نشریهٔ پژوهش در آموزش علوم تجربی
سال دوم، شمارهٔ ۷ ، بهار ۱۴۰۲
Journal of Research in Science Education
Volume 2, Issue 7, Spring, 2023

بررسی میزان توجه به کاربرد آنالوژی در آموزش شیمی در کتاب‌های درسی شیمی دوره دوم دبیرستان

صمد حسینی صدر[۱]

چکیده: *کتاب‌های درسی به عنوان یکی از ابزارهای مهمّ در تحقق اهداف آموزشی، نقش اساسی در یادگیری دانش آموزان دارند. آنالوژی‌ها (شبیه نماها) یکی از راهکارهای ساده برای نیل به این اهداف می باشند. آنالوژی‌ها با ایجاد ارتباط ساده بین موضوعات آشنا با مفاهیم ناآشنا در درک آنها کمک می‌کنند. شیمی یکی از دروس دبیرستانی است که بیشتر موضوعات آن جنبه‌ی نظری دارد و یادگیری آنها برای دانش‌آموزان با چالش‌های زیادی همراه است. وجود کتاب‌های درسی مناسب یکی از ابزارها برای حل این مشکل است. با توجه به اهمّیت استفاده از آنالوژی‌ها در یادگیری موضوعات درسی، استفاده از آنها در یادگیری بهتر موضوعات شیمی در کتاب‌ها و هنگام تدریس می‌تواند گره‌گشا باشد. هدف این مطالعه بررسی کتاب‌های درسی شیمی جهت تعیین میزان استفاده از آنالوژی در آنها است. این پژوهش از نظر ماهیت تحقیق، توصیفی- پیمایشی- تحلیلی و از لحاظ رویکرد؛ ترکیبی (کمّی و کیفی) است. برای استخراج آنالوژی‌های موجود در کتاب‌های درس شیمی از چک لیست محقق‌ساخته استفاده شد و نوع تحلیل محتوای پژوهش، تحلیل مفهومی بود. نتایج نشان می‌دهد، علی‌رغم آشنایی طراحان کتاب‌های درس شیمی با اهمّیت آنالوژی، از این ابزار به اندازه‌ی کافی در این کتاب‌ها استفاده نشده است؛ ولی آنالوگ‌های موجود در کتاب به طور شفاف بیان شده‌اند و اکثر نکات ضروری برای داشتن آنالوگ‌های مناسب در آنها رعایت شده است. پس لازم است در بازنگری‌های بعدی کتاب‌های درسی شیمی استفاده‌ی بیشتری از آنالوژی‌های مناسب مورد توجه قرار گیرد.*

واژه های کلیدی: کاربرد آنالوژی، آموزش شیمی، کتاب درسی شیمی.

Investigating the amount of attention paid to the use of analogy in Chemistry education in Second period high school chemistry textbooks

Samad Hosseini Sadr

Received:11 May 2023; Accepted: 9 July 2023

Abstract: *Textbooks, as one of the most important tools in achieving educational purposes, play a key role in the learning of students. Analogies are one of the simple ways to achieve these goals. Analogies help in understanding of unfamiliar concepts by making simple connections between familiar and unfamiliar topics. Chemistry is one of the high school subjects, most of which have a theoretical aspect, and learning them is associated with many challenges for students. Having suitable textbooks is one of the tools to solve this problem. According to the importance of using analogies in learning subjects, using them in better learning of chemistry topics in books and during teaching can be a solution. The aim of this study is to examine chemistry textbooks to determine the amount of use of analogy in them. In terms of the nature of the research, this research is descriptive-survey-analytical and in terms of approach; It is a combination (quantitative and qualitative). A researcher-made checklist was used to extract the analogies in the chemistry textbooks, and the type of research content analysis was conceptual analysis. The results show that despite the familiarity of designers with the importance of analogy, this tool hasn't been used enough in chemistry textbooks; But the analogs in the book are clearly stated and most of the necessary points for having suitable analogs are observed in them. Therefore, it is necessary to pay more attention to the use of appropriate analogies in the next revisions of chemistry textbooks.*

Keywords: use of analogy, Chemistry education, Chemistry textbook.

تاریخ دریافت مقاله ۱۴۰۲/۰۲/۲۱ و تاریخ پذیرش آن ۱۴۰۲/۰۴/۱۸ می‌باشد

[۱] گروه آموزشی شیمی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۸۸۹-۱۴۶۶۵، تهران، ایران
s.hosseinisadr@cfu.ac.ir

مقدمه

در راهبردهای تدریس به صورت مستقیم(شیوه‌های سخنرانی و...)، معلم در فرایند یاددهی فعّال است و فراگیران غیر فعّال می‌باشند. غیر فعّال بودن فراگیر باعث عدم انگیزه آنها برای یادگیری می‌شود. از سوی دیگر جذاب نبودن و غیر کاربردی و غیر ملموس بودن موضوعات برای فراگیران بی‌انگیزه بودن آنها را برای همراهی در یادگیری دو چندان می‌کند. برای جذاب نمودن فرآیند یاددهی برای فراگیران راهکارهای متعددی پیشنهاد شده است که از آن جمله می‌توان به: الف) ارائه درس به شیوه پویا با استفاده از وسایل سمعی و بصری ب) استفاده از آنالوژی (شبیه نماها) و ج) ایجاد ارتباط بین موضوعات درسی با زندگی روزمره اشاره نمود(حیدری و زمانی، ۱۳۹۲).

