دوره‌ی بیست و چهارم، شماره‌ی ۲، زمستان ۱۳۸۹

نقش تاریخ و فلسفه در آموزش شیمی

مریم معیرزاده
دانشجوی دوره‌ی دکترای فلسفه‌ی علم

چکیده

در قرن حاضر، توجه به بین رشته‌ای بودن آموزش معرفی علوم جدید را در سطح جهان در پی داشته است. مبنای دست‌یابی به علوم جدید، به خدمت گرفتن شاخه‌های گوناگون علمی و تلفیق کاربرد آن‌ها در یک دیگر بوده است. پس آموزش بین رشته‌ای علوم، تلفیق مباحث علوم تربیتی با زمینه‌های دیگر علمی هم چون تاریخ علم، فلسفه‌ی علم، علوم اجتماعی، محیط‌زیست و... را در بر می‌گیرد. در این حال، مطالعه‌ی مباحث بین رشته‌ای شیمی در کنار خودِ آن، عاملی است که معلم را به بررسی همه جانبه‌ی مباحث شیمی در کلاس درس برمی‌انگیزد. برای نمونه، معلم می‌تواند با مطالعه‌ی فلسفه‌ی شیمی، روش‌ها و فرض‌های بنیادی علم شیمی را با مباحث دیگر این علم در هم آمیزد و با تکیه به هنر پرسش‌گری، دانش‌آموزان را به شیمی علاقه‌مند کرده، آن‌ها را به پژوهش تشویق کند. در این مقاله، با توجه به کتاب‌های شیمی متوسطه، کاربرد دو حوزه‌ی تاریخ شیمی و فلسفه‌ی شیمی در طرح پرسش‌های چالشی، در زمینه‌ی شیمی ارایه می‌شود.

کلیدواژه‌ها: آموزش شیمی، فلسفه‌ی شیمی، تاریخ، آموزش بین رشته‌ای

در آموزش شیمی به عنوان یک موضوع بین رشته‌ای معلم باید افزون بر آشنایی با روش‌های آموزشی و علوم‌تربیتی که لازمه‌ی هر آموزشی است، با زمینه و مباحث تاریخ و فلسفه‌ی شیمی به عنوان رشته‌های تراز۲ شیمی آشنایی داشته باشد

آغاز سخن

توجه به بین رشته‌ای بودن[1] آموزش، فضای غنی و قدرتمندی را برای آموزش فراهم می‌کند. در سایه‌ی تلفیق علوم مختلف، اکنون تولد علوم جدید در سطح جهان، سرعتی چشم‌گیر یافته است که از آن جمله می‌توان به آموزش شیمی اشاره کرد. بنا به گفته‌ی هودسون[2]، در آموزش به روش بین رشته‌ای، ما شاهد تأکید استفاده از مباحث تاریخی و فلسفه‌ی علم در آموزش هستیم و معلمان با تمرکز بر تاریخ علم به چگونگی تکامل علم به عنوان یک فعالیت انسانی ـ که بر گرفته از نیازهای مادی، عقلانی و حتی روانی انسانی است

