

۷۴

# آموزشی

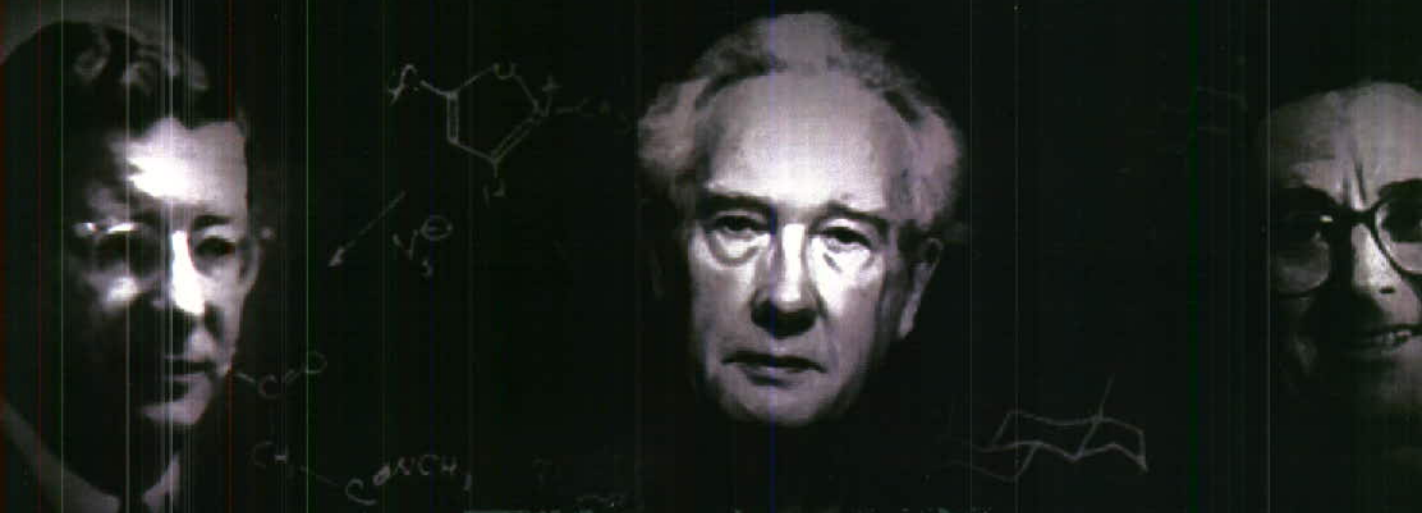
رشد

آموزشی، تحلیلی، اطلاع رسانی

دوره ی نوزدهم، شماره ی ۱، پاییز ۱۳۸۴، بها ۲۵۰۰ ریال

وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی  
دفتر انتشارات کمک آموزشی

ISSN 16043  
www.roshdmag.org



سرگذشت سنتز مواد آلی؛ پیوند دانش و هنر  
اصلاح نظام دار آموزش شیمی؛ چشم انداز بین المللی

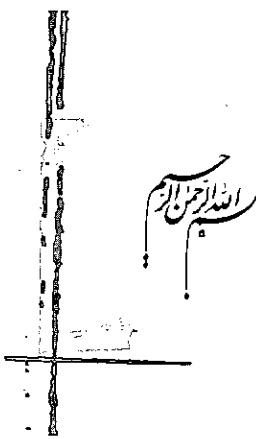


## Not all chemists wear white coats

This astronaut has been sent on an important space mission-to retrieve and repair a communication satellite. She could be a chemist. After all, a chemical science qualification can take you anywhere, even hundreds of miles out into space. It could also take you to the frozen landscape of Antarctica to study its unique wildlife, or to mountain heights to study the ozone layer. In fact, chemists don't just work in laboratories, they can be found in a surprising number of professions.

From manufacturing and law, to personnel and banking, as well as in oil, textiles, health and food, chemists play a vital role in almost every industry you care to think of.

به سه نفر از کسانی که گویاترین و شیواترین برگردان عبارت های بالا را حداکثر تا پایان اسفندماه ۸۴ برای ما بفرستند. جایزه ی ارزنده ای تقدیم خواهد شد. در ضمن، بهترین ترجمه ی ارائه شده با نام مترجم در یکی از شماره های آینده ی مجله به چاپ خواهد رسید.



انشاء الرحمن



وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی  
دفتر انتشارات کمک آموزشی

آموزشی  
۷۴  
شده

آموزشی، تحلیلی، اطلاع رسانی

دوره ی نوزدهم، شماره ۱، پاییز ۱۳۸۴، بها ۲۵۰۰ ریال



Successive No:74  
Quarterly Chemistry Education Magazine  
2005, Vol.19, No.1  
ISSN 1606-9145  
info@roshdmag.org

مدیر مسؤول: علیرضا حاجیان زاده  
سردبیر: نعمت الله ارشدی  
مدیر داخلی: مهدیه سالارکیا  
طراح گرافیک: آرینا کوثری  
شورای نویسندگان: مجتبی یاقر زاده، غلام عباس پارسا فر، احمد خرم آبادی زاده، حسین رحمانی و محمدرضایانفیان  
ویراستار ادبی: مهدیه سالارکیا

نشانی دفتر مجله:

تهران، خیابان ایران شهر شمالی، پلاک ۲۶۸  
تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۶۵۸۵  
نشانی: تهران صندوق پستی ۱۵۸۷۵-۳۳۳۱  
تلفن: ۹-۱۶۱-۸۸۴۱ داخلی ۲۹۳  
تلفن امور مشترکین: ۷۷۳۳۳۵۱۰ و ۷۷۳۳۶۶۵۶  
چاپ: شرکت انست (سهامی عام)  
شمارگان: ۱۱۰۰۰



سرمقاله:

۲- پایان کار، خود آغازی دیگر است؟



شیمی در بستر تاریخ:

۴- یادنامه



۵- سرگذشت سنتز مواد آلی؛ پیوند دانش و هنر

آموزش با آزمایش:

۱۰- تهیه سوپ پیش زیستی

۱۳- یک نمایش کلاسی: مثل، مثل راحل می کند



آموزش شیمی در جهان امروز:

۱۶- اصلاح نظام دار آموزش شیمی، چشم انداز بین المللی

۲۳- مول، جدول تناوبی و عددهای کوانتومی

۲۷- فرمول بندی برای اندازه گیری تقریبی آنتالپی سوختن

هیدروکربن های راست زنجیر

۲۹- محاسبه ی عدد اکسایش کربن در ترکیب های آلی

و موازنه ی واکنش های اکسایش- کاهش در شیمی آلی



شیمی از نگاهی ژرف:

۳۱- ساختار و عمل پروتیین ها / ۳۶- آب و

ویژگی های غیرعادی آن (بخش سوم) / ۴۱- ثابت جادویی

عدد آوگادرو



شیمی، صنعت و زندگی:

۴۵- مواد هوشمند / ۴۷- آشنایی با مجتمع تولید

آلومینای جاجرم



شیمی در رسانه ها:

۵۰- تازه های شیمی / ۵۳- شیمی در بوته ی نقد / ۵۷-

جوان ترین دانشمند ایران

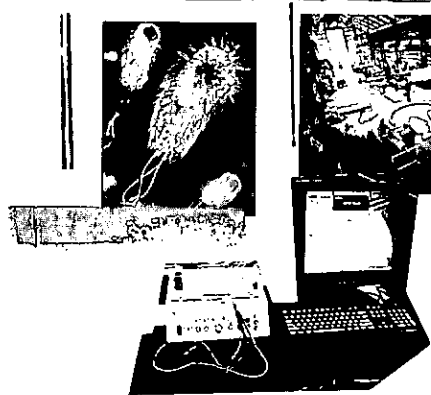


سر گرمی های شیمی:

۵۸- تجربه های یک معلم

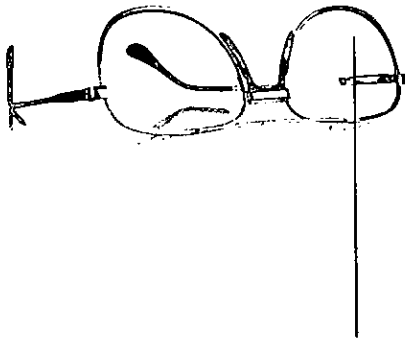
۶۰- بد نیست بدانید که ...

۶۱- نتیجه ی مسابقه های مجله





## پایان کار، خود آغازی دیگر است



پاییزی دیگر از راه رسید و خورشید سال تحصیلی تازه‌ای طلوع کرد. طلوع امسال، با چهار سال گذشته تفاوت دارد. دیگر جامعه‌ی آموزش شیمی کشور چشم انتظار کتاب درسی تازه‌ای برای دوره‌ی متوسطه نیست. زیرا کتاب‌های چهارگانه‌ی شیمی دوره‌ی متوسطه‌ی نظری و پیش‌دانشگاهی از سال ۸۰، یکی پس از دیگری به کلاس‌های درس راه یافتند و پس از یک سال اجرای آزمایشی در سراسر کشور و عبور از برابری چشمان ناظران آگاه و نکته‌سنج، هم‌چون معلمان و دانش‌آموزان عزیز مسیر طولانی اصلاح را طی کرده، پس از پشت سر نهادن این مراحل طاقت‌فرسا روانه‌ی جامعه‌ی آموزشی کشور شده‌اند.

به نظر می‌رسد طبق مصوبات داخلی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، کتاب‌های درسی از جمله دو کتاب یاد شده تا سال تحصیلی ۸۸-۸۷ بدون تغییر باقی بمانند. به این ترتیب ثبات زمانی به نسبت چشم‌گیری فراهم می‌شود که برای معلمان شیمی و دانش‌آموزان، فرصت برنامه‌ریزی دقیق‌تر همراه با کاهش نگرانی در عرصه‌ی



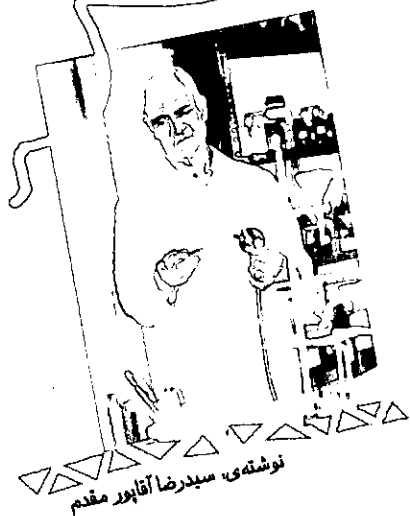
یاددهی-یادگیری را به وجود می آورد. در عین حال انتظار می رود که برنامه ریزان درسی با تأمل بر ساختار و محتوای کتاب درسی، تنگناها، کاستی ها و مشکلات ناشی از اجرای آن در کلاس های درس، برنامه ی درسی شیمی دوره ی متوسطه را مورد بازنگری قرار دهند و در صورت امکان، با حضور در کلاس های درس و با شرکت در جمع معلمان، از نزدیک با مسایل مطرح در فرایند یاددهی-یادگیری کتاب های یاد شده، به طور دقیق تر آشنایی یابند. اگرچه، بسیاری از معلمان پس از گذشت ۴ سال از آغاز اجرای برنامه ی درسی جدید شیمی دوره ی متوسطه موفق به حضور در دوره های ضمن خدمت نشده اند و با اهداف برنامه ی درسی آشنایی ندارند، اما انتظار می رود که برنامه ریزان درسی در این فرصت فراهم آمده، بحث آموزش معلمان و انتخاب و استفاده از راه های گوناگون را برای ارتقای سطح علمی و مهارت های حرفه ای معلمان در چارچوب برنامه ی درسی یاد شده جدی تر از گذشته گرفته، به این منظور برنامه ریزی کنند و از راه مستقیم و به صورت چهره به چهره، یا از طریق نشریات کاغذی هم چون کتاب و مجله، یا انتشار کتاب های راهنمای تدریس، یا از طریق آموزش از راه دور به کمک شبکه های جهانی وب و حتی تهیه و اجرای برنامه های آموزشی از راه رسانه ی ملی (صدا و سیما) یا از طریق تولید نرم افزارها یا چندرسانه ای های آموزشی به این امر همت گمارند.

اکنون که ثبات، محتوای کتاب های درسی را فرا گرفته است، معلمان عزیز بیش از پیش باید به نیازهای منطبق بر برنامه ی درسی شیمی دوره ی متوسطه آگاهی یابند و با حضور فعال در دوره های آموزشی ضمن خدمت، همایش های منطقه ای، استانی و کشوری از یک سو و مطالعه ی منابع علمی به روز از سوی دیگر، اقدام ورزند و ضمن افزایش باور خود به درستی اقدام برنامه ریزان درسی در طراحی و تولید برنامه ی درسی شیمی دوره ی متوسطه، خود را یک گام دیگر به تحقق کامل اهداف نظام آموزشی کشور نزدیک کنند. ما بر این باوریم که تنها آگاهی معلمان و اعتقاد آنان به هدف های دانشی، مهارتی و نگرشی تبیین شده در راهنماهای برنامه ریزی می تواند موفقیت اجرای این برنامه را تضمین کند و این در حالی است که ناآگاهی از این هدف ها و عدم آشنایی با تحولات آموزشی در عرصه ی ملی و بین المللی سبب می شود که حتی بهترین برنامه ی درسی نیز ناکام بماند. بنابراین، از این پس بار اصلی به دوش معلمان کوشا و خستگی ناپذیر خواهد بود تا با حمایت عملی خود از برنامه ی درسی شیمی دوره ی متوسطه، بر بازدهی فرایند یاددهی-یادگیری درس شیمی بیش از پیش بیفزایند و زمینه ی تربیت درست فرزندان عزیز این مرز و بوم را فراهم آورند. مجله ی رشد آموزشی شیمی نیز آمادگی خود را برای درج نیازمندی ها و انتشار دیدگاه های شما خوانندگان ارجمند اعلام می دارد. شما می توانید با فرستادن نوشتارهای خود، برنامه ریزان درسی را از تریبون آزادی که این مجله در اختیاران می گذارد آگاه سازید. این تلاش را با مشارکت فعال خود تأثیرگذار و ثمربخش تر کنید.

سردبیر



# یادنامه



نوشته‌ی سیدرضا آقاورد مقدم

غلامحسین لطیفی معلم و آزمایشگری برجسته در شیمی بود. او در سال ۱۳۱۵ در یکی از روستاهای ساوه زاده شد. دوره‌ی ابتدایی را در زادگاه خود به پایان رساند و پس از آن برای ادامه‌ی تحصیل، نزد یکی از بستگان، به ارومیه رفت و در آنجا سال ششم ابتدایی را گذراند. پس از پایان این دوره، در آزمون ورودی دانشسرای مقدماتی تهران شرکت کرد و پذیرفته شد. به این ترتیب مدت ۲ سال را به صورت شبانه‌روزی در دانشسرا پشت سر گذاشت و پس از آن که در سال ۱۳۳۵ مدرک خود را از دانشسرا گرفت، برای تدریس رهسپار روستاهای شهرستان ساوه شد. او به مدت ۱۰ سال در روستاهای گوناگون سرگرم تدریس بود تا آن که در سال ۱۳۴۵، به تهران منتقل شد. ضمن خدمت روزانه، شبانه درس می‌خواند تا موفق به دریافت دیپلم آزاد شد. در همان سال در آزمون ورودی دانشسرای عالی تهران شرکت کرد و پذیرفته شد. پس از پایان دوره‌ی تحصیل شبانه به عنوان معلم شیمی در دبیرستان‌های تهران کار خود را ادامه داد. هم‌چنین به مدت ۴ سال در دانشگاه تربیت معلم، به عنوان مربی آزمایشگاه شیمی تجزیه به تدریس پرداخت و در طرح پرسش‌های شیمی آزمون سراسری ورودی دانشگاه‌ها حضوری فعال داشت و چندین سال نیز با دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی همکاری می‌کرد. در مناطق متفاوت آموزش و پرورش تهران به آموزش آزمایشگاهی برای معلمان ابتدایی، راهنمایی و متوسطه می‌پرداخت و به همین منظور به بیش‌تر استان‌ها نیز سفر می‌کرد.

مرحوم غلامحسین لطیفی در تألیف کتاب‌های درسی آزمایشگاه شیمی همکاری داشت و برای این همکاری در تألیف کتاب «شیمی در آزمایشگاه» لوح تقدیر دریافت کرد. کتاب شیمی تجزیه‌ی الکسیف نیز که پیش از آن از زبان روسی به فرانسه برگردانده شده بود، توسط او از فرانسه به فارسی ترجمه شد. کتاب «پرسش و پاسخ آزمایشگاهی» نیز تألیفی دیگر از اوست.

مرحوم لطیفی پس از ۳۱ سال خدمت آموزشی، در سال ۱۳۶۶ بازنشسته شد. او حتی در این دوران نیز فعالیت‌های آموزشی خود را پی گرفت. از او مقاله‌های چندی در زمینه‌ی آزمایش‌های شیمیایی در مجله‌ی رشد آموزش شیمی به چاپ رسیده است. هم‌چنین در شماره‌ی ۲۳، بهار سال ۱۳۶۹، زندگی‌نامه‌ی وی آمده است. سرانجام این همکار گرامی پس از سال‌ها تلاش خستگی‌ناپذیر، در سال ۱۳۸۲ در تهران، راهی دیار باقی شد. یاد و خاطره‌اش زنده و گرامی باد.

# پیوند دانش و هنر سرگذشت سنتز مواد آلی؛

نوشته‌ی مهدیه سالار کیا

در روزگار کنونی، شیمی فراورده‌های طبیعی به سان شکارگاهی در برابر ذوق و سلیقه‌های افراد سرزنده و هنرمند می‌نماید. هم‌اکنون با تکیه بر ابزارهای قدرتمندی که در اختیار شیمی‌دان‌هاست، مواد پیچیده و سودمند تازه‌ای در حال کشف و بررسی‌اند. بدون شک اگر رویارویی با روش‌های امروزی در گذشته ممکن بود، چهره‌ی پژوهشگران سال‌های ۱۹۰۰ را هاله‌ای از شگفتی و ناباوری فرا می‌گرفت. با این همه، هیچ‌کس کار پژوهش در این پهنه را آسان‌تر از گذشته نمی‌انگارد. در واقع، گسترش و اصلاح روش‌های مورد استفاده، هم‌چنان ادامه دارد و همین امر است که علاقه و نیروهای فکری ما را به جنگاوری در برابر تهیه‌ی مواد پیچیده برمی‌انگیزد. به نظر می‌رسد که توانایی طبیعت در ساخت این مواد حد و مرزی ندارد و ما در سایه‌ی حمایت این توانمندی، راه سنتز مواد شیمیایی را از قرن نوزدهم میلادی پی گرفته‌ایم.

شیمی سنتز مواد آلی را شاید بتوان از دید قدرت آفرینش و قلمرو نامحدود آن، پرهزینه‌ترین شاخه از علم شیمی دانست. تنها اگر لحظه‌ای به پیرامون خود نظر بیفکنیم، در می‌یابیم که این علم تکیه‌گاهی استوار و پایه‌ای خلل‌ناپذیر برای داروسازی و زیست‌شناسی، تهیه‌ی مواد با فناوری بالا و ویژه‌ی رایانه‌ها، پلاستیک‌ها یا بسپارها، ارتباطات و ابزارهای انتقال، کودهای کشاورزی، آفت‌کش‌ها، فراورده‌های غذایی، مواد آرایشی و پوشاک بوده است. در واقع، آن‌چه که سنتز را چنین ارزشمند جلوه می‌دهد، طبیعت دوگانه‌ی آن به عنوان یک دانش دقیق و یک هنر ظریف است.

در بررسی مواد پیچیده، یک پژوهشگر دیرپا زود با موضوع سنتز چنین موادی روبه‌رو می‌شود. او ممکن است بخواهد درستی ساختاری را که برای یک ماده پیش‌بینی کرده است بیازماید. شاید هم بخواهد با ادامه‌ی پژوهش‌های خود، درباره‌ی آن ماده، پرده از دانستنی‌هایی درباره‌ی واکنش‌ها و ویژگی‌های شیمیایی آن بردارد. گاه ماده‌ای از دید کاربردی، اهمیت ویژه دارد و او می‌کوشد به شیوه‌ای ارزان آن ماده را از موادی که در

دسترس قرار دارند تهیه کند. گاهی هم می‌خواهد جزییاتی را درباره‌ی ساختار مولکولی ماده روشن سازد. بنابراین، موضوع سنتز شیمیایی به خاطر این همه اعتبار و جاذبه، در هر زمانی مورد ستایش و توجه قرار گرفته است. کوشش در قلمرو سنتز مواد، جریانی همیشگی داشته و برخلاف برخی از کشف‌ها یا اختراع‌هایی که به یک‌باره روی داده است، از پیش از قرن بیستم، در شریان‌های تاریخ علم روان بوده است.

در تاریخ سنتز شیمیایی، آشکارا ۴ دوره به چشم می‌خورد: دوره‌ی پیش از جنگ جهانی دوم (قرن نوزدهم)، دوره‌ی وودوارد، دوره‌ی کوری<sup>۱</sup> و دوره‌ی دهه‌ی ۱۹۹۰. در واقع، سنتز کلی<sup>۲</sup> در قرن نوزدهم متولد شد و دیپاچه‌ی گاهنامه‌ی آن با نخستین سنتز هوشیارانه، به دست شیمی دان آلمانی، فردریک ولر<sup>۳</sup> در سال ۱۸۲۸ رقم خورد. او موفق به تهیه‌ی اوره، به



رابرت پی. وودوارد

عنوان یک ماده‌ی طبیعی، از ماده‌ی ساده‌ی آمونیوم سیانات شد. این، نقطه‌ی آغاز تهیه‌ی مواد آلی از مواد معدنی بود. به همین ترتیب در سال ۱۸۴۵ دومین سنتز در تاریخ سنتز کلی با تهیه‌ی استیک اسید از عنصر کربن روی داد. از دید تاریخی، این واقعه از آن‌جا اهمیت داشت که کولب<sup>۴</sup>، ارایه‌دهنده‌ی این روش سنتز، در مقاله‌ی خود، برای نخستین بار از واژه‌ی سنتز جهت توصیف فرایند تهیه‌ی یک ترکیب شیمیایی از مواد دیگر، استفاده کرد. تا پایان قرن نوزدهم بسیاری از رنگ‌های متداول آن زمان سنتز شدند چنان‌که در سال ۱۸۶۹، سنتز آلزارین توسط گریب و لیبرمن<sup>۵</sup>، و سپس سنتز نیل یا ایندیگو<sup>۶</sup> در سال ۱۸۷۸ توسط آدولف فون بایر انجام گرفت.

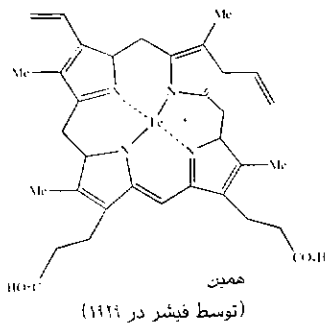
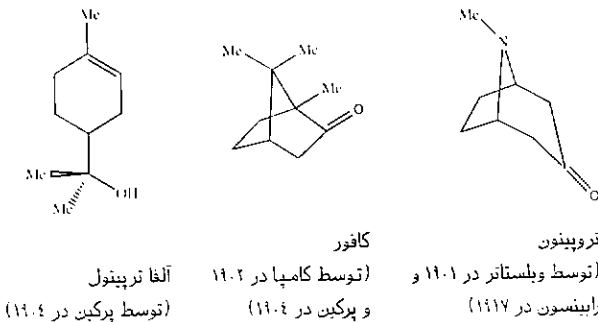


ادمیل بایر

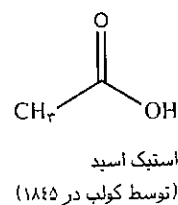
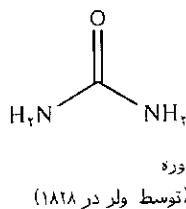
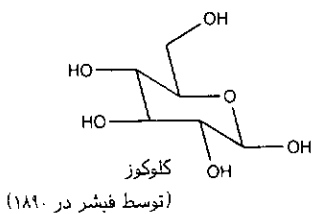
اما شاید پس از اوره، خیره‌کننده‌ترین سنتزی که در همین دوره (دوره‌ی پیش از جنگ جهانی دوم) و در آغاز قرن بعدی روی داد، سنتز و

تعیین پیکربندی مراکز دستواره‌ای (+) گلوکوز توسط امیل فیشر<sup>۷</sup> بود که به خاطر آن در سال ۱۹۰۲، موفق به دریافت جایزه‌ی نوبل در شیمی شد. این کار نه تنها به خاطر پیچیده بودن ساختار این ترکیب، بلکه به علت کنترلی که از دید شیمی فضایی آن را همراهی می‌کرد، اهمیت فراوان داشت. در همین هنگام روش تازه‌ای برای تشکیل پیوند C-C توسط گرنیارد<sup>۸</sup> ارایه شد. در پایان دهه‌ی ۱۹۲۰ هنر سنتز، مراجع برجسته را در نوردید و همین<sup>۹</sup>، رنگدانه‌ی سرخ رنگ و بخش منتقل‌کننده‌ی اکسیژن در خون، توسط هانس فیشر در سال ۱۹۳۰ تهیه شد. این ترکیب عضوی از خانواده‌ی پورفیرین‌هاست. در سال ۱۹۲۷، دو شیمی دان بزرگ آلمانی، اوتودیلز و کورت آلد<sup>۱۰</sup>، یکی از ساده‌ترین و برجسته‌ترین روش‌ها برای سنتز حلقه‌های شش کربنی را کشف کردند.

سنتزهای انجام گرفته در قرن نوزدهم نسبتاً ساده بود و بیش‌تر به سمت تولید مشتق‌هایی از بنزن هدایت می‌شد. در این سنتزها گروه‌های عاملی روی حلقه‌های بنزن به یک‌دیگر تبدیل می‌شدند. دوره‌ی پیش از جنگ جهانی اول با گام‌های بلند به سوی پیشروی در پهنه‌ی سنتز مواد آلی آغاز شد.



شکل ۲ برخی رویدادهای مهم مربوط به سنتز کلی ترکیب‌ها در خلال سال‌های ۱۹۰۱ تا ۱۹۳۹.



شکل ۱ برخی فرآورده‌های طبیعی سنتز شده در قرن نوزدهم.

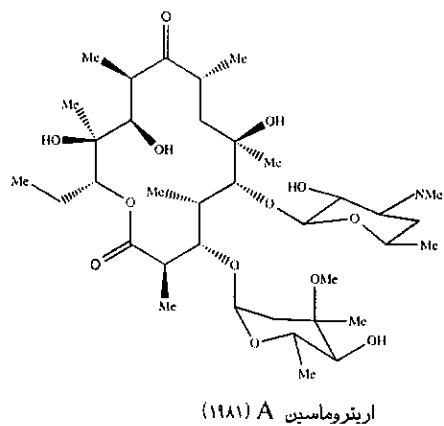
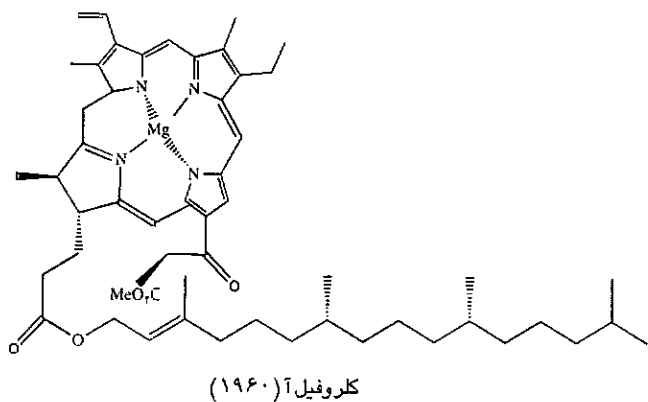
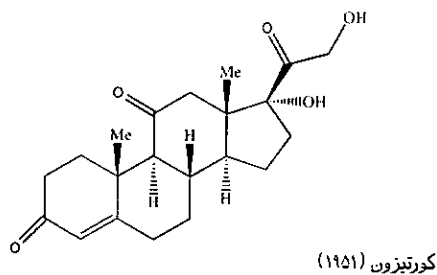
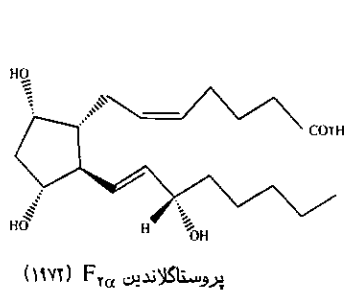
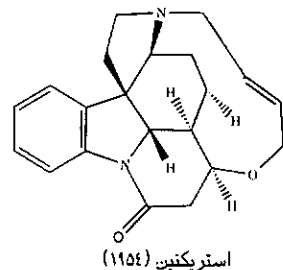
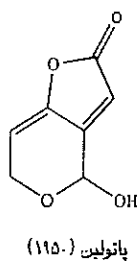
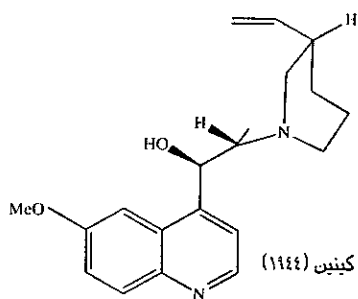


هم چنین مورفین و پنیسیلین در دوره ی وودوارد به طور مصنوعی تهیه شدند. سررابرت رابینسون<sup>۱۳</sup> همراه با وودوارد در سال ۱۹۵۱ موفق به سنتز کورتیزون شد. اگر رابینسون با این کار تیروکمان شیمی آلی را به دست گرفت، می توان گفت وودوارد کسی بود که آن را تا حد یک ابزار عالی برای آموزش سنتز و درک ساز و کار فرایندها، توضیح دانستی های موجود و پیش بینی نتیجه ی واکنش ها به کار بست.

با ظهور ای. جی. کوری در این قلمرو، دانش سنتز مواد شیمیایی به سطح دیگری از افسونگری خود رسید. کوری در سال ۱۹۵۹ در سن ۳۱ سالگی به عنوان استاد تمام، وارد دانشگاه هاروارد شد. در این دوره برگستروم و ساموئلسون<sup>۱۴</sup> در سوئد و سرجان وین<sup>۱۵</sup> در انگلیس پروستاگلاندین ها را کشف کردند. این مواد در مقدارهای بسیار کم در بدن ما وجود دارند و در فرایندهای حیاتی به عنوان کنترل کننده شرکت می کنند. کوری با مهارتی ناگفتنی ساختار بسیاری از پروستاگلاندین ها را تعیین و بسیاری

به طور مشخص، مولکول هایی که در این دوره به میان مواد سنتزی پای گذاشتند، از پیچیدگی بیش تری برخوردار بودند و در طراحی روش سنتز آن ها به مهارت بیش تری نیاز بود. با ورود وودوارد به دانشگاه هاروارد گویی پیشروی در قلمروی سنتز مواد شیمیایی به سوی فتح بلندی های این عرصه سرعت فزاینده ای به خود گرفت. وودوارد با تکیه بر نبوغ و مهارت برجسته ی خود، از راه سنتز به مولکول های غول پیکری دست یافت.

به این ترتیب با دستان توانای او، در دهه های ۱۹۴۰ تا ۱۹۶۰، فصلی طلایی در تاریخ سنتز کلی گشوده شد و آن را به منزله ی دانشی توانمند و هنری ظریف بیش از پیش نمایان ساخت. برخی از مهم ترین سنتزهای کلی وودوارد به این قرار است: کینین (۱۹۴۴)، پاتولین (۱۹۵۰)، کلسترول و کورتیزون (۱۹۵۱)، استریکنین (۱۹۵۴)، کلروفیل آ (۱۹۶۰)، پروستاگلاندین F<sub>2α</sub> (۱۹۷۳)، ویتامین B<sub>۱۲</sub> (همراه با اشنموزر<sup>۱۶</sup> در ۱۹۷۳)، اریتروماسین A (۱۹۸۱) و...



شکل ۲ ساختار برخی ترکیب های سنتز شده توسط وودوارد.

از آن‌ها را سنتز کرد. این مواد اکنون در تهیه‌ی داروها کاربرد گسترده یافته‌اند.

## یادمان آفرینندگان سنتزی به یادماندنی



اوتو دیلز



کورت آلدِر



الیاس چی کوری

با کار کوری، کوشش‌ها و مفاهیم دنیای سنتز منطقی‌تر و نظام‌دارتر شد. اکنون با این منطق است که فراگیران در این پهنه، به کمک چگونگی بررسی مولکول‌های پیچیده و ابزارهای مناسب، برای سنتز این مولکول‌ها آموزش می‌بینند. به کمک روش‌های آرایه شده توسط کوری، هزاران ترکیب طبیعی طراحی شده، در

خلال سال‌های ۱۹۳۰ تا ۱۹۶۰ سنتز شده‌اند.

با آن‌که سنتز کلی در دهه‌های ۱۹۸۰ به اوج باروری خود رسیده بود اما دانه‌هایی از پیش کاشته شده هم بود که در دهه‌ی ۱۹۹۰ به بار نشست و پشرفت‌های غیرمنتظره‌ای را به همراه آورد چنان‌که سبب بروز هیاهوهای تازه‌ای در این عرصه شد. سنتز کلی به گونه‌ای برجسته، نقش جدی‌تری در زیست‌شناسی و داروسازی پیدا کرد. همراه شدن هرچه بیش‌تر این رشته‌های علمی با شیمی ترکیبی، با کشف‌هایی در زمینه‌های ژنتیک مورد تشویق و تایید دانشمندان قرار گرفت. این چنین بود که شیمی دان‌هایی که در امر سنتز فعالیت داشتند، با روش‌های خودرهمسپار نفوذ به قلب زیست‌شناسی و پشروی در آن شدند. این امر منجر به پیدایش رشته‌های پژوهشی تازه در زیست‌شیمی شد که به مهندسی مولکول‌ها و رفتار زیست‌شناختی فرآورده‌های طبیعی می‌پرداخت. زیست‌شناس‌ها نیز برسودمندی سنتز شیمیایی در زمینه‌ی دانش‌اندوزی‌های خود باور یافتند و به آن امیدوار شدند.

به این ترتیب فلسفه‌ی جدیدی به میان آمد که سنتز کلی را به عنوان جزئی با اهمیت از زیست‌شیمی معرفی کرد و فرآورده‌های طبیعی هم چنان در مرکز توجه پژوهشگران جایگاه خود را پررنگ‌تر از همیشه حفظ کردند.

با نگاهی گذرا به آن‌چه که طی دو قرن اخیر بر سنتز کلی رفته است، قله‌هایی را با نام بزرگانی حک شده بر آن‌ها خواهیم یافت. اکنون قصد داریم به طور سلسله‌وار به معرفی شماری از فاتحان این قله‌ها بپردازیم. پس تاریخ سنتز مواد آلی را برگ می‌زنیم و گشت خود را با مرور سرگذشت دو شیمی‌دان کوشما، اوتودیلز و کورت آلدِر در این قلمرو پی می‌گیریم.

\*\*\*

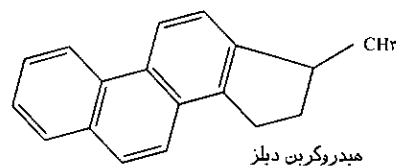
برای همه‌ی کسانی که گامی در پهنه‌ی شیمی نهاده‌اند، واکنش دیلز-آلدِر نامی آشناست؛ واکنشی که شیمی‌دان‌ها آن را جهت ایجاد تک مرحله‌ای حلقه‌های شش کربنی سیر نشده، بی‌نظیر می‌دانند. از این‌رو که، کنترل فضایی بسیار بالایی بر آن حاکم است. به دیگر سخن، سازوکار هماهنگ این واکنش، جای تشکیل هیچ حد واسطی را باقی نمی‌گذارد.

پس از آن‌که در سال ۱۹۵۰، دو دانشمند آلمانی، اوتودیلز و کورت آلدِر، به خاطر کشف این واکنش، موفق به دریافت جایزه‌ی نوبل شیمی شدند، نام دیلز-آلدِر برای واکنش یاد شده برگزیده شد. اوتودیلز در ۲۳ ژانویه‌ی سال ۱۸۷۶ در هامبورگ، آلمان، تولد یافت. دو ساله بود که همراه خانواده‌اش به برلین مهاجرت کرد؛ جایی که در آن، پدرش به مقام استادی در دانشگاه رسیده بود. به این ترتیب تا سال ۱۸۹۵ تحصیلات خود را در برلین پشت سر گذاشت و سپس جهت ادامه‌ی تحصیل راهی دانشگاه برلین شد. در این جا بود که نزد دانشمند معروف آن عصر، امیل فیشر، سرگرم فراگیری شیمی شد. و افزون بر آن، به کسب علوم دیگر نیز پرداخت. پس از فارغ‌التحصیل شدن از دانشگاه، کار خود را به عنوان دستیار در مؤسسه‌ی شیمی وابسته به دانشگاه برلین آغاز کرد. در سال ۱۹۰۶ به مقام استادی دست یافت و با این عنوان در سال ۱۹۱۵ در دانشگاه برلین مشغول تدریس و پژوهش شد و یک سال بعد بود که به همین منظور، به دانشگاه کیل رفت.

پروفیسور دیلز، نخستین کار پژوهشی خود را در حوزه‌ی شیمی

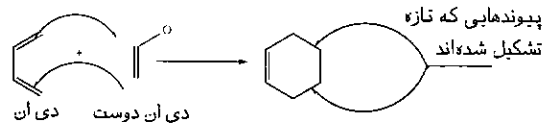


معدنی به انجام رساند. او اکسیدی از کربن، با ویژگی های غیرمعمول، به فرمول  $C_{10}O_2$  کشف کرد که کربن سابوکسید<sup>۱۴</sup> خوانده شد و پژوهش هایی که روی تعیین ساختار کلسترول کرد، شهرتش را دو چندان نمود؛ پژوهش هایی که در جریان بررسی استفاده از سلنیم، به جای گوگرد، جهت هیدروژن زدایی از هیدروکربن ها، نشان داد که سلنیم واکنشگری ویژه در این زمینه است و با همین روش اوتودیلز توانست ترکیبی را با هیدروژن زدایی از کلسترول به دست آورد. این ترکیب که به هیدروکربن دیلز شهرت یافت، ۳-متیل ۱ و ۲-سیکلوپنتنو فنانترن<sup>۱۵</sup> بود. سرانجام دیلز در یکی از پیچ و خم های پژوهش های خود بر مردی از سخت کوشان



روزگار گذر کرد و با ورود کورت آلدِر به عنوان دانشجوی دوره ی دکتری به دانشگاه کیل<sup>۱۸</sup>، برجسته ترین کار پروفیسور دیلز نقشی همیشه ماندگار بر صفحه ای از تاریخ علم زد.