دانشمندان و برنامه‌ریزان درسی استفاده‌ی قابل توجهی از زبان مجازی(کنایه‌ها) برای به دست آوردن درکی تازه از جهان دارند. این استفاده به نحوی است که آنها از تعاریف استاندارد منحرف می‌شوند تا معانی جدید یا اصلاحی جدید برای کنایه‌ها تولید شود. از جمله این کنایه‌ها می‌توان به آنالوژی اشاره نمود(گیلبرت و جاستی، ۲۰۱۶). استفاده از آنالوژی به عنوان ابزار آموزشی به ۳۶۰ سال قبل از میلاد مربوط می‌شود، هنگامی که افلاطون از خورشید (به عنوان یک آنالوژی) برای نشان دادن اصل "نیکی" استفاده نمود(افلاطونو رُز، ۱۹۸۴). آنالوژی شیوه‌ای از نمایش (تدریس) است که برای توضیح مفاهیم علمی مورد استفاده قرار می‌گیرد و می‌تواند زیر مجموعه‌ی سبک‌های متعدد در نظر گرفته شود (کُول و همکاران، ۲۰۰۵؛ اورجیل و بودنر ۲۰۰۶؛ ولفورد و همکاران ۲۰۰۵). آنالوژی برای آموزش مفاهیم انتزاعی مفید است که درک آنها برای فراگیران از طریق تجربیات مستقیم، مانند آزمایشگاه یا تدریس مستقیم، سخت می‌باشد. علاوه بر این، آنها می‌توانند به فراگیران برای ایجاد و تجدید مدل‌های ذهنی کمک کنند که منجر به نوسازی ساختار دانش علمی و تغییرات مفهومی می‌شوند،(السه و همکاران، ۲۰۰۸؛ گنتنرو همکاران، ۱۹۹۷؛ ماسون. سورزیو، ۱۹۹۶). از نظر بارتا (بارتا، ۲۰۱۰)، آنالوژی استدلال منطقی است که در آن به شباهت‌ها در اشیاء، پدیده‌ها یا فرایندها توجه شده و به عنوان پایه‌ای برای استنتاج استفاده می‌شود(موکوامبو و همکاران، ۲۰۱۸). به عبارتی هدف آنالوژی توضیح ایده‌ها یا مفاهیم جدید با استفاده از مقایسه آنها با چیزهای آشنا است(سیلر و هاگینز، ۲۰۱۸). امروزه بسیاری از مطالعات تحقیقاتی، استفاده از آنالوژی برای تدریس علوم را توصیف کرده‌اند. گلین (گلین، ۲۰۰۸) به بررسی ارزش‌های آنالوژی برای تدریس موضوعات پیچیده در علم می‌پردازد. او نشان می‌دهد که مفاهیم جدید در علوم که اغلب موضوعات پیچیده و سخت برای تجسم و درک برای فراگیران هستند با استفاده از آنالوژی قابل تبدیل به مفاهیم معنادار هستند. ارائه یک آنالوژی، یک استراتژی تدریس رایج است که بین مفاهیم و سیستم‌های آشنا با مفاهیم و سیستم‌های ناآشنا و جدید در فراگیر ارتباط برقرار می‌کند. با توجه به استفاده از آنها به عنوان یک ابزار آموزشی، تحلیل‌های بسیاری از آنها در مطالعات متعدد صورت گرفته است(کُول و همکاران، ۲۰۰۵). مطالعات و تجزیه و تحلیل‌های صورت گرفته مزایای آموزشی متعددی را برای آنالوژی نشان داده است که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: ۱) امکان درک مناسب برای مفاهیم

جدید(اورجیل و همکاران، ۲۰۱۵)، ۲) ارائه مدل بصری برای مفاهیم انتزاعی (نرسِسیان و چاندرا سخاران، ۲۰۰۹) و ۳) فراهم آوردن زمینه‌ای برای ایجاد انگیزه در فراگیران و جلب توجه بیشتر آنها (چویی و چانگ، ۲۰۰۴).

با توجه به نظریه‌ی نقشه ساختاری[2] پیشنهاد شده توسط گنتنر (گنتنر، ۱۹۸۳)، یک سیستم زمانی آنالوژی در نظر گرفته می‌شود که بتواند ویژگی‌های بنیادی خاصی را با یک مفهوم ناآشنا به اشتراک بگذارد. برای آن که یک آنالوژی موفقیت آمیز باشد، باید بتواند یک مفهوم آشنا را که «آنالوگ» نامیده می‌شود، به یک شیء ناآشنا یا «هدف» مرتبط کند (شامل روابط علیت، ریاضی و...). بنابراین، انتقال مفاهیم با آنالوگ‌ها زمانی بهتر انجام می‌شود که ویژگی‌های‌آن با هدف دارای روابط سطح بالا باشد(ناکیب اوغلو و تابیر، ۲۰۱۳).

آنالوژی‌ها اغلب در علم استفاده می‌شوند و فراگیران همیشه در انواع مختلف آموزش مبتی بر STEM [3] در معرض آنها قرار دارند. تعدادی از محققان و نویسندگان اثربخشی آنالوژی در کتاب‌های درسی و یا کلاس درس را متذکر شده‌اند(دویت و همکاران،۲۰۰۱؛ گلین و تاکاهاشی، ۱۹۹۸؛ اورجیل و بوندر، ۲۰۰۶؛ تییل و تیرِآگوست، ۱۹۹۵؛ ولفورد و همکاران ۲۰۰۵) بعضی از پژوهشگران استدلال می‌کنند که این اثر عمدتا به خاطرشیوه‌ی ارائه آنالوژی به فراگیران است و آنالوژی‌هایی می‌توانند موثر باشند که به وضوح در درون چارچوب فعالیت‌های آموزشی ارائه شوند(گلین، ۲۰۰۸؛ هاریسون و تیرِآگوست، ۱۹۹۳؛ متسالا و گلین، ۱۹۹۶). از آنجایی که آنالوژی‌ها ممکن است گمراه کننده باشند، برای جلوگیری از درک اشتباه در فراگیران، نیاز به انجام تمرینات استدلالی و منطقی مشابه در آنها وجود دارد(ولفورد و همکاران، ۲۰۰۵). پرسیدن سوالات متمرکز و همگرا در مورد ویژگی‌هایی که بین مفهوم اصلی و آنالوگ مشترک نیستند؛ احتمال بروز تصورات غلط را کاهش می‌دهد(گلین، ۲۰۰۸). همچنین فراگیران باید مهارت‌های استدلالی آنالوژیک خود را توسعه داده و به طور واضح نشان دهند که چگونه از تحلیل‌ها و مدل‌ها استفاده می‌کنند(براون و سالتر، ۲۰۱۰).

