

آموزشی، تحلیلی، اطلاع رسانی

۷۲

# آموزشی

رشاد

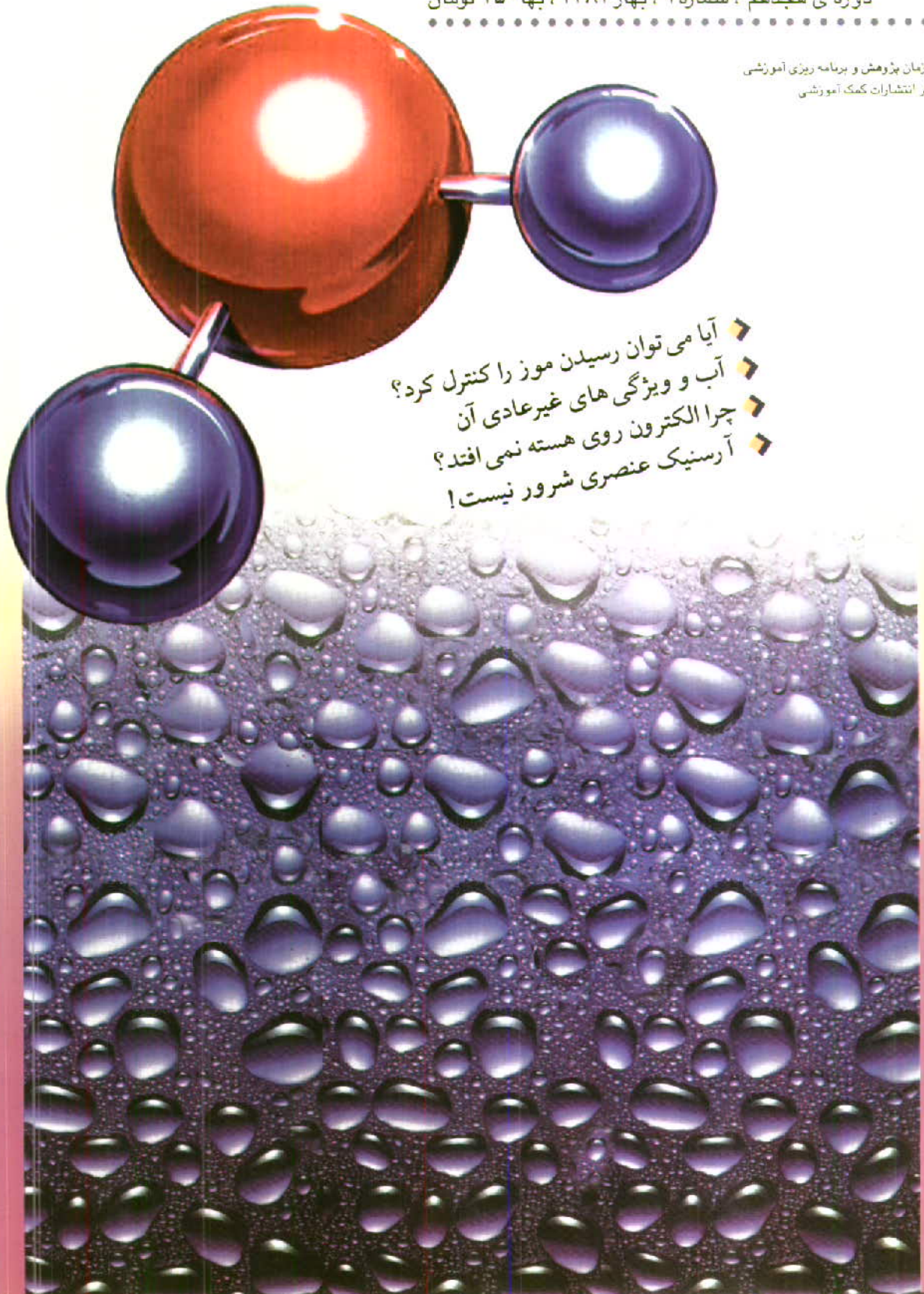
دوره ی هجدهم ، شماره ۲ ، بهار ۱۳۸۴ ، بها ۲۵۰ تومان

سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی  
دفتر انتشارات کمک آموزشی



ISSN 160 45  
www.roshdmag.org

آیا می توان رسیدن موز را کنترل کرد؟  
آب و ویژگی های غیرعادی آن  
چرا الکترون روی هسته نمی افتد؟  
آرسنیک عنصری ضرور نیست!



# Common Mistakes in Applying the Scientific Method



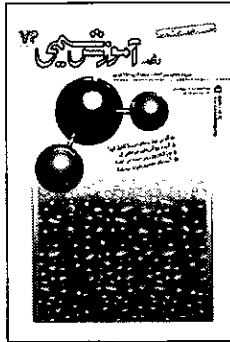
1. To mistake the hypothesis for an explanation of a phenomenon, without performing experimental tests. Sometimes "common sense" and "logic" tempt us into believing that no test is needed. There are numerous examples of this, dating from the Greek philosophers to the present day.

2. To ignore or rule out data which do not support the hypothesis. Ideally, the experimenter is open to the possibility that the hypothesis is correct or incorrect. Sometimes, however, a scientist may have a strong belief that the hypothesis is true (or false), or feels internal or external pressure to get a specific result. In that case, there may be a psychological tendency to find "something wrong", such as systematic effects, with data which do not support the scientist's expectations, while data which do agree with those expectations may not be checked as carefully. The lesson is that all data must be handled in the same way.

3. The failure to estimate quantitatively systematic errors (and all errors).

There are many examples of discoveries which were missed by experimenters whose data contained a new phenomenon, but who explained it away as a systematic background. Conversely, there are many examples of alleged "new discoveries" which later proved to be due to systematic errors not accounted for by the "discoverers."

In a field where there is active experimentation and open communication among members of the scientific community, the biases of individuals or groups may cancel out, because experimental tests are repeated by different scientists who may have different biases. In addition, different types of experimental setups have experimental tests (usually at least several years), a consensus develops in the community as to which experimental results have stood the test of time.



شماره ی مسلسل ۷۲

Chemistry Education Magazine

2005, Vol.18, No.1

ISSN 1606-9145

info@roshdmag.org

مدیر مسؤول: علیرضا حاجیان زاده  
سرمدبیر: نعمت الله ارشدی  
مدیر داخلی: مهدیه سالار کیا

مدیر هنری: مهدی کریمخانی

طراح گرافیک: آرزو کونری

شورای نویسندگان: مجتبی باقر زاده، غلام عباس پارسا فر

احمد خرم آبادی زاده، حسین رحمانی و محمدرضا پافتیان

ویراستار ادبی: مهدیه سالار کیا

نشانی دفتر مجله:

تهران، خیابان ایران شهر شمالی، پلاک ۲۶۸

تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۶۵۸۵

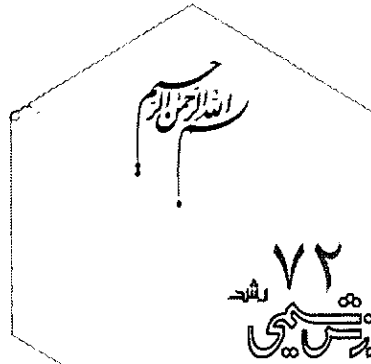
تلفن: ۹-۱۱۶۱۱۶۸۸۳ داخلی ۲۹۳

تلفن امور مشترکین: ۷۳۳۲۵۱۰ و ۷۳۳۶۶۵۶

چاپ: شرکت افست (سهام عام)

تیراژ: ۱۱۰۰۰

آدرس: تهران، ص. پ. ۲۳۳۱-۱۵۸۷۵



# آموزش شیمی

آموزشی، تحلیلی، اطلاع رسانی مجله رشد

دوره ی هجدهم، شماره ۲، بهار ۱۳۸۴، بهار ۲۵ تومانی

سرمقاله:

۲- جایگاه شیمی آلی در کتاب های درسی؛

چشم انداز جهانی

شیمی در بیشتر تاریخ:

۴- شیمی دانی که از یادها نمی رود

آموزش با آزمایش:

۵- آیا می توان رسیدن موز را کنترل کرد؟

۸- نمایش اسیدی شدن آب دریاچه؛ رسوب دادن

مطوب گوگرد دی اکسید

۱۰- واکنش ساعت ویتامین C

۱۴- ماجراهای شرلوک هولمز،

بخش دوم

آموزش شیمی در جهان امروز:

۱۷- استفاده از جدول تناوبی، ابزاری برای نوشتن آرایش

الکترونی / ۲۱- پرسش های مفهومی در شیمی / ۲۳- نمونه

پرسش های شیمی امتحان GCSE - بخش سوم / ۲۶-

نگاهی دقیق تر به واکنش تعادلی  $2NO_2 \rightarrow N_2O_4$ ، یک

اشتباه متداول در کتاب های درسی / ۲۸- روش های تدریس

در کلاس

شیمی از نگاهی ژرف:

۳۰- آب و ویژگی های غیرعادی آن / ۳۴- آیا فرانکلین

عدد آووگادرو را در اختیار داشت؟ / ۳۶- چرا الکترون روی

هسته نمی افتد؟

شیمی، صنعت و زندگی:

۴۱- کاتالیزگرهای نوری و تخریب آلاینده های محیط

زیست / ۴۴- مایع های یونی / ۴۷- پیشرفت در دنیای باتری ها

/ ۵۰- آرسنیک ضرور نیست

شیمی در رسانه ها:

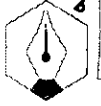
۵۴- تازه های شیمی ۵۷- گزارش از جشنواره الگوهای

تدریس شهرستانهای استان تهران / ۶۰- گاز اوزون و

گزارش یک بازدید / ۶۴- فراخوان

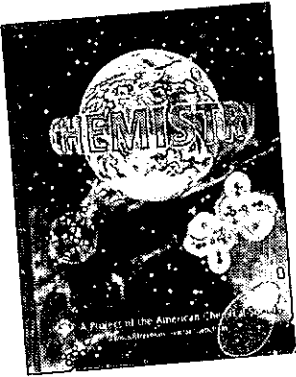


● دفتر انتشارات کمک آموزشی، این مجله ها را نیز منتشر می کند:  
رشد کودک (ریزه ی پیش دبستان و دانش آموزان کلاس اول دبستان)، رشد نوزاد (برای دانش آموزان دوم و سوم دبستان)، رشد دانش آموز (برای دانش آموزان چهارم و پنجم دبستان)، رشد نوجوان (برای دانش آموزان دوره ی راهنمایی)، رشد جوان (برای دانش آموزان دوره ی متوسطه)، رشد برهان (مجله ی ریاضی دانش آموزان دوره ی راهنمایی)، رشد برهان (مجله ی ریاضی دانش آموزان دوره ی متوسطه)، هم چنین مجله های رشد معلم، رشد مدیریت مفروضه، تکنولوژی آموزشی، آموزش ابتدایی، آموزش علوم اجتماعی، آموزش فیزیک، آموزش زبان و ادب فارسی، آموزش زبان، آموزش راهنمایی تحصیلی، آموزش ریاضی، آموزش زیست شناسی، آموزش جغرافیا، آموزش زمین شناسی، 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)



یادداشت سردبیر

# جایگاه شیمی آلی در کتاب‌های درسی؛ چشم انداز جهانی



با آغاز سال تحصیلی ۸۴-۸۳ و در بدو ورود کتاب شیمی پیش‌دانشگاهی به جامعه‌ی آموزشی کشور، شایعه‌ای مبنی بر ارسال جزوه‌ای تکمیلی شامل بحث‌هایی از شیمی آلی بر سر زبان‌ها افتاد که تا هفته‌ها تکذیب آن در دستور کار برنامه‌ریزان درسی قرار گرفت. این شایعه بهانه‌ای فراهم آورد تا با نگاهی دقیق‌تر این گونه‌شایعه‌سازی‌ها مورد تحلیل قرار گیرد. از این رو برای تنویر اذهان همکاران ارجمند توضیحی بیش‌تر از شرح نگاشته شده پیرامون جایگاه مبحث شیمی آلی در کتاب‌های درسی در سرمقاله‌ی مجله شماره ۷۰، داده می‌شود. به این منظور، توجه معلمان عزیز شیمی را به نمونه‌ای از محتوای مواد آموزشی تولیدی جدید و جایگاه مبحث شیمی آلی در برنامه‌ریزی‌های درسی دوره‌ی متوسطه در سطح جهان جلب می‌کنیم.

که سالانه بیش از ۱/۵ میلیون دانش‌آموز در سراسر کشور در همه‌ی رشته‌ها ناگزیرند با مطالعه‌ی آن، ضمن دستیابی به دانش لازم و ضروری برای یک شهروند آگاه، به مهارت‌ها و نگرش‌های لازم برای رویارویی با مسایل علمی زندگی نیز دست یابند و از روش‌های علمی برای حل و فصل آن‌ها سود جویند. اگرچه که این دیدگاه در کتاب شیمی (۱) بسیار پررنگ ترسیم شده است، اما در سال‌های بعد و در کتاب‌های شیمی (۲)، شیمی (۳) و شیمی پیش‌دانشگاهی، که سالانه و به‌طور متوسط نزدیک به ۶۰۰ هزار نفر ناگزیر به خواندن این دروس می‌شوند، دیدگاه یاد شده کم‌رنگ‌تر شده و از این رو بار دانشی این سه کتاب فزونی یافته است. هرچند که تلاش مولفان برای تحقق همه‌ی اهداف برنامه‌ی درسی درخور توجه بوده است، اما تا دستیابی به شرایط مطلوب، فاصله‌ی نسبتاً زیادی وجود دارد. بی‌تردید تالیف کتاب درسی با رویکرد جدید آموزش شیمی، کاری بس دشوار و نیازمند توانایی‌های علمی و آموزشی چشم‌گیری است. متأسفانه در کشور ما تالیف کتاب‌های درسی تخصصی برای درسی هم چون شیمی بسیار ساده تصور می‌شود و بسیاری از افراد بر این باورند که دانستن دانش شیمی و داشتن تسلط به مفاهیم آن، دسترسی

تحول آموزش علوم، طی سه دهه‌ی گذشته در جهان را می‌توان دستاورد پژوهش‌ده‌ها محقق برجسته در آموزش علوم تجربی دانست. تحول آموزش علوم تجربی از دوره‌ی ابتدایی تا راهنمایی در کشورمان، نشأت گرفته از این تحول جهانی بوده است. تلاش برنامه‌ریزان طی ۱۲ سال گذشته به گسترش و فراگیر شدن این تحول در میان دانش‌آموزان و معلمان این دو دوره در سراسر کشور انجامیده است. صرف هزینه‌های فراوان و بازدهی نه‌چندان چشم‌گیر این تلاش، بویژه در سال‌های نخستین تعریف و تبیین رویکرد جدید آموزش علوم، حکایت از عمق نیازمندی همه‌ی اعضای جامعه‌ی آموزشی کشور به آگاهی بیش‌تر و نمونه‌هایی عملی از رویکرد یاد شده دارد. به این ترتیب رویکرد جدید آموزش علوم تجربی که متکی بر اتخاذ رویکرد فعال در فرایند یاددهی-یادگیری است و در آن دانش و محتوای علمی مواد آموزشی در کنار روش، معنایی تازه می‌یابد؛ با وسیله تلقی کردن محتوای دانشی کتاب‌های درسی می‌کوشد تا معلمان را در راستای تحقق هدف متعالی تربیت شهروند آگاه و مجهز به سواد علمی-فناورانه رهنمون سازد. امتداد این تفکر در دوره‌ی متوسطه، ابتدا در محتوای کتاب شیمی (۱) متجلی شد؛ کتابی

به منابع به روز و انتخاب محتوای دانشی مورد نظر از برخی کتاب‌های خارجی در دسترس، برای تولید یک کتاب درسی خوب و مناسب کافی است. از سوی دیگر، این افراد عموماً طبق علایق و سلیق شخصی خود و بدون توجه به نیازهای جامعه و خواسته‌های مخاطبان، به جمع آوری منابع و اطلاعات می‌پردازند و به تالیف کتاب‌های کمک درسی یا کمک آموزشی اقدام می‌ورزند. گاهی نیز کتاب‌های خود را در رقابت با کتاب درسی، نمادی از توانایی‌های خود و ضعف برنامه‌ریزان درسی یا مؤلفان تصور می‌کند، غافل از این که اهداف نظام تعلیم و تربیت را در نظر نگرفته‌اند و به تفاوت کتاب‌های درسی ایده‌آلی که در ذهن خود به تصویر کشیده‌اند و آنچه امروز در جهان مطرح است، توجه نمی‌کنند.

مروری گذرا بر پروژه‌های طراحی و تألیف مجموعه کتاب‌های درسی شیمی که طی دو دهه‌ی گذشته در آمریکا و توسط انجمن شیمی آن کشور، طراحی، تدوین و تألیف شده و پس از اجرای آزمایشی در چند ایالت به عنوان کتاب درسی به جامعه آموزشی آن کشور معرفی شده است، نشان می‌دهد که چاره‌ای نیست و باید کتاب‌های درسی را از زاویه‌ی دیگری بررسی کرد! پروژه‌های:

Chemistry in Community، Chemistry in Context، و به تازگی پروژه‌ی Chemistry، از جمله طرح‌هایی هستند که معتبرترین انجمن شیمی جهان، برای دوره‌ی متوسطه پیشنهاد کرده است. آخرین پروژه، یعنی پروژه‌ی Chemistry، در اواخر قرن گذشته یعنی سال ۱۹۹۹ آغاز شد و نتیجه‌ی آن کتابی بود که در سال ۲۰۰۵ به جامعه‌ی آموزشی راه یافت. شاید بتوان این کتاب را، کتاب هزاره‌ی سوم انجمن شیمی آمریکا برای آموزش شیمی دانست. محتوای این کتاب که توسط انتشارات Freeman، در ۸۲۰ صفحه به چاپ رسیده است، ۱۱ فصل گوناگون را در بر می‌گیرد که به ترتیب عبارتند از:

۱- آب: یک شگفتی طبیعی، ۲- محلول‌های آبی و انحلال‌پذیری، ۳- منشأ اتم‌ها، ۴- ساختار اتم‌ها، ۵- ساختار مولکول‌ها، ۶- واکنش‌های شیمیایی، ۷- مواد شیمیایی پراترزی: آنتالپی، ۸- آنتروپی و سازماندهی مولکولی، ۹- تعادل‌های شیمیایی، ۱۰- اکسایش-کاهش: الکتروشیمی، ۱۱- مسیرهای واکنش.

مؤلفان این کتاب در راستای گسترش رویکردهای مؤثر برای یاددهی-یادگیری شیمی در کنار این کتاب، مواد آموزشی تکمیلی متعددی هم چون کتاب آزمایشگاه شیمی، کیت مدل مولکولی، یک خودآموز فردی و یک پایگاه اینترنتی نیز تهیه و ارائه کرده‌اند. بررسی دقیق‌تر محتوای این کتاب نشان می‌دهد که در این پروژه نیز هم چون دو پروژه‌ی پیشین، به جنبه‌های مهارتی و نگرشی توجه ویژه‌ای شده است و اگرچه محتوای کتاب نسبت به

دو پروژه‌ی قبل، تخصصی‌تر نگاشته شده است، با این حال تلاش برای تحقق هدف‌های نگرشی و مهارتی به نحو نسبتاً مطلوبی انجام شده است. کتاب شیمی (۱)، از نظر ساختاری الهام گرفته از کتاب‌های دو پروژه‌ی قبلی است، در حالی که شیمی (۲)، (۳) و شیمی پیش‌دانشگاهی به ساختار کتاب حاصل از پروژه‌ی Chemistry نزدیک‌تر است. فعالیت‌هایی هم چون:

Investigate this، Consider this، Worked example و Check this، چهاردسته از فعالیت‌هایی است که در راستای تحقق اهداف مهارتی در لابلای مفاهیم دانشی ارائه شده در این کتاب گنجانده شده است. مشابه این فعالیت‌ها در کتاب‌های سه گانه‌ی دوره‌ی متوسطه‌ی ما به ترتیب با عنوان‌هایی هم چون «تحقیق کنید»، «هم چون دانشمندان»، «نمونه‌ی حل شده» و «خود را بیازمایید» آمده است. اگرچه که هدف از این نوشتار تحلیل دقیق محتوای کتاب Chemistry نیست، اما آشنایی با محتوای این کتاب، دست کم می‌تواند در جهت تنویر ذهنیت بسیاری از معلمان شیمی کشور نسبت به تألیف کتاب‌های درسی، محتوای انتخاب شده و اهداف آموزش شیمی در جهان امروز مؤثر باشد.

در عین حال یادآوری می‌شود که کتاب‌های دوره‌ی متوسطه‌ی ما با توجه به شرایط ویژه‌ای که در آن تألیف می‌شوند، به هیچ وجه قابل مقایسه با کتاب انجمن شیمی آمریکا نیست؛ کتابی که با صرف هزینه‌های هنگفت و با مشارکت ده‌ها تن از پژوهشگران برجسته، معلمان و اعضای هیأت علمی دانشگاه‌های معتبر، طی دست کم ۵ سال طراحی و تألیف شده است و در مقیاس‌های کوچک، طی دست کم ۱ سال در کلاس‌های درس، مورد آزمایش قرار گرفته است. ولی تورق این کتاب می‌تواند به آگاهی معلمان محترم شیمی کشور یاری رساند تا با نگاهی متفاوت، محتوای کتاب‌های درسی را بنگرند و صرفاً از نگاه تخصصی و بر مبنای سلیق شخصی نسبت به نوع محتوای موجود در کتاب‌های درسی اظهار نظر نکنند.

شیمی آلی مبحثی است که در هیچ جای این کتاب به صورت متمرکز مطرح نشده است، ولی با نگاهی تیزبینانه می‌توان همه جای کتاب را فرصتی فراهم شده برای یادگیری مفهومی از شیمی آلی در نظر گرفت؛ نگاهی که الهام‌بخش تألیف کتاب‌های شیمی کشور ما نیز بوده است.

شما می‌توانید برای آشنایی بیش‌تر با محتوای این کتاب و شیوه بیان مفاهیم شیمی آلی، به پایگاه اینترنتی آن به آدرس [www.whfreeman.com/ascgenchem](http://www.whfreeman.com/ascgenchem) مراجعه کنید. بی‌تردید بازدید همه‌ی بخش‌های این پایگاه در شبکه جهانی وب، در یافتن زبانی مشترک با برنامه‌ریزان درسی کشور سودمند خواهد بود.

سردبیر



# شیمی دانی که از یادها نمی رود



نوشته‌ی، سیدرضا آفاپور مقدم

و زبان شناسی بینا، فرهنگ واژگانی از خود به یادگار گذاشته است. همواره با اشاره به این که بسیاری از واژه‌ها در علم شیمی هم چون نام سه عنصر بور (B)، آرسنیک (As) و زیرکونیم (Zr) از زبان پارسی گرفته شده‌اند، به اصالت ایرانی خود افتخار می‌کرد. او هم چنین به زبان‌های ترکی، انگلیسی و فرانسه تسلط کامل داشت و با زبان‌های عربی، آلمانی، اسپانیولی و لاتین نیز آشنا بود.

از آن‌جا که به زبان فرانسوی شعرهایی سروده بود، به عضویت فرهنگستان زبان فارسی در بخش علوم، در گروه شیمی پذیرفته شد. او که از ذهنی پویا و حافظه‌ای بسیار قوی و شگفت‌انگیز برخوردار بود با جامعه‌های علمی جهان پیوند داشت و از اعضای فعال انجمن شیمی آمریکا، انجمن سلطنتی شیمی انگلستان و انجمن شیمی سوئد، آلمان و فرانسه به شمار می‌رفت.

از این شیمی‌دان برجسته، اثرهای بسیاری به صورت کتاب و مقاله باقی مانده است که از این میان می‌توان به ۲۰ مقاله به زبان‌های انگلیسی و فرانسه اشاره کرد که در مجله‌های معتبر جهان به چاپ رسیده است. هم چنین حدود ۴۰ مقاله‌ی علمی، پژوهشی، انتقادی در نشریه‌ی دانشکده فنی، نشریه‌ی دفاع غیرنظامی، مجله‌ی مهر و... و نیز سه کتاب اصول شیمی فیزیک، ترمودینامیک محلول‌ها و شیمی کانی‌نو از او به جا مانده است. از دیداو کتاب، گران‌بهارترین چیزها، مطالعه، کلید خوشبختی و خدمت به کشور، یک موفقیت بود.

سرانجام این انسان وارسته و دانشمند پس از سال‌ها تلاش در تهران درگذشت. یادش در خاطرهای همواره ماندگار و روحش قرین رحمت الهی باد.

شادروان دکتر فرخ فرحان در سال ۱۳۰۲ در تبریز زاده شد. دوره‌ی ابتدایی تا دبیرستان را در تبریز و سپس در تهران پشت سرگذاشت و در سال ۱۳۲۰ در امتحان پایانی رشته‌ی ریاضی در میان دبیرستان‌های تهران به عنوان شاگرد اول شناخته شد. در همین سال با کسب مقام اول آزمون ورودی دانشگاه، برای تحصیل در رشته‌ی مهندسی شیمی وارد دانشگاه فنی تهران شد. هنگامی که در سال ۱۳۲۴ فارغ‌التحصیل شد، به خاطر شایستگی‌هایی که از خود نشان داد مدتی در همان دانشکده به تدریس پرداخت. سپس برای ادامه‌ی تحصیل به فرانسه رفت تا این که در سال ۱۳۲۹ از دانشگاه سوربون پاریس موفق به دریافت درجه‌ی دکترا در مهندسی شیمی شد و به ایران بازگشت و به تدریس در دانشکده‌ی فنی ادامه داد. در سال ۱۳۴۰، از سوی انجمن ملی پژوهشی کانادا برای دریافت بورس تحصیلی و ادامه‌ی پژوهش و کسب درجه‌ی فوق دکترا برگزیده و رهسپار این کشور شد. پس از دو سال با فارغ‌التحصیل شدن از دانشگاه NRC کانادا، به کشور بازگشت و پس از آن تا سال ۱۳۵۸، یعنی تا زمان بازنشستگی به طور تمام وقت در دانشکده‌ی فنی دانشگاه تهران فعالیت پی‌گیر از خود نشان داد. دکتر فرحان در سال ۱۳۵۲ به مدت دو سال به عنوان نماینده‌ی هیات علمی دانشکده‌ی فنی در هیات ممیزی دانشگاه تهران مسوولیت داشت. در سال ۱۳۵۶ به عضویت شورای انتشارات و شورای پژوهشی دانشگاه تهران درآمد. او به صورت پاره‌وقت در دانشگاه‌های صنعتی امیرکبیر، تربیت معلم، مدرسه‌ی علوم تغذیه، صنعتی شریف، شهید بهشتی و دانشگاه علوم و فنون و نیز در دانشگاه‌های اراک، تبریز و کاشان فعالیت و همکاری داشت.

شادروان دکتر فرحان انسانی فروتن، نوع دوست و زنده دل بود و این روحیه، او را تا پایان زندگی همراهی کرد. او علاقه‌ای فراوان به ایران و زبان پارسی داشت و در زمینه‌ی ریشه‌یابی واژه‌ها



# آیامی توان رسیدن موز را کنترل کرد؟



می‌دهد

۳- بررسی کنترل فرایند رسیدن موز  
بررسی‌های انگلیست و کامینگز<sup>۵</sup> در سال  
۱۹۸۶ نشان داد اگرچه که میزان کربوهیدرات در خلال  
رسیدن موز به طور نسبی ثابت می‌ماند (حدود ۲۸٪ در  
موز خشک شده)، اما مقدار قند آزاد آن به شکل چشم‌گیری افزایش  
می‌یابد و این در حالی است که میزان نشاسته به همین شدت کاهش  
می‌یابد. با استفاده از همین مشاهده‌ها بود که ما به عنوان پایه‌ی  
کار خود، آزمایشی را به این قرار طراحی کردیم: «رسیدن موز: چه  
روی می‌دهد و آیا می‌توان این فرایند را کنترل کرد؟» در این آزمایش،  
فراگیران، میزان کربوهیدرات موجود در موز را در مراحل گوناگون  
فرایند رسیدن آن تعیین می‌کنند و سپس با استفاده از این داده‌ها به  
عنوان شاهد، روش‌های نگهداری گوناگونی را امتحان می‌کنند تا  
دریابند که کدام روش کیفیت دلخواه را برای موز (از دید مزه، رنگ  
و...) به همراه دارد.

کارها و تمرین‌های

آزمایشگاهی مربوط به

کربوهیدرات‌ها بر پایه‌ی

نتیجه‌گیری‌های کیفی و استفاده از شناساگرهایی هم‌چون

شناساگر بندیکت<sup>۱</sup> و فهلینگ<sup>۲</sup> استوار است. روش‌های تهیه‌ای

چاپ شده توسط لوری و نوریس<sup>۳</sup> که در همین مجله<sup>۴</sup> به چاپ رسیده

است، از جمله مورد‌های نادر به شمار می‌روند. آزمایش‌هایی که به

تازگی انجام شده‌اند و نمونه‌ی برجسته‌ای از آزمایش‌های غیرستی

در زمینه‌ی کربوهیدرات‌ها شناخته می‌شوند، ما را بر آن داشت تا با

طراحی یک آزمایش مقدماتی به بررسی کربوهیدرات‌ها پردازیم. این،

نمایشی از کاربرد برنامه‌های آزمایشگاهی است که با توجه به مواد

غذایی متداول جهت بررسی اصول زیست‌شیمی مربوط به تغذیه

بناگذاشته شده است. این آزمایش سه هدف را دنبال می‌کند:

۱- تعیین میزان کربوهیدرات موجود در موز

۲- بررسی تغییرهایی که با رسیدن موز در میزان کربوهیدرات روی

## تعیین میزان کربوهیدرات موجود در موز

طور مشابه در مورد میزان قند و نشاسته ی موجود در موز بررسی هایی انجام می دهند و نتایج کار خود را روی تخته ی کلاس یادداشت می کنند. به کمک داده های همه ی دانش آموزان، آن ها می توانند تفاوت در میزان کربوهیدرات موجود در موزها را در مراحل گوناگون رسیدن این میوه مشاهده کنند.

جدول ۱ برخی از این نتایج را نشان می دهد.

مرحله ی رسیدن	نشاسته <sup>۱</sup> (% در کل نمونه)	قندهای کاهنده <sup>۱</sup> (% در کل نمونه)
موز سبز تازرد رنگ	۱۲٫۹	۴٫۰
موز رسیده (زرد رنگ)	۶٫۲	۴٫۴
موز زرد با لکه های سیاه (بیش از حد رسیده)	۲٫۰	۱۱٫۶

جدول ۱

آ بر اساس وزن مرطوب در نمونه ی آغازی. یادآوری می شود که در برخی مرجع ها این داده ها برای موز خشک شده است.

## تعیین بهترین روش برای نگهداری موز

در آغاز نخستین دوره ی کار، به هر دو نفر از دانش آموزان همراه با موز کال، رسیده و خیلی رسیده، یک موز سبز مایل به زرد هم داده می شود که همه از یک خوشه جدا شده است و به آن ها گفته می شود که از این موزها نگهداری کنند. در خلال دوره ی بعد، دانش آموزان موزهای نگهداری شده ی خود را بررسی و معاینه می کنند تا بهترین روش نگهداری را برای کنترل فرایند رسیدن موز پیدا کنند.

