

۶۹

# آموزشی

رشد

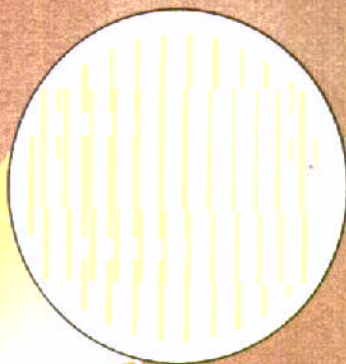
www.roshdmag.org

ISSN 1606-9145

دوره هفدهم ۱۳۸۲، شماره ۴، بها ۲۰۰ تومان



دفتر انتشارات کنگه آموزشی



شیمی و دنیای شگفت انگیز LC ها  
شبیه سازی تعادل دینامیک  
نمایش بزرگی عدد آووگادرو  
سلاح های شیمیایی در یک نگاه

*There are at least five qualities that a chemistry teacher will need as we look to the future and the challenges associated with providing a chemical education for all. These include curiosity, competence, commitment, creativity and compassion. The first four are more familiar to us than the last, yet the newly emerging sense of compassion, the humanization of science, is very important. It is this quality that brings science into harmony with the society and the culture that it impacts daily and in a very personal way. Curiosity is the spirit of inquiry, the asking of question, the desire to know. Competence is the know-how, understanding of chemistry and the ability to teach it with enthusiasm and to bring the latest research results into the classroom in an effective way. Creativity is a special capacity within each of us in varying degrees. It involves insight, intuition, the ability to make intellectual leaps, to see spatial relationships, to transfer knowledge to new situations, to think new thoughts, to develop ideas and to design and produce new instructional materials, whether scientifically or artistically based. Commitment means a sensing of the values in chemistry as a discipline and in the worth of a life spent working with young people. To feel pride, satisfaction, dedication and achievement and to exude enthusiasm. Compassion is concerned with feelings, with concern for the individual and with the interface between science and social responsibility.*



پیش‌نوشتار: آخرین دوره یا نخستین آن ۲/۱۴

# آموزش شیمی

مجله رشد آموزش شیمی  
۱۳۸۲، سال هفدهم، شماره ۲  
شماره‌ی مسلسل ۶۹  
Chemistry Education Magazine  
2004, Vol.17, No.4  
ISSN 1606-9145  
بها ۲۰۰ تومان



وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی  
دفتر انتشارات کمک آموزشی

- ♦ مدیر مسؤول: علیرضا حاجیان‌زاده
- ♦ سردبیر: نعمت‌الله ارشدی
- ♦ مدیر داخلی: مهدیه سالارکیا
- ♦ طراح گرافیک: آوازه بدیع
- ♦ مدیر هنری: مهدی کریمخانی
- ♦ شورای نویسندگان:
- مجتبی یافر زاده
- احمد خرم آبادی زاد
- حسین رحمانی
- ناصر سیدمتین
- محمدرضایافتیان
- ♦ ویراستار ادبی:
- مهدیه سالارکیا

♦ نشانی دفتر مجله:  
تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۶۵۸۵  
تلفن: ۹-۸۸۳۱۱۶۱ داخلی ۲۹۳  
تلفن امور مشترکین: ۷۳۳۳۵۱۰ و ۷۳۳۶۶۵۶  
چاپ: شرکت افست (سهامی عام)  
تیراژ: ۱۰۰۰۰  
آدرس: تهران ص. پ ۱۵۸۷۵-۳۳۳۱  
info@roshdmag.org

**شیمی در بستر تاریخ:** آشنایی با کاشف خستگی ناپذیر فلئوئور/۲  
- آشنایی با دو تریوم/۶

**آموزش با آزمایش:** تهیه و بررسی ویژگی‌های یک بسپار دارای پیوندهای عرضی/۷- آزمایشی ساده برای تعیین صفر مطلق/۹- نمونه‌ی یک فعالیت آزمایشگاهی/۱۲

**آموزش شیمی در جهان امروز:** مدلی برای تدریس عوامل مؤثر بر وضعیت تعادل/۱۴- شبیه‌سازی تعادل دینامیک/۱۹- اجرای یک کارگاه کلاسی برای درک قانون اول ترمودینامیک/۲۱- نمایش بزرگی عدد آووگادرو/۲۴

**شیمی از نگاهی ژرف:** ظرفیت گرمایی، دمای بدن و کاهش آن/۲۸- شیمی و دنیای شگفت‌انگیز LC/ها/۳۰- شیمی دان‌ها به یاری زیست‌شناس‌ها می‌شنابند/۳۵- تقلید از طبیعت/۳۹- شیمی انعقادخون/۴۱- سلاح‌های شیمیایی در یک نگاه/۴۵

**شیمی، صنعت و زندگی:** شیمی هسته‌ای و اندازه‌گیری عمر زمین/۴۷- گاز رادون و انباشتگی مرگبار آن/۴۸- نمایش ارتباط میان شیمی عمومی و زندگی برای دانش‌آموزان/۵۰- زیست‌پیل‌های سوختی/۵۴- تهیه‌ی الماس‌های بزرگ‌تر با سرعت بیشتر/۵۵- آتروژل‌های سیلیکون/۵۶- رادیوکال‌ها در زیست‌شناسی، پزشکی و صنعت/۵۷

**شیمی در رسانه‌ها:** تازه‌های شیمی/۵۸- ازما، تازه‌چه‌خبر؟/۶۱- معرفی یک نشریه/۶۳

♦ دفتر انتشارات کمک آموزشی: این مجله‌ها را نیز منتشر می‌کند:

رشد کودک (ویژه‌ی پیش‌دبستان و دانش‌آموزان کلاس اول دبستان)، رشد نوآموز (برای دانش‌آموزان دوم و سوم دبستان)، رشد دانش‌آموز (برای دانش‌آموزان چهارم و پنجم دبستان)، رشد نوجوان (برای دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی)، رشد جوان (برای دانش‌آموزان دوره‌ی متوسطه)، رشد برهان (مجله‌ی ریاضی دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی)، رشد برهان (مجله‌ی ریاضی دانش‌آموزان دوره‌ی متوسطه)، هم‌چنین مجله‌های رشد معلم، رشد مدیریت مدرسه، تکنولوژی آموزشی، آموزش ابتدایی، آموزش علوم اجتماعی، آموزش فیزیک، آموزش زبان و ادب فارسی، آموزش زبان، آموزش راهنمایی تحصیلی، آموزش ریاضی، آموزش زیست‌شناسی، آموزش جغرافیا، آموزش زمین‌شناسی، آموزش معارف اسلامی، آموزش قرآن، آموزش تاریخ، آموزش هنر و آموزش تربیت بدنی (برای دبیران، آموزگاران، دانشجویان تربیت معلم، مدیران مدارس و کارشناسان آموزش و پرورش)

♦ علامت‌های قراردادی: (م): مؤلف یا مترجم (و): ویراستار (س): سردبیر  
زیرنویس: منابع



آخرین دوره یا؟!؟!؟!؟!؟!!

# خرین دوره یا نخستین آن؟!!

نخستین آن؟!!

نخستین آن؟!!

همین زمان برگزار شد. برنامه ریزان درسی از همان ابتدا تلاش کردند تا با استفاده از همه ی ظرفیت ها و حداکثر توان خود، دوره هایی غنی و پر بار طراحی و اجرا کنند. اگرچه دوره آموزش مدرسان شیمی سراسر کشور، دست کم چهارسال پیش از آغاز تألیف کتاب های جدید دوره ی متوسطه برنامه ریزی و اجرا شد، با این حال نگاهی نقادانه به آن چه طی این هفت سال بر ساختار و محتوای این دوره ها گذشته است خود موضوعی قابل

با پایان تألیف آخرین کتاب از کتاب های چهارگانه شیمی دوره ی متوسطه، آموزش مدرسان و سپس آموزش معلمان شیمی سراسر کشور در دستور کار برنامه ریزان درسی قرار می گیرد. نیمه ی نخست مردادماه سال ۱۳۸۳ در تهران شاهد برگزاری آخرین دوره ی آموزش مدرسان شیمی سراسر کشور خواهیم بود، مجموعه دوره هایی که با فراز و نشیب بسیار از تیرماه ۱۳۷۵ آغاز و هر سال به طور منظم در

طرح و گفت و گو است.

گروه شیمی دفتر برنامه ریزی و تألیف کتاب های درسی با همکاری معاونت برنامه ریزی و نیروی انسانی در تیرماه سال ۱۳۷۵ تلاش کرد تا با برگزاری آزمونی سراسری از میان معلمان شیمی استان های کشور، شماری از بهترین ها را برگزیند و با آموزش پیوسته ی آن ها زمینه ی تحولی را فراهم آورد که قرار بود از سال ۱۳۸۰ در عرصه ی کتاب های شیمی دوره ی متوسطه به وجود آید.

این آزمون با اقبال کم معلمان شیمی سراسر کشور روبه رو شد. با این حال از میان این شرکت کنندگان در مجموع بیش از ۶۰ نفر (چند نفر اول هر استان)، برای شرکت در این دوره های زنجیره ای برگزیده شدند. این شرکت کنندگان که هر سال از طریق اعلان رسمی اسامی آن ها به سازمان های آموزش و پرورش استان ها برای شرکت در دوره فراخوانده می شدند، پس از گذراندن دوره، از طریق اجرای دوره های ضمن خدمت در استان های محل خدمت خویش پیام های این دوره ها را به معلمان آن استان می رساندند. در دوسال گذشته ناهماهنگی هایی در انتخاب و اعزام افراد به وجود آمد که رفته رفته این دوره ها را با مشکلات جدی روبه رو کرد. حضور چهره های ناآشنا با مباحث بنیادی مطرح شده در دوره های قبل و ناآشنا با هدف های تعریف شده برای این دوره ها از یک سو و بازنشستگی، مأموریت یا انتقال برخی دیگر از مدرسان دوره دیده از سوی دیگر، به مرور کاهش کیفی سطح علمی دوره های آموزشی یادشده را در پی داشت. زیرا درصد بسیاری از وقت محدود هر دوره صرف توجیه افراد تازه وارد و آشنا کردن آن ها با هدف های برنامه ی درسی دوره ی متوسطه و تلاش برای کاهش مقاومت آنان در برابر تغییرات پیشنهادی برنامه می شد. ضمن آن که طرح دوباره ی این بحث ها برای دیگر شرکت کنندگان خسته کننده و ملال آور نیز بود. از این رو از سال ۱۳۸۰ به این سو و با تألیف پیوسته ی کتاب های درسی این تغییرات نیز رو به فزونی گذاشت، به طوری که در مرداد ماه سال ۱۳۸۲ نزدیک به ۶۰ درصد

شرکت کنندگان برای نخستین بار به چنین دوره ای اعزام شدند. اکنون پس از گذشت ۷ سال احساس می شود که پیام برنامه ریزان درسی به طور دقیق و کامل به معلمان سراسر کشور انتقال نیافته است. چنین شد که موفقیت برنامه های درسی جدید به شدت تحت تأثیر قرار گرفت و پیشرفت های چشم گیری به دست نیامد.

اینک پس از ۷ سال آخرین دوره از سلسله دوره های یادشده برای کتاب شیمی سال چهارم (شیمی پیش دانشگاهی) در حالی برگزار خواهد شد که گروه شیمی دفتر برنامه ریزی و تألیف کتاب های درسی خود را برای برگزاری هرچه پر بارتر این دوره آماده می کند. از این رو تلاش خواهد کرد که در کنار معرفی ساختار و محتوای بخش های گوناگون کتاب شیمی سال چهارم، از طریق اجرای کارگاه های آموزشی، استفاده از اینترنت و به طور کلی فناوری اطلاعات (IT) در آموزش شیمی، بستر مهیا کند. هم چنین قصد داد بستری را برای برگزاری بهتر دوره های انسانی که پس از برگزاری این دوره از طریق پایگاه اینترنتی گروه شیمی ([www.cdc.com](http://www.cdc.com)) و به صورت آن لاین (on line) دست کم با مدرسان یادشده ارتباطی تنگاتنگ و پیوسته ایجاد کند؛ پل ارتباطی مناسبی که در هر لحظه امکان دستیابی به تجربیات هر یک از مدرسان و آگاهی از تازه ترین برنامه های گروه شیمی دفتر برنامه ریزی و تألیف کتاب های درسی را نه تنها برای مدرسان بلکه برای همگان بویژه معلمان شیمی سراسر کشور فراهم می کند. به این شیوه زمینه ای مساعد برای آموزش پیوسته و به روز معلمان شیمی آن هم به صورت غیرحضوری مهیا خواهد شد، بستری مناسب که تنها در صورت استقبال گرم همکاران ارجمنند در سراسر کشور تحقق همه ی هدف های برنامه های درسی شیمی دوره ی متوسطه را تضمین خواهد کرد. مجله رشد آموزش شیمی این اقدام را به فال نیک می گیرد و طرح دیدگاه های سازنده ی شما را در این زمینه در دستور کار خود قرار می دهد.

سردبیر



# آشنایی با کاشف خستگی ناپذیر فلوئور

سید رضا آقاپور مقدم

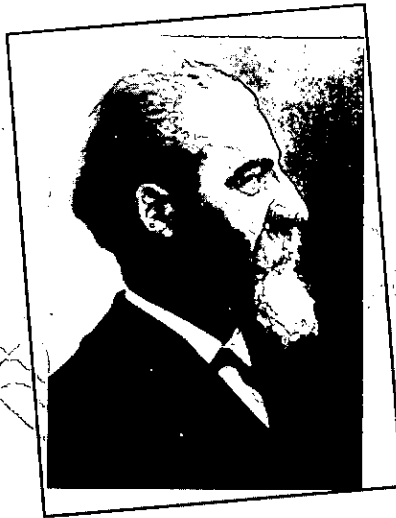
بود. برای این کار، او HF را به طور مستقیم در یک ظرف پلاتینی فشرده کرد و از برقکافت آن در حضور KF، در آند گازی را به دست آورد که سبب شعله‌ور شدن سیلیسیم می‌شد و با آب، اوزون تولید می‌کرد. این گاز همان گاز فلوئور بود. مواسان فرهنگستان علوم را از کشف خود آگاه کرد و بنا شد که او این آزمایش را در حضور کمیته‌ی ویژه‌ای انجام دهد. اما در روز موعود، او نتوانست فلوئور را به دست آورد زیرا هیچ جریانی از HF عبور نمی‌کرد. چند روز گذشت و پس از آن بود که مواسان به اشتباه خود پی برد.

او برای نخستین بار استفاده از کوره‌های برقی را در انجام آزمایش‌های شیمیایی متداول کرد. نخستین کوره‌ی مواسان در سال ۱۸۹۲ ساخته شد. این کوره به آسانی دمای  $3000^{\circ}\text{C}$  را تأمین می‌کرد و به کمک آن مواسان به آزمایش‌هایی پرداخت که تصور می‌رفت در جریان این آزمایش‌ها الماس مصنوعی به دست می‌آید. اما ارزش مهم‌تر کار او این بود که دستگاهی برای کاربردهای صنعتی ساخته بود که صنایع الکتروشمی عصر کنونی را پایه‌گذاری کرد. دیری نگذشت که کوره‌های برقی اصلاح شد و کاربرد آن‌ها گسترش یافت. مواسان با کمک این کوره‌ها توانست بسیاری از اکسیدهای فلزی را ذوب کند و ترکیب‌هایی هم چون کربیدها را به دست آورد که از آن میان می‌توان به کلسیم کربید، هیدریدها، نیتريدها، سیلیسیدها و بوریدهای بلوری اشاره کرد. هم‌چنین، همین آزمایش‌ها، مقدمه‌ای برای تهیه‌ی استیلن

فردینان فردریک هنری مواسان<sup>۱</sup>، شیمی‌دان و داروساز فرانسوی، در ۲۸ سپتامبر ۱۸۵۲ در پاریس زاده شد. فقر و تنگدستی در دوران جوانی مانع از آن شد که بتواند به طور منظم به تحصیلات خود ادامه دهد. او ناگزیر بود برای تأمین مخارج زندگی در کنار تحصیل به کار بپردازد به طوری که در هجده سالگی در ساعت‌سازی، و در نوزده سالگی نزد یک داروساز به عنوان شاگرد، به کار مشغول بود. بیست ساله بود که در موزه‌ی تاریخ طبیعی به عنوان کارگر نظافت آزمایشگاه موزه به کار گرفته شد. در این هنگام درس خواندن را از سر گرفت و به این ترتیب بود که در دانشگاه پاریس و مدرسه‌ی عالی داروسازی به تحصیل خود ادامه داد.

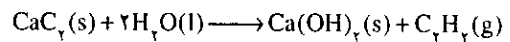
با این که مواسان به شیمی علاقه‌ی فراوانی نشان می‌داد، اما به رشته‌ی داروسازی رو آورد و در سال ۱۸۷۹ به عنوان داروساز مشغول به کار شد. در سال ۱۸۸۵ پایان‌نامه‌ی خود را درباره‌ی سیانوزن<sup>۲</sup> نوشت و دیپلم دکترای علوم را کسب کرد و سال بعد، استاد سم‌شناسی دانشکده‌ی داروسازی پاریس شد. پس از آن در سال ۱۸۸۸ در مدرسه‌ی عالی داروسازی تدریس سم‌شناسی را ادامه داد.

توانایی‌های علمی مواسان به زودی آشکار شد و در حالی که شمار دانشجویانش روز به روز فزونی می‌گرفت، در سال ۱۹۰۰ به عنوان استاد شیمی عمومی دانشگاه سوربون برگزیده شد. او چندین اکسید فلزی را جداسازی و شناسایی کرد. کسی که برای نخستین بار فلوئور را تهیه کرد، مواسان



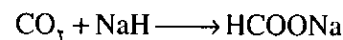
انداخته بود. در همین هنگام بود که افرادی هم چون ویلیام کروکس<sup>۴</sup> برای تهیه‌ی الماس مصنوعی تلاش می‌کردند اما هیچ‌یک در این زمینه موفقیتی به دست نیاوردند. مواسانیت<sup>۵</sup> نام کانی سیلیسیم کریبد طبیعی است که به افتخار نام این شیمی‌دان برجسته نام گذاری شده است. او پس از سپری کردن دوران زندگی سراسر پرتلاش خود، یک سال پس از دریافت جایزه‌ی نوبل، در ۱۰ فوریه‌ی ۱۹۰۷ در زادگاهش چشم از جهان فرو بست.

شد و این شیمی‌دان در سال ۱۸۹۲ توانست گاز استیلن را با انجام این واکنش شیمیایی به دست آورد:



فروآلیاژها<sup>۲</sup> در سال ۱۸۹۳ توسط مواسان ساخته شد و در پی آن، صنایع استیلن و فروآلیاژ پیشرفت چشم‌گیر یافت و به دنیای تجارت راه پیدا کرد.

مواسان در همین سال فورمات‌ها را به روش سنتز، از واکنش میان کربن دی‌اکسید و سدیم هیدرید به دست آورد:



هم چنین او خاک‌های کمیاب را شناسایی کرد و سیلیسیم، بور و ملغمه‌ی آمونیوم را به دست آورد. در سال ۱۸۹۷ جایزه‌ی فرهنگستان علوم فرانسه به مواسان اهدا شد. او در نتیجه‌ی پژوهش‌هایی که در تهیه‌ی گاز فلوئور انجام داده بود جایزه‌ی نوبل شیمی سال ۱۹۰۶ را از آن خود ساخت.

گفته می‌شود که مواسان در سال ۱۸۹۳، گرافیت خالص را در آهن گذاخته انداخت و توده‌ی مذاب به دست آمده را به یکباره در آب سرد ریخت. پس از حل کردن آهن در اسید و خارج کردن آن از محیط عمل، ذره‌هایی بسیار ریز به دست آمد که به نظر می‌رسید الماس باشند. او چند تکه از این ذره‌ها را که طول آن‌ها به ۱ میلی‌متر می‌رسید برای تماشا به دانشمندان ارائه کرد. امروزه بر این باورند که مواسان فریب خورده بود و یکی از دستیارانش برای شوخی یا پایان دادن به آزمایش‌های استادش، قطعه‌ای الماس را در ظرف آزمایش



#### 1. Moissan, F.

۲- سیانوزن،  $\text{N} \equiv \text{C} - \text{C} \equiv \text{N}$ ، گازی سمی و بی‌رنگ با بویی تند است که برخی از خواص شیمیایی آن مانند خواص هالوژن‌هاست.

#### 3. ferroalloy

۳- فروآلیاژ، آلیاژی از آهن با عنصرهایی هم‌چون سیلیسیم، منگنز، کروم، تنگستن، مولیبدن، وانادیم و تیتان یا عنصرهای دیگر است. معروف‌ترین فروآلیاژها عبارتند از: فروسیلیسیم، فرومنگنز و فروکروم که برای اکسیدزدایی و تهیه‌ی آلیاژهای فولاد کاربرد دارند.

#### 4. Crookes, W.

#### 5. Moissanite



۱- سیدرضا آقاپور مقدم، دایرة‌المعارف شیمی دانان جهان، نشر کتاب، چاپ اول، ۱۳۵۶.

۲- عیسی یآوری؛ افسانه‌ی صدری، فرهنگ شیمی دبیرستانی، انتشارات فرهنگان، چاپ اول، ۱۳۷۷.

۳- فرهنگ علوم تجربی و ریاضی، انتشارات مدرسه.

#### 4. Grand Larrousse Encyclopedique (1)

# آشنایی با دوتریم

سیدرضا آقاپور مقدم

دوتریم<sup>۱</sup>، D، یا هیدروژن سنگین،  ${}^2_1\text{H}$ ، ایزوتوپ پایدار هیدروژن است که در سال ۱۹۳۲، توسط پوری<sup>۲</sup> و همکارانش به دست آمد.

دوتریم از واژه یونانی دوتروس<sup>۳</sup> به معنی دوم گرفته شده است. هسته ی اتم دوتریم، شامل یک نوترون و یک پروتون است و بنابراین از هیدروژن معمولی،  ${}^1_1\text{H}$ ، دو بار سنگین تر است. فراوانی دوتریم نسبت به هیدروژن معمولی، در طبیعت، به  $1:6500$  می رسد. این ایزوتوپ هیدروژن دارای نقطه ی انجماد  $3.82^\circ\text{C}$ ، نقطه ی جوش  $10.14^\circ\text{C}$  (در فشار ۱۲۱۱Hg) و نقطه ی فروزش  $5.5^\circ\text{C}$  است؛ در برابر خوردگی از خود پایداری نشان می دهد اما به شدت انفجار پذیر است. هم چنین خواصی هم چون سمی یا خورنده بودن از خود نشان نمی دهد.

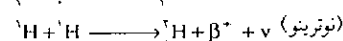
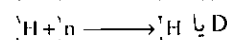
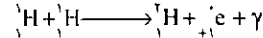
برای تهیه ی دوتریم می توان از هریک از شیوه های زیر بهره گرفت:

آ) برکافت آب سنگین، یعنی دوتریم اکسید بسیار خالص ( $\text{D}_2\text{O}$ )؛

ب) تقطیر جزء به جزء هیدروژن مایع؛

پ) با بهره گیری از تفاوت بسیار جزئی که در انرژی آزاد شکل های گوناگون ترکیب های هیدروژن و دوتریم وجود دارد می توان دوتریم را از ترکیب های آن جدا کرد.

ت) استفاده از هم جوشی<sup>۴</sup> هسته ای:



ث) استفاده از روش های سنتز هسته ای

مهم ترین ترکیب های دوتریم، آب سنگین، دوتروکلریک اسید (DCl) و دوتروکلروفرم ( $\text{CDCl}_3$ ) است. آب سنگین در آب های طبیعی به نسبت یک به پنج هزار وجود دارد. جدول زیر برخی از خواص فیزیکی آب معمولی و آب سنگین را نشان می دهد:

| D <sub>2</sub> O | D <sub>2</sub> O درصد / دارای ۰/۰۱۶ | آب معمولی، دارای ۰/۰۱۶ | داده های فیزیکی                     |
|------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| ۱/۱۰۵            |                                     | ۰/۹۹۸۲                 | در ۲۰°C، چگالی (g/cm <sup>3</sup> ) |
| ۳/۸۲             |                                     | ۰/۱۰۰                  | نقطه ی انجماد (°C)                  |
| ۱۰۱/۴۲           |                                     | ۱۰۰/۰۰                 | نقطه ی جوش (°C)                     |

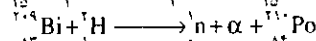
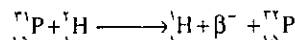
مقایسه ی برخی از خواص فیزیکی H<sub>2</sub>O و D<sub>2</sub>O

برای جداسازی و تغلیظ D<sub>2</sub>O می توان از روش هایی هم چون تقطیر جزء به جزء، فرایند گیدرلر-اسپیواک، فرایند تبادل هیدروژن سولفید، برکافت و تقطیر سرمازای متان استفاده کرد. از دید تجاری، D<sub>2</sub>O با درجه ی خلوص ۹۹/۵ درصد قابل تهیه است. برخی کاربردهای دوتریم به این قرارند:

- دوتریم در راکتورهای هسته ای، به عنوان ماده ی کندکننده ی سرعت نوترون کاربرد دارد زیرا در مقایسه با هیدروژن، سطح مقطع رایش بسیار پایین تری در برابر نوترون دارد و شار نوترون را کاهش نمی دهد.

- از دوتریم در درمان سرطان ها استفاده می شود.

- هسته ی دوتریم که دوترون<sup>۵</sup> یا دوتن<sup>۶</sup> نامیده شده است، جهت گلوله باران کردن هسته ها و انجام تبدیل های هسته ای کاربرد دارد. در این زمینه به چند نمونه بمباران هسته ای اشاره می شود:



- به عنوان عنصر ردیاب، در واکنش های گرما هسته ای و ترکیب های آن، در پژوهش های شیمیایی و زیست شیمیایی کاربرد فراوان دارند.



1. deuterium
2. Urey, H.
3. deuterios
4. nuclear fusion
5. nuclear synthesis
6. deuteron
7. deuton



۱- فرهنگ علوم تجربی- ریاضی، انتشارات مدرسه.  
 ۲- سیدرضا آقاپورمقدم؛ علیرضا توکلی صابری؛ فرهنگ عناصر (تاریخچه، خواص، طرز تهیه و کاربرد)، انتشارات اطلس.  
 ۳- کاتن و ویلکینسون، شیمی معدنی پیشرفته، مرکز نشر دانشگاهی، ترجمه ی دکتر مهدی شفاپی؛ دکتر ناصر صادقی.  
 ۴- محمدرضا ملاردی؛ سیدرضا آقاپورمقدم، تاریخ مختصر علم شیمی، انتشارات مدرسه.  
 ۵- ویلیام الکساندر نیومن دورلند، فرهنگ پزشکی، ترجمه ی دکتر محمد هوشمند ویژه.

6. Grand Larouss Encyclopedique (4).  
 7. General Chemistry Principles and Modern Applications, Petrucci, Harwood, Herring (2002).



# تهیه و بررسی ویژگی های یک بسیار، دارای پیوندهای عرضی

مهدیه سالار کیا

به دست آید. از دست زدن یا تنفس گرد بوراکس بهره‌زید.

۲- یک قاشق سوپ خوری (۱۵mL) چسب سفید به فنجان بیفزایید. همین مقدار آب نیز در فنجان بریزید و آن را به هم بزنید. اگر مایل بودید می‌توانید یک یا دو قطره رنگ خوراکی نیز به این مواد بیفزایید. به ظاهر این مخلوط و ترکیب آن توجه کنید.

۳- دو قاشق سوپ خوری (۱۰mL) محلول بوراکس را که در مرحله ی نخست تهیه کرده‌اید، در فنجان شامل مخلوط آب و چسب بریزید. هم چنان که این مخلوط را هم می‌زنید، به تغییرهای آن توجه کنید. چه مشاهده می‌کنید؟

۴- کمی از ماده‌ی درون فنجان بردارید و آن را روی کاغذ روغنی بگذارید تا مایع اضافی آن جدا شود. با دست، گلوب را آن قدر ورز بدهید تا دیگر خیزی آن را احساس نکنید. سپس آن را به شکل یک گلوله درآورید.

مایع باقی مانده را در ظرفشویی، و مواد جامد را در زباله دانی بریزید. می‌توانید گلوب را چند روز در یک کیسه‌ی پلاستیکی نگه دارید. مراقب باشید آن را روی مو، لباس، فرش و کف پوش های چوبی نریزید.

## بررسی ویژگی های بسیار

۱- به کمک مازیکی که اثر آن با آب از بین می‌رود، روی یک کاغذ سفید طرحی ساده بکشید. گلوب را به صورت یک گلوله درآورید و سپس آن را روی طرح کشیده شده فشار دهید. حال سعی کنید که دوباره آن را از کاغذ جدا کنید. چه روی می‌دهد؟

۲- گلوله‌ای از گلوب درست کنید و آن را از فاصله‌ی

مولکول یک بسیار، رشته‌ی بلندی شامل واحدهای مولکولی تکراری (حدود هزار واحد یا بیش تر) است. ویژگی های یک بسیار به نوع واحدهای تکرار شونده و بلندی زنجیره‌ی مولکول بستگی دارد. بسیاری که در ساختار خود دارای پیوندهای عرضی هستند، یک دسته‌ی مهم از بسیارها به شمار می‌روند. در این نوع از بسیارها، زنجیره‌های بلند به وسیله‌ی پیوندهای شیمیایی، از کنار به یک دیگر چسبیده‌اند.

شما با عمل کردن به دستور این فعالیت، می‌توانید چنین بسیاری را از چسب سفید معمولی تهیه، و ویژگی های آن را بررسی کنید. چسب سفید دارای پلی وینیل استات است که می‌تواند با بوراکس به کار رفته در پودرهای رختشویی، پیوندهای عرضی تشکیل دهد. فرآورده‌های واکنش میان این دو ترکیب، گلوب نام دارد. این فعالیت را می‌توان در بحث بسیارها یا ویژگی های مایع‌ها و جامدها به کار برد.

## مواد و وسایل مورد نیاز

چسب چوب، بوراکس، سرکه، جوش شیرین، فنجان پلاستیکی، کاغذ روغنی، کاغذ سفید، قاشق سوپ خوری پلاستیکی، بطری پلاستیکی، قطره‌چکان، قیچی، نی.

## روش کار

۱- یک قاشق سوپ خوری (حدود ۸g) بوراکس در یک فنجان بریزید و یک فنجان آب (حدود ۲۰۰ mL) به آن بیفزایید. این مخلوط را چند دقیقه هم بزنید. همه‌ی گرد بوراکس در آب حل نمی‌شود، پس محلول را به حال خود بگذارید تا مایع شفاف‌ی

۳۰ سانتی متر از کف اتاق رها کنید. (گلوله را روی فرش رها نکنید. می توانید در محل فرود آمدن گلوله، یک کاغذ قرار دهید.) آیا گلوله دوباره به سمت بالا برمی گردد؟

۳- درپوش بطری پلاستیکی را بردارید و بطری را از فاصله ۱۰-۷ سانتی متری از پایین آن بپزید. حال از بخش بالایی بطری به عنوان یک قیف، و از بخش پایینی آن به عنوان یک فنجان استفاده کنید. گلوپ را در قیف، و قیف را روی فنجان بگذارید. چه مدت طول می کشد تا گلوپ از قیف به درون فنجان بیفتد؟

۴- آزمایش های دیگری برای بررسی ویژگی های این بسیار طراحی کنید و پس از مشورت با معلم یا والدیتان آن ها را انجام دهید و نتایج خود را یادداشت کنید.

۵- با توجه به دستور شماره ۱، چسب بیش تری تهیه کنید. اما این بار میزان آب و محلول بوراکس را تغییر دهید. بار دیگر آزمایش ها را انجام دهید. ویژگی این بسیار را با نمونه ی قبلی مقایسه کنید.

۶- از چسب های دیگر مانند چسب چوب استفاده کنید و بسیار بسازید. از چسب های مایع استفاده کنید که سمی نباشند. چسب دوقلو، چسب لاستیک، چسب زلی یا ماتیک، آبروژل و گرمایی برای این کار مناسب نیستند. اگر بسیاری که تهیه می کنید خرد می شود، از آب کم تر استفاده کنید یا آن را بدون آب تهیه کنید و از مخلوط بوراکس چند قطره بیش تر استفاده کنید.

۷- گلوله ی کوچکی به قطر ۱ cm از بسیاری که تازه تهیه شده است، بردارید. ۲۰-۱۰ قطره سرکه روی آن بریزید و آن دو را با هم مخلوط کنید. چه روی می دهد؟

۸- حدود نیم قاشق چای خوری جوش شیرین روی همان گلوله بریزید و آن ها را خوب با هم مخلوط کنید. حالا چه روی می دهد؟ در این جا شما دو رویداد را مشاهده می کنید. آیا می توانید درباره ی علت آن ها توضیح دهید؟ به هم زدن ادامه دهید. آیا تغییری در بسیار می بینید؟

### آن چه که روی می دهد . . . . .

همان طور که اشاره شد، چسب سفید شامل پلی وینیل استات است. بوراکس یا سدیم تترابورات ده آبه،  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ ، هنگامی که در آب حل می شود، یون های بورات،  $B(OH)_4^-$ ، تشکیل می دهد. این یون ها میان زنجیرهای مولکول پلی وینیل استات، پیوندهایی به صورت عرضی ایجاد می کنند. هم چنان که زنجیرهای بسیار به یک دیگر

می چسبند، فراورده حالت ژل مانند به خود می گیرد و بسیار گلوپ درست می شود.

### ویژگی های گلوپ . . . . .

برداشتن گلوله های این بسیار، جوهر محلول در آب را از کاغذ، جدا می کند. در این حال دانش آموزان درمی یابند که اگر گلوپ دارای آب کم تری باشد، خاصیت کشسانی کم تری دارد، بیش تر به بالا می جهد و سفت تر است. آن ها باید بتوانند آزمایش هایی طراحی کنند که انحلال پذیری، میزان کشش، غلظت و ویژگی های دیگر هم چون چگالی را اندازه گیری کند. اگر از چسب های دیگر استفاده شود، نتایج گوناگونی بسته به ترکیب چسب به کار رفته به دست می آید. چسب چوب، بسیاری تولید می کند که به بسیار تشکیل شده از چسب سفید شباهت بسیار دارد. چسب هایی که pH خنثی دارند، دارای پلی وینیل الکل هستند، PVA. بسیار تهیه شده از این نوع چسب ها اندکی با انواع دیگر تفاوت دارد. اگر از این چسب استفاده شود، یک جامد شکننده تشکیل می شود. اگر میزان آب به کار رفته، کم یا حذف شود و میزان محلول بوراکس از چند قطره تا ۲ قاشق چای خوری تغییر یابد، ویژگی فراورده های به دست آمده از بسیار سخت تا لاستیک مانند تغییر می کند. چسب ضد آب و چسب صنعتی قابل شست و شو، نمی توانند این نوع بسیار را با محلول بوراکس تشکیل دهند.

افزودن سرکه (استیک اسید)، سبب جذب گروه های هیدروکسی از یون های بورات،  $B(OH)_4^-$ ، می شود. در نتیجه، زنجیرهای پلی وینیل استات از یک دیگر دور می شوند و دیگر بسیاری با پیوندهای عرضی وجود نخواهد داشت. بنابراین، با از میان رفتن پیوندهای عرضی، خاصیت ژل مانند نیز از دست می رود.

