مقاله مروری

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

پژوهش در آموزش شیمی

مقالات منتشر شده در چهارمین همایش ملی آموزش شیمی ایران

http://chemedu.cfu.ac.ir

مروری برنظریه های اهداف شناختی در آموزش شیمی

سارا باصری*

[1]دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش شیمی، دانشگاه فرهنگیان، پردیس شهید شرافت، تهران، ایران

*Sarabaseri72@gmail.com

چکیده:

از شیمی به عنوان یک دانش بنیادی یاد می‌شود؛ زیرا که مفاهیم آن درک سایر زمینه‌های علمی چه در سطح پایه و چه در سطح کاربردی را میسر می‌کند. از اینرو شیمی علمی گسترده است که هم دربرگیرنده ی مباحث مفهومی و هم مباحث محاسباتی است، همین موضوع سبب تمایز آموزش آن با سایر علوم است . در فرآیند آموزش و ارزشیابی شیمی باید به تمام سطوح شناختی متناسب با آن توجه کرد. این موضوع سالها توسط محققان این رشته مورد بحث و پژوهش قرار گرفته است. امروزه در طبقه بندی اهداف شناختی عمدتا طبقه بندی بلوم شناخته شده است و طبقه بندی منحصر به علم شیمی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در این پژوهش با استناد به منابع معتبر، به صورت مروری نظریات متعددی در طبقه بندی اهداف شناختی منحصر به علم شیمی معرفی شده و اهداف و حیطه های شناختی این طبقه بندی ها شرح داده شده است . نتایج این پژوهش نشان می دهد که میتوان با استفاده از اهداف شناختی منحصر به علم شیمی تا حد زیادی آن را بصورت مفهومی و کاربردی آموزش داد و فرآیند ارزشیابی را به منظور یادگیری بکار برد.

کلیدواژه‌ها: ارزشیابی، آموزش شیمی ، اهداف شناختی

مقدّمه

اصول اصلی در فرآیند آموزش، برنامه ی درسی است. تقریبا همه ی صاحب نظران در مورد چهار عنصر: محتوا، روش و ارزشیابی در عناصر برنامه ی درسی اتفاق نظر دارند. ارزشیابی یکی از مهم ترین و حساس ترین مولّفه های برنامه ی درسی است و تنها از طریق ارزشیابی از مراحل مختلف برنامه ریزی درسی میتوان کارایی و اثربخشی یک برنامه را افزایش داد و نظامی برای بهبود مستمر برنامه های درسی مدارس طراحی نمود.

در فرآیند ارزشیابی و طراحی سوالات استاندارد و تعیین اهداف شناختی، معلمان معمولا از طبقه بندی بلوم استفاده می کنند که حیطه ی سطوح ارزشیابی را از دانش تا خلق و یا قضاوت یک مفهوم طبقه بندی می کند. و یا نسخه اصلاح شده از طبقه بندی بلوم[۱] که نتایج یادگیری را به صورت سلسله مراتبی در طول دو بعد تعامل، بعد دانش و بعد فرآیند شناختی ارائه می دهد که از دانش تا ارزیابی سطوح متفاوتی را معرفی می کند. شیمی به عنوان دانش گسترده ای که هم از بعد مفهومی و هم از بعد محاسباتی تشکیل شده است نیاز به نگرش دقیق تر و موشکافانه ای در ارزشیابی دارد. برای مثال در سوالات استوکیومتری طبقه بندی دقیقی از حیطه ی سوال در طبقه بندی بلوم در نظر گرفته نشده است. این موضوع سال های زیادی توسط محققان برجسته ای نظیر زولر و نخله و ... مورد بحث قرار گرفت. هدف از این تحقیقات رسیدن به مراتب بالای سطوح اهداف شناختی بود.

محققان عقیده دارند که ویژگی روش تدریس و آزمایش شیمی و ارزشیابی مدارس در سراسر جهان این است که بر چگونگی به دست آوردن پاسخ صحیح از راه کمی تاکید می کند و دانش آموز به یادگیری معنادار دست نمی یابد؛ (سانابریا [۲]و دیگران، ۲۰۱۰، ص.۲۱۳) به بیان دیگر اغلب بر روی قوانین و دستورالعمل ها یا مسائل جبری تاکید می شود و تبحر یک دانش آموز در علم شیمی حل مسائل محاسباتی پیچیده است و به سوالات مفهومی در علم شیمی اهمیتی داده نمی شود. از طرفی اگر یادگیرنده یا یاددهنده، هدف دقیق و شفافی از آموزش نداشته باشد، یادگیری او دستاورد مشخصی نخواهد داشت. باید در نظر داشت که فرآیند یادگیری گاهی منجر به ساخت طرحواره یا الگوریتم هایی می شود، سپس از این طرحواره برای ارائه راه حل برای انواع سوالات مشابه استفاده می شود. (اسمیت[۳]و دیگران، ۲۰۱۰، ص.۱۴۸) مانند طرحواره هایی که در پاسخ به سوالات استوکیومتری مورد استفاده قرار می گیرد. به عنوان مثال در پاسخ به اینگونه سوالات دانش آموز از یک سیر منطقی و حفظ شده تبعیت کرده و رسیدن به پاسخ درست، موفقیت وی در یادگیری علم شیمی به شمار می رود. در فرآیند ارزشیابی در استوکیومتری هیچ گاه این پرسش مطرح نمی شود که چرا از قوانین استوکیومتری استفاده می شود؟ فایده ی استفاده از تبدیلات مول به جرم یا برعکس

