مقاله پژوهشی

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

پژوهش در آموزش شیمی
مقالات منتشر شده در چهارمین همایش ملی آموزش شیمی ایران
http://chemedu.cfu.ac.ir

تعادل های شیمیایی و رفع برخی کج فهمی های مربوط به آن

محمد حسین علی جعفری طاهری
کارشناسی آموزش شیمی، دانشگاه فرهنگیان، پردیس شهید باهنر اصفهان، ایران
*mhaj.taheri@gmail.com

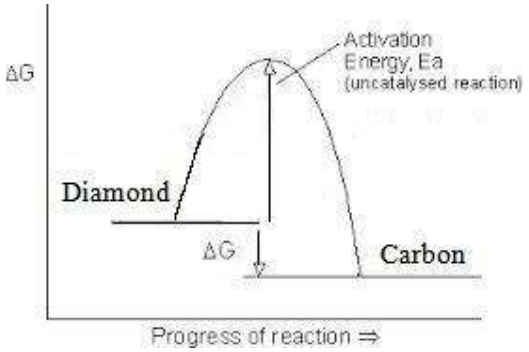
چکیده:

تعادل شیمیایی دانش آموزان را با سایر مفاهیم شیمی از جمله واکنش های اسیدها و باز، واکنشهای اکسایش- کاهش و محلولها آشنا می کند و تسلط بر مفهوم تعادل شیمیایی، باعث تسلط بر سایر مفاهیم شیمی و مسائل آن می شود. مفهوم تعادل شیمیایی در سال ۱۸۰۳ پس از اینکه برتوله دریافت که برخی از واکنش های شیمیایی برگشت پذیر هستند، توسعه یافت. او گفت برای اینکه هر مخلوط واکنشی در حالت تعادل وجود داشته باشد، سرعت واکنش های رفت و برگشت (معکوس) باید برابر باشد. طرح بحث تعادل های شیمیایی در کتابهای درسی مدارس به سالهای ۱۹۶۰ بر می گردد.در فرایند یاددهی-یادگیری تعادل های شیمیایی همواره چالش هایی وجود دارد و بررسی‌ها نشان داده است که بسیاری ازدبیران دبیرستان های متوسطه دوم اعم از رشته های نظری و هنرستان، تدریس تعادل شیمیایی را مشکل دانسته‌اند. بحث تعادل شیمایی که آمیخته ای از مباحث سینتیکی، ترمودینامیکی و ریاضی است، از مباحث انتزاعی شیمی فیزیک محسوب می‌شود که مشکلاتی را در فرایند یاددهی- یادگیری آن ایجاد کرده است. با استفاده از نظریه ساخت و سازگرایی سعی می شود تا مفاهیم تعادل شیمیایی تبیین شود. طرح سوال و سوق دانش آموز برای یافتن ارتباط بین مفاهیم برای به دست آوردن نتیجه موجب رفع بسیاری از کج فهمی ها نه تنها در مبحث تعادل بلکه در کلیه مفاهیم می شود.

کلیدواژه‌ها: تعادل، تعادل شیمیایی، اصل لوشاتلیه، کج فهمی، فرایند یاددهی-یادگیری

مقدّمه

واکنش های شیمیایی همواره از دو دیدگاه سینتیکی و ترمودینامیکی مورد بررسی قرار می گیرند. با یک نگرش سطحی میتوان مشاهده نمود که برخی از واکنشهای شیمیایی، آنی و لحظهای صورت میگیرد و برخی دیگر، کند یا بی نهایت کند انجام میشود. همچنین شدت بعضی از واکنشها در آغاز زیاد است و رفته رفته آهسته میگردند. برخی از واکنشها به کندی شروع شده و سپس شتاب میگیرند. لذا سینتیک شیمیایی، عامل زمان را در واکنشهای شیمیایی مطرح و مورد بحث قرار میدهد. به عنوان مثال همانطور که شکل نشان میدهد، دادههای ترمودینامیکی پیشبینی میکند که در دمای اتاق الماس تمایل تبدیل به گرافیت را دارد و این تبدیل از لحاظ ترمودینامیکی واکنشی خود به خودی است. در صورتی که زمان انجام این واکنش به قدری طولانی است که میتوان از این واکنش صرف نظر کرد، زیرا که انجام این واکنش، به انرژی فعالسازی بالایی نیاز دارد و تأمین این انرژی در دمای محیط میسر نخواهد شد.



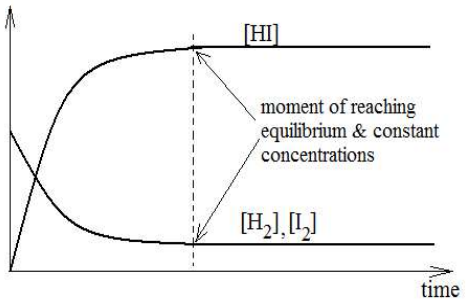
شکل ۱- نمودار انرژی آزاد تبدیل الماس به گرافیت

لذا علم ترمودینامیک در مورد انجام شدن یا نشدن یک واکنش پرداخته و علم سینتیک در مورد مدت زمان انجام واکنشهای انجام شدنی بحث میکند.

