



### چکیده

تأکید بر اهمیت «پژوهش در آموزش شیمی» پاسخی به دغدغه اساسی همه پژوهشگران آموزش شیمی است که باور دارند «یادگیری شیمی برای فراگیران دشوار است». این ادعا مبتنی بر مطالعات نویسنده، در آموزش شیمی و براساس نتایج پژوهش‌های انجام شده توسط پژوهشگران برجسته جهانی است، چنان‌که پژوهشگرانی همچون اوتو و مارلین در گذشته، و جانستون و نخله در دوره معاصر، با طرح این پرسش که «چرا یادگیری شیمی دشوار است؟»، تلاش کرده‌اند این موضوع را از زاویه‌های مختلف بررسی کنند. اکنون با گذشت نزدیک به یک قرن از طرح موضوع مشکلات یادگیری شیمی در منابع علمی، باز هم مشکل یادگیری شیمی موضوع مورد علاقه پژوهشگران آموزش شیمی است. این مسئله اهمیت پژوهش در آموزش شیمی را دوچندان می‌کند. به نظر می‌رسد علاقه‌مندان آموزش شیمی در ایران نیز برای پر کردن این فاصله زیاد با جهان توسعه‌یافته، نیازمند تلاش مضاعف و از خودگذشتگی بیشتری هستند.

**کلیدواژه‌ها:** آموزش شیمی، پژوهش در آموزش شیمی، مشکلات یادگیری شیمی

### مقدمه

احتمالاً این پرسش برای بسیاری از خوانندگان مطالب و مقاله‌های مربوط به شیمی پیش آمده است که چرا باید رشته‌ای به نام «آموزش شیمی» و حوزه پژوهشی به نام «پژوهش در آموزش شیمی» وجود داشته باشد؟ چه ضرورتی دارد مجله‌هایی همچون «رشد آموزش شیمی» و مشابه آن منتشر شوند؟ اصولاً آیا ضرورتی برای پژوهش در آموزش شیمی وجود دارد؟ این موضوعی بود که در سرمقاله شماره اخیر «مجله پژوهش در آموزش شیمی» به اختصار به آن پرداخته‌ام و در اینجا به‌طور مفصل به آن پرداخته می‌شود. ممکن است برای این نوع پرسش‌ها، پاسخ‌های زیادی در ذهن خوانندگان و علاقه‌مندان به شیمی شکل گیرد اما به باور نویسنده این پرسش فقط یک پاسخ اصلی دارد و آن این است که «یادگیری شیمی برای فراگیران دشوار است». این ادعا حاصل مطالعات نویسنده در حوزه آموزش شیمی است و بر نتایج پژوهش‌های جهانی درباره یادگیری شیمی تکیه دارد. در این نوشتار تلاش شده است به استناد یافته‌های پژوهشگران شاخص حوزه پژوهش در آموزش شیمی در جهان، دشوار بودن یادگیری شیمی مورد بررسی قرار گیرد.

یادگیری

چرا

دکتر مسعود سعادت‌تی  
عضو هیئت علمی دانشگاه فرهنگیان تبریز

## تاریخچه

موضوع دشوار بودن یادگیری شیمی، دست‌کم براساس نوشته‌های رسمی منتشر شده، تاریخچه‌ای نزدیک به یک قرن دارد. مقاله جوزف مالین<sup>۱</sup> در مجله آموزش شیمی<sup>۲</sup> حدود صد سال قبل و مقاله کلیف اوتو<sup>۳</sup> چند سال پس از آن و به احتمال زیاد ده‌ها مقاله دیگر در آن زمان بیانگر این مسئله است که نگرانی از مشکل یادگیری شیمی، سابقه‌ای طولانی دارد.

