مقاله مروری

پژوهش در آموزش شیمی، سال چهارم، شماره دوم، انتشار: بهار ۱۴۰۲

پژوهش در آموزش شیمی

مقالات منتشر شده در چهارمین همایش ملی آموزش شیمی ایران

http://chemedu.cfu.ac.ir

نگرشی بر مفاهیم پنهان در ادراک و تدریس شیمی

جعفر عظمت[۲]، علیرضا خدائی[۱]

[۱] *دانشجوی کارشناسی ارشد شیمی تجزیه، دانشگاه مراغه، آذربایجان شرقی ، ایران*

[۲] *استادیار شیمی گروه علوم پایه، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران*

alireza.khodaei.cfu@gmail.ir

چکیده:

شیمی مفاهیم انتزاعی زیادی دارد که دانش‌آموزان در درک و یادگیری آنها با مشکل مواجه هستند. این مفاهیم مهم هستند زیرا اگر این مفاهیم زیربنایی توسط فراگیران به درستی درک نشوند، مفاهیم یا نظریه‌های علمی بعدی قابل درک نخواهند بود. بیشتر دانش‌آموزان در درک مفهومی شیمی مشکل دارند و با وجود تلاش زیاد برای امتحانات شیمی در امتحانات ناموفق هستند. آموزش علوم می‌کوشد دانش‌آموزان را به کسب دانش علمی وادار کند. دانش به طور مداوم در حال تحول و توسعه است. افراد معانی و مفاهیم را تغییر می‌دهند تا با برداشت‌های خود از دانش مطابقت داشته باشند. بنابراین، معنا و مفهوم به عنوان محصول نهایی، توانایی شناختی است. از طریق تعامل فرد با موقعیت‌های پیچیده‌تر، مفاهیم، ایجاد، تقویت، گسترش یا به کلی حذف و متحول می‌شوند در پژوهش حاضر به بررسی و مرور حول مفاهیم علوم تجربی به ویژه مفاهیم تفهیمی و ادراکی یا کج‌فهمی‌های مفاهیم شیمی پرداخته‌شده است همچنین به شرح روش‌های تفهیم مفاهیم و کج‌فهمی‌های پیش آمده پرداخته و سپس پژوهش محققان مختلف حول مفاهیم شیمی و دروس علوم پایه مورد بررسی قرار گرفته است و در نهایت پیشنهاداتی در جهت تسهیل در یادگیری مفاهیم انتزاعی شیمی ارائه گردیده است که مثمرثمر خواهد بود.

کلیدواژه‌ها: مفاهیم شیمی، درک شیمی، کج‌فهمی، یادگیری، آموزش شیمی

مقدّمه

علوم تجربی یکی از دانش‌ها و معرفت‌های بشری است که بخش اعظم یافته‌های آن از راه مشاهده و اجرای آزمایش به دست می‌آید و ملاک یا معیار درستی آنها انطباق داشتن با مشاهدات تجربی است. هدف از آموزش علوم تجربی، آموزش پدیده‌هایی است که در زندگی روزانه مشاهده می‌شوند(بدریان، ۱۳۸۸). در چند دهه‌ی اخیر هیچ کدام از موضوعات درسی به اندازه‌ی درس علوم تجربی دچار تغییر و تحول نشده است. علوم تجربی به خودی خود به دلیل پیشرفت فزاینده ی علم و دانش بشری روز به روز جدیدتر و حجیم تر می‌شود(استاد حسنلو، ۱۳۹۱). درس شیمی یکی از حوزه‌های یادگیری علوم تجربی می‌باشد که به بررسی ساختار، رفتار و تغییر مواد می-پردازد.کاربردهای گسترده ی علم شیمی در پزشکی، داروسازی، صنایع غذایی، آرایشی و بهداشتی، تهیه رنگ، محیط زیست و... نشان از اهمیت این علم در بهداشت، سلامت، تامین رفاه و توسعه‌ی پایدار جوامع بشری دارد(بدریان، ۱۳۸۸). مردم انتظار دارند که معلمان از مضمون تدریسی کاملاً مطلع باشند و بدانند چگونه ایده‌های گوناگون را برای دانش‌آموزان خود توضیح دهند. اما تدریس چیزی فراتر از توضیح دادن است. تدریس خوب دانش‌آموزان را به سطوح بالای یادگیری سوق می‌دهد(درایو ورابینسون[1]، ۱۹۹۴). اگر بتوانیم پیش فرض‌هایمان را نادیده بگیریم، آنگاه می‌توانیم راه حل‌های نو ارائه کنیم. چنین تصور می‌شود که ما در زمینه‌هایی، مسئولیت دانش‌آموزان را برعهده گرفته‌ایم که شاید لازم باشد خود آنان مسئولیت آن امور را عهده دار باشند. چه بسا گروه‌های دانش‌آموزان همسال بتوانند احساس تعلق به او ایجاد کنند و مسئله به شکل دیگری حل شود. در جریان آموزش الگوی بدیعه پردازی به اشخاص بر مبنای تمرین‌های آشنا را با مطالب جدید مرتبط می‌سازد و نکته ای جدید از مطالب آشنا استخراج می‌کند(جی گالن سیلور و همکاران، ۱۳۸۰). تبدیل دانش‌آموز به یادگیرنده‌ی مادام العمر، یک ضرورت انکارناپذیر است: هدف کلی آموزش علوم، انتقال مجموعه‌ای از اطلاعات مجرد، پراکنده و صرفاً علمی به ذهن دانش‌آموزان نیست؛ بلکه هدف آموزش علوم، فراهم آوردن شرایطی است که یادگیرنده قابلیت وتوانایی آن راپیدا کند که درتمام عمر به کسب سواد علمی موردنیاز خود بپردازد. این مسأله امروز به« آموزش مادام العمر» مشهوراست(تقی زاده، ۱۴۰۰). یکی از عوامل مؤثر برثبات یادگیری و پیشرفت تحصیلی یادگیرندگان کیفیت تدریس ودادن تکالیف عملکردی و اجرای سنجش‌های عملکردی است. بیان صریح و قابل فهم اهداف، ارائه درس به شکل ساختار یافته و منظم، فعّال بودن شاگرد در جریان آموزش و ارزشیابی و ارتباط داشتن مطالب جدید با دانش قبلی دانش آموزان ضمن افزایش کیفیت تدریس و اجرای آزمون‌های عملکردی، باعث افزایش یادگیری دانش آموزان می‌شود و وجود چنین آزمون‌هایی می‌تواند وضعیت موجود را به حد مطلوب برساند(تقی زاده، ۱۴۰۰). معلمان در پایان فرایند آموزش انتظار دارند که اهداف آموزشی مورد نظر خود و کتاب در یادگیری دانش‌آموزان پیاده شود. مریل برای اولین بار سطوح عملکرد مورد انتظار از شاگرد در پایان آموزش را به سه سطح تقسیم می‌کند. او معتقد است که این

[1]Driver R

سطوح در عین اینکه همه عملکردی هستند ازنظر کاری که فراگیر باید برای نمایش یادگیری انجام دهد و فعالیت ذهنی که لازمه‌ی یادگیری هر یک از آنهاست شرایط مختلف دارند. سه نوع عملکرد مریل عبارتند از: ۱- یادآوری ۲- کاربرد ۳- یافتن(سعیدی، ۱۳۹۴). متاسفانه مسئله اصلی اینجاست، گاهی اوقات فرایند یادگیری، به خصوص، یادگیری علوم منجر به پیاده سازی این اهداف نمی‌شود که باید به چرایی آن پی ببریم و مشکلات پیش آمده را حل کنیم. مشکلات عمده دانش‌آموزان در چنین مقطعی عدم تفکیک و درک منظم و عمده‌ای از مفاهیم پایه و انتزاعی یا عمیق واحد درسی‌ست. آنها قادر به طبقه‌بندی، ایجاد ارتباط، هماهنگی، ادراک، تفهیم، یادگیری، یادآوری و بیان مفاهیمی که سبب تثبیت یادگیری و تداوم آموزش می‌گردد نیستند. در نتیجه کوتاهی یا خلا موجود در درک مفاهیم سبب ایجاد شکاف عظیمی بین مفاهیم گذشته و مفاهیم انتقالی جدید می‌گردد که دبیران مربوطه نیز قادر به تحلیل و مقابله با مشکل پیش رو نخواهند بود. بهترین راه و روش تحلیل و تفسیر انواع و مفهوم مفاهیم انتزاعی دروس مدنظر است. طاووسی و همکارانش، تحقیقی به این نتیجه رسیده اند که: از میان سه سطح عملکردی که مریل تقسیم بندی کرده است؛ کشف یا ابداع بیشترین کاربرد را در متن کتاب درسی داشته است. همچنین از اصل تنوع و تفکیک به میزان مناسب استفاده شده و از سایر اصول مانند همتاسازی و سطح دشواری، کمتر استفاده شده است(طاووسی و همکاران، ۱۳۹۸).

یافته‌های پژوهش

شیمی‌دانان، نظام‌مندی شیمی را بر اساس درک و تحلیل مفاهیم، الگوها و روابط بین پدیده‌های طبیعی به عنوان نشانه‌های الهی کشف و گزارش می‌کنند و نتایج آن را برای حل مسائل حال و آینده در ابعاد فردی و اجتماعی در قالب اندیشه یا ابزار ارائه می‌دهند. آنها با درک ماهیت، روش و فرآیند علم تجربی، امکان به‌کارگیری این علم را در حل مسائل واقعی زندگی(حال و آینده)، تحلیل و محدودیت‌ها و توانمندی‌های حل این مسائل گزارش می‌کنند. با استفاده از منابع علمی معتبر و بهره‌گیری از علم تجربی، می‌تواند اندیشه‌هایی مبتنی بر تجارب شخصی، برای مشارکت در فعالیت-های علمی ارائه دهند و در این فعالیت‌ها با حفظ ارزش‌ها و اخلاق علمی مشارکت می‌کنند(فیزیک یازدهم، ۱۳۹۸).

تدارک بسیاری از فرصت‌های یادگیری تنها از طریق کتاب‌های درسی امکان پذیر است. استفاده از کتابهای درسی مناسب علاوه براین که به یادگیری بهتر مطالب توسط دانش‌آموزان کمک می‌کند، راهنمای مناسبی برای معلّمان در فرایند آموزش است و حتی گاه می‌تواند نقاط ضعف معلّمان را نیز جبران کنند و بی‌توجهی یا اهمال در طراحی و تدوین کتاب‌های درسی می‌تواند اتلاف وقت، انرژی و سرمایه انسانی زیادی را به دنبال داشته باشد به واقع کتاب درسی یا محتوایی که در نظام آموزش کنونی ما مورد استفاده قرار می‌گیرد جای تتبع فراوان دارد(نوریان، ۱۳۹۴).

منابع تعیین اهداف آموزش مفاهیم عبارت اند از:

نیاز فراگیر: از مهم‌ترین کارهای معلم در تعیین اهداف آموزش مفاهیم است، چرا که تا نیازهای رده پایین ارضا نشود، فرد فرصت ارضای نیازهای رده بالاتر را نخواهد داشت(دلجو،۱۳۸۱).

