اشتباه پاسخ دادند، بلکه در تشخیص استدلال مربوط به این سوال نیز ناموفق بوده‌اند. ۱۵ درصد دیگر از پاسخ‌دهندگان به سوال نیز یکی از بخش‌های سوال یا استدلال آن را بی‌پاسخ گذاشته اند. طبق بررسی‌های بدست آمده از این سوال کج فهمی‌های رایج در این مبحث به شرح زیر هستند:

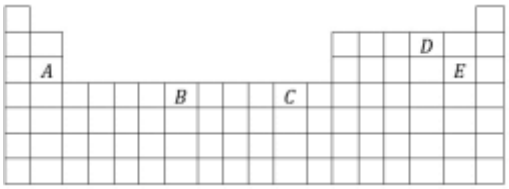
برخی از دانش‌آموزان آرایش الکترونی فشرده عنصر مس را به صورت $[Ar]3d^{9}4s^{2}$ فرض کرده‌اند.

به این دلیل که برخی از دانش‌آموزان تصور می‌کردند زیرلایه s پر از الکترون است و دارای پایداری نسبی است، پس اتم از زیرلایه d خود الکترون از دست داده و به کاتیون تبدیل خواهد شد.

تعدادی از دانش‌آموزان در فرمول نویسی ترکیبات یونی، جابجایی بار آنیون و کاتیون به عنوان زیروند یک دیگر را رعایت نکرده و در واقع بار هر یون را به عنوان تعداد آن یون در ترکیب در نظر گرفته‌اند.

سوال سوم

باتوجه به جدول تناوبی زیر کدام یک از موارد ذکر شده صحیح می‌باشد ؟ (عناصر A تا E مجهول اند)



الف) عنصر C با آرایش الکترونی $[Ar]3d^{10}4s^{1}$ جزو عناصر دسته s جدول تناوبی است.

ب) عنصر A با تشکیل کاتیون و عنصر D با تشکیل آنیون می‌توانند با یکدیگر جاذبه الکترواستاتیکی برقرار کرده و ترکیب یونی AD را تشکیل دهند.

ج) عنصر B حاوی ۲ الکترون در لایه ظرفیت خود بوده که هر دو الکترون در زیرلایه‌ای با عدد کوانتومی فرعی $l = 0$ قرار می‌گیرند.

د) عنصر E با عدد اتمی ۱۷ با گرفتن الکترون به یون E^{+} تبدیل شده و به آرایش پایدار گاز نجیب هم دوره خود می‌رسد.

استدلال

الف) از آنجاکه عنصر A در گروه دوم جدول تناوبی قرار گرفته است، به منظور رسیدن به آرایش گاز نجیب دوره ماقبل خود ملزم به از دست دادن الکترون خواهد بود لذا به یونی با بار مثبت تبدیل می‌شود. از طرف دیگر عنصر D با گرفتن الکترون به آرایش گاز نجیب هم دوره خود خواهد رسید و به یونی با بار منفی تبدیل می‌شود؛ حال زمانی که دو یون با بار ناهمنام در کنار یکدیگر قرار گیرند، جاذبه‌ای میان آنها شکل خواهد گرفت که همین جاذبه سبب ایجاد پیوند یونی میان این دو گونه خواهد شد.

ب) با توجه به جدول و محل قرارگیری عنصر C، آرایش الکترونی فشرده این عنصر به صورت $C = [Ar]3d^{10}4s^{1}$ خواهد بود؛ در این آرایش آخرین لایه‌ای که الکترون را دریافت می‌کند، لایه چهارم است که زیرلایه s آن الکترون را دریافت کرده و هنگام از دست دادن الکترون (در صورت امکان)، الکترون‌ها ابتدا از همین زیرلایه جدا خواهند شد، همچنین این زیرلایه به دلیل داشتن ظرفیت خالی مجددا الکترون دریافت خواهد کرد؛ پس می‌توان نتیجه گرفت این عنصر متعلق به دسته s خواهد بود.

ج) از محل قرارگیری عنصر E ، به راحتی می‌توان نتیجه گرفت که این عنصر برای رسیدن به آرایش گاز نجیب هم دوره خود نیازمند دریافت الکترون خواهد بود، بنابراین با گرفتن یک الکترون به پایداری خواهد رسید. همان‌طور که می‌دانیم گرفتن یا از دست دادن الکترون، اتمِ خنثیِ عنصر موردنظر را به یون تبدیل خواهد کرد که برای نمایش شیمیایی این یون، از بالاوندی که در سمت راست بالا قرار گرفته استفاده می‌کنیم. چون از لحاظ جبری به تعداد الکترون‌ها اضافه شده با نماد مثبت روبرو هستیم و زمانی که الکترون از دست بدهیم نیز با علامت منفی آن را نشان خواهیم داد (چون خودِ الکترون نیز باری منفی دارد)، پس می‌توان گفت عنصر E با گرفتن الکترون به صورت E^{+} نمایش داده خواهد شد.

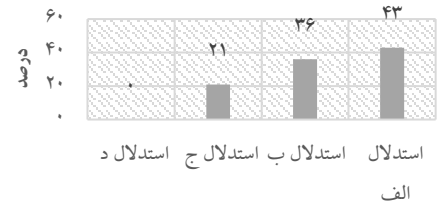
د) آرایش الکترونی فشرده عنصر B به صورت $B = [Ar]3d^{5}4s^{2}$ خواهد بود، طبق قرارداد الکترون-های آخرین زیرلایه در آرایش الکترونی به عنوان الکترون‌های لایه ظرفیت در نظر گرفته خواهد شد؛ پس قاعدتاً هر دو الکترون در زیرلایه s با عدد کوانتومی فرعی صفر خواهند بود.