مالین، درست ۹۲ سال پیش، در پی راه‌چاره‌ای برای غلبه بر مشکلات یادگیری شیمی در آن زمان بوده است؛ مشکلاتی که بیشتر شامل موضوعات حفظی می‌شود، زیرا نظریه ساختن گرایبی ده‌ها سال پس از مقاله وی، با عنوان نظریه یادگیری مورد توجه قرار گرفت. مالین مشکلات یادگیری شیمی را در دو دسته اطلاعات، یکی توجه به جنبه حفظی مفاهیم و دیگری، تکالیف (توجه همزمان به دو جنبه حفظی و استدلالی) دسته‌بندی می‌کند. از جمله مشکلات دسته اول می‌توان به تعریف، تاریخچه و ... اشاره کرد و از جمله موضوع‌های دسته دوم می‌توان ظرفیت، نوشتن معادله شیمیایی، فرمول‌نویسی و ... را در نظر گرفت.

اوتو در پژوهش خود از ۳۷۱ نفر از دانشجویان یک کالج، که هیچ‌کدام درس شیمی را انتخاب نکرده بودند، علت این اقدام را جویا می‌شود. دانشجویان بیش از ۲۰ علت برای عدم انتخاب درس شیمی عنوان می‌کنند که بیشترین فراوانی با ۷۲ پاسخ در میان پاسخ‌ها، این جمله است:

«چون شیمی خیلی مشکل است». برخی پاسخ‌های دیگر نیز که در رتبه‌های بعدی قرار دارند، به نوعی به مشکل بودن یادگیری شیمی مربوط می‌شوند. ۶۳ نفر «جذاب نبودن درس شیمی»، ۴۵ نفر «زمان‌گیر بودن آزمایش‌های شیمی» و ۴۱ نفر «مؤثر نبودن شیمی در کار دانشجویان» را دلیل عدم انتخاب درس شیمی بیان کرده‌اند.

اوتو و مالین در پایان پژوهش خود راهکارهایی برای حل مشکل ارائه می‌دهند اما گویا، مشکل پیچیده‌تر از آن است که به این راحتی قابل حل باشد. نزدیک ۶۰ سال بعد، جانستون<sup>۴</sup>، از پژوهشگران برجسته در حوزه آموزش شیمی، با طرح این پرسش که «چرا یادگیری علوم مشکل است؟»، پابرجا بودن مشکل یادگیری علوم از جمله شیمی را یادآوری می‌کند [۳]. جانستون ریشه مشکلات یادگیری علوم را به شرحی که در پی می‌آید، دسته‌بندی می‌کند.

دشوار  
است؟

شیمی

برای غلبه بر مشکلات یادگیری شیمی باید  
در فرایند آموزش شیمی اصلاحات جدی  
صورت گیرد

## بحث

### ماهیت علوم و مفاهیم علمی

جانستون بر این باور است که مفاهیم علوم، برخلاف برخی مفاهیم روزمره که قابل لمس و احساس هستند و براساس مشاهدات انسان مفهوم‌سازی می‌شوند، فقط در ذهن ما انسان‌ها شکل می‌گیرند. بسیاری از مفاهیم علمی از نظر نحوه ساخت در ذهن انسان‌ها، ماهیت مشابهی دارند مانند الکترون، انرژی پیوند، ساختارها و مولکول‌ها. همه این ایده‌ها فراتر از حواس ما هستند و دانش‌آموزان در ساخت چنین مفاهیمی تجربیات اندک یا ناچیزی دارند.