جهت طراحی بخش نگهداری در این آزمایش، ما به کشت عمومی روی آوردیم. شاید شنیده باشید که یخچال جای مناسبی برای نگهداری موز نیست برای ما جای شگفتی بود که چرا نباید چنین کرد. بنابراین، استفاده از یخچال یکی از روش های نگهداری در نظر گرفته شد. پس از آن ما متوجه شدیم که تقریباً ممکن نیست که در مغازه ای برای نمایش موزها از آویزهای

در آغاز، هر دو نفر از دانش آموزان میزان نشاسته و قندهای کاهش دهنده ی آزاد یعنی گلوکوز و فروکتوز را به ترتیب در موز رسیده و سبز، موز رسیده و موز بیش از حد رسیده تعیین می کنند. ما جهت بررسی قندهای کاهش دهنده ی آزاد، ترکیب DNS یا ۳ و ۵-دی نیترو سالیسیلیک اسید-پتاسیم سدیم تارترات را برگزیدیم که توسط سامتر<sup>۲</sup> بررسی شده بود. ما بر آن شدیم تا مانند انگلیست، تنها میزان قندهای کاهش دهنده ی آزاد را در یک موز بررسی کنیم زیرا تغییر میزان قند آزاد در موز، با رسیدن این میوه، در اصل نتیجه ی افزایش قندهای کاهش دهنده است.

هم چنین روش برگزیده شده، اندازه ی کمی دقیق میزان قند آزاد را در محلول هایی نشان می دهد که هم نشاسته ی هیدرولیز نشده و هم قند کاهش دهنده ی آزاد را در بر دارند.

سنجش DNS، سنجشی بر پایه ی اندازه گیری رنگ است که در یک واکنش کاهش بررسی می شود و در آن، قندی کاهش دهنده هم چون گلوکوز یا فروکتوز با ۳ و ۵-دی نیترو سالیسیلیک اسید واکنش می دهد. فرآورده ی این واکنش ۳-آمینو-۵-نیترو سالیسیلیک اسید به رنگ قهوه ای مایل به سرخ است که از ۳ و ۵-دی نیترو سالیسیلیک اسید بی رنگ به دست می آید. افزودن پتاسیم سدیم تارترات (نمک راسل<sup>۳</sup>) به عنوان جزیی از شناساگر، یکی از اصلاح های بعدی بود تا انحلال پذیری اکسیژن را در ترکیب واکنش کاهش دهد. زیرا اکسیژن حل شده می تواند با اکسید کردن گلوکوز مزاحمت ایجاد کند.

در آغاز کار، دانش آموزان یک نمونه ی ۱ گرمی از موز را به کمک یک نواخت کننده ی شیشه ای دستی، یک نواخت می کنند. سوسپانسیون به دست آمده سانتریفوژ می شود و قرص ها جداسازی و خشک، و سپس جهت تعیین میزان نشاسته وزن می شوند (قرص خشک، بیش تر از نشاسته تشکیل شده است). سپس نمونه ای از محلول شناور با استفاده از سنجش DNS بررسی می شود تا میزان قند کاهش دهنده ی آزاد تعیین شود. هر دو نفر از دانش آموزان، به



پلاستیکی یا چوبی جهت آویزان کردن این میوه استفاده نشود. پس استفاده از موز آویز هم به عنوان روش دیگری برای نگهداری موز در نظر گرفته شد. در این هنگام، یکی از همکاران ما گفته‌های مادر بزرگ خود را به یاد آورد که می‌گفت: همیشه موز را در یک پاکت کاغذی قهوه‌ای نگهداری کنید. بنابراین از چنین پاکتی نیز به عنوان یک روش نگهداری دیگر استفاده شد. در پایان، کشوی آزمایشگاه نیز به عنوان محل دیگری برای نگهداری موز مورد استفاده قرار گرفت.

در این بخش از آزمایش از هریک از گروه‌های دو نفری خواستیم یکی از روش‌های یاد شده را برای نگهداری موزهای خود به کار ببرند و برای یک هفته نتیجه را بررسی کنند. آن‌ها در خلال بخش بعدی کار، بررسی‌های خود در هفته‌ی نخست را با نمونه‌گیری از موزها تکرار کردند. ما از آن‌ها خواستیم تا هنگام بررسی موزها به ظاهر و پوست آن‌ها توجه کنند. دانش‌آموزان همواره از این بخش لذت می‌برند و نتایج کلی همواره با اشتیاق پیش‌بینی می‌شود.

## هشدار

۳ و ۵- دی‌نیترو سالیسیلیک اسید سمی و تحریک کننده است. پناسیم سدیم تارترات نیز تحریک کننده است. هنگام کار با این مواد باید از عینک و دستکش استفاده کرد. چنان که یک شیمی‌دان انتظار دارد، موزهایی که به مدت یک هفته در یخچال نگهداری می‌شوند، کم‌ترین تغییر را نشان خواهند داد. دانش‌آموزان مشاهده می‌کنند که ترکیب این موزها تغییر بسیار کمی کرده است. در حالی که ترکیب هریک از سه موز دیگر با موز رسیده‌ای که در نخستین بخش آزمایش به آن‌ها داده شده است، یکسان است. پس از گردآوری همه‌ی نتایج، این پرسش به میان می‌آید: شما کدام یک از روش‌های یاد شده را پیشنهاد می‌کنید؟ پاسخ دادن به این پرسش بیش از آن‌چه در آغاز به نظر می‌رسید، پیچیده و دشوار است. از آن‌جا که رشته‌ی بیش‌تر فراگیران ما تغذیه بود، آن‌ها

به خوبی دریافتند که غذا چیزی بیش از بو و مزه است. در پایان یک هفته، موزی که در یخچال نگهداری شده از ظاهر چندان خوبی برخوردار نیست! این موز معمولاً رنگ سبز-قهوه‌ای دارد و خال‌دار است و به رنگ برنز به نظر می‌رسد. موزی که در پاکت قهوه‌ای نگهداری شده به رنگ زرد روشن است و اندکی لکه‌های قهوه‌ای دارد. اما دو موز دیگر تعداد زیادی از این لکه‌ها دارند. بنابراین، دانش‌آموزان ناچارند چنین تصمیم بگیرند: نگهداری موز در یخچال بهترین روش نگهداری است و سرعت رسیدن موز را کاهش می‌دهد. اما بسیاری از مصرف‌کنندگان به علت ظاهر موزی که در یخچال نگهداری شده، مایل به خوردن آن نیستند. روش نگهداری در پاکت قهوه‌ای نیز ظاهر فریبنده‌ای به میوه می‌دهد و در حالی که موز، هنوز به طور کامل نرسیده است آن را رسیده نشان می‌دهد. این آزمایش در شیمی آلی و شیمی مقدماتی که در آن‌ها اصول اساسی بررسی کربوهیدرات‌ها بیان می‌شود، نیز مناسب است.



© عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی

1. Benedict's reagent
2. Fehling's solution
3. Lowray & Norris
4. J. Chem. Educ.
5. Englyst & Cummings
6. Sumner
7. Rochelle's salt



Deal, S.T., "Carbohydrate analysis: can we control the ripening of bananas?", *J. Chem. Educ.* 2002, 79, 479.



ترجمه‌ی «اشرف شاه ولایتی»\*

فرشته گل محمد\*\*

# نمایش اسیدی شدن آب دریاچه؛ رسوب دادن مرطوب گوگرد دی اکسید

باران اسیدی برای محیط زیست، مشکلی شناخته شده است که در مقاله‌های شیمی عمومی به آن اشاره شده است. اگرچه که در باره‌ی باران اسیدی سخن‌های بسیار و نمایش‌های فراوانی به میان آمده، اما هیچ‌یک از آن‌ها با الگوبرداری از شیوه‌ای که در هوا کربن برای زدودن آلاینده‌ها در جریان است، راه‌حلی برای زدودن اکسیدهای اسیدی که در قطره‌های آب معلق در هوا وجود دارد یا مرطوب کردن رسوب‌ها، ارایه نداده است. اکسیدهای نیتروژن توسط خودروها یا منابع احتراق دیگر، و اکسیدهای گوگرد در نتیجه‌ی سوختن زغال سنگ در نیروگاه‌ها یا برشته کردن سولفیدهای فلزی در کوره‌های ذوب در هواکربن تولید می‌شود. قطره‌های کوچک موجود در هوا، این اکسیدها را می‌زاینند. اسیدی شدن آب دریاچه‌ها به طور جغرافیایی، از منبع آغاز می‌شود و به تئشین شدن رسوب‌های اسیدی در دریاچه‌ها می‌انجامد و هیچ بافر طبیعی توانایی خنثی کردن آن را ندارد. دریاچه‌هایی که بستری از جنس سنگ آهک دارند، به خاطر ظرفیت بافتری، نسبت به اسیدی شدن پایداری بیش‌تری از خود نشان می‌دهند. در حالی که در دریاچه‌هایی که بستر گرانیتی دارند، چنین نیست زیرا میزان سیلیکات در آن‌ها نسبت به کربنات بیش‌تر است. در ایالات متحده، بویژه در بخش‌های شمال شرقی که بستر دریاچه‌ها از جنس گرانیت است، به موضوع اسیدی شدن دریاچه‌ها توجه بسیار می‌شود.

واکنش تهیه ی گوگرد دی اکسید در این نمایش به این قرار است:

$$2\text{NaHSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow 2\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq})$$

برای این منظور، دو دریاچه، یکی با بستر سنگ آهک و دیگری با بستر گرانیت، در استوانه ی مدرج شبیه سازی می شوند به گونه ای که یکی از آن ها شامل بافر  $\text{CaCO}_3$  است. قطره های باران که به کمک یک افشانه ی ساده تولید می شوند،  $\text{SO}_2$  را با خود می شویند و به این دریاچه ها منتقل می کنند. به این ترتیب اسیدی شدن دریاچه های با بستر گرانیت به نمایش گذاشته می شود.

این امر سبب می شود که pH باران های غیرآلوده نزدیک ۵/۶ باشد. شناساگر برموکروزول سبز، که برای این نمایش برگزیده شده است، در نزدیکی این pH از شکل اسیدی به شکل بازی خود تغییر می کند. اگر دریاچه نسبت به باران غیرآلوده اسیدی تر باشد، رنگ زرد مربوط به شکل اسیدی شناساگر دیده می شود. وگرنه شکل بازی شناساگر رنگ آبی را به نمایش می گذارد.

#### آماده کردن محلول ها و مواد مورد نیاز

در آغاز، گاز  $\text{SO}_2$  به این ترتیب در یک استوانه ی مدرج یک لیتری زیرهود تهیه می شود: ۵ g  $\text{NaHSO}_4$  در یک استوانه ی مدرج می ریزیم و ۱۰ mL محلول سولفوریک اسید ۶ M به آن می افزاییم. این محلول را به حال خود می گذاریم و تا هنگامی که تولید گاز و کف پایان یابد، آن را با یک شیشه ی ساعت می پوشانیم. روش دیگر برای تهیه ی این گاز ( $\text{SO}_2$ ) این است که ۵۰ mL محلول سدیم هیدروژن سولفیت ۰/۵ M را با ۴ mL سولفوریک اسید ۳ M مخلوط کنیم. این روش، میزان کمتری گاز  $\text{SO}_2$  تولید می کند.

در دو استوانه ی مدرج ۲۰۰۰ mL، دو دریاچه به طور جداگانه شبیه سازی می شوند. برای دریاچه ی گرانیت در یکی از استوانه های مدرج ۲۰۰ mL آب و ۱۰ mL برموکروزول سبز  $10^{-3}$  M می ریزیم. برای تهیه ی دریاچه با بستر سنگ آهک باید بیش تر دقت کرد. ۲۰۰ mL آب و ۱ mL برموکروزول  $10^{-3}$  M را در استوانه ی دیگر به خوبی با هم مخلوط کرده، سپس ۰/۲ g کلسیم کربنات را بدون هم زدن مخلوط، به آن می افزاییم تا جامدها در ظرف ته نشین شوند. اگر ذره هایی از ماده ی جامد در سطح ظرف شناور باقی ماند، مخلوط را به آرامی هم می ریزیم.

#### اجرای نمایش

برای نمایش بهتر رنگ ها دو بشر بردارید و در هر یک ۱۵۰ mL آب و ۵ قطره شناساگر برموکروزول بریزید. به یکی از بشرها ۲ mL سولفوریک اسید ۳ M بیفزایید و آن را به هم بزنید تا رنگ های زرد و آبی، مربوط به شکل های اسیدی و بازی شناساگر دیده شود.

برای نمایش اسیدی شدن، در آغاز گاز  $\text{SO}_2$  را (از ظرف تولید کننده ی آن) روی استوانه ای که دارای بستر گرانیتی است، پاشید، دقت کنید تا محلول تولید کننده ی این گاز وارد استوانه ی یاد شده نشود زیرا بی درنگ دریاچه ی شبیه سازی شده را اسیدی می کند. از آن جا که گاز وارد شدن آن به استوانه را نمی توان دید، باید از روی زمان پاشیدن آن به استوانه، میزان  $\text{SO}_2$  وارد شده را اندازه گیری کرد. وارد کردن  $\text{SO}_2$  برای ۱۰-۵ دقیقه، نتیجه ی خوبی را در پی خواهد داشت. بطری افشانه، به طور مستقیم گاز  $\text{SO}_2$  را درون محلول دریاچه وارد می کند و رفته رفته رنگ زرد در محلول ظاهر می شود. هنگامی که آب تخلیه شد و محلول به رنگ زرد درآمد، آن را به آرامی و به طور کامل هم بزنید. این مراحل را برای استوانه ی دیگر که برای شبیه سازی دریاچه با بستر سنگ آهک استفاده شده تکرار کنید. هنگامی که گاز  $\text{SO}_2$  به این استوانه راه می یابد، محلول، رنگ زرد را نشان می دهد و ممکن است این رنگ هم چنان با هم زدن محلول باقی بماند. به هم زدن محلول ادامه دهید تا  $\text{CaCO}_3$  جامد به میزان کافی حل می شود و دوباره رنگ محلول کاملاً آبی شود.

با استفاده از ابزاری که در این نمایش استفاده شد و بدون وجود بطری افشانه می توان رسوب گذاری مرطوب را به نمایش گذارد. برای این کار استوانه را حدود ۱۰ دقیقه به حال خود بگذارید و دریاچه ها را هم بزنید تا رنگ ها را ببینید.

#### هشدارها

- ۱- گاز  $\text{SO}_2$  باید زیر هود تهیه شود.
- ۲- دهانه ی استوانه ای را که  $\text{SO}_2$  در آن تولید می شود - بجز در زمان استفاده از آن - پوشانید.
- ۳- دهانه ی استوانه های نمایش دهنده ی دریاچه ها را پس از افشاندن گاز  $\text{SO}_2$  به درون آن ها، ببندید.
- ۴- دست کم به مدت ۱۵ دقیقه استوانه ها را در حالی که دهانه شان بسته است، به حال خود بگذارید.
- ۵- پس از اجرای نمایش بگذارید همه ی گاز  $\text{SO}_2$  در محلول حل شود.
- ۶- همه ی محلول ها را خنثی کنید و سپس دور بریزید.

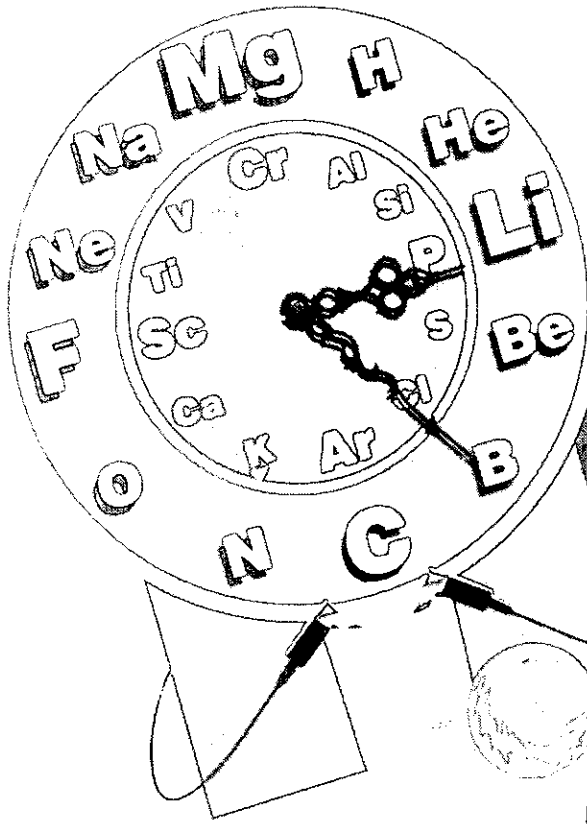


\* عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی

\*\* عضو هیات علمی سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران



Goss, M.L., "A demonstration of acid rain and lake acidification: wet deposition of sulfur dioxide", *J.Chem.Educ.* 2003, 80, 39.



# واکنش ساعت ویتامین

ترجمه‌ی، گلدسته زارعی

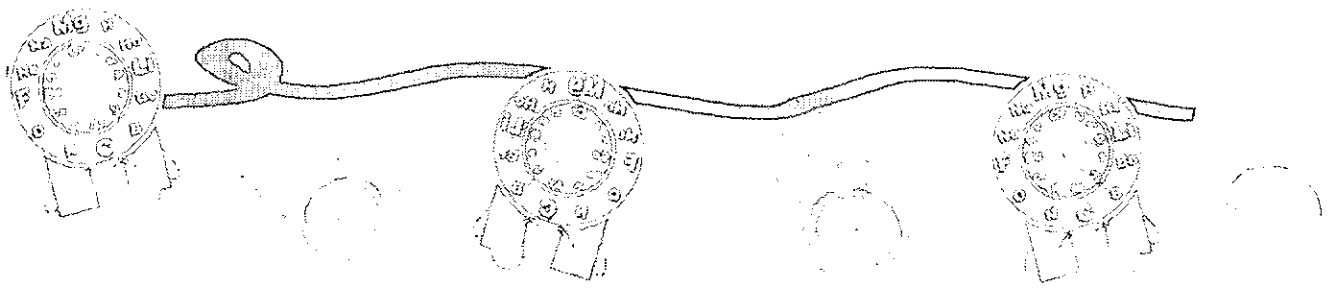
# C

آزمایشگاه و بدون استفاده از شناساگر انجام داد. بویژه بر آن بودیم تا این واکنش را با موادی بی خطر که از سوپرمارکت‌ها قابل تهیه باشند یا در خانه یافت شوند، انجام دهیم و در مکان‌های عمومی به نمایش بگذاریم.

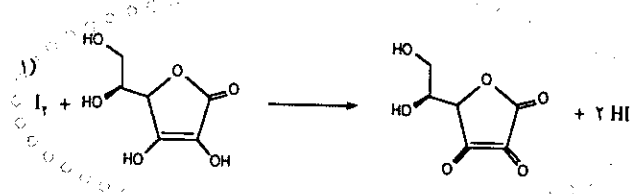
چنین واکنشی را می‌توان در نشست‌های عمومی و با استفاده از موادی که بی‌مصرف مانده‌اند برای انتقال مفاهیم شیمیایی به کار برد. معلمان می‌توانند حتی در سطح دوره‌ی ابتدایی، این واکنش را انجام دهند.

در یک واکنش ساعتی از هیدروژن پراکسید و یک محلول اسیدی شامل پتاسیم یدید و سدیم تیوسولفات استفاده شده است. ما تصمیم گرفتیم به جای سدیم بی‌سولفیت یا تیوسولفات از آسکوربیک اسید به عنوان یک کاهنده استفاده کنیم. واکنش میان ید و آسکوربیک اسید هم سریع و هم قابل اندازه‌گیری است. در واقع، سنجش استاندارد آسکوربیک

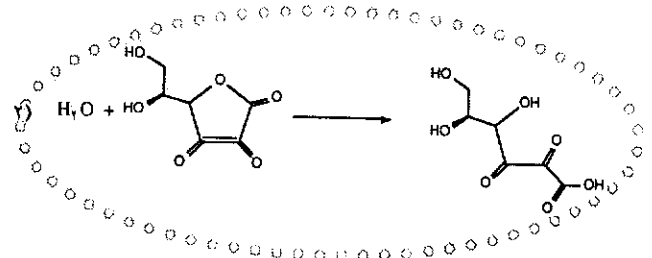
واکنش‌های ساعتی با رنگ‌های مشخص و تغییر ناگهانی که در آن‌ها روی می‌دهد، همواره در نمایش‌های شیمیایی مورد توجه بوده‌اند. اما جای تأسف است که تعداد سامانه‌های شیمیایی که در آن‌ها یک واکنش ساعتی اثری موفقیت‌آمیز به جای می‌گذارد، نسبتاً کم است. واکنش ساعتی ید یا واکنش لاندولت<sup>۱</sup> که در آن از یدات و بی‌سولفیت در کنار نشاسته، به عنوان شناساگر استفاده می‌شود و واکنش ساعتی الدناسا<sup>۲</sup> که در آن جیوه نیز به مواد یادشده افزوده می‌شود، تغییرات مناسبی را در برمی‌گیرند و در میان واکنش‌های ساعتی بیش‌تر به کار گرفته می‌شوند. واکنش ساعتی فرم‌آلدهید-بی‌سولفیت نیز کاربرد گسترده‌ای دارد و می‌توان در آن از شناساگرها در pH‌های گوناگون استفاده کرد. ویژگی برتر واکنش لاندولت تهیه‌ی آسان و در دسترس بودن شناساگرهای آن است. ما در جست‌وجوی یک واکنش ساعتی ید بودیم که اثری شبیه به واکنش لاندولت داشته باشد و بتوان آن را بیرون از



اسید با یدسنجی امکان پذیر است. واکنش میان این اسید و ید چنین است:



فراورده‌ی این واکنش، لاکتون پیچیده و فعالی است که در محلول آبی، به خودی خود آبکافت می‌شود. فراورده‌ی واکنش آبکافت را در واکنش ۲ می‌بینید:



فراورده‌ی جانبی اکسایش آسکوربیک اسید، هیدرویدیک اسید است که به سرعت با اکسنده‌ای هم‌چون هیدروژن پراکسید، در حضور ید و آب اکسید می‌شود. هیدروژن پراکسید ارزان و بی‌خطر است و محلول ۳٪ آن نیز در دسترس قرار دارد. ید نیز به صورت تئورید به عنوان یک داروی ضد عفونی کننده قابل تهیه است<sup>۱</sup>. پس، واکنش میان هیدروژن پراکسید و آسکوربیک اسید سامانه‌ای را طراحی می‌کند که در آن انتقال الکترون انجام می‌گیرد و یک واکنش ساعتی را به نمایش می‌گذارد. این واکنش نسبتاً آهسته است و سرعت آن به گونه‌ای است که زمان تأخیر را می‌توان به کمک غلظت‌های گوناگون از واکنش دهنده‌ها، در دمای اتاق اندازه‌گیری کرد. پس در حضور تئورید و نشاسته یک واکنش ساعتی میان آسکوربیک اسید و هیدروژن پراکسید ۳ درصد روی می‌دهد. آزمایش دیگری نیز می‌توان با استفاده از قرص‌های تجارتي ویتامین C به عنوان آسکوربیک اسید انجام داد<sup>۵</sup>، اگرچه مواد خنثی و رقیق‌کننده‌ی

نامحلول در این قرص‌ها وجود دارد و مقدار آسکوربیک اسید مورد آزمایش کم‌تر است. در واقع، هنگامی که از این قرص‌ها استفاده می‌شود نیازی به خالص‌سازی آن‌ها نیست و قرص‌ها به آسانی در آب حل می‌شوند. تغییر دیگری که می‌توان در آزمایش داد، استفاده از آب پرتقال به عنوان منبع آسکوربیک اسید است که منجر به انجام یک واکنش ساعتی نارنجی-سیاه می‌شود که همان نتیجه‌ی آزمایش الدناسا است.

چگونگی حل شدن قرص‌های ویتامین C و کامل بودن یا نبودن انحلال یک قرص نسبت به قرص دیگر، سبب مشاهده‌ی تغییرهایی در زمان مورد نیاز برای رسیدن به نقطه‌ی پایان می‌شود. از آن‌جا که آسکوربیک اسید نسبت به اکسایش در برابر بسیاری از فلزهای واسطه حساسیت نشان نمی‌دهد، می‌توان در تهیه‌ی محلول‌ها از آب مقطر، آب یونیده شده یا آب شیر نیز استفاده کرد. به هر حال، آب شیر مکان‌های گوناگون، تغییرهایی را در زمان رسیدن به نقطه‌ی پایان ایجاد می‌کند. در حضور غلظت اندک از یون‌های منیزیم، کلسیم و کلرید تغییر مشخصی در زمان مورد نیاز جهت کامل شدن واکنش روی نمی‌دهد. آزمایش‌ها نشان داده است که pH و ظرفیت بافری آب ممکن است در این زمینه مؤثر باشد. جهت پی‌بردن به علت تغییرهای مشاهده شده در زمان رسیدن به نقطه‌ی پایان، هنگام استفاده از آب مکان‌های گوناگون، pH مخلوط اندازه‌گیری شد و واکنش در محلول‌های بافر با pH‌های گوناگون انجام گرفت. با افزودن آب به محلول شامل قرص ویتامین C، محلول A با pH حدود ۴ به دست آمد. افزایش تئورید pH را به حدود ۱/۵ کاهش داد. pH مخلوط واکنش با افزایش هیدروژن پراکسید دچار تغییر چندانی نشد. برای بررسی این امر، به جای آب، از محلول‌های بافری گوناگون با pH‌های متفاوت، برای تهیه‌ی محلول‌های A و B استفاده شد و واکنش‌ها تکرار شد. نتایج مربوط به مقایسه‌ی این آزمایش‌ها با زمانی که آب معمولی مورد استفاده قرار گرفته بود، در جدول ۱ خلاصه شده است. در هر مورد برای تهیه‌ی محلول A، ۶ mL آب یا بافر به کار رفته است و در تهیه‌ی محلول B نیز از همان مایع به میزان ۶ mL استفاده شده است. با توجه به داده‌ها مشاهده می‌شود با نزدیک شدن pH به حالت خنثی، واکنش سریع‌تر انجام می‌گیرد. اگر در pH

هم چنین فرآورده‌ی دیگری با نام تنتورید وجود دارد که به عنوان ید بی رنگ کننده کاربرد دارد. این فرآورده نیز برای منظور ما مناسب نیست.

### روش کار

روش (آ) ۱۰۰ mg آسکوربیک اسید را در ۶۰ mL آب حل می‌کنیم تا محلول ۰/۱M این اسید تهیه شود. حجم‌های مساوی از این محلول و محلول تنتورید به آب افزوده می‌شوند تا محلول A به دست آید. ۹ هیدروژن پراکسید و حدود ۳ mL محلول نشاسته را به آب می‌افزاییم و محلول B را تهیه می‌کنیم. برای انجام آزمایش، دو محلول A و B را هم‌زمان در یک ظرف می‌ریزیم و به هم می‌زنیم. سرعت واکنش و در نتیجه زمان مورد نیاز برای رسیدن به نقطه‌ی پایان و مشاهده‌ی تغییر رنگ، به حجم آب مورد استفاده برای تهیه‌ی محلول‌های A و B بستگی دارد. استفاده از آب بیش‌تر، سرعت واکنش را کم می‌کند و تغییر رنگ دیرتر دیده می‌شود.

زمان (s)	محلول B			محلول A		
	حجم آب (ml)	محلول نشاسته (ml)	هیدروژن پراکسید (ml)	آب (ml)	تنتورید (ml)	محلول ویتامین C (ml)
۸۰-۹۵	۱۲۰	۳	۱۵	۱۲۰	۵	۵
۲۰-۵۰	۶۰	۳	۱۵	۶۰	۵	۵
۲۰-۲۵	۳	۳	۱۵	۳۰	۵	۵

جدول ۲ نتایج روش «آ»

### روش (ب) انجام آزمایش با استفاده از قرص‌های ویتامین C

با حل کردن تعداد کافی قرص‌های ویتامین C در آب، محلول حاوی آسکوربیک اسید تهیه می‌شود. قرص‌ها باید کاملاً در آب خرد و حل شوند. با افزودن آب و محلول تنتورید به این محلول، محلول A تهیه می‌شود. محلول B نیز از افزودن محلول نشاسته به هیدروژن پراکسید ۳٪ به دست می‌آید. مانند آن‌چه در روش آ گفته شد، دو محلول در یک ظرف بایک دیگر مخلوط می‌شوند.

حدود ۹ تغییر رنگ مربوط به نقطه‌ی پایان دیده نشود ممکن است تسهیم نامتناسب ید به هیپویدات- که معمولاً در pH‌های بالا روی می‌دهد- انجام گرفته باشد. استفاده از سرکه‌ی سفید به جای آب مقطر برای تهیه‌ی محلول‌های A و B تغییری در نتایج، نسبت به زمانی که از آب مقطر استفاده شد، ایجاد نکرد. به هر حال، به منظور تکرارپذیرتر بودن نتایج، بهتر است از آب مقطر یا یون‌زدایی شده استفاده شود. اگر امکان دسترسی به این دو مورد وجود ندارد می‌توان از آب شیر نیز استفاده کرد. هم چنین سرکه‌ی سفید نیز می‌تواند استفاده شود اما تکرار نتایج با اطمینان همراه نخواهد بود.

مایع	زمان رسیدن به نقطه‌ی پایان (ثانیه)
آب	۴۵-۵۰
بافر با pH=۲	۴۵-۵۰
بافر با pH=۴	۴۵-۵۰
بافر با pH=۵	۳۰-۳۵
بافر با pH=۶	۲۰-۲۵
بافر با pH=۷	۱۷-۲۲
بافر با pH=۸	۲۵-۳۰
بافر با pH=۹	هیچ رنگی
سرکه‌ی سفید	۴۵-۵۰

جدول ۱ نتایج به دست آمده هنگام استفاده از مایع‌های کوناگون جهت تهیه‌ی محلول‌های A و B.

### مواد مورد نیاز

آسکوربیک اسید (ویتامین C) که از شرکت آلد ریچ تهیه و خریداری شده است<sup>۱</sup>، تنتورید (۲٪ USP)، هیدروژن پراکسید (۳٪ USP)، قرص‌های ویتامین C، محلول نشاسته<sup>۲</sup>، آب مقطر.  
یادآوری می‌شود که محلول قوی تری از تنتورید، شامل ۷٪ ید نیز موجود است که برای انجام این آزمایش مناسب نیست.



نتایج این روش در جدول ۳ آمده است.

قبلی تهیه شده- و رقیق کردن آن با ۱/۵ فنجان (۳۶۰mL) آب، تهیه کرد. محلول B از مخلوط کردن ۱/۳ فنجان (۱۸۰mL) هیدروژن پراکسید ۳٪، ۲ قاشق سوپ خوری (۱۰mL) نشاسته و ۱/۳ فنجان (۳۶۰mL) آب تهیه می شود.

