دانشگاه فرهنگیان
فصل‌نامه پویش در آموزش علوم پایه
دوره ۷، شماره ۲۳ ، تابستان ۱۴۰۰

Farhangian University
Quarterly Journal of Education in Basic Sciences
Volum7, Issue23, summer2021

پاژیل: فعالیتی برای آموزش معنادار مفاهیم شیمی

الهه کشاورز[1]، صغری ابراهیمی قوام[۲]، مریم صباغان[۲]

دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۱۱ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۳۰

چکیده

اندیشه‌های جدیدی که فراگیران در محتوای علوم پایه و دروس دارای مفاهیم انتزاعی با آن‌ها برخورد می‌کنند اغلب خارج از قلمرو مفهومی آنان قرار دارد و معمولا به ایجاد مفاهیم بدیل و بدفهمی منجر می‌شود. بنابراین مدرسان به روشی برای آموزش که محتوا و فرایند، در مسیر یادگیری فراگیر با مفاهیم بدیل مسدود نشود نیاز دارند. در این مقاله روش پاژیل به عنوان رویکردی برای بهبود یادگیری فراگیران معرفی می‌شود. روش پاژیل اولین بار برای دوره لیسانس شیمی توسعه یافت و اکنون به شیمی دبیرستان و کلاس‌های زیست‌شناسی و بسیاری از رشته‌های دیگر تسری پیدا کرده است. رویکرد پاژیل با برخورداری از پایه کاوشگرانه و فعال، این امکان را فراهم می‌کند تا مدرس در میدان عمل با تلفیق فعالیت‌های پاژیل و روش‌های مختلف، نقش هدایت‌گری خود را بهینه به انجام رساند. در این مقاله مراحل اجرای رویکرد پاژیل تبیین می‌گردد و سپس نمونه‌هایی از فعالیت پاژیل در خصوص آموزش مفاهیمِ شیمی از قبیل ماده خالص و ناخالص، ترکیب، مخلوط، محلول‌های اشباع و غیراشباع مورد بررسی قرار می‌گیرد.

کلیدواژه‌ها: روش پاژیل، مفاهیم انتزاعی، یادگیری کاوشگرانه

۱. مقدمه

آگاهی از دانش برای درک کارکرد جهان طبیعی پیرامون، برای همه افراد بسیار مهم است (شرینگ[۳]، ۲۰۲۰). بررسی عوامل پیشرفت جوامع توسعه یافته نشان می‌دهد که همه این کشورها از آموزش و

۱- استادیار شیمی گروه علوم پایه، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران. نویسنده مسئول، رایانامه: keshavarz@cfu.ac.ir
[۱] دانشیار گروه روانشناسی تربیتی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران
[۲] دانشیار گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شهید رجایی، تهران، ایران

[۳] Tshering

پرورش توانمند، موثر و کارا برخوردار هستند (طالب‌زادگان، ۱۳۷۸). روش‌های سنتی آموزش در ایجاد تغییرات مفید در ادراک فراگیران موفق نبوده‌اند (اسمیت و متز[۱]، ۱۹۹۶). اگرچه روش‌های سنتی آموزش ممکن است در انتقال حقایق، قوانین، فرایندها و الگوهای یک حوزه موفق باشند، اما در کمک به فراگیران برای ساخت باورهای خود در مورد مفاهیم علمی بی‌نتیجه هستند (ریچی و استیسی[۲]، ۲۰۰۰). معمولا در روش‌های سنتی، مفاهیمِ صحیحِ علمی بیان شده و از فراگیران خواسته می‌شود که این مفاهیم را درک کنند، غافل از این‌که فرصت و راهنمایی کمی برای رسیدن فراگیران به این درک وجود دارد (کشاورز، ۲۰۱۷). در مقابل، روش‌های آموزشی کاوش‌محور بر اساس درگیری فراگیران در ایجاد و ارزیابی مفاهیم علمی بر اساس شواهد تعریف می‌شوند. البته همه روش‌های کاوشگری به طور یکسان در افزایش سطح شناخت فراگیران موثر نیستند. برای مثال، در روش «کاوشگری هدایت‌شده» فراگیران از میان داده‌های گردآوری‌شده توسط آزمایش‌های ارائه شده به آن‌ها، در جستجوی الگوی خاص هستند، اما در روش «کاوشگری باز»، معمولا فراگیران برای پرداختن به یک عنوان کلی، آزمایش خود را طراحی می‌کنند (لازارویتز و تامیر[۳]، ۱۹۹۴). هدف یک محیط آموزشی کنترل‌شده رسیدن به نقطه تعادلی بین آموزش سنتیِ معلم‌محور و یادگیری اکتشافی است که به فراگیر کمک می‌کند تا مسئولیت یادگیری خود را بپذیرد و در عین حال نیازمند این امر است که یادگیرنده در مورد ایده‌های خود فکر کند، آن‌ها را توضیح دهد و شواهد و نتایج خود را بیان نماید (صباغان، ۱۳۹۲). کاوشگری هدایت‌شده با روش‌های متعددی تعریف می‌شود (مینر، لوی و سنچری[۴] ۲۰۱۰). یکی از موثرترین روش‌های کاوشگری هدایت‌شده، یادگیری هدایت‌شده کاوشگرانه فرایندمحور (پاژیل[۵]) است. در پژوهشی به بررسی تاثیر استفاده از روش کاوشگری مور و پاژیل بر میزان یادگیری در حیطه شناختیِ شاگردان پسر سال اول متوسطه شهر بناب پرداخته شد. فراگیرانی که به روش کاوشگری آموزش دیده بودند در آزمون نهایی عملکرد بهتری داشتند و میزان یادگیری شاگردان در حیطه شناختی و در تمامی سطوح یادگیریِ بلوم تفاوت معناداری با یکدیگر داشت (شفاهی، ۱۳۹۳). در پژوهش لوکسفورد[۶] و همکاران (۲۰۱۱) فراگیران با کمک فعالیت پاژیل با مفاهیم وابسته به تقارن آشنا شدند. بنابر نتایج این پژوهش، فعالیت پاژیل موقعیتی را برای تسهیلگرِ

