

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

## نگرشی بر آموزش شیمی

دکتر حسین آقایی

گروه آموزش شیمی، دانشکده علوم

دانشگاه تربیت معلم

چند بند از بندهای بالا را یکی گرفته و به بحث در آنها می پردازند. از باب مثال اغلب دیده می شود که روشهای تدریس و یادگیری<sup>۱</sup> که شامل نظریه ها و استراتژیها در آموزش شیمی است با فنون تدریس و یادگیری<sup>۲</sup> که شامل کاربرد آن نظریه ها و رسیدن به مهارتهای تدریس و یادگیری است، یکی گرفته می شود و گاه هر دو آنها با شکلهای مختلف آموزش<sup>۳</sup> مانند تدریس کلاسی، آموزش فردی (فردمداری) و کارگروهی و... درهم آمیخته می شود. دلیل در کار نبودن یک توافق همگانی در این نوع تقسیم بندی آن است که زمینه های پژوهشی و مطالعاتی در آموزش شیمی کاملاً تازه و نواند که تنها از همین دوده گذشته به این طرف بطور بنیادی مورد توجه قرار گرفته اند و در عین حال سرعت توسعه و تکامل آنها هم بسیار چشمگیر بوده است. یقیناً در دهه های بعد، هم آهنگیهای اصولی در این باره به عمل خواهد آمد. امروزه کاربرد یکتواخت و همگانی واژه ها، اصطلاحات و عنوانها در مطالعات علمی و آموزشی اهمیت بسزائی دارد. پروفیسور لدلر<sup>۴</sup> استاد و رئیس بخش شیمی دانشکده علوم دانشگاه اتاوا در کشور کانادا در مورد

امروزه آموزش شیمی و مطالعات مربوط به آن قلمرو وسیعی از مسائل و موضوعات آموزشی و روشهای آن را در بر می گیرد. از یک دید کلی، آموزش شیمی در مجموع می تواند شامل مباحث کلی زیر و پژوهش و مطالعه و گسترش در هر یک از آنها باشد:

الف - هدفهای آموزش شیمی در ارتباط با فکر انسانی، نیکبختی و سعادت فرد و جامعه و گسترش مرزهای دانش.

ب - معیارهای درست برای انتخاب محتوای مواد درسی در برنامه های آموزشی.

ج - روشهای تدریس و یادگیری (نظریه ها، استراتژیها).

د - ارزشیابی از آموخته های فراگیرندگان، نتیجه کارمعلمان، برنامه های آموزشی، مدرسه و تشکیلات مدرسه ای.

لازم به یادآوری است که برخی از پژوهشگران و دست اندرکاران مسائل آموزشی حدود این نوع تقسیم بندی و چگونگی مرزبندی آنها را مراعات نمی کنند و گاه دو یا

۱- Chemical Education      ۲- Teaching and Learning Methods

۳- Teaching and Learning Techniques

۴- Forms of educations

۵- Laidler

به کار گیری یکنواخت لغات و اصطلاحات در نوشته های علمی چنین می نویسد [۱]:

«امروزه در کاربرد لغات و کلمات به حکم ضرورت بایستی از شیوه های یکنواخت و همگانی حتی فراتر از آنچه در علم مرسوم است استفاده شود. پیدا است که دانشمندان موقعی می توانند از نظریات هم به طور موثر آگاه شوند و ارتباط علمی دقیق بسایکدیگر برقرار کنند که در استعمال لغات و زبان علمی با هم توافق داشته باشند. علاوه بر آن، همانطور که باور همه ماموران و اساتید است برای آنکه بتوانیم افکارمان را به روشنی توضیح دهیم ناگزیریم که از زبان به درستی و دقت استفاده کنیم. کاربرد نادقیق کلمات الزاماً از تفکر غیر دقیق حکایت خواهد داشت. پیدا است در موقعی که در قضیه یادگیری و ادراک مطالب مشکلی در کار آید، یادگیری مفاهیم علمی بسی دشوارتر خواهد شد»

پروفسور دلر نظریکی از فیلسوفان بزرگ به نام جان استوارت میل درباره اهمیت استفاده از کلمات و جملات سنجیده برای بیان هر نوع فکرو اندیشه تازه نیز در مرجع یاد شده نقل می کند که قسمتی از آن به شرح زیر است:

«هر گونه فکرو اندیشه بنیادی خواه در باره موضوعات عقلی و روانی و خواه اجتماعی، تنها موقعی می تواند به درستی در اذهان جای گرفته و مورد پذیرش واقع شود و بسا اهمیت ویژه آن بر خاطره ها و حتی خاطره انشاء کننده آن آشکار شود که آن اندیشه و فکر به شایستگی تمام در قالب جملاتی برگزیده و کلماتی دقیق استقرار یابد و سپس به گونه ای شیوا ارائه شود»

در گام نخست ممکن است برخی از خوانندگان از عنوان «آموزش شیمی» چنین نتیجه گیرند که منظور از آن همان «تدریس شیمی» است. هر چند که از ظاهر عنوان مذکور همان معناستفاد می شود و شاید بسیاری از معلمان هم همین باور را داشته باشند، اما بایستی به روشنی توجه کنیم که قلمرو بحث آموزش شیمی بسیار فراتر و گسترده تر از تدریس علمی

شیمی است. در هر حال در این نوشته به chemical education معادل است که اشاره شد تدریس شیمی و روشها و فنون از عنوان کلی آموزش شیمی اند. البته تدریس شیمی عملاً بیش از سایر بخشها توجه بیشتری بدانها معطوف می شود. بایستی اهمیت دیگر جنبه ها و مباحث آموزشی تشخیص هدفهای آموزش شیمی و تحلیل آنها بانیازهای فرد و جامعه، برنامه ریزی محتواهای مناسب و اجرای اصول ارزشیابی و ارزش داشت. بدون شک پیروزی و موفقیت هر نظر جمله آموزش شیمی در گروهم گامی و هم آهنگی بخشهای سازنده آن نظام است.