دیدگاههای سینتیکی در تعادل‌های شیمیایی

از دیدگاه سینتیکی، برای انجام یک واکنش شیمیایی، باید اجزای واکنش دهنده آنقدر به هم نزدیک شوند تا بین آنها برخورد ایجاد شود. این برخوردها وقتی منجر به انجام واکنش میشوند که مؤثر باشند، یعنی جهت گیری و انرژی برخوردها طوری باشد که بر اثر برخورد، برخی پیوندها شکسته شده و پیوندهای جدیدی تشکیل شوند که نتیجه این عمل تولید مولکولهای جدید یعنی محصول است.(منفرد ایگن۱۹۹۲) اجزای واکنش از یک انرژی جنبشی نسبی برخوردار هستند و در دما و فشار ثابت، بر اثر برخوردهای موجود بین مولکولها، فرایند های تشکیل و شکستن پیوند به طور هم زمان انجام می گیرد و شرط برقراری تعادل، برابر بودن تعداد پیوندهای تشکیل شده و شکسته شده است. همچنین دو واکنش رفت و برگشت با سرعت های یکسانی پیش می‌روند.

۱) $H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$



۲)$2HI \rightarrow H_2 + I_2$

$R_1=KF[I_2][H_2]$

$R_2=KR[HI]^2$

در حالت تعادل : $R_1=R_2$

بنابراین : $KF[I_2][H_2]= KR[HI]^2$

$KF/KR=[HI]^2/[I_2][H_2]$

$KF/KR=K_{eq}=[HI]^2/[I_2][H_2]$

شکل۲-برقراری تعادل بین مصرف واکنش دهنده و تولید فراورده

دیدگاههای ترمودینامیکی در تعادل‌های شیمیایی

از منظر ترمودینامیک و با توجه به تغییرات آنتالپی و آنتروپی، واکنش ها به دو دسته برگشت ناپذیر و برگشت پذیر تقسیم می شوند. در واکنش های برگشت ناپذیر افزایش آنتروپی و کاهش آنتالپی، به عنوان دو عامل مساعد برای انجام واکنش، هر دو در جهت رفت به وقوع می پیوندند. در نتیجه در جهت برگشت انگیزه ای برای انجام واکنش وجود ندارد. اما در واکنش های برگشت پذیر هر دو جهت انگیزه ترمودینامیکی مساعد دارند. به عبارتی دیگر کاهش آنتالپی در یک جهت و افزایش آنتروپی در جهت مخالف رخ می دهد. در نتیجه واکنش در شرایطی در جهت رفت و در شرایط دیگر در جهت برگشت خود به خودی است. واکنش تعادلی حالت خاصی از واکنش های برگشت پذیر است که در آن سرعت واکنش رفت و برگشت یکسان شده و در سامانه ای بسته انجام می شود.

$\Delta G =\Delta H- T\Delta S$

در مبحث تعادل آن چیزی که بیش از هر موضوعی شناخته شده است، اصل لوشاتلیه است که به صورت فرمت ساده شده‌ای برای پیش بینی تغییرات یک واکنش تعادلی استفاده می شود. اصل لوشاتلیه در شرایط استاندارد و برای گازهای با فشار کم و محلولهای بسیار رقیق صادق است.

اصل لوشاتلیه

اصل لوشاتلیه که همچنین اصل شاتلیه نیز نامیده می‌شود، برای پیش بینی تأثیر یک تغییر در شرایط حاکم بر یک تعادل شیمیائی بکار می‌رود. هنری لوئیس لوشاتلیه (*Henry Louis Le Chatelier*) و کارل فردیناند براون (*Carl Ferdinand Braun*) این اصل را بطور جداگانه پیدا کردند. اصل لوشاتلیه بصورت زیر می‌تواند بیان شود:

«اگر به یک سیستم شیمیائی در حال تعادل یک تغییر در غلظت، دما، حجم یا فشار جزئی اعمال شود، در آنصورت تعادل به نحوی (در جهتی) جابجا می‌شود که با تغییر اعمال شده مقابله کند و تعادلی جدید بر سیستم حاکم شود».(آنری لوئی لوشاتلیه، ۱۸۸۲)

با افزایش غلظت یک ماده شرکت کننده در یک واکنش تعادلی، تعادل به سمتی جابجا می‌شود که غلظت آن ماده کاهش یابد یا آن ماده مصرف شود. اثر غلظت در صنایع شیمیائی برای افزایش بازدهی

یا مقدار تولید یک محصول بکار می‌رود. در واکنش‌های تعادلی با اضافه نمودن مواد اولیه یا با حذف محصول تولید شده سعی می‌کنند تعادل را به سمت رفت و تولید بیشتر محصول جابجا کنند.

با کاهش دما واکنش به سمتی جابجا می‌شود که همراه با تولید گرما باشد تا گرمای تولید شده با کاهش دما مقابله کند و بالعکس با افزایش دما واکنش به سمتی جابه‌جا می‌شود که همراه با مصرف گرما باشد تا مصرف گرما با افزایش دما مقابله کند. به عبارتی افزایش دما واکنش را به سمت گرماگیر و کاهش دما واکنش را به سمت گرمازا سوق می‌دهد.

باتوجه به اینکه در مورد مخلوط های گازی شکل، فشار کل با تعداد مول گازی شکل رابطه مستقیم دارد، بنابر اصل لوشاتلیه با کاهش حجم یا افزایش فشار کل واکنش تعادلی به سمتی جابه‌جا می‌شود که تعداد مول‌های گازی شکل کل کمتری دارد و بالعکس.

چالش های آموزش تعادل شیمیایی در مدارس و اهداف آن

در فرایند یاددهی-یادگیری مبحث تعادل شیمایی اولین چالش دانش آموزان این است که تصور می کنند زمانی که واکنش به تعادل رسیده است دیگر واکنشی صورت نمی گیرد در حالی که می دانیم که واکنش در سطح میکروسکپی در حال انجام است و فقط سرعت واکنش رفت و برگشت با هم برابر می باشد.