کورت آلدِر که در دهم جولای ۱۹۰۲ در کونیگشات<sup>۱۹</sup>، آلمان، دیده به جهان گشود، پس از پشت سر نهادن دوران کودکی و تحصیلات خود در زادگاهش، نخست دانشگاه برلین را جهت ادامه ی تحصیل برگزید و به رشته ی شیمی روی آورد. در دانشگاه کیل بود که دوران پژوهشی زندگی با استادش دیلز، گره خورد و سرنوشت، دست او را در دست پروفیسور دیلز، قرار داد. در کیل، زیر نظر دیلز، مشغول کار روی دلایل انجام واکنش آزواستر بود و با انجام این پروژه، موفق به دریافت درجه ی دکترا شد. در سال های ۱۹۲۶-۱۹۲۸ آن دو موضوع هایی نظام دار را در شیمی آلی مورد بررسی قرار دادند و این امر آن ها را به کشف اصولی سنتز دی ان ها هدایت کرد و سرآغازی برای پژوهش های بعدی در این زمینه شد. در واکنشی که بعدها به افتخار کار ایشان دیلز-آلدِر نام گرفت،



یک افزایش حلقوی میان سیستمی که دارای دو پیوند دوگانه ی هم یوغ (مزدوج)<sup>۲۰</sup> بود با ترکیب دیگری روی می داد که گروه های کربونیل یا کربوکسیل متصل به یک پیوند اتیلنی را در برداشت. واکنش، طی یک مرحله و با سازو کار هماهنگ منجر به تشکیل

ترکیب های حلقوی شش کربنی سیر نشده می شد. اکنون چنین واکنش هایی که در آن حالت گذار، ساختاری حلقوی دارد، پری سیکلیک خوانده می شوند. از آن جا که توانایی ایجاد تغییراتی در ساختار و گروه های عاملی روی دو ترکیب یاد شده، به طور گسترده وجود داشت، تهیه ی ترکیب های بسیار امکان پذیر شد. این واکنش از آن جهت که نیازی به شرایط پیش برنده ی ویژه نداشت و بسیاری از ترکیب های طبیعی با بهره گیری از آن تهیه می شد، نزد شیمی دان ها یک واکنش عالی به شمار می رفت. پیش از آن که جهان علم به ژرفای اهمیت واکنش دیلز-آلدِر واقف شود، کار اشتراکی این زوج مهرجانبی خود را دریافت کرد. زیرا کورت آلدِر در سال ۱۹۳۶ با پذیرفتن مسؤلیت آزمایشگاه علوم گروه صنعتی فاربن، دانشگاه کیل را ترک گفت.

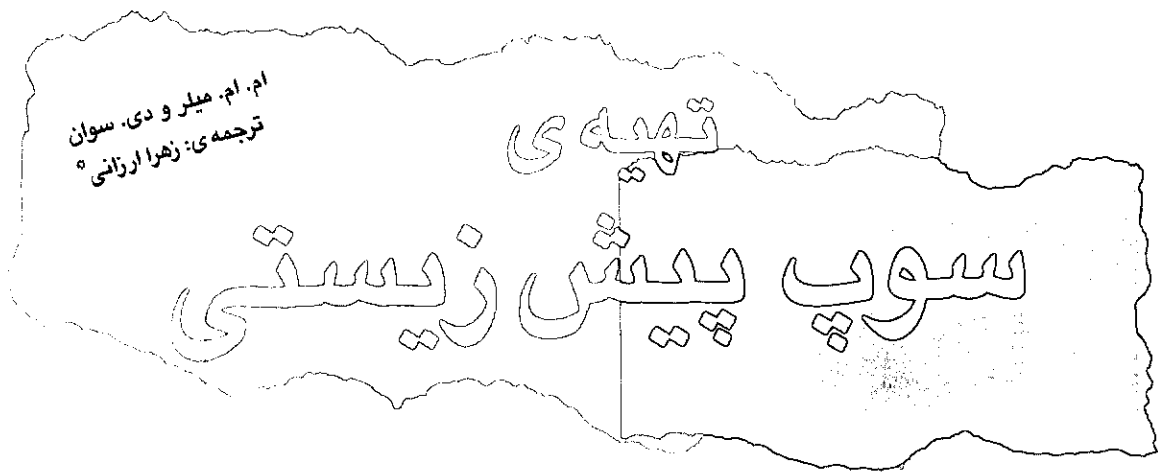
پروفیسور دیلز به پژوهش خود ادامه داد تا این که در سال ۱۹۳۰، نشان آدولف فون بایر را دریافت کرد و درجه ی دکترای افتخاری دانشگاه کیل در داروسازی را از آن خود ساخت. او گذشته از مطالعه، به موسیقی و سفر علاقه ی فراوان داشت و در دوران جوانی به کوهنوردی می رفت. اوتو دیلز در ۷ مارس سال ۱۹۵۴ - چهار سال پس از آن که جایزه ی نوبل در شیمی را همراه با دانشجویش آلدِر دریافت کرد- راهی دیار باقی شد. آلدِر نیز در گروه صنعتی فاربن، روی تهیه ی لاستیک ستیری (بونا) کار می کرد. با این کار بسیاری از علاقه مندی های دیرینه اش از نو بیدار شد و قوت گرفت. گزارش پژوهش های بی شمار او در قالب ۱۵۰ مقاله در نشریه های علمی گوناگون به چاپ رسید و در تایید فعالیت هایش در سال ۱۹۳۸، نشان یادبود امیل فیشر به وی اهدا شد. او ۴ سال پس از استادش، در ۲۰ جون ۱۹۵۸ چشم از جهان فرو بست.



- |  |                                    |
|--|------------------------------------|
| 1. Woodward, R                             | 2. Corey, E.J.                     |
| 3. total synthesis                         | 4. Wöhler, F.                      |
| 5. Colbe                                   | 6. Graebe & Liebermann             |
| 7. indigo                                  | 8. Fischer, E.                     |
| 9. Grignard, V.                            | 10. haemin                         |
| 11. Diels, O. & Alder, K.                  | 12. Eschenmoser, A.                |
| 13. Robinson, R.                           | 14. Bergström, S. & Samuelsson, B. |
| 15. Vane, J.R.                             | 16. suboxide                       |
| 17. 3-methyl-1,2-cyclopenteno phenanthrene |                                    |
| 18. Kiel                                   |                                    |
| 19. Königshütte                            |                                    |
| 20. conjugated                             |                                    |



1. <http://nobelprize.org/chemistry/laureates/1950/older.bio.html>
2. <http://nobelprize.org/chemistry/laureates/1950/diels.bio.html>
3. <http://nobelprize.org/chemistry/laureates/1999/illpres/organic.html>
4. Nicolaou, K.C. et al. *Angew. Chem. Int. Ed.*, "The art and science of total synthesis", 2000, 39, 44.



مدت ۱ هفته، میلر در ته ظرف به ماده‌ای چسبنده دست یافت که بررسی‌ها نشان داد که این ماده شامل چند آمینواسید است. در واقع، تشکیل خودبه‌خودی مولکول‌های زیست‌شناختی در آغاز پیدایش زندگی و زمین، بسیاری از دانشمندان را به طراحی چنین آزمایش‌هایی تشویق کرد. میلر و دانشمندان دیگر، از سال ۱۹۵۳ روش‌های تازه‌ی تهیه‌ی سوپ پیش‌زیستی را - که با بحث پرشور چگونگی پیدایش زندگی در ارتباط است - بررسی کرده، ارایه دادند. این آزمایش جهت کلاس‌های شیمی مقدماتی طراحی شده است و در آن از وسایل ساده و ارزان که در هر آزمایشگاهی دسترسی به آن‌ها ممکن است استفاده می‌شود. به این ترتیب دانش‌آموزان از تهیه‌ی پیش‌زیست لذت می‌برند.

#### مواد و وسایل مورد نیاز

میلر در آزمایش خود از پمپ خلاء، سیلندرهای گاز،

آیا دانشمندان می‌توانند نمایشنامه‌ای با یک سناریوی قوی، درباره‌ی رشد سلول‌های زنده از مولکول‌های ساده، طراحی کنند؟ در سال ۱۹۵۳، استنلی میلر<sup>۱</sup> نشان داد که وجود یک جرقه‌ی الکتریکی به طور پیوسته، سبب می‌شود متان، آمونیاک، هیدروژن و آب خودبه‌خود به آمینواسیدها تبدیل شوند. ما به معجونی که به این شکل تشکیل می‌شود، سوپ پیش‌زیستی<sup>۱</sup> می‌گوییم. نمایی از دستگاه‌های میلر، در شکل ۱ مشاهده می‌شود. میلر، هوای سیستم را به کمک مکش خالی کرد و با یک سیلندر، آمونیاک، متان و هیدروژن را وارد دستگاه کرد. آب از محفظه‌ی پایینی به سیستم وارد و گرم می‌شد و در تمام بخش‌های دستگاه به گردش درمی‌آمد. جرقه‌ی الکتریکی که میان دو الکترود ایجاد می‌شد، انرژی مورد نیاز برای تجزیه‌ی مولکول‌های گازی را فراهم می‌کرد. پس از اجرای این آزمایش در



فشارسنج و منبع قوی تولید انرژی الکتریکی استفاده کرد که در آزمایشگاه‌ها معمولاً در دسترس نیست. در این آزمایش نیاز به تهیه راکتوری ساده است که نمایی از آن در شکل ۲ نمایش داده شده است.

### روش تهیه راکتور

با قرار دادن یک الکتروود از جنس فولاد زنگ‌نزن در یک بطری پلی پروپیلن می‌توان یک راکتور ساده درست کرد. در بطری باید یک میله‌ای شیشه‌ای نیز قرار داد. هم چنین مته، میله‌ی شیشه‌ای، چراغ بونزن، الکتروودهای فولادی به قطر ۱ mm و چسب‌های پلاستیکی و سیلیکونی برای درزگیری محل اتصال قطعه‌های دستگاه مورد نیاز است. در بدنه‌ی یک بطری، دو سوراخ برای قرار دادن الکتروودها، در فاصله‌ی ۴ cm از ته بطری و با زاویه‌ی ۱۸۰° نسبت به هم، ایجاد می‌شود. پس از قرار دادن الکتروودها در این سوراخ‌ها باید به کمک چسب جای آن‌ها را محکم کرد. برای قرار دادن میله‌ی شیشه‌ای نیز در بطری سوراخ می‌شود. پس از آن که بنا به شکل، میله‌ها خم شد، میله‌ی شیشه‌ای در سوراخ قرار گرفته، با چسب محکم می‌شود. بطری که شامل الکتروودهاست به عنوان راکتور، و بطری دیگر به عنوان نگه‌دارنده‌ی محلول غلیظ آمونیاک استفاده می‌شود. روی این بطری باید برچسب «آمونیم هیدروکسید» چسبانده شود.

بخش الکتریکی دستگاه شامل یک منبع تغذیه‌ی ۱۲ ولتی، یک شمع ۱۲ ولتی مناسب خودروها، یک خازن ۱۲ ولتی و یک چراغ ۱۲ ولتی است که با تولید نور یا صدا، برقراری جریان الکتریکی را نشان دهد. چنان‌که در شکل ۲ نشان داده شده است این وسایل به هم متصل می‌شوند:

لامپ و خازن به طور موازی، میان منبع تغذیه و قطب مثبت شمع خودرو وصل می‌شوند. قطب منفی شمع نیز به طور مستقیم به قطب منفی منبع تغذیه وصل می‌شود. قطب مثبت دوم شمع به یکی از الکتروودهای راکتور، و الکتروود دیگر راکتور به زمین وصل می‌شود. به این ترتیب ولتاژ ۹-۸ ولت باتری در فاصله‌ی میان دو الکتروود، به ولتاژ دوره‌ای ۳۰-۲۰ کیلووات تبدیل می‌شود.

### راه اندازی راکتور

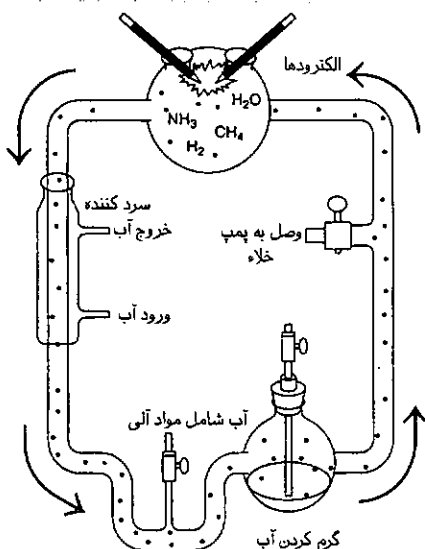
دستگاه باید زیر هود گذاشته شود. ۵۰ ml آب جوش در راکتور ریخته می‌شود. سپس ۲۵۰ ml محلول آمونیاک نیز به آن می‌افزاییم. سرپوش هر بخش روی آن قرار می‌گیرد. از لوله‌ی لاستیکی برای اتصال میله‌ی شیشه‌ای راکتور به چراغ بونزن، و اتصال میله‌ی شیشه‌ای بطری به کپسول گاز شهری استفاده می‌شود. گاز طبیعی به آرامی وارد محلول آمونیاک می‌شود. گاز

اضافی بیرون آمده از این ظرف، در چراغ بونزن می‌سوزد. هوای موجود در ظرف‌ها پس از آن‌که به مدت ۳۰ دقیقه، گاز از سیستم گذرانده شد، خالی می‌شود و سیستم از یکی از مواد سازنده‌ی سوپ پیش‌زیستی (متان، آمونیاک و آب)، غنی می‌شود. پس از آن، جریان گاز قطع می‌شود و لوله‌ی لاستیکی هدایت‌کننده‌ی گاز، از دستگاه جدا می‌شود. با روشن کردن منبع تغذیه‌ی چراغ، مشاهده می‌شود که جریان از مدار می‌گذرد و چراغ را روشن می‌کند. تقریباً هر ۲۰ ثانیه، جرقه‌ی آبی‌رنگی میان دو الکتروود دیده می‌شود. پس از حدود ۳ روز، منبع تغذیه خاموش و مخلوط آزمایش مورد تجزیه قرار می‌گیرد. آب موجود در راکتور، ماده‌ی قهوه‌ای رنگی را داراست و روی الکتروودها پوسته‌ای قهوه‌ای دیده می‌شود.

### تجزیه‌ی مخلوط واکنش

مخلوط به دست آمده درون بشری ریخته شده، روی حمام بخار آب قرار می‌گیرد تا کمی غلیظ شود. می‌توان از دستگاه تبخیر چرخان یا تبخیر در خلا نیز استفاده کرد. پس از آن وجود آمینواسیدها در آن بررسی می‌شود. در این زمینه از آزمون نین‌هیدرین<sup>۲</sup> می‌توان بهره گرفت. این شناساگر در برابر آمینواسیدها، آمین‌ها، کربنات‌ها، اگزالات‌ها و سولفیدها به رنگ بنفش درمی‌آید. شکل ۱، واکنش میان این شناساگر با آمینواسیدها را نشان می‌دهد.

از محلول رقیق آمونیاک که گاز متان از آن گذرانده شده، به عنوان محلول شاهد استفاده می‌شود. محلول شاهد نیز باید روی حمام بخار قرار گیرد. یک بار دیگر دستگاه به کار می‌افتد بی‌آن‌که

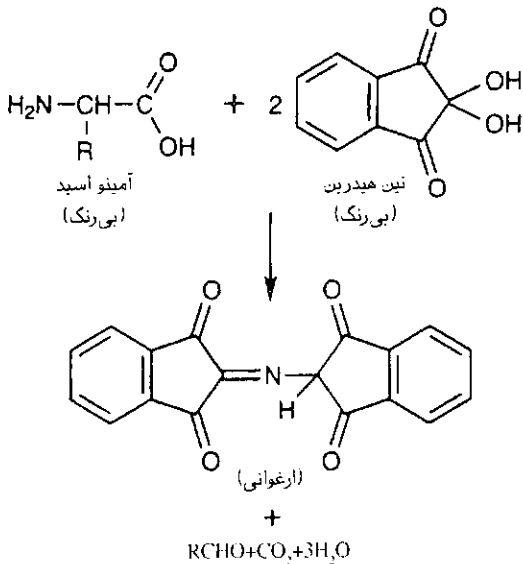


شکل ۱ نمایش دستگاه میلر که در سال ۱۹۵۳ برای آزمایش‌های سوپ پیش‌زیستی استفاده شد.

۳۹۰ nm و نشر در ۴۷۵ nm) این نوع آمین ها را ردیابی می کند.

### هشدار

در خلال انجام این آزمایش خطر برق گرفتگی وجود دارد،



شکل ۳ واکنش نین هیدرین با آمینو اسید

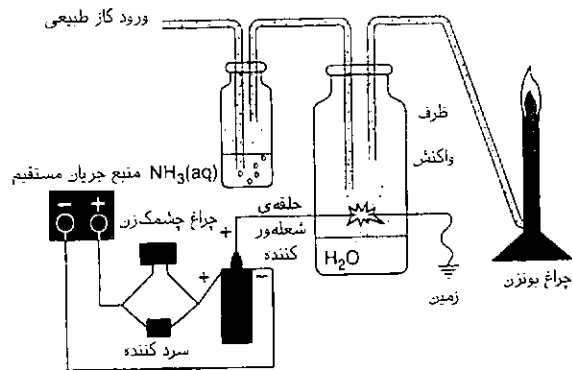
بنابراین باید از سیم های سالم و روکش دار استفاده شود. هنگام کار، از دست زدن به الکترودها خودداری شود. محلول غلیظ آمونیاک سمی و خفقتان آور است و بوی زننده ای دارد. این محلول را تنها باید با دستکش جابه جا کرد و در زیر هود در آن باز شود. محلول نین هیدرین باید زیر هود نگهداری شود و هنگام جابه جا کردن آن باید از دستکش استفاده کرد. این ماده سرطان زاست و حلال آن، اتانول، زیان آور بوده، نباید تنفس شود. از آن جا که بوی چسب های پلاستیکی و سیلیکونی نیز زیان آور است، تنها باید زیر هود از آن ها استفاده کرد.

\* دبیر شیمی کرج

1. Miller, S.
2. prebiotic soup
3. ninhydrin
4. flourescamine

Miller, M.M; Alginovic, N.; Swain, D. "Simple recipes for prebiotic soup". *J.Chem. Educ.* 2003, 80, 665.

جرقه ای درکار باشد. به عنوان یک روش کنترل دیگر می توان دستگاه را برای سه روز بدون گاز متان راه انداخت و به جای متان، اثر جریان هوا در سیستم را بررسی کرد. آمونیاک تنها ماده ای است که می تواند در این آزمایش به نین هیدرین پاسخ دهد پس محلول شاهد، باید حتماً دارای آمونیاک باشد. با استفاده از دو قطره چکان تمیز، چند قطره از فرآورده ی واکنش روی نیمه ای از یک کاغذ صافی، و چند قطره محلول



شکل ۲ نمایش راکتورهای ساده، برای آزمایش های سوپ

پیش زیستی

شاهد روی نیمه ای دیگر از آن ریخته می شود. این دو نیمه باید با یک خط در وسط کاغذ از یک دیگر جدا و علامت گذاری شود. پس از آن که نمونه های گذاشته شده روی کاغذ خشک شد، به کمک یک افشانه، لایه ای نازک از شناساگر نین هیدرین روی نمونه ها پاشیده می شود. بار دیگر نمونه ها به حال خود گذاشته می شوند تا خشک شوند. سپس کاغذ صافی در کوره با دمای ۱۱۰ °C به مدت ۵ دقیقه گرم می شود.

هنگامی که کاغذ صافی از کوره بیرون آورده شود، در نیمه ی مربوط به مخلوط واکنش، رنگ بنفش خودنمایی می کند در حالی که، در نیمه ی دیگر که مربوط به نمونه ی محلول شاهد است، اثری از این رنگ دیده نمی شود. این تفاوت رنگ، نمایانگر وجود آمینو اسید در راکتور است.

معلمان می توانند تغییراتی در چگونگی انجام این آزمایش ایجاد کنند. برای نمونه، می توان از کروماتوگرافی جهت شناسایی مخلوط واکنش بهره گرفت. برای آگاهی از تغییرات دیگر می توان به JCE Online مراجعه کرد. به هر حال می توان ترکیب مخلوط واکنش را با استفاده از شناساگرها و کاتالیزگرهای گوناگون تغییر داد. برای نمونه، جهت شناسایی آمین های نوع اول می توان از فلورسکامین<sup>۱</sup> به جای نین هیدرین استفاده کرد. این شناساگر با تشکیل فرآورده های واکنش فلورسنت (برانگیختگی در طول موج







یک نمایش کلاسی

## مثله، مثل را حل می کند

آی. هونتس  
ترجمه ی زولست اردوخانیان\*

جهت اطمینان از این که دانش آموزان به عوامل مؤثر بر انحلال پذیری ترکیب های آلی پی برده اند، نمایشی کلاسی هم چون یک آزمایش اکتشافی هدایت شده بر پایه ی اصول ارابه شده، طراحی شده است. این آزمایش برای نخستین جلسه ی آزمایشگاه شیمی آلی در نظر گرفته شده است.

### نمایش کلاسی

معلم می تواند در نخستین جلسه ی آزمایشگاه با انتخاب چند الکل این موضوع را ارابه کند. در ادامه نیز می تواند درباره ی گشتاور دوقطبی، قطبیت مولکول ها و نیروهای بین مولکولی صحبت کند. هدف از این آزمایش ایجاد شرایط مناسب برای دانش آموزان است تا برهم کنش ناشی از درآمیختن مایع های

بسیاری از دانش آموزان در درک و به کارگیری اصول و مفاهیمی که بر معلومات نظری تکیه دارند، با مشکل روبه رو هستند. برای حل این مشکل، راهبردهای آموزشی تازه ای طراحی شده است که می تواند در درک اساس تجربی این مفاهیم کارآمد باشد. روشی متداول و سودمند در این زمینه، روش اکتشافی هدایت شده است. در این روش، هریک از دانش آموزان آزمایش هایی را با هدف حل یک مسأله ی ویژه انجام می دهند و با توجه به داده های تجربی نتیجه گیری می کنند.

اصل «مثل، مثل را حل می کند»، باید به همه ی دانش آموزان آموزش داده شود. ولی فهم درست آن برای بیش تر فراگیران دشوار است. جهت درک روش های جداسازی و فرایندهای دیگری که به انتخاب حلال مناسب وابسته است، این روش در درس شیمی آلی و واحد آزمایشگاه مورد بحث قرار می گیرد.

مخلوط شدنی و مخلوط نشدنی را معجم کنند و با توجه به اثر گروه‌های عاملی و خواص ساختاری ترکیب‌های آلی، انحلال‌پذیری آن‌ها را در حلال‌های گوناگون پیش‌بینی کنند.

این‌جا دانش‌آموزان باید یک آزمایش عملی را به منظور تعیین اثر تعداد کربن، ساختار مولکولی و نوع گروه‌های عاملی در انحلال‌پذیری ترکیب‌های آلی در حلال‌های قطبی و غیرقطبی انجام دهند و نتیجه‌گیری کنند.

دانش‌آموزان باید در گروه‌های دو نفری کار کنند. لوله‌ی آزمایش و بطری‌هایی با سرپوش قطره‌چکان دار که شامل حلال‌ها و ترکیب‌های آلی، مطابق جدول ۱، است میان آن‌ها تقسیم می‌شود. پس از آن‌که هر گروه اثر عوامل گوناگون را در انحلال‌پذیری بررسی کرد، یک آزمایش عملی اجرا می‌شود تا اثر افزایش تعداد کربن، شاخه‌دار شدن ساختار مولکولی ترکیب یا تغییر نوع گروه عاملی در انحلال‌پذیری در حلال‌های گوناگون آشکار شود. نتایج به دست آمده در جدولی یادداشت می‌شود. برای هر آزمایش، ۱۰ قطره حلال در یک لوله‌ی آزمایش ریخته می‌شود و یک ترکیب شیمیایی قطره‌قطره به آن افزوده می‌شود. پس از آن مخلوط با دقت به هم زده می‌شود. تیره بودن یا وجود دو فاز در لوله‌ی آزمایش، نشان می‌دهد که ترکیب در حلال، حل نشده است.

دستگاه آورده، پرده‌ی نمایش، ظرف پتری، قطره‌چکان، آب، محلول رنگی متیلن آبی ۰.۱٪ وزنی-حجمی در الکل‌هایی هم‌چون متانول، اتانول، n-پوتانول، t-پوتانول و... این آزمایش را می‌توان با حلال‌های دیگری مانند استون و هگزان، به جای آب انجام داد.

ظرف پتری را روی دستگاه آورده می‌گذاریم و چهار قطره آب در یک نقطه از آن می‌ریزیم. سپس چهار قطره محلول متیلن آبی را که در یک الکل ریخته شده است، کنار آب می‌ریزیم، به گونه‌ای که با هم مخلوط نشوند. به کمک یک خلال دندان یا با حرکت دادن ملایم ظرف، دو مایع را به سوی یک دیگر هدایت می‌کنیم تا برهم اثر کنند. وجود متیلن آبی، مشاهده‌ی فرایند را آسان‌تر می‌کند. اگر دو مایع، مخلوط شدنی باشند، متیلن آبی هنگام مخلوط شدن دو مایع، بی‌درنگ میان آن‌ها درخش می‌شود. اما برای مایع‌های مخلوط نشدنی، این ماده تنها در بخشی از مخلوط، به شکل یک نقطه‌ی رنگی دیده می‌شود. معلم می‌تواند در آغاز، نمونه‌ای از یک انحلال‌پذیری را نمایش دهد: در آزمایش نخست، هر دو مایع را آب انتخاب کند که در یکی از آن دو متیلن آبی ریخته شده است.

پس از آن از دانش‌آموزان می‌خواهیم پیش‌بینی کنند که کدام مایع‌ها در یک دیگر حل می‌شوند. در هنگام آزمایش می‌توان توجه دانش‌آموزان را به اختلاف انحلال‌پذیری الکل‌ها، با توجه به ساختار مولکولی و تعداد کربن موجود در مولکول آن‌ها، در یک حلال جلب کرد. هم‌چنین می‌توان نظر آن‌ها را درباره‌ی انحلال‌پذیری یک الکل در حلال‌های گوناگون جویا شد.

ترکیب آلی (۱-۵ قطره)	حلال (۱۰ قطره)		
	آب	هگزان	استون
$CH_3OH$	محلول	۱-۲ قطره: محلول ۳ قطره: کم محلول ۵ قطره: نامحلول	محلول
$CH_2CH_2OH$	محلول	محلول	محلول
$CH_2CH_2CH_2OH$	محلول	محلول	محلول
$CH_2CH_2CH_2CH_2OH$	محلول	محلول	محلول
$CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2OH$	۱-۲ قطره: محلول ۳ قطره: کم محلول ۴ قطره: نامحلول	محلول	محلول
$CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2OH$	نامحلول	محلول	محلول
$(CH_2)_4COH$	محلول	محلول	محلول
$CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2OH$	نامحلول	محلول	محلول
$(CH_2)_6CH_2CH_2CH_2OH$	نامحلول	محلول	محلول
$CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2OH$	۱ قطره: محلول ۲ قطره: کم محلول	محلول	محلول
$CH_2CH_2C(CH_3)_2OH$	کمتر از ۳ قطره: محلول بیشتر از ۴ قطره: کم محلول	محلول	محلول
ethylene glycol	محلول	نامحلول	کم محلول
sucrose	محلول	نامحلول	نامحلول

جدول ۱. نتایج انحلال‌پذیری ترکیب‌های آلی در حلال‌های مختلف

اصل انحلال‌پذیری «مثل، مثل را حل می‌کند» را می‌توان با یک آزمایش عملی - اکتشافی هدایت شده نمایش داد. در

نشان داد که ۷۱٪ آن‌ها بر این باور بودند که آزمایش تحقیقی راهنما در یادگیری آن‌ها بسیار سودمند بوده است. ۲۷٪ از آن‌ها این روش را مناسب دانستند و تنها ۲٪، آزمایش‌های سنتی را ترجیح می‌دادند. برخی از دیدگاه‌های دانش‌آموزان در این نظرخواهی به این قرار بوده است:

✱ این روش انگیزه‌ی مرا در کارهای آزمایشگاهی بیش‌تر کرد.  
✱ همه‌ی روش‌های آزمایشگاهی، باید به روش تحقیقی راهنما باشد.

✱ در هنگام این فعالیت، با هم کلاسی‌هایم ارتباط بهتری برقرار کردم.

✱ در هنگام کار، احساس می‌کردم تحقیق می‌کنم، زیرا نتیجه‌ی کار روشن نبود و من باید روش کار را طراحی می‌کردم.  
✱ این روش باعث شد درباره‌ی اساس شیمیایی مشاهده‌ها بیش‌تر بیندیشم.

✱ فرصتی پیدا کردم تا آن‌چه را در کلاس آموخته بودم در آزمایشگاه به کار گیرم و به عکس.

### نتیجه‌گیری

روش اکتشافی هدایت شده که در آزمایشگاه شیمی آلی دانشگاه پورتوریکو به اجرا درآمد، تحولی را در درک دانش‌آموزان درباره‌ی اصل «مثل در مثل حل می‌شود» و عوامل مؤثر بر آن ایجاد کرد. به کمک آزمایش‌های انحلال‌پذیری، دانش‌آموزان بسیاری از عوامل مؤثر بر انحلال‌پذیری خانواده‌ای از ترکیب‌های آلی (مانند الکل‌ها) را بررسی می‌کنند. با درگیر کردن آن‌ها در یک آزمایش جذاب، فنون تجزیه‌ای در آن‌ها تقویت می‌شود به گونه‌ای که در زمینه‌ی جداسازی و انتخاب حلال برای نوبلور کردن، از تسلط مناسب برخوردار می‌شوند. در این آزمایش، تنها معلم و روش کار آزمایشگاهی، منبع کسب اطلاعات نبوده، بلکه نیروی راهنما در فرایند یادگیری بوده است.



✱ عضو هیأت علمی دانشگاه پیام نور - واحد مرکز تهران



معلم باید دانش‌آموزان را تشویق کند تا گروه‌ها، نتایج به دست آمده را با هم بررسی کنند و درباره‌ی آن به گفت‌وگو بپردازند. به این ترتیب درکشان از مفاهیم شیمیایی تقویت می‌شود. این کار را می‌توان با به میان آوردن چنین پرسش‌هایی پیاده کرد:

✱ میان انحلال‌پذیری الکل‌ها و افزایش تعداد کربن در ساختار مولکولی آن‌ها، در هریک از حلال‌های به کار رفته، چه روندی را مشاهده می‌کنید؟

✱ با توجه به تفاوت ساختار مولکولی، انحلال‌پذیری این ترکیب‌ها را در آب، استون و هگزان پیش‌بینی کنید:

(آ) ایزومرهای  $C_4H_{10}O$ ، یعنی  $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$  و  $(CH_3)_2COH$  و  $CH_3CH_2CH(OH)CH_3$ .

(ب) اتیلن گلیکول.

(پ) شکر

✱ هنگامی که ساختار مولکولی الکل شاخه‌دار است، چه روندی بر انحلال‌پذیری حاکم است؟

پس از بررسی و گفت‌وگو درباره‌ی نتایج به دست آمده، مفهوم اصل «مثل در مثل حل می‌شود» به میان آورده می‌شود. دانش‌آموزان در پی این آزمایش درمی‌یابند که هرچه طول زنجیره‌ی کربنی در الکل بلندتر باشد، آن الکل در حلال‌های غیرقطبی هم چون هگزان بیش‌تر حل می‌شود و انحلال‌پذیری کم‌تری در آب دارد. شاخه‌دار شدن ساختار مولکولی، انحلال‌پذیری الکل را در حلالی قطبی مانند آب افزایش می‌دهد. پس دانش‌آموزان می‌آموزند که استون، حلالی خوب برای بسیاری از مواد است. آن‌ها می‌بینند که اتیلن گلیکول در آب به طور کامل حل می‌شود، در استون به مقدار جزئی انحلال‌پذیر است و در هگزان حل نمی‌شود. پس درمی‌یابند که عملکرد استون حدواسط آب و هگزان است. هم چنین مشاهده می‌کنند که شکر در آب حل می‌شود. اما در استون و هگزان نامحلول است و این نتیجه با روند مشاهده شده در مورد الکل‌ها تفاوت دارد. براساس این مشاهده‌ها و نتایج، از دانش‌آموزان می‌خواهیم که قوانین حاکم بر انحلال‌پذیری ترکیب‌های آلی در حلال‌های قطبی و غیرقطبی را بازگو کنند و مفهوم اصل «مثل، مثل را حل می‌کند» را نتیجه‌گیری کنند.

نتایج نظرخواهی از دانش‌آموزان، در پایان سال تحصیلی



نوشته‌ی ای. اف. فامی و جی جی لاگوسکی  
ترجمه‌ی سید مرتضی خلخالی

# چشم انداز بین‌المللی اصلاح نظام دار آموزش شیمی

## چکیده

این نوشتار، گزارشی از یک پژوهش درباره‌ی اصلاح رویکرد آموزش شیمی است که در آن برنامه‌های به کار گرفته شده توسط دو استاد، یکی مصری و دیگری امریکایی در شماری از مدارس مصر، آرایه شده است. شرح این پژوهش با جزییات آن در نشریه‌ی آموزش شیمی آمریکا، شماره‌ی سپتامبر سال ۲۰۰۳ آمده است.

این نمونه، با رویکردی نظام‌دار بر مقایسه‌ی رویکرد سنتی و خطی تبدیل‌های پی‌درپی شیمیایی به یک دیگر می‌پردازد و بر پایه‌ی بررسی جامع و کل‌نگرانه‌ی نقشه‌ی مفاهیم و مطالعه‌ی اثرهای رودرروی مواد شیمیایی، در یک طرح کلی بسته استوار است. اگرچه که این نمونه، در قلمرو برنامه‌ی شیمی آلی، به عنوان یکی از رشته‌های دوره‌ی پیش‌دانشگاهی در کشور مصر مطرح است و با برنامه‌ی پیش‌دانشگاهی در کشور ما هماهنگی چندانی ندارد، اما معرفی آن به عنوان یک روش پژوهشی و برنامه‌ریزی مراحل آن می‌تواند فرصت مناسبی را جهت دستیابی به تجربه‌ای ارزشمند و آموزنده، برای معلمان پژوهشگر ما فراهم کند.

## آغاز سخن

سال‌های دهه‌ی ۱۹۹۰، یعنی از زمانی که بنیاد علوم آمریکا برآن شد تا برخی برنامه‌های ابتکاری خود را درباره‌ی ایجاد دگرگونی‌های اساسی در آموزش علوم و ریاضی به اجرا درآورد،

آموزگاران شیمی از دیرباز و از نخستین روزهای چاپ نشریه‌ی آموزش شیمی آمریکا، همواره در پی اصلاح آموزش شیمی بوده و هستند. اما فرایندهای اصلاحی کنونی از نخستین

چهره‌ی جدی‌تری به خود گرفت. از جمله‌ی این برنامه‌ها تصمیم به پافشاری بر تجدید ساختار برنامه‌ی شیمی دوره‌ی کارشناسی (و پیش‌دانشگاهی) بود. در واقع، بنیاد یاد شده، از اجرای پنج طرح ابتکاری - که از میان ۱۴ طرح پیشنهاد شده، برگزیده شد - پشتیبانی کرد. علاقه به ایجاد دگرگونی در آموزشی شیمی، هم‌چنان در سطح بین‌المللی بازتاب گسترده‌ی خود را حفظ کرده است.<sup>۲</sup> در این جا، گزارشی از دیدگاه‌های خود درباره‌ی اصلاح برنامه‌هایی را ارائه می‌دهیم که مسایل بین‌المللی ناشی از جهانی شدن، بخش گسترده‌ای از فعالیت‌های انسانی به شدت بر آن‌ها اثر می‌گذارد. اقتصاد، رسانه‌ها، سیاست و بانکداری از جمله فعالیت‌های انسانی هستند که در افزایش اثرهای جهانی شدن، در برابر عوامل محلی و منطقه‌ای نقش دارند. آموزش علوم به عنوان فرایندی که تحول و پیشرفت علم را به شهروندان گوناگون سراسر جهان انتقال می‌دهد، باید از چنان انعطافی برخوردار باشد که با هدف‌های متغیر و به قولی، کم‌تر تعریف شده‌ی جهان، هماهنگی داشته باشد. چنین فرایندی باید به دانشمندان و شیمی‌دان‌ها و نقش آن‌ها در پیشرفت زندگی انسان، ارجح نهاد. بنابراین، آینده‌ی آموزش علوم باید دارای چنان انعطافی باشد که از عهده‌ی پاسخ گفتن و برآوردن نیازهایی که به شدت در حال تغییر یافتن است، برآید.

به باور ما، اصول علمی و برهم کنش‌های درونی و متقابل که میان آن‌ها با هم و با نیازهای انسانی وجود دارد، از دیدگاه سامانه‌ای و نظام دار، به بهترین شکل در خدمت جامعه‌ی جهانی فردا خواهد بود. با به کار بستن رویکرد سامانه‌ای، می‌توان همه‌ی گستره‌های فعالیت‌های انسانی هم‌چون فعالیت‌های اقتصادی، سیاسی و علمی را به مردم آموزش داد تا از این رهگذر، امکان دسترسی به برداشتی جامع‌تر نسبت به روابط علمی پایه، فراهم شده، اهمیت نقش علم در هر یک از آن فعالیت‌ها نمودار شود.

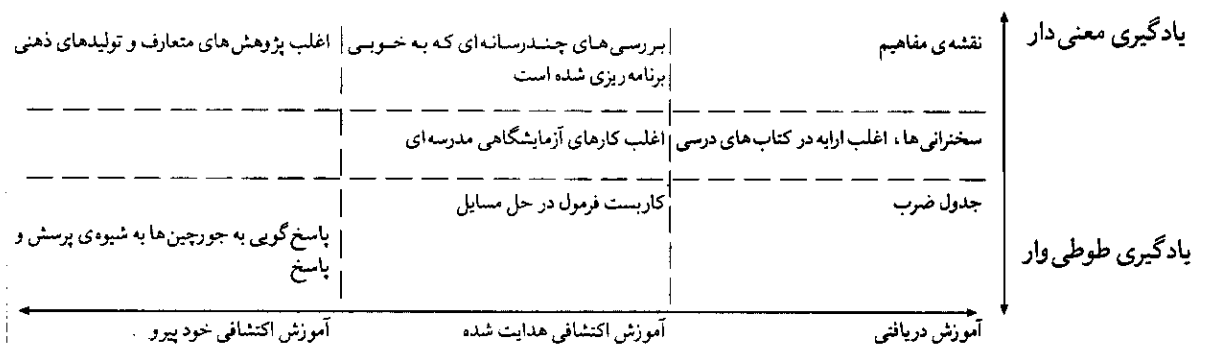
به عنوان یک سرآغاز، ما توسعه‌ی نوعی فرایند آموزشی را که بر پایه‌ی به کار بستن رویکرد سامانه‌ای است، پیشنهاد می‌کنیم که به نظر ما هم بر تدریس و هم بر یادگیری اثر می‌گذارد. به کار بستن این رویکرد به فراگیران کمک می‌کند تا روابط مفهومی را در بافت و

زمینه‌ای فراگیر تر بیاموزند. اجرای چنین رویکردی، در پایان برای شهروندانی که جهانی شدن دم‌به‌دم محیط پیرامون خود را به چشم می‌بیند، بسیار سودمند خواهد بود. افزون بر این، چنان‌که فراگیران، رویکرد سامانه‌ای را در گستره‌ی یادگیری شیمی بیاموزند، فراگیری آن‌ها هم از راه آموختن شیمی و هم آموختن اصول کل‌نگری و نگاه جامع‌تر به همه‌ی ابعاد موضوعات، چند برابر خواهد شد.