نیاز جامعه: باید وضع اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جامعه را در زمان گذشته، حال و آینده بررسی و نیازهای جامعه تنظیم شود(دلجو،۱۳۸۱). اهداف آموزش مفاهیم از جمله آزمایش مفاهیم انتزاعی و تکالیف یادگیری مفاهیم مرتبط، بایستی مقرون به صرفه بوده و با در نظر گرفتن جنبه جمعی جامعه باشد و همچنین براساس نیازهای جامعه اقدام شود.

دیدگاه‌های متخصصان: یعنی برای تعیین اهداف هر درسی باید یافته‌های جدید(به دور از تحریف و کج‌فهمی)، نظریه‌های نو و اصول و قوانین کشف شده مربوط به آن درس یا رشته(شیمی) مورد توجه قرار گیرد(دلجو، ۱۳۸۱).

استفاده از فناوری‌های اطلاعات در مدارس و مراکز آموزشی، از جمله شیوه‌های جدیدی بوده که با تغییرات و تحولات و همچنین دگرگونی‌های جوامع و ملل تناسب دارد. از دستاوردهای آموزش مبتنی بر فناوری اطلاعات می‌توان به محور نهادن فراگیر به جای استاد اشاره کرد(عبادی، ۱۳۸۳).

در فناوری اطلاعات، مفاهیم انتزاعی و مورد نیاز شیمی به صورت مکملی بر روند آموزشی عمل می‌نماید. چه بسا در برخی موارد به عنوان تنها ابزار ارسال مفاهیم بدون کج‌فهمی و دشواری تحویل مفاهیم رخ می‌دهد همچنین سبب تسهیل آموزش و توضیح و تدریس مباحث می‌گردد. به عنوان مثال، مفاهیم آزمایشگاهی بسیار بهینه شده و با جزئیات بیشتر یا تخصصی شده قابل تفسیر است. محققان و مدارس یا مناطق آموزشی بایستی برای تفسیر و توضیح مباحث دروس شیمی از فناوری نه تنها الکترونیکی بلکه تمام فناوری‌های نوین عرصه آموزشی به صورت کامل برخوردار بوده و مباحث را به صورت بازدهی صد در صد منتقل نمایند. اما رخ دادن چنین فرآیندی بسیار آرمانی‌ست

به طور معمول شیوه‌های ارائه مفاهیم در کتب درسی به سه روش زیر ممکن است:

۱- متن
۲- فعالیت‌ها و پرسش‌ها
۳- تصویر

در این میان متن نوشتاری اصلی‌ترین جز است و چارچوب اصلی کار را شکل می‌دهد. لذا کتاب‌های درسی عموماً متن محورند. در اهمیت وجود فعالیت‌ها و پرسش‌های فعّال در کتاب درسی همین بس که در برنامه درسی دوره ابتدایی، کتاب علوم تجربی بنا به اظهار مؤلفان آن با هدف اصلی پرورش «سواد علمی» و «آموزش مهارت‌های تحقیق»، تدوین شده است و رشد مهارت‌های پژوهشی، تفکرخلاق، مشاهده فعّال و تحلیل گرایانه، دقّت و پژوهش عناصر مهمی از سواد اطلاعاتی است و لازم است دانش‌آموزان از دوره‌ی ابتدایی به این مهارت‌ها مجهز گردند(امیراحمدی و همکاران، ۱۳۹۱). دراین میان، محتوای برنامه درسی ازنظر نقشی که در تحقق اهداف آموزشی ایفا می‌کند، از

اهمیت خاصی برخوردار است. از آن جا که ایجاد تغییرات مطلوب و به‌روز کردن کتب درسی یکی از الزامات نظام آموزشی است، تحلیل کتب درسی نیز جایگاه خاصی پیدا می‌کند. این تحلیل در انتخاب و گزینش محتوای کتاب‌های درسی و تدوین آن به برنامه‌ریزان و مؤلفان کتاب‌های درسی کمک می‌کند و زمینه ساز پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان می‌شود. کاپلان معتقد است تحلیل محتوا ابزاری است که برای بررسی و تبیین کلمات، مفاهیم، واژه‌ها، مضامین، عبارات و جملات خاصی از درون یک متن یا مجموعه ای از متون مورد استفاده قرار می‌گیرد(باقری و همکاران، ۱۳۸۷). با تحلیل محتوا، نقاط ضعف محتوا آشکارتر شده، ضرورت پیروی یا ایجاد یک برنامه استاندارد، بیشتر احساس می‌شود(افضل خانی؛ سمیعی، ۱۳۹۲).

تصاویر، مهارت‌های تفکر خلّاق که شامل مهارت‌های موضوعی، مهارت‌های خلاقانه و انگیزشی می‌شود را رشد می‌دهند. تصاویر، دنیای واقعی را به کودکان نشان می‌دهند و در شیوه‌ی اندیشیدن آنها تأثیر می‌گذارند. همچنین معلّمان باید بدانند رابطه‌ی بین کلام و تصویر، رابطه‌ای پویا را در کلاس شکل می‌دهد که در آن هر دانش‌آموز، برداشت و درک خود از تصویر را بیان می‌کند و همین گوناگونی نظرات که برخاسته از سبک تفکر خاص هر دانش‌آموز است زمینه‌ای می‌شود که هر دانش-آموز میتواند در آن به رشد و کسب مهارت‌های مختلف بپردازد. حال اگر تصاویر محتوای درسی به شیوه‌ی فعّال گنجانده نشده باشند روحیه‌ی تفکر، خلاقیت و پژوهشگری که به صورت بالقوّه در درون دانش‌آموزان نهادینه شده است سرکوب میشود و محتوا چیزی جز ملالت را برای دانش‌آموزان به ارمغان نمی‌آورد در واقع باید مفاهیم به صورت دقیق و پلی مستقیم و بیانی شیوا به صورت بصری در قالب اشکال فعّال و قابل درک در کتب درسی نمایش داده شوند. تصاویر نقش مهمی در شبیه سازی و ارائه آسانتر و پدیدارتر مفاهیم انتزاعی شیمی و دروس انتزاعی مشابه است. دانش آموز بدین شکل از ابعاد غیر ملموس مفاهیم دشوار و غیرقابل ارائه و ادراک کتاب درسی مطلع می‌گردد. پیش رفتن به سمت تقویت مهارت‌های پایه و فرایندی در همه دروس ازجمله علوم تجربی، از ضرورت‌های نظام آموزش است که غفلت از آن نظام آموزشی ما را با رکود مواجه میکند.

یکی دیگر از روش‌های انتقال مفاهیم درانتزاعی مشابه شیمی ارائه مطالب به صورت ادراک فعالیت محور است که نوعی یادگیری و ادراک فعّال آموزشی است. فعالیت محور بودن ارائه مفاهیم انتزاعی به این دلیل است که سعی می‌شود دانش‌آموزان درخلال فعالیت‌ها و پاسخ‌گویی سؤالات، به دانش دست پیدا کنند. صرفِ دادن اطلاعات به دانش‌آموزان باعث یادگیری سطحی در آنها می‌شود که این امر کمک چندانی به شکل‌گیری و تقویت مهارت‌های پایه و فرایندی در دانش‌آموزان نمی‌کند. با قراردادن سؤالات(فعالیت‌ها و پرسیش‌ها) در محتوای کتاب درسی، این، دانش‌آموز است که اندیشه میکند، تصمیم می‌گیرد و با ارائه‌ی فرضیه به حل مسئله می‌پردازد. باید بدانیم این تفکّر خلاق است که زمینه‌ی فرضیه‌سازی و کشف را در دانش‌آموز فراهم می‌آورد. بررسی مسئله از زوایای گوناگون آن، جستجوی علت‌ها، استدلال کردن و بهره‌گیری از روش علمی توسط دانش‌آموزان رهاورد فعّال بودن دانش‌آموز در بررسی سؤالات و فعالیت‌ها به شیوه‌ی پویا و فعّال است که تفکّر فلسفی را در او

شکل می‌دهد و تقویت می‌کند. این امر سبب ارتقای سطح تحرّک مغزی در مفاهیم مرتبط با علوم انتزاعی می‌گردد، دانش‌آموز روابط متقابل مفاهیم و سیر رشد و پیشرفت مفاهیم را بهتر درک نموده و در مفاهیم دشوارتر به دلیل ارتقای فعالیت مغزی، پاسخگویی و راندمان به مراتب بالاتری در روابط و ادراک مضمون مربوطه ارائه می‌نماید(شیرکوند و همکاران، ۱۴۰۰). در اینصورت، کتاب درسی به مثابه یک معلم، جایگاه ارائه‌کننده مطلب بوده و نمونه‌ای از اهداف آموزش مفاهیم یعنی نیاز فراگیر را تامین می‌نماید.

در پایان لازم به ذکر است که سه روش ارائه مطالب به روش‌های ذکر شده در کتب درسی، پیشتر پاسخگوی نیاز فراگیر در دوره فعلی یا کوتاه مدت بوده و در بلند مدت پاسخگوی نیازهای جامعه است. تمام روش‌های ارائه اطلاعات ادراکی دروس، به ویژه شیمی حائز اهمیت یکسانند. اما آنچه در آموزش مفاهیم شیمی پرکاربردترین روش تلقی می‌شود تا حدودی روش متنی و به مقدار اندکی فعالیت‌ها و پرسش‌هاست(هرچند یک پرسش تصحیح از مفاهیم، بسیار راه‌گشاست). کتب درسی و علمی به دلایل بسیار زیادی از جمله انتزاعی بودن و سطح دشواری بالا در ادراک مفاهیم آمیخته با فیزیک و ریاضی در شیمی، عاجز از ارائه توضیحاتی تمثیلی و تصویری از موضوعات هستند. حتی در واحدهای مجزایی از دروس مرتبط با شیمی، ارائه مفاهیم به صورت ریاضی، آمار و توابعی از معیارهای فیزیکی بسیار دشوار و غیرقابل توصیف است. برای مثال ارائه مفاهیم آماری شیمی برای فراگیران از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است زیرا مفاهیم بسیاری از جمله طراحی آزمایش‌های شیمیایی به روش‌های آماری قابل عرضه و توضیح است، اما در شیمی آماری نیز ارائه برخی نکات غیرقابل کنترل و غیرقابل مشاهده است. به همین منظور نیازهای فراگیر در درک مفاهیم و خطاهای غیر قابل مشاهده و محاسبه به صورت‌های ساده غیرممکن خواهد بود. به همین منظور فراگیران با روش‌های آماری- نرم‌افزاری، به صورت‌های بصری و تمثالی در قالب مجموعه-ای از روش‌های محاسبات نرم-افزاری به صورت تصویری قادر به حل مسایل مربوطه خواهند بود. بنابراین در طبقه‌بندی شیوه‌های ارائه مفاهیم شیمی در کتب درسی از بیشترین شیوه‌های ارائه مفاهیم شیمی به کمترین مفاهیم آن به ترتیب: متن، فعالیت‌ها و پرسش‌ها و در پایان تصاویر نقش عمده‌ای دارند. که در مقاطع متوسطه و آموزش مدرسه‌ای تنها به روش‌های متنی و فعالیت‌ها و پرسش‌ها اکتفا می‌شود که خود نقصی غیر قابل چشم‌پوشی است. زیرا ادراک مشاهده‌ای یا به عبارتی ادراک به وسیله‌ی تصاویر بسیار عمیق‌تر از سایر روش‌ها می‌باشد.