استدلال شما (در صورت نیاز):

از بین ۲۷ دانش‌آموزِ دهم شرکت‌کننده در این پرسش‌نامه، ۱۱ نفر به سوال سوم پاسخ ندادند و از بین ۱۶ نفر باقی‌مانده، ۲ نفر (۱۲ درصد) گزینه (الف)، ۱۰نفر (۶۳ درصد) گزینه (ب)، ۱ نفر (۶ درصد) گزینه (ج) و ۳ نفر (۱۹ درصد) گزینه (د) را انتخاب نمودند. گزینه (ب) پاسخ صحیح سوال بود. نتایج بدست‌آمده را در نمودار (۱۳) مشاهده می‌کنید:

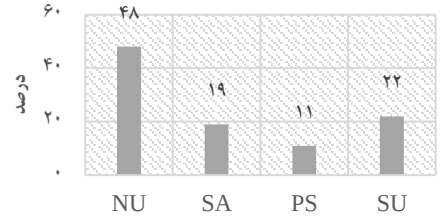
نمودار ۱۳. درصد پاسخ‌گویی به هر یک از گزینه‌های سوال سوم پرسش‌نامه توسط دانش‌آموزان پایه دهم

استدلال‌های انتخاب شده برای سوال سوم پرسش‌نامه به شرح روبروست: از بین ۲۷ دانش‌آموز شرکت‌کننده در این پرسش‌نامه، ۱۳ نفر استدلالی را برای حل سوال انتخاب نکردند؛ از بین ۱۴ دانش‌آموز باقی‌مانده، ۶ نفر (۴۳ درصد) استدلال (الف)، ۵ نفر (۳۶ درصد) استدلال (ب)، ۳ نفر (۲۱ درصد) استدلال (ج) و ۰ نفر (۰ درصد) استدلال (د) را انتخاب نمودند. استدلال (الف)، استدلال صحیح و مدنظر بود. نتایج بدست‌آمده را در نمودار (۱۴) مشاهده می‌کنید:



نمودار ۱۴. درصد پاسخ‌گویی به هریک از استدلال‌های ارائه شده برای سوال سوم پرسش‌نامه توسط دانش‌آموزان پایه دهم

حال پاسخ دانش‌آموزان را براساس شاخص‌های ارائه شده در بخش روش پژوهش طبق نمودار (۱۵) تقسیم‌بندی می‌کنیم:



نمودار ۱۵. دسته‌بندی پاسخ‌های دانش‌آموزان پایه دهم به سوال سوم پرسش‌نامه بر اساس شاخصِ چالیک و ایاز

تحلیل داده‌ها

این سوال به منظور ارزیابی کج فهمی‌های موجود در جدول تناوبی و موضوعات مرتبط با آن طراحی شده بود. همان طور که در نمودار مربوط به نحوه پاسخ‌دهی به این سوال مشخص است، ۶۳ درصد از کلاس درس موفق به حل درست این سوال شده‌اند، اما در بین این ۶۳ درصد که پاسخ درست سوال را انتخاب کرده‌اند تنها ۶ نفر بودند که توانستند علاوه بر پاسخ درست، استدلال مناسب را انتخاب کنند.

۱۱ درصد از کسانی که به این سوال پاسخ دادند دچار یادگیری جزئی و کج فهمی صریح و روشن هستند، بدین معنا که یا جواب سوال را به درستی انتخاب نکرده‌اند یا استدلال انتخابی آنان برای حل سوال اشتباه بوده است. ۱۹ درصد دیگر از پاسخ‌دهنگان نه تنها سوال را اشتباه پاسخ دادند، بلکه در تشخیص استدلال مربوط به این سوال نیز ناموفق بوده اند. ۴۸ درصد دیگر از پاسخ‌دهندگان به سوال نیز یکی از بخش‌های سوال یا استدلال آن را بی‌پاسخ گذاشته‌اند. طبق بررسی‌های بدست آمده از این سوال کج فهمی‌های رایج در این مبحث به شرح زیر هستند:

نمودار ۱۶. درصد پاسخ‌گویی به هر یک از گزینه‌های سوال سوم پرسش‌نامه توسط دانش‌آموزان پایه یازدهم

دانش‌آموزان تصور کردند، به دلیل اینکه در عنصر مس هنگام از دست دادن الکترون، ابتدا زیرلایه 4S الکترون اهدا می‌کند، پس این عنصر جزء دسته S خواهد بود.

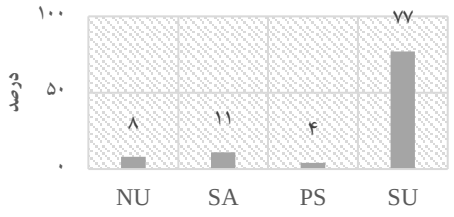
دانش‌آموزان تصور می‌کردند به دلیل خالی بودن زیرلایه S در آرایش الکترونی فشرده عنصر مس، این عنصر در حال پر کردن زیرلایه S بوده و جز دسته S می‌باشد.

بررسی پرسش‌نامه های پخش شده میان دانش‌آموزان پایه یازدهم نشان داد از بین ۲۶ دانش‌آموز شرکت‌کننده در این پرسش نامه، ۱ نفر به سوال پاسخ نداده است، از ۲۵ نفر باقیمانده ۴ نفر (۱۶ درصد) گزینه (الف)، ۲۱ نفر (۸۴ درصد) گزینه (ب)، ۰ نفر (۰ درصد) گزینه (ج) و ۰ نفر (۰ درصد) گزینه (د) را انتخاب نمودند. گزینه (ب) پاسخ صحیح سوال بود. نتایج بدست‌آمده را در نمودار (۱۶) مشاهده می‌کنید.

استدلال‌های انتخاب شده برای سوال سوم پرسش‌نامه به شرح روبروست: از بین ۲۶ دانش‌آموز شرکت‌کننده در این پرسش-نامه، ۱ نفر استدلالی را برای حل سوال انتخاب نکردند؛ از بین ۲۵ دانش آموز باقی مانده، ۲۲ نفر (۸۸ درصد) استدلال (الف)، ۳ نفر (۱۲ درصد) استدلال (ب)، ۰ نفر (۰ درصد) استدلال (ج) و ۰ نفر (۰ درصد) استدلال (د) را انتخاب نمودند. استدلال (الف)، استدلال صحیح و مدنظر بود. نتایج بدست‌آمده را در نمودار (۱۷) مشاهده می‌کنید:

نمودار ۱۷. درصد پاسخ‌گویی به هریک از استدلال‌های ارائه شده برای سوال سوم پرسش‌نامه توسط دانش‌آموزان پایه یازدهم

حال پاسخ دانش‌آموزان را براساس شاخص‌های ارائه شده در بخش روش پژوهش طبق نمودار (۱۸) تقسیم‌بندی می‌کنیم:



نمودار ۱۸. دسته‌بندی پاسخ‌های دانش‌آموزان پایه یازدهم به سوال سوم پرسش‌نامه بر اساس شاخصِ چالیک و ایاز

تحلیل داده‌ها

این سوال به منظور ارزیابی کج فهمی‌های موجود در جدول تناوبی و موضوعات مرتبط با آن طراحی شده بود. همان‌طور که در نمودار مربوط به نحوه پاسخ‌دهی به این سوال مشخص است، ۸۴ درصد از کلاس درس موفق به حل درست این سوال شده

اند، اما در بین این ۸۴ درصد که پاسخ درست سوال را انتخاب کرده اند تنها ۲۰ نفر بودند که توانستند علاوه بر پاسخ درست، استدلال مناسب را انتخاب کنند.