---

[۱] نظریه اندرسون و کراواتول

[2] David Sanabria

[3] Christopher Smith

چیست؟ و این پرسش مطرح است که آیا دانش آموز در واقعیت میتواند به پرسش هایی که قبلا در کلاس پاسخ داده نشده و برای او نا آشناست پاسخ دهد؟

به بیان دیگر آیا می تواند از علم شیمی در زندگی روزمره ی خود و یا در جامعه استفاده کند؟ بنابراین هدف از آموزش شیمی صرفا حفظ مطالب علمی و یا حفظ استدلال یا دستورالعمل های محاسباتی برای حل یک مسئله نیست بلکه افزایش توانایی دانش آموزان برای تفکر انتقادی و استدلال مطالب علمی است به بیان دیگر دانش آموز باید درک مفهومی و عمیقی از علم شیمی پیدا کند. (زولر[1] و دیگران، ۱۹۹۵، ص.۹۸۹)

هدف و پیشینه پژوهش

از دیرباز ارزشیابی با یادگیری ارتباط تنگاتنگی داشته و تعیین اهداف شناختی در ارزشیابی مورد توجه محققان قرار گرفته بوده است. شیمی به عنوان علمی جامع و دارای سطوح شناختی منحصر به این علم مورد توجه محققان این رشته قرار گرفت. مهم ترین و اولین نظریه ی طبقه بندی سطوح شناختی علم شیمی مربوط به زولر در سال ۱۹۹۵ بود. از آن زمان دانشمندان زیادی با توجه به نظریه ی او الگوهای متفاوتی از این طبقه بندی ها را ارائه کردند. در این مقاله سعی شده است که با معرفی نظریه های محققان در زمینه ی طبقه بندی اهداف شناختی منحصر به علم شیمی گامی در جهت رسیدن به اهداف عالی در برنامه ی درسی شیمی برداشته شود. بدیهی است که هرچه روش ارزشیابی ما دقیق تر باشد برکیفیت یادگیری دانش آموز تاثیر بیشتر و عمیق تری خواهد گذاشت.

روش پژوهش

این پژوهش، به شیوه های تحقیق توصیفی یا غیرآزمایشگاهی با جستجوی کلید واژه های مرتبط در پایگاه های علمی مختلف انجام شده است. به دلیل فقدان مقالات فارسی راجع به این موضوع، بیشتر منابع این پژوهش لاتین است. لازم به ذکر است که در منابع دیگر الگوهای بیشتری ذکر شده، که جامع ترین آنها به صورت مروری در این مقاله جداسازی و گردآوری شد.

همچنین با بررسی سوالات امتحان نهایی خرداد ماه سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ رشته تجربی، به بررسی سطوح شناختی این سوالات، -به عنوان نمونه ای از سوالات شیمی استاندارد در ایران- پرداخته شده است[2].

یافته های پژوهش

الگوهای اهداف شناختی با توجه به پیشرفت بشری روز به روز تغییر و تحول می یابند تا پاسخگوی نیاز های علمی جامعه باشند؛ اما موضوعی که همواره پابرجاست این است که در فرآیند آموزش و ارزشیابی بر تربیت فردی دارای سواد علمی و خلاق تاکید می شود. امروزه با پیشرفت علم و فناوری

[1] Uri Zoller

[2] باتوجه به نظریه نخله و اسمیت

این نیاز بیشتر احساس شده و در همه ی علوم به خصوص در زمینه ی علوم پایه، شرایط ایجاب می کند که همه ی توانایی های شناختی و شخصیتی دانش آموز رشد کرده و فراگیران به سطوح بالای اهداف شناختی دست یابند. بنابراین عنصر اساسی در آموزش وجود یک طبقه بندی مناسب از اهداف شناختی است. به جهت بهره مندی از نظریات اندیشمندان، طبقه بندی اهداف شناختی با توجه به نام محققان به شرح زیر دسته بندی شده است:

۱-طبقه بندی اهداف شناختی به روش زولر

زولر به عنوان یکی از اولین صاحب نظران، اهداف شناختی درس شیمی را به چهار دسته کلی تقسیم کرد:

دسته اول LOCS [۱] مهارت های شناختی درجه پایین : سوالاتی که پاسخ آنها حفظی است. برای مثال سوالاتی که در حیطه دانش بلوم طبقه بندی می شوند یا سوالاتی که کاربرد ساده ای از یک نظریه را نشان می دهند یا سوالات الگوریتمی، که راه حل آنها شناخته شده است میتواند در این طبقه بندی قرار بگیرد. برای پاسخ این سوالات دانش آموز به یادآوری اطلاعات ساده نیاز دارد.