۱- چه نوع مفاهیمی در شیمی مهم هستند؟

در برخی موارد مربوط به میزان شکل‌گیری خودکار یا عمدی مفاهیم، برخی از مفاهیم در ادراک به ما ارائه می‌شوند. تفهیم در صورت درک مفاهیم، برای مثال درک چگالی سطحی یا مبحث جوش آمدن ادراک پیوند شیمایی باید ابتداً صورت گرفته باشد. این مفاهیم انتزاعی از تجربیات ما هستند(جوشیدن آب)، اما انتزاع ناخودآگاه رخ می‌دهد. در سطحی از مغز که به طور خودکار عمل

می‌کند، بدون اینکه ما هیچ تلاش عمدی انجام دهیم، مفاهیم دیگری که در شیمی شکل گرفته‌اند، نیاز به تأمل آگاهانه دارند(به عبارتی ادراک). برخی از این مفاهیم که به طور خودکار شکل می‌گیرند پایه مستقیمی برای تصورات شیمیایی رسمی هستند، اگرچه اغلب انتزاعاتی که افراد به طور طبیعی انجام می‌دهند معمولاً با مفاهیم شیمیایی رسمی مطابقت ندارند. بنابراین، برخی از مفاهیم شیمیایی در واقع رسمیت بخشیدن به مفاهیمی است که مردم بطور طبیعی از برداشت خود از جهان به دست می‌آورند(جوش آمدن آب پدیده‌ای طبیعی و رسمی_ بصری است، اما علل آن وابسته به ادراک عقلی دارد) و سایر مفاهیم شیمیایی برای بازسازی آنها از درک مستقیم به کار بیشتری احتیاج دارند. سایر مفاهیم عبارتند از" متامفاهیم "که با تأمل در خود مفاهیم و چگونگی ارتباط آنها یا چگونگی عملیاتی شدن این مفاهیم برای اهداف خاص شکل می‌گیرند(به عبارتی عملیاتی نمودن این ادراک را گویند به مثابه شکافت هسته‌ای یا از بین بردن نیروی جاذبه هسته بر ذرات داخلش که سبب آزاد شدن نیروی عظیم نیروی اتمی‌است). به عنوان پیش نمایش، ممکن است تفاوت بین موارد زیر را در نظر بگیریم: مفهوم "گوگرد" به چیزی گفته می‌شود که بتوان مستقیماً از آن استفاده کرد و ادراک کرد. مفهوم "مولکول گوگرد" به موجودی نظری مربوط می‌شود که براساس مشاهدات غیرمستقیم وجود دارد مفهوم پوسته‌های متحدالمرکز"منظومه شمسی" از مفهوم اتم مربوط به ابزاری فکری است که گاهی اوقات در آموزش شیمی مقدماتی استفاده می‌شود. در مفهوم موردنظر، ترکیبی از ادراک‌ها محقق می‌شود، فراگیر برای ادراک موضوعات از پیوند دو مفهوم و دو ادراک وابسته و دنباله یکدیگر بهره می‌جوید. ادراک نخست(پیشین) در گذشته اتفاق افتاده و ادراک پسین، مجهول است که توسط ادراک معلوم پیشین مشخص می‌شود. ادراک پیشین ممکن است ادراک انتزاعی یا ادراک غیرانتزاعی باشد (مثل ادراک پیشین(انتزاعی): پیوند شیمیایی، ادراک پسین: چگالی یا کشش سطحی یا ادراک پیشین(غیرانتزاعی): گوگرد، ادراک پسین: مولکول گوگرد). در مثال دیگری مانند حل دستگاه معادله دو مجهولی که نیازمند اطلاعاتی از جمع، تفریق، ضرب و ضوابط حل یک معادله است.

۲- نوع مفهوم شیمیایی؟

در انواع مدل‌های انتزاعی مورد استفاده در شیمی، اگرچه تنوع مفاهیم شیمیایی، بیش از حد ساده است، اما می‌توان چارچوبی برای تفکر درباره مفاهیمی که ما استفاده می‌کنیم و آموزش می-دهیم ایجاد نمود. در این سیستم، مفاهیم شیمیایی ممکن است مربوط به اجسام، حوادث، ویژگی‌ها، یا ممکن است همان چیزی باشد که آن را "فرامفاهیم" می‌نامیم. مفاهیمی که سایر مفاهیم شیمیایی را به عنوان ابزاری استعمال نموده و بین آنها ارتباط ایجاد می‌کند. به عنوان مثال نیروی بین مولکولی یا قطبش پذیری(قطبیده). در علم شیمی قطبیده بودن یک مولکول یا عنصر دو اتمی عاملی بر توازن و تعادل اتم‌ها و در حالت برآیند تعادل و استحکام آن مولکول است. به عبارتی مولکول یا اتم قطبیده است. در شرایط خاص از جمله شناسایی و یا اندازه‌گیری اتم‌ها به وسیله‌پرتوهای الکترومغناطیسی، قطبش پذیری این اتم‌ها به حالت نامنظم درآمده و این اقدام مقدمه‌ای بر پدیده

پخش و تشخیص اتم‌ها و ذرات می‌باشد. این مفاهیم بسیار واضح هستند، زیرا شکل‌گیری آنها به درگیر شدن در یک نوع قاعده آگاهانه از مفاهیم دیگر بستگی دارد. در واقع نحوه ارائه و انتقال مفاهیم معنایی یا مفاهیم فرامفاهیم وابسته به مجموعه مفاهیمی است که مرتبط با یکدیگر بیان می‌شوند. برخی از این مفاهیم بسیار نزدیک به تجربه ادراکی مستقیم(غیرانتزاعی یا غیر تصوراتی) هستند، برخی دیگر نیز شامل نمونه‌هایی از موجودات، فرایندها و خصوصیات‌اند که در واقع نظری هستند و مستقیماً قابل مشاهده نیستند. در واقع مفاهیمی که در قالب کلی به مفاهیم شیمیایی معروفند شامل تعبیراتی هستند که بار معنایی ذاتی از مفاهیم شیمی دارند، مانند قطبیده بودن، نیروی بین مولکولی، قاعده هوند، قاعده آفبا، پدیده فلورسانس، یا مفاهیم اندازه‌گیری اسپکتوفتومتری، آبکافت، اصل لوشاتلیه و .... که نشان از مجموعه مفاهیم و فرآیندهای شیمیایی هستند که به مفهوم واحدی اشاره دارند.

در ادامه به توصیف مفاهیمی(مفاهیم پنهان در ادراک یا مفاهیم پنهان) اشاره می‌شود که ممکن است دور از ذهن بنظر آید اما نمونه‌ای از مفاهیم است که به صورت نامحسوس در یادگیری و درک مفاهیم برای فراگیران و نظریه‌پردازان صورت می‌گیرد. این مفاهیم، مفاهیمی هستند که به صورت ارادی به تدریس و توصیف آن پرداخته نمی‌شود اما به صورت اتومات از روی غریزه یادگیری و کنجکاوی انسان به آن پی برده می‌شود. شامل: مفاهیم مربوط به اشیا موجودات در شیمی، مفاهیم مربوط به رویداد فرآیندها در شیمی و مفاهیم مربوط به کیفیت و خصوصیات در شیمی.

۳- مفاهیم مربوط به اشیا موجودات در شیمی(مفاهیم به ظاهر انتزاعی اما بصری)

اولین دسته از مفاهیم مربوط به مفهومی است که تصور می‌شود در جهان فیزیکی وجود دارند. فراگیری را تصور کنید که با یک توده گوگرد دست به گریبان است. این یک شی است. دانش آموز قطعه گوگرد را به عنوان جسمی که فرم مادی دارد تشخیص می‌دهد، آنها آن را به عنوان درجه‌ای از دوام تشخیص می‌دهند. اگر آنها آن را روی نیمکت مقابل خود بگذارند تا یادداشت برداری کنند و سپس به عقب نگاه کنند، همان توده مواد را تشخیص می‌دهند، نه اینکه تصور کنند برخی از مواد جدید به جای توده‌ای که در آنجا قرار داده اند، ظاهر شده است به عبارتی ماهیت شیمیایی و فیزیکی آن تغییر نخواهد کرد. بنابراین، ممکن است بگوییم که آنها قطعه را به عنوان یک محیط تنظیم می‌کنند. آنها توده مواد را از محیط اطراف آن تشخیص می‌دهند(توده گوگرد را از سایر محیط تفکیک می‌کنند حتی اگر نامنظم باشد. آنتروپی آن بالا باشد) آنها آن را به عنوان یک شی[1] مشابه در زمان‌های مختلف تشخیص می‌دهند. این سطح از مفهوم سازی به طور خودکار اتفاق می‌افتد و در اوایل زندگی رشد می‌کند. این یک مفهوم شیمیایی نیست. در واقع اساس تشکیل این درک انتزاعی نبوده و به صورت ادراکی از جنس ماده در ابعادی از فیزیک و پدیده‌های بصری صورت گرفته است. اما واضح است که هدف و بنیه شکل‌گیری این ادراک بصری، مفاهیم شیمیایی است اگر دانش آموز

[1] **object**

چندین قطعه گوگرد از شکل مشابه را ببیند و با آنها دست به کار شود، مطمئناً برخی از شباهت‌های ادراکی مانند احساس، رنگ، بو را تشخیص می‌دهند و متوجه آشنا بودن ماده می‌شوند. زیرا از پیش به صورت بصری به درک مفهومی از نوع ماده مورد نظر دست یافته است. اما فراگیر ذاتاً نمی‌داند این همان چیزی است که دیگران آن را گوگرد می‌نامند. آنها ممکن است آن را به عنوان نوعی ماده تصور کنند، اما نمی‌توانند از طریق تجربه فوری بدانند که این ماده، یک ماده شیمیایی است یا در واقع یک عنصر است. علاوه بر این، اگر این گوگرد پلاستیکی باشد، ممکن است در یک مفهوم شامل شی‌ای نباشد که یک توده گوگرد کریستالی باشد و شکل ظاهری متفاوتی داشته باشد. یا نمونه‌ای از گل‌های گوگرد، که کاملاً متفاوت به نظر می‌رسد. بنابراین، چنین مفهومی که به طور طبیعی شکل می‌گیرد برای شیمی مفید است زیرا سبب ایجاد ادراک بصری جزیی از موضوع می‌شود هر چند تداعی کاملی محقق نشود اما پیش زمینه‌ای از روند یادگیری تجدید خاطر می‌شود. اما این فرآیند فقط یک نقطه شروع برای توسعه مفهوم شیمی است. دانشجویی که یک تکه گوگرد به او تحویل داده می‌شود و پاسخ می‌دهد،" بله، عنصرS_{16}، گروه اکسیژن"، به وضوح در حال کار با یک مفهوم نظری است که به سادگی نتیجه برداشتن شباهت‌های ادراکی از نمونه‌های مختلف فیزیکی آنها نیست. ما می‌توانیم طیف گسترده‌ای از مفاهیم شیمیایی را در این گروه از انواع اشیا یا موجودات در نظر بگیریم بعضی از اینها مستقیماً بر اساس انتزاع از داده‌های ادراکی ساخته شده‌اند و برخی دیگر به تجربه، تکیه می‌کنند. بنابراین یک لیست مشخص از نمونه‌ها ممکن است شامل همه موجوداتی باشد که در شیمی استفاده می‌شوند به تعبیری، همه آنها به انواع چیزهایی که شیمی‌دانان در جهان می‌دانند اشاره دارند. آنها بخشی از هستی شناسی شیمیایی هستند. با این حال، برخی از این انواع می‌توانند مستقیماً با تجربه مستقیم(مانند توده گوگردی ما) مرتبط شوند و برخی دیگر موجودیت‌های نظری و انتزاعی هستند(مانند اوربیتال‌های P) واضح است که این لیست می‌تواند به طور قابل توجهی گسترش یابد