---

[۱] Smith and Metz
[۲] Richey and Stacy
[۳] Lazarowitz and Tamir
[۴] Minner, Levy and Century
[۵] Processes Oriented Guided Inquiry Learning
[۶] Luxford

پاژیل فراهم می‌کند که دانش پیشین شاگردان را که با دانش جدید در تداخل است تعیین کند. در مطالعه‌ای دیگر پژوهشگران فعالیت پاژیل را طی دوره آموزش مجازی اجرا نمودند. آموزش مجازیِ مبتنی بر پاژیل با فراهم کردن فرصت‌های یادگیری از مسیری که با موقعیت فراگیران در منزل هماهنگی بیشتر داشت، موفق به ارتقای تفکر انتقادی، کار گروهی و ارتباطات گردید (ریندرز[۱] و همکار، ۲۰۲۰).

۲. بحث و نتیجه‌گیری

۱.۲. یادگیری هدایت‌شده کاوشگرانه فرایندمحور، پاژیل

تدریس در کلاس درس با توجه به سه وجه متفاوتِ فرایند، فرآورده و محتوا انجام می‌شود. تفاوت در فرایند به چگونگی یادگیری محتوا اطلاق می‌شود که چگونه یادگیرنده درک می‌کند و می‌تواند کلید حقایق، مفاهیم، تعمیم‌ها و مهارت‌های موضوعی را پیدا کند. تفاوت در فرآورده به این موضوع که فراگیران برای اثبات مهارت در یک موضوع چه چیزی را تولید می‌کنند، برمی‌گردد. تفاوت در فرآورده شامل کارپوشه، نمایشی از حل مسأله و یا تکلیف نوشتاری است. تفاوت در محتوا نیز به محتوای موضوعیِ ویژه‌ای که فراگیران یاد می‌گیرند اطلاق می‌شود (تاملینسون و آلان[۲]، ۲۰۰۰). پداگوژی پاژیل (یادگیری هدایت‌شده کاوشگرانه فرایندمحور) مثالی از تفاوت در فرایند، فرآورده و محتوا است. روش هدایت‌شده‌ای که محتوا و فرایند یادگیری در مسیری که موفقیت فراگیر با مفاهیم بدیل مسدود نمی‌شود، الگوی پاژیل است. به دلیل نیاز به پیشرفت آموزش شیمی در دوره لیسانس (هانسون[۳]، ۲۰۰۶)، توسعه پداگوژی پاژیل با سرمایه‌گذاری مؤسسه ملی علوم انجام شد. پاژیل اولین بار در سال ۱۹۹۰ برای دوره‌های لیسانس شیمی توسعه یافت (بونیفیس[۴]، ۲۰۰۹) و اکنون به شیمی دبیرستان و کلاس‌های زیست‌شناسی نیز تسری پیدا کرده است. یافته‌های پژوهشیِ فراتحلیل با موضوع آموزش علوم بر پایه کاوشگری نشان می‌دهد، وقتی فراگیران درگیر آموزش کاوشگری هدایت‌شده می‌شوند، نسبت به کلاس‌های سنتیِ سخنرانی موفقیت بیشتری به دست می‌آورند. استراتژی پاژیل براساس چارچوب نظری نیوپیاژیسم بنا شده است و تمرکز آن بر فراهم‌کردن محیط یادگیری مناسب

[۱] Reynders
[۲] Tomlinson and Allan
[۳] Hanson
[۴] Boniface

است که فراگیر را هنگام ساختن دانش جدیدِ شیمی در شکل فرایندیِ مهارت و مفهوم پشتیبانی می‌کند (بونیفیس، ۲۰۰۹؛ هانسون و اپل[۱]، ۲۰۰۴).