### نقشه‌ی ساختاری مفاهیم و رویکرد سامانه‌ای<sup>۳</sup>

در نخستین سال‌های دهه‌ی ۱۹۶۰ و در زمانی که نظریه‌ی رفتارگرایان بر دیدگاه‌های روان‌شناسان آموزشی چیره شده بود، آروبل<sup>۴</sup> نظریه‌ی خود را درباره‌ی یادگیری معنی دار ارائه داد. بخشی از این نظریه در کتابی با عنوان «روانشناسی یادگیری معنی دار کلامی» جای گرفت و چند سال بعد بود که نگاه جامع‌تر او به این نظریه، منتشر شد. نظریه‌ی کنونی درون‌سازی<sup>۵</sup> که ریشه در اندیشه‌های آروبل، درباره‌ی یادگیری انسانی دارد، ابعاد شناختی، عاطفی و روان-حرکتی را با یک دیگر تلفیق می‌کند تا به پیدایش یادگیری معنی دار بینجامد (یادگیری معنی دار<sup>۶</sup> در برابر یادگیری طوطی وار<sup>۷</sup>). از دید آروبل، یادگیری معنی دار نوعی فرایند است که در خلال آن آگاهی‌های تازه به آن چه از پیش، در ساختار دانشی فرد وجود داشته است، می‌پیوندد. پس، این گونه یادگیری باید ناشی از عملکردی آشکار از سوی یادگیرنده باشد. معلمان باید با ابزارهایی هم‌چون نقشه‌ی ساختاری مفاهیم، به ایجاد این نوع یادگیری کمک کنند.

به نظر می‌رسد که یادگیری دنباله دار، سبب می‌شود اطلاعات تازه که با دانسته‌های قبلی ارتباط دارند، تغییرات سازنده‌ای را در دسته‌ای از سلول‌های عصبی ایجاد کنند، که در ذخیره کردن بسته‌های دانش مربوط به هم، نقش دارند. یکی از تأکیدهای آروبل، تفاوت موجود میان یادگیری طوطی وار با یادگیری معنی دار (پیوستار کلی یادگیری) و هم‌چنین تمییز دریافت از اکتشاف در پیوستار آموزش است. رابطه‌ی خطی و عمودی میان این دو پیوستار در نمودار ۱ نمایش داده شده است.



نمودار ۱ نمونه‌هایی از فنون آموزشی به کار رفته در دو پیوستار «طوطی وار»-معنی دار و «دریافت-اکتشاف» که به حالت عمودی با یک دیگر در ارتباطند.

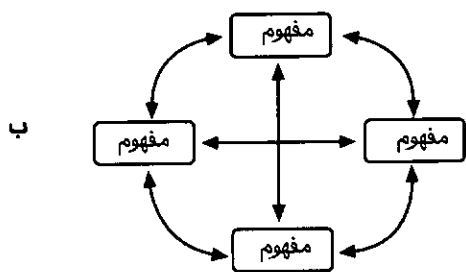
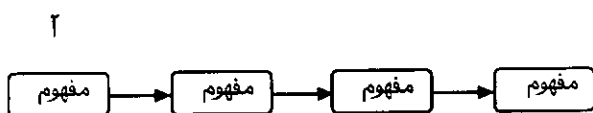
به باور آزیوبل، جوهر فرایند یادگیری معنی دار آن است که اندیشه‌هایی که به شکل نمادین بیان شده است به آموخته‌های قبلی بستگی دارد. پیش فرض یادگیری معنی دار آن است که یادگیرنده در صدد است تا مواد تازه را به ساختار شناختی قبلی خود مربوط کند و آموخته‌های تازه به شکل بالقوه برای او معنی دار باشد. به دیگر سخن، یادگیرنده باید نوعی عملکرد آشکار را به نمایش بگذارد تا یادگیری، معنی دار شود. نقشه‌ی مفاهیم، نوعی ابزار است که هم می‌توان آن را در برقراری ارتباط با یادگیرنده به کار برد، و هم برای انجام عملکردهای یادگیری معنی دار مورد استفاده قرار داد.

در این جا، از مجموعه‌ی یادگیری‌های معنی داری که توسط آزیوبل توصیف شده است و شامل یادگیری بازنمایی<sup>۱</sup>، یادگیری گزاره‌ای<sup>۱۱</sup> و یادگیری نقشه‌ی مفاهیم<sup>۱۱</sup> است، تنها به یادگیری نقشه‌ای می‌پردازیم. می‌دانیم درک موضوع‌ها و فراگیری آن‌ها در اصل ناشی از یادگیری مفاهیم است. نقشه‌ی مفاهیم، ابزاری است که پایه‌ی آن را ربط دادن دانسته‌های تازه به دانش قبلی در یک ساختار سامانه‌ای تشکیل می‌دهد. نقشه‌ی مفاهیم، هم چون وسیله‌ای فراشناختی<sup>۱۲</sup> برای کمک به معلمان و فراگیران، در پیشبرد و اصلاح تدریس و یادگیری است. نقشه‌های یادگیری رسم شده توسط دانش‌آموزان، نوعی بیان شخصی از دانش در گستره‌ای معین است که قابلیت تجهیز معلمان را به آن چه فراگیر آموخته است، دارد. زیرا این گونه نقشه‌ها هم بیانگر مفاهیم قبلی است که در ذهن فراگیر نقش بسته است، و هم نشانگر چگونگی ارتباط مجموعه‌ی مفاهیم در بافت کلی ذهن است و سرانجام، ارائه دهنده‌ی چگونگی بازشناسی و شناخت فراگیران از ساختار شناختی خود، در پایان هر فعالیت آموزشی به شمار می‌رود. نقشه‌های مفاهیم با نمودارهای سامانه‌ای از نوعی که در این مقاله ارائه شده است ارتباط نزدیک دارد و راهنمایی مناسب برای معلمان است که به شیوه‌ی جامع و کل نگرانه تدریس می‌کنند. اکنون در پی آن هستیم تا یافته‌های یک تجربه‌ی اولیه را در کاربست نمودارهای سامانه‌ای (خوشه‌های بسته‌ی مفاهیم<sup>۱۳</sup>) که برای فراگیران علاقه مند به یادگیری معنی دار طراحی شده است، گزارش دهیم.

### رویکرد سامانه‌ای برای تدریس و یادگیری

در این جا، اندیشه‌های اصلی رویکرد سامانه‌ای برای تدریس و یادگیری<sup>۱۴</sup>، SATL، آن چنان که در شیمی به کار می‌آید، ارائه می‌شود. منظور از «سامانه‌ای»، طرح یا ترتیبی از مفاهیم یا رویدادها برای فراگیری است که در صدد استفاده از نمایش موضوع‌های درسی به شیوه‌ی نقشه‌ی مفاهیم هستند. بر خلاف راهبردی که در کاربست نقشه‌ی مفاهیم کاربرد دارد و در

برگیرنده‌ی نوعی اولویت بندی ایستای مفاهیم به شمار می‌رود، ما بر آن هستیم تا سامانه‌ای کم و بیش پویا را از یک سیستم بسته‌ی مفاهیم گسترش یافته (نوعی خوشه‌ی مفاهیم) ارائه دهیم که ارتباط میان آن مفاهیم را نمایان کند. شکل ۲، نمونه‌ای را در این زمینه نشان می‌دهد. افزون بر این، استفاده‌ی ما از واژه‌ی «سامانه‌ای» عملاً بر شناخت سیستم مفاهیم تشکیل دهنده‌ی خوشه‌ی مفاهیم تأکید دارد. هم چنین چگونگی گسترش پویای خوشه‌ی مفاهیمی را که در دسترس نیز قرار دارد، مورد توجه قرار می‌دهد.



نمودار ۲ رابطه‌ی نموداری میان (آ) رویکرد خطی و (ب) رویکرد سامانه‌ای در نمایش مفاهیم.

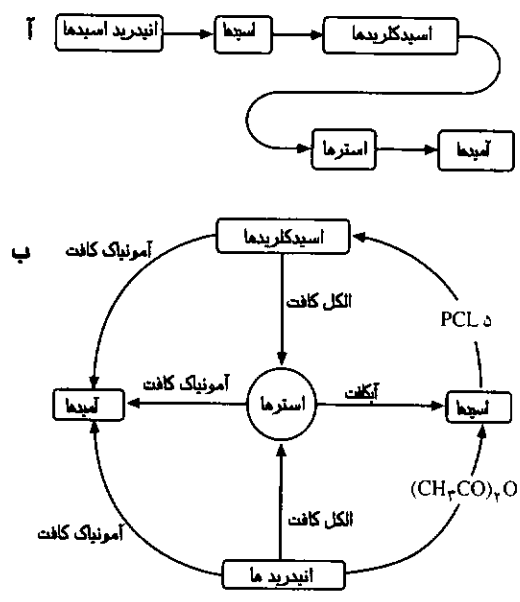
رویکرد سامانه‌ای، به معنی طراحی نقشه‌های مفاهیم «بسته-خوشه»<sup>۱۵</sup>، به منظور کمک به یادگیری دانش آموز است. هم چنین «سامانه‌ای» خود به معنی کاربرد نوعی ابزار آموزشگر-محور<sup>۱۶</sup> است. از این رو، کاربرد این رویکرد نیازمند آماده‌سازی مواد آموزشی در چارچوب راهبردهای «نقشه‌های مفاهیم بسته-خوشه» برای معلم و دانش‌آموز است.

اگرچه که ما تا کنون چندین نقشه‌ی سامانه‌ای بسته-خوشه را در موضوع‌هایی از شیمی تهیه کرده و به کار برده‌ایم، اما در این جا، این روش را با استفاده از تجربه‌ای در شیمی آلی به نمایش می‌گذاریم که پیش از این برای نشان دادن کارایی و اثربخشی رویکرد یاد شده به کار گرفته شده بود. در این جا، رویکرد سامانه‌ای را در مقابل رویکرد خطی - که اغلب در آموزش علوم به کار می‌رود - ارائه می‌دهیم. این مقایسه در نمودارهای ۲-آ و ۲-ب نشان داده شده است. نمودار ۳، نیز نمونه‌ی روشنی از کاربست رویکرد سامانه‌ای را در شیمی اسیدهای آلی به تصویر می‌کشد.



با رویکرد سامانه‌ای، نمودار ۳-ب، طراحی شد.

آموزش دریافت شده توسط گروه آزمایشی که شامل ۲۷۰ دانش آموز بود، بر اساس رویکرد سامانه‌ای و بر پایه‌ی پودمان کربوکسیلیک اسیدها، نمودار ۳-ب، بود. معلمان به شیوه‌ی بررسی و کاربست درون داده‌ها، دانش آموزان را جهت طراحی خوشه‌ی بسته‌ی مفهوم کربوکسیلیک اسیدها راهنمایی کردند، نمودار ۳-ب. در واقع آن‌ها، به بحث و بررسی روابط وابسته به یک واکنش ناشناخته تشویق شدند که این واکنش، بخشی از واکنش‌های خوشه‌ی بسته‌ی یاد شده را تشکیل می‌داد. به این ترتیب خوشه‌ی بسته‌ی موضوع مورد بررسی توسط دانش آموزان طراحی شد. تجربه‌های آزمایشگاهی استاندارد نیز در این پودمان و تجربه، پیش‌بینی شده بود. طرح تجربی ما مدارس (به نمایندگی معلمان معمولی و معلمان نمونه)، ناحیه‌های آموزشی (به نمایندگی راهنماهای محلی)، منطقه‌ی آموزشی (به نمایندگی مدارس مصر راهنماها یا بازارسان عمومی)، و وزارت آموزش و پرورش مصر (به نمایندگی کارشناسان) که همگی با یک دیگر همکاری داشتند، نمودار ۴، را در برمی‌گرفت.



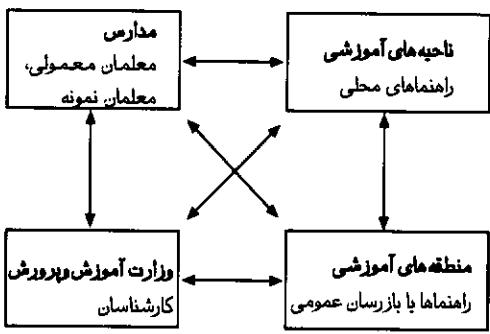
نمودار ۳ نمایش مفاهیم و واکنش‌های مهم مربوط به شیمی کربوکسیل‌ها که به دو شکل (آ خطی و ب) سامانه‌ای ارائه شده است.

**تجربه‌ای در کاربست رویکرد سامانه‌ای در تدریس و یادگیری (روش SATL)**

اکنون، تجربه‌ای را بازگو می‌کنیم که به عنوان روشی برای پیشبرد آموزش شیمی پیشنهاد شده بود. این تجربه، نتیجه‌ی بررسی طیف گسترده‌ای از دانش آموزان در شمار چشم‌گیری از مدارس بوده است. اگرچه که رویکرد سامانه‌ای از دیدگاه مفهومی، ساده است اما ما ناگزیر بودیم که آموزش مناسبی به معلمان بدهیم و موادی برای معلمان، مدیران، مسئولان دست‌اندرکار اجرای پژوهش در سطوح گوناگون ارائه دهیم تا مبنایی برای ارزشیابی و ارزیابی میزان ارزش رویکرد سامانه‌ای در محیط‌های برگزیده شده، فراهم شود. این تجربه‌ی مقدماتی، نیازمند کارآموزی‌های زیادی در زمینه‌های گوناگون در همه‌ی سطوح تدریس، مدیریت و پاسخ‌گویی به افراد درگیر در پژوهش بوده است. زیربنای این بررسی با فعالیت‌های تعریف شده و اولیه‌ی نیم سال‌های تحصیلی که در فرایندهای استاندارد آموزشی به کار می‌رود، تلفیق شد.<sup>۱۷</sup>

۴۳۹ تن از دانش‌آموزانی که در این بررسی شرکت کردند از میان ۶ دبیرستان در قاهره و جیزه در مصر و مناطقی آموزشی انتخاب شده بودند که شیمی‌آلی را در برنامه‌ی درسی خود داشتند. موضوع آموزشی در زمینه‌ی کربوکسیلیک اسیدها و مشتق‌های آن‌ها بود که در بخش میانی برنامه‌ی درسی، پس از هیدروکربن‌ها، الکل‌ها، آلدئیدها و کتون‌ها و سپس آمین‌ها قرار داشت.

گروه کنترل، شامل ۱۵۹ دانش‌آموز بود که در آموزش استاندارد خود از رویکرد خطی استفاده می‌کردند، نمودار ۳-آ. در این حال، پودمانی (جزوه و برنامه‌ای) از کربوکسیلیک اسیدها



نمودار ۴ نمایشی از ارتباط میان عنصرهای اجرایی و مواد آموزشی در تجربه‌ی پیاده‌سازی رویکرد سامانه‌ای.

در این زمینه، ما باید مطمئن می‌شدیم که همه‌ی معلمان و مسئولان اداری، که به طور قانونی با دانش‌آموزان در سطوح آموزشی گوناگون در ارتباط هستند، در این پژوهش شرکت می‌کنند. ۳۰ نفر نیروی انسانی از ناحیه‌های آموزشی قاهره و جیزه، شامل معلم، معلم نمونه، بازرس و بازرس عام، هریک بر حسب نوع مسئولیت خود، در کارگاه SATL دانشگاه عین الشمس قاهره دوره دیدند و با مواد آموزشی رویکرد سامانه‌ای آشنا شدند این طرح پژوهشی، ۸ کلاس تجربی برای به کارگیری مواد آموزشی SATL و کلاس‌های موازی کنترل را شامل می‌شد که رویکرد استاندارد و معمولی خطی را به کار می‌برد، نمودار ۳-آ. این پژوهش در خلال روزهای ۸ تا ۲۲ مارس ۱۹۹۸ انجام گرفت. موضوع‌های درسی در مدت ۸ ساعت درس ۵۰ دقیقه‌ای در خلال دو هفته ارائه شد. پیش‌آزمون، پس‌آزمون و مشاهده‌ی

رفتارهای نگرشی، ملاک‌های جمع‌بندی و نتیجه‌گیری‌ها درباره‌ی کارایی روش‌های رویکرد SATL بود. مسؤولان ناحیه‌های آموزشی در اجرای آزمون پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان و ارزشیابی این طرح پژوهشی همکاری داشتند.

### پیاده‌سازی تجربه

بازرسان مدارس مسؤول پیگیری پژوهش‌ها در مدارس و فراهم کردن مدارک مورد نیاز در هر یک از کلاس‌ها، هم تجربی و هم گروه کنترل، بودند. هم‌چنین در فرایندهای مطالعه‌ی گروه‌های تجربی و کنترل، همکاری داشتند که در آن برهم‌کنش میان معلمان و دانش‌آموزان در خلال تدریس، عملکرد معلمان در کلاس‌های تجربی، توجه به دیدگاه‌های دانش‌آموزان و معلمان هنگام تدریس و یادگیری، یا در جلسه‌های مشترک معلمان با هم، مورد بررسی قرار می‌گرفت. ارزشیابی از عملکردهای کلاسی و تهیه‌ی گزارش‌های بی‌پایان برای مدیران آموزشی در منطقه نیز، از جمله فعالیت‌های دیگر این بازرسان بود. این افراد که معمولاً ۲۵ تا ۳۵ سال سن داشتند، دوره‌های آموزشی رویکرد سامانه‌ای را، آن‌چنان‌که بنا بود در منطقه‌ی آموزشی اجرا شود، پشت سر گذاشته بودند. دست کم، برای هر یک از مدارس مرتبط یک بازرس در نظر گرفته شده بود.

بازرسان عمومی دو منطقه‌ی آموزشی قاهره و جیزه نیز، که برای همکاری در اجرای این بررسی آموزش دیده بودند، بیش از ۳۰ سال تجربه داشتند. آن‌ها از مدارس مرتبط، روزانه بازدید داشتند و با معلمان درگیر در این طرح، ملاقات و گفت‌وگو می‌کردند. این افراد چنان برگزیده شده بودند که از توان برخورد با عوامل بازدارنده‌ی محلی، که احتمالاً اثرهای بالقوه‌ای در کاهش اعتبار این بررسی داشت، برخوردار باشند.

بازرسان گزارش‌هایی روزانه از فعالیت خود و برداشت‌های شخصی از پیشرفت کار، تنظیم و ارائه می‌کردند. سه کارشناس آموزش متوسطه، وابسته به وزارت آموزش و پرورش نیز، که آن‌ها هم آموزش‌های اجرایی این پژوهش سامانه‌ای را پشت سر گذاشته بودند، مسؤولیت تنظیم گزارش‌های روزانه از اجرای آموزش پودمانی SATL و گزارش‌های نهایی برای وزارت آموزش و پرورش را به عهده داشتند. چهار معلم با ۱۵ تا ۱۸ سال تجربه، تدریس رویکرد سامانه‌ای SATL را در کلاس‌های تجربی به عهده گرفتند. ۸ معلم، با سابقه‌ی ۲۰ تا ۲۶ سال نیز روش تدریس استاندارد و شناخته‌شده‌ی خطی را در کلاس‌های کنترل پیاده می‌کردند. استفاده از معلمانی با این همه تنوع در سابقه، از این جهت دارای اهمیت بود که بتوان انواع مسایل و موانع بالقوه را که احتمالاً معلمان مجری در مسیر پیاده‌سازی این طرح با آن روبه‌رو می‌شوند، پیش‌بینی کرد. برنامه‌ای ۲ روزه جهت کارآموزی برای

همه‌ی دست‌اندرکاران اجرای این پژوهش برگزار شد که شامل ۱۸ ساعت کاری در یک روز، و ۶ ساعت در روزی دیگر بود. این کارآموزی، مطالعه‌ای کلی روی فلسفه‌ی روش SATL و کاربرد آن در تدریس موضوع‌های شیمی (برای معلمان)، هم‌چنین برگزاری نشست‌های بارش مغزی، جهت درگیر کردن معلمان و دیگر شرکت‌کنندگان و سرانجام تشکیل گروه‌هایی هایی برای طراحی و تولید پرسش‌های معلم ساخته، متناسب با رویکرد SATL را در برمی‌گرفت. معلمان، برخلاف مسؤولان اداری دیگر، در همه‌ی این ۱۸ ساعت، در فعالیت‌های کارآموزی شرکت کردند.

### راهبردهای سنجش

موفقیت روش SATL با یافته‌های عددی ناشی از ارزیابی پیشرفت استاندارد مشخص شد. به هر حال، نارسایی‌هایی نیز در زمینه‌ی اندازه‌گیری وجود داشت. در واقع، ما نیز با این دیدگاه موافق هستیم اما این، همان ملاک انتخابی و شناخته‌شده برای کسانی است که رویکرد خطی را برمی‌گزینند. حال، در این زمینه ما علاقه‌مندیم به نوعی مقایسه میان یافته‌های این رویکرد، با یافته‌های مشابه ناشی از کاربرد رویکرد سامانه‌ای پردازیم.

راهبرد استاندارد پیش‌آزمون و پس‌آزمون به کار رفت. پرسش‌ها در این دو آزمون به گونه‌ای دسته‌بندی شد که برخی به رویکرد خطی (نمودار ۳-ا) و برخی دیگر به رویکرد سامانه‌ای (نمودار ۳-ب) مربوط بود. پرسش‌ها در این دو مجموعه، به زیر مجموعه‌هایی تقسیم شد که به شکل حافظه‌ای، فهمیدنی و تحلیلی ارزیابی می‌شد. روی هم رفته، انواع پرسش‌ها را می‌توان با عنوان چندگزینه‌ای، کامل کردنی، کوتاه پاسخ یا آرایه‌ی فرمول ساختاری دسته‌بندی کرد (نسخه‌هایی از ابزارها و طبقه‌بندی پرسش‌ها در یادداشت شماره‌ی ۲ از مواد مکمل در JCE Online ارائه شده است). تحلیل مربوط به پیش‌آزمون و پس‌آزمون در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه می‌شود. پرسش‌های سامانه‌ای (۱۰-۶) در پیش‌آزمون، مواد پیش‌نیازی (که بنا به پودمان تدریسی قبلی هیدروکربن‌ها، الکل‌ها، آلکیل‌هالیدها، آلدئیدها و کتون‌ها را در برمی‌گرفت) برای کربوکسیلیک اسیدها و مشتق‌های آن‌ها را برای هردو نوع گروه‌ها (آزمایشی و کنترل) پوشش می‌داد. در پس‌آزمون، پرسش‌های سامانه‌ای (۱۰-۶) درست مانند پرسش‌های پیش‌آزمون بود اما پرسش‌های سامانه‌ای اضافی (۱۴-۱۱)، کربوکسیلیک اسیدها و مشتق‌های آن‌ها را در روش SATL در گروه آزمایشی، یا به روش سنتی که در گروه کنترل تدریس شد، پوشش داد.

### تجزیه و تحلیل

یافته‌های خام با نرم‌افزار SPSS, Version 6 تحلیل شد که در آن از جفت‌شده‌ی آزمون  $t^{۱۸}$  استفاده شد تا معلوم شود این دو



نوع آموزش	نوع پرسش	شماره ی پرسش	ارزش نقطه ای
رویکرد خطی	حافظه ای	۱-۳	۷
رویکرد خطی	فهمیدنی	۴-۱۶	۳
رویکرد خطی	تحلیلی	۵ و ۱۵	۴
رویکرد سامانه ای	فهمیدنی	۶ و ۹	۳
رویکرد سامانه ای	سنتز	۷	۴
رویکرد سامانه ای	سنتز	۱۳-۱۰ و ۸ و ۷	۳
رویکرد سامانه ای	فهمیدنی	۱۴	۲
رویکرد سامانه ای	سنتز		۴

جدول ۲ تحلیل پرسش های پس آزمون

جدول ۱ تحلیل پرسش های پیش آزمون

\* یافته های پیش آزمون و پس آزمون برای گروه آزمایشی و گروه کنترل، و با استفاده از نمره های خطی، سامانه ای و کل.

#### نمای کلی یافته ها

برای سنجش این پژوهش، پرسش های پیش آزمون و پس آزمون، پرسش های زمینه یابی<sup>۱۹</sup> مربوط به گستره ی عاطفی، یافته های این زمینه یابی ها و تحلیل های آماری می توان به JCE Online مراجعه کرد. در این جا، خلاصه ای از نتیجه گیری ها که بر پایه ی پرسش های پیش آزمون و پس آزمون استوار بوده است و نیز بر یافته های زمینه سازی تکیه دارد، ارائه می شود، جدول ۳ و ۴.

نمونه ی مربوط به هم، از جمعی که دارای میانگین یکسانی هستند گرفته شده است یا خیر. نمونه های مربوط به هم یا جفت شده، اغلب در تجزیه هایی یافت می شوند که در آن، فردی پیش و پس از یک اقدام ویژه، مورد ارزیابی قرار می گیرد تا معلوم شود آیا اقدام یاد شده موفقیت آمیز بوده است یا خیر. (به یادداشت شماره ی ۳ از مواد مکمل در پایگاه اینترنتی JCE Online مراجعه شود).

یافته های خام (نمره ی دانش آموزان در پیش آزمون و پس آزمون، برای پرسش های انفرادی، زیرمجموعه ای، دسته بندی اصلی و نمره ی کامل<sup>۲۷</sup>) به این ترتیب مقایسه شد:  
\* یافته های پیش آزمون و پس آزمون برای هر دانش آموز نسبت به پرسش های خطی و سامانه ای و نمره های کامل

نوع گروه	نمره های پیش آزمون		نمره های پس آزمون	
	میانگین ها	انحراف معیار	میانگین ها	انحراف معیار
خطی	۴۴٫۷۳	۱۵٫۱۳	۴۶٫۱۶	۱۵٫۳۷
سامانه ای	۳۷٫۱۱	۱۸٫۸۴	۹۱٫۳۲	۱۳٫۷۲
کنترل (۱۵۹ نفر)	۱۶٫۶۳	۱۳٫۴۴	۲۰٫۱	۱۴٫۲۴
آزمایشی (۲۷۰ نفر)	۱۲٫۰۵	۱۱٫۴۲	۸۲٫۸۸	۱۴٫۵۶

جدول ۳ نمره ی دانش آموزان در آزمون ها بر حسب نوع رویکرد آموزشی

نوع گروه	میانگین ها		انحراف معیار	
	میانگین ها	انحراف معیار	میانگین ها	انحراف معیار
کنترل (۱۵۹ نفر)	۲۹٫۷۴	۱۱٫۴۹	۲۹٫۴۲	۱۳٫۱۶
آزمایشی (۲۷۰ نفر)	۳۸٫۰۳	۱۵٫۸۳	۶۳٫۱۸	۱۹٫۵۲

جدول ۴ خلاصه ای از یافته های پیش آزمون و پس آزمون که بیانگر مقایسه ای میان گروه های آزمایشی و کنترل است.

#### انجام کار

نمونه های سامانه ای بود که توسط یکی از دو نویسنده و معلمان شرکت کننده، با استفاده از کلید پاسخ های تهیه شده، با رمزبندی شد. نوعی پیش آزمون و پس آزمون برای دانش آموزان هر دو گروه اجرا شد، یعنی هم برای آن هایی که به شیوه ی SATL آموزش

اندازه های استاندارد در پیشرفت تحصیلی<sup>۲۹</sup> از پیش آزمون و پس آزمون به دست آمده است. این آزمون ها شامل مجموعه ی متفاوتی از پرسش ها به شکل چند گزینه ای، کوتاه پاسخ و تکمیل

دیده بودند و هم گروه‌های کنترل که به شیوه‌ی سنتی و نیز استفاده از رویکردهای خطی و شناخته شده مورد آموزش قرار گرفتند. با این همه، پیش‌آزمون با پس‌آزمون تفاوت داشت. هر دوی این آزمون‌ها هم پرسش‌های نوع سامانه‌ای و هم نوع خطی را دربرداشتند. (به جدول‌های ۱ و ۲ نیم‌رخ نوع پرسش‌ها مراجعه کنید).

بنابراین جدول ۳، هر دو نوع کلاس‌های آزمایشی و کنترل، پیش از اقدام، نمره‌های میانگین مشابهی نسبت به پرسش‌های خطی به دست آوردند. این یافته‌ها غیرعادی و شگفت‌آور نیست زیرا هر دو گروه، مواد و پیش‌نیازهای مشابهی را به شیوه‌های سنتی فرا گرفته بودند. نمره‌های میانگین آزمون، پس از اقدام، برای هر دو گروه دانش‌آموزان، بالاتر بود و این برای هر فضای آموزشی امری طبیعی به نظر می‌رسید. اگرچه که میانگین نمره‌ها برای گروه آزمایشی به شکل چشم‌گیر بالاتر از گروه کنترل بود. روند مشابهی برای پرسش‌های سامانه‌ای محور مشاهده شد و احتمالاً چنان‌که پیش‌بینی شده بود، میانگین نمره‌ها برای این نوع پرسش‌ها بالاتر رفت زیرا دانش‌آموزان از دید سامانه‌ای مورد آموزش قرار گرفته بودند.

سرانجام، دانش‌آموزانی که به روش SATL آموزش دیده بودند، در امتحان‌های پایانی موفقیت بیش‌تری نسبت به فراگیرانی به دست آوردند که به شیوه‌ی خطی مورد آموزش قرار گرفته بودند. به این معنی که دست‌کم به ۵۰٪ پیشرفت تحصیلی در آزمون پایانی دست یافتند. با این مقیاس، در حدود ۸۰٪ دانش‌آموزان گروه آزمایشی موفق بودند اما تنها ۱۰٪ گروه کنترل به این سطح از موفقیت رسیدند.

### عناصرهای عاطفی

ابزار زمینه‌یابی (به یادداشت شماره‌ی ۴ از مواد تکمیلی در پایگاه JCE Online مراجعه شود) که توسط دانش‌آموزان در کلاس‌های SATL کامل شد به این برداشت مثبت انجامید که روش‌های SATL، توان آن‌ها را دست‌کم در پودمان‌های آزمایشی، شکل ۲-ب، از دیدگاه کل‌نگری و کسب دیدگاهی جامع افزایش داده است. در واقع، نوعی نشانه‌های اولیه در دسترس قرار گرفت که رویکرد SATL بر کیفیت تلقی دانش‌آموزان در واحدها و موضوع‌های بعدی اثر مناسب برجا گذاشته است (موضوع‌هایی که پس از کربوکسیلیک اسیدها مورد بررسی قرار گرفت، مانند شیمی آمین‌ها که در برنامه‌های شیمی به شیوه‌ی سنتی تدریس می‌شد). گفت‌وگو با دانش‌آموزان گروه آزمایشی نشان داد که بسیاری از آن‌ها شیوه‌های SATL را پس از موضوع مورد پژوهش، یعنی شیمی کربوکسیلیک اسیدها به کار می‌برند. بنابه یافته‌های زمینه‌یابی، عناصر اصلی برنامه‌ی کارآموزی متناسب با نیازهای معلمان بود. با این همه، معلمان بر این باور بودند که به زمان بیش‌تری برای کار کارگاهی، تولید مواد سامانه‌ای

شخصی و پودمان‌های دیگر نیازمند بوده‌اند. معلمان گروه آزمایشی SATL، این شایستگی را داشتند که در گستره‌های موضوعی دیگری تدریس کنند (مانند شیمی زیست‌شناسی یا شیمی با فیزیک) و در جلسه‌های بحث و گفت‌وگو، توان و آمادگی خود را برای تولید مواد آموزشی سامانه‌ای محور در زمینه‌ی زیست‌شناسی و فیزیک به نمایش می‌گذاشتند.

### خلاصه

با توجه به نتایج به دست آمده، کاربست رویکرد سامانه‌ای (روش‌های SATL) در یادگیری، دیدگاه جامع و کلی‌تری نسبت به موضوع مورد بررسی به دانش‌آموزان می‌بخشد. چنان‌که این امر درباره‌ی شیمی اسیدهای آلی و مشتق‌های آن‌ها به روشنی ثابت شد. این رویکرد آموزشی، اهمیت آگاهی یافتن از اجزای گوناگون سامانه (سیستم) را یادآوری می‌کند. بنابه این یافته‌ها، واحدهای درسی کامل در شیمی آلی (شیمی هیدروکربن‌ها، هتروسیکل‌ها و آروماتیک‌ها) در بسیاری از مدارس، چند دانشگاه در مصر و برخی از دانشگاه‌های جهان عرب طراحی شد و مورد آزمایش قرار گرفت. به هر حال، ما بر آن هستیم که روش‌های SATL را به آموزش‌های آزمایشگاهی نیز وارد کنیم. گفتنی است که کاربست رویکرد SATL، تاکنون موضوع بحث دو کنفرانس از ملل عرب‌زبان نیز بوده است.



1. Journal of Chemical Education (J. C. E)

۱- نخستین شماره‌ی این مجله‌ی معروف در حدود سال ۱۹۲۰ به چاپ رسید.

2. National Science Foundation (NSF)

۲- در این جا، به مقاله‌هایی که در این مجله از سال ۱۹۸۱ تا ۱۹۹۳ چاپ شده است، اشاره شده است.

4. Concept Mapping and Systemic Approach

5. Ausubel

6. Assimilation

7. meaningful learning

8. rote learning

9. Representation learning

10. Propositional learning

11. Concept mapping learning

12. Metacognitive tool

13. closed concept clusters

14. Systematic Approach to Teaching and Learning (SATL)

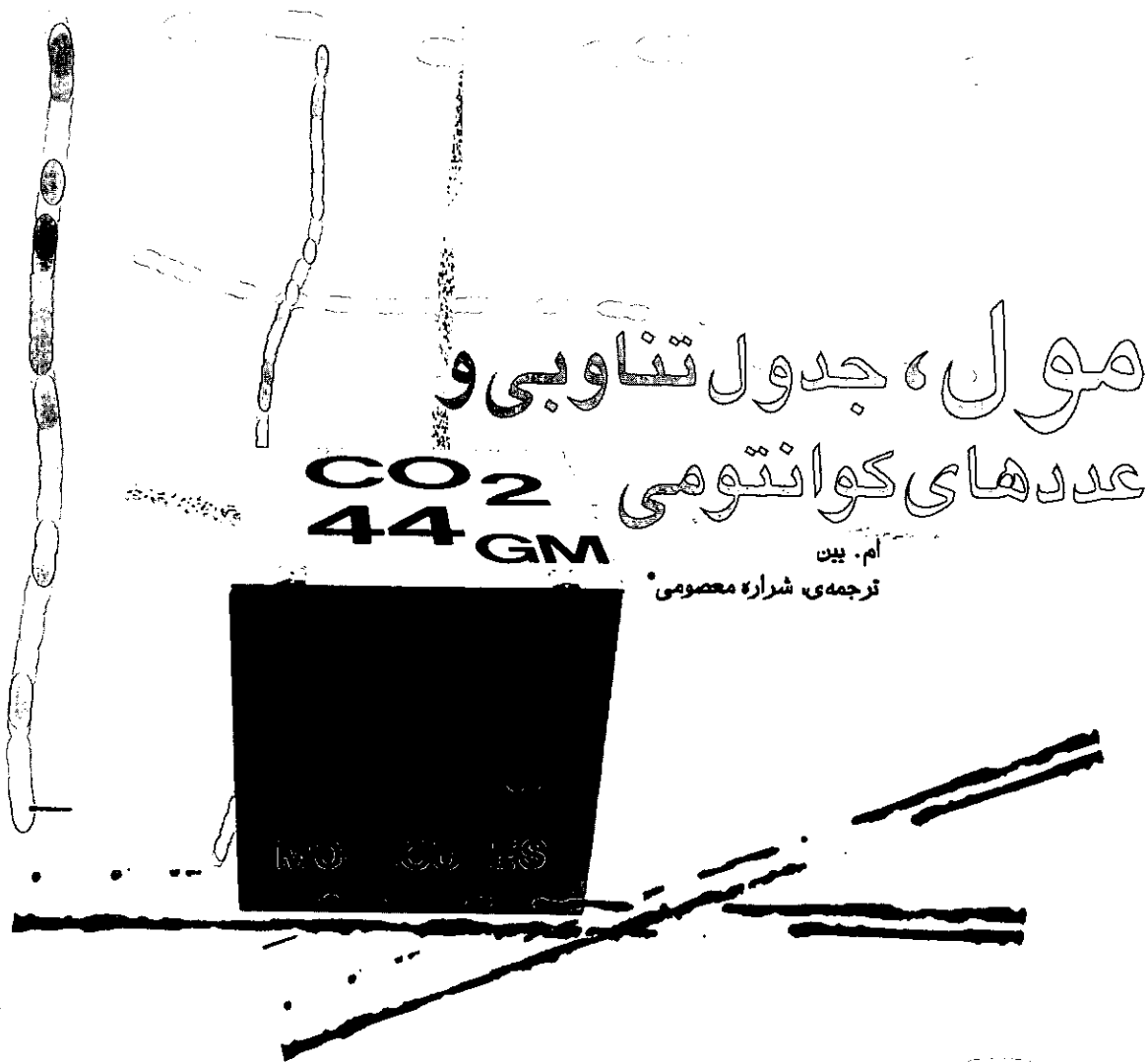
15. closed cluster concept maps

16. instructor - oriented tool

۱۷- توضیح‌های بیش‌تر در مورد مواد تکمیلی در این زمینه را می‌توان از پایگاه اینترنتی JCE Online یا یکی از دو نویسنده‌ی این مقاله به دست آورد.



Fahmy, A. F. M.; Lagowski, J. J. "Systemic reform in chemical education: an introductory perspective", *J. Chem. Educ.* 2003, 80, 1078.



آغاز سخن

یک دیگر در ارتباط باشند، موضوع این مقاله است.

شمار اندکی از معلمان بر این باورند که دانش‌آموزان، هر آن‌چه را که تدریس می‌شود، فرامی‌گیرند. اما درک نظریه‌های شیمی، حتی پس از آن‌که به طور کامل به آن‌ها پرداخته می‌شود، اغلب دشوار است. نظریه‌ی گیلسی<sup>۱</sup> که گنجاندن تعداد محدودی از نظریه‌های مهم را در درس شیمی تأیید می‌کند، امروزه رواج چشم‌گیر یافته است. این نوشتار، سه هدف را پی می‌گیرد: معرفی مول، جدول تناوبی و عددهای کوانتومی. چگونگی ارایه‌ی این مفاهیم به گونه‌ای که با

مول

مول یکی از مفاهیم پایه در شیمی است که دانش‌آموزان آن را به دشواری درک می‌کنند. این در حالی است که برخی از آن‌ها جهت حل مسأله، از ابزارهای محاسبه‌ای پیشرفته‌ای برخوردارند یا به رویکردهای تاریخی این مفهوم علاقه‌مند هستند. این راه‌حل‌ها از تدریس مفاهیم پایه که از اهمیت بسیاری برخوردارند جلوگیری می‌کند.