دسته دوم HOCS[۲] مهارت های شناختی درجه بالا: سؤالاتی که نیاز به تجزیه و تحلیل، ترکیب یا تفکر انتقادی دارند. به بیان دیگر پاسخ این مسائل برای دانش آموز شناخته شده نیست.

دسته سوم سوالات طرحواره یا الگوریتمی[۳] : سوالاتی که برای پاسخ نیاز به استفاده از طرحواره های حفظی دارند.

دسته چهارم سوالات مفهومی: سوالاتی که مبتنی بر متن یا نمودار هستند و دانش آموزان را ملزم به استناد به مفاهیم اصلی کنند . (زولر و دیگران، ۱۹۹۵، ص.۹۸۷)

زولر عقیده داشت که یادگیری (مهارت های شناختی درجه بالا) HOCS توسط دانش آموزان باید هدف آموزشی اصلی باشد و امتحانات، به عنوان بخشی جدایی ناپذیر از فرآیند یاددهی- یادگیری، باید وسیله ای برای رسیدن به این هدف آموزشی باشد، به بیان دیگر یکی از اهداف امتحانات مهارت های شناختی درجه بالا و یا حل تمرین های درس شیمی بصورت مفهومی باشد، نه به صورت طرحواره ای که دانش آموز با حفظ فرمول به پاسخ آن دست یابد. (زولر و دیگران، ۱۹۹۷، ص.۱۱۷)

همان طور که بیان شد هدف اصلی آموزش شیمی از نظر زولر کسب مهارت های شناختی درجه بالا و تسلط بر مهارت های شناختی درجه پایین است. زولر و همکارانش دریافتند که در واقعیت این هدف محقق نشده است زیرا که در فرآیند ارزشیابی سوالات در کلاس های درس، فرآوانی حیطه های یاد شده به ترتیب ALG>LOCS>HOCS است.

همچنین آنها دریافتند که دانش آموزان نیز تمایل دارند طرحواره ها را به جای یادگیری مطالب زیربنایی حفظ کنند. (زولر و دیگران، ۲۰۰۲، ص.۱۸۷)

---

[1] lower-order cognitive skills
[2] higher-order cognitive skills
[3] Algorithmic

این نتایج نشان می‌دهد بسیاری از دانش‌آموزان می‌توانند با موفقیت طرحواره ها را حتی در غیاب درک مفهومی و معنادار یک موضوع، به کار ببرند. (اسمیت[1] و دیگران، ۲۰۱۰، ص. ۱۴۷) از نظر او دلیل دیگری که مانع رسیدن به اهداف تعیین شده می شود، سنتی بودن برنامه درسی است زیرا که آموزش شیمی به روش سنتی با اهداف بیان شده سازگاری ندارد. برای رسیدن به این اهداف برنامه درسی نیز باید HOCS محور باشد. (زولر و دیگران، ۲۰۰۲، ص.۱۸۶)

۲.نظریه استامولاسیس

استامولاسیس با گسترش نظریه زولر سطح شناختی سوالات شیمی را به چهار دسته طبقه بندی کرد:

دانش-یادآوری

الگوریتم ساده

الگوریتمی –خواستار که مسائل پیچیده تری را شامل می شود

مفهومی(استامولاسیس[2]، ۲۰۰۵، ص.۱۱۲)

در واقع استامولاسیس بین سوالات محاسباتی و مفهومی و محاسباتی و سطح دانش تمایز قائل شد. او معتقد بود که در آموزش شیمی معلمان بر مراحل از پیش تعیین شده ای که منجر به راه حل می شود تمرکز می کنند. در این دیدگاه دانش آموز مانند رایانه ای است که با اضافه کردن طرحواره هایی به حل مسئله می پردازد در صورتی که مغز مجموعه ای غنی از طرحواره ها است که با ایجاد بستر مناسب میتواند عملکرد بهتری را در حل مسئله از خود نشان دهد (استامولاسیس و دیگران، ۲۰۱۲، ص.۳۹۳) به عنوان مثال، طرحواره تعادل شیمیایی، فرمول ثابت تعادل و طرحواره استوکیومتری از همین اصل پیروی می کنند.