٤- مفاهیم مربوط به رویداد فرآیندها در شیمی

نوع متفاوتی از مفاهیم که ممکن است در شخص شکل بگیرد مربوط به انواع واقعه‌ای است که ممکن است درک کند و انتزاعی بودن آن به دلیل داشتن ماهیّت مشترک است. بنابراین، به جای اینکه مفاهیم ارجاع به اشیا داشته باشند، بهتر است این مفاهیم را فرایندها بدانند. چند نمونه از مفاهیم شیمیایی مربوط به فرآیندها عبارتند از : واقعه مرتبط با آتش سوزی؛ فردی که تعدادی از موارد آتش سوزی را مشاهده می‌کند، به طور خودکار شباهت را تشخیص می‌دهد و بنابراین مفهومی را برای پوشش این وقایع مشابه اما مجزا تشکیل می‌دهد. آنها همچنین با مفهوم روزمره سوختن به عنوان فرآیندی که در آتش سوزی اتفاق می‌افتد، آشنا می‌شوند. آنها ممکن است درک کنند که چگونه برای مثال، یک تکه چوب، خیس و تر، در هنگام آتش سوزی سیاه و کوچکتر می‌شود و چگونه کاغذ تغییر رنگ می‌دهد(گاهی اوقات به عنوان اینکه موجی از تغییر در ورق در حال حرکت

است) و شکل می‌گیرد و شکسته می‌شود. تکه‌های کوچکی از مواد که ممکن است بر روی شعله‌های آتش منتقل شوند. آتش سوزی باعث ایجاد تغییراتی در مواد می‌شود و معمولا به آنها آسیب می‌زند یا از بین می‌برد و غالباً سوختگی ایجاد نمی‌کند یا هیچ اثری باقی نمی‌ماند. مفهوم روزمره سوختن[1] معمولا به طور مستقیم از دیدن آتش‌سوزی انتزاع نمی‌شود، بلکه به طور معمول حداقل تاحدی از فرهنگ حاصل می‌شود، از نحوه توصیف دیگران از روند. این مفهوم(سوختن) مبنایی برای ساخت مفهوم شیمیایی احتراق فراهم می‌کند که البته مستقیماً با مفهوم واکنش شیمیایی و بنابراین با مفهوم ماده در شیمی ارتباط دارد. خنثی سازی نوع دیگری از واکنش‌های شیمیایی است، اما به نظر نمی‌رسد مفهوم روزمره‌ای باشد که به طور طبیعی از سوختن برای آن ساخته شده باشد. خنثی سازی. لزوماً هیچ شباهت مستقیمی در بین خنثی سازی مشاهده شده وجود ندارد که به افراد اجازه می‌دهد به طور خودکار نوعی از جامعه را به عنوان پایه یک مفهوم برای تمیز کردن خنثی کردن از خنثی سازی نیست به این معنی است که همه خنثی سازی‌ها" یکسان "به نظر نمی‌رسند، و برخی خنثی سازی‌ها ذاتاً ممکن است مانند برخی دیگر از وقایع خنثی سازی، به همان اندازه، یا بیشتر، مانند برخی از وقایع خنثی سازی ظاهر شوند. مفهوم خنثی سازی در شیمی است، اما باید تا حد زیادی از ملاحظات نظری با استفاده از سایر مفاهیم شیمیایی توسعه یابد. در آموزش می‌توانیم با ارائه نمونه‌هایی از خنثی سازی با استفاده از یک نشانگر یا pH متر، به درک فراگیران تعصب داشته باشیم تا شباهت ادراکی را ارائه دهد و بنابراین از تبعیض‌ها پشتیبانی کند. به هر حال، دقیقاً، در اینجا چیزهای پیچیده‌تری را به دانشجویان ارائه می‌دهیم، همانطور که شعله‌های آتش به عنوان یک ویژگی مشترک مرتبط با آتش سوزی‌های مختلف هستند. برخی دیگر از مثال‌های اینجا حتی انتزاعی‌ترند، زیرا اصلا فرایندهایی نیستند که به راحتی مشاهده شوند. در مواردی که می‌توان دو خنثی سازی را مشاهده کرد و ممکن است از نوع مشابه یک رویداد نباشد، شکستن پیوند در یک واکنش شیمیایی به هیچ وجه مشاهده نمی‌شود. این نوع رویداد یک مفهوم نظری است که از فراگیران خواسته می‌شود درباره آنها چیزهایی را که در جهان اتفاق می‌افتد بیاموزند و به هستی شناسی خود اضافه کنند. واضح است که نمی‌توان از طریق مثال‌هایی که مستقیماً نشان داده می‌شود، مانند احتراق آموزش داد. تجدید حیات یک مثال انتزاعی‌تر است. اکثر شیمی‌دانان تصور می‌کنند که پیوندها در طی واکنش‌های شیمیایی از بین می‌روند، حتی اگر با کمال میل با اعتراف به اینکه پیوند یک مفهوم نظری است، اعتراف کنند. برخی از شیمی‌دانان ممکن است تجدید حیات را به عنوان اتفاقی که واقعاً اتفاق می‌افتد تصور کنند، اما مسلماً این صرفاً تغییر در مفهوم سازی است. نمونه‌های دیگری از مفاهیم شیمیایی وجود دارد که به نظر می‌رسد فرایندهایی هستند، اما در مواردی که ممکن است چنین خصوصیاتی را زیر سوال ببریم. ما ممکن است به کتوانول فکر کنیم. بعضی از مواد می‌توانند به صورت کتون یا الکل وجود داشته باشند و به طور طبیعی به صورت مخلوطی از این دو شکل وجود دارند.

---

[1] **burming**

فرآیندی وجود دارد که توسط آن دو شکل بهم تبدیل می‌شوند. ممکن است مخلوط به عنوان مولکول‌های کتون، مولکول‌های ایزومرهای الکلی، تصور کنیم. با این حال، اگر یک مولکول برای مدت زمان طولانی در معرض دید باشد(ممکن است برای یک مولکول مدت زمان طولانی در نظر گرفته شود، برای ناظران انسانی لحظه‌ای زودگذر به نظر می‌رسد) یک مولکول کتون یا یک مولکول الکل نیست، اما یک مولکول است که در نقاط مختلف بر روی یک پوسته ساختاری بین افراطی که مولکول‌های کتون و الکل هستند تغییر مکان می‌دهد. بنابراین، اگر یک یخ زدگی(یعنی یک لحظه یخ زده در زمان) را تصور کنیم، ممکن است مولکول‌های کتون و مولکول‌های الکل و برخی مولکول-هایی داشته باشیم که به راحتی نتوانستیم آنها را در هر دو پوسته قرار دهیم. اما، اگر به جای آن تصور کنیم که نمونه‌ای از ماده برای مدتی روی یک نیمکت نشسته است، هیچ یک از مولکول‌های کتون یا الکل نیستند. این مولکول‌ها بیشتر سیستم‌های پویایی هستند که در هر دو احتمال گسترش می‌یابند. بنابراین، ما می‌توانیم به این تغییر بین فرم‌ها به عنوان فرایندی فکر کنیم که شامل ناپدید شدن یک موجود و ظهور موجودیت دیگر است، اما همچنین می‌توانیم این را به عنوان ساختار پویای یک موجود واحد مولکول کتو-انول(کتون یا آلدهید و یک الکل) مفهوم سازی کنیم. مسلماً مسئله این نیست که بپرسیم ایده پردازی صحیح چیست، یعنی پرسیدن واقعیت در واقع چگونه است. در اینجا گزینه‌هایی برای چگونگی تصمیم گیری در مورد ایده پردازی بیشتر طبیعت وجود دارد و فراگیران باید مفهوم توتومریسم کتوانول خود را بدون دیدن مولکول واقعی تشکیل دهند. با یک قدم فراتر رفتن از این مثال، ممکن است حذف محلی از نوع موجود در حلقه در ساختار بنزن را در نظر بگیریم. باز هم، نهاد مورد نظر یک مولکول است، یک موجود نظری است.

۵- مفاهیم مربوط به کیفیت و خصوصیات در شیمی

دسته سوم مفاهیمی که به شدت در شیمی استفاده می‌شود مربوط به خصوصیاتی است که در پدیده‌های شیمیایی درک می‌شود. اینها معمولا خواص فیزیکی و شیمیایی هستند. فهرستی از مثال‌ها به صورت زیر است:

برخی از این ویژگی‌ها مستقیماً به درک حسی مرتبط هستند. فراگیر دارای توده گوگرد می‌تواند ناخن‌های خود را در آن فرو کند(به راحتی اگر فرم پلاستیکی باشد)، و یا می‌توانیم درک کنیم که سطوح فلزی اغلب برّاق هستند. سایر خصوصیات به شرایط مشاهده بستگی دارد. ما می‌توانیم شکل پذیری فلزات را مستقیماً درک کنیم اما نه به سادگی؛ با برداشتن یک میله آهنی و تلاش برای کشیدن آن با دستان خالی.

ما مفاهیم مربوط به خصوصیات را ایجاد می‌کنیم، مانند دما، فشار، حجم که می‌توان مقادیر عددی به آنها داد. دمای ۳۰۰کلوین می‌تواند به طیف وسیعی از مواد مختلف اشاره داشته باشد اما فقط در زمان‌های خاص اعمال می‌شود. دانستن اینکه موادی در دمای ۳۰۰کلوین است نیز به نوعی به ابزار دقیقی متکی است: آنچه به ما امکان می‌دهد یک عامل مشترک را از یک تکه آهن در

۳۰۰کلوین، یک محلول Be در ۳۰۰کلوین و یک فلاسک هوا در ۳۰۰ کلوین جدا کنیم، قرائت دماسنج مشابه در موارد مختلف است. البته، دما یک مفهوم نظری(شدتی) و همچنین یک کمیت تجربی است و با مدل‌های نظری مرتبط است به گونه‌ای که مفهومی که یک شیمی‌دان از نمونه ۳۰۰ کلوین، که در سراسر آهن، محلول و هوا جستجو می‌کند و ارتباطات مربوط به ذرات را در برمی‌گیرد؛ حرکت جنبشی است. گاهی اوقات با استفاده از اندازه‌گیری کمّی حالات درمانی می‌شود، حس قطعی و مطلق برای دانش‌آموزان ارائه داد. اما نه اندازه‌گیری‌هایی که یک دانش‌آموز مقدماتی می‌تواند در آزمایشگاه مدرسه انجام دهد. در واقع، خاصیت الکترون به منفی بودن آن بستگی دارد. که گاهی اوقات با مقادیر عددی ارائه می‌شود. بنابراین، اگرچه شیمی از مفاهیم مبتنی بر خصوصیات قابل مشاهده(سختی)، یا خصوصیات قابل اندازه‌گیری(دمای ذوب) استفاده می‌کند، اما با مفاهیمی کار می‌کند که فاصله گرفتن از درک مستقیم سرو کار دارند. مشاهده یک نمونه از متان به یک هندسه چهار ضلعی(ساختار لوئیس) اشاره نمی‌کند(پدیده ظاهری)، این که گونه‌ای به عنوان اهداکننده الکترون عمل می‌کند یا یک گروه ترک‌کننده از مشاهده یک معرف در بطری اش مشخص نیست در نتیجه نمی‌توان مستقیماً از مشاهده واکنش در جایی که تصور می‌شود نتیجه گرفت که خاصیت و ویژگی ترکیب مذکور به چه صورت است.(مثال اهدای الکترون، ترک یک مولکول). بنابراین اختصاص این نو ع خصوصیات منوط به تفکر با مفاهیم نظری دیگر است که قبلاً تاسیس شده است.