در بیشتر کشورهای جهان پژوهشهای زمینه آموزش رشته های مختلف تحصیلی و انجام شده است و در پی آن طرحهای آموزش تهیه و به اجرا در آمده است که در اینجا به عنوان اندکی از آنها اشاره می شود:

در تایلند گروه شیمی انستیتوی ارتقای علوم و فنون پس از بررسیهای همه جانبه ای، آموزش شیمی در مدارس را به شرح زیر برمی می دارد که این هدفها در مورد سایر شاخه های عملی می باشد [۲]:

- ۱- توسعه قوه ادراک و فهم اصول بنی نظریه های مربوط به آن.
- ۲- توسعه قوه ادراک و فهم ماهیت علم و محدودیتهای آن.
- ۳- تقویت بینش و برخورد علمی.
- ۴- توسعه مهارتهای ضروری برای عمل علمی.



بر روی مثلث ساختمان - انرژی - و استوکیومتری تاکید شده است [۲].



در بررسی از طرحها تاکید زیادی در مورد جنبه‌های عملی و آزمایشگاهی شیمی و ارتباط آنها با مسائل روزانه زندگی به عمل آمده است. در آن طرحها آمده است که برای برانگیختن و علاقه‌مند نمودن دانش آموزان به فراگیری شیمی بایستی آنان را از نقش شیمی در زمینه‌های گوناگون زندگی آگاه ساخت. در مورد اهمیت کارهای عملی در یادگیری، ضرب‌المثل چینی معروف به شرح زیر، مورد توجه قرار گرفته است.

«می‌شنوم فراموش می‌کنم»

«می‌بینم به خاطر می‌آورم»

«انجام می‌دهم درک می‌کنم و می‌فهمم»

لازم به تذکر است که در کشور ما توجه چندانی به پژوهشهای بنیادی در زمینه‌های مختلف آموزش علوم از جمله شیمی مبذول نمی‌شود. در مدارس و حتی در دانشگاهها، آموزش هر درس تنها به تدریس ساده مواد درسی و اغلب آنهم بدون کیفیت مطلوب اکتفا می‌شود. در این میان معلمان به هدفهای آموزشی در ارتباط با سرفروشت فرد و جامعه، به روشها و تکنیکهای یاد دادن و یادگیری و به اصول صحیح ارزشیابی از آموخته‌های فراگیرندگان و ماحصل کار خود و تشکیلات مدرسه‌ای عنایت چندانی نمی‌فرمایند. بسیار شایسته و به جا است که همه استادان و معلمان و مقامات مسئول توجه عمیق خود را به این مهم معطوف دارند و در این باره

۵- توسعه قوه درک و فهم نتایج و دست آوردهای علمی و تاثیر آنها در سرفروشت انسان و محیط فیزیکی و زندگی او. در ایالات متحده امریکا طرحهایی نظیر:

Chemical Bond Approach (CBA)  
Chemical Education Material Study  
(CHEMStudy)

و در انگلستان:

Nuffield O and A Level Chemistry

به مرحله اجرا در آمده که با نتایج درخشانی هم همراه بوده اند [۲] و در آنها بر روی نکاتی به شرح زیر تاکید شده است:

- هم گام و هم آهنگ ساختن شیمی با پیشرفتهای علمی جدید در پرتو اطلاعات تازه از موضوعات مورد نظر.  
- ایجاد زمینه لازم برای آنکه دانش آموزان از موضوعات علمی مورد نظر ادراک و فهم درستی را کسب نمایند.

- آموختن راه و روش مفهوم سازی و دسترسی به نظامها، اصول علمی و معلومات مورد نظر.

- القای نگرشهای لازم برای دستیابی به شیوه‌های تفکر علمی.

- تاکید بر کارهای عملی و کسب مهارتهای لازم در آنها.

آگاه ساختن دانش آموزان از کاربردهای شیمی در زندگی، صنعت و غیره.

طرح آموزش شیمی منطقه‌ای آسیائی از دیگر طرحهای بزرگی است که به ابتکار یونسکو و با شرکت صاحب نظران مسائل آموزشی کشورهای آسیائی در سالهای بین ۱۹۶۰ الی ۱۹۷۰ مورد مطالعه قرار گرفته است. در این طرح علاوه بر جنبه‌های آموزشی و روشی زیربنائی، از نظر محتوا

۱- کتاب دانش آموز این طرح توسط احمد خواجه نصیر طوسی به فارسی برگردانیده شده که تحت عنوان «شیمی: علم آزمایشی»

منتشر شده است.

- چگونه می توان یادگیری شیمی را مطلوب تر ساخت؟

- چگونه می توان دانش آموزان کندذهن را وا داشت؟

- چگونه می توان مطالب نظری شیمی را با آن پیوند داد و سپس آن دو را در ارتباط با هم قرار داد؟

- چگونه می توان به یادگیری دانش دانشجویان عمق بیشتر بخشید و آموخته های آنها ساخت؟

- چگونه می توان ارتباط تنگاتنگ علم علوم دیگر از قبیل فیزیک، ریاضی و... را آشکار کرد؟ آیا ویژگیها و عملکرد یک معلم خوب با آن مفهوم این گفته پرمعنی که یک معلم با واقعیتها و حقیقتها اکتفا می کند اما یک معلم خوب در رسیدن به واقعیتها و حقیقتها را تدریس می کند - راه و روش فعال آموزش که قدرت خلاقه و خدادادی دانش آموزان و دانشجویان را پروراند

به نظر من، نخستین کوشش یک معلم بایسته غنا بخشیدن به معلومات علمی خود و قرار گرفتن پیشرفتهای جدید علمی در زمینه کارش و به کار بستن در عین حال هر معلم شیمی بایستی بکوشد تا از کمبود و چگونگی سیر تحول و تکامل آن نیز با خبر شود که علم از گذشته های بسیار دور چگونه در دست فرزانگان و نشیبهای زیادی گذشته و چگونه به دست برخی خرد کرده تا به تدریج به سطح پیشرفته امروزی رسیده است. در این رهگذر برای هر معلم شیمی وظیفه است که دوره مختصر تاریخ علم و به ویژه تاریخ شیمی را ورق زند و در مطالب آنها به تعمق بپردازد توجه خاص به یادگیری و پیچیدگی آن مطالب دیگری است که همواره بایستی مورد نظر هر معلم و دانشجو قرار داشته باشد. هر معلم باید بداند

اقدامی بجای و تحولی شایسته به عمل آورند. در این راستا، دانشگاههای تربیت معلم کشور می بایستی نقشی سازنده و فعال ایفا نمایند. دانشگاههای تربیت معلم علاوه بر آنکه مانند دانشگاههای دیگر وظایف مربوط را بعهده دارند، عهده دار وظیفه بسیار سنگین تحقیق و پژوهش در آموزش علوم و سایر معارف نیز می باشند.