جوش شیرین،  $NaHCO_3$ ، اثر اسید افزوده شده (سرکه) را خنثی می کند و اجازه می دهد تا بار دیگر، پیوندهای عرضی تشکیل شوند. در این حال، حباب های  $CO_2$  به شکل دود تشکیل شده، با ادامه ی هم زدن، ناپدید می شوند.



1. cross\_ linked polymer      2. gluep



J.Chem. Educ. 1998, 75, 1439A, B.

# تعیین صفر مطلق آزمایشی ساده برای



محمدرضا یافتیان\*  
زهرا بهاری\*\*  
عباسعلی زمانی\*\*

هستند و در آزمایشگاه‌های شیمی عمومی به کار گرفته می‌شوند. در حالی که روش‌های اندازه‌گیری فشار پرهزینه‌تر هستند و بیش‌تر در آزمایشگاه‌های شیمی فیزیک و تجزیه‌ی دستگاهی مورد استفاده قرار می‌گیرند. روش قدیمی اندازه‌گیری حجم با اینکه روش ماهرانه‌ای است، روشی وقت‌گیر است. در این روش، خطاها به راحتی وارد می‌شوند زیرا حجم هوا به طور غیرمستقیم توسط اندازه‌گیری جرم آب با روش‌های مربوط تعیین می‌شود.

در این مقاله روشی جالب جهت اندازه‌گیری حجم گاز، برای ایجاد نتیجه‌ای با دقت بسیار بیش‌تر (با انحراف استاندارد کم‌تر از ۱۰ کلوین) ارائه شده است. این روش مقادیر گزارش شده از فشار بخار آب در دماهای مختلف را برای استخراج حجم هوای خشک از حجم یک نمونه هوای مرطوب به کار می‌گیرد. از آن‌جا که داده‌های خام حجمی خیلی ساده را می‌توان با خواندن مستقیم حجم گاز از روی یک استوانه‌ی مدرج به دست آورد، نزدیک به

## آغاز سخن

در درس‌های دانشجویان شیمی، آزمایش‌های گوناگونی برای تعیین صفر مطلق مورد استفاده قرار می‌گیرند. این آزمایش‌ها به خوبی وجود پایین‌ترین دمای ممکن،  $273/15^{\circ}\text{C}$ ، را ثابت می‌کنند و برای به‌نمایش گذاردن قوانین گازها مانند قانون چارلز که در فصل‌های مرتبط با حالت گازی کتاب‌های درسی مورد بحث هستند، به کار گرفته می‌شوند. این روش‌ها بر اندازه‌گیری حجم یا فشار مقدار مشخصی از گاز در چند دما و برون‌یابی حجم یا فشار تا حجم یا فشار صفر بنا شده‌اند. بنابراین قوانین گازها، داریم:

$$V = kT \quad \text{یا} \quad P = k'T \quad (1)$$

$$T = \frac{1}{k}V \quad \text{یا} \quad T = \frac{1}{k'}P \quad (2)$$

بنابراین حجم یا فشار یک گاز ایده‌ال در دمای صفر مطلق، صفر خواهد بود.

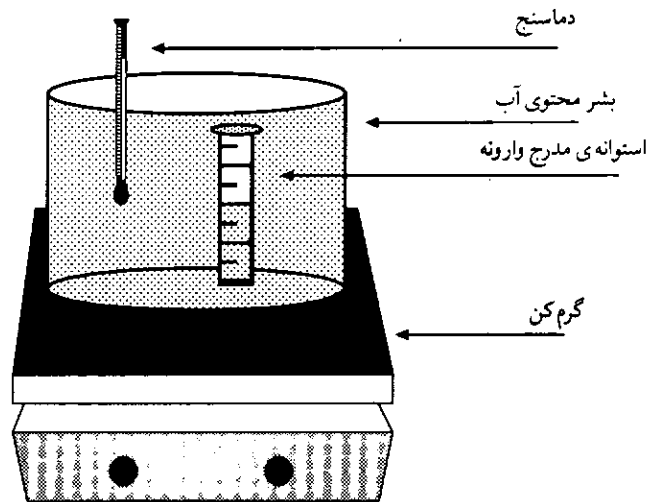
روش‌هایی که بر اندازه‌گیری حجم تکیه دارند، ارزان و ساده



۲۰ داده می‌تواند در یک آزمایش جمع‌آوری شود. به هر حال، تحلیل داده‌ها و محاسبه‌ها در این روش، بیش‌تر از روش‌های پیشین است.

### روش کار

بزرگ‌ترین امتیاز این روش این است که تنها نیازمند ظرف‌های شیشه‌ای معمولی و ارزان (یک استوانه‌ی مدرج و یک بشر)، یک دماسنج، یک گرم‌کن (چراغ بونزن یا گرم‌کن) و آب است. برای آغاز آزمایش، مقدار کمی هوا (۳-۵ میلی‌لیتر) درون استوانه‌ی مدرج وارونه در یک حمام آب (بشر یک لیتری)، محبوس می‌شود، شکل ۱. حجم گاز (هوای خشک و بخار آب) درون استوانه در حالی که حمام، گرم (یا سرد) می‌شود، در چند دما خوانده می‌شود. این بخش از آزمایش مشابه آزمایش تعیین گرمای تبخیر آب است.



شکل ۱

فشار بخار جزئی هوای خشک درون استوانه، به کمک معادله‌ی زیر اندازه‌گیری می‌شود:

$$P_{\text{موا}} = P_{\text{کل}} - P_{\text{آب}} \quad (۳)$$

که در آن  $P_{\text{آب}}$  برابر فشار خوانده شده از روی فشارسنج، و  $P_{\text{موا}}$  فشار بخار آب در یک دمای معین را نشان می‌دهد.  $P_{\text{آب}}$  را می‌توان از جدول‌های فشار بخار در منابع مختلف پیدا کرد. اگر فشار بخار در یک دمای خاص در جدولی موجود نبود، می‌توان آن را با روش درون‌یابی از دو مقدار شناخته شده‌ی فشار بخار مربوط به دو نقطه در اطراف دمای موردنظر، و با فرض خطی بودن تغییرات در یک ناحیه‌ی کوچک از تغییرات دما به دست آورد. در این آزمایش تعیین فشار بخار در محاسبات بسیار مهم است و به این جهت مقدار فشار بخار نباید با یک روش تقریبی و

ناشیانه تعیین شود. این مطلب بویژه برای دماهای بالاتر که در آن تغییرات کم در دما با تغییرات بزرگ در فشار بخار همراه است اهمیت می‌یابد.

حجم جزئی بخار آب برابر خواهد بود با:

$$V_{\text{آب}} = V_{\text{کل}} \left( \frac{P_{\text{آب}}}{P_{\text{کل}}} \right) \quad (۴)$$

حجم جزئی هوای خشک را می‌توان با کم کردن حجم جزئی بخار آب از حجم کل گاز به دست آورد:

$$V_{\text{کلا}} = V_{\text{آب}} - V_{\text{کلا}} = V_{\text{کلا}} \left( \frac{P_{\text{کلا}} - P_{\text{آب}}}{P_{\text{کلا}}} \right) = V_{\text{کلا}} \left( \frac{P_{\text{موا}}}{P_{\text{کلا}}} \right)$$

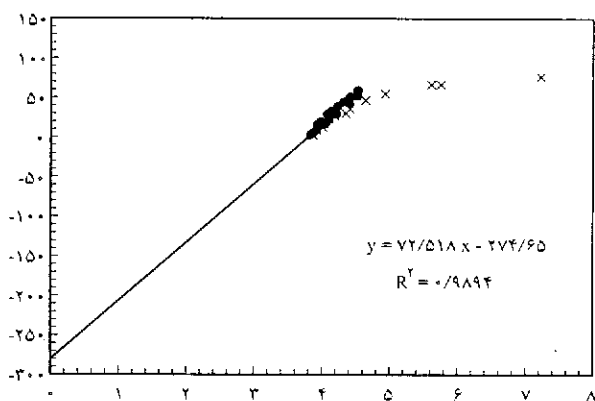
با رسم نمودار تغییرات دما (برحسب درجه سانتی‌گراد، روی محور  $Y$ ) در برابر حجم هوای خشک (روی محور  $X$ ) و با در نظر گرفتن رابطه ۶، می‌توان به کمک برون‌یابی عرض از مبدأ بر روی محور  $Y$ ها، صفر مطلق را تعیین کرد. بهترین نتایج از روش خطی حداقل مربعات به دست می‌آید. با توجه به تعریف شیب،  $\left( \frac{P}{nR} \right)$ ، تعداد مول‌های هوای به دما افزوده در استوانه می‌تواند از شیب خط پیدا شود:

$$T = \left( \frac{P}{nR} \right) V_{\text{موا}} \quad (۶)$$

$$n = \frac{P}{\text{شیب} \times R} \quad (۷)$$

### نتایج

نمونه‌ای از داده‌های تجربی و نتایج تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار EXCEL در جدول ۱ آورده شده است. داده‌های دما برحسب حجم تصحیح نشده، در دو ستون اول داده شده است، فشار در ردیف نخست،  $۷۳۶/۵$  تور در نظر گرفته شده است (فشار خوانده شده از روی فشارسنج). دمای اتاق  $۱۹/۷$  درجه سانتی‌گراد بوده است. دوازده حجم در محدوده‌ی دمایی صفر تا  $۷۵$  درجه‌ی سانتی‌گراد خوانده شده است. همه‌ی محاسبه‌ها با استفاده از صفحه‌ی گسترده‌ی نرم‌افزار EXCEL انجام شده است. دمای نظری در هر حجم، از روی شیب، و عرض از مبدأ از روش حداقل مجموع مربعات محاسبه شده (با توجه به معادله‌ی خطی)، و در ششمین ستون به همراه خطای آن‌ها در ستون هفتم ارائه شده‌اند. رسم دما برحسب حجم کل و حجم تصحیح شده‌ی (فقط



شکل ۲

تغییرات دما برحسب حجم کل (x) و حجم هوای تنها (●) که در استوانه‌ای مدرج بین صفر تا ۷۵ درجه سانتی‌گراد به دام افتاده است. خط نمایش داده شده و معادله‌ی خط با استفاده از روش حداقل مجموع مربعات به دست آمده است.

هوا) به دست آمده در آزمایش، در شکل ۲ داده شده است. همان‌گونه که انتظار می‌رفت، رسم دما برحسب حجم کل، در دماهای بالاتر به دلیل افزایش فشار بخار (در نتیجه حجم بخار) خمیده است. هنگامی که دما در برابر حجم تصحیح شده (حجم کل منهای حجم بخار) رسم شود، یک خط کاملاً راست با عرض از مبدأ ۶۵/۲۷۴ - درجه‌ی سانتی‌گراد به دست می‌آید. این روش خطای مطلقی حدود ۱/۵ درجه‌ی سانتی‌گراد و خطای نسبی حدود ۰/۵۵ درصد را به همراه دارد.

شیب خط (ضریب X) برابر ۷۲/۵۱۸ محاسبه شد که با توجه به آن و معادله‌ی ۷ تعداد مول هوای به دام افتاده، برابر  $1/63 \times 10^{-4}$  محاسبه شد.

داده‌های این آزمایش برای زمانی که حمام، آب سرد باشد نیز می‌توانند به دست آیند. اگر داده‌های جمع‌آوری شده (حجم

جدول ۱ نمونه‌ای از داده‌ها و تحلیل آن‌ها با استفاده از صفحه‌ی گسترده‌ی نرم افزار EXCEL.

| محور Y ها<br>دما<br>(°C) | $V_{\text{کل}}$<br>(mL) | فشار بخار آب<br>(torr) | $P_{\text{کل}}$<br>(torr) | محور X ها<br>$V_{\text{کل}}$ (تصحیح شده)<br>(mL) | دما از معادله‌ی<br>حداقل مربعات<br>(°C) | خطا در دما<br>(°C) |
|--------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|--|---|--------------------|
| ۷۲                       | ۷,۲۵                    | ۲۵۴,۶                  | ۴۸۱,۹                     | ۴,۷۴۳۸   | ۶۹,۳۶                                   | ۲,۶۴               |
| ۶۱,۷                     | ۶                       | ۱۶۱,۵                  | ۵۷۵                       | ۴,۶۸۲۳   | ۶۵,۰۵                                   | -۳,۳۵              |
| ۶۰                       | ۵,۷۵                    | ۱۴۹,۴                  | ۵۸۷,۱                     | ۴,۵۸۳۶   | ۵۷,۷۴                                   | ۲,۲۶               |
| ۵۰                       | ۵,۱۵                    | ۹۲,۵                   | ۶۴۴                       | ۴,۵۰۳۲   | ۵۱,۹۱                                   | -۱,۹۱              |
| ۴۳,۵                     | ۴,۸                     | ۶۶,۵۱                  | ۶۶۹,۹۹                    | ۴,۳۶۶۵   | ۴۲,۰۰                                   | ۱,۵۰               |
| ۳۴,۶                     | ۴,۵                     | ۴۱,۲۵                  | ۶۹۵,۲۵                    | ۴,۲۴۸۰   | ۳۳,۴۰                                   | ۱,۲۰               |
| ۲۸,۲                     | ۴,۴                     | ۲۶,۶۸                  | ۷۰۹,۸۲                    | ۴,۲۴۰۶   | ۳۲,۸۷                                   | -۴,۶۷              |
| ۲۳,۴                     | ۴,۲                     | ۲۱,۵۸                  | ۷۱۴,۹۲                    | ۴,۰۷۶۹   | ۲۱,۰۰                                   | ۲,۴۰               |
| ۱۸,۲                     | ۴,۱                     | ۱۵,۶۷                  | ۷۲۰,۸۳                    | ۴,۰۱۲۸   | ۱۶,۳۵                                   | ۱,۸۵               |
| ۸,۹                      | ۳,۹۸                    | ۸,۴۴                   | ۷۲۸,۰۶                    | ۳,۹۳۴۴   | ۱۰,۶۶                                   | -۱,۷۶              |
| ۴,۸                      | ۳,۹                     | ۶,۴۵                   | ۷۳۰,۰۵                    | ۳,۸۶۵۸   | ۵,۶۹                                    | -۰,۸۹              |
| ۰                        | ۳,۸                     | ۴,۶                    | ۷۳۱,۹                     | ۳,۷۷۶۳   | -۰,۸۰                                   | ۰,۸۰               |

فشار خوانده شده از روی فشارسنج: ۷۳۶/۵ تور  
مربع ضریب خطی بودن ( $R^2$ ): ۰/۹۹۹۴  
عرض از مبدأ: ۲۷۴/۶۵ -  
شیب خط: ۷۲/۵۱۸

این آزمایش روشی مناسب برای نمایش بسیاری از قوانین گازها (قانون گاز ایده‌آل، قانون چارلز، قانون آووگادرو و قانون فشار جزئی دالتون) است.



\* استادیار دانشگاه زنجان  
\*\* دانشجوی کارشناسی ارشد شیمی دانشگاه زنجان



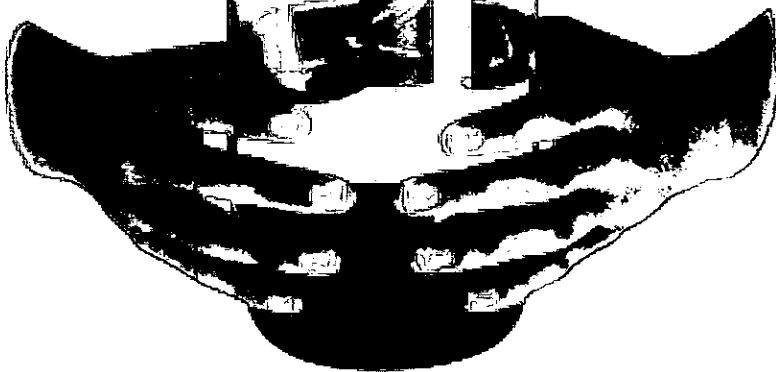
Kim, M.H; Kim, M.s.; Ly, S. J. Chem. Educ. 2001, 78, 238.

گاز به دام افتاده در استوانه) با تغییر دما با سرعت پایین (۰/۵ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه یا کم‌تر) همراه باشد، و هم‌چنین اگر داده‌ها در ناحیه‌ی دمایی پایین‌تر جمع‌آوری شوند (برای نمونه دمای پایین‌تر از ۵۰°C) نتایج مطلوب‌تری به دست خواهد آمد. استفاده از حجم‌های بزرگ‌تر از هوای به دام افتاده در استوانه‌ی مدرج، معمولاً منجر به نتایج صحیح‌تری می‌شود.



# نمونه‌ای از یک فعالیت آزمایشگاهی

## شیمی (۱) و آزمایشگاه



حسین صباغ<sup>۰</sup>

### هدف کلی

تعیین حجم گاز کربن دی‌اکسید در یک بطری نوشابه‌ی ۳۰۰ میلی‌لیتری

### هدف‌های جزئی

- ۱- مقدار گاز درون یک نوشابه‌ی گازدار، با افزایش فشار روی آن، افزایش می‌یابد.
- ۲- اندازه‌گیری محیط یک دایره، هنگامی که اندازه‌ی شعاع آن معلوم نباشد.
- ۳- اندازه‌گیری حجم یک کره با شعاع معلوم.

### مواد و وسایل مورد نیاز

بطری نوشابه‌ی ۳۰۰ میلی‌لیتری ۱ عدد، بادکنک ۱ عدد، خط‌کش ۵۰ cm، یک رشته نخ، در بازکن نوشابه.

### روش کار

- ۱- بادکنک را باد کنید. پس از اطمینان از سالم بودن، آن را خالی کنید.
- ۲- به آهستگی در نوشابه را باز کرده، بی‌درنگ بادکنک را بر دهانه‌ی آن بگذارید.

- ۳- نوشابه را به شدت تکان دهید. چه می بینید؟  
 ۴- پس از این که همه ی گاز نوشابه از بطری آن خارج شد، سعی کنید بادکنک را در همان حال به شکل یک کره در آورید.

### پرسش

- ۱- هنگامی که نوشابه را به طور منظم تکان می دهید، چه روی می دهد؟
- ۲- به کمک یک رشته نخ و خط کش، محیط بادکنک را اندازه بگیرید.
- ۳- شعاع دایره ای با این محیط چقدر است؟
- ۴- حجم گاز جمع شده در بادکنک چقدر است؟
- ۵- نسبت حجم گاز به حجم نوشابه (۳۰۰ mL) را به دست آورید.
- ۶- چه خطاهایی در این آزمایش وجود دارد؟

### پاسخ پرسش ها

- ۱- گاز حل شده در نوشابه با فشار از آن بیرون آمده، بادکنک را پر می کند.
- ۲- پیرامون بادکنک یعنی حجم ترین جای آن را با نخ اندازه می گیریم و سپس طول نخ را با خط کش تعیین می کنیم.
- ۳- با استفاده از رابطه ی تعیین محیط دایره داریم:

محیط دایره  $= 2\pi r$

$$r = \frac{\text{محیط دایره}}{2\pi}$$

- ۴- حجم گاز، همان حجم بادکنک است و بادکنک تقریباً شکل یک کره را دارد. حجم کره از رابطه ی زیر به دست می آید:

$$\text{حجم کره} = \frac{4}{3}\pi r^3$$

۵

$$\frac{\text{حجم بادکنک}}{\text{حجم نوشابه}} = \frac{\text{حجم گاز}}{300 \text{ mL}}$$

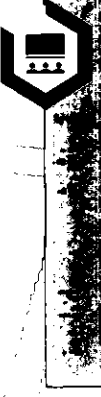
- ۶ (۲) در آغاز باز کردن در نوشابه ممکن است کمی از گاز درون آن، پیش از قرار دادن بادکنک بر دهانه ی بطری نوشابه به هدر رود.

(ب) ممکن است گاز از دیواره ها یا دهانه ی بادکنک به بیرون راه یابد.

(پ) در اندازه گیری محیط بادکنک با رشته ی نخ و خط کش، به ترتیب خطای آزمایش کننده و خطای

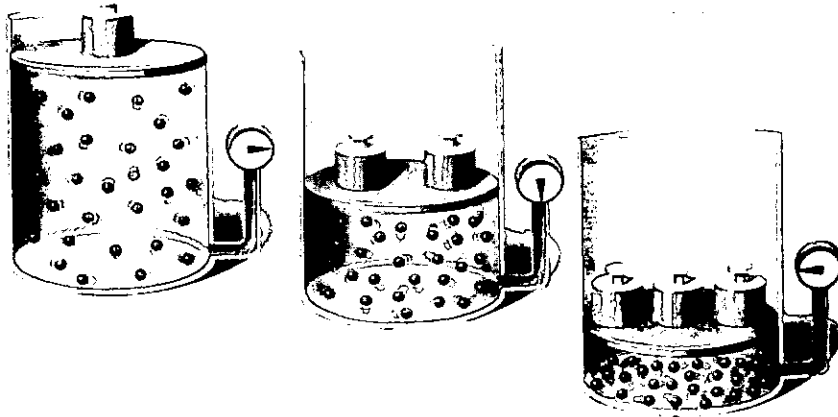
ابزاری وجود دارد.





# مدلی برای تدریس عوامل مؤثر بر وضعیت تعادل

علی شفیقت



## چکیده

در این روش از الگوی بادکنک پر از باد، جهت تعیین مسیر جابه جا شدن یک سیستم تعادلی استفاده شده است. بادکنک پر از باد، منطبق بر تعادل در نظر گرفته می شود. عواملی که تعادل را جابه جا می کنند، عبارتند از: دما، غلظت و فشار. اثر افزایش هریک از این سه عامل، به ایجاد فشار با دست، به یک سمت بادکنک و جابه جا شدن هوای درون آن به سمت دیگر مانند شده است.

کاهش عوامل نیز، همانند ایجاد فشار در سمت مخالف فرض می شود. دانش آموزان با به کارگیری این الگو به سادگی می توانند جهت جابه جا شدن تعادل را تشخیص دهند و سپس بنا به اصل لوشاتلیه به داوری درباره ی مقدار غراورده ها یا واکنش دهنده ها، بپردازند.

کلید واژه ها

تعادل های شیمیایی، اصل لوشاتلیه، الگوی بادکنک، جابه جا شدن تعادل

جابه جایی تعادل به سمت فراورده ها یا واکنش دهنده ها و هم چنین در تفسیر نظری پدیده ی تعادل باز می مانند؛ یعنی از تصمیم گیری درست درباره ی این که تغییر تحمیل شده به سیستم تعادل، موجب جابه جایی آن به کدام سمت می شود، باز می مانند. از این رو، الگوی ارایه شده در این مجموعه که در جریان سال ها تدریس مفهوم تعادل، بسیار ساده و آموزنده بوده است، جهت تدریس این مبحث پیشنهاد می شود. دانش آموزان به کمک

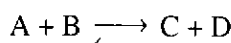
تفهم موضوع تعادل شیمیایی و چگونگی جابه جایی آن در اثر عوامل گوناگون برای دانش آموزان، تا اندازه ای دشوار به نظر می رسد. اثر تغییر شرایط و عواملی مانند دما، غلظت و فشار که بنا به اصل لوشاتلیه سبب جابه جایی تعادل می شوند، برای دانش آموزان آشناست و آن ها می دانند که تغییر هریک از این عوامل می تواند تعادل را تغییر دهد. به هر حال جای تاسف است که آن ها، اغلب در تعیین مسیر



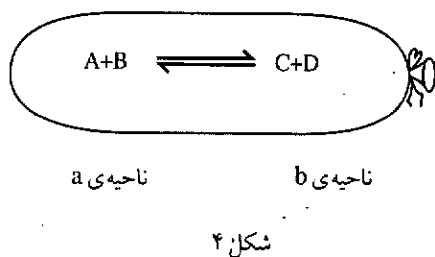
به این ترتیب تنها دو حالت ممکن برای جابه‌جا شدن هوای درون بادکنک وجود دارد. در هر حالت، بادکنک در برابر افزایش فشار دست مقاومت کرده، سمت دیگر آن حجیم می‌شود.

## انطباق الگوی بادکنک با تعادل‌های شیمیایی و تشخیص جهت جابه‌جایی تعادل

می‌دانیم که یک تعادل شیمیایی شامل واکنش دهنده‌ها در سمت چپ، و فراورده‌ها در سمت راست است. فرض می‌کنیم که سیستم تعادلی مورد نظر ما در هر فاز ممکن، به صورت زیر باشد:



بنا به اصل لوشاتلیه، هرگاه مقدار A یا B را افزایش دهیم، یا مقداری از C یا D را از تعادل خارج کنیم، این تعادل به سمت راست و در جهت تولید فراورده‌ها جابه‌جا می‌شود. در حالت برعکس یعنی با افزایش عمده‌ی میزان C یا D یا کاهش دادن میزان A یا B از راه بیرون بردن آن‌ها از تعادل، سیستم تعادلی یاد شده به سمت چپ، یعنی تولید A و B و مصرف C و D پیشرفت می‌کند. اکنون برای فهم بهتر همین موضوع چنین عمل می‌کنیم: بادکنک مورد نظر را بر روی سیستم تعادلی به همان شکلی که نوشته شده است، منطبق می‌کنیم و در آغاز، حالت «ایجاد فشار» (افزایش فشار) را در نظر می‌گیریم، شکل ۴:

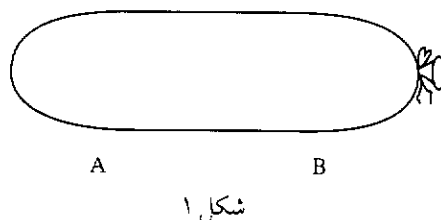


افزایش مقدار A یا B به معنی وارد کردن فشار در ناحیه‌ی a است. با این کار، باد درون بادکنک به سمت راست جابه‌جا خواهد شد. بنابراین بادکنک در ناحیه‌ی b حجیم‌تر می‌شود و ما این تغییر شکل را جابه‌جا شدن تعادل به سمت راست معنی می‌کنیم. پس مقدار فراورده‌های C و D، پس از جابه‌جایی افزایش خواهند یافت. هم‌چنین افزایش مقدار C یا D را به مفهوم ایجاد فشار در ناحیه‌ی b در نظر می‌گیریم. با این کار، ناحیه‌ی a حجیم‌تر می‌شود و هوای درون بادکنک به سمت چپ جابه‌جایی می‌یابد و نتیجه می‌گیریم که مقدار A و B پس از این تغییر، افزایش یافته است. برای کاهش دادن مقدار فراورده‌های

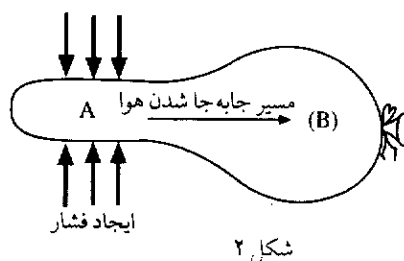
این الگو به آسانی می‌توانند با در نظر گرفتن عوامل، مسیر جابه‌جا شدن تعادل را تشخیص دهند و سپس به داوری در مورد مقدار فراورده‌ها و واکنش دهنده‌ها هنگام برقراری دوباره‌ی تعادل، پردازند.

## معرفی الگو

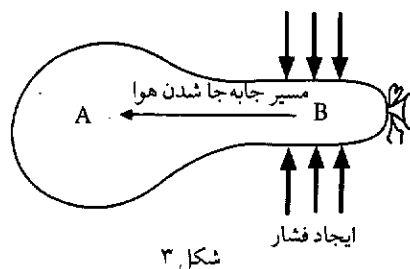
یک بادکنک را در نظر بگیرید که پر از هوا شده و دهانه‌ی آن با نخ بسته شده است. مانند شکل ۱، آن را به صورت افقی قرار دهید.



چنان‌چه سمت چپ (نقطه‌ی A) را با دست فشار دهیم، هوای درون بادکنک به سمت راست (به طرف نقطه‌ی B) جابه‌جا شده، این سمت حجیم‌تر می‌شود، شکل ۲.



برعکس، اگر نقطه‌ی B را فشار دهیم، هوای درون بادکنک به سمت چپ (به طرف نقطه‌ی A) جابه‌جا خواهد شد و این بار این بخش از بادکنک حجیم‌تر می‌شود، شکل ۳.



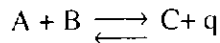


سمت راست خواهد بود. از این رو فرآورده‌های بیش‌تری به دست می‌آید.

یادآوری: اگر بخواهیم برای کاهش دما از الگوی بادکنک کمک بگیریم، باید فشار دادن در ناحیه‌ی b را برگزینیم. یعنی برای کاهش دادن کمیت‌ها، ایجاد فشار را در سمت مخالف در نظر می‌گیریم. اما برای افزایش دادن کمیت‌ها، به طور مستقیم از همان روش ارایه شده بهره می‌بریم.

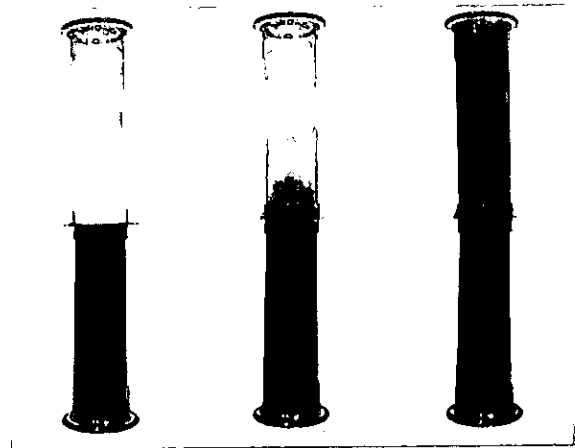
### ب) تعادل‌های گرماده

می‌دانیم که در تعادل‌های گرماده، نماد q در سمت راست واکنش نوشته می‌شود. نمایش کلی این نوع تعادل به صورت زیر است:



می‌دانیم که افزایش دما به سود این تعادل نیست و تعادل را به سمت چپ جابه‌جا می‌کند. پس، از مقدار فرآورده‌ی C کاسته شده، بر مقدار A و B افزوده می‌شود. انطباق الگوی بادکنک بر تعادل مورد نظر، به این قرار است:

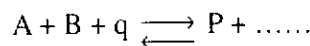
A و B و ... در تعادل، باید افزایش فشار از سمت مخالف انجام گیرد. هم‌چنین باید توجه داشته باشیم که در واکنش‌های گرماگیر یا گرماده که q را نیز در تعادل قرار داده‌ایم، همین نتیجه به دست می‌آید. در واکنش‌های گرماگیر ممکن است q به جای B و در واکنش‌های گرماده، به جای D قرار داده شود. اکنون به بررسی عوامل مؤثر بر جابه‌جایی تعادل می‌پردازیم:



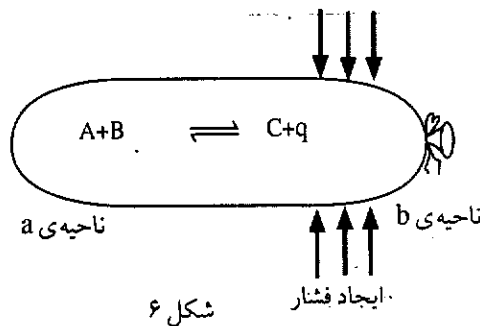
### ۱) اثر تغییر دما بر وضعیت تعادل

آ) تعادل‌های گرماگیر

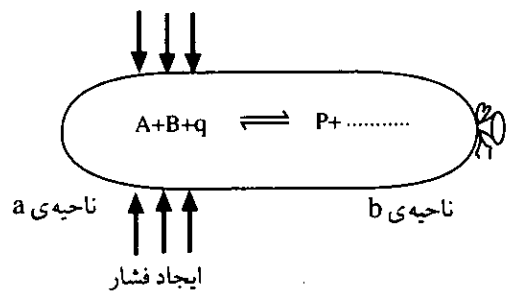
در این نوع تعادل‌ها، q در سمت چپ تعادل نوشته می‌شود:



از آن‌جایی که q در سمت چپ نوشته شده است افزایش دما موجب جابه‌جایی تعادل به سمت راست و تولید فرآورده‌ی بیش‌تر می‌شود. انطباق الگوی بادکنک بر تعادل یاد شده چنین است:



با ایجاد فشار (افزایش دما) در ناحیه‌ی b، هوای درون بادکنک به سمت چپ جابه‌جا شده، در ناحیه‌ی a جمع می‌شود. بنابراین چنین استنباط می‌کنیم که تعادل مورد نظر ما نیز به سمت چپ جابه‌جا شده، بر مقدار A و B افزوده می‌شود. یادآوری می‌شود که برای کاهش دما، باید مفهوم ایجاد فشار در سمت مخالف (سمت چپ) را در نظر بگیریم. در این صورت تعادل به سمت راست جابه‌جا شده، مقدار C فزونی می‌یابد.



### ۲) اثر تغییر غلظت بر وضعیت تعادل

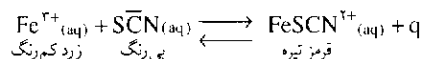
افزایش غلظت واکنش‌دهنده‌ها موجب جابه‌جا شدن تعادل به سمت راست، و افزایش غلظت فرآورده‌ها، تعادل را به سمت

اکنون اگر q را زیاد کنیم، یعنی افزایش دما ایجاد کرده‌ایم. این عمل مفهوم آن را دارد که در ناحیه‌ی a فشار وارد کرده‌ایم. بنابراین به آسانی می‌توان دریافت که جهت جابه‌جایی تعادل به

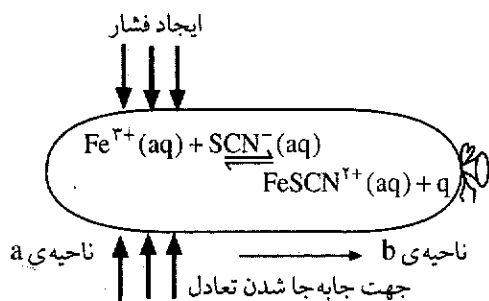
چپ جابه جا می کند .

هم چنین کاهش غلظت واکنش دهنده ها، تعادل را به سمت چپ و کاهش فراورده ها، تعادل را به سمت راست می راند . به منظور کمک گرفتن از الگوی بادکنک ، نمونه ی زیر را بررسی می کنیم :

فرض می کنیم تعادل زیر در فاز آبی برقرار باشد :



- الگوی بادکنک را با این تعادل انطباق می دهیم . این تعادل ، گرماده است . بنابراین طرح زیر به دست می آید :



شکل ۸ کاهش دما یا افزایش غلظت واکنش دهنده ها، با مفهوم ایجاد

فشار در ناحیه ی a سازگاری دارد .