در مثال دیگری از مفهوم کیفیت و خصوصیات شیمی، هدف شناسایی عنصر از ویژگی‌های ظاهری و بصری آن است. برای مثال گالیم در دمای پایین قابلیت ذوب دارد. دمایی به اندازه‌ی دمای کف دست. هدف در توصیف شناسایی این عنصر ارائه مفهوم کمینه(حداقلی) در دمای ذوب است. اما به دلیل آشنایی با دمای سطح بدن، شبیه سازی دمایی این خصوصیت به بدن دمای سطح بدن نسبت داده می‌شود که به صورت میانگین ۳۷ درجه سانتی‌گراد است. شناسایی در چنین قالبی وابسته به وجوه مشترک بین عامل شناسایی درک بشری(دما سطح بدن) و خصوصیت حداقلی دمای ذوب عنصر مورد نظر است. درحالیکه ممکن است دمای ذوب عنصر مورد نظر دقیقا دمای سطحی انسان نباشد اما وجه آشنایی سبب این شناسایی است(دمای ذوب عنصر گالیم ۲۹.۷ درجه سانتی-گراد). همچنین در مفهومی تخصص یافته می‌توان الکترون‌های برانگیخته را در نظر گرفت که این الکترون‌ها هنگام بازگشت به لایه‌های زیرین یا حالت پایه به دفع انرژی در قالب موج‌های الکترومغناطیسی در طول موج‌های گوناگونی از رنگ‌های مرئی قابل شناسایی متوسل می‌شوند؛ در نتیجه محققان به وسیله طول موج ساتع شده در رنج‌های مختلفی از طبقه بندی بسامد و فرکانس، مقدار انرژی الکترون مورد نظر را سناسایی می‌کنند. به این طیف رنگ‌های شناسایی طیف نشری و به روش شناسایی آن طیف‌بینی مولکولی و اتمی می‌گویند که نیازمند اطلاعات و مهارت‌های تخصصی شده در قالب شناسایی دقیق شرایط آزمایش است. سایر روش‌ها مانند کروماتوگرافی، تیتراسیون و.... روش‌هایی برای شناسایی عناصر از روی نوارها یا تغییر شکل ساختار اجزای سازنده ترکیبات و عناصر است که در مقاطع بالاتری برای مطالعات تخصصی شیمی مورد استفاده قرار می‌گیرند که بسیار حائز

اهمیت است. در کل، ویژگی‌های مواد و خصوصیات منحصربه فرد آنها نمادی از هویت هر عنصر در احتمالات نسبت داده شده در شناسایی آنهاست.

تفاوت بین مفاهیم مربوط به اشیا موجودات در شیمی و مفاهیم مربوط به کیفیت و خصوصیات در شیمی

در مفهوم مربوط به اشیا در شیمی، بحث بر روی شی یا مفهوم اشیا در شیمی است. در مفهوم فوق ممکن است مقایسه بین یک شی آشنا و یک شی ناآشنا یا نسبت دادن ویژگی یک شی آشنا به یک شی ناآشنا و عنصر شناخته شده است. اما در روش مربوط به کیفیت و خصوصیات در شیمی، شناسایی حدودی از خود عنصر مورد نظر است که سبب آشنایی نزدیکی از موضوع می‌شود. در مفاهیم اشیا، ۲ شی در وجوه متفاوتی مورد بررسی است که در ویژگی یکسانی می‌توانند مشترک باشند که عامل مشخصی از درک و شناسایی است. برای مثال در جدول تناوبی عناصر روش شناسایی عنصری که بین دو عنصر متفاوت در یک ستون یا ردیف است، باعث شناسایی می‌شود. به عبارتی، عنصر ناشناخته دارای ویژگی‌هایی یکسان با عنصر قبل یا بعد خود است به این وسیله محقق می‌تواند با وجه اشتراک یکسان بین عناصر، به عنصر جدیدی در میان آنها پی ببرد که می‌تواند چندین ویژگی متفاوت از دو عنصر قبل و بعد خود داشته باشد. اما عامل اشتراک آن بین عناصر قبل و بعد، معیاری از شناسایی آن شده است. در مفاهیم مربوط به کیفیت و خصوصیات در شیمی، شناسایی از روی ویژگی مشخصی از عنصر است که سبب شناسایی می‌شود. برای مثال عنصری که مجهول است؛ یقیناً ویژگی ثابت دارد که عاملی در شناسایی آن است. برای مثال ویژگی دمای ذوب در عنصر مشخص یا ویژگی برّاقی فلزات. اگر عنصری برّاق، چکش پذیر و رسانا باشد، فلز بوده و یا اگر نیمه رسانا باشد یقیناً یک شبه فلز است. در واقع در مفاهیم مربوط به کیفیت و خصوصیات در شیمی، عامل ویژگی یک معیار حتمی در شناسایی عنصر است، اما در مفاهیم مربوط به اشیا موجودات در شیمی، معیار شناسایی، تنها احتمالی از شناسایی عنصر موردنظر است که نیازمند بررسی بیشتر می‌باشد.

٦- راهبردهای آموزشی در تدریس مفاهیم شیمی

۶-۱- نقشه‌های ذهنی

استفاده از نقشه‌های ذهنی به عنوان یک راهبرد آموزشی اولین بار توسط نواک در سال ۱۹۷۷ در دانشگاه کرنل آمریکا برای ارائه مفاهیم به صورت نمودار مطرح شد. امروزه این نقشه‌های ذهنی میتوانند به نحو موثری برای یاددهی، یادگیری و ارزشیابی از مفاهیم علمی مورد استفاده قرار گیرند. این نوع نقشه‌ها یکی از شیوه‌های مدرن آموزش می‌باشد. نواک عقیده دارد که نقشه‌های ذهنی می‌توانند در بهبود حوزه تعلیم و تربیت در چهار سطح یادگیری، آموزش، برنامه ریزی درسی و ارزشیابی موثر واقع شوند(نواک، کاناس[1]، ۲۰۰۸). از نقشه‌های ذهنی به عنوان یک ابزار قدرتمند برای

---

[1] Cañas, Novak

ارزشیابی نیز استفاده می‌شود. برای تهیه یک نقشه ذهنی، ابتدا تمام مفاهیم یک مبحث در شیمی را روی یک کاغذ می‌نویسیم و سپس مهمترین و جامع‌ترین ایده متن را استخراج می‌کنیم. جامع‌ترین مفهوم را در بالای صفحه نوشته، سپس مفاهیم کلی تر و جامع تر بعدی را زیر مفهوم جامع درج می‌کنیم. مفاهیم خاص را مرتب کرده و زیر مفاهیم عام می‌نویسیم و این کار را تا آخر ادامه می‌دهیم. مفاهیم را بوسیله عبارات ربطی به هم مرتبط می‌سازیم. در پایان، ارتباطات عرضی بین مفاهیم را مشخص می‌کنیم(شارق، ۱۳۹۳). از نقشه‌های ذهنی می‌توان هم به عنوان یک ابزار یاددهی-یادگیری(برای تقویت کردن مفاهیم آموخته شده) هم به عنوان یک ابزار طراحی آموزشی(برای مجهز کردن دانش‌آموزان به تصور و تجسمی از آنچه باید بیاموزند) و هم به عنوان یک ابزار ارزیابی(برای نشان دادن صحت یادگیری) استفاده کرد(حاتمی و همکاران، ۱۳۸۸) نواک معتقد است که نقشه ذهنی به عنوان یک ابزار ارزیابی توانایی این را دارد که کیفیت و سطح پیشرفت درک مفهومی فراگیران و معلمان را برای هر حوزه از علوم و در هر سطحی آشکار کند به عبارتی پاسخگوی نیاز فراگیران می‌باشد. نقشه‌های مفهومی می توانند در فرایند ارزشیابی تکوینی و پایانی استفاده شوند. در ارزشیابی تکوینی ممکن است از یادگیرنده خواسته شود در نقاط مختلف در فرایند یادگیری، نقشه مفهومی بسازد و معلم‌ها می‌توانند این نقشه‌های مفهومی را برای کمک به درک یادگیرنده و اصلاح برنامه درسی استفاده کنند و ارزشیابی پایانی می‌تواند در پایان یک واحد آموزشی استفاده شود تا درک یادگیرنده را از آن واحد تعیین کند(نواک، کاناس، ۲۰۰۸). روش نقشه‌های ذهنی که شامل ارزشیابی‌های یادگیری است، می‌تواند در روال ارزشیابی از هر ۳مفهوم بیان شده باشد. در نتیجه مفاهیمی هستند که قابلیت ارزشیابی در تمام ابعاد تکوینی و پایانی و... را دارند و نشان از یادگیری ثمربخش در روال درک مفاهیم یاد شده است. نقشه‌های ذهنی نشانی از یادگیری پنهانی و تثبیت در جزئیات یادگیری و درک مفاهیمی است که به صورت ارادی به آن پرداخته نمی‌شود. نقشه‌های ذهنی، صافی‌های بسیار مناسبی از ارزشیابی و آگاهی از میزان درک فراگیران از نیازهای خود(فراگیران) و درک مفاهیم انتزاعی از عباراتی است که در قالب‌های مفاهیمذکر شده کاربرد دارند. فراگیران به وسیله نقشه‌های ذهنی می‌توانند میزان یادگیری و درک خویش از مفاهیم پنهانی را پدیدار سازند.