بطور کلی تدریس مبتنی بر رعایت هدفهای آموزشی کاری دشوار و سنگین است و کامیابی در آن مستلزم مراعات کردن نکاتی متعدد و ظریف و شرایطی همه جانبه است. نقش معلم در امر تدریس نقشی کلیدی و سرنوشت ساز است. به جرات میتوان گفت پیروزی یا شکست هر نظام آموزشی شدیداً در گرو چگونگی عملکرد معلمان و مدرسان و میزان آگاهی آنان از مسائل مختلف آموزشی است. معلمی میتواند نسبت به وظیفه سنگین و مقدسی که بر دوش دارد به شایستگی از عهده بر آید که بر محتوای مواد و مطالب درسی مسلط باشد، با روشها و فنون تدریس و یادگیری آشنائی کامل داشته باشد، امر یادگیری و پیچیدگی آنرا خوب بشناسد، از هدفهای آموزشی و برنامه ریزیهای آن آگاه باشد، اصول صحیح ارزشیابی و مسائل مربوط دیگر را به خوبی بداند.

همانطور که پیروزی و موفقیت یک ورزشکار در یک مسابقه ورزشی در گرو تسوآمنندی و مهارتهای او است، بسی شک موفقیت و کامیابی یک معلم در کارش هم منوط به تسلط او در مطالب علمی لازم و آگاهی از هدفهای آموزشی و آشنائی او به روشها و فنون تدریس و یادگیری و اصول صحیح ارزشیابی است. هر معلم شیمی بایستی همواره درباره سئوالاتی بشرح زیر به تفکر و تدبیر بپردازد:

- دانش آموزان و دانشجویان چگونه انواع واقعیتها، مفهوما، اصول و کاربردهای شیمی را فرا می گیرند؟  
- چه نوع شیوه های تدریس برای یاد دادن بسرخمی موضوعات ویژه مناسب است؟

- چگونه به بهترین وجه می توان کارهای عملی و فعالیت های نظری را به هم پیوند داد؟



ذکر این نکته ضروری است که یادگیری در حیطه شناختی شامل سطوح متعدد و متوالی یادگیری از ساده به پیچیده است که به صورت یادگیری در سطح حافظه و بازشناسی، در سطح درک و فهم، در سطح کاربرد، تجزیه و تحلیل و خلاقیت و نوع آوری و داوری علمی عنوان می‌شوند [۵، ۶]. یادگیریهای روان-حرکتی و آزمایشگاهی نیز در سطوح متوالی از ساده به پیچیده مختلفی صورت می‌گیرند. بر هر معلم و مدرسی سخت ضروری است که از مسائلی از اینگونه مطلع باشد و با بهره‌گیری از آنها در راه بهبود و بالا بردن کیفیت آموخته‌های دانش‌آموزان و دانشجویان گام بردارد.

برای تاکید گذاشتن بر مطالب بالا به ذکر چند مورد از موارد بسیار زیادی که بارها در کلاس درس با آنها برخورد داشته‌ام می‌پردازم:

- در بحث ترمودینامیکی گاز کامل، برای دانشجویان توضیح می‌دهیم که انرژی درونی (E) و آنتالپی (H) یک مقدار گاز کامل فقط تابع دمای گاز است. حال اگر مطلب را به همین صورت از آنها بپرسیم تقریباً همه آنرا جواب می‌دهند، اما اگر سوالی بدین صورت مطرح کنیم که دو ظرف یکی به حجم ده لیتر و دیگری به حجم صد لیتر که در هر کدام یک مول گاز کامل در دمای ثابت  $0^{\circ}\text{C}$  جای دارد مفروض است، حال با توجه به تساوی  $E = H - PV$  مقایسه آنتالپی این دو گاز چگونه است؟ در آن صورت خواهیم دید که در حدود ۰/۰۵۰ دانشجویان قادر به یافتن پاسخ درست نیستند. لیکن با توضیح بیشتر و اشاره مجدد به اینکه انرژی درونی و آنتالپی گاز کامل به حجم و فشار گاز وابسته نیست اکثرأ به پاسخ درست دست می‌یابند.

- مورد جالب دیگر در مطالعه نظریه جنبشی گاز پیش می‌آید. در آنجا دانشجویان بانمادهای N به عنوان تعداد کل مولکولهای گاز موجود در یک ظرف و dN به

تدریس کند تا دانش‌آموزان و دانشجویانش مطالب درسی را بهتر فراگیرند و در عین حال آموخته‌های آنها با عمق لازم و کیفیت مطلوب همراه شود. شناخت و آگاهی از نظریه‌های یادگیری برای هر معلم و مدرس امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. پیازه ۱ از یادگیری مؤثر و سازنده ۲ و یادگیری سطحی ۳ یاد می‌کند. در یادگیری مؤثر مطالب آموخته شده درباره یک موضوع در ارتباط تنگاتنگ با یکدیگر قرار گرفته و با هم تاثیر متقابل می‌دهند. در واقع از همین تاثیر متقابلها است که راه‌های جدید و داوریهای علمی درست پیدا می‌شود. آشکار است که یادگیریهای آموزشیگاهی موقعی ارزشمند است که به صورت مؤثر و کارآمد در آید. به اعتقاد بلوم ۴ یادگیری وقتی ارزشمند است که به صورت یادگیری در حد تسلط ۵ در آید [۱۷]. گانه ۶ بر این باور است که یادگیری متونی مانند شیمی که با ساختاری مرکب از اجزای متوالی و بهم پیوسته توأم است موقعی معنادار خواهد بود که فراگیرنده هر مفهوم قبلی و با هر مهارت ذهنی را به درستی از پیش کسب کرده باشد. ولی در این رابطه پرسش مشهوری برای معلمانی که در اندیشه طرح درس خود می‌باشند مطرح می‌کند، «آیا فراگیرندگان بسرای برخورد باینک مطلب علمی تازه و یادگیری آن به دانستن چه چیزهایی نیازمندند و برای آن بایستی چه چیزهایی را انجام دهند، (معلومات و مهارتهای پیش‌نیازی) [۴]. دیوید ازوبل ۷ استاد دانشگاه نیویورک نظریه یادگیری معنی‌دار در روانشناسی پرورشی را مطرح می‌کند [۵]. از نظر او یادگیری بامی‌تواند به صورت معنی‌دار و بسا به صورت عادت و طوطی‌وار ۸ باشد. وی تاکید دارد که یادگیریهای آموزشیگاهی بایستی به شکل معنادار در آید. برای این منظور بایستی آموخته‌های جدید پیوند محکمی با ساخت شناختی قبلی فراگیرنده از موضوع برقرار کنند و در جاهای مناسبی از آن قرار گرفته و هم بستگی تنگاتنگی با آن از خود نشان دهند.