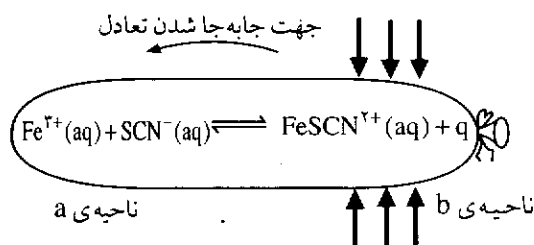
حالت ب) افزایش عمدی غلظت فراورده ها یا کاهش غلظت واکنش دهنده ها :

این دو موضوع ، مفهوم ایجاد فشار در ناحیه ی b را یادآور می شود . می دانیم که با افزایش q (برای نمونه ، با فرو بردن لوله ی محتوی مخلوط تعادلی یاد شده ، در آب جوش ) ، رنگ مخلوط کم رنگ تر شده ، تعادل بنا به اصل لوشاتلیه به سمت چپ و تولید واکنش دهنده ها پیشرفت می کند . پس بر مقدار  $\text{Fe}^{3+}$  و  $\text{SCN}^{-}$  افزوده می شود . هم چنین با خارج کردن یون  $\text{SCN}^{-}$  (برای نمونه ، توسط یون های  $\text{Ag}^{+}$ ) یا خارج کردن یون  $\text{Fe}^{3+}$  از تعادل ، بنا به اصل لوشاتلیه ، تعادل به سمت جبران کمبود آن ها ، یعنی به سمت چپ جابه جا می شود . آزمایش نشان می دهد که محیط نیز کم رنگ تر یا بی رنگ می شود .

- به خوبی می توان همین موضوع را با الگوی بادکنک ، مجسم کرد و توضیح داد .

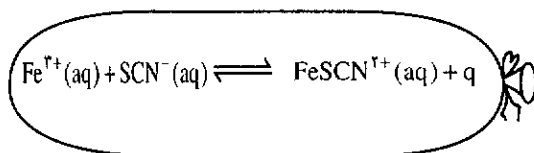
الگوی بادکنک را بر تعادل موردنظر انطباق می دهیم ، شکل

۹ :



شکل ۹ افزایش دما یا کاهش غلظت واکنش دهنده ها، با مفهوم ایجاد

فشار در ناحیه ی b سازگاری دارد .



شکل ۷

اکنون به بررسی تغییر غلظت ها می پردازیم :

حالت آ) افزایش غلظت واکنش دهنده ها یا کاهش غلظت فراورده ها

این دو موضوع مربوط به ایجاد فشار در ناحیه ی a می شود ؛ افزایش غلظت واکنش دهنده ها به معنی ایجاد فشار در ناحیه ی a است . این امر سبب می شود که هوای درون بادکنک به سمت راست رانده شود و به بیان دیگر ، واکنش مورد نظر ما به سمت راست جابه جا شود و ماده ای که به رنگ قرمز تیره است ، تولید می شود .

در عمل نیز مخلوط تعادلی درون لوله ی آزمایش پررنگ تر می شود .

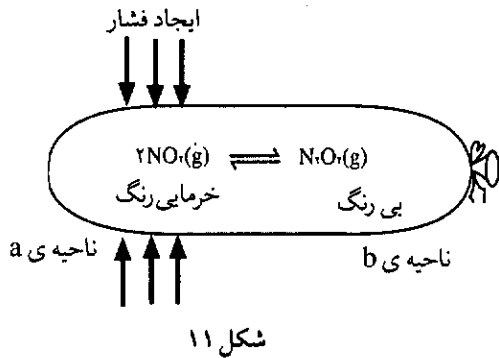
- اگر q را جزء فراورده ها بدانیم ، کاهش q نیز همان مفهوم بالا را پیدا می کند . یعنی باید در ناحیه ی a فشار ایجاد شود . بنابراین تعادل با جذب q (فرو بردن ظرف واکنش در آب یخ) به سمت راست جابه جا می شود ، شکل ۸ :

مورد غلظت واکنش دهنده یا فراورده‌ها و تغییرهای ایجاد شده‌ی دیگر، اظهار نظر کنیم.

### ۳- اثر تغییر فشار بر وضعیت تعادل

تغییر فشار بر سیستم تعادلی که در آن دست کم یکی از اجزا به حالت گاز باشد و تعداد مول‌های گازی در دو سمت تعادل برابر نباشند، مؤثر است. افزایش فشار سبب می‌شود که تعادل به سمت تولید مول‌های گازی کم‌تر جابه‌جا شود، و کاهش فشار سیستم، سبب جابه‌جایی به سمت مول‌های گازی بیش‌تر می‌شود. البته این موضوع برای دانش‌آموزان به آسانی قابل فهم است.

اما به کمک الگوی بادکنک نیز می‌توان آن را راحت‌تر توضیح داد. حالت افزایش فشار بر تعادل  $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$  را منطبق بر افزایش فشار در ناحیه‌ی a و b در نظر می‌گیریم، شکل ۱۱:



شکل ۱۱

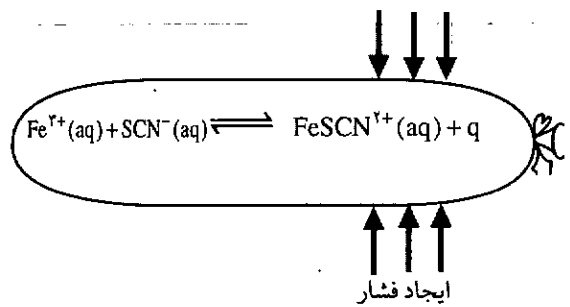
در سیستم‌های تعادلی، افزایش فشار بر بخشی از بادکنک اعمال می‌شود که در مجموع تعداد مول‌های گازی بیش‌تری داشته باشد. در سیستم بالا، فشار بر ناحیه‌ی a وارد می‌شود چون ۲ مول گاز دارد. در حالی که در سمت راست یک مول گاز داریم. بنابراین با وارد کردن فشار به ناحیه‌ی a، هوای درون بادکنک به سمت راست (یعنی به سمت ناحیه‌ی b) جابه‌جا خواهد شد. نتیجه می‌گیریم که تعادل مورد نظر به سمت راست جابه‌جا شده، فراورده‌های بیش‌تری تولید خواهد شد.

هرگاه دما را زیاد کنیم (یعنی در ناحیه‌ی b فشار ایجاد کنیم) نتیجه این خواهد بود که هوای درون بادکنک به سمت چپ (یعنی به سمت ناحیه‌ی a) جابه‌جا خواهد شد. بنابراین می‌توانیم نتیجه بگیریم که در اثر افزایش دما، تعادل یاد شده، به سمت چپ جابه‌جا شده، واکنش دهنده‌های بیش‌تری تولید می‌شوند. اکنون این پرسش پیش می‌آید که اگر یون  $SCN^-$  یا  $Fe^{2+}$  را از تعادل خارج کنیم، چه روی می‌دهد؟

می‌دانیم که کاهش این یون‌ها، بنابه اصل لوشاتلیه سبب می‌شود تا تعادل به سمت چپ جابه‌جا شده، کمبود آن‌ها را جبران کند. پس رنگ قرمز تیره از بین می‌رود یا محیط کم‌رنگ‌تر می‌شود.

کاهش یون‌های  $SCN^-$  را می‌توان با افزودن چند قطره نقره نترات،  $AgNO_3$ ، عملی کرد. یعنی یون‌های  $Ag^+$  با یون‌های  $SCN^-$  رسوب داده، مقدار  $SCN^-$  در تعادل کاهش می‌یابد و تعادل به سمت چپ جابه‌جا می‌شود تا کمبود این یون را جبران کند. بنابراین مخلوط تعادلی، کم‌رنگ‌تر می‌شود.

یادآوری می‌شود که در طرح مورد نظر که موجب می‌شود ما بتوانیم جهت جابه‌جایی تعادل را تشخیص دهیم، «کاهش غلظت واکنش دهنده‌ها» به معنی ایجاد فشار در سمت مخالف است. بنابراین برای کاهش کمیت‌ها در یک سمت تعادل، ایجاد فشار در سمت مخالف را در نظر می‌گیریم، شکل ۱۰:



شکل ۱۰ کاهش غلظت واکنش دهنده‌ها با مفهوم ایجاد فشار در ناحیه‌ی b سازگار است.

بنا به الگوی یاد شده، ایجاد فشار در ناحیه‌ی b موجب جابه‌جا شدن هوای درون بادکنک به سمت ناحیه‌ی a می‌شود. یعنی با خارج کردن یون‌های  $SCN^-$  از این تعادل، تعادل به سمت چپ جابه‌جا می‌شود.

تشخیص جهت جابه‌جایی تعادل، به ما کمک می‌کند تا در

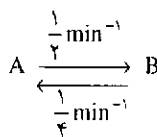
امید مروی\*



# شبه سازی تبادل دینامیک

دانش آموزان اهمیت استفاده از عددهای بالا و پایین پیکان‌ها، یعنی ثابت‌های سرعت را می‌دانند. آن‌ها می‌دانند که می‌توانند به کمک ثابت‌های سرعت، تعداد مول مواد واکنش دهنده و فراورده را در پایان هر دقیقه اندازه‌گیری کنند. ما برای ساده‌سازی مسأله، از ۲۴ سکه‌ی کوچک یا ۲۴ دانشجو استفاده می‌کنیم. در آغاز واکنش، هر ۲۴ سکه را در زیر ماده‌ی واکنش دهنده‌ی A قرار می‌دهیم. با توجه به مقدار ثابت سرعت واکنش رفت،  $\frac{1}{4} \text{ min}^{-1}$ ، در پایان هر دقیقه نیمی از واکنش دهنده به فراورده تبدیل می‌شود. در همین حال، ثابت سرعت واکنش برگشت، یعنی  $\frac{1}{4} \text{ min}^{-1}$ ، نشان می‌دهد که  $\frac{1}{4}$  از فراورده دوباره

هنگامی که از روش‌های ریاضی جهت محاسبه‌های تعادلی و تفهیم مفاهیم مربوط به آن استفاده می‌شود، اغلب درمی‌یابیم که فراگیران درک درستی از مفهوم تعادل دینامیکی ندارند. تاکنون جهت رفع این مشکل شبه‌سازی‌های بسیاری انجام شده است که در این جا به نمونه‌ای از آن‌ها برای درک مقدماتی تعادل دینامیکی اشاره می‌شود. واکنش زیر یک واکنش برگشت پذیر درجه‌ی اول را نشان می‌دهد:

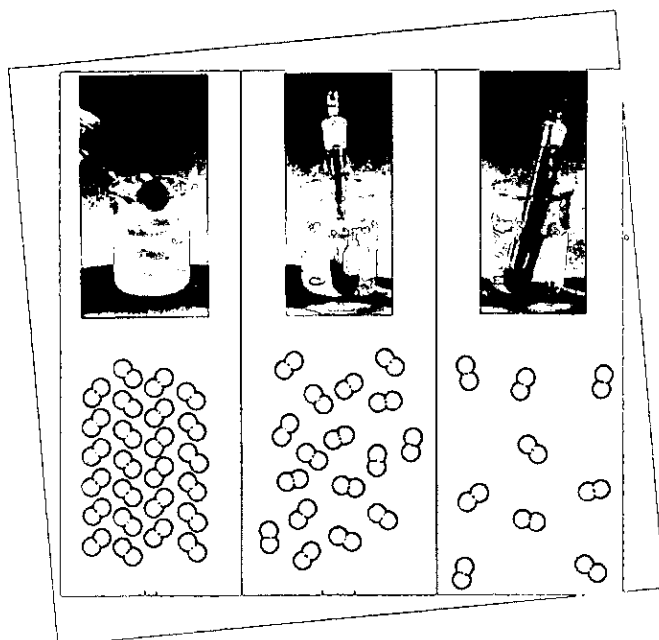




به واکنش دهنده تبدیل می شود. براساس این اطلاعات سینتیکی می توان جدولی رسم کرد، جدول ۱.

| زمان (دقیقه) | [B] | [A] |
|--------------|-----|-----|
| ۰            | ۲۴  | ۰   |
| ۱            | ۱۲  | ۱۲  |
| ۲            | ۹   | ۱۵  |
| ۳            | ۸   | ۱۶  |
| ۴            | ۸   | ۱۶  |
| ۵            | ۸   | ۱۶  |

جدول ۱ فاصله های زمانی برای شبیه سازی یک واکنش تعادلی درجه ی اول که در آن در پایان هر دقیقه  $\frac{1}{4}$  از مول های ماده ی A به B، و  $\frac{1}{4}$  مول از ماده ی B به A تبدیل می شود.



شبیه سازی را با ۴۸ سکه (به عنوان غلظت ماده ی A) انجام داد که در حالت تعادل به ۱۶ مول ماده ی A و ۳۲ مول ماده ی B می انجامد. این که چرا با تغییر شرایط اولیه، نسبت غلظت ها در دو حالت پس از برقراری تعادل تغییر نمی کند، نیز منجر به درک مفهوم ثابت تعادل می شود.

اثر ایجاد اختلال در سیستم تعادلی، اصل لوشاتلیه، نیز می تواند شبیه سازی شود. برای نمونه، در حالت تعادل بنا به جدول ۱، با افزوده شدن ۶ سکه به سکه های زیر A، دیده می شود که یک تبدیل آشکار A به B روی می دهد و همان گونه که اصل لوشاتلیه پیش بینی می کند در تعداد مول های ماده ی B تغییر دیده می شود. دانش آموزان متوجه هستند که زمان لازم برای برقراری تعادل دوباره تقریباً برابر با همان زمان صرف شده جهت برقراری تعادل پیش است و از آن جا نقش ثابت های سرعت در پاسخ به این پرسش که با تغییر در دما چه روی می دهد، به روشنی درک می شود.

این شبیه سازی را می توان با رایانه نیز انجام داد. به این ترتیب برای دانش آموزانی که با تقریب به کار رفته در شبیه سازی قانع نمی شوند (به علت کم و غیر قابل تقسیم بودن سکه ها) امکان بررسی و جست و جوی بیش تر در این زمینه فراهم می شود.

در پایان دقیقه ی دوم:

$$6 \text{ mol} = 12 + 2 = \text{تعداد مول ماده ی A که به ماده ی B تبدیل می شوند}$$

$$3 \text{ mol} = 12 + 4 = \text{تعداد مول ماده ی B که در پایان نخستین دقیقه به ماده ی A تبدیل می شوند}$$

$$9 \text{ mol} = 6 + 3 = \text{تعداد مول های ماده ی A در پایان دقیقه ی دوم}$$

$$9 \text{ mol} = 12 - 3 = \text{تعداد مول های ماده ی B در پایان دقیقه ی نخست}$$

|   |   |  |   |                                       |
|---|---|--|---|---------------------------------------|
| تعداد مول های ماده ی A که در دقیقه ی دوم به B تبدیل شده اند | + | تعداد مول های ماده ی B در دقیقه ی نخست | = | تعداد مول های ماده ی B در دقیقه ی دوم |
|   |   |  |   | $9 + 6 = 15 \text{ mol}$              |

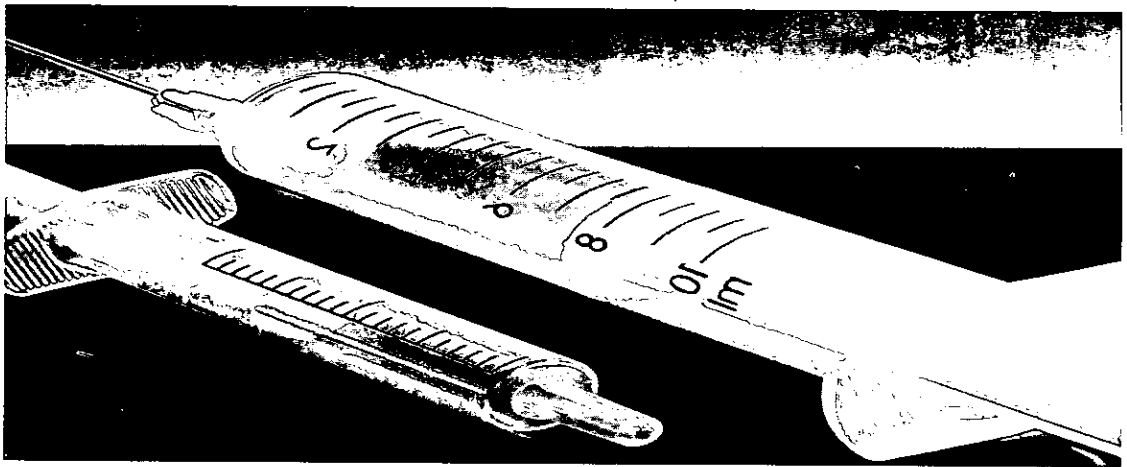
توجه شود که در پایان دقیقه ی دوم چون نمی توان عدد های ۱۵ و ۹ را به طور کامل به دو بخش تقسیم کرد و سکه ها قابل نصف کردن نیستند، پس باید از تقریب استفاده کرد. بنابراین همه ی عدد ها را گرد می کنیم. پس بنا به این شبیه سازی در پایان دقیقه ی دوم، ۴ مول از ماده ی A به ماده ی B، و در همین حال ۳ مول از ماده ی B به ماده ی A تبدیل می شوند. این روش برای همه ی شبیه سازی های به کار رفته در این آزمایش صادق است. از دقیقه ی سوم به بعد، باید برای کلاس توضیح داده شود که در تعادل چه روی می دهد. به این ترتیب با توجه به این که دیگر هیچ تبدیلی صورت نمی گیرد، مفهوم دینامیکی تعادل به طور چالایی در این شبیه سازی روشن می شود. اگر بخواهیم برای یک تعادل واقعی شبیه سازی را انجام دهیم باید تبدیل چهار مول از A به B و ۳ مول از B به A را در هر دقیقه تابعی نهایت ادامه دهیم. همه ی مقدار های اضافی برای ما غیر قابل استفاده هستند. می توان این داده ها را به صورت تابعی از زمان رسم کرد و شکل نمودار حاصل را با آن چه در متون شیمی عمومی آمده است مورد مقایسه قرار داد.

برای تعیین اثر تغییر غلظت ماده ی A و B، می توان

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان

Harrison, J.A.; Buckley, P.D. *J. Chem. Educ.* 2000, 77, 103.

# اجرای یک کارگاه کلاسی برای درک قانون اول ترمودینامیک



کارگاه دستگاہی است که در کالج هانتز طراحی شده است و از آن برای تفهیم مفهوم گرما و کار در جریان فشرده شدن یک گاز استفاده می‌شود. این دستگاہ شامل یک سرنگ پلاستیکی همراه با ترموکوپلی است که در انتهای سوزن قرار دارد. ترموکوپل به یک مدار مجتمع با سرعت زیاد متصل است که دما را نشان می‌دهد، شکل ۱.



شکل ۱

غالباً در توضیح قوانین گازها از سرنگ استفاده می‌شود. چنانچه سرنگ‌های از نوع شلیکی<sup>۱</sup> را می‌توان برای توجیه افزایشی که در دما، در جریان یک فرایند تراکم آدیاباتیکی (بی‌دررو) روی می‌دهد، به کار برد. اما دانش‌آموزان به کمک این نوع سرنگ به سادگی نمی‌توانند بالا رفتن دما را در شرایط آدیاباتیکی تجربه کرده، از آن برای مشاهده‌ی یک فرایند هم‌دما (ایزوترمال) بهره‌مند شوند. از این رو، ما برای دانش‌آموزان شیمی عمومی کارگاهی ترتیب دادیم تا در آن از یک دستگاہ سرنگ دست‌ساز برای توضیح مفاهیمی هم‌چون گرما، کار، انتقال انرژی و مسیر ترمودینامیک استفاده کنند.

## کارگاه

این کارگاه دارای دو بخش است. در آغاز آن، دانش‌آموزان از دیدگاه ماکروسکوپی، قانون اول ترمودینامیک را بررسی می‌کنند، و در بخش دوم یک توضیح میکروسکوپی را برای مشاهده‌های ماکروسکوپی خود توسعه می‌دهند. محور این



یک سرنگ پلاستیکی استاندارد ۳ میلی لیتری با ترموکوپلی که در انتهای سوزن قرار دارد، چفت شده است. هنگامی که دستگاه روشن می شود، نمونه ها دمای محیط را دارند و دستگاه دمای صفر را نشان می دهد. صفحه ی نمایش بیش ترین تغییر دمایی مثبت (که در شکل به صورت  $6/8^{\circ}\text{C}$  Hi دیده می شود) و کم ترین تغییر دمای منفی (به صورت  $0/7^{\circ}\text{C}$  L دیده می شود) را نشان می دهد و دما در هر زمان در هر  $0/1$  ثانیه اندازه گیری می شود (در شکل به صورت  $2/5^{\circ}\text{C}$   $\Delta T$  مشاهده می شود).

### نخستین جلسه ی کارگاه

در آغاز کار، از دانش آموزان می خواهیم که گاز درون سرنگ را به سرعت فشرده کنند. با این کار شرایط یک فرایند آدیاباتیکی فراهم می شود و دانش آموزان افزایش دمای گاز را از  $5^{\circ}\text{C}$  به  $10^{\circ}\text{C}$  مشاهده می کنند. سپس از آن ها می خواهیم تا تراکم هم دما را نیز روی گاز انجام دهند. دانش آموزان به سرعت پی می برند که برای این کار باید به آرامی پستون سرنگ را به درون فشار دهند.

اگرچه که دانش آموزان فشرده کردن گاز را به طور آدیاباتیکی و هم دما انجام می دهند اما نمی توانند درک کنند که کار انجام شده در شرایط آدیاباتیکی سبب افزایش دمای گاز می شود و از این رو از توضیح ماکروسکوپی و میکروسکوپی درباره ی افزایش دما باز می مانند. برای کمک به سازماندهی فکری آن ها، ما ترتیبی می دهیم تا دانش آموزان در گروه های ۵ یا ۶ نفری به کار پردازند و درباره ی پرسش و پاسخ های کوتاه زیر که در کلاس مطرح می شود به گفت و گو بنشینند. تفسیر و پاسخ درست این نمونه پرسش ها در پی آن ها آمده است.

### حالت آ: فشرده کردن گاز در شرایط آدیاباتیکی

(بی درو)

- آیا در جریان این فرایند دما تغییر می کند؟
- بله، دما  $6/8^{\circ}\text{C}$  افزایش می یابد.
- آیا روی گاز کاری انجام می گیرد؟ از کجا می دانید؟
- بله، زیرا فشار روی گاز با فشردن پستون سرنگ به درون آن افزایش می یابد؛ یعنی در جریان این کار نیرویی در یک فاصله ی مشخص به کار گرفته می شود.
- آیا سیستم، گرمایی از بیرون دریافت می کند؟ از کجا

می دانید؟

پاسخ دادن به این پرسش کمی دشوار است. ممکن است افزایش دما به طور جزئی، ناشی از گرما دیدن سیستم باشد اما اثر آن اندک است. برای درک این موضوع، دانش آموزان می توانند با دست، همه ی سطح سرنگ را بپوشانند. با این کار، آن ها گاز را گرم می کنند. مشاهده می شود که افزایش دما نسبت به بالا رفتن ناگهانی آن در تراکم سریع گاز، کوچک و آهسته است. بنابراین دانش آموزان می توانند نتیجه بگیرند که افزایش دما در پی تراکم سریع گاز، ناشی از گرم شدن گاز نیست.

آیا انرژی گاز تغییر می کند؟ از کجا می دانید؟

بله، انرژی گاز بیش تر می شود زیرا دمای آن افزایش یافته است.

چه عاملی سبب تغییر انرژی گاز شده است؟

افزایش دمای ناشی از کار انجام شده روی گاز.

### حالت ب: فشرده کردن گاز به طور هم دما (ایزوترمال)

هنگام فشرده کردن گاز به طور هم دما، شما ناگزیر به انجام چه کاری هستید؟

در این حال باید گاز به آهستگی فشرده شود تا دمای آن در تعادل با دمای منبع (یا دمای اتاق) باقی بماند.

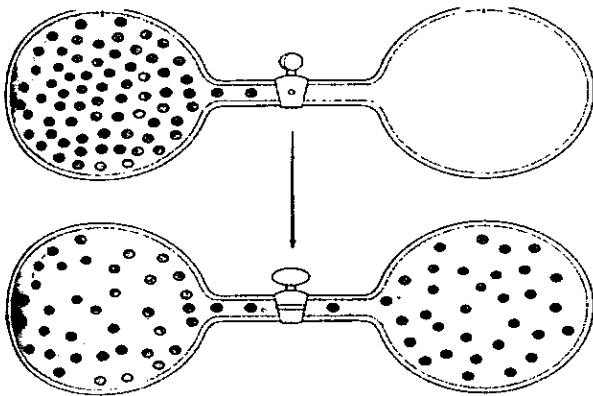
آیا انرژی گاز تغییری می کند؟

خیر، زیرا دمای گاز در این فرایند دچار تغییر نمی شود.

آیا کاری روی گاز انجام می گیرد؟ از کجا می دانید؟

بله، از آن جا که پستون سرنگ به درون رانده می شود، پس نیرویی در یک فاصله ی مشخص به کار گرفته می شود.

همان طور که مشاهده شد کار انجام شده روی گاز، هیچ تغییری در دمای آن ایجاد نکرده است. پس بر سر انرژی کار





انجام شده چه آمده است؟

○ انرژی کار انجام شده، به بیرون از سرنگ منتقل می شود و به صورت گرما به بیرون راه می یابد.

### دومین جلسه ی کارگاه

در پایان نخستین جلسه، دانش آموزان رابطه ی ماکروسکوپی میان کار، گرما، دما و انرژی را هنگام فشردن کردن گاز درمی یابند. اما آن ها هنوز نمی توانند به این پرسش پاسخ دهند: از دیدگاه میکروسکوپی چگونه می توان بالا رفتن دمای یک گاز را که به طور آدیاباتیکی فشرده شده است، توجیه کرد؟ ما برای روشن شدن این مسأله، یک کارگاه ۹۰ دقیقه ای برای دانش آموزان ترتیب دادیم که در آن یک مدل میکروسکوپی برای فرایندهای آدیاباتیکی و هم دما معرفی می شد. ما از دانش آموزان خواستیم تا یک ذره از گاز را به صورت یک توپ تنیس در نظر بگیرند و تغییری را که در سرعت و انرژی توپ، در نتیجه ی برخورد آن با یک پیستون بزرگ روی می دهد، اندازه بگیرند (با چشم پوشی از نیروی جاذبه و اصطکاک). برای این کار، جرم پیستون  $1000 \text{ kg}$ ، سرعت پیستون  $2 \text{ m/s}$ ، جرم توپ  $0.1 \text{ kg}$  و سرعت آن  $5 \text{ m/s}$  در نظر گرفته شد. دانش آموزان محاسبه های مربوط به این گونه برخوردهای کشسان را به سادگی انجام می دهند و درمی یابند که سرعت توپ  $4 \text{ m/s}$  افزایش می یابد. برای تشویق آن ها به عمیق تر اندیشیدن پیرامون این مسأله و انتقال انرژی، از گروه ها می خواهیم تا به این پرسش ها پاسخ دهند (پاسخ درست هر پرسش، پس از آن آمده است):

- انرژی توپ را پیش از برخورد و پس از آن با هم مقایسه کنید.
- از آن جا که سرعت توپ بیش تر شده است، پس انرژی آن هم افزایش یافته است. پیش از برخورد، انرژی جنبشی توپ  $1/25 \text{ J}$  بود و پس از آن انرژی توپ به  $4/05 \text{ J}$  می رسد.
- می دانیم که برای برخوردهای کشسان، انرژی پایسته است. اگر انرژی جنبشی توپ تغییر می کند، این انرژی از کجا می آید؟
- این انرژی باید توسط پیستون تأمین شده باشد.
- در نتیجه ی برخورد، چه تغییری در انرژی جنبشی پیستون روی می دهد؟ آیا پاسخ شما به این پرسش، خودتان را راضی می کند؟ توضیح دهید.
- بنا به اندازه گیری ها انرژی پیستون پس از برخورد  $2/8 \text{ J}$  است. این مقدار منطقی است زیرا مجموع انرژی های جنبشی

پیستون و توپ پیش از برخورد با پس از آن برابر است.

□ اگر بخواهیم سرعت پیستون پیش از برخورد با پس از آن دقیقاً برابر باشد، آیا باید روی پیستون کار انجام دهید؟

○ بله، زیرا ما ناگزیریم که انرژی پیستون را افزایش دهیم تا انرژی جنبشی به میزان اولیه اش برسد.

برای حالت هم دما هم کار را تکرار می کنیم. بیش تر گروه ها پاسخ پرسش های بالا را نمی دانند. پس از این که چند گروه نتایج گفت و گوی خود را در کلاس ارایه می دهند، گروه های دیگر برداشت ها و یافته های میکروسکوپی خود را درباره ی فرایندهای آدیاباتیکی و هم دما با میل بیش تری تصویر می کنند. این امر نیازمند آن است که سه یا چهار گروه پیش از کلاس درباره ی درک مدل میکروسکوپی به توافق رسیده باشند. در نتیجه ی این جلسه، دانش آموزان از دیدگاه میکروسکوپی و ماکروسکوپی موفق به درک قانون اول ترمودینامیک می شوند و آن را درباره ی انبساط و فشرده کردن گازها بازگو می کنند.

### قابلیت عمومی اجرای کارگاه

درک مدل میکروسکوپی، به اطلاعات مقدماتی دانش آموزان درباره ی مکانیک بستگی دارد. سابقه ی برپایی این گونه کارگاه ها در دوره های علمی مقدماتی رشته های فیزیک و شیمی بسیار است. دانش آموزان رشته های علمی گوناگون، در نیم سال پیشین با موضوع هایی هم چون اندازه ی حرکت و برخورد آشنایی پیدا کرده اند. در کلاس شیمی عمومی که دانش آموزان نیازی ندارند که یک دوره فیزیک مقدماتی را به طور کامل داشته باشند، انجام اندازه گیری ها اندکی دشوار به نظر می رسد. افزون بر این، دانش آموزانی که دانش مقدماتی از فیزیک ندارند، ممکن است مفاهیم اندازه ی حرکت و برخورد را به خوبی درک نکنند. به هر حال، ممکن است در جلسه ی دوم، بتوانند درک و حس فیزیکی خود از خواص میکروسکوپی را درباره ی فشرده کردن یک گاز بهبود بخشند، بی آن که اطلاعات کاملی از مکانیک، اندازه ی حرکت و برخورد داشته باشند. به هر حال، کارگاه نخست، نیازی به داشتن درک عمیق از فیزیک ندارد و به سادگی می توان آن را در کلاس اجرا کرد.



\* دبیر شیمی استان گلستان (علی آباد کنول)

1. fire syringe

Mills, P. A. J. Chem. Educ. 2001, 78, 1360.



# نمایش بزرگی

## عدد آووگادرو

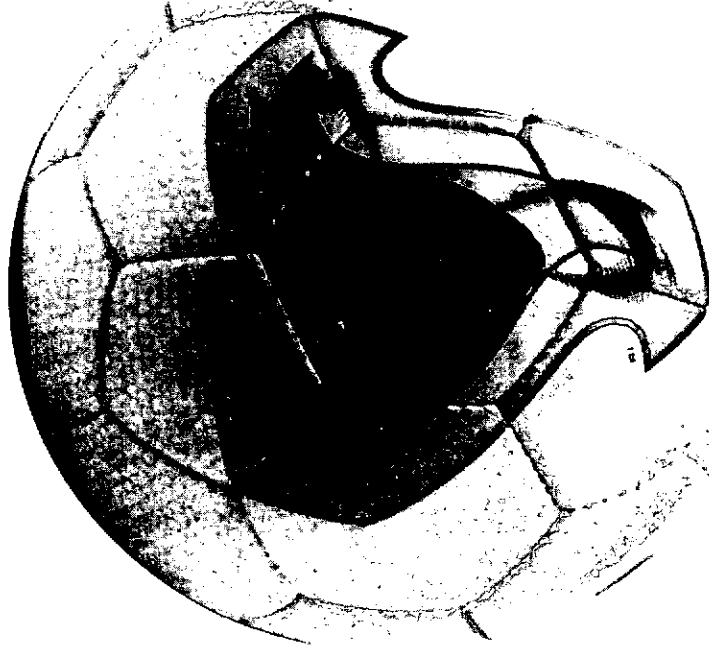
۶۰۲۳

زرین دخت سدهی اصفهانی

می‌کنم. دو مسأله‌ی نخست، پرسش‌های ساده‌ای هستند (با پاسخ‌هایی که من معتقدم بسیار شگفت‌انگیزند). من آن‌ها را به عنوان کار در خانه به دانش‌آموزانم می‌دهم. مسأله‌ی سوم مجموعه محاسبه‌هایی است که به اندکی تجزیه و تحلیل دقیق ریاضی نیاز دارد. ما بیش‌تر محاسبه‌ها را در کلاس انجام می‌دهیم و محاسبه‌های پایانی را تنها برای اتم‌های هیدروژن انجام می‌دهیم. من از واحدهای انگلیسی رایج استفاده می‌کنم، زیرا دریافته‌ام که به کمک آن‌ها نتایج برای دانش‌آموزان سریع‌تر قابل فهم است. اگر دانش‌آموزان بخواهند می‌توانند تبدیل این واحدها را به (از) سیستم متریک

بیش‌تر دانش‌آموزان دبیرستانی برای نخستین بار، هنگامی که مطالعه‌ی مفهوم مول را در شیمی آغاز می‌کنند، عدد آووگادرو ( $6 \times 10^{23}$ ) را می‌شناسند. دانش‌آموزانی که برای نخستین بار با این عدد روبه‌رو می‌شوند نباید واژه‌ی خاصی داشته باشند، ولی آن‌چه باید به یاد داشته باشید این است که آیا این بزرگی، به یک عدد ۶، یک عدد ۱۰ و یک توان ۲۳ مربوط است؟ آشنا کردن دانش‌آموزان با بزرگی عدد آووگادرو و کوچکی بیش از اندازه‌ی اتم از اهمیت زیادی برخوردار است. من در این مقاله سه مسأله را شرح می‌دهم که هر سال برای تفهیم این مطلب به دانش‌آموزان از این سه مسأله استفاده





در بیش تر فرهنگ ها بیابند.

کنید که هر دانه‌ی شن یک مکعب به ضلع (یال)  $\frac{1}{10}$  اینچ (به طور معمول برای شن‌های ریز) باشد.

### مسأله‌ی ۱

اگر حجم یک توپ پلاستیکی به قطر شش اینچ را در عدد آوگادرو ضرب کنیم حجم این توپ چقدر می‌شود؟

### پاسخ

برای ضرب کردن حجم یک کره در عدد آوگادرو، قطر آن را در ریشه‌ی سوم عدد آوگادرو ( $8/44 \times 10^7$ ) ضرب می‌کنیم. قطر جدید برابر  $5/07 \times 10^8$  اینچ است یا:

$$5/07 \times 10^8 \text{ اینچ} \times \frac{1}{12} \left( \frac{\text{فوت}}{\text{اینچ}} \right) \times \frac{1}{5280} \left( \frac{\text{مایل}}{\text{فوت}} \right) = 8/10 \times 10^4 \text{ مایل}$$

این مقدار، تقریباً برابر قطره‌ی کره‌ی زمین می‌شود. به بیان دیگر نسبت اندازه‌ی اتم به مول یا نسبت جرم  $\frac{\text{amu}}{\text{گرم}}$  حدود نسبت حجم یک توپ پلاستیکی به حجم کره‌ی زمین است.