۴ درصد از کسانی که به این سوال پاسخ دادند دچار یادگیری جزئی و کج فهمی صریح و روشن هستند، بدین معنا که یا جواب سوال را به درستی انتخاب نکرده‌اند یا استدلال انتخابی آنان برای حل سوال اشتباه بوده است. ۱۱ درصد دیگر از پاسخ-دهنگان نه تنها سوال را اشتباه پاسخ دادند، بلکه در تشخیص استدلال مربوط به این سوال نیز ناموفق بوده‌اند. ۸ درصد دیگر از پاسخ‌دهندگان به سوال نیز یکی از بخش‌های سوال یا استدلال آن را بی‌پاسخ گذاشته اند. طبق بررسی‌های بدست‌آمده از این سوال کج فهمی‌های رایج در این مبحث به شرح زیر هستند:

دانش‌آموزان تصور کردند، به دلیل اینکه در عنصر مس هنگام از دست دادن الکترون، ابتدا زیرلایه 4S الکترون اهدا می‌کند، پس این عنصر جزء دسته S خواهد بود.

دانش‌آموزان تصور می‌کردند به دلیل خالی بودن زیرلایه S در آرایش الکترونی فشرده عنصر مس، این عنصر در حال پر کردن زیرلایه S بوده و جز دسته S می‌باشد.

سوال چهارم پرسش نامه

سوال چهارم

کدام یک از عبارت‌های زیر صحیح است؟

الف) یک amu یک دوازدهم جرم اتمی میانگین ایزوتوپ‌های کربن است.

ب) همه اتم‌های یک نمونه از عنصر کربن، خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند نقطه ذوب، جوش و چگالی یکسانی دارند.

ج) درصد فراوانی ایزوتوپ‌های طبیعی عنصر کربن با یکدیگر برابر هستند.

د) عدد جرمی و جرم اتمیِ کربن (${}^{۱۲}_{۶}C$) تقریبا باهم برابر است.

استدلال

الف) در هر نمونه طبیعی از عنصر کربن، اتم‌هایی وجود دارند که علی‌رغم وجود عدد اتمی یکسان، عدد جرمی متفاوتی دارند (که این تفاوت از تعداد نوترون‌های آنها ناشی می‌شود)، به این گونه اتم‌ها ایزوتوپ اطلاق می‌شود، اما تمامی اتم‌های موجود در نمونه کربن دارای تعداد الکترون‌های یکسانی هستند، الکترون‌ها هستند که خواص شیمیایی و فیزیکی اتم‌ها را مشخص می‌کنند، پس خواص فیزیکی وابسته به جرم برای این اتم‌ها نیز یکسان خواهد بود.

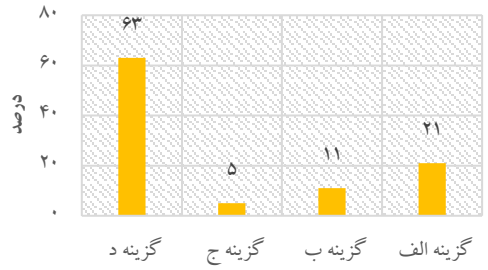
ب) با علم به این موضوع که جرم الکترون چیزی در حدود $\frac{۱}{۲۰۰۰}amu$ می‌باشد، می‌توان از جرم آن به صورت تقریبی صرف‌نظر کرده و عدد جرمی و جرم اتمی را با یکدیگر برابر فرض کرد، چون این دو مفهوم تنها در به حساب آوردن الکترون و یا محاسبه نکردن آن تفاوت دارند.

ج) چون ما با نمونه طبیعی کربن در آزمایشگاه سروکار داریم، طبیعی است که از جرم اتمی میانگین برای شاخصی مطمئن به منظور تعیین مقدار دقیق یک amu استفاده کنیم، چون یک نمونه طبیعی از عنصر کربن شامل چندین ایزوتوپ خواهد بود که این تفاوت در نوع اتم می‌بایست در تعریف amu در نظر گرفته شود، بر همین اساس از جرم اتمی میانگین استفاده خواهیم کرد.

د) چون ایزوتوپ‌های طبیعی یک عنصر دارای پایداری هستند، می‌بایست درصد فراوانی یکسانی نیز در طبیعت داشته باشند (چون هیچ‌گونه طبیعی نسبت به گونه دیگر پایدارتر نیست.)

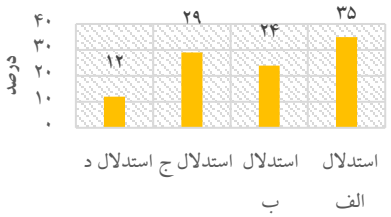
استدلال شما (در صورت نیاز):

از بین ۲۷ دانش‌آموزِ دهم شرکت‌کننده در این پرسش‌نامه، ۸ نفر به سوال چهارم پاسخ ندادند و از بین ۱۹ نفر باقی مانده، ۴ نفر (۲۱ درصد) گزینه (الف)، ۲ نفر (۱۱ درصد) گزینه (ب)، ۱ نفر (۵ درصد) گزینه (ج) و ۱۲ نفر (۶۳ درصد) گزینه (د) را انتخاب نمودند. گزینه (د) پاسخ صحیح سوال بود. نتایج بدست‌آمده را در نمودار (۱۹) مشاهده می‌کنید:



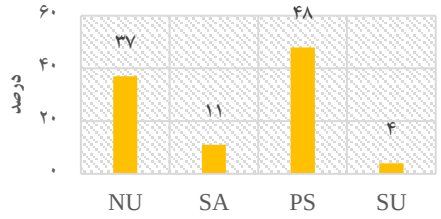
نمودار ۱۹. درصد پاسخ‌گویی به هر یک از گزینه‌های سوال چهارم پرسش‌نامه توسط دانش‌آموزان پایه دهم