بهرتر است به جای دقیق شدن روی واقعیت‌ها، آن‌ها به شیوه‌های انعطاف‌ناپذیر که تنها به آرایه‌ی مطلب تکیه دارد، اصل مطلب را بیان کنیم و از به میان آوردن واقعیت‌های غیر ضروری بپرهیزیم. در واقع، واقعیت‌های غیر ضروری یکی از مواردی است که درک مفهوم مول را برای دانش‌آموزان دشوار می‌کند. بیش‌تر کتاب‌های درسی به بررسی سیر تاریخی اندازه‌گیری وزن‌های اتمی می‌پردازند و این‌که در گذشته برای این منظور از اکسیژن با عدد جرمی ۱۶ استفاده می‌شد یا پیش از آن هیدروژن با جرم اتمی ۱، مبنای این کار بوده است و اکنون با کربن با جرم اتمی ۱۲ وزن‌های اتمی سنجیده و اندازه‌گیری می‌شود. به راستی این مطالب تا چه اندازه برای دانش‌آموز قابل درک است؟ اگر به پاسخ‌های دانش‌آموزان توجه کنیم پاسخ این پرسش بسیار روشن است؛ آن‌ها این بحث را نفهمیده‌اند. هم‌چنین تغییر «وزن اتمی» به «جرم اتمی»، دشواری‌های دیگری را در مسیر درک موضوع برای دانش‌آموزان در پی دارد. با عنوان کردن این مطالب، یک مفهوم ناآشنا را با مفهوم ناآشنای دیگری پیوند داده‌ایم. به هر حال، این‌ها، وزن‌های اتمی واقعی نیستند بلکه وزن‌ها یا جرم‌های نسبی اتم‌ها هستند.

#### بی‌دقتی جزئی و زمینه‌سازی برای درک بهتر مطلب

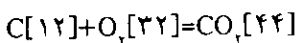
راه بهتر برای تدریس مفهوم مول، این است که از اشاره به مقدارهای دقیق مربوط به اتم‌های C یا O چشم‌پوشی شود. بنابه نظریه‌ی وزن اتمی، برای هیدروژن به عنوان سبک‌ترین عنصر، باید وزن اتمی برابر ۱ در نظر گرفته شود. اما یک چی؟ یعنی این ۱، چه واحدی دارد؟ ما از هیدروژن، یعنی سبک‌ترین عنصر، کار را آغاز می‌کنیم و تعدادی اتم هیدروژن را که وزنی برابر ۱g دارند، به عنوان یک استاندارد مورد بررسی قرار می‌دهیم. سپس همین تعداد اتم از عنصرهای دیگر را برمی‌داریم و می‌بینیم که وزن این مجموعه از اتم‌ها برای هر عنصر، چندین بار از ۱ سنگین‌تر است. به این ترتیب، چون وزن این تعداد اتم کربن، ۱۲ بار از وزن همین تعداد اتم هیدروژن سنگین‌تر است، وزن این تعداد اتم کربن ۱۲g در نظر گرفته می‌شود و به

همین شکل، به این تعداد اتم اکسیژن، وزن ۱۶g نسبت داده می‌شود. در واقع، در این جا تعدادی از اتم، موضوع صحبت‌های ما بوده، که به عنوان مول تعریف شده است. این تعداد از اتم‌ها، مجموعه‌ای بسیار بزرگ است زیرا همه‌ی ما می‌دانیم که اتم‌ها خیلی کوچکند. اگر این تعداد اتم هیدروژن داشته باشیم، وزن نسبی آن‌ها ۱ خواهد بود. اگر این تعداد اتم اکسیژن مورد نظر باشد، وزن نسبی ۱۶، و اگر همین مقدار اتم کربن داشته باشیم وزن نسبی ۱۲ خواهد بود...

هم‌اکنون نظریه‌ی مول از اهمیت فراوانی برخوردار است. به کمک مول‌های مواد می‌توانیم انجام واکنش‌ها را درک کنیم. اتم‌ها و مولکول‌ها با نسبت‌های ساده‌ی عددهای صحیح، که همان نسبت‌های مولی را به نمایش می‌گذارد، با یک‌دیگر واکنش می‌دهند. برای نمونه، ۱ مول کربن با ۱ مول اکسیژن واکنش می‌دهد تا ۱ مول CO<sub>۲</sub> تولید شود. اندازه‌گیری بر حسب مول با محاسبه‌های معمولی تفاوت دارد. با خلاصه کردن واکنش یادشده، داریم:



این، تنها بخشی از آن قلمرو ناشناخته است که باید آن را درک کنیم. هنگامی که در واکنشی هم‌چون واکنش یادشده، وزن هر ماده را قرار می‌دهیم، درک معمولی ما از محاسبه، به کار می‌آید:



تا زمانی که مفهوم مول و نسبت‌های وزنی اتمی کاملاً جا نیفتاده است، باید از بسط این مبحث به موضوع‌هایی هم‌چون ایزوتوپ‌ها بپرهیز کرد. در واقع، مبحث ایزوتوپ‌ها در این جا هیچ نقشی در شیمی ندارد، همان‌گونه که در آغاز بحث درباره‌ی عدد آووگادرو، به توانایی حل مسأله و محاسبه توجه چندانی نشان ندادیم. باید بدانیم که دانش‌آموز زمانی نسبت به درک مفاهیم دیگر علاقه نشان می‌دهد که در گام نخست معنای عدد آووگادرو را دریافته باشد.

پیش به سوی جدول تناوبی

میان نظریه‌ی مول تا نظریه‌ی جدول تناوبی فاصله‌ی چندانی وجود ندارد. اما در اغلب کتاب‌های درسی، این دو به طور



مستقیم به یک دیگر پیوند داده نمی‌شوند. در واقع، مفهوم مول و جدول تناوبی در بخش‌های متفاوتی جای دارند که کاملاً از یک دیگر جدا هستند. از سوی دیگر، با تأکید بر این که جدول، براساس کربن ۱۲ طراحی شده، به گونه‌ای فرصت مناسب جهت برقراری ارتباطی روشن میان این دو را با پذیرش گناه فضل فروشی، از میان می‌برند!

پیشنهاد می‌شود بی‌درنگ پس از معرفی مول، به این روش عمل کنید:

تصور کنید که عنصرها را از سبک‌ترین تا سنگین‌ترین آن‌ها با ترتیبی ساده در یک ردیف قرار داده‌ایم. این، یک آرایش تک‌بعدی است و براساس «وزن» عنصرها پیاده شده است. باز هم در برابر وسوسه‌ی معرفی ایزوتوپ‌ها مقاومت کنید. اگر در این فهرست، به جای نام عنصرها، وزن اتمی آن‌ها را قرار دهیم، خواهیم داشت:

۱ و ۲۳ و ۲۰ و ۱۹ و ۱۶ و ۱۴ و ۱۲ و ۱۱ و ۹ و ۷ و ۴ و ۱ و ... و ۴۰ و ۳۵ و ۳۲ و ۳۱ و ۲۸ و ۲۷ و ۲۴

این شیوه، یکی از راه‌های ممکن نمایش عنصرهاست. اما به زودی ما آن‌ها را از جایگاهی که روی کاغذ دارند، خارج می‌کنیم. در قرن نوزدهم، راه‌های دیگری برای مرتب کردن عنصرها مورد توجه قرار گرفت. برای نمونه، مشاهده شد که عنصرهایی با وزن ۱، ۷ و ۲۳ در واکنش‌های مشابهی شرکت می‌کنند. هم چنین شباهت‌های فراوانی میان عنصرهایی که وزن ۴، ۲۰ و ۴۰ دارند، وجود دارد؛ آن‌ها به هیچ وجه واکنشی انجام نمی‌دادند! بنابراین با به کار بردن این دو مشاهده، می‌توان عنصرها را مرتب کرد و به جدول تناوبی متداول امروزی رسید. تناوب داشتن، تأکید می‌کند که اگر عنصرها را در یک ستون قرار دهیم، ویژگی‌هایی هم چون واکنش پذیری تکرار می‌شود. این امر، دومین بعد دیدگاه ارایه شده در قرن نوزدهم است. هر جدول دوبعدی، دو مورد را درباره‌ی آن چه که در جدول قرار می‌گیرد، نشان می‌دهد. این جدول می‌گوید:

۱. چینش عنصرها در ردیف‌های جدول، بر پایه‌ی وزن اتمی نسبی اتم‌هاست (برگرفته از نظریه‌ی مول).

۲. چینش عنصرها در ستون‌های جدول، با توجه به

واکنش پذیری عنصرها انجام گرفته است (برگرفته از مشاهده‌های تجربی).

این که جدول تناوبی از اهمیت فراوانی نزد شیمی دان‌ها برخوردار است جای شگفتی نیست زیرا بسیاری از نظریه‌ها با توجه به نظام موجود در این جدول استخراج شده است. اما اغلب همین جدول برای دانش آموزان، تنها به عنوان چیزی برای به خاطر سپردن (!) جلوه می‌کند. دست کم در برخی رشته‌های درسی دیگر باید از به میان آوردن جزئیات جدول تناوبی چشم پوشید و تنها به ارایه‌ی اصل مطلب بسنده کرد. پیشنهاد می‌شود که در آغاز هر مبحث، هر مفهومی به ساده‌ترین شکل ممکن برای دانش آموزان ارایه شود.

### گام بعدی؛ عددهای کوانتومی

تجربه نشان داده است که این مبحث را می‌توان در درس‌های اولیه، برای دانش آموزان همه‌ی رشته‌ها ارایه داد. در این راستا، برخی یافته‌ها که با تکیه به جدول تناوبی به دست آمده است، با نمای ساده‌ای از نظریه‌ی کوانتومی جدید، معرفی می‌شود. این کار می‌تواند به درک واقعی‌تر از مفاهیم و جنبه‌های شیمیایی بینجامد.

در معرفی عددهای کوانتومی، به جای آن که به معادله‌ی شرودینگر اشاره کنیم و بگوییم که چهار عدد کوانتومی  $n$ ،  $l$ ،  $m_l$  و  $m_s$  از حل این معادله به دست می‌آیند، می‌توان مقدمه‌ی ساده‌ای عنوان کرد که ارتباط میان نماد هر یک از این عددها، با تعریف آن‌ها را دربر گیرد. به این ترتیب، دانش آموز در روبه‌رو شدن با مفاهیمی هم چون «اسپین» و «اندازه حرکت زاویه‌ای»، کم‌تر دچار بهت و سردرگمی می‌شود.

### عدد کوانتومی $n$

این عدد، شماره‌ی ردیف یا تناوب را برای عنصرهای گروه‌های اصلی جدول نشان می‌دهد. این عدد دارای مقدارهای ۱، ۲، ۳ و... است که «لایه‌های انرژی» اتم نیز به شمار می‌رود.

## عدد کوانتومی $l$

این عدد، مربوط به بلوک‌های جدول تناوبی است و مقدارهای  $1, 2, \dots, (n-1)$  را می‌پذیرد. برای این مقادیر به ترتیب نمادهای  $s, p, d, f, \dots$  نیز به کار می‌رود. از آنجا که این نمادها با خطوط موجود در طیف نشری - خطی اتمی عنصرها ارتباط دارند، بیش از آن که از دید آموزشی ارزش داشته باشند، ارزش تاریخی دارند. بلوک کوچکی از جدول تناوبی که در سمت چپ آن قرار دارد با نماد  $s$  و به عنوان نخستین زیرلایه در نظر گرفته می‌شود. دومین زیرلایه، بلوک بزرگ‌تری را با نماد  $p$  شامل می‌شود که در سمت راست جدول قرار دارد. سومین زیرلایه، باز هم بلوک بزرگ‌تری نسبت به  $p$  را، دربر می‌گیرد که با نماد  $d$  شناخته می‌شود. این بلوک در جدول‌های استاندارد، در میان بلوک‌های  $s$  و  $p$  جای دارد. سرانجام  $f$ ، بلوک گسترده‌ای است که در پایین جدول، زیر سه بلوک دیگر دیده می‌شود. عدد کوانتومی  $l$ ، همان زیرلایه‌ی اتم است و شکل اوربیتالی را که در زیرلایه قرار دارد، نشان می‌دهد. نمادهای  $s, p, d, f, \dots$  برحسب‌های زیرلایه هستند. اوربیتال، بخشی از فضا است که احتمال یافتن الکترون در آن می‌رود. هر اوربیتال، در یک زیرلایه‌ی ویژه، شکلی ویژه دارد. در واقع، شکل هر اوربیتال به احتمال یافتن الکترون در ناحیه‌ای مشخص، وابسته است.

## عدد کوانتومی $m_l$

تقریباً این عدد کوانتومی است که تعیین می‌کند هر بلوک چه اندازه می‌تواند گسترش یابد.  $m_l$  جهت‌گیری زیرلایه‌ها را در اتم نشان می‌دهد. آنچه که واژه‌ی «تقریباً» را از نخستین جمله‌ی تعریف این عدد کوانتومی از میان برمی‌دارد، چهارمین عدد کوانتومی است.

## عدد کوانتومی $m_s$

هنگامی که عدد کوانتومی  $m_l$  به  $m_s$  می‌پیوندد، به طور کامل اندازه‌ی گستردگی هر بلوک نمایان می‌شود. معمولاً دانش‌آموزان در آغاز، با سطوح انرژی اوربیتال‌های اتمی آشنایی پیدا می‌کنند. به هر حال، پس از آرایه‌ی مقدمه‌ای درباره‌ی عددهای کوانتومی، با استفاده از جدول تناوبی می‌توان آرایش

الکترونی اتم‌ها را در حالت پایه نوشت.

دانش‌آموزان به طور گروهي، آرایش الکترونی اتم‌ها را به طور مستقیم از روی جدول تناوبی می‌نویسند و با این کار، ترکیبی از عددهای کوانتومی را مورد استفاده قرار می‌دهند. آن‌ها در هر بلوک، الکترون‌ها را در زیرلایه‌های  $s, p, d$  می‌گذارند (در آغاز کار، اتم‌هایی بحث نمی‌شوند که دارای الکترونی در زیرلایه‌ی  $f$  باشند). از آنجا که برای درک موضوع زمینه‌سازی‌هایی انجام گرفته است، دانش‌آموزان بی‌درنگ به ارتباط میان جدول تناوبی و عددهای کوانتومی پی می‌برند و تمرینی ساده را با موفقیت به انجام می‌رسانند. بنابه تجربه‌های کلاسی و مسایلی که به شکل تمرین به دانش‌آموزان داده شده است، این کار نسبت به روش‌هایی که بر حافظه و تقویت آن تکیه دارد، موفقیت‌آمیزتر بوده است.

گاه دربارهی این که آیا مکانیک کوانتومی بحثی ضروری است یا خیر، گفت‌وگو‌هایی به میان می‌آید. در واقع، مکانیک کوانتومی در سطحی ساده، با چشم‌پوشی از جزئیات پیچیده، مفهومی اساسی به شمار می‌رود و آرایه‌ی آن در آغاز یک واحد مقدماتی در شیمی، می‌تواند بینشی شیمیایی به فراگیر ببخشد. تا زمانی که دانش‌آموزان مسایل و مفاهیم اساسی در شیمی را به آسانی فراگیرند، انگیزه‌ای برای لذت بردن از این درس و تلاش برای به کار بردن آن در زندگی نخواهند داشت. هدف این نوشتار، آگاهی از بیش‌تر نظریه‌ها و آرایه‌ی آن به شکلی ساده و قابل فهم بوده است. به تعبیر استرانک و وایت<sup>1</sup>، تکرار اصول اولیه به هیچ‌وجه کافی نیست...



✽ دبیر شیمی شهریار

1. Gillespie

2. Strunk & White



Yin, M.; Ochs, R.S. "The mole, the periodic table, and quantum numbers", *J. Chem. Educ.* **2001**, *78*, 1345.



فرمول بندی

برای اندازه گیری تقریبی

# آنتالپی سوختن هیدروکربن های

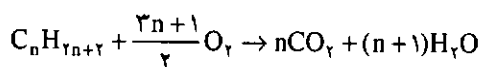
## راست زنجیر

نوشته ی: مسعود فضل

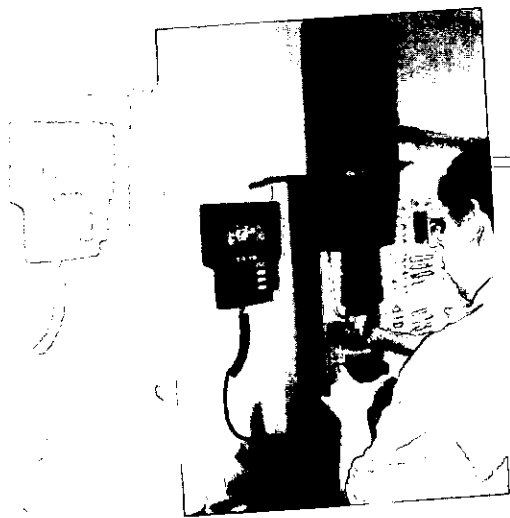
یکی از بحث های مهم در شیمی فیزیک، محاسبه ی گرمای یک واکنش در شرایطی ویژه است. از آن جا که از دیدگاه تولید انرژی، هیدروکربن ها جایگاه خاصی دارند، روش اندازه گیری گرمای آزاد شده از سوختن مقداری مشخص از هر هیدروکربن دارای اهمیت است. شیمی فیزیک دان ها معمولاً برای این اندازه گیری ها روش هایی را به کار می برند که هر یک برتری ها و کاستی هایی دارند. مهم ترین این روش ها عبارتند از:

۱. روش تجربی
  ۲. روش اندازه گیری به کمک آنتالپی تشکیل ترکیب های واکنش دهنده و فراورده
  ۳. روش اندازه گیری از روی آنتالپی پیوندها
- استفاده از روش نخست، به زمان زیاد، اطلاعات اولیه و مواد و وسایل آزمایشگاهی نیاز دارد. اما در این جا به کمک روش سوم یک فرمول بندی جهت محاسبه ی تقریبی آنتالپی مولی سوختن این ترکیب ها ارائه می شود. گفتنی است تقریبی بودن این روش خطایی تا حدود ۱۰ درصد را در محاسبه دربر دارد. روشی دیگر در این زمینه، اندازه گیری آنتالپی واکنش از روی انرژی پیوندها در مواد واکنش دهنده و فراورده هاست که بنا به این رابطه به دست می آید:

آنتالپی پیوند فراورده ها - آنتالپی پیوند واکنش دهنده ها =  $\Delta H$   
 فرمول عمومی آلکان ها،  $C_nH_{2n+2}$  است و با توجه به ساختار یک آلکان زنجیری، تعداد کل پیوندهای C-C،  $n-1$  است که در آن  $n$  تعداد کربن را نشان می دهد. تعداد پیوندهای C-H نیز با تعداد اتم های هیدروژن برابر است. پس  $2n+2$  پیوند C-H در یک آلکان وجود دارد. اکنون با توجه به معادله ی واکنش سوختن کامل آلکان ها، تعداد کل پیوندهای دیگر را می توان در واکنش دهنده ها و فراورده ها به دست آورد:



تعداد پیوندهای O=O،  $\frac{3n+1}{2}$  و تعداد پیوندهای C=O در هر مولکول  $CO_2$ ، ۲ تا و در مجموع  $2n$  تا در واکنش است. تعداد پیوند O-H در مولکول  $H_2O$  نیز دوتا، و در مجموع  $2n+2$  پیوند



O-H در واکنش وجود دارد. بنابراین می توان تغییر آنتالپی معادله ی واکنش یاد شده را چنین نوشت:

$$\Delta H_{\text{سوختن}} = \left[ (n-1)H_{\text{C-C}} + (2n+2)H_{\text{C-H}} + \frac{2n+1}{2}H_{\text{O=O}} \right] - \left[ 2nH_{\text{C=O}} + (2n+2)H_{\text{O-H}} \right]$$

بنا به مقدار آنتالپی های پیوند،  $\Delta H$  واکنش سوختن هیدروکربن های سیر شده ی زنجیری در دمای ۲۹۸K، چنین خواهد بود:

$$\Delta H_{\text{سوختن}} = \left[ 350(n-1) + 415(2n+2) + 498\left(\frac{2n+1}{2}\right) \right] - [2n \times 745 + 464(2n+2)]$$

پیوند	C-C	C-H	O=O	C=O	O-H
آنتالپی پیوند K.J.mol <sup>-1</sup>	۳۵۰	۴۱۵	۴۹۸	۷۴۵	۴۶۴

جدول ۱

رابطه ی یاد شده، پس از ساده کردن به این شکل در می آید:

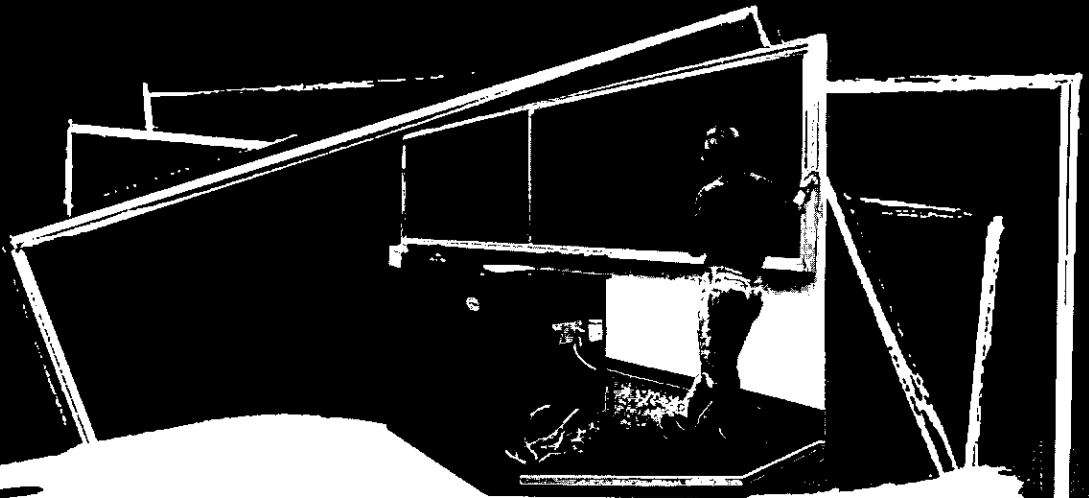
$$\Delta H_{\text{سوختن}} = -607n - 199$$

در این جا n تعداد کربن در هیدروکربن مورد نظر است و  $\Delta H$  بر حسب کیلوژول بر مول به دست می آید. با استفاده از رابطه ی به دست آمده می توان آنتالپی سوختن آلکان های راست زنجیر (سیر شده و زنجیری) را، بدون مراجعه به جدول های انرژی پیوندها به دست آورد. هم چنین با کمی تغییر در این معادله می توان رابطه هایی برای ترکیب های دیگر هم چون آلکن ها، آلکین ها و سیکلو آلکان ها و ... به دست آورد:

$$\Delta H_{\text{سوختن}} \text{ آلکن های راست زنجیر} = -610n - 89$$

$$\Delta H_{\text{سوختن}} \text{ آلکین های راست زنجیر} = -607n - 14$$

یادآوری می شود که این اندازه گیری ها مربوط به دمای ۲۵°C و فشار ۱ بار است زیرا آنتالپی های متوسط پیوند، به دما و فشار وابسته اند و مقدارهای ارائه شده در جدول ها تنها مربوط به شرایط یاد شده است.



# محاسبه‌ی عدد اکسایش کربن در ترکیب‌های آلی و موازنه‌ی واکنش‌های اکسایش - کاهش در شیمی آلی

ترجمه‌ی، محسن وجدی سبزواری\*

ای. ارنیک

در این جا معادله‌ای برای تعیین سریع عددهای اکسایش کربن در ترکیب‌های آلی معرفی می‌شود و در ادامه، روشی سریع و مناسب برای موازنه‌ی معادله‌های اکسایش - کاهش ارائه می‌شود. در این راستا از یک فرمول کلی به این شکل استفاده می‌شود:

$$C = 4 - (2E + N)$$

C = تعداد پیوندهای کربن - کربن

E = تعداد پیوندها در اتم الکتروپوزیتیو

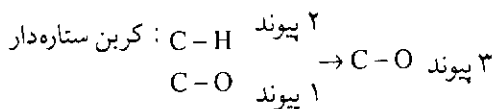
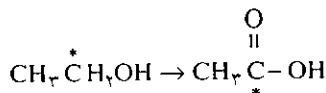
N = تعداد الکترون‌های ناپیوندی (برای اتم کربن صفر است) اما برای اتم‌های دیگر مانند نیتروژن در مولکول نیترو یا آمین، عددی را می‌توان به آن نسبت داد.

معمولاً برای همه‌ی اتم‌هایی که الکترونگاتیوی پایینی دارند مانند H، P، B و Si، و نیز اتم‌های فلزی مقداری را می‌توان برای E در نظر گرفت. اما باید همه‌ی عنصرهای نافلزی را که به طور قطری، از کربن تا ید در جدول قرار دارند، کنار گذاشت (در این صورت Se و I از این مجموعه جدا می‌شوند). بنابراین از فرمول یاد شده می‌توان در همه‌ی نمونه‌هایی که برای

ما دو مشکل عمده‌ی دانش‌آموزان را، در تعیین عددهای اکسایش ترکیب‌های آلی، چنین تجربه کرده‌ایم:

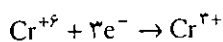
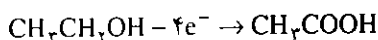
۱- آن‌ها اغلب در تعیین این که واکنش‌ها، از نوع اکسایش - کاهش هستند یا نه، دچار مشکل می‌شوند.

۲- دانش‌آموزان به آسانی نمی‌توانند واکنش‌های آلی را موازنه کنند. این امر شاید چندان اهمیتی نداشته باشد اما هنگامی که توجه به استوکیومتری واکنش مهم است، مورد نیاز قرار می‌گیرد. با این که روش‌های متداول پذیرفته شده برای موازنه‌ی واکنش‌های معدنی، یعنی روش عددهای اکسایش و روش یون الکترون (نوشتن نیم واکنش‌ها)، می‌توانند برای موازنه‌ی واکنش‌های آلی نیز به کار گرفته شوند، اما کاربرد نیم واکنش‌ها باعث می‌شود واکنش‌ها سریع‌تر و راحت‌تر موازنه شوند. این دیدگاه، استفاده از مفهوم عددهای اکسایش را در تشخیص واکنش‌های اکسایش - کاهش تقویت می‌کند. روش‌های گوناگونی برای تعیین عددهای اکسایش کربن به چاپ رسیده است. اما از آن‌جا که ما آن‌ها را برای دانش‌آموزان سنگین تشخیص دادیم، این روش‌ها را به شکل زیر محدود کردیم:

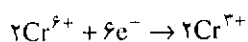
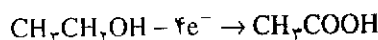


تغییر تعداد پیوندها	تعداد الکترون‌های مبادله شده
۲ پیوند C-H شکسته شده است.	$-2e^-$
۲ پیوند C-O تشکیل شده است.	$-2e^-$
جمع	$-4e^-$

پس می‌توان دو واکنش جزئی به این شکل نوشت:



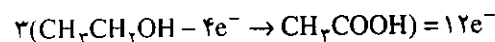
(پ) اتم‌های اکسایش یا کاهش یافته را موازنه می‌کنیم:



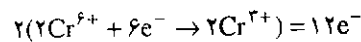
(از آن جا که  $2\text{Cr}^{+6}$  با  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  ارتباط دارد، از H و O در

این بخش چشم‌پوشی شده است.)

(ت) در هر نیم واکنش ضریب‌هایی وارد می‌کنیم تا تعداد الکترون‌های مبادله شده موازنه شود:

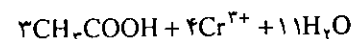
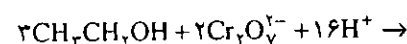


این تعداد الکترون، از دست داده شده است



این تعداد الکترون، گرفته شده است

(ث) در نیم واکنش‌ها،  $\text{H}_2\text{O}$  و  $\text{H}^+$  و  $\text{OH}^-$  را به صورت مناسب وارد می‌کنیم:

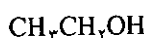


دبیر شیمی سبزوار



دانش‌آموزان مطرح می‌شود، استفاده کرد. استفاده از روش عدد‌های اکسایش برای موازنه‌ی واکنش‌های آلی، یعنی تعیین الکترون‌های گرفته یا از دست رفته توسط اتم کربن، یک راه میانبر سودمند است؛ درست برخلاف روش اندازه‌گیری تغییر در عدد اکسایش کربن. دانش‌آموزان باید توجه داشته باشند که این روش هنگامی سودمند است که تنها عدد اکسایش اتم کربن در واکنش تغییر می‌کند. در واقع، هنگامی که عنصرهای دیگری هم چون N، P، O (در ترکیب‌هایی مانند پراوکسو، نیترو، و ترکیب‌های فسفورداری که در آن‌ها P ظرفیت III یا V دارد) چنین تغییری دارند، باید بیش‌تر دقت کرد.

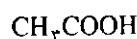
شکستن یا تشکیل هر پیوند H-C، به ترتیب به معنی از دست دادن یا گرفتن یک الکترون توسط اتم کربن است. اما شکستن یا تشکیل هر پیوند O-C (و نیز هر اتم الکترونگاتیوی که به جای O قرار گیرد)، به ترتیب به معنی گرفتن یا از دست دادن یک الکترون توسط اتم کربن است. با تعیین تغییر تعداد پیوندهای اتم کربن، تعداد الکترون‌هایی که این اتم در جریان اکسایش یا کاهش ترکیب‌های آلی مورد نظر از دست داده یا گرفته است، به آسانی مشخص می‌شود. اکنون این روش را در واکنش اکسایش اتانول به اتانویک اسید، در حضور آمونیوم دی‌کرومات، بررسی می‌کنیم. در آغاز، عدد‌های اکسایش مربوط به اتم کربن را در این دو ترکیب آلی تعیین می‌کنیم:



کربن ۱ کربن ۲

$$1 - [1 + (2 \times 2)] = -4 = \text{عدد اکسایش کربن ۱}$$

$$2 - [1 + (3 \times 2)] = -5 = \text{عدد اکسایش کربن ۲}$$

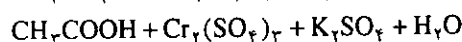


کربن ۱ کربن ۲

$$1 - [1 + 0] = 0 = \text{عدد اکسایش کربن ۱}$$

$$2 - [1 + (3 \times 2)] = -5 = \text{عدد اکسایش کربن ۲}$$

(آ) اکنون معادله‌ی واکنش را می‌نویسیم:



(ب) برخلاف روش استفاده از تغییر عدد اکسایش در اتم‌های کربن ترکیب‌های آلی، می‌توان با تعیین تغییر تعداد پیوندهای اتم کربن، تعداد الکترون‌های مبادله شده را به دست آورد.





## آغاز سخن

بدون شک، داشتن دستگاهی که بتواند همه ی آزمایش ها را انجام دهد، رویای هر شیمی دانی است. اما خوشبختانه در مورد بدن، این رویا با واقعیت فاصله ی زیادی ندارد. سلول های بدن شما مجهز به مولکول های هوشمندی هستند که همه ی واکنش های شیمیایی حیاتی را زیر نظر دارند و همین واکنش ها هستند که شما را زنده نگه می دارند. اگر این مولکول های هوشمند به هر دلیلی نتوانند وظیفه ی خود را در بدن شما به درستی انجام دهند، ممکن است شما بیمار شوید و چه بسا خدای ناکرده جان خود را از دست بدهید. پروتئین ها سلول ها را به بزرگ ترین آزمایشگاه شیمی تبدیل کرده اند که ممکن است در خیال نیز ننگند. همه ی فعالیت های شیمیایی که در آزمایشگاه ها و کارخانه های سراسر جهان انجام می شوند در مقایسه با شیمی سلول، کوچک و ناچیز جلوه می کنند. یک کارخانه ی بسیار بزرگ را در نظر بگیرید که پلاستیک، فلزها، تراشه های سیلیکونی و داروهای جهان را تولید می کند. این حجم از فرآورده ها شاید مسحورکننده به نظر آید، اما در مقایسه با فعالیت های یک سلول، یک بازی بچگانه به نظر می رسد. سلول ها این عظمت وصف ناپذیر را مدیون شیمی دان های هوشمند هستند.

\*\*\*

نوشته ی: حسن سالاری\*

# ساختار و عمل

# پروتئین ها

با این که تکامل، از سالیان دور، این مولکول‌های هوشمند را به خدمت خود گرفته و به کمک آن‌ها جلوه‌های گوناگونی را در طبیعت آفریده است، اما بشر در آغاز قرن نوزدهم به اهمیت آن‌ها پی برد. در آن سال‌ها توجه دانشمندان به موضوع تغذیه جلب شده بود. آن‌ها دریافته بودند که فرآورده‌های طبیعی که در ساختمان خود نیتروژن دارند، برای ادامه‌ی زندگی جانوران ضروری‌اند. در سال ۱۸۳۹، یک شیمی‌دان هلندی به نام جراردوس مولدر<sup>۱</sup> واژه‌ی پروتئین (برگرفته از یک واژه‌ی یونانی<sup>۲</sup> به معنای «درجه‌ی اول») را برای این ترکیب‌ها برگزید. هر چند وی از نقش‌های زیستی پروتئین‌ها آگاه نبود، اما به نظر می‌رسد نام آن‌ها را با آینده‌نگری انتخاب کرده است، زیرا امروزه می‌دانیم این مولکول‌های هوشمند در تداوم زندگی یا زیست، نقش اول را ایفا می‌کنند. این بازیگران توانا و باتجربه، با ایفای نقش‌های گوناگون، انجام فرایندهای زیستی را امکان‌پذیر می‌سازند.

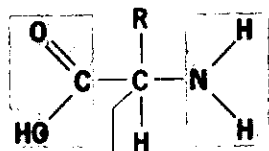
برخی از پروتئین‌ها به عنوان کاتالیزگر عمل می‌کنند، برخی در ذخیره و انتقال مولکول‌هایی مانند اکسیژن یا یون‌های فلزی هم چون کلسیم و مس دخالت دارند، برخی باعث جابه‌جایی و حرکت می‌شوند، برخی انتقال جریان عصبی را امکان‌پذیر می‌سازند، برخی رشد و نمو را کنترل می‌کنند، برخی در حفاظت از بدن و مقابله با میکروب‌ها مؤثرند و برخی صورت‌های گوناگون انرژی را به یک‌دیگر تبدیل می‌کنند. بدون وجود پروتئین‌ها هیچ گرم‌ش‌تابی نمی‌تابد، هیچ بلبلی نمی‌خواند، هیچ پرنده‌ای پرواز نمی‌کند، حتی این مقاله نوشته نمی‌شود تا شما بتوانید آن را مطالعه کنید. در این مقاله با ساختمان و عمل پروتئین‌ها بیشتر آشنا می‌شویم.

## معماری پیچیده و دقیق

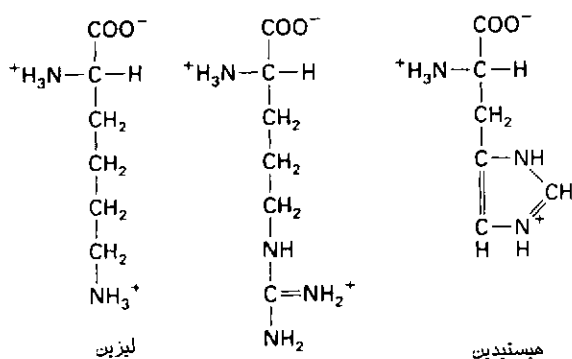
پروتئین‌ها توانایی‌های شگرف خود را مدیون اجزای سازنده‌ی خود هستند که آمینواسید نامیده می‌شوند. این ترکیب‌های آلی، دست‌کم یک عامل کربوکسیل و یک عامل آمین دارند، شکل ۱-آ. آن‌ها دارای زنجیره‌های جانبی گوناگونی هستند. در نتیجه، پروتئین‌های تشکیل‌شده از آن‌ها، دارای گروه‌های عاملی گوناگونی از جمله الکل‌ها، تیول‌ها، تیواترها، کربوکسیل، کربوکسی‌امید و گروه‌های بازی متنوعی می‌شوند، شکل ۱-ب. وقتی این گروه‌ها در پروتئین‌های گوناگون با ترتیب‌های متفاوتی کنار یک‌دیگر آرایش یابند، می‌توانند باعث بروز نقش‌های زیستی گوناگونی شوند.

آمینواسیدها با پیوندهای آمیدی خاصی به نام پیوند پپتیدی زنجیروار به هم متصل می‌شوند. هنگامی که دو اسیدآمین به هم می‌پیوندند، یک دی‌پپتید، و زمانی که سه آمینواسید به هم متصل

می‌شوند، یک تری‌پپتید به دست می‌آید. ترتیب اتصال آمینواسیدها که توالی نامیده می‌شود، در تری‌پپتیدها و پپتیدهای بزرگ‌تر اهمیت فراوانی دارد. تری‌پپتید گلیسین-لیزین-آلانین با تری‌پپتید آلانین-لیزین-گلیسین، هم از دید خواص شیمیایی و هم از دید خواص زیستی تفاوت دارد؛ درست به گونه‌ای که عبارت «کم حرف بزن، زیاد بشنو» با عبارت «کم بشنو، زیاد حرف بزن» تفاوت دارد.



۱-آ ساختمان کلی آمینواسیدها



لیزین

آرژینین

هیستیدین

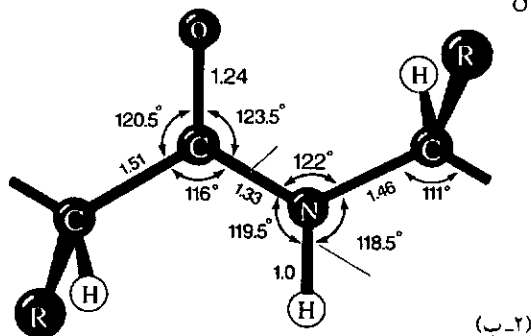
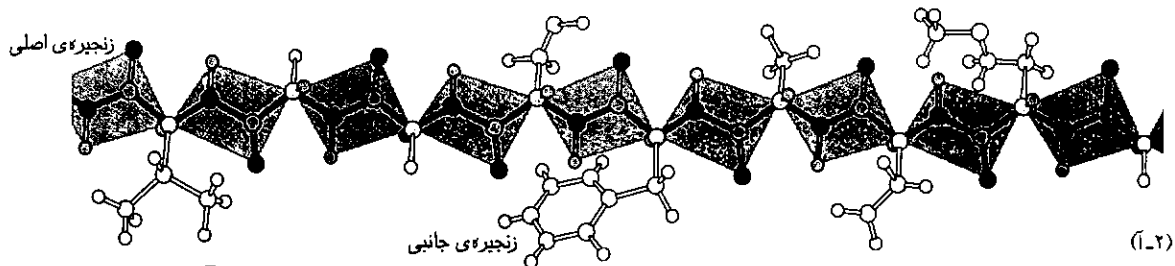
۱-ب سه اسید آمینه با زنجیره‌های جانبی مختلف

شکل ۱ آمینو اسیدها، واحد سازنده‌ی پروتئین‌ها.

برای زنجیره‌ای که شامل ۲۰ آمینواسید است، بیش از یک میلیارد توالی گوناگون می‌توان تصور کرد. بنابراین، توالی، نوعی پیام است که ساختمان و عمل یک پروتئین را مشخص می‌کند. در واقع، عمل یک پروتئین با ساختمان سه بعدی آن ارتباط مستقیمی دارد. شیمی‌دان‌ها در شناختن ساختمان سه بعدی پروتئین‌ها و ارتباط ساختمان با نقش زیستی آن‌ها نقش مهمی داشته و دارند.