### پاسخ

حجم لازم عبارت است از:

$$\text{فوت} \times 10 \times \left( \frac{\text{فوت}}{\text{مایل}} \times 5280 \right)^2 \times \text{مایل} \times 1200 \times \text{مایل} \times 3100 = \text{فوت مکعب} \times 10^{15} = 1/04$$

برای تبدیل این حجم به اینچ مکعب، آن را در

$$\left( \frac{\text{اینچ}}{\text{فوت}} \times 12 \right)^2 \text{ ضرب می‌کنیم. سپس برای یافتن تعداد}$$

### مسأله‌ی ۲

در این جا می‌خواهیم ببینیم که چند مول دانه‌ی شن، در کویر «سahارا» وجود دارد؟ گستردگی کویر ساهارا، نزدیک ۳۱۰۰ مایل از شرق تا غرب و ۱۲۰۰ مایل از شمال تا جنوب، یا تقریباً به اندازه‌ی ۴۸ ایالت به هم چسبیده از ایالات متحده‌ی آمریکا است. تصور می‌کنید چند مول دانه‌های شن برای پوشاندن این کویر به عمق ۱۰ فوت مورد نیاز است؟ فرض



دانه‌های شن، حاصل ضرب آن را در  $\left(\frac{\text{دانه}}{\text{اینچ}}\right)^2$  به دست می‌آوریم. به این ترتیب به  $1/79 \times 10^{22}$  دانه شن یا حدود سه مول شن نیاز داریم. ولی ساهارا واقعاً شامل سه مول دانه‌ی شن نیست زیرا بیش تر سطح آن را صخره‌های نمکی می‌پوشاند. تقریباً به تعداد مولکول‌های آب موجود در ۵۰ میلی لیتر آب، در ساهارا دانه‌های شن وجود دارد.

### مسئله‌ی ۳

مسئله‌ی سوم شامل یک مجموعه محاسبات است که به نتایج حیرت‌انگیزی می‌انجامد. این مسئله به عوامل فیزیکی بستگی دارد.

ا) اگر از یک مکعب کوچک حاوی ماده شروع کنیم و آن را به صورت یک مربع دوبعدی درآوریم، اندازه‌ی هر ضلع مربع، از یال مکعب بزرگ‌تر خواهد شد. اگر همین کار را تا یک بعدی شدن ادامه دهیم، به طوری که همه‌ی ماده را روی یک خط قرار دهیم، طول خط بیش تر از اندازه‌ی ضلع مربع می‌شود. ب) هرچه مربع یا خط را نازک‌تر درست کنیم ابعاد آن بزرگ‌تر می‌شود.

در زیرنویس پایان این مقاله<sup>۱</sup>، این دوتنتیجه نشان داده شده است. اما برای هدف فعلی ما، می‌توان به طور مستقیم از چند نمونه‌ی ویژه استفاده کرد.

**نمونه‌ی کلاسی ۱:** تصور کنید که ۶۴ مهره‌ی اسباب‌بازی، که یال هریک از آن‌ها برابر ۲ اینچ است، به صورت یک مکعب مرتب شده باشند. بنابراین یال هر مکعب ۶۴ اجری، شامل ۴ آجر، یا برابر با ۸ اینچ است. این ۶۴ آجر را می‌توان در یک مربع ۱۶ اینچی (۸ آجر در هر ضلع)، یا یک خط ۱۲۸ اینچی یا  $10/7$  فوتی جاداد. همان طور که در بخش «آ» (در بالا) گفته شد: اندازه‌ها از ۸ اینچ به ۱۶ اینچ و سپس به ۱۲۸ اینچ (فوت  $10/7$ ) افزایش می‌یابد. حال بیایید طی سه نمونه‌ی باقیمانده، نازک کردن مربع و کشیدن خط را با این تصور انجام دهیم که مکعب ۸ اینچی اولیه از اجزای کوچک‌تری درست شده است. به این ترتیب بخش «ب» بالا نیز شرح داده می‌شود. یعنی هرچه اجزا کوچک‌تر شوند اندازه‌ی مربع و خط افزایش می‌یابد. طول خط، به اندازه‌ی اجزایی که

درون آن چیده‌ایم حساس و وابسته است.

حال به جای آجرها، از طاس استفاده می‌کنیم.

**نمونه‌ی کلاسی ۲:** یک مکعب از  $16^3 = 4096$  طاس نیم‌اینچی تشکیل شده است که دارای ۱۶ طاس در هر یال است و هر یال آن ۸ اینچ طول دارد که درست برابر با همان مکعب با ۶۴ آجر است. طاس‌ها را می‌توان به گونه‌ای در یک مربع چید که در هر ضلع آن ۶۴ طاس جای گیرد. در این حال، طول هر ضلع ۳۲ اینچ می‌شود. اگر همه‌ی ۴۰۹۶ طاس را در یک ردیف قرار دهیم یک خط به درازای  $2048$  اینچ یا بیش تر از ۱۷۰ فوت به دست می‌آید. تا این جا به نتایج شگفت‌آوری رسیده‌ایم و می‌بینیم که برخی از دانش‌آموزان ۱۷۰ فوت را کنترل می‌کنند تا مطمئن شوند دچار اشتباهی نشده‌اند.

حال باز هم مکعب را به اجزایی کوچک‌تر از طاس، خرد می‌کنیم.

**نمونه‌ی کلاسی ۳:** فرض کنید ساچمه‌هایی به شکل تقریباً شبیه مکعب، با یال برابر  $\frac{1}{12}$  اینچ داریم. یک میلیون از این ساچمه‌ها را می‌توان در مکعبی چید که در یک یال خود ۱۰۰ ساچمه را جای داده است یعنی اندازه‌ی یال آن برابر است با:

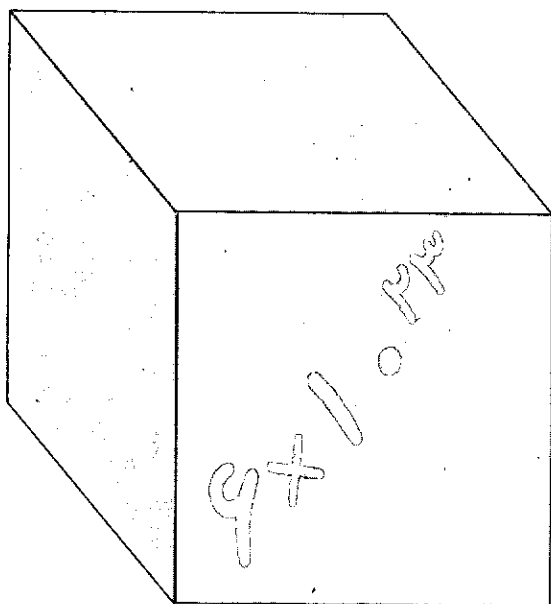
$$\text{اینچ } 8/33 = \left(\frac{\text{اینچ}}{\text{ساچمه}}\right) \times 100 \text{ ساچمه}$$

این اندازه تقریباً با اندازه‌های بالا یکسان است. در آرایش مربعی، ۱۰۰۰ ساچمه در هر بعد مربع قرار می‌گیرد بنابراین طول هر یال مربع  $83/3$  اینچ یا  $6/94$  فوت است. هم‌چنین یک میلیون ساچمه در یک خط مستقیم به طول

$$\text{مایل } 11/31 = \left(\frac{\text{اینچ}}{\text{ساچمه}}\right) \times \left(\frac{\text{اینچ}}{\text{ساچمه}}\right) \times \left(\frac{\text{اینچ}}{\text{ساچمه}}\right) \times 10^6 \text{ ساچمه}$$

قرار می‌گیرد.

**نمونه‌ی کلاسی ۴:** بار دیگر دانه‌های شنی را که هر یال آن برابر  $\frac{1}{10}$  اینچ است و در مسئله‌ی ۲ استفاده شد، در نظر بگیرید. این دانه‌ها به قدری کوچک هستند که به دشواری می‌توان آن‌ها را لمس کرد. ما می‌توانیم میلیون  $512 = 80^2$  دانه شن را در یک مکعب با یال برابر ۸ اینچ



۳۷/۴ بیلیون مایل یا بیش از ده برابر فاصله‌ی میان زمین و سیاره‌ی نپتون حاصل می‌شود. یک جعبه از شن‌های ریز، بیش تر راه نیویورک تا فیلادلفیا را فرش می‌کند؛ یک انگشترانه پر از اتم ده بار فاصله نیویورک تا نپتون را در برمی‌گیرد. بله، رفتار اتم‌های کوچک این گونه است...



۱- نسبت دادن ریاضی دقیق به اصول فیزیکی که در مسأله‌ی ۳ و نمونه‌های پیش از آن آمده است، دشوار نیست. هنگامی که تعداد  $N$  شی یکسان را در یک مکعب بچینیم اندازه‌ی طول و عرض و ارتفاع مکعب  $\sqrt[3]{N}$  می‌شود. چنان‌چه همان  $N$  شی را در یک مربع جای دهیم اندازه‌ی طول و عرض مربع  $\sqrt{N}$  می‌شود. هنگامی که  $N$  شی را در یک خط قرار دهیم، طول خط به اندازه‌ی  $N$  می‌شود. از آن‌جا که  $N > 0$  است، پس:  $\sqrt{N} < \sqrt[3]{N} < N$ . یعنی طول یک خط از ضلع یک مربع، و این طول به نوبه‌ی خود از یال یک مکعب بزرگ‌تر است. حال مجموعه‌ای از اشیای یکسان کوچک‌تر را در یک مکعب، مربع و یک خط می‌چینیم و همواره از یک مکعب با همان اندازه آغاز می‌کنیم. همان‌طور که اندازه‌ی شی کاهش می‌یابد، برای رسیدن به یک مکعب به همان اندازه، تعداد اشیای زیاد می‌شود. اما برای هر مجموعه با  $N$  شیء یکسان، نسبت عرض مربع به یال مکعب  $\sqrt{N} + \sqrt{N} = \sqrt{N}$  خواهد بود.

نسبت طول خط به یال مکعب  $\sqrt{N} + \sqrt{N} = \sqrt{N}$  است. همان‌طور که اشیای کوچک‌تر شوند و  $N$  بزرگ‌تر، این نسبت‌ها، به ویژه نسبت دوم بزرگ‌تر می‌شود. عرض‌های مربع و به ویژه طول خط بزرگ‌تر می‌شود. به این ترتیب می‌بینیم که طول آرایش خطی، به کوچکی اشیای بسیار حساس است.



Diemente, D. J. Chem. Educ. 1998, 75, 1565.

(حاوی ۸۰۰ دانه شن) جای دهیم. اگر این شن‌ها را در یک مربع پخش کنیم، در هر ضلع خواهیم داشت:

$$\text{فوت } 18/9 = \left(\frac{1}{12} \text{ اینچ فوت}\right) \times \left(\frac{1}{100} \text{ اینچ دانه}\right) \times \text{دانه } 2260$$

اگر همه‌ی دانه‌ها را در یک ردیف قرار دهیم، داریم:

$$\text{مایل } 80/8 = \left(\frac{1}{5280} \text{ فوت مایل}\right) \times \left(\frac{1}{12} \text{ اینچ فوت}\right) \times \left(\frac{1}{100} \text{ اینچ دانه}\right) \times \text{دانه } 512 \times 10^6$$

شگفت‌انگیز نیست؟ چه کسی حدس می‌زد که یک جعبه ۱۸ اینچی، ۸۰ مایل شن را در خود جای دهد؟ حتی با اشیاء کوچک‌تر از دانه‌های شنی میزان این شگفتی صدچندان خواهد شد.

مسأله‌ی ۳: در این جا طول یک مول از اتم‌های هیدروژن را بررسی می‌کنیم. فرض کنید یک مول اتم هیدروژن (کوچک‌ترین و ساده‌ترین اتم) را در یک مکعب، در یک مربع و سرانجام به صورت یک خط می‌چینیم. قطر هر اتم یک آنگستروم یا  $10^{-10}$  متر بوده است. بزرگی مکعب، پهنا‌ی مربع و طول خط چقدر است؟ در هر یال مکعب به اندازه‌ی ریشه‌ی سوم عدد آووگادرو،  $8/44 \times 10^7$  اتم وجود دارد و به عبارتی اندازه‌ی هر یال،  $8/44$  میلی‌متر است که به طور آشکار از مکعب‌های ۸ اینچی نمونه‌های پیشین (حدود ۱۴۰۰۰ بار) کوچک‌تر است.

با این وجود ما ابعاد مربع و خط را محاسبه می‌کنیم. اتم‌ها به اندازه کافی کوچک هستند که خودشان یک‌دیگر را نگه دارند. در هر ضلع مربع به اندازه‌ی ریشه‌ی دوم عدد آووگادرو،  $7/76 \times 10^{11}$  اتم وجود دارد یا به عبارتی اندازه‌ی هر ضلع مربع برابر  $77/6$  متر است، و سطح آن عبارت است از:

$$1/49 = \left(\frac{1}{43560} \text{ فوت مربع هکتار}\right) \times \left(\frac{3}{28} \text{ فوت متر}\right)^2 \times (\text{متر } 77/6)^2$$

و اگر روی یک خط اتم‌ها را بچینیم خطی با این طول به دست می‌آید:

$$\begin{aligned} & \frac{\text{مایل}}{\text{کیلومتر}} \times 0/621 \times \frac{\text{کیلومتر}}{\text{متر}} \times \frac{1}{1000} \times \text{متر } 6102 \times 10^{12} \\ & = \text{مایل } 3/74 \times 10^{10} \end{aligned}$$



دانش‌آموزان تازه‌کار، به ویژه برای افرادی که در نزدیکی رودخانه، دریاچه، دریاها و... زندگی نمی‌کنند، دشوار به نظر می‌رسد. آن‌چه در این جا ارایه شده، کاربردی از اهمیت ظرفیت گرمایی بالای آب است و به برخی از مفاهیم جذاب علوم زیستی نیز اشاره شده است.

ما «دمای اتاق» را در شیمی به طور طبیعی  $25^{\circ}\text{C}$  یا  $77^{\circ}\text{F}$  تعیین می‌کنیم که در واقع دمای یک اتاق نسبتاً گرم است. با وجود این اگر انگشت خود را درون فنجان محتوی آبی فروبریم که دمای آن با دمای اتاق برابر است، آب، سرد به نظر می‌رسد که البته به این دلیل است که ما همانند حیوانات خونگرم دیگر، گرما را باز می‌تابانیم. ما به راحتی می‌توانیم هوای اطرافمان را گرم کنیم چون هوا دارای چگالی نسبتاً کمی (برای هوای خشک در  $25^{\circ}\text{C}$  و فشار 1 atm برابر

ظرفیت گرمایی از جمله موضوع‌هایی است که در مبحث ترموشیمی، در کتاب‌های شیمی دوره‌ی متوسطه، کتاب‌های شیمی عمومی و درس شیمی فیزیک مورد بررسی قرار می‌گیرد. تغییر دمای یک جسم به سه عامل جرم، ظرفیت گرمایی ویژه و انرژی بستگی دارد. از این رو، تغییر دمای یک جسم برای بسیاری از دانش‌آموزان تازه‌کار، پیچیده به نظر می‌رسد. در این مجله<sup>۱</sup> مقاله‌های جالبی درباره‌ی معرفی و آموزش ظرفیت گرمایی به چاپ رسیده است. افزون بر این، بالا بودن دور از انتظار ظرفیت گرمایی آب در بسیاری از کتاب‌های شیمی عمومی به عنوان نمونه‌ای از اثر تعدیل‌کنندگی آب و هوا توسط دریاچه‌ها و اقیانوس‌ها ارایه شده است. به هر حال اثر تعدیل آب و هوا در عین اهمیت در طبیعت قابل مشاهده است و درک آن اغلب برای

فاطمه رحمانیان

# ظرفیت گرمایی، دمای بدن و کاهش آب

$0.012 \text{ g/mL}^{-1}$  است و ظرفیت گرمای ویژه ی نسبتاً کمی  $(1701 \text{ J/g}^\circ\text{C})$  دارد. ماد ر هوای  $25^\circ\text{C}$  گرمای نسبتاً زیادی

احساس می کنیم زیرا تنها کمی از گرمای بدن ما صرف گرم کردن آن می شود. اما برای افزایش دمای آب به چهار برابر گرمای بیش تری نیاز است؛ زیرا ظرفیت گرمایی ویژه ی آن  $4/18 \text{ J/g}^\circ\text{C}$  است. افزون بر این، آب در  $25^\circ\text{C}$  چگالی

بیش تری  $(0.997 \text{ g/mL})$  دارد. در نتیجه هنگامی که انگشت ما با آب بیش تری تماس پیدا می کند، نسبت به هنگامی که با همان حجم هوا پیش از فرورفتن در آب در تماس بوده است، گرمای بیش تری از دست می دهد.

فرورودن کامل انگشت سبابه، به حدود ۱۲ میلی لیتر آب نیاز دارد. در این حال گرمایی که انگشت برای بالا بردن دمای آب از دست می دهد، تنها  $1^\circ\text{C}$  است.

= انرژی گرمایی

$$12(\text{mL}) \times 0.997(\text{g/mL}) \times 4/18(\text{J/g}^\circ\text{C}) \times 1^\circ\text{C} = 0.15(\text{J})$$

و برای هوای هم حجم خواهیم داشت:

= انرژی گرمایی

$$12(\text{mL}) \times 0.012(\text{g/mL}) \times 1701(\text{J/g}^\circ\text{C}) \times 1^\circ\text{C} = 0.15(\text{J})$$

این عمل بسیار ساده شده، در انتقال گرما از هوا یا آب به محیط اطراف به حساب نیامده است. بلکه این سیستم (انگشت به همراه هوا یا آب) کاملاً بسته فرض شده است. اگر محیط اطراف را به حساب آوریم گرمای محاسبه شده ای که توسط انگشت از دست رفته است در هر دو مورد بیش تر می شود. به هر حال گرمای منتقل شده از انگشت خشک بیش تر از انگشتی است که در آب فرورفته است. این فعالیت برای نشان دادن تفاوت دور از انتظار میان انرژی مورد نیاز برای تغییر دمای آب و هوا به کار می رود.

این تفاوت مضمون های مهمی را برای نگهداری دمای بدن و جلوگیری از کاهش دما یا پایین آوردن غیر عمدی دمای بدن به پایین تر از حد معمول در بردارد. از آن جایی که سلول ها دارای مقدار زیادی آب هستند، ظرفیت گرمایی آن ها زیاد است. بنابراین انسان ها (و حیوانات خونگرم دیگر) هنگامی که در برابر نوسان های محدود دما قرار می گیرند، نسبت به تغییرهای درونی دما مقاوم هستند. این مطلب درست است بویژه هنگامی که با عوامل نگهدارنده ی

دیگری هم چون تعریق، لرز، انقباض رگ ها، ورم و چربی زیر پوست همراه شود. هم چنین به نظر می رسد هنگامی که دمای بدن به طور قابل توجهی کاهش می یابد بازگشت آن به حالت طبیعی، به میزان فراوانی انرژی نیاز دارد. هنگامی که دمای بدن پایین تر از اندازه ی مشخصی است، بدن بدون منبع گرمایی بیرونی نمی تواند آن را جبران کند؛ بدن به راحتی نمی تواند انرژی کافی برای افزایش دمای خود را از راه سوخت و ساز تولید کند. بویژه این که سوخت و ساز نیز به خاطر کاهش دما آهسته شده است. به همین علت سالانه بسیاری از مرگ و میرها در اثر کاهش دمای بدن روی می دهد. اما همه ی این مرگ و میرها در اثر دماهای زیر دمای انجماد در زمستان، در شرایط آب و هوایی سرد نیست. در این جا نیز ظرفیت گرمایی بالای آب نقش خود را به خوبی بازی می کند. قرار گرفتن در برابر آبی که دمای آن کم تر از دمای طبیعی بدن است فرآیند کاهش دمای بدن را - که بنا به محاسبه های بالا به مقدار انرژی بیش تری برای گرم کردن آب نسبت به هوا احتیاج دارد و به طور نیمه کمی توضیح داده شد - سرعت می بخشد. بسیاری از غرق شدگی های تصادفی در اثر بی توجهی به نتیجه ی کاهش دمای بدن بوده است. در واقع، برای به خطر افتادن نیازی نیست که فردی به طور کامل در آب فرورود. برای نمونه در سال ۱۹۹۵ چهار سرباز در فلوریدا در اثر کاهش دمای بدن جان باختند در حالی که دمای هوا نسبتاً گرم بود. علت مرگ آن ها از این قرار بود که آن ها به طور مختصر در آبی که عمق آن تا سینه بود، فرورفتند و چون به طور کامل خیس شدند، نتوانستند دمای بدن را در سطح مناسبی نگه دارند.

انشعاب های پر انرژی ظرفیت گرمایی بالای آب، در نگهداری و اختلال دمای بدن در حیوانات خونگرم نمونه ی جالب و مناسبی است که به مفاهیم ظرفیت گرمایی و تبدیل دما به انرژی و سوخت و ساز مربوط می شود. بحث در مورد علت های کاهش دمای بدن و جلوگیری از آن می تواند زمینه ی جالبی را برای معرفی گرماسنجی فراهم آورد.

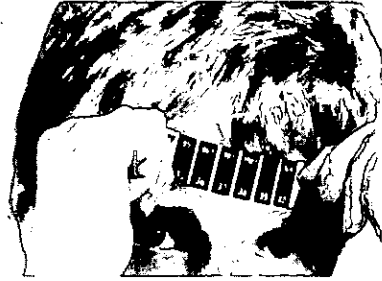


دبیر منطقه ی ۱۲ تهران

1. J. Chem. Educ.



Kimbrough, D. R. J. Chem. Educ., 1998, 75, 48.



# شیمی و دنیای شگفت انگیز LC ها



مهدیه سالارکيا

که ویژگی های نوری این مواد به شکلی نامنظم با افزایش دما دستخوش تغییر می شود. برای نمونه، در سال ۱۸۵۰، هنتز<sup>۲</sup> گزارش داد که استتارین در دمای  $52^{\circ}\text{C}$  از حالت جامد به مایعی با رنگ تیره تغییر حالت می دهد، در دمای  $58^{\circ}\text{C}$  مایع کمی کدر است و در  $62/5^{\circ}\text{C}$  تبدیل به مایعی شفاف می شود. پژوهشگران دیگر، مشاهده ی رنگ های آبی در نتیجه ی سرد کردن مواد تهیه شده از کلسترول را گزارش کردند و زیست شناسان رفتار نوری آنیزوتروپی را در مواد زیست شناختی مایع یافتند؛ رفتاری که معمولاً از یک فاز بلوری انتظار می رفت. ۳۸ سال بعد، یک گیاه شناس اطریشی به نام رینیتزر<sup>۳</sup>، به عملکرد زیست شناختی کلسترول علاقه مند شد. او دریافت که میان ذوب یک ماده ی آلی و کلسترول ارتباطی وجود دارد. در آن روزگار، ساختار کلسترول هنوز شناخته نشده بود. به هر حال، اکنون ما می دانیم که آن ماده کلستریل بنزوات است. این ماده در دمای  $145/5^{\circ}\text{C}$  تبدیل به مایع تیره ای می شد. در حالی

انگستان شما کلیدهای ماشین حساب را لمس می کنند. بی درنگ با نقش گرفتن جادویی عددها بر صفحه، ماشین حساب به کار می افتد. شاید مشاهده ی این رویداد پیش از این جای بسی شگفتی بود، اما امروزه این گونه ماشین ها یکی از رایج ترین ابزارهای برقراری ارتباط میان مردم به شمار می روند. به راستی، عملکرد این ماشین ها چگونه است؟ پاسخ این پرسش چنین است: ماشین حساب ها، عددها را با تکیه به ویژگی های شگفت انگیز یک بلور مایع، LC<sup>۱</sup>، نمایش می دهند.

## تاریخچه ی کشف بلورهای مایع؛ حالت تازه ای برای ماده

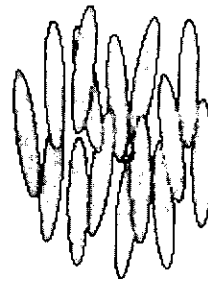
در میانه ی سال های ۱۸۵۰ و ۱۸۸۸، پژوهشگران در رشته های گوناگون هم چون شیمی، زیست شناسی، داروسازی و فیزیک با موادی روبه رو شدند که در دماهایی نزدیک به دمای ذوب خود، رفتارهای شگفت انگیزی نشان می دادند، به گونه ای



که، در دمای  $178/5^{\circ}\text{C}$  شفاف بود. رینیتزر مایع شفاف را سرد کرد و مشاهده‌ی رنگ آبی-بنفش را گزارش داد. گفت وگو میان پژوهشگران آغاز شد و به معرفی حالت تازه‌ای از ماده انجامید که آن را حالت بلور مایع، LC، نامیدند.

### معرفی انواع LC

افزون بر این حالت، حالت‌های دیگری نیز برای ماده قابل معرفی است که گاه در طبقه‌بندی ماده به سه حالت جامد، مایع و گاز نمی‌گنجد. برای نمونه، موادی هم چون مایونز، حالتی میان مایع و جامد دارند. LCها، نه کاملاً مایع هستند و نه به طور کامل از ویژگی‌های جامد برخوردارند. این مواد، هم چون یک مایع توانایی روان شدن را دارند و در همان حال برخی از ویژگی‌های جامدهای بلوری را نیز به نمایش می‌گذارند. در واقع، می‌توان آن‌ها را نوعی بلور دانست که نظم مکانی خود را به طور کامل یا جزئی از دست داده است اما هنوز از دید جهت‌گیری، نوعی نظم در آن‌ها پابرجاست. برای نمونه، تعداد زیادی جلال دندان را در نظر بگیرید که در یک قوطی کبریت قرار گرفته‌اند و تکان‌های پیوسته‌ای در جای خود دارند. هنگامی که شما قوطی را باز می‌کنید، همه‌ی آن‌ها تقریباً به یک سو متمایل می‌شوند، اما جهت‌گیری فضایی مشخصی ندارند. اگرچه که آزادند که حرکت کنند اما گویی تنها در یک جهت به صف شده‌اند. این، نمونه‌ای از یک مدل برای نمایش نوعی ویژه از LC با عنوان نماتیک<sup>۴</sup> است، شکل ۱.



شکل ۱

LCهای نماتیک، در قالب مولکول‌های آلی میله‌ای شکل با طول  $20\text{Å}$  نمایان می‌شوند. آن‌ها، به خاطر تمایل به تشکیل یک الگوی موازی، ویژگی‌های جالب و سودمند نوری

از خود نشان می‌دهند. در ساعت‌های رقمی شما از LCهای نماتیک استفاده شده است.

در برابر، LCهای یاد شده، LCهای اسمکتیک<sup>۵</sup> قرار دارند. این LCها از درجه‌های جهت‌گیری بالاتری نسبت به نوع نماتیک برخوردار هستند. آن‌ها با نوعی بی‌نظمی مکانی همراه هستند اگرچه که هنوز هم، چنین نظم‌ی در آن‌ها وجود دارد. در طبقه‌بندی این نوع LC چند روش موجود است که در بهترین آن، LCهای اسمکتیک به دو نوع A و C تقسیم می‌شوند. در اسمکتیک A، مولکول‌ها عمود بر صفحه‌ی لایه‌ها در یک صف قرار می‌گیرند. در اسمکتیک C، صف‌بندی مولکول‌ها با زاویه‌های دلخواه همراه است، شکل ۲. این تقسیم‌بندی ریشه در توجه به راستای ستون‌ها در بناهای قدیمی دارد که در شکل ۳ مشاهده می‌شود.



اسمکتیک C



اسمکتیک A

شکل ۲



اسمکتیک C



اسمکتیک A

شکل ۳

### فناوری به کارگماردن LCها

تلفیق نظم و تحرک، به LCها توانایی واکنش نشان دادن به تحریک‌های بیرونی هم چون یک میدان الکتریکی خارجی را می‌دهد. هم‌اکنون، پژوهش‌هایی در طراحی این گونه مواد در جریان است. هم‌چنان که اشاره شد معمولاً مواد LC، مولکول‌هایی میله‌مانند یا دیسک‌مانند تشکیل می‌دهند. در هر دو نوع، بخش‌های رشته‌ای انعطاف‌پذیری وجود دارد که

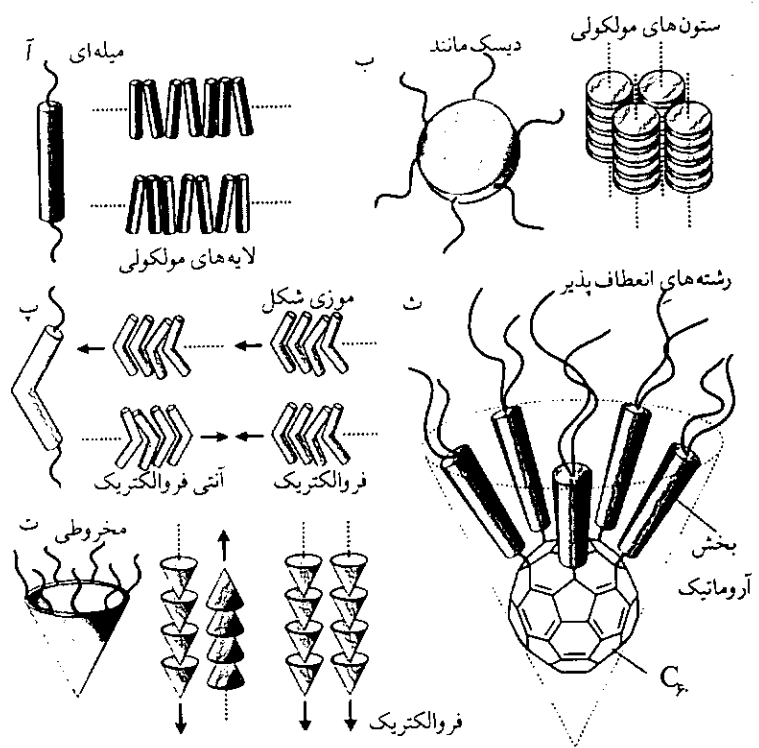


به یک هسته‌ی سخت و ثابت پیوند دارند. مولکول‌های میله‌ای در قالب چندین لایه سازمان می‌یابند. درحالی که، مولکول‌های دیسک مانند به تشکیل ستون می‌پردازند. حرکت رشته‌های انعطاف پذیر، تحرک لازم این مواد را برآورده می‌کند، شکل ۴-آ و ۴-ب.

کاهش تقارن در این مولکول‌ها، فازهای LC دیگری را پدید می‌آورد. برای نمونه، ایجاد خمیدگی حدود  $140^\circ - 110^\circ$  در مرکز مولکول‌های میله‌ای به ایجاد مولکول‌های موزی شکل

می‌انجامد، شکل ۴-پ. در این حال، مولکول‌ها دیگر نمی‌توانند به طور خطی در کنار یکدیگر قرار گیرند. هنگامی که چنین مولکول‌هایی در یک لایه قرار می‌گیرند، در هر لایه نوعی تقارن قطبی را پدید می‌آورند. کاهش تقارن در مولکول‌ها و پیدایش تقارن قطبی در لایه‌ها، پدیده‌ی بی‌اندازه جالبی است که به ایجاد ساختارهای بزرگ دستواره و مارپیچی می‌انجامد و ویژگی‌هایی هم‌چون فروالکتریک<sup>۶</sup> و آنتی فروالکتریک<sup>۷</sup> را به دنبال دارد. در فازهای فروالکتریک راستای قطبیت در لایه‌های همسایه یکسان است. اما در فازهای آنتی فروالکتریک، این راستا در خلاف جهت یکدیگر بوده، خشی شدن گشتاورهای دوقطبی را به همراه دارد، شکل ۴-پ.

برای ایجاد تقارن قطبی در لایه‌ها، تلاش‌هایی انجام گرفته است که در جریان آن‌ها شکل‌های صاف مولکول‌های دیسک مانند به شکل‌هایی توخالی یا شبیه کاسه تغییر یافته است، شکل ۴-ت. این، کار گروه ساوامورا<sup>۸</sup> است. آن‌ها دیدگاه تازه‌ی خود را برای طراحی مولکول‌های توخالی به این شیوه پیاده کردند: به عنوان هسته‌ی مرکزی سخت و ثابت در مولکول‌های LC، از یک مولکول فولرن  $C_{60}$  استفاده کردند. سپس پنج مولکول آروماتیک را که شکلی شبیه میله داشتند و هریک دارای دو زنجیر آلیفاتیک انعطاف پذیر بودند، به کناره‌های مولکول  $C_{60}$  پیوند دادند. حاصل، مولکولی مخروطی شکل یا شبیه به یک توپ بدمیبتون بود، شکل ۴-ث. چنان که از شکل این مولکول برمی‌آید، این مجموعه به طور کامل درون یک مولکول همسایه جای می‌گیرد؛ مولکول‌ها از الگوی پیوند سر به دم پیروی کرده، در طول یک ستون به طور موازی با هم قرار می‌گیرند و یک بلور دوبعدی هگزاگونال را پدید می‌آورند. رشته‌های انعطاف پذیر نیز در پیرامون هر مجموعه، فضای میانی ستون‌ها را پر می‌کنند و امکان تحرک LC را فراهم می‌کنند.

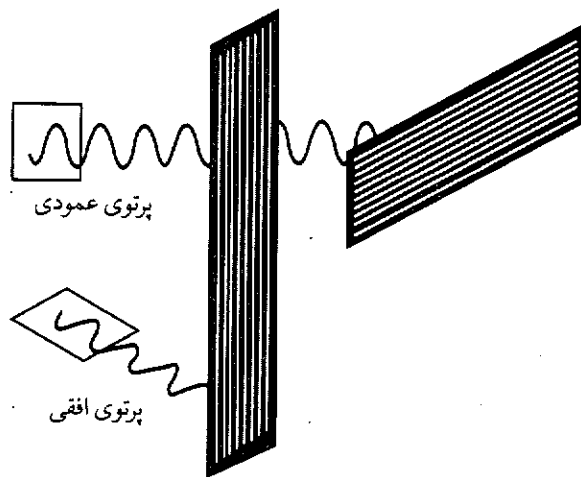
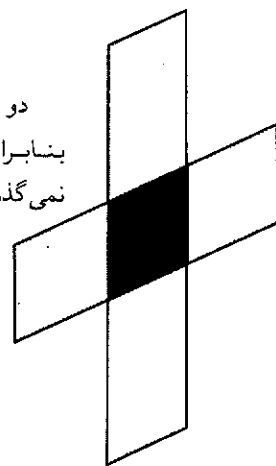


شکل ۴ فازهای بلور مایع  
 (آ) مولکول‌های میله مانند خود را درون لایه‌ها سازمان می‌دهند، درحالی که،  
 (ب) مولکول‌های دیسک مانند ستون‌هایی تشکیل می‌دهند که می‌توانند در دو بعد با یکدیگر به طور موازی قرار گیرند.  
 (پ) ایجاد یک انحراف در هسته‌ی مرکزی به تشکیل مولکول‌های موزی می‌انجامد. چرخش این مولکول‌ها پیرامون محور بلندشان محدود شده، آن‌ها با تقارنی در خلال لایه‌ها سازگار می‌شوند. بسته به راستای انحراف لایه‌های همسایه، امکان پیدایش فازهای اسمکتیک فروالکتریک و آنتی فروالکتریک وجود دارد.  
 (ت) مولکول‌های مخروطی شکل می‌توانند منجر به تولید تقارن قطبی در خلال ستون‌ها شوند. راستای قطبیت ستون‌های همسایه ممکن است موازی یا ناموازی باشد.  
 (ث) ساوامورا و همکارانش به کمک مولکول  $C_{60}$ ، یک مولکول شبیه توپ بدمیبتون ساخته‌اند.