۱- Piaget ۲- Operative Learning

۵- Mastery Learning ۶- Gagne

۳- Figurative Learning ۴- Bloom

۷- D-p. Ausubel ۸- Rot Learning



ذکر این نکته ضروری است که یادگیری در حیطه شناختی شامل سطوح متعدد و متوالی یادگیری از ساده به پیچیده است که به صورت یادگیری در سطح حافظه و بازشناسی، در سطح درک و فهم، در سطح کاربرد، تجزیه و تحلیل و خلاقیت و نوسان آوری و داوری علمی عنوان می‌شوند [۵، ۶]. یادگیریهای روان-حرکتی و آزمایشگاهی نیز در سطوح متوالی از ساده به پیچیده مختلفی صورت می‌گیرند. بر هر معلم و مدرسی سخت ضروری است که از مسائلی از اینگونه مطلع باشد و با بهره‌گیری از آنها در راه بهبود و بالا بردن کیفیت آموخته‌های دانش‌آموزان و دانشجویان گام بردارد.

برای تاکید گذاشتن بر مطالب بالا به ذکر چند مورد از موارد بسیار زیادی که بارها در کلاس درس با آنها برخورد داشته‌ام می‌پردازم:

- در بحث ترمودینامیکی گاز کامل، برای دانشجویان توضیح می‌دهیم که انرژی درونی (E) و آنتالپی (H) یک مقدار گاز کامل فقط تابع دمای گاز است. حال اگر مطلب را به همین صورت از آنها پرسیم تقریباً همه آنرا جواب می‌دهند، اما اگر سوالی بدین صورت مطرح کنیم که دو ظرف یکی به حجم ده لیتر و دیگری به حجم صد لیتر که در هر کدام یک مول گاز کامل در دمای ثابت  $0^{\circ}\text{C}$  جای دارد مفروض است، حال با توجه به تساوی  $E = H - PV$  مقایسه آنتالپی این دو گاز چگونه است؟ در آن صورت خواهیم دید که در حدود ۰/۰۵۰ دانشجویان قادر به یافتن پاسخ درست نیستند. لیکن با توضیح بیشتر و اشاره مجدد به اینکه انرژی درونی و آنتالپی گاز کامل به حجم و فشار گاز وابسته نیست اکثرأ به پاسخ درست دست می‌یابند.

- مورد جالب دیگر در مطالعه نظریه جنبشی گاز پیش می‌آید. در آنجا دانشجویان بانمادهای N به عنوان تعداد کل مولکولهای گاز موجود در یک ظرف و dN به

تدریس کند تا دانش‌آموزان و دانشجویانش مطالب درسی را بهتر فراگیرند و در عین حال آموخته‌های آنها با عمق لازم و کیفیت مطلوب همراه شود. شناخت و آگاهی از نظریه‌های یادگیری برای هر معلم و مدرس امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. پیازه ۱ از یادگیری مؤثر و سازنده ۲ و یادگیری سطحی ۳ یاد می‌کند. در یادگیری مؤثر مطالب آموخته شده درباره یک موضوع در ارتباط تنگاتنگ با یکدیگر قرار گرفته و با هم تاثیر متقابل می‌دهند. در واقع از همین تاثیر متقابلها است که راه‌یابیهای جدید و داوریهای علمی درست پیدا می‌شود. آشکار است که یادگیریهای آموزشیگاهی موقعی ارزشمند است که به صورت مؤثر و کارآمد در آید. به اعتقاد بلوم ۴ یادگیری وقتی ارزشمند است که به صورت یادگیری در حد تسلط ۵ در آید [۱۷]. گانه ۶ بر این باور است که یادگیری متونی مانند شیمی که با ساختاری مرکب از اجزای متوالی و بهم پیوسته توأم است موقعی معنادار خواهد بود که فراگیرنده هر مفهوم قبلی و با هر مهارت ذهنی را به درستی از پیش کسب کرده باشد. ولی در این رابطه پرسش مشهوری برای معلمانی که در اندیشه طرح درس خود می‌باشند مطرح می‌کند، «آیا فراگیرندگان برای برخورد با یک مطلب علمی تازه و یادگیری آن به دانستن چه چیزهایی نیازمندند و برای آن بایستی چه چیزهایی را انجام دهند، (معلومات و مهارتهای پیش‌نیازی) [۴]. دیوید ازوبل ۷ استاد دانشگاه نیویورک نظریه یادگیری معنی‌دار در روانشناسی پرورشی را مطرح می‌کند [۵]. از نظر او یادگیری یامی‌تواند به صورت معنی‌دار و بسا به صورت عادت و طوطی‌وار ۸ باشد. وی تاکید دارد که یادگیریهای آموزشیگاهی بایستی به شکل معنادار در آید. برای این منظور بایستی آموخته‌های جدید پیوند محکمی با ساخت شناختی قبلی فراگیرنده از موضوع برقرار کنند و در جاهای مناسبی از آن قرار گرفته و هم بستگی تنگاتنگی با آن از خود نشان دهند.