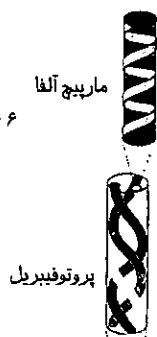
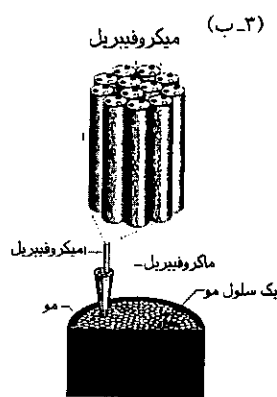
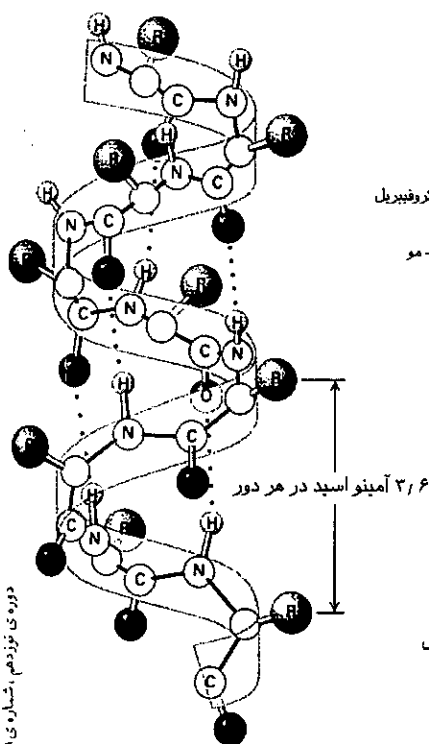
بیش‌تر زنجیره‌های پلی‌پپتیدی طبیعی از ۵۰ تا ۲۰۰ آمینواسید تشکیل شده‌اند و به طور معمول به آن‌ها پروتئین می‌گویند. یک زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی از دو بخش تشکیل شده که یکی به طور منظم تکرار می‌شود و اسکلت یا زنجیره‌ی اصلی نام دارد، و دیگری بخش متغیری است که شامل زنجیره‌های جانبی آمینواسیدهاست، شکل ۲-آ. اسکلت پپتیدی در تعیین ساختمان پروتئین‌ها مؤثر است. فاصله‌ی میان NH و CO در یک پیوند پپتیدی کوتاه‌تر از یک پیوند یگانه‌ی معمولی است. این فاصله که حدود ۱٫۳۲ Å است به پیوند پپتیدی خاصیت پیوند دوگانه می‌دهد به گونه‌ای که این پیوند نمی‌تواند حول خود





باشند. برای نمونه، حدود ۷۵ درصد زنجیره پلی پپتیدی فریتین (پروتئینی که در ذخیره آهن مؤثر است) به شکل مارپیچ آلفا آرایش یافته است. در پروتئین میوزین که در ماهیچه ها یافت می شود، در فیرین که به انعقاد خون کمک می کند و در کراتین مو، مارپیچ های آلفای به هم پیچیده ای وجود دارد که استحکام مکانیکی خاصی به این پروتئین ها می بخشد، شکل ۳-ب.

(۱-۳)



شکل ۳

ساختمان دوم پروتئین ها. در شکل ۲-آ، مارپیچ آلفا نشان داده شده است. کراتین مو، مارپیچ های آلفای به هم پیچیده ای دارد (۳-ب).

شکل ۲ زنجیره ی پلی پپتیدی. آمینو اسیدها با پیوند آمیدی خاصی به نام پیوند پپتیدی به هم وصل می شوند. هر زنجیره ی پلی پپتیدی از یک زنجیره ی اصلی و تعداد زیادی زنجیره ی جانبی تشکیل شده است، ۲-آ. همان طور که در شکل ۲-ب نشان داده شده است، فاصله ی میان NH و CO در یک پیوند پپتیدی از یک پیوند یک گانه ی معمولی کوتاه تر است (حدود ۱/۲۳ انگستروم). از این رو، این پیوند نمی تواند حول خود چرخش داشته باشد.

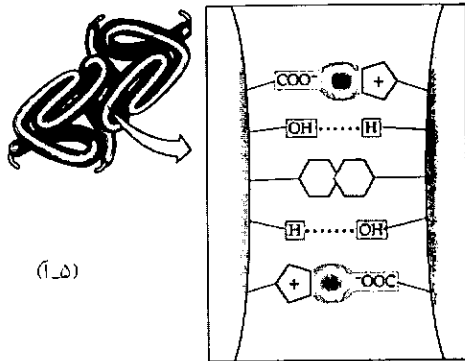
چرخش داشته باشد. شش اتم تشکیل دهنده ی یک «گروه پپتیدی» در یک صفحه قرار دارند و اتم اکسیژن گروه کربونیل و اتم هیدروژن گروه آمید در حالت ترانس آرایش یافته اند، شکل ۲-ب. بنابراین، اسکلت پپتیدی را می توان مجموعه ای از صفحه های محکم دانست که تنها در محل کربن آلفا می توانند نسبت به یک دیگر بچرخند. این وضعیت باعث محدود شدن آرایش هایی می شود که یک زنجیره ی پلی پپتیدی می تواند به دست آورد. این امر به پیدایش نظم در زنجیره ی پلی پپتیدی می انجامد. پروتئین ها را مانند همه ی بسپارها می توان در چهار سطح بررسی کرد:

ساختمان اول، توالی آمینواسیدهای زنجیره یا زنجیره های پلی پپتیدی یک پروتئین ساختمان اول آن به شمار می رود. تاکنون توالی بیش از ۱۰۰ هزار پروتئین تعیین شده است. دانستن توالی یک پروتئین در تعیین ساختمان های دیگر و چگونگی رفتار آن به ما کمک می کند. در واقع، توالی آمینواسیدهای یک پروتئین، ساختمان آن را تعیین می کند.

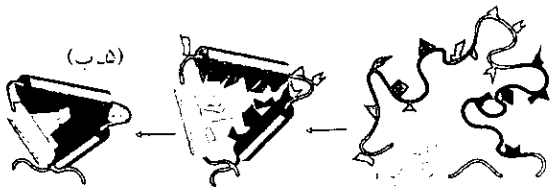
ساختمان دوم، همان آرایش فضایی موضعی اتم های اسکلت پلی پپتیدی صرف نظر از آرایش فضایی زنجیره های جانبی آن است. ساختمان دوم می تواند به صورت مارپیچ آلفا یا صفحه های بتا باشد. مارپیچ آلفا که در سال ۱۹۵۱ توسط شیمی دان بزرگ لینوس پاولینگ<sup>۲</sup> پیشنهاد شد، زمانی شکل می گیرد که میان گروه های عاملی CO و NH اسکلت پلی پپتیدی در یک زنجیره ی پلی پپتیدی، پیوند هیدروژنی برقرار شود. به طور معمول، گروه CO یک آمینواسید، با گروه NH آمینواسید دیگری، پیوند هیدروژنی برقرار می کند که در توالی زنجیره ی پلی پپتیدی، چهار آمینواسید از آن جلوتر قرار گیرد، شکل ۳-آ.

پروتئین ها می توانند از صفر تا صد درصد مارپیچ آلفا داشته

انواع پیوندهای ناکووالانسی (هیدروژنی، یونی، وان در والس و آبگریز) در پایداری ساختمان سوم پروتئین ها مؤثرند. از میان این پیوندها، پیوند آبگریز نقش مهم تری دارد. زنجیره های جانبی بسیاری از آمینواسیدها، خاصیت غیرقطبی چشم گیری دارند. این زنجیره ها برای دور شدن از مولکول های آب، به هم نزدیک می شوند و فضای درونی یک پروتئین را پر می کنند. در نتیجه بخش های قطبی رشته ی پلی پپتید، در سطح پروتئین قرار می گیرند، شکل ۵-ب.



(۱-۵)

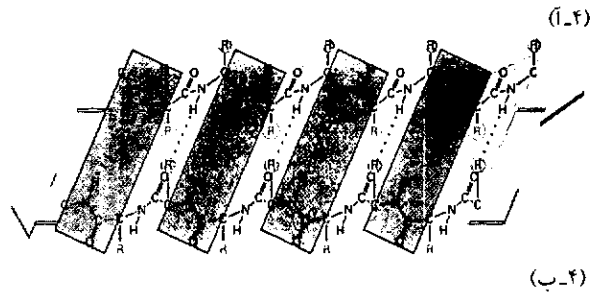


(۵-ب)

شکل ۵ ساختمان سوم پروتئین ها.

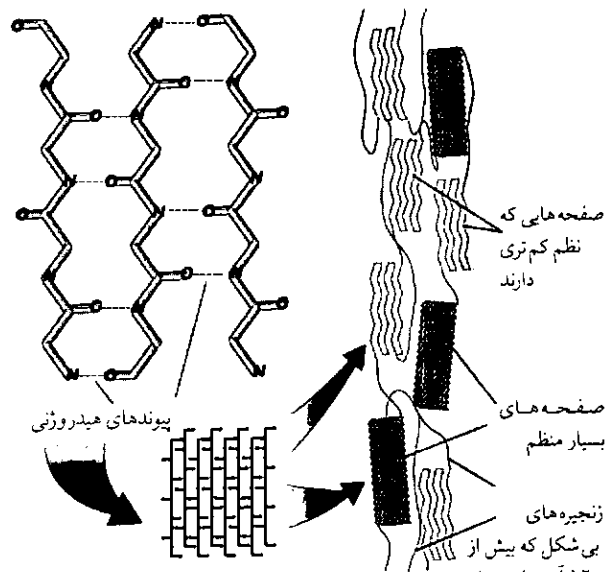
در اثر چین و تا خوردن زنجیره های پلی پپتیدی، امکان تعامل بین گروه های جانبی آمینو اسیدهایی فراهم می شود که در ساختمان اول دور از هم قرار دارند، ۵-آ. زنجیره های جانبی غیرقطبی برای دوری از آب به هم نزدیک می شوند و فضای درونی پروتئین را پر می کنند (۵-ب).

شیمی دان دیگری به نام رابرت کوری<sup>۴</sup> صفحه های چین دار بتا را معرفی کرد. این آرایش که به پلیسه های پارچه شبیه است، نسبت به مارپیچ آلفا حالت بازتری دارد و زنجیره های جانبی آمینواسیدهای همسایه در رشته ی پلی پپتیدی آن، در جهت مخالف یک دیگر آرایش یافته اند، شکل ۴-آ. صفحه های بتا از کنار هم قرار گرفتن دو یا چند رشته ی بتا تشکیل می شوند که از پهلو با هم پیوند هیدروژنی دارند. برخی پروتئین ها مانند فیبروین (پروتئین ابریشم و تار عنکبوت) به طور کامل از صفحه های بتا ساخته شده اند، شکل ۴-ب.



(۱-۴)

(۴-ب)

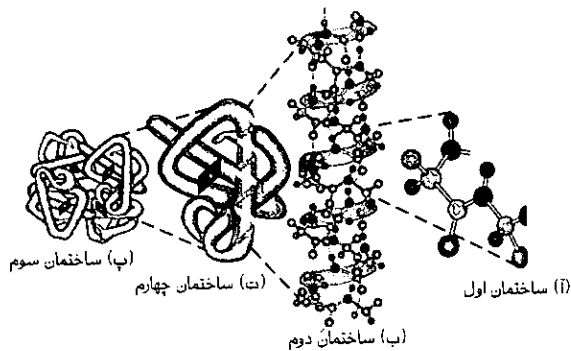


رشته های پلی پپتیدی به صورت صفحه های بتا در هم فرو می روند.

شکل ۴ صفحه های چین دار بتا، شکل ۴-آ، تصویر ساده ای از صفحه های بتا را نشان می دهد. فیبروین (پروتئین ابریشم و تار عنکبوت) از تعداد زیادی صفحه های بتا تشکیل شده است، ۴-ب.

ساختمان سوم، ساختمان سه بعدی یک پلی پپتید کامل است که همه ی ساختمان های دوم را نیز در بر می گیرد. در ساختمان دوم، آمینواسیدهایی با هم تعامل می کنند که در ساختمان اول کنار یک دیگر قرار دارند. اما در ساختمان سوم در اثر چین و تا خوردن زنجیره ی پلی پپتیدی، امکان تعامل بین آمینواسیدهایی فراهم می شود که در ساختمان اول، دور از هم قرار دارند، شکل ۵-آ.

ساختمان چهارم. برخی از پروتئین ها از دو یا چند زنجیره ی پلی پپتیدی تشکیل شده اند که به طور معمول زیر واحد نامیده می شوند. ساختمان چهارم به آرایش فضایی زیر واحدها و ماهیت برهم کنش های آن ها گفته می شود. یک پروتئین می تواند دو یا چند زیر واحد داشته باشد، شکل ۶.



شکل ۶ ساختمان اول تا چهارم پروتئین ها.

## عملی که از شکل برمی خیزد

پروتئین‌ها، شیمی‌دان‌های باهوش و پرکار سلول‌ها هستند و برنامه‌ی فعالیت‌هایی را به اجرا درمی‌آورند که به صورت رمز در ژن‌ها نهفته است. این برنامه‌ی رمزگونه در توالی آمینواسیدها تجلی می‌یابد. توالی آمینواسیدها ساختمان سه‌بعدی یک پروتئین را تعیین می‌کند و عمل هر پروتئین از ساختمان سه‌بعدی آن برمی‌خیزد. از این‌رو، می‌توان رابطه‌ی «یک پروتئین، یک ساختار، یک عمل» را برای بسیاری از پروتئین‌ها صادق دانست. هرگونه اختلال در تجلی این رابطه، می‌تواند به بیماری بینجامد.

پروتئین‌های رشته‌ای، خواص ویژه‌ای دارند که به آن‌ها استحکام یا انعطاف‌پذیری می‌بخشد و آن‌ها را برای ایفای نقش ساختمانی مناسب می‌سازد. این پروتئین‌ها در ساختمان مو، ناخن و ماهیچه‌ها یافت می‌شوند. پروتئین‌های کروی به علت این که ساختمان سه‌بعدی متنوع‌تری دارند، رفتارهای متنوعی را نشان می‌دهند. آنزیم‌ها، پروتئین‌های ناقل، گیرنده‌های غشایی، پروتئین‌های ایمنی، موتورهای مولکولی و هزاران پروتئین دیگری که در سلول‌ها یافت می‌شوند، از جمله‌ی پروتئین‌های کروی به شمار می‌روند.

ویژگی‌های زیست‌شناختی پروتئین‌های کروی، تا حدود زیادی به تعامل فیزیکی آن‌ها با مولکول‌های دیگر وابسته است. از این‌رو، مولکول‌های دستگاه ایمنی (پادتن‌ها) به مولکول‌های سطح ویروس‌ها و باکتری‌ها می‌چسبند تا آن‌ها را برای نابود شدن آماده سازند چنان که آنزیم هگزوکیناز به گلوکوز و ATP متصل می‌شود تا واکنش آن‌ها را با یک دیگر آسان کند، یا گیرنده‌ی انسولین به این هورمون می‌چسبد و پیام آن را به درون سلول منتقل می‌کند.

در واقع، همه‌ی پروتئین‌ها به مولکول‌های دیگر متصل می‌شوند. البته، این پیوند در بیش‌تر موارد سست و کم‌دوام، و گاهی محکم و بادوام است. به هر حال، این پیوند همواره حالت اختصاصی دارد به این معنا که پروتئین از میان هزاران مولکولی که با آن روبه‌رو می‌شود، تنها با یک (و به ندرت با چند) مولکول پیوند برقرار می‌کند.

برای نمونه، حدود ۲۰۰ نوع سلول تمایز یافته در بدن ما وجود دارند که تنها تعدادی از آن‌ها مولکول‌هایی به نام هورمون ترشح می‌کنند. این در حالی است که ۷۵ تریلیون سلولی که بدن ما را می‌سازند، سلول‌های هدف، یک یا بیش از ۵۰ هورمونی هستند که تاکنون شناخته شده‌اند. هورمون‌ها در غلظت  $10^{-15}$  تا  $10^{-9}$  مول بر لیتر در مایع پیرامون سلول‌ها وجود دارند. در این مایع، مولکول‌های دیگری نیز وجود دارد که اندازه و شکل آن به هورمون‌ها نزدیک و غلظتشان ( $10^{-5}$  تا  $10^{-2}$  مول بر لیتر) چند صد برابر آن‌ها است. بنابراین، سلول‌های هدف نه تنها باید میان هورمون‌های گوناگون تفاوت بگذارند، بلکه باید یک هورمون را از میان هزاران مولکول مشابهی تشخیص دهند که غلظتشان  $10^6$

تا  $10^9$  برابر غلظت هورمون است. گیرنده‌های هورمون‌ها امکان چنین تشخیص هوشمندانه‌ای را فراهم می‌کنند.

توانایی یک پروتئین در پیوند یافتن گزینشی و با گرایش بالا به یک مولکول، به تعامل ناکووالانسی آن‌ها با یک دیگر وابسته است. از آن‌جا که پیوندهای ناکووالان، به صورت جداگانه بسیار ضعیفند، برای برقراری ارتباط مؤثر میان پروتئین و مولکول دیگر، تشکیل هم‌زمان تعداد زیادی از این پیوندها ضروری است. این وضعیت تنها زمانی فراهم می‌شود که پروتئین و مولکولی که قرار است به آن متصل شود، در سطح تماس خود با یک دیگر، همانند دست و دستکش با هم جفت و جور شوند.

پس از چسبیدن مولکول به پروتئین، آرایش سه‌بعدی آن به طور جزئی تغییر می‌کند و در بیش‌تر موارد، عمل زیستی پروتئین از همین تغییر برمی‌خیزد. برای نمونه، هنگامی که هورمون انسولین (که خود نوعی پروتئین است) به گیرنده‌ی پروتئین خود متصل شد، با القای تغییر جزئی در ساختمان آن، باعث فعال شدن خاصیت آنزیمی آن می‌شود. گیرنده‌ی انسولین با فعالیت آنزیمی خود، گروه فسفات را به پروتئین‌ها و آنزیم‌های درون سلولی متصل می‌کند. پیوند گروه فسفات به پروتئین‌ها و آنزیم‌های درون سلول نیز باعث تغییر جزئی آرایش سه‌بعدی آن‌ها می‌شود و در نتیجه‌ی این تغییر، فعالیت آن‌ها افزایش یا کاهش می‌یابد و به اصطلاح فعال یا غیرفعال می‌شوند. مجموعه‌ی این تغییرها به ورود گلوکوز به سلول‌های بدن می‌انجامد. هر گونه اشکال در این روند، منجر به تجمع گلوکوز در خون و بیماری قند (دیابت) می‌شود.

## سخن پایانی

ساختمان بی‌مانند پروتئین‌ها به آن‌ها امکان انجام اعمال پیچیده و شگفت‌انگیزی را داده است. هر گونه تغییر ساختمانی به تغییر عملکرد آن‌ها می‌انجامد که گاهی این تغییر، سودمند، و گاهی فاجعه‌آفرین است. برای نمونه، در بیماری جنون گاوی، برخی پروتئین‌ها آرایش مناسبی پیدا نمی‌کنند و ساختمان پروتئین‌های دیگر را به هم می‌ریزند. شناخت دقیق‌تر رابطه‌ی «ساختمان و عمل» و عوامل مؤثر بر آن، به درمان این بیماری‌ها کمک خواهد کرد.



\* کارشناس ارشد بیولوژی، دانشگاه تهران

1. Mulder, G. 2. Proteios 3. Pauling, L. 4. Cory, R.



1. Jones, P., *New Scientist*, 2001, 17 March.  
2. Stryer, L. *Biochemistry*, Freeman and Company, 2001.



بخش سوم

# آب و ویژگی‌های غیرعادی آن

نوشته‌ی: سیف‌الله جلیلی<sup>۱</sup> و مزده اخوان

**فشار، دمای ماکزیمم شدن چگالی را کاهش می‌دهد**

**فشار، نقطه‌ی ذوب آب را پایین می‌آورد (در فشار ۱۳/۳۵ MPa، نقطه ذوب  $1^{\circ}\text{C}$  است)**

افزایش فشار، تعادل آب را به سمت ساختاری رمبیده‌تر (برای نمونه، CS) جابه‌جا می‌کند. در نتیجه با آن که فشار، چگالی آب را در همه‌ی دماها افزایش می‌دهد، در دماهای پایین اثری نامتناسب<sup>۱</sup> دارد (اثر آن بر افزایش چگالی در دماهای پایین بیش‌تر است) که نتیجه‌ی آن، جابه‌جایی در دمای ماکزیمم چگالی به سمت دماهای کم‌تر است. در فشارهای به اندازه‌ی کافی بالا (حدود ۲۰ MPa) دمایی که در آن بیش‌ترین چگالی مشاهده می‌شود، به زیر صفر درجه می‌رسد، و بالاتر از ۲۰۰ MPa این ماکزیمم، قابل مشاهده نیست. با افزایش غلظت نمک‌ها، که در جریان شکستن خوشه‌های با چگالی کم، مانند فشار عمل می‌کند، اثر مشابهی دیده می‌شود. پس در محلول ۰/۳۶ مولال NaCl، نقطه‌ی انجماد و دمای ماکزیمم شدن چگالی در  $1/33^{\circ}\text{C}$ ، بر هم منطبق می‌شوند. در غلظت‌های بالاتر نمک، این اثر به قدری شدید است که چگالی، تنها در مایع فرا سرد، به بیش‌ترین اندازه می‌رسد. در  $\text{D}_2\text{O}$  به خاطر پیوندهای هیدروژنی قوی‌تر، اثر افزایش فشار بر جابه‌جایی دمای ماکزیمم

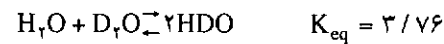
افزایش فشار معمولاً به انجماد مایع کمک می‌کند و نقطه‌ی ذوب را افزایش می‌دهد. این امر با شیب مثبت خط مایع/جامد در نمودار فاز مشخص می‌شود. در مورد آب، شیب این خط منفی است. هنگامی که فشار افزایش می‌یابد، تعادل آن به سمت ساختار رمبیده (برای نمونه، CS) با انرژی بالاتر پیش می‌رود. این امر سبب کاهش تغییر انرژی آزاد ذوب می‌شود،  $(\Delta G = \Delta H - T\Delta S)$  به گونه‌ای که این انرژی، در دمای پایین‌تری به صفر می‌رسد (نقطه‌ی ذوب). در فشار ۲۰۹/۹ MPa، پایین‌ترین دمایی که در آن آب به حالت مایع وجود دارد و منجمد نمی‌شود،  $21/985^{\circ}\text{C}$  است. در فشارهای بالا آب در دمای انجمادی بالاتر، در فازهای یخ - سه (III)، یخ - پنج (V)، یخ - شش (VI) یا یخ - هفت (VII) منجمد می‌شود. گفتنی است که اسکیت بازی کردن روی یخ آن قدر فشار وارد نمی‌کند که نقطه‌ی ذوب به میزان چشم‌گیر کم شود؛ لغزیدن روی یخ در اثر گرم شدن اصطکاکی، روی می‌دهد.

چگالی کم تر است .

خواص فیزیکی  $D_2O$  و  $T_2O$  تفاوت زیادی با  $H_2O$  دارد

این شکل های سنگین تر، پیوندهای هیدروژنی قوی تر نسبت به آب معمولی دارند. از این رو، بسیاری از خواص آن ها با آن چه که براساس اختلاف جرم جزئی آن ها با آب انتظار می رود، متفاوت است. بیش تر تفاوت های میان رفتار  $T_2O$  و  $D_2O$  را می توان مربوط به اثرهای کوانتومی هسته ای (انرژی نقطه ی صفر) که ریشه در اختلاف جرم زیاد اتم های هیدروژن و اکسیژن دارد، دانست. مخلوط های  $T_2O$  و  $D_2O$  در تعادلی برای تشکیل HDO شرکت می کنند:

(در دمای  $25^\circ C$ )

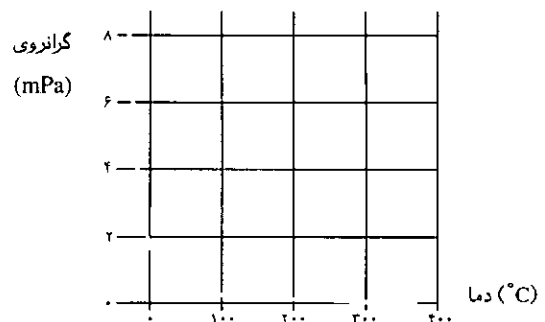


این تعادل نزدیک به حالت تصادفی شدن کامل اتم های هیدروژن است (یعنی غلظت های مساوی از HOH، HOD، DOH و DOD که منجر به  $K_{eq} = 4$  می شود). خواص HDO، حتی از آن چه که با توجه به خواص  $H_2O$  و  $D_2O$  انتظار می رود، انحراف نشان می دهد.

یکی از ویژگی های غیر عادی آب که تا به حال توضیحی برای آن یافت نشده است، تفاوت میان رفتار فازی  $H_2O$  و  $D_2O$  مایع است. نقطه ی سه گانه  $D_2O$ ،  $3/82^\circ C$  و  $49 Pa$  بالاتر از  $H_2O$  است. ولی نقطه ی بحرانی آن  $3/25^\circ C$  و  $393 kPa$  پایین تر از  $H_2O$  است و منحنی فشار بخار آن ها در حدود  $25^\circ C$  یک دیگر را قطع می کنند. منشأ اثر ایزوتوپی، افزایش تشکیل پیوندهای هیدروژنی در بخار  $D_2O$  است.

### افزایش بزرگ در چگالی با کاهش دما

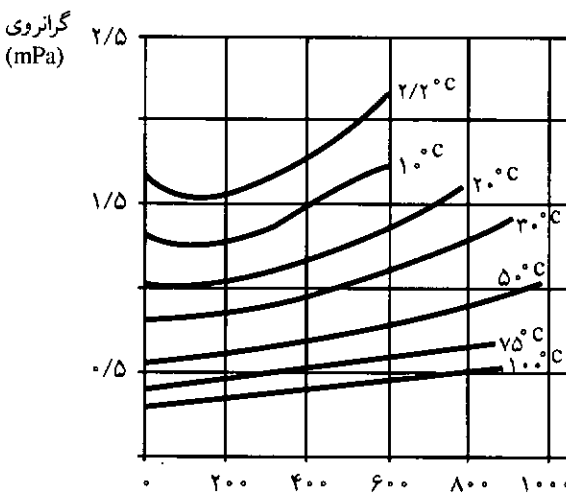
تعادل خوشه های آب با کاهش دما، به سمت ساختار بازتر (یعنی ES) جابه جا می شود. در این ساختار پیوندهای هیدروژنی قوی ترند. در نتیجه خوشه های بزرگ تری تشکیل می شود و گرانیوزی افزایش می یابد، شکل ۱.



شکل ۱ گرانیوزی با کاهش دما افزایش می یابد.

### گرانیوزی، با افزایش فشار کاهش می یابد (در دماهای کم تر از $33^\circ C$ )

گرانیوزی با حرکت مولکول ها در فضاهای خالی مولکولی ایجاد می شود. در حالت عادی با افزایش فشار، حجم کاهش می یابد و حجم این فضاها هم کم می شود در نتیجه گرانیوزی باید بیش تر شود. رفتار فشار - گرانیوزی آب را می توان چنین توضیح داد: افزایش فشار (تا حدود  $150 MPa$ ) سبب تغییر شکل و در نتیجه کاهش قدرت شبکه ی پیوندهای هیدروژنی می شود که در گرانیوزی مؤثر است. این کاهش به اندازه ای زیاد است که بر اثر کاهش حجم، بر فضاهای خالی چیره می شود و گرانیوزی را کاهش می دهد. در فشارهای بالاتر، آب مانند یک مایع عادی است و گرانیوزی آن با افزایش فشار زیاد می شود، شکل ۲.



شکل ۲ تغییرات گرانیوزی با افزایش فشار

### تراکم پذیری کم ( $1/46 GPa^{-1}$ ) نسبت به $CCl_4$ با

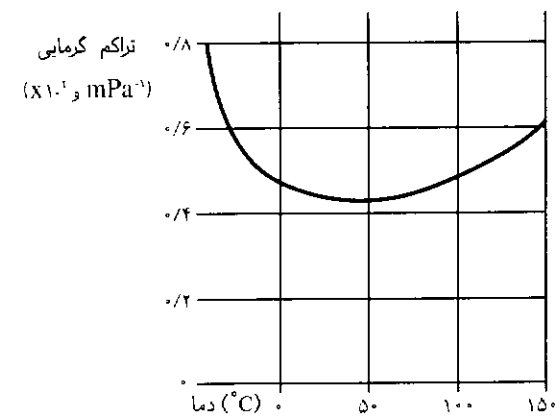
تراکم پذیری ( $1/0.5 GPa^{-1}$  در  $25^\circ C$ )

شاید گمان کنیم که آب باید تراکم پذیری بالایی داشته باشد زیرا  $K_T = -[\partial V / \partial P]_T / V$  ضریب تراکم پذیری هم دما) زیرا حفره های بزرگ در آب مایع، به مولکول های آب اجازه می دهد که با وجود فشار، دچار رمبش ساختاری شوند، بدون آن که مولکول ها بیش از حد بهم نزدیک شوند و یک دیگر را دفع کنند. تراکم پذیری کم آب به خاطر چگالی بالای آن است، که علت آن نیز ماهیت در هم رفتن شبکه ی گسترده ی پیوندهای هیدروژنی است. در نتیجه، کاهش فضای آزاد (نسبت به مایع های دیگر) بسیار بیش تر از افزایش حجم مربوط به حفره های درون آب است. در دماهای کم، تراکم پذیری  $D_2O$  بیش تر از  $H_2O$  است که علت آن، قدرت بیش تر پیوندهای هیدروژنی در  $D_2O$  است که سبب می شود تعادل  $ES \rightleftharpoons CS$  به سمت ساختار بازتر ES، جابه جا شود.

با افزایش دما تراکم پذیری (تا مینیمم) در حدود  $(46/5^{\circ}\text{C})$  افت می کند

در یک مایع معمولی با کاهش دما ساختار مایع متراکم تر می شود و تراکم پذیری آن کاهش می یابد.

در آب با کاهش دما تعادل خوشه ها به علت تمایل بیش تر به ساختار منظم تر ( $\Delta G$  مثبت تر می شود) و به سمت ساختار بازتر (برای نمونه ES) جابه جا می شود. از آن جا که ساختار آب در دماهای کم بازتر است، قابلیت تراکم آن زیاد می شود، شکل ۳. این اثر، نشان از وابستگی ساده به چگالی نیست، و گرنه مینیمم تراکم پذیری هم دما (یعنی بدون تغییر دما،  $K_T = -[\partial V / \partial P]_T / V$  در  $46/5^{\circ}\text{C}$ )، و مینیمم تراکم پذیری آدیاباتیک (یعنی بدون از دست دادن یا گرفتن انرژی و در آنروپی ثابت،  $K_S = -[\partial V / \partial P]_S / V$ ) در  $64^{\circ}\text{C}$ ، هر دو در مینیمم چگالی ( $4^{\circ}\text{C}$ ) رخ می داد.



شکل ۳ تغییرات تراکم پذیری هم دما با افزایش دما

تراکم پذیری به افت و خیزهای حجم ویژه بستگی دارد و این افت و خیزها هنگامی که مولکول های آب بین دو حالت مجتمع و غیرمجتمع (بازتر)، یا بین محیط های مختلف در خوشه های آب نوسان کنند، زیاد است.

اگر دما به اندازه ی کافی پایین باشد، باید یک ماکزیمم در رابطه ی تراکم پذیری - دما وجود داشته باشد، به شرطی که هیچ تبدیل فازی رخ ندهد. انتظار می رود که این نقطه هنگام فراسرد کردن ( $232\text{K}$ )، درست زیر کم ترین دمای قابل دسترسی و نزدیک به دمای کم ترین چگالی باشد.

انبساط پذیری گرمایی آب کم است ( $0.00021/^{\circ}\text{C}$ ) نسبت به  $\text{CCl}_4$  با انبساط پذیری گرمایی  $0.00124/^{\circ}\text{C}$  در  $(20^{\circ}\text{C})$

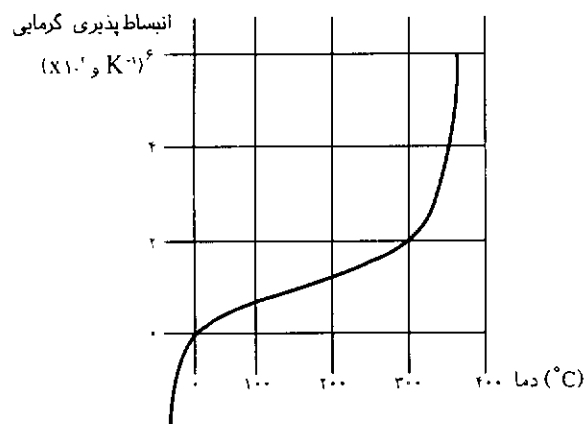
با افزایش دما، تعادل خوشه ای به سمت ساختار رمبیده تر

(برای نمونه، CS) جابه جا می شود و اثر افزایش حجم ناشی از افزایش انرژی جنبشی مولکول ها را کم می کند (در نتیجه انبساط پذیری کم می شود). به طور معمول، هرچه حجمی که مولکول اشغال می کند بیش تر باشد، بی نظمی (آنروپی) آن بیش تر است. ضریب انبساط پذیری گرمایی

$\alpha_p = \left[ \frac{\partial V}{\partial T} \right]_p / V$  به حاصل ضرب افت و خیزهای این عوامل (حجم و آنروپی) بستگی دارد. ولی در آب، ساختار بازتر ES (با حجم بیش تر) منظم تر نیز هست (یعنی آنروپی کم تری دارد).

انبساط پذیری گرمایی آب در دماهای کم به شدت کاهش می یابد و منفی می شود

آب مایع فراسرد و خنک (دمای کم تر از  $3/984^{\circ}\text{C}$ )، در اثر گرم شدن متقبض می شود. با کاهش دما، تعادل خوشه ای به سمت ساختار منبسط شده و بازتر (برای نمونه، ES)، جابه جا می شود که این افزایش حجم بر کاهش حجم ناشی از کاهش انرژی جنبشی مولکول ها، غلبه می کند، شکل ۴. گفتنی است که این اثر نیازمند کار مکانیکی ( $dw$ ) برابر  $-pdV$ ، به جای مقدار معمول  $pdV$  (فشار در تغییر حجم) است.



شکل ۴ انبساط پذیری گرمایی آب

سرعت صوت با افزایش دما، تا ماکزیمم در  $73^{\circ}\text{C}$ ، فزونی می یابد

صوت، یک موج فشار طولی است که به وسیله ی آن، انرژی از طریق تغییر شکل در محیط اطراف منتشر می شود، ولی مولکول ها دوباره به موقعیت های اولیه خود بر می گردند و منتشر نمی شوند. انتشار یک موج صوتی به انتقال ارتعاش از یک مولکول به مولکول دیگر بستگی دارد.

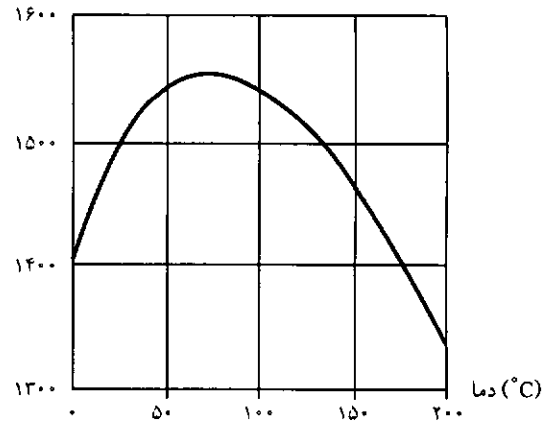
سرعت  $u = \left[ \frac{\partial P}{\partial \rho} \right]_s$  با حاصل ضرب جذر تراکم پذیری آدیاباتیک و چگالی، نسبت عکس دارد. این دو خاصیت



فیزیکی، ماهیت غیر عادی دارند. در دماهای کم، هم تراکم پذیری و هم چگالی، بالاست و در نتیجه سرعت صوت کم تر است، با افزایش دما، تراکم پذیری افت می کند و از یک مینیمم می گذرد، در حالی که چگالی، یک ماکزیمم را پشت سر می گذارد و آن گاه افت می کند. ترکیب این دو اثر، منجر به یک ماکزیمم در سرعت صوت می شود، شکل ۵. افزایش فشار، سرعت صوت را افزایش می دهد و ماکزیمم را به سمت دماهای بالاتر جابه جا می کند که این دو پدیده هم گام با اثر چگالی رخ می دهد.

آب یک خاصیت غیر عادی دیگر نیز در ارتباط با سرعت صوت دارد (که صوت سریع<sup>۱</sup> خوانده می شود). در گستره ی فرکانس های بالا، آب مایع به گونه ای عمل می کند که گویا منجمد شده است و سرعت صوت در آن، دو برابر مقدار معمولش می شود (حدود  $3200 \text{ms}^{-1}$ ).

سرعت صوت ( $\text{ms}^{-1}$ )



شکل ۵ تغییرات سرعت صوت در آب

**ظرفیت گرمایی ویژه ی آب تقریباً دو برابر یخ یا بخار است**  
(نسبت به بنزن که  $C_{p, \text{جامد}} = 1/0.3 \times C_{p, \text{مایع}}$ )

$C_p$  یخ و آب در نقطه ی ذوب آب، به ترتیب برابر ۳۸ و  $76 \text{Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$  است. گرمای ویژه ی مولکول های قطبی، هنگام ذوب افزایش چشم گیری می یابد. ولی برای آب افزایش بسیار بزرگ است. با گرم شدن آب، بیش تر انرژی برای خمیده شدن پیوندهای هیدروژنی مصرف می شود؛ چیزی که در فاز جامد یا گازی وجود ندارد. این انرژی اضافی سبب می شود که گرمای ویژه در آب مایع بزرگ تر باشد. گرمای ویژه ی بزرگ آب نشان دهنده ی شبکه ی گسترده ی پیوندهای هیدروژنی در آب مایع است.

**ظرفیت گرمایی ویژه ی بالا ( $C_p$  و  $C_v$ ) ،  $4/18 \text{Jg}^{-1}\text{K}^{-1}$  ، نسبت به پنتان با ظرفیت گرمایی  $1/66 \text{Jg}^{-1}\text{K}^{-1}$  در دمای  $25^\circ\text{C}$**

با گرم شدن آب، افزایش تحرک مولکول ها، سبب خمیده و شکسته شدن پیوندهای هیدروژنی می شود. از آن جا که انرژی جذب شده در این فرایند مانع از افزایش انرژی جنبشی آب می شود، گرمای زیادی برای بالا بردن دمای آب مصرف می شود. افزون بر این از آن جا که آب، یک مولکول سبک است، نسبت به گونه های مشابه، مولکول های بیش تری برای جذب این انرژی در هر گرم از آن وجود دارد. گرمای جذب شده هنگام سرد شدن آب آزاد می شود، در نتیجه می تواند به صورت یک مخزن گرما عمل کند که در برابر تغییرات دما مقاومت می کند.

