دانشگاه فرهنگیان
فصل‌نامه پویش در آموزش علوم پایه
دوره ۷، شماره ۲۵، زمستان ۱۴۰۰

Farhangian University
Quarterly Journal of Education in Basic Sciences
Volum7, Issue25, Winter2022

بررسی کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان پایه دوازدهم در مفاهیم اسید – باز، از طریق آزمون تشخیصی سه‌ردیفی

احمد اکبرپور گنجه[۱]، وحید امانی[۲]

دریافت: ۱۴۰۰/۶/۴ پذیرش: ۱۴۰۰/۹/۱۳

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان پایه دوازدهم در مبحث اسید – باز است. جامعه آماری این پژوهش، دانش‌آموزان پایه دوازدهم دو مدرسه شهر رشت که در سال تحصیلی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در رشته‌های علوم تجربی و ریاضی – فیزیک در حال تحصیل‌اند، است. نمونه آماری شامل ۴۷ نفر از دانش‌آموزان است که به طور تصادفی انتخاب شدند. به عنوان ابزار گردآوری داده‌ها، آزمون تشخیصی چهار گزینه‌ای سه‌ردیفی اسید – باز طراحی و استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش مناسب با آزمون سه‌ردیفی استفاده شد و درک دانش-آموزان در سه دسته فهم علمی، عدم درک و کج‌فهمی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که دانش‌آموزان در مفاهیم اسید – باز دچار کج‌فهمی هستند. دانش‌آموزان به‌ترتیب از فراوانی بیشتر به کمتر در مفاهیم الکترولیت، غلظت یون هیدرونیوم در محلول اسیدی رقیق، واکنش خنثی شدن، تمایز غلظت تجزیه‌ای و غلظت تعادلی اسید، تشخیص اسیدها و بازها، مفاهیم یونش و تفکیک، درجه یونش، یونش اسیدهای چند پروتون‌دار و تفاوت مفاهیم قدرت و غلظت اسید کج‌فهمی دارند. کج‌فهمی‌های شناسایی شده می‌تواند در بهبود روش‌های یاددهی – یادگیری و طراحی محتوای آموزشی مناسب مورد استفاده قرارگیرد. در این راستا بهره‌گیری از روش‌های مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات، کارهای عملی و آزمایش مفید است. پویانمایی‌ها، شبیه‌سازی‌ها و آزمایش‌های شیمی اسید – باز می‌تواند به درک علمی دانش‌آموزان در سطوح ماکروسکوپی، زیرمیکروسکوپی و نمادین کمک کند.

کلیدواژه‌ها: کج‌فهمی، اسید – باز، آموزش شیمی، آزمون تشخیصی سه‌ردیفی.

۱. دانشجوی کارشناسی آموزش شیمی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران.
۲. استادیار، گروه شیمی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران. نویسنده مسؤول، Email: v_amani2002@yahoo.com; v.amani@cfu.ac.ir

مقدمه

شیمی یکی از ارکان اصلی علم، فناوری و صنعت است که به طرز چشمگیری به بهبود کیفیت زندگی کمک می‌کند. بنابراین، یادگیری جامع شیمی ضروری است (کتینگل و گبان[1]، ۲۰۰۵). بسیاری از دانش-آموزان یادگیری شیمی را دشوار می‌دانند (کاردلینی[2]، ۲۰۱۲). یکی از دلایل آن این است که شیمی یک موضوع پیچیده است که بسیاری از موضوعات و مفاهیم انتزاعی را بررسی می‌کند (استیف و ویلنسکی[3]، ۲۰۰۳). دلیل دیگر این است که یادگیری عمیق شیمی مستلزم داشتن درک درستی از دیدگاه ماکروسکوپی، زیرمیکروسکوپی و نمادین است (کیدانماریام[4] و همکاران، ۲۰۱۳). این ویژگی‌ها می‌توانند منجر به ایجاد تصوّراتی شوند که با دیدگاه‌های علمی پذیرفته شده متفاوت است؛ این تصوّرات کج‌فهمی[5] نامیده می‌شوند. عوامل ایجاد کننده کج‌فهمی را می‌توان به دو دسته‌ی درونی و بیرونی تقسیم نمود. عوامل درونی که در شکل‌گیری باورهای غلط دانش‌آموزان تأثیر می‌گذارند، شامل تصوّرات شخصی، مراحل رشد شناختی، استدلال ناقص یا نادرست، میزان توانایی و علاقه به یادگیری است (سوپارنو[6]، ۲۰۱۳)، در حالی‌که عوامل تأثیرگذار بیرونی شامل تجربیات روزمره (وی[7]، ۲۰۱۲)، معلّمان (درچسلر و اشمیت[8]، ۲۰۰۵)، کتاب‌های درسی (زاجکوف[9]، ۲۰۱۷؛ پدروسا و دیاس[10]، ۲۰۰۰)، روش تدریس (تاسکر و دالتون[11]، ۲۰۰۶)، زبان مورد استفاده، رسانه‌ها و اینترنت (سسن و اینس[12]، ۲۰۱۰) است.