۱- Piaget ۲- Operative Learning

۵- Mastery Learning ۶- Gagne

۳- Figurative Learning ۴- Bloom

۷- D-p. Ausubel ۸- Rot Learning

عنوان آن تعداد مولکولهای که سرعتشان در حدود يك مقدار مثلاً  $500 \text{ m/s}$  است آشنا می‌شوند. با توجه به آن  $dN/N$  کسری از مولکولهای موجود در ظرف را که سرعتشان در حدود مقدار داده شده است بیان می‌کند. حال اگر از دانشجویان پرسیم که مجموع تمام  $dN/N$  های ممکن یعنی  $\sum dN/N$  با  $\int dN/N$  چه می‌شود، بیشتر آنها به  $\ln N$  اشاره می‌کنند که درست نیست. اما با کاندو کاو بیشتر و جلب توجه دانشجویان به اینکه  $N$  يك مقدار ثابت است و نیز  $\sum dN = N$ ، اکثر دانشجویان به جواب صحیح یعنی  $\frac{\sum dN}{N} = 1$  می‌رسند.

مورد دیگر در ارتباط با واکنشهای مرتبه اول پیش می‌آید. دانشجویان با رابطه  $\ln \frac{[A]^0}{[A]} = kt$  و  $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$  برای واکنشهای مرتبه اول آشنا می‌شوند. حال اگر مسئله‌ای بدین شرح طرح شود که هر گاه زمان لازم برای انجام  $50\%$  از يك واکنش مرتبه اول  $100$  دقیقه باشد،  $75\%$  از آن واکنش در چه مدت زمان انجام خواهد شد، بیشتر دانشجویان برای پیدا کردن جواب از تناسب بستن استفاده می‌کنند که درست نیست. اما موقعی که برای آنها توضیح بیشتری داده می‌شود. که در واکنشهای مرتبه اول بستگی غلظت با زمان خطی نیست، بلکه نمائی است، بیشتر آنها درمی‌یابند که تناسب بستن راه درست پیدا کردن جواب نیست و به دنبال آن با صرف کوشش بیشتر به پاسخ صحیح می‌رسند.

از این موردها و موارد مشابه آنها نتیجه می‌شود که فراگیرندگان در قدم اول مطالب مورد یادگیری را بطور نسبتاً سطحی و ناقص فرامی‌گیرند. برای بالا بردن کیفیت یادگیری آنان می‌بایستی با کوششهای زیاد و طرح سوالات

مناسب و به کارگیری شیوه‌ها و تکنیکهای لازم را و ادار به درک عمیق مطالب درسی نمود مطالب تازه‌ای نیستند و اکثر معلمان و استادان یادگیری و سطوح آن اشراف دارند متوجه نیت از مطرح ساختن آنها یادآوری اهمیت کیفیت آن است. یقیناً همه معلمان و مدرسان خواهان آنند که دانش آموزان و دانشجویان را در سطحی عالی فراگیرند. اما در این میان ضروری آن است که خواستن تنها کافی نیست. تحقق این خواست بایستی از روشها و فنون یادگیری بهره‌جست و زمینه‌های لازم برای یادگیری را فراهم ساخت.

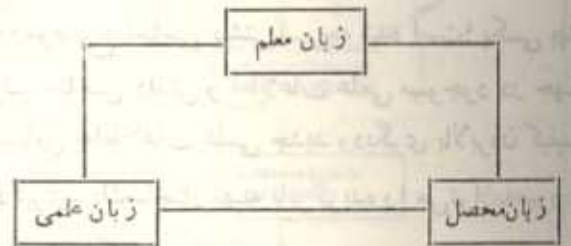
مطلب درسی هر قدر هم که ساده باشد آن برای فراگیرندگان ممکن است دشوار شایسته و دلسوز می‌کوشد تا با زمینه‌سازی لازم یادگیری بکاهد و در عین حال به آن کیفیت مع درخور توجه است که ماهیت علم شیمی که یادگیری آن تا حدی دشوار می‌نماید. برای فراگیرندگان مبتدی آشکارتر است. معلم شیمی می‌بایستی با ایجاد انگیزه قوی در علاقه آنان را نسبت به یادگیری شیمی جلب کاربردهای شیمی در مظاهر مختلف حیات شیمی را جذاب نماید.

هر گاه در تدریس يك موضوع و مطالب خاص مربوط به آن استفاده شود یادگیری آن خواهد شد. هم‌اکنون و هم‌کارانش در این زمینه مکانیک کوانتومی اظهار می‌دارند که «مکانیک که مطالعه و یادگیری مکانیک کلاسیک از آسان‌تر است و علت آنرا هم در آسانی آن است»



لازم برای فهم آن دو می‌دانند. اما بایستی توجه داشت که حقیقت امر چنین نیست و علت آن، آشنائی بیشتر با مسائل و نمودهای مکانیک کلاسیک و زبان علمی مورد استفاده آن می‌باشد. هرگاه به مسائل و مطالب مکانیک کوانتومی هم با دقت و فراغت کامل نگاه کنیم و از زبان علمی خاص آنهم بهره‌گیریم آن نیز به نوبه خود قابل فهم خواهد شد. [۷].

در مقاله‌ای در ارتباط با آموزش ریاضی می‌خوانیم که در آموزش ریاضی سه زبان شرکت دارد، زبان علمی، زبان معلم و زبان محصل [۸].



– زبان علمی شامل مفاهیم علمی مورد نظر و استفاده از واژه‌ها و اصطلاحات و عبارتهای استاندارد برای بیان آنها است.

– زبان محصل مشتمل بر آداب و رسوم و فرهنگ ملی و آموخته‌های قبلی محصل است.

– زبان معلم شامل انتقال و برگردان زبان علمی به محصل است، یعنی معلم مفاهیم علمی را با استفاده از زبان علمی به زبان محصل ترجمه و برمی‌گرداند.

در اینجا اهمیت این نکته آشکار می‌شود که یک معلم موقعی می‌تواند در کارش موفق باشد که از یک طرف بر زبان علمی تسلط کامل داشته باشد و از طرف دیگر زبان محصل را بشناسد تا از آنجا بتواند میان آن دو پل ارتباطی مناسبی را برقرار سازد.