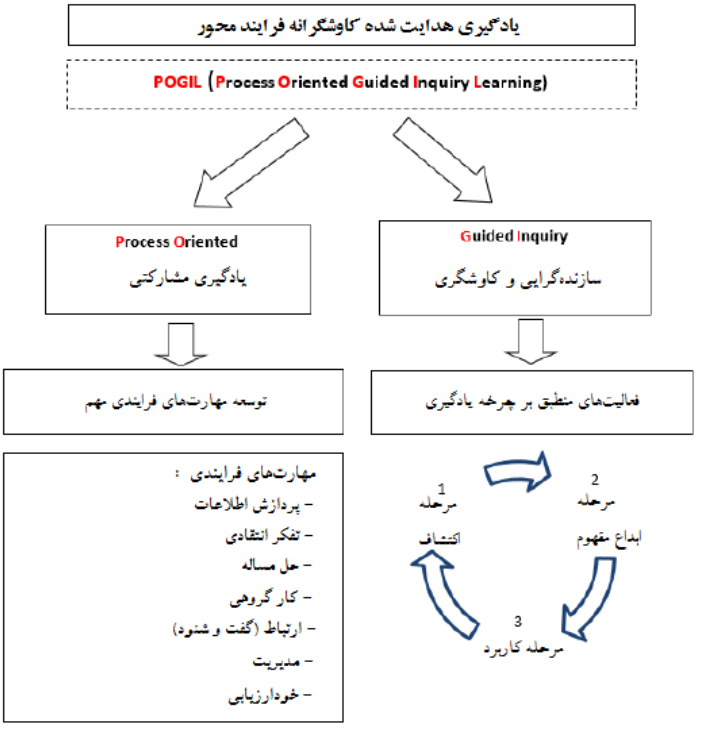
پداگوژی پاژیل برای پشتیبانی از محیط یادگیری مبتنی بر پژوهش، از گروه‌های یادگیری، از فعالیت‌های مبتنی بر پژوهش برای توسعه درک، از سؤالات مربوط به ارتقاءِ تفکر انتقادی و تحلیلی، از حل مسئله، گزارش‌دهی، فراشناخت و مسئولیت فردی بهره می‌برد. هفت مؤلفه یادشده ابزارهایی برای توسعه مهارت‌های فرایندی و تسلط بر محتوا هستند. در این ساختار فراگیران برای بدست‌آوردن دانش و توسعه ادراک از طریق پژوهش و بررسی داده‌ها، مدل یا مثال‌ها و از طریق پاسخ به سؤالات تفکر انتقادی با اعضای گروه یادگیری همکاری می‌کنند. آنان این دانش جدید را در تکالیف و حل مسائل بکار می‌گیرند، نتایج خود را در کلاس ارائه می‌دهند، در مورد آنچه آموختند تأمل می‌کنند و چگونگی انجام دادن آن‌ها را ارزیابی کرده و درباره این که چگونه می‌توانند بهتر عمل کنند، تفکر می‌کنند. در کلاس پاژیل، انتظار نمی‌رود که آموزشگر فقط دانش را انتقال دهد، بلکه او فراگیران را در فرایند یادگیری، در توسعه مهارت‌ها و در توسعه درک آن‌ها هدایت و راهنمایی می‌کند. در این خصوص، آموزشگر به عنوان یک مربی عمل می‌کند و چهار نقش را در این زمینه ایفا می‌کند: رهبر، ناظر، تسهیل‌کننده و ارزیابی‌کننده. یک کلاس یا آزمایشگاه پاژیل دارای ویژگی‌های عمومی زیر است (آبراهام[۲]، ۲۰۰۵):

- فراگیران در گروه‌های کوچک (معمولا ۳ یا ۴ نفره) کار کرده، نقش‌هایی به آنان واگذار می‌شود.
- آموزشگر، بیش از آن‌که سخنران باشد، تسهیلگر فرایند یادگیری است.
- فعالیت‌هایی که فراگیران انجام می‌دهند با دقت و معمولاً بر اساس دیدگاه چرخه یادگیری[۳] طراحی شده است (فعالیت‌ها فقط شامل سؤالات دشوار انتهای هر فصل نیستند).
- فراگیران هم درباره یادگیری و هم درمورد فرایند یادگیری خود تفکر می‌کنند.

فعالیت‌های پاژیل معمولا به گونه‌ای طراحی می‌شوند که سه مرحله را در چرخه یادگیری (شکل ۱) دنبال کنند: در اولین مرحله «اکتشاف»، فراگیران از میان اطلاعات موجود به جستجوی الگو می‌پردازند. مجموعه‌ای از سؤالات طراحی‌شده، فراگیران را به سمتی هدایت می‌کند که این اطلاعات را درک و هرگونه الگوی مرتبط با آن را شناسایی کنند. در مرحله دوم که «ابداع مفهوم» یا «معرفی

[۱] Hanson and Apple
[۲] Abraham
[۳] Learning Cycle Approach

عبارت» نام دارد، فراگیران با کمک سؤالات به سمتی هدایت می‌شوند که با استفاده از داده‌ها، مفهوم ایجاد کنند. در این مرحله عبارت جدیدی برای توضیح مفهوم ارائه می‌شود. البته عبارت‌های جدید هنگامی ارائه می‌شوند که فراگیران ساختار ذهنی خود را در ارتباط با آن عبارت ایجاد کرده‌اند (این روش با شیوه معمول ارائه مطالب در کتاب‌ها یا سخنرانی‌ها تفاوت دارد، زیرا در روش نوع دوم، ابتدا مفاهیم جدید ارائه شده و سپس مثال‌هایی درمورد کاربرد آن‌ها آورده می‌شود). در پایان و در مرحله کاربرد، فراگیران باید مفاهیم آموخته‌شده را در موقعیت جدید به کار ببندند که این امر، مستلزم توانایی استدلال استقرایی است (آبراهام و رنر[1]، ۱۹۸۶).