اورگیل و بوندر (اورجیل و بوندر، ۲۰۰۴) با فراگیران در مورد سودمندی آنالوژی مصاحبه کردند و از آنها خواستند برای آن که نقش آنالوژی در یادگیری‌شان موثر باشد به چه چیزی نیاز دارند. اکثر فراگیران آنالوژی را مفید می‌دانستند، اما دلایل مختلفی برای اثربخشی آن بیان می‌کردند از جمله تاثیر آن در درک مفاهیم یا پدیده‌هایی که با چشم غیر مسلح قابل دیدن نیستند. فراگیران اظهار داشتند که آنالوژهای خوب ساده بوده، به آسانی در یاد می‌مانند، و برای همه شناخته شده هستند. فراگیران همچنین اظهار داشتند که آنها می‌خواهند تا معلم هدف استفاده از آنالوژی را بیان کند و ارتباط بین آنالوگ و مفاهیم هدف را توضیح دهد. براون و سالترمعتقدند هنگام تدریس با آنالوژی باید به سه عنصر اصلی توجه داشت: به صراحت درباره آنالوژی صحبت کنید؛ از آنالوژهای پیشرفته و مناسب استفاده کنید؛ و ساختار و محدودیت‌های آنالوگ‌ها را توضیح دهید(براون و سالتر، ۲۰۱۰).

[2] - structure-mapping

[3] - Science, Technology, Engineering, and Mathematics

بر اساس نظریه‌ی چارچوب ارتباطی، توانایی ارائه‌ی دلایل مبتنی بر آنالوژی، جزئی از زبان و درک ما از مسایل پیچیده است که اغلب در ارزیابی‌های هوش نبز گنجانده می‌شود (کیریستن و استوارت، ۲۰۲۳). استفاده از آنالوژی در ایجاد این ارتباط می‌تواند به عنوان یکی از ابزارهای موثر عمل کند. بنابراین اگر فراگیران فرصت‌های یادگیری را به روش آنالوژی دریافت نمایند، ممکن است به این درک برسند که همه می‌توانند مانند یک دانشمند فکر کنند. زیرا آنالوژی یک فرایند شناختی اساسی است که در آن نیاز به طراحی یک مفهوم بر روی مفاهیم دیگر وجود دارد، فرایندی که قلب یادگیری است.

شیمی یکی از رشته‌های علوم پایه است که به بررسی مواد از منظر مولکولی می‌پردازد. علی رغم اهمّیّت این شاخه از علوم در بهبود کیفیت زندگی، اکثر فراگیران تمایل کمتری برای یادگیری آن دارند (حیدری و زمانی، ۲۰۱۳) و از نظر آنها شیمی درسی نامناسب و منفوری است(آزبورن و کولینز، ۲۰۰۱؛ وو و همکاران، ۲۰۰۱). شاید بتوان یکی از دلایل اصلی این تنفر را در انتزاعی بودن اکثر مفاهیم شیمی دانست(جانستون، ۲۰۰۰). به جرات می‌توان گفت یکی از راه‌های مهم جالب کردن این شاخه از علم برای فراگیران استفاده از روش‌های جذاب و متناسب در فرایند یاددهی (تدریس) می‌باشد (رحیم‌زاده و تشکر، ۲۰۱۳). چون شیمی شامل بسیاری از اصول انتزاعی است که اغلب از طریق استفاده از تشبیه، آنالوژی یا مدل ذهنی امکان پردازش دارند (هاجکووا و همکاران، ۲۰۱۳؛ اورجیل و همکاران، ۲۰۱۵)؛ پس، آنالوگ‌ها کمک می‌کنند تا مفاهیم شیمیایی پیچیده و غیر شهودی به موارد قابل فهم و ساده برای فراگیران بدل شوند. با این حال، طراحی یک مفهوم شیمیایی از طریق یک آنالوگ تنها به اندازه کافی برای ایجاد درک درست کافی نیست(اسپیرو و همکاران، ۱۹۸۸). معلم باید به فراگیران تأکید کند که بینش اولیه از آنالوگ‌ها باید به چالش کشیده شود و تصحیح شود تا حقیقت صحیح مفاهیم شیمیایی را درک کند(هاریسون و تیرآگوست، ۲۰۰۶).

در شیمی در اغلب موارد از آنالوژی برای ملموس کردن مفاهیم فوق العاده ریز مولکول‌ها و فرآیندهای مولکولی استفاده می‌شود. برای مثال، ماریا دل مار آراگون و همکارانش(آراگون و همکاران، ۲۰۱۴) از آنالوژی کارت‌های رنگی چسبیده به یک تخته مغناطیسی (و ترکیب آنها) برای توصیف مفهوم تغییر شیمیایی به عنوان شکستن و تشکیل پیوندها بین اتم‌ها و/یا مولکول‌ها استفاده کردند در مثال آنها هر کارت نشان دهنده‌ی یک اتم و گروهی از کارت‌های به هم چسبیده نشان دهنده‌ی یک مولکول است. همانطور که می‌توان ترکیب گروه کارت‌ها را تغییر داد، می‌توان ترکیب مولکول‌ها را نیز عوض کرد. ناسیف و سِزِروینسکی چگونگی استفاده از گیره‌های کاغذی کوچک و بزرگ را به عنوان مدل اتمی برای توضیح نظریه اتمی دالتون را بیان می‌کنند که منجر به درک عمیق‌تری از مفاهیم اتمی می‌شود (ناسیف و سِزِروینسکی، ۲۰۱۲). امّا، در هر دو مورد اشاره شده، محدودیت‌های مدل، مورد بحث قرار نگرفته است. علاوه بر این، کتاب‌های درسی معمولاً هیچ اشاره‌ای بر روی ارتباط مستقیم بین آنالوگ و هدف، شباهت‌ها یا تفاوت‌های بین آنها و یا نتیجه‌گیری‌هایی که فراگیران می‌توانند در مورد مفهوم آنالوژی بعد از آن که تدریس را دریافت داشتند بگیرند نمی‌کنند(اورجیل و بوندر،۲۰۰۶؛ ولفورد و همکاران، ۲۰۰۵). نادیده گرفتن این محدودیت‌ها، می‌تواند تاثیر منفی بر