استدلال‌های انتخاب شده برای سوال چهارم پرسش‌نامه به شرح روبروست: از بین ۲۷ دانش‌آموز شرکت‌کننده در این پرسش‌نامه، ۱۰ نفر استدلالی را برای حل سوال انتخاب نکردند. از بین ۱۷ دانش آموز باقی‌مانده، ۶ نفر (۳۵ درصد) استدلال (الف)، ۴ نفر (۲۴ درصد) استدلال (ب)، ۵ نفر (۲۹ درصد) استدلال (ج) و ۲ نفر (۱۲ درصد) استدلال (د) را انتخاب نمودند. استدلال (ب)، استدلال صحیح و مدنظر بود. نتایج بدست‌آمده را در نمودار (۲۰) مشاهده می‌کنید:



نمودار ۲۰. درصد پاسخ‌گویی به هریک از استدلال‌های ارائه شده برای سوال چهارم پرسش‌نامه توسط دانش‌آموزان پایه دهم

حال پاسخ دانش‌آموزان را براساس شاخص‌های ارائه شده در بخش روش پژوهش طبق نمودار (۲۱) تقسیم‌بندی می‌کنیم:



نمودار ۲۱. دسته‌بندی پاسخ‌های دانش‌آموزان پایه دهم به سوال چهارم پرسش‌نامه بر اساس شاخصِ چالیک و ایاز

تحلیل داده‌ها

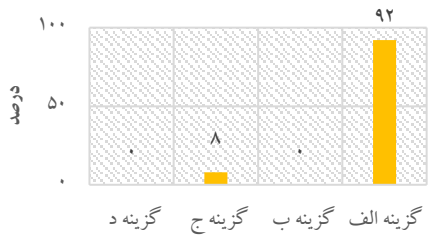
این سوال به منظور ارزیابی جرم اتمی، عدد جرمی، جرم اتمی میانگین و ایزوتوپ‌ها طراحی شده بود. همان‌طور که در نمودار مربوط به نحوه پاسخ‌دهی به این سوال مشخص است، ۶۳ درصد از کلاس درس موفق به حل درست این سوال شده‌اند، اما در بین این ۶۳ درصد که پاسخ درست سوال را انتخاب کرده‌اند تنها ۱ نفر بودند که توانستند علاوه بر پاسخ درست، استدلال مناسب را انتخاب کنند.

۴۸ درصد از کسانی که به این سوال پاسخ دادند دچار یادگیری جزئی و کج فهمی صریح و روشن هستند، بدین معنا که یا جواب سوال را به درستی انتخاب نکرده‌اند یا استدلال انتخابی آنان برای حل سوال اشتباه بوده است. ۱۱ درصد دیگر از پاسخ‌دهنگان نه تنها سوال را اشتباه پاسخ دادند، بلکه در تشخیص استدلال مربوط به این سوال نیز ناموفق بوده‌اند. ۳۷ درصد دیگر از پاسخ‌دهندگان به سوال نیز یکی از بخش‌های سوال یا استدلال آن را بی‌پاسخ گذاشته اند. طبق بررسی‌های بدست آمده از این سوال کج فهمی‌های رایج در این مبحث به شرح زیر هستند:

دانش‌آموزان تصور می‌کردند خواص فیزیکی به تعداد الکترون‌ها موجود در اتمِ تشکیل‌دهنده ماده مربوط می شود.

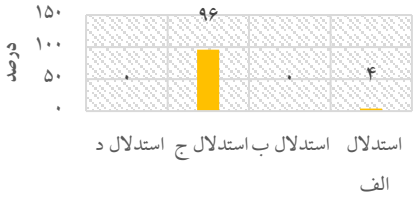
دانش‌آموزان تصور می‌کردند چون کربن دارای چندین ایزوتوپ است، پس برای سنجش واحد amu به جای جرم اتم کربن ۱۲ باید از جرم اتمی میانگین استفاده کرد.

بررسی پرسش‌نامه های پخش شده میان دانش آموزان پایه یازدهم نشان داد از بین ۲۶ دانش آموز شرکت‌کننده در این پرسش‌نامه، ۲ نفر به سوال پاسخ نداده است. از ۲۴ نفر باقی‌مانده ۲۲ نفر (۹۲ درصد) گزینه (الف)، ۰ نفر (۰ درصد) گزینه (ب)، ۲ نفر (۸ درصد) گزینه (ج) و ۰ نفر (۰ درصد) گزینه (د) را انتخاب نمودند. گزینه (د) پاسخ صحیح سوال بود. نتایج بدست‌آمده را در نمودار (۲۲) مشاهده می‌کنید:



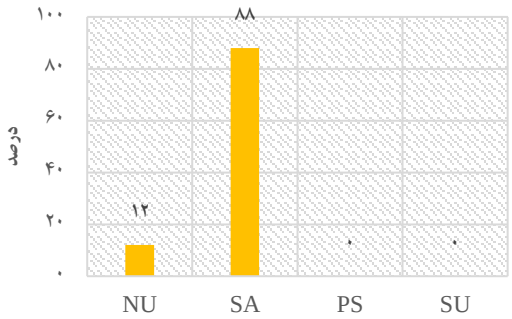
نمودار ۲۲. درصد پاسخ‌گویی به هر یک از گزینه‌های سوال چهارم پرسش‌نامه توسط دانش‌آموزان پایه یازدهم

ا ستدلال‌های انتخاب شده برای سوال چهارم پرسش‌نامه به شرح روبروست: از بین ۲۶ دانش آموز شرکت‌کننده در این پرسش‌نامه، ۲ نفر استدلالی را برای حل سوال انتخاب نکردند. از بین ۲۴ دانش آموز باقی‌مانده، ۱ نفر (۴ درصد) استدلال (الف)، ۰ نفر (۰ درصد) استدلال (ب)، ۲۳ نفر (۹۶ درصد) استدلال (ج) و ۰ نفر (۰ درصد) استدلال (د) را انتخاب نمودند. استدلال (ب)، استدلال صحیح و مدنظر بود. نتایج بدست‌آمده را در نمودار (۲۳) مشاهده می‌کنید:



نمودار ۲۳. درصد پاسخ‌گویی به هریک از استدلال‌های ارائه شده برای سوال چهارم پرسش‌نامه توسط دانش‌آموزان پایه یازدهم

