

درآمد

مراکز آموزشی باید پیش از تسلیم واقعیت‌ها به دانش‌آموزان، در پی پرورش استعداد‌های درونی آن‌ها باشند. اگر یک مسأله‌ی نه‌چندان پیچیده بتواند کنجکاو‌ی دانش‌آموز را برانگیزد چنان‌که با تدبیر خود به حل آن بپردازد، شور و اشتیاق پدید آمده در وی می‌تواند زمینه را برای کارهای فکری فراهم کرده، بر همه‌ی جنبه‌های زندگی او در آینده اثری ماندگار بگذارد. این در حالی است که تسلیم واقعیت‌ها دانش‌آموز را از تجربه‌ی لذت انجام یک کار فکری باز می‌دارد و مانع از رشد و تکامل اندیشه در وی می‌شود.

کارشناسان آموزشی همواره در تلاشند تا

به کمک روش حل مسأله به جای ارایه‌ی

راه حل آن، دانش‌آموز را به کشف

واقعیت‌ها و راه حل‌ها تشویق

کنند و با توجه به ویژگی‌های

روحی و اجتماعی

دانش‌آموزان، روش‌ها

و مراحل گوناگونی را

برای حل مسأله

پیشنهاد کرده‌اند.

چکیده

در این مقاله،

مراحل حل مسأله از دیدگاه

یکی از پیشگامان این روش، جورج

پولیا ارایه شده، به کمک چند نمونه،

تفاوت میان مفاهیمی هم‌چون مسأله و تمرین،

در تدریس به روش مشکل‌گشایی یا حل مسأله در

شیمی توضیح داده می‌شود. هم‌چنین با اشاره به مفهوم

الگوریتم، نمونه‌هایی از الگوریتم‌های متداول

و مورد استفاده‌ی شیمی دان‌ها معرفی

می‌شود و در ادامه، نقش الگوریتم در

حل تمرین و مسأله مورد بررسی قرار

می‌گیرد.

کلیدواژه‌ها: الگوریتم،

مسأله، تمرین، اضافه‌بار،

طرح‌واره، فهمیدن، نقشه

آغاز سخن

فرض کنید پرسشی به این ترتیب را

در کلاس مطرح کرده‌اید:

نمونه‌ای از ایندیم برمید به جرم  $0.100$  گرم با نقره‌نیترات واکنش می‌دهد. فرآورده‌های واکنش ایندیم نیترات و  $0.159$  گرم نقره برمید هستند. فرمول تجربی ایندیم برمید را تعیین کنید. اگر دانش‌آموزان شما پیش از این، شبیه‌چنین مسأله‌ای را ندیده باشند، پس از روبه‌رو شدن با هر بخش آن، درباره‌ی روش حل مسأله، شما را سؤال پیچ می‌کنند. شما نیز بنا به روش معمول حل مسأله در کتاب‌های درسی، مانند الگوریتم‌های ارایه شده در کتاب شیمی (۳) به این ترتیب آن‌ها را راهنمایی می‌کنید:

«نخست، با توجه به جرم  $AgBr$  تعداد مول‌های آن را

تعیین کنید. با توجه به تعداد مول‌های به دست

آمده، تعداد مول‌های  $Br$  را به دست

آورید. سپس جرم این مقدار  $Br$  را

حساب کنید. برای محاسبه‌ی جرم

ایندیم، جرم  $Br$  را از جرم ایندیم

برمید کم کنید. تعداد

مول‌های ایندیم را در این

مقدار ایندیم به دست

آورید. با تقسیم تعداد

مول‌های برم بر تعداد

مول‌های ایندیم، فرمول

تجربی این ترکیب به دست

می‌آید.»

ولی آیا خود شما هنگامی

که برای نخستین بار با چنین

مسأله‌ای روبه‌رو شدید، به همین ترتیب

عمل کردید؟ حتماً این‌طور نبوده است بلکه پس از

خواندن صورت این پرسش، راه‌حل‌ها و روش‌هایی به

ذهن شما راه یافته است و شما پس از آزمودن هر یک

از این راه‌حل‌ها به حل مسأله پرداخته‌اید. پس

از آن با توجه به پاسخ، مراحل را به شکل

الگوریتم برای پاسخ‌گویی به چنین

پرسش‌هایی طراحی کرده‌اید. برای حل

این مسأله، بنا به روش حل مسأله باید

به این موارد توجه شود:

✓ به عنوان نخستین روش برای حل

این مسأله، روش ارایه شده به

دانش‌آموز ارتباط چندانی با فرایند حل

مسأله ندارد.