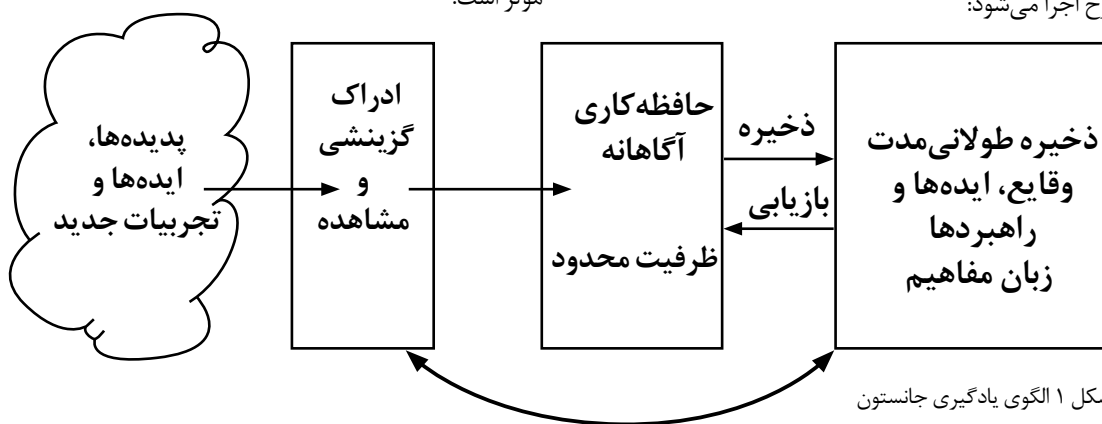
### تفکر چندسطحی در علوم

به باور جانستون، آموزش شیمی در سه سطح مجزا به این شرح اجرا می‌شود:

نیز یک تفکر سه‌سطحی قائل است. وی مدعی است عدم تسلط همزمان دانش‌آموزان به این سه سطح، باعث بروز مشکل در یادگیری آن‌ها می‌شود.

### میزان سودمند بودن آزمایش‌ها در علوم

یک باور قابل توجه در میان معلمان علوم این است که بدون شک، کار عملی و انجام آزمایش اقدام خوبی است. کار عملی مطمئناً انرژی اضافی به ابزار تدریس معلم می‌دهد و باعث می‌شود دانش‌آموز از تکالیف نوشتاری یا گوش دادن به معلم جدا شود. اما آیا این کار واقعاً یادگیری علوم را آسان‌تر می‌کند؟ جانستون با طرح یک نمونه، میزان توفیق انجام صرف آزمایش در یادگیری دانش‌آموزان را مورد تردید قرار داده و بر این باور است که انجام آزمایش و بهره‌برداری از آن، نیازمند یک راهبرد مؤثر است.



شکل ۱ الگوی یادگیری جانستون

### مانع زبان

به نظر می‌رسد زبان، منبع دشواری‌ها در مسیر یادگیری علوم است، زیرا علوم با واژه‌های تخصصی ناآشنا سروکار دارند. اصطلاحات تخصصی در مقایسه با اصطلاحات غیرتخصصی آشنا - که دانش‌آموزان فکر می‌کنند آن‌ها را درک می‌کنند - مشکل کمتری ایجاد می‌کنند. برای نمونه، «پیپت» فقط به معنی پیپت، وسیله‌ای آزمایشگاهی است یا منظور از یک «لیه»، همان دانه لیه است اما یک «ترکیب فرّار» می‌تواند چندین معنا برای بسیاری از دانش‌آموزان داشته باشد.

شکل ۱ الگوی یادگیری را نشان می‌دهد که جانستون براساس نظریه‌های پیاز، آزویل و پاسکال - لئون آن را طراحی کرد. با توجه به این الگو به باور وی، دلیل مشکلات موجود در یادگیری علوم، قابل درک است. بنابراین

سطح ماکرو یا دنیای ماکروسکوپی و قابل مشاهده، سطح زیرمیکرو یا دنیای اتم‌ها و مولکول‌ها، و سطح نمادین یعنی فرمول‌ها و معادله‌ها. جانستون نه تنها برای شیمی، بلکه برای همه رشته‌های علوم از جمله فیزیک و زیست‌شناسی

مجله «پژوهش در آموزش شیمی» با دورنمای تبدیل شدن به مجله تخصصی پژوهش در آموزش شیمی، با همت دانشگاه فرهنگیان راه‌اندازی شده است - می‌تواند همپای «مجله رشد آموزش شیمی» بستری جدید برای نشر دانش پژوهش در آموزش شیمی، برای غلبه بر مشکلات یادگیری شیمی و علاقه‌مند کردن دانش‌آموزان و دانشجویان به رشته شیمی فراهم کند