مبحث اسیدها و بازها یکی از اساسی‌ترین مباحث شیمی است. به‌طوری‌که بیشتر واکنش‌های شیمیایی شامل واکنش‌های اسید – باز است (کتینگل و گبان، ۲۰۰۵). این مبحث نیاز به درک یکپارچه بسیاری از مفاهیم شیمی پایه به عنوان پیش‌نیاز دارد، از جمله ماهیّت ذره‌ای ماده، ترکیب و غلظت محلول‌ها، ساختار

---

[1] Cetingul & Geban
[2] Cardellini
[3] Stieff & Wilensky
[4] Kidanemariam
[5] Misconception
[6] Suparno
[7] Wee
[8] Drechsler & Schmidt
[9] Zajkov
[10] Pedrosa & Dias
[11] Tasker & Dalton
[12] Sesen & Ince

اتمی، یونش، پیوند یونی و کووالانسی، نمادها، فرمول‌ها و معادلات واکنش‌ها و تعادل شیمیایی (شپارد[1]، ۲۰۰۶).

بسیاری از کج‌فهمی‌ها به این دلیل ایجاد می‌شوند که دانش‌آموزان بین توضیحات ماکروسکوپی و زیرمیکروسکوپی تمایزی قائل نمی‌شوند (چندراسگاران[2]، ۲۰۰۷؛ میجر[3]، ۲۰۱۱). طبق نظر جان‌استون[4] (۲۰۰۰)، دانش شیمی در سه سطح به دست می‌آید: الف) ماکروسکوپی (آن‌چه که دیده می‌شود ، لمس می‌شود و بوییده می‌شود)؛ ب) زیرمیکروسکوپی (اتم‌ها، مولکول‌ها، یون‌ها و ساختارها) و ج) نمادین (نمادها، فرمول‌ها، معادلات، کاربرد ریاضی، نمودارها و غیره).

دانش‌آموزان و عموم مردم در زندگی روزمره خود با اسیدها و بازها سر و کار دارند. آنها در مورد مواد غذایی، شیرینی‌های اسیدی، اسیدیته معده، آنتی اسیدها، شوینده‌ها، مسائل مربوط به محیط زیست و نظایر آن اطلاعاتی دارند (لیسو[5] و همکاران، ۲۰۲۰). با این وجود، درک آنان از مفاهیم اسید – باز هنوز ناقص است. بنابراین با توجه به کاربرد شیمی اسید – باز در زندگی، آموزش آن حائز اهمیّت است. از طرفی همین برخوردهای دانش‌آموزان با اسیدها و بازها می‌تواند با ایجاد پیش فرض‌های غیرعلمی، منجر به سوء برداشت شده و آنان را در یادگیری این مفاهیم دچار کج‌فهمی‌هایی کند. لازمه پیشگیری از کج‌فهمی‌ها و بهبود آنها، شناسایی آنهاست. اندازه‌گیری سطح درک دانش‌آموزان و شناسایی کج‌فهمی‌های آنان به همان اندازه آموزش مفاهیم مهم است. روش‌های مورد استفاده برای شناسایی و بررسی کج‌فهمی‌ها شامل مشاهده، توصیف، مصاحبه، رسم نقشه‌های مفهومی، آزمون‌های پایان باز، آزمون‌های چند گزینه‌ای ساده، آزمون-های چندگزینه‌ای چند ردیفی و ... است (سوهارتو[6] و همکاران، ۲۰۱۹). با استفاده از آزمون تشخیصی سه‌ردیفی[7]، فهم دانش‌آموزان تحت سه عنوان فهم علمی، عدم درک (فقدان دانش) و کج‌فهمی دسته بندی می‌شود. از مزایای آزمون چندگزینه‌ای سه‌ردیفی می‌توان به تعیین سطح اطمینان فراگیران، صرفه‌جویی در زمان و تشخیص کج‌فهمی از عدم درک اشاره کرد.

کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان قبل یا بعد از آموزش رسمی به یکی از نگرانی‌های اصلی محقّقان در زمینه آموزش علوم تبدیل شده است، چراکه بر چگونگی یادگیری دانش جدید تأثیر می‌گذارند و مانعی در

---

[1] Sheppard
[2] Chandrasegaran
[3] Meijer
[4] Johnstone
[5] Liso
[6] Soeharto
[7] Three-Tier Diagnostic Test

دستیابی به دانش صحیح هستند. در پژوهشی مبارکاه[1] و همکارانش (۲۰۱۸) به بررسی کج‌فهمی‌های ۷۲ دانش آموز تایلندی و ۶۴ دانش آموز اندونزیایی از طریق آزمون تشخیصی سه‌ردیفی پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان تایلندی و اندونزیایی به یکدیگر مشابه بوده و اکثر دانش-آموزان در مفاهیمی از قبیل نظریه‌های اسید - باز، قدرت اسیدها و بازها، مفهوم pH در الکترولیت‌ها و خصوصیات غیر الکترولیتی اسیدها و بازها کج‌فهمی داشتند. همچنین در تحقیقی دیگر آرتدج[2] و همکارانش (۲۰۱۸) به شناسایی کج‌فهمی‌های ۵۵ دانش آموز تایلندی از طریق آزمون تشخیصی دو ردیفی پرداخته و نتیجه گرفتند که اکثر دانش‌آموزان در مفاهیمی از قبیل نظریه اسید - باز، تفکیک اسیدهای قوی و یونش اسیدهای ضعیف کج‌فهمی دارند. موسوی و کریمی (۱۳۹۹) نیز به بررسی کج‌فهمی‌های ۳۰ دانشجومعلم در مبحث اسید - باز پرداختند. به این منظور از ۵ سؤال چهارگزینه‌ای مربوط به pH، قدرت اسیدی و بازی به عنوان ابزار گردآوری اطلاعات استفاده شده و نتایج نشان داده است که بیشتر دانشجویان در این مفاهیم دچار کج‌فهمی اند.