آگاهی معلم از روشها و فنون تدریس و به کارگیری

آنها مسئله مهم دیگری است که ضامن توفیق کار معلم و برنامه‌های آموزشی است. استفاده از روشهای مناسب تدریس و فنون آن، بازدهی کار معلم و کیفیت آن را چندین برابر می‌کند، و به کلاس تحریک و پویائی وصف ناپذیری می‌دهد. امروزه روشها و الگوهای مناسبی برای تدریس شیمی طراحی شده است [۹،۲]. برای هر معلم شیمی و در هر پایه تحصیلی لازم است بسا به کار بردن آنها بر کیفیت تدریس خود بیفزاید و بدینسان سطح یادگیری دانش آموزان و دانشجویان را به درجه مطلوبی برساند.

یکی از روشهای متداول در تدریس شیمی روش تحقیقی یا جستجوگری<sup>۱</sup> است. پیمتال<sup>۲</sup> مراحل اجرایی این روش را به شرح زیر معرفی می‌کند [۱۰]:

الف – مشاهده و توصیف و تشریح از موضوع مورد یادگیری.

ب – تجربه و آزمایش و اندازه‌گیری.

ج – نتیجه‌گیری و مدل سازی.

د – عدم قطعیت و تجربه.

شرح جزئیات این روش طولانی است. علاقه‌مندان برای کسب اطلاعات بیشتر می‌توانند به اصل مقاله مراجعه کنند.

روش مشکل گشائی<sup>۳</sup> به عنوان روش دیگری است که از آن در تدریس شیمی زیاد استفاده می‌شود [۹،۲]. اندیشه‌های بنیادی این روش مورد نقد و بررسی پژوهشگران زیادی قرار گرفته است. گاهی از آن به عنوان روشی برای رسیدن به عالی‌ترین مرتبه ساخت شناختی یاد می‌کنند [۱۱]. آزیول آنرا برای یادگیری اکتسابی مناسب می‌داند [۱۲]. و جاکسون آنرا به منزله پل زدنی بین مشکل یا مسئله علمی و راه حل آن در نظر می‌گیرد [۱۳]. استفاده از این روش از



زمانهای بسیار گذشته رواج داشته است. یقیناً افلاطون یکی از پیشگامانی بوده است که از آن در آموزش سود جسته است.

در روش مشکل گشایی ابتدا فراگیرندگان را بایک مشکل یا مطلب علمی مواجه می کنند و سپس آنان را تشویق به حل آن می نمایند. در این میان معلم مراقبت می کند که فراگیرندگان به نحو درستی به نتیجه گیری و حل مشکل بپردازند. استفاده از روش مشکل گشایی و شبکه های مشکل گشایی در شیمی از طرف اشمورا و همکارانش توصیه شده است [۱۴]. آنان مشکل گشایی را به عنوان پی آمدی از کاربرد معلومات علمی و روشها در ارتباط بایک مشکل یا مطلب ناشناخته علمی تعریف کرده اند و چهار مرحله زیر برای آن را در نظر گرفته اند:

(الف) - تعریف مشکل یا تشخیص مسئله

(ب) - انتخاب و به کار گیری اطلاعات علمی مناسب

(ج) - برقراری پیوند میان اجزاء اطلاعاتی جدا

از هم، طبقه بندی داده های حاصل و کشف نظام یا مدل

(د) - اجرا و ارزشیابی نظام و راه حل پیشنهادی

این پژوهشگران معتقدند موفقیت این روش سخت در گرو از تباطهائی است که بین يك دسته اطلاعات قوی شیمیائی مربوط به موضوع و يك دسته اطلاعات خوب از استراتژیها و تاکتیکهای مربوط به روش برقرار می شود؛ و در این میان ایمان و اعتقاد بدان نیز در موثر بودنش سهم بزرگی داراست. برای آگاهی از جزئیات این روش بهتر است به مراجع داده شده مراجعه شود.

روش در نظر گرفتن ساختار برای دانش شیمیائی<sup>۳</sup> یکی دیگر از روشهائی است که در تدریس شیمی به کار می رود. در این نظریه اعتقاد آن است که بایستی موضوعات و مواد مربوط به يك دانش مورد نظریک پیکره یا ساختمان یا سازمان مشخصی را تشکیل دهند؛ بطوری که هر موضوع یا ماده

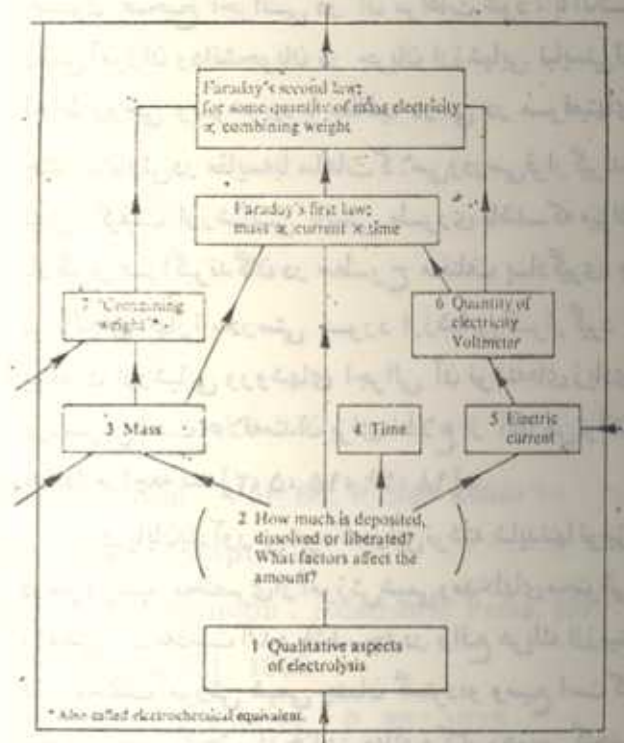
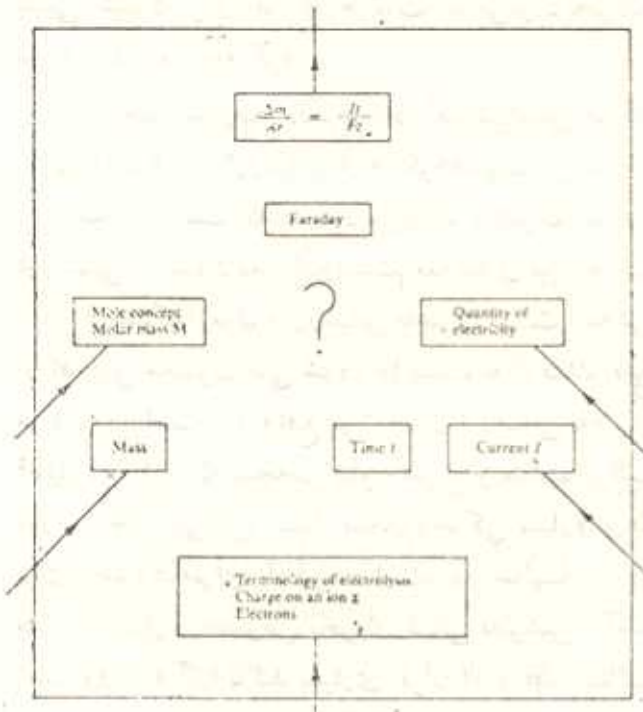
فراگرفتنی در محل خاصی از آن جای گیرد و محکمی برقرار کند.