در این فرایند دانش آموز ابتدا باید واکنش های کامل و برگشت پذیر را از یکدیگر تمییز دهد و جهت قرار گیری تعادل را در اثر اعمال تغییر (اعم از غلظت، دما، فشار) را با استفاده از اصل لوشاتلیه مشخص کند. بخش دیگر محاسبات مربوط به اثر تغییر غلظت در تعادلات شیمیایی می باشد که در آن دانش آموز باید رابطه ثابت تعادل را برای هر واکنش تعادلی بنویسد و با استفاده از ثابت تعادل غلظت واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها را محاسبه کند.(روزوتی،۱۹۶۱) سپس او باید با کاربرد های عملی اصل لوشاتلیه و تعادل شیمایی و استفاده از آن را در صنعت فرا بگیرد که در این موضوع، تولید آمونیاک توسط فرایند هابر و فهم و درک آن توسط دانش آموز بسیار مهم است.

مشکلات عدیده در فرایند یاددهی- یادگیری آموزش تعادل‌های شیمیایی

همان طور که در پیش از این نیز اشاره شد، دانش‌آموزان به غلط تصور میکنند که هنگام تعادل دیگر هیچ واکنشی صورت نمی گیرد در حالیکه در حالت تعادل فقط سرعت واکنش رفت با سرعت واکنش برگشت برابر می شود.

در حالت تعادل غلظت مواد شرکت کننده در واکنش با یکدیگر برابر نیست، بلکه در دمای ثابت، غلظت مواد شرکت کننده در واکنش ثابت است. چون سرعتهای دو واکنش رفت و برگشت با یکدیگر برابر است، هر ماده ای با هر سرعتی که مصرف می شود با همان سرعت نیز تولید می شود و برعکس.

در زمانی که سوالات مقدار مواد شرکت کننده در واکنش برحسب جرمشان داده می شود بدون آن را تبدیل به مول کنند، با تقسیم کردن آن بر حجم ظرف مورد نظر غلظت آن را بع دست می آورند در حالی که به این نکته توجه ندارند که غلظت باید بر حسب مولار بیان شود

بررسی تعادل از نظر ترمودینامیکی در واقع بررسی موقعیت تعادل است که فقط از روی ثابت تعادل(K)، که خود یک ویژگی ترمودینامیکی است، صورت می گیرد. منظور از تفسیر ثابت تعادل استخراج اطلاعات حاصل از مقدار ثابت تعادل واکنش مورد نظراست.

اصل لوشاتلیه را برای انجام پیش بینی های کیفی درمورد اثرتغییرات فشار برسیستم های درحال تعادل نیزمی توان به کار برد. به طوریکه:

الف)با افزایش فشار بر یک سیستم تعادلی،به دلیل کاهش حجم، سیستم برای برقراری تعادل جدیددرجهت تولید تعداد مولهای کمترپیشرفت می کند.

ب) باکاهش فشار (افزایش حجم)،سیستم برای برقراری تعادل جدید درجهت تولید تعداد مولهای بیشتر جابجا می شود.

توجه به این نکته که دما تنها عاملی است که علاوه بر جابجایی تعادل، مقدار عددی ثابت تعادل را نیز تغییر می دهد.

برخی از کج فهمی ها در مبحث تعادل های شیمیایی و اصل لوشاتلیه

اکثر دانش آموزان در مبحث اثر دما بر تعادل دچار مشکل می شوند. در این مبحث آن ها باید بدانند که در واکنش های گرماگیر با افزایش دما، هم سرعت واکنش رفت و هم سرعت واکنش برگشت هر دو زیاد می شود اما سرعت واکنش رفت بیشتر افزایش می یابد و با کاهش دما، هم سرعت واکنش رفت و هم سرعت واکنش برگشت هر دو کم می شود اما سرعت واکنش رفت بیشتر کاهش می یابد. در تعادل های گرماده با افزایش دما، هم سرعت واکنش رفت و هم سرعت واکنش برگشت هر دو زیاد می شود اما سرعت واکنش برگشت بیشتر افزایش می یابد و با کاهش دما، هم سرعت واکنش رفت و هم سرعت واکنش برگشت هر دو کم می شود اما سرعت واکنش برگشت بیشتر کاهش می یابد.

مورد دیگر تمییز قائل شدن بین مقدار عددی ثابت تعادل و سرعت واکنش است. آن ها تصور می کنند که هرچقدر مقدار عددی ثابت تعادل بیشتر باشد واکنش با سرعت بیشتری صورت می گیرد و ثابت تعادل(K) را با ثابت سرعت(k) یکی می دانند.

در شروع واکنش، مقدار واکنش دهنده ها زیاد و فراورده ها صفر است، پس واکنش رفت سریع و برگشت صفر است. با گذشت زمان غلظت واکنش دهنده ها کاهش و فراورده ها افزایش می یابد بنابراین به تدریج سرعت واکنش رفت کاهش و سرعت واکنش برگشت افزایش می یابد. در زمان تعادل غلظت ها ثابت و سرعت واکنش رفت و برگشت برابر می شود.