زمان (S)	محلول B			محلول A		
	حجم آب (mL)	محلول نشاسته (mL)	هیدروژن پراکسید (mL)	آب (mL)	تنتورید (mL)	محلول ویتامین C (mL)
۵۰-۶۵	۱۲۰	۳	۱۵	۱۲۰	۵	۵
۳۰-۳۵	۶۰	۳	۱۵	۶۰	۵	۵
۱۵-۲۵	۳۰	۳	۱۵	۳۰	۵	۵

جدول ۳ نتایج روش «ب»

هشدارها

روش پ) انجام آزمایش با استفاده از آب پرتقال

عنصر ید سمی است. تنتورید و مخلوط واکنش ساعتی باید از دسترس کودکان دور نگه داشته شود. پیش از استفاده از مخلوط واکنش، باید با افزون آسکوربیک اسید آن را کاهش داد. تابی رنگ شود. تنتورید شامل ۵۰٪ اتیل الکل، آتش گیر است.

آب پرتقال را مدتی در اتاق می گذاریم تا به دمای اتاق برسد. برای تهیه محلول A، ۵mL تنتورید به ۲۸۰mL آب پرتقال افزوده می شود. مخلوط را کاملاً هم زده، تکان می دهیم تا رنگ سیاه آن از بین برود. سپس ۳mL محلول نشاسته به آن می افزاییم. واکنش با افزودن ۵۰mL هیدروژن پراکسید ۳٪ و تکان دادن مخلوط واکنش، آغاز می شود. پس از ۳۵ تا ۴۵ ثانیه، تغییر رنگ از نارنجی به سیاه مشاهده می شود.

روش ت) انجام آزمایش با استفاده از ظرف های آشپزخانه

1. Landolt
2. Old Nassau
۳. غلظت این محلول ۰/۹M است.
۴. تنتورید ۰/۲USP، حاوی ید (I<sub>2</sub>) ۰/۰۸M و سدیم یدید ۰/۱۶M در محلول آب و اتانول است که با حل کردن ۲۰g ید و ۲۴g سدیم یدید در ۵۰۰mL اتانول ۹۵٪ و رقیق کردن آن با ۱L آب تهیه می شود. گزارش شده است که ید تجاری ۷٪ (تنتورید قوی) باید ۲/۵ بار با آب رقیق شود تا به غلظت ۲٪ برسد.
۵. یک قرص ویتامین C غیر جویدنی به جرم ۲۹۵mg، شامل ۲۵۰mg ۱/۴mmol آسکوربیک اسید و ۴۵mg رقیق کننده است.
۶. قرص های جویدنی یا چاشنی دار برای این کار مناسب نیست زیرا دارای مقدار زیادی افزودنی هستند. مانند شیرین کننده ها یا چاشنی هایی که ممکن است برای واکنش ساعتی مزاحمت ایجاد کنند.
7. The United State Pharmacopeia
۸. از نشاسته ی ویژه ی شست و شو با نشان آماری استفاده می شود. می توان از محلول نشاسته ی آزمایشگاهی ۱٪ یا ۰/۵٪ استفاده کرد. اگر این محلول ها در دسترس نبود می توان با مخلوط کردن ۵g (۱ یا ۲ قاشق چای خوری) آرد نشاسته با ۳۰mL (۲ قاشق سوپ خوری) آب سرد، سوسپانسیونی تهیه کرد. سپس باید به آهستگی آن را در ۵۰۰mL (۲ فنجان) آب در حال جوش بریزیم و به هم بزنیم تا از جوش بیفتند. پیش از مصرف باید محلول سرد شود.
۹. حجم های مساوی از این دو ترکیب، مخلوطی شامل ۰/۰۵M آسکوربیک اسید و ۰/۱۶M ید را آماده می کند.

۱۰۰۰mg از قرص ویتامین C برداشته، آن را در ۴ قاشق سوپ خوری آب (۶۰mL) حل می کنیم. سپس یک قاشق چای خوری (۵mL) از محلول ویتامین C، ۱ قاشق چای خوری (۵mL) تنتورید و ۲ قاشق سوپ خوری (۳۰mL) آب را با هم مخلوط می کنیم تا محلول A تهیه شود. با مخلوط کردن ۱ قاشق سوپ خوری (۱۵mL) هیدروژن پراکسید ۳٪، ۱/۳ قاشق چای خوری (۲/۵mL) نشاسته و ۲ قاشق سوپ خوری (۳۰mL) آب، محلول B نیز به دست می آید. ۳۰ تا ۴۵ ثانیه پس از آمیختن دو محلول A و B به یک دیگر، نقطه ی پایانی و تغییر رنگ مربوط به آن مشاهده می شود.

این آزمایش را می توان با حجم های بیش تر از مواد یاد شده نیز انجام داد. در این صورت، محلول A را می توان با افزودن ۶۰mL تنتورید به ۶۰mL محلول ویتامین C- که به روش های

Wright, S. W.; Reedy, P., "The vitamin C clock reaction", *J.Chem. Educ.* 2002, 79, 41.



# ماجراجوهای شرلوک هولمز



ترجمه ی فاطمه اشرفی امینه

# ساعت ساز مان باخته

بخش دوم

پاسخ معما

قلمی برداشتم و به سرعت نتایج این اندازه گیری را در دفترچه یادداشت کردم، در حالی که با صدای بلند عددها را می خواندم:  $7/1$  برای نقره،  $7/4$  برای مس و  $5/0$  برای طلا برحسب گرم بر میلی لیتر. « هولمز گفت: «درست است. من به یک کتاب مرجع هم مراجعه کردم. جای شگفتی است اما باید بدانید که چگالی نقره در این کتاب  $10/5g/mL$ ، و چگالی روی  $7/14g/mL$  گزارش شده است.»

گفتم: «آه، پس ژیلیمور ژیلریت به جای نقره که با ارزش تر است، قطعه هایی از فلز روی به ساعت ساز داده است، او باید دستگیر شود.»

هولمز گفت: «نه، ما باید با حوصله همه ی آن چه را که روی داده در نظر بگیریم.» گفتم: «بسیار خوب. حالا بگوئید مفهوم آزمایش هایی که انجام دادید چه بود؟ من دیدم که قطعه فلز نقره

هنگامی که در جاده ی مارپیل بون<sup>۱</sup> بودیم، هولمز دفترچه ی آزمایشگاهش را به من نشان داد. در صفحه ی باز شده ی دفترچه جدولی بود که در آن جرم و میزان تغییر سطح آب برای هر یک از سه فلز نوشته شده بود. هولمز روش خاصی داشت هرگاه پرسش بسیار ساده ای مطرح می کرد من احساس می کردم یک امتحان مهم پیش رو دارم. او پرسید: «شما به کمک این عددها چه کاری می توانید انجام دهید؟» گفتم: «کمی به من فرصت بدهید. شما جرم فلزها را برحسب گرم و حجم آن ها را از روی تغییر حجم آب درون استوانه برای هر یک تعیین کرده اید.» هولمز که به من خیره شده بود گفت: «چگالی، خاصیتی فیزیکی برای یک ماده است.» گفتم: «و شما با این کار می توانید چگالی سه فلز را به دست آورید.»

هولمز گفت: «همین طور است پس این کار را بکنید. من



در کلریدریک اسید ناپدید شد.

هولمز جواب داد: «شما فلز روی را دیدید که در کلریدریک اسید حل شد و یون های  $Zn^{2+}$  و گاز هیدروژن تولید کرد. نقره چنین واکنشی انجام نمی دهد. این آزمایش، فریب آقای ژیلریت را آشکار کرد. هم چنین ما مشاهده کردیم که روی با سولفوریک اسید به کندی، و با نیتریک اسید به سرعت واکنش داد.»

با شتاب گفتم: «پس ژیلریت گناهکار است.» هولمز گفت: «تردید نیست. او متهم به کلاه برداری است و از ارزش نسبی نقره و روی آگاه بوده است. اما واتسون، ما باید بیش تر تحقیق کنیم.» پرسیدم: «چه چیز دیگری باقی مانده است که باید بدانیم؟» او جواب داد: «برای شما شگفت انگیزتر است اگر بدانید که چگالی واقعی طلا نیز  $19.3 \text{ g/mL}$  است. هم چنین طلا با سولفوریک اسید و نیتریک اسید واکنشی نمی دهد. در حالی که یکی از ویژگی های طلا سالم ماندن آن در برابر نیتریک اسید است و شما مشاهده کردید که با گرم کردن این اسید، فلزی که به عنوان طلا در آن انداخته بودیم ناپدید شد.» من در حالی که به نوشته های دفترچه نگاه می کردم پرسیدم: «اما چرا به تکه های طلا ضربه می زدید؟»

هولمز گفت: «طلا فلزی چکش خوار است و در اثر ضربه به صفحه هایی نازک شکسته می شود. به کمک کتاب مرجع دریافتم که چگالی ترکیبی معدنی به نام آهن دی سولفید،  $5 \text{ g/mL}$  است که به آن پیریت نیز می گویند. این ماده شکننده است و بر اثر ضربه خرد می شود.»

گفتم: «اما این ماده شبیه طلاست.» هولمز گفت: «و درست به همین دلیل به آن طلای دروغین می گویند.» گفتم: «این واقعیت ها همه ی نظریه های مرا به هم ریخت.»

هولمز گفت: «به هر حال ما باید به این نتیجه برسیم که دکتر مک گینس، پروفیسور زمین شناسی، نیز متهم است. به عنوان یک کارشناس مواد معدنی او با دانش خواص طلای دروغین آشنایی داشته است.» گفتم: «من ممکن است طلای دروغین و واقعی را اشتباه بگیرم و روی را از نقره تشخیص ندهم، اما مس را به خوبی می شناسم که فلز سرخ رنگی است. پس خانم سیگلر فرد درستکاری است.» هولمز گفت: «اما واتسون، چگالی مس  $8.92 \text{ g/mL}$  است. در حالی که شما در اندازه گیری خود به عدد  $7.14 \text{ g/mL}$ ، برای این فلز اشاره

کردید. پس فلز یادشده نه مس بوده است و نه روی، بلکه مخلوطی از هر دو بوده است. اکنون واتسون عزیز بیاید تا روشی را که ریاضی دان های یونانی و ارشمیدس به کار می بردند بررسی کنیم. آن ها برای پی بردن به این که تاج پادشاه از جنس طلا است یا با نقره جایگزین شده، از ویژگی چگالی فلزها بهره بردند. این کار را نگاه کن.» هولمز به سرعت در دفترچه اش چند معادله نوشت و آن را به من داد.

اگر  $x$  = کسری از مس باشد، آن گاه  $1-x$  = کسری از روی است.

اگر مقدار میانگین  $7/4 \text{ g/mL}$  فرض شود، آن گاه:

$$7/4 = 7/14(1-x) + 8/92(x)$$

$$7/4 = 7/14 - 7/14x + 8/92x$$

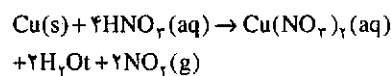
$$0/26 = 1/78x$$

$$x = 0/15 \cong \%15 \text{ Cu } \%85 \text{ Zn}$$

من از روی نوشته ها دریافتم که قطعه فلز داده شده به ساعت ساز  $\%85$  روی دربرداشته، که نسبت به مس ارزان تر است و تنها  $\%15$  آن از مس تشکیل شده است. بنابراین خانم سیگلر هم ساعت ساز را فریب داده بود. با این اندیشه به هولمز نگاه کردم. او که از پرسش های شکل گرفته در ذهن من آگاه بود بی درنگ گفت: «خانم سیگلر که در یک کارخانه ی آب نقره کاری کار می کرد قاعدتاً با روش استفاده از برقکافت برای جدا کردن مس از یک محلول و نشان دادن آن روی قطعه هایی از فلز روی آشنا بوده است. آن چه هنگام انجام آزمایش، در مورد این قطعه فلز دیدید، برای مس بود اما تنها یک لایه ی نازک از آن، که بر روی قطعه ای از فلز روی قرار گرفته بود. این لایه در بیرون قطعه فلز با کلریدریک اسید و سولفوریک اسید واکنش نمی دهد. اما هم این لایه و هم بخش زیر آن یعنی روی، با نیتریک اسید به سرعت وارد واکنش می شود.»

پرسیدم: «و آن گاز قهوه ای عجیب چه بود که همراه با ناپدید شدن فلز تشکیل می شد؟»

کارآگاه زیرک من در دفترچه اش معادله ی این واکنش را نوشت:



سپس گفتم: «نیتروژن دی اکسید گازی سمی است، از این رو من آن را از راه هواکش به بیرون فرستادم. نیتریک اسید یک اکسنده ی قوی است. پس لایه ی بیرونی، یعنی مس و نیز بخش

زیرین یعنی روی را به یون تبدیل می کند. واکنش این اسید با هر دو فلز گاز قهوه‌ای NO<sub>۲</sub> را آزاد می کند. «

پرسیدم: «اگر هر سه نفر، ساعت ساز را فریب داده‌اند چطور می توان فهمید که کدام یک از آن‌ها قصد کشتن او را داشته است؟» هولمز گفت: «باید به خاطر داشته باشیم که این فرد چپ دست بوده زیرا از سمت چپ به سر ساعت ساز ضربه زده است.»

پرسیدم: «آیا به همسرش هم شک دارید؟» هولمز گفت: «نه، او راست دست است و اگر چنین قصدی داشت بی درنگ پلیس را خبر نمی کرد، مگر این که مطمئن می شد که کارش را تمام کرده است.»

گفتم: «پس اکنون ما دو مظنون داریم؛ سیگلر و مک گینس که هر دو چپ دست هستند.»

هولمز گفت: «ساعت ساز هنگام ضربه خوردن تغییر جهت نداده تا با مهاجم رودرو قرار گیرد پس صدای همسرش را نشنیده است. دکتر مک گینس به خاطر هیکل تنومندش به راک<sup>۱</sup> معروف است پس راه رفتن او بوده که روی کف پوش های چوبی قدیمی صداهایی ایجاد کرده است. واتسون، باید مطمئن باشیم که در ساعت ۳ صبح ساعت ساز متوجه این صدا شده، و به سوی آن برگشته است. از آن جا که مهاجم در حال فرار بوده، در مغازه با صدای بلند بسته شده، و خانم ویکرشام را پایین کشانده است.»

در حالی که به هیجان آمده بودم فریاد زدم: «مهاجم، خانم سیگلر بوده است. او به اندازه‌ی مک گینس قوی نبوده و ضربه‌ای که به ساعت ساز خورده قدرت کافی برای کشتن او را نداشته است.»

هولمز گفت: «از آن جا که هر سه نفر، ساعت ساز را فریب داده بودند، همه دارای انگیزه‌ی قتل بوده‌اند. پس ما باید به بیمارستان برویم و به کارمندان بیمارستان اخطار بدهیم. سپس پلیس را برای بازداشت خانم سیگلر به اتهام قتل و کلاه برداری، و آقای مک گینس و ژیلریت را به خاطر کلاه برداری خبر کنیم.» پرسیدم: «اما هولمز، چگونه متوجه شدید که این سه نفر با هم در اقدام به قتل همکاری داشته‌اند؟»

هولمز: «خانم ویکرشام گفت شوهرش پس از آن که متوجه شد فریب خورده، تمام بعد از ظهر را بیرون از خانه گذرانده است. ظاهراً او به اندازه‌ی ساعت، از فلزها هم اطلاعات کاملی داشته است. به هر حال، برای ملاقات هر یک از آن سه

نفر، به زمانی بیش از ۲ ساعت نیاز است. اما تنها یک ملاقات با هر سه زمان زیادی از روز را دربرمی گرفته است. نگرانی من از این است که شاید موردی بسیار پیچیده پیش روی ماست. افزون بر این، ساعت های دست ساز آقای ویکرشام بسیار گران هستند و هر یک از این سه نفر توانایی مالی کافی برای خریدن آن‌ها را ندارند. «هولمز نگاهی به بیرون انداخت و گفته‌هایش را پایان داد: «به بیمارستان رسیده‌ایم. امیدوارم که به موقع رسیده باشیم.»



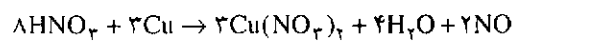
چندماه بعد، هنگامی که به خانه برگشتم، روی طاقچه چشمم به یک ساعت تازه و بسیار زیبا افتاد. هولمز در گوشه‌ای از اتاق روی صندلی نشسته بود و سرگرم مطالعه‌ی مجله‌های شیمی خود بود. پرسیدم: «هولمز، این ساعت باشکوه را از کجا گرفته‌اید؟» هولمز گفت: «از آقای ویکرشام، واتسون عزیز. باید او را به خاطر داشته باشید. او به جای دستمزد، به خاطر کاری که برایش انجام داده بودیم این ساعت دست ساز را به من داد.»

گفتم: «من آن ماجرا را چندین بار با خواندن دفترچه‌ام مرور کردم و برای این ماجراجویی شیمیایی شما، یک عنوان پیدا کرده‌ام؛ شبی که زمان ایستاد. فکر می‌کنم این عنوان مناسب است زیرا ساعت دقیق ساعت ساز به دلیل شکسته شدن، در زمان درست زنگ نزد.»

یادداشت

خلاصه‌ی کار شیمیایی که هولمز انجام داد شامل دو مرحله به این قرار است:

۱- کاهش یافتن نیتریک اسید توسط فلز مس و تولید گاز نیتروژن مونوکسید:



۲- واکنشی که بی درنگ میان نیتروژن مونوکسید و اکسیژن هوا روی می‌دهد و گاز نیتروژن دی‌اکسید تشکیل می‌شود:



1. Maryle bone

2. Rock

Rybolt, T.R, Waddell, T.G. "The chemical adventures of Sherlock Holmes: The case of three", *JAE Chem. Educ.* 2002, 79, 452.



# استفاده از جدول تناوبی؛ ابزاری برای نوشتن آرایش الکترونی

ترجمه ی:  
سلیمان فرهادیان\*

1																	18	
1	2																	2
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca	
11	12											13	14	15	16	17	18	19
Na	Mg	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	
Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		
87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103		
Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr		

## آغاز سخن

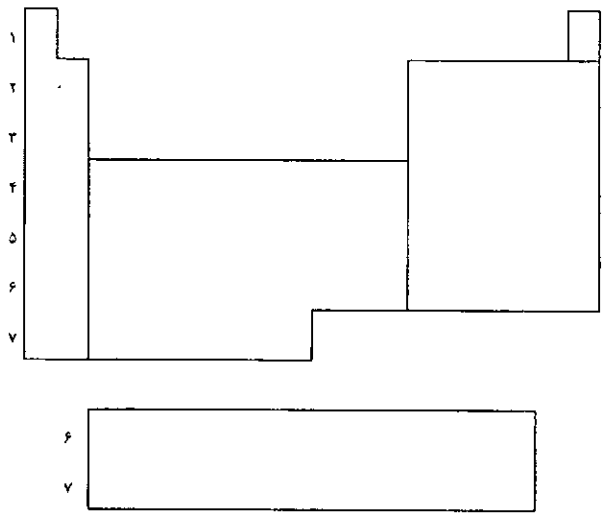
دانش آموز از درک آن‌ها ناتوان است.

در این مقاله، استفاده از جدول تناوبی به عنوان ابزار به خاطر سپاری در نوشتن آرایش الکترونی ارائه شده است. ارتباط میان آرایش الکترونی و خواص شیمیایی عنصرها نیز با ارائه ی چند نمونه به طور خلاصه شرح داده می شود. به کمک فعالیت ارائه شده، بحث ساختار اتم از حالت خشک، خسته کننده و نامفهوم به موضوعی گیرا و قابل فهم تبدیل می شود. به این ترتیب دانش آموزان در هر دو رشته ی تجربی و انسانی می توانند آرایش الکترونی درست هر عنصر را نوشته، معنی درست آن را درک کنند. اجرای این روش به دو جلسه ی درس پنجاه دقیقه ای نیاز دارد. در نخستین جلسه پیش زمینه هایی در مورد آرایش الکترونی ارائه می شود و در جلسه ی دوم، پیاده کردن این شیوه به شکل عملی همراه با نمایش کاربردهای آن انجام می گیرد.

در پنجاه سال گذشته روش های بسیاری برای به خاطر سپاری آرایش الکترونی در شیمی ارائه شده است. از جمله ی این روش ها می توان به توالی حافظه، نمودارهای دو بعدی (مرجع) و اجسام سه بعدی اشاره کرد. از آن جا که ۱۳ روش از میان ۲۱ روشی که برای به خاطر سپاری چگونگی نوشتن آرایش الکترونی ارائه شده است، اختصاصی و منحصر به فرد بوده است، ممکن است نوشتن آرایش الکترونی کار بسیار دشوار و پر زحمتی به نظر برسد. ریک<sup>۱</sup> نشان داد که دانش آموزان در نوشتن آرایش الکترونی، نسبت به درک هدف ها و کاربردهای آن، کم تر دچار مشکل می شوند. از میان همه ی این روش ها، تنها روش ایشینگر و گارفالو<sup>۲</sup> با تفسیر آرایش الکترونی همراه بوده است. اگر روش های به خاطر سپاری ارائه شده شرحی را در بر نداشته باشند، باز هم مدلی نامفهوم خواهند بود که



شماره‌ی تناوب



شکل ۲ جدول تناوبی کوچک برای نشان دادن منطقه‌ی زیرلایه‌های گوناگون

- برای نوشتن آرایش الکترونی ۳۰ عنصر نخست باید ۸ شکلات با یک رنگ داشته باشیم تا الکترون‌های s نمایش داده شوند، ۱۰ شکلات با رنگ دیگر برای نمایش الکترون‌های d و ۱۲ شکلات با یک رنگ متفاوت از دو رنگ دیگر برای نشان دادن الکترون‌های p. شماره‌های هر تناوب در دو شکل ۱ و ۲ نشان داده شده است تا بتوان شماره‌ی تناوب و شماره‌ی لایه را با یک دیگر مقایسه کرد. شماره‌ی گروه یا خانواده در این شکل‌ها وجود ندارد، زیرا کمک چندانی به توضیح آرایش الکترونی نمی‌کند. به هر یک از دانش‌آموزان یک نسخه از این دو شکل داده می‌شود. در این جا می‌توان از شکلات‌ها با مزه، اندازه و شکل‌های گوناگون استفاده کرد. هم چنین می‌توان به جای شکلات، سکه‌های متفاوت نیز به کار برد.

### وسایل مورد نیاز معلم

- یک جدول تناوبی بزرگ که روی دیوار نصب شده است.
- دستگاه پروژکتور و پرده‌ی آن.
- دست کم دو نسخه از شکل‌های ۱ و ۲ در اندازه‌ی ۲۱/۵ × ۲۸cm.
- دست کم ۵ برگ ورقه‌های شفاف برای نوشتن آرایش الکترونی عنصرهای مورد نظر.
- دست کم ۳ مازیک اورهد با رنگ‌های گوناگون برای رسم نقطه‌هایی در شکل ۱ و ۲ که نشان دهنده‌ی الکترون‌های s، p و d هستند.

### جدول تناوبی، یک ابزار به خاطر سپاری

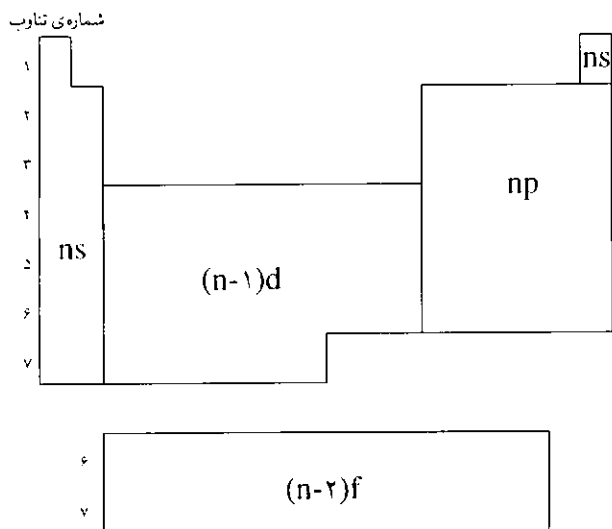
در جلسه‌ی دوم تدریس، از وسایل یاد شده استفاده می‌شود. برای نتیجه‌گیری بهتر، می‌توان نوشتن آرایش الکترونی را به صورت یک بازی اجرا کرد. برندگان این بازی کسانی هستند که مفهوم‌های آرایه شده را بهتر درک کرده‌اند.

در آغاز، از شکل ۱ به عنوان صفحه‌ی بازی استفاده می‌کنیم. دانش‌آموزان این شکل را روی میز خود قرار می‌دهند. نسخه‌ای از همین شکل، روی کاغذ شفاف، روی پروژکتور اورهد قرار داده می‌شود. هر خانه از جدول تناوبی یک جای خالی را نشان می‌دهد و هیدروژن، نقطه‌ی آغاز بازی است. هر شکلات نماینده‌ی یک الکترون است و به عنوان مهره‌ی بازی به کار می‌رود.

با افزایش عدد اتمی از هیدروژن تا عنصر مورد نظر، یک الکترون در هر خانه قرار می‌دهیم. چنان‌که اشاره شد همه‌ی الکترون‌های s با یک رنگ، الکترون‌های p و d نیز با دو رنگ متفاوت از یک دیگر نشان داده می‌شوند. هنگامی که دانش‌آموزان در هر خانه یک الکترون قرار می‌دهند، معلم نیز یک نقطه‌ی رنگی روی هر کدام از خانه‌های نسخه‌ی روی اورهد رسم می‌کند.

با استفاده از این روش آرایش الکترونی ۱۰ عنصر نخست و نیز چند عنصر دیگر را می‌نویسیم. سپس آرایش رسم شده با این روش را با آرایشی که پیش از این به کمک نمودار آفبا نوشته بودیم مقایسه می‌کنیم. دانش‌آموزان درمی‌یابند که هر یک از این روش‌ها به نتیجه‌ی یکسانی می‌انجامد. بنابراین، شکل ۱ به عنوان ابزاری برای به خاطر سپردن و نوشتن آرایش الکترونی در نظر گرفته می‌شود.

پس از آن که دانش‌آموزان به اندازه‌ی کافی تمرین کردند، مهره‌های بازی را در بسته‌ی خودشان می‌گذاریم. سپس بخش‌های گوناگونی را که در شکل ۲ دیده می‌شوند با بخش‌های مشابه در شکل ۱ مقایسه می‌کنیم. آن‌چه که در شکل ۲ یادداشت می‌شود آن را به صورت شکل ۳ درمی‌آورد. برای نمونه، بیش‌تر دانش‌آموزان درمی‌یابند که دو ستون نخست (سمت چپ) جدول تناوبی مربوط به پر شدن زیرلایه‌ی s است. پس حرف s را در این بخش از جدول، در شکل ۲، می‌نویسند. هم چنین آن‌ها پی می‌برند که بخش میانی این شکل به زیرلایه‌ی d مربوط است و شش ستون سمت راست در همین شکل با زیرلایه‌ی p ارتباط دارد. بنابراین همه‌ی بخش‌های نشان داده شده در شکل ۲، با حرف مناسب با خود پر می‌شود. هم چنین در شکل ۱، شماره‌ی لایه و شماره‌ی تناوب در بخش‌های مربوط به s و p با هم مقایسه می‌شوند و دانش‌آموزان متوجه



شکل ۲ جدول تناوبی که منطقه ی زیرلایه های

برای نوشتن آرایش الکترونی هر عنصر است.

### نتیجه گیری

در این نوشتار، یک نگرش متداول درباره ی نوشتن آرایش الکترونی، به یک فعالیت کلاسی سرگرم کننده تبدیل شده است که در آن از جدول تناوبی به عنوان صفحه ی یک بازی و از شکلات به عنوان مهره های بازی استفاده می شود. استفاده از شکلات به دانش آموزان کمک می کند تا تصویری از الکترون - به عنوان چیزی مبهم، لمس ناپذیر و مرموز - داشته باشند. از آنجا که بیش تر دانش آموزان با بازی و شکلات آشنا هستند علاقه مندند که در این بازی شرکت کنند و از این راه با یکی از مفاهیم های مهم در شیمی آشنا می شوند. مدل سازی، تمرین و شبیه سازی، به آن ها اجازه می دهد تا از جدول تناوبی در نوشتن آرایش الکترونی بهره گیرند و ارتباط آن را با خواص شیمیایی هر عنصر دریابند.



\* دبیر شیمی منطقه ی ۱۵ تهران

1. Rieck

2. Eichinger & Garofalo



Mabouk, S.T., "The periodic table as a mnemonic device for writing electronic configurations", *J. chem. Educ.* **2003**, *80*, 894.

می شوند که شماره ی لایه و شماره ی تناوب با هم برابرند. پس در شکل ۲ در کنار «شماره ی تناوب» می نویسند: « $n =$ » و در کنار  $p$  و  $s$  هم یک  $n$  می گذارند. شماره ی لایه های  $d$  و  $f$  نیز با شماره ی تناوب مقایسه می شود. دانش آموزان درمی یابند که شماره ی بخش  $d$  یک واحد، و شماره ی بخش  $f$  دو واحد از شماره ی تناوب کم تر است. بار دیگر همه ی این نتیجه گیری ها در شکل ۲ یادداشت می شود و آن را به صورت شکل ۳ درمی آورد.

پس از آن که مشاهده ها با توجه به مدل یاد شده یادداشت شد، چگونگی تنظیم عنصرها در جدول تناوبی توضیح داده می شود. دانش آموزان آرایش الکترونی عنصرهای یک گروه (ستون) از جدول را با هم مقایسه می کنند و به این نتیجه می رسند که این عنصرها آرایش الکترونی مشابهی دارند. به آن ها یادآوری می کنیم که آرایش الکترونی بر رفتار شیمیایی و پیوند در این عنصرها اثرهای بسیار دارد و این دو مورد از جمله انگیزه های ما برای تنظیم جدول تناوبی است. آن ها بعدها در بحث پیوندها و فعالیت شیمیایی این شباهت ها را بهتر درک می کنند. بنابراین تدریس آرایش الکترونی به کمک این مدل، نه تنها مفهوم لایه و زیرلایه را سازمان می دهد بلکه سبب می شود که این گونه مفهوم ها هدفمند شوند.

پس از آن، شکل ۳ همراه با الکترون های تعیین شده برای رسم آرایش الکترونی ۱۰ عنصر نخست و چند عنصر دیگر مورد استفاده قرار می گیرد. بار دیگر بازی را از هیدروژن از سر بگیرد و با قرار دادن یک الکترون ادامه دهید تا به عنصر تعیین شده برسید. با مقایسه میان آرایش الکترونی به دست آمده از نمودار آقا، شکل ۱ و شکل ۳ دانش آموزان درمی یابند که هر سه ی این روش ها نتایج یکسانی را در پی دارند. این امر اعتماد آن ها را به جدول تناوبی به عنوان یک ابزار به خاطر سپاری در رسم آرایش های الکترونی تقویت می کند.

جهت تأکید بر نوشته های شکل ۳، دانش آموزان با هم بخش های گوناگون جدول و نام زیرلایه ها را از بر می خوانند و ارتباط میان شماره ی تناوب و شماره ی لایه را برای هر زیرلایه یادداشت می کنند. این کار آن ها را یاری می کند تا این مدل ها را آسان تر به خاطر بسپارند.