شکل ۱. پاژیل چیست؟ (والس[2]، ۲۰۱۲)

در طراحی فعالیت پاژیل، لازم است به دو مورد توجه داشت. نخست این که در «اکتشاف» اولیه، باید اطلاعات مناسبی در اختیار فراگیران قرار گیرد تا آن‌ها بتوانند به مفاهیمی که مدنظر است

[1] Renner
[2] Wales

دست‌یابند و دوم این که سؤالات هدایت‌کننده باید به گونه‌ای طراحی شوند که ضمن افزایش توانایی‌های مختلف فراگیران، آنان را برای نیل به نتیجه مطلوب یاری‌کند. بازنویسی یک جدول با استفاده از داده‌هایی خاص، یا رسم نمودار و توصیف روابط به فراگیران کمک می‌کند تا با آمادگی بیشتری، الگوها را از داده‌ها استخراج کنند.

در نهایت می‌توان گفت با توجه به فلسفه پاژیل، بهره‌گیری از توانایی‌های مختلف و اساسی (پردازش اطلاعات، حل مسئله، تفکر انتقادی، ارتباط، کارگروهی و سنجش از خود)، محور اصلی فعالیت‌های کلاس است. پاژیل از مفاهیم درسی، برای بهبود توانایی‌های مختلف شامل تفکر در سطوح بالاتر و توانایی یادگیری و استفاده از دانش در محیط جدید استفاده می‌کند. این شیوه، موقعیت مناسبی برای افزایش توانایی‌های پژوهشی (تعیین معیار برای شواهد، پیشنهاد، ارزیابی) در محیطی را فراهم می‌آورد که در آن، پیشرفت دانشِ مفهومی و طرح سؤالات بر اساس سلیقه فراگیران از اهمیت خاصی برخوردار است (موگ و اسپنسر[۱]، ۲۰۰۸).

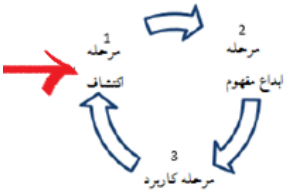
در ادامه به عنوان نمونه چند فعالیت پاژیل برای تدریس مفاهیم اشباع و غیراشباع‌بودن محلول‌های شیمیایی[۲] معرفی می‌شود. البته قبل از اجرای فعالیت‌های پاژیل در خصوص اشباع و غیراشباع‌بودن محلول‌ها، تسهیلگر پاژیل می‌تواند به یادآوری مفاهیم پیش‌نیاز با کمک فعالیت‌های پاژیل بپردازد:

۲.۲. فعالیت پاژیل برای آموزش مفاهیم محلول‌های اشباع و غیراشباع به همراه مفاهیم پیش‌نیاز (۱) و (۲)

پیش‌نیاز (۱): آشنایی با مفاهیم عنصر، ماده خالص و ناخالص، ترکیب و مخلوط:

مرحله اکتشاف

(دست‌یابی به الگو توسط فراگیر):



سؤال‌های زیر درباره عنصر، ماده خالص و ناخالص، ترکیب و مخلوط است. جاهای خالی را با انتخاب عبارت یا عبارت‌های مناسب کامل کنید.

---

[۱] Moog and Spencer

[۲] POGIL™ Activities for High School Chemistry from http://www.conejousd.org/Portals/٤٩/Departments/Science/Cord%٢٠٢٠١٥/Ch%٢٠١٥٪٢٠and%٢٠١٦٪٢٠Soln/H%٢٠Hw%٢٠and%٢٠SG%٢٠key.pdf?ver=٢٠١٨-٠٤-٠٣-١٦٣٣٢٨-٤٤٧

– ماده ..... (خالص/ناخالص) شامل فقط یک نوع از اتم یا مولکول است.

– یک عنصر به مواد کوچک‌تر از خود ..... (می‌تواند/نمی‌تواند) جدا شود (مگر در واکنش‌های هسته‌ای).

– بیش از صد عنصر وجود دارد که به صورت ..... (جدول ستونی/جدول تناوبی) دسته‌بندی می‌شوند.

– اتم‌ها به طور ..... (فیزیکی/شیمیایی) ترکیب می‌شوند. آن‌ها اغلب با یکدیگر گروهی از اتم‌ها به نام مولکول را می‌سازند.

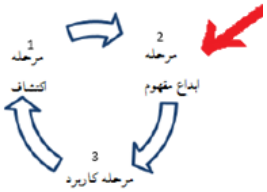
– اتم‌ها در ترکیب .....(می‌توانند/نمی‌توانند) با روش‌های فیزیکی جدا شوند.

– خواص یک ترکیب معمولاً.....(شبیه به/متفاوت از) خواص عناصری است که از آن تشکیل یافته است.

– مخلوط‌هایی که می‌توانند یک شکل (هم‌فاز) شوند ..... (همگن/ناهمگن) نامیده می‌شوند و به عنوان محلول شناخته می‌شوند.

