



## 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>۲</sup> که شامل نظریه ها و استراتژیها در آموزش شیمی است با فنون تدریس و یادگیری<sup>۳</sup> که شامل کاربرد آن نظریه ها و رسیدن به مهارتهای تدریس و یادگیری است، یکی گرفته می شود و گاه هر دوی آنها با شکلهای مختلف آموزش<sup>۴</sup> مانند تدریس کلاسی، آموزش فردی (فردمندی) و کارگروهی و... درهم آمیخته می شود. دلیل در کار نبودن يك 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 یکپارخت و همگانی واژه ها، اصطلاحات و عنوانها در مطالعات علمی و آموزشی اهمیت بسزائی دارد. پروفیسور لدلر<sup>۵</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 يك دید کلی، آموزش شیمی در مجموع می تواند شامل مباحث کلی زیر و پژوهش و مطالعه و گسترش در هر يك از آنها باشد:

الف - هدفهای آموزش شیمی در ارتباط با فکر انسانی، نیکیبختی 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 کارمندان، 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 آنرا 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 کارگیری یکنواخت لغات و اصطلاحات در نوشته های علمی چنین می نویسد [۱]:

«امروزه در کاربرد لغات و کلمات به حکم ضرورت بایستی از شیوه ای 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 باهم توافق داشته باشند. علاوه بر آن، همانطور که باور همه ماملمان 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 غیردقیق 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 درباره 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 جمله لاتی 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 chemical education معادل است از teaching chemistry معادل نمی باشد 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... داشت. بدون شک پیروزی و موفقیت هر نظریه 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 علم 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 مهارت های ضروری برای 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 تسویه 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.

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

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 توانمندی 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، مفهومها، اصول و کاربردهای شیمی را فرا می گیرند؟  
- چه نوع شیوه‌های تدریس برای یاد دادن برخی موضوعات ویژه مناسب است؟

- چگونه به بهترین وجه می‌توان کارهای عملی و فعالیت‌های نظری را به هم پیوند داد؟

- چگونه می‌توان یادگیری شیمی را مطلوب تر ساخت؟

- چگونه می‌توان دانش آموزان کند ذهن را واداشت؟

- چگونه می‌توان مطالب نظری شیمی را با آن پیوند داد و سپس آن دو را در ارتباط با قرارداد؟

- چگونه می‌توان به یادگیری دانش دانشجویان عمق بیشتر بخشید و آموخته‌های آنها ساخت؟

- چگونه می‌توان ارتباط تنگاتنگ علم علوم دیگر از قبیل فیزیک، ریاضی و ... را آش

- آیا ویژگیها و عملکرد یک معلم خوب

- آیا مفهوم این گفته پرمعنی که یک معلم به

واقعیتها و حقیقتها اکتفا می‌کند اما یک معلم خوب

ورسیدن به واقعیتها و حقیقتها را تدریس می‌کند

- 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

و چگونگی سیر تحول و تکامل آن نیز با خبر

که علم از گذشته‌های بسیار دور چگونه در

فراز و نشیبهای زیادی گذشته و چگونه به

برخورد کرده تا به تدریج به سطح پیشرفته ام

است. در این رهگذر برای هر معلم شیمی

یک دوره مختصر تاریخ علم و به ویژه تاریخ

شیمی را ورق زند و در مطالب آنها به تعمق

توجه خاص به یادگیری و پیچیدگی آن

دیگری است که همواره بایستی مورد نظر

و دلسوز قرار داشته باشد. هر معلم باید بداند

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 نسوع آوری و داوری علمی عنوان می شوند [۵، ۶]. یادگیریهای روان-حرکتی و آزمایشگاهی نیز در سطوح متوالی از ساده به پیچیده مختلفی صورت می گیرند. بر هر معلم و مدرسی سخت ضروری است که از مسائلی از اینگونه مطلع باشد و بآبهره گیری از آنها در راه بهبود و بالا بردن کیفیت آموخته های دانش آموزان 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 داشته ام می پردازم:

- در بحث ترمودینامیکی گاز کامل، برای دانشجویان توضیح می دهیم 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 می دهند، 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 ۰/۵۰ 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 اکثر آنها به پاسخ درست دست می یابند.