در پایان، برخی از عنصرها را به طور دلخواه برمی گزینیم و از دانش آموزان می خواهیم تا آرایش الکترونی آن ها را به کمک جدول تناوبی استاندارد و مدل هایی که به خاطر سپرده ایم، بنویسند. هنگامی که درس به پایان می رسد، بیش تر دانش آموزان باور پیدا کرده اند که جدول تناوبی یک ابزار مناسب



# پرسش‌های مفهومی در شیمی

ترجمه‌ی، مرضیه جعفری مذهب

تا دانش‌آموزان را به فعالیت بیش‌تر وادار کرده، بازدهی آن را بررسی کنند. در این مقاله به چند نکته‌ی مهم و ضروری اشاره می‌کنیم که باید هنگام استفاده از آزمون‌های مفهومی در کلاس‌های کم‌جمعیت (با ۱۵ دانش‌آموز) به آن‌ها توجه شود. هنگام استفاده از آزمون‌های مفهومی در کلاس‌های

کم‌جمعیت به چه نکته‌هایی توجه کنیم؟

کلاس مورد آزمایش در این بررسی، یک کلاس شیمی عمومی در ترم چهارم بود که معمولاً به وسیله‌ی دانش‌آموزان رشته‌های شیمی و زیست‌شناسی، پس از گذراندن دو نیم‌سال شیمی آلی گرفته می‌شود. در بهار سال ۲۰۰۱، کلاسی ۱۵ دانش‌آموز داشت. در این کلاس، آزمون‌های مفهومی در اختیار دانش‌آموزان قرار گرفت. افزون بر این، آموزگار در برخی موارد توضیح‌هایی هم در مورد آزمون‌ها می‌داد. در برخی روزها، یک یا دو آزمون و در روزهای دیگر، روی ۴ یا ۵ آزمون کار می‌شد. پس از گذشت دو جلسه از کلاس، برتری‌های استفاده از این روش آشکار شد و تا پایان آن نیم‌سال این روش مورد استفاده قرار گرفت. کلاس به محیطی فعال و پرتحرک تبدیل شده بود و دانش‌آموزانی که پیش از آن تنها در کلاس، به درس گوش

برداشت ما از دانش‌آموز فعال، دانش‌آموزی است که به موقع سر کلاس‌ها حاضر شود، به دقت به گفته‌های آموزگار توجه کرده، در گفت‌وگوها شرکت کند، تمرین‌ها را با دقت حل کرده، سعی کند درس را در کلاس فراگیرد. اما آیا می‌توان نقش آموزگار و روش تدریس وی را در ایجاد انگیزه در دانش‌آموزان نادیده گرفت؟ «تاد ویمپف هایمر»<sup>۱</sup> آموزگاری است که به اجرای روشی تازه در کلاس‌های درس با تعداد متفاوت از دانش‌آموزان پرداخت تا اثر این روش را در فعال‌تر کردن دانش‌آموزان در کلاس بررسی کند.

هم‌اکنون روش‌های فراگیری فعال در دانش‌آموزان، در کلاس‌های درس کالج پیاده می‌شود. یکی از این روش‌ها، استفاده از «آزمون‌های مفهومی» است که برای نخستین بار در نیمه‌ی دهه‌ی ۱۹۹۰ توسط مازور<sup>۲</sup> به کار گرفته شد و هنوز هم کاربرد دارد. در این روش، دانش‌آموزان به تنهایی به پرسش‌های چندگزینه‌ای پاسخ می‌دهند. سپس در مورد پاسخ‌های خود با دیگر دانش‌آموزان گفت‌وگو کرده، دوباره به تنهایی پاسخ‌ها را بررسی می‌کنند. بیش‌تر آموزگاران، آزمون‌های مفهومی را در کلاس‌های پرجمعیت (با ۱۰۰ تا ۳۰۰ دانش‌آموز) به کار برده‌اند



می دادند و جزوه می نوشتند، بیش تر به کار واداشته شدند. در این نیم سال غیبت دانش آموزان در مقایسه با کلاس های گذشته کاهش یافت. یک ارزیابی از دانش آموزان نشان داد که آن ها برای کسب تجربه های لذت بخش، بیش تر در کلاس تمایل نشان داده اند.

نتایج به دست آمده در کلاس های پرجمعیت، چگونگی عملکرد آن ها را نشان می داد؛ اما در کلاس های کم جمعیت تر (با ۱۵ دانش آموز) شرایطی به وجود آمده بود که در کلاس های پر جمعیت دیده نمی شد. در کلاس های کم جمعیت، دانش آموزان در آغاز بسیار کم رو بودند. در این کلاس ها اگر یک دانش آموز برخلاف اکثریت کلاس، به پرسشی اشتباه پاسخ می داد، نمی توانست پاسخ اشتباه خود را پنهان کند، اما در یک کلاس پرجمعیت تر این کار به آسانی امکان پذیر بود. برخی از دانش آموزان تمایل داشتند به طور پنهانی بدانند که دوستانشان چگونه به پرسش ها پاسخ داده اند و در این زمینه «تاد» به نکته ی قابل توجهی پی برد: در حل این تمرین ها، تقریباً صد در صد کلاس شرکت داشتند. در طول این نیم سال، هر دانش آموز به هر پرسش دو بار پاسخ می داد. این دانش آموزان، بیش تر از زمانی که یک کنفرانس ارابه می دادند، در گفت و گو شرکت می کردند.

نکته ی دیگری که هنگام گفت و گوها مشخص شد، این بود که برخی از دانش آموزان میل داشتند بدانند که یک یا دو نفر از «بهترین» دانش آموزان چگونه به پرسش ها پاسخ داده اند، بدون این که واقعاً روی آن تمرین فکر کرده باشند. این پدیده در یک محیط کوچک که هر کس می تواند صدای دیگری را با اندک تلاشی بشنود، ذاتی است. این مسأله هنگامی که بهترین

دانش آموزان چند پرسش را بدون پاسخ گذاشتند، آشکار شد، چرا که دانش آموزان دیگر نیز، همان پرسش ها را رها کردند. شگفت آور آن که دانش آموزان دیگر، پاسخ ندادن به آن پرسش ها را بهتر از پاسخ نادرست دادن به آن ها می دانستند.

نتایج مثبت زیادی در این کلاس های کم جمعیت ظاهر شد. دانش آموزان به پرسش های چندگزینه ای پاسخ می دادند. با این روش، تصحیح و شمارش پاسخ ها برای آموزگار به مراتب راحت تر از تصحیح پرسش های تشریحی بود. نتیجه ی مثبت دیگر این بود که وقتی از دانش آموزان خواسته می شد که استدلال خود را ارایه دهند دانش آموزان دیگر به دقت به گفته های وی گوش می دادند، درحالی که گاهی در یک سالن کنفرانس مهم، شنوندگان با چنین علاقه ای به گفته ها توجه نمی کنند. هم چنین در پایان نیم سال، هر دانش آموز، دست کم یک بار پاسخ خود را ارایه داده بود، چرا که تعداد کم دانش آموزان اجازه ی رسیدگی روزانه به آن ها را برای آموزگار آسان تر می کرد.

با وجود تصویرهای اولیه ی «تاد»، استفاده از آزمون های مفهومی روش خوبی برای فعال کردن دانش آموزان در کلاس های کم جمعیت بود. این روش نه تنها در مشارکت دادن دانش آموزان در گفت و گوها نقش بسزایی داشت، بلکه نتیجه ی مهم تر آن بود که مطالب درسی در کلاس، بهتر درک می شد.

نکته ی دیگری که هنگام گفت و گوها مشخص شد، این بود که برخی از دانش آموزان میل داشتند بدانند که یک یا دو نفر از «بهترین» دانش آموزان چگونه به پرسش ها پاسخ داده اند، بدون این که واقعاً روی آن تمرین فکر کرده باشند. این پدیده در یک محیط کوچک که هر کس می تواند صدای دیگری را با اندک تلاشی بشنود، ذاتی است. این مسأله هنگامی که بهترین

1. Wimpfheimer, T.
2. Mazur

Wimpfheimer, T., "Chemistry conceptests: considerations for small class size", *J. Chem. Educ.* 2002, 79, 592.



# نمونه پرسش های شیمی امتحان های نهایی دوره ی اول متوسطه ی GCSE انگلستان

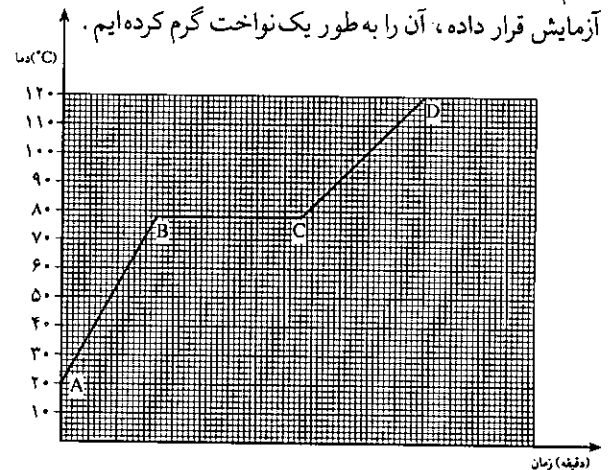
گردآوری و ترجمه:

سیدمرتضی خلخال

واحد C

ذره ها، واکنش ها و معادله ها

۱. این معادله درباره ی تغییر حالت یک ماده ی خالص هنگام گرم کردن است. مقداری از ماده ی خالص را در یک لوله ی آزمایش قرار داده، آن را به طور یک نواخت گرم کرده ایم.



(آ) نقطه ی ذوب این جسم چه قدر است؟

(ب) در کدام بخش از نمودار، جسم کاملاً مایع است؟

(پ) شکل نمودار را توجیه کنید.

دانسته های خود را درباره ی انرژی و نیروهای میان ذره ای

به کار برید.

OCR 1999

۲. جان دالتون، شیمی دان نام دار انگلیسی، ۲۰۰ سال پیش

می زیست. او فهرستی از مواد را تدارک دید که به پندار او عنصر

بودند. او نمادهایی برای این عناصرها پیشنهاد کرد. در این جا

تصویری از فهرست پیشنهادی او دیده می شود.

(آ) هم اکنون می دانیم که برخی از مواد ارایه شده در جدول،

هیدروژن

استرانسیم

نیتروژن

باریت

کربن

آهن

اکسیژن

روی

فسفر

مس

گوگرد

سرب

منیزیم

نقره

آهک

طلا

ترکیب سدیم دار

پلاتین

ترکیب پتاس دار

جیوه

عنصر هستند (مانند هیدروژن، کربن، اکسیژن و روی). نام دو ماده ی دیگر این جدول را بنویسید که هم اکنون به عنوان عنصر شناخته شده اند.

(ب) در این جا سه نوع ترکیب ارایه می شود که حامل نمادهای دالتون اند. نام این ترکیب ها را بنویسید.



(پ) دالتون باور داشت که:

(۱) همه ی عناصرها از اتم تشکیل یافته اند.

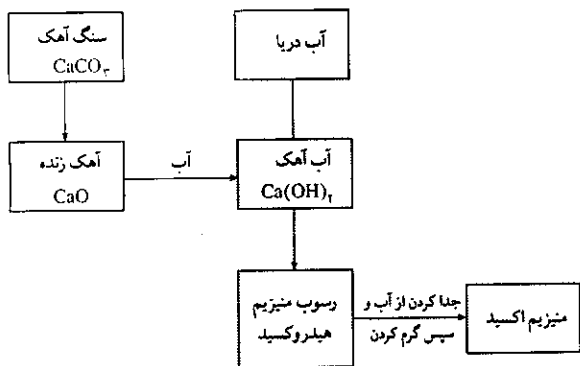
(۲) اتم ها را نمی توان به ذره های کوچک تر تجزیه کرد.

هم اکنون می دانیم که اتم ها در برگیرنده ی ذره های کوچک تری

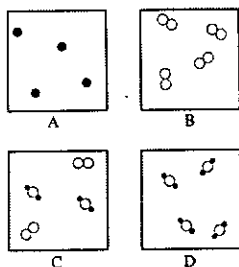
نیز هستند. ساختار یک اتم هم چون کربن را توصیف کنید.

۳. (آ) شکل های زیر ذره های موجود در چهار نمونه گاز را

۵. آب دریا در برگیرنده یون های منیزیم است. می توان منیزیم اکسید را این چنین تهیه کرد:



نشان می دهند. هر دایره نمایانگر یک اتم است. دایره هایی که اندازه ی یکسان دارند، نمایانگر اتم های یکسان هستند.



کدام شکل نمایانگر هریک از مواد زیر است؟

(۱) اکسیژن،  $O_2$

(۲) بخار آب،  $H_2O$

(۳) مخلوطی از گازها

(۴) یک گاز تک اتمی

(آ) نام شیمیایی سنگ آهک، آهک زنده و آب آهک را بنویسید.  
(ب) یک معادله ی کلامی برای بیان اثر گرما بر سنگ آهک بنویسید.

(پ) معادله ی شیمیایی موازنه شده ی اثر آب بر آهک زنده را بنویسید.

(ت) چگونه می توان منیزیم هیدروکسید را از آب دریا جدا کرد؟

(ث) راهی برای جداسازی منیزیم از منیزیم اکسید پیشنهاد کنید.

AQA 2000

۶. این نوشته در یک روزنامه ی محلی در سال ۱۹۹۷ درج شده است. آن را بخوانید و به پرسش ها پاسخ دهید.

گازها و بخارهای هراس انگیز در کارخانه

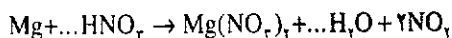
کارگران با شنیدن صدای آژیر خطر شیمیایی، ناگزیر از کارخانه فرار کردند. پس از آن که یک گاز سمی فضای کارخانه را فرا گرفت، ساختمان تخلیه شد. این رویداد زمانی اتفاق افتاد که نیتریک اسید اتفاقاً به اطراف پاشید و پیرامون فلز منیزیم ریخت...

(آ) منظور از «سمی» چیست؟

(ب) اثر نیتریک اسید پیرامون فلز منیزیم، بیش از اثر آن برمیله ای از این فلز است. چرا؟

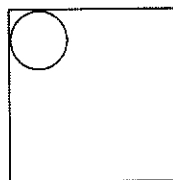
(پ) مقدار زیادی آب روی فلز منیزیم و نیتریک اسید ریخته شد تا از شدت واکنش آن ها بکاهد. از دیدگاه ساختار ذره ای، علت کاهش سرعت واکنش را بیان کنید.

(ت - ۱) معادله ی واکنش میان منیزیم و نیتریک اسید چنین است. آن را موازنه کنید:



(۲) گاز سمی نیتروژن دی اکسید  $NO_2$  بود. جرم گاز حاصل از اثر ۹۶g فلز منیزیم را بر مقدار کافی نیتریک اسید پیدا کنید. (جرم اتمی نسبی  $O=16$ ،  $N=14$ ،  $Mg=24$ ).

(ب) شکل زیر را در ورقه ی امتحانی خود بکشید. در آن دایره هایی رسم کنید که نمایانگر آرایش ذره های یک جسم جامد باشند. یک ذره برای شما رسم شده است.

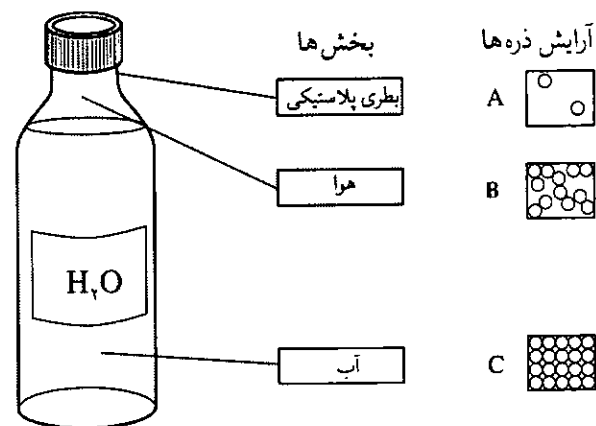


(پ) چگونگی آرایش و حرکت ذره های یک جسم جامد را به هنگام گرم و تبدیل شدن به مایع، توصیف کنید.

Edexcel/666

۴. بطری های آب آشامیدنی در همه ی نقاط جهان به فروش می رسند.

آرایش ذره های A، B یا C، به کدام یک از سه بخش نام گذاری شده در شکل زیر مربوط است؟

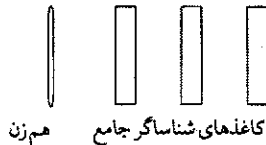
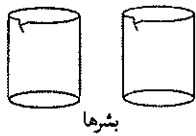
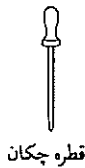
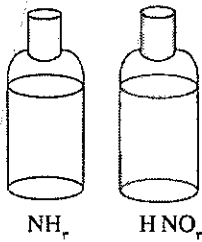


- ۱- تعداد اتم های نیتروژن در آمونیوم نیترات چه قدر است؟  
 ۲- جرم مولکولی  $NH_4NO_3$  چه قدر است؟  
 (جرم های اتمی نسبتی:  $H=1$ ،  $N=14$ ،  $O=16$ )



پ) آمونیوم نیترات را از واکنش خنثی کردن نیتریک اسید با محلول آبی آمونیاک تولید می کنند.

۱) با استفاده از این مواد و وسایل، چگونه می توان یک محلول نسبتاً خنثای آمونیوم نیترات تهیه کرد؟



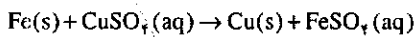
۲) یک معادله ی موازنه شده برای واکنش نیتریک اسید و آمونیاک که به تولید آمونیوم نیترات منجر می شود بنویسید.

AQA/2000

۹. پساب یک کارخانه در برگیرنده ی آثاری از مس (II) سولفات است. معمولاً مس را از این محلول باز پس می گیرند. پس از تصفیه های اضافی، آب راروانه ی یک رودخانه می کنند. (آ) یک دلیل برای زدودن مس از آب ارایه دهید.

ب) برای باز یافت مس، مقداری براده ی آهن در محلول مس (II) سولفات می ریزند.

واکنش انجام یافته به این قرار است:

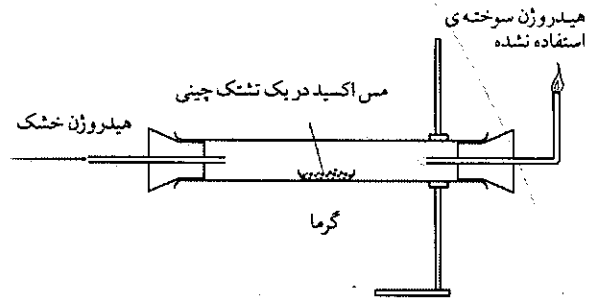


۱) چگونه مس جامد را از محلول می زدانند؟  
 ۲) چرا براده ی آهن سریع تر از تکه های فلز آهن واکنش می دهد؟  
 ۳) جرم بیشینه ی مس را که می توان با مصرف یک تن آهن بازیابی کرد، محاسبه کنید.

(جرم های اتمی نسبتی:  $Ca=64$ ،  $Fe=56$ )

OCR/2000

۷. مس اکسید با هیدروژن واکنش می دهد. هیدروژن با اکسیژن این جسم ترکیب می شود و مس را آزاد می کند. مقداری مس اکسید که طی یک آزمایش درون یک تشتک کوچک قرار گرفته، در یک لوله جای داده شده است. گاز هیدروژن از روی مس اکسید داغ عبور داده شد تا آن که



مس اکسید کاملاً به مس تبدیل شود. دستگاه به کار رفته، به این شکل است:

آ) در فرایند تبدیل مس اکسید به مس، چه تغییرهایی در آن دیده می شود؟

پاسخ درست را برگزینید:

«خنثی می شود، اکسید می شود، کاهش می یابد»

ب- ۱) در این جا با یافته های یک آزمایش آشنا می شوید. مقدار دو مورد پایانی را مشخص کنید.

جرم بوته ی چینی خالی =  $10/0g$

جرم بوته ی چینی و مس اکسید قبل از گرم کردن =  $17/2g$

جرم بوته و مس پس از گرم کردن =  $16/4g$

جرم مس اکسید پیش از گرم کردن =  $7/2g$

جرم مس پس از گرم کردن = .....

جرم اکسیژن زدوده شده = .....

۲) مقدار اکسیژن مورد نیاز برای واکنش با  $64g$  مس را تعیین کنید.

۳) فرمول این اکسید چیست؟ پاسخ شما باید چگونگی رسیدن به این فرمول را نشان دهد.

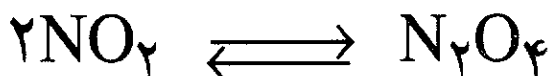
OCR/2000

۸. با افزایش نرخ رشد جمعیت در جهان، نیاز به کود شیمیایی بیش تر می شود.

آ) توضیح دهید چه نوع کود شیمیایی، و برای برطرف کردن کدام نیاز به کار می رود؟

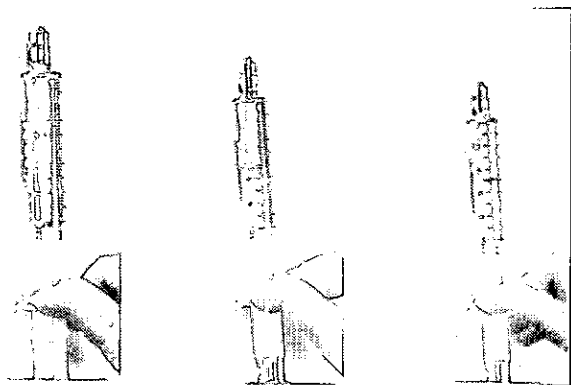
ب) چرا اندازه ی نیتروژن در کود اهمیت دارد؟

# نگاهی دقیق تر بر واکنش تعادلی



## یک اشتباه متداول در کتاب‌های درسی

ترجمه‌ی، افسانه امیری\*



طراحی هوشمندانه‌ی آزمایش‌ها و اجرای مشاهده‌های غیرقابل پیش‌بینی و توجیه و استدلال دقیق، باعث ایجاد علاقه، انگیزه و افزایش دانستنی‌های علمی در دانش‌آموزان می‌شود.

در کتاب‌های شیمی عمومی و هم‌چنین کتاب‌های شیمی و آزمایشگاه شیمی سال سوم دبیرستان در فصل مربوط به بررسی تعادل‌های فیزیکی و شیمیایی، تعادل مخلوط‌گازی  $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$  به بحث گذاشته شده است. با این‌که آزمایش‌های ساده و متعدد دیگری برای بررسی موقعیت تعادل موجود است، اما از آن‌جا که در این آزمایش، واکنش به خوبی با تغییر دما یا حجم (در نتیجه‌ی تغییر فشار) به سمت راست یا چپ جابه‌جا می‌شود، آزمایش جالب و مناسبی برای شرایط معمولی آزمایشگاهی است.

در آغاز بحث مناسب است که بنابه گفته‌های کتاب درسی به شرح کلی آزمایش پردازیم.

### روش کار

۱- در یک لوله‌ی آزمایش، یک سیم نازک مسی ۲ گرمی قرار دهید و به آن ۱ mL نیتریک اسید غلیظ بیفزایید.

۲- لوله‌ی آزمایش را به یک سرنگ وصل کنید. هنگامی که فلز مس به طور کامل حل شد و بیرون آمدن گاز به صورت حباب

پایان گرفت، مشاهده می‌کنید که محل پیستون ثابت می‌ماند. در این هنگام سرنگ را از لوله‌ی آزمایش جدا کنید.

۳- پس از بستن سرپوش سرنگ، پیستون را به درون فشار دهید. چه تغییری در رنگ مایع درون سرنگ مشاهده می‌کنید؟

۴- پیستون را بیرون بکشید. مشاهده‌های خود را یادداشت کنید و علت را توضیح دهید.

۵- سرنگ را در آب یخ فرو ببرید. چه تغییری در رنگ مایع درون آن روی می‌دهد؟

۶- سرنگ را با احتیاط در آب داغ فرو ببرید، چه تغییری مشاهده می‌کنید؟

در واقع، در این واکنش تبدیل گاز قهوه‌ای پررنگ نیتروژن دی‌اکسید در اثر تراکم، به گاز قهوه‌ای کم‌رنگ نیتروژن تراکسید و تعادل بین آن‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

### سینتیک سیستم تعادلی $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$

نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که واکنش تجزیه‌ی  $N_2O_4$  به  $2NO_2$  حتی در دمای اتاق نیز بسیار سریع است و بررسی چنین واکنش‌هایی، با روش‌های کلاسیکی امکان‌پذیر نیست. چون اغلب، زمان آسایش (برگشتن به حالت تعادل) بسیار کوتاه‌تر از زمان مخلوط شدن است، به کمک روش‌هایی که برای بررسی واکنش‌های سریع وجود دارد، ثابت سرعت مرتبه‌ی اول با استفاده از روش جذب فراصوت در دماهای  $25^\circ C$ ،  $30^\circ C$  و  $35^\circ C$  به ترتیب  $1.05 \times 10^{-5} s^{-1}$ ،  $1.7 \times 10^{-5} s^{-1}$  و  $2.4 \times 10^{-5} s^{-1}$  گزارش شده است.

پس سرعت تجزیه‌ی  $N_2O_4$  کم‌تر از  $10$  میکروثانیه است. واکنش در جهت وارونه، یعنی دایمر شدن  $NO_2$ ، از واکنش نخست نیز بسیار سریع‌تر است و زمان آسایش برای سیستم  $A \xrightarrow{k_1} 2B$  برابر با  $\tau = \frac{1}{k_1 + 2k_2[B]}$  است که در آن،  $k_1$  و  $k_2$  ثابت‌های سرعت به ترتیب واکنش‌های تجزیه و ترکیب هستند. پس برای برآورد کردن میزان  $\tau$  در دمای اتاق با توجه به این

$$\text{که } K_p = \frac{P_{(NO_2)}^2}{P_{(N_2O_4)}} = 0.10 \text{ خواهیم داشت:}$$

$$P_{\text{کل}} = P_{NO_2} + P_{N_2O_4} = 1 \text{ atm}$$

اگر  $P_{NO_2}$  تقریباً  $0.3 \text{ atm}$  باشد، ثابت سرعت مرتبه‌ی دوم برای واکنش دایمر شدن،  $k_2 = \frac{k_1}{K_p} = 1.0^6 \text{ atm s}^{-1}$  خواهد بود. در نتیجه داریم:  $\tau = \frac{1}{k_1 + 4k_2} \approx 10^{-6}$ ، یعنی واکنش در زمانی برابر با یک میکروثانیه به تعادل می‌رسد بنابراین بررسی پیشرفت واکنش در مخلوط  $NO_2$  و  $N_2O_4$  در پیستون، با چشم غیرمسلح ممکن نیست. اما این نتیجه برخلاف توضیح‌های معمولی است که برای آزمایش یاد شده ارایه می‌شود. زیرا راندن سرنگ به درون آن، هر چقدر هم سریع باشد، نمی‌تواند در زمانی حدود یک میکروثانیه انجام گیرد. پس برای توجیه واکنش، باید تفسیر دقیق‌تری داشته باشیم.

در کتاب‌های درسی، گفته می‌شود که تیره شدن سریع گاز فشرده شده در نتیجه‌ی کاهش حجم آن است. اما این، تنها دلیل ممکن نیست.

به خوبی می‌دانیم که بسیاری از گازها در دمای محیط بر اثر فشرده شدن، گرم می‌شوند. این امر زمانی که لاستیک دوچرخه را با پمپ‌های دستی باد می‌کنیم، به روشنی دیده می‌شود. از این رو نمی‌توان پیستون را در دمای ثابت متراکم کرد. هم‌چنین می‌دانیم که  $K_p$ ، تابع دما است و وارد شدن گرما، به هر اندازه که باشد، سبب جابه‌جایی تعادل می‌شود. از آن‌جا که پیوند  $N-N$  در  $N_2O_4$  سست (انرژی پیوند از  $60 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$  کم‌تر است) است و شکستن پیوند  $N-O$  در  $NO_2$  به انرژی حدود  $300 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$  نیاز دارد، پس توجیه کیفی آزمایش بسیار ساده می‌شود.

هم‌چنان که پیستون به درون سرنگ پیش می‌رود، حجم مخلوط گاز کاهش، و دمای آن افزایش می‌یابد. پس دو عامل، یعنی افزایش دما و کاهش حجم باعث می‌شود که غلظت  $NO_2$  افزایش یابد و مخلوط، قهوه‌ای پررنگ شود و در پی آن در همین آزمایش، سرد کردن سرنگ باعث می‌شود که تعادل به سمت تولید بیش‌تر  $N_2O_4$  رفته، رنگ مخلوط به تدریج زرد کم‌رنگ شود. نتایج عملی گزارش شده در جدول ۱ این نتیجه را تأیید می‌کند.

	T (K)	$P_{(NO_2)}$ atm	$n_{(NO_2)}$ mol	$P_{(N_2O_4)}$ atm	$n_{(N_2O_4)}$ mol
مخلوط اولیه	298	0.312	0.0128	0.688	0.0282
درست پس از تراکم	311	0.719	0.0141	1/4.3	0.0275
حالت نهایی	298	0.456	0.00923	1/4.62	0.0299

#### جدول ۱

پس رنگ مخلوط در این آزمایش به عوامل مؤثر در دما و حجم سیستم واکنش بستگی دارد. یعنی به محکم بودن سرپوش سرنگ، دمای محیط، جنس جداره‌های سرنگ و ضخامت آن. این همه، از عوامل مهم انتقال گرما در سیستم یاد شده، به شمار می‌روند.



عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران مرکزی





# آموزش شیمی در جهان امروز

## کلاس

ترجمه، افسون رضایی

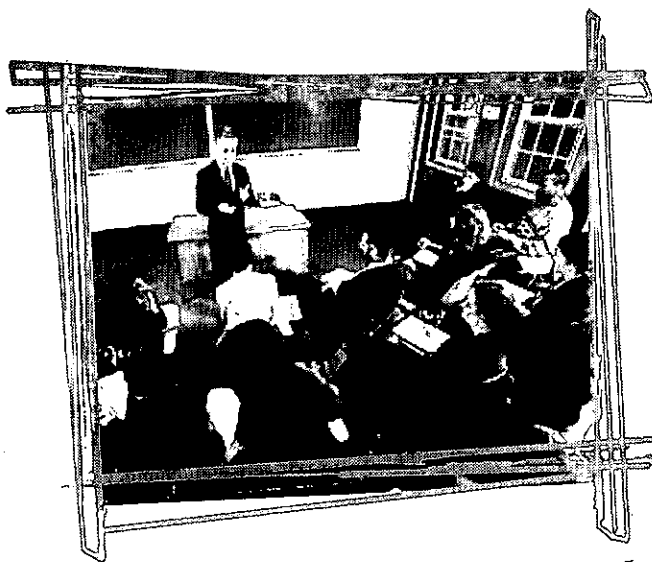
به تصویر کشیدن مفاهیم به کمک ابزارهای ساده

- توضیح مفهوم واکنش دهنده‌های محدودکننده، تنها به کمک واژه‌ها کار دشواری است. سوزان یوکام<sup>۱</sup>، به کمک تعدادی مهره نشان می‌دهد که چگونه اتم‌ها و مولکول‌ها دستخوش تغییرهای شیمیایی می‌شوند.