یادگیری داشته باشد(براون و سالتر، ۲۰۱۰). به عنوان راهکاری برای انعکاس میزان درک علمی فراگیران و اصلاح مدل ذهنی‌شان، فراگیران بایستی بتوانند در مورد آنالوگ‌ها بحث کرده و نقد نمایند؛ در چنین صورتی آنالوژی تاثیر مثبتی خواهد داشت(براون و سالتر، ۲۰۱۰؛ کُول و همکاران، ۲۰۰۵؛ جاستی و همکاران، ۲۰۰۹).

در متون علمی آموزش علوم، تاکنون مطلبی درباره‌ی آنالوژی‌های مورد استفاده در کتاب‌های درسی شیمی در دبیرستانهای ایران وجود ندارد. در کشورهای در حال توسعه، به دلیل متمرکز بودن استراتژی‌های تدریس بر معلمان و فقدان امکانات تکنولوژیکی و آزمایشگاهی، کتاب‌های درسی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار هستند. اهمیت کتاب‌های درسی علوم بویژه شیمی در فرآیند آموزش علم بر کسی پوشیده نیست. بنابراین تجزیه و تحلیل کتاب‌های درسی (بویژه از منظر آنالوژی) مورد استفاده در سیستم آموزشی به نفع فراگیران، معلمان، نویسندگان و برنامه نویسان خواهد بود. هدف از این مطالعه بررسی آنالوژی‌های مورد استفاده در کتاب‌های درسی شیمی در دوره‌ی دوم دبیرستان و بررسی نحوه شکل گیری این تحولات است تا به این طریق کمکی به معلمان، برنامه نویسان درسی و طراحان کتب درسی شیمی انجام گرفته باشد.

با توجه به اهمیت مباحث مذکور، پژوهش حاضر قصد دارد در پی پاسخ به پرسش‌های زیر باشد:

۱- در توضیح مفاهیم ناملموس درس شیمی، چه میزان به استفاده از آنالوژی توجه شده است؟

۲- آیا در آنالوژی‌های موجود، اهداف آنالوگ‌ها به خوبی بیان شده‌اند

۳- آنالوژی‌های استفاده شده چقدر شفاف و روشن بیان شده‌اند؟

۴- آیا در آنالوژی‌های استفاده شده، اصول مربوط به طراحی صحیح آنها مراعات شده است؟

روش پژوهش

این پژوهش از نظر ماهیت تحقیق، توصیفی- پیمایشی- تحلیلی و از لحاظ رویکرد؛ ترکیبی (کمّی و کیفی) است؛ چون وضعیت موجود محتوا و اجرای برنامهٔ درسی از لحاظ همخوانی با شاخص‌های وجود آنالوژی را بررسی کرده است. برای بررسی میزان توجه محتوای کتاب‌های درس شیمی به میزان استفاده از آنالوژی به تحلیل محتوای کتاب‌های درس شیمی دورهٔ دوم دبیرستان پرداخته شد.

جامعهٔ مطالعه شدهٔ پژوهش، شامل سه کتاب درس شیمی دورهٔ دبیرستان رشته‌ی تجربی است. برای تحلیل محتوای کتاب‌های درسی از چک لیست محقق‌ساخته استفاده شد. نوع تحلیل محتوای پژوهش حاضر، تحلیل مفهومی است. در این روش، محتوای دروس سه پایه از نظر کاربرد آنالوژی و رعایت اصول به کارگیری آن بررسی شده است. موارد موجود در قالب جدول فراوانی گزارش شده است. هم چنین جزئیات مربوط به هریک به تفصیل ارائه شده است.

نتایج و بحث

در خصوص پرسش‌های پژوهشی تحقیق حاضر، کتاب‌های شیمی دبیرستان در رشته‌ی علوم تجربی و ریاضی به دقّت بررسی شد و چک لیست محقق ساخت توسط خود محقق تکمیل گردید برای اطمینان از نتیجه‌ی کار نظرات یک نفر از معلمان شیمی دبیرستان و یکی از همکاران دانشگاه فرهنگیان مورد توجه قرار گرفت که در نهایت آنالوگ‌های زیر در کتاب درسی یافت گردید.