حال پاسخ دانش‌آموزان را براساس شاخص‌های ارائه شده در بخش روش پژوهش طبق نمودار (۲۴) تقسیم‌بندی می‌کنیم:



نمودار ۲۴. دسته‌بندی پاسخ‌های دانش‌آموزان پایه یازدهم به سوال چهارم پرسش‌نامه بر اساس شاخصِ چالیک و ایاز

تحلیل داده‌ها

این سوال به منظور ارزیابی جرم اتمی، عدد جرمی، جرم اتمی میانگین و ایزوتوپ‌ها طراحی شده بود. همان‌طور که در نمودار مربوط به نحوه پاسخ‌دهی به این سوال مشخص است، ۰ درصد از کلاس درس موفق به حل درست این سوال شده‌اند، اما در بین این ۰ درصد که پاسخ درست سوال را انتخاب کرده‌اند تنها ۰ نفر بودند که توانستند علاوه بر پاسخ درست، استدلال مناسب را انتخاب کنند.

۰ درصد از کسانی که به این سوال پاسخ دادند دچار یادگیری جزئی و کج فهمی صریح و روشن هستند، بدین معنا که یا جواب سوال را به درستی انتخاب نکرده‌اند یا استدلال انتخابی آنان برای حل سوال اشتباه بوده است. ۸۸ درصد دیگر از پاسخ-دهنگان نه تنها سوال را اشتباه پاسخ دادند، بلکه در تشخیص استدلال مربوط به این سوال نیز ناموفق بوده‌اند. ۱۲ درصد دیگر از پاسخ‌دهندگان به سوال نیز یکی از بخش‌های سوال یا استدلال آن را بی‌پاسخ گذاشته‌اند. طبق بررسی‌های بدست‌آمده از این سوال کج فهمی‌های رایج در این مبحث به شرح زیر هستند:

دانش‌آموزان تصور می‌کردند چون کربن دارای چندین ایزوتوپ است، پس برای سنجش واحد amu به جای جرم اتم کربن ۱۲ باید از جرم اتمی میانگین استفاده کرد.

سوال پنجم پرسش نامه

سوال پنجم

کدام یک از موارد زیر صحیح است؟

الف) تنها تفاوت میان ترکیبات یونی و کووالانسی نحوه نام‌گذاری این ترکیبات است.

ب) در مولکول کلر (Cl_2)، هر دو اتم کلر یک الکترون گرفته و مولکول مذکور را تشکیل می‌دهند.

ج) یک نافلز می‌تواند با یک فلز یا نافلز دیگر، ترکیبات یونی را تشکیل دهد.

د) در یک ترکیب یونی، شمار یون‌های منفی لزوماً با شمار یون‌های مثبت برابر نیست.

استدلال

الف) با توجه به اینکه اتم‌های فلزی تمایل به از دست دادن الکترون داشته و اتم‌های نافلزی نیز تمایل به گرفتن الکترون دارند، می‌توان با کنار هم قرار دادن اتم‌های فلز و نافلز در کنار یکدیگر و انتقال الکترون از فلز به نافلز، ترکیب یونی را تشکیل داد؛ اما هنگامی که دو اتم نافلز در مجاورت یکدیگر قرار می‌گیرند، هر کدام از اتم‌های نافلز که موقعیت دورتری نسبت به گاز نجیب هم دوره خود داشته باشد، نقش فلز را ایفا کرده و در هنگام تشکیل پیوند یونی، الکترون خود را به دیگر نافلز که موقعیت نزدیک‌تری نسبت به گاز نجیب هم دوره خود دارد، انتقال می‌دهد و در نهایت ترکیب یونی حاصل می‌شود.

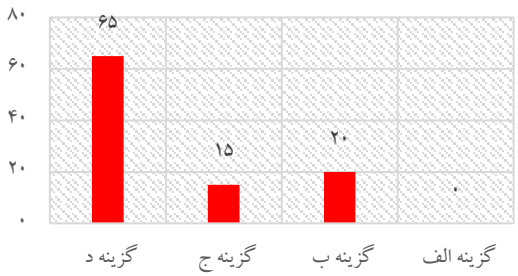
ب) چون هر دو پیوند یونی و کووالانسی در نهایت سبب ارتباط و پیوند میان دو اتم می‌شوند، تنها با استفاده از نام‌گذاری تفاوتی میان این دو نوع ارتباط قائل می‌شویم. در ماهیت شیمیایی میان دو پیوند یونی و کووالانسی تفاوتی مشاهده نشده است و در هنگام نامگذاری تنها به نوع اتم‌های درگیر در دو سر پیوند (فلز یا نافلز بودن آنها) دقت می‌کنیم و بر اساس نافلزی و یا فلزی بودن اتم‌های دو سر پیوند، نام‌گذاری را انجام می‌دهیم.

ج) در یک ترکیب یونی، می‌بایست کل ترکیب بدون بار بوده و اصطلاحاً خنثی باشد؛ اما برخی از یون‌ها ممکن است بیش از یک بار مثبت یا منفی داشته باشند و برای خنثی شدن به تعداد بیشتری از یون‌ها با بارناهمنام خود نیاز داشته باشند تا بتوانند بار کل ترکیب را خنثی کنند. به همین دلیل گاهی اوقات ترکیبات یونی دارای شمار برابری از یون‌های مثبت و منفی در ترکیب خود نیست. برای مثال منیزیم کلرید ($MgCl_2$) دارای تعداد نابرابری از یون‌های منفی و مثبت در ساختار خود است که علت این پدیده برابر نبودن بارهای مثبت و منفیِ یون‌های مثبت و منفی تشکیل‌دهنده این ترکیب است.

د) در مولکول کلر، هر یک از اتم‌ها یک الکترون گرفته و یونی با بار منفی تشکیل داده و با رسیدن به آرایش گاز نجیب هم دوره خود، به پایداری می‌رسد.