٦-۲- مسئله محوری و پویا بودن در محیط آموزشی

یکی از مشکلات همراه با روش‌های آموزش سنتی، که مدارس محور بوده و در آن به فراگیران فرصت تفکر داده نمی‌شود، عدم توانمندی فراگیران در کاربرد اطلاعات علمی در شرایط واقعی و انجام وظایف حرفه‌ای است. فراگیران در رویکرد مسئله محوری، از طرح مسائل و نظرات و نیز ذکر تجربیات زندگی واقعی به عنوان محرکی برای تسهیل، بهبود و تعالی فرایند یادگیری که خود فراگیران با مشارکتی پویا مسئولیت آنرا بر عهده می‌گیرند استفاده می‌شود. یادگیری مسئله محور، توانایی فراگیران را در انتقال دانش به مسائل جدید و دستیابی به ادراکی منسجم تر افزایش می‌دهد چرا که

وود[1] یادگیری مسئله محور را بعنوان یک فرایندی که با استفاده از موضوعات خاص در یک برنامه موجب ارتقاء دانش و فهم می‌شود، تعریف می‌کند. در این روش نوین، فراگیران بیشتر به سمت تفکر هدایت شده و از حفظ کردن مطالب می‌پرهیزند. سوال محوری در آموزش شیمی علاوه بر آنکه می‌تواند بسیاری از کج فهمی‌ها را در فراگیران بر طرف نماید، می تواند پرورش دهنده ذهن باشد و نیز پویایی و تعامل را در آنها بیشتر و بیشتر کند. طرح پرسش می‌تواند از جانب فراگیران باشد و یا از جانب معلم و استاد و حتی محتوای آموزشی باشد. این پرسش‌ها علاوه بر اینکه سبب ایجاد انگیزه و رغبت فراگیران می‌شود، می‌تواند قوّه کنجکاوی و احساسات را نیز در آنان پرورش دهد(سیف، ۱۳۸۴). روش تدریس موردنظر از ابعاد ارائه مفاهیم به صورت فعالیت‌ها و پرسش‌های سخنرانی و گفتگو در کلاس است که پاسخگوی نیاز فراگیران است. ۲ روش مفاهیم کیفیت و خصوصیات در شیمی و مفاهیم اشیا در شیمی است، فراگیران می‌توانند با استفاده از آگاهی‌های فضای آزمایشگاه در محیط آموزشی، اطلاعات و محتوا درک و یادگیری را فراهم نمایند. همچنین به تدریس ناخودآگاه دبیران می‌توان در قالب منبعی از مفاهیم پنهانی پی برد. زیرا دبیران در هنگام تدریس، اطلاعاتی که سبب برداشت‌های ناگهانی و برانگیرانندە سوال‌های غریزی است به فراگیران ارائه می‌دهند. فراگیران با استفاده از فعالیت‌های پویا در روند آموزشی می‌توانند محتوای پاسخ را برای این سوالات تغذیه کنند که همان یادگیری مفاهیم پنهانی است.در واقع مسئله محوری و پویایی در محیط آموزشی منبعی از ایجاد درک در مفاهیم پنهانی است یا سبب تحقق درک در قالب مفاهیم پنهانی می‌شود.

٦-۳- شبیه سازی حین تدریس شیمی

مطلب را با یک مثال توضیح می‌دهیم. فرض کنیم معلم می خواهد درمورد مدل اتمی تامسون به فراگیران آموزش دهد. او از مدل ساده کیک کشمشی که کشمش‌ها در آن نقش الکترون داشته که در فضایی با بار مثبت پراکنده شده اند استفاده می کند. مثال دیگر اینکه برای بهتر جلوه دادن بار موثر هسته که در یک تناوب از چپ به راست افزایش می‌یابد می‌توان فراگیران را در یک روز سرد، در حیاط مدرسه جمع کرد و برای گرم شدن، دور هیزم آتش در ردیف‌هایی که هر کدام از آنها یک جایگاه خاص خود را دارند جمع کرد(شارق، ۱۳۹۳). در این نوع شبیه سازی هر یک از فراگیران یک جایگاه خاص در ردیف دارد و فقط به اندازه یک جعبه کوچک سهمیه هیزم دارد تا آنرا درون آتش بیاندازد. فراگیران اجازه ندارند هر کجا که خواستند بنشینند و فقط می‌توانند بر اساس شماره صندلی‌ها که در هر ردیف از یک تا هشت نامگذاری شده بنشینند. در اینجا شعله آتش به مثابه هسته اتم و فراگیران مانند الکترون‌ها می‌باشند و هر صندلی موجود در ردیف، مانند عناصر موجود در یک تناوب می‌باشد. هرچه تعداد فراگیران در یک ردیف بیشتر باشد، به تبع افزایش هیزم‌ها، گرمای بیشتری احساس می‌شود و بنابراین می‌توان گفت که در یک تناوب از چپ به راست، به دلیل افزایش عدد اتمی، بار موثر هسته افزایش می‌یابد. به عنوان مثالی دیگر، می‌توان به آموزش موازنه

[1] .Wood

واکنش‌های شیمیایی به سبک شبیه سازی اشاره کرد. یک ترازو را آورده، در یکی از کفه‌ها، تعدادی گلوله آهنی قرار می‌دهیم و در کفه دیگر، از وزنه‌هایی استفاده می‌کنیم تا دو کفه متعادل و متوازن شوند. این نمونه‌ای از شبیه سازی در موازنه واکنش‌های شیمیایی و قانون پایستگی جرم می‌باشد همچنین در بحث نحوه تشکیل ترکیبات یونی می‌توان از دو نفر که یکی از آنها چاق و دیگری لاغر باشد بخواهیم در کلاس حاضر شده و نشان دهند فردی که چاق تر است تمایل دارد لاغر شود و فرد لاغر میل به افزایش وزن دارد.(در این جا، فرد چاق و فرد لاغر به ترتیب نقش آنیون و کاتیون را دارند) البته ذکر این نکته ضروری است که هر نوع شبیه سازی در آموزش شیمی درست نبوده، زیرا باعث بروز کج فهمی‌هایی در فراگیران می‌شود. بعنوان مثال نمیتوان مدل اتمی سیاره ای(منظومه ای) را برای اتم‌ها در نظر گرفت، چرا که مسیر حرکت الکترون پیرامون هسته اتم مشخص نبوده بلکه در شیمی کوانتوم، احتمال حضور الکترون مطرح است(الکترون هم انرژی و هم ذره است). تمامی این مثال‌ها نوعی رویکرد آموزشی مدرن از نوع شبیه سازی شده می‌باشد که فراگیران می‌توانند مفاهیم انتزاعی در شیمی را با واقعیات مطابقت داده و آنها را درک کنند. مشاهده می کنیم که یک شبیه سازی ساده نه تنها نیازی به امکانات و هزینه‌های زیادی نداشته بلکه یک مفهوم را بصورت عمیق میتوان در ذهن فراگیران ایجاد نمود(صفری، ۱۴۰۰). از اصلی‌ترین روش‌های درک مفاهیم پنهانی، روش شبیه سازی یا آنالوژی توسط دبیران است. دبیران با استفاده از شبیه سازی مفاهیم را به ویژگی‌های مشترکی از نظر معروفیت و شناسایی از دیدگاه فراگیران نسبت می‌دهد در این صورت می‌توان مفاهیمی از جمله مفاهیم مربوط به اشیا در شیمی را توجیه و زمینه درک آنها را فراهم نمود. دبیران در این روش سبب ایجاد تفکّرات و تخیّلات مشابه سازی و ایجاد مفاهیم پنهانی در قالب کشف نکات و ابعاد مختلف بین دو یا چند عنصر مختلف در ذهن و ناخودآگاه فراگیران می‌شوند. در روش مورد نظر فراگیران متوجه وجه اشتراکی بین عامل شناخته شده و عامل ناشناس می‌شوند که می‌تواند در درک مفهوم مورد نظر جهشی بزرگ ایجاد نماید. روش شبیه‌سازی یا آنالوژی در بسیار از روش‌های درک انتزاعی کاربرد داشته و عاملی در بسط مطالب در ابعاد گسترده شناختی و انتقال آسانتر مفهوم دشوار و غیرقابل درک به بستری از مفاهیم عیان و ملموس در مقیاس ذهن محدود فراگیران است. آنالوژی روشی بسیار کارآمد در علوم تجربی است که توجه بسیار کمی در آن می‌شود. تنها در مسائل اوربیتال و ترازهای انرژی می‌توان نمونه‌های محدودی را مشاهده کرد. این روش به صورت محدود در وجه اشتراکی نه برای شناسایی بلکه برای درک نوع عنصر در قالب‌های سطحی پایینتر در جهت درک اشتراک برای مفاهیم کیفیت و خصوصیات در شیمی کاربرد دارد. برای مثال تشبیه ترازهای انرژی به پله‌های یک نردبیان تنها درجه‌ای درک را برای فراگیر آسانتر می‌کند و می‌تواند در محدوده مفاهیم کیفیت و خصوصیات در شیمی باشد نه سبب شناسایی عنصر و اجزا آن، تنها سبب تحقق درک مفهوم مورد نظر است که در ابعادی پایینتر و قابل فهم برای فراگیر ارائه شده است. اما در مفاهیم اشیا موجودات در شیمی عامل اشتراک در تشبیه سبب شناسایی عنصر ناشناخته می‌شود. برای مثال تشبیه حالت فیزیکی عنصری به حالت فیزیکی شناخته شده از عنصری دیگر به

مثابه پودر بودن یا مایع بودن و.... در واقع نوعی خواص شدتی که سبب شباهت بین دو عنصر به یکدیگر است که سبب شناسایی حدودی است. در واقع در مفاهیمم کیفت و خصوصیات در شیمی، ویژگی تشبیه شده یک ویژگی قطعی اط عنصر است که می‌تواند درک کاملی از عملکرد را ارائه دهد و سبب شناسایی عنصر گردد که این خصلت تنها به عامل شناسایی آن محسوب می‌شود. اما در مفاهیم اشیا، ویژگی موردنظر می‌تواند یکی از مجموعه شباهت‌ها و ویژگی‌هایی باشد که نشانگر عنصر مورد نظر است. در واثع عنصر مورد نظر علاوه بر ویژگی مشابه دارای مجموعه‌ای از ویژگی‌های منحصربه فرد دیگر است.