**ماشین حساب‌ها، عددها را با تکیه بر ویژگی‌های شگفت انگیز یک بلور مایع نمایش می‌دهند**  
 هنگامی که نور از یک ماده‌ی شفاف می‌گذرد، نوسان‌های الکتریکی آن با الکترون‌های درون ماده برهم کنش می‌کند.

موادی در دسترس هستند که برخلاف شیشه، تنها پرتوهایی از نور را از خود می گذرانند که صفحه های نوسان آن ها دارای زاویه ی ویژه ای هستند. این مواد را صافی های قطبی کننده می نامند که نور قطبی شده را عبور می دهند. نور قطبی شده تنها در صورتی می تواند از یک صافی دیگر، بگذرد که صافی دوم با صافی نخست به طور هم جهت قرار گرفته باشد. اگر

دو صافی هم جهت نیستند، بنابراین هیچ نوری از آن ها نمی گذرد.



شکل ۵ چگونگی عملکرد صافی های قطبی کننده

صافی دوم ۹۰ درجه بچرخد، از یک جفت صافی قطبی کننده هیچ نوری عبور نمی کند، شکل ۵. از آن جا که مولکول های باریک و بلند بلورهای مایع، دارای قطب های الکتریکی هستند به سمت یک بار الکتریکی جذب

می شوند. اگر در نزدیکی این مولکول ها هیچ بار نقطه ای وجود نداشته باشد، مولکول ها هم چون مدارهای بسته بندی شده در یک جعبه، در یک ردیف قرار می گیرند. ویژگی مهم دیگر این مولکول ها این است که خود را با شیارهای سطحی که در برابرشان قرار دارد، هماهنگ می کنند و هم ردیف با آن ها قرار می گیرند. می توان تکه ای از شیشه را با یک ماده ی مناسب مالش داد و شیارهای نامرئی کوچکی بر سطح آن ایجاد کرد. هنگامی که بلور مایع در چنین شیشه ای ریخته شود، هم راستا با شیارهای روی شیشه قرار می گیرد.

بلور مایع موجود در ماشین حساب شما مانند یک ساندویچ از چندین لایه ساخته شده است. لایه ی بالایی آن را یک صافی قطبی کننده تشکیل می دهد. پس از آن یک تکه شیشه قرار دارد که به عنوان سرپوش برای محفظه ی مایع عمل می کند. سطح زیرین این شیشه دارای شیارهای ظریفی، موازی با صافی قطبی کننده است. هم چنین سطح این شیشه پوششی از قلع اکسید دارد که یک ماده ی هادی الکتریسیته است. این پوشش بسیار نازک بوده، در برابر نور مانند یک ماده ی شفاف عمل می کند. دومین قطعه ی شیشه ای زیر شیشه ی نخست،

صافی بالایی



شیشه ی شیاردار



محفظه ی بلورهای مایع



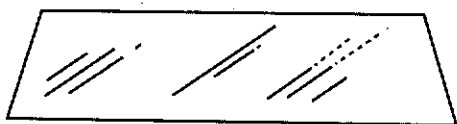
شیشه ی شیاردار دوم



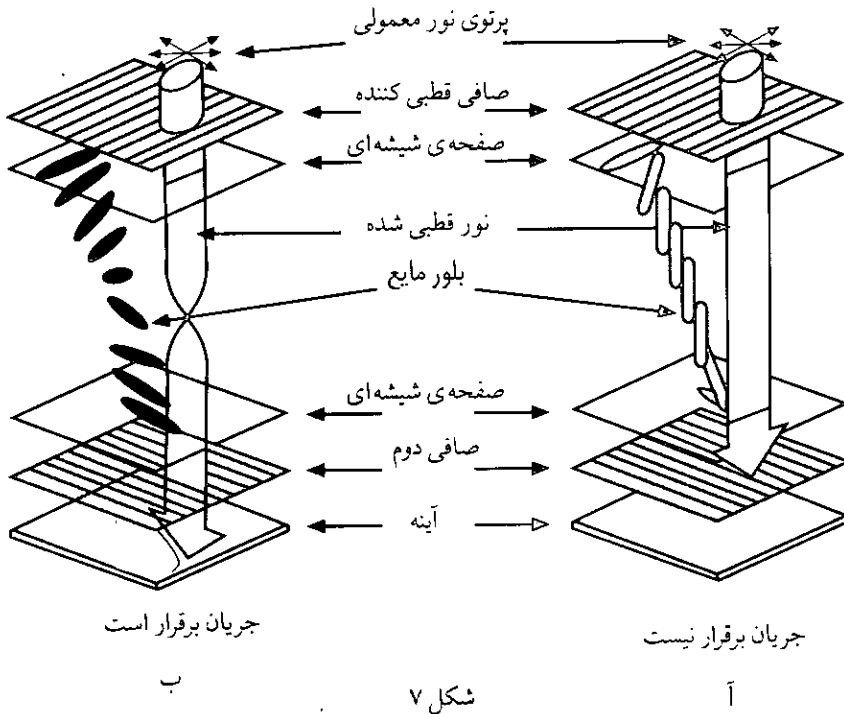
صافی پایینی



آینه



شکل ۶



شکل ۷

با کمی فاصله قرار گرفته است. این شیشه به عنوان ته محفظه‌ی مایع عمل می‌کند. سطح درونی این شیشه نیز شیاردار است که عمود بر شیادهای شیشه‌ی نخست ایجاد شده‌اند. این سطح نیز با قلع اکسید شفاف پوشانده شده است. زیر شیشه‌ی دوم، صافی قطبی‌کننده‌ی دیگری قرار دارد که راستای قرار گرفتن آن عمود بر نخستین صافی است. این ساندویچ با تکه‌ای از آلومینیم صیقل داده شده - که مانند آینه عمل می‌کند - کامل می‌شود، شکل ۶.

### توده‌ی بیج خورده

فضای میان دوشیشه، از بلور مایع پر می‌شود. در بالای محفظه، مولکول‌ها هم‌جهت با شیادهای نخستین شیشه در یک ردیف قرار می‌گیرند. در ته محفظه نیز مولکول‌ها به طور موازی با شیادهای ایجاد شده روی دومین شیشه جهت‌گیری می‌کنند؛ درحالی که عمود بر جهت قرار گرفتن مولکول‌ها در شیشه‌ی بالایی هستند. در میانه‌ی محفظه، مولکول‌ها به بهترین شکل ممکن با همسایه‌های خود در یک راستا قرار می‌گیرند. این حالت به وضعیتی می‌انجامد که در آن، در مکانی که مولکول‌های بالایی نسبت به مولکول‌های زیرین با زاویه‌ی ۹۰ درجه قرار گرفته‌اند، یک توده‌ی تاب خورده از مولکول‌ها تشکیل می‌شود.

طبیعی است که بلور مایع مانند یک آینه، نوری را که به آن تابیده است، باز می‌تاباند. نور بازتابیده مسیری تاب خورده را طی می‌کند. صافی قطبی‌کننده در بالا، پرتوهایی از نور را که صفحه‌ی نوسان هم‌راستا با صافی دارند عبور می‌دهد. همان‌طور که نور قطبی شده درحال عبور از میان مایع است، صفحه‌ی نوسان آن توسط توده‌ی تاب خورده‌ی مولکول‌ها، ۹۰ درجه می‌چرخد. اکنون نور آن چنان جهت‌گیری کرده است که می‌تواند از میان دومین صافی قطبی‌کننده بگذرد و به وسیله‌ی آن بازتابیده شود. در بازگشت، نور قطبی شده به طور کامل از میان یک صافی می‌گذرد، ۹۰ درجه می‌چرخد و سپس از میان صافی دوم عبور می‌کند، شکل ۷.

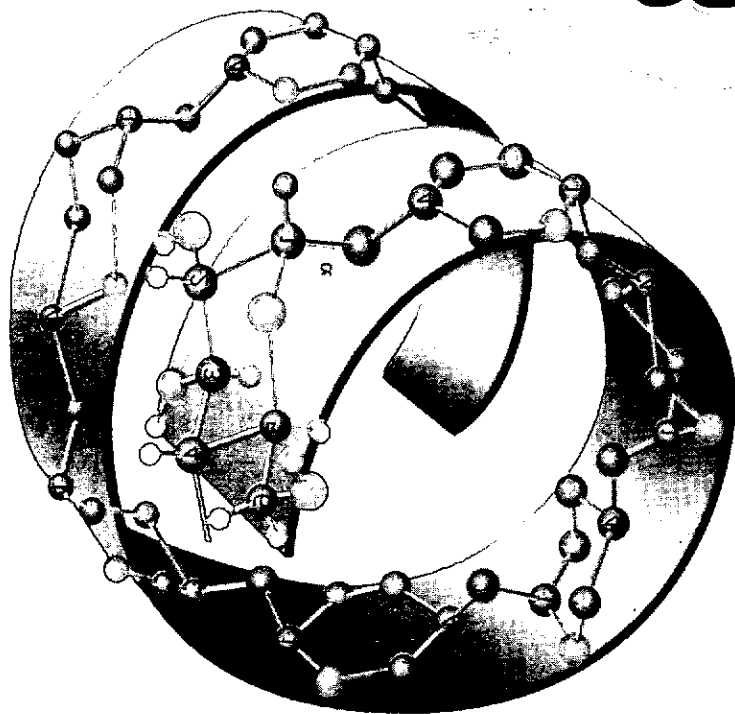
### نمایش تصویر روی صفحه‌ی نمایش

هنگامی که ماشین حساب درمی‌یابد که اکنون زمان تشکیل عددهاست، الکتروسیسته به بخشی که قلع اکسید قرار دارد، فرستاده می‌شود. دو صفحه‌ی شیشه‌ای باردار می‌شوند. یکی بار مثبت و دیگری بار منفی پیدا می‌کند. مایع قطبی به شدت به بخش باردار جذب می‌شود. مولکول‌ها به طور ناهماهنگ از شیادهای خیز برمی‌دارند و ستون‌وار به بالا می‌چینند. ترتیب توده‌ی تاب‌دار به هم می‌خورد و مولکول‌ها نمی‌توانند نور قطبی شده را بچرخانند. اکنون زمانی است که نور قطبی به ته محفظه می‌رسد و از جفت صافی قطبی‌کننده می‌گذرد. از آن‌جا که پرتوهای نورانی توسط آینه بازتابانده نمی‌شوند، این بخش سیاه به نظر می‌رسد، شکل ۷ - ب.

- |                       |               |                     |
|-----------------------|---------------|---------------------|
| 1. liquid crystal     | 2. Heintz, W. | 3. Reinitzer, F.    |
| 4. nematic            | 5. smectic    | 6. ferroelectric    |
| 7. anti ferroelectric | 8. Sawamura   | 9. polarized filter |

1. Tschierske, C. *Nature*, 2002, 419, 681.
2. <http://www.lci.kent.edu/lc.html>
3. [http://www.liqcryst.chemie.uni.hamburg.de/lc\\_starte.html](http://www.liqcryst.chemie.uni.hamburg.de/lc_starte.html)

# شیمی دان‌ها به یاری زیست‌شناس‌ها می‌شتابند



حسن سالاری\*

## زنجیره‌های قندی پیوندها را پایدارتر می‌کنند

تنها در ایالات متحده، هر سال نزدیک به ۶ هزار بیمار در حالی می‌میرند که چشم انتظار یک دهنده‌ی اندام هستند. اما این دهنده هرگز به سراغ آن‌ها نمی‌آید. استفاده از اندام‌های جانورانی مانند خوک می‌تواند به رفع این کمبود کمک کند. اما متأسفانه، سطح سلول‌های خوک دارای یک پوشش قندی است که در انسان یافت نمی‌شود. این پوشش، دستگاه ایمنی انسان

از ۱۸ تا ۲۲ مردادماه سال ۸۱، نزدیک به ۱۵ هزار شیمی‌دان در بوستون (ماساچوست) گرد هم آمدند تا پیرامون فعالیت‌هایی که برای حل مسایل مختلف زندگی امروزی انجام شده است، با هم بحث و گفت‌وگو کنند. از جمله مسایلی که در این گردهمایی بزرگ مطرح شد، واکنش‌های رد پیوند و دیابت (مرض قند) بود. در این مقاله با گوشه‌هایی از تلاش‌های شیمی‌دان‌ها برای شناخت دقیق‌تر این مسایل و حل آن‌ها، آشنا می‌شوید.

را به حمله‌ی شدیدی وامی دارد که به نابدی اندام پیوند شده طرف چند ساعت می‌انجامد. پژوهشگران با روش‌های مهندسی ژنتیک موفق شده‌اند نوعی بافت خوکی تولید کنند که بر سطح سلول‌های خود پوشش قندی ندارد. اما در آن گردهمایی، شیمی دانی به نام لورا کیسلینگ<sup>۱</sup> از دانشگاه ویسکونسین (مدیسون) راه ساده‌تری را پیشنهاد کرد که امیدوارکننده به نظر می‌رسد: آموزش به دستگاه ایمنی، به نحوی که قندهای بیگانه را تحمل کند.

خانم کیسلینگ گزارش کرد که او و همکارانش بسپارهایی با طول‌های متفاوت ساخته، آن‌ها را روی جانوران و کشت‌های سلول، آزمایش کرده‌اند. آن‌ها دریافته‌اند که بسپارهای بلند زنجیر، باعث واکنش‌های ایمنی شدیدی می‌شوند، اما بسپارهای کوتاه زنجیر باعث ایجاد تحمل می‌شوند. آن‌ها برخی از این بسپارهای کوتاه زنجیر را از مولکول‌های قندی ساخته بودند که در حالت عادی باعث رد پیوند می‌شوند.

یکی از شیمی‌دان‌هایی که در زمینه‌ی ساختن زنجیره‌های قندی پیچیده تخصص دارد، درباره‌ی فعالیت‌های کیسلینگ چنین می‌گوید: «کار بسیار زیبایی است.» به نظر پنگ جی وانگ<sup>۲</sup> که در دانشگاه ایالت وین (دیترویت) فعالیت می‌کند، این کار تازه به توضیح فرایندهای اساسی کمک می‌کند که به واسطه‌ی آن‌ها سلول‌های ایمنی تصمیم می‌گیرند از خود واکنش ایمنی نشان دهند یا وضعیت موجود را تحمل کنند. افزون بر این، این کار راهی قاعده‌مند را پیش روی پژوهشگران می‌گذارد تا بتوانند پاسخ‌های ایمنی متفاوتی را به راه‌اندازند. این شیوه، ابزاری سودمند برای طراحی داروهایی است که باعث ایجاد تحمل می‌شوند. هر چند هنوز تا ساختن چنین داروهایی راهی طولانی در پیش است اما وانگ پیش‌بینی می‌کند که این کار نخستین گام مهم در جهت دستیابی به چنین داروهایی باشد.

استفاده از زنجیره‌های کربوهیدراتی برای کنترل دستگاه ایمنی، رویکرد تازه‌ای نیست. در سال‌های گذشته، سامویل دانیشفسکی<sup>۳</sup> که در یک مرکز تحقیقات سرطان در شهر نیویورک فعالیت می‌کند و افراد دیگری نشان داده‌اند که از زنجیره‌های قندی می‌توان به عنوان واکسن استفاده کرد. این قندها دستگاه ایمنی را به تولید آنتی‌بادی علیه خود وامی دارند که با قندهای سطح سلول‌های سرطانی نیز پیوند می‌یابند. گروه دانیشفسکی و گروه‌های دیگر نشان دادند که زنجیره‌های قندی بلند به تعداد

زیادی از گیرنده‌هایی می‌چسبند که در سطح سلول‌های تولیدکننده‌ی آنتی‌بادی یعنی سلول‌های B، وجود دارند. اگر تعداد کافی از گیرنده‌های سلول‌های B فعال شوند، درون این سلول‌ها واکنش‌های ویژه‌ای روی می‌دهد که آن‌ها را به تولید آنتی‌بادی در برابر آن قندها وامی دارد. سپس این آنتی‌بادی‌ها درون مایع‌های بدن آزاد می‌شوند.

با وجود این، سلول‌های B در برابر هر چیزی که با آن‌ها روبه‌رو می‌شوند، واکنش ایمنی نشان نمی‌دهند. بویژه، زمانی که آن‌ها با مقدار کم‌تری از یک آنتی‌ژن (مولکولی که برای بدن بیگانه است) روبه‌رو می‌شوند، به طور معمول آن را نادیده می‌گیرند. از این رو، کیسلینگ و همکارانش این گونه استدلال کردند که اگر آن‌ها کربوهیدرات‌هایی بسازند که گیرنده‌های کم‌تری را در سلول‌های B فعال کنند، ممکن است به جای حمله‌ی آنتی‌بادی‌ها، بتوانند تحمل ایمنی را به وجود آورند.

کیسلینگ و دانشجویانش، نخست آزمایش‌هایی را در لوله‌ی آزمایش ترتیب دادند تا ببینند آیا می‌توانند نسبت به آنتی‌ژنی به نام دی‌نیتروفنیل تحمل ایجاد کنند. آن‌ها مجموعه‌ای از بسپارها را ساختند که حدود ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ گروه دی‌نیتروفنیل داشتند. سپس این بسپارها را به طرف‌های جداگانه‌ای افزودند که حاوی سلول‌های B بودند. این سلول‌ها گیرنده‌ی دی‌نیتروفنیل داشتند. همان‌طور که انتظار می‌رفت، بسپارهای بلندی که ۱۰۰ و ۲۰۰ نسخه از دی‌نیتروفنیل داشتند، واکنش ایمنی قدرتمندی را در سلول‌های B به راه‌انداختند، حال آن‌که زنجیره‌های کوتاه‌تر باعث بروز چنین پاسخی نشدند.

پس از آن، پژوهشگران روی قندی کار کردند که باعث رد اندام‌های خوگ به وسیله‌ی سلول‌های دستگاه ایمنی انسان می‌شود و «گالاکتوزیل-آلفا-۱-۳-گالاکتوز» نام دارد. این مولکول همان‌طور که از نامش برمی‌آید، قند کوچکی است و بسپار هم نیست. سطح سلول‌های بافت خوگ با نسخه‌هایی از این مولکول پوشیده شده است که به پروتئین‌های بزرگ‌تری متصل‌اند. از این رو، در بدن بیماری که پیوند دریافت کرده است، این قندها به مجموعه‌ای از گیرنده‌های سطح هر سلول B متصل می‌شوند و همانند بسپارهای بلند دی‌نیتروفنیل باعث واکنش‌های ایمنی شدید و تخریب اندام پیوندشده می‌شوند. با وجود این، اگر این مولکول‌های قندی نتوانند مجموعه‌ای از گیرنده‌ها را درگیر کنند، پاسخ ایمنی شدیدی بروز پیدا

نمی‌کند.

با پی‌گیری نظریه‌ی تازه‌ی خود توانسته‌اند مولکول دارومانند کوچکی را کشف کنند که اشتباه‌های مسیر مورد نظرشان را برطرف می‌کند و سلول‌های غیرعادی درون لوله‌ی آزمایش را به حالت عادی باز می‌گرداند.

به نظر جان اسکواب<sup>۵</sup> که به عنوان شیمی‌دان بخش داروشناسی، فیزیولوژی و شیمی زیستی مرکز ملی علوم پزشکی (NIGMS) در بتسدا (مریلند) فعالیت می‌کند، این کار بسیار جالب است. او می‌گوید: «این کار به درک تازه‌ای از اساس مولکولی دیابت می‌انجامد و در پایان ممکن است راه را برای درمان‌های تازه هموار کند.»

گروه شریبر از مدت‌ها پیش روی این مساله کار می‌کردند که سلول‌ها چگونه به وجود گلوکوز و مواد غذایی دیگری که می‌توانند در دیابت نقش داشته باشند، پی‌می‌برند. در پایان دهه‌ی ۱۹۸۰، او و همکارانش مطالعه‌ی سازوکار مولکولی یک داروی سرکوب‌کننده‌ی دستگاه ایمنی به نام راپامایسین را آغاز کردند. آن‌ها دریافتند که در سلول‌های پستانداران راپامایسین به پروتئینی به نام FKBP12 متصل می‌شود و مجموعه‌ی راپامایسین-FKBP12 به پروتئین دیگری به نام FRAP می‌پیوندد. سپس، آن‌ها دریافتند که این مجموعه‌ی سه‌جزیی، سلول‌های مخمر را و می‌دارد طوری رفتار کنند که گویی گرسنه‌اند. در واقع، این مجموعه تعداد زیادی ژن را که در سوخت و ساز گلوکوز و رشد و تقسیم سلولی دخالت دارند، خاموش می‌کند و در عوض تعدادی ژن را روشن می‌کند که به سلول‌ها امکان می‌دهند آمینواسید پرولین را بسوزانند. هر چند مسیر سوختن پرولین زیاد کارآمد نیست اما هنگام کمبود غذا بسیار سودمند است.

یک چنین کاهش حساسیت به گلوکوز نشانه‌ی دیابت است. اما گروه شریبر نمی‌دانستند که آیا وضعیتی که در مخمر دیده می‌شود، در مورد انسان که حسگرهای انرژی پیچیده‌تری دارد نیز صادق است. سلول‌های جزایر لانگرهانس انسان که در لوزالمعده قرار دارند، گیرنده‌هایی دارند که گلوکوز را شناسایی می‌کنند. وقتی گلوکوز به این گیرنده‌ها بچسبد، ترشح انسولین از این سلول‌ها آغاز می‌شود. سپس انسولین با گیرنده‌های خود واقع بر سطح همه‌ی سلول‌های بدن، پیوند می‌یابد و آن‌ها را به مصرف گلوکوز وامی‌دارد.

با وجود این، در دیابت نوع ۲ (دیابت بزرگسالان) از یک

گروه کیسلینگ برای این که گالاکتوزیل-آلفا ۱-۳-گالاکتوز گیرنده‌ی کم‌تری را درگیر سازد، دو بسیار متفاوت از این قند تهیه کردند که یکی ۲۵ و دیگری ۵۰ گروه قندی داشت. آن‌ها امیدوار بودند این بسپارها مانند زنجیره‌های کوتاه دی‌نیتروفنیل، به گیرنده‌های کم‌تری متصل شوند و بنابراین به تحمل این مولکول‌های بیگانه بینجامند.

این گروه با همکاری پژوهشگران شرکت «بیوترانسپلنت» در بوستون، این ترکیب‌های قندی را روی موش‌هایی آزمایش کردند که در اثر تغییرهای ژنتیکی که در آن‌ها اعمال شده بود، نمی‌توانستند گالاکتوزیل-آلفا ۱-۳-گالاکتوز تولید کنند. چون دستگاه ایمنی این موش‌ها برای شناسایی این قند آموزش ندیده بود، باید پس از روبه‌رو شدن با این قند پاسخ ایمنی قدرتمندی در برابر آن بروز می‌دادند. اما هنگامی که به موش‌ها بسپارهای ۲۵ و ۵۰ قندی تزریق شد، سلول‌های B به تولید آنتی‌بادی پایان دادند. از این رو، به نظر می‌رسید آن‌ها نسبت به این مولکول‌ها تحمل پیدا کرده‌اند.

کیسلینگ می‌گوید: «آزمایش‌های ما نشان می‌دهد ما می‌توانیم تصمیم بگیریم که ترکیب‌هایی، پاسخ ایمنی ایجاد کنند یا به پاسخ تحمل بینجامند.» به نظر می‌رسد، فعالیت بیش‌تر در این زمینه به تولید نسل تازه‌ای از داروهای سرکوب‌کننده‌ی دستگاه ایمنی منجر شود که به جای سرکوب کل فعالیت‌های این دستگاه، تنها واکنش‌های دفاعی بدن در برابر آنتی‌ژن‌های مورد نظر را کاهش دهند. هم‌اکنون، داروهای که هنگام پیوند اندام مصرف می‌شوند، فعالیت دستگاه ایمنی را به طور کامل مهار می‌کنند تا اندام پیوندیافته، به اصطلاح، خود را بگیرد.

### شیمی‌دان‌ها جور دیگری به دیابت نگاه می‌کنند

اگر استوارت شریبر<sup>۲</sup> درست بگوید، آن‌گاه پژوهشگران باید تصور خود را از سازوکار مولکولی که به دیابت می‌انجامد، تغییر دهند. او که در دانشگاه هاروارد فعالیت می‌کند، باور دارد که دیابت از درست کار نکردن تنها یک مسیر زیست‌شیمیایی ناشی می‌شود که همانند حسگر مواد غذایی عمل می‌کند. عقیده‌ی او خلاف نظر متداول درباره‌ی چگونگی ایجاد دیابت است. بیش‌تر دانشمندان بر این باورند که دیابت حاصل از درست کار نکردن مجموعه‌ای از مراحل مولکولی جداگانه است. اما گروه شریبر



گرفته و با راپامایسین تیمار نشده بودند. این شباهت نشان می دهد که راپامایسین به گونه ای در توانایی سلول ها در بهره برداری از گلوکوز دخالت می کند. بنابراین، درست مانند سلول های مخمر سلول های پستانداران را وادار می کند چنان رفتار کنند که انگار گرسنه اند و گلوکوز به مقدار کافی وجود ندارد. شرییر در سخنرانی خود در این گردهمایی اعلام کرد بر اساس اطلاعات شرکت های داروسازی، ۲۰ درصد بیماری که راپامایسین دریافت کرده بودند، به دیابت نیز دچار شدند.

با وجود این، تعداد کمی از افراد دیابتی در طول زندگی خود راپامایسین مصرف کرده اند. بنابراین، آن ها چگونه به این بیماری دچار شده اند؟ شرییر بر این باور است که عوامل ژنتیکی یا عوامل محیطی با همان مسیر حس کننده ی مواد غذایی تداخل می کنند که راپامایسین با آن برخورد می کند.

اگر این طور باشد، به نظر می رسد برای وارونه کردن این تخریب تنها یک آچار فرانسه کافی باشد. در آزمایش های پایانی، شرییر و گروهش مجموعه ای از مولکول های دارو مانند کوچک فراهم کردند و از میان آن ها به دنبال ترکیبی گشتند که بتواند فعالیت راپامایسین را مهار کند. آن ها ترکیبی را با نام SMIR-4 پیدا کردند که وقتی در محیط غنی از گلوکوز و حاوی راپامایسین به سلول های مخمر افزوده شد، پاسخ گرسنگی را در آن ها مهار کرد و الگوی فعالیت ژن آن ها را به حالت عادی بازگرداند. اما این که SMIR-4 چگونه این اثرها را بر جای می گذارد، هنوز مشخص نیست. به هر حال، مسأله دیگری که باید مورد بررسی قرار گیرد، بررسی اثر این ترکیب با ترکیب های مشابه روی سلول های جانوری است. اگر آزمایش این ترکیب ها روی این سلول ها موفقیت آمیز باشد، از آن ها می توان به عنوان نامزدی برای درمان افراد مبتلا به دیابت استفاده کرد، بیماری که در بهترین حالت تنها می توان به کاهش عوارض دیابت در آن ها کمک کرد.

سو، سلول های جزایر لانگرهانس حساسیت خود را به گلوکوز، و از سوی دیگر سلول های حساس به انسولین حساسیت خود را به این هورمون از دست می دهند. بنابراین، در فرد مبتلا به دیابت هر دو مسیر خراب می شوند. اما شرییر و همکارانش بر این باورند که موضوع، ساده تر از آن چیزی است که تصور می شود. آیا مجموعه ی مولکولی FKBP12-راپامایسین درست همانند مخمر، کل دستگاه سوخت و ساز مواد غذایی سلول های پستانداران را تحت اثرهای خود قرار می دهد؟ اگر این طور باشد، تنها یک آچار فرانسه می تواند هر دو مسیر را به یک باره از کار بپندازد.

پژوهشگران از مدت ها پیش می دانستند که این مجموعه به مسیر انسولین آسیب می رساند. بررسی های پیشین نشان داده بود که سلول هایی که در حالت عادی به انسولین پاسخ می دهند، پس از تیمار با راپامایسین به انسولین بی اعتنا می شوند، حتی اگر در انسولین غوطه ور باشند. گروه شرییر برای بررسی وضعیت مسیر گلوکوز در حضور راپامایسین، سلول های جزایر لانگرهانس موش را در محلول غلیظ گلوکوز یا محلول رقیق آن قرار دادند. سپس به برخی از این سلول ها راپامایسین افزودند و با تراشه های ژنی که سطح فعالیت ۸۸۰۰ ژن مختلف را نشان می دهند، آن ها را بررسی کردند. سلول هایی که در محلول غلیظ گلوکوز قرار گرفته و با راپامایسین تیمار شده بودند، همان نیم رخ ژنتیکی سلول هایی را نشان دادند که در محلول رقیق گلوکوز قرار

بیتوم

© کارشناسی ارشد بیوشیمی دانشگاه تهران

- 1. Kiessling, L.
- 2. Wang, P.
- 3. Danishefsky, S.
- 4. Schreiber, S.
- 5. Schwab, J.



# طبیعت

## تقلید از

بسیاری از مواد و ساختارهای سودمند در فناوری را الگوهای منظم تشکیل می‌دهند. برای نمونه، صفحه‌ی نمایشگر یک رایانه شامل ذره‌های بسیار ریزی از فسفر است که هنگام برخورد با پرتوهای الکترونی می‌درخشند. پشت این ذره صفحه‌ی شبکه دار قرار دارد که از برخورد این پرتوها با ذره‌های فسفر همسایه جلوگیری می‌کند. درون شبکه‌ی رایانه‌ای، اجزای الکترونیکی به طور منظم روی یک صفحه قرار گرفته‌اند و حافظه‌ی دستگاه را تشکیل می‌دهند. هر یک از اجزای این شبکه در جای ویژه‌ی خود قرار گرفته‌اند. در جای هر کدام از منفذهای روی صفحه‌ی شبکه دار نیز به طور جداگانه سوراخ ایجاد شده است. اما از آن‌جا که ابزارهای در ارتباط با فناوری و ساختارها رفته‌رفته کوچک‌تر از پیش ساخته می‌شوند - مانند صفحه‌ی تراشه‌ی رایانه که

به شکل مینیاتوری درآمده است - با این شیوه، تهیه‌ی الگوها دشوار و پرهزینه شده است.

در جای جای طبیعت نیز شبکه‌ای منظم از منفذها و نقطه‌ها به چشم می‌خورد. برای نمونه، می‌توان به حفره‌های موجود روی پوسته‌ی دیاتومه‌ها و لکه‌های حساس به نور در چشم مرکب یک حشره اشاره کرد. هم‌چنین، برخی از پولک‌های پوشاننده‌ی بال پروانه با خط‌های برجسته‌ی میکروسکوپی به شکل منظمی درآمده‌اند و سبب پراکندگی نور شده، به بال‌ها گستره‌ی رنگی رنگین‌کمان را می‌بخشند. این الگوها طبیعی هستند و از فعالیت‌های پیچیده، در عرصه‌ی فناوری ناشی نشده‌اند. کارشناسان در امر فناوری به درک این الگوهای طبیعی منظم علاقه‌ی بسیار نشان می‌دهند تا با تقلید از طبیعت، برخی از ترفندهای آن را برای گسترش روش‌های ساده و ارزان الگوسازی‌های میکروسکوپی به کار ببندند.

استفاده از این الگوهای منظم در صنعت پتروشیمی شناخته شده است. سنگ‌های معدنی طبیعی به نام زئولیت دارای ساختاری در اندازه‌ی اتمی هستند که در آن‌ها آلومینیم،

سیلیسیم و اکسیژن در داریستی شامل تونل و حفره‌های بسیار جای گرفته‌اند. این حفره‌ها، صفحه‌های شبکه‌داری را تشکیل می‌دهند و می‌توانند مولکول‌هایی هم‌چون هیدروکربن‌ها را در خود بپذیرند. در این حال، مولکول‌ها با دیواره‌ی سنگ معدن وارد واکنش می‌شوند و در پی آن، مولکول‌ها از هم جدا می‌شوند، یا اتم‌ها با هم، ترکیب دوباره پیدا می‌کنند. از این رو، زئولیت‌ها به عنوان آلک‌های مولکولی کاربرد گسترده‌ای دارند: اگر مولکول‌های هیدروکربن درست اندازه‌ی شیارهای درون زئولیت باشند، دچار تغییر شیمیایی می‌شوند. در حالی که اگر حفره‌ها بسیار بزرگ باشند، مولکول بدون تغییر باقی خواهد ماند.

از دهه‌ی ۱۹۳۰، مهندسان شیمی جهت تهیه‌ی زئولیت‌ها، شیوه‌هایی برای گسترش شبکه‌های تونل مانند، اندازه و شکل آن‌ها و چگونگی ایجاد ارتباط میان آن‌ها در زئولیت اندیشیده‌اند. در دهه‌ی ۱۹۶۰ آن‌ها دریافتند مولکول‌های آلی کوچکی که مواد موثر سطحی نامیده می‌شوند به عنوان الگوساز<sup>۱</sup> عمل می‌کنند و

پیرامون سنگ معدن‌های منظم ساختارهای بلوری تشکیل می‌دهند. اکنون یک ژئولیت مصنوعی به نام ZSM-5، یکی از مهم‌ترین ژئولیت‌های کاتالیزگری در صنایع پتروشیمی به شمار می‌رود. گفتنی است که حفره‌های یک ژئولیت مصنوعی در حد مولکول‌های کوچک است.

در دهه‌ی ۱۹۹۰، گروهی در ایالت نیوجرسی، از آزمایشگاه پژوهشی سیار، روشی برای افزایش ظرفیت تولید فرایندهای الگوساز یافتند. در این روش مواد جامدی با حفره‌های منظم بزرگ‌تر ساخته می‌شد. این پژوهشگران از مولکول‌های موثر سطحی بهره‌گرفتند زیرا این مولکول‌ها پس از آن که گرد هم می‌آمدند، توده‌ای را ایجاد می‌کردند که به عنوان الگوساز عمل می‌کرد. این مواد با نظمی معمولی توده تشکیل می‌دهند و پژوهشگران تریبی می‌دهند تا سیلیسیم در فضاهای موجود میان آن‌ها جای گیرد و ساختاری شبیه به موم عسل ایجاد کند.

این روش شباهت فراوان به شیوه‌ای دارد که نوعی از موجودات آبی مانند رادیولاریان<sup>۱</sup> برای ایجاد نظم در پوسته‌های آهکی بدن خود به کار می‌برند؛ آن‌ها از ساختارهای حباب مانند برای الگوسازی استفاده می‌کنند. حفره‌هایی که روی بدن این موجودات به وجود می‌آید، تقریباً ۱۰ بار گسترده‌تر از اندازه‌ی حفره در ژئولیت‌هاست و به عنوان کاتالیزگرهای انتخابی جهت تبدیل مولکول‌های بزرگ، پژوهش روی آن‌ها ادامه دارد. هم‌چنین این مواد می‌توانند به عنوان آلك‌هایی کارا جهت جداسازی مولکول‌ها با اندازه‌های گوناگون به کار روند.