دانش آموز تصور می کند که اگر واکنشی از لحاظ ترمودینامکی مساعد باشد آن واکنش قطعا انجام می شود در حالی که ممکن است واکنشی از لحاظ ترمودینامیکی مساعد و از لحاظ سینتیکی نامساعد باشد

مورد مهم دیگر این است که کاتالیزگر هم سرعت واکنش رفت و هم سرعت واکنش برگشت را تحت تاثیر قرار می دهد زیرا که کاتالیزگر میزان انرژی فعالسازی(E_a) را کاهش می دهد که روی هر دو واکنش رفت و برگشت تاثیر دارد. دانش آموزان غالبا تصور می کنند که کاتالیزگر فقط بر روی واکنش رفت اثر دارد.

در مواردی آن ها تصور می کنند که کاتالیزگر واکنش هایی که از نظر ترمودینامیکی نامساعد هستند و انجامشان غیر ممکن است را ممکن میکند در حالی که کاتالیزگر فقط سرعت واکنش هایی که از نظر ترمودینامیکی مساعد هستند را افزایش می دهد.

راه کار هایی برای کاهش بدفهمی ها و کج فهمی های مربوط به مبحث تعادل شیمیایی

عمده مشکلاتی که در این حوزه به وجود می آید کم توجهی به سه بعد تفکر ماکروسکوپی، مولکولی و نمادی در فرایند یاددهی-یادگیری می باشد. در این قسمت چندین نمونه پرسش هایی که در رابطه با موضوع تعادل های شیمیایی از دانش آموزان صورت گرفته را بررسی و راه حل هایی را برای کاهش ضریب خطای آن ها بیان خواهیم کرد.

مثال: اگر تعادل $CaCO_{3(S)} \rightarrow CaO_{(S)} + CO_{2(g)}$ در دمای ۸۰۰ درجه سلسیوس برقرار شده باشد کدام گزینه صحیح است؟

۱)عبارت ثابت تعادل $\frac{1}{[CO2]}$ است.

۲)حضور $CaCO_3$ و CaO برای برقراری تعادل ضروری نیست

۳) غلظت $CaCO_3$ و CaO صرف نظر از مقدار آن ها همچنان ثابت است.

۴)فشار تعادلی گاز CO_2 در مقادیر متفاوت از $CaCO_3$ و CaO در تعادل مورد نظر همیشه متفاوت است

در این سوال باید به نکات زیر دقت کنیم:

۱- رابطه ثابت تعادل- ۲- وجود مواد جامد برای برقراری تعادل لازم است یا نه؟- ۳- غلظت مواد جامد- ۴- فشار تعادلی گاز

نکاتی که دانش آموزان آن را در این سوال نادیده گرفته بودند عبارت است از: ۱-مواد جامد و مایع خالص در رابطه ثابت تعادل قرار نمی گیرند،چون غلظت مواد جامد و مایع خالص مقداری ثابت است.۲-حضور مواد جامد برای برقراری تعادل ضروری است. ۳- در شرایط یکسان از دما،فشار تعادلی گاز کربن دی اکسید ربطی به مقدار $CaCO_3$ و CaO ندارد.

مثال: تاثیر کاتالیزگر بر مقدار ثابت تعادل و پایداری فراورده ها چیست؟

دانش آموز در صورت کج فهمی تاثیر کاتالیزگر بر واکنش در این سوال دچار مشکل می شود. عده ای از دانش آموزان با این استدلال که کاتالیزگر میزان انرژی فعال سازی را کاهش می دهد نتیجه گرفتند که پایداری فراورده ها افزایش پیدا می کند. عده ای دیگر کاتالیزگر را سبب افزایش مقدار ثابت تعادل دانستند. در حالی که کاتالیزگرها از طریق کاهش انرژی فعال سازی، سبب افزایش سرعت واکنشها می شوند و بر ثابت تعادل اثری ندارند.

راهبرد های تدریس تعادل شیمیایی

در دهه گذشته، معلمان و طراحان برنامه‌های درسی شیمی، از این عقیده حمایت کرده اند که هدف از آموزش شیمی نباید این باشد که دانش آموزان را برای ورود به دانشگاه آماده کنند، بلکه هدف اصلی باید تربیت شهروندان دارای سواد شیمی باشد. جامعه‌ی امروز به طور فزاینده‌ای تحت تاثیر علم و فناوری است، بنابراین علم شیمی باید آنچنان تدریس شود که ارتباط آن با زندگی روزمره و نقش آن در صنعت، فناوری و جامعه مورد تاکید قرار گیرد. (جانستون،۱۹۹۱)

در طول ده سال اخیر برنامه‌های درسی شیمی در اقصی‌نقاط جهان به صورت بنیادی تغییر کرده و رویکردها، راهبردها و روش‌های جدیدی مبتنی بر یافته های پژوهشی جایگزین نظام های آموزشی سنتی شیمی در مدارس گشته است. راهبرد مورد استفاده در برنامه‌ریزی درسی شیمی در چند سال اخیر موظف است تا در برنامه های درسی مدارس، به جنبه های زیر از علم شیمی توجه نماید:

۱. ساختار مفهومی علم شیمی
۲. فرایندهای شیمیایی
۳. کاربردهای فناورانه علم شیمی
٤. افزایش علاقه‌ی دانش‌آموزان به علم شیمی
٥. جنبه‌های فرهنگی علم شیمی
٦. دلالت‌های اجتماعی علم شیمی

ورود ابعاد جدید به آموزش علم شیمی در مدارس ایجاب می‌کند تا روشهای تدریس شیمی به طور اساسی دچار تغییر و تحول گردند. در رویکردهای جدید آموزشی تلاش می‌شود تا فضای کلاس درس به صورتی باشد که در آن به دانش آموز اجازه داده شود تا به طور فیزیکی و هوشمندانه با مواد آموزشی مناسب تعامل داشته باشد. اساس فعالیت های تعاملی دانش آموزان با مواد آموزشی بر کاوشگری استوار است.