استامولاسیس رسیدن به سطح شناختی مفهومی را هدف اصلی آموزش شیمی بیان کرد زیرا مهارت های شناختی مهم در کلاس های درس معمولا شامل مهارت های شناختی درجه ی پایین تر می شوند در صورتی که سوالات آموزشی باید به مهارت های شناختی درجه بالا نزدیک تر باشد به این دلیل که در واقعیت، مشکلات علمی موجود در جامعه در مهارت های شناختی درجه بالا طبقه بندی می شوند؛ لذا برای حل آنها باید از راه حل هایی که قبلا بیان نشده کمک گرفت. (استامولاسیس، ۲۰۰۵، ص.۱۱۳)

۳.نظریه دُری و حمیری:

دری و حمیری با بررسی رابطه بین حل مسئله و درک مفاهیم شیمیایی دریافتند که عدم یادگیری عمیق از مفاهیم اصلی شیمی مانند ذرات اتم ها و مولکول ها، واکنش های شیمیایی (یا فرآیندها)، و یا مفهوم مول و ... مانع از رسیدن به یک راه حل منطقی برای حل مسائل کمی می شود. آنها مشکل اصلی در یادگیری شیمی را مباحث کمی می دانستند و سؤالات

[1] Christopher Smith
[2] Dimitrios Stamovlasis

محاسباتی(الگوریتمی) استوکیومتری را بر اساس موضوعات اصلی شیمی تجزیه و تحلیل کردند. این موضوعات شامل مباحث زیر بود:

نمادها و ذرات شیمیایی (مول)

تبدیلات دو طرفه بین جرم ها و نمادهای شیمیایی

نمادهای شیمیایی و معادلات شیمیایی (دوری و حمیری[1]، ۲۰۰۲، ص.۲۸۲)

دری و حمیری دلایل طبقه بندی خود را این گونه شرح دادند:

شیمی ذرات یا مول: مول با نمایش هر دو جنبه نظری و تجربی، یک مفهوم اساسی است بسیاری از مفاهیم کمی مانند جرم مولکولی، غلظت مولی، حجم مولی، pH، و تعادل شیمیایی بر اساس درک مفهوم مول است. مفهوم مول به عنوان پلی بین شیمی کیفی و کمی و با نمایش هر دو جنبه نظری و تجربی، یک مفهوم اساسی است؛ بنابراین مشکلاتی که دانش آموزان در مواجهه با مسائل مرتبط به مول تجربه می کنند هم مرتبط به شیمی کیفی و هم در ارتباط با شیمی کمی است. معمولاً معلمان بر مسائل خاصی از این مفاهیم تمرکز می‌کنند و به ندرت وقت کافی را صرف بحث در مورد مفاهیم مربوط به مول می کنند. (دوری و حمیری، ۲۰۰۲، ص.۲۰۰)

معادله ی نمادی: معادله ی نمادی یک واکنش شیمیایی تبدیل یک فرآیند شیمیایی به مجموعه ای از نمادها در یک معادله شیمیایی است. طبق تحقیقات دانش نهفته در یک معادله شیمیایی مستلزم درک مفهومی ساختار ماده و تخصص در آن است لذا خواندن یک معادله ساده، مانند واکنش تولید آب از گاز هیدروژن و اکسیژن نیاز به درک مفاهیم مختلف دارد. این مفاهیم شامل: واکنش دهنده هایی که به محصولات تبدیل می شوند، مولکول های عنصر به عنوان واکنش دهنده و مولکول های ترکیبی به عنوان محصول، که با شکستن پیوند ها و ایجاد پیوند جدید همراه است. (دوری و حمیری، ۲۰۰۲، ص.۲۹۸)

تبدیلات جرم: پیچیده ترین مسائل استوکیومتری از تبدیل واحد ها تا محدود کننده ها به جرم مرتبط هستند و همچنین جرم ارتباط تنگاتنگی با مفهوم مول دارد. امروزه مفهوم جرم به جای اینکه صرفاً یک راه کارآمدتر برای ایجاد مشکلات مربوط به مول باشد روشی برای تمرکز سیستماتیک توجه دانش آموز و معلم بر مفاهیم الگوریتمی است که مفهوم جرم و مول را به هم مرتبط می کند. (دوری و حمیری، ۲۰۰۲، ص.۲۸۰)

۴.نظریه ولفسکیل و هانسون

ولفسکیل و هانسون طرحواره خود را بر اساس یک نرم افزار که لوسید[2] نامیدند، تهیه کرده اند که مخفف یادگیری و درک از طریق کشف تعاملی مبتنی بر رایانه است. آزمون ها یکی از ویژگی

---

[1] Yehudit J. Dori and Mira Hameiri

[2] Lucid: Learning and Understanding through Computer-based Interactive Discovery)

های بدیهی این طرح است. عملکرد دانش آموزان در این آزمونها در سطوح زیر پیشنهاد شده است:[1]

دانش

کاربرد الگوریتمی

درک مفهومی و حل مسئله (ولفسکیل و هانسون[2]، ۲۰۰۱، ص۱۴۲۱)

اساس کار با نرم افزار پیشنهادی آنها بر اساس شبیه سازی مباحث شیمی است و با روش تدریس تعاملی تدریس را به سطوح بالاتر شناختی هدایت می کند.