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

تدریس کند تا دانش آموزان و دانشجویانش مطالب درسی را بهتر فراگیرند و در عین حال آموخته های آنها با عمق لازم و کیفیت مطلوب همراه شود. شناخت و آگاهی از نظریه های یادگیری برای هر معلم و مدرس امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. پیاژه<sup>۱</sup> از یادگیری مؤثر و سازنده<sup>۲</sup> و یادگیری سطحی<sup>۳</sup> یاد می کند. در یادگیری مؤثر مطالب آموخته شده درباره یک موضوع در ارتباط تنگاتنگ با یکدیگر قرار گرفته و باهم تاثیر متقابل می دهند. در واقع از همین تاثیر متقابلها است که راهیابیهای جدید و داوریهای علمی درست پیدامی شود. آشکار است که یادگیریهای آموزشیگاهی موقعی ارزشمند است که به صورت مؤثر و کارآمد در آید. به اعتقاد بلوم<sup>۴</sup> یادگیری وقتی ارزشمند است که به صورت یادگیری در حد تسلط<sup>۵</sup> در آید [۱۷]. گانه<sup>۶</sup> 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 بآهر مهارت ذهنی را به درستی از پیش کسب کرده باشد. ولی در این رابطه پرسش مشهوری برای معلمانی که در اندیشه طرح درس خود می باشند مطرح می کند، «آیا فراگیرندگان برای برخورد بایک مطلب علمی تازه و یادگیری آن به دانستن چه چیزهایی نیازمندند و برای آن بایستی چه چیزهایی را انجام دهند، (معلومات و مهارتهای پیش نیازی) [۴]. دیوید ازوبل<sup>۷</sup> استاد دانشگاه نیویورک نظریه یادگیری معنی دار در روانشناسی پرورشی را مطرح می کند [۵]. از نظر او یادگیری بایستی نتواند به صورت معنی دار و یا به صورت عادت و طوطی وار<sup>۸</sup> باشد. وی تاکید دارد که یادگیریهای آموزشیگاهی بایستی به شکل معنادار در آید. برای این منظور بایستی آموخته های 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 نسوع آوری و داوری علمی عنوان می شوند [۵، ۶]. یادگیریهای روان-حرکتی و آزمایشگاهی نیز در سطوح متوالی از ساده به پیچیده مختلفی صورت می گیرند. بر هر معلم و مدرسی سخت ضروری است که از مسائلی از اینگونه مطلع باشد و بآنها راه را بهبود و بالا بردن کیفیت آموخته های دانش آموزان 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 داشته ام می پردازم:

- در بحث ترمودینامیکی گاز کامل، برای دانشجویان توضیح می دهیم 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 آنها جواب می دهند، 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  $25^{\circ}\text{C}$  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 ۰/۵۰ 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 اکثر آنها به پاسخ درست دست می یابند.

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

تدریس کند تا دانش آموزان و دانشجویانش مطالب درسی را بهتر فراگیرند و در عین حال آموخته های آنها با عمق لازم و کیفیت مطلوب همراه شود. شناخت و آگاهی از نظریه های 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 می کند. در یادگیری مؤثر مطالب آموخته شده درباره یک موضوع در ارتباط تنگاتنگ با یکدیگر قرار گرفته و باهم تاثیر متقابل می دهند. در واقع از همین تاثیر متقابلها است که راهیابیهای جدید و داوریهای علمی درست پیدا می شود. 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 به هم پیوسته توأم است موقعی معنادار خواهد بود که فراگیرنده هر مفهوم قبلی و یا هر مهارت ذهنی را به درستی از پیش کسب کرده باشد. ولی در این رابطه پرشش مشهوری برای معلمانی که در اندیشه طرح درس خود می باشند مطرح می کند، «آیا فراگیرندگان برای 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 پیش نیازی) [۴]. دیوید ازوبل ۷ استاد دانشگاه نیویورک نظریه یادگیری معنی دار در روانشناسی پرورشی را مطرح می کند [۵]. از نظر او یادگیری یامی تواند به صورت معنی دار و یا به صورت عادت و طوطی وار ۸ باشد. وی تاکید دارد که یادگیریهای آموزشیگاهی بایستی به شکل معنادار در آید. برای این منظور بایستی آموخته های 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 می شوند. با توجه به آن  $dN/N$  کسری از مولکولهای موجود در ظرف را که سرعتشان در حدود مقدار داده شده است بیان می کند. حال اگر از دانشجویان پرسیم که مجموع تمام  $dN/N$  های ممکن یعنی  $\sum dN/N$  با  $\int dN/N$  چه می شود، بیشتر آنها به  $\ln N$  اشاره می کنند 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  $\frac{\sum dN}{N} = 1$  می رسند.