✓ دانش‌آموز فرایند حل تمرین‌ها را با

## نقش الگوریتم در تدریس به روش مشکل‌گشایی

ابراهیم نصیری\*





### الگوریتم و حل تمرین

استفاده از الگوریتم در حل مسأله‌ها و تمرین‌های معمولی سودمند است. در واقع، یک الگوریتم از روی تجربه‌هایی بنا می‌شود که به کمک آن‌ها توانسته‌ایم پرسشی را که برای نخستین بار با آن روبه‌رو شده‌ایم، پس از تلاش و کار ذهنی پیگیر حل کنیم و در نتیجه پرسش‌های مشابه برایمان به تمرین تبدیل شده است. بسیاری از دانش‌آموزان با آشنایی با مراحل حل مسأله و بررسی نمونه‌های بیش‌تر و حل پرسش‌هایی شبیه به پرسش‌هایی که توانسته‌اند خودشان حل کنند، می‌توانند الگوریتم‌هایی طراحی کنند که بسیاری از پرسش‌ها را برای آن‌ها به یک تمرین تبدیل کند، مانند: فرمول تجربی ترکیبی را تعیین کنید که دارای  $67/2$  درصد زنون و  $32/8$  درصد اکسیژن است.

بنابراین شگفت‌آور نیست اگر دانش‌آموزان درباره‌ی معلم خوب و شایسته چنین نظر بدهند که: «معلم خوب نباید در آزمون‌ها از دانش‌آموزان انتظار حل مسایلی را داشته باشد که آن‌ها را در کلاس درس ارائه نداده است.»

### نقش الگوریتم در حل مسأله

جان استون<sup>۴</sup> بر این باور است که دشوار بودن فراگرفتن علوم از اضافه‌باری<sup>۵</sup> ناشی می‌شود که نتیجه‌ی انتظار بیش از حد ما از کارایی و توان حافظه است. یکی از راه‌های چیرگی بر این اضافه‌بار این است که به دانش‌آموزان کمک کنیم تا با استفاده از فنون و تدبیرهای ویژه، فشار کار روی حافظه را کم کنند. از دید جان استون این فنون و تدبیرها فوت و فن، روش‌ها و طرح‌واره‌هایی<sup>۶</sup> برای ساده‌تر کردن مسایل، جهت نظم بخشیدن به دانسته‌های قبلی است. در واقع، این فنون همان الگوریتم‌هایی هستند که در هریک از مراحل حل مسأله به کار می‌روند. دانش‌آموزانی که دست کم برای برخی از مراحل حل مسأله به طراحی الگوریتم نپردازند، هرگز نمی‌توانند مسأله را حل کنند. به هر حال، برای حل یک مسأله باید بیش از استفاده‌ی مرتب از چند الگوریتم، روی آن کار کرد. [۱] اکنون به این نمونه توجه کنید: یک نمونه از ترکیبی شامل زنون و فلوئور به فشار ۲۴ تور، در جبابی حبس شده است. به این نمونه گاز هیدروژن افزوده می‌شود تا فشار آن به ۹۶ تور برسد. با گذراندن یک جرقه‌ی الکتریکی از میان این مخلوط، HF و Xe تولید می‌شود. به کمک واکنش با KOH، HF از مخلوط خارج می‌شود و فشار مربوط به زنون و گاز هیدروژن باقی مانده در مخلوط به ۴۸ تور می‌رسد. فرمول تجربی زنون فلوئورید موجود در نمونه چیست؟

اگر بر آن هستید که این پرسش را در کلاس ارائه دهید، خلاصه‌ای از اطلاعاتی که نیاز است به دانش‌آموزان بدهید، یادداشت کنید.

فرایند حل مسأله اشتباه می‌گیرد.