همانطور که بیان شد عمده آموزش با این نرم افزار استفاده از شبیه سازی است؛ که توسط دانش آموزان کنترل می شود. به عنوان مثال برای تدریس نظریه جنبشی - مولکولی گاز از شبیه سازی ذرات گازی که در یک سیلندر محبوس شده اند استفاده می شود. دانش آموزان می توانند حجم و دما و فشار گاز را تغییر دهند و با استفاده از این تغییرات به فعالیت هایی که ضمن شبیه سازی در این نرم افزار طراحی شده به صورت گروهی پاسخ دهند و به صورت تعاملی به مفهوم اصلی درس پی ببرند. حیطه ی اهداف شناختی این سوالات با توجه به عملکرد نرم افزار پیشنهادی تعریف می شود. (ولفسکیل و هانسون، ۲۰۰۱، ص۱۴۲۲)

۵.نظریه جانسون :

جانسون سطوحی کلی از درک مفاهیم علمی را توصیف کرد این نظریه بر پایه ی تقسیم بندی مفاهیم شیمی به چند سطح میکروسکوپی و ماکروسکوپی و محاسبات است. نظریه جانسون در طراحی برنامه ی درسی شیمی کاربرد زیادی دارد.

سطح ماکروسکوپی، که به مشاهده ی عینی مواد شیمیایی و تغییرات آنها با استفاده از فعالیت های آزمایشگاهی و مهارت های مربوط به آن و برقراری ارتباط میان نظریه ها و نماد های ارائه شده در محتوای کتاب درسی با اشیای فیزیکی و وسایل اندازه گیری سروکار دارد. به طور کلی ویژگی های ملموس و قابل مشاهده مانند تغییر رنگ یا جرم را برای این دسته از سطوح ارزشیابی می توان نام برد.

سطح دوم سطح میکروسکوپی یا مولکولی است. این سطح به بررسی یون ها یا اتم ها و یا مولکول ها در واکنش شیمیایی می پردازد. در این سطح هدف اصلی تغییر نگرش و توانایی دانش آموزان در تجسم مولکول ها یون ها یا اتم ها و همچنین تغییرات شیمیایی صورت گرفته در سطح مولکولی است، که با ذرات سروکار دارد.

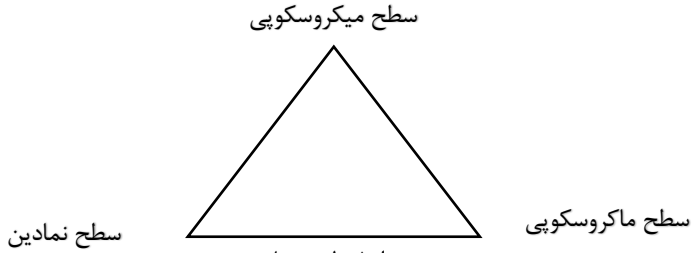
سطح سوم، سطح نمادین است که با استفاده از فرمول ها و معادلات به خواص ماده می پردازد. مفهوم مول مقدار یک ماده را در سطح ماکروسکوپی به سطح میکروسکوپی متصل می کند.

---

[1] مطابق نظریه بلوم

[2] Troy Wolfskill and David Hanson

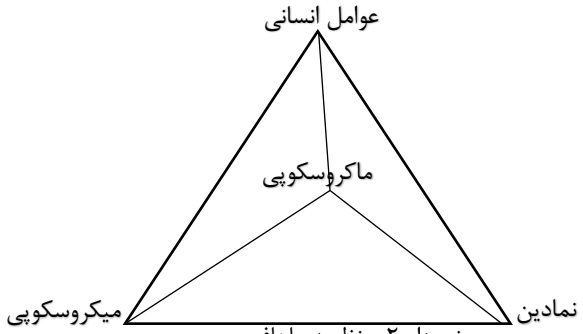
بنابراین زمانی که از مفهوم مول در حل مسائل استفاده می شود بیانگر سطح نمادین است. (جانسون[1]، ۲۰۰۰، ص۱۲). در واقع جانسون سطوح شناختی علم شیمی را مانند یک مثلث در نظر گرفته بود. (ماهافی[2]، ۲۰۰۴، ص.۲۳۰)که در راس اضلاع آن سطوح شناختی علم شیمی قرار دارد و با یکدیگر در ارتباط هستند.