با توجه به کاربرد مفاهیم اسید –باز در زندگی و این‌که بسیاری از واکنش‌های شیمیایی شامل واکنش-های اسید – باز هستند، یادگیری این مفاهیم ضروری است. یکی از مهمترین موانع یادگیری معنی‌دار و عمیق کج‌فهمی است، بنابراین شناسایی کج‌فهمی‌های این مبحث - به‌عنوان مرحله اساسی پیشگیری از بروز کج‌فهمی‌ها و بهبود آن‌ها - حائز اهمیّت است. به این ترتیب هدف از این پژوهش بررسی کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان پایه دوازدهم در مفاهیم اسید - باز با به‌کارگیری آزمون تشخیصی چهارگزینه‌ای سه‌ردیفی است و پرسش اصلی پژوهش به صورت زیر مطرح می شود:

- دانش‌آموزان پایه دوازدهم در مفاهیم اسید –باز چه کج‌فهمی‌هایی دارند؟

روش تحقیق

جامعه آماری این پژوهش، دانش‌آموزان پایه دوازدهم دو مدرسه شهر رشت که در سال تحصیلی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در رشته‌های علوم تجربی و ریاضی - فیزیک در حال تحصیل‌اند، است. نمونه آماری شامل ۴۷ نفر از دانش‌آموزان است که به طور تصادفی انتخاب شدند. برای انجام این پژوهش از روش توصیفی - تحلیلی استفاده شد. به‌عنوان ابزار گردآوری داده‌ها آزمون تشخیصی چندگزینه‌ای سه‌ردیفی اسید - باز طراحی و استفاده شد. این آزمون شامل ۹ سؤال بوده و مفاهیم نظریه اسید - باز، تفکیک و یونش، واکنش خنثی‌شدن،

[1] Mubarokah
[2] Artdej

قدرت اسیدی، اسیدهای چندپروتون‌دار، درجه‌ی یونش، الکترولیت و ثابت یونش را دربر می‌گیرد. ردیف نخست پرسش‌های سه‌ردیفی، یک سؤال چندگزینه‌ای است. در ردیف دوم، دلیل دانش‌آموزان مورد پرسش قرار می‌گیرد. یکی از ویژگی‌های کج‌فهمی‌ها این است که به شدت توسط دانش‌آموزان نگه داشته می‌شوند و دانش‌آموزان از درستی این عقاید اطمینان دارند (گونن و کوکاکایا[1]، ۲۰۱۰). برای استفاده از این ویژگی در تشخیص کج‌فهمی‌ها، در ردیف سوم سطح اطمینان پاسخ دهندگان از صحّت پاسخ خود در دو ردیف قبلی مشخص می‌شود. به این منظور چهار درجه اطمینان درنظر گرفته شده است: ۱. اصلاً ۲. کم ۳. زیاد ۴. کاملاً. نمونه‌ای از سؤالات سه‌ردیفی در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول ۱. نمونه‌ای از پرسش‌های سه‌ردیفی

ردیف اوّل	اصطلاحات کدام گزینه به‌ترتیب از راست به چپ مناسب با افزودن KOH به آب و اضافه کردن HCl به آب است؟ الف) تفکیک – یونش ب) یونش – تفکیک ج) تفکیک – تفکیک د) یونش – یونش
ردیف دوم	دلیل خود از پاسخ به سؤال بالا را مشخص کنید. الف) ترکیبات یونی و ترکیبات مولکولی در آب یون تولید می‌کنند. ب) ترکیبات یونی و ترکیبات مولکولی در آب یون آزاد می‌کنند. ج) ترکیبات یونی در آب یون آزاد می‌کنند و ترکیبات مولکولی در آب یون تولید می‌کنند. د) ترکیبات یونی در آب یون تولید می‌کنند و ترکیبات مولکولی در آب یون آزاد می‌کنند. ه) دلیل دیگر: .....
ردیف سوم	چه قدر از درستی پاسخ خود مطمئن هستید؟ ۱) اصلاً ۲) کم ۳) زیاد ۴) کاملاً

داده‌های به دست آمده از آزمون تشخیصی سه‌ردیفی، مطابق با جدول (۲) مورد تحلیل واقع شده و پاسخ‌ها در سه دسته فهم علمی (با اطمینان زیاد و کم)، عدم درک و کج‌فهمی قرار می‌گیرد. به این ترتیب دقّت در تشخیص کج‌فهمی افزایش یافته و عدم درک و کج‌فهمی - که هر یک راه حل و راهکار خاص خود را می‌طلبد - در یک گروه قرار نمی‌گیرند.