**ظرفیت گرمایی ویژه ( $C_p$ ) در دمای  $36^\circ\text{C}$  ، یک مینیمم دارد**

ظرفیت گرمایی ویژه یک مینیمم کم عمق در حدود  $36^\circ\text{C}$  دارد و شیب منفی تندی در دماهای کم تر از  $273 \text{K}$  نشان می دهد. با افزایش دما تعادل خوشه های آب به سمت نظم ساختاری کم تر (برای نمونه  $\text{CS}$ ) و آنتالپی بیش تر جابه جا می شود.  $C_p$  ظرفیت گرمایی در فشار ثابت است و به صورت تغییر آنتالپی با دما،  $C_p = (\partial H / \partial T)_p$  تعریف می شود. هنگامی که دما افزایش می یابد، به خاطر جابه جا شدن تعادل (در دمای کم)،  $\partial H$  بسیار مثبت است و در نتیجه  $C_p$  بزرگ تر از معمول می شود؛ بویژه در دماهای فرا سرد شدن که جابه جایی تعادل بسیار بزرگ تر است.

یا رمیبه‌ی مساعدی ایجاد می‌کنند. هر اثری بر این تعادل، سبب تغییر خواص فیزیکی محلول مانند چگالی یا گرانی می‌شود. اثر حل‌شونده‌ها بر ثابت انجمادسنجی<sup>۲</sup> (اثر حل‌شونده بر پایین آمدن نقطه‌ی انجماد) و ثابت غلیان‌سنجی کم‌تر از حد مورد انتظار است.

### محلول‌ها ایده‌آل نیستند

ایده‌آل بودن محلول، نتیجه‌ی دست‌نخورده ماندن ساختار حلال به وسیله‌ی حل‌شونده است. آب، حتی در سطح مولکولی به یک فاز یک نواخت نزدیک نمی‌شود. در اثر حضور حل‌شونده‌ها، خوشه‌های موضعی تشکیل می‌شود. حتی محلول‌های HDO در H<sub>2</sub>O نیز ایده‌آل نیستند.

### پراش پرتوی X ساختار دقیق غیرعادی را برای آب نشان می‌دهد

این پدیده را می‌توان به سادگی براساس حضور خوشه‌های منظم در فاز مایع توضیح داد.

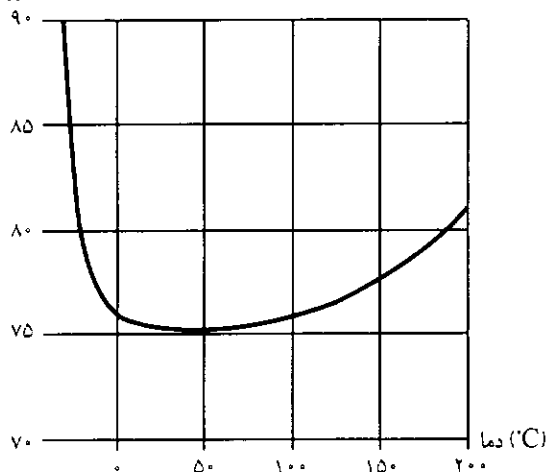
### آب فرا سرد دارای دو فاز و یک نقطه‌ی بحرانی دوم در حدود ۵°C- است

هنگامی که آب فرا سرد می‌شود، در فشار محیط، بخش اعظم آن به شکل منبسط (برای نمونه، ES) تبدیل می‌شود که اگر دما به اندازه‌ی کافی پایین باشد (کم‌تر از ۳۸°C-)، می‌تواند به یخ بی‌شکل شبه پایدار با چگالی کم (LDA) تبدیل شود، اگرچه معمولاً در این دما به یخ هگزاگونال تبدیل خواهد شد. اگر فشار روی LDA به بیش از حدود ۲۰۰ MPa برسد، حدود ۳۰٪ از LDA رمبش کرده به یخ بی‌شکل شبه پایدار با چگالی بالا (HAD) تبدیل می‌شود، ولی این فرایند به صورت پیوسته و بدون شکسته شدن پیوندهای هیدروژنی انجام می‌شود. این تغییر فاز نمی‌تواند تا دماهای بالاتر ادامه یابد (در نتیجه، نقطه‌ی بحرانی دوم به وجود می‌آید) زیرا در حضور آب در حالت مایع، هیچ یک از این دو فاز پایدار نیستند، هرچند که می‌توانند به شکل‌های مایع فرا سرد شبه پایدار مربوط به خود تبدیل شوند.

چنین افزایشی در Cp با کاهش دما، بزرگ‌تر از «افت» طبیعی مورد انتظار است، در نتیجه مینیمی در منحنی به وجود می‌آید، شکل ۶. توجه کنید که Cv (ظرفیت گرمایی در حجم ثابت،  $C_V = (\partial U / \partial T)_V$ ) چنین حالت غیرعادی را نشان نمی‌دهد، زیرا تغییرات غیرعادی آنتالپی، بیش‌تر، ناشی از تغییر غیرعادی حجم است.

انتظار می‌رود که در فشارهای بالا، تغییرات بزرگ گرمای ویژه با تغییر دما در دماهای کم، کاهش یابد و مینیمم در گرمای ویژه، به سمت دماهای کم‌تری جابه‌جا شود. اگر دما به اندازه‌ی کافی پایین باشد، باید یک ماکزیمم در رابطه‌ی تراکم‌پذیری-دما وجود داشته باشد؛ به شرط آن‌که انتقال فازی رخ ندهد. انتظار می‌رود که این ماکزیمم درست زیر دمای قابل دسترس در فراسردکردن (۲۳۲ K) باشد.

شکل ۶ ظرفیت گرمایی (JK<sup>-1</sup>.mol<sup>-1</sup>)



شکل ۶ تغییرات دمایی ظرفیت گرمایی آب

### زمان آسایش اسپین- شبکه‌ی NMR در دماهای کم بسیار کوچک است

زمان آسایش اسپین- شبکه‌ی NMR به میزان نظم ساختاری بستگی دارد. با کاهش دما تعادل خوشه‌های آب به سمت ساختاری سخت‌تر با آرایش چهار وجهی (مانند ES) جابه‌جا می‌شود و زمان آسایش اسپین- شبکه‌ی NMR بسیار بیش از آن‌چه انتظار می‌رود کاهش می‌یابد. این اثر با افزایش فشار، که میزان نظم را کم می‌کند، نسبتاً کاهش می‌یابد.

### حل‌شونده‌ها اثرهای متنوعی بر خواصی چون چگالی و گرانی آب دارند

حل‌شونده‌ها در تعادل خوشه‌ها مؤثر بوده، ساختارهای باز

۵ استادیار دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

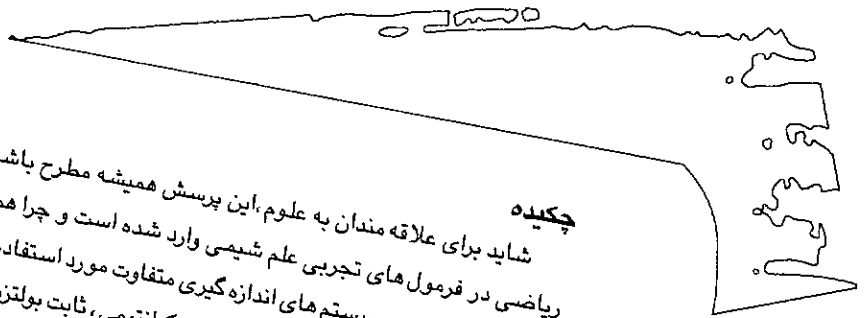
1. disproportionation
2. Fast sound
3. cryoscopic constant





# ثابت جادویی عدد آووگادرو

نوشته ی: غلامرضا نظرزاده



## چکیده

شاید برای علاقه مندان به علوم، این پرسش همیشه مطرح باشد، که چگونه ثابت های ریاضی در فرمول های تجربی علم شیمی وارد شده است و چرا همیشه مقادیر آن ها ثابت است، مگر آن که در سیستم های اندازه گیری متفاوت مورد استفاده قرار گیرند؟ برای نمونه، ثابت های هم چون، ثابت پلانک در نظریه ی کوانتومی، ثابت بولتزمن در محاسبه های آماری گازها و ثابت های دیگری که مقادیر آن ها را می توان در کتاب های معتبر و مرجع یافت. این مقاله بر آن است که به عدد آووگادرو که مقدار آن  $6.022 \times 10^{23}$  است و در سیستم اندازه گیری SI دارای یکای معکوس مول است بپردازد؛ عددی که برعکس بسیاری از ثابت های دیگر که دارای واحدهای برگرفته از مجموعه ای از مفاهیم تعریف شده اند، خود منشاء واحد مستقلی بوده، در فرمول های دیگر محاسبات شیمی، از آن به عنوان یک واحد پایه استفاده می شود.

این نوشته، بی آن که ذهن خواننده را با فرمول های ریاضی و گاه پیچیده و چگونگی به دست آوردن این عدد درگیر کند، اشاره ای دارد به این که دانشمندان برای پاسخ به پرسش ها، همواره محدودیت داشته و دارند و برای رهایی از این محدودیت ها ثابت هایی را در محاسبات و نظریه های خود وارد می کنند تا برای بخشی از پرسش ها، پاسخی قانع کننده ارائه دهند. در واقع، این ثابت ها کلید رمز قفل در هایی است که در پس آن، برای بسیاری از مجهول ها جوابی نهفته است.

## اهمیت محاسبه ی تعداد ذره های هر ماده

از زمانی که مفهوم اتم در میان دانشمندان مطرح شد همواره این پرسش را در پی داشت: چگونه می توان به وجود اتم در ماده پی برد و آن را از مفهوم انتزاعی و مجرد خارج کرد و به صورت

## عینی و شهودی درآورد؟

تا اوایل قرن نوزدهم میلادی هیچ یک از دانشمندان جواب قانع کننده ای نداشتند، اگرچه گام های کوچکی برداشته بودند اما کافی نبود. تا این که در اواسط قرن نوزدهم مجموعه ای از قوانین

و نظریه‌ها درباره‌ی ماده ارایه شد که راه شناخت اتم و شمارش اتم‌های یک ماده را هموار ساخت.

لاوازیه شیمی دان بلند آوازه‌ی فرانسوی، در آن دوره قانون پایستگی جرم خود را ارایه کرده بود. البته امروزه می‌دانیم این قانون برای واکنش‌های هسته‌ای مصداق ندارد و برای توجیه این واکنش‌ها باید از قانون پایستگی جرم انرژی انیشتین استفاده کرد.

به‌رحال با ارایه‌ی قانون لاوازیه راه‌حلی پیش روی دانشمندان قرار گرفت تا به دنبال سنجش و اندازه‌گیری ذره‌های مواد باشند.

در راستای ارایه‌ی این قانون، پیشرفت‌هایی نیز در علوم زیست‌شناسی و فیزیک به‌وجود آمده بود. شیمی دان‌ها نیز با ارایه‌ی قوانین مهم و پذیرفتن این که مواد مختلف با یک دیگر با نسبت‌ها و اعداد مشخص و معینی واکنش می‌دهند، گام مؤثری در توجیه عملکرد تعداد ذره‌های مواد برای تبدیل‌های شیمیایی برداشته بودند و حتی وقتی قانون دولان و پتی ارایه شد، در زمان خودش اهمیت چشم‌گیری پیدا کرد چرا که روشی ساده برای تعیین جرم اتمی عنصرها را در برداشت و اگر چه بعدها به تقریبی بودن نتایج عددی آن در عنصرهای گوناگون پی برده شد اما هنوز به دلیل سادگی، پابرجا باقی مانده است.

آن‌چه که منجر به پذیرش مفهوم ذره‌ای بودن ماده به‌طور تجربی شد، دو نظریه‌ای بود

که در فاصله‌ای اندک از هم ارایه شده بود. یکی، نظریه‌ی اتمی دالتون در سال ۱۸۰۷ میلادی و دیگری نظریه‌ی مولکولی گازها که آووگادرو به شیمی دان ایتالیایی در سال ۱۸۱۱ میلادی ارایه داد. به‌هر حال نظریه‌ی آووگادرو برعکس نظریه‌ی اتمی دالتون،

به دلیل عدم دسترسی و بی‌اطلاعی مراکز علمی آن روز از کشفیات و رخدادهای علمی در کشورهای دیگر، در زمان خودش شناخته نشد و حدود پنجاه سال بعد بود که با تلاش یکی از شاگردان آووگادرو که آن را دوباره در جوامع و مراکز علمی مطرح کرد، مورد پذیرش و توجه همگان قرار گرفت.

با پذیرش این نظریه، شیمی دان‌ها توانستند تناقض میان نظریه‌ی اتمی دالتون و قانون ترکیب حجمی گیلوساگ را که مدت‌ها ذهن آن‌ها را مشغول کرده بود برارند. زیرا آووگادرو با تفاوت قابل شدن میان اتم و مولکول توانسته بود این تناقض را



رفع و بین این دو قانون رابطه برقرار سازد. از آن پس شیمی دان‌ها در پی راهی بودند که بتوانند به تعداد اتم‌ها و مولکول‌ها در ماده پی ببرند و دریابند که در مقدار مشخصی از ماده چه تعداد مولکول یا اتم وجود دارد و آیا مقادیر آن برای هر ماده‌ای یکسان یا متفاوت است؟

اگر آن‌ها می‌توانستند پاسخی برای این پرسش‌ها پیدا کنند اندازه‌گیری‌های کمی در معادله‌های شیمیایی راحت‌تر انجام می‌گرفت و درک آن‌ها از واکنش‌های شیمیایی بیش‌تر می‌شد. در همان دوره رابرت براون، گیاه‌شناس اسکاتلندی، در

سال ۱۸۲۸ میلادی به حرکت غیر عادی گرده‌های گل هنگام تعلیق در آب پی برده بود. او می‌پنداشت این حرکت‌های نامنظم گرده‌ها، ناشی از حیات موجوداتی در آن‌هاست، بعدها این حرکت ذره‌ها برای گرد و غبار موجود در هوا یا هنگام ریختن رنگ‌های روغنی در آب نیز مشاهده شد. از این رو، این حرکت ذره‌ها به حرکت براونی معروف شد.

در سال ۱۸۶۳ میلادی این پدیده با نامگونی انرژی ذره‌های مولکول آب که گرده‌ها را در بر می‌گرفت توجیه شد که چون ذره‌های گرده هر کدام انرژی جنبشی متفاوتی دارند، تصور می‌شود که خودبه‌خود حرکت می‌کنند. اما از سوی دیگر، این دلیل محکمی برای دانه دانه بودن مولکول‌های آب و ماده نیز بود و دانشمندان در این پدیده به مدل ساده‌ای از وجود مولکول یا اتم در ماده برخورد کرده بودند که با چشمان غیر مسلح می‌شد آن را دید، چون ذره‌ها در این محلول به راحتی مسیر تابش نور تابیده شده را نشان می‌دادند.

پی بردن به این واقعیت، نخستین گام به سوی اندازه‌گیری تعداد ذره‌ها در ماده به شمار می‌رود. اما مشکلی که دانشمندان با آن روبه‌رو بودند عدم کنترل در حرکت این ذره‌های شناور بود. اگرچه که در این زمینه کوشش‌هایی بسیار شد، اما اثربخش نبود. با این حال، دانشمندان ناامید نشدند و از راهی دیگر، یعنی با استفاده از نظریه‌ی جنبش مولکولی گازها، با تقریبی بالا، تعداد ذره‌های یک ماده را شمارش کردند و چون نخستین بار آووگادرو در نظریه‌ی خود به مفهوم تعداد ذره‌های یک ماده اشاره کرده بود، شیمی دان‌ها به عدد به دست آمده عدد، آووگادرو اطلاق کردند.

## روش‌های اندازه‌گیری مقدار عدد آووگادرو

### ۱- نظریه‌ی جنبش مولکولی گازها

گرانروی هر گاز متناسب با  $\frac{1}{N} \delta^2$  است که در آن  $N$  تعداد ذره‌ها و  $\delta$  قطر هر مولکول گاز است. در این روش گرانروی گاز به طور تجربی به دست می‌آید و با محاسبه‌ی قطر هر مولکول، مقدار  $N$  را می‌توان به دست آورد.

با استفاده از رابطه‌ی  $P(V-b)=RT$  که در آن  $P$  فشار گاز،  $R$  ثابت عمومی گازها،  $T$  دمای گاز،  $V$  حجم اشغالی به وسیله‌ی گاز و  $b$  نیز حجم محفوظ به ازای یک مولکول گاز است که با  $N \cdot \delta^3$  متناسب است، شیمی دان‌ها توانستند مقدار  $N$  را به دست آورند چرا که مقدار  $b$  به طور تجربی به دست می‌آمد و بر این اساس مقدار  $N$  برابر  $5 \times 10^{23}$  به دست آمد.

## ۲- کاربرد حرکت براونی

با آن که مقدار  $N$  از نظریه جنبش مولکولی گازها به طور تقریبی به دست آمده بود، اما هنوز حرکت براونی توجه شیمی دان‌ها را به خود مشغول کرده بود تا این که انیشتین، در سال ۱۹۰۵ میلادی در مقاله‌ی خود با عنوان حرکت ذره‌های شناور در مایع بی حرکت، این حرکت را توجیه کرد. از آن پس شیمی دان‌ها به خوبی توانستند حرکات این نوع ذره‌ها را درک نمایند.

انیشتین با فرض این که ذره‌ها شکل کروی دارند توانسته بود فرمولی برای میانگین مربع جابه‌جایی ذره‌ها به دست آورد و حتی متوجه شد که با بررسی دقیق حرکت ذره‌ها در مایع، می‌توان تعداد ذره‌ها را به دست آورد. او مقدار  $3 \times 10^{23}$  را که به مقدار روش اول نزدیک بود محاسبه کرد. اما شیمی دان فرانسوی ژاک پرن در فاصله‌ی سال‌های ۱۹۰۹ تا ۱۹۱۱، با انجام آزمایش‌هایی با دانه‌های گرده‌ی معلق در مایع‌ها و گازها، به دو روش توانست مقدار  $N$  را به دست آورد. در روش نخست، او با استفاده از فرمول انیشتین که میانگین مربع جابه‌جایی ذرات  $(\bar{X}^2)$  را به صورت زیر به دست آورده بود، توانست میانگین جابه‌جایی یک دانه گرده  $\bar{X}^2$  در زمان مشخص را به دست آورد و بنا به فرمول (۲) نیز مقدار  $N$  را به دست آورد، که به مقداری که انیشتین به دست آورده بود نزدیک بود.

$a$ : قطر ذره،  $T$ : دمای محلول

$$\bar{X}^2 = 2Dt \quad (1)$$

$$D = \frac{RT}{6\pi N \cdot \eta \cdot a} \quad (2)$$

در روش دوم، او از فرمول آماری بولتزمن

$$\frac{(E_2 - E_1)N}{RT} = e^{\frac{n_1}{n_2}}$$

استفاده کرد. در این فرمول مقدار  $E_1$  و

$E_2$  مقدار انرژی پتانسیل ذره و برابر با  $E_1 = h_1 w$ ،  $E_2 = h_2 w$  و  $h_1$ ،  $h_2$  ارتفاع سقوط ذره‌ها در محلول و  $w$  ضریب وزن ذره که پرن مقدار آن را از روی اندازه‌گیری شعاع و چگالی ذره که با عمل سانتریفوژ محاسبه کرده بود به دست آورد، آن‌گاه او فرمول آماری بولتزمن را به صورت زیر بازآرایی کرد:

$$N = \frac{RT}{w(h_2 - h_1)} \ln\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$$

t: زمان، D: ضریب نفوذ،  $\epsilon$ : گرانیوی مایع، R: ثابت عمومی گازها  
و توانست مقدار  $7/2 \times 10^{23}$  را برای N به دست آورد.

آووگادرو را  $6/02252 \times 10^{23}$  اعلام کرد و از آن زمان تاکنون این رقم مورد پذیرش همگان قرار گرفته است. برای عدد آووگادرو نیز واحد مول که از واژه یونانی به معنای انبوه یا انباشته از چیزها است انتخاب و این چنین تعریف شد:

مول، مقداری از ماده است که به تعداد عدد آووگادرو، دارای مولکول یا اتم باشد.

### کاربرد عدد آووگادرو

از آن جا که علم شیمی با مواد سروکار دارد و عدد آووگادرو نیز بیانگر تعداد ذره های یک ماده است، بنابراین کاربرد این عدد به گستردگی و وسعت علم شیمی است و حتی با ارایه ی نظریه های تازه درباره ی ساختار ماده، مفهوم این عدد دقیق تر و روشن تر شده است.

اما هنگام استفاده از واحد مول باید دو جنبه از مفهوم آن را مورد توجه قرار داد. یکی آن که مول بیانگر همان تعریفی است که پیش از این ارایه شده است و دیگری این که، یک مول از هر ماده مقداری از آن ماده است و برحسب آن که ماده، ساختار اتمی، مولکولی یا فرمولی داشته باشد، به ترتیب به صورت اتم گرم، مولکول گرم، فرمول گرم آن ماده معرفی می شود و بیانگر جرم مولی ماده است. برای هر عنصر نیز جرم اتمی آن عنصر در نظر گرفته می شود به طوری که جرم یک مول از هر عنصر برحسب گرم، از دید عددی با جرم اتمی آن عنصر برابر است. برای نمونه، جرم یک مول عنصر سدیم  $22/98997$  است یعنی یک مول از آن  $22/98997$  گرم جرم دارد.

- ۱- فرهنگ تفسیری شیمی، دکتر محمدرضا ملاردی، سیدرضا آقاپور مقدم، انتشارات مدرسه، چاپ دوم سال ۱۳۷۷.
- ۲- فرهنگ شیمی، دیوید ویلیام آرتور شارپ، ترجمه ی دکتر عیسی یآوری، انتشارات فاطمی، چاپ دوم سال ۱۳۷۸.
- ۳- دما، با.آ. اسمورودینسکی، ترجمه ی لطیف کاشیگر، انتشارات انجمن فیزیک ایران چاپ اول ۱۳۷۲.
- ۴- شیمی عمومی جلد اول، چارلز موریتیم، ترجمه ی احمد خواجه نصیر طوسی و عبدالجلیل مستشار، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، چاپ هشتم ۱۳۶۹.
- ۵- رشد آموزشی شیمی، سال ششم، شماره ۲۴.
- ۶- شیمی معذنی جلد دوم، دکتر حسین آقا بزرگ و دکتر محمدرضا ملاردی، انتشارات علوی چاپ اول ۱۳۷۰.
- ۷- راهنمای آزمایشگاه شیمی مرین با نگرش کاربردی، تام روسو، انتشارات فاطمی، چاپ ۱۳۸۱.

### ۳- روش پرتوایی مواد

در سال ۱۹۱۱ میلادی رادرفورد و بولوود با اندازه گیری پرتوایی نهایی رادیم و سرعت نشر ذره های آلفای حاصل در واحد زمان، توانستند مقدار N را به دست آورند. آن ها ذره های آلفا را که در خلال یک ثانیه، از یک قطعه رادیم نشر می شد شمردند. هم چنین حجم گاز هلیم تولید شده از تجزیه ی این نمونه رادیم را در مدت طولانی تر اندازه گیری کردند. آن ها با این فرض که همه ی اتم های هلیم، از ذره های آلفا به دست آمده است، تعداد اتم های هلیم موجود در حجم مولی آن را به دست آوردند. مقداری که آن ها از این طریق برای N محاسبه کردند  $6/1 \times 10^{23}$  بود.

### ۴- اندازه گیری بار الکتریکی مواد

در سال ۱۹۱۷ میلادی، میلیکان با آزمایش قطره ی روغن باردار خود و اندازه گیری بار الکتریکی توانست با استفاده از رابطه  $N_e = f/C$ ، مقدار  $6/02 \times 10^{23}$  N به دست آورد که در آن، f ثابت کولن و C مقدار بار الکتریکی بود.

### ۵- تابش پرتوی X

دقیق ترین مقداری که برای عدد آووگادرو، به دست آمده، و امروزه نیز مورد پذیرش آیوپاک است، به کمک تابش پرتوی X بوده است. در این روش با اندازه گیری میزان پراش پرتوی X، رابطه ی براگ،  $\lambda = 2d \sin \theta$ ، و رابطه ی  $N_e = \frac{nM}{\rho \cdot d^3}$ ، که در آن n تعداد مولکول در سلول واحد،  $\rho$  چگالی ماده، d طول سلول واحد و M جرم مولی ماده است، با آزمایش بر روی بلورهای کلسیت یا  $\text{CaCO}_3$ ، مقدار  $(6/0228 \pm 0/00011) \times 10^{23}$  برای N به دست آمد. البته برای الماس که شبکه ی بلوری آن فشرده تر است، مقدار  $(6/0236 \pm 0/00007) \times 10^{23}$  به دست می آید.

از آن جایی که شیمی دان ها دریافتند بنا به نوع بلور، برای N مقادیر متفاوتی به دست می آید، سرانجام در سال ۱۹۶۳ انجمن آیوپاک، با در نظر گرفتن مقادیر مشخص و ثابتی برای E بار الکتریکی، h ثابت پلانک و f ثابت فارادی، مقدار عدد



# مواد هوشمند

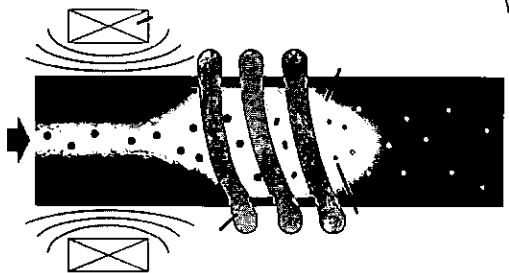
نوشته‌ی احسان عباسی

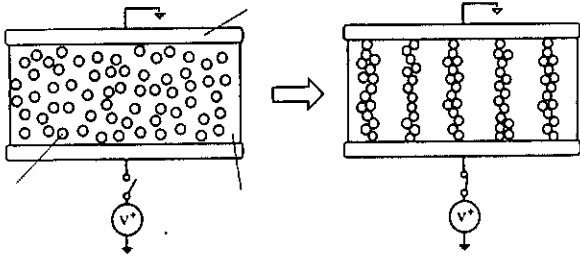
دانش و فناوری امروزی به پیشرفت‌هایی در زمینه‌ی طراحی و تهیه‌ی موادی دست یافته است که دارای خواص ویژه‌ای هستند. برای نمونه، این مواد می‌توانند با تغییر دما یا تغییر حالت از سیال به جامد، آن هم در حضور میدان مغناطیسی تغییر شکل، تغییر حجم یا تغییر اندازه پیدا کنند. چنین موادی را مواد هوشمند<sup>۱</sup> می‌نامند. معمولاً ویژگی‌های فیزیکی مواد به راحتی دچار تغییر نمی‌شود. برای نمونه، اگر نمونه‌ای از یک روغن گرما داده شود، کمی رقیق‌تر می‌شود. در حالی که یک ماده‌ی هوشمند با چگالی متغیر می‌تواند از یک سیال به یک جامد تغییر شکل دهد.

انواع مواد هوشمند به این قرارند:

- مواد تحریک پذیر<sup>۲</sup>، مانند سیال‌های الکتروورژولوزیک<sup>۳</sup> (ERFS) و آلیاژهایی که شکل خود را به خاطر می‌سپارند<sup>۴</sup>.
- مواد حساس<sup>۵</sup>، مانند رشته‌های نوری و حسگرها.
- مواد دو منظوره (تحریک پذیر و حساس<sup>۶</sup>).
- مواد سخت شونده در حضور مغناطیس<sup>۷</sup>.
- مواد فشاری الکتریکی<sup>۸</sup>.

ویژگی هر دسته از این مواد با دسته‌ی دیگر به شدت متفاوت است. از میان این ویژگی‌ها می‌توان به چگالی، حجم و رسانایی گرمایی اشاره کرد. این ویژگی‌ها در هر دسته از مواد هوشمند، آن‌ها را برای کاربردی ویژه مناسب کرده است.





شکل ۲ تشکیل پل های زنجیری میان الکترودها در اثر اعمال جریان الکتریکی در یک سیال ER.

را آغاز می کنند. در سیال های MR، اعمال میدان مغناطیسی کم تر از ۱ تسلا می تواند سبب تغییر مهم در گرانروی سیال شود. با برداشتن میدان ها، هر دو نوع سیال به سرعت به حالت نخستین خود باز می گردند به گونه ای که در حد چند میلی ثانیه این اثر مشاهده می شود. در برابر میدان های اعمال شده، قطبی شدن القایی ذره ها روی می دهد و ذره ها زنجیروار در کنار یک دیگر قرار می گیرند. زنجیرهایی که به این ترتیب شکل گرفته اند به صورت پلی میان الکترودها قرار می گیرند. بنابراین، سیال های ER و MR را می توان به صورت حد واسطی میان سیستم های مکانیکی و سیستم های کنترل کننده ی الکتریکی / الکترونیکی به کار برد. در واقع، صنایع هوا - فضا و اتومبیل، از جمله نخستین صنایع به کار برنده ی سیال های هوشمند به شمار می روند. امروزه در سازه های مهندسی عمران، پروتزهای مصنوعی و ... نیز، به طور گسترده از این سیال ها استفاده می شود.



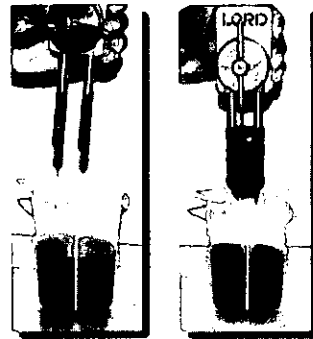
1. smart material
2. actuating
3. electroreological fluid
4. shape memory alloys
5. sensing material
6. dual-purpose material
7. magneto strictive material
8. piezoelectric
9. particle-filled, oil-based
10. magnetoreological fluid
11. Winslow, W.



1. smart materials and system committee.htm
2. smart material. htm
3. using smart fluid to retrain muscles.htm

مهم ترین مواد هوشمند، سیال های هوشمند هستند. در واقع، هر نوع تعلیقی که ذره های روغنی<sup>۱</sup> در بردارد، سیال هوشمند نامیده می شود. رفتار این سیال ها در میدان الکتریکی یا مغناطیسی دستخوش تغییر می شود. سیال های هوشمند در دو دسته جای می گیرند: یکی سیال های الکترورنولوژیک (ERFS)، و دیگری سیال های مغناطیس رنولوژیک<sup>۱۱</sup> (MRFS). هر دوی این سیال ها، در سال ۱۹۴۰ با اثرهای ویژه ی خود شناخته شدند.

یک سیال از نوع ER، معمولاً شامل ذره های جامد دی الکتریک است که در یک سیال نارسانا هم چون روغن سیلیکون پراکنده شده است و موادی پایدارکننده و بازگرداننده از نوع بسپارها آن را همراهی می کنند. وینسلو<sup>۱۱</sup> برای تهیه ی چنین سیال هایی، ذره های جامد گوناگونی از جمله نشاسته، آهک، سنگ گچ و کربن را در گونه های متفاوتی از روغن های نارسانا هم چون روغن های معدنی، پارافین و کروزن افشانند. در پی این کار بود که وی دریافت که با اعمال میدان الکتریکی با شدت مناسب، مقاومت این سیال ها در برابر روان شدن افزایش می یابد. هنگامی که این میدان اعمال می شود، سیال می تواند در کسری از ثانیه به یک جامد تغییر حالت یابد و با حذف میدان، بار دیگر به حالت نخستین خود بازگردد. این فرایند، رنولوژی برگشت پذیر نامیده می شود. همین ویژگی است که سیال های



شکل ۱ سیال MR (سمت چپ) به حالت مایع است هنگامی که میدان مغناطیسی اعمال نشده است. اما ناکهان پس از اعمال میدان مغناطیسی به حالت جامد در می آید (سمت راست).

ER را جهت انتقال انرژی مناسب می سازد.

سیال های MR، شامل ذره های بسیار ریز یک ماده ی مغناطیس در یک سیال نارسانا هستند. تغییر حالت این سیال ها در میدان مغناطیسی مشاهده می شود.

## ساز و کار

هنگامی که از میدان الکتریکی با شدت بالاتر از  $4 \text{ kW/mm}$  استفاده می شود، سیال های ER تغییر حالت خود

# آشنایی با مجتمع تولید آلومینای جاجرم

نوشته‌ی: حسن جلالی

## چکیده

مجتمع تولید آلومینا از بوکسیت منطقه ی جاجرم، از جمله طرح های بزرگ ملی است. بررسی روی معدن بوکسیت این منطقه از سال ۱۳۴۹ آغاز شد و در سال ۱۳۸۲ به بهره برداری رسید. فرایند استخراج آلومینا از بوکسیت، به روش بایر است. در این روش بوکسیت استخراج شده، وارد بخش خردایش می شود. سپس دوغاب به دست آمده از این مرحله به بخش انحلال فرستاده می شود و در این جا سیلیس زدایی اولیه از آن انجام می گیرد. در بخش جداسازی، گل سرخ از محلول آلومینات جدا می شود و محلول، رهسپار واحد رسوب کردن می شود. در این بخش، آلومینیم هیدرات تشکیل می شود و در بخش بعدی یعنی برشته کردن، این ماده رطوبت و آب مولکولی خود را از دست می دهد و آلومینیم اکسید (آلومینا) از آن به دست می آید.

کلید واژه ها: بوکسیت، آلومینا، گرمه ی جاجرم.

## آغاز سخن

آلومینیم، فراوان ترین فلز بوده، سومین عنصر فراوان به شمار می رود و هیچ گاه به صورت آزاد در طبیعت یافت نمی شود. این فلز در سال ۱۸۲۵ به شکل ناخالص توسط دانشمندی دانمارکی به نام هانس کریستین استخراج شد. با آن که سنگ معدن های آلومینیم به فراوانی در طبیعت یافت می شود، اما از آن جا که استخراج آن هزینه های بسیار دربر داشت، تا قرن نوزدهم فلزی گران قیمت به شمار می رفت. کشف روشی اقتصادی توسط هال در سال ۱۸۸۶، برای استخراج این فلز سبب شد که قیمت آن سه هزار بار ارزان تر شود و کاربرد آلومینیم جهت استفاده های تخصصی، صنعتی و حمل و نقل نیز رو به گسترش نهاد. هم اکنون آلومینیم پس از آهن، مهم ترین فلز در زندگی انسان به شمار می رود.

## سنگ معدن های آلومینیم

یکی از سنگ معدن های مهم آلومینیم،  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  است. اکسیدهای آبدار آلومینیم هم چون دیاسپور،  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ، و گیت سیت،  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ، نیز اهمیت فراوانی دارند. مهم ترین سنگ معدن در این میان، بوکسیت است که در آن افزون بر آلومینیم، عنصرهای دیگری هم چون آهن، سیلیسیم، تیتانیم و اندکی از عنصرهای دیگر وجود دارد. درصد ترکیب های موجود در بوکسیت، بر حسب نوع معدن متنوع است. وجود ترکیب هایی از آهن در این سنگ معدن، به آن رنگ قهوه ای یا سرخ می بخشد. فرایند استخراج آلومینیم از سنگ معدن بوکسیت شامل دو مرحله است:

۱. تولید آلومینا،  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ، از بوکسیت
۲. استخراج آلومینیم از آلومینا



در مجتمع آلومینای ایران، واقع در شهرستان جاجرم، مرحله‌ی نخست این فرایند انجام می‌گیرد.

### تاریخچه

طرح تجهیز معدن و احداث کارخانه‌ی تولید آلومینا از بوکسیت، از طرح‌های مهم وزارت صنایع و معادن است. این کارخانه در شهرستان جاجرم و در ۵ کیلومتری مرکز این شهرستان، شهر گرمه‌ی جاجرم، قرار گرفته است. بررسی‌های مربوط به زمین‌شناسی و کشف معدن از سال ۱۳۴۹ در این منطقه آغاز شد و در پی آن نمونه‌برداری‌های سال ۱۳۵۱ نشان داد که بوکسیت جاجرم، با ذخیره‌ی قطعی ۲۰ میلیون تن و با میانگین  $47/4\% \text{Al}_2\text{O}_3$ ، ارزش اقتصادی لازم به عنوان ماده‌ی اولیه در تولید آلومینیم را دارد.

ظرفیت نهایی تولید کارخانه، ۲۵۰ هزار تن آلومینای ماسه‌ای، و ۵۲ هزار تن آلومینیم هیدرات است. اگر آلومینیم هیدرات به فرایند کلسیم دار کردن وارد شود، مقدار آلومینا به ۳۰ هزار تن می‌رسد.

عملیات اجرایی این کارخانه از سال ۱۳۶۹ آغاز شد و در اسفندماه ۱۳۸۰ از آن، بهره‌برداری آزمایشی به عمل آمد. در این هنگام بود که از بوکسیت وارداتی، آلومینیم هیدرات به عنوان نخستین فراورده به دست آمد. در سال ۱۳۸۱ نیز نخستین فراورده به شکل آلومینا تهیه شد. در مرحله‌ی دوم، در سال ۱۳۸۲، کارخانه با بوکسیت جاجرم راه‌اندازی شد.

این کارخانه نه تنها سالانه ۲۸۰ هزار تن آلومینای بازارهای داخلی و خارجی را تأمین می‌کند، بلکه سالانه ۸۰ میلیون دلار صرفه‌جویی ارزی داشته است و افزون بر رفع وابستگی به آلومینای وارداتی، انتقال دانش فنی، کاهش هزینه‌های تولید آلومینیم و دست‌یابی به ارزش افزوده‌ی بالاتر به کمک فراورده‌های نزدیک تر به صنعت، از دیگر دستاوردهای این مجتمع بوده است.

راه‌اندازی این کارخانه برای ۸۰۰ نفر به طور مستقیم و برای ۱۵۰۰ نفر به طور غیرمستقیم فرصت شغلی فراهم کرده است و این امر نقش بسیار مهمی در کاهش محرومیت‌های این شهرستان داشته است.

### معرفی خط تولید کارخانه

کارخانه‌ی تولید آلومینا در ۱۰ کیلومتری معدن بوکسیت، در زمینی به مساحت ۴۰۰ هکتار، با حدود ۷۵ هکتار بخش صنعتی بنا شده است. فناوری تولید آلومینا به روش بایر است. با مصرف سالانه ۸۰۰ هزار تن بوکسیت و ۳۴۸ هزار تن آهک، ۷۸۵۰۰ تن سود و ۲۸۰ هزار تن آلومینا تولید می‌شود. این مجتمع شامل ۸ واحد اصلی است که در ادامه به معرفی هریک می‌پردازیم.

### \* واحد معدن بوکسیت و آهک

بوکسیت به روش روباز و زیرزمینی (درآینده) از معدن استخراج و با کامیون به کارخانه آورده می‌شود. سنگ آهک نیز به همین روش استخراج، و پس از خرد شدن و دانه‌بندی به کارخانه آورده می‌شود.

### \* واحد خردایش

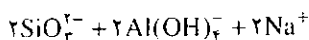
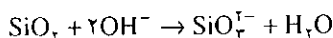
این بخش شامل سه واحد: سنگ شکن، انبار، آسیاب و یک نواخت سازی است. بوکسیت در سنگ شکن‌های چکشی خرد می‌شود و وارد انبار می‌شود. این انبار می‌تواند مصرف سنگ بوکسیت کارخانه را برای یک ماه در خود جای دهد (حدود ۶۶۰۰۰ تن).