نمودار۱.نظریه جانسون

۶.نظریه ماهافی:

ماهافی عقیده داشت که سطوح یاد شده در نظریه جانسون برنامه ی درسی شیمی را به سمت مفاهیم حفظی برده است. او به سطوح جانسون سطح دیگری را به نام عوامل انسانی اضافه کرد زیرا بر این عقیده بود که آموزش شیمی باید ابزاری برای آموزش مهارت های زندگی حل مسئله و اکتشاف باشد. بنابراین با تغییر مثلث یاد شده یک چهار وجهی ساخت. او نمودار نظریه ی جانسون را به شیوه ی زیر اصلاح کرد:



نمودار ۲ –نظریه ماهافی

ماهافی نقش انسان را در چگونگی به کاربردن علم شیمی بسیار مهم می دانست و عقیده داشت در صورتی یادگیری شیمی عمیق خواهد بود که دانش آموز درک درستی از علم شیمی در زندگی روزمره داشته باشد. ماهافی بر این باور بود که آموزش شیمی باید با ارتباط این علم با زندگی روزمره ی ما شروع شود تا موجب انگیزه ی دانش آموز شود و دانش آموز زمانی به سواد در علم شیمی می رسد که بتواند به خوبی از کاربرد علم شیمی در زندگی روزمره آگاه باشد و به چالش های مرتبط با شیمی در زندگی روزمره پاسخ مناسب دهد. (ماهافی ، ۲۰۰۴، ص.۲۳۳)

---

[1] Alex H. JOHNSTONE
[2] Peter Mahaffy

۷.نظریه اسمیت و نخله :

در این میان اسمیت و نخله یکی از جامع ترین سطوح ارزیابی را در علم شیمی تعریف کردند که به ترتیب به شرح ذیل می باشد:

تعریف کردن[۱] :دانش آموزان را ملزم به یادآوری، درک، اعمال یا تشخیص تعریف می کند.

الگوریتمی[۲] دانش آموزان را ملزم به استفاده از اطلاعات یا فرآیندی می کند به خاطر سپرده اند و شامل موارد زیر است:

تبدیل ماکروسکوپی- میکروسکوپی [۳]: این سؤالات نیاز به تبدیل بین مول و مقادیر ماکروسکوپی (حجم یا جرم) دارد.

ماکروسکوپی تحلیلی[۴]: این سؤالات نیاز به تبدیلاتی بین واحدهای مقادیر ماکروسکوپی دارد.

تبدیل میکروسکوپی نمادین[۵]: این سؤالات نیاز به تبدیل استوکیومتری از مول، بر اساس فرمول های شیمیایی یا معادلات شیمیایی را دارند.

چند مرحله ای[۶]: این سؤالات شامل مسائلی چند مرحله ای است، که اغلب بر اساس اعمال جبری از فرمول های ریاضی است.

مفهومی [۷]: این گونه سوالات یک تعریف را بصورت مفهومی مورد پرسش قرار می دهد و شامل موارد زیر است:

توضیح ایده های اصلی[۸]: این سؤالات مشاهدات یک پدیده شیمیایی را ارائه می دهد و نیاز به توضیحی در مورد پدیده دارد.

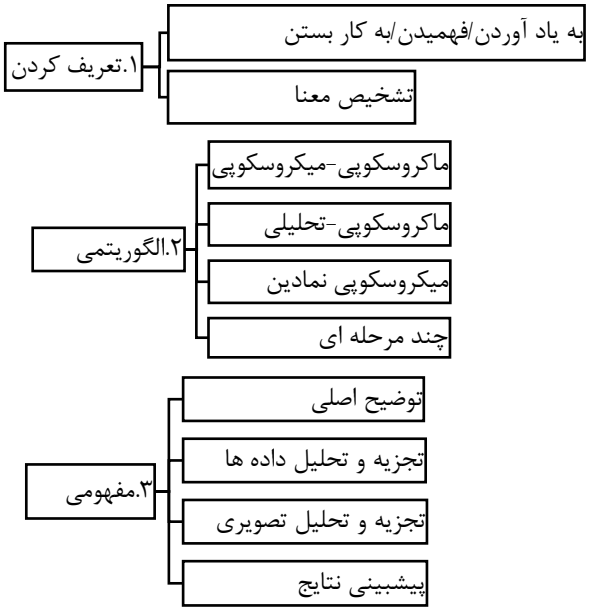
تجزیه و تحلیل ابعاد تصویری[۹]: این سؤالات نمایانگر تصویری از نمادهای شیمیایی یا معادلات است و نیاز به تجزیه و تحلیل دارد.

تجزیه و تحلیل/تفسیر داده ها[10]: این سؤالات داده ها را در قالب جدول ، نمودار یا توصیفات کیفی ارائه می دهد و نیاز به تجزیه و تحلیل یا تفسیر داده ها دارد.