برنامه‌های درسی شیمی طوری تنظیم شده‌اند که در آنها روش تدریس معمول در کلاس درس، روش دیکته‌ایی است که در آن معلم سخنرانی می‌کند و دانش‌آموزان چیزهایی را گوش می‌دهند یا یادداشت می‌کنند. در بیشتر بحث‌های کلاسی، معلم سخنران اصلی است و به تفاوت های فردی دانش‌آموزان در کلاس درس کمتر توجه می‌شود. تعامل بین معلم و دانش‌آموزان بیشتر به این صورت است که در آن معلم سوال‌هایی را می پرسد و دانش‌آموزان جواب می‌دهند. در ادامه، معلم جواب را

تایید و یا تکذیب کرده و نهایتاً جواب درست را می‌گوید. در این حالت مشاهده می‌شود که دانش‌آموزان نقش اندکی در فرایند یادگیری در کلاس درس دارند و احتمال غیر فعال شدن آنها بیشتر است.

اهمیت روزافزون علم شیمی در زندگی انسان‌ها سبب شده است تا آموزش مناسب و اثربخش آن به ویژه در برنامه‌ی درسی مدارس به عنوان یکی از حوزه‌های فعال علوم تجربی از اهمیت به سزایی برخوردار گردد. (جانستون،۱۹۹۱) از نظر آنان، با ورود به قرن ۲۱، عوامل مختلفی شیوه‌های یاددهی-یادگیری علم شیمی را تحت تاثیر قرار داده است. گسترش نظریه‌های شناختی و افزایش درک پژوهشگران از چگونگی یادگیری دانش‌آموزان، استفاده گسترده از رایانه و فناوری اطلاعات برای تجسم و مرئی‌سازی پدیده های علمی پیچیده، عوامل بیرونی مانند نگرانیهای جهانی نسبت به انرژی، منابع آب ومحیط زیست، افزایش سطح سواد علمی، تبیین سطوح مختلف سواد شیمی و افزایش درک عمومی از علوم مختلف، سبب شده است تا یاددهی- یادگیری اثربخش شیمی در مدارس و دانشگاهها، مورد توجه مسئولان، سیاست‌ورزان، جامعه‌شناسان و حتی اقتصاددانان قرار گیرد.

باید توجه داشت که یادگیری و درک مفاهیم شیمی به خاطر پدیده‌های شیمیایی پیچیده و غیر قابل لمس، اغلب دشوار است. در فرایند یاددهی و یادگیری شیمی، معلمان و دانش‌آموزان با نظریه‌ها و فرضیه‌هایی روبرو هستند که به راحتی قابل تجسم نیستند. بررسی ویژگی‌ها و رفتار مواد شیمیایی که در اندازه‌های مولکولی و اتمی هستند و با چشم مسطح و حتی میکروسکوپ های قوی نیز قابل مشاهده نیستند، اغلب مشکل است و منجر به کج‌فهمی می‌گردد. همچنین برخی پدیده‌های شیمیایی را به لحاظ محدودیت زمانی و یا ایمنی، نمی‌توان در آزمایشگاه مدرسه تجربه کرد. برای این منظور استفاده از شبیه‌سازی، ساخت مدل و نیز انیمیشن‌های رایانه‌ای پیشنهاد شده است. استفاده از مدل‌ها و شبیه‌سازی‌ها کمک بسیار زیادی به درک عمیق و مفهومی شیمی نموده و بسیاری از کج‌فهمی‌های رایج را برطرف می‌سازد. (سیرهان، ۲۰۰۷)

«جانستون» (۱۹۹۱) معتقد است که برای رسیدن دانش‌آموزان به یک درک صحیح از علم شیمی، باید آنها بتوانند در سه سطح مختلف تفکر به یادگیری بپردازند. این سه سطح که در قالب یک نمایه مثلثی شکل ارایه می‌شوند، شامل سطوح ماکروسکوپی، مولکولی و نمادی می‌باشند. (جانستون، ۱۹۹۱، هریسون و تریگست، ۲۰۰۰ ؛ تریگست و همکاران، ۲۰۰۳)

در سطح ماکروسکوپی، مشاهده عینی مواد شیمیایی و تغییرات آنها با استفاده از فعالیت‌های آزمایشگاهی و مهارت‌های مربوطه و مرتبط ساختن نظریه‌ها و نمادهای ارائه شده درمحتوای درسی با اشیای فیزیکی و وسایل اندازه گیری مورد نظر است. این‌گونه فعالیت ها اغلب در قالب فعالیت های عملی در آزمایشگاه و یا بیرون از محیط مدرسه انجام می‌گیرند. در سطح نمادی، تبیین پدیده‌های شیمیایی، تغییرات انرژی و نظریه‌های علمی در قالب معادله‌های ریاضی و نمادهای شیمیایی، همراه با حل مسئله و «کاربرد اعداد» هدف اصلی آموزش شیمی می‌باشد. در سطح مولکولی رفتار اتم‌ها،

یونها و مولکول‌ها در تبدیل های شیمیایی و ارائه پنجره‌هایی برای مشاهده دنیای مولکولی با استفاده از نمودارها، جدول‌ها، استفاده از مدل‌ها و نرم‌افزارهای شبیه‌سازی مجازی در دستور کار قرار دارد. استفاده وسیع از انیمیشن‌های رایانه‌ای، شبیه‌سازی‌ها ومدل‌های مولکولی پویا، انجام آزمایش در یک آزمایشگاه مجازی و ... منجر به تغییر نگرش و توانایی دانش‌آموزان در تجسم مولکول‌ها، یون‌ها و اتم‌ها و همچنین تغییرات شیمیایی صورت گرفته در سطح مولکولی می‌شود.