– مخلوط‌ها می‌توانند با کمک روش‌های .....(فیزیکی/شیمیایی) به اجزای خود تفکیک شوند.

مرحله ابداع مفهوم:



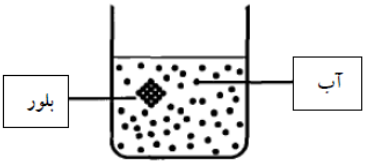
– در فضای مربوط به شکل ۱ تصویری، نشانگر اولین لحظه قرارگیری بلور در آب را رسم کنید.

– در فضای مربوط به شکل ۲ تصویری که نشانگر انحلال کامل یک بلور در آب است را رسم کنید.

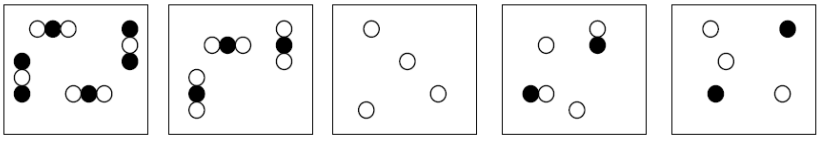
شکل ۲	شکل ۱

بخوانید!

درباره اتم‌ها شنیده‌اید. آن‌ها ذرات سازنده همه چیز هستند. اتم‌ها بسیار بسیار کوچک‌اند. بلورها و آب انواع مختلفی از اتم دارند. در تصویر زیر اتم‌های بلور و آب نشان داده شده است. البته میلیون‌ها میلیون حباب نیز وجود دارد که نمی‌توان رسم نمود.



هر تصویر را به توصیف مناسب آن وصل کنید. از هر تصویر فقط یک بار استفاده کنید.



A B C D E

آ- عنصر خالص
ب- مخلوط دو عنصر
پ- ترکیب خالص
ت- مخلوط دو ترکیب
ث- مخلوط ترکیب و یک عنصر

سؤالات تکمیلی[1]

مرحله کاربرد:

در ستون ۱ نام مواد آمده است. ستون ۲ شامل دو خاصیت فیزیکی از همان ماده است. در ستون سوم تعیین نمایید که ماده عنصر، ترکیب، مخلوط ناهمگن و یا محلول است؟

ستون ۱	ستون ۲	ستون ۳

[1] Critical Thinking Questions

آب	مایع، شفاف	
خاک	جامد، قهوه‌ای	
بخار	گاز، داغ	
آب نمک	مایع، شفاف	
سرب	جامد، خاکستری	

پیش‌نیاز (۲): جداسازی اجزای مخلوط و محلول:

مرحله اکتشاف (دست‌یابی به الگو توسط فراگیر):

۱- جاهای خالی را در جدول زیرا با کلمه‌های بله و خیر کامل کنید.

ماده	انحلال در آب	شناوری در آب
براده آهن		
خاک اره		
نمک		
مهره پلاستیکی		

۲- دو ظرف ۱ و ۲ را در نظر بگیرید. ظرف اول آب خالص و دومی آب نمک است. پس از گذشت زمان کدام پدیده رخ می‌دهد؟

آ) سطح هر دو کاهش می‌یابد ولی سطح آب خالص بیشتر کاهش می‌یابد.

ب) فقط سطح آب خالص کاهش می یابد و سطح آب نمک بدون تغییر است.

مرحله ابداع مفهوم:

مشاهده تبخیر محلولِ آب و نمک:

تبخیر محلولی از آب و نمک را مشاهده کنید. مشاهدات خود را از ظرف در حال تبخیر رسم نمایید.

محل رسم شکل

به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.

- وقتی محلول آب و نمک بخار می‌شود، چه اتفاقی می‌افتد؟
- چه موادی در ظرف باقی می‌ماند؟ برای آب موجود در محلول، چه اتفاقی می‌افتد؟
- به نظر شما چقدر نمکِ باقی مانده، شبیه نمک اولیه است؟

آزمایش:

۳ گرم از هر کدام از جامدات نمک و خاک اره را در بشری ریخته و در ۲۰ میلی لیتر آب به هم بزنید. بشرها را برچسب بزنید.

- اجزای کدام یک از مخلوط‌های موجود در بشر، با کاغذ صافی جدا می‌شوند؟
- توضیح دهید که چگونه عمل جداسازی با استفاده از کاغذ صافی انجام می‌شود؟

مرحله کاربرد:

جاهای خالی را در ستون اول با کلمه‌های بله و خیر و در ستون دوم با عبارت مناسب کامل نمایید.

ماده	انحلال در آب	چگونه از مخلوط خود با آب جدا می‌شود؟
شن		
شکر		

فعالیت پاژیل برای آموزش مفاهیم محلول‌های اشباع و غیراشباع

هدف یادگیری[1]:

- با محلول‌های اشباع و غیراشباع آشنا شود.

معیارهای موفقیت (مرحله کاربرد در چرخه یادگیری):

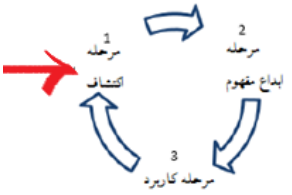
۱- بتواند محلول‌های اشباع و غیراشباع را از یکدیگر تشخیص دهد.