✓ توضیح‌های ارائه شده، یک الگوریتم است که دانش‌آموز باید خود، پس از حل چند نمونه مسأله، آن را طراحی کند. معلم باید به دانش‌آموز کمک کند اما در حدی که سهم معقولی از کار فکری برای دانش‌آموز باقی بماند وگرنه دانش‌آموز هیچ‌گاه نمی‌تواند حس مستقل بودن در عمل را تجربه کند و به آن بیندیشد. [۴]

### تعریف الگوریتم

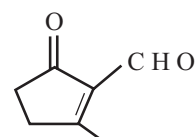
الگوریتم مجموعه قواعدی برای انجام محاسبات، به کمک ماشین است. این قواعد توسط یک سامانه‌ی کمابیش خودکار و هوشمند مانند رایانه، اجرا می‌شوند. یکی از متداول‌ترین الگوریتم‌ها در میان شیمی‌دان‌ها، ضریب تبدیل در تبدیل واحدهاست، مانند تبدیل فوت به اینچ یا سانتی‌متر. از جمله موارد دیگر، روش خطی در مبحث استوکیومتری، رویکردی که برخی شیمی‌دان‌ها برای رسم ساختارهای لوویس به کار می‌برند و مرحله‌ی که به کمک ساختار لوویس، شکل هندسی مولکول‌ها را پیش‌بینی می‌کنند، به شمار می‌روند. [۱]

### تمرین یا مسأله؟!

هایس<sup>۱</sup> بر این باور است که: «هرگاه میان مکانی که در آن هستید و جایی که قرار است بروید، فاصله‌ای باشد و شما برای طی کردن این فاصله راهی را شناسید، با یک مسأله روبه‌رو هستید.» این تعریف، اساسی را برای تشخیص دو مفهوم نزدیک به هم که با یک دیگر ارتباط نیز دارند، یعنی مسأله<sup>۲</sup> و تمرین<sup>۳</sup> از هم نشان می‌دهد. بنا به این تعریف، هنگامی که شما با پرسشی روبه‌رو می‌شوید که پیش از این، پرسش‌های شبیه به آن را حل کرده‌اید و روش حل را می‌دانید، با یک تمرین روبه‌رو هستید و نه با یک مسأله. پرسش ایندیوم بریمید برای هریک از دانش‌آموزان یک مسأله است در حالی که برای همکاران شما یک تمرین به شمار می‌رود.

مسأله بودن، ویژگی ذاتی یک پرسش نیست بلکه برهم‌کنشی حساس و ظریف میان پرسش و شخصی است که برای پاسخ دادن به آن کوشش می‌کند و بیش از آن که حاصل توانایی عقلانی فرد باشد، نتیجه‌ی تجربه‌ی او در برخورد با این نوع پرسش‌هاست. برای نمونه، این پرسش می‌تواند برای برخی از همکاران شما یک مسأله و برای برخی دیگر یک تمرین باشد:

ترکیبی با ساختار مولکولی زیر را سنتز کنید:



## مراحل حل یک مسأله

دیر زمانی است که پژوهشگران و کارشناسان آموزشی در پی ایجاد ارتباط میان نظریه‌ها با کارهای عملی هستند. شکاف موجود میان این دو، از تفاوت میان عملکرد معلمان، هنگامی که خود به حل مسأله می‌پردازند، با آن چه که هنگام تدریس به دانش‌آموزان سفارش می‌کنند، ناشی می‌شود. برای نمونه، گاه هنگام حل مسأله‌ای مربوط به بحث استوکیومتری مبتدی بودن دانش‌آموزان را نادیده می‌گیرند یا از دانشجویی که در آستانه‌ی فراغت از تحصیل است، انتظار دارند که بتواند یک ترکیب طبیعی را سنتز کند. [۲]

جورج پولیا<sup>۶</sup>، حدود ۴۰ سال پیش چهار مرحله را به این قرار برای حل یک مسأله پیشنهاد کرد:

● فهمیدن مسأله<sup>۷</sup>

● طراحی یک نقشه<sup>۸</sup>

● اجرای نقشه<sup>۹</sup>

● بازگشت به عقب<sup>۱۱</sup>

پولیا توضیح می‌دهد که در مرحله‌ی نخست، دانش‌آموز باید دریابد که چه چیزی از او خواسته شده است. البته فهمیدن مسأله به تنهایی کافی نیست بلکه دانش‌آموز باید به یافتن پاسخ مسأله نیز علاقه‌مند باشد. اگر در فهم یا علاقه‌مندی وی اشکالی وجود داشته باشد این ناشی از خطای معلم است که باید مسأله را به درستی انتخاب کند به گونه‌ای که تجسم و نمایش آن به شکلی طبیعی و دلپسند امکان‌پذیر باشد. در فهم مسأله، پیش از هر چیز باید درک بیان لفظی مسأله ممکن باشد. معلم می‌تواند از دانش‌آموز بخواهد که خود، مسأله را بیان کند. هم‌چنین دانش‌آموز باید بتواند بخش‌های اصلی مسأله مانند مجهول، داده‌ها و شرط‌های آن را باز گوید و به اجزای مسأله توجه داشته باشد و اگر ممکن بود نمودار مربوط به مسأله را رسم کند و روی آن داده‌ها و مجهول‌ها را نشان دهد. بنابراین مرحله‌ی فهمیدن مسأله، خود شامل دو مرحله‌ی فرعی آشنا شدن و کارکردن برای درک بهتر است.

هنگامی که دست‌کم می‌دانیم برای به دست آوردن مجهول چه محاسباتی باید انجام دهیم و چه شکل‌هایی باید رسم کنیم، می‌توانیم نقشه و برنامه‌ای برای حل مسأله طراحی کنیم. در واقع، کار اصلی حل مسأله تصور و دست‌یافتن به نقشه و برنامه‌ای برای حل مسأله است. این تصور ممکن است به طور تدریجی به دست آید یا آن‌که پس از یک دوره تردید، ناگهان در ذهن جرقه بزند. پس بهترین کاری که معلم در این مرحله می‌تواند انجام دهد، طرح غیرمستقیم پرسش‌ها و پیشنهادهایی است که به دانش‌آموز کمک کند تا این تصور در ذهن او ایجاد شود. چنانچه دانش‌آموز بتواند نقشه‌ای برای حل مسأله طراحی

کند، کار معلم از آن پس آسان‌تر می‌شود. این مرحله نیاز به شکیبایی دارد. معلم باید کمک کند تا هر قدمی که دانش‌آموز برمی‌دارد، آن را بیازماید و از درستی کار خود مطمئن شود.

بیش‌تر دیده‌ایم که دانش‌آموزان پس از حل مسأله، کتاب خود را می‌بندند و با این کار یک مرحله‌ی مهم آموزشی را به فراموشی می‌سپارند. درحالی‌که با نگاهی دوباره به کل مسأله و دوباره آزمودن نتیجه و راهی که به آن انجامیده است می‌توانند شناخت خود را کامل و حل مسأله را در خود تقویت کنند. یک معلم خوب باید بداند که هیچ مسأله‌ی حل شده‌ای به طور کامل پایان نیافته است و با تعمق بیش‌تر می‌توان بر فهم خود از حل مسأله افزود. [۴]

### نتیجه

چنانچه مراحل یاد شده برای حل مسأله را با روش نادرست ارایه‌ی راه‌حل مسأله که برخی معلمان در کلاس درس در پیش می‌گیرند مقایسه کنیم، درمی‌یابیم که چرا با ارایه‌ی برخی روش‌ها شور و شوق کار فکری در دانش‌آموزان کم‌رنگ می‌شود یا از بین می‌رود. با پیش‌گرفتن این روش دانش‌آموز هیچ‌گاه به اندیشه‌ی مستقل بودن در عمل دست نمی‌یابد.



\* معلم شیمی سقز

1. Hays
2. problem
3. exercise
4. Stone, J.
5. over loading
6. Polya, G.
7. schemas
8. understand the problem
9. devise a plan
10. carry out the plan
11. look back



1. Bodner, G. M. *Chem Educ*, 1987, 64, 513-514.
2. Bodner, G. M. *University Chemistry Education* 2000, 4(1).
3. Holtzclaw, H. F.; Robinson, W. R.; Nebergall, W. H. *General Chemistry*, 7th ed.
4. جورج پولیا، چگونه مسأله را حل کنیم، ترجمه‌ی احمد آرام، چاپ ششم، مهر ۱۳۸۳.
5. شیمی (۳) و آزمایشگاه، چاپ ۱۳۸۴.