هدف و پیشینه پژوهش

در این پژوهش با استفاده از تجارب به دست آمده از مشکلات عدیده دانش آموزان در فهم مسائل مربوط به تعادل های شیمیایی کوشیده شده است که ضمن تبیین و تمثیل این مشکلات راه حل هایی برای رفع ایم مشکلات ارائه شود. در این راه از دیدگاه های سینتیکی و ترمودینامیکی در بررسی تعادل های شیمیایی استفاده گردیده است. ضمن آنکه تلاش بر آن بوده است تا نوع نگاه دانش آموزان بر مسائل و مفاهیم مختلف سنجیده شود. این کار به مدرس کمک می کند تا با درک کژتابی هایی که بعضا در کتب درسی وجود دارد با ارائه مثال های مناسبی، هم ذات پنداری عمیقی را در ذهن دانش آموز با مفیم ارائه شده ایجاد کند. در نهایت سعی بر آن بوده که نگاه به درس شیمی نه تنها به عنوان درصدی برای کنکور که دانشی برای تعمیق در تفکر و یادگیری جنبه های مختلف نگاه به مفاهیم باشد. دانش آموزان بایستی این را درک کنند که بد فهمی یک موضوع از نفهمیدن آن بسیار خطرناک تر است. لذا تمام تلاش بر آن است که از بد فهمی تا حد امکان جلوگیری شود. همان طور که «جانستون» (۱۹۹۱) معتقد است که برای رسیدن دانش‌آموزان به یک درک صحیح از علم شیمی، باید آنها بتوانند در سه سطح مختلف تفکر به یادگیری بپردازند. این سه سطح که در قالب یک نمایه مثلثی شکل ارایه می‌شوند، شامل سطوح ماکروسکوپی مولکولی و نمادی می‌باشند. در فرایند یاددهی-یادگیری مبحث تعادل شیمیایی دانش آموز باید خود مفاهیم را کشف کند و مدرس فقط یک راهنما در این امر خواهد بود. این کار هم سطح انگیزه دانش آموز را بالا می برد هم با ایجاد فضای رقابتی کمک به پیشرفت سایر دانش آموزان نیز خواهد کرد.

روش پژوهش

یکی از نظریه هایی که با تکیه بر مبانی فلسفی و معرفت شناختی، زمینه ساز رویکردی نوین در حوزه های یادگیری و آموزش شده است، نظریهٔ ساخت و سازگرایی است. مهم ترین ویژگی این رویکرد، تأکید بر نقشی است که ذهن در تجرب ههای آدمی ایفا می کند؛ زیرا ذهن در مواجهه با جهان، منفعل نیست، بلکه به عنوان منبعی فعال با ارائهٔ سازه های مختلف به ادراک ها، مفاهیم و احساسات ما شکل می بخشد. امروزه ساخت و سازگرایی پیشنهادی است برای تغییر نظرگاه های فلسفی دست اندرکاران تعلیم و تربیت به گونه ای که این تغییر بر دیدگاه آن ها در مورد دانش و یادگیری تأثیر می گذارد و بر نقش فعال یادگیرنده در فهم و معنا بخشیدن به اطلاعات تأکید می کند (میرزامحمدی، رهنما، افشار و قبادی،۱۳۸۹)

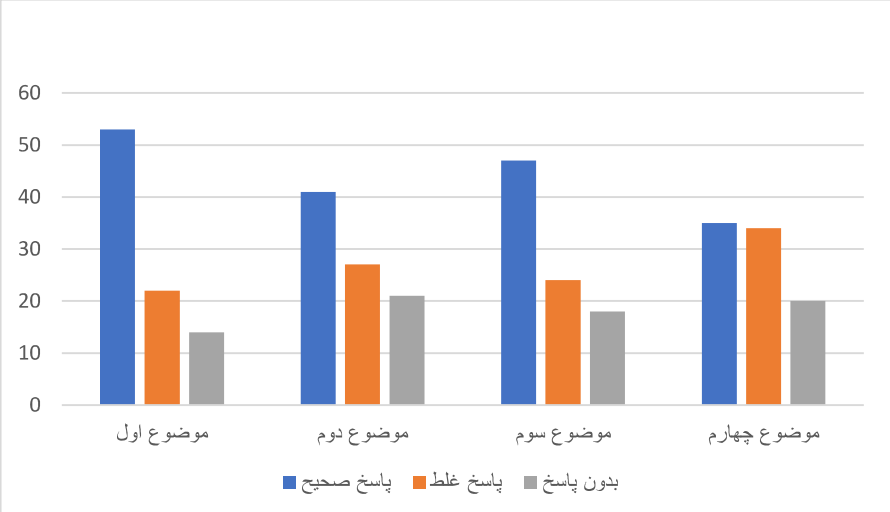
این رویکرد بر این باور است که دانش نتیجهٔ فعالیت سازنده تک تک افراد است و به جای آنکه دانش از پیش ساخته شده را به دانش آموزان انتقال دهد، در تلاش است تا یادگ یرنده، خود به تولید علم بپردازد (عسگری،رستمی،شاهورانی و کریمی، ۱۳۹۰). روشن است که برمبنای این اندیشه، مقولهٔ یادگیری و به تبع آن مفاهیم مرتبط با آموزش و تعلیم و تربیت نیز دچار تغییر و تحول و باز تعریف در چارچوب های مفهومی جدیدی می شوند.