کتاب شیمی سال دهم:

۱- استفاده از آنالوگ ترازو برای توضیح مفهوم واحد اتمی amu (صفحه‌ی ۱۴)

۲- استفاده از آنالوگ دانه‌های خاک شیر و برنج برای نشان دادن مشکل بودن شمارش تعداد اتم‌ها و روش اندازه‌گیری وزن اتمی(صفحه‌ی ۱۶)

۳- استفاده از آنالوگ شانه‌ی تخم مرغ و مفهوم دست در کارد و چنگال و شبیه سازی آن با مفهوم مول (صفحه‌ی ۱۷)

۴- استفاده از آنالوگ آتش بازی برای آموزش نشر نور در اتم‌ها (صفحه‌ی ۲۲)

۵- استفاده از آنالوگ بارکد کالاها برای توضیح مفهوم طیف نشری خطی در اتم‌ها (صفحه‌ی ۲۳)

۶- استفاده از آنالوگ سطح شیب دار، پلکان برای توضیح مفهوم پیوستگی و کوانتومی بودن انرژی (صفحه‌ی ۲۵)

۷- استفاده از آنالوگ سطح توده‌ی گندم برای توضیح مفهوم پیوستگی و کوانتومی بودن انرژی (صفحه‌ی ۲۵)

۸- استفاده از آنالوگ پله‌های نردبان برای نشان دادن مفهوم لایه‌ای بودن مدارات و فضای خالی بین آنها (صفحه‌ی ۲۶)

۹- استفاده از آنالوگ صدای ایجاد شده در یک جعبه برای توضیح روش کسب اطلاعات از داخل اتم‌ها به کمک نور، طیف سنجی نشری و جذبی (صفحه‌ی ۲۷)

۱۰- استفاده از آنالوگ گلخانه برای توضیح اثر گلخانه‌ای در اتمسفرهوا (صفحه‌ی ۶۸)

کتاب شیمی سال یازدهم

۱- استفاده از آنالوگ روزه برای درک مفهوم انرژی و نیاز غذایی (صفحه‌ی ۵۲)

۲- استفاده از آنالوگ پختن تخم مرغ در آب و روغن برای نشان دادن ظرفیت گرمایی روغن و آب و تفاوت آنها (صفحه‌ی ۵۷)

۳- استفاده از آنالوگ تجربه‌ی خوردن شیر گرم و احساس گرم شدن در اثر آب گرم برای توصیف مفهوم سامانه و محیط (صفحه‌ی ۵۸)

۴- استفاده از آنالوگ یخچال سفالی و کوزه‌ی سفالی برای بیان خنک کردن مواد(صفحه‌ی ۶۳)

۵- استفاده از آنالوگ تصاویر طبیعی چند رویداد برای نشان دادن سرعت واکنش‌ها(صفحه‌ی ۷۷)

کتاب شیمی سال دوازدهم

۱- استفاده از آنالوگ ترش شدن معده برای توضیح مفهوم اسیدی وبازی(صفحه‌ی ۳۱)

۲- استفاده از آنالوگ رفتن به سفر برای توضیح مفهوم جابجایی الکترون (صفحه‌ی ۴۳ و۴۴)

۳- استفاده از آنالوگ تونل در جاده‌ها برای توضیح مفهوم کاتالیزور(صفحه‌ی ۹۷)

نتایج کلی در جدول ۱ آورده شده است. در استفاده از آنالوگ‌ها رعایت برخی نکات ضروری است و همواره باید توجه داشت که گاه بی‌توجهی به آنها می‌تواند منجر به بروز نتایج منفی گردد. این نکات عبارتند از(دلدار، ۲۰۱۶):

۱- در آنالوگ‌ها باید از موضوعات و فرایندهای آشنا برای توضیح مفاهیم ناشناخته استفاده شود زیرا آنها زمانی بیشترین تاثیر را دارند که برگرفته از زندگی روزمره دانش آموز، موضوعات متداول یا داستان‌های علمی باشند.

۲- در ساخت و تفسیرآنالوگ‌ها دانش آموزان باید مشارکت کنند.

۳- باید مطمئن شد معلم و دانش آموزان تجسم یکسانی از آنالوگ‌ها دارند.

۴- بهتر است ویژگی‌های مشترک و صفات غیر مشترک میان آنالوگ و مفهوم علمی (هدف) برای دانش آموزان معرفی شود

۵- آنالوگ‌ها زمانی بیشترین تاثیر را دارند که با توضیح فرایندها به جای آن که با تشابه‌های سطحی سرو کار داشته باشند، تفکر سطح بالا را تحریک کنند.

بررسی آنالوگ‌های استفاده شده در کتاب‌های درسی شیمی (موارد فوق) و مقایسه‌ی آنها با این نکات نشان می‌دهد که نکات ضروری در آنالوگ‌ها تا چه اندازه مورد توجه قرار گرفته است. برای مثال به ذکر چند نمونه اکتفا می‌شود.

مورد اول: استفاده از آنالوگ سطح شیب دار، پلکان برای توضیح مفهوم پیوستگی و کوانتومی بودن انرژی (صفحه‌ی ۲۵ کتاب شیمی دهم)

متن صفحه‌ی ۲۵ کتاب شیمی دهم در زیر آورده شده است (شکل ۱). هم چنان که ملاحظه می‌شود آنالوگ استفاده شده برای توضیح مفهوم پیوستگی و کوانتومی بودن انرژی، ساده و از موضوعات آشنا است، برگرفته از زندگی روزمره دانش آموزان می‌باشد، ویژگی‌های مشترک و صفات غیر مشترک میان آنالوگ و مفهوم علمی (هدف) برای دانش آموزان معرفی شده است و همراه با توضیح فرایند بوده و دانش آموزان را وادار به تفکر می‌کند. پس در این آنالوگ اکثر نکات لازم برای آنالوگ‌ها مراعات شده است.

مورد دوم: استفاده از آنالوگ روزه برای درک مفهوم انرژی و نیاز غذایی (صفحه‌ی ۵۲ کتاب شیمی یازدهم)

متن صفحه‌ی ۵۲ کتاب شیمی یازدهم در زیر آورده شده است(شکل ۲). هم چنان که ملاحظه می‌شود در این آنالوگ ضمن توضیح اثرات کمبود انرژی در بدن ناشی از غذا نخوردن و مقایسه‌ی آن با روزه داری (یک مفهوم آشنا) تلاش

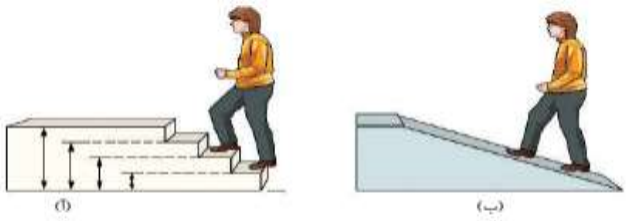
شده نیاز به انرژی یک واکنش (مفهوم ناآشنا) توضیح داده شود. در این آنالوگ نیز اکثر نکات لازم برای آنالوگ‌ها مراعات شده است.