جدول ۲. روش تجزیه و تحلیل داده‌ها (حکیم[2] و همکاران، ۲۰۱۲)

[1] Gonen & Kocakaya
[2] Hakim

توصیف		شاخص اطمینان از پاسخ[1] (CRI)	دلایل	پاسخ‌ها
فهم علمی	با اطمینان زیاد	۲/۵ <	درست	درست
	با اطمینان کم	۲/۵ >	درست	درست
عدم درک		۲/۵ >	نادرست	درست
		۲/۵ >	درست	نادرست
		۲/۵ >	نادرست	نادرست
کج‌فهمی		۲/۵ <	نادرست	درست
		۲/۵ <	درست	نادرست
		۲/۵ <	نادرست	نادرست

یافته‌های پژوهش

به منظور شناسایی کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در مفاهیم اسید – باز، پاسخ‌های آنان به سؤالات مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. برای رعایت خلاصه‌نویسی، ردیف دوم سؤالات در مقاله گزارش نشده است. ردیف سوم – شاخص اطمینان از پاسخ – نیز برای تمامی سؤالات یکسان است.

سؤال اوّل به منظور بررسی کج‌فهمی دانش‌آموزان در تشخیص اسیدها و بازها طرح شده است:

کدام یک از گزاره‌های زیر درست است؟

الف) pH ترکیب PH_3 کمتر از ۷ است.

ب) pH محلول یک مولار CH_3COOH از محلول یک مولار PH_3 کمتر است.

ج) pH محلول یک مولار PH_3 از محلول یک مولار HF کمتر است.

د) pH محلول CH_3COOH بیشتر از ۷ است.

پاسخ صحیح این سؤال گزینه (ب) است. ۲۰ نفر معادل با ۴۲/۶ درصد از دانش‌آموزان در تشخیص اسیدها و بازها دارای فهم علمی بودند. پاسخ‌های نادرست ۱۳ نفر (۲۷/۷ درصد) ناشی از عدم درک و فقدان دانش است. همچنین ۱۴ نفر (۲۹/۸ درصد) از دانش‌آموزان در این باره دچار کج‌فهمی بودند. آنان به اشتباه معتقد بودند که CH_3COOH و به طور کلی هر ترکیبی که در فرمول شیمیایی خود دارای (-OH) باشد، باز و هر ترکیبی (از جمله PH_3) که در فرمول شیمیایی خود دارای اتم H باشد، اسید است.

[1] Certainty of Response Index

درک دانش‌آموزان از غلظت یون هیدرونیوم در محلول اسیدی رقیق در سؤال دوم مورد بررسی قرار گرفته است:

pH محلول آبی HCl با غلظت ۱×۱۰^{-۹} مولار کدام است؟

الف) ۹ ب) ۷ ج) بیشتر از ۷ د) کمتر از ۷

پاسخ درست گزینه (د) است. ۱۹ نفر معادل با ۴۰/۴ درصد از دانش‌آموزان غلظت یون هیدرونیوم در محلول اسیدی رقیق را به‌طور صحیح درک کرده بودند. ۸ نفر (۱۷/۰ درصد) در این باره ناآگاه بودند. همچنین ۲۰ نفر (۴۲/۶ درصد) از دانش‌آموزان درباره غلظت یون هیدرونیوم در محلول اسیدی رقیق، کج‌فهمی داشتند. کج‌فهمی دانش‌آموزان این بود که آنان غلظت یون هیدرونیوم در محلول را برابر با غلظت یون هیدرونیوم حاصل از یونش HCl دانسته و یون‌های هیدرونیوم حاصل از خودیونش آب را نادیده می‌گرفتند. به این ترتیب با قرار دادن ۱×۱۰^{-۹} در رابطه (۱) مقدار pH را برابر با ۹ (گزینه الف) به دست آورده‌اند حال آن‌که محلول‌های اسیدی pH کمتر از ۷ دارند. ریشه‌ی این کج‌فهمی را می‌توان در توقّف درک دانش‌آموزان در سطح نمادین (فرمول‌ها) و عدم درک صحیح در سطح زیرمیکروسکوپی دانست.

$$pH = \log[H^+] \qquad (۱)$$

که در آن $[H^+]$ غلظت یون هیدرونیوم در محلول در حالت تعادل است.

سؤال سوم، درک دانش‌آموزان را از مفهوم درجه یونش مورد بررسی قرار می‌دهد:

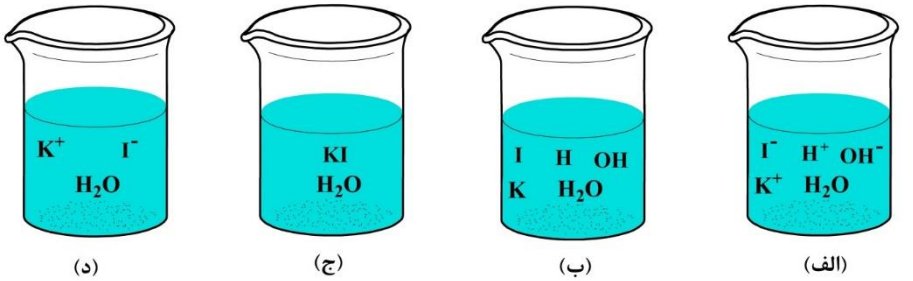
اگر با اضافه کردن ۱۰۰۰ مولکول از اسید HA به ۱۰۰ میلی لیتر آب، ۱۵۰ مولکول یونیده شود، درجه یونش این اسید را محاسبه کنید (در هر ۱۰۰ میلی لیتر آب، ۷۵۰ مولکول HA حل می‌شود).