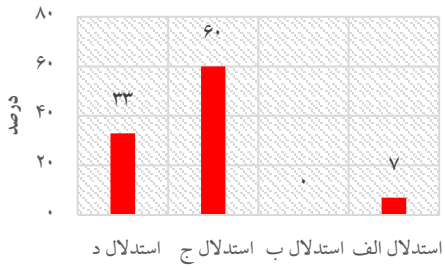
استدلال شما (در صورت نیاز):

از بین ۲۷ دانش‌آموزِ دهم شرکت‌کننده در این پرسش‌نامه، ۷ نفر به سوال پنجم پاسخ ندادند و از بین ۲۰ نفر باقی مانده، ۰ نفر (۰ درصد) گزینه (الف)، ۴ نفر (۲۰ درصد) گزینه (ب)، ۳ نفر (۱۵ درصد) گزینه (ج) و ۱۳ نفر (۶۵ درصد) گزینه (د) را انتخاب نمودند. گزینه (د) پاسخ صحیح سوال بود. نتایج بدست‌آمده را در نمودار (۲۵) مشاهده می‌کنید:



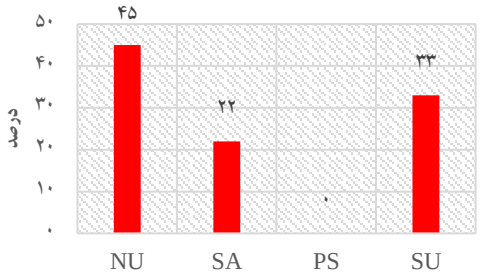
نمودار ۲۵. درصد پاسخ‌گویی به هر یک از گزینه‌های سوال پنجم پرسش‌نامه توسط دانش‌آموزان پایه دهم

استدلال‌های انتخاب شده برای سوال پنجم پرسش‌نامه به شرح روبروست: از بین ۲۷ دانش‌آموز شرکت‌کننده در این پرسش‌نامه، ۱۲ نفر استدلالی را برای حل سوال انتخاب نکردند. از بین ۱۵ دانش‌آموز باقی‌مانده، ۱ نفر (۷ درصد) استدلال (الف)، ۰ نفر (۰ درصد) استدلال (ب)، ۹ نفر (۶۰ درصد) استدلال (ج) و ۵ نفر (۳۳ درصد) استدلال (د) را انتخاب نمودند. استدلال (ج)، استدلال صحیح و مدنظر بود. نتایج بدست‌آمده را در نمودار (۲۶) مشاهده می‌کنید:



نمودار ۲۶. درصد پاسخ‌گویی به هریک از استدلال‌های ارائه شده برای سوال پنجم پرسش‌نامه توسط دانش‌آموزان پایه دهم

حال پاسخ دانش‌آموزان را براساس شاخص‌های ارائه شده در بخش روش پژوهش طبق نمودار (۲۷) تقسیم‌بندی می‌کنیم:



نمودار ۲۷. دسته‌بندی پاسخ‌های دانش‌آموزان پایه دهم به سوال پنجم پرسش‌نامه بر اساس شاخصِ چالیک و ایاز

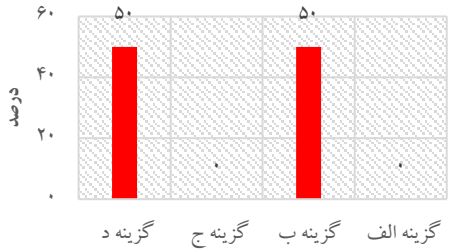
تحلیل داده‌ها

این سوال به منظور ارزیابی ترکیبات یونی، کوالانسی و پیوندهای شیمیایی طراحی شده بود. همان‌طور که در نمودار مربوط به نحوه پاسخ‌دهی به این سوال مشخص است، ۶۵ درصد از کلاس درس موفق به حل درست این سوال شده‌اند اما در بین این ۶۵ درصد که پاسخ درست سوال را انتخاب کرده‌اند تنها ۹ نفر بودند که توانستند علاوه بر پاسخ درست، استدلال مناسب را انتخاب کنند.

۰ درصد از کسانی که به این سوال پاسخ دادند دچار یادگیری جزئی و کج فهمی صریح و روشن هستند، بدین معنا که یا جواب سوال را به درستی انتخاب نکرده‌اند یا استدلال انتخابی آنان برای حل سوال اشتباه بوده است. ۲۲ درصد دیگر از پاسخ‌دهنگان نه تنها سوال را اشتباه پاسخ دادند، بلکه در تشخیص استدلال مربوط به این سوال نیز ناموفق بوده‌اند. ۴۵ درصد دیگر از پاسخ‌دهندگان به سوال نیز یکی از بخش‌های سوال یا استدلال آن را بی‌پاسخ گذاشته اند. طبق بررسی‌های بدست آمده از این سوال کج فهمی‌های رایج در این مبحث به شرح زیر هستند:

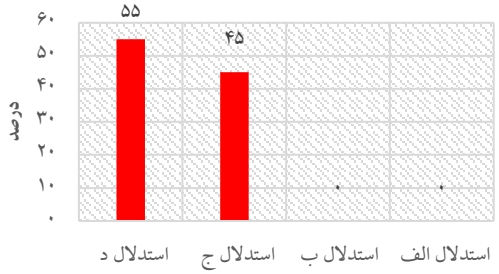
دانش‌آموزان تصور کردند در ترکیبات کوالانسی مانند Cl_2، انتقال الکترون رخ داده و هر یک از اتم‌های کلر دارای بار منفی بوده و یون تشکیل می‌شود.

بررسی پرسش‌نامه‌های پخش‌شده میان دانش‌آموزان پایه یازدهم نشان داد از بین ۲۶ دانش‌آموز شرکت‌کننده در این پرسش‌نامه، ۲ نفر به سوال پاسخ نداده است. از ۲۴ نفر باقی‌مانده ۰ نفر (۰ درصد) گزینه (الف)، ۱۲ نفر (۵۰ درصد) گزینه (ب)، ۰ نفر (۰ درصد) گزینه (ج) و ۱۲ نفر (۵۰ درصد) گزینه (د) را انتخاب نمودند. گزینه (د) پاسخ صحیح سوال بود. نتایج بدست‌آمده را در نمودار (۲۸) مشاهده می‌کنید:



نمودار ۲۸. درصد پاسخ‌گویی به هر یک از گزینه‌های سوال پنجم پرسش‌نامه توسط دانش‌آموزان پایه یازدهم