برخی از پژوهندگان از ویل را به خاطر ادعایش که سازمان و تشکیلات دادن به هر د یادگیری آنرا آسان کرده و باعث بهتر به خاطر ضمیر می شود، بنیان گذار این روش را می دانند. برخی دیگر بلوم را به خاطر طبقه بندی از اهداف آموزشی، مبتکر اولیه این راه و روش می آورند [۲]. در هر حال در سالهای اخیر تمام در ساختاری کردن دانش شیمی افزایش یافته به دو موضوع اساسی بیشتر توجه شده است مرتب ساختن دانش و اطلاعات علمی موجود دستیابی به اطلاعات علمی جدید و دیگری یادگیری. يك ساختار بهینه یا برگزیده را می توان زیر تعریف کرد:

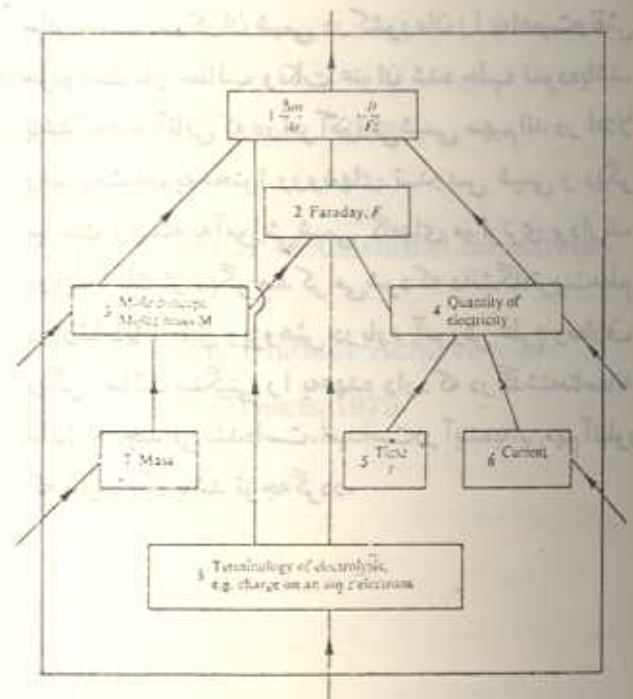
- تشکیل يك پیکره شناختی بزرگتر از معلومات و دانشهای جزئی تر که در خود دارا باشد:

الف - ساده و روشن کردن اطلاعات شده. ب - رسیدن به اطلاعات جدید. ج - افزایش قابلیت به کار گیری و شناختی.

قابل ذکر است که انتخاب يك ساختار فرهنگی و استعداد فراگیرندگان تناسب کار از همین نظر بهترین ساختار در هر مورد خواهد بود. فرازر<sup>۲</sup> برای تدریس قوا از مطابق روش بالا ارائه داشته است که آموزنده است [۲]. به نمودارهای ارائه شده



شناخت از روی الگویک روش دیگر یادگیری است [۲]. در این روش مجموعه‌ای از واقعیت‌های علمی و همبستگی‌های آنها در الگوی مناسبی خلاصه می‌شود که توسط آن، یادگیری آن واقعیتها و ارتباط آنها بسیار آسانتر می‌شود. برای مثال جدول دوره‌ای به‌عنوان الگویی از واقعیت‌های علمی زیادی درباره عناصر و ارتباط آنها با یکدیگر است. وقتی این واقعیتها و بستگی‌هایشان از روی جدول تدریس می‌شود یادگیری آنها بسیار آسانتر صورت می‌گیرد و دسترسی به معلومات جدید فراهم می‌گردد. امروزه واقعیتها و داده‌های علم شیمی آنچنان بی‌شمارند که یادگیری جدا جدا آنها تقریباً ناممکن است. از همین رو بایستی سیستم‌هایی از یادگیری برای فراگرفتن آنها ابداع شود. شناخت و یادگیری از روی الگوی طرح



۱- Pattern Recognition

۲- پدیده انفجار علمی



یکی از روشهای مناسب برای یادگیری مباحث مختلف شیمی است که برای اطلاع از جزئیات آن می توان به مرجع مورد اشاره مراجعه کرد.