پیش بینی نتایج [11]: این سؤالات وضعیت شیمیایی یک پدیده را نشان می دهد و نیاز به پیش بینی یک نتیجه دارد.(اسمیت و دیگران، ۲۰۱۰، ص.۱۴۹)

---

[1] Definition(D)
[2] Algorithmic(A)
[3] A-MAMI
[4] A-MAD (Microscopic-dimensional analysis)
[5] A-MIS (Microscopic-symbolic conversions)
[6] A-MU (Multi- step)
[7] C (Conceptual)
[8] C-E (Explation of underlying ideas)
[9] C-P (Analysis of pictorial representations)
[10] C-I (Analysis/interpretation of data
[11] C-O (Prediction of outcomes)



نمودار۳- نظریه اهداف شناختی اسمیت و نخله

در سطوح پیشنهادی نخله و اسمیت سوالات کمی به حیطه های متفاوتی تقسیم بندی شده است، لازم به ذکر است که ترتیب حیطه ها نیز باید مورد توجه قرار گیرد. برای بررسی میزان اهداف شناختی در فرآیند آموزش و ارزشیابی در کشور ایران به صورت گذرا سوالات شیمی امتحان هماهنگ کشوری خرداد ماه سال تحصیلی ۱۴۰۱- ۱۴۰۰ (رشته علوم تجربی) مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است .

شماره سوال	دسته بندی کلی	حیطه سوال
۱	تعریفی	یادآوری
۲	تعریفی	یادآوری
۳	مفهومی	تجزیه و تحلیل تصویری
۴	الگوریتمی	ماکروسکوپی - میکروسکوپی
۵	تعریفی	کاربردی
۵	الگوریتمی	ماکروسکوپی
۶	تعریفی	یاد آوری
۶	تعریفی	به کار بستن
۷	مفهومی	تحلیل و تفسیر داده ها
۸	مفهومی	پیش بینی نتایج
۹	مفهومی	توضیح اصلی

۱۰	مفهومی	تجزیه و تحلیل داده ها
۱۱	تعریفی	یادآوری
۱۲	مفهومی	تحلیل و تفسیر داده ها
۱۳	الگوریتمی	ماکروسکوپی- میکروسکوپی
۱۴	مفهومی	تفسیر داده ها
۱۵	تعریفی	یادآوری

جدول ۱ – بررسی اهداف شناختی سوالات شیمی هماهنگ کشوری خرداد ماه ۱۴۰۱-۱۴۰۰ رشته علوم تجربی

دسته بندی	درصد سوالات
تعریفی	۴۱/۱۷
الگوریتمی	۱۷/۶۴
مفهومی	۴۱/۱۷

جدول ۲ – درصد دسته بندی اهداف شناختی سوالات شیمی هماهنگ کشوری خرداد ماه ۱۴۰۱-۱۴۰۰ رشته تجربی

در ارزشیابی مذکور، انواع دسته بندی سوالات بکارگرفته شده، اما همه ی حیطه ها مورد استفاده قرار نگرفته است؛ به عنوان مثال در طرح سوالات الگوریتمی دو نوع حیطه قابل مشاهده است. همچنین توالی سوالات از تعریفی به سوالات مفهومی رعایت نشده است.

به طور کلی نظریه های مذکور طیف دقیق تری از سوالات ارزشیابی شیمی را به مربی ارائه می کند که بر اساس اهداف تعیین شده میتوان به میزان اثر بخشی ارزشیابی پی برد. برای مثال سوالات محاسباتی از نظر بلوم در دسته کاربرد یا به طور پیشرفته در دسته تجزیه و تحلیل قرار میگیرد؛ اما در نظریه اسمیت و نخله شاهد طیفی از طبقه بندی سوالات الگوریتمی هستیم. بدیهی است هرچه میزان طبقه بندی گسترده تر باشد دقت بررسی اهداف شناختی بالاتر است.

ازنگاهی دیگر در ارزشیابی علم شیمی سوالاتی با تفسیر تصاویر و تفسیر داده ها وجود دارد. در نظریه اسمیت و نخله حیطه ای برای اینگونه سوالات در نظر گرفته شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

به طور کلی در اکثر نظریه ها تاکید محققان بر چگونگی طرح سوالات الگوریتمی در درس شیمی است. امروزه برای پاسخ دادن به این سوالات راه حل های حفظی زیادی پیشنهاد شده است، بدون اینکه دانش آموز مفهوم اصلی این مسائل را درک کند. از آنجا که بین دانستن و انجام دادن فاصله ی چشمگیری وجود دارد تاکید بر محفوظات نمی تواند بازگو کننده ی یک روند آموزشی سالم باشد، برای مربیان شیمی مهم است که به این تفاوت ها در نوع یادگیری و عملکرد دانش آموزان در

انواع مختلف سوالات شیمی توجه کنند. (استامولاسیس ، ۲۰۰۵، ص.۱۱۳) و از انواع دسته بندی سوالات الگوریتمی به منظور رسیدن به اهداف بالای شناختی استفاده کنند.

لازم به ذکر است نظریه های یاد شده بارها توسط محققان در کلاس های درس مورد آزمون و خطا قرار گرفته است و نتایج نشان میدهد استفاده از فرآیند های شناختی بیان شده میتواند ثمربخش باشد و دانش آموزان را در راه رسیدن به سطوح بالای اهداف شناختی یاری کند. البته برای رسیدن به اهداف نهایی برنامه درسی نیز باید از محوریت متناسب برخوردار باشد.