استدلال‌های انتخاب شده برای سوال پنجم پرسش‌نامه به شرح روبروست: از بین ۲۶ دانش‌آموز شرکت‌کننده در این پرسش‌نامه، ۴ نفر استدلالی را برای حل سوال انتخاب نکردند. از بین ۲۲ دانش‌آموز باقی‌مانده، ۰ نفر (۰ درصد) استدلال (الف)، ۰ نفر (۰ درصد) استدلال (ب)، ۱۰ نفر (۴۵ درصد) استدلال (ج) و ۱۲ نفر (۵۵ درصد) استدلال (د) را انتخاب نمودند. استدلال (ج)، استدلال صحیح و مدنظر بود. نتایج بدست‌آمده را در نمودار (۲۹) مشاهده می‌کنید:



نمودار ۲۹. درصد پاسخ‌گویی به هریک از استدلال‌های ارائه شده برای سوال پنجم پرسش‌نامه توسط دانش‌آموزان پایه یازدهم

حال پاسخ دانش‌آموزان را براساس شاخص‌های ارائه شده در بخش روش پژوهش طبق نمودار (۳۰) تقسیم‌بندی می‌کنیم:

نمودار ۳۰. دسته‌بندی پاسخ‌های دانش‌آموزان پایه یازدهم به سوال پنجم پرسش‌نامه بر اساس شاخصِ چالیک و ایاز

تحلیل داده‌ها

این سوال به منظور ارزیابی ترکیبات یونی، کوالانسی و پیوندهای شیمیایی طراحی شده بود. همان‌طور که در نمودار مربوط به نحوه پاسخ‌دهی به این سوال مشخص است، ۵۰ درصد از کلاس درس موفق به حل درست این سوال شده‌اند، اما در بین این ۵۰ درصد که پاسخ درست سوال را انتخاب کرده‌اند تنها ۱۰ نفر بودند که توانستند علاوه بر پاسخ درست، استدلال مناسب را انتخاب کنند.

۴ درصد از کسانی که به این سوال پاسخ دادند دچار یادگیری جزئی و کج فهمی صریح و روشن هستند، بدین معنا که یا جواب سوال را به درستی انتخاب نکرده‌اند یا استدلال انتخابی آنان برای حل سوال اشتباه بوده است. ۴۲ درصد دیگر از پاسخ-دهنگان نه تنها سوال را اشتباه پاسخ دادند، بلکه در تشخیص استدلال مربوط به این سوال نیز ناموفق بوده‌اند. ۱۵ درصد دیگر از پاسخ‌دهندگان به سوال نیز یکی از بخش‌های سوال یا استدلال آن را بی پاسخ گذاشته‌اند. طبق بررسی‌های بدست‌آمده از این سوال کج فهمی‌های رایج در این مبحث به شرح زیر هستند:

دانش‌آموزان تصور کردند در ترکیبات کوالانسی مانند Cl2، انتقال الکترون رخ داده و هر یک از اتم‌های کلر دارای بار منفی بوده و یون تشکیل می‌شود.

بحث و نتیجه گیری

نتایج پژوهش حاضر با عنوان "بررسی کج‌فهمی‌های رایج دانش‌آموزانِ دوره متوسطه دوم در مسائل شیمیایی و مفاهیم مربوط به فصل اول کتاب شیمی دهم" به شرح زیر است:

از آنجاکه شناخت و تعامل با درس شیمی میان دانش‌آموزان پایه دهم و یازدهم متفاوت است، ممکن است در بررسی کج فهمی‌های رایج میان این دانش‌آموزان مطالب و موارد جدیدی به چشم بخورد. دانش‌آموزان سال یازدهم در شیمی دهم خود تا حدی با مطالب ارائه شده ارتباط برقرار کرده و برخی از مفاهیم را تا حد قابل قبولی درک می‌کنند، اما این موضوع برای دانش-آموزان پایه دهم چنین نیست؛ ممکن است مطالب ارائه شده در سال یازدهم ابهامات و کج فهمی‌های جدیدی در رابطه با مطالب تدریس شده در سال دهم در ذهن دانش‌آموزان پایه یازدهم ایجاد کرده که امکان بروز و ظهور آن برای فراگیران سال دهم، وجود نداشته باشد. در بعد دیگری از این موضوع، ممکن است دروس سال یازدهم در حل کردن برخی از کج فهمی‌های سال دهم نیز کمک کننده باشد. از طرف دیگر بررسی مانایی و ماندگاری مطالب تدریس شده در سال دهم، در ذهنِ دانش‌آموزان سال یازدهم نیز موردی است که می بایست مورد ارزیابی و سنجش قرار می‌گرفت، از این رو تصمیم گرفتیم تا هم از جامعه آماری سال دهم و هم سال یازدهم در تکمیل پرسش‌نامه استفاده کنیم.

پس از بررسی تمامی قسمت‌های مربوط به فصل اول کتاب شیمی دهم دبیرستان، سوالاتی با چالش و کج فهمی‌های زیاد، طراحی شد و در اختیار دانش‌آموزان قرار گرفت. در طی بررسی‌های انجام شده بر روی پرسش‌نامه‌ها متوجه شدیم دانش‌آموزان در نحوه چینش الکترون‌ها در زیرلایه‌ها، دچار کج فهمی‌های بسیاری هستند به نحوی که در بسیاری از اوقات نمی‌توانند به درستی زیرلایه مناسب برای گرفتن الکترون را انتخاب کنند. این ابهامات و تصورات نادرست در عناصر واسطه به دلیل وارد شدن زیرلایه d به فرآیند گرفتن الکترون، تشدید می‌شود. این موضوع نه تنها برای دانش‌آموز دهم، بلکه برای دانش‌آموزان یازدهم نیز صادق است. این بخش در فهم نادرست از سطح انرژی زیرلایه‌ها و عدم تمرین در این مبحث خود را نمایان می‌کند. یکی دیگر از مشکلات دانش‌آموزان نوشتن آرایش الکترونی و آرایش الکترونی فشرده برای دو عنصری در کتاب درسی است که قاعده آفبا را رعایت نمی‌کنند، یعنی کروم و مس. در بخش‌های مختلفی از پرسش‌نامه تله‌هایی برای تشخیص این موضوع کار گذاشته شده بود که بسیاری از دانش‌آموزان دهم و یازدهم در این تله گرفتار شدند. عدم تسلط به آرایش الکترونی این عناصر و به طور کلی آرایش الکترونی عناصر واسطه سبب می‌شود بسیاری از دانش‌آموزان در تشیخص دسته عنصر در جدول تناوبی دچار اشکال شوند. یکی دیگر از عوامل عدم تشخیص دسته عناصر در بین جامعه آماری ما، عدم درک نحوه دسته‌بندی عناصر در جدول تناوبی است، یعنی دانش‌آموزان هنوز درک درستی از این که به چه دلیل جدول تناوبی به این شکل درآمده و هر قسمت از جدول چه دسته ای از عناصر را مشخص می‌کند را ندارند. بسیاری از دانش‌آموزان تفاوت پیوندهای کوالانسی و یونی را به خوبی درک نکرده و گمان می‌کنند تبادل الکترون در هر دو پیوند رخ می‌دهد؛ یکی از دلایل رخ دادن چنین مشکلاتی عدم مطالعه و تمرین و آموزش نامناسب در پایه‌های قبلی بوده است. بخش دیگری از مشکلات دانش‌آموزان، در فهمِ وابستگی خواص شیمیایی و فیزیکی به ذرات زیر اتمی است. به نحوی که برخی از آنان الکترون را علت بروز ویژگی‌های فیزیکی دانستند چون فکر می‌کردند تاکیدِ تاثیرگذاری الکترون در خواص شیمیایی به خواص فیزیکی نیز سرایت پذیر است. amu و مفاهیم مربوط به آن نیز از دیگر مباحثی هستند که کج فهمی‌های زیادی را در دانش‌آموزان ایجاد کرده است. این موضوع بر خلاف موضوعات