اما برخی از پژوهشگران در پی موادی با حفره‌های بزرگ‌تر هستند. پوسته‌ی نازکی از مواد پوشیده شده با حفره‌های ریز به اندازه‌ی ۱ میکرومتر، می‌تواند هم‌چون یک صافی برای جداسازی سلول‌ها (مانند یک باکتری) از آب عمل کند. هم‌چنین به عنوان ماده‌ای برای کاهش میزان نور کارایی دارد.

در جریان دهه‌های گذشته، فیزیک‌دان‌ها دریافته‌اند که مواد شامل حفره‌های منظم می‌توانند رفتاری شبیه بلورهای فوتونی<sup>۲</sup> داشته باشند، یعنی هم‌چون این بلورها از نفوذ نور جلوگیری کنند. اگر حفره‌ها به گونه‌ای ناهموار، اندازه و پراکندگی یکسانی داشته باشند، می‌توانند نور را پراکنده کنند. همین پراکندگی است که به نور اجازه نمی‌دهد که حتی از نخستین ردیف حفره‌ها بگذرد. چنین عایق نوری را می‌توان در ابزارهای ارتباط از راه دور مانند تهیه رشته‌های نوری با پوشش شبکه‌ای به کار برد. کارایی بیش‌تر ابزارهایی که از راه فرستادن علامت‌های نوری نامریی کار می‌کنند به خاطر وجود این رشته‌های نوری است. یادآوری می‌شود علامت‌هایی که نیازمند تقویت دائمی هستند، به کمک سیم‌های بدون منفذ فرستاده می‌شوند.

بلورهای فوتونی می‌توانند به عنوان عاملی در هدایت نور پیرامون یک تراشه نیز عمل کنند. این ویژگی سبب می‌شود که کارشناسان الکترونیک بتوانند مدارهایی بسازند که به جای الکتریسته از نور استفاده کنند. هم‌چنین آن‌ها توانایی تولید لیزرهای تازه را با صرف هزینه‌ی کم‌تر خواهند داشت. اما مشکل این است که الگوهای مورد نیاز باید بسیار کوچک باشند و ایجاد

حفره‌هایی با این اندازه بسیار دشوار است.

به هر حال در خلال چند سال گذشته، دانشمندان شیوه‌ی بهره‌برداری از اسرار طبیعت را در تجزیه‌ی مواد و تهیه‌ی بلورهای فوتونی آموخته‌اند. برای نمونه، آن‌ها با الهام از عمل صافی مانند گل و لای کف رودخانه‌ها، از وجود حفره‌های ریز در ساختار مواد سیلیسیم‌دار یا پلی‌استایرن جهت ته‌نشین کردن یک سوسپانسیون بهره‌جسته‌اند. اگر همه‌ی منفذها به یک اندازه باشند، مواد شناور، به گونه‌ای منظم از یک دیگر جدا خواهند شد. به این بلورها، بلورهای کلوییدی<sup>۳</sup> می‌گویند. هنگامی که یک ماده‌ی شیمیایی در منفذهای چنین موادی جای می‌گیرد، بلور تشکیل می‌دهد. به کمک روش‌های شیمیایی می‌توان منفذها را از میان برد و آن‌ها را به گونه‌ای ایجاد کرد که روی یک صفحه‌ی شبکه‌دار، شکل کاملاً منظمی داشته باشند. در هفته‌نامه‌ی Nature، به تاریخ ۲۵ می سال ۲۰۰۰، گزارش شده است که گروهی از پژوهشگران در کانادا و اسپانیا از دانشگاه تورنتو، به توصیف نوعی الگوهای بلورهای فوتونی که از سیلیسیم ساخته شده است، پرداخته‌اند. به نظر می‌رسد مواد منفذدار در برابر پرتوهای نامریی فروسرخ، که طول موجی نزدیک به امواج موجود در ارتباطات راه دور دارند، نفوذناپذیر هستند.

فرایند دیگری وجود دارد که از آن جهت ایجاد نقطه یا خط‌های برجسته روی نیم‌رساناها استفاده می‌شود. اندازه‌ی این برجستگی‌ها که تنها به چند نانومتر می‌رسد، چنان کوچک است که سبب می‌شود همانند رفتاری که در برابر نور دارند، از قوانین مکانیک کوانتومی نیز پیروی کنند. این نقطه‌های برجسته‌ی کوانتومی می‌توانند نرون‌های حافظه را در ابزارها تامین کنند که توانایی ذخیره کردن اطلاعات را به رایانه‌ها می‌بخشند. اگر ماده‌ی نیم‌رسانا از یک گاز جدا شود، نقطه‌های کوانتومی روی یک سطح به گونه‌ای منظم ترتیب پیدا می‌کنند. اگر فاصله‌ی میان اتم‌ها در بلورهای ماده‌ی نیم‌رسانا یا آن‌چه که میان اتم‌های سطح وجود دارد، تفاوت داشته باشد، آن‌گاه این ناهماهنگی سبب نزدیک شدن نقطه‌های برجسته به یک دیگر می‌شود. می‌توان سطحی را که روی آن عمل می‌شود گسترده‌تر کرد. این کار به تشکیل منطقه‌های دایره‌ای شکل می‌انجامد. در این حال نقطه‌های برجسته یک دیگر را دفع می‌کنند و منطقه‌هایی ایجاد می‌کنند که از یک دیگر فاصله‌های یکسان و منظمی دارند. این فرایند به رفتار مواد شیمیایی‌ای شباهت دارد که به نظر می‌رسد می‌توانند به خال‌های روی پوست پلنگ نظم ببخشند.

پژوهش در زمینه‌ی نظم درونی مواد، برخلاف نظم مصنوعی آن‌ها هنوز در گام‌های نخست قرار دارد. اما شاید روزی این فرایندها ساختن طرح‌های میکروسکوپی را امکان‌پذیر کنند، مانند طرح‌های زیبایی که طبیعت میلیون‌ها سال است که آن‌ها را در خود جای داده است.

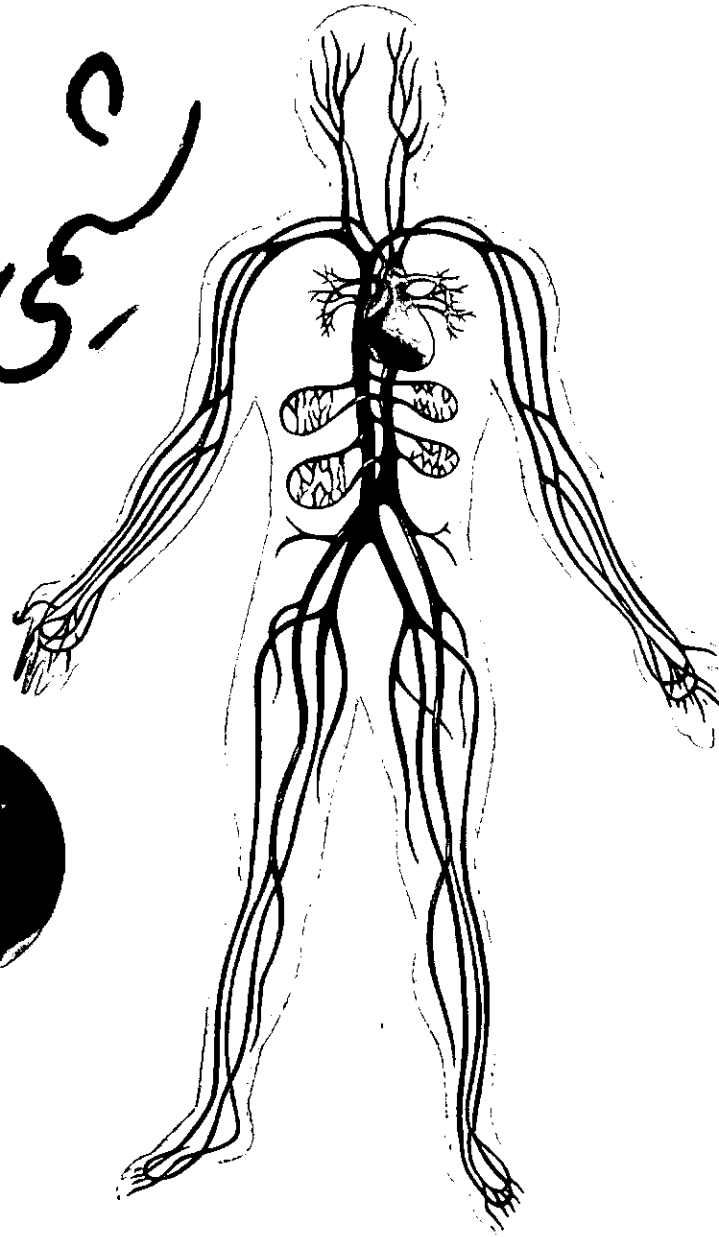


1. template
2. radiolarian
3. photonic crystals
4. colloidal crystal



Bull. P. Nature, 2000, 30 May.

# سیستمی ابعاد لئون



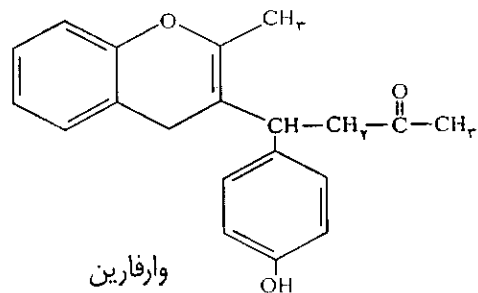
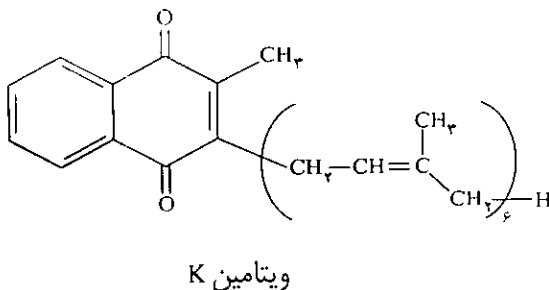
زهرا ارزانی\*

هنگامی که همه‌ی توجه خود را به کار می‌گیریم، به خوبی در می‌یابیم که چیزی مهم‌تر از خون برای ما وجود ندارد؛ اگر ما آن را از دست بدهیم می‌میریم. بدن ما برای تولید خون سازوکاری پیچیده را به کار می‌گیرد و از این رو است که ما می‌توانیم زنده بمانیم و سالم باشیم. ترکیب این مایع حیاتی از دید میزان pH، کلسترول، قند و مواد حمل‌کننده‌ی اکسیژن با دقت کنترل می‌شود. خون ما حتی بخشی از سازوکار طبیعی سیستم دفاعی بدن را در برابر میکروب‌ها به عهده دارد. اطلاعات به دست آمده در زمینه‌ی خون آن چنان گسترده است که با آن‌ها می‌توان کتابخانه‌ی بزرگی ترتیب

داد. در این میان، یکی از موضوع‌های بسیار مهم درباره‌ی خون، لخته شدن آن است. هنگامی که رگ‌های خونی دچار پارگی می‌شوند، خونریزی از آن‌ها روی می‌دهد. در این حال، مهم‌ترین چیز بند آوردن خونریزی است که برای آن دو سازوکار بسیار مهم وجود دارد. نخست آن که، اگر خون با یک سطح بیرونی یا غیر عادی تماس پیدا کند، لخته شدن آن آغاز می‌شود. دیگر این که، با وارد شدن ضربه به بافت‌ها، به ویژه بافت مغز، موادی که از بافت آسیب‌دیده بیرون می‌آیند، به لخته شدن خون کمک می‌کنند. هر دو سازوکار، برای لخته شدن خون باید از مسیر مشترکی بگذرند. ماده‌ای که بدن ما برای تشکیل لخته تولید می‌کند، فیبرین<sup>۱</sup> نام دارد. این ماده هنگامی تشکیل می‌شود که دو ماده به نام‌های ترومبین<sup>۲</sup> و فیبرینوژن<sup>۳</sup> بر یک دیگر اثر می‌گذارند. پروترومبین<sup>۴</sup> که پیش‌ماده‌ی فعال ترومبین است توسط بدن ما ساخته می‌شود و با شکسته شدن یکی از پیوندهای پپتیدی اش فعال می‌شود. برخی پروتیین‌ها، آنزیم‌ها و مواد شیمیایی کوچک‌تر دیگر نیز در فرایند لخته شدن خون دخالت دارند.

### نقش ویتامین K در لخته شدن خون

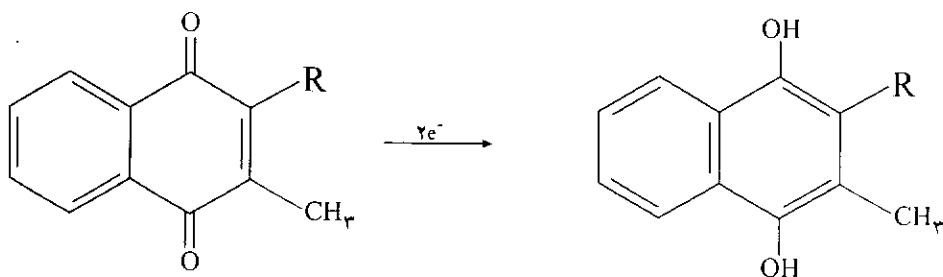
ویتامین K نقش مهمی در تولید پروترومبین دارد. از این رو، ترکیب‌های شیمیایی دیگری که شکل و ساختاری شبیه به این ویتامین دارند می‌توانند در فرایند لخته شدن خون مزاحمت ایجاد کنند. هنگامی که این ترکیب‌ها جای ویتامین K را در جایگاه فعال آنزیم مناسب این فرایند می‌گیرند، هم چون یک کلید اشتباه که از باز کردن یک قفل ناتوان است، نمی‌توانند وظیفه‌ی این ویتامین را به انجام برسانند. از این رو، این ترکیب‌ها را دشمن ویتامین K<sup>۵</sup> می‌نامند. بدون عامل‌های اصلی لخته کننده، خونریزی بند نمی‌آید و در این حال، گاه یک خونریزی ساده از بینی می‌تواند به طور جدی خطرآفرین باشد. گله‌هایی که در میان شیدرهای مرطوب و فاسد شده می‌چرند، به نوعی خونریزی کشنده دچار می‌شوند. به ساختار وارفارین<sup>۶</sup> و ویتامین K نگاه کنید. مولکول‌های شبیه به ویتامین K مانند وارفارین به عنوان مرگ موش کاربرد دارند. داروسازان، همواره به بررسی ساختار مولکول‌های زیست‌شناختی می‌پردازند و بنابراین می‌توانند مولکول‌هایی بسازند که یا شبیه سیستم‌های طبیعی عمل می‌کنند، یا در رفتار این سیستم‌ها اختلال ایجاد می‌کنند.



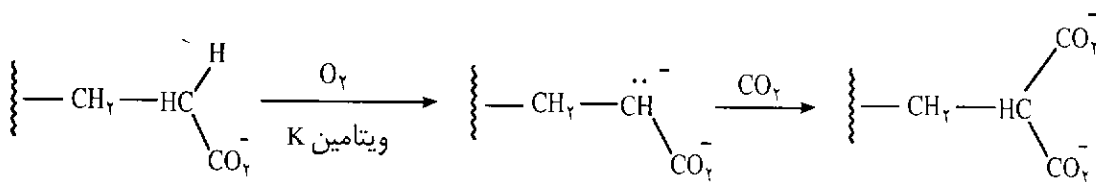
با این که آفریننده‌ی طبیعت در طراحی زیست‌شیمیایی جهان آفرینش کاری بی‌مانند و باور نکردنی را به اجرا در آورده است، اما برخی از افراد مشکلاتی را تجربه می‌کنند که می‌توانند بر ادامه‌ی زندگی اثرهای نامطلوبی بگذارند. یک

نقص ژنتیکی می تواند از لخته شدن خون جلوگیری کند. این نوع از هموفیلی بسیار مشهور است زیرا در قرن نوزدهم در خانواده‌ی سلطنتی ملکه‌ی انگلستان مشاهده شد و سبب مرگ زودهنگام ۸ تن از فرزندان پسر او، در چهار نسل شد. از آن جا که جادوگران آن زمان از بیماری‌های ژنتیکی و مولکولی آگاهی نداشتند، از درمان این بیماری در خانواده‌ی سلطنتی درمانده بودند. به هر حال، ژن هموفیلی مانند ژن طاسی روی کروموزوم‌های X حمل می شوند. زن‌ها این ژن‌ها را منتقل می کنند اما خود به بیماری هموفیلی دچار نمی شوند.

اگر نبودن عامل لخته کننده‌ی خون، مشکلاتی هم چون پایان گرفتن زندگی را در پی دارد، پس چرا پزشکان برای بیماران خود داروهای ضد انعقاد خون تجویز می کنند؟ لخته شدن گسترده می تواند خطرناک باشد زیرا لخته‌ها جریان عادی خون در رگ‌ها را دچار مشکل می کنند. از این رو، به بیماری که دارای یک لخته خون در بدن خود است، داروی ضد انعقاد داده می شود. این مواد، تنها از تشکیل لخته‌های تازه جلوگیری می کنند و لخته‌های موجود را از بین نمی برند. ضد انعقادها بیش تر به افرادی داده می شوند که یا دارای قلب مصنوعی هستند یا یک عمل جراحی را در پیش دارند. وجود مواد خارجی در بدن می تواند سازوکار لخته کردن خون را فعال کند. حفظ حیات نیاز به تعادل ظریفی دارد. گاه، لخته سازی خون جهت جلوگیری از هدر رفتن آن ضروری است اما گاهی این امر مشکل به بار می آورد و از گردش عادی خون در رگ‌ها جلوگیری می کند. به کمک مواد شیمیایی می توان به برقراری این تعادل کمک کرد. در جریان واکنش لخته شدن خون، ویتامین K به یک هیدروکینون فعال کاهش می یابد:

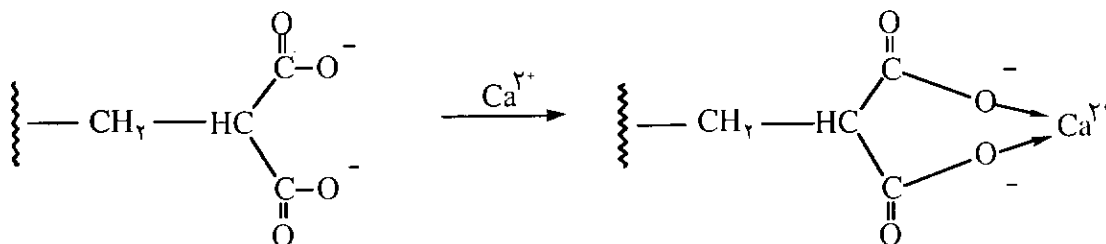


یک سر زنجیر گلوتامی واحدهای موجود در پروترومبین در حضور ویتامین K که کاهش یافته است، اکسیژن، کربن دی اکسید و آنزیمی به نام میکرو زومال کربوکسیلاز<sup>۷</sup> تغییر می کند و با افزوده شدن یک گروه کربوکسیل به آن، کربوکسیل گلوتامیت<sup>۸</sup> تولید می کند.





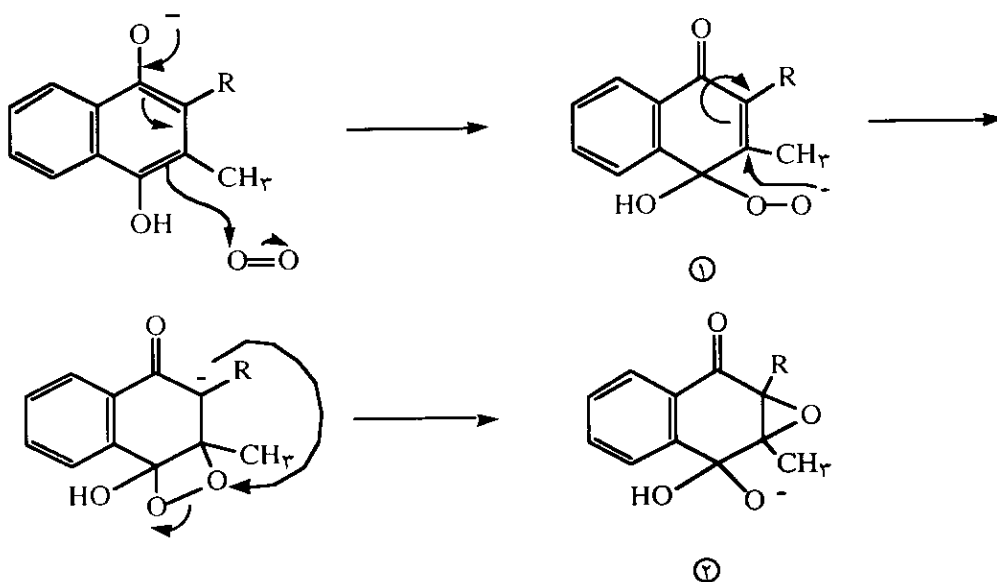
اکنون این لیگاند دو دندانه با  $Ca^{2+}$ ، کمپلکس تشکیل می‌دهد.



ثابت شده است که بدون تشکیل این کمپلکس، خون لخته نمی‌شود.

ویتامین K هیدروکینون (ویتامین کاهش یافته)، بازی ضعیف است ( $pK_a \approx 9$ ). با این حال، چگونه می‌تواند از گلوتامیت، هیدروژن جدا کند؟ بررسی‌ها نشان می‌دهد که ویتامین K هیدروکینون، در آغاز با اکسیژن واکنش می‌دهد و پراکسید تولید می‌کند که پس از نوآرایی به حد واسط (۲) تبدیل می‌شود.

در جریان این واکنش، ویتامین K به یک آلکوکسی تبدیل می‌شود که یک باز قوی است و می‌تواند به جداسازی هیدروژن از گلوتامیت بپردازد.



دبیر شیمی کرج

- |                           |                       |               |
|---------------------------|-----------------------|---------------|
| 1. fibrin                 | 2. thrombin           | 3. fibrinogen |
| 4. prothrombin            | 5. antagonist         | 6. Warfarin   |
| 7. microsomal carboxylase | 8. carboxyl glutamate |               |



Brown & Foote, Organic Chemistry, Sann. and Coll. Pub., 2000, 2ed Ed.

در ساعت ۴ بعدازظهر ۲۷ آوریل سال ۱۹۱۵، در کشاکش نخستین جنگ جهانی، ابری از یک گاز سبز رنگ به سوی نیروی دفاعی دولت‌های متفق در جنگ، که در نزدیکی شهر ایپر<sup>۱</sup> در بلژیک مستقر شده بودند، سرازیر شد. این، نخستین حمله با گاز بود که توسط ارتش آلمان به کار گرفته شد و گاز سبز رنگ استفاده شده که حدود پنج هزار نفر از قوای نظامی متفق را به کشتن داد، گاز کلر بود. در این حمله شش هزار کپسول فلزی حاوی گاز کلر به کار رفت و از آن‌جا که کشورهای متفق پیش‌بینی‌های لازم در برابر سلاح‌های گازی را نکرده بودند دچار تلفات سنگینی شدند. در پی این حمله، در دسامبر سال ۱۹۱۵، ارتش آلمان نخستین حمله‌ی خود با فسژن را به نیروهای متفق انجام داد و در ۱۲ جولای سال ۱۹۱۷ از گاز خردل برای نخستین بار در این زمینه بهره گرفت.

گاز خردل برای نخستین بار در شهر ایپر به کار گرفته شد و نام خود را به این سبب از این شهر گرفت. در آن زمان، این شهر، ایپریت نیز خوانده می‌شد.

در اوایل ماه می سال ۱۹۱۵، انگلیسی‌ها نخستین ماسک ضدگاز را با سیستمی بی‌اندازه ساده ساختند و نام آن را نقاب تنفسی نهادند. پس از آن نوعی ماسک برای اسب‌ها ساخته شد که از کارایی بالایی در این جنگ برخوردار بود.

پروفسور فریتز هابر، رییس موسسه‌ی شیمی فیزیک و الکتروشیمی قیصر ویلهلم برلین، فناوری استفاده از سلاح‌های شیمیایی را در آلمان بنا نهاد. او پس از نخستین جنگ جهانی به خاطر اختراع‌های دیگر خود موفق به دریافت جایزه‌ی نوبل شیمی شد.

تاریخچه‌ی به کارگیری گاز، به عنوان سلاح شیمیایی

علی اکبر سودی<sup>۲</sup>

# سلاح‌های شیمیایی

## در یک نگاه



به سال ۱۸۹۴ از سوی انگلیسی‌ها و در شهر سپاستوپل در جریان جنگ کریمه، باز می‌گردد. انگلیسی‌ها در این جنگ از بخارهای زیان‌بار گوگرد استفاده کردند که البته کاملاً هم موثر واقع نشد. آن‌ها در جنگ بویر (۱۹۰۲-۱۸۹۹) گلوله‌های توپی را که از پیکریک اسید پر شده بود و اثر تهوع‌آوری روی سربازان داشت، به کار گرفتند.

حاصل استفاده از سلاح‌های شیمیایی در نخستین جنگ جهانی، برجاماندن حدود ۱۰۰۰۰۰ کشته و ۱۲۰۰۰۰۰ مجروح بود. پس از گذشت ۲۰ سال از این جنگ و پیش از آغاز جنگ جهانی دوم، هنوز سربازانی که مورد آسیب سلاح‌های شیمیایی قرار گرفته بودند، برای مصرف روزانه‌ی خود هر هفته با دریافت شربت برموفرم تحت درمان قرار می‌گرفتند.

در سال ۱۹۳۰، موسیلینی‌گاز خردل را در اتیوپی به کاربرد و در سال ۱۹۶۵ همین‌گاز توسط مصری‌ها در یمن استفاده شد. در سال‌های ۱۹۷۵ و ۱۹۷۶، به کارگیری سلاح‌های شیمیایی و میکروبی در لائوس نیز گزارش شد. سپس همین سلاح‌ها در کامبوج، افغانستان و سرانجام در جنگ تحمیلی عراق در برابر ایران به کار رفت.

طی سال‌هایی که از کاربرد این سلاح‌ها می‌گذرد، تغییرهایی در تهیه‌ی آن‌ها پدید آمده است که بر کارایی، اثرگذاری و تعداد آن‌ها افزوده است. برخی از ترکیب‌های شیمیایی که به عنوان سلاح شیمیایی کاربرد یافته‌اند، به این قرارند:

- اتیل N, N - دی متیل فسفرآمید و سیانیدات (GA) یا تابن<sup>(۱)</sup>

- ایزوپروپیل متیل فسفونوفلوئوریدات (GB) یا سارین<sup>(۲)</sup>

- ۱، ۲، ۲-تری متیل پروپیل متیل فسفونوفلوئوریدات (GD یا سومن<sup>(۳)</sup>)

- اتیل -S - ۲- دی ایزوپروپیل آمینو اتیل متیل فسفونوتیولات (عامل عصب، VX)

- بیس (۲- کلرواتیل) سولفید (HD) یا گاز خردل

- ۲- کلروبنز المانوتیریل (CS)

- آلفاکلو استوفنون (CN)

- کلرو - ۵، ۱۰-دی هیدرو فنار سازین (DM) یا ادمزیت<sup>(۴)</sup>

- مخلوط (۱: ۱) متیل فسفوکلریدو متیل فسفونیل دی فلئورید

- ۴- بتا و ۱۵- دی استوکسی و ۸- آلفا - ۳- متیل

بوتیریل سوکسی) - ۳- آلفا- هیدروکسی - ۱۲، ۱۳ - اپوکسی تری کوتک - ۹- ان (T) - ۲- توکسین - تریکوتسن میکوتوکسین‌ها<sup>(۵)</sup> (باران زرد)

از سال ۱۹۲۵، یعنی زمان عقد قرارداد منع استفاده از گازهای سمی و میکروبی در ژنو، به کار بردن سلاح‌های شیمیایی در جنگ‌ها ممنوع اعلام شده است. به هر حال، کشورهایی هم بوده‌اند که این قانون را زیر پا گذاشته‌اند. واقع، مشکل اساسی، تشخیص عامل شیمیایی به کار گرفته شده در سلاح‌های شیمیایی است. تا زمانی که این سلاح‌ها در مقیاس گسترده به کار می‌روند، کامل کردن نتایج تجزیه‌ای به علت تعدد ترکیب‌های شیمیایی که ممکن است به عنوان سلاح شیمیایی مورد استفاده قرار گیرند، دشوار است. این سلاح‌ها در گام نخست بر افرادی که از خود محافظت نکرده‌اند یا اندکی از آسیب سلاح‌های یاد شده در امان بوده‌اند، اثر می‌گذارند. به کار بردن مقدارهای حتی اندک از این ترکیب‌ها برای حمله به هدف‌های نظامی ممکن است رضایت‌بخش باشد. از این گذشته، بسیاری از این ترکیب‌ها بی‌اندازه فرآیند و در میدان جنگ مواد باقی مانده از آن‌ها برای پیگیری تجزیه‌ای، بسیار ناچیز است. این ترکیب‌ها در سطح محوطه‌ی استفاده شده، پراکنده می‌شوند و از این رو در غلظت اندک یافته می‌شوند. در بیش‌تر موارد، تخریب مواد به علت ناپایداری یا تجزیه‌ی سریع آن‌هاست. برای تایید این که نمونه‌های جمع‌آوری شده از جمله سلاح‌های شیمیایی هستند، تشخیص عوامل و تعیین روش‌های تجزیه‌ای با گزینش و حساسیت بالا مورد نیاز است. بنابراین تجزیه‌ی این مواد باید در آزمایشگاه‌های بسیار مجهز و توسط افراد آموزش دیده انجام گیرد.

با وجود قرارداد سال ۱۹۲۵، مشاهده می‌شود که کشورهای بی‌شماری از سلاح‌های شیمیایی به عنوان سلاح‌های کشتار جمعی، نه تنها برای از بین بردن نیروهای نظامی، بلکه برای نابودی مردم بی‌دفاع بهره برده‌اند. انتظار جهانی این است که جوامع بین‌المللی به طور قاطع از تولید و به کار بردن این سلاح‌ها جلوگیری کنند و ابزارهای موجود برای ذخیره و پنهان‌سازی آن‌ها را نابود سازند. جای تأسف است که مجروح شدگان این سلاح‌ها به درمان درازمدت و اغلب بدون بهبودی کامل نیاز دارند.



۵ استاد دانشگاه زنجان و دانشگاه صنعتی کرین استرالیا

1. leper 2. tabun 3. sarin  
4. soman 5. admasite 6. trichothecene mycotoxine



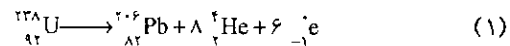
# شیمی هسته‌ای

## اندازه‌گیری عمر زمین



با توجه به تلاشی طبیعی مواد پرتوزا، پیش‌بینی می‌شود که سرنوشت مورد انتظار برای همه‌ی اتم‌های اورانیم موجود در طبیعت تبدیل آن به سرب باشد. به طور طبیعی، اورانیم موجود در سنگ معدن‌ها همیشه با مقداری سرب غیر پرتوزا همراه است که از تلاشی و پرتوزایی اورانیم تشکیل شده است. از نسبت  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$  به  ${}^{238}_{92}\text{U}$  در این سنگ معدن‌ها می‌توان به عنوان ملاکی برای برآورد عمر زمین بهره‌جست. برخی از فرض‌های اساسی در این روش این است که اساساً هیچ سری‌ی از آغاز وجود نداشته است. دیگر این که سنگ معدن، تغییرهای شیمیایی را که باعث رهاسازی نوکلیدهای پرتوزا در یک رشته‌ی تلاشی می‌شوند، تحمل نکرده است. بررسی دقیق این موضوع، نیاز به بحث درباره‌ی وابستگی میان سرعت تلاشی رادیو نوکلیدی که «مادر» نامیده می‌شود، با نوکلید حاصل، که «دختر» نامیده می‌شود، دارد.

نیم عمر  ${}^{238}_{92}\text{U}$ ،  $4.5 \times 10^9$  سال است. تلاشی طبیعی و تغییرهای بنیادی برای اتم‌های  ${}^{238}_{92}\text{U}$  و دخترهای آن به صورت زیر است:



با چشم‌پوشی از جرم مربوط به ذره‌های  $\beta$ ، می‌بینیم که برای هر  $238$  گرم از اورانیم، که دچار تلاشی کامل می‌شود،  $206$  گرم سرب و  $32$  گرم هلیوم به دست می‌آید.

تصور کنید که نمونه‌ای شامل  $17000$  گرم از  ${}^{238}_{92}\text{U}$  در مدت  $4.5 \times 10^9$  سال، تجزیه شود. در پایان این زمان،  $7500$  گرم از  ${}^{238}_{92}\text{U}$  متلاشی شده است و داریم:

$$0.500 \times \frac{206}{238} = 0.4233 \text{ گرم } {}^{206}_{82}\text{Pb}$$

$$\frac{{}^{206}_{82}\text{Pb}}{{}^{238}_{92}\text{U}} = \frac{0.4233}{0.500} = 0.8466 \quad (2)$$

نسبت  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$  به  ${}^{238}_{92}\text{U}$  کوچک‌تر از مقداری است که در رابطه‌ی ۲ نشان داده شده است. بنا به این نتایج، سنگ معدن در مدت طولانی یک دوره‌ی نیم‌عمر  ${}^{238}_{92}\text{U}$ ، وجود نداشته است. با یک نسبت بزرگ‌تر، عمر بیش‌تری به دست می‌آید. بهترین برآورد درباره‌ی عمر زمین و سیاره‌های دیگر در منظومه‌ی خورشیدی حدود  $4.5 \times 10^9$  سال است. این برآوردها بر اساس نسبت  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$  به  ${}^{238}_{92}\text{U}$  و نسبت‌های مربوط به جفت نوکلیدهای دیگر، ناشی از مجموعه‌های تلاشی طبیعی مواد پرتوزاست. این برآوردها برای سنگ معدن‌ها در مکان‌های مختلف روی زمین و برای سنگ‌های آسمانی نیز انجام گرفته است.



\* دبیر شیمی علی‌آباد کتول - گلستان

I. Parent



Petrucchi, R.H. "General Chemistry, Principles and Modern Applications". 2nd edition. P.547

آزاده باغانی\*

# گاز رادون و

## انباشتگی مرگبار آن

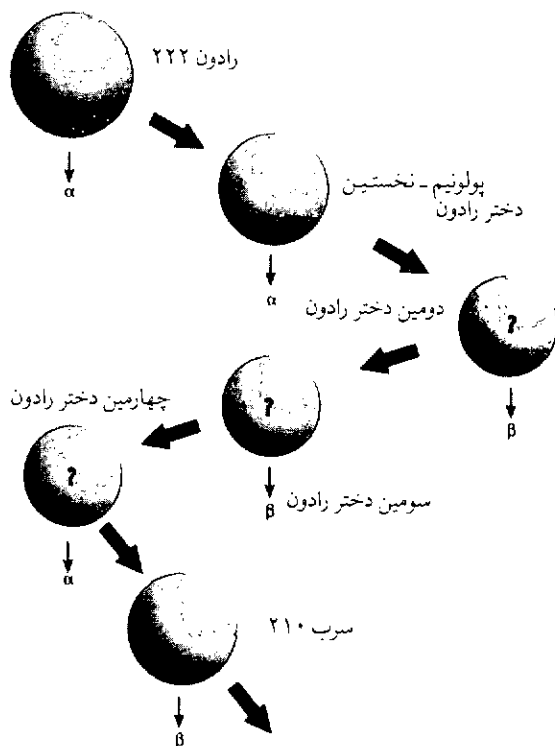
به صورت ذره‌هایی در هوای خانه‌های آلوده به رادون وجود دارند.