از آن‌جا که کیفیت سنگ بوکسیت این معدن دارای گوناگونی گسترده‌ای است، برای یک نواخت بودن کیفیت، بوکسیت با محلول سود و آهک مخلوط شده، توسط آسیاب‌های گلوله‌ای به روش تر خرد می‌شود. اندازه‌ی ذره‌های خرد شده تا ۹۰ میکرو است.

### \* واحد انحلال

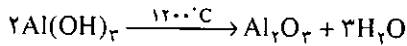
این بخش از سه واحد سیلیس زدایی، پمپ‌های فشار بالا و انحلال لوله‌ای تشکیل شده است. در واحد سیلیس زدایی، در آغاز به دوغاب بوکسیت فرصت داده می‌شود تا سیلیس فعال آن به صورت ذره‌های نامحلول در دوغاب درآیند. سازوکار این فرایند چنین است:

سیلیس، چه به حالت آزاد و چه به صورت ترکیب، با سود سوزآور موجود در محلول‌های قلیایی آلومینات واکنش می‌دهد و سدیم سیلیکات محلول تشکیل می‌شود. سپس، سدیم سیلیکات با سدیم آلومینات موجود در محلول ترکیب شده، نمک دوگانه (مضاعف) سدیم آلومینیم سیلیکات را تشکیل می‌دهد. این نمک نامحلول است.





است. با گرم کردن آن تا دمای  $120^{\circ}\text{C}$ ، در کوره، رطوبت و آب تبلور از دست می‌رود و آلومینیم اکسید یا آلومینا به دست می‌آید:



### واحد های دیگر کارخانه

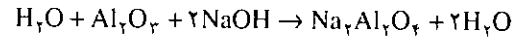
این کارخانه دارای واحدهای دیگری نیز هست. مهم‌ترین آن‌ها واحد دریافت و ذخیره‌سازی مازوت به عنوان سوخت کارخانه، واحد تأمین و ذخیره‌سازی سود سوزآور به ظرفیت ۱/۵ ماه مصرف کارخانه، واحد سنگ شکن و پخت آهک، واحد تأمین هوای فشرده، واحد برق اضطراری با ظرفیت حدود ۳ مگاوات، سیستم تصفیه‌ی آب، تولید بخار و خنک‌کننده‌ی آب هستند.

با بهره‌برداری از این کارخانه، بیش‌تر نیازهای داخلی از جمله آلومینای مورد نیاز کارخانه‌ی تولید شمش آلومینیم اراک و حدود ۵۰٪ از آلومینای مورد نیاز کارخانه‌ی المهدی بندرعباس تأمین شده است. به دلیل افزایش قیمت جهانی آلومینیم، افزایش سرانه‌ی مصرف آن و نیاز روزافزون به این فلز در صنایع گوناگون



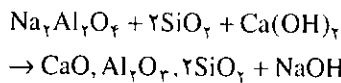
از جمله حمل و نقل، نظامی، راه و ساختمان، بسته‌بندی مواد غذایی و...، ضرورت سرمایه‌گذاری هرچه بیش‌تر در صنعت تولید آلومینیم در کشور احساس می‌شود. با توجه به هزینه‌های نسبتاً بالای حمل و نقل گرد آلومینیم و ضایعات و خسارت‌های ناشی از آن، هم‌چنین با توجه به زیر ساخت‌های این شهرستان و موقعیت جغرافیایی منطقه و وجود پتانسیل‌های مورد نیاز برای احداث کارخانه‌ی تولید شمش آلومینیم، امید است که به زودی شاهد اجرا شدن طرح فاز دوم این مجتمع - که اکنون در حال بررسی است - باشیم.

رسوب دادن سیلیس حل شده در دوغاب، در نخستین مراحل سیلیس زدایی انجام می‌گیرد، اما سیلیسی که در مرحله‌ی انحلال وارد محلول شده، در مرحله‌ی بعدی سیلیس زدایی رسوب داده می‌شود. در واحد انحلال، آلومینیم اکسید موجود در بوکسیت، که به شکل مونویدرات است،  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ، در فشار ۶۰ بار و دمای  $275^{\circ}\text{C}$  در حضور سدیم هیدروکسید موجود در محلول قلیایی، تجزیه شده، سدیم آلومینات انحلال پذیر را تشکیل می‌دهد:



به این ترتیب، دوغاب بوکسیت به دوغاب آلومینات تبدیل می‌شود که در آن، بخش مایع همان محلول سدیم آلومینات است و بخش جامد آن را گل سرخ تشکیل می‌دهد. بخش چشم گیر گل سرخ را اکسیدهای آهن نامحلول تشکیل می‌دهد و از همین رو است که این ماده، رنگ سرخ دارد. فراورده‌ی نهایی در گذر از لوله‌های انحلال تا دمای  $124^{\circ}\text{C}$  سرد می‌شود.

**\* واحد جداسازی محلول آلومینات و شست و شوی گل سرخ**  
در این واحد، محلول آلومینات از گل سرخ جدا و به واحد رسوب دادن منتقل می‌شود. گل سرخ نیز پس از شست و شوی صاف کردن، به سد مواد زاید منتقل می‌شود. شست و شوی گل سرخ به منظور بازیافت محلول آلومیناتی که همراه آن است، انجام می‌گیرد. هم‌چنین، از آن جا که بخشی از سود با سیلیس و مواد دیگر موجود در بوکسیت ترکیب می‌شود و به شکل سدیم آلومینیم سیلیکات وارد گل سرخ می‌شود، این کار ضروری است. به این منظور، از شیرآهک استفاده می‌شود:



در این فرایند نزدیک ۴۲/۵٪ سدیم اکسید موجود در گل سرخ، به صورت سدیم هیدروکسید محلول در می‌آید و پس از صاف کردن، از فاز جامد جدا شده، به خط تولید باز می‌گردد.

### \* واحد رسوب دادن

در این بخش، سه واحد خنک‌کننده‌ی آلومینات، واحد رسوب دادن و واحد صاف کردن وجود دارد. با کاهش دما، محلول آلومینات به صورت فراسیر شده در می‌آید. سپس با دانه‌های بلور هیدرات مخلوط شده، به تانک‌های واحد رسوب دادن منتقل می‌شود. در این تانک‌ها، با کاهش دما، دانه‌های بلور رشد می‌کنند و آلومینیم هیدرات تشکیل می‌شود. پس از انجام این فرایند، هیدرات برای جداسازی، روانه‌ی واحد صاف کردن می‌شود و پس از آن به واحد برشته کردن راه می‌یابد.

### \* واحد برشته کردن

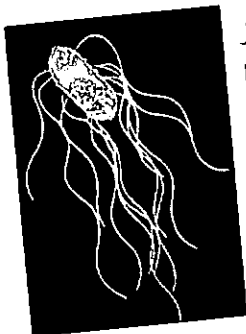
برشته کردن، مرحله‌ی پایانی همه‌ی روش‌های تولید آلومیناست. آلومینیم هیدروکسید، مرطوب و حاوی آب تبلور





ترجمه و گردآوری: رقیه عابدی کرجی بان

# تازه‌های شیمی



هیدروژن نیاز دارد. این واقعیت از افزایش تعداد ژنوم‌هایی که از باکتری‌ها تا انسان، به طور زنجیروار قرار گرفته‌اند، به دست آمده است. پی بردن به جایگاه دقیق تک تک ژن‌ها در ژنوم، به دانشمندان کمک می‌کند تا درک عمیق‌تری نسبت به چگونگی پیشروی بیماری به دست آورند. میر می‌گوید:

«ما با استفاده از توالی ژن‌ها دریافته‌ایم که باکتری سالمونلا دارای سه آنزیم غشایی است که به کمک یک خوشه‌ی فلزی ویژه که از نیکل، آهن همراه با سیانید و کربن مونوکسید تشکیل شده است، هیدروژن مولکولی را تجزیه می‌کند. در انسان چنین خوشه‌ای در سلول ساخته نمی‌شود. بنابراین، این امر می‌تواند یک هدف ویژه برای بهبود روند درمان باشد. هم چنین، اگر به کمک عوامل جداکننده، نیکل از سلول گرفته شود، انتظار می‌رود بتوان واکنش‌های مورد نیاز برای شکستن مولکول هیدروژن و رشد باکتری را پایان داد. این بررسی نشان می‌دهد که هریک از سه آنزیم تشکیل دهنده‌ی غشا و مصرف کنندگان هیدروژن با یک مسیر تنفسی همراهند که از اکسیژن به عنوان پذیرنده‌ی نهایی الکترون استفاده می‌کنند. همین امر است که رشد عامل بیماری‌زا را ممکن می‌کند.»

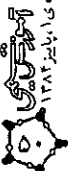
میر بر این باور است که آنزیم‌های یاد شده شاید بتوانند باکتری‌ها را به گردآوری ذره ذره‌ی انرژی به دست آمده از شکافت هیدروژن مولکولی وادار کنند. گازی که همراه با انرژی از این فرایند آزاد می‌شود، در فضای روده پخش می‌شود و می‌توان میزان آن را در بافت‌هایی که باکتری در آن‌ها جای گرفته است اندازه‌گیری کرد. بنابراین، میر و همکارانش، در آزمایش بر روی موش‌ها دریافته‌اند که سالمونلا از هیدروژن به عنوان منبع تأمین انرژی خود استفاده می‌کند. این گروه پژوهشی، نوعی سالمونلای روده‌ای

## هیدروژن منبع انرژی باکتری سالمونلا

پژوهش‌های تازه‌ای که به سرپرستی میکروبی‌شناس‌های دانشگاه جورجیا انجام گرفته است، نشان می‌دهد که سالمونلا<sup>۱</sup> باکتری بیماری‌زای شایعی که اغلب به شکل مرده وجود دارد. از هیدروژن مولکولی برای رشد و ایجاد بیماری استفاده می‌کند. این کشف، شیوه‌ای برای کاهش یا از میان بردن بیماری‌زایی باکتری یاد شده، ارایه داده است.

راب میر<sup>۲</sup> می‌گوید که این نتیجه بر پایه‌ی یافته‌هایی به دست آمد که نشان می‌داد عوامل بیماری‌زای اصلی در انسان از یک منبع انرژی پیش‌بینی نشده استفاده می‌کنند. بیماری‌زاهای روده‌ای هم چون سالمونلا، سالانه سبب مرگ ۲ میلیون انسان می‌شوند و میلیون‌ها بیماری را حتی در کشورهای توسعه یافته ایجاد می‌کنند. میر نخستین کسی است که کشف کرده است هیدروژن بر خلاف نظریه‌ی قبلی پژوهشگران، به عنوان فراورده‌ای بی‌مصرف از بدن انسان دفع نمی‌شود. در واقع، این ماده در سطح چشم‌گیری در بدن باقی می‌ماند و منبعی برای کسب انرژی توسط باکتری‌های بیماری‌زاست.

میر در سال ۲۰۰۲، در نشریه‌ی Science، باکتری معده را که سبب پیشروی زخم دستگاه گوارش، ورم معده و برخی از انواع سرطان‌های معده می‌شود، یکی از بیماری‌زاهایی معرفی می‌کند که به عنوان یک منبع انرژی به



به نام تیفی موریوم<sup>۲</sup> را مورد بررسی قرار داده‌اند که مسؤول مسمومیت‌های غذایی است و با سالمونلای تولید کننده‌ی تب تیفوئید ارتباط نزدیکی دارد.

1. Salmonella
2. Maier, R.
3. Typhimurium

Science Daily, 2004, 29.

## شیشه‌ای هوشمند و انتخابگر

پژوهشگران در گزارشی در نشریه‌ی Material Chemistry، اعلام کرده‌اند که شیشه‌ای هوشمند ساخته‌اند که در ساختمان‌ها و خودروها می‌توان از آن بهره برد. با این اختراع، چندی نخواهد گذشت که دریافت صورت حساب‌های سرسام‌آور تهویه‌های مطبوع یا آزار دیدن از گرمای کشنده به تاریخ پیوندد. این شیشه‌ها که گرمای خورشید را باز می‌تابانند، از مشتق‌های وانادیم اکسید ساخته می‌شوند و تنها نور مرئی را می‌گذرانند در حالی که، نور فرو سرخ را در دماهای بالاتر از  $29^{\circ}\text{C}$  بازتاب می‌دهند. طول موج نور در این ناحیه از طیف نور، گرما ایجاد می‌کند. پس، حذف نور فرو سرخ تابش‌های ناخواسته‌ی خورشیدی را کاهش می‌دهد و ساکنان خانه از گرمای خورشید در شرایطی خنک‌تر بهره می‌برند. به این ترتیب دماهای بسیار بالای سیستم‌های گرمایی تا ۵۰ درصد کاهش می‌یابد.

ایوان پرکین<sup>۱</sup> از گروه شیمی UCL<sup>۲</sup> می‌گوید: «این نوآوری درجه‌ای رو به طراحی‌های خلاقانه‌تر است. هم‌اکنون استفاده‌ی گسترده از این نوع شیشه‌ها در ساختمان‌ها، شرایط دشواری را برای مهندسان ساختمان به وجود آورده است: آیا باید شیشه‌ها را رنگ کرد و با این روکش‌ها پوشاند، تا استفاده از نور طبیعی محدود شود، یا باید صورت حساب‌های هنگفت تهویه‌ی مطبوع را پذیرفت؟» او می‌افزاید که خواص بازتابش گرمایی وانادیم اکسید در محدود کردن نور مرئی به خوبی روشن شده است. بازتابش نور فرو سرخ در دمای  $70^{\circ}\text{C}$  مناسب نیست. خواص وانادیم اکسید در این زمینه بر پایه‌ی توانایی آن در تغییر نقش آن از یک فلز به یک نیم‌رساناست. تغییر کوچکی در ساختار ماده، ناشی از تغییر جایگاه الکترون‌ها، تغییر نقش این ماده را در دو فرایند جذب و بازتابش همراهی می‌کند. پیوندهای V-V در دمایی پایین‌تر از دمای گذار پایدارند زیرا الکترون‌ها در

این دما تحرکی ندارند. پس در این ماده رسانایی دیده نمی‌شود. در دمای بالاتر از دمای گذار، پیوندهای یاد شده می‌شکنند و الکترون‌ها از آزادی لازم برای هدایت الکتریسته برخوردار می‌شوند. جهت کاهش دمای گذار در گذشته، از عنصرهایی هم چون تنگستن، مولیبدن، نئوبیم و فلوئور استفاده شده است. این کاهش با ذخیره‌ی الکترون‌ها در ماده همراه است که سبب پایدار شدن ساختار فلزی می‌شود.

پروفسور پرکین بر این باور است که گام بعدی در جهت پیشرفت تولید این نوع روکش برای شیشه‌ها، پژوهش در جهت

چگونگی طولانی کردن عمر آن است. در حالت ایده‌آل این روکش باید عمری یکسان با شیشه‌ی معمولی داشته باشد. اما با نگاهی به پیرامون خود، پنجره‌های بسیاری را می‌بینیم که به عصر ویکتوریا باز می‌گردند. پس ما نیازمند شیشه‌ای هستیم که بیش از ۱۰۰ سال دوام داشته باشد. رنگ شیشه‌ها نیز موضوع دیگری است که مورد بررسی قرار دارد. هم‌اکنون، پوشش‌هایی به رنگ زرد یا سبز در دسترس هستند که برای شیشه رنگ چندان جذابی به نظر نمی‌رسد.

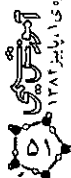
1. Perkin, I.

2. University College London

Science Daily, 2004, Oct. 17.

## نقش آرگون در چگالی هوا

دانشمندان کشف کرده‌اند که هوای موجود در هوا کره سنگین‌تر از آن چه که تصور می‌شد، است. همین امر آن‌ها را بیش از پیش به اندازه‌گیری جرم دقیق هر چیزی علاقه‌مند کرده است. هنگامی که از اجزای اصلی هوا سخن می‌گوییم، به اکسیژن (حدود ۲۱٪)، کربن دی‌اکسید (حدود ۰٫۰۴٪) و بخار آب (حدود ۱٪) اشاره می‌کنیم در حالی که، جزء اصلی هوا نیتروژن است و تقریباً حدود ۰٫۹٪ هوا را آرگون تشکیل می‌دهد. آرگون از دید شیمیایی بی‌اثر است و وجودش در هوا کره، اشکالی برای سلامتی انسان ایجاد نمی‌کند. بنابه اندازه‌گیری‌های قبلی، مقدار آرگون (مول آرگون / مول هوای خشک)، ۰٫۹۳۴٪ تعیین شده است. تازه‌ترین مقدار برای این گاز، کم‌تر از ۰٫۹۱۷٪



گزارش شده است و به نظر می‌رسد که مقدار قبلی درست نبوده است. به تازگی در نشریه‌ی Metrologia عدد (۰/۰۰۰۶/۹۳۳۲۷۰)٪ گزارش شده است که سه اندازه‌گیری‌های یک صد سال پیش بسیار نزدیک است.

این بررسی‌ها در موسسه‌ی پژوهشی علوم و استانداردهای KRISS<sup>۱</sup> و با استفاده از طیف سنج جرمی با دقت بالا انجام شده است. مقدار آرگون برای دانشمندانی که درباره‌ی اندازه‌گیری‌های دقیق جرمی فعالیت می‌کنند بسیار مهم است. برای درک علت این امر به این معمای قدیمی فکر کنید: یک کیلوگرم پر سنگین‌تر است یا یک کیلوگرم سرب؟ اگر بتوان در خلا و به کمک یک ترازوی بسیار دقیق عمل اندازه‌گیری وزن این دو را انجام داد، برای آن‌ها مقادارهای یکسانی به دست می‌آید. اما در هوا، عددی که برای پر به دست می‌آید به طور چشم‌گیری کوچک‌تر است. زیرا بنا به قانون ارشمیدس، پر از سرب، شناورتر است. هواشناس‌های جرمی برای تصحیح اثر شناوری، از معادله‌ای استفاده می‌کنند. این معادله شامل چگالی نیز می‌شود و در آن فراسنجی (پارامتری) برای مقدار آرگون هوا که در نظر گرفته شده است. مقادارهای ارایه شده‌ی گوناگون برای آرگون موجود در هوا نشان دهنده‌ی اختلافی درست معادل ۰/۰۱٪، یا ۱۵ میکروگرم به ازای یک کیلوگرم جرم ظاهری فولاد زنگ نزن بوده است. هرچه مقدار آرگون بیش‌تر باشد، هوا چگال‌تر است. با این‌که چگالی هوا حدود ۸۰۰ بار از چگالی آب کم‌تر است اما اثرهای شناوری در هوا به خوبی هنگام وزن کردن مشاهده می‌شود. پس، چگالی هوا با در نظر گرفتن مقدار جدید آرگون، باید با داده‌های به دست آمده از آزمایش پر و سرب سازگاری داشته باشد.

مایکل اسلر<sup>۲</sup> از گروه شیمی دفتر بین‌المللی اوزان و مقادیر (IBPM)<sup>۳</sup> می‌گوید که نتایج به دست آمده، مقدار تازه برای آرگون را تأیید می‌کند و تفاوت‌های موجود میان آن را با مقادارهای قبلی توضیح می‌دهد.

1. Korea Research Institute of Standards and Science
2. Esler, M.
3. International Bureau of weights and Measures

Science Daily, 2004, Nov.2

## تهیه‌ی یک باتری دیگر

ترجمه‌ی مریم رسولی

پژوهشگران، با استفاده از منیزیم، نوعی باتری ساخته‌اند که سبک و ارزان و غیرسمی بوده، می‌توان پس از خالی شدن، آن را دوباره پرکرد. شاید این فناوری، درآینده سبب کنار گذاشتن

باتری‌های سرب-اسید و نیکل-کادمیم شود. امروزه از لیتیم، باتری‌هایی کوچک، اما گران ساخته می‌شود. باتری‌های سرب و کادمیم نیز با این‌که قابل پرکردن هستند اما هم سنگین بوده، هم از دید زیست‌محیطی زیان‌آور و سمی به شمار می‌روند.

منیزیم عنصری بی‌خطر است و به عنوان هفتمین فلز فراوان موجود در پوسته‌ی زمین شناخته شده است. پژوهشگران از سال‌های دهه‌ی ۱۹۸۰ تلاش خود را در جهت تهیه‌ی باتری‌هایی شامل منیزیم، آغاز کردند. دورون یورباچ<sup>۱</sup> و همکارانش در دانشگاه بار-ایلان<sup>۲</sup>، نخستین نمونه‌های قابل استفاده از چنین باتری‌هایی را تهیه کردند. این باتری‌ها هم چون باتری نیکل-کادمیم، ۲۷/۱-۹/۰ انرژی تولید می‌کنند و می‌توان آن‌ها را بارها پرکرد، بی‌آن‌که قدرت و توانایی آن‌ها کاهش یابد.

یورباچ با الهام از باتری‌های لیتیم، که در آن‌ها فلز لیتیم خالص به عنوان آند به کار گرفته شده بود، به استفاده از منیزیم در باتری خود روی آورد. اما از آن‌جا که منیزیم، به صورت لایه‌های نازک، به شکلی که در باتری مورد نیاز است، بسیار ترد و شکننده بود، از آلیاژ منیزیم در این زمینه استفاده شد. این آلیاژ AZ-31 نامیده می‌شود. و در آن، ۳٪ آلومینیم و ۱٪ روی، منیزیم را همراهی می‌کنند. کاند این باتری، ماده‌ای است که حفره‌های ریزی به اندازه‌ی یون‌های منیزیم دارد. در باتری لیتیم نیز از چنین موادی استفاده می‌شود. چنین موادی «مبادله‌کننده‌ی الکترون<sup>۳</sup>» خوانده می‌شود. در باتری لیتیم، از گرافیت حفره‌دار برای آند و از منگنز اکسید حفره‌دار برای کاتد، استفاده شده است.

چندی پیش، دانشمندان دریافتند که یون‌های منیزیم می‌توانند در نوعی سولفیت مولیبدنیم که به MoSS<sup>۴</sup> معروف است، رفت‌وآمد داشته باشند. آن‌ها برای تهیه‌ی این ماده، از یک ترکیب مس دار استفاده کردند و سپس منیزیم را جانشین مس کردند. برای این جانشینی، در آغاز از جریان الکتریسیته استفاده شد. اما از آن‌جا که این شیوه برای تهیه‌ی باتری‌های تجارتي ممکن نبود، هم‌اکنون یک روش شیمیایی، جهت حذف مس به کار می‌رود.

این گروه پژوهشی از ژلی که شامل یک بسیار، یک مایع آلی و یک ماده‌ی شیمیایی حفره‌دار برای نگهداری و جابه‌جایی یون‌های منیزیم است، به عنوان الکترولیت در باتری خود بهره برده‌اند.

1. Aurbach, D.
2. Bar-Ilan
3. intercalator

Ball, p., "New batteries promise low-cost electricity". Nature, 2003, 18 Ap.



# شیمی در بوته‌ی نقد



مصطفی رجبی

همایش نقد و بررسی کتاب شیمی

## پیش دانشگاهی در ساری

کارهای انجام شده نیز، توسط کمیته‌ی علمی همایش، در قالب یک خبرنامه در اختیار شرکت کنندگان قرار گرفت. آن چه در پی می‌آید چکیده‌ای از این خبرنامه است.

### ضرورت نقد کتاب‌های درسی

کتاب‌های درسی در کشور ما در واقع نماد محتوای نوشتاری برنامه‌ی درسی است. از این رو توجه جدی به کتاب درسی، بهبود و اصلاح آن به این دلایل ضروری به نظر می‌رسد:

۱. برای رسیدن به هدف‌های آموزشی علوم از جمله شیمی، که مشتمل بر قدرت تجزیه و تحلیل، آشنایی با روش علمی حل مسایل و... است نیازمند محتوایی غنی و آرایه‌ی آن به شکل فعال هستیم.

همایش نقد و بررسی کتاب شیمی پیش دانشگاهی، به همت گروه آموزشی شیمی ناحیه‌ی ۲ ساری، در ۲۴ دی ماه ۸۳، در باشگاه فرهنگیان شهرستان ساری برگزار شد. در این جلسه، دو تن از مؤلفین کتاب یادشده، آقایان دکتر جلیلی و دکتر ارشدی در جمع بیش از ۱۴۰ نفر از سرگروه‌های شیمی استان مازندران حضور یافتند. هدف کلی از این همایش، نقد و بررسی کتاب تازه تألیف شیمی پیش دانشگاهی، با رویکردی جدید و متفاوت از روش‌های متداول در کشور بود. به گفته‌ی مؤلفان حاضر در این گردهمایی، اجرای این همایش، با به کارگیری فناوری آموزشی جدید و بررسی صفحه به صفحه‌ی کتاب درسی با حضور افراد منتقد، شیوه‌ی متفاوت و جدیدی بود. مجموعه

۲. کتاب درسی در نظام‌های آموزشی متمرکز، دارای اهمیت بسیار زیادی است. اگر این منبع آموزشی به طور ناقص تهیه شود، یا عیب و اشتباهی در آن وجود داشته باشد مشکلات آموزشی به کل دانش‌آموزان تحت پوشش نظام آموزشی تعمیم می‌یابد. گذشته از این، در کیفیت آموزشی معلمان، در نقاط مختلف کشور از نظر تجربیات، مدارک تحصیلی، ویژگی‌های جسمی و روحی، تفاوت‌هایی موجود است و کتاب درسی رسالتی عظیم در کاهش این نابرابری‌ها دارد.

۳. در راستای بازسازی همه‌جانبه‌ی اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و تولید علم و فناوری‌های جدید، ضرورت توجه به نسل آینده کاملاً هویداست. برای رسیدن به این اهداف باید تلاش را از دانش‌آموزان آغاز کرد زیرا تجربیات دوران تحصیل دانش‌آموزان نقش مهمی در علایق علمی آینده‌ی آن‌ها دارد و ارابه‌ی درس شیمی به عنوان یکی از دروس مهم و پایه به صورت فعال و پویا و با کم‌ترین کاستی ضروری به نظر می‌رسد.

۴. این که حدود ۵۵ الی ۶۰ درصد پرسش‌های آزمون سراسری از کتاب پیش‌دانشگاهی طرح می‌شود و سرنوشت هزاران داوطلب در گرو سلامت این کتاب است، خود دلیل کافی بر ضرورت نقد و بررسی و کاهش دادن سریع هرگونه کم و کاستی در آن است.

### نگاهی گوناگون به برخی از مشکلات موجود در تدوین کتاب‌های شیمی و آموزش شیمی در کشور

۱. طراحان و مؤلفان در نظام آموزشی کشور از سویی تحت فشار بوده‌اند که حجم کتاب‌های درسی را کاهش دهند و از سویی دیگر باید مفاهیم علمی مورد نیاز را نیز در کتاب‌ها بگنجانند. بنابراین این مطالب در کتاب باید به طور خلاصه شده و با رویکرد انتقال سریع و یک‌سویه صورت گیرد این امر باعث توجه کم‌تر به روش فعال مفهوم‌سازی و داده‌پردازی می‌شود. در صورتی که این روش نیاز به تصویرها و جدول‌های زیاد دارد و مؤلف که با توجه به محدودیت حجم کتاب در تنگنا قرار دارد چه بسا بخشی از بار خود را به دوش معلمین گذاشته است، از جمله می‌توان به مباحث آلی مطرح شده در شیمی ۱ و ۲ پیش‌دانشگاهی اشاره کرد مانند نام‌گذاری‌ها به روش آیوپاک، نوشتن همپارها و...

۲. یکی از عوامل دل‌زدگی دانش‌آموزان از کتاب را می‌توان گسترش بی‌حد و حصر کلاس‌های خصوصی و کتاب‌های کمک‌درسی و شیوه‌ی نادرست طراحی پرسش‌های آزمون سراسری دانست که هنوز سیاست مشخصی در طراحی آن تدوین نشده است و معلمان، دانش‌آموزان را وادار می‌کنند که حتی از کوچک‌ترین نوشته و تصویر نگذرند. این امر بار زیادی بر

دانش‌آموزان وارد کرده است.

۳. مشکل دیگری را که در تدوین کتاب‌های شیمی مشاهده می‌شود، باید در معلمان شیمی جست‌وجو کرد. هنوز معلمان شیمی کشور نمی‌دانند که آیا باید دانش‌آموز را برای یک رقابت بی‌رحمانه در آزمون سراسری آماده کنند و مطالب خود را به صورت خلاصه، نکته‌وار و در قالب روابط عجیب و غریب به دانش‌آموز تزریق نمایند، یا این که شرایطی را در کلاس فراهم سازند که ذهن جستجوگر و خلاق دانش‌آموز به حرکت درآمده، بتواند نوآوری‌هایی در زمینه‌ی شیمی داشته باشد.

۴. سال‌هاست که شیوه‌ی اجرایی کلاس‌های ضمن خدمت تغییری نکرده است. آیا واقعاً در دهه‌ی اخیر هم، در شیوه‌ی ارزیابی مطالب و کلاس‌های ضمن خدمت هیچ‌گونه تغییر و تحولی ایجاد نشده است؟

### چگونگی نقد کتاب شیمی ۱ و ۲ پیش‌دانشگاهی

با توجه به محدودیت زمانی و بضاعت اعضای کمیته‌ی علمی همایش، موارد نقد به سه بخش کلی تقسیم‌بندی شد:  
آ) تجزیه و تحلیل متن درس ب) تجزیه و تحلیل پرسش‌های متن درس پ) تجزیه و تحلیل تصویرها

### آ) تجزیه و تحلیل متن درس

در این بخش سعی شده است جمله‌های کتاب به این شکل دسته‌بندی شوند:

۱. جمله‌هایی که تنها برای بیان واقعیت و حقایق علمی به کار رفته‌اند  
۲. تعریف‌های ارائه شده  
۳. بررسی بخش «هم‌چون دانشمندان»  
۴. تطبیق حجم محتوا و زمان تدریس  
۵. توجه به نگارش علمی و ادبی  
۶. صفحه‌بندی مطالب  
۷. بررسی مطالب موجود در حاشیه‌ی کتاب و بخش «بیش‌تر بدانید».

### ب) تجزیه و تحلیل پرسش‌های متن درس

پرسش‌های متن کتاب به این ترتیب دسته‌بندی شده‌اند:  
۱. پرسش‌هایی که می‌توان پاسخ آن‌ها را در کتاب پیدا کرد.  
۲. پرسش‌هایی که دانش‌آموز باید از آن چه در درس آموخته است برای نتیجه‌گیری درباره‌ی مسایل جدید استفاده کند.  
۳. پرسش‌هایی که از دانش‌آموزان می‌خواهد مسأله‌ی ویژه‌ای را حل کند.  
۴. پرسش‌هایی که حل شده‌اند.

### پ) تجزیه و تحلیل تصویرها

در این بخش، بیش‌تر به این موارد توجه شده است:



دفتر انتشارات کمک آموزشی

## آشنایی با مجله های رشد

مجله های رشد توسط دفتر انتشارات کمک آموزشی سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی وابسته به وزارت آموزش و پرورش، با این عناوین تهیه و منتشر می شوند:

**مجله های دانش آموزی (به صورت ماهنامه - ۹ شماره در هر سال تحصیلی - منتشر می شوند):**

- **رشد کودک** (برای دانش آموزان آمادگی و پایه ی اول دوره ی ابتدایی)
- **رشد نوآموز** (برای دانش آموزان پایه های دوم و سوم دوره ی ابتدایی)
- **رشد دانش آموز** (برای دانش آموزان پایه های چهارم و پنجم دوره ی ابتدایی).
- **رشد نوجوان** (برای دانش آموزان دوره ی راهنمایی تحصیلی).
- **رشد جوان** (برای دانش آموزان دوره ی متوسطه).

**مجله های عمومی (به صورت ماهنامه - ۹ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می شوند):**

- **رشد مدیریت مدرسه، رشد معلم، رشد آموزش ابتدایی، رشد آموزش راهنمایی تحصیلی، رشد تکنولوژی آموزشی، رشد مدرسه فردا**

**مجله های تخصصی (به صورت فصلنامه و ۴ شماره در سال منتشر می شوند):**

- **رشد برهان راهنمایی (مجله ی ریاضی، برای دانش آموزان دوره ی راهنمایی تحصیلی)، رشد برهان متوسطه (مجله ی ریاضی، برای دانش آموزان دوره ی متوسطه)، رشد آموزش معارف اسلامی، رشد آموزش جغرافیا**
- رشد آموزش تاریخ، رشد آموزش زبان و ادب فارسی، رشد آموزش زبان**
- رشد آموزش زیست شناسی، رشد آموزش تربیت بدنی، رشد آموزش فیزیک**
- رشد آموزش شیمی، رشد آموزش ریاضی، رشد آموزش هنر، رشد آموزش قرآن**
- رشد آموزش علوم اجتماعی، رشد آموزش زمین شناسی، رشد آموزش فنی و حرفه ای، رشد مشاوره.**

مجله های رشد عمومی و تخصصی برای معلمان، آموزگاران، مدیران و کادر اجرایی مدارس  
دانشجویان مراکز تربیت معلم و رشته های دبیری دانشگاه ها  
و کارشناسان تعلیم و تربیت تهیه و منتشر می شوند.

◆ نشانی: تهران، خیابان ایرانشهرشمالی، ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش، پلاک ۲۶۸، دفتر انتشارات کمک آموزشی.

تلفن و نمابر: ۸۸۳۰۱۴۷۸

۱. هماهنگی مطالب ارایه شده با تصویر ۲. توانایی تصویر
- برای انتقال مفهوم انتزاعی به مفهوم عینی ۳. قرار گرفتن در جای مناسب ۴. کیفیت تصویر ارایه شده

## بحث و مباحث

۱. یکی از اهداف تغییر کتاب شیمی پیش دانشگاهی، تغییر رویکرد از حالت دانشی به نگرشی است. یکی از ابزارهای رویکرد جدید، استفاده از جدول ها، نمودارها و تصویرهاست. این بخش کتاب جدید، نسبت به کتاب قدیمی شیمی پیش دانشگاهی، از این ابزار بیش تر استفاده کرده است.

۲. یکی از راه های تثبیت یادگیری استفاده از طرح پرسش های هدفمند است که در این بعد و با توجه به تغییر رویکرد توجه کم تری به آن شده است و کتاب فعلی نسبت به کتاب پیش، پرسش های کم تری دربر دارد. انتظار می رود که در چاپ بعدی در پایان هر فصل پرسش هایی هدفمند طرح شوند.

۳. حجم مطالب با زمان در نظر گرفته شده (۴ ساعت در هفته) چندان واقعی به نظر نمی رسد. نظرخواهی از دبیران نشان داده است که بیش تر آن ها تا هفته ی اول آذرماه، فصل ۱ و ۲ را همراه با گرفتن آزمون هایی به پایان رسانده اند. از آن جایی که مطالب نیم سال دوم از دید محتوا، نیاز به زمان بیش تری دارد، پیشنهاد می شود که ۶۰ درصد کتاب در نیم سال اول، و ۴۰ درصد دیگر آن در نیم سال دوم تدریس شود.

۴. با توجه به موقعیت استثنایی کشور ما ایران، از لحاظ دارا بودن منابع غنی فسیلی و اهمیت تعیین کننده ی این بخش در ابعاد مختلف، باید اهداف آموزش ما نیز در این راستا تنظیم شود. این حق فرزندان این کشور است که با مفاهیم آموزشی مربوط به این شاخه، آموزش های لازم را در دوره ی متوسطه دریافت کنند. در واقع، بیان مباحث آلی به صورت جسته و گریخته در واقع ظلمی آشکار به این شاخه ی مهم است.

۵. ارایه ی پیوست هایی مانند جدول لگاریتم، ثابت های یونش اسیدی و بازی و برخی از ثابت های ترمودینامیکی ضروری به نظر می رسد.

۶. نظرخواهی از دبیران نشان داده است که طرح بخشی به نام «هم چون دانشمندان» چندان مورد استقبال آن ها قرار نگرفته است. دبیران معتقدند که حجم مطالب در این بخش زیاد بوده، گستره ی کار چندان مشخص نیست.

۷. نظرخواهی از دانش آموزان پشت کنکوری و دانش آموزان پیش دانشگاهی نشان داده است که ضریب سختی این درس در مقایسه با دروس دیگر مانند ریاضی، فیزیک و زیست شناسی به مراتب کاهش یافته است. امید است که این امر، منجر به کاهش



اهمیت درس شیمی نزد دانش آموزان نشود.

### پیشگامان

۱. تربیت نیروی انسانی در قلمروی آموزش و هم چنین ایجاد یک مرکز علمی نظام برنامه ریزی درسی از ضرورت های جامعه به نظر می رسد.

۲. فعال کردن گروه های آموزشی و تغییر در جدول سازمانی مربوط به گروه های آموزشی یک ضرورت به نظر می رسد. کاری که در این همایش ارایه شده است نتیجه ی تلاش جمعی از معلمان علاقه مند به کارهای آموزشی و پژوهشی است. اگر گروه های آموزشی به صورت فعال و قانونمند با کتاب های درسی برخورد نمایند، کار برای برنامه ریزان درسی و مؤلفان محترم قطعاً آسان تر خواهد بود.

۳. آن چه معقول و منطقی به نظر می رسد تغییر تدریجی محتوای درسی نیست بلکه باید به فکر تغییر در برنامه ی درسی و هدف های آن باشیم.

۴. با توجه به تغییر رویکرد کتاب، نیاز است که فهرست منابع مرتبط با مفاهم هر فصل در پایان آن فصل آورده شود تا دانش آموز بتواند اطلاعات تکمیلی خود را از این منابع به دست آورد.

### تشکر و تشکر

گروه آموزشی ناحیه ی ۲ ساری، از همه ی عزیزانی که در هرچه بهتر برگزار کردن این همایش نقش داشتند سپاس گزاری می کند. بویژه سازمان آموزش و پرورش استان مازندران و آموزش و پرورش ناحیه ی ۲ ساری به خاطر پشتیبانی مالی، از مؤلفان محترم به خاطر قبول دعوت، از کمیته ی علمی همایش بویژه خانم ها: ماه منظر و دادی، فرشته الیاسی، معصومه مسکار، عالیبه نورایی، سکینه رشیدی و آقایان: سیدجواد حسینی، محمدعلی دامادی، ایرج موسوی، جمشید مفیدنخعی، به خاطر بررسی دقیق کتاب درسی کمال تشکر را دارد.

۱۱

۱. شیمی عمومی، حیات مؤلفان جلد ۱.

۲. الکتروشیمی مقدماتی، مرضی خلخالی.

۳. مجله ی رشد آموزش شیمی دوره ۱۶، شماره ۱، ۱۳۸۱.

۴. مجله ی رشد آموزش شیمی سال سیزدهم، شماره ۴، ۱۳۷۸.

۵. مجله ی رشد آموزش شیمی سال دوازدهم، شماره ۲، ۱۳۷۶.

۶. مجله ی رشد آموزش شیمی سال یازدهم، شماره ۴۵، زمستان ۷۶.

۷. مجله ی رشد آموزش شیمی، ویژه نامه ی دومین کنفرانس آموزش شیمی.



## برگ اشتراک مجله های رشد

### شرایط

۱- واریز مبلغ ۲۰/۰۰۰ ریال به ازای هر عنوان مجله درخواستی، به صورت علی الحساب به حساب شماره ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت شعبه سه راه آزمایش (سرخه حصار) کد ۳۹۵ در وجه شرکت افست.

۲- ارسال اصل رسید بانکی به همراه برگ تکمیل شده اشتراک.