این شکل، وجود دشواری در یادگیری علوم، ریشه در چهار دلیل دارد که برای مقابله با هر یک، راهکارهایی نیز ارائه شده است. **نخله**<sup>۵</sup> یک سال پس از چاپ مقاله جانستون، با طرح این پرسش مشابه که «چرا برخی دانش‌آموزان شیمی را یاد نمی‌گیرند؟»، از جنبه دیگری به بررسی مشکلات یادگیری شیمی می‌پردازد. وی به بررسی پژوهش‌های انجام شده درباره کج فهمی‌های فراگیران در مورد چند مفهوم مهم شیمی از جمله ماهیت ذره‌ای ماده، نیروهای بین‌مولکولی، تغییر فاز، جنبه سینتیکی مدل ذره‌ای و... پرداخته است. نخله نتیجه می‌گیرد ایجاد ساختار شناختی از محتوای پیچیده دانش شیمی، کار ساده‌ای نیست و از اینکه دانش‌آموزان از دوره راهنمایی تا سطح کالج، شیمی را دشوار می‌دانند خیلی نباید تعجب کرد. به باور او، برای دانشجویی که مصمم به کار نباشد هیچ مقداری از آموزش، اثربخش نخواهد بود اما بنا بر پژوهش‌های مربوط به مطالعه کج‌فهمی‌ها، پیامدهای مختلف آموزش، برای هر سطح را معرفی می‌کند که باید از آن‌ها استفاده کرد.

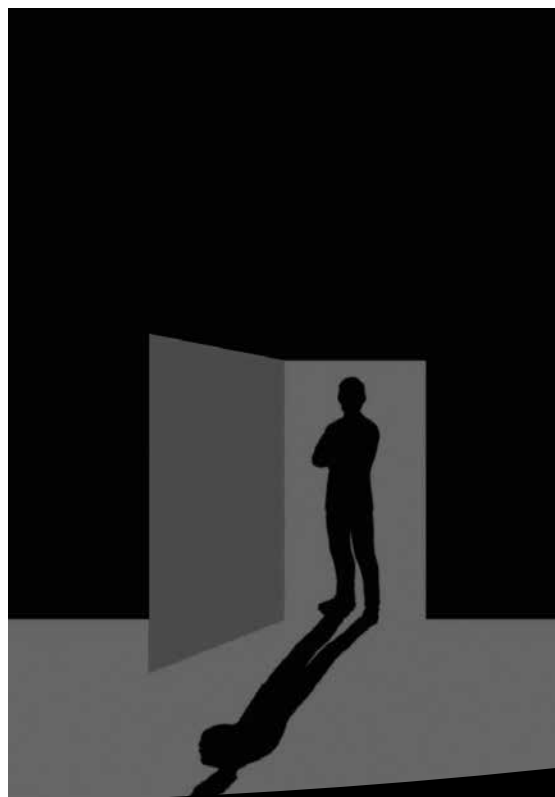
بر این اساس در پایان مقاله، او با برشمردن دلایل مشکل بودن یادگیری، به ارائه راهکارهایی به این قرار می‌پردازد:

- ✓ کمک مربیان به دانش‌آموزان برای درک تفاوت اتم، مولکول و یون؛
- ✓ کمک به درک اینکه برخی مباحث خاص مانند رفتار گازها، تغییر فاز، تعادل، الکتروشیمی و... به فرض اساسی مدل جنبشی ماده مربوط می‌شود
- ✓ معرفی واژه‌های تخصصی علوم با تأکید بر تفاوت معنای روزمره و علمی واژه‌ها توسط معلمان
- ✓ دقت معلمان در تعریف مفاهیمی که معانی متعدد دارند.