هنوز هم درباره‌ی اثرهای زیان‌آور رادون بر محیط‌زیست و سلامتی انسان سخن‌ها گفته می‌شود. این ماجرا، از سرگذشت کارگرانی آغاز شد که در معدن‌های نقره و اورانیم کار می‌کردند و به سرعت به سرطان ریه دچار می‌شدند. پس از آن، آزمون‌هایی در این زمینه انجام گرفت و هوای برخی از خانه‌ها که در انتهای معدن‌های اورانیم و فسفات ساخته شده بودند، به آزمون‌های مربوط به شناسایی این گاز پاسخ مثبت دادند. سنگ‌های شامل اورانیم مانند گرانتیت به آزاد کردن گاز رادون می‌پردازند. هم‌چنان که این گاز در زمین تشکیل می‌شود، به هواکره راه می‌یابد و در پی مخلوط شدن با هوا رقیق می‌شود. به این ترتیب، غلظت آن در سطح آمنی ثابت می‌ماند. اما هنگامی که گاز رادون ۲۲۲ و ایزوتوپ‌های دختر آن تلاشی می‌یابند، ذره‌های آلفا تولید می‌کنند. اگر این ذره‌ها درون ریه انباشته شوند، می‌توانند سبب از هم گسیختن پیوندهای شیمیایی میان

در دسامبر سال ۱۹۸۵، استلی واترس<sup>۱</sup>، مهندسی که در یک نیروگاه هسته‌ای در پنسیلوانیا کار می‌کرد، به کمک دستگاه ردیاب پرتوها که در بازگشت به خانه، آن را به همراه آورده بود، متوجه پرتوهایی در خانه‌اش شد. خانه‌ی واترس آلوده به گاز پرتوزای رادون بود و میزان آن به ۱۰۰/۰۰۰ بکول در هر مترمکعب ( $Bqm^{-1}$ ) از هوای خانه می‌رسید. رادون ۲۲۲ یکی از فراورده‌های ناشی از فروپاشی هسته‌ی اورانیم ۲۳۸ است و یک گاز پرتوزا به شمار می‌رود. این گاز از دید شیمیایی، از گازهای نجیب هم‌خانواده‌ی خود واکنش‌ناپذیرتر است. پس رادونی که ما تنفس می‌کنیم نمی‌تواند با مواد شیمیایی موجود در ریه یا خون ما ترکیب شود. اما می‌تواند به پولونیم ۲۱۸ تلاشی یابد، شکل ۱. این امر پیش از تشکیل سرب ۲۱۰ با نیم‌عمر ۲۰/۴ سال، به تولید سه ایزوتوپ واکنش‌پذیرتر می‌انجامد. چهار هسته‌ی تولید شده در این رشته‌ی تلاشی، با عنوان دختران رادون خوانده می‌شوند. هریک از این هسته‌ها دارای نیم‌عمری کوتاه‌تر از ۳۰ دقیقه هستند و

در یک خانه، به آسانی عملی است. به کمک کیت‌های آزمایش گاز رادون که در بازار در دسترس هستند، درصد گاز رادون در خانه‌ها و اداره‌ها قابل اندازه‌گیری است، شکل

۲



شکل ۱ ترتیب تلاشی به روش پرتوزایی در رادون

شکل ۲ با استفاده از یک ورقه‌ی پلاستیکی به آسانی می‌توان به وجود گاز رادون پی برد. هم‌چنان که رادون تجزیه می‌شود، ذره‌های آلفا اثرهایی از خود روی سطح این ورقه به جا می‌گذارند. سپس این ورقه جهت بررسی به آزمایشگاه فرستاده می‌شود.

جهت کاهش یا پایان دادن به تولید و انباشته شدن این گاز می‌توان شکاف‌های موجود در دیوارها یا کف زیرزمین خانه‌ها را به طور کامل بست و از سیستم‌های تهویه‌ی مناسب استفاده کرد. پوشاندن زمین‌های حاکی آلوده به مواد پرتوزا، به کمک بتون نیز راه‌حل دیگری است.

این که مردم چقدر باید دربار‌ه وجود رادون در خانه‌هایشان نگران باشند، پرسشی است که در پاسخ به آن سازمان حفاظت از محیط‌زیست اقدام به توصیه‌هایی کرده است. اما این توصیه‌ها نیز از سوی کارشناسان مورد اعتراض قرار گرفته است. کارشناسان می‌گویند میزان گردوغبار و سطح پرتوزایی یافته شده در معدن‌ها، معمولاً بالاتر از مقدارهای موجود در خانه‌هاست. از این رو، برای زورآزمایی با مشکل‌های ناشی از حضور رادون در خانه‌ها نمی‌توان به نتایج به دست آمده از بررسی روی معدن‌ها بسنده کرد.

سلول‌ها شوند. از آن‌جا که برخی از ضعیف‌ترین پیوندها در مولکول‌های حیاتی هم‌چون DNA حضور دارند، این گاز می‌تواند منجر به سرطان ریه شود.

به نظر می‌رسد هنگامی که گاز رادون از شکاف‌های موجود در کف یا دیوار زیرزمین خانه‌هایی که تهویه‌ی مناسبی ندارند، به بیرون راه می‌یابد، مشکل آلودگی ناشی از آن احساس می‌شود. از آن‌جا که رادون از هوا چگال‌تر است، در زیرزمین‌ها و بخش‌های پایین خانه‌ها جمع می‌شود.

در پی بالاگرفتن نگرانی‌های عمومی ناشی از پرتوهای زیانبار رادون، سازمان حفاظت از محیط‌زیست، حد قابل قبولی برای میزان پرتوزایی رادون در هوا، حدود ۲۰۰ پیکوکوری (۱۰<sup>-۱۲</sup> کوری) رادون در هر لیتر از هوا ارائه داده است. می‌توان این میزان را با بیش‌ترین سطح پرتوزایی ناشی از رادون که تاکنون گزارش و ثبت شده است، مقایسه کرد: خانه‌ای در پنسیلوانیا که از گرانیت غنی از اورانیم ساخته شده است، دربردارنده‌ی ۲۷۰۰ پیکوکوری رادون در هر لیتر هوا بود.

با استفاده از یک ورقه‌ی پلاستیکی به آسانی می‌توان به وجود گاز رادون پی برد. هم‌چنان که رادون تجزیه می‌شود، ذره‌های آلفا اثرهایی از خود روی سطح این ورقه به جا می‌گذارند. سپس این ورقه جهت بررسی به آزمایشگاه فرستاده می‌شود. آزمایش برای پی بردن به وجود گاز رادون

۱. دانشجوی رشته صنایع شیمیایی مرکز آموزش‌های عالی الزهرا - مشهد  
I. Watras, S.

۲. Matta, M.S.; Wilbraham, A.C.; Staley, D.D. "Introduction to General, Organic and Biological Chemistry", 1996, P. 297.  
3. Conoley, C; Hills, P. Chemistry, 1998, P. 43.

# نمایش ارتباط میان شیمی عمومی و زندگی، برای دانش آموزان



## آغاز سخن

این دو، یعنی آگاه نبودن از اثر یک علم در زندگی و ترس از آن، نماینده‌ی یک مشکل بزرگ‌تر، یعنی جهل علمی است که در توضیح علت بروز آن‌ها باید گفت برخی افراد به علت نداشتن آگاهی و اطلاعات علمی در زمینه‌ی شیمی، همه‌ی مواد شیمیایی و عنصرها را خطرناک می‌پندارند و تنها به طور غیر مستقیم آن‌ها را با زندگی خود مربوط می‌دانند. هدف از ارایه‌ی این مقاله، با عنوان پروژه‌ی مواد شیمیایی، رفع این مشکلات بوده است. این پروژه، بخشی از درس نیم‌سال تحصیلی دوم

در گردهمایی مربیان شیمی، با توجه به مهم‌ترین موضوع‌هایی که درباره‌ی مسایل عمومی در آموزش شیمی به میان آمد، این نتیجه به دست آمد که دانش آموزان از اثر و نقش فعال شیمی در زندگی روزمره‌ی خود آگاه نیستند. از آن‌جا که درس‌های مناسبی در برنامه‌ی درسی دانش آموزان گنجانیده نشده است، این امر طبیعی به نظر می‌رسد. اگر زمینه‌های گسترش گفت‌وگو در این گستره فراهم شود، می‌بینیم که مشکل دوم نیز آشکار می‌شود که همان ترس از شیمی است.



دوره‌ی شیمی عمومی دانشگاهی است که به دانشجویان کمک می‌کند تا میان موضوع‌های درسی و جهان پیرامون خود رابطه برقرار کنند.

از مدت‌ها پیش، مشکلات یاد شده، توسط سازمان‌هایی که با علوم و فناوری ارتباط دارند، شناخته شده است. بسیاری از این سازمان‌ها، جهت رسیدگی به این مشکلات برنامه‌هایی را ارایه داده‌اند. انجمن ما به عنوان یک انجمن شیمی کاربردی، دفتری با عنوان دفتر فعالیت‌های همگانی دارد که برای افزایش آگاهی‌های عمومی از نقش و اثر شیمی در جامعه و زندگی روزمره بنیان گذاشته شده است. مهم‌ترین محور در این سازمان‌ها، آموزش است و درس‌های دیگر همراه فنون گوناگون دوره که بر ایجاد ارتباط میان علوم و زندگی تکیه دارد، در سطوح پایین‌تر علوم پایه یا شیمی دانشگاهی تدریس می‌شود.

### پروژه‌ی مواد شیمیایی

این پروژه از تکلیف‌ها و فعالیت‌هایی که خود من طی سال‌های پیش طراحی کرده و به کار برده‌ام، سرچشمه گرفته است. پروژه‌ی مواد شیمیایی، طی یک‌نیم سال تحصیلی، توجه به چند عنصر شیمیایی را در یک طرح ترویجی دربر می‌گیرد. در گام نخست، هدف این طرح، تاکید بر برقراری ارتباط میان شیمی و زندگی دانشجویان است و هدف‌های یادگیری دانشجویی زیر را دربر می‌گیرد:

- ایجاد فضایی برای درک درست خواص مواد شیمیایی و خطرهای ناشی از آن‌ها

- درک اساسی و کسب اطلاعاتی درباره‌ی نکته‌های ایمنی و چگونگی به کار بردن مواد شیمیایی

- درک علت و معلول ترس از این مواد و چگونگی مبارزه با آن‌ها

- بررسی یک ماده‌ی شیمیایی از تولید تا کاربرد آن  
این طرح حدود ۲۰٪ از دوره را دربر می‌گیرد. همه‌ی دانشجویان مسوول درجه بندی این طرح هستند و باید به پرسش‌های امتحانی پاسخ دهند. هم‌چنین تکلیف‌های ویژه‌ای به آن‌ها داده می‌شود که جهت ارزیابی از خود، باید به

صورت فردی و گروهی، آن‌ها را انجام دهند.

چند سال پیش، پروژه‌ی مواد شیمیایی با یک فهرست گفت‌وگویی به صورت زیر معرفی شد و مورد بررسی قرار گرفت: کمک! من یک معلم شیمی هستم و هم‌اکنون باردارم. به من بگویید آیا باید از دنیای شیمی و همه‌ی مواد شیمیایی موجود در آن دوری کنم؟ پزشک من چنین توصیه‌ای کرده است.

از دانشجویان خواسته شد که به طور کتبی به پرسش این خانم پاسخ دهند. پس از آن ما به کمک فرهنگ عمومی و فرهنگ شیمیایی تعریف واژه‌های مواد آلی و مواد شیمیایی را پیدا کردیم. این کار به گفت‌وگو درباره‌ی کاربرد درست و نادرست واژه‌ها و اصطلاح‌ها انجامید و در ادامه منجر به درک این واقعیت شد که چگونه چنین توجیهی می‌تواند در میزان درک ما از شیمی و مواد شیمیایی اثر بگذارد.

این طرح در آغاز خود چهار بخش دارد که برای پیاده کردن آن‌ها به ۱ تا ۳ هفته زمان نیاز است. این بخش‌ها همراه با جزییاتی درباره‌ی درجه‌بندی رایانه‌ای و اجرای برنامه‌ی آموزش به روش همیاری، به تفصیل در پایگاه‌های اینترنتی این نشریه



آمده است. نخستین بخش، درباره‌ی ترس از شیمی و شامل گفت‌وگویی با عضو کهنسال یک خانواده بود. دومین بخش، به آگاهی یافتن از ایمنی مواد می‌پرداخت و اطلاعاتی در این زمینه در کلاس عنوان و توضیح داده می‌شد. سپس تمرین‌هایی برای دانشجویان مطرح می‌شد و در این حال از آن‌ها خواسته می‌شد تا با مراجعه به پوشه‌ی ایمنی مواد که در رایانه وجود دارد، آن‌ها را تفسیر کنند. در یکی از تمرین‌ها از دانشجویان خواسته شده بود که گزارشی برای خانم معلم باردار تهیه و به وی گوشزد کنند که کربن تتراکلرید برای او بسیار خطرناک است و این که مبادا شیشه‌ای از این ماده را در اتاق یا آزمایشگاه خود نگه‌داری کند. تکلیف یا بخش سوم این طرح چنین بود که از هریک از فراگیران خواسته شد که بر چسب‌های مواد موجود در آزمایشگاه را بخوانند و محتویات آن‌ها را تعیین کنند و اطلاعاتی در زمینه‌ی سمیت هریک از آن‌ها به دست آورند. در بخش چهارم طرح، فراگیران ناگزیر شدند که به ریل آهن بیرون ساختمان نگاه کنند. آن‌ها مواد شیمیایی مهمی را در مخزن‌های درون واگن‌های باری مشاهده کردند. از فراگیران خواسته شد که به کمک برچسب‌های هریک از این مخزن‌ها، دست کم هشت نوع از موادی را که در این واگن‌ها می‌دیدند، فهرست کنند. به این ترتیب فراگیران، روی هم رفته متوجه بیش از ۴۰ ماده‌ی شیمیایی شدند که توسط واگن‌ها حمل می‌شدند. آن‌ها سپس با مراجعه به چندین منبع دریافتند که این‌ها چه نوع موادی هستند، چه کاربردی دارند و آیا خطرناکند یا نه.

در پایان طرح، از هریک از فراگیران خواسته شد که از بخش چهارم، یک ماده را برگزینند و درباره‌ی تولید آن، ایمنی و کاربردهای واقعی این ماده یا فراورده‌هایی که از آن به دست می‌آیند، تحقیق کنند. فراگیران باید برای این کار به کتابخانه مراجعه می‌کردند و دست کم نام چهار منبع مورد استفاده‌ی خود را در گزارش، می‌آوردند. سودمندترین منبع‌ها، کتاب‌های شیمی و شبکه‌ی اطلاع‌رسانی جهانی بود. من ناچار شدم از دانش‌آموزانم بخواهم که برای تحقیق خود دست کم از یک مجله نیز استفاده کنند. در پایان متوجه شدم که از دو نشریه‌ی Science News و Chemical & Engineering News

بیش تر استفاده شده بود.

جهت آماده‌سازی مقاله‌ی پایانی به عنوان گزارشی از پیاده شدن این طرح، تعیین رؤس مطالب و تهیه‌ی دو پیش‌نویس و سپس بازنگری پیش‌نویس‌ها انجام شد. اعضای همه‌ی گروه‌ها، جنبه‌های گوناگون این طرح را بررسی کردند و سپس رؤس مطالب را ارایه دادند. کار نوشتن گزارش توسط یک دانش‌آموز انجام شد و اعضای گروه‌ها گزارش را بررسی کردند. در این میان دانش‌آموزان به مرکز نوشتاری دانشگاه فرستاده می‌شدند تا با شیوه‌های نگارش آشنا شوند.

از این پروژه، نمونه‌هایی جهت استفاده در کلاس طراحی شد که پس از پیاده شدن در کلاس اثر شگرفی از خود به جا گذاشت. چندین فعالیت بر پایه‌ی این پروژه بنا نهاده شد. برای نمونه، روش ساده‌ی محاسبه‌ی کلایزیوس - کلایپرون برای تعیین غلظت بخار در یک واگن حامل دی‌متیل فتالات که به طور فرضی در یک روز گرم تابستان شکسته شده است. آن‌گاه، دانش‌آموزان این مقدار را با زمانی مقایسه کردند که نکته‌های ایمنی رعایت شده بود. این، نمونه‌ای از ارتباط بخش‌های موجود در این پروژه با زندگی بود که به دانش‌آموزان نشان می‌داد چگونه مطالعه‌ی شیمی می‌تواند به آن‌ها کمک کند تا برخی از مسایل موجود در پروژه را بهتر دریابند.

## ارزیابی پروژه

در ارزیابی از دوره، دو پرسش درباره‌ی پروژه‌ی مواد و عنصرهای شیمیایی به میان آمد. نخست این که این پروژه تا چه اندازه می‌تواند برای دوره ارزش داشته باشد؟ امتیاز ۵، به معنی «بسیار ارزشمند» بود و میانگین امتیازی که این پرسش به دست آورد، ۴/۶۲۰ بود. پرسش دوم این بود که کدام دانش‌آموزان از شیمی به چه میزان است به این معنی که کدام یک از آن‌ها شیمی را در نتیجه‌ی پیاده کردن این طرح بهتر درک کرده‌اند. امتیاز میانگین این پرسش نیز ۴/۴۵ از ۵ امتیاز بود.

برداشت فراگیران از علم و فناوری و نیز دیدگاه آن‌ها در مورد شیمی و مواد شیمیایی، در آغاز (پیش از دوره) و پایان (پس از دوره) مورد بررسی قرار گرفت. ترس از علوم به ویژه ترس از شیمی کاهش یافت اما کاملاً از میان نرفت. این که شیمی در زندگی دارای اهمیت است، به طور قابل توجهی افزایش یافت هم‌چنان که ارزیابی فراگیران از درکشان نسبت به شیمی روزبه روز فزونی می‌گرفت. این بررسی‌ها نشان می‌دهند که فراگیران نسبت به علم واقع‌بین‌تر بوده‌اند و در این زمینه تعصب چندانی از خود نشان نمی‌دادند. روی هم رفته، آن‌ها در پایان دوره نسبت به روزهای نخست، از تعصب‌های خود در برابر علوم و فناوری و نیز نسبت به شیمی و مواد شیمیایی کاسته بودند.

در آزمون پایانی، طی یک پرسش ساده از دانش‌آموزان خواسته شد که در قالب یک مقاله بیان کنند که چه موضوع‌هایی برای آن‌ها سودمندتر بوده است. ۲۰ نفری که در این آزمون شرکت داشتند، ۱۲ موضوع متفاوت را فهرست کردند. چند دانش‌آموز نیز به بیش از یک مورد اشاره داشتند. ۷۵ درصد از دانش‌آموزان، اثر پروژه‌ی مواد شیمیایی را فراتر از جنبه‌های دیگر دوره برشمرده بودند. دو دانش‌آموز بیان کردند که اطلاعات رایانه‌ای (MSDS) در درک آموخته‌های تازه به طور قابل ملاحظه‌ای نسبت به گذشته به آن‌ها کمک کرده است. یک دانش‌آموز نوشته بود: من به تازگی برای کار در آزمایشگاه آزمایش آب به کار مشغول شدم... نمی‌دانستم چگونه می‌توانم از ایمنی مواد شیمیایی اطلاعاتی به دست آورم... تا این که



شما چگونه استفاده از اطلاعات رایانه‌ای را به‌مانشان دادید. باور خود من این است که پروژه‌ی مواد شیمیایی توانسته است به همه‌ی هدف‌های خود دست یابد. دست کم چندتن از دانش‌آموزانی که شیفته‌ی شیمی شده‌اند، در نتیجه‌ی گذراندن بخش‌های این پروژه به این علم علاقه پیدا کرده‌اند. شاید گویاترین نظریه در این زمینه، این است که اطلاعات مربوط به این پروژه سینه به سینه نقل می‌شد تا دوباره به خود من و دانش‌آموزانم می‌رسید و اطلاعاتی که به من برگردانیده شده بود چنان ارزنده بود که در مجموع نشان می‌داد این پروژه موفق بوده است. پروژه‌ی مواد شیمیایی آن ارتباطی را که من در نظر داشتم فراهم کرد. به هر حال، درس شیمی جنبه‌ی مهمی از فناوری در جامعه را تشکیل می‌دهد و ما باید در یادگیری آن کوشا باشیم. خواه ناخواه ما باید اطلاعاتی از این علم، حتی در حد بسیار کم داشته باشیم.



عضو هیات علمی پژوهشکده‌ی صنایع شیمیایی - سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران



Stout, R. J. *Chem. Educ.* 2000, 77, 1301.

زهرا احمد آبادی<sup>۱</sup>

# زیست پیل های سوختی

می کند. میزان انرژی تولید شده توسط آن مانند یک پیل مناسب ساعت مچی، نزدیک ۱/۹ میکروولت است. هلر پیش بینی می کند که این پیل بتواند یک دستگاه آشکارکننده ی کوچک برای تشخیص غلظت گلوکوز را جهت کنترل بیماری قندخون (دیابت) در بدن، به کار اندازد، اما نمی تواند انرژی لازم برای یک قلب مصنوعی را فراهم کند. در واقع، این پیل بسیار ضعیف است و عمر کوتاهی دارد و نوع کنونی آن روزانه حدود ۶٪ انرژی خود را از دست می دهد. هلر می افزاید که چنین پیل هایی می توانند به عنوان یک ابزار پژوهشی جهت ردیابی مسیر حشرات یا حیوانات دیگر، البته تنها برای چند روز، به کار گرفته شوند.

گفتنی است که مایع های بدن انسان پیچیده تر از مایع هایی هستند که توسط این پژوهشگران شبیه سازی شده اند. هلر می گوید: «خواسته و اشتیاق من این است که پیش از کاربرد این زیست پیل های سوختی در پزشکی، بتوان از آن ها در رفع مسایل شیمیایی بهره گرفت.»

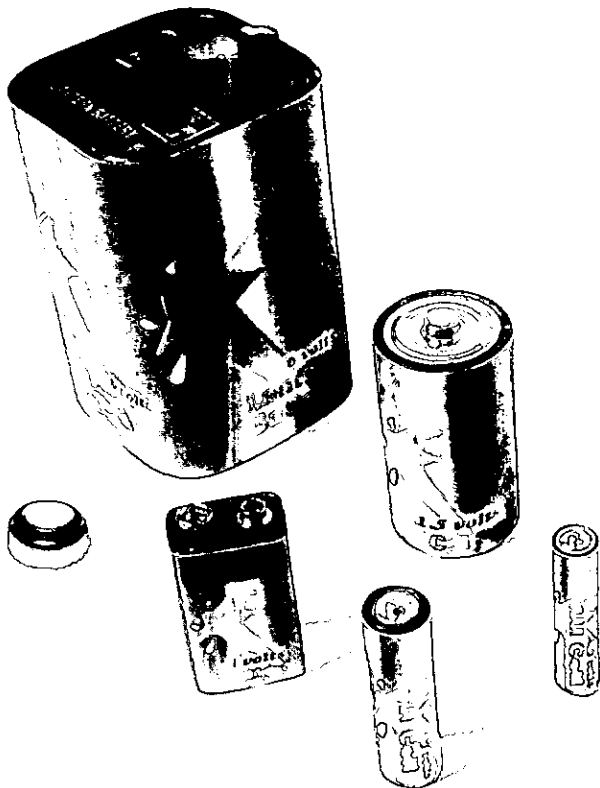
سرانجام روزی از راه می رسد که بدن ما بتواند انرژی الکتروشیمیایی مورد نیاز خود را تأمین کند. چنان که شیمی دان ها دست به ساخت یک پیل کوچک زده اند که بتوان با آن، با مایع های بدن به شکلی ارتباط برقرار کرد و از این راه به کمک وسایل آشکارکننده ی ویژه، به کنترل سلامتی پرداخت.

هنگامی که در جریان یک سوخت و ساز معمولی، گلوکوز با اکسیژن ترکیب می شود، انرژی تولید شده از این فرایند توسط این زیست پیل سوختی<sup>۱</sup>، به انرژی الکتریکی تبدیل می شود. این پیل را می توان زیر پوست یا پشت بدن قرار داد.

ساخت این نوع ویژه از پیل ها کار تازه ای به شمار نمی رود. در واقع، به دست آوردن انرژی از واکنش میان گلوکوز و اکسیژن حدود ۴۰ سال پیش مورد بررسی قرار گرفت. اما کاربرد آن ها در پزشکی به این بستگی دارد که این پیل ها را بتوان در اندازه های کوچک، و به گونه ای ساخت که در دما و شرایط اسیدی و غلظت نمک خون در بدن کارایی داشته باشند و انرژی و ولتاژ قابل اعتمادی را تولید کنند.

آدام هلر<sup>۲</sup> و همکارانش در دانشگاه تگزاس در اوستین<sup>۳</sup> بر این باورند که وسیله ی ساخته شده توسط آن ها، این نیازها را برآورده می کند. این وسیله از دو لایه ی کربنی به طول ۲cm و پهنای ۰/۰۰۷mm ساخته شده است. و هر یک از این دو لایه با کاتالیزگری که در واکنش سوختن گلوکوز شرکت می کند، پوشانده شده است. واکنش در دو بخش، و هر یک روی یکی از این لایه ها که نقش الکتروود را دارند، انجام می گیرد. یکی از الکترودها که با یک بسپار و آنزیمی به نام اکسیداز پوشانده شده است، از گلوکوز الکترون می گیرد. بسپار موجود، میان آنزیم و لایه ی کربنی ارتباط الکتریکی برقرار می کند. الکتروود دیگر که آن هم آغشته به آنزیم است، الکترون ها را در اختیار اکسیژن حل شده می گذارد. هم چنان که واکنش ادامه می یابد، الکترون ها پیرامون یک مدار الکتریکی جریان دارند و آن را تغذیه می کنند.

این پیل در دمای معمولی بدن یعنی ۳۷°C و در شرایط اسیدی نزدیک به وضعیت عادی خون،  $pH = 7/2$ ، کار





# تهیه‌ی الماس‌های بزرگ‌تر

## با سرعت پیش‌تر

بزرگی آن‌ها تنها به چند میلی‌متر می‌رسد. درحالی‌که الماس‌هایی که با روش CVD تهیه شده‌اند، نازکند اما ترک دارند و سرعت رشد آن‌ها به یک هزارم میلی‌متر در ساعت می‌رسد. از این رو، کاربرد این نوع الماس به صورت شیشه در برابر لیزرهای بسیار قوی و آشکارکننده‌های فضایی در برابر پرتوهای فرو سرخ محدود می‌شود.

گروه هملی با بررسی و مقایسه‌ی هر دو روش، موفق به رشد لایه‌های الماس شده است. آن‌ها توانسته‌اند این لایه‌ها را روی الماس خالص رشد، و ترک‌ها را در آن کاهش دهند. اتم‌های کربن به طور منظم روی سطح قرار می‌گیرند و افزایش فشار روی گاز غنی از کربن، همراه با مخلوطی از گازهای متان، هیدروژن و کمی نیتروژن به رشد لایه‌ها کمک می‌کند.

پژوهشگران با تلفیق دو روش به تهیه‌ی الماس‌های بزرگ‌تر و با سرعت تشکیل بیش‌تر می‌پردازند. آن‌ها با استفاده از روش CVD، به کمک امواج ریز موج، الماس را روی هسته‌های الماسی که از روش HPHT، به دست آمده است، با سرعت حدود ۱۵۰ میلی‌متر در ساعت رسوب می‌دهند. در این میان سرعت رشد لایه‌های الماس نسبت به روش‌های پیشین تا ۱۰۰ برابر افزایش می‌یابد.

پژوهشگران در ایالات متحده، در حال بزرگ کردن الماس‌های کوچک هستند. آن‌ها توانسته‌اند یک تکه الماس ۳/۵ میلی‌متر مربعی را در خلال ۱۲ ساعت، تا ۴/۲mm گسترش دهند. از آن‌جا که بلورهای بزرگ‌تر الماس کاربردهای بهتر و بیش‌تری در صنعت دارند، این کار از ارزش بسیار برخوردار است. اگرچه که تهیه و رشد الماس‌های مصنوعی موضوع تازه‌ای نیست اما راسل هملی<sup>۴</sup> و همکارانش از آزمایشگاه ژئوفیزیک کارنجی<sup>۵</sup> وابسته به یک مؤسسه پژوهشی در واشینگتن، روشی را معرفی کرده‌اند که با استفاده از آن می‌توان الماس بدون ترک را با سرعت بیش‌تر به دست آورد. با در اختیار داشتن این گونه الماس‌ها، پژوهشگران می‌توانند مواد بیش‌تری را در میان سندان‌های از جنس الماس مورد آزمایش قرار دهند. این گونه آزمایش‌ها برای بررسی ترکیب و رفتار صخره‌هایی انجام می‌گیرد که در اعماق زمین فشارهای بالایی را تحمل می‌کنند.

امروزه، الماس به دو روش ساخته می‌شود. یکی از این روش‌ها، شامل فشردن گرافیت یا شکل‌های دیگر کربن در دما و فشارهای بالاست، HPHT. روش دیگر رسوبگذاری شیمیایی بخار<sup>۶</sup>، CVD، است که به کمک گرما و امواج رادیویی و امواج ریز موج انجام می‌گیرد. در این روش، انرژی ناشی از امواج به کار گرفته شده، گازهای غنی از کربن را به اجزایی می‌شکند که روی یک سطح به صورت الماس رسوب می‌کنند.

الماس‌هایی که با استفاده از روش نخست ساخته می‌شوند مانند الماس‌های طبیعی بدون ترک هستند اما



\* استاد مرکز تربیت معلم هاشمی نژاد-مشهد

1. biofuel cell
2. Heler, A.
3. Austin
4. Hemly, R.
5. Carnegie
6. Chemical Vapour Deposition



Ball, P. Nature, 2002, 12 Nov., 30 Sep.

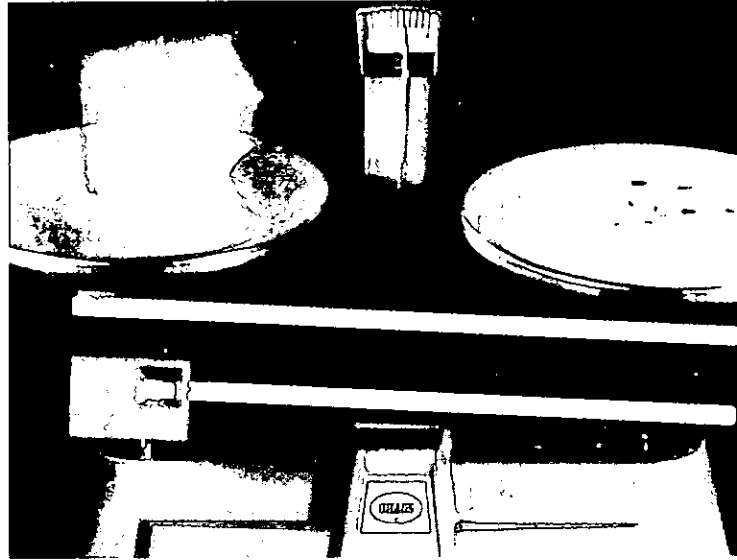
محمد معتمدی

# آتروژل های سیلیکون

آب و سیلیکا و سپس افزودن یک کاتالیزگر بازی، هم چون آمونیاک به مخلوط است. پس از آن که این مخلوط چند روز به حال خود گذاشته شد، ژل اصلی (پایه) سیلیسیلیک اسید ساخته می شود که شبیه ژلاتین است. هنگام زدودن آب از ژل و برای رفع مشکل کشش سطحی آب، از جریان کربن دی اکسید ابر بحرانی استفاده می شود. (این نوع کربن دی اکسید کشش سطحی ندارد و از آن برای صاف کردن کافئین از قهوه نیز استفاده می شود.) این کار یک عمل ساده و یک مرحله ای نیست، اما می تواند بدون پراکنده شدن رشته های ژل سیلیکا انجام گیرد. این رشته ها شامل خوشه های کروی (هم چون دانه ی تسبیح) هستند که از چند صد اتم اکسیژن و سیلیسیم که زنجیر وار و پشت سر هم قرار دارند، تشکیل شده اند. هم چنین آزمایشگاه لیورمور موفق به تهیه ی آتروژل از بسیار آلی شده است.

این آتروژل های سیلیکا خواص شگفت انگیزی دارند. برای نمونه، عایق های گرمایی بی ماندی هستند و ممکن است جایگزین عایق های گرمایی در یخچال ها شوند. زیرا مواد یاد شده نوعی فلونورو کلرو کربن هستند که بر لایه ی اوزون استراتوسفر اثر می گذارند.

اگر آتروژل ها به طور شفاف ساخته شوند، می توان آن ها را در میان پنجره های دوجداره استفاده کرد و به طور سودمندتری آن ها را برای عبور نور، بدون به هدر رفتن گرما در زمستان و ورود گرما در تابستان به کار برد. هم چنین، این آتروژل ها عایق صوتی بی ماندی هستند.



این قطعه از آتروژل سیلیکا در کفه ی سمت چپ ترازو، از چند دانه تخمه ی آفتاب گردان در کفه ی سمت راست سنگین تر نیست.

پژوهشگران در نتیجه ی کار کردن با مولکول های میله مانند و بزرگ سیلیسیم اکسید (سیلیکا) به جای به کار بردن ژلاتین آن ها و با استفاده از مایع های ابر بحرانی برای زدودن آب، موفق به تهیه ی موادی شدند که حالت کف مانند و چگالی خیلی کمی دارند. گاهی به این مواد، گاز منجمد گویند. نمونه های تازه ای از این مواد به صورت حلقه هایی از مه آبی رنگ خیالی و مانند پف به نظر می رسند. این کار توسط استیون کیستلر<sup>۱</sup> (دانشگاه استنفورد) در سال ۱۹۳۱ آغاز شد ولی پتانسیل این کار به تازگی روشن شده است.

به موادی با این ویژگی «آتروژل»<sup>۲</sup> می گویند و آن هایی که از سیلیکا ساخته شده اند را آتروژل سیلیکا می نامند. توانایی این مواد در جذب ذره های میکروسکوپی سنگ های آسمانی که از پژوهش های فضایی به دست آمده اند، دانشمندان را در آزمایشگاه ملی لارنس لیورمور<sup>۳</sup> بر آن داشت تا روش تولید آن ها را بیابند. یکی از روش های تولید این مواد، رقیق کردن مخلوط ژلاتینی

۱

1. Kistler, S.

۲. آتروژل، جامدی با تخلخل بالا، حاصل از جایگزینی مایع با گاز در ساختمان ژل است.

3. Livermore, L.

Brady, J. E.; Holum, J. R. Chemistry. 1992. 447.