الف) ۰/۱۵ ب) ۱۵/۰۰ ج) ۰/۲۰ د) ۲۰/۰۰

گزینه (ج) پاسخ صحیح این سؤال است. ۲۱ نفر معادل با ۴۴/۷ درصد از دانش‌آموزان در مفهوم درجه یونش به‌طور علمی درک کرده بودند. پاسخ‌های نادرست ۱۳ نفر (۲۷/۷ درصد) ناشی از عدم درک و نداشتن دانش است. همچنین ۱۳ نفر (۲۷/۷ درصد) از دانش‌آموزان در این باره دچار کج‌فهمی بوده و درجه یونش را برابر با حاصل تقسیم مولکول‌های یونیده شده بر مولکول‌های افزوده شده به آب می‌دانستند. در حالی که به جای مولکول‌های افزوده شده باید مولکول‌های حل شده را مدّنظر قرار داد.

در سؤال چهارم واکنش خنثی‌شدن مطرح شده است:

کدام یک از گزینه‌ها، گونه‌های موجود در ظرف واکنش خنثی‌شدن محلول یک مولار HI و محلول یک مولار KOH را به درستی نشان می‌دهد؟ (از نمایش گونه‌های با غلظت 10^{-7} و کمتر از آن صرف نظر شده است.)



پاسخ درست گزینه (د) است. ۱۱ نفر معادل با ۲۳/۴ درصد از دانش‌آموزان واکنش خنثی‌شدن را به طور علمی فهمیده بودند. ۱۷ نفر (۳۶/۲ درصد) این مفهوم را درک نکرده بودند. همچنین ۱۹ نفر (۴۰/۴ درصد) از دانش‌آموزان درباره واکنش خنثی‌شدن دچار کج‌فهمی بودند. کج‌فهمی‌های آنان شامل موارد زیر است: دانش‌آموزان (۱) خنثی‌شدن را صرفاً اختلاط فیزیکی اسید و باز (قرار گرفتن اسید و باز در کنار هم) می‌دانستند. (۲) واکنش خنثی‌شدن را به معنی از بین رفتن بارالکتریکی یون‌های محلول می‌پنداشتند و (۳) در انحلال نمک در آب کج‌فهمی داشتند.

سؤال پنجم به منظور بررسی کج‌فهمی دانش‌آموزان در تمایز بین غلظت تجزیه‌ای (اوّلیه) و غلظت تعادلی اسید در محاسبه ثابت یونش طرح شده است:

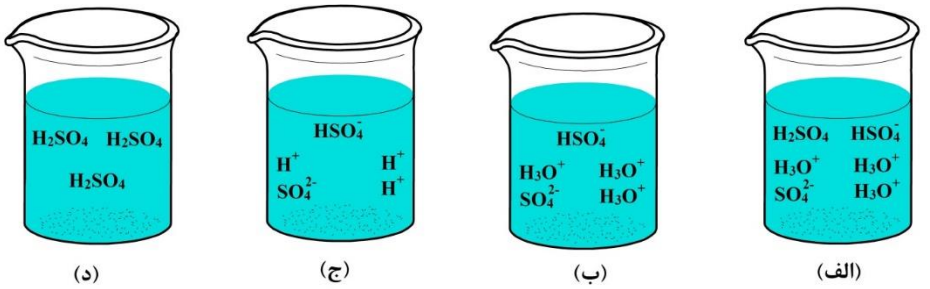
با افزودن ۰/۲۰ مول اسید فرضی HA به آب محلولی به حجم یک لیتر به دست می‌آید. چنان‌چه پس از برقراری تعادل غلظت یون هیدرونیوم ۰/۰۴ مولار باشد، ثابت یونش را محاسبه کنید.

الف) ۰/۰۱ ب) ۰/۰۰۸ ج) ۰/۲۰ د) ۰/۲۵

گزینه (ج) پاسخ صحیح این سؤال است. ۱۸ نفر معادل با ۳۸/۳ درصد از دانش‌آموزان به خوبی تفاوت بین غلظت تجزیه‌ای (اوّلیه) و غلظت تعادلی اسید را درک کرده و دارای فهم علمی بودند. پاسخ‌های نادرست ۱۲ نفر (۲۵/۵ درصد) ناشی از عدم درک در این زمینه است. همچنین ۱۷ نفر (۳۶/۲ درصد) از دانش‌آموزان در این باره دچار کج‌فهمی بودند. آنان به اشتباه غلظت اوّلیه که در صورت سؤال داده شده است را در رابطه‌ی ثابت یونش اسید به جای غلظت تعادلی اسید جاگذاری کرده بودند.

در سؤال ششم یونش اسیدهای چندپروتون‌دار بررسی شده است:

کدام یک از گزینه‌ها در مورد گونه‌های موجود در محلول حاصل از افزودن سولفوریک اسید به آب به واقعیت نزدیک‌تر است؟ (از نمایش مولکول آب و گونه‌های با غلظت کمتر از 10^{-7} صرف نظر شده است).



(د) (ج) (ب) (الف)

گزینه (ب) پاسخ درست است. ۱۶ نفر معادل با ۳۴/۰ درصد از دانش‌آموزان در زمینه یونش اسیدهای چندپروتون‌دار از فهم علمی برخوردار بودند. پاسخ‌های نادرست ۱۸ نفر (۳۸/۳ درصد) ناشی از عدم درک و نداشتن دانش است. همچنین ۱۳ نفر (۲۷/۷ درصد) از دانش‌آموزان در این باره کج‌فهمی داشتند. دانش-آموزان:

- مرحله اوّل یونش سولفوریک اسید را تعادلی می‌پنداشتند.
- در مورد این مطلب که یون H^+ در محلول آبی در واقع به شکل H_3O^+ است، دچار کج‌فهمی بودند.