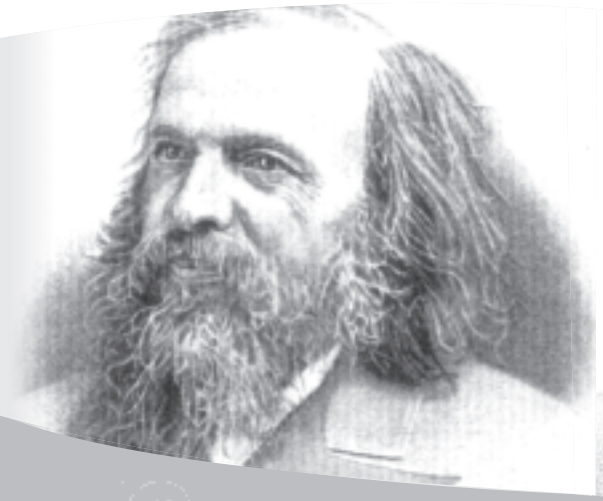
ـ می‌پردازند. لی زی[۳] نیز بر این باور است که تمرکز بر فلسفه‌ی علم، به عنوان یک رشته‌ی درجه‌ی دو [سطح بالا و استعلایی]، تحلیل روش‌ها و منطق بیان علمی و اصول ارزیابی کننده را برای معلمان امکان‌پذیر می‌کند. در آموزش شیمی به عنوان یک موضوع بین رشته‌ای معلم باید افزون بر آشنایی با روش‌های آموزشی و علوم‌تربیتی که لازمه‌ی هر آموزشی است، با زمینه و مباحث تاریخ و فلسفه‌ی شیمی به عنوان رشته‌های تراز[۲] شیمی آشنایی داشته باشد. این رویکرد، معلم را در بررسی همه جانبه‌ی مباحث شیمی کمک می‌کند.

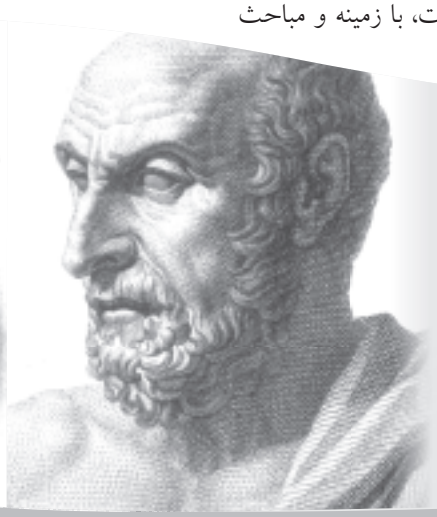
در ادامه، با ارایه دو نمونه پرسش، کاربرد تاریخ و فلسفه‌ی شیمی را در آموزش شیمی بررسی می‌کنیم.

پرسش۱: آیا قانون جدول تناوبی را می‌توان مشابه قوانین فیزیکی در نظر گرفت؟

این پرسش در جلسه‌ی دوم تدریس جدول تناوبی در کلاس مطرح می‌شود. یعنی پس از آن که دانش‌آموزان با چارچوب کلی جدول آشنا شده‌اند. برای بررسی و پاسخ به این پرسش، نخست باید تعریفی برای قانون فیزیکی ارایه شود و این که فیزیک‌دانان به طور تاریخی چه معیارهایی را برای این قوانین قایل بوده‌اند که این، همان پرداختن به تاریخ و فلسفه‌ی علم است. پس از آن می‌توان با بیان قانون جدول تناوبی و مباحثی که در تاریخ و فلسفه‌ی شیمی مطرح است به این پرسش پاسخ داد. در واقع، چنین پرسشی می‌تواند این چالش را برای دانش‌آموزان ایجاد کند که: آیا واژه‌ی قانون در همه‌ی حوزه‌های علوم‌تجربی معنی واحدی دارد؟ برای روشن شدن این موضوع می‌توان چنین عمل کرد:

قوانین فیزیکی، عبارت از قوانینی کلی، حاکم بر جهان هستند. از سوی دیگر، قانون جدول تناوبی قاعده‌ی منظمی براساس عدد اتمی عنصرهای شیمیایی است. اختلاف آشکار این نوع تناوب، با تناوبی که در فیزیک مطرح می شود، این است که تناوب در شیمی، شکلی تقریبی دارد. برای نمونه، عنصرهای سدیم و پتاسیم تکرار عنصر لیتیم را نشان می‌دهند که سرگروه، نخستین گروه اصلی جدول است. اما این سه عنصر با هم یکسان نیستند.