۲- در فضای آزمایشگاه و یا در موقعیت کار عملی، محلول‌های اشباع، غیراشباع تهیه نماید.

اطلاعات[2] (آگاهی فراگیران)

محلول‌سازی یکی از رخدادهای معمول زندگی است. هوا، غذا و نوشیدنی که مصرف می‌شود، همگی نمونه‌های انحلال‌پذیری هستند. محلول‌سازی شامل حل‌شدن حل‌شونده در حلال است. بسیاری از واکنش‌های مهم صنعتی در محیط آبی انجام می‌گیرد. با استفاده از این دانش در سطح اتمی می‌توان مواد را به سمت بهبود کیفیت زندگی سوق داد. با توجه به موارد ذکرشده درباره اهمیت و کاربرد محلول‌ها در زندگی روزمره و صنایع شیمیایی، آشنایی با انواع محلول‌ها و خصوصیات آنان امری ضروری به نظر می‌رسد. شما قبلا با اتم، مولکول، عنصر، ماده خالص و ناخالص آشنا شده‌اید. در این جا لازم است با مروری بر مفاهیم گذشته با انواع محلول‌های اشباع، غیراشباع آشنا شده، تفاوت‌های آن‌ها را درک نموده و روش تهیه آن‌ها را بیاموزید.

مدل پاژیل- محلول‌های اشباع و غیراشباع



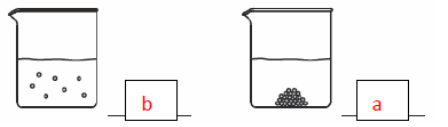
مرحله اکتشاف (دست‌یابی به الگو توسط فراگیر):

۱- منظور از محلول اشباع و غیراشباع چیست؟

۲ - شکل مناسب را برای هر یک از عبارت‌های زیر با ذکر دلیل انتخاب کنید.

---

[1] Learning Objectives
[2] Information

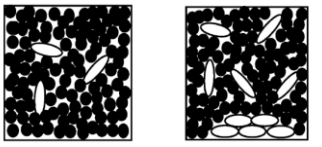


آ- ذرات حل‌شونده در حالت جامد در آب قرار دارند.

ب- ذرات حل‌شونده در حالت آبی قرار دارند.

۳- شکل‌های زیر مربوط به محلول ساکاروز (شکر) در آب است.

به نظر شما کدام محلول اشباع و کدام غیراشباع است؟

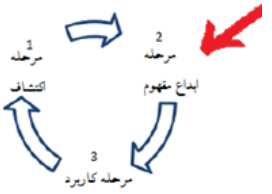


a **b**

بخوانید!

از محلول‌ها به طور روزمره استفاده می‌شود. افراد برای مرطوب نگه‌داشتن لنزهای تماسی از محلولِ لنز استفاده می‌کنند. ورزشکارانی که پس از تمرین از نوشیدنی‌های ورزشی استفاده می‌کنند، از الکترولیت‌های موجود در محلول بهره‌مند می‌شوند. فعالیت زیر باعث کشف این مطلب می‌شود که آیا محدودیتی برای میزان ماده حل شده در ماده دیگر وجود دارد و یا خیر.

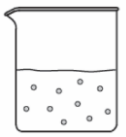
مرحله ابداع مفهوم:



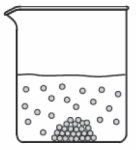
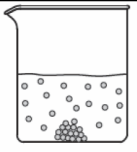
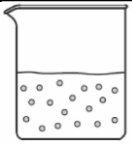
۱- به جدول زیر دقت کنید و ذرات موجود در بشرها را شمارش کنید. تعداد ذرات حل‌شونده حل شده و تعداد ذرات حل‌شونده جامد را در جدول بنویسید (در همه بشرها حل‌شونده یکسان و همه

شامل ۱۰ گرم آب هستند؛ دمای همه بشرها ۲۰ درجه سانتی‌گراد است؛ همه محلول‌ها ۲ ساعت هم زده می‌شوند).

محلول‌های غیراشباع

بشر ۲	بشر ۱	مشاهده و پاسخ
		محلول تک فاز
۲ گرم حل‌شونده اضافه شده	۱ گرم حل‌شونده اضافه شده	مقدار (گرم) حل‌شونده
؟	۵	تعداد ذرات حل‌شونده
؟	۰	تعداد ذرات جامد بعد از انحلال

محلول‌های اشباع

بشر ۵	بشر ٤	بشر ۳
		
۹ گرم حل‌شونده اضافه شود	۷ گرم حل‌شونده اضافه شود	۳/۶ گرم حل‌شونده اضافه شود
؟	؟	۱۸
؟	؟	؟

۲- چه متغیرهایی در پنج بشر بالا کنترل می‌شوند؟

۳- بشرهای ۱ الی ۵ نشانگر پنج حالت مختلف از محلول هستند. آن‌ها همچنین می‌توانند تصایری از یک محلول در گذر زمان در نظر گرفته شوند. به عبارت دیگر، اگر مقادیر افزودنیِ حل‌شونده در طی زمان در بشر ۱ حل شود، بشرهای ۲ الی ۵ ایجاد می‌شوند.