مورد دیگر در ارتباط با واکنشهای مرتبه اول پیش می آید. دانشجویان با رابطه  $k_1 = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \ln \frac{[A]^0}{[A]}$  و  $t_{1/2}$  برای واکنشهای مرتبه اول آشنا می شوند. حال اگر مسئله ای 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 می کنند که درست نیست. اما موقعی که برای آنها توضیح بیشتری داده می شود. که در واکنشهای مرتبه اول بستگی غلظت بازمان خطی نیست، بلکه نمائی است، بیشتر آنها درمی یابند که تناسب بستن راه درست پیدا کردن جواب نیست و به دنبال آن با صرف کوشش بیشتر به پاسخ صحیح می رسند.

از این موارد و موارد مشابه آنها نتیجه می شود که فراگیرندگان در قدم اول مطالب مورد یادگیری را بطور نسبتاً سطحی و ناقص فرامی گیرند. برای بالا بردن کیفیت یادگیری آنان می بایستی با کوششهای زیاد و طرح سوالات

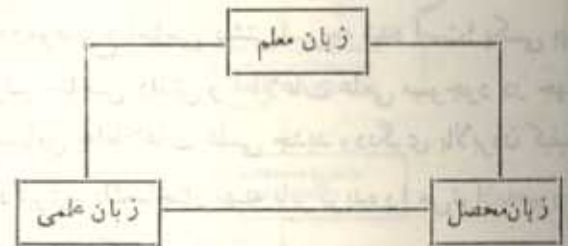
مناسب و به کارگیری شیوه ها و تکنیکهای لازم را و ادار به درك عمیق مطالب درسی نمود مطالب تازه ای نیستند و اکثر معلمان و استادانی یادگیری و سطوح آن اشراف دارند متوجه نیت از مطرح ساختن آنها یادآوری اهمیت کیفیت آن است. یقیناً همه معلمان و مدرسان خواهان آنند که دانش آموزان و دانشجویان را در سطحی عالی فراگیرند. اما در این میان ضروری آن است که خواستن تنها کافی نیست. تحقق این خواست بایستی از روشها و فنون یادگیری بهره جست و زمینه های لازم برای یادگیری را فراهم ساخت.

مطلب درسی هر قدر هم که ساده باشد آن برای فراگیرندگان ممکن است دشوار شایسته و دلسوز می کوشد تا با زمینه سازی لازم یادگیری بکاهد و در عین حال به آن کیفیت مع درخور توجه است که ماهیت علم شیمی که یادگیری آن تاحدی دشوار می نماید. برای فراگیرندگان مبتدی آشکارتر است. معلم شیمی می بایستی 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 مطلب خاص مربوط به آن استفاده شود یادگیری آن خواهد شد. هماکا' و همکارانش در تدریس آن مکانیک کوانتومی اظهار می دارند که «عده ای که مطالعه و یادگیری مکانیک کلاسیک از آسان تر است و علت آنرا هم در آسانی آن

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 ازواژه‌ها 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 دوپل 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 تحرك 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. پیمنتال<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 آنها برای یادگیری اکتسابی مناسب می‌داند [۱۲]. و جاکسون آنها را 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.

دروش 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 کارگیری 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 ارتباطی 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 روشهایی 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

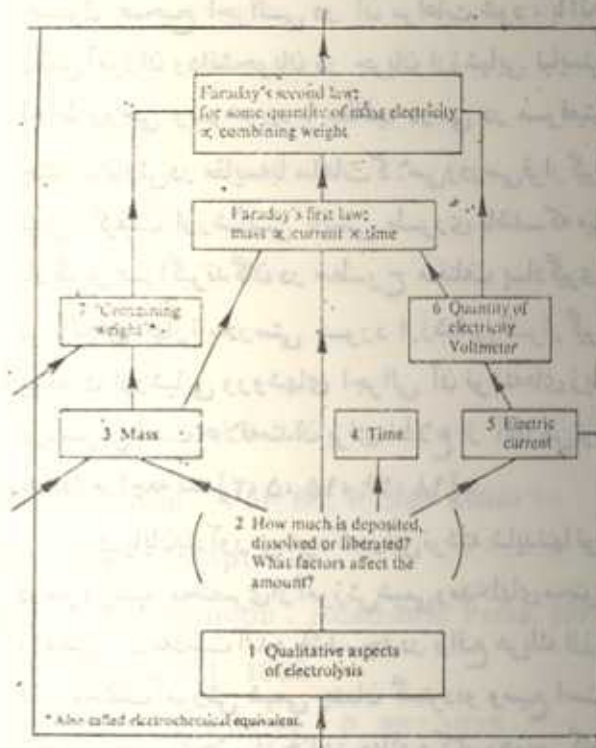
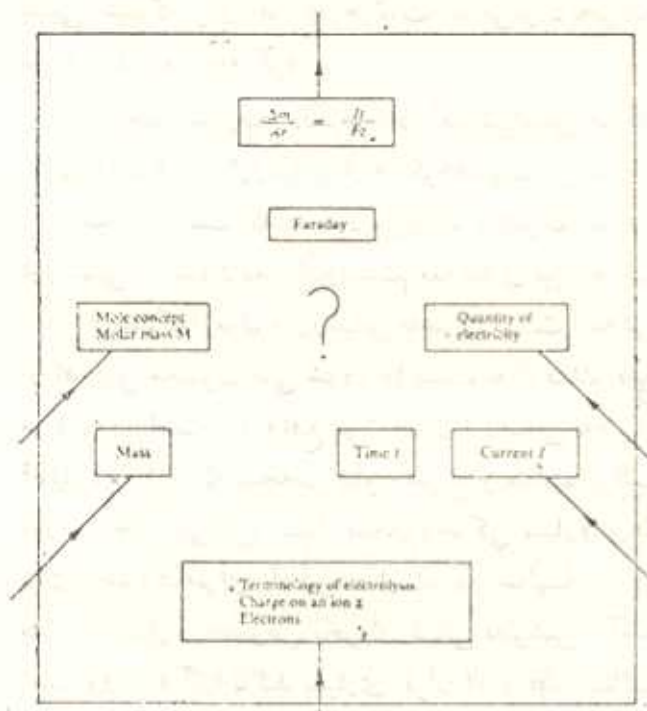
فراگرفتنی در محل خاصی از آن جای گیرد و محکمی برقرار کند.