پیش‌بینی‌هایی که با تکیه بر قانون تناوبی ارایه می‌شوند، بر خلاف پیش‌بینی‌های برآمده از قوانین فیزیکی آرمانی نیستند. پیش‌بینی در قوانین فیزیکی به گونه‌ای اجتناب‌ناپذیر، از فرض برخی شرایط اولیه نتیجه می‌شود. ولی پیش‌بینی از قانون تناوبی، نتیجه‌گیری از یک نظریه را در بر نمی‌گیرد.

با مطالعه‌ی رویدادهای تاریخی در زمینه‌ی پیش‌بینی برخی عنصرهای ناشناخته توسط مندلیف، روشن می‌شود که وی بیش‌تر از شهود شیمیایی استفاده کرده است و نه الگوی الگوریتمی که یک فیزیک‌دان هنگام کار روی یک قانون فیزیکی از آن بهره می‌گیرد. در جریان بررسی پیش‌بینی‌هایی که مندلیف درباره‌ی عنصرهای گالیم، ژرمانیم و اسکاندیم داشته است، ارزیابی روشن‌تری از

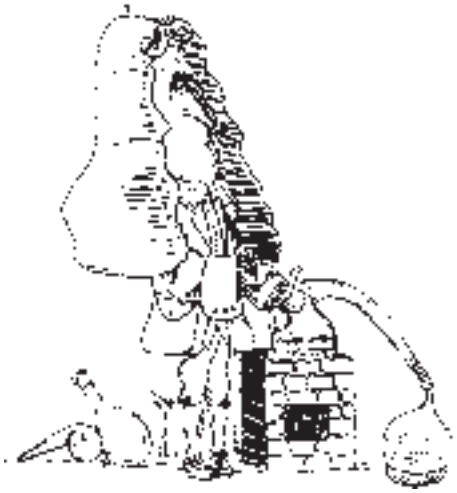
پیش‌بینی‌هایی که با تکیه بر قانون تناوبی ارایه می‌شوند، بر خلاف پیش‌بینی‌های برآمده از قوانین فیزیکی، آرمانی نیستند. پیش‌بینی در قوانین فیزیکی به گونه‌ای اجتناب‌ناپذیر، از فرض برخی شرایط اولیه نتیجه می‌شود. ولی پیش‌بینی از قانون تناوبی، نتیجه‌گیری از یک نظریه را در بر نمی‌گیرد

ماهیت تناوبی به دست می‌آید. مندلیف از روشی به نام درون‌یابی هم زمان استفاده می‌کند که عبارت از درون‌یابـی هم زمـان در گروه‌ها یا تناوب‌های جدول تناوبی اسـت. این روش بر پایه‌ی میانگین گرفتـن از خواص چهار عنصر همسـایه، با یک عنصر مشخص در جدول است. برای نمونه، اگر عنصرهای R۱، R۲،R۳، هم گروه باشند. و در یک دوره، دو عنصـر Q، Tبه ترتیب قبل و بعد از R۲ قرار گرفته باشند، ویژگی R۲ میانگین ویژگی های چهار عنصر همسـایه با آن یعنی R۱، R۳، Q، T، خواهد بود. مندلیف در تایید این روش، وزن اتمی سلنیم را شاهد می‌آورد. اما این روش برای پیش‌بینی جرم اتمی، چگالی، حجم اتمی و ویژگی‌های دیگر گالیم، ژرمانیم و اسکاندیم مناسب نبود. مندلیف با تکیه بر شهود شیمیایی، در صورت نیاز، در روش خود تغییـرات جزیی می‌داد اما هیچ‌گاه علت این انحراف از روش اولیه و چگونگی آن توضیح داده نمی‌شد. چنین موردی در قوانین فیزیکی مشاهده نمی‌شود و این یکی از نمونه‌هایی است که ماهیت تقریبی بـودن قانون تناوبی را نشـان می‌دهد. به هر حال، مندلیف به قانـون تناوبی خود آن چنان مطمئن بود که از آن برای تصحیح جرم اتمی برخی عنصرهای شناخته شده و پیش‌بینی چند عنصر و ویژگی‌های ترکیب‌های آن‌ها اسـتفاده کرد. با این کار، جایگاه قانون تناوبی تا حد یک قانون طبیعی بالا گرفت و مندلیف زندگی خود را صرف بررسی نتایج و دفاع از این قانون کرد.