٦-٤- بررسی از دیدگاه کج‌فهمی‌های مفاهیم شیمی

یادگیری یک فرآیند تجمعی و پویا است. تمام دانش جدید به دانش قبلی دانش‌آموزان اضافه میشود. بین دانش جدید و دانش موجود تعامل وجود دارد. از این منظر، دانش را نمیتوان به سادگی از معلم به یادگیرنده منتقل کرد، بلکه هر فردی دانش جدید را در ذهن خود ایجاد می‌کند(تابر و واتس، ۱۹۹۷). آزوبل بیان کرد که مهمترین عاملی که بر یادگیری تأثیر میگذارد، آن چیزی است که یادگیرنده از قبل میداند. پس ابتدا باید به این دانش پی برد و سپس به تدریس پرداخت. دانش آموزان قبل از آموزش علوم دارای ایده‌هایی درباره پدیده‌ها هستند. آنها در مورد پدیده‌ها باورهایی دارند و آنها را با خود به کلاس‌های علوم می‌آورند. این دیدگاه‌ها بر یادگیری علوم توسط آنها تأثیر میگذارد. سه فرض درباره شیوه تعامل ایده‌های دانش‌آموزان با تعاملات کلاس درس قابل‌تصور است. فرض اول این است که دانش‌آموزان با دانش کم یا بدون دانش مرتبط با محتوای آموزش وارد کلاس می‌شوند. فرض دوم این است که ایده‌های دانش‌آموزان را می‌توان به‌راحتی با استفاده از آموزش مؤثر جایگزین کرد. نقش معلمان در این فرض بسیار مهم است. بر اساس فرض سوم، ایده‌های دانش‌آموزان در برابر تغییر با دانش جدید مقاوم است. تعامل بین دانش آنها و دانش جدید ممکن است نتایج متفاوتی به همراه داشته باشد. مثلاً؛ دانش‌آموز ایده خود را دست‌نخورده حفظ کند و یا دانش‌آموز هم مفاهیم خود و هم مفاهیم جدیدی را که در مدرسه آموخته است حفظ کند و یا این دو را با هم تلفیق کند. از این رو بسیاری از محققان معتقد هستند که در فرآیند یادگیری، دانش‌آموزان با استفاده از تجربیات، ساختارهای ذهنی، توانایی‌ها و باورهای خود، دانش جدید را سازماندهی می‌کنند و از این طریق دانش جدید را می‌سازند(ناکله، ۱۹۹۲؛ آزبورن و فریبرگ،۱۹۹۶). یادگیری معنادار زمانی اتفاق می‌افتد که دانش قبلی یادگیرنده با دانش جدید تعامل داشته باشد و برعکس یادگیری طوطی وار زمانی رخ می‌دهد که هیچ تعاملی بین این دانش قبلی و دانش جدید وجود نداشته باشد این ایده‌های غیررسمی به عنوان «پیش‌برداشت‌ها»، «مفاهیم جایگزین» و یا "کج‌فهمی‌ها" نامگذاری شده‌اند.

کج‌فهمی‌ها یکی از دلایل عدم یادگیری کارآمد و معنادار محسوب می‌شوند.

حیدر دریافت که استدلال رسمی و دانش قبلی نقش مهمی را در توسعه‌ی مفاهیم دانش‌آموزان ایفا می‌کنند. مطالعه او نشان داد منابع ممکن کج‌فهمی‌ها عبارتند از:

- استدلال ماکروسکوپیک: دانش‌آموزان ممکن است در ترجمه و تفسیر رفتارهای قابل مشاهده‌ی ماده در مقیاس مولکول‌ها و اتم‌ها مشکل داشته باشند.
- ابزارهای آموزشی: دانش‌آموزان ممکن است که ابزارها و وسایل آموزشی را به غلط تفسیر کنند.

وی پیشنهاد کرد که برنامه درسی شیمی باید موجب بالا بردن ارتباط بین تجارب ماکروسکوپی دانش‌آموزان و توضیحات میکروسکوپی علمی آنها گردد. ابزارهایی باید در دسترس دانش‌آموزان قرار گیرد که به آنها در توسعه پیوند بین مشاهدات ماکروسکوپی در آزمایشگاه و مدل‌های میکروسکوپی که شیمیدان‌ها برای توضیح آنها استفاده می‌کنند، کمک کند. وی اشاره می‌کند که مفاهیم شیمیایی باید به وسیله ارائه‌های میکروسکوپی قبل از کاربرد ریاضی توضیح داده شوند(حیدر، ۱۹۹۷).

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

توپال یک تحقیق توصیفی از کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان ترکیه در مورد مفاهیم رایج علوم عمومی ارائه نمود. متغیرهایی مانند جنسیت، نوع مدرسه، کلاس، سن و سطح مدرسه در این مطالعه مورد سنجش قرار گرفت. داده‌ها نشان داد که کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در مورد موضوعات علوم از جنسیت و نوع مدرسه مستقل است(توپال، ۲۰۱۸). سوهارتو و همکاران در مقاله‌ای مروری، بر کج-فهمی‌های رایج دانشجویان در علوم و ابزارهای ارزیابی آنها متمرکز شدند. همچنین این مقاله مقایسه-ای از نقاط ضعف و نقاط قوت از ابزارهایی که در مقالات سال‌های قبل منتشر شده بود، ارائه کرد. این مطالعه نشان داد که علم فیزیک، شیمی آلی و مفاهیم زیست‌شناسی مولکولی در علم عمدتاً باعث کج‌فهمی دانش‌آموزانش شده است(سوهارتو و همکاران، ۲۰۱۹). هارمالا براسکن و همکاران، در مقاله‌ای کج‌فهمی‌های معلمان آینده مدارس فنلاند در مورد مفاهیم اساسی در شیمی را بررسی نمودند. داده‌ها در طی سال‌های ۲۰۱۶-۲۰۱۲ در میان معلمان در فنلاند جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد که هرساله تقریباً ۸۰-۴۰ ٪ معلمان مدارس همانند کودکان ۵ تا ۱۲ساله همان کج‌فهمی‌ها را داشتند. همچنین معلمان ابتدایی، پایه و اساس محکمی در شیمی در طول سال تحصیلی خود ایجاد نکرده بودند و این امر نشان می‌دهد که این مسئله باید در مدارس فنلاند به طور مؤثرتری مورد توجه

قرار گیرد. برای بالا بردن کیفیت آموزش مدارس، بسیار مهم است که برنامه‌های درسی آموزش معلمان این موارد را در نظر بگیرند که روش‌های آموزش در دوره‌های علوم برای معلمان آینده توسعه داده شود(هارمالا براسکن و همکاران، ۲۰۲۰). همچنین دوره‌های آموزشی ویژه‌ای برای آموزش روش‌های آموزشی عمیق‌تر و جدیدتر برگزار گردد و نیز به رفع کج‌فهمی‌های دوره‌ای معلمان پایه‌های مختلف پرداخته شود.

احمدآبادی، برای بررسی میزان درک و توانایی دانش‌آموزان پایه دوازدهم در کاربرد الگوی تفکر چندسطحی جانستون و همچنین کشف کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در مورد پیوندهای شیمیایی انجام شد مشخص گردید که اگرچه اغلب دانش‌آموزان می‌توانند توضیح و شرح درستی از پیوندهای یونی و کووالانسی ارائه نمایند و حتی ساختار لوویس و نمایش نقطه‌ای را رسم و یا مدل‌هایی را بسازند اما در تجزیه و تحلیل این مدل‌ها دارای تصوراتی اشتباه هستند. دلیل این یادگیری با عمق کم و ناپایدار می‌تواند به حجم بالای مطالب درسی در هر پایه آموزشی، به کارگیری روش غیر فعّال مانند سخنرانی، عدم ایجاد انگیزه اشاره کرد(احمدآبادی، ۱۳۹۹). معلّمان باید توجه داشته باشند که کتاب درسی، محتوای منحصربه فرد فرآیند آموزش و پرورش نیست و این هنر ایشان است که با ایجاد و تقویت قدرت تحلیل علمی کتاب‌های درسی و تهیه و تنظیم محتواهای جانبی در کنار کتاب‌های درسی، فراگیران را در حین یادگیری به فعالیت وادارند. در خصوص اهمیت فعّال بودن دانش‌آموزان در تدریس همین بس که فعّال بودن دانش‌آموزان در حین یادگیری انگیزه‌ی آنها را بالا می‌برد که این امر باعث نایل شدن آنها به اهداف یادگیری می‌شود و به تبع آن خودتنظیمی در آنها بهبود می‌یابد. از آن جا که خودتنظیمی، خودکنترلی و خودراهبری به دنبال پرورش مهارت‌های مختلف، در دانش-آموزان ایجاد می‌شود(شیرکوند و همکاران، ۱۴۰۰).

در بررسی سه مفهوم مورد نظر از دیدگاه کج‌فهمی‌های ممکنه، می‌توان متذکّر شد که هر سه مورد از مفاهیم می‌توانند سبب کج‌فهمی شوند زیرا هیچ قطعیتی در درک و صحیح بودن میزان یادگیری از مفاهیم وجود ندارد تنها احتمالی از میزان یادگیری یا قسمتی از تفهیم در بازخورد فراگیران مشاهده خواهد شد. فراگیران مفاهیم فوق را به صورت استنتاجی و استنباطی از توضیحات فراگیران در قالب تفکّراتی انتزاعی یا بصری در تعقّلات خود جای می‌دهند؛ در نتیجه اطمینان از صحت این تعقّلات در هاله‌ای از ابهام است. دبیران به ندرت به توضیح و اصلاح دقیق مفاهیم پنهانی می‌پردازند و تحقق کج‌فهمی در امری بدون آموزش یا آموزش ناقص، حیاتی خواهد بود. شناسایی نوع عنصر یا اجزای آن به وسیله ویژگی و خصوصیات آن و یا شباهت‌های شی با عنصری ناشناخته و حتی تشبیه فرآیندی به روند تحقق یک اتفاق تنها حدس و گمانی‌ست که فراگیران در ذهن خطاکار و کج فهم پرورش می‌دهند. در نتیجه ایجاد زمینه‌ها و نشانه‌های کج‌فهمی در فراگیران دور از ذهن نیست.

بحث و نتیجه‌گیری:

در زمان‌های گذشته، صاحب نظران در حوزه تعلیم و تربیت شیمی معتقد بودند که هدف از آموزش شیمی درک این واقعیت است که افراد دارای سواد شیمی باشند، نه ورود فراگیران به دانشگاه. درنتیجه توجهی بر تفهیم مطالب به صورت عمیق و تحقیقاتی نبوده که این روش خود سبب بسیاری از کج‌فهمی‌ها و عدم تسلط کافی بر مطالب می‌شود. بهترین روش یادگیری مفاهیم شیمی متعلق به شخصی است که دارای سواد شیمی باشد و بتواند ارتباط میان مفاهیم و پدیده‌ها را با وقایع و دنیای بیرون برقرار کند(اهداف فراگیر و جامعه به نوعی)، به مشاهده وقایع بپردازد، تجزیه و تحلیل علمی انجام دهد و سپس تصمیم‌گیری منطقی(مقایسه مفاهیم تفسیری با نظریات محققان) بگیرد. پس بطور کلی می‌توان این گونه گفت که رسیدن به هدف رشد تفکر با منطق و نیز تصمیم‌گیری در مواجهه با مسائل و مشکلات، در گرو درک درست و منطقی مفاهیم یادگیری شیمی تحقق می‌یابد. از سویی دیگر، شیوه‌های مدرن آموزش مفاهیم و اهداف شیمی سبب می‌شوند تا بسیاری از کج فهمی‌های موجود در شیمی که ریشه در ادراک نادرست از مفاهیم شیمی داشتند از قبیل کج فهمی‌های ناشی از محتوای آموزشی(شامل کتب و مراجعی که به دلیل ترجمه نوعی دوگانگی علمی را در فراگیران ایجاد می‌کند به عبارتی کج‌فهمی در اهداف آموزش مفاهیم شیمی(اهداف محققان))، کج فهمی‌های معلم ساخته و نیز برداشت‌ها و نتیجه‌گیری‌های غلط علمی(اهداف محققان) که در ظاهر علمی بوده اما در باطن غیرعلمی و بی‌اصول هستند را حل و فصل کنند. مثلا اینکه فراگیران به تفاوت فاحش میان خاصیت اسیدی و قدرت اسیدی پی ببرند، در موازنه واکنش‌های شیمیایی این نکته را درک کنند که در آغاز موازنه، بطور پیش فرض ضرایب مواد را یک در نظر نگیرند و یا درک این را داشته باشند که کاتد و آند تیغه‌هایی هستند که بر روی آنها عمل کاهش و اکسایش صورت می‌گیرد نه اینکه خودشان کاهیده یا اکسیده شوند. یا مفاهیم کج‌فهمی معلم ساخته از جمله تمام اسیدها خطرناک باشند درحالیکه بعضی از آنها مثل اسید باتری خطرناک می‌باشد یا عناصر سازنده تمامی مواد از یک اتم یا عنصر واحد است درحالیکه ذرات سازنده مواد متفاوت‌اند. توجه به ریزترین اجزای مفاهیم شیمی، بسیار ادراک فراگیران و معلمان را دچار تزلزل می‌کند، اما دبیران محترم و مولفان کتب درسی نسل آینده باید توجه بیشتری به مباحث و مفاهیم شیمی که بسیار گسترده و وسیع است داشته باشند. امروزه علم شیمی تا حد توان به حقایق درون مایه‌ای‌ترین مباحث علم فرّار شیمی که حتی یک صدم آنرا نیز نمی‌توان درک و توصیف و تفسیر نمود نزدیک شده است. عدم یادگیری چنین مفاهیم اپسیلونی نیز می‌تواند گامی عقبگرد به سوی اهداف پیشرفت علم ذرات و ساختار تشکیل جهان یعنی شیمی باشد. توجه به نکات علم شیمی بسیار دشوار بوده و تحلیل موارد، بسیار کج‌فهمی خیز می‌باشد. طبقه بندی مطالب عرضه‌ای و ارتباط سازی مفاهیم با یکدیگر تاحدی می‌تواند از دشواری درک مفاهیم آن به مراتب کاهش دهد.