گویا با وجود همه این تلاش‌ها، مشکلات یادگیری شیمی همچنان حل نشده باقی مانده بود که جانستون در مقاله‌ای در سال ۲۰۰۰ انتقادات تند و صریحی را نسبت به روند آموزشی شیمی در جهان مطرح کرد. این مقاله در اصل برای سخنرانی در یک کنفرانس مربوط به آموزش شیمی آماده شده بود، به دعوت مجله «آموزش شیمی: پژوهش و اقدام در اروپا»<sup>۶</sup> در قالب یک مقاله چاپ شد و نشان داد که پژوهشگران برجسته آموزش شیمی از تلاش‌های صورت گرفته برای بهبود یادگیری شیمی ناراضی هستند. مقدمه این مقاله شدیدترین

انتقادهای متوجه دست‌اندرکاران، برنامه‌ریزان آموزش شیمی و معلمان و مدرسان شیمی می‌کند. او مدعی است با وجود وعده‌های پژوهشگران، حتی یکی از مشکلات یادگیری شیمی در جریان تلاش‌های نیم قرن گذشته حل نشده است و با اینکه پژوهش‌های زیادی برای استخراج کج فهمی‌های فراگیران صورت گرفته اما برای جلوگیری از به‌وجود آمدن این کج‌فهمی‌ها اقدام عملی چندانی نشده است. به باور جانستون، اگرچه برخی کشورها با درک مشکلات موجود در یادگیری شیمی، تلاش می‌کنند معلمان شیمی ماهری جذب کنند، هنوز در حل مشکلات یادگیری شیمی موفق نبوده‌اند. او پس از طرح این مقدمه انتقادی، با معرفی یک مدل برای ارائه مباحث شیمی، به‌عنوان نمونه‌ای کوچک از یک برنامه درسی مناسب، برای آموزش برخی مفاهیم شیمی نتیجه می‌گیرد که برای غلبه بر مشکلات یادگیری شیمی باید در فرایند آموزش شیمی اصلاحات جدی صورت گیرد و تأکید می‌کند که حل مشکل یادگیری شیمی، از مسیر اصلاح مدل آموزشی و توجه به وجه روان‌شناختی فرایند یادگیری فراگیران می‌گذرد؛ نکته‌ای که حتی در عنوان مقاله‌اش نیز خود را نمایان کرده است: «تدریس شیمی: کاری استدلالی یا روان‌شناختی؟».

به هر حال با گذشت نزدیک به یک قرن از طرح موضوع مشکلات یادگیری شیمی در منابع علمی، این موضوع همچنان موضوع مورد علاقه پژوهشگران آموزش شیمی بوده و دغدغه جدی آن‌هاست. [۶] از این رو، پژوهش در آموزش شیمی دارای اهمیت مضاعف می‌شود. اگرچه بیشتر محتوای مقاله سیرهان<sup>۷</sup> با عنوان «مشکلات یادگیری شیمی: یک مرور کلی»، تکرار



موضوعها و مباحثی است که بخشی از آنها در همین نوشته نیز آمده است، بازنگری مطالب مقاله او خالی از لطف نیست. وی در مقاله خود محل بروز مشکلات یادگیری شیمی را با چنین عنوان‌هایی دسته‌بندی می‌کند: محتوای برنامه درسی، اشباع شدن حافظه دانش‌آموزان، زبان و ارتباطات، تشکیل مفهوم و انگیزش. سیرهان برای هر کدام از حیطه‌های مرتبط با آموزش شیمی راهکارهایی ارائه می‌کند که نمونه‌ای از آنها به این قرارند:

- توجه به دانش قبلی دانش‌آموزان
- توجه به شیوه یادگیری دانش‌آموز و ارائه مطالب، به شیوه سازگار با الگوهای یادگیری نوع بشر
- کمک به توسعه نقشه مفهومی معنی‌دار دانش‌آموز با ایجاد اتصالات مناسب بین دانش‌های مجزای او
- توجه به کیفیت معلم و کیفیت برنامه درسی برای کمک به تقویت انگیزه و نگرش مثبت دانش‌آموزان
- توجه به مکان و زمان مناسب ارزشیابی، به منظور کمک به افزایش انگیزه دانش‌آموز به یادگیری معنی‌دار و درک مفاهیم به جای تأکید بر حفظ آنها.