جدول ۱: خلاصه‌ی تعداد آنالوگ‌ها و موضوعات درسی متناظر با آنالوگ مورد استفاده

کتاب درسی	تعداد آنالوگ‌های مورد استفاده در کتاب	موضوعات درسی متناظر با آنالوگ‌های مورد استفاده	
		موضوع	تعداد
کتاب شیمی دهم	۱۰	مول و واحد اتمی	۳
		ساختار اتمی	۳
		انرژی و نیرو	۳
		اتمسفر	۱
		انرژی	۱
کتاب شیمی یازدهم	۵	خواص فیزیکی	۱
		مفهوم سامانه و خواص فیزیکی واکنش‌های شیمیایی	۳
		اسیدها و بازها	۱
کتاب شیمی دوازدهم	۳	انتقال الکترون	۱
		کاتالیزور	۱

مورد سوم: استفاده از آنالوگ ترش شدن معده برای توضیح مفهوم اسیدی وبازی(صفحه‌ی ۳۱ کتاب شیمی دوازدهم) متن صفحه‌ی ۳۱ کتاب شیمی دوازدهم در زیر آورده شده است(شکل ۳). هم چنان که ملاحظه می‌شود در این آنالوگ ضمن توضیح پدیده مورد نظر سعی شده است مفهومی ناآشنا به کمک مفهومی آشنا توضیح داده شود. سایر مواردی که در یک آنالوگ باید مراعات شود شامل بیان روشن و شفاف موضوع و....، در آنالوگ استفاده شده مراعات شده است. نکته‌ی قابل توجه در تمام آنالوگ‌های موجود در کتاب‌های درسی شیمی آن است که در هیچ یک از آنها دانش آموزان در ساخت آنالوگ‌ها هیچ گونه مشارکتی ندارند و معلمان باید در هنگام تدریس با استفاده از خلاقیت خود طرح درسی خود را طوری آماده کنند که از دانش‌آموزان استفاده کنند تا در تفسیر و ایجاد تجسم یکسان از آنالوگ‌ها در بین آنها مطمئن شوند.

نکتهٔ مهم و جالب توجه در این مدل، **کوانتومی بودن دادوستد انرژی**[1] هنگام انتقال الکترون از یک لایه به لایهٔ دیگر است. در واقع الکترون هنگام انتقال از یک لایه به لایهٔ دیگر، انرژی را به صورت بسته‌های معین، جذب یا نشر می‌کند. برای درک بهتر مفهوم کوانتومی بودن انرژی، تصور کنید برای رسیدن به بالای یک بلندی دو راه وجود دارد، (شکل ۱۹).



شکل ۱۹ـ مقایسهٔ مصرف انرژی به صورت (آ) کوانتومی و (ب) پیوسته

در راه اول می‌توان از پلکان بالا رفت. بدیهی است که برای بالا رفتن از پلکان، باید پا روی هر پله گذاشت و با صرف انرژی از یک پله به پلهٔ بالایی رفت. توجه کنید که هرگز نمی‌توان جایی میان دو پله ایستاد. همچنین برای بالا رفتن از هر پله باید انرژی **معین** و **کافی** صرف کرد تا بدن را از آن پله به پلهٔ بعدی بالا بکشد؛ زیرا اگر انرژی به کار رفته کمتر از این مقدار انرژی باشد، دیگر نمی‌توان به پلهٔ بالاتر رسید (شکل ۱۹ـ آ). در راه دوم برای رسیدن به بالای این سربالایی، باید از یک مسیر هموار بالا رفت. در این راه، دیگر مشکل راه اول وجود ندارد، زیرا در هر لحظه و به هر اندازه می‌توان بالا رفت؛ هر جایی که ممکن است، ایستاد و به هر مقدار دلخواهی انرژی صرف کرد (شکل ۱۹ـ ب)؛ با این توصیف در میان این دو راه، هنگام بالا رفتن از پلکان محدودیت آشکاری وجود دارد.

الکترون‌ها در اتم نیز برای گرفتن یا از دست‌دادن انرژی هنگام انتقال بین لایه‌ها با محدودیت مشابهی همانند بالا رفتن از پلکان روبه‌رو هستند؛ برای نمونه، هنگامی که به اتم‌های گازی یک عنصر با تابش نور یا گرم کردن، انرژی داده می‌شود، الکترون‌ها با جذب انرژی معین از لایه‌ای به لایهٔ بالاتر انتقال می‌یابند. از سوی دیگر هر چه مقدار انرژی جذب‌شده بیشتر باشد، الکترون‌ها به لایه‌های بالاتری انتقال می‌یابند (شکل ۲۰).

شکل ۱: آنالوگ سطح شیب دار، پلکان برای توضیح مفهوم پیوستگی و کوانتومی بودن انرژی (صفحه‌ی ۲۵ کتاب شیمی دهم)

● هنگام روزه داری به ویژه نزدیک افطار اغلب احساس گرسنگی و سرما می‌کنید. در این شرایط، بدن نیاز به ماده و انرژی دارد تا دمای خود را کنترل کند. پس از افطار احساس گرمی دلچسبی خواهید داشت زیرا انرژی مواد غذایی در حال آزاد شدن است.

غذا، ماده و انرژی[3]

شاید برای شما هم پیش آمده باشد که بدون خوردن صبحانه به مدرسه بروید، پیاده‌روی یا ورزش کنید! پس از مدت کوتاهی احساس گرسنگی و بی‌حالی به شما دست می‌دهد به‌طوری که توانایی کافی برای تمرکز، فکرکردن و انجام فعالیت‌های ورزشی را نخواهید داشت. در این حال با خوردن کمی غذا یا تکه‌ای شیرینی، سرحال خواهید شد زیرا بدن شما انرژی کسب کرده است.