- جرج هاگ<sup>۲</sup> با استفاده از دو ظرف شیشه‌ای ۲۲ لیتری (یکی برای واکنش دهنده‌ها و دیگری برای فرآورده‌ها)، و دو بشر با اندازه‌های متفاوت، تعادل‌های رنگی را به نمایش می‌گذارد. ظرف مربوط به واکنش دهنده‌ها محتوی آب و رنگ خوراکی زرد است و ظرف مربوط به فرآورده‌ها، آب و چند قطره رنگ خوراکی آبی را در بر دارد. دو دانش‌آموز داوطلب می‌شوند تا با انتقال آب از یک ظرف به ظرف دیگر، تبدیل برگشت‌پذیر واکنش دهنده به فرآورده را انجام دهند. دانش‌آموزان دیگر، باید هنگام برقراری حالت تعادل دینامیک، پایان آزمایش را اعلام کنند. این آزمایش دانش‌آموزان را به گفت‌وگو درباره‌ی تعادل‌ها علاقه‌مند می‌کند. هم‌چنین، از آن‌جا که هنگام انجام آزمایش، دو دانش‌آموز داوطلب شده کمی خیس می‌شوند، هم‌سطح شدن آب هر دو ظرف و سبزرنگ بودن هر دوی آن‌ها، مفهوم تعادل را بیش‌تر برای دانش‌آموزان روشن می‌کند. حال می‌توانیم از آن‌ها بخواهیم تا

هنگامی که یک سال تحصیلی دیگر به پایان می‌رسد و شما چهره‌های خندان دانش‌آموزانتان را درحالی می‌بینید که با درس‌هایی ارزشمند، عطش فراگیری دانش را در خود سیراب کرده‌اند، یا از برخی دروس ناامیدکننده به صورت خاطره‌ای یاد می‌کنند، چه احساسی دارید؟ بهتر است در این حال، در اندیشه‌ی بهره‌بردن از تابستان باشید و با بررسی دقیق مسایل و روش‌های ارائه شده در مجله‌ی Chem 13 News، برای سال تحصیلی آینده برنامه‌ریزی کنید.

در شماره‌ی اکتبر سال ۱۹۹۹ این مجله، از رگ فریزن<sup>۱</sup> به عنوان یک معلم شیمی موفق قدردانی شده است. او پایه‌گذاری این مجله و ویراستاری آن را نیز در سال‌های ۱۹۶۸ تا ۱۹۸۶ به عهده داشته است. نمونه‌هایی از تلاش‌های بی‌وقفه‌ی او، آزمون آوگادرو، تهیه‌ی آزمون‌های گوناگون برای دانش‌آموزان دبیرستانی و برنامه‌ریزی کنفرانس‌های آموزش شیمی بوده است. هر معلمی که با فریزن آشنا می‌شد از شور و اشتیاق، باورها و نوآوری‌های او بهره‌های فراوان می‌گرفت. در این نوشتار، به برخی از روش‌های تدریس که الهام‌یافته از روش‌های فریزن است، اشاره می‌شود. جهت اطلاع کامل از چگونگی پیاده کردن این روش‌ها می‌توانید به مجله‌ی یاد شده مراجعه کنید.



آند، مشاهده کنند.

آزمایش رنگی دیگری توسط توماس ارلز<sup>۱۱</sup> طراحی شده است که از محلول های  $KMnO_4$  و  $NaHSO_4$ ، برای بیان مفاهیم تغییر عدد اکسایش و واکنش اکسایش- کاهش استفاده می کنند. از واکنش این دو ماده، عدد اکسایش منگنز از +۷ به +۲ تغییر می کند و محلول در نتیجه ی این تغییر رنگ بنفش خود را از دست می دهد و بی رنگ می شود. از این مخلوط برای تهیه ی رسوب  $MnO_2$ ، که در آن عدد اکسایش منگنز +۴ است، استفاده می شود.



\* دبیر شیمی ناحیه ی ۲ شهر ری

1. Friesen, R.
2. Yocham, S.
3. Hauge, J.
4. Matter, D.
5. Becker, R.
6. Young, M.
7. Elmer
8. Slater, A.
9. Cherkas, A.
10. Earles, T.



Torsen, K., "Chem 13 news: ways to teach in classroom and beyond", *J. Chem. Educ.* 2000, 77, 824.

اثر یکسان نبودن بشرها را در تعادل بررسی کرده، توضیح دهند. - داگ دلامتر<sup>۲</sup>، روشی را برای تصویر کردن رفتار اتم ها، هنگام تغییر فاز مواد در فشار ثابت ارائه می دهد. او از گلوله های پلاستیکی از جنس پلی استیرن به عنوان اتم های موجود در یک شبکه ی بلوری استفاده می کند و آن ها را در جعبه ای با ارتفاع کم که با زاویه ی  $60^\circ$  از سطح زمین قرار گرفته است، جای می دهد. آزمایش کننده، با ضربه زدن به جعبه، گلوله ها را به حرکت درمی آورد و با کج کردن جعبه، زاویه ی آن را نسبت به سطح زمین تغییر می دهد. به کمک تغییر نوع و اندازه ی گلوله های مورد استفاده، می توان فرایندهای تقطیر و تأثیر ماده ی حل شده در پایین آوردن دمای ذوب را نشان داد.

- همه ی ما از گلوله، میله و فنر به عنوان مدلی برای نمایش پیوندها استفاده می کنیم. رابرت بکر<sup>۵</sup>، از لوله های پلاستیکی ارزان، چسب گرمایی، فنرهای استفاده شده و میله های چوبی استفاده می کند. این لوله ها پیوندهای ساده و چندگانه را با طول های مختلف به نمایش می گذارند.

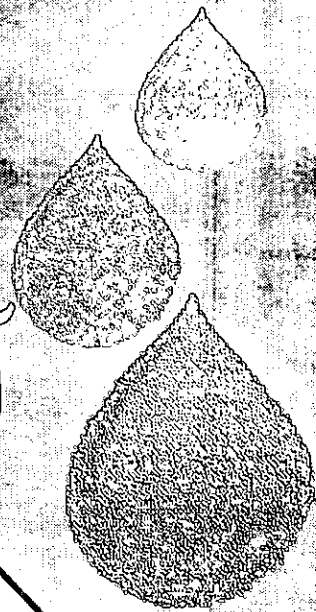
- تهیه ی لجن برای همه ی گروه های سنی از دانش آموزان جالب و سرگرم کننده است. بنابه دستور کار تهیه ی لجن مگ یانگ<sup>۶</sup>، به جای محلول پلی وینیل الکل تجارتي، از مخلوط چسب های ژلی المر<sup>۷</sup> و محلول بوراکس استفاده می شود.

- سه روش الکترو شیمیایی پیشنهاد شده، به درک واکنش های اکسایش- کاهش کمک می کنند. در یکی از این روش ها، آلان اسلیتر<sup>۸</sup>، روش ساخت یک پیل سوختی ساده و بی خطر را نشان می دهد. این پیل کوچک، از برقکافت آب،  $H_2$  و  $O_2$  تولید می کند. سپس در همین دستگاه، این دو ماده با هم واکنش می دهند. در ساخت این دستگاه از وسایل ساده و ارزانی استفاده می شود که به این قرارند: مغز مداد به عنوان الکترودهای گرافیتی، پیپت های سرولوزی به عنوان لوله های الکترود، محلول نمک های اِپسوم، یک باطری ۹ ولتی، گیره و چسب برای اتصال اجزای دستگاه. مجری این طرح از نموداری شامل پرسش و توضیح برای بیان مطلب استفاده می کند.

اندی چرکاس<sup>۹</sup> یک سلول دیگر را جهت برقکافت معرفی می کند. در این سلول، به کمک الکترودهای مسی، جریانی از محلول سدیم سیترات می گذرد. در نیمه ی دیگر سلول، الکترود مسی در محلول مس II سولفات قرار دارد. این تغییر در سلول، به دانش آموزان کمک می کند تا انتقال مس را از آند به کاتد به خاطر تشکیل کمپلکس آبی رنگ مس سیترات در



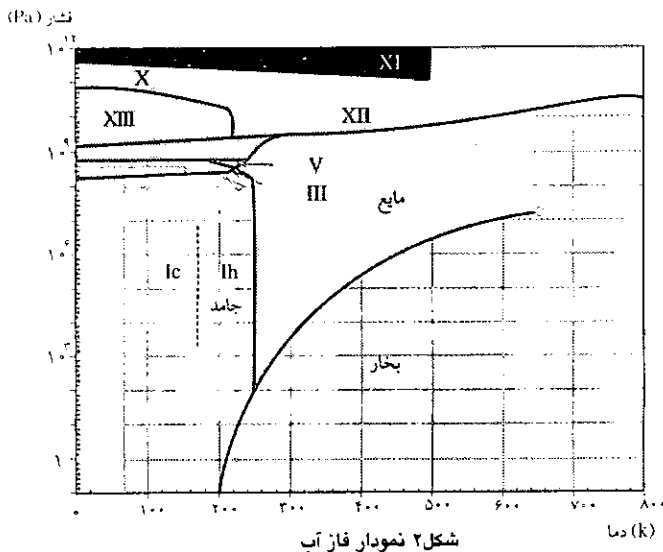
# آب و ویژگی های غیرعادی آن



## بخش نخست

نوشته ی: سیف الله جلیلی °

یک نمودار فاز، محتمل ترین حالت فیزیکی ماده را در دماها و فشارهای گوناگون نشان می دهد. در دما و فشار عادی اتاق (که در شکل ۲ با یک «X» نشان داده شده است) آب مایع است؛ ولی در فشار ثابت، اگر دمای آب از ۲۷۳K کم تر شود، به صورت جامد (یخ) درمی آید و اگر دمای آن از ۳۷۳K بالاتر رود

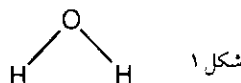


شکل ۲ نمودار فاز آب

به گاز (بخار) تبدیل می شود. هر خط در نمودار فاز، شرایط وجود دو فاز در کنار هم را نشان می دهد، ولی تغییر دما یا فشار ممکن است سبب تبدیل ناگهانی هریک از این دو فاز به دیگری شود. در محل تلاقی سه خط، یک «نقطه ی سه گانه» وجود دارد

آب مایعی استثنایی است اما غالباً ماده ای معمولی تلقی می شود. ما با آب شست و شو می کنیم، در آب ماهی گیری و شنا می کنیم، آن را می نوشیم و با آن پخت و پز می کنیم. حدود دو سوم بدن ما را آب تشکیل می دهد و برای زیستن به آن نیاز داریم. چنان که می دانیم، تکامل حیات بدون آب مایع ممکن نبوده است و زندگی بدون آب ممکن نیست. خشکسالی، قحطی را به دنبال دارد و سیل سبب مرگ و بیماری می شود. به خاطر اهمیت آب، از میان مواد موجود در کره ی زمین، بیش ترین پژوهش ها در مورد آن انجام شده است. در نتیجه، شگفت آور است که نه تنها مردم عادی، بلکه دانشمندانی که هر روز با این مایع سرو کار دارند، درباره ی رفتار و عملکرد آن اطلاعات بسیار کمی دارند.

آب در نگاه نخست مولکول بسیار ساده ای به نظر می رسد که تنها از دو اتم هیدروژن متصل به یک اتم اکسیژن تشکیل شده است، شکل ۱. در واقع، تنها چند مولکول وجود دارند که از آب کوچک ترند.



به هر حال اندازه ی کوچک مولکول آب، پیچیدگی خواص و قابلیت های منحصر بفرد آن را پنهان می کند که به نظر می رسد به شکل ایده آلی با نیازهای زندگی سازگاری دارد و هیچ مولکول دیگری مانند آن نیست.



که در آن سه فاز با هم در تعادلند؛ هر فاز در اثر تغییر دما یا فشار می‌تواند کاملاً به فازی دیگر تبدیل شود. چهار خط نمی‌توانند در یک نقطه برخورد کنند. نقطه‌ی بحرانی<sup>۱</sup> جایی است که خواص دو فاز، غیرقابل تمیز می‌شود. نمودار فاز آب پیچیده و دارای چندین نقطه‌ی سه‌گانه و یک، یا دو نقطه‌ی بحرانی است. در همه‌ی فازهای جامد یخ، هر مولکول آب با چهار مولکول همسایه‌ی خود پیوند هیدروژنی دارد. همواره دو اتم هیدروژن معادلند و مولکول‌های آب تقارن خود را حفظ می‌کنند. همه‌ی فازهای جامد، از قوانین «یخ» پیروی می‌کنند: دو اتم هیدروژن در نزدیکی هر اکسیژن؛ یک اتم هیدروژن در میان هر پیوند O...O. هیچ مدرک قاطعی وجود ندارد که زاویه H-O-H در

جدول ۱ خواص نقطه‌های سه‌گانه‌ی آب

نقطه‌های سه‌گانه		فشار (MPa)	دما (°C)
مایع	گاز	Ih	۰/۰۱۰
مایع	Ih	III	-۲۲/۰
Ih	II	III	-۳۴/۷
II	III	V	-۲۴/۳
مایع	III	V	-۱۷/۰
II	V	VI	-۵۵
مایع	V	VI	۰/۱۶
VI	VII	VIII	~۵
مایع	VI	VII	۸۱/۶
VII	VIII	X	-۱۷۳

۱ برای نقطه‌های سه‌گانه‌ی  $D_2O$ ، دما در حدود  $3^\circ C$  بالاتر و فشار نیز کمی بیش‌تر از نقطه‌های سه‌گانه‌ی  $H_2O$  است.

هر یک از فازهای یخ تفاوت زیادی با مولکول تکی آب داشته باشد. دو نقطه‌ی بحرانی به وسیله‌ی دایره‌هایی در نمودار فاز نشان داده شده‌اند، شکل ۲. پس از نقطه‌ی بحرانی در فضای مایع-بخار (گوشه‌ی سمت راست، در بالای نمودار) آب فرابحرانی<sup>۲</sup> به صورت خوشه‌های کوچک مایع‌مانندی از پیوندهای هیدروژنی ظاهر می‌شود که در یک فضای گاز مانند پراکنده شده‌اند. در این ناحیه خواص فیزیکی هم‌چون رفتار گاز و مایع با تغییر چگالی تغییر می‌کند. نقطه‌ی بحرانی و خط موجود در فضای فاز یخ-یک (I) به تعادل شکل‌های با چگالی پایین (LDA) و چگالی بالای (HDA) آب بی‌شکل (یخ) مربوط می‌شود. با

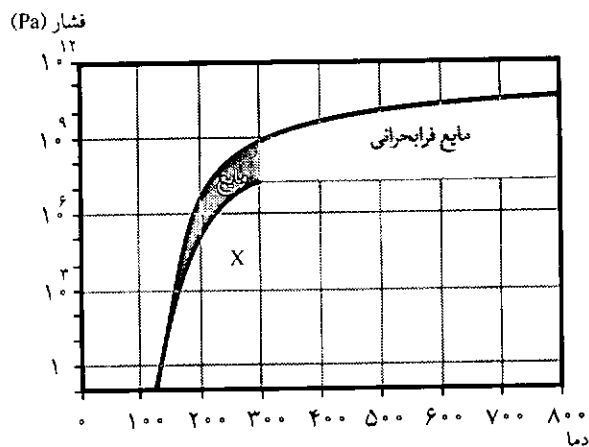
آن که عموماً وجود نقطه‌ی بحرانی دوم پذیرفته می‌شود، اثبات وجود آن در حال حاضر غیرممکن است. تبدیل LDA به HDA ناشی از افزایش انترپی و نیروهای وان در والسی در HDA است که کاهش قدرت پیوند هیدروژنی آن را جبران می‌کند. خط‌های فاز یخ-ده (X) و یخ-یازده (XI) در فشار بالا هنوز موضوع بررسی‌های تجربی است. دو شکل متفاوت از یخ-یازده (XI) توسط گروه‌های پژوهشی شناخته شده است. در شکل مربوط به فشار بالا که به یخ-سیزده (XIII) نیز مشهور است اتم‌های هیدروژن در فاصله‌های مساوی میان اتم‌های اکسیژن قرار دارند، مانند یخ-ده (X). حال آن‌که در شکل دیگر، که در فشاری کم‌تر و دمایی پایین ظاهر می‌شود، برای منظم شدن پیوندهای هیدروژنی در یخ Ih (که در شرایط دیگر بسیار کند است) کمی نقص هیدروکسید (و یون‌های  $K^+$  در شکاف‌ها) به وجود می‌آید.

تنها یخ-یک شش گوشه‌ای<sup>۳</sup> (Ih)، یخ-سه (III)، یخ-پنج (V)، یخ-شش (VI) و یخ-هفت (VII) می‌توانند با آب در تعادل باشند. دیگر فازهای یخ، از جمله یخ-دو (II) در هیچ شرایطی از دما و فشار در حضور مایع پایدار نیستند. یخ-دو (II)، یخ-هشت (VIII)، یخ-نه (IX)، یخ-ده (X) و یخ-یازده (XI) همگی دارای پیوندهای هیدروژنی منظم هستند (یخ-نه به صورت ناقص)؛ درحالی‌که در دیگر فازهای یخ، پیوندهای هیدروژنی حتی در دمای صفر کلون (اگر در دسترس باشد) نامنظم هستند.

یخ-چهار (IV) و یخ-دوازده (XII) هر دو در فضای فاز یخ-پنج (V) شبه پایدارند. <sup>۴</sup> یخ مکعبی (Ic) نسبت به یخ شش گوشه‌ای (Ih) شبه پایدار است. یادآوری می‌شود که آب مایع در سراسر فضای فاز خود پایدار است. داستان بسیار سرگرم‌کننده کرت و اینیگات درباره‌ی یک یخ-نه (IX) (خیالی) که می‌تواند همه‌ی آب جهان را تبدیل به بلور کند، خوشبختانه هیچ مبنای علمی ندارد، زیرا یخ-نه (IX) در واقع شکلی از یخ-سه (III) با پروتون‌های منظم است و تنها در دماهای بسیار کم و فشارهای بالا وجود دارد و در هیچ شرایطی نمی‌تواند به آب مایع نزدیک شود.

با افزایش فشار، فازهای یخ فشرده‌تر می‌شوند. برای رسیدن به فشردگی بیش‌تر، در آغاز، پیوندها خمیده می‌شوند، سپس شبکه‌های مارپیچی تشکیل می‌دهند و در پایان مقدار رسوخ بین شبکه‌ای<sup>۵</sup> در آن‌ها افزایش می‌یابد. این پدیده بویژه در مورد یخ-پنج (V) در مقایسه با یخ‌های شبه پایدار که در فضای فاز آن وجود دارند، (یخ-چهار (IV) و یخ-دوازده (XII)) آشکار است.

از آن جا که هر سه خوشه ی کوچک یاد شده ، نسبتاً پایدارند ، بر هم کنش آن ها می تواند منجر به تشکیل خوشه های بزرگ تر بیست وجهی شود . چنین خوشه هایی می توانند به صورت پویا<sup>۲</sup> شبکه ی پیوسته ای از ساختارهای باز و کم چگالی یا ساختارهای فشرده تشکیل دهند . وجود چنین شبکه ی ناپایداری از مولکول های آب با تقارن بیست وجهی متمرکز و هم پوشان در آب مایع ، نخستین بار در سال ۱۹۹۸ پیشنهاد شد و ساختار آن نیز در بررسی های مستقل در سال ۲۰۰۱ به کمک پراش پرتوی X<sup>۳</sup> قطره های آب در مقیاس نانو به دست آمد . خوشه های تشکیل شده می توانند بدون گسستن پیوندهای هیدروژنی و تنها از راه خم شدن برخی از آن ها ، از شکل کم چگالی به شکل پر چگالی و برعکس ، تبدیل شوند . با افزایش دما اندازه ی متوسط خوشه ، میزان کامل بودن آن و درصد شکل کم چگالی ، همگی کاهش می یابند . با استفاده از این ساختارها می توان بسیاری از خواص غیرعادی آب مانند تغییرات چگالی با دما و گرانیروی با فشار ، الگوی توزیع شعاعی ، حضور پنتامرها و هگزامرهای



شکل ۳ اگر آب رفتاری مشابه مواد با وزن مولکولی پایین را داشت، دیاگرام فاز آن این چنین بود.

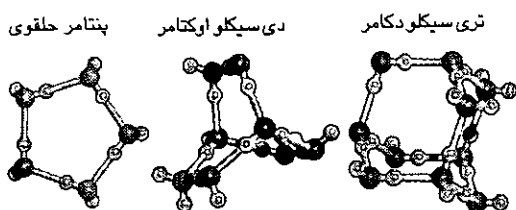
### ساختار آب مایع

زندگی در زمین به ساختار و ماهیت غیرعادی آب مایع وابسته است . آب فراوان ترین مایع در بدن موجودات زنده است . آب در این موجودات مسؤلیت های فراوانی برعهده دارد و نمی توان آن را تنها یک رفیق کننده ی بی اثر دانست . آب نقش جابه جا کننده ، روان کننده ، واکنشگر ، پایدارکننده ، علامت گذار ، سازمان دهنده و تفکیک کننده را برعهده دارد . جهان هستی را باید حاصل یک شراکت برابر میان مولکول های زیست شناختی و آب دانست .

با وجود بررسی های فراوان ، بسیاری از خواص آب شگفت آور است . با درک این واقعیت که خوشه های موضعی تشکیل شده از مولکول های آب ، شبکه ی نامحدودی از پیوندهای هیدروژنی ایجاد می کنند ، درک این خواص نیز آسان تر می شود . به نظر می رسد قدرت متوسط پیوندهای هیدروژنی آب که به سادگی تشکیل می شوند و شکستن آن ها نیز دشوار نیست ، به صورتی ایده آل با فرایندهای زیستی سازگار شده است .

با آن که پیوند هیدروژنی ماهیتی هم چسب<sup>۴</sup> دارد ، مولکول های آب را دور از هم نگه می دارد . همین تقابل میان این دو اثر است که همراه با چگونگی تغییر آن ها با شرایط ، بسیاری از خواص غیرعادی آب را به وجود می آورد .

خوشه های کوچک چهار مولکولی آب می توانند گرد هم آمده ، دی سیکلو اوکتامرهایی از آب تشکیل دهند . این دی سیکلو اوکتامرها به نوبه ی خود می توانند گرد هم آمده ، خوشه های ۲۸۰ مولکولی بیست وجهی تشکیل دهند که در فضا در کنار هم قرار می گیرند . همین خوشه ی بیست وجهی آب می تواند از مخلوطی از خوشه های پنتامر حلقوی و تری سیکلو دکامر نیز تشکیل شود .



شکل ۴ خوشه های کوچک آب

حلقوی ، تغییر خواص در اثر فراسرد شدن و خواص حلال پوشی و آبپوشی یون ها ، مولکول های آبگریز ، کربوهیدرات ها و درشت مولکول ها را توجیه کرد .

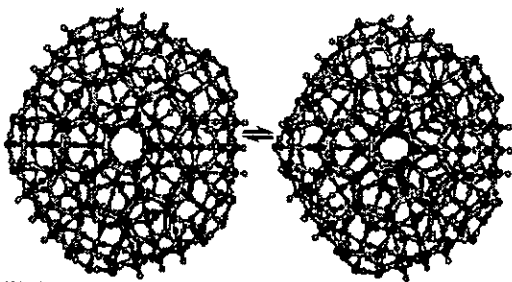
### مقدمه ای بر تشکیل خوشه در آب

آب ، سومین مولکول فراوان (پس از H<sub>2</sub> و CO) در جهان ، فراوان ترین ماده ی روی زمین و تنها مایع معدنی است که به صورت طبیعی وجود دارد . بررسی های بسیار ارزنده ای روی آب انجام شده است و مدل های مناسبی برای آن پیشنهاد شده است . معمولاً گفته می شود که هیچ مدلی نمی تواند به تنهایی همه ی خواص آب را توجیه کند . یک مدل خوب برای آب باید بتواند تابع توزیع شعاعی و تغییرات فشار- گرانیروی و دما- چگالی و اثر

کوچکی در قدرت پیوندهای هیدروژنی نسبت به برهم کنش های غیر پیوندی ایجاد می شود. چگالی ES برابر  $0.94 \text{ gcm}^{-3}$  و چگالی CS  $1.0 \text{ gcm}^{-3}$  است. تعادل یاد شده در بسیاری از پدیده های غیرعادی مربوط به آب نقش اساسی دارد.

### نتیجه گیری

خوشه ی بیست وجهی آب یک ساختار بسیار متقارن و ظریف است، ولی آیا این اهمیت دارد؟ بررسی ها نشان می دهد که شواهد متنوع و کافی برای وجود این ساختار موجود است که از آن جمله توانایی استفاده از این ساختارها برای توجیه خواص غیرعادی آب است. مدل خوشه ی بیست وجهی برای آب ساختاری ارایه می کند که با مدل های دیگر مانند مدل شبکه ی تصادفی امکان پذیر نیست و بینش تازه ای درباره ی شیوه های برهم کنش یون های زیست شناختی و غیر زیست شناختی و درشت مولکول ها با یک دیگر، در محلول های آبی به ما می دهد، هم چنین توضیح هایی درباره ی این که چگونه برخی از موجودات زنده برای پایداری در برابر خشک شدن و دماها و فشارهای بالا، آب کم چگالی تولید می کنند، ارایه می دهد.



شکل ۵ تعادل خوشه های بیست وجهی آب

استادیار دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

1. Critical point
2. Supercritical
3. hexagonal
4. metastable
5. network interpenetration
6. cohesive
7. dynamic

حل شونده ها را توجیه کند. بیش تر بررسی ها بر ارایه ی مدل های برای یک تک مولکول آب، به منظور استفاده در شبیه سازی های دینامیک مولکولی متمرکز بوده است. این مدل ها بویژه برای بررسی ساختارهای منظم بسیار سودمند است.

اما اگر بخواهیم ماهیت غیرعادی آب شامل نظم دور برد آن را در زمینه ی درشت مولکول ها توضیح دهیم، مشکلاتی وجود دارد. با آن که برای ایجاد حرکت های مولکولی در آب مایع باید در مقیاس زمانی یک پیکوثانیه، هر یک از پیوندهای هیدروژنی آن شکسته و دوباره سازماندهی شوند، برخی بر این باورند که درجه ی لحظه ای تشکیل پیوندهای هیدروژنی بسیار بالاست (بیش از ۹۵٪ در حدود  $0^{\circ}\text{C}$  تا نزدیک ۸۵٪ در  $100^{\circ}\text{C}$ ) و منجر به ایجاد شبکه های گسترده ای از پیوندهای هیدروژنی می شود. پیشنهاد شده است که یک رقابت وابسته به دما میان اثر نظم دهنده ی پیوند هیدروژنی و اثرهای بی نظم کننده ی سینتیکی وجود دارد. شواهد بسیار حاکی از آن است که متوسط زمانی شبکه ی پیوندهای هیدروژنی، دارای نظم زیادی است.

### شبکه ی خوشه های بیست وجهی آب

منطقی است که ساختار آب به ساختارهای یخ شش گوشه ای (Ih) و مکعبی (Ic) که در فشار هوا کره وجود دارند، شبیه باشد. ساختار دیگری از یخ (که تاکنون عملاً جدا نشده است) نیز با صفحه های پی در پی از این شبکه های هگزامری آب، یعنی قایق (از یخ Ih) و صندلی (از یخ Ic) محتمل است. این ساختار می تواند در سه بعد پیچ بخورد و یک شبکه ی بیست وجهی ایجاد کند که در آن، واحدهای ۱۴ مولکولی به شکلی منظم آرایش یافته اند. ده مولکول مرکزی آب در این واحدها یک ساختار حلقوی شبیه مولکول آدامانتان ایجاد می کنند. بیست واحد ۱۴ مولکولی چهار وجهی که در مجموع  $28^{\circ}$  مولکول آب را شامل می شوند یک ساختار بیست وجهی به قطر ۳nm تشکیل می دهند که در اثر انعطاف پذیری پیوندها تفاوت های هندسی کوچکی در آن وجود دارد. ساختار بیست وجهی دارای حفره های داخلی بزرگی است که حل شونده های مناسب می توانند در آن ها قرار گیرند.

پایداری شبکه به ظرافت، متوازن شده است و می تواند میان یک شکل انبساط یافته و با چگالی کم (ES) و یک شکل متلاشی شده ی فشرده تر (CS) نوسان کند، بدون آن که پیوندهای هیدروژنی شکسته شوند. در نتیجه ی این تبدیل ها تغییرات



# آیا فرانکلین عدد آووگادرو را در اختیار داشت؟



ترجمه ی: محمدرضا جهانی پور<sup>۱</sup>



فرانکلین

یک محاسبه ی تخمینی

من مدتی طولانی، در کلافا<sup>۱</sup> اقامت داشتم. یک استخر عمومی بزرگ در آن وجود دارد. ... روزی بیرون رفتم و یک شیشه روغن خریدم. کمی از آن را قطره قطره در آب ریختم. قطره ی روغن با سرعت شگفت انگیزی بر سطح آب پخش شد. با این که مقدار روغن بیش از یک قاشق مرباخوری نبود، پس از لحظه ای سکون روی یک سطح چند یارد مربعی، به شکل بسیار جالبی پخش شد و به آرامی خودش را گسترش داد و  $\frac{1}{4}$  سطح آب استخر (حدود نیم ایکر<sup>۲</sup>) را پوشاند.

(بخشی از نامه ی بنجامین فرانکلین به ویلیام براونریگ<sup>۲</sup>، در سال ۱۷۷۳)

بنجامین فرانکلین، نویسنده و سیاستمدار مشهور، یک دانشمند و مخترع هم بود. هر دانش آموزی آزمایش فرانکلین با بادبادک و کلید را می شناسد؛ آزمایشی که نشان داد آذرخش، دارای بار الکتریکی است. چیزی که تاکنون چندان مورد توجه قرار نگرفته این است که اندازه گیری گسترده ی پخش روغن روی آب توسط فرانکلین، برآورد ساده ی اندازه ی مولکولی و عدد آووگادرو را امکان پذیر می کند.

می توان محاسبه را این گونه انجام داد:

عدد آووگادرو برابر با تعداد مولکول ها در یک مول ماده است. بنابراین اگر تعداد مولکول ها و تعداد مول ها در یک قاشق روغن را برآورد کنیم، می توانیم عدد آووگادرو را به دست آوریم. نخست تعداد مولکول های روغن را تعیین می کنیم.

۱- حجم روغن (V) مورد استفاده ی فرانکلین، یک قاشق مرباخوری و برابر با  $4/9 \text{ cm}^3$ ، و سطح پوشیده شده به وسیله ی روغن (A)،  $\frac{1}{4}$  ایکر  $= 2 \times 10^7 \text{ cm}^2$  است. فرض می کنیم مولکول های روغن، مکعب های بسیار کوچکی هستند که تنگ هم چیده شده اند و لایه ای به ضخامت تنها یک مولکول تشکیل داده اند. حجم روغن برابر با حاصل ضرب مساحت لایه ی روغن در طول ضلع یک مولکول (L) است:  $V = A \times L$ .  
نوآوری این معادله، طول ضلع مکعب و در نتیجه اندازه ی تخمینی یک مولکول را به ما می دهد:

$$L = \frac{V}{A} = \frac{4/9 \text{ cm}^3}{2 \times 10^7 \text{ cm}^2} = 2/4 \times 10^{-7} \text{ cm}$$

۲- مساحت لایه ی روغن برابر با حاصل ضرب مساحت یک طرف مولکول در تعداد مولکول های روغن (N) است:  $A = L^2 \times N$ . با نوآوری این معادله تعداد مولکول ها به دست می آید.

$$N = \frac{A}{L^2} = \frac{2 \times 10^7 \text{ cm}^2}{(2/4 \times 10^{-7} \text{ cm})^2} = 3/5 \times 10^{21}$$

۳- برای محاسبه ی تعداد مول ها، نخست باید جرم روغن (m) را بدانیم. اما فرانکلین روغن را وزن نکرده بود. بنابراین به طور

تخمینی با ضرب کردن حجم روغن (V) در چگالی یک نوع روغن (D)،  $0/95 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ، جرم را به دست می آوریم. (چون روغن زوی آب شناور می شود جای شگفتی نیست که چگالی آن اندکی کم تر از چگالی آب،  $1 \text{ g/cm}^3$ ، باشد.)

$$m = V \times D = 4/9 \text{ cm}^3 \times 0/95 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 4/7 \text{ g}$$

۴- آخرین فرض پیش از کامل شدن محاسبه، درباره ی جرم مولکولی روغن است. فرض می کنیم نوعی روغن دارای جرم مولکولی برابر با  $200 \text{ amu}$  است. پس یک مول روغن  $200$  گرم جرم دارد. با تقسیم کردن جرم روغن بر جرم ۱ مول، تعداد مول های روغن به دست می آید:

$$\text{تعداد مول های روغن} = \frac{4/7 \text{ g}}{200 \text{ g/mol}} = 0/024 \text{ mol}$$

۵- در پایان، تعداد مولکول ها در هر مول، یعنی عدد آووگادرو به دست می آید:

$$\text{عدد آووگادرو} = \frac{3/5 \times 10^{21} \text{ مولکول}}{0/024 \text{ مول}} = 1/5 \times 10^{22}$$

یادآوری می شود که این محاسبه چندان درست نیست. اگرچه هنگامی که فرانکلین به طور تقریبی میزان پراکنده شدن روغن را برآورد کرد، واقعاً در پی به دست آوردن عدد آووگادرو برای ما نبود، اما عدد به دست آمده برای چنین آزمایش ساده ای چندان هم بد نیست.