پیشنهادات

پیشنهادهای کاربردی به شرح بندهای ذیل ارائه میگردد:

- به معلمان پیشنهاد می‌شود به منظور به فعالیت واداشتن دانش‌آموزان از رویکرد فعالیت-گرایی به جای رویکرد حافظه محور در کلاس درس استفاده کنند. معلم باید اجازه دهد هنگامی که دانش‌آموز با محتوای فعّال رو به رو می‌شود ضمن فعّال بودن، خود به اکتشاف و یافتن روابط بین پدیده‌های طبیعی و علمی بپردازد.
- به محققان دیگر پیشنهاد میشود به منظور بررسی روند فعالیت محوری و استفاده از مهارت‌های تفکر علاوه بر تحلیل محتوای کتاب‌های درسی، پژوهش‌هایی در خصوص نحوه-ی کار معلّمان در کلاس درس انجام دهند و همچنین به منظور پرداختن به میزان پرورش سواد علمی که یکی از اهداف تدوین کتاب‌های علوم تجربی است، پژوهشی در خصوص تجزیه و تحلیل کتاب درسی علوم تجربی در این راستا انجام دهند.
- به مؤلفان کتاب‌های درسی پیشنهاد می‌شود، در تدوین کتاب‌ها، به تصاویر فعّال که دانش-آموزان را در یادگیری درگیر می‌کنند، توجه ویژه و بیشتری نمایند.
- تدوین ضمن خدمت‌های تخصصی شده جهت رفع کج‌فهمی‌های دبیران مربوطه یا اجرای دوره‌ای رفع اشکالات فراگیران و دبیران از دروس تدریسی، همچنین تالیف کتب مرتبط با مباحث چالشی و بسط بهتر مفاهیم با تفسیر و تحلیل مولفان کتب درسی برای یادگیری معلمان و فراگیران محقق شود.

منبع:

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

استاد حسنلو، حسین، فرجی خیاوی، زلیخا، و شکراللهی، رقیه (۱۳۹۱). تحلیل محتوای کتاب‌های علوم تجربی چهارم و پنجم بر اساس اهداف آموزشی مریل. پژوهش در برنامه ریزی درسی، ۲(۶)، ۱۳۰-۱۱۷.

اصغری لالمی، نسیم، امانی، وحید (۱۴۰۰) عوامل مؤثر در کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان و دانشجویان در زمینه پیوند شیمیایی. فصلنامه پژوهش در آموزش شیمی، (۲)۳، ۳۶-۱۹.

افضل خانی، مریم؛ سمیعی، اعظم، (۱۳۹۲). تحلیل محتوای کتاب هدیه‌های آسمانی پایه ی ششم ابتدایی از منظر فعال و غیرفعال بودن بر اساس روش ویلیام رومی در سال تحصیلی،۹۲-۱۳۹۱. پژوهش در برنامه ریزی درسی، ۳، ۲، ۱۳۶-۱۱۹.

امیراحمدی، یونس؛ ایروانی، شهین؛ شرفی، محمدرضا، (۱۳۹۱)؛ «تحلیل محتوای کتاب علوم تجربی پایه پنجم ابتدایی بر مبنای الگوی حل مسئله دیویی». پژوهش در برنامه ریزی درسی، ۲، ۸(۳۵)، ۹۵-۸۶.

باقری نسامی، معصومه؛ حق دوست اسکوئی، سیده فاطمه؛ ضیغمی، رضا؛ یادآور نیکروش (۱۳۸۷). تحلیل محتوا. فصلنامه پرستاری ایران، ۲۱، ۵۳، ۴۱-۵۲.

تقی زاده، حمید (۱۴۰۰)، تاثیر اجرای ارزشیابی بر میزان یادگیری و پیشرفت تحصیلی دانش آموزان دوره اول متوسطه در درس علوم تجربی. اولین همایش ملی دانش موضوعی_تربیتی آموزش علوم تجربی، دانشگاه فرهنگیان تبریز.

جی گالن سیلور و همکاران(۱۳۸۰)، برنامه ریزی درسی برای یادگیری و تدریس بهتر. ترجمه غلامرضاخوی نژاد، مشهد: انتشارات آستان قدس رضوی.

حاتمی، جواد؛ عبداله میرزایی، رسول، عباسی، جواد (۱۳۸۸). بهبود کیفیت آموزش مفاهیم درس شیمی به کمک نقشه‌های مفهومی. نشریه علمی پژوهشی فناوری آموزش، سال سوم، جلد،۳شماره ۴

دریان، عابد (۱۳۸۸). آموزش شیمی (راهبردها و شیوه‌های نوین آموزش شیمی در مدارس). تهران: مبنای خرد.

دلجو، شریعت (۱۳۸۱). شیوه‌های یادگیری و مطالعه. موسسه فرهنگی تکوک زرین.

سعیدی، محمود؛ فیروزی، زهرا؛ کرمی، مرتضی؛ کارشکی، حسین (۱۳۹۴). بررسی اثر بخش روش دیوید مریل در آموزش ضمن خدمت معلمان. مجله علوم اجتماعی و انسانی سابق.

شارق، فاطمه (۱۳۹۳). یک بازی یک درس، فصلنامه رشد آموزش شیمی. دوره،۲۷شماره ۲.

شیرکوند، عبدالرضا؛ شیرکوند، ناصر؛ شه دوست، ملیحه، شیرکوند، پرند (۱۴۰۰). تحلیل محتوای کتاب علوم تجربی پایه‌ی پنجم ابتدایی بر اساس روش ویلیام رومی در سال تحصیلی ۹۷-۱۳۹۶. اولین همایش ملی دانش موضوعی-تربیتی آموزش علوم تجربی. تبریز. ۲۲۶-۲۳۷.

صفری، علی (۱۴۰۰). مروری بر شیوه‌های فعال و نوین در آموزش شیمی. پژوهش در آموزش شیمی، سال سوم، شماره دوم، صفحات ۸۷-۱۰۱.

طاووسی، رقیه. مزارعی، مصطفی طالبی، احسان. پاییز (۱۳۹۸). تحلیل محتوای کتاب علوم تجربی پایه ششم ابتدایی براساس الگوی مریل درسال تحصیلی. ۱۳۹۸-۱۳۹۷. پویش در آموزش علوم پایه.

عبادی، رحیم (۱۳۸۳). فناوری اطلاعات و آموزش و پرورش. موسسه توسعه فناوری اطلاعات آموزشی مدارس هوشمند.

نوریان، محمد (۱۳۹۴). روش‌های ارزشیابی کتاب‌های درسی با تأکید برتحلیل محتوای کمی وکیفی. انتشارات شورا.

Alberto J. Cañas, Novak, J. (2008). The theory underlying concept maps and how to construct and use them. Florida Institute for Human and Machine Cognition Pensacola Fl, 32502, www.ihmc.us, 9/24/2011, Technical Report IHMC CmapTools.

Ausubel, D.P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston

Driver R, Squires A. Rushworth P and Wood – Robinson V(1994). Makingsense of secondary science: Research into children,s Ideas London: Routledge.

Haidar, A.H. (1997) 'Prospective Chemistry Teachers' Conceptions of the Conservation of Matter and Related Concepts', *J Res Sci Teach*, 30(7), 181-142

Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry? Chemical misconceptions. *Journal of Chem Edu* 24: 141–142.

Osborne, R. J. & Freyberg, P. (1996) *Learning in science: the implications of children's science* (Oxford, Heinemann Education)

opal, E. (2018). *A descriptive investigation of Turkish students' misconceptions on common science concepts*. Bilkent University, Master's degree Thesis.

Soeharto, S., Csapo, B., Sarimanah, E., Sabri,T. (2019). A Review of Students' Common Misconceptions in Science and Their Diagnostic Assessment Tools. *J Pendi IPA Indonesia* 0(2),211-255

Taber, K. S., & Watts, M. (1997). Constructivism and concept learning in chemistryperspective from a case study. *Res Edu*, 58, 14-74.

Review article

Research in Chemistry Education, Vol 4, No 2, Publication: Spring 1402

Research in Chemistry Education

Articles published in the fourth national conference of chemical education in Iran

http://chemedu.cfu.ac.ir

Concepts of chemistry

Jafar Azamat[1], Alireza Khodai[2*]

[1] *Master's student in Analytical Chemistry, Maragheh University, East Azerbaijan, Iran*

[2] *Assistant Professor, Department of Basic Sciences, Farhangian University, Tehran, Iran*

Abstract:

Chemistry has many abstract concepts that students have difficulty understanding and learning. These concepts are important because if these underlying concepts are not properly understood by the learners, subsequent scientific concepts or theories will not be understood .Most of the students have difficulty in understanding the concepts of chemistry and despite trying hard for chemistry exams, they fail the exams. Science education tries to make students acquire scientific knowledge. Knowledge is constantly developing .People change meanings and concepts to fit their perceptions of knowledge. Therefore, meaning and concept as the final product is a cognitive ability .Through a person's interaction with more complex situations, concepts are created, strengthened, expanded, or completely removed and transformed. In the present research, we examined and reviewed the concepts of experimental sciences, especially understanding and perceptual concepts or misunderstandings of chemistry concepts. We explained the methods of understanding the concepts and the misunderstandings that occurred, and then the research of different researchers was discussed about the concepts of chemistry and basic science courses .In the end, based on the reviewed research, suggestions have been presented that will be fruitful.

Keywords: Concepts of chemistry, chemistry, understanding chemistry, misunderstanding, learning, teaching chemistry

Corresponding Author: (✉ alireza.khodaei.cfu@gmail.ir)