بدن ما برای انجام فعالیت‌های ارادی و غیرارادی گوناگون به ماده و انرژی نیاز دارد. برای نمونه هنگامی که قند خون پایین باشد می‌توان با خوردن سیب یا نوشیدن شربت آبلیمو و عسل و هنگامی که بدن دچار کمبود آهن باشد می‌توان با خوردن اسفناج و عدسی بدن را به حالت طبیعی بازگرداند. توجه کنید که ارزش مواد غذایی در تأمین ماده و انرژی مورد نیاز بدن یکسان نیست.

شکل ۲: آنالوگ روزه برای درک مفهوم انرژی و نیاز غذایی (صفحه‌ی ۵۲ کتاب شیمی یازدهم)

پیوند با زندگی

شاید در نزدیکان شما نیز کسانی باشند که از سوزش سینه یا ترش شدن دهان و گلو رنج می‌برند. آیا می‌دانید این درد و مزه ترش، ناشی از چیست؟ چگونه می‌توان آن را کاهش داد یا درمان کرد؟ معده برای گوارش غذا به اسید نیاز دارد. خوردن غذا سبب می‌شود که غده‌های موجود در دیواره معده، هیدروکلریک اسید ترشح کنند.

در بدن انسان بالغ روزانه بین دو تا سه لیتر شیره معده تولید می‌شود که غلظت یون هیدرونیوم در آن حدود $0/03\ molL^{-1}$ است. در واقع درون معده یک محیط بسیار اسیدی است و حتی می‌تواند فلز روی را در خود حل کند! دیواره داخلی معده به طور طبیعی مقدار کمی از یون‌های هیدرونیوم را دوباره جذب می‌کند. این جذب سبب نابودی سلول‌های سازنده دیواره معده می‌شود. حال اگر مقدار اسید معده به هر دلیل بیش از اندازه باشد، شمار یون‌های جذب شده افزایش یافته و سبب درد، التهاب و گاهی خونریزی معده می‌شود.

بدیهی است که مصرف غذاها و داروهای اسیدی سبب تشدید بیماری‌های معده خواهد شد. از این رو کسانی که به این بیماری‌ها مبتلا هستند افزون بر کاهش مصرف این مواد باید از داروهای دیگری استفاده کنند.

آیا می‌دانید

برگشت شیره معده به مری، ریفلاکس معده نام دارد که سبب ایجاد مزه ترش در گلو و دهان می‌شود. ساده‌ترین روش درمان آن افزایش وعده‌های غذایی و کاهش حجم هر وعده غذایی است.

pH شیره معده به اندازه‌ای است که سبب می‌شود در هر دقیقه حدود نیم میلیون یاخته از بافت دیواره آن از بین برود.

شکل ۳: آنالوگ ترش شدن معده برای توضیح مفهوم اسیدی وبازی (صفحه‌ی ۳۱ کتاب شیمی دوازدهم)

نتیجه‌گیری

آموزش و پرورش از اساسی‌ترین نهادهای تأثیرگذار در فرایند توسعهٔ هر کشور است و کتاب‌های درسی نقش مهمّی در رسیدن به اهداف برنامه‌های درسی آن دارند. در برخی موارد وجود برخی کمبودها (اشکالات) در کتاب‌های درسی باعث ایجاد کج‌فهمی، بدفهمی یا ایجاد مشکلات یادگیری برخی موضوعات علمی در دانش آموزان می‌شود.

در راستای سؤال اول پژوهش، در مجموع ۱۳ مورد فراوانی آنالوژی در کل کتاب‌های درسی مشاهده شد، این در حالی است که این مسأله به عنوان روشی مهمّ در فهم بهتر موضوعات انتزاعی اهمیت زیادی دارد. اینکه فقط در یک قسمت از کتاب درسی یک مثال از آنالوژی ارائه شود و برای تعداد زیادی از مفاهیم از این ابزار مناسب استفاده نمی‌شود، کافی نیست. از طرفی در مورد سوالات دوم، سوم و چهارم پژوهش، بررسی آنالوگ‌های موجود در کتاب درسی نشان می‌دهد طراحان کتاب درسی به نکات ضروری در آنالوگ‌ها آشنایی دارند، به نحوی که در اکثر آنالوگ‌های مورد استفاده در کتاب‌های درسی شیمی آنها را مراعات کرده‌اند. امّا نکته اساسی که در این زمینه وجود دارد تعداد کم آنالوگ‌ها در مقایسه با تعداد زیاد مفاهیم مورد بحث در کتاب‌های است. به نحوی که می‌توان این موضوع را از نقاط ضعف کتاب‌های درسی شیمی در نظر گرفت. لذا پیشنهاد می‌شود برنامه‌ریزان درسی بیشتر به این موضوع در کتاب‌های درسی شیمی بپردازند و برای توضیح مسائل انتزاعی شیمی از موضاعات موجود در زندگی اجتماعی دانش آموزان بیشتر استفاده نمایند.

مراجع

حیدری، پ، زمانی ع.ع. (۱۳۹۲). راهکارهایی مناسب برای آموزش جذاب شیمی. هشتمین کنفرانس آموزش شیمی ایران، سمنان.

دلدار، ا. (۱۳۹۵). استفاده ار آنالوگ در آموزش شیمی. نهمین کنفرانس آموزش شیمی ایران، زنجان.

رحیم‌زاده پوربناب، ع.ا، تشکر، ن. (۱۳۹۰). فرایندهای جدید در ایجاد انگیزه یادگیری درس شیمی. هفتمین کنفرانس آموزش شیمی ایران، زنجان.