\* دبیر شیمی قم

1. Clapham

۲. فوت مربع  $42400 = 1$  ایکر (acre)

3. Brownrigg, W.



MC Murry, J.; Fay, R.C., "Did ben franklin have Avogadro's number?", Chemistry, 3rd ed. 2001, 106.



# چرا الکترون روی هسته نمی افتد



چکیده

یکی از پرسش‌هایی که در ذهن بسیاری از کسانی که با ذرات زیر اتمی آشنا هستند شکل می‌گیرد، این است که چرا ذره‌ای هم چون الکترون با بار منفی، توسط هسته - که دارای بار مثبت است - جذب نمی‌شود و روی آن فرو نمی‌افتد؟ این نوشتار که به بازنگری نظریه‌ی کوانتومی می‌پردازد، این نکته را بیش‌تر مورد توجه قرار می‌دهد که تفاوت چشم‌گیری میان ماهیت پدیده‌ها از دیدگاه ماکروسکوپی و میکروسکوپی وجود دارد و برای توجیه این پدیده‌ها از هر دیدگاه نیاز به قوانین متفاوتی است. پاسخ دادن به پرسش یاد شده به کمک اصل عدم قطعیت هایزنبرگ امکان‌پذیر است.

کلید واژه‌ها: مکانیک کلاسیک، مکانیک کوانتومی، نظریه‌ی موجی - ذره‌ای ماده، اصل عدم قطعیت هایزنبرگ، معادله‌ی شرودینگر

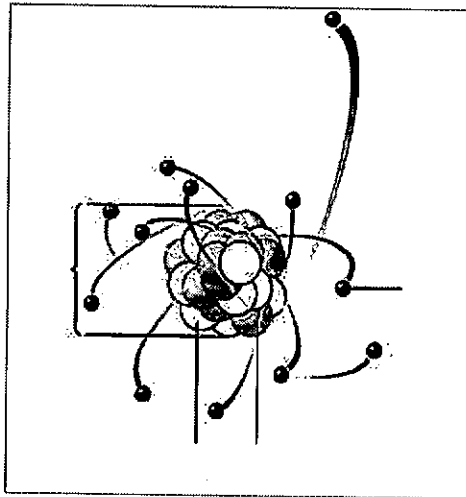
آغاز سخن

در نخستین سال‌های قرن بیستم پس از شناختی که از ساختار اتم به دست آمد، یکی از پرسش‌هایی که در ذهن دانشمندان شکل گرفت این بود که چرا الکترون با بار منفی، جذب هسته با بار مثبت نشده، بر روی آن نمی‌افتد. برای توجیه این واقعیت تا کنون دلایلی ارائه شده که در این جا به مهم‌ترین آن‌ها خواهیم پرداخت. ولی پیش از آن باید به این نکته‌ی اساسی اشاره شود که تصور ما از ذره‌های زیر اتمی مانند الکترون به عنوان یک جسم مادی، باید کاملاً با اجسام مادی در دنیای ماکروسکوپی متفاوت باشد. در واقع، الکترون بیش‌تر باید به عنوان یک خاصیت بنیادی اتم در نظر گرفته شود. هم‌چنین می‌دانیم الکترون دارای ماهیت موجی - ذره‌ای است. یعنی در برخی جنبه‌ها مانند ذره و در برخی جنبه‌های دیگر مانند موج رفتار می‌کند. بنابراین توصیف دقیق رفتار الکترون با استفاده از مفاهیم فیزیک کلاسیکی ذره و موج غیر ممکن است. اهمیت این موضوع زمانی آشکار شد که فیزیک کوانتومی قدم به عرصه‌ی علم گذاشت و نشان داد که بسیاری از پدیده‌ها در ابعاد میکروسکوپی را تنها می‌توان با فیزیک کوانتومی توجیه کرد و فیزیک کلاسیک که اساس آن برای اجسام ماکروسکوپی است قادر به توجیه آن‌ها نیست؛ مانند اثر فوتو الکتریک یا تابش جسم سیاه.

علت ناملموس بودن بحث‌های کوانتومی نیز از این جا ناشی می‌شود که ما در دنیای ماکروسکوپی زندگی می‌کنیم و تمام رویدادهای قابل ملاحظه در اطرافمان با فیزیک کلاسیک بررسی

نوشته‌ی: سید عبدالله موسوی پور\*

می‌شود. مغز انسان برای درک و فهم پدیده‌های ماکروسکوپی شکل گرفته و تکامل یافته است. در واقع، سیستم عصبی انسان از درک پدیده‌ها در سطح اتمی یا مولکولی ناتوان است. پس تصور رویدادهای خارج از این گستره برای ما بسیار دشوار است و این امر شگفت‌انگیز نیست. بنابراین گام نخست برای بررسی پدیده‌های میکروسکوپی به دست آوردن نوعی دید کوانتومی است.



پرتوزا) بدون یک تحریک کننده‌ی بیرونی هیچ نوری را منتشر نمی‌کنند و در صورت تحریک بیرونی تنها فرکانس معینی را بسته به اتم مورد بررسی، منتشر می‌کنند.

### توجیه کوانتومی

نیلز بور در سال ۱۹۱۳ با به کار بردن مفهوم کوانتش انرژی برای اتم هیدروژن، نظریه‌ای تازه برای اتم‌ها پیشنهاد کرد. فرضیه‌ی اصلی بور بر مبنای ساده‌ترین کاربرد ایده‌ی کوانتوم بود. درست همان گونه که پلانک فرض کرده بود که نور تنها به صورت کوانتوم‌های تکی و مشخص وجود دارد، بور نیز فرض کرد که انرژی الکترون در اتم هیدروژن کوانتیده است و الکترون، تنها می‌تواند روی یکی از مدارهای مجاز حرکت کند، و نیز وقتی الکترون‌ها در این حالت‌های کوانتومی باشند، تابش نمی‌کنند. اما وقتی یک الکترون از یک مدار به مدار دیگر برود یک کوانتوم نور

با فرکانسی که از رابطه‌ی  $v = \frac{\Delta E}{h}$  پیروی می‌کند، جذب یا نشر می‌شود که در آن،  $\Delta E$  تفاوت انرژی بین دو حالت است. بور توانست با نظریه‌ی خود طیف مشاهده شده برای هیدروژن را توجیه کند ولی هرگونه تلاشی برای سازگار کردن طیف هلیم با نظریه‌ی بور، همگی با شکست روبه‌رو شد. هم چنین، نظریه‌ی او قادر به توجیه پیوندهای شیمیایی نبود زیرا بور برای توجیه حرکت الکترون در اتم‌ها از مکانیک نیوتونی استفاده می‌کرد. طیف‌های اتمی، خود گواه بر وجود فرکانس‌های گسسته‌اند ولی مکانیک کلاسیک، گستره‌ی پیوسته‌ای از انرژی‌ها را مجاز می‌داند. عمل کوانتش در طبیعت حرکت موجی نهفته است و این همان چیزی بود که لویی دوبروی در ۱۹۲۴ در مورد الکترون ارائه داد. وی پیشنهاد کرد همان گونه که امواج نور در شرایط خاصی هم چون ذره عمل می‌کنند، ذره‌ها نیز می‌توانند رفتار موجی از خود نشان دهند. بنا به نظر وی، الکترونی به جرم  $m$  و سرعت  $v$  می‌تواند یک طول موج  $\lambda$  وابسته به خود داشته باشد به طوری که:

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{p}$$

### توجیه کلاسیک

در سال ۱۹۱۱ پس از این که رادرفورد مدل سیاره‌ای خود را برای اتم‌ها پیشنهاد کرد - مدلی که در آن الکترون‌ها مانند سیاره‌های دور خورشید، در مدارهای گوناگون به دور هسته می‌چرخند - نخستین پاسخی که به پرسش یاد شده داده شد، این بود که نیروی گریز از مرکز الکترون چرخنده، با نیروی جاذبه‌ی هسته برابر است و این امر سبب می‌شود الکترون در یک موقعیت تعادلی در اطراف هسته حرکت کند. این پاسخ تعمیمی از این واقعیت ماکروسکوپی بود که برای نمونه، ماه به دور زمین می‌گردد ولی بر روی آن سقوط نمی‌کند. ولی این، پاسخ درستی نبود چون الکترون بر خلاف ماه یا یک ماهواره، دارای بار الکتریکی است و بنا به نظریه‌ی کلاسیکی الکترومغناطیس، هر ذره‌ی باردار دارای شتاب، انرژی را به شکل امواج الکترومغناطیسی (نور) تابش می‌کند. الکترونی که با سرعت ثابت دور هسته حرکت می‌کند، دارای شتاب است، زیرا جهت بردار سرعت آن به صورت پیوسته در حال تغییر است (به دیگر سخن، در صورت تغییر جهت مسیر حرکت یک جسم باردار، آن جسم دارای شتاب خواهد شد). از این رو، بر اساس مدل رادرفورد، الکترون‌ها باید انرژی خود را به صورت تابش از دست بدهند و با یک حرکت مارپیچی به سوی هسته کشیده شوند. پس بنا به فیزیک کلاسیک، اتم رادرفورد ناپایدار بوده، سرانجام فرو خواهد پاشید. اما در عمل، اتم‌ها (بجز ایزوتوپ‌های

در این رابطه  $p$  اندازه‌ی حرکت خطی است. بنابراین اگرچه برای الکترون، هم چون ذره، مکانی در نظر گرفته می‌شود، اما در شرایطی معین همین الکترون، مانند موج رفتار می‌کند و این موضوعی است که در آغاز نیز به آن اشاره شد. اما باردیگر تأکید می‌شود که منظور از ذره، یک گلوله ذره، و منظور از موج، امواج دریا نیست. برخی از رفتارهای الکترون یا به طور کلی ذره‌های بنیادی، مانند رفتارهایی است که تصور می‌کنیم باید از آن ذره یا موج باشد. اما ذره‌ی بنیادی پدیده‌ای متفاوت و تازه است. درست به گونه‌ای که فردی تنها زبان‌های آلمانی و فرانسوی را بداند، ولی هنگامی که وارد آمریکا می‌شود در روبه‌رویی با گویش افراد آن منطقه متوجه می‌شود که برخی واژه‌های زبان آن‌ها (مثل hand) به زبان آلمانی و بعضی دیگر (مانند cinema) به واژه‌های فرانسوی شباهت دارد. اگر این فرد اصرار داشته باشد که زبان‌های آلمانی و فرانسوی تنها زبان‌های موجود در جهان هستند، نتیجه می‌گیرد که زبانی که آمریکایی‌ها با آن گفت‌وگو می‌کنند، زبانی دو پهلو است که گاهی به فرانسه و گاهی به آلمانی می‌ماند و ممکن است نظریه‌ی دوگانگی فرانسوی-آلمانی را ارایه دهد. بنابراین رفتار ذره‌ی بنیادی رفتاری متفاوت با دانسته‌های کلاسیک ماست، درست مانند زبان انگلیسی برای آن فرد که با زبان‌های آشنای وی شباهت‌هایی را دارد ولی در اصل هیچ یک از آن‌ها نیست.

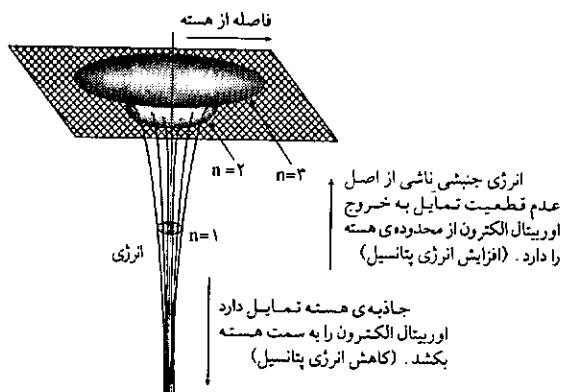
دوگانگی ظاهری موج-ذره، برخی محدودیت‌ها را در سیستم اطلاعاتی وارد می‌کند که می‌توان درباره‌ی یک سامانه‌ی میکروسکوپی به دست آورد و این، اوج تفاوت مکانیک کلاسیک و مکانیک کوانتومی است. در دنیای فیزیک کلاسیک هیچ مانعی در راه صفر کردن مقدار عدم قطعیت برای یک اندازه‌گیری وجود ندارد و تنها محدودیت‌های موجود، به گرانی و دقت ابزار برمی‌گردد. دومین نکته‌ی مهم این است که اندازه‌گیری یک کمیت در اندازه‌گیری کمیت دیگر تأثیری ندارد. برای نمونه، می‌توان قد و وزن یک فرد را با عدم قطعیت صفر اندازه‌گیری کرد و این اندازه‌گیری‌ها هیچ تأثیری بر روی یک دیگر ندارند. اما در دنیای اتمی وضعیت متفاوت خواهد بود؛ در دنیای اتمی از لحاظ اصول می‌توان یک کمیت را با عدم قطعیت صفر اندازه‌گیری کرد اما فرایند اندازه‌گیری موجب می‌شود کمیت مکمل آن را نتوان با همان عدم قطعیت صفر اندازه‌گیری کرد. برای نمونه، مکانیک

کوانتومی نشان می‌دهد که مکان و اندازه حرکت مکملند و ما ناچاریم یکی را برگزینیم؛ یا مکان، یا اندازه حرکت. یعنی در نمونه‌ی یاد شده، اگر قد را با دقت تعیین می‌کنیم، دیگر نمی‌توانیم وزن را با همان دقت اندازه‌گیری کنیم.

در دنیای ماکروسکوپی، روش اندازه‌گیری ما به سبب برهم کنش عاملی، با شیء مورد اندازه‌گیری است. برای نمونه، در روش اندازه‌گیری قد، چون از چشم خود برای اندازه‌گیری استفاده می‌کنیم در این صورت به برهم کنش نور با فرد توجه می‌شود. اما چون این برهم کنش با شیء مورد اندازه‌گیری، آن را به شکل چشم‌گیری دگرگون نمی‌کند، پس خود عمل مشاهده را می‌توان نادیده گرفت. شاید بتوان در این مورد این گونه توضیح داد که فوتون‌های تشکیل دهنده‌ی نور آن چنان کوچکند که برای ایجاد دگرگونی در اشیای بزرگی مانند انسان انرژی کافی ندارند. اما این توجیه زمانی معقول است که شیء مورد اندازه‌گیری در برابر آن چه با آن برهم کنش دارد بزرگ به حساب بیاید.

برای اندازه‌گیری عامل‌های مربوط به الکترون هم باید آن را به برهم کنش با فوتون یا ذره‌ی دیگری وادار کرد و در هر صورت، دیگر نمی‌توان این برهم کنش را نادیده گرفت چون اندازه و انرژی شیء و ابزار اندازه‌گیری با هم برابرند. این واقعیت مبنای یکی از مشهورترین قوانین مکانیک کوانتومی یعنی اصل عدم قطعیت است که توسط ورنه‌هایزبرگ در ۱۹۲۷ ارایه شد. بنا به این اصل اگر  $\Delta x$  عدم قطعیت در مکان و  $\Delta p$  عدم قطعیت در اندازه حرکت جسم باشد، در هر تلاش برای اندازه‌گیری این دو کمیت، حاصل ضرب دو عدم قطعیت همواره از یک مقدار ثابت بزرگ‌تر خواهد بود یعنی:  $\Delta x \Delta p > h$  (ثابت پلانک و برابر  $6.62 \times 10^{-34}$  است). برای داشتن تصویری بهتر از این اصل دوباره به نمونه‌ی اندازه‌گیری قد و وزن برمی‌گردیم. فرض کنیم برای اندازه‌گیری قد یک فرد ناچار باشیم فرد را خوابانده، وزنه‌هایی را کنار او پرتاب کنیم. اگر وزنه‌ها بدون انحراف از کنار او بگذرد می‌فهمیم که در بالای سر او ایستاده‌ایم و هرگاه وزنه‌ها تغییر جهت دهند پس پایین‌تر از موقعیت سر او ایستاده‌ایم و با توجه به مرز این دو ناحیه می‌توانیم بر آوردی از قد شخص داشته باشیم (این شیوه ممکن است روش مناسبی برای اندازه‌گیری قد نباشد ولی شبیه روشی است که برای اندازه‌گیری





شکل ۱ دایره‌ها نشان دهنده‌ی میانگین فاصله‌ی الکترون از هسته برای اوربیتال‌های لایه‌ی اول تا سوم هستند.

تا این جا پرسش یاد شده را از دو دیدگاه کلاسیکی و کوانتومی بررسی کردیم ولی چون خود این پرسش ناشی از دید مکانیک کلاسیکی است، یعنی الکترون به صورت ذره در نظر گرفته می‌شود، بنابراین باید صورت مسأله را به گونه‌ای بیان کنیم که با نظریه‌ی دویرویی، یعنی داشتن خاصیت موجی در اجسام، سازگار باشد (با توجه به این که این خاصیت در مورد اجسام میکروسکوپی مشهودتر است):

چرا احتمال وجود الکترون در هسته مساوی یک نیست، یا به عبارتی چرا تساوی زیر برقرار نیست؟

$$\int_0^{\infty} \psi^2 d\tau = 1$$

برای پاسخ به این پرسش باید معادله‌ی شرودینگر را برای اتم‌های هیدروژن مانند نوشت:

$$\frac{d^2\psi}{dr^2} + \left(\frac{\gamma\mu}{\hbar^2}\right) \left\{ \left(\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon r}\right) - \frac{1(1+\gamma)\hbar^2}{2\mu r^2} \right\} \psi = -\left(\frac{\gamma\mu E}{\hbar^2}\right) \psi$$

که در آن  $\mu$  جرم کاهش یافته و  $Z$  تعداد بارهای هسته،  $l$  اندازه‌ی حرکت زاویه‌ای الکترون،  $\psi = rR$ ، و  $R$  بخش شعاعی اتم هیدروژن مانند است.

در این جا جمله‌هایی مربوط به انرژی پتانسیل و جمله‌هایی مربوط به انرژی جنبشی دیده می‌شود. جمله‌ی مربوط به انرژی پتانسیل، خود شامل دو بخش جاذبه‌ی کولنی و دافعه‌ی ناشی از وجود اندازه حرکت زاویه‌ای است:

$$V_{\text{eff}} = \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon r} - \frac{1(1+\gamma)\hbar^2}{2\mu r^2}$$

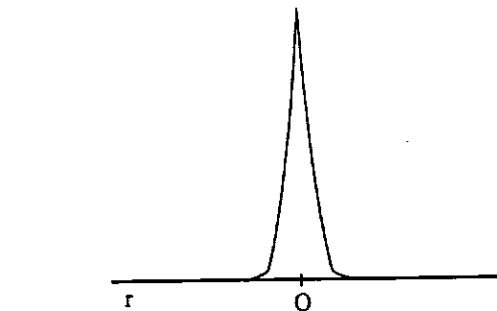
ابعاد اتم و هسته به کار می‌رود). در خلال کار تعدادی از وزنه‌ها در کنار فرد مانده‌اند و تعدادی به کناری لغزیده‌اند. حال اگر پس از این مرحله وزن شخص را با وزنه‌هایی که با او تماس دارند اندازه‌گیری کنیم، می‌توانیم بگویم اندازه‌گیری قد باعث عدم قطعیت در اندازه‌گیری وزن او شده است.

حال فرض می‌کنیم الکترون، جذب هسته شده، دقیقاً بر روی هسته در یک نقطه قرار گیرد. پس اکنون موقعیت آن به طور دقیق مشخص شده است ( $\Delta x$  بسیار کوچک است). بنابراین عدم قطعیت در اندازه حرکت آن ( $\Delta p$ ) بسیار بزرگ می‌شود و این موجب می‌شود که انرژی جنبشی الکترون بسیار زیاد شود. این انرژی جنبشی زیاد با جاذبه‌ی الکترواستاتیکی هسته مقابله کرده، از جذب شدن الکترون توسط هسته جلوگیری می‌کند و الکترون از هسته دور می‌شود.

برای درک این محدودیت فرض می‌کنیم یک الکترون را در یک جعبه‌ی بسیار کوچک قرار دهیم. دیواره‌ی جعبه دقتی را تعیین می‌کند که می‌توان الکترون را با آن مشخص کرد. جعبه‌ی کوچک‌تر برای ما با دقت بیش‌تری موقعیت الکترون را معین می‌کند. اما هم‌چنان که ما جعبه را کوچک و کوچک‌تر می‌کنیم، انرژی الکترون در یک محدوده، مقادیر وسیع و گسترده‌تری را نشان می‌دهد. این مقدار فزونی یافته ممکن است گاه به الکترون اجازه دهد تا به دیواره‌ی جعبه نفوذ کند و رها شود (این پدیده به اثر تونلی معروف است).

ناحیه‌ای از فضای نزدیک به هسته می‌تواند مانند یک جعبه‌ی قیفی شکل بسیار کوچک تصور شود. جاذبه‌ی الکترواستاتیکی بار مثبت هسته بر روی الکترون، نیز به دیواره تشبیه می‌شود. هنگامی که الکترون به سمت هسته کشیده می‌شود جاذبه‌ی الکترواستاتیکی به سرعت زیاد می‌شود. در نتیجه اندازه‌ی مؤثر جعبه کاهش می‌یابد. اما چون موقعیت الکترون با دقت بیش‌تر مشخص شده، انرژی آن با دقت کم‌تری تعیین می‌شود و مفهوم آن این است که انرژی افزایش می‌یابد. انرژی که به این گونه زیاد می‌شود به صورت انرژی جنبشی است (گاه انرژی حبس شده نیز نامیده می‌شود) و این انرژی، بیش‌تر از مقدار مورد نیاز برای جریان کاهش در انرژی پتانسیل الکترون است (هنگامی که به هسته نزدیک می‌شود). ناحیه‌ای از فضای نزدیک به هسته که الکترون با بیش‌ترین احتمال در آن جا یافت می‌شود (اوربیتال) در اصل در یک موقعیت کاملاً تعادلی، بین انرژی پتانسیل و انرژی محبوس شده شناور است، شکل ۱.

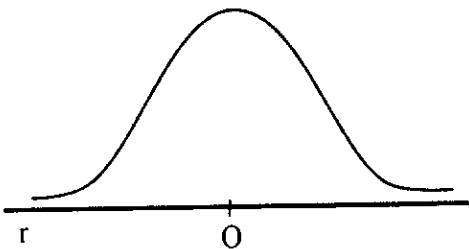
حال در مورد الکترون‌هایی با اندازه‌ی حرکت زاویه‌ای بزرگ‌تر از صفر،  $l \neq 0$ ، صحبت می‌کنیم. به علت وجود عبارت  $r^2$  در کسر جمله‌ی دافعه،  $\frac{l(l+1)\hbar^2}{2\mu r^2}$ ، در حوالی هسته یا  $r \rightarrow 0$ ، مقدار این جمله افزایش یافته، پس الکترون به خارج رانده می‌شود. از این رو احتمال حضور الکترون‌های با اندازه‌ی حرکت زاویه‌ای  $l \neq 0$ ، درون هسته صفر است. اما در مورد الکترون‌های با اندازه‌ی حرکت زاویه‌ای صفر،  $l = 0$ ، پتانسیل به صورت  $V_{\text{eff}} = \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r}$  در می‌آید یعنی با نزدیک شدن به هسته یا  $r \rightarrow 0$ ، پتانسیل به بی‌نهایت میل می‌کند. حال چرا با وجود این پتانسیل منفی بزرگ باز هم تابع احتمال الکترون در نزدیکی هسته ماکزیممی را نشان نمی‌دهد؟ برای پاسخ دادن به این پرسش باید گفت که شکل و احتمال تابع به صورتی است که مجموع انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی مینیمم شود. حال اگر الکترون روی هسته سقوط نماید، ما یک ماکزیمم تیز را برای تابع موج و احتمال حضور الکترون خواهیم دید، شکل ۲. وجود این ماکزیمم تیز به معنی تغییرات شدید تابع موج در حوالی هسته است و چون انرژی جنبشی با مشتق دوم تابع موج برابر است پس در حوالی هسته انرژی جنبشی الکترون بی‌نهایت می‌شود. این افزایش در انرژی جنبشی به حدی است که کاهش انرژی پتانسیل



شکل ۲ تابع موج الکترونی که در هسته سقوط کرده است

نمی‌تواند آن را جبران کند و انرژی کل، مقداری بزرگ با علامت مثبت خواهد داشت. پس تابع موج الکترون بایستی شکلی را به خود بگیرد که جمع

دو انرژی جنبشی و پتانسیل، مینیمم شود و با این که احتمال حضور الکترون‌های بدون اندازه‌ی حرکت زاویه‌ای در هسته صفر نیست، ولی تابع موج در حوالی هسته به آرامی تغییر کرده، الکترون در هسته سقوط نخواهد کرد.



شکل ۳ شکل تقریبی تابع موج در نزدیکی هسته



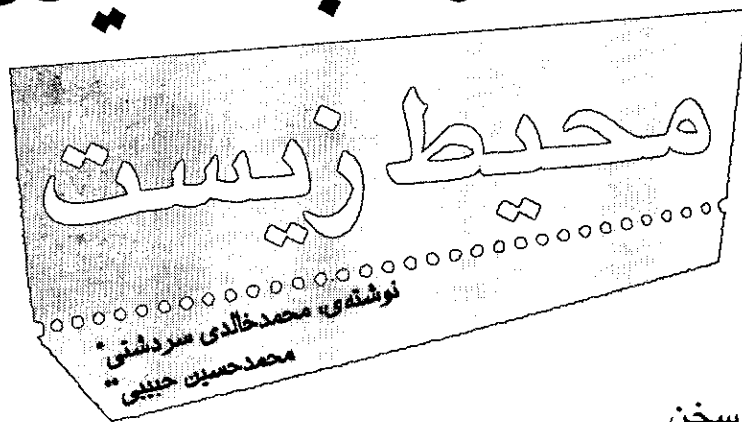
✪ دبیر شیمی قم



۱. شیمی کوانتومی، ۱. ن. لواین، ترجمه‌ی دکتر موتمنی طباطبایی، انتشارات دانشگاه صنعتی سهند.
۲. از اتم تا کوارک، جیمزاس ترفیل، ترجمه‌ی دکتر معصومی و دکتر توحیدی، انتشارات دانش امروز.
۳. شیمی فیزیک ج ۳، ۱. ن. لواین، ترجمه‌ی دکتر اسلامپور و همکاران، انتشارات فاطمی.
۴. شیمی فیزیک ج ۲، پی. دی. اتکینز، ترجمه‌ی دکتر حسن پور و دکتر خدادادی، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی.
۵. دیدگاه‌هایی پیرامون ذرات بنیادی، جی. ای. دود، ترجمه‌ی فهردان و ابراهیم پور، انتشارات آستان قدس رضوی.
۶. شیمی معدنی ۱، دکتر عزیز اله بهشتی، انتشارات جهاد دانشگاهی اهواز.
7. Molecular Quantum Mechanics, 3rd Ed., P.W. Atkins R.S. Friedman Oxford University Press
8. [http://www.sfu.ca/chemcal/ATOMS/Why The Electron.html](http://www.sfu.ca/chemcal/ATOMS/Why%20The%20Electron.html) "why doesn't the electron fall into the nucleus?"
9. <http://questions.science.nusedu.sg/Book/node8.html> "Is light a Wave or a Particle?"
10. <http://www.columbia.edu/itc/chemistry/chem-c1403/exams/key2-1999/key2-1999.html> "General Chemistry C1403 -Exam 2 Key fall 1999"



# کاتالیزگرهای نوری و تخریب آلاینده‌های



## آغاز سخن

وابسته به خواص فیزیکی و شیمیایی مواد و روش‌هایی برای بیرون راندن مواد آلوده‌کننده از آب، هوا و خاک در جریان است. فرایندهای پیشرفته‌ای هم چون استفاده از کاتالیزگرهای نوری نیم‌رسانا که بر خواص فیزیکی و شیمیایی تکیه دارند، جهت تکمیل یا بهبود روش‌هایی مانند سوزاندن زباله‌های شیمیایی زیان‌آور در دمای بالا، تخمیر غیرهوازی و روش‌های فیزیکوشیمیایی پیشنهاد شده است.

### کاتالیزگرهای نوری

توجه به شمار مقاله‌های چاپ‌شده در زمینه‌ی کاتالیزگرهای نوری، بویژه از نوع غیرهمگن آن، اهمیت کاربرد و زمینه‌ی روبه‌رشد آن را نشان می‌دهد. موضوع بیش‌تر مقاله‌های منتشر شده از سال ۱۹۸۱ تاکنون، استفاده از ذره‌های نیم‌رسانا به‌عنوان کاتالیزگر نوری، در واکنش اکسایش آلاینده‌های آلی توسط اکسیژن بوده است. در چنین واکنشی کاتالیزگر نوری، خود هم چون یک واکنشگر رفتار می‌کند و واکنش‌های نوری در سطح کاتالیزگر روی می‌دهد. اگر فرایند برانگیختگی توسط نور، روی یک مولکول جاذب انجام شود و سپس این مولکول با حالت پایه‌ی کاتالیزگر بر هم کنش داشته باشد، فرایند را واکنش نوری کاتالیز شده می‌نامند. چنان‌چه این فرایند در آغاز، روی کاتالیزگر انجام

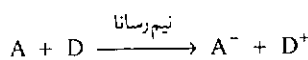
امروزه بیش‌تر کشورها، بویژه کشورهای صنعتی با مجموعه‌ای روزافزون از مشکلات محیطی در زمینه‌ی پسماندهای زیان‌آور، آلودگی آب‌های زیرزمینی و کنترل آلودگی‌های هوا روبه‌رو هستند. مشکلاتی هم چون پساب‌های آلوده در بیش‌تر مکان‌ها، تا حدودی نتیجه‌ی وارد شدن عامل آلوده‌کننده به مرداب‌ها و مخزن‌های زیرزمینی آب است. به این ترتیب آلوده‌کننده‌های گوناگون شیمیایی مانند پساب‌های حاوی فلزهای سنگین، سوخت هواپیما و خودرو، حلال‌ها، شناساگرهای گوناگون و فراورده‌های جانبی حاصل از کارخانه‌ها سبب آلودگی مخزن‌های زیرزمینی آب‌ها، گیاهان و جانوران می‌شود.