مندلیف با تکیه بر شهود شیمیایی، در صورت نیاز، در روش خود تغییرات جزیی می‌داد امـا هیچ‌گاه علت این انحراف از روش اولیه و چگونگی آن توضیح داده نمی‌شد

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
H 1.01									
Li 6.94	Be 9.01	B 10.8	C 12.0	N 14.0	O 16.0	F 19.0			
Na 23.0	Mg 24.3	Al 27.0	Si 28.1	P 31.0	S 32.1	Cl 35.5			
K 39.1	Ca 40.1		Ti 47.9	V 50.9	Cr 52.0	Mn 54.9	Fe 55.9	Co 58.9	Ni 58.7
Cu 63.5	Zn 65.4			As 74.9	Se 79.0	Br 79.9			
Rb 85.5	Sr 87.6	Y 88.9	Zr 91.2	Nb 92.9	Mo 95.9		Ru 101	Rh 103	Pd 106
Ag 108	Cd 112	In 115	Sn 119	Sb 122	Te 128	I 127			
Ce 133	Ba 137	La 139		Ta 181	W 184		Os 194	Ir 192	Pt 195
Au 197	Hg 201	Tl 204	Pb 207	Bi 209					
			Th 232		U 238				

پرسـش۲: نظریه‌ی اتم گرایی بویل به شدت



تحت تأثیر فلسـفه‌ی مکانیکی بوده است. چگونه می‌توان چنین ارتباطی را برقرار کرد؟

اصل اتم‌گرایی که در یونان، از زمان دموکریتوس آغاز شـده بود، زیر بنای فکری دانشـمندان را در خلال دو قرن ۱۷ و ۱۸ تشـکیل می‌داد. در نتیجه، نیوتن و دیگر پیروان اتم‌گرایی بر این باور بودند که ذره‌هایی واقعی به نام اتم، سازنده‌ی مواد هستند. به این ترتیب، نوعی فلسفه‌ی مکانیکی در علم پیدایش یافت و قوت گرفت.فلسـفه‌ی مکانیکی، فلسفه‌ی حاکم بر قرن ۱۷ بود که براساس آن جهان، ماهیتی کاملاً مادی داشـت و

متحرک بودن ذره‌های مادی مهم‌ترین ویژگی آن در نظر گرفته می‌شد. دیدگاه تلاش برای کشف علت پدیده‌های جزیی و توضیح سازوکارهای مکانیکی، بویـل را کـه در این دوران زندگـی می‌کرد تحت تأثیر قرار داد. برای پاسـخ به این پرسـش نخست باید نظریه‌ی اتم‌گرایی دموکریتوس مطرح شـود و سپس با دیدگاه بویل مورد مقایسه قرار گیرد. به این ترتیب در آغاز، از تاریخ شیمی استفاده می‌شود و در ادامه، با توجه به فلسفه‌ی مکانیکی باید این ارتباط صورت‌بندی شود.

دموکریتوس فیلسوف یونانی، نخستین فردی بود کـه نظریه‌ی اتم را ارایه داد. او بر این باور بود که هر آن چه حس می‌شود، ماهیتی واقعی دارد. پس، وجود اتم‌های سازنده‌ی بی‌شمار در ساختار ماده، باید تفاوت میـان اتم‌ها را توضیح دهد. بـه این ترتیب اتم‌های دموکریتوس به عنـوان ذره‌هایی در انواع مختلف و مجزا، برخوردار از وزن، اندازه و جاذبه و تقسیم‌ناپذیر معرفی شـدند و تفاوت مواد با هم، به خاطر تفاوت اتم‌های آن‌ها، و تفاوت اتم‌ها با هم در نتیجه‌ی تفاوت آرایش آن‌ها توصیف شد. اتم‌های دموکریتوس وزن ندارند و هیچ‌گاه از حرکت باز نمی‌ایسـتند فقط تا حدی، آزادی خود را از دست می‌دهند.