تمایز بین مفاهیم یونش و تفکیک در سؤال هفتم مورد بررسی قرار گرفته است:

اصطلاحات کدام گزینه به ترتیب از راست به چپ مناسب با افزودن KOH به آب و اضافه کردن HCl به آب است؟

الف) تفکیک – یونش ب) یونش – تفکیک ج) تفکیک – تفکیک د) یونش – یونش

پاسخ صحیح گزینه (الف) است. ۱۷ نفر معادل با ۳۶/۲ درصد از دانش‌آموزان مفاهیم یونش و تفکیک را به طور علمی درک کرده بودند. ۱۶ نفر (۳۴/۰ درصد) این مفاهیم را درک نکرده بودند. همچنین ۱۴ نفر (۲۹/۸ درصد) از دانش‌آموزان در این باره دچار کج‌فهمی بودند. آنان معتقد بودند که باز KOH مانند HCl در آب یونش می‌یابد. حال آن‌که KOH ترکیبی است که خاصیت یونی داشته و در آب تفکیک می‌شود یعنی یون‌های آن در آب آزاد می‌شود.

سؤال هشتم، درک دانش‌آموزان را از تفاوت مفاهیم قدرت اسیدی و غلظت اسید را مورد بررسی قرار می‌دهد:

دو ظرف حاوی محلول‌های اسیدی متفاوت را در نظر بگیرید. کدام یک از موارد زیر برای مقایسه قدرت اسیدی این دو اسید تعیین کننده است؟

الف) غلظت اسید در آب　　ب) رسانایی الکتریکی محلول

ج) انحلال پذیری اسید در آب　　د) یونش اسید در آب

گزینه (د) پاسخ صحیح این پرسش است. ۲۷ نفر معادل با ۵۷/۵ درصد از دانش‌آموزان مفاهیم قدرت اسیدی و غلظت اسید را به‌خوبی می‌دانستند. ۸ نفر (۱۷/۰ درصد) دچار عدم درک و نداشتن دانش در مورد قدرت اسیدی بودند. همچنین ۱۲ نفر (۲۵/۵ درصد) از دانش‌آموزان در این باره کج‌فهمی داشتند. آنها غلظت و ویژگی‌های مربوط به آن مانند میزان رسانایی الکتریکی را به عنوان ملاک برای مقایسه قدرت دو اسید می‌دانستند و معتقد بودند هر محلولی که غلظت بیشتری داشته باشد، حاوی اسید قوی‌تری است.

سؤال نهم، به منظور بررسی درک دانش‌آموزان از مفهوم الکترولیت طرح شده است:

کدام یک از جمله‌های زیر درست است؟

الف) در محلول‌های الکترولیت با انتقال الکترون‌های آزاد بارالکتریکی جابه‌جا می‌شود.

ب) pH محلول الکترولیت می‌تواند برابر با ۷ باشد.

ج) محلول‌های اسیدها و بازهای ضعیف رسانای جریان الکتریکی نیستند.

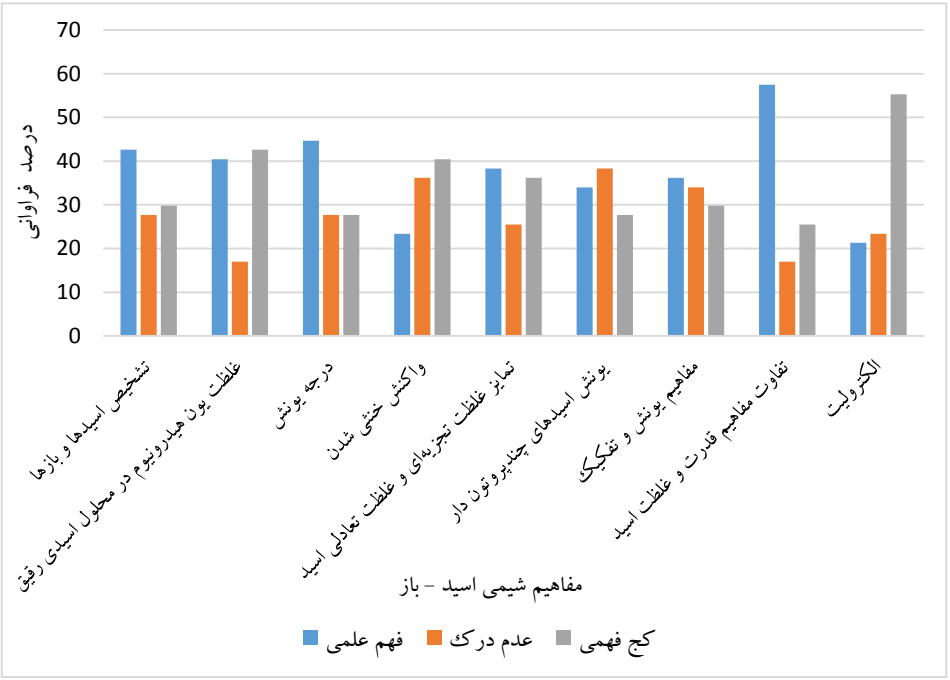
د) هرچه pH محلول بیشتر باشد، الکترولیت آن ضعیف‌تر است.