قبلی به کتاب درسی وابسته بوده و به نظر می‌رسد کتاب درسی به خوبی نتوانسته این مطلب را ارائه کند؛ همین مقوله دانش‌آموزان را در فهم این مبحث دچار مشکلات زیادی می کند.

برای بهبود این مشکلات پیشنهاداتی مطرح می‌شود: اول آنکه بهتر است از محتواهای قدیمی برای آموزش مفاهیم این چنینی استفاده نشود. در حال حاضر محتواهای الکترونیکی بسیاری در اینترنت وجود دارد که به خوبی می‌تواند مفاهیم را با اشکال و تصاویر مناسب در ذهن دانش‌آموزان تثبیت کند. یاد دادن مفاهیمی مانند الکترون و لایه‌های اتم با استفاده از محتواهای سه بعدی دیجیتال، بسیار کارآمدتر و منطقی‌تر به نظر می‌رسد. دوم آنکه تمرین مداومِ کلاسی و استفاده از مصاحبه، مشاهده، پرسش‌نامه و آزمون‌های تشخیصی با تله‌های آموزشی به منظور شناسایی مشکلات و کج فهمی‌ها توصیه می‌شود. استفاده از سوالات و تمرین-های طبقه‌بندی شده (از آسان به دشوار) به نحوی که ساخت شناختیِ دانش‌آموزان با نظم مناسبی مطالب جدید را بپذیرد نیز مهم است. دانش‌آموزان در کلاس درس باید بتوانند به راحتی سوالات درسی خود را هر چند ساده و ابتدایی مطرح کنند. همین سوالات به ظاهر ساده در صورتی که با جوابی مناسب همراه نشوند در آینده‌ای نه چندان دور به ابهام یا کج فهمی بزرگی تبدیل خواهند شد. در نهایت نیز می‌توان گفت تمرکز و احساس امنیت در کلاس درس در حین آموزش برای کاهش این کج فهمی‌ها بسیار موثر است. در صورت تمرکز و توجه به مطالب و ارائه آموزش مناسب، کج فهمی‌ها به نحوِ قابل قبولی کاهش خواهند یافت.

منابع

اصغری لالمی، نسیم؛ امانی، وحید. (۱۴۰۰)، عوامل مؤثّر در کج فهمی‌های دانش‌آموزان و دانشجویان در زمینه پیوند شیمیایی، *پژوهش در آموزش شیمی*، ۳(۲)، ۱۹-۳۶.

سیف، علی اکبر. (۱۴۰۲). *روانشناسی پرورشی نوین روانشناسی یادگیری و آموزش*. (ویرایش هفتم). تهران: انتشارات دوران.

شعبانی، حسن. (۱۳۹۸). مهارت‌های آموزشی و پرورشی. (ویرایش سوم). تهران: انتشارات سمت.

میرزایی، انصار؛ قلخانی، معصومه. (۱۳۹۵). بررسی کج فهمی‌های دانش‌آموزان سال چهارم دبیرستان در مفهوم شیمی اسید و باز. *نهمین کنفرانس آموزش شیمی ایران*. ۳ .

هاشمیان بجنورد، ناهید؛ منهاج، محمد باقر. (۱۳۸۶). دانش چیست؟ مرور ادبیات، مقایسه تعاریف، ارائه تعریف جدید، تهران. *رهیافت*، ۲۱(۴۰)، ۲.

همایی مقدم، عاطفه؛ شاهوند، منا؛ صادقی حاجی بابا، سیده شقایق. (۱۴۰۰). بررسی کج فهمی دانش‌آموزان دوره دوم متوسطه درباره مفاهیم مول و جرم اتمی، *پژوهش در آموزش شیمی*،۱(۲). ۱-۲.

Çetingül, P. I., Geban, O. (۲۰۰۵). Understanding of Acid-Base Concept by Using Conceptual Chane Approach Cetinguul Puren. H.U. *Journal of Education*.۲۹, ٦۹-۷٤.

Change, R. (۲۰۱۰), *Chemistry*. McGraw-Hill.

Demircioğlu, G., Ayas, A., Demircioğlu, H. (۲۰۰٥). Conceptual change achieved through a new teaching program on acids and bases. *Chemistry Education Research and Practice*,٦, ۳٦-٥۱.

Nivaldo, J. Tro. (۲۰۱۱). *Chemistry A Molecular Approach*. Westmont College.

Pauling, L. (۱۹۷۰). *General Chemistry. Originally Published San Francisco W.H Freeman.*

Silberberg, M.S. (۲۰۰۹). *Chemistry The Molecular Nature of Matter and Change*. McGraw-Hill.

Taber, K.S. (۲۰۰۹). The challenge of alternative conceptions in chemistry: Resources to help teachers. University of Cambridge. Faculty of Education. *Science Education Centre*.٤, ۱۳-۱۷.

Zoller, U. (۱۹۹۰). Student' Misunderstandings and Misconceptions in College Freshman Chemistry (General and Organic). *Journal of Research in Science Teaching*. ۲۷, ۱۰٥۷.