آ- اگر مقدار کمی حل‌شونده به محلول غیراشباع افزوده شود، چه اتفاقی برای تعداد ذرات حل‌شونده می‌افتد؟ شواهد ویژه‌ای از بشرها فراهم کنید تا پاسخ شما را تأیید نماید.

ب- اگر مقدار کمی حل‌شونده به محلول اشباع افزوده شود، چه اتفاقی برای تعداد ذرات حل‌شونده می‌افتد؟ شواهد ویژه‌ای از مدل ۱ فراهم کنید تا پاسخ شما را تأیید کند.

پ- پیش‌بینی کنید که اگر مقدار کمی حل‌شونده در بشر ۵ هم‌زده شود، چه اتفاقی می‌افتد؟

سؤالات تکمیلی

مرحله کاربرد:

۱- هر یک از دانشجویانِ گروه، مثالی از مفهوم "اشباع" را با توجه به کاربرد روزمره طرح کند.

۲- یک جمله صحیح برای توضیح این که چرا بشرهای ۴ و ۵ به عنوان "اشباع" برچسب خورده‌اند بنویسید. اطمینان حاصل کنید که کلمات حل‌شونده و حلال در توضیح شما وجود دارند و در گروه خود به توافق برسید.

۳- چه ویژگی در بشرهای مدل ۱ شخص را قادر می‌سازد، با نگاه کردن به بشر به آسانی محلول اشباع را از غیراشباع تشخیص دهد؟

۴- بشر ۳ "اشباع" است. توضیح دهید که چرا این عنوان برای بشر ۳ صحیح است.

۵- اگر بشری حاوی محلولی شفاف باشد (هیچ حل‌شونده جامدی در ته ظرف وجود ندارد)، و بخواهید "اشباع" و یا "غیراشباع" بودن آن را تعیین کنید، چه آزمایش ساده‌ای برای پاسخ به سؤال انجام می‌دهید؟

۳. نتیجه‌گیری

لازم است آموزش مفاهیم حتی اگر بسیار اندک از دوره نوجوانی شروع شده و در دوره‌های بالاتر کامل شود (ابراهیمی قوام و علی‌پور مقدم، ۱۳۹۸). در کتاب‌های درسی شیمی دبیرستان بعضی از فعالیت‌ها در قالب روش پاژیل قابل اجرا است و آگاهی دبیران و آشنایی آنان با روش مذکور بسیار ضروری و مهم است. روش پاژیل، یادگیری مفاهیم و مهارت‌های پیچیده شیمی را با کاهش بار شناختی در حافظه کاری تسهیل می‌کند و اطلاعات را به محل ذخیره بلندمدت، جایی که در آینده آسان‌تر مورد استفاده و یادگیری قرار گیرد انتقال می‌دهد. در واقع، استفاده از دستورالعمل پاژیل بارشناختی متعلق به دروسِ دارای مفاهیم انتزاعی را به بخش‌های قابل کنترل از اطلاعاتی که حافظه کاری می‌تواند پردازش کند، تقسیم می‌کند. رهنمودهای فعالیت پاژیل، فضای حافظه کاری مورد نیاز را با یادآوری طرحواره ایجاد شده در حافظه بلند مدت کاهش می‌دهد (لامدا[۱]، ۲۰۰۸).

از آن‌جا که رویکرد پاژیل از پایه کاوشگرانه و فعال برخوردار است، آموزشگر با استفاده از این روش و در میدان عمل با انتخاب مناسب از میان فعالیت‌های پاژیل می‌تواند نقش تسهیلگری خود را بهینه و بی‌نظیر به انجام رساند. همچنین در راستای مطالعه انجام شده می‌توان تأکید کرد که کار گروهی و برقراری تعامل سازنده فراگیر با فراگیر و فراگیر با آموزشگر زمینه‌ساز رشد و پرورش توانمندی‌های شاگردان در دروس است. بنابراین آموزشگرانِ علوم پایه عرصه خلاقانه‌ای را در اختیار خواهند داشت تا با تأمل بر تجربه‌های خود در کلاس‌های درس و امکانات محیط آموزشی، ابعاد گوناگون این روش‌ها را آزموده و معرفی کنند.

پیشنهاد می‌شود از آن جا که روش پاژیل و کاربرد آن نزد معلمان و در نتیجه فراگیران ما ناشناخته است، در اولین قدم این روش به آنان معرفی شود. به این منظور باید از مراکز تربیت معلم شروع کرد و همچنین با برگزاری دوره‌های ضمن خدمت برای معلمان این روش سودمند را به آن‌ها شناساند تا بتوانند در جهت ارتقای یادگیری معنادارِ شاگردان خود از آن استفاده کنند. همچنین با توجه به نتایج پژوهشی و اثربخشی روش پاژیل بر کاهش میزان کج‌فهمی دانشجویان پیشنهاد می‌شود که دانشجومعلمان برای اصلاح کج‌فهمی و بهبود مهارت کارگروهی خود به انجام فعالیت‌های پاژیل همت بگمارند.

[۱] Lamda

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر مستخرج از مطالعات طرح فرصت پژوهشی است. از دانشگاه فرهنگیان به دلیل حمایت مادی و معنوی و از دانشگاه علامه طباطبایی به عنوان دانشگاه پذیرش‌دهنده‌ی طرح مزبور سپاسگزاری می‌شود.