گزینه (ب) پاسخ درست است. ۱۰ نفر معادل با ۲۱/۳ درصد از دانش‌آموزان مفاهیم یونش و تفکیک را به طور علمی درک کرده بودند. پاسخ‌های نادرست ۱۱ نفر (۲۳/۴ درصد) ناشی از عدم آگاهی و نداشتن دانش است. همچنین ۲۶ نفر (۵۵/۳ درصد) از دانش‌آموزان دچار این کج‌فهمی‌ها بودند: آنها (۱) می‌پنداشتند که محلول الکترولیت منحصر به محلول‌های اسیدی و بازی است. (۲) تنها محلول‌های اسیدها و بازهای قوی را رسانای جریان الکتریکی می‌دانستند. (۳) pH و غلظت محلول را معیاری برای تشخیص قوی یا ضعیف بودن الکترولیت می‌دانستند و (۴) در موضوع رسانایی الکترونی و یونی دچار کج‌فهمی بودند.

فراوانی و درصد فراوانی فهم علمی، عدم درک و کج‌فهمی دانش‌آموزان در هر یک از مفاهیم مورد بررسی در سؤالات در جدول (۳) و شکل (۱) نشان داده شده است.

جدول ۳. فراوانی و درصد فراوانی کج‌فهمی دانش‌آموزان در مفاهیم اسید - باز

شماره سؤال و موضوع کج‌فهمی / دسته بندی		فهم علمی		عدم درک		کج‌فهمی	
		فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد
۱	تشخیص اسیدها و بازها	۲۰	۴۲/۶	۱۳	۲۷/۷	۱۴	۲۹/۸
۲	غلظت یون هیدرونیوم در محلول اسیدی رقیق	۱۹	۴۰/۴	۸	۱۷/۰	۲۰	۴۲/۶
۳	درجه یونش	۲۱	۴۴/۷	۱۳	۲۷/۷	۱۳	۲۷/۷
۴	واکنش خنثی‌شدن	۱۱	۲۳/۴	۱۷	۳۶/۲	۱۹	۴۰/۴
۵	تمایز غلظت تجزیه‌ای و غلظت تعادلی اسید	۱۸	۳۸/۳	۱۲	۲۵/۵	۱۷	۳۶/۲
۶	یونش اسیدهای چندپروتون دار	۱۶	۳۴/۰	۱۸	۳۸/۳	۱۳	۲۷/۷
۷	مفاهیم یونش و تفکیک	۱۷	۳۶/۲	۱۶	۳۴/۰	۱۴	۲۹/۸
۸	تفاوت مفاهیم قدرت و غلظت اسید	۲۷	۵۷/۵	۸	۱۷/۰	۱۲	۲۵/۵
۹	الکترولیت	۱۰	۲۱/۳	۱۱	۲۳/۴	۲۶	۵۵/۳



شکل ۱. نمودار درصد فراوانی کج‌فهمی دانش‌آموزان در مفاهیم اسید – باز

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های این پژوهش، بسیاری از دانش‌آموزان پایه دوازدهم در مفاهیم اسید – باز دچار کج‌فهمی هستند. این دانش‌آموزان به ترتیب از فراوانی بیشتر به کمتر در مفاهیم الکترولیت، غلظت یون هیدرونیوم در محلول اسیدی رقیق، واکنش خنثی‌شدن، تمایز غلظت تجزیه‌ای و غلظت تعادلی اسید، تشخیص اسیدها و بازها، مفاهیم یونش و تفکیک، درجه یونش، یونش اسیدهای چندپروتون‌دار و تفاوت مفاهیم قدرت و غلظت اسید کج‌فهمی دارند. این درحالی است که مبحث اسید – باز یکی از مباحث کلیدی شیمی است. با بررسی کج‌فهمی‌های شناسایی شده نتیجه گرفته می‌شود علت بسیاری از کج‌فهمی‌ها عدم وجود ارتباط مناسب و درست در درک فراگیران از مفاهیم در سطوح ماکروسکوپی، زیرمیکروسکوپی و نمادین است. برای نمونه ریشه‌ی کج‌فهمی دانش‌آموزان در تشخیص غلظت یون هیدرونیوم در محلول‌های اسیدی رقیق را می‌توان در عدم وجود ارتباط مناسب بین درک دانش‌آموزان در سطوح نمادین (فرمول‌ها) و زیرمیکروسکوپی دانست. کج‌فهمی‌های شناسایی شده می‌تواند مورد استفاده معلّمان و طرّاحان آموزشی

در بهبود روش‌های یاددهی- یادگیری و تهیه محتوای آموزشی مناسب قرار گیرد. به منظور ایجاد ارتباط مناسب در درک دانش‌آموزان از مفاهیم شیمی اسید - باز بین سطوح ماکروسکوپی، زیرمیکروسکوپی و نمادین، لازم است در تدریس و طراحی واحدهای یادگیری از روش‌های مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات، کارهای عملی و آزمایش استفاده شود. بهره‌گیری از پویانمایی‌ها و شبیه‌سازی‌ها می تواند به درک علمی دانش‌آموزان در سطح زیرمیکروسکوپی کمک کند (داسدمیر[1] و همکاران، ۲۰۰۸). انجام آزمایش‌های شیمی اسید –باز مانند بررسی رسانایی الکتریکی محلول‌های اسیدها و بازهای قوی و ضعیف، استفاده از شناساگرها برای تعیین خاصیت اسیدی یا بازی محلول‌های مختلف از جمله مواد مورد استفاده در زندگی و ... فرصت مقایسه درک خود از مفاهیم با واقعیت‌های علمی را فراهم می‌آورد. با توجّه به جستجوهای انجام شده، به نظر می‌رسد در بین مقالات فارسی موجود در زمینه کج‌فهمی مفاهیم شیمی، برای اوّلین بار در این پژوهش از آزمون تشخیصی سه‌ردیفی استفاده شده است. اگرچه پیش از این تعدادی از پژوهشگران خارجی از آن بهره گرفته‌اند. پیشنهاد می‌شود پژوهشگران این روش و سایر روش‌های توسعه یافته را در بررسی کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در موضوعات مختلف به‌کارگیرند.