امید است با معرفی این طبقه بندی ها در جهت آشنایی مربیان گرامی با اهداف شناختی علم شیمی گامی برداشته شده باشد.

منابع

Dori, Y. J., & Hameiri, M. (2003). Multidimensional analysis system for quantitative chemistry problems: Symbol, macro, micro, and process aspects. *Journal of Research in Science Teaching*, *40*(3), 278–302. https://doi.org/10.1002/tea.10077

Johnstone, A. H. (2000). the Practice of Chemistry Education (Invited Contribution*). *CHEMISTRY EDUCATION: RESEARCH AND PRACTICE IN EUROPE Educ. Res. Pract. Eur*, *1*(1), 9–15.

Mahaffy, P. (2004). INVITED SPECIAL SECTION: Contributions of Educational Research to the Practice of Chemistry Education Curricula and policies THE FUTURE SHAPE OF CHEMISTRY EDUCATION 1. *Chemistry Education: Research and Practice*, *5*(3), 229–245.

Sanabria-Ríos, D., & Bretz, S. L. (2010). Investigating the relationship between faculty cognitive expectations about learning chemistry and the construction of exam questions. *Chemistry Education Research and Practice*, *11*(3), 212–217. https://doi.org/10.1039/c005470b

Smith, K. C., Nakhleh, M. B., & Bretz, S. L. (2010). An expanded framework for analyzing general chemistry exams. *Chemistry Education Research and Practice*, *11*(3), 147–153. https://doi.org/10.1039/c005463c

Stamovlasis, D., & Tsaparlis, G. (2012). Applying catastrophe theory to an information-processing model of problem solving in science education. *Science Education*, *96*(3), 392–410. https://doi.org/10.1002/sce.21002

Stamovlasis, D., Tsaparlis, G., Kamilatos, C., Papaoikonomou, D., & Zarotiadou, E. (2005). Conceptual understanding versus algorithmic problem solving: Further evidence from a national chemistry examination. *Chemistry Education Research and Practice*, *6*(2), 104–

118. https://doi.org/10.1039/B2RP90001G

Staver, J. R., & Jacks, T. (1988). The influence of cognitive reasoning level, cognitive restructuring ability, disembedding ability, working memory capacity, and prior knowledge on students' performance on balancing equations by inspection. *Journal of Research in Science Teaching*, *25*(9), 763–775. https://doi.org/10.1002/tea.3660250906

Wolfskill, T., & Hanson, D. (2001). *Teaching with Technology LUCID : A New Model for Computer-Assisted Learning*. *78*(10), 1417–1424.

Zoller, U., Dori, Y. J., & Lubezky, A. (2002a). Algorithmic, LOCS and HOCS (chemistry) exam questions: Performance and attitudes of college students. *International Journal of Science Education*, *24*(2), 185–203. https://doi.org/10.1080/09500690110049060

Zoller, U., Dori, Y. J., & Lubezky, A. (2002b). Algorithmic, LOCS and HOCS (chemistry) exam questions: Performance and attitudes of college students. *International Journal of Science Education*, *24*(2), 185–203. https://doi.org/10.1080/09500690110049060

Zoller, U., Lubezky, A., Nakhleh, M. B., Tessier, B., & Dori, Y. J. (1995). Success on algorithmic and LOCS vs. conceptual chemistry exam questions. *Journal of Chemical Education*, *72*(11), 987–989. https://doi.org/10.1021/ed072p987

Zoller, U., & Tsaparlis, G. (1997). Higher and lower-order cognitive skills: The case of chemistry. *Research in Science Education*, *27*(1), 117–130. https://doi.org/10.1007/BF02463036

Review article

Research in Chemistry Education, Vol 4, No 3, Publication: Spring 1402

Research in Chemistry Education

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

http://chemedu.cfu.ac.ir

Frameworks for classifying educational goals in chemistry

Sara baseri

[1] *Master's student in Chemistry Education, Farhangian University, Shahid Sharaft Campus, Tehran, Iran*

Abstract

Chemistry is a fascinating and complex subject that can offer students a wealth of knowledge and understanding of the world around us. However, without a comprehensive framework for teaching chemistry, it can be difficult for students to make sense of the different concepts and topics they are expected to learn. Classifying educational goals in chemistry is an important step to understanding the subject. By breaking down the objectives into manageable chunks, it is easier to focus on one area at a time and understand the overall concepts. Therefore, it is essential to establish a clear framework for chemistry education goals in order to teachers can develop more effective lesson plans ensure that students receive the best possible education and and students can gain a greater understanding of the material. In this article, we will discuss the importance of having a well-defined framework for chemistry education and the benefits it provides for students. We will also look at some of the most successful examples of chemistry education frameworks and how they can be applied to enhance student learning outcomes.

Keywords: chemical education research, General Chemistry, testing ,assessment

* Corresponding Author: (✉ Sarabaseri72@gmail.com)