این پژوهش بر آن است تا با تکیه بر رویکرد ساخت و سازگرایی و با ترسیمی از الگوهای کاربردی این رهیافت در امر آموزش، به تبیین ماهیت، اصول و اهداف مفاهیم موجود در فرایند یاددهی-یادگیری به وسیله ارزشیابی از آن ها اقدام کند.

پژوهش کنونی که در قالب پژوهش های بنیادی – کاربردی و با بهره گیری از روش تحلیلی-اسنادی انجام شد. بدین منظور ابتدا، مفاهیم ارزشیابی تحلیل و سپس رویکرد ساخت و سازگرایی و مزیت های آن ارائه شد. در ادامه برخی از روش های کاربردی ارزشیابی مبنی بر ساخت و سازگرایی تشریح شد. در انتها با توجه به نقاط قوت و موانع و انتقادات رویکرد یاد شده، الگویی کلی ارائه می شود.

یافته های پژوهش

این پژوهش در سه کلاس مختلف ۲۶، ۳۱ و ۳۲ نفره انجام گردیده است و در مجموع ۸۹ نفر در آن شرکت داشته اند.



جدول۱-بررسی میزان ابهام دانش آموزان در ۴ موضوع از تعادل شیمیایی

در این پژوهش از چهار موضوع برای بررسی میزان ابهام و کج فهمی در دانش آموزان با استفاده از طرح سوال استفاده گردید. این چهار موضوع عبارت اند از:

موضوع اول: تعادل ، شرایط تعادل و انواع تعادل
موضوع دوم: موقعیت تعادل وتفسیر ثابت تعادل و بررسی تعادل از جنبه سینتیک و ترمودینامیک
موضوع سوم: عوامل موثر بر تعادل (اصل لوشاتلیه)
موضوع چهارم: محاسبه مقدار ثابت تعادل و غلظت های تعادلی

در این پژوهش با استفاده از دسته بندی مشکلات دانش آموزان در فهم تعادل های شیمیایی در چهار موضوع مختلف و با طرح سوالات گوناگون ابهامات و بد فهمی های دانش آموزان در هر موضوع سنجیده شده است.

پس از درک کج فهمی ها سعی در برطرف سازی ابهامات شده است. یکی از مسائل اساسی درک مفاهیم پایه ای می باشد. همانطور که مشاهده می شود عمده مشکلات دانش آموزان در مسائل مربوط به ثابت تعادل می باشد. علت این امر آن است که دانش آموزان در پایه های قبلی عمدتا به جای حل مسئله به سمت حفظ مسئله سوق داده می شوند. این باعث می شود دانش آموز به جای حل مسئله به وسیله معلومات سوال و یافتن ارتباط آن ها صرفا به حفظ کردن مفاهیم به صورت طوطی وار بپردازد. این امر در آینده نیز مارا با افرادی در اجتماع روبرو می کند که به جای حل مسائل به پاک کردن صورت مسئله ها می پردازند. بنابر این یکی از اهداف مهم آموزش، ایجاد توانایی در افراد برای حل مسائل به وسیله معلومات و داده ها و یافتن ارتباط بین آن ها برای رسیدن به نتیجه مد نظر می باشد.

پس از رفع کج فهمی ها به وضوح می توان شاهد پیشرفت دانش آموزان در فهم مفاهیم مربوط به ثابت تعادل بود به طوری در کلاس ۳۱ نفری در آزمون بعدی با رشد بیش از ۴۰ درصدی تعداد پاسخ های درست مواجه شده ایم. لذا می توان گفت که درک مشکلات سیستمی دانش آموزان در مباحث مختلف موجب افزایش میزان بازدهی در یادگیری آن ها می شود.

بحث و نتیجه گیری

اگر چه بی توجهی به رویکرد های جدید آموزشی سبب شده تا ما همچنین شیوه های ناکارامد گذشته را برای تدریس درس شیمی انتخاب کنیم ولی با توجه هر چه بیشتر به وضعیت اجتماعی-فرهنگی و کنار گذاشته شدن کنکور به عنوان هدف غایی آموزش و پرورش می توان با شیوه هایی کارامد تر به تدریس شیمی پرداخت. این کار مستلزم فراهم سازی شرایط اقتصادی-اجتماعی برای توجه هر چه بیشتر به رویکرد مفهومی و به کار بستن آن در زندگی روزمره است. با انتخاب روش های متفاوت و صد البته با فراهم سازی امکانات مناسب برای معلمان می توان انتظار داشت تا با به کار گیری روش های مختلف تدریس از به وجود آمدن بد فهمی ها و کج فهمی ها جلوگیری نمایند.