[1] Daşdemir

منابع

موسوی، سید محسن و کریمی، سرور. (۱۳۹۹). بررسی کج‌فهمی‌های دانشجویان آموزش شیمی در مفهوم اسید و باز. *یازدهمین کنفرانس آموزش شیمی*. (ص ۷۴۰-۷۳۵). اصفهان: دانشگاه فرهنگیان.

Artdej, R., Ratanaroutai, T., Coll, R. K., & Thongpanchang, T. (2010). Thai Grade 11 students' alternative conceptions for acid-base chemistry. *Research in Science & Technological Education*, 28(2), 167-183

Cardellini, L. (2012). Chemistry: why the subject is difficult?. *Educación química*, 23, 305-310.

Cetingul, P.I., Geban, O. (2005)."Understanding of acid-base concept by using conceptual change approach", H.U. *Journal of Education*, 29, 69-74.

Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., & Mocerino, M. (2007). The development of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students' ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels of representation. *Chemistry Education Research and Practice*, 8, 293-307.

Drechsler, M., & Schmidt, H. J. (2005). Textbooks' and Teachers' Understanding of Acid-Base Models Used in Chemistry Teaching, *Chemistry Education Research and Practice*, 6(1), 19-35.

Daşdemir, İ., Doymuş, K., Şimşek, Ü., & Karaçöpy, A. (2008). The Effects of Animation Technique on Teaching of Acids and Bases Topics. *Journal of Turkish Science Education*, 5(2), 60-69.

Gonen, S., & Kocakaya, S. (2010). A Physics Lesson Designed According to 7E Model with the Help of Instructional Technology (Lesson Plan), *Turkish Online Journal of Distance Education*, 11(1), 98-113.

Hakim, A., Liliasari, & Kadarohman, A. (2012). Student Concept Understanding of Natural Products Chemistry in Primary and Secodary Metabolites Using the Data Collecting Technique of Modified CRI. *International Online Journal of Educational Sciences*, 4(3), 544-553.

Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry-Logical or psycho-logical? *Chemistry Education Research and Practice in Europe*, 1, 9-15.

Kidanemariam, D. A., Atagana, H. I., & Engida, T. (2013). The place of philosophy of chemistry in reducing chemical misconceptions. *African Journal of Chemical Education*, 3(2), 106-117.

Liso, M. R., Banet. L. L., & Dillon. J. (2020). Changing How We Teach Acid-Base Chemistry. *Science & Education*, 29, 1291-1315.

Meijer, M. R. (2011). *Macro-meso-micro thinking with structure- property relations for chemistry education. An explorative design- based study.* Ph.D. Thesis, Utrecht: Utrecht University.

Mubarokah, F. D., Mulyani, S., & Indriyanti, N. Y. (2018). Identifying Students' Misconceptions of Acid-Base Concepts Using a Three-Tier Diagnostic Test: A Case of Indonesia and Thailand. *Journal of Turkish Science Education*, 15, 51-58.

Pedrosa, M.A., & Dias, M.H. (2000), Chemistry Textbooks Approaches to Chemical Equilibrium and Student Alternative Conceptions, *Chemistry Education: Research and Practice in Europe,* 1(2), 227-236.

Sesen, B.A., & Ince, E. (2010). Internet as A Source of Misconception: "Radiation and Radioactivity," *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 9(4), 94-100.

Sheppard, K. (2006). High School Student's Understanding of Titrations and Related Acid-Base Phenomena. *Journal of Chemistry Education Research and Practice*, 7(1), 32-45.

Soeharto., Csapó, B., Sarimanah, E., Dewi, F.I., & Sabri, T. (2019). A Review of Students' Common Misconceptions in Science and Their Diagnostic Assessment Tools. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(2). 247-266.

Stieff, M., & Wilensky, U. (2003). Connected Chemistry-Incorporating Interactive Simulations into the Chemistry Classroom, *Journal of Science Education and Technology*, 12(3), 285-302.

Suparno, P. (2013*). Miskonsepsi dan perubahan konsep dalam pendidikan fisika.* Jakarta: Grasindo.

Tasker, R., & Dalton, R. (2006). Research into Practice: Visualization of the Molecular World Using Animations, *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), 141-159.

Wee, B. (2012). A cross-cultural exploration of children everyday ideas: Implication for science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 34(4), 609-627.

Zajkov, O., Gegovska-Zajkova, S., & Mitrevski, B. (2017). Textbook-caused misconceptions, inconsistencies, and experimental safety risks of a grade 8 physics textbook. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(5), 837- 852.