منابع

۱. طالب‌زادگان، میترا (۱۳۷۸). بررسی عوامل موثر در پیشرفت تحصیلی دانش آموزان موفق دختر سوم راهنمایی شهرستان شهر اهواز، *نشریه شورای تحقیقات استان خوزستان*، ۱(۳)، ۳۱-۲۵.

۲. لوری برتز، استیسی (۱۳۹۲). *شیمی در استانداردهای ملی آموزش علوم (مدل‌هایی برای یادگیری معنادار)* (مریم صباغان و محمد گودرزی، مترجمان). تهران: دانشگاه تربیت دبیر شهیدرجایی (نشر اثر اصلی، ۱۹۶۷).

۳. شفاهی زوارق، احمد (۱۳۹۳). *بررسی اثر بخشی روش کاوشگری مور و پاژیل در آموزش مفاهیم محصولات نفت خام شیمی سال اول متوسط (پایان نامه کارشناسی ارشد)*، قابل بازیابی از گنج، پایگاه اطلاعات علمی ایران .

۴. ابراهیمی قوام، صغری و علی‌پور مقدم، خدیجه (۱۳۹۸). تحلیل برنامه درسی کتاب مطالعات اجتماعی دوره ابتدایی بر اساس رویکردهای آموزش ترافیک به کودکان، *مطالعات پژوهشی راهور*، ۲۸(۸)، ۱۳۶-۱۱۱.

٥. Tshering, K.D. (٢٠٢٠), The effects of active learning approach in teaching and learning science: A case of one of the primary schools in Bhutan. *International Research Journal for Quality in Education*, ٧(١), ١-٦.

٦. Smith, K.J. & Metz, P.A. (١٩٩٦), Evaluating student understanding of solution chemistry through microscopic representations. *J. Chem. Educ.*, ٧٣, ٢٣٣-٢٣٥.

٧. Richey, D. & Stacy, A.M. (٢٠٠٠), The role of metacognition in learning chemistry. *J. Chem. Educ.*, ٧٧, ٩١٥-٩٢٠.

8. Keshavarz, E. (2017), Effects of STSE education for development of chemistry student teachers' career skills: diagnosing misconceptions. ICERI conference: November ١٦-١٨: Seville, Spain.

٩. Lazarowitz, R. & Tamir, P. (١٩٩٤), Research on using laboratory instruction in science. In Handbook of Research on Science Teaching and Learning, Gabel, D.L. Ed., Maxwell Macmillan International: New York.

10. Minner, D. Levy, A. & Century, J. (٢٠١٠), Inquiry-based science instructions-What is it and does it matter? Results from a research synthesis years ١٩٨٤ to ٢٠٠٢. *Journal of Research in Science Teaching*, ٤٧, ٤٧٤-٤٩٦.

١١. Luxford, C.J. Crowder, M.W. & Bretz, S.L. (٢٠١٢), A Symmetry POGIL activity for inorganic chemistry. *J. Chem. Educ.*, ٨٩, ٢١١-٢١٤.

١٢. Reynders, G. & Ruder, S.M. (٢٠٢٠), Moving a large-lecture organic POGIL classroom to an online setting, *J. Chem. Educ.*, ٩٧(٩), ٣١٨٢–٣١٨٧.

13. Tomlinson, C. & Allan S. (٢٠٠٠), Leadership for Differentiating Schools & Classrooms. Alexandria, VA: ASCD.

۱٤. Hanson, D. (۲۰۰٦), Instructor's guide to process-oriented-guided-inquiry learning. Lisle, IL: Pacific Crest.
۱٥. Boniface, S. (۲۰۰۹), POGIL. *New Zealand Science Teacher*, ۱۲۰, ٤٦.
۱٦. Hanson, D. & Apple, D. (۲۰۰٤), Process-the missing element. http://www.pkal.org/documents/hanson-apple-process-the-missing-element.pdf
۱۷. Abraham, M. R. (۲۰۰٥), Inquiry and the learning cycle approach, In Chemists' Guide to effective teaching, (Pienta, N.J. Cooper, M.M. Greenbowe, T.J. Eds. Prentice Hall: Upper Saddle River, NJ.
۱۸. Abraham, M. R., & Renner J. W. (۱۹۸٦), The sequence of learning cycle activities in high school chemistry. *Journal of Research in Science Teaching,* ۲۳, ۱۲۱-۱٤۳.
۱۹. Wales, T. (۲۰۱۲), Action research through the trial of appropriate POGIL activities with selected secondary science classes, Retrieved. http://www.stbedes.school.nz/wp-content/uploads/۲۰۱۲/۰۲/Sabbatical.ppt
۲۰. Moog, R. & Spencer, J. (۲۰۰۸), POGIL: An overview. In Moog, R. & Spencer, J. (Eds.), *Process-Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL)* (۱-۱۳). Washington DC: American Chemical Society.
21. Lamda, R. (۲۰۰۸), Information overload, rote memory, and recipe following in chemistry. In Moog, R. & Spencer, J. (Eds.), Process-Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL) (۲٦-۳۷). Washington DC: American Chemical Society.