در حال حاضر به دلیل توسعهٔ اندیشه های ساخت و سازگرایانه شاهد گذار از برنامهٔ درسی به عنوان محصول ثابت به چشم انداز برنامهٔ درسی به عنوان فرایند در حال تکوین هستیم. بدیهی است که در این رویکرد همهٔ مفاهیم برنامهٔ درسی و از جمله مفهوم ارزشیابی دچار تحول می شود. در

رویکرد ساخت و سازگرا، ارزشیابی از یادگیری حین تدریس و موقعیت های یادگیری صورت می گیرد و ارزشیابی موثق نیز اغلب در موقعی تهای طبیعی و به صورت مستمر، حین مواجهه دانش آموز با مسائل و تکالیف انجام می شود و تمایز قاطع بین تدریس و ارزشیابی غیرضروری تلقی می شود (مهرمحمدی، ۱۳۹۲)

براین اساس است که ارزشیابی کیفی جای خود را در کنار ارزشیابی کمی باز می کند. ارزشیابی در این رویکرد و با هدف ارائۀ بازخوردهای مستمر به یادگیرنده و یاددهنده برای شناسایی نقاط ضعف و قوت برنامه، انجام اقدامات جبرانی و تعیین میزان دستیابی به انتظارات برنامه انجام می شود.

بدیهی است ارزشیابی براساس رویکرد ساخت و سازگرایی زمانی به نتیجه مطلوب می رسد که طراحی و تدوین کتاب های درسی نیز بر اساس این رویکرد انجام شود. اگرچه به این امر در تدوین برخی از کتاب های درسی توجه شده است، لیکن تا تحقق کامل آن راهی طولانی در پیش است. لذا اهتمام در تحقق این مسأله امری ضروری است.

با توجه به آنکه اجرای مؤثر برنامۀ درسی در گرو تضمین صلاحیت معلمان در تسلط به روش های یاددهی یادگیری، شناخت و کاربرد مواد و رسانه ها، مدیریت کلاس درس و ...است لذا اجرای دقیق و تحقق کامل اهداف ارزشیابی با رویکرد ساخت و سازگرایی نیز مستلزم آموزش کامل و مهارت آموزی معلمان در چارچوب این رویکرد است.

از آنجایی که در یک شیوه نامۀ نظام مند ارزشیابی باید مؤلّفه هایی چون هدف، نقش و جایگاه ارزشیاب، زمان و دورۀ ارزشیابی، ابزار و روش های گردآوری اطلاعات ، معیارهای قضاوت، سیستم نمره گذاری و بازخورد، و نوع استفاده از نتایج ارزشیابی به درستی تعریف شده باشد، لذا روشن شدن هر یک از این مفاهیم در قالب ارزشیابی رویکرد ساخت و سازگرایانه و البته متناسب با هر درس خاص ضروری خواهد بود.

منابع

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

واعظی، مرتضی (۱۳۹۰). کج فهمی در محاسبه های تعادلی. نشریه رشد، دوره بیست و چهارم، شماره چهارم، ۲۳-۲۰

نوری، رضا، و رحیمی، رامین، و امانی، وحید (۱۳۹۸). برخی از مشکلات یادگیری در شیمی ، پژوهش در آموزش شیمی، سال اول، شماره سوم، ۵-۲۷

آقازاده، محرم، راهنمای روش های نوین تدریس، چاپ دوم، انتشارات آگاه،۱۳۸۳

Baird C., Cann M. (۲۰۱۲). Environmental Chemistry, Fifth EditionW.H Freeman and Company, New York.

Quílez-Pardo, J., & Solaz-Portolés, J. J. (۱۹۹۵). Students' and teachers' misapplication of le chatelier's principle: Implications for the teaching of chemical equilibrium. Journal of Research in Science Teaching, ۳۲(۹), ۹۳۹–۹۵۷. Rush, K. L., Waldrop, S., Mitchell, C., & Dyches, C. (۲۰۰۵). The RN-BSN distance education experience: From educational limbo to more than an elusive degree. Journal of Professional Nursing, ۲۱, ۲۸۳-۲۹۷.

Camacho, M., & Good, R. (۱۹۸۹). Problem solving and chemical equilibrium: Successful versus unsuccessful performance. Journal of Research in Science Teaching, ۲۶(۳), ۲۵۱–۲۷۲.

Research article

Research in Chemistry Education, Vol ٤, No ٤, Publication: Spring ١٤٠٢

Research in Chemistry Education

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

http://chemedu.cfu.ac.ir

Misunderstanding in the teaching of chemical balances

Mohamad Hosein Ali Jafari Taheri

Bachelor of Chemistry Education, Farhangian University, Shahid Bahonar Campus, Isfahan, Iran

Abstract

Chemical equilibrium introduces students to other chemistry concepts, including acid and base reactions, oxidation-reduction reactions, and solutions, and mastering the concept of chemical equilibrium leads to mastering other chemistry concepts and problems. The concept of chemical equilibrium was developed in ١٨٠٣ after Bertollet discovered that some chemical reactions were reversible. He said that in order for any reaction mixture to be in equilibrium, the rates of back and forth (reverse) reactions must be equal. The discussion of chemical balances in school textbooks dates back to the ١٩٦٠s. There are always challenges in the teaching-learning process of chemical balances, and studies have shown that many secondary high school teachers, including theoretical fields and conservatories, teach Chemical balance has been considered a problem. The discussion of chemical equilibrium, which is a mixture of kinetic, thermodynamic and mathematical topics, is considered one of the abstract topics of physical chemistry that has created problems in its teaching-learning process. By using the theory of constructionism, it is tried to explain the concepts of chemical balance. Asking questions and prompting the student to find the connection between concepts to get the result clears up many misunderstandings not only in the topic of balance but in all concepts.

Keywords: Balance, chemical balance, Luchatelier's principle, misunderstanding, teaching-learning process.

*Corresponding Author: (✉ mhaj.taheri@gmail.com)