Aragón, M. d. M., Oliva, J. M., & Navarrete, A. (2014). Contributions of learning through analogies to the construction of secondary education pupils' verbal discourse about chemical change. International Journal of Science Education, 36(12), 1960-1984.

Bartha, P. (2010). By parallel reasoning; The construction and evaluation of analogical arguments. Oxford University Press.

Brown, S., & Salter, S. (2010). Analogies in science and science teaching. Advances in Physiology Education, 34(4), 167-169.

Choi, K., & Chang, H. (2004). The effects of using the electric circuit model in science education to facilitate learning electricity-related concepts. Journal of the Korean Physical Society, 44(6), 1341.

Coll, R. K., France, B., & Taylor, I. (2005). The role of models/and analogies in science education: implications from research. International Journal of Science Education, 27(2), 183-198.

Duit, R., Roth, W.-M., Komorek, M., & Wilbers, J. (2001). Fostering conceptual change by analogies—between Scylla and Charybdis. Learning and Instruction, 11(4-5), 283-303.

Else, M. J., Clement, J & ,Rea-Ramirez, M. A. (2008). Using analogies in science teaching and curriculum design: Some guidelines. In Model based learning and instruction in science (pp. 215-231). Switzerland: Springer, cham.

Gentner, D. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. Cognitive science, 7(2), 155-170.

Gentner, D., Brem, S., Ferguson, R. W., Markman, A. B., Levidow, B. B., Wolff, P., & Forbus, K. D. (1997). Analogical reasoning and conceptual change: A case study of Johannes Kepler. The journal of the learning sciences, 6(1), 3-40.

Gilbert, J. K., & Justi, R. (2016). Modelling-based teaching in science education (Vol. 9). Switzerland: Springer, cham.

Glynn, S. M. (2008). 5.1 Making science concepts meaningful to students: teaching with analogies." Four Decades of Research in Science Education-from Curriculum Development to Quality Improvement: From Curriculum Development to Quality Improvement (Vol. 113). Waxmann Verlag.

Glynn, S. M., & Takahashi, T. (1998). Learning from analogy-enhanced science text. Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, 35(10), 1129-1149. TEA5>3.0.CO;2-2

Hajkova, Z., Fejfar, A., & Smejkal, P. (2013). Two simple classroom demonstrations for scanning probe microscopy based on a macroscopic analogy. Journal of Chemical Education, 90(3), 361-363.

Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1993). Teaching with analogies: A case study in grade-10 optics. Journal of research in science teaching, 30(10), 1291-1307. https://doi.org/doi.org/10.1002

Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2006). Teaching and learning with analogies. In Metaphor and analogy in science education (pp. 11-24). Switzerland: Springer, cham.

Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry-logical or psychological? Chemistry Education Research and Practice, 1(1), 9-15.

Justi, R., Gilbert, J. K., & Ferreira, P. F. (2009). The application of a 'model of modelling'to illustrate the importance of metavisualisation in respect of the three types of representation. In Multiple representations in chemical education (pp. 285-307). Switzerland: Springer, cham.

Kirsten, E., & Stewart, I. (2023). Analogy: Relating Relations. In Relational Frame Theory: Made Simple (pp. 177-195). Switzerland: Springer, cham.

Mason, L., & Sorzio, P. (1996). Analogical reasoning in restructuring scientific knowledge. European Journal of Psychology of Education, 11(1), 3-23. https://doi.org/doi.org/10.1007/BF03172933

Metsala, J. L., & Glynn, S. (1996). Teaching with analogies: Building on the science textbook. The Reading Teacher, 49(6), 490.
Mukwambo, M., Ramasike, L., & Ngcoza, K. (2018). An analysis of language use in analogical indigenous knowledge presented in science texts. International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education, 26(2).
Nakiboğlu, C., & Taber, K. S. (2013). The atom as a tiny solar system: Turkish high school students' understanding of the atom in relation to a common teaching analogy. In Concepts of matter in science education (pp. 169-198). Switzerland: Springer, cham.
Nassiff, P., & Czerwinski, W. (2012). Modeling atoms using paperclips. Journal of Chemical Education, 89(3), 370-372.
Nersessian, N. J., & Chandrasekharan, S. (2009). Hybrid analogies in conceptual innovation in science. Cognitive Systems Research, 10(3), 178-188.
Orgill, M., & Bodner, G. (2004). What research tells us about using analogies to teach chemistry. Chemistry Education Research and Practice, 5(1), 15-32.
Orgill, M., & Bodner, G. M. (2006). An analysis of the effectiveness of analogy use in college-level biochemistry textbooks. Journal of Research in Science Teaching, 43(10), 1040-1060.
Orgill, M., Bussey, T. J., & Bodner, G. M. (2015). Biochemistry instructors' perceptions of analogies and their classroom use. Chemistry Education Research and Prctice, 16(4), 731-746.
Osborne, J., & Collins, S. (2001). Pupils' views of the role and value of the science curriculum: a focus-group study. International journal of science education, 23(5), 441-467.
Plato, & Rouse, W. H. D. (1984). Great dialogues of Plato.
Seiler, K. P., & Huggins, J. (2018). From cheese curls to fatty acid structure: using "commonplace" analogies to teach science to nonmajors. Advances in Physiology Education, 42(2), 393-395.
Spiro, R. J., Feltovich, P. J., Coulson, R. L., & Anderson, D. K. (1988). Multiple analogies for complex concepts: Antidotes for analogy-induced misconception in advanced knowledge acquisition. University of Illinois
Thiele, R. B., & Treagust, D. F. (1995). Analogies in chemistry textbooks. International Journal of Science Education, 17(6), 783-795.
Welford, G., Osborne, J., & Scott, P. (2005). Research in science education in Europe. Routledge.
Wu, H. K., Krajcik, J. S., & Soloway, E. (2001). Promoting understanding of chemical representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, 38(7), 821-842.