مبحث بسیار مهم دیگری که در آموزش شیمی جایگاه خاصی دارد کیفیت ارزشیابی از فراگرفته های دانش آموزان و دانشجویان است که آن خود می تواند به عنوان نوعی ارزشیابی از عملکرد معلمان و سیستم مدرسه ای نیز به حساب آید. هر چند که آزمون و ارزشیابی به عنوان قسمت یا بخشی از تدریس محسوب نمی شود، اما نسبت به آن یک نقش مرکزی دارد و در واقع می توان از ارزشیابی به عنوان فعالیتی یاد کرد که نتیجه اش بطور سریع و مستقیم بر قلب تدریس جای می گیرد. یقیناً امتحان محرک بی بسیار قوی هم برای معلم و همه برای یادگیرنده است. در سالهای اخیر مطالب زیادی در خصوص نحوه ارزشیابی به نوشتن در آمده است و در همه آنها تاکید بسیاری بر ادراک و فهم مطالب شیمی شده است و نه حفظ کردن آنها. در برخی از این نوشته ها آمده است که نقش مدرسه به جای آنکه انتخاب و طبقه بندی باشد، بایستی به دانش آموزان این فرصت و باری دهد تا آنها بتوانند از نظر تحصیلی پیشرفت کرده و رشد همه جانبه ای را پیدا نمایند و هر دانشجو با اتکال بر قدرت خلاقه و استعداد های خود به جستجو و پژوهشهای لازم بپردازد و به نوآوریها و داوریهای علمی لازم دست یازد. در واقع هدف یادگیری علمی به حافظه سپردن و تکرار قوانین و واقعیتهای علمی نیست، زیرا تکرار و شناخت معمرفی یک قانون بایک حقیقت بیش از نیمی از آن قانون با حقیقت را همراه ندارد و شناخت کامل آن موقعی دست می دهد که هر کس خود شخصاً آنرا کشف نماید (کشف دوباره). ارزشیابی بایستی جامع بوده، در آن

به هدفهای آموزشی و سطوح یادگیری توجه اصول صحیح اجرایی در آن مراعات دانش آموزان و دانشجویان در جریان ارزشیابی و روحی و برخورد با مطالب درسی چندان متفاوتی در مقایسه با ساعات کلاسی و لیکن کیفیت ارزشیابی بایستی بطوری یادگیری فراگیرندگان در سطوح مختلف توانائیهای آنها را به درستی مورد ارزشیابی و پیروان ارزشیابی و روشهای اجرایی آن در دسترس است، علاقه مندان برای اطلاع بدانها مراجعه کنند [۲، ۵، ۱۵، ۱۶، ۱۸]. در پایان یاد آور می شود که در این نوشتن در معرفی بسیار مختصری از آموزش شیمی و روشی آن به دست آمده باشد. چه در واقع های مختلف آموزش شیمی چنان گسترده نقد و بررسی آن حتی در چندین مقاله و کتاب امید است این نوشته نظر کلیه استادان، دبیران سایر دست اندرکاران شیمی در کشورمان را سرفروشت ساز مطالب و نکات عنوان شده باشد که همه آنانی که در امر آموزش شیمی و غنا بخشیدن به محتوا و روشهای تدریس مباحث وابسته به آموزش شیمی گامهای مهمی در اینجا یک بار دیگر متذکر می شود که در ارتباط با تحقیق و پژوهش درباره آموزش دیگر رسالت سنگینی را به عهده دارد بدان توجه چندانی نشده است. امید است در این نوشتن که شایسته آن باشد توجه گردد.

## مراجع

- 1- Keith J. Laidler . Journal of Chemical Education . Vol. 65, P- 540 1988.
- 2- Teaching School Chemistry . Unesco 1984 . Chapter 2.
- 3- J. R. Partington. History of Chemistry. Vol. I. London . Academic Press, 1977.
- 4- R.M. Gagne . Educational Psychologist. Vol 6, P.1, 1968 .
- 7- V. Fried, H.F. Hamerka . U. Blukis . Physical Chemistry . P. 287 1975.
- 10 - G.C. Pimentel. In A. Kornhauser (ed) .Chemical Education in the Coming Decades. Unesco - DDU Univerzum. 1979.
- 11- R.M. Gagne. The Conditions of Learning, 1970 .
- 12- D.P. Ausubel. Educational Psychology Cognitive View. 1968.
- 13- K.F. Jackson . Th Art of Solving Problems, 1975.
- 14- A.D. Ashmore, M.J. Frazer and R.J. Casey . Journal of Chemical Education . Vol. 56, P.377 1979.
- 15- T.A. Ashford . Improved Techniques of Assessing Student Achievement. New Trends in Chemistry Teaching. Vol. IV, Paris. Unesco, 1975.





## مراجع

- 1- Keith J. Laidler . Journal of Chemical Education . Vol. 65, P- 540- 1988.
- 2- Teaching School Chemistry . Unesco 1984 . Chapter 2.
- 3- J. R. Partington. History of Chemistry. Vol. I. London . Academic Press. 1977.
- 4- R.M. Gagne . Educational Psychologist, Vol. 6. P.I, 1968 .
- 7- V. Fried, H.F. Hamka . U. Blukis . Physical Chemistry , P. 287 1975.
- 10 - G.C. Pimentel. In A. Kornhauser (ed) .Chemical Education in the Coming Decades, Unesco - DDU Univerzum. 1979.
- 11- R.M. Gagne, The Cconditons of Learning, 1970 .
- 12- D.P' Ausubel, Educational Psychology Cognitive View, 1968.
- 13- K.F. Jackson . Th Art of Solving Problems, 1975.
- 14- A.D. Ashmore, M.J' Frazer and R.J. Casey , Journal of Chemical Education . Vol, 56, P-377 1979.
- 15- T.A. Ashford , Improved Techniques of Assessing Student Achievement. New Trends in Chemistry Teaching, Vol. IV, Paris. Unesco, 1975.



## مراجع فارسی:

- ۵- مرتضی خلخالی، رشد تکنولوژی آموزشی، شماره ۷، ۱۳۶۷ و رشد آموزش شیمی شماره ۱۹۱۰.
- ۶- کک، مهربان، رشد آموزش شیمی، شماره ۱، ۱۳۶۳.
- ۸- غلامرضا دانش نارویی، مجله دانشکده علوم دانشگاه تربیت معلم، شماره ۲، ۱۳۵۶.
- ۹- مرتضی خلخالی، الگوهای تدریس شیمی، از انتشارات مرکز نشر دانشگاهی ۱۳۶۲.
- ۱۶- شماره‌های ۱ الی ۷ رشد تکنولوژی آموزشی.
- ۱۷- بنجامین بلوم، ویژگیهای آدمی و یادگیری آموزشی، ۱۹۸۲، ترجمه دکتر علی اکبر سیاحی، مرکز نشر دانشگاهی.
- ۱۸- ابراهیم کظیمی، راهنمای ارزشیابی تکوینی و ارزشیابی مجموعی، ۱۳۵۵، از انتشارات دانش