• نام مجله:

• نام و نام خانوادگی:

• تاریخ تولد:

• میزان تحصیلات:

• تلفن:

• نشانی کامل پستی:

استان: ..... شهرستان: .....

خیابان: .....

.....

پلاک: ..... کدپستی: .....

• مبلغ واریز شده:

• شماره و تاریخ رسید بانکی:

امضا:

نشانی: تهران - صندوق پستی مشترکین ۱۶۵۹۵/۱۱۱

نشانی اینترنتی: [www.roshdmag.org](http://www.roshdmag.org)

پست الکترونیک: [Email:info@roshdmag.org](mailto:info@roshdmag.org)

☎ امور مشترکین: ۷۷۳۳۵۱۱۰ - ۷۷۳۳۶۶۵۶

☎ پیام گیر مجلات رشد: ۸۸۳۰۱۴۸۲ - ۸۸۸۳۹۲۳۲

یادآوری:

• هزینه برگشت مجله در صورت خوانا و کامل نبودن نشانی، بر عهده مشترک است.

• مبنای شروع اشتراک مجله از زمان وصول برگ اشتراک است.

• برای هر عنوان مجله برگ اشتراک جداگانه تکمیل و ارسال کنید (تصویر برگ اشتراک نیز مورد قبول است).







# جوان‌ترین دانشمند ایران



غلامعباس چهاردولی<sup>۱</sup>

مجید رضایی‌والا<sup>۲</sup>

دکتر محمدعلی زلفی گل در سال ۱۳۴۵ در روستای صالح‌آباد از توابع شهرستان آشتیان (استان مرکزی) به دنیا آمد. وی تحصیلات خود را تا دیپلم، در این شهرستان گذراند و سپس وارد دانشگاه تربیت معلم شد. پس از فارغ‌التحصیلی، تصمیم به ادامه‌ی تحصیل گرفت. به این ترتیب بود که در رشته‌ی شیمی دانشگاه بوعلی سینا پذیرفته شد و پس از یک سال تحصیل در دانشگاه بوعلی سینا به دانشگاه اراک منتقل شد. دوره‌ی کارشناسی را در دانشگاه اراک به پایان رساند و سپس با شرکت در آزمون کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی اصفهان، در گرایش شیمی آلی پذیرفته شد. او کار پایان‌نامه‌ی خود را با سرپرستی پروفسور ملک‌پور با چاپ پنج مقاله در مجله‌های بین‌المللی شیمی آلی در سال ۱۳۷۲ به انجام رساند و رتبه‌ی نخست نهمین همایش دانشجویان فوق‌لیسانس و دکترای داخل و خارج کشور را به خود اختصاص داد. سپس در همان سال در آزمون دکترای دانشگاه شیراز پذیرفته شد و کار پایان‌نامه در دوره‌ی دکترای را با مشاوره و راهنمایی دو تن از بزرگان شیمی آلی ایران پروفسور فیروزآبادی و پروفسور ایرانپور آغاز کرد.

دکتر زلفی گل، ضمن تدریس در آموزش و پرورش، کارهای مربوط به تحصیل خود را با موفقیت انجام می‌داد و در سال ۱۳۷۳ دانشجوی نمونه در دوره‌ی دکترای دانشگاه شیراز شناخته شد. در سال ۱۳۷۶ با چاپ ۹ مقاله در مجله‌های بین‌المللی شیمی آلی، از پایان‌نامه دکترای خود با نمره‌ی عالی دفاع کرد و در همان سال به عضویت هیأت علمی دانشگاه بوعلی سینای همدان درآمد. برخی از موفقیت‌هایی که او در خلال تدریس در دانشگاه بوعلی سینا کسب نموده است، عبارتند

از:

۱. پژوهشگر نمونه‌ی استان همدان در سال ۱۳۷۹.
۲. پژوهشگر نمونه‌ی دانشگاه در سال‌های ۱۳۷۹، ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲.
۳. کسب رتبه‌ی بهترین شیوه‌ی تدریس از نظر دانشجویان در سال ۱۳۷۹.
۴. کسب رتبه‌ی شیمی دان آلی برجسته کشور زیر ۴۰ سال و کسب جایزه‌ی مرحوم دکتر ارشیا آزاد که هر سه سال یک‌بار توسط انجمن شیمی و مهندسی شیمی ایران اهدا می‌شود.
۵. چاپ بیش از ۱۲۳ مقاله در بهترین مجله‌های شیمی آلی دنیا.
۶. کسب عنوان دانشمند از سوی انجمن بین‌المللی مجله‌های علمی دنیا (ISI) در سال ۲۰۰۳ میلادی.

مجله رشد آموزش شیمی نیز بر خود می‌بالد که یکی از علاقه‌مندان به آموزش شیمی و یکی از چهره‌های موفق شیمی کشور را به شما خوانندگان ارجمند معرفی می‌کند. برای ایشان تندرستی و موفقیت روز افزون آرزو می‌کنیم.



\* دانشجوی دوره دکتری شیمی آلی دانشگاه بوعلی سینا همدان و دبیر شیمی شهرستان اسدآباد.

\* دانشجوی دوره دکتری شیمی معدنی دانشگاه بوعلی سینا همدان.



نوشته‌ی بهنام شمس قهفرخی\*

# تجربه‌های یک معلم

همه‌ی علاقه‌ای که به حفظ الکترون‌هایش دارد، هنگامی که کمبود بور را نسبت به الکترون می‌بیند، او را در الکترون‌های خود سهیم می‌کند (اشاره به مولکول  $\text{BF}_3$ ).

□ هرچه اتم‌ها بزرگ‌تر می‌شوند (شعاع اتمی که بیش‌تر می‌شود)، از دارایی‌های خود (یعنی الکترون‌ها) راحت‌تر می‌گذرند. برخلاف انسان‌ها که هرچه مسن‌تر می‌شوند، به آن‌چه دارند، وابستگی بیش‌تر پیدا می‌کنند و بخشش کم‌تری از خود نشان می‌دهند.

□ آب با همه‌ی لطافت و نرمی که دارد، سرسخت‌ترین مواد به شمار می‌رود. اگر دستش به بلور نمک برسد، شبکه‌ی سخت آن را چنان درهم می‌شکند که با وجود همه‌ی آن نیروی جاذبه‌ی قوی که میان یون‌ها وجود دارد، هر یک به سویی می‌گریزند و به محاصره مولکول‌های آب درمی‌آیند؛ کاری که از هیچ پتک

هر یک از جمله‌هایی که در پی می‌آید، اشاره‌ای به یکی از عنوان‌های درسی شیمی است. اگر بتوان برای هر نکته، جمله‌ای مانند این نمونه‌ها فراهم کرد، مفاهیم درسی به شکلی ماندگارتر در ذهن دانش‌آموزان باقی می‌ماند و اثر چشم‌گیرتری بر آن‌ها و زندگی‌شان خواهد داشت.

□ جنس زغال و الماس هر دو از کربن است. این، به رفتار اتم‌های کربن بستگی دارد که به زغال تبدیل شوند یا الماس شوند. زمانی که می‌توان الماس بود، چرا زغال باشیم؟

□ فلوتور با اراده‌ترین عنصر است. او، حتی آرگون تنبل را به انجام واکنش وادار می‌کند (اشاره به مولکول  $\text{ArF}_4$  و  $\text{ArF}_6$ ).

□ فلوتور، در دوستی سنگ‌تمام می‌گذارد. اگر با عنصری دست رفاقت بدهد، هیچ چیز نمی‌تواند او را از رفیقش جدا کند. او با

یا چکشی بر نمی آید .

□ همیشه نباید برای رسیدن به کمال ، چیزی را به دست آورد .  
گاه گذشتن از چیزهایی که داریم ، راه کمال را پیش روی ما می گشاید . درست مانند سدیم که تا از آخرین الکترون لایه ی ظرفیتش نگذرد به آرایش الکترونی کامل دست نمی یابد .

□ هرچه اندازه ی مولکول در هیدروکربن ها بیش تر می شود بهتر و قوی تر یک دیگر را جذب می کنند و به هم نزدیک تر می شوند .  
اما چرا برخی از انسان ها هر چه بزرگ تر می شوند ، بیش تر از هم فاصله می گیرند ؟

□ چه صبری دارد این آب ! دیر جوش می آورد و زیر فشار دیرتر از کوره در می رود .

□ اکسیژن رفیق نابابی است . هم نشینی با او سرانجامی جز خاکستر و دود شدن در هوا ندارد .

□ بیچاره منیزیم وقتی به اکسیژن می رسد ، چشمانش چه برقی می زند ! بی آن که بداند اکسیژن چه خوابی برایش دیده است ، با شوق به استقبال دشمن جاننش می رود . ( سوختن منیزیم در هوا )  
□ هنگامی که مواد وارد جمع می شوند ( مخلوط تشکیل می دهند ) ، اصالت خود را حفظ می کنند . برخلاف برخی از آدم ها که با ورود به هر محیط تازه ، به رنگ جمع درمی آیند .

□ گرمای تشکیل ترکیب ها منفی است . یعنی عنصرها « باهم بودن » را بیش تر دوست دارند . پس چرا برخی از ما بر طبل جدایی می کوبیم ؟

□ عشق را باید از سدیم آموخت که وقتی به آب می رسد از شوق رسیدن به دوست ، ذوب می شود و همه ی هستی را فدای یار می کند ، چنان که دیگر اثری از او بر جای نمی ماند . تنها یک قطره فنول فتالین کافی است تا خونی را که نثار کرده است ، نشان دهد .  
□ زباله را ببینید ، حتی زباله هم به کار می آید . برای همین نام « طلای کثیف » به آن داده اند . چه قدر بد است که از ما کاری بر نیاید .

□ اگر به واکنشی که در حال تعادل است ، تغییری تحمیل شود ، واکنش با این تغییر مبارزه می کند تا اثر آن را تا جای ممکن تعدیل کند . افسوس که برخی افراد خیلی زود تسلیم محیط اطراف خود می شویم .

□ طلا و پلاتین فلزهایی ثابت قدم هستند . چون در برابر شرایط نامناسبی که وجودشان را به خطر می اندازد ، پایداری نشان می دهند و تلاش می کنند که اصالت خود را هم چنان حفظ کنند .

□ پیوند I-I از پیوندهای Br-Br و Cl-Cl سست تر است . جای

تأسف است که مولکول های دو اتمی این هالوژن ها ، هر چه بزرگ تر می شوند ، ارتباطشان ضعیف تر و پیوندشان سست تر می شود .

□ می دانید چرا پیوند F-F با این که از Cl-Cl کوتاه تر است ، سست تر است ؟ اتم های فلوئور در دوستی با یک دیگر حدی را رعایت نمی کنند . خودمانی شدن زیاد هم می تواند مشکل ساز باشد .

□ برخی عنصرها مانند لیتیم و بریلیم ، که کوچک ترین عضو خانواده ی خود هستند ، گویی تافته ی جدا بافته اند ! آن ها در برابر قوانین خانوادگی خود نافرمانی نشان می دهند . شگفت آور است که افراد دیگر خانواده هم در برابر سرپیچی آن ها سکوت کرده اند .

□ کنترل خانواده ی پرجمعیت کار دشواری است . اتم کربن ، خانواده ی کم جمعیت خود را خوب اداره می کند و هوای الکترون هایش را دارد . اما سرب که هم گره با کربن است ، در برابر برخی عنصرهای سودجو ، از نگاه داری الکترون هایش ناتوان است و دو یا چهار الکترون از دست می دهد .

□ سوختن آلکان ها ، فرایندی برگشت ناپذیر است . راستی چرا این ترکیب ها بدون توجه به سرانجامی که در انتظارشان است ، به سرعت و بدون هیچ پایداری ، گام در راه نابود کردن خود می گذارند ؟

□ هنگامی که الکترون ها سوار اتوبوس زیرلایه می شوند ، نخست هر یک از آن ها یک صندلی دوتایی را برای نشستن انتخاب می کنند . الکترون هایی که دیرتر می رسند ، اگر صندلی دوتایی خالی پیدا نکنند ، کنار الکترون های نشسته می نشینند . ما هم همین کار را می کنیم ، مگر نه ؟

□ در رسم ساختار لوویس ، پدر خانواده ( اتم مرکزی در مولکول ) نخست الکترون ها را میان فرزندان خانواده ( مولکول ) تقسیم می کند . هنگامی که پدر با کمبود الکترون روبه رو می شود ، فرزندان پدر را در الکترون های خود شریک می کنند .

□ آب ، واقعاً ماده ای شگفت انگیز است . اگر آب نبود هیچ بنده ی پشیمانی بر گذشته ی بد خود نمی گریست ، مروارید اشک بر گونه ی هیچ بنده ی سحرخیزی نمی غلتید ، بر پیشانی هیچ گناهکاری عرق شرم نمی نشست ، هنگامی که پس از سال ها دوری ، به عزیزی می رسیدیم ، نمی توانستیم اشک شوق بریزیم و اگر کار نادرستی از ما سر می زد نمی دانستیم از خجالت ، چه بشویم ...



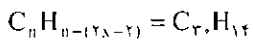
\* دبیر شیمی فرخ شهر



# بد نیست بدانید که...

نوشته‌ی، رقیبه قاسمیان<sup>۱</sup>

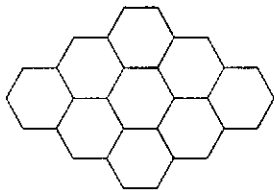
را در نظر می‌گیریم:



$$\left. \begin{aligned} n - (2x - 2) &= 13 \\ n &= 30 \end{aligned} \right\} \Rightarrow 30 - (2x - 2) = 13$$

تعداد حلقه‌ها  $x = 9$

و می‌توان این ساختار را به ترکیب یادشده نسبت داد:



۳- هنگامی که تعداد هیدروژن و حلقه‌ها معلوم است می‌توان

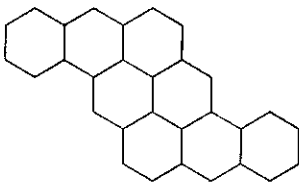
تعداد کربن و ساختار ترکیب را تعیین کرد. برای نمونه:

$$16 = \text{تعداد هیدروژن}$$

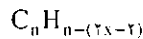
$$x = 8 = \text{تعداد حلقه‌ها}$$

$$n - [(2 \times 8) - 2] = 16 \Rightarrow n = 30$$

و ساختار ترکیب چنین است:



برای ترکیب‌های آروماتیک چند حلقه‌ای جوش خورده می‌توان از یک فرمول استفاده کرد. تجربه نشان می‌دهد که ترکیب‌های آروماتیک، چندحلقه‌ای جوش خورده از چنین فرمولی پیروی می‌کنند:



در این فرمول، داریم:

n = تعداد کربن‌ها

x = تعداد حلقه‌ها

n - (2x - 2) = تعداد هیدروژن‌ها

اکنون کارایی این فرمول را با آوردن چند نمونه بررسی می‌کنیم:

۱- فرض کنیم می‌دانیم یک ترکیب آروماتیک چندحلقه‌ای،

شامل ۲۳ اتم کربن و ۶ حلقه‌ی جوش خورده است:

$$x = 6 \text{ و } n = 23$$

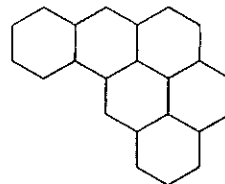
برای به دست آوردن تعداد هیدروژن‌ها از فرمول یادشده

استفاده می‌کنیم:

$$C_{23} H_{23 - [(2 \times 6) - 2]} \Rightarrow \text{تعداد H} = 13$$

و فرمول مولکولی  $C_{23} H_{13}$  برای این ترکیب به دست می‌آید

که با ساختار زیر هماهنگی دارد.



۲- به کمک این فرمول می‌توان با داشتن فرمول مولکولی

(تعداد H و C)، تعداد حلقه و ساختار ترکیب چندحلقه‌ای

جوش خورده را تعیین کرد. برای نمونه، ترکیبی به فرمول  $C_{30} H_{14}$



\* دبیر شیمی فسا

# نتیجه‌ی مسابقه‌های مجله

بهترین برگردان - مجله‌ی شماره‌ی ۶۲  
در پاسخ به این مسابقه، نامه‌های این عزیزان دریافت شده است:

خانم‌ها؛ فرزانه امیریان از فارسان، مینا خسروی از کرج، اکرم صباغ و حکیمه رضایی اقدم از تبریز، طوبی زارع از مرزن‌آباد، ماندانا محمد سلطانی از ایزد، ربابه کفاش از گرگان، حوا غفاری از نور مازندران، سیده مینو همتی پاک از رشت، گلی آیین پژوه از مشهد، محبوبه عابدی از فسا، زهرا سیروسی از بیرجند، تهمنه نوبخت از شهرکرد و اقدس حاجی‌خانی.

آقایان: انور محمدی از سقز، محمدرضا مهدوی پور از نیشابور، صادق مقدم از جوققان، طیب بشارتی از قم، احسان صالحی از زنجان، ابوالقاسم حکمت از تهران، اصغر نیک طبع از بافت، عبدالرضا رضوی از اصفهان، رضا تیربندی از آستانه‌ی اشرفیه، اسماعیل محمودی از خوی.

پس از بررسی نامه‌های شرکت‌کنندگان گرامی این مسابقه، هیچ‌یک از برگردان‌ها را به عنوان گویا و شیواترین برگردان‌ها شناخته نشد.

ضمن قدردانی از همه‌ی این عزیزان، به منظور برطرف شدن پاره‌ای از کج‌فهمی‌ها در زمینه‌ی درک مفهوم اصلی این متن، برگردان آن از نظر گرامی تان می‌گذرد:

آموزش علوم با کیفیت بالا

(منظور از) آموزش علوم با کیفیت بالا چیست؟

آموزش علوم با کیفیت بالا، آموزشی است که:

○ دانش‌آموزان را در یادگیری تجربی، اکتشافی و دست‌ورزی درگیر می‌کند.

○ آن را به دیگر رشته‌های علمی مرتبط می‌سازد.

○ به جای یادگیری طوطی‌وار، از راه به کارگیری مفاهیم پیش می‌رود.

○ استانداردهای بالایی را مدنظر قرار می‌دهد که از اهمیت علمی و انسانی شایسته‌ای برخوردار است.

○ برای مقاصد آموزشی و گسترش ارتباطات، از فناوری‌ها به طور مؤثری استفاده می‌کند.

○ به جای آن‌که ارزشیابی را نقطه‌ی پایان تدریس بداند، آن را به عنوان وسیله‌ای برای تدریس و تشخیص به کار می‌برد.

○ از ابزارها و شاخص‌های گوناگونی برای ارزشیابی استفاده کند.

○ برای همه‌ی دانش‌آموزان به طور یکسان قابل دسترسی باشد.

○ از جایگاه معنوی معلم پشتیبانی کند.

چرا ما به آن نیاز داریم؟

○ اقتصاد ما وابسته به آن است.

○ پیرامون ما را علم و فناوری فرا گرفته است.

○ به علت رقابت جهانی.

چگونه می‌توان به آن دست یافت؟

○ برقرار کردن ارتباط، سنگ بنای آن است

○ با گسترش مؤثر مهارت‌های حرفه‌ای

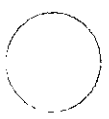
○ با همکاری کردن در همه‌ی ابعاد

○ با بهسازی‌های ژرف درون نظامی

بهترین برگردان - مجله‌ی شماره‌ی ۶۴

نام عزیزانی که در این مسابقه شرکت کرده‌اند، به این قرار است:





می‌گیرد.

کار آزمایشگاه یک فعالیت بین رشته‌ای است. به این معنی که مهارت‌های خواندن، نوشتن، به کارگیری ریاضیات در مسایل واقعی، اندازه‌گیری، ابداع، قیاس، استنتاج، فرضیه‌سازی و مدل‌سازی ریاضی، فیزیکی و نظری را در دانش‌آموزان تقویت می‌کند.

کار آزمایشگاه دست‌دانش‌آموزان را ورزیده می‌کند و شکیبایی، اعتماد به نفس و روحیه‌ی کار گروهی را در آن‌ها بالا می‌برد. هم‌چنین رابطه‌ی دانش‌آموزان با یکدیگر و معلم را بهتر و مؤثرتر می‌سازد.

یک آزمایشگاه کارآمد و موفق، آزمایشگاهی فعال و پرجنب و جوش است. هرچند که کار آزمایشگاهی وقت زیادی از دانش‌آموزان می‌گیرد و فشار ذهنی و عاطفی و جسمی بر معلمان وارد می‌کند، اما اگر بخواهیم روح علم به نسل‌نو انتقال بیابد و زمینه‌ی یادگیری مستقل برای آن‌ها ایجاد شود، ناگزیر به کار آزمایشگاهی هستیم.

این درسی است که روش آزمایشگاهی به ما می‌آموزد و هر آموزشی نیاز دارد آن را فراگیرد: «آزمایشگاه، شرایط و موقعیتی را به وجود می‌آورد که طی آن معلوم می‌شود آموزش‌های نظری و محفوظات زیاد در مقام عمل و تولید، حرف زیادی برای گفتن ندارند.»

### بهترین برگردان - مجله‌ی شماره‌ی ۶۵

دفتر مجله، برگردان‌های این عزیزان را دریافت کرده است: خانم‌ها؛ فائزه سلمانی از کاشان، فاطمه احمدی از شهرکرد، عفت گرامی از کرمانشاه، نیلوفر قنبر حیدری از ملایر، لیلا غلامرضایی از اراک، منور اسدی و ام‌البنین بهرامی خوشکار از کرمان، مهرانگیز مؤمنی و رویا اصفهانیان از اصفهان، ناهید صابران از نیریز، سکینه صالحی از اندیمشک، زری خیرآبادی از سبزوار، بتول آشتاب و آیدا وظیفه‌آرا از تبریز، سیده خدیجه کاظمی از بیرجند، سیمین غلامی‌زاده از کرج، مینو محمدصادق و نفیسه محمدی و معصومه کاویانی از تهران و دانش‌آموزان دبیرستان حجاب: سحر دادجو، خانم صباغیان و اکبری، سمیرا سپهری‌راد، الهه میرمعصومی، محیا مهدوی، مرجان رضا و پریسا حسینی فر.

آقایان؛ محمد یوسف خزایی از کرمانشاه، سیدعبدا... موسوی‌پور از قم، هدایت‌ا... فرح‌بخش و محمد باقری باغبادرائی از اصفهان، محمد قسوری جهرمی از شیراز، شکرآ... شمس از اراک، جواد زینی‌وند از ایلام، ابراهیم عبدالهی از الیگودرز، جمشید فرزانه از تبریز، مجید عبدالهی از تهران، انور محمدی از سقز، هادی محمدی مدرس از کرمان.

خانم‌ها؛ رقیه عزیززاده اقدم و رویا حیدرزادگان از چالدران، خاتون بهزادی از فیروزآباد فارس، معصومه بوداقتی از ماکو، سیده مینو همتی پاک از رشت، آرزیتا کاوسی از امیدیه، ماندانا محمدسلطانی بابادی از ایذه، معصومه فارس از عجب شیر، مریم حسنی و هاله مظهری و سیده خیاط پورنجیب از تهران، سهیلا رونق از یزد، فرشته احمدی درمیان و زهرا سیروسی از بیرجند، سیمین سادات هاشمی پورزواره از زواره، اکرم صباغ و نیرجباری از تبریز، کبری رضاپور از زاهدان، نهمینه نوبخت از شهرکرد، سمانه تازیکه از گرگان، سوسن تقی‌زاده بروجنی از بروجن، منیر لهراسبی از نوشهر، فاطمه داوودی از زنجان و علویه عارف دهقان از سلماس.

آقایان؛ اسماعیل محمودی از خوی، طیب بشارتی از قم، وحید پورحقیقی از جهرم، حسین ربیعی از بروجن، محمدرضا مهدوی‌پور از نیشابور، فرشاد شیدایی از کرمانشاه، مسعود زرینی از بروجرد، محمد شیرزاده از آذربایجان غربی، امیر فیروززاد از تبریز و دانش‌آموزان دبیرستان پویای دانش: علیرضا صمدی، امین تهم، علی مددی، تورج شقاقی و حامد یوسف آبادی از تبریز.

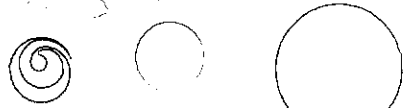
با سپاس فراوان از توجه و ابراز علاقه‌مندی همه‌ی شرکت‌کنندگان، اگرچه که همه‌ی این عزیزان به گونه‌ای به مفهوم اصلی متن مورد نظر اشاره داشته‌اند، اما متن ارائه شده توسط آقای طیب بشارتی بهترین برگردان معرفی شده است و به رسم یادبود یک ربع سکه بهار آزادی نیز تقدیم حضور ایشان خواهد شد و اینک برگردان این شماره به قلم برنده‌ی آن از نظرتان می‌گذرد:

### آزمایشگاه

«کار آزمایشگاه امری ضروری در آموزش است. برای یک معلم، آزمایشگاه ابزاری عالی برای آموزش است. آزمایشگاه نگرشی آگاهانه نسبت به علم اصیل و ناب ایجاد می‌کند و یک فعالیت ذهنی تمام عیار است. زیرا کار آزمایشگاهی نیازمند توجه دقیق به برنامه‌ریزی، اجرا، مشاهده و سرانجام تفسیر و نظریه‌پردازی است.

بیش‌تر دانش‌آموزان از کار در آزمایشگاه لذت می‌برند. آزمایشگاه، آموخته‌های نظری و ذهنی را با فعالیت‌هایی که جنبه‌ی عملی و عینی و تجربی دارند، ترکیب می‌کند و هم‌زمان با این کار، روش‌های آموزشی جدید جای روش سخنرانی را

دوره‌ی نوزدهم شماره‌ی ۱۳۸۲



با آرزوی موفقیت روزافزون برای همه‌ی نام بردگان، آقای هدایت... فرح بخش به عنوان برنده‌ی یک ربع سکه بهار آزادی، جهت بهترین برگردان ارایه شده برای این مسابقه معرفی می‌شوند و متن تهیه شده توسط ایشان از نظرتان می‌گذرد:

«هرگز به مطالعه به عنوان وظیفه منگرید بلکه به آن به عنوان فرصتی دلچسب برای درک تأثیر نجات بخش زیبایی در قلمرو روح، به خاطر لذت خود و به خاطر جامعه‌ای که اثر کار شما در آینده به آن تعلق دارد، بنگرید.»

#### بهترین برگردان - مجله شماره‌ی ۶۶

نام شرکت کنندگان گرامی این مسابقه به این قرار است:

خانم‌ها؛ لیلا غلامی از بروجن، ساره رزاززاده از کازرون، زهرا سیروسی و سیده خدیجه کاظمی از بیرجند، راضیه اربابی از گنبد کاووس، ملیحه سیامکی و سمیه حاجی اسماعیلی و فاطمه حشمی و پگاه سرمدی از اصفهان، زهره قصابیان از ساری، مهرانگیز مؤمنی از میمه، ام‌البنین بهرامی خوشکار از کرمان، شراره معصومی از شهریار، محبوبه ربیعی از اراک، مژگان مهدویان و منیره مقدسی از کرج، شیرین توشه از شهرری، مهرناز اصفهانی و طاهره نوروزی از قزوین، گلدآفرین غیاث‌آرانی از آران و بیدگل، زهرا امینی از زنجان، اعظم فرخی پور از بهبهان، زهره مجاور نجف از مرند، مهناز بینایی حقیقی از شیراز، الهام السادات تابعی و فرحناز شفیعی از استهبان، فریبا طیب‌نما و طاهره زنجانیان و معصومه کاویانی از تهران و دانش‌آموزان دبیرستان پویندگان شیمی: محدثه بهرامی، مانده میرزا رضانی تفرشی، زهرا شبستری زاده، انسیه اکبری و خانم ریخته‌گری از تهران.

آقایان؛ ابراهیم ابراهیمی از اراک، پوریانیک نام از بروجرد، انور محمدی از سقز، مجید عبدالهی از تهران، سیدرضا هاشمی از آمل، کامران قشقایی از اهواز، محسن محسنی از بهبهان، محمود فرهنگ‌زاده از شیراز، آروین اسدنژاد از سنندج، سید علی طباطبایی و محمد باقری باغبادراتی از اصفهان، سعید عباسی از ساری، مهاجر قرآنی از گنبد کاووس، داود عباسپور از آذرشهر و محمد رنج دوست.

از میان این عزیزان، متن تهیه شده توسط آقای کامران قشقایی بهترین برگردان شناخته شد و به دلیل وجود پاره‌ای اشکال‌های جزئی، ایشان برنده‌ی سه جلد کتاب از کتاب‌های تازه منتشر شده در زمینه‌ی شیمی معرفی می‌شوند که به نشانی ایشان ارسال خواهد شد. در پایان، برگردان ارایه شده توسط ایشان از نظرتان می‌گذرد:

«بسیاری از فرایندهای شیمیایی و آزمایشگاهی، از واکنشگرهایی استفاده می‌کنند که می‌توانند برای سلامت انسان و محیط مضر باشند مگر این که به درستی حمل یا انبار شوند.

اگر یک فرایند شیمیایی از مواد خطرناک استفاده کند، برای مثال موادی که بسیار سمی هستند و اگر استنشاق شوند به بافت ریه آسیب می‌رسانند، بر اثر تماس به پوست آسیب می‌رسانند یا موادی که منفجره هستند، همیشه این خطر وجود دارد که رویدادهایی اتفاق بیفتند و کارگران و دیگران را در معرض این مواد خطرناک قرار بدهد یا آن‌ها را در محیط آزاد نماید. بنابراین، اصول شیمی سبز تصریح می‌کند که شیمی دان‌ها باید تحقیق کنند که آیا با استفاده از واکنشگرهای ایمن‌تر برای تولید همان فرآورده‌ها، امکان کاستن خطر وجود دارد یا خیر. بسیاری از شرکت‌های شیمیایی در انجام این امر موفقیت‌هایی کسب کرده‌اند و شرکت‌های دیگر برای کاستن این خطرها، با دقت بیش‌تری فرایندهای خود را زیر نظر دارند. این کار، بویژه برای فرایندهای صنعتی که مقادیر زیادی مواد شیمیایی مورد استفاده قرار می‌گیرد، اهمیت دارد. با این حال، حتی در یک مقیاس کوچک‌تر، جایگزین‌های ایمن‌تر ممکن است پیدا شود که در تحقیقات و آزمایشگاه‌های دانشجویی مورد استفاده قرار بگیرد.»

#### بهترین برگردان - مجله‌ی شماره‌ی ۶۸

در پاسخ به این مسابقه، نامه‌های این عزیزان دریافت شده است:

خانم‌ها؛ سهیلا کارشناس و لادن مجیدزاده و اعظم کریمی از تهران، سیده مولود موسوی و سیما کارگر و راحله جلالی کشاورز و مرضیه اردلانی و میترا کرمی از کرج، فائزه حسینی از فارس، پیمان‌ه بایرامی راد از اردبیل، ملیحه سیامکی از اصفهان، فرشته مختارپور از تبریز، اعظم آفنداک از بوشهر، لیلا توانایی از خرم‌آباد، سودابه هاشمی از مشهد، رضوان رضوانیان از ملایر و صدیقه هوشمند از بهبهان.

آقایان؛ عبدالحسین کارکن از شهرری، مرتضی کچویان از تهران، مهدی متولی از کاشان، سروش فلک‌رو از لاهیجان، خدارحم فاضلی از ایلام و هادی محمدی مدرس از کرمان.

ضمن قدردانی از همه‌ی شرکت کنندگان، به آگاهی می‌رساند که هیچ‌یک از برگردان‌ها به عنوان برنده‌ی این مسابقه مناسب شناخته نشد.

# فراخوان همکاری

مجله‌ی رشد آموزش شیمی نشریه‌ی دفتر انتشارات کمک آموزشی به منظور پیشبرد هدف‌های نظام آموزشی کشور، اعتلای دانش دبیران، دانشجویان دانشگاه‌ها، مراکز تربیت معلم و علاقه‌مندان به دانش شیمی منتشر می‌شود. کلیه‌ی علاقه‌مندانی که می‌خواهند با این نشریه همکاری داشته باشند و ما را از دیدگاه‌های سازنده‌ی خود بهره‌مند سازند می‌توانند در زمینه‌های گوناگونی چون:

آموزش شیمی (تازه‌ترین دگرگونی‌های آموزش شیمی در جهان و نقد و بررسی: مشکلات آموزش شیمی در کشور، کتاب‌های درسی، کمک‌درسی و کمک‌آموزشی دوره متوسطه، نظام ارزشیابی و سنجش، شیوه‌ی اجرا و محتوای دوره‌های آموزشی دبیران شیمی و...) معرفی صنایع شیمیایی، تاریخ شیمی و آرایه‌ی تازه‌ترین دستاوردهای علمی، آموزشی و فناوری در قلمرو شیمی برای ما مقاله بفرستند.

لطفاً در انتخاب و نگارش مقاله‌های خود به نکته‌های زیر توجه فرمایید:

۱- علاقه‌مندان به ترجمه‌ی مقاله لازم است پیش از ترجمه، یک رونوشت از اصل مقاله را به دفتر مجله بفرستند تا پس از دریافت فرم پذیرش مقاله، اقدام به ترجمه نمایند.

۲- عنوان مقاله بالای صفحه (۱) سمت راست و نام، نام خانوادگی، نشانی کامل و شماره‌ی تلفن نویسنده به همراه تاریخ در گوشه‌ی سمت چپ همان صفحه نوشته شود.

۳- نگارش مقاله روان، ساده و گویا باشد.

۴- تایپ‌شده‌ی متن مقاله از ۴ صفحه A۴ بیشتر نباشد. در صورت دستنویس بودن، متن مقاله از ۸ صفحه A۴ تجاوز نکند و با خط خوانا نوشته شود.

۵- چکیده‌ی مقاله حداکثر در ۳۰۰ کلمه و بر روی برگه‌ای جداگانه نوشته شود.

۶- دست‌کم، سه تا پنج واژه کلیدی متن مقاله در پایان چکیده و در برابر عنوان «کلیدواژه‌ها:» نوشته شود.

۷- جدول، نمودارها و شکل‌ها بر روی کاغذهای جداگانه کشیده شود.

۸- منابع مورد استفاده در ترجمه یا تألیف مقاله‌ها، به شیوه‌ی نمونه‌های آرایه‌شده در مجله، در انتهای مقاله نوشته شود.

۹- نسخه‌ی اصلی مقاله را به همراه دو رونوشت به دفتر مجله بفرستید.

۱۰- مقاله‌های فرستاده‌شده در پی بررسی و در صورت پذیرش، پس از ویرایش به چاپ خواهند رسید.

۱۱- مجله‌ی رشد آموزش شیمی در ویرایش و اصلاح متن مقاله‌ها آزاد است.

۱۲- مجله‌ی رشد آموزش شیمی از بازپس دادن مقاله‌هایی که به دلایلی به چاپ نمی‌رسند، معذور است.

۱۳- نسخه‌ی اصلی مقاله‌های چاپ‌شده تا یک سال پس از انتشار مجله در آرشیو نگهداری خواهد شد.

۱۴- نویسندگان مقاله‌ها، پاسخ‌گوی مستقیم نوشته‌های خود هستند..

نشانی مجله: تهران- صندوق پستی ۶۵۸۵-۱۵۸۷۵

دفتر مجله‌ی رشد آموزش شیمی

- تلفن سردبیر: ۰۹-۸۸۸۳۱۱۶۰ داخلی ۲۹۳



# جشنواره کتاب های آموزشی رشد

راهی به سوی:

وزارت آموزش پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی  
دفتر انتشارات گنج آموزشی

- استانداردسازی کتاب های آموزشی
- معرفی و تقدیر از کتاب های آموزشی برتر
- آسیب شناسی تولید کتاب های آموزشی



فراخوان معلمان و مدیران آموزشی  
برای پاسخ به دو سؤال:

۱

وضع کنونی انتشار کتاب های آموزشی  
در کشور چگونه است؟

۲

نقش وزارت آموزش و پرورش در  
فرآیند انتشار کتاب های آموزشی  
چه می تواند باشد؟

■ مشخصات کامل و عکس خود را به همراه پاسخ برای درج در فصل نامه « جوانه »  
به آدرس : تهران - صندوق پستی ۳۳۳۱ / ۱۵۸۷۵ ارسال نمایید.



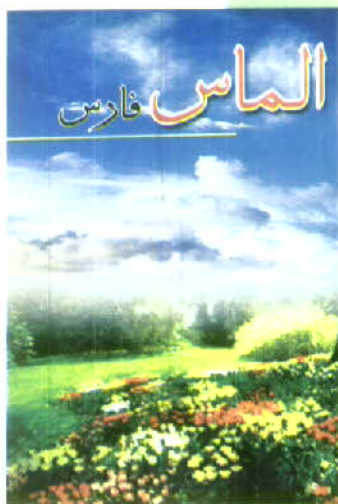
دفتر انتشارات کمک آموزشی

دبیرخانه سامان بخشی کتاب های آموزشی ، تلفن : ۸۸۳۰۶۰۷۱ ، شماره : ۸۲۰۱۴۷۸

[www.samanketab.com](http://www.samanketab.com)



کتاب کار شیمی پیش‌دانشگاهی (۲)، که زمستان ۸۳ راهی بازار کتاب شده، حاصل کار آقایان محمدامین نظامی، کامبیز فراهانی و بهروز مصیبیان است که انواع پرسش‌های مربوط به بخش سوم و چهارم کتاب شیمی پیش‌دانشگاهی را در همه‌ی سطوح یادگیری در بر می‌گیرد و زمینه را برای درک عمیق مفاهیم علمی موجود در کتاب درسی هموار می‌سازد. این کتاب توسط انتشارات قائم‌مقام فراهانی، با شمارگان ۲۲۰۰ عدد و با قیمت ۱۵۰۰ تومان به چاپ رسیده است.



#### معرفی یک نشریه

«الماس فارس» نام نشریه‌ای است که از سال ۱۳۸۲، انجمن علمی و آموزشی معلمان شیمی استان فارس اقدام به انتشار آن کرده است. در جدیدترین شماره‌ی این نشریه می‌خوانیم:

- \* داستان کتاب‌های جدیدالتالیف
- \* ویتامین ۸ و نقش آن در بینایی
- \* نانو تکنولوژی چیست؟
- \* باتری‌های اتمی یا عمر ۵۰ ساله
- \* نکاتی در مورد عوامل موثر بر تعادل
- \* داستان من و هیدروژن
- \* طراحی یک آزمایش جهت تعیین انرژی الکترون‌ها
- \* خوردگی الکتروشیمیایی و عوامل موثر بر آن
- \* کیسه‌های هوا
- \* پرسش‌های آزمون مرحله‌ی نخست پانزدهمین المپیاد کشور
- \* پاسخ پرسش‌های آزمون مرحله‌ی نخست پانزدهمین المپیاد کشور
- \* پلاستیک‌های مغناطیس
- \* چند خبر
- \* نامه‌ی آبراهام لینکلن به آموزگار فرزندش.

برای تهیه این نشریه می‌توانید با نشانی

شیراز، بلوار مدرس، کوی آزادگان مرکز توسعه‌ی حرفه‌ای فرهنگیان فارس، انجمن شیمی استان فارس مکاتبه فرمایید.