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:

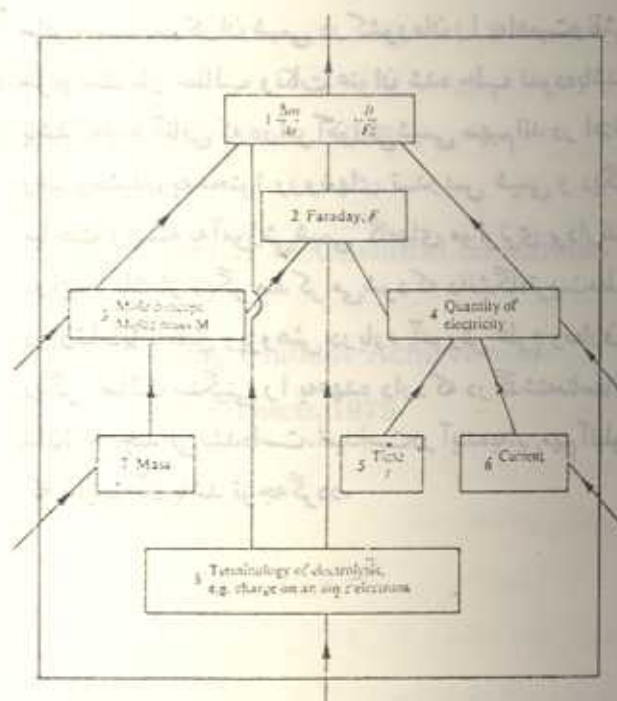
- تشکیل يك پیکره شناختی بزرگتر از معلومات و دانشهای جزئی تر که در خود دارا باشد:

- الف - ساده و روشن کردن اطلاعات شده. ب - رسیدن به اطلاعات جدید.
- ج - افزایش قابلیت به کارگیری 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 قوازه مطابق روش بالا ارائه داشته است که آموزنده است [۲]. به نمودارهای ارائه شده



شناخت از روی الگویک ۱ 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 به عنوان 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 از هم 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 يك نقش مرکزی داراست 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 محرکی 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 خلاق 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 واقعیهای علمی نیست، زیرا تکرار و شناخت معمولى يك قانون بایك 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 روحی و سرخورد 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 پیرامون 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 نوشتار 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 سرنوشت 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 يك بار دیگر متذکر می شود که در ارتباط با تحقیق و پژوهش در باره آموزش دیگر رسالت سنگینی را به عهده دارد و بدان توجه چندانی نشده است. امید است در آینده 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. 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, The 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- شماره های ۱ الی ۷ رشد تکنولوژی آموزشی.
- ۱۷- بنجامین بلوم، ویژگیهای آدمی و یادگیری آموزشگاهی، ۱۹۸۲، ترجمه دکتر علی اکبر سیاحی، مرکز نشر دانشگاهی.
- ۱۸- ابراهیم کظیمی، راهنمای ارزشیابی تکوینی و ارزشیابی مجموعی، ۱۳۵۵، از انتشارات دانش