یکی از منابع تماس انسان با مواد شیمیایی، آب‌های زیرزمینی است. مواد آلوده‌کننده در این بخش عبارتند از: حلال‌ها، ترکیب‌های آلی فرار مانند ترکیب‌های آلی کلردار، دی‌اکسین‌ها، حشره‌کش‌ها، دی‌بنزوفوران‌ها، مواد سمی سرطان‌زا، علف‌کش‌ها، کلروفنول‌ها، آزبست‌ها، فلزهای سنگین و ترکیب‌های سمی آرسنیک‌دار، ترکیب‌هایی مانند ۴-کلروفنول، پنتاکلروفنول، تری‌کلرو اتیلن، پرکلرو اتیلن، کربن تتراکلرید، کلروفرم، متیلن کلرید ( $CH_2Cl_2$ )، اتیلن دی‌برمید، وینیل کلرید، اتیلن دی‌کلرید و هگزا کلروسیکلو پنتادیان.

هم‌اکنون پژوهش‌های بسیاری برای تعیین و گسترش روش‌های پیشرفته در زمینه‌ی زیست‌شیمی، تجزیه، روش‌های

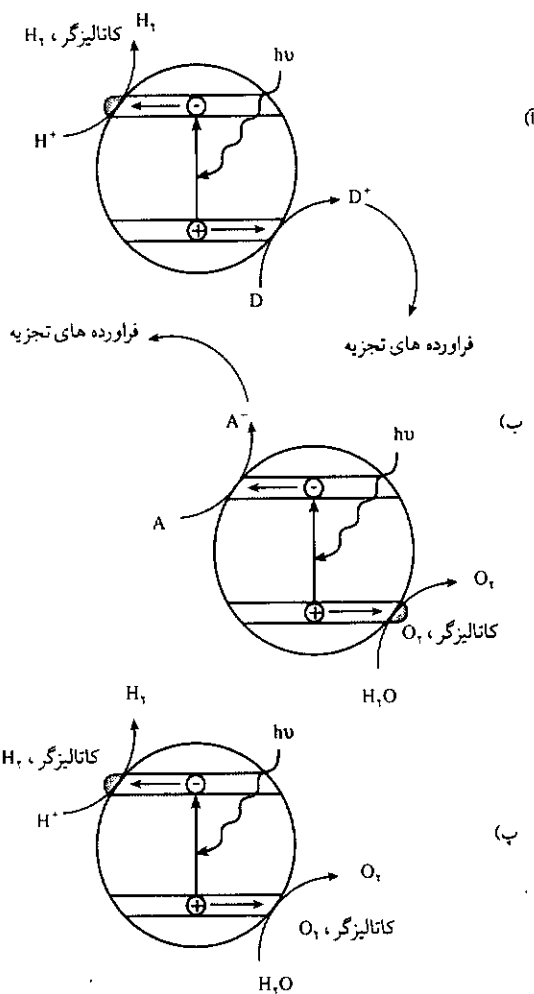
گیرد و سپس حالت برانگیخته‌ی آن با مولکول جاذب در حالت پایه بر هم کنش نشان دهد، فرایند را واکنش نوری حساس شده می‌گویند. بیش‌تر واکنش‌های کاتالیزگری نوری همگن، به کاتالیزگرهای نوری نیم‌رسانا یا واکنش‌های نوری حساس شده توسط نیم‌رسانا مربوط است.

روی هم‌رفته، واکنش‌های نوری حساس شده‌ی نیم‌رسانا را می‌توان چنین نمایش داد:



### کاربرد کاتالیزگرهای نوری

استفاده از ذره‌های نیم‌رسانا به عنوان حساس‌کننده برای کاهش، اکسایش و تفکیک آب در شکل ۱، ساز و کار واکنش کاهش، اکسایش یا تجزیه‌ی آب، در حضور یک نیم‌رسانای نوع n نشان داده شده است.



شکل ۱ ساز و کار (آ) کاهش نوری آب (ب) اکسایش نوری آب (پ) تفکیک نوری آب

از یک کاتالیزگر فلزی هم چون پلاتین که بر سطح یک نیم‌رسانا نشاندگی شده است جهت آسان کردن کاهش آب استفاده می‌شود. این کار توسط الکترون‌هایی انجام می‌گیرد که به کمک نور تولید شده‌اند.

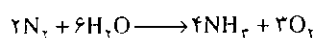
اکسید فلزهای هم‌گروه پلاتین در جدول تناوبی، اغلب برای آسان‌تر کردن اکسایش آب کاربرد دارند. برای نمونه،  $RuO_2$  توسط حفره‌هایی که توسط نور ایجاد شده‌اند به اکسایش آب کمک می‌کند. در سامانه‌هایی که نیم‌رسانا جهت کاهش، به کمک نور حساس می‌شود، همواره به یک دهنده‌ی الکترون مانند گلوکوز، متانول، EDTA،  $S^{2-}$  و زیست‌توده‌ها، و نیز یک گیرنده‌ی الکترون هم چون  $Fe(III)$  و  $[PtCl_6]^{2-}$  نیاز است.

استفاده از ذره‌های نیم‌رسانا به عنوان کاتالیزگر نوری جهت نابود کردن آلاینده‌های آلی و معدنی

نخستین بار نیم‌رسانای حساس‌کننده در سال ۱۹۸۳ توسط آلیس و همکارانش در فرایند معدنی شدن نوری هیدروکربن‌های هالوژن‌دار (برای نمونه، تری‌کلرو اتیلن، دی‌کلرومتان، کلروفرم و کرین‌ترا کلرید) به کار گرفته شد. در این فرایند که برای از میان بردن مواد آلی-که توانایی اکسایش به مواد معدنی را داشتند- مناسب شناخته شد، مواد آلی توسط  $TiO_2$  حساس می‌شدند. در پی این کار که تنها به مواد آلی غیر آروماتیک محدود شده بود، انجام پژوهش‌هایی با استفاده از کلروبنزن و فنول به عنوان بسترهای آروماتیک گزارش شد و بسیاری از مواد آلی که می‌توانستند به مواد معدنی تجزیه شوند بررسی و فهرست شدند. یادآوری می‌شود که جهت تبدیل نوری مواد معدنی سمی به موادی با سمیت کم‌تر یا غیر سمی نیز از نیم‌رساناها استفاده شد.

استفاده از ذره‌های نیم‌رسانا به عنوان حساس‌کننده در کاهش نوری نیتروژن و کربن دی‌اکسید

نخستین بار، در سال ۱۹۷۷، آمونیاک به کمک کاتالیزگر نوری، توسط شرارز و گات تهیه شد. معادله‌ی این واکنش چنین است:

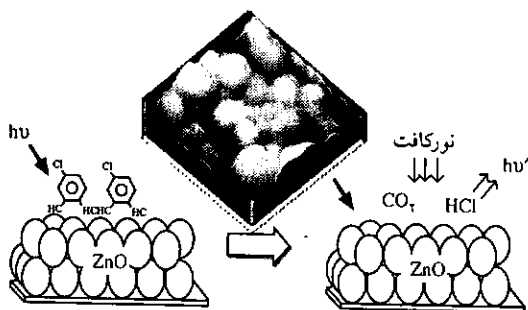


بیست سال بعد، سامانه‌های نوری فراوانی به کمک نیم‌رساناهایی هم چون  $WO_3$ ،  $CdS$ ،  $Fe_3O_4$ ،  $SrTiO_3$  و  $FeO(OH)$  برای تهیه‌ی آمونیاک طراحی شد.

هم‌چنین جهت تهیه‌ی فراورده‌هایی هم چون متانول، فرم‌آلدهید

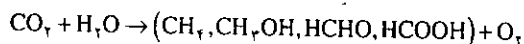
## نتیجه

جهت سم‌زدایی آب و هوا نیاز به طرحی است که در آن به کمک کاتالیزگر بتوان به طور هم‌زمان مواد شیمیایی سمی را شناسایی و نابود کرد. بنا به پژوهش‌های انجام‌گرفته، روی اکسید، نمونه‌ی مناسبی از این کاتالیزگرهاست، شکل ۲. نشر ZnO نسبت به ترکیب‌های آروماتیک هم‌چون فنول‌های کلردار در آب حساس است. کاهش میزان نشر ناشی از وجود ترکیب‌های آلی فرونشاندگی این نشر است. شکل ۲، سامانه‌ی یک نیم‌رسانای ZnO و توانایی آن را در تخریب آلاینده‌های آلی، در برابر پرتوهای UV نشان می‌دهد. استفاده از فیلم‌های نانو، توانایی کافی و مورد نیاز جهت بررسی کیفیت آب آشامیدنی و آب‌های زیرزمینی را دارد.



شکل ۲ استفاده از روی اکسید برای شناسایی و تخریب برخی آلاینده‌های آلی

و فرمیک اسید، کاهش کاتالیزگری نوری کربن دی‌اکسید توسط ذره‌های نیم‌رسانا در فشار و دمای بالا مورد بررسی قرار گرفته است:



و پس از آن تهیه‌ی آمینو اسیدهایی هم‌چون گلیسین، آلانین، سرین، آسپارتیک اسید و گلوتامیک اسید توسط دان گزارش شد.

استفاده از ذره‌های نیم‌رسانا به عنوان حساس‌کننده، جهت فرایندهای تهیه‌ی ترکیب‌های آلی

کار تهیه‌ی ترکیب‌های آلی گوناگون به کمک نور توسط کربوتلر و بارد، با استفاده از نیم‌رساناها به عنوان حساس‌کننده و  $\text{TiO}_2$  پلاتین‌دار آغاز شد. این کار معمولاً در یک حلال آلی خنثی مانند MeCN، استونیتریل، یا بر سطح نیم‌رسانا انجام می‌گیرد.

استفاده از ذره‌های نیم‌رسانا به عنوان حساس‌کننده جهت فروپاشی سلول‌های سرطانی، باکتری‌ها و ویروس‌ها به کمک نور

در درمان‌های فوتودینامیکی، از حساس‌کننده‌های رنگی هم‌چون هماتوپورفرین استفاده می‌شود که گزینش‌پذیری موضعی مناسبی در توده‌های سرطانی از خود نشان می‌دهد. هم‌چنین ثابت شده است که نیم‌رساناهایی هم‌چون  $\text{TiO}_2$  با تولید رادیکال‌های  $\text{OH}^\bullet$ ،  $\text{O}_2^{\bullet-}$  یا  $(\text{OOH})^\bullet$  با کارایی مشابه با روش PDT (درمان فوتودینامیکی)، سبب حساس‌شدن و از میان رفتن سلول‌های سرطانی در حضور نور می‌شود.

باکتری‌ها و ویروس‌ها نیز با روش‌های گوناگون نابود می‌شوند که از آن میان می‌توان به استفاده از گرما و پرتوی فرابنفش، اکسایش شیمیایی و گندزدایی آب به کمک کلر و آنتی‌بیوتیک‌ها (برای باکتری‌ها) اشاره کرد. اگرچه که کلرزنی سبب غیرفعال‌شدن باکتری‌ها و ویروس‌ها می‌شود اما فرآورده‌های ناخواسته‌ای هم‌چون تری‌هالومتان را نیز تولید می‌کند. از این‌رو، استفاده از کلر جهت پالایش آب صنعتی و آب‌های زیرزمینی محدود شده است و امروزه فناوری‌هایی هم‌چون استفاده از اوزون، پرتوی فرابنفش، فرایندهای صاف‌کردن به طور پیشرفته و استفاده از کاتالیزگرها جایگزین آن شده است.

یکی از تازه‌ترین کاربرد کاتالیزگرهای نوری نیم‌رسانا، بهره‌گیری از آن‌ها به عنوان گندزدا بوده است. ماتسوکا، از این راه توانسته است به کمک  $\text{TiO}_2$ ، برخی باکتری‌ها را نابود کند.

♦ دبیر شیمی شهرستان لردگان  
♦♦ عضو هیات علمی دانشگاه اصفهان

### 1. photocatalyst

- Habibi, M. H.; Jamshidi, M. H. 11 th Iranian Chemistry and Chemical Engineering Congress, 1996, 66.
- Becquerel, E.; Acad, C. R. Science, 1839, 9, 561.
- Sakata, T.; Kawai, T. Nouv. J. Chem. 1981. 5, 279.
- Praudem, A. L.; Oilis, D. F. J. Catalist, 1983, 82, 404.
- Scharauzer, G. N.; Guth, T. D. J. Am. Chem. Soc. 1977, 99, 789.
- Moore, B.; Webster, T. A. Proc. R. Soc. London. Ser. B. 1913, 163.
- Dunn, W. W.; Aikawa, Y.; Bard, A. J. Am. Chem. Soc. 1981. 103, 6893.
- Kraeutler, B.; Bard, A. J. J. Am. Chem. Soc. 1978, 100, 2239.
- Bonett, R. Chem. Soc. Rew. 1995, 19.
- Matsanaga, T.; Okochi, M. Environ. Sci. Technol. 1995, 329, 501.
- Prashant, v.; Rebecca. H. J. Phys. Chem. 2002, 105, In press.



نوشته‌ی: حسن خلیفه‌خانی

# مایع‌های یونی

## آغاز سخن

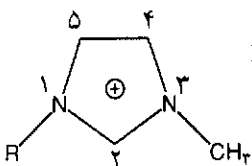
به شمار نمی‌روند.

### تاریخچه‌ی مایع‌های یونی

نخستین بار در سال ۱۹۱۴، سادن و ویلکینز<sup>۱</sup>، نمک تری‌اتیل‌آمونیم نیترات را تهیه کردند. این نمک در دمای اتاق مایع بود و اندکی آب نیز آن را همراهی می‌کرد. تا دهه‌ی ۱۹۷۰، بررسی این نمک‌ها چندان جدی گرفته نشد. در پایان این دهه بود که ویلکز و اوستریانگ<sup>۲</sup> موفق به تهیه‌ی مایع یونی آلکیل پیریدینیوم تتراکلرو آلومینات شدند و آن را در واکنش‌های الکترو شیمیایی به کار بردند. پس از آن نمک مایع تترا-*n*-هگزیل آمونیوم بنزوات را تهیه کردند. در اواخر دهه‌ی ۱۹۸۰، بررسی چنین مایع‌هایی به طور گسترده آغاز شد به گونه‌ای که تا کنون نیز این پژوهش‌ها ادامه یافته است. چنانچه در سال ۱۹۹۲، ویلکز نخستین نمک یونی را با ساختاری تازه تهیه کرد. او، از اتیل متیل ایمیدازولیوم تترافلوئورو بورات مایع،  $[emim][BF_4]$ ، جهت واکنش‌های کاتالیز شده‌ی همگن استفاده کرد.

### ساختار مایع‌های یونی

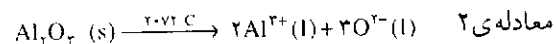
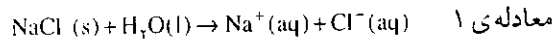
در بیش‌تر مایع‌های یونی، تترا آلکیل آمونیوم، تترا آلکیل فسفونیوم، آلکیل پیریدینیوم و تری آلکیل سولفونیوم نقش کاتیون را دارند و آنیون این نمک‌ها را بورتترافلوئورید، فسفر



اوکتیل و هگزیل، بوتیل، اتیل، متیل، R =

۱- آلکیل - ۲- متیل ایمیدازولیوم

نمک‌های معدنی که ساختار شبکه‌ای منظمی دارند، از انرژی شبکه‌ی بالایی برخوردار هستند. بیش‌تر این نمک‌ها جامد‌های یونی هستند که نقطه‌ی ذوب بالایی دارند. برای نمونه،  $NaCl$  در  $801^{\circ}C$  و  $Al_2O_3$  در  $2072^{\circ}C$  ذوب می‌شود. حل شدن این نمک‌ها در آب، محلول‌های یونی را پدید می‌آورد (معادله‌ی ۱)، و ذوب شدن آن‌ها تولید مایع‌های یونی با بخارهای سمی و خورنده را به همراه دارد (معادله‌ی ۲):



دسته‌ی دیگری از نمک‌ها شناخته شده‌اند که در دمای اتاق ذوب می‌شوند و بنابراین در حالت عادی مایع هستند. به چنین مایع‌هایی که شامل یون‌های مثبت و منفی هستند، مایع‌های یونی<sup>۱</sup> می‌گویند. مایع‌های یونی از ویژگی‌های جالبی برخوردارند که عبارتند از:

- در گستره‌ی دمایی بسیار وسیع، از  $75^{\circ}C$  تا  $420^{\circ}C$ ، مایع هستند.

- آتش گیر هستند.

- در برابر دما پایداری فراوانی دارند.

- فشار بخار پایینی دارند، پس فرار نیستند.

- ترکیب‌های آلی، معدنی و آلی فلزی را به آسانی در خود حل می‌کنند.

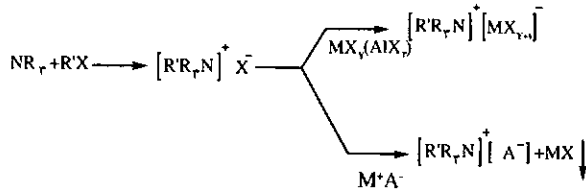
- گازهایی چون  $H_2$ ،  $CO$  و  $O_2$  را به خوبی در خود حل می‌کنند.

- به شدت قطبی هستند، اما عامل کوئوردینه کننده‌ی خوبی

نقطه‌ی ذوب برخی از این نمک‌ها در جدول ۱ آمده است.

### تهیه‌ی مایع‌های یونی

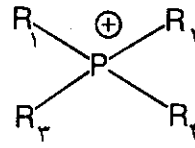
جهت به دست آوردن این مایع‌ها، یک آمین نوع سوم یا تری‌آلکیل فسفین یا یک آلکیل هالید وارد واکنش می‌شود تا نمک تترآلکیل آمونیوم هالید یا تترآلکیل فسفونیوم تشکیل شود. سپس آنیون هالید



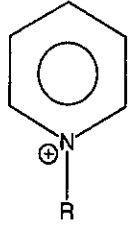
با آنیون‌هایی هم‌چون  $PF_6^-$ ،  $BF_4^-$  و  $AlCl_4^-$  جایگزین می‌شود. کاربرد مایع‌های یونی

بیش‌تر ترکیب‌هایی که به عنوان حلال در واکنش‌های شیمیایی به کار می‌روند هیدروکربن‌های کلردار مانند کلروفرم، ۱، ۲-دی‌کلرو اتان، دی‌کلرو متان و کربن تتراکلرید هستند. همه‌ی این ترکیب‌ها به خاطر برخوردار بودن از اتم‌های کلر، سمی بوده، برای محیط‌زیست زیان‌آورند. از این‌رو، شیمی دان‌ها علاقه‌ی فراوانی به جایگزین کردن آن‌ها با موادی دارند که میزان سمی بودن آن‌ها کم‌تر باشد. امروزه، از چنین پژوهش‌هایی با عنوان شیمی سبز یاد می‌شود. از آن‌جا که مایع‌های یونی بسیار قطبی هستند، مواد آلی، معدنی و آلی فلزی را به خوبی در خود حل می‌کنند، فشار بخار کمی دارند و آنیون آن‌ها خصلت هسته‌دوستی از خود نشان نمی‌دهد. از این‌رو، یکی از مهم‌ترین کاربردهای این ترکیب‌ها به عنوان حلال در واکنش‌های شیمیایی است. شکل ۲، واکنش‌هایی را نشان می‌دهد که در محیط نمک‌های یونی انجام گرفته است.

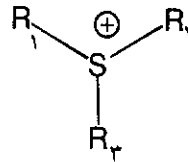
کاربرد دیگر این نمک‌ها در ذخیره کردن انرژی خورشید به صورت انرژی گرمایی است. از آن‌جا که میزان انرژی خورشیدی که روی زمین در دسترس قرار دارد، ۵۰۰۰ برابر کل منبع‌های دیگر انرژی، موجود در کره‌ی زمین است، ذخیره‌ی این انرژی به صورت گرما و تبدیل آن به الکتریسیته، ارزان و به صرفه است. میزان این انرژی در سطح کره‌ی زمین به عواملی هم‌چون شرایط آب و هوا، ارتفاع منطقه و زمان بستگی دارد. بنابراین باید انرژی خورشید ذخیره شود و در زمان مورد نیاز، مورد استفاده قرار گیرد. به این منظور، از نمک‌های مذاب (مخلوطی از  $KNO_3$  و  $NaNO_3$ ) و یک روغن آلی به نام سانتوترم<sup>۱</sup> ۵۵، استفاده شده



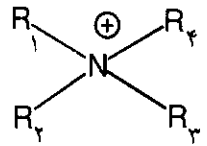
تترا آلکیل فسفونیوم



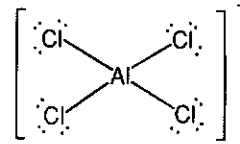
N-آلکیل پیریدینیوم



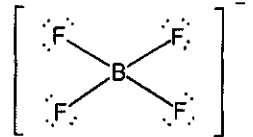
تری آلکیل سولفونیوم



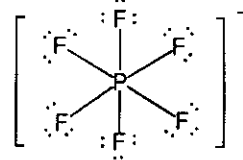
تترا آلکیل آمونیوم



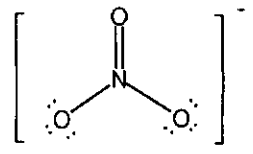
تترا کلرو آلومینات



تترا فلورو بورات



هگزا فلورو فسفات



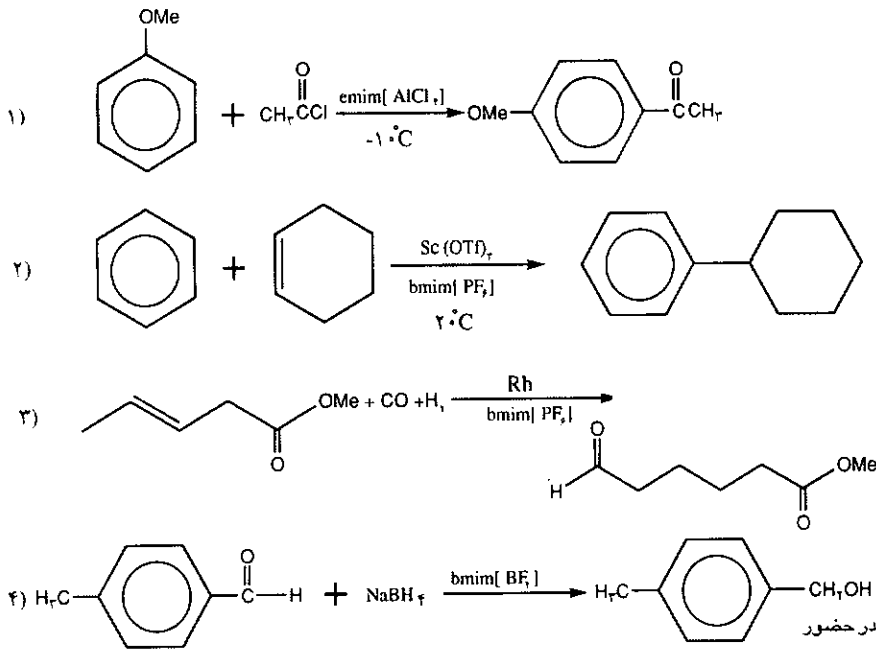
نیترات

شکل ۱

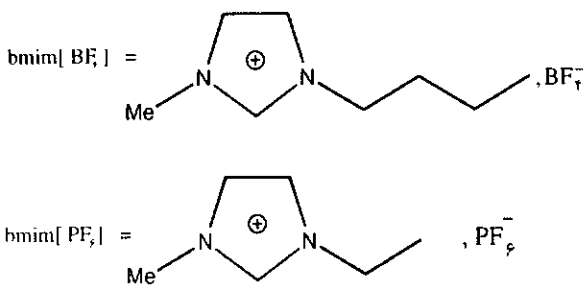
هگزا فلورو بورید، نیترات و آلومینیوم تتراکلرید تشکیل می‌دهند.

مایع یونی	نقطه‌ی ذوب (°C)	R	X
۱	۷	$C_7H_5$	$AlCl_4^-$
۲	۶	$C_7H_5$	$BF_4^-$
۳	-۷۵	$C_8H_{17}$	$PF_6^-$
۴	-۷۷/۵	$C_{10}H_{21}$	$BF_4^-$
۵	-۷۵	$C_7H_9$	$BF_4^-$

جدول ۱



شکل ۲ نمونه هایی از واکنش های شیمیایی، در حضور مایع های یونی به عنوان حلال



تجزیه ای استفاده کرد.

گفتنی است که بررسی روی انواع تازه از این نمک ها و گسترش کاربرد آن ها هم چنان در حال پیشرفت است. با این حال، گران بودن روش های تهیه ی این نمک ها تنها مشکل کاربرد آن ها به شمار می رود.

است. با این حال، کار کردن با هریک از این مواد، مشکلاتی در پی دارد. برای نمونه، نقطه ی ذوب مخلوط دو نمک یادشده، ۱۴۲°C است و گاه این مخلوط در مجاری دستگاه مورد استفاده منجمد می شود. از سوی دیگر، روغن مایع سانتوترم ظرفیت گرمایی پایینی دارد (C=۱۹۰۷/J.kg.K). بنابه پژوهش های تجربی، نمک های مایع، از ظرفیت گرمایی بسیار بالایی (C=۲۵۰۰/J.kg.K) برخوردارند، پایداری گرمایی آن ها زیاد است و در گستره ی وسیعی از دما، مایع هستند. همه ی این ویژگی ها منجر به کاربرد گسترده ی آن ها برای جذب انرژی خورشیدی و ذخیره کردن آن شده است.

هم چنین در واکنش های الکتروشیمیایی نیز می توان از این نمک ها بهره گرفت. از آن جا که، آنیون های موجود در این نمک ها در واکنش های الکتروشیمیایی شرکتی نمی کنند، می توان از آن ها به عنوان یک محیط بی اثر و مناسب جهت واکنش های

سانتوم ۵۵	[C <sub>x</sub> mim] PF <sub>6</sub>	خاصیت در دمای ۲۵°C
۸۸۶	۱۴۰۰	چگالی kgm <sup>-۳</sup>
۱۹۰۷	۲۵۰۰	ظرفیت گرمایی ویژه J.kg <sup>-۱</sup> .k <sup>-۱</sup>
-۳۰-۳۰۰	-۷۵-۴۱۴	گستره ی دمایی مایع (°C)
۵۹	۳۷۸	گرمای ذخیره شده MJ.m <sup>-۳</sup>

برخی از خواص مایع یونی  
n-اوکتیل متیل ایمیدازولیوم تترافلوئوربوسفات و روغن سانتوترم

دکتر حسن حذرخانی، دبیر دبیرستان های مرکز استعداد های درخشان تهران

1. ionic liquid
2. Sugden, S. & Wilkins, H
3. Wilkes, J.S. & Osteryoung, R.A.
4. santotherm

1. Sheldon, R. *Chem. Commun.* **2001**, 2399.
2. Wasserschied, P. *Angew. Chemi.* **2000**, 39, 3772.
3. Welton, T. *Chem. Rev.* **1999**, 99, 2071.





# بیشرفت در دنیای باتری‌ها

ترجمه‌ی فاطمه اشرفی امینه

حجم در خلال عمل پر کردن و خالی شدن باتری در کیفیت کارایی باتری اثر مطلوب دارد.

یک باتری قابل حمل خوب باید بتواند میزان بالایی از انرژی را در واحد حجم (چگالی انرژی حجمی،  $Whl^{-1}$ ) یا در واحد جرم (چگالی انرژی جرمی،  $Whkg^{-1}$ ) ذخیره کند. چند عامل بر چگالی انرژی اثر می‌گذارند که از آن جمله به موارد زیر اشاره می‌شود:

✱ ولتاژ عمل کننده یعنی مقدار باری که می‌تواند ذخیره شود؛

$(A.h)$  زمان  $\times$  جریان = گنجایش سلول

✱ حجم و جرم سلول

وسایل الکتریکی که شامل باتری‌های قابل حمل هستند، مانند رایانه‌های دستی (palm top)، تلفن‌های همراه و دوربین‌های رقمی، بیش از ۵۰٪ فرآورده‌های کارخانه‌ای را در صنایع الکترونیک تشکیل می‌دهند. هم‌چنان‌که پژوهشگران به تلاش خود جهت کوچک‌تر کردن باتری‌ها ادامه می‌دهند، مشکلاتی نیز در این زمینه پدید می‌آید. از آن‌جا که همه‌ی تلاش‌ها برای افزایش توانایی باتری در ذخیره‌ی انرژی در واحد حجم (چگالی انرژی حجمی) و در واحد جرم (چگالی انرژی جرمی) است، پژوهشگران در پی آن هستند که ولتاژ عمل کننده یا گنجایش باتری را بدون افزایش جرم یا حجم آن بالا ببرند. این امر، چگالی انرژی بیشتری را فراهم می‌کند، درحالی‌که بسته‌بندی باتری و طراحی سلول ممکن است منجر به ایجاد برخی از تغییرها شود تا کارایی بالاتر برای سلول را به همراه داشته باشد.

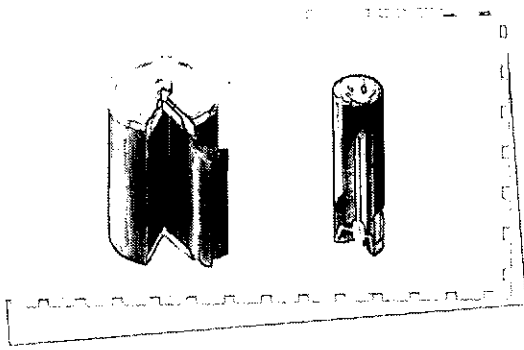
تا چند سال پیش، باتری‌های کادمیم-نیکل که پس از تخلیه شدن، قابلیت پر شدن دوباره را داشتند، در وسایل قابل حمل به کار می‌رفتند. به تازگی در جهت کاهش آلودگی‌های زیست محیطی، کاربرد این باتری‌ها توسط کمیسیون اروپا تا سال

اساس کار یک باتری

باتری، یک سلول الکتروشیمیایی ساده شامل الکتروود مثبت، الکتروود منفی و یک الکتروولیت (که معمولاً حالت مایع دارد) است. هنگامی که باتری به کار می‌افتد، الکترون‌ها از راه الکتروولیت، از آند به سوی کاتد جریان می‌یابند و یک کار الکتریکی انجام می‌شود. اگر باتری قابل شارژ کردن باشد می‌توان با وصل کردن آن به یک مدار جریان متناوب خانگی، به کمک یک ترانسفورماتور جریان الکترون‌ها را از کاتد به سوی آند وارونه کرد. چنین باتری‌هایی در وسایل قابل حمل کاربرد دارند. کار پر کردن یک باتری، یکی از مراحل چرخه‌ی پر کردن-خالی شدن باتری به شمار می‌رود.