اما در کشور ما اوضاع چگونه است؟ به نظر می‌رسد با وجود همه تلاش‌های انجام شده و پیگیری اخبار و تحولات آموزش شیمی در جهان و حتی اندک پژوهش‌های صورت‌گرفته، ما هنوز به اندازه کشورهای توسعه‌یافته دغدغه آموزش شیمی و آموزش علوم را نداریم. در این میان بی‌انصافی است اگر از نقش برجسته مجله «رشد آموزش شیمی» به‌عنوان تنها مجله تخصصی آموزش شیمی غفلت کنیم؛ مجله‌ای که سال‌هاست به تنهایی بار سنگین آموزش شیمی در کشور را به دوش می‌کشد. به نظر می‌رسد علاقه‌مندان آموزش شیمی در ایران برای پر کردن این فاصله زیاد با جهان توسعه یافته، نیازمند تلاش مضاعف و از خودگذشتگی بیش از حد هستند. تنها در این صورت است که این دغدغه و نگرانی را می‌توان به دغدغه برنامه‌ریزان آموزش کشور منتقل کرد. مجله «پژوهش در آموزش شیمی» به‌عنوان یار تازه‌وارد «مجله رشد آموزش شیمی» - که با دستور کار متفاوت و با دورنمای تبدیل شدن به مجله تخصصی پژوهش در آموزش شیمی، با همت دانشگاه فرهنگیان راه‌اندازی شده است - می‌تواند همپای «مجله رشد آموزش شیمی» بستری جدید برای نشر دانش پژوهش در آموزش شیمی، برای غلبه بر مشکلات یادگیری شیمی و علاقه‌مند کردن دانش‌آموزان و دانشجویان به رشته شیمی فراهم کند.

## نتیجه‌گیری

مشکل یادگیری شیمی سابقه‌ای طولانی دارد و پژوهش‌های انجام شده همچنان به‌عنوان یک مشکل جدی در بحث آموزش شیمی مطرح است. از آنجا که علت اصلی این مشکل، ماهیت انتزاعی مفاهیم شیمیایی است، حل شدن مشکل یادگیری شیمی برای همیشه، تقریباً غیرممکن است. برای فائق آمدن بر این مشکل پیشنهادات زیادی در زمان‌های مختلف ارائه شده است اما به نظر می‌رسد همه این راه‌حل‌ها از مسیر پژوهش در آموزش شیمی می‌گذرند. تنها با توسعه این پژوهش‌هاست که می‌توان به کیفیت آموزش شیمی در جهان و ایران کمک کرد. این انتظاری است از همه برنامه‌ریزان، معلمان و علاقه‌مندان آموزش شیمی.

دو مجله «رشد آموزش شیمی» و «پژوهش در آموزش شیمی»، با دو رویکرد متفاوت می‌توانند در رسیدن به هدف اصلی مأموریت مشترک خود، یعنی توسعه آموزش شیمی و ارتقای کیفیت آموزش شیمی، گام‌های مؤثری بردارند.

## \* پی‌نوشت‌ها

1. Malin, J.E.
2. Journal of Chemical Education
3. Otto, C.
4. Johnstone, A.H.
5. Nakhleh, M.B.
6. Chemistry Education: Research and Practice in Europe
7. Sirhan, Gh.

## \* منابع

1. Malin, J. E. *Journal of Chemical Education*, 1928, 5(2), 208.
2. Otto, C. *School Science and Mathematics*, 1933, 33(9), 996.
3. Johnstone, A. H. *Journal of Computer Assisted Learning*, 1991, 7(2), 75.
4. Nakhleh, M. B. *Journal of Chemical Education*, 1992, 69(3), 191.
5. Johnstone, A. H. *Chemistry Education Research and Practice*, 2000, 1(1), 9.
6. Sirhan, G. *Journal of Turkish Science Education*, 2007, 4 (2), 2.

همه راه‌حل‌ها از مسیر پژوهش در آموزش شیمی می‌گذرند و توسعه این پژوهش‌هاست که می‌توان به کیفیت آموزش شیمی در جهان و ایران کمک کرد