# رادیکال‌ها در زیست‌شناسی، پزشکی و صنعت

نسرین خواجات\*



واکنش‌های رادیکالی در زیست‌شناسی و پزشکی اهمیت حیاتی دارند. این واکنش‌ها در همه‌ی موجودات زنده وجود دارند، زیرا در جریان سوخت و ساز طبیعی بدن تولید می‌شوند. رادیکال‌ها هم‌چنین در پیرامون ما وجود دارند، زیرا اکسیژن مولکولی ( ${}^{\circ}\ddot{O}-\ddot{O}{}^{\circ}$ ) خود رادیکالی با دو الکترون تک<sup>۱</sup> است. رادیکال دیگر<sup>۲</sup> که هرگز گمان نمی‌رفت در عملکرد طبیعی سلول اهمیت بسیار داشته باشد، نیتریک اکسید است ( ${}^{\circ}\ddot{N}=\ddot{O}$ ). با

این وجود، ثابت شده است که نیتریک اکسید نقش‌های قابل توجه و مهمی را در سیستم‌های زنده بازی می‌کند. اگرچه که نیتریک اکسید به شکل آزاد، یک گاز نسبتاً ناپایدار و سمی است، اما در سیستم‌های زنده در تنظیم فشار خون، لخته شدن خون، انتقال پیام عصبی و واکنش سیستم ایمنی بدن در برابر سلول‌های سرطانی دخالت دارد. نیتریک اکسید به عنوان یکی از شگفت‌انگیزترین پیام‌دهنده‌های شیمیایی که تاکنون در طبیعت شناخته شده است، توجه زیادی را به خود جلب نموده است. در سال ۱۹۹۸ جایزه‌ی نوبل پزشکی به فورچگوت<sup>۱</sup>، ایگنارو<sup>۲</sup> و مراد<sup>۳</sup>، به خاطر همین ماده اعطا شد که کشف کردند NO یک مولکول پیام‌دهنده‌ی مهم است.

به هر حال، از آن‌جا که رادیکال‌ها بسیار واکنش‌پذیر هستند، قادرند تا به طور تصادفی به همه‌ی اجزای بدن آسیب برسانند. براین اساس به نظر می‌رسد که رادیکال‌ها در فرایند میزان سن دخالت دارند و از این دیدگاه که در گسترش بیماری‌های مزمن که محدود کننده‌ی زندگی هستند، دارای نقش مهمی هستند. برای نمونه، دلایل روزافزونی وجود دارد که واکنش‌های رادیکالی در گسترش سرطان‌ها و بیماری سخت شدن رگ‌ها مؤثرند. یکی از رادیکال‌ها که به طور طبیعی یافت می‌شود و سوپراکسید ( $O_2^{\circ-}$ ) نام دارد به طور متناقضی با هر دو واکنش سیستم ایمنی بدن در برابر پاتوژن‌ها و گسترش بیماری‌های مشخصی در یک زمان معین ارتباط دارد. آنزیمی که سوپراکسید دیسموتاز<sup>۴</sup> نامیده می‌شود، سطح سوپراکسید موجود در خون را تنظیم می‌کند.

ثابت شده است که رادیکال‌های موجود در دود سیگار سبب غیرفعال شدن یک آنتی‌پروتئاز در ریه‌ها می‌شوند که به نوبه‌ی خود به گسترش اتساع ریوی (آمفیزم)<sup>۵</sup> می‌انجامد. یک ترکیب طبیعی حاصل از باکتری به نام کالچامایسین<sup>۶</sup> از طریق یک واکنش رادیکالی با سلول‌های سرطانی به مبارزه می‌پردازد. این کار به وسیله‌ی شکستن DNAی این سلول‌ها انجام می‌شود.

واکنش‌های رادیکالی در بسیاری از فرایندهای صنعتی نیز اهمیت دارند به گونه‌ای که واکنش‌های رادیکالی به منظور تولید یک گروه کامل از پلاستیک‌ها یا بسپارهایی هم‌چون پلی‌اتیلن، تفلون و پلی‌استایرن مورد استفاده قرار می‌گیرند. واکنش‌های رادیکالی هم‌چنین در فرایند کراکینگ که به وسیله‌ی آن گازوئیل و دیگر سوخت‌ها از نفت خام تهیه می‌شوند، در مرکز توجه قرار دارند. فرایند احتراق که به کمک آن، این سوخت‌ها به انرژی تبدیل می‌شوند، دربرگیرنده‌ی واکنش‌های رادیکالی است.



\* دبیر شیمی منطقه‌ی ۱۶ تهران

1. diradical
2. Furchgott, R.F.
3. Ignarro, J.
4. Murad, F.
5. super oxide dismutase
6. enphysema
7. calcheamicin



Solomone, G.; Fryhle, C. Organic Chemistry, 1998, 7th. Ed., p. 432.

# هکتن باسرخ کردن غذاهای ناسالمه دار

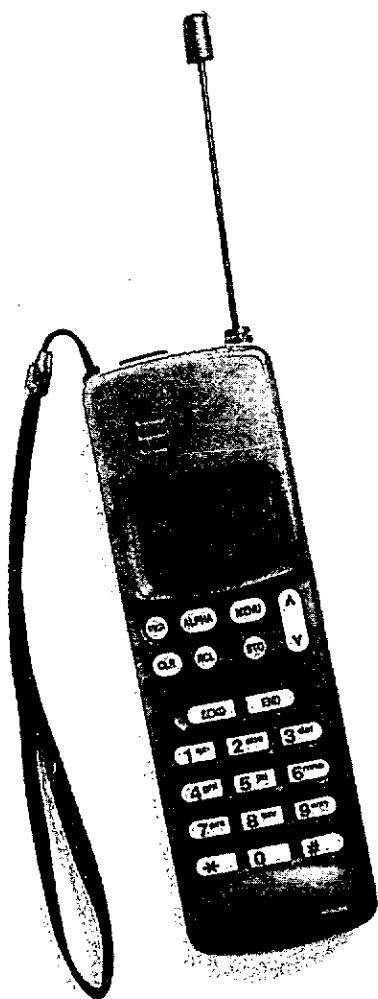
در آوریل سال ۲۰۰۱، دانشمندان سوئدی به وجود یک ماده‌ی شیمیایی با خاصیت سرطان‌زایی در گستره‌ی وسیعی از غذاهای حاوی نشاسته‌ی پخته یا سرخ شده، بویژه در گوشت‌های سرخ شده‌ی فرانسوی، چیپس و بیسکویت پی بردند. این ماده‌ی شیمیایی، آکریل آمید بود. هنگامی که این خبر به آگاهی عموم رسید، کسی نمی‌دانست منبع آکریل آمید چیست، چگونه تشکیل می‌شود و آیا رابطه‌ای میان این ماده در غذا و سرطان وجود دارد یا نه. اما این یافته‌ها، بی‌درنگ از سوی مؤسسه‌ی استانداردهای غذایی بریتانیا تأیید شد. سپس پژوهشگران در کشورهایی هم چون انگلیس، سوئیس و آمریکا به طور جداگانه نشان دادند که آکریل آمید در نتیجه‌ی گرم کردن آمینو اسیدی به نام اسپارژین که به فراوانی در غلات و حبوبات یافت می‌شود، با گلوکوز یا قند دیگری به نام ۲-دی‌اوکسی گلوکوز در دمای بالاتر از  $100^{\circ}\text{C}$  ( $212^{\circ}\text{F}$ ) به دست می‌آید. به تازگی بروس گنم، پروفسور دپارتمان شیمی و زیست شیمی دانشگاه کورنل<sup>۲</sup> در آمریکا، در این مورد توضیح بیش‌تری داده است.

آکریل آمید بسیاری است که به طور گسترده در گندزدایی آب آشامیدنی و نیز در تهیه‌ی پلاستیک کاربرد دارد. این ماده برای نخستین بار در سال ۱۹۹۴ توسط مؤسسه‌ی بین‌المللی پژوهش

رقیه عابدی کرجی بان

# تازه‌های شیمی





روی سرطان، به عنوان یکی از مواد سرطان‌زا شناخته شد. گنم می‌گوید شیمی‌آلی هنوز از درک آن چه که در زمینه‌ی سرطان‌زایی این ماده وجود دارد، ناتوان است. این که برای تشکیل آکریل‌آمید باید یک مولکول کربن دی‌اکسید خارج شود مورد پذیرش همه‌ی پژوهشگران است اما چگونگی این رویداد روشن نیست. گروهی از پژوهشگران در انگلیس و سوئیس واکنش مایلارد را برای توضیح این پدیده پیشنهاد کرده‌اند بی‌آن که جزئیات شیمیایی آن را روشن سازند. از این واکنش به قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی هم یاد می‌شود که نخستین بار توسط لوویس کامیل مایلارد<sup>۱</sup> مشاهده شد. این واکنش دربرگیرنده‌ی واکنش‌های میان پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌هاست که موجب قهوه‌ای شدن غذا، هنگام پختن آن می‌شود. این واکنش‌ها به تشکیل موادی می‌انجامند که بیش‌تر روی مزه، بو و ظاهر غذاهای پخته اثر می‌گذارند. از دید گنم جالب است که قند ۲-دی‌اوکسی‌گلوکوز و ویژگی مولکولی ضروری برای وارد شدن در واکنش مایلارد را ندارد. او می‌گوید:

«من با بررسی چگونگی آزاد شدن کربن دی‌اکسید به این نتیجه رسیدم که برای این پدیده یک مسیر ممکن دیگر به جز واکنش مایلارد می‌توان در نظر گرفت که بر پایه‌ی کربوکسیل‌زدایی برخی سیستم‌های زیستی بود که توانایی از دست دادن کربن دی‌اکسید را داشتند. بنابراین، این مسیر در جریان پخته یا سرخ شدن غذا سبب حذف کربن دی‌اکسید از راه سوخت و ساز طبیعی می‌شود که به آن کربوکسیل‌زدایی غیر آنزیمی نیز گفته می‌شود.»

منبع واقعی آکریل‌آمید، آسپارژین است. البته این مسیر احتمالاً در شرایط زیست محیطی طبیعی روی نمی‌دهد اما نکته‌ی مهم این است که مادر باره‌ی دماهای بالاتر از  $100^{\circ}\text{C}$  برای پختن غذاها صحبت می‌کنیم.

## استفاده از متانول در رمانه‌ها و تلفن‌ها

از آن‌جا که متانول به عنوان یک مایع، به علت جریان فراساختاری به آسانی جاری می‌شود، احتمالاً به یکی از نخستین سوخت‌ها برای سلول‌های سوختی تبدیل خواهد شد.

جیمز مک کراث<sup>۱</sup>، پروفیسور شیمی در ویرجینیاتک<sup>۲</sup>، توضیح می‌دهد متانول که ساده‌ترین الکل است، هنگامی که به عنوان سوخت به کار می‌رود، به کمک آب رقیق می‌شود. در یک سلول سوختی، مولکول متانول-آب یک الکترون از دست می‌دهد. سپس آب و پروتون از غشای تبادل پروتونی می‌گذرند تا به محفظه‌ی دوم برسند. در این بخش است که آب و کربن دی‌اکسید به عنوان فرآورده‌های جانبی تولید می‌شوند. مک کراث بر این باور است که سلول‌های سوختی مجهز به سوخت متانول را می‌توان پیش از سلول‌های سوختی مصرف‌کننده‌ی هیدروژن (به عنوان سوخت) توسعه داد. او می‌گوید: «با استفاده از جریان فراساختاری، یک مایع آسان‌تر از یک گاز جاری می‌شود.»

متانول دارای غلظت مشابه با سیال‌های پاک‌کننده‌ی شیشه‌ی

1. British Food Standards Agency 2. Ganem, B.  
3. Cornel 4. Maillard, L. C.  
Science daily, 2002, Dec. 20.



به نمایش می گذارند. مخلوط های اکتیک نمک ها، برای کاهش دمای نمک های مذاب کاربرد داشته اند. با این شیوه، تهیه و توسعه ی مایع های یونی در دمای اتاق ممکن شده است. این مایع ها را می توان با ترکیب یک نمک چهارتایی آمونیوم حجیم و یک نمک فلزی، که به تشکیل یون های کمپلکس می انجامد، به دست آورد. هرچه انرژی شبکه ی این کمپلکس ها پایین تر باشد، دمای انجماد مایع به دمایی پایین تر از دمای اتاق، بیش تر میل می کند.

به هر حال، از آن جا که تاکنون از یک یون فلزی در این زمینه استفاده نشده است، تلاش پژوهشگران در جهت تهیه ی این مایع ها در دمای اتاق، نتیجه ای در پی نداشته است. پژوهشگران دانشگاه لیستر کشف کرده اند که هیدروکسی اتیل تری متیل آمونیوم (کولین) کلرید، مخلوطی اکتیک تشکیل می دهد و در دمای اتاق مایع است.

در واقع، از آن جا که ماده ی یاد شده، دارای یون فلزی نیست و از موادی تهیه می شود که در دسترس هستند، از دید زیست محیطی، به عنوان یکی از حلال های مناسب به شمار می رود. این ماده به طور ذاتی، زیست تخریب پذیر نیز هست. ابوت یادآوری می کند که عامل های بسیاری در این زمینه دخالت دارند و می توان مایع های دیگری نیز تهیه کرد. این گروه، حلالی را خود ساخته اند و ویژگی های فیزیکی آن را مورد بررسی قرار داده اند. برای نمونه، مایع های آن ها را می توان برای نمایش مجموعه ای از خواص انحلال پذیری ویژه، سازگار کرد که یک نمونه ی آن توانایی حل کردن اکسیدهای فلزی است. هم چنین می توان از ترکیبی از گروه های متیل، اتیل، بنزیل، الکیلی و هالواتیل برای تشکیل یون های چهارتایی آمونیوم استفاده کرد. همه ی این گروه ها به جز تترا اتیل، تری متیل و هیدروکسی اتیل می توانند مایع هایی در دمای اتاق یا پایین تر از آن تولید کنند. پژوهشگران بر این باورند که رفتار شگفت انگیز این مواد ناشی از وجود پیوند هیدروژنی در آن هاست.

خودروهاست و تقریباً با همان غلظت انرژی مورد نیاز رایانه ها و تلفن ها را فراهم می کند.

مک کراث می گوید: «ظرفی از متانول به اندازه ی مخزن جوهر چاپگر یک رایانه، می تواند انرژی لازم یک دستگاه تلفن را به جای چند ساعت، به مدت چند روز تأمین کند.»

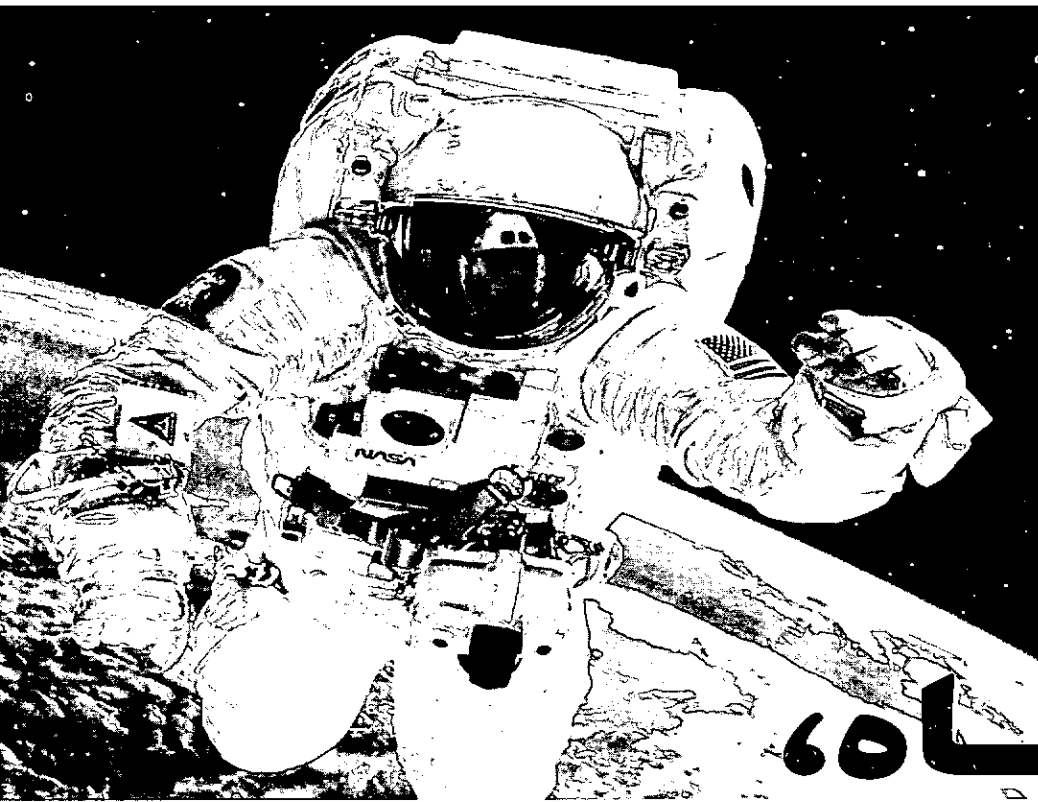
1. Mc Grath, J. 2. Virginia Tech  
Science daily, 2003, Mar. 24.

## کیمیای مایع

شاید این دستور کار شبیه دستور کارهای کیمیاگری دوران باستان باشد، اما مخلوطی از اوره و کولین کلرید نخستین نمونه از دسته ی تازه ای از حلال ها را معرفی می کند که در دمای اتاق نسبت به مایع های یونی دیگر با محیط زیست سازگارترند.

اندر ابوت و همکارانش در دانشگاه لیستر<sup>۱</sup> در یافته اند که می توان مخلوط هایی اکتیک از اوره و نمک های چهارتایی آمونیوم تهیه کرد. این مواد تازه، در دمای اتاق به حالت مایع هستند و ویژگی های شگفت انگیزی را به عنوان یک حلال از خود

1. Abbott, A. 2. Leicester  
The Alchemist, 2002, Dec. 3.



# از ماه، تازه چه خبر؟

کسری سعیدفر

کمک می کند تا با انجام آزمایش های دیگر روی همان نمونه های قدیمی به نتایج تازه ای دست یابند. یک گروه پژوهشی به سرپرستی بوگاتیکوف<sup>۱</sup> از مؤسسه ی زمین شناسی و کانی شناسی، روی نمونه هایی که ۲۵ سال پیش از خاک ماه برداشته شده، بررسی هایی انجام داده است. سطح ماه با لایه ای از مواد سنگریزه مانند با دانه های ریز به نام رگولیت<sup>۲</sup> پوشیده شده است. این سنگریزه ها از تخریب صخره ها به وجود آمده اند. اجزای رگولیت بسیار ریز بوده، قطری نزدیک به ۱/۴mm دارند. در آغاز، دانشمندان به کمک یک

دانشمندان روسی در مسکو، از یافته های تازه ی خود درباره ی خاک سطح کره ی ماه می گویند. برای نخستین بار در نمونه ی خاک برداشته شده از ماه، مولیبدن خالص، نقره سولفید و آلایژی از آهن و قلع یافته شده است.

دانشمندان از چندی پیش به این پرسش که «ماه شامل چه عنصرهایی است؟»، پاسخ داده اند. چنان که نمونه هایی از خاک ماه، بیش از ۲۰۰ سال پیش به زمین آورده شد و در همان زمان بررسی هایی روی آن انجام گرفت. اکنون، پیشرفت علم و فناوری و امکان استفاده از روش های تازه، به پژوهشگران



به خاطر محدودیت نقشه‌برداری از بلورها، پژوهشگران بلور نازک اولووسپیند<sup>۲</sup> را از یک فلدسپار تهیه و بررسی کردند. این ریز بلور، سطحی کاملاً مشخص و هشت وجهی دارد. ساختار جالب دیگری در پیروکسن مشاهده شده است، که در آن ذره‌های ریز و نازک اشک‌مانندی از آهن آزاد، شکلی شبیه یک حلقه را به نمایش می‌گذارند.

برخی از مواد معدنی نیز برای نخستین بار یافته شده‌اند. برای نمونه، پژوهشگران مولیبدن خالص را با اندازه‌ی ۰/۶ تا ۱ میکرون یافته‌اند. درحالی که در زمین، هیچ‌گاه مولیبدن خالص تشکیل نشده است و تنها در ترکیب‌ها دیده شده است. ترکیب معدنی دیگر یافته شده در ماه، ترکیبی از آهن و قلع با فرمول  $Fe_3Sn$  است که در زمین تنها به‌طور ساختگی تهیه و مشاهده شده است. ترکیب جالب دیگر نقره سولفید،  $Ag_2S$ ، است که اجزای آن با اندازه‌ی ۱ تا ۳ میکرون در فلدسپار وجود دارند. پژوهشگران بر این باورند که پیدایش نقره سولفید به مرحله‌های آغازین تشکیل ماه برمی‌گردد؛ همان زمانی که فرایندهای مغناطیسی در ماه در جریان بود.

به‌راستی چرا برخی فلزها به‌طور خالص در ماه وجود دارند، اما در زمین اثری از آن‌ها نیست؟ و چرا این عنصرها در بخش‌های سطحی ماه دیده می‌شوند؟

بوگاتیکوف می‌گوید، در سطح ماه، توفان‌های خورشیدی و جریان پروتون‌ها در شرایط خلا حاکم بر ماه، سبب کاهش و آزاد شدن فلزها از اکسیدهایشان می‌شود. دانشمندان گمان می‌کنند که در نتیجه‌ی جریان پروتون‌ها، فلزهای کاهش یافته ساختاری بی‌شکل می‌یابند که نسبت به ساختار بلوری شان در برابر اکسید شدن، پایداری بیش تری از خود نشان می‌دهد. هم‌اکنون، این گروه در پی آن است که به‌طور دقیق روی فلزهای گروه پلاتین موجود در نمونه‌های رگولیت بررسی کند. شاید اطلاعاتی که از این‌راه به‌دست می‌آید، به فرضیه‌های تکامل تدریجی ماه کمک کند. اگر تفاوت مهمی میان ترکیب‌های موجود در زمین و ماه آشکار شود، می‌تواند گواهی بر وجود یک منبع بیرونی برای این قمر زمین باشد.

میکروسکوپ نوری و سپس یک میکروسکوپ پیمایشی الکترونی مجهز به طیف‌سنج پراکننده‌ی انرژی بررسی‌های خود را انجام دادند. از آن‌جا که رگولیت شامل انواع اجزای ریز تخته‌سنگ‌هاست، نمی‌تواند اطلاعات دقیقی درباره‌ی سنگ‌های درشت موجود در ماه در اختیار پژوهشگران قرار دهد. در میان مواد معدنی شناخته شده در نمونه‌ها، مقدار بسیار کمی از بلورهای ناشناخته موجود است.

۱۲۷

1. Bogatkov, O. 2. regolith 3. ulvospind

۱۱

Geochemistry, 2001, 39, 604.



# معرفی یک نشریه

## سیماب

دومین شماره ی نشریه ی  
سیماب در پاییز ۱۳۸۲ انتشار  
یافت.

در این شماره از این نشریه  
که توسط انجمن علمی -  
آموزشی معلمان شیمی  
آذربایجان غربی به چاپ  
می رسد می خوانیم:

پیشگفتار

تفسیر معادله های شیمیایی

روش تبدیل به مول

استفاده از رابطه های هم ارز

برای حل مسائل

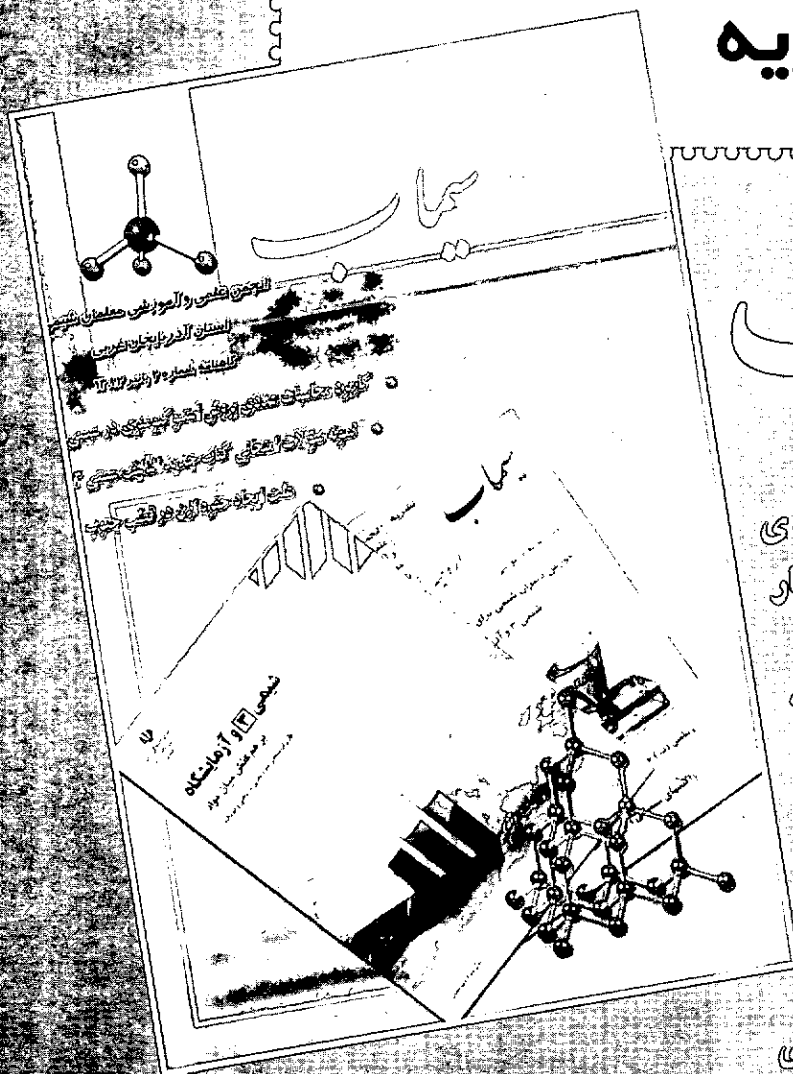
نمونه پرسش های کتاب تازه

تالیف شیمی (۲)

سرگرمی های شیمی

اثر سمیت جیره

پراکنده گویی



# آموزش‌پی

دفتر انتشارات کمک آموزشی

تاریخ شروع انتشار: ۱۳۶۴

ترتیب انتشار: فصلنامه

قطع: رحلی

روش: آموزشی، تحلیلی، اطلاع‌رسانی

تعداد صفحه‌ها: ۶۴ صفحه

## شرایط اشتراک:

۱. واریز حداقل مبلغ ۱۵۰۰۰ ریال به عنوان علی‌الحساب به حساب شماره ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت شعبه ی سه‌راه آزمایش (سرخه حصار)، کد ۳۹۵ در وجه شرکت افست و ارسال رسید بانکی به همراه فرم تکمیل شده‌ی اشتراک.
۲. مبنای شروع اشتراک از زمان وصول فرم درخواست محاسبه می‌شود.

نام و نام خانوادگی:

تاریخ تولد:

میزان تحصیلات:

تلفن:

نشانی کامل پستی:

استان:

شهرستان:

خیابان:

کوچه:

پلاک:

کد پستی:

مبلغ واریز شده:

شماره و تاریخ رسید بانکی:

نشانی: تهران - صندوق پستی ۳۳۳۱-۱۵۸۷۵، امور مشترکین.

تلفن: ۷۳۳۵۱۱۰-۷۳۳۶۶۶۵

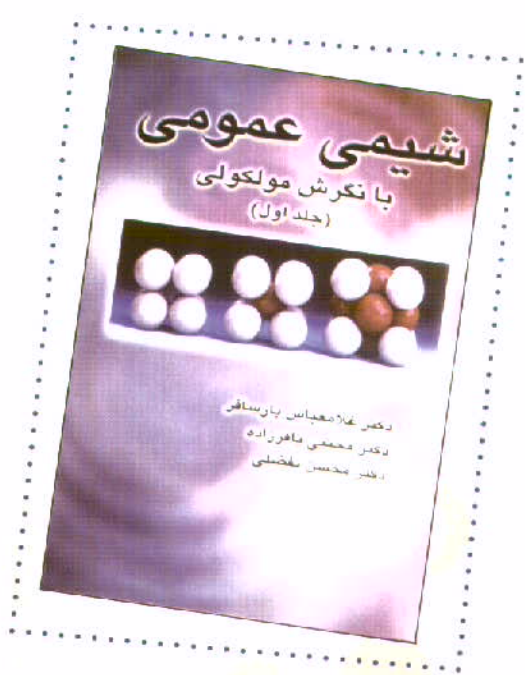
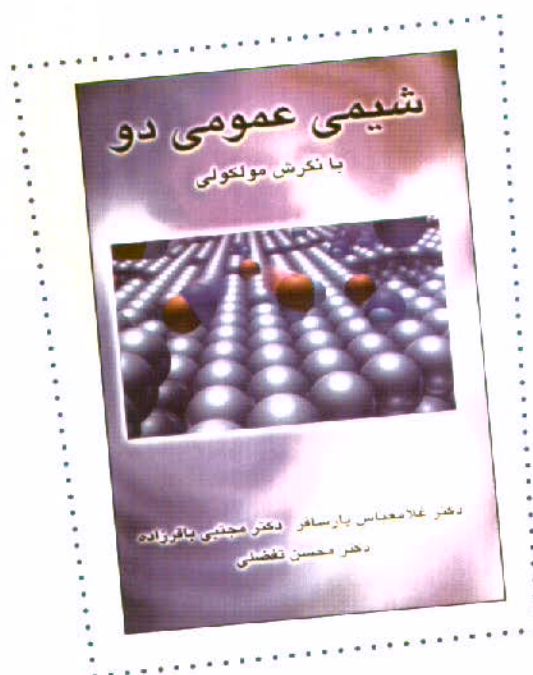
\* مشخصات و نشانی خود را کامل و خوانا بنویسید. هزینه‌ی برگشت مجله در صورت کامل نبودن نشانی، به عهده‌ی مشترک است.

\* فرستادن اصل رسید بانکی ضروری است.

\* به تازگی ویرایش هفتم جلد نخست از کتاب شیمی عمومی، نوشته ی تئودور لسلی براون، هرولد یوجین لی می و بروسل ادوارد برستن، به ترجمه ی آقایان دکتر محمد محمودی هاشمی و علی عزآبادی راهی بازار کتاب شده است. این کتاب به صورت دو رنگ و در قطع رحلی، با شمارگان ۲۰۰۰ نسخه و قیمت ۷۵۰۰۰ ریال توسط موسسه ی انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف به چاپ رسیده است. ترجمه ی روان این کتاب ارزشمند کارایی محتوای آموزشی آن را دوچندان کرده است. شما خواننده ی گرامی را به مطالعه ی این کتاب دعوت می کنیم.



# معرفی کتاب



\* نام کتاب دیگری است که به تازگی به جمع کتاب های علمی - آموزشی کشور پیوسته است. این کتاب در دو جلد آن هم با قلم توانای سه تن از اساتید برجسته ی دانشگاه صنعتی شریف آقایان دکتر غلامعباس پارساfer، دکتر مجتبی باقرزاده و دکتر محسن تفضلی تألیف شده است. جلد نخست این کتاب در زمستان ۱۳۸۱ با شمارگان ۳۱۰۰ نسخه به چاپ رسیده است و با قیمت ۳۵۰۰۰ ریال به بازار کتاب عرضه شده است. به تازگی چاپ نخست جلد دوم این کتاب در زمستان ۱۳۸۲ با شمارگان ۲۲۰۰ نسخه و قیمت ۴۰۰۰۰ ریال در دسترس علاقه مندان قرار گرفته است. دفتر نشر معانی چاپ این کتاب را به عهده داشته است.

دفتر انتشارات کمک آموزشی برگزار می‌کند:

دومین دوره جشنواره

# عکس مهر

به یاری آفریننده نقش‌ها

مجلات رشد وابسته به دفتر انتشارات کمک آموزشی

دومین دوره جشنواره عکس مهر را برگزار می‌کنند.

عکاسان بزرگسال و دانش آموز هر کدام می‌توانند در دو گرایش:

۱. آموزش و پرورش از نگاه دوربین

۲. آزاد

در این جشنواره شرکت کنند.

موضوعات گرایش آموزش و پرورش از نگاه دوربین

۱. بازی دانش آموزان (ابتدایی، راهنمایی و متوسطه)

۲. کلاس شلوغ و بازی گوشی دانش آموزان

۳. لحظه تعطیلی کلاس و مدرسه

۴. امتحان

۵. درس، کار و فعالیت‌های فوق برنامه

۶. درس پرسیدن و درس جواب دادن

۷. بهداشت در مدارس

۸. دانش آموز و معلم در اردو و سفرها و گردش‌های علمی

۹. کارهای نو و ابتکاری در تدریس و اداره کلاس و...

۱۰. فضاهای خاص و جالب مدرسه، کلاس و...

۱۱. شادی و لحظه‌ها و فضاها شاد در مدارس و در میان دانش آموزان

۱۲. امید به آینده و تلاش برای ساختن فردایی بهتر.

به آثار برگزیده جشنواره عکس مهر  
جوایزی تعلق خواهد گرفت

## مقررات

۱. مهلت ارسال آثار تا ۱۳۸۲/۳/۳۱.

۲. هر نفر می‌تواند حداکثر با هفت قطعه عکس در هر گرایش شرکت کند.

(شرکت یک عکاس در دو گرایش آزاد است).

۳. ابعاد عکس‌ها حداقل ۱۸ × ۱۳ و حداکثر ۳۰ × ۲۰ باشند.

۴. عکاسانی که سن آنها تا ۱۸ سال است، می‌توانند در گروه دانش آموزی و عکاسانی که سن آنها بیشتر از ۱۸ سال است در گروه بزرگسال شرکت کنند.

۵. عکس‌های ارسالی نباید قبلاً در نشریه و یا کتابی به چاپ رسیده باشند.

۶. در صورت لزوم، عکاس باید آمادگی ارائه نکات و عکس‌ها را داشته باشند.

۷. شرکت‌کنندگان باید برگه‌ای شامل گرایش، شماره، تاریخ و مکان عکاسی و نام عکاس بیست هر یک از عکس‌ها بجا بیاورند.

۸. اگر برای عکس عنوان انتخاب کرده‌اید، آن را نیز در برگه مذکور (بند ۷) بنویسید.

۹. در برگه‌ای جداگانه مشخصات کامل خود را با شماره تلفن نامی و نشانی کامل پستی یادداشت و همراه عکس‌ها به نشانی دبیرخانه جشنواره بفرستید.

۱۰. دفتر انتشارات کمک آموزشی اجازه دارد عکس‌های دریافتی را به صورت مجموعه عکس و یا به صورت‌های دیگر از قبیل چاپ در نشریات یا کتاب‌ها و... لزوماً با ذکر نام عکاس منتشر کند.

عکس‌هایی که به نمایشگاه راه پیدا می‌کنند، به جایزه خواهند رسید.

و بقیه عکس‌ها حداکثر تا پایان آبان ۱۳۸۲ به نشانی داده شده، فرستاده خواهد شد.

نشانی دبیرخانه جشنواره عکس مهر: تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۳۳۳۱، تلفن: ۵۲۷۹-۸۳

نشانی دبیرخانه جشنواره عکس مهر: تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۳۳۳۱، تلفن: ۵۲۷۹-۸۳