بویل نظریه‌ی اتم‌گرایی را پذیرفته بود و باور داشـت که ماده سـه خاصیت عمده دارد: شکل، اندازه و حرکت.

نظریه‌ی ذره‌ای بویل تا حد زیاد، بر واقعیت‌های شیمیایی تکیه داشت. او با مشاهده‌ی تغییر مواد به گونه‌ای که تنها ظاهر آن‌ها دگرگون می‌شـود و نه ماهیت آن‌ها، نتیجه می‌گیرد که ذره‌های سـازنده‌ی مـواد در تبدیل‌هـای گوناگون بـدون تغییر باقی می‌مانند. دیدگاه اتمی بویل، نوعی دفاع از فلسفه‌ی مکانیکی است. وی از اصل ذره‌ای به عنوان فلسفه‌ی مکانیـک یـاد می‌کند چرا کـه بـاور دارد اصل یا فلسفه‌ی ذره‌ای، توضیحی مکانیکی از دنیای طبیعی ارایـه می‌دهد. در واقع، اتم گرایی بویل یک اتم‌گرایی فیزیکی است، نه یک بحث شیمیایی. او تنها درباره‌ی ترکیب‌های ذره‌ای بحث می‌کند بدون آن که از علت تجزیه و ترکیب مواد سخنی به میان آورد. خلاصه این که، نظریه‌ی ذره‌ای از تعداد ذره‌ها صحبت می‌کند در حالی که، نظریه‌های شیمیایی به بحث درباره‌ی ماهیت می‌پردازند.

نظریـه‌ی ذره‌ای بویل تا حد زیاد، بر واقعیت‌های شـیمیایی تکیه داشت. او با مشاهده‌ی تغییر مواد به گونه‌ای که تنها ظاهر آن‌ها دگرگون می‌شود و نه ماهیت آن‌ها، نتیجه می‌گیرد که ذره‌های سازنده‌ی مواد در تبدیل‌های گوناگون بدون تغییر باقی می‌مانند

نتیجه‌گیری

آمـوزش علوم بـه عنوان یـک موضوع بین رشـته‌ای، به معلمانی همه جانبه‌نگر نیازمند است کـه با هنـر پرسـش‌گری، چالش‌هایـی را برای دانش‌آموزان ایجاد کنند. طرح پرسش‌های چالش برانگیـز و ایجاد علاقه و انگیـزه در دانش‌آموزان نیازمند اسـتفاده از روش فلسـفی است. این مهم تنها با علم به مباحث تاریخی و فلسفی امکان‌پذیر خواهد بود. در آموزش شیمی نیز چنین رویکردی، یادگیری تفکر محـور را جایگزین حافظه محور کرده، علاقه به پژوهش، تفکر و اسـتدلال مطالب علمی را در دانش‌آموزان تقویت می‌کند.

1. Interdisciplinary
2. Hudson
3.Lazy

۱. عابد بدریان، آموزش شیمی ـ راهبردها و شیوه‌های نوین آموزش شیمی در مدارس، انتشارات مبنای خرد، ۱۳۸۸.

۲. ج. لازی، درآمـد تاریخی به فلسـفه‌ی علم، ترجمه‌ی علی پایا، انتشارات سمت، ۱۳۷۷

۳. ج. هودسون، تاریخ شیمی، ترجمه‌ی احمد خواجه‌نصیر طوسی، مرکز نشر دانشگاهی ، ۱۳۷٤.

4.Philsci - archive. pitt. edu/ archive/ 00000256/ 00/case -for - poc.

5. Van Brakel, J. “Philosophy of Chemistry”, leuven university press.