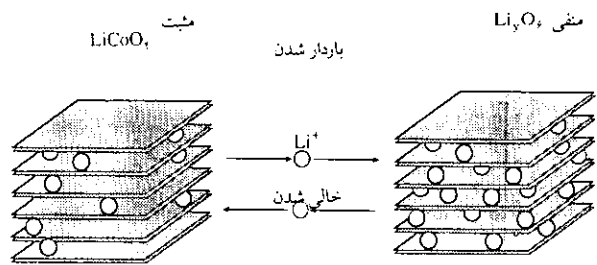
در وسایل قابل حمل باید از باتری‌هایی استفاده شود که قابلیت پر شدن، حتی پس از صدمات استفاده را داشته باشند. هم‌چنین این باتری‌ها باید بتوانند در گستره‌ی وسیعی از دما- از  $30^{\circ}C$  تا  $70^{\circ}C$  کار کنند. باتری خوب، باتری است که بتوان آن را با کم‌ترین کاهش در کارایی، از چند دقیقه تا ده‌ها ساعت پر یا خالی کرد. از این گذشته، مواد به کار رفته به عنوان الکتروود باید جهت تولید ولتاژ کامل برای سلول دارای گنجایش بالا باشند تا چگالی انرژی سلول را به بیش‌ترین میزان برسانند. گنجایش یک ماده، میزان توانایی آن برای ذخیره کردن بار است.

افزون بر این، یک سلول باید قابلیت رسانایی یونی و الکترونی مناسبی داشته باشد و در دماهای پایین و تخلیه شدن سریع، کارایی خوبی از خود نشان دهد. در واقع، تماس نداشتن الکتروود با جمع‌کننده‌ی فلزی جریان، ممکن است به غیرفعال شدن ماده، به طور الکتروشیمیایی بینجامد و گنجایش آن را کاهش دهد. درحالی‌که، تغییرهای کوچک در ساختار یا میزان



۲۰۰۸ ممنوع شده است. پس از آن، باتری های هیبریدی یون لیتیم و فلز نیکل به طور گسترده، به عنوان منابع نیرو در وسایل قابل حمل پیشنهاد شده، مورد تحسین قرار گرفته اند. باتری های هیبریدی فلز نیکل، دارای یک کاتد  $\text{NiOOH}$ ، آند از جنس هیدرید یک فلز و یک الکتروولیت آبی هستند که چگالی های انرژی مناسبی دارند. اما همین باتری ها به دلیل جریان خودبه خودی واکنش های خالی شدن باتری در زمان هایی که از آن ها استفاده نمی شود، گنجایش مناسبی ندارند. در حالی که، سلول های شامل یون لیتیم، از چگالی انرژی بالایی نسبت به باتری های رایج برخوردارند و تقریباً به هنگام ذخیره سازی انرژی، گنجایش خود را حفظ می کنند.

نخستین سلول تجاری که قابلیت پر شدن دوباره را دارا بود، در سال ۱۹۹۰ توسط شرکت سونی تولید شد. در این سلول، از کاتد  $\text{LiCOO}$ ، آند گرافیتی و یک الکتروولیت مایع غیرآبی استفاده شده بود، شکل ۱.



شکل ۱ پر کردن یا خالی شدن یک باتری شامل یون های لیتیم،  $\text{Li}^+$ .

این سلول با نام باتری گهواره ای نیز خوانده می شد، زیرا یون های لیتیم در جریان عمل پر یا خالی شدن باتری، در میان الکترودها در رفت و آمد هستند. هنگام پر کردن این باتری، یون های لیتیم در حالی که از الکتروولیت می گذرند، از الکتروود مثبت، روانه ی لایه های گرافیت شده، وارد الکتروود منفی می شوند. این نوع باتری، با دو تا سه برابر کردن چگالی انرژی (حجمی یا جرمی) به طور گسترده به عنوان منبع نیرو جهت کاربردهای پزشکی مورد استفاده قرار گرفت، چنان که از سال گذشته، با تولید ۹۰۰ میلیون سلول یون لیتیم، ترتیبی داده شده است تا در پیاده کردن این طرح در خلال هر چهار سال، تولید این سلول ها به دو برابر افزایش یابد.

در نسل های بعدی باتری های یاد شده، در ساختار آند، کاتد و الکتروولیت تغییراتی داده شد. این تغییرها با توجه به پایین بودن گنجایش عملی کاتد نسبت به گنجایش نظری آن، گران بودن کبالت و زیان آور بودن آن از دید زیست محیطی و نیز حساس بودن الکتروولیت نسبت به رطوبت و سمی بودن آن انجام گرفته است. جایگزین های کاندی مناسب

چندین جایگزین برای کاتد  $\text{LiCoO}_2$  پیشنهاد شده است. استفاده از اکسید فلزهای واسطه، ولتاژ عمل کننده و در پی آن چگالی انرژی را افزایش می دهد. جهت جریان بهتر یون های لیتیم در درون و بیرون از کاتد، ساختار بلوری به صورت شبکه ای به هم پیوسته طراحی شد.

استفاده از اکسیدهای نیکل-لیتیم با ساختار لایه لایه به عنوان کاتد، گنجایش های بالاتری را نسبت به  $\text{LiCoO}_2$  ارائه می دهد. به هر حال، سنتز این ترکیب ها باید با دقت کنترل شود زیرا ممکن است در ساختار بلوری آن ها نوعی بی نظمی در ترتیب لیتیم و نیکل روی دهد. جایگزین کردن ۲۰ تا ۳۰ درصد نیکل با کبالت می تواند به کاهش در این گونه بی نظمی ها بینجامد. هم چنین این کار بر عمر باتری می افزاید. در دو سال گذشته، اکسیدهای مخلوط کبالت-لیتیم-نیکل در نسل دوم سلول های لیتیم مورد استفاده قرار گرفته است.

$\text{Co}^{2+}$  نیز مانند  $\text{Ni}^{2+}$  یک یون ناپایدار است و  $\text{Ni}^{1+}$  مایل است که الکتروولیت را اکسید کند. به این ترتیب این یون به حالت اکسایش پایدارتر خود،  $+2$  یا  $+3$ ، می رسد. گرمای فراوانی که در نتیجه ی انجام این واکنش آزاد می شود ممکن است در برابر الکتروولیت های مایع و فرار موجود در باتری، خطرناک باشد. از این رو، باید به نکته های ایمنی در این زمینه توجه شود. برای این منظور می توان یون های  $\text{Ni}^{2+}$  را با یون هایی که از دید الکتروشیمیایی غیرفعال هستند، مانند  $\text{Ti}^{2+}$  و  $\text{Mg}^{2+}$  جایگزین کرد.

هم چنین به جای کبالت می توان از منیزیم استفاده کرد که نسبتاً غیر سمی، ارزان و در حالت اکسایش  $+3$  و  $+4$  پایدار است. از اکسیدهای منگنز (IV) در باتری های آلکالاین اولیه استفاده می شد. اما کاربرد آن ها تنها در باتری های یون لیتیم قابل پر کردن گسترش یافته است.

اکسید منگنز-لیتیم،  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ، یک اسپینل مکعبی است که یون های لیتیم هم می تواند به آن راه یابند و هم در آن جابه جا شوند. وارد شدن لیتیم در این اسپینل سبب می شود که بیش تر از ۵۰٪ یون های منگنز سه ظرفیتی شوند. این اسپینل در گستره ی ولتاژی بالاتر از ۴۷ به خوبی عمل می کند و جایگزین کردن یون های لیتیم، منیزیم، کبالت، آلومینیم و سدیم با یون  $\text{Mg}^{2+}$ ،

اکسید فلزهای واسطه هم چون  $\text{Cu}_2\text{O}$  ،  $\text{NiO}$  ،  $\text{Co}_2\text{O}_3$  ،  $\text{CuO}$  و  $\text{FeO}$  رفتار مشابهی دارند اما در صورت استفاده از این ترکیب‌ها به عنوان آند، واکنش‌ها در ولتاژهای بالاتر نسبت به زمانی که از گرافیت به عنوان آند استفاده می‌شود، روی می‌دهد. این امر به طور قابل توجهی ولتاژ کامل سلول و چگالی انرژی باتری را کاهش می‌دهد.



### الکترولیت‌های جامد

همه‌ی باتری‌های قابل پر کردن یون لیتیم با الکترولیت جامد برتری‌هایی بر باتری‌هایی با الکترولیت مایع دارند. در حضور الکترولیت جامد، باتری چگالی انرژی بالاتری دارد، نفوذناپذیر است و چون در آن هیچ حلالی به صورت مایع و فرآر وجود ندارد، ایمن‌تر است.

هم‌اکنون انواع گوناگونی از الکترولیت‌های جامد شامل سرامیک‌های انتقال‌دهنده‌ی یونی، شیشه‌ای و بسپاری در دسترس هستند که از آن میان، الکترولیت‌های بسپاری بالاترین کارایی را ارائه می‌دهند. این نوع از الکترولیت‌ها شامل یک نمک معدنی مانند  $\text{LiPF}_6$  یا  $\text{LiClO}_4$  حل شده در یک بسپار با وزن مولکولی زیاد (برای نمونه، اکسیداتیلن) هستند. تنها موردی که کاربرد تجاری این الکترولیت را محدود می‌کند، رسانایی به نسبت پایین آن در دمای اتاق است. به تازگی نمک‌های تازه‌ای هم چون لیتیم آمید<sup>۱</sup>، اکسید فلزهای بی‌اثر مانند  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ،  $\text{TiO}_2$  و کمپلکس‌هایی با ساختارهای بلوری اصلاح شده، به پژوهشگران اجازه می‌دهد تا توانایی رسانایی بالا در دمای اتاق را در باتری‌ها برآورده سازند. هم‌چنین الکترولیت‌های بسپار ژل‌مانند، نوع دیگری از این الکترولیت‌ها هستند که از همراهی یک الکترولیت مایع غیرآبی با اندکی از یک بسپار تشکیل شده‌اند. این ترکیب‌ها قابلیت انتقال بار قابل مقایسه با الکترولیت‌های مایع را دارند اما به دلیل وجود ترکیب‌های فرآر در آن‌ها، اتلاف پتانسیل در آن‌ها محسوس است.

در حالی که تازه‌ترین باتری‌های یون لیتیم از فناوری انواع بسپارها به عنوان الکترولیت بهره گرفته‌اند، باتری‌های میکروسکوپی سوار شده روی قرص‌های سیلیسیمی در چشم‌اندازهای آینده‌ی پژوهشگران جای می‌گیرند. این میکروباتری‌ها اندازه‌ای برابر با یک سر سوزن دارند. این سلول‌ها هنوز به صورت تجاری قابل استفاده نیستند اما مراحل پیشرفت خود را به سرعت پشت سر می‌گذارند.

گنجایش عملی باتری را افزایش می‌دهد. هم‌اکنون استفاده از باتری‌های یون لیتیم شامل اسپنل  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  ، به صورت تجاری برای ارتباط‌های تلفنی و وسایل قابل حمل، ارزان و به صرفه شناخته شده است.

در سال ۱۹۹۶، گروهی از پژوهشگران دانشگاه سن اندروز در اسکاتلند، سنتز  $\text{LiMnO}_4$  لایه لایه را که به  $\text{LiCoO}_2$  شباهت داشت، گزارش کردند. این ماده به طور مستقیم تشکیل نمی‌شود و در آغاز روش به کاررفته جهت تهیه‌ی آن،  $\text{NaMnO}_4$  به دست می‌آید که در دمای پایین (کم‌تر از  $160^\circ\text{C}$ ) در پی انجام یک واکنش تعویض یون، ساختاری لایه لایه به خود می‌گیرد. هم‌اکنون گروهی از ترکیب‌های اکسید منگنز-لیتیم لایه لایه مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند که گنجایش عملی را به  $200\text{Ahg}^{-1}$  می‌رسانند و در هر چرخه‌ی استفاده تا ۹۹/۹۹٪ قابل برگشت هستند اما یکی از عیب‌های آن‌ها این است که پس از چندبار پرو خالی شدن باتری، ساختار لایه لایه، به تدریج به اسپنل تغییر می‌یابد.

یک ترکیب آهن دار می‌تواند در ساختار الکترودها مورد استفاده قرار گیرد. در این حال هزینه‌ها و سمیت آن‌ها کاهش می‌یابد. متأسفانه هیچ ترکیبی به صورت  $\text{LiFeO}_2$  در این زمینه مناسب شناخته نشده است. در سال ۱۹۹۷، گروه دیگری در دانشگاه تگزاس دریافتند که با استفاده از گروه‌های آنیونی هم‌چون فسفات‌ها یا سولفات‌ها، پتانسیل زوج  $\text{Fe}^{2+} - \text{Fe}^{3+}$  به حد مناسبی می‌رسد. یکی از این ترکیب‌ها  $\text{LiFePO}_4$  است که گنجایش نظری آن  $170\text{mAhg}^{-1}$  است اما پایین بودن رسانایی آن یک مشکل است. به هر حال، انجام واکنش در دمای پایین منجر به نزدیک شدن گنجایش نظری  $\text{LiFePO}_4$  به گنجایش عملی آن می‌شود.

### جایگزین‌های آندی

پژوهشگران، برای این منظور سیستم‌های فلزی گوناگونی را مورد بررسی قرار داده‌اند. از سال ۱۹۹۶، جست‌وجو در جهت یافتن آندهای مناسب تازه روی گستره‌ای از ترکیب‌های قلع تمرکز یافته است. شرکت تولید فیلم‌های فوجی در ژاپن از اکسیدهای غیربلوری قلع در این زمینه استفاده کرده است. در این ترکیب‌ها فلزهای فعال درون یک بستر جای گرفته‌اند.

1. lithium amide



# آرسنیک آن چنان هم که گفته می‌شود شرورنیست!

دانسته یا ندانسته به گردن آرسنیک انداخته شد. به نظر می‌رسید اسید سولفوریک موجود در آبجو به آرسنیک آلوده بوده است. اما افزون بر آرسنیک، سلنیم نیز در این نوشابه‌ها یافت شده بود. این رویداد همراه با نمایشنامه‌ی «آرسنیک و بند کفش کهنه» نوشته‌ی کسل رینگ<sup>۱</sup>، هر دو به «افسانه‌ی آرسنیک» معروف شد. این نمایشنامه، آرسنیک را به عنوان ماده‌ای مرگ‌آور معرفی می‌کرد، اگرچه که با وجود برخی مواد دیگر هم چون سیانید و استریکنین که در مخلوط‌های کشنده، آرسنیک را همراهی کرده بودند، بدگمانی نسبت به آرسنیک کمی به شک آلوده شد.

## تاریخچه‌ی درمانی آرسنیک؛ دارویی به قدمت تاریخ

برخلاف دیدگاه‌هایی که درباره‌ی آرسنیک وجود دارد، توجه به تاریخچه‌ی آن نشان می‌دهد که ترکیب‌های این عنصر به‌طور گسترده برای درمان بیماری‌ها کاربرد داشته است. چنان‌که در ۲۰۰۰ سال پیش از میلاد،  $As_2O_3$  در جریان پالایش مس به دست می‌آمد. این ترکیب هم به عنوان یک دارو و نیز به عنوان یک سم در هند و شرق دور مورد استفاده بوده است. ۴۰۰ سال پیش از میلاد رومی‌ها با ترکیب‌هایی از آرسنیک آشنا شدند. در این هنگام بقراط و ارسطو زرنیخ ( $As_2S_3$ ) و آرسنیک سولفید ( $As_2S_5$ ) را تهیه کردند و در درمان زخم معده به کار گرفتند. چند قرن پس از آن، برادران دیوسکورید<sup>۲</sup> نشان دادند که  $As_2S_3$

معمولاً معلمان به آموزش مفاهیم، اندیشه‌ها، قاعده‌ها، واقعیت‌ها و رابطه‌های ریاضی، جهت فراهم کردن دانستنی‌های پایه‌ای لازم برای درک شیمی توسط دانش‌آموزان، به عنوان یک پیش‌نیاز می‌نگرند و وجود آن‌ها را ضروری می‌دانند. اما بیش‌تر معلمان این آموزش‌ها را کافی نمی‌دانند. برخی از آن‌ها بر آن هستند که بیش‌تر به معرفی دقیق و روشن «هویت شیمی» پردازند حتی اگر در این راه، با مشکلاتی روبه‌رو شوند. بخشی از هویت شیمی، درک این امر است که این علم یک فرایند روبه‌گسترش بوده و هست و نباید آن‌گونه که در کتاب‌ها معرفی شده است، به آن به عنوان مجموعه‌ای تعریف شده از فرآورده‌های نهایی نگریست. جدول تناوبی و عنصرها مهم‌ترین مرجع ما در شیمی هستند. بنابراین ما می‌توانیم از این میان عنصری را برگزینیم و فرایندهایی را به تصویر بکشیم که در پس پیشرفت دانستنی‌ها در قلمرو شیمی نهفته‌اند. برای نمونه، آرسنیک را برمی‌گزینیم. از آن‌جا که برخی از ما آرسنیک را عنصری سمی می‌دانیم و گاه آن را با عنوان «سلطان مواد سمی» می‌شناسیم، آوردن چند کاربرد دارویی از این عنصر و ترکیب‌های آن برای روشن شدن موضوع مناسب به نظر می‌رسد. چرا آرسنیک تا این اندازه زیان‌آور شمرده می‌شود؟ باید گفت که از بد روزگار یا از بدبختی، چنین ظلمی بر این عنصر رفته است! برای نمونه، در سال ۱۹۰۰ در منچستر ۶۰۰ نفر از کسانی که آبجو خریداری کرده بودند بیمار شدند و ۷۰ تن از آن‌ها جان باختند. گناه این رویداد

خاصیت موبری دارد. در خلال قرون وسطی، استفاده از ترکیب‌های آرسنیک جهت درمان بیماری‌ها بالا گرفت.

تا دهه‌ی ۱۷۰۰ میلادی، که محلول فولر به طور غیرمنتظره کشف شد، ترکیب‌های این عنصر به تنهایی یا همراه با مواد دیگر هم چون جیوه، طلا و خاکستر باقی مانده از چیزهای گوناگون در درمان سرطان، بیماری‌های آمیزی، ناراحتی‌های تغذیه‌ای، روماتیسم، تنگی نفس، سل، بیماری‌های پوستی و قند (دیابت) و نیز به عنوان ماده‌ی عرق‌زا، گندزدا، صفرابُر، مسکن و تقویت کننده به کار می‌رفت.

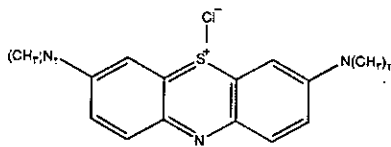
در آغاز قرن هجدهم، مشاهده شد هنگامی که آرسنوس اسید،  $H_2AsO_3$ ، با قلیا جوشانده می‌شود، انحلال پذیری بیش تری در آب نشان می‌دهد. از آن جا که انحلال پذیری یکی از ویژگی‌های ضروری مواد دارویی به شمار می‌رود، این یافته پیشرفت برجسته‌ای در صنعت مواد دارویی بود. در این هنگام، توماس فولر<sup>۲</sup> به قطره‌هایی علاقه پیدا کرد که در بیمارستان استافورد<sup>۳</sup> در برابر تب مالاریا تجویز می‌شد. تلاش او برای الگوبرداری از این دارو، به تهیه‌ی محلولی با نام خودش انجامید که به خاطر خواص درمانی بی‌مانندش نزد مردم محبوبیت بسیار یافت. محلول فولر شامل ۱٪ پتاسیم آرسنات،  $KAsO_4$ ، بود که از واکنش میان آرسنیک تری اکسید و پتاسیم کربنات، در محیطی به دور از آب، به دست آمد. این دارو به عنوان یک ماده‌ی ضد قاعدگی و در درمان تنگی نفس، سیفلیس، روماتیسم، بیماری‌های پوستی و نیز سرطان خون به کار رفت. بیش از یک قرن گذشت و ترکیب‌های آرسنیک هم چنان مورد پسند همه بودند. آرسنیک تری اکسید هنوز هم در درمان سرطان کاربرد دارد.

در میانه‌ی قرن نوزدهم، درحالی که کارشناسان در جست و جوی یک داروی آرسنیک دار بودند، روستاییان اطریشی، روزانه اندکی داروی آرسنیک مصرف می‌کردند. مردها ادعا می‌کردند که این دارو، محرک گوارش و میل جنسی است، ماهیچه‌ها و عملکرد عصبی را تحریک، و تنفس را آسان تر می‌کند. زن‌ها نیز آرسنیک را برای به دست آوردن سلامتی و نشاط، که با افزایش وزن و سرخ شدن گونه‌ها همراه بود، مورد استفاده قرار می‌دادند. این اثر را می‌توان چنین توضیح داد که آرسنیک در برابر فرایند اکسایش در سلول‌ها، رفتاری هم چون یک بازدارنده دارد که به انباشته شدن چربی یا ورم کردن اندام‌ها می‌انجامد. سرخ شدن گونه‌ها نیز به گشاد شدن رگ‌ها- اثر دیگری ناشی از وجود آرسنیک در بدن- نسبت داده می‌شود.

در پایان قرن نوزدهم، جنب و جوش برای یافتن داروهای آرسنیک، شکل یک جست و جوی کاملاً علمی و سیستماتیک را به خود گرفت. در این میان پال ارلیش<sup>۵</sup> نقشی محوری را به نمایش گذاشت. نتیجه‌ی کار او، یافتن دستورها و کاربرد موادی

برای درمان بیماری سیفلیس بود؛ اگرچه که در آغاز، کاربرد این داروها در صنعت رنگ مناسب شناخته شد.

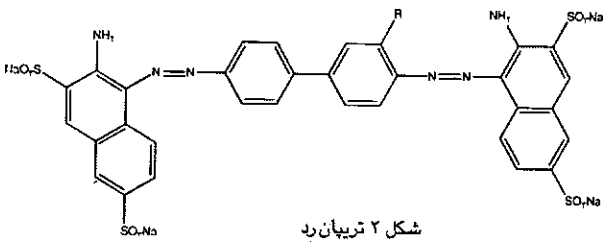
ارلیش در دوران دانشجویی، همراه با پسر عمویش کارل ویگرت<sup>۶</sup>، روی باکتری‌ها و روش‌های رنگ‌رزی گوناگون کار می‌کرد تا بتواند با کمک مواد رنگی، بافت‌های عفونت یافته را در موجودات زنده شناسایی و بررسی کند. او، بویژه به متیلن بلو علاقه مند شد؛ ماده‌ی رنگینی که در سال ۱۸۷۶ توسط آدولف فون بایر<sup>۷</sup> و هندریک کارو<sup>۸</sup> ساخته شد. ارلیش به تمایل متیلن بلو برای پیوستن به رشته‌های عصبی پی برد و در سال ۱۸۵۵، آن را به عنوان پی‌گرا<sup>۹</sup> معرفی کرد. سه سال بعد ارلیش دریافت که متیلن بلو می‌تواند به عنوان یک مسکن نیز عمل کند. او، در سال ۱۸۹۰ مشاهده کرد که این ماده به طور انتخابی می‌تواند انگل تولیدکننده‌ی بیماری مالاریا را در خون افراد مبتلا، رنگی نشان دهد.



شکل ۱ متیلن بلو

بنابراین، متیلن بلو نخستین داروی ساختگی (سنتزی) بود که در برابر یک بیماری ویژه مورد استفاده قرار گرفت.

در پی این نتایج، ارلیش به جست و جوی دارویی پرداخت که در سلول تنها، به باکتری بیماری‌زا حمله می‌کرد و به بافت هیچ آسیبی نمی‌رساند. توجه او در میان داروها به تریپان‌رد<sup>۱۰</sup>، شکل ۲، جلب شد، که بیماری خواب را در حیوانات درمان می‌کرد. عامل تولیدکننده‌ی این بیماری، تریپانوزوم<sup>۱۱</sup> از خانواده‌ی پروتوزوا<sup>۱۲</sup> است. ارلیش به زودی دریافت که گروه آزو،  $-N=N-$ ، در این رنگ کلید اثر دارویی آن به شمار می‌رود و بنابراین به جست و جوی خود جهت یافتن ترکیب‌هایی مشابه با این رنگ ادامه داد. از آن جا که در جدول تناوبی، جایگاه آرسنیک زیر نیتروژن است، ترکیب‌های آرسنیک دار و مشتق‌های آن‌ها به زودی در مرکز توجه قرار گرفت.

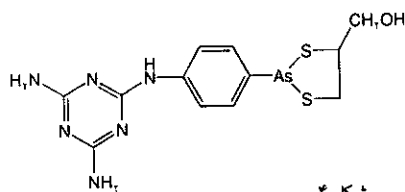


شکل ۲ تریپان رده

نخستین ترکیب‌های آرسنیک دار (آتوکسیل<sup>۱۳</sup>، آراسیتین<sup>۱۴</sup> و آرسونفیل گلیسین<sup>۱۵</sup>)، در موش‌ها کارایی خود را برای درمان بیماری خواب نشان دادند. به هر حال، نیاز به ترکیب‌هایی که



مشتق‌هایی از آرسونیک اسید،  $As(O)(OH)_3$ ، تا دهه‌ی ۱۹۸۰ برای تحریک رشد و کنترل بیماری‌های روده به حیوانات داده می‌شد. ترکیب‌های آرسنیک‌دار دیگری نیز به‌عنوان اسپروکت‌کش در مرغ و خروس، و جهت بیرون‌راندن کرم‌های روده در سگ کاربرد داشتند. آرسنوکولین<sup>۲۵</sup> که ترکیب مشابهی از کولین است، با فرمول  $[(CH_3)_3AsCH_2CH_2OH]^+ OH^-$ ، رشد جوجه‌ها را با ساز و کاری ناشناخته تحریک می‌کند.

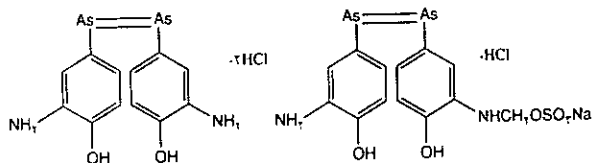


شکل ۴

### آرسنیک؛ یک ماده‌ی معدنی ضروری

هنگامی یک ماده‌ی معدنی، ضروری در نظر گرفته می‌شود که سلامتی و رشد با افزایش میزان کافی آن به وعده‌های غذایی تأمین شود و با کنار گذاشتن آن از رژیم غذایی، نارسایی‌های آشکاری دیده شود و کم‌بودن جذب آن، سطوح غیرمعمولی از آن ماده را در خون یا بافت‌های دیگر نشان دهد. افزون بر این، عملکرد ساز و کاری آن باید شناخته شده باشد. بر این اساس، آرسنیک یک ماده‌ی معدنی ضروری در نظر گرفته می‌شود. در حیواناتی که به میزان ۵۰ ppb آرسنیک در رژیم غذایی آن‌ها وجود داشت، افزایش در رشد و باروری دیده شد. آرسنیک (به صورت سدیم آرسنات،  $Na_2HAsO_4$ ) در ترکیبی با روی و آرژینین<sup>۲۶</sup>، می‌تواند بر شرایط تقویت غذایی جانوران اثر بگذارد. چنین به نظر می‌رسد که آرسنیک در ساز و کار آمینواسیدهایی هم چون آرژینین، با بهبود بخشیدن به آن، شرکت می‌کند.

اثرهای سمی کم‌تری داشته باشند، احساس می‌شد. در سال ۱۹۰۵، شودین، عامل بیماری سیفلیس را کشف کرد. از آن‌جا که او متوجه‌ی شباهت میان تریپانوزوم‌ها شده بود و شاهد موفقیت آرساستین در درمان بیماری خواب بود، علاقه‌مند شد تا اثر این دارو را روی بیماری سیفلیس آزمایش کند. آرساستین و آرسونفیل گلیسین، هر دو موفق به درمان سیفلیس شدند. اما هر دو دارای اثرهای جانبی نیز بودند. اریش و دستیارش ساهاشیرو هاتا<sup>۱۷</sup>، آزمایش‌هایی را روی رنگ‌ها و آرسنوبزن‌ها در برابر تریپانوزوم‌ها و اسپروکت‌ها<sup>۱۸</sup> آغاز کردند. سرانجام روشن شد که آرسفنامین<sup>۱۸</sup>، هم جوجه‌های آلوده به باکتری‌ها از نوع اسپیریل را درمان می‌کند و هم تب را شدت می‌بخشد. هنگامی که مشاهده شد این ماده خرگوش‌های مبتلا به سیفلیس را درمان می‌کند، آن را سالوارسان<sup>۱۹</sup> نامیدند که از واژه‌ی سالووس<sup>۲۰</sup>، با ریشه‌ی لاتینی و به معنی زنده و سالم گرفته شده است. برخی اثرهای جانبی این ماده که تاکنون شناخته شده است، عبارتند از: ناراحتی‌های معدی، کم‌خونی، ناراحتی‌های مربوط به رگ‌ها و اعصاب. نتوآرسفنامین<sup>۲۱</sup> که مشتقی از این ماده بود، سمیت کم‌تری از خود نشان می‌داد، شکل ۳.



شکل ۳ (ب) نتوآرسفنامین، سمت چپ (پ) آرسفنامین، سمت راست

سالوارسان و نتوآرسفنامین مورد پسند قرار گرفتند و تا آشکار شدن پنیسیلین‌ها در دهه‌ی ۱۹۵۰، متداول‌ترین دارو در درمان سیفلیس بودند. جست‌وجوهای اریش، راه‌یافتن روش‌های علمی تازه در صنعت داروسازی را هموار کرد. ترکیب‌های دارویی دیگری که پس از آن شناخته شدند، همه نتیجه‌ای از کار اریش و همکارانش بودند.

حتی اکنون نیز داروهای آرسنیک در درمان بیماری‌ها کاربرد دارند. مهم‌ترین آن‌ها ملارسوپرول<sup>۲۲</sup>، شکل ۴، است که در سال ۱۹۴۹ برای درمان بیماری خواب به جای ملارسن<sup>۲۳</sup> و ملارسن اکسید<sup>۲۴</sup> به کار گرفته شد زیرا سمیت کم‌تری از خود نشان می‌داد. مشتق‌های پتاسیم‌دار این ترکیب انحلال‌پذیری بیش‌تری در آب داشتند و بنابراین تجویز آن‌ها به صورت تزریقی (عضلانی یا زیرپوستی) امکان‌پذیر بود. در دهه‌ی ۱۹۷۰، آرسنیک‌تری‌اکسید دارویی کارا در درمان سرطان شناخته شد و محلول فولر<sup>۲۵</sup>،  $AsO_4^{3-}$ ، در برابر سرطان مغز قرمز استخوان از نوع مزمن، به کار رفت.

## نتیجه گیری

تاریخ کشف و شناخت ترکیب های آرسنیک دار به حدود ۲۰۰۰ سال پیش از میلاد بازمی گردد و اکنون همان ترکیب ها در برابر برخی سرطان ها به عنوان دارو به کار می روند. به هر حال، ساز و کار عملکرد این مواد هنوز روشن نشده است. این امر، یکی از جنبه های مهم شیمی در ارتباط با انسان است: این عنصر به شیوه ای پیچیده رفتار می کند که با همه ی روشن بودن آن، داوری درباره ی آن دشوار است. این، جنبه ی پردردسر و نیز شیفته کننده ای از شیمی است که باید به دانش آموزان ما معرفی شود. هم چنین باید آن ها را در جریان اطلاعات شیمیایی پایه قرار داد تا تصویر کامل تری از شیمی، به عنوان یک علم در حال گسترش در ذهن خود مجسم کنند.



1. Kesselring
2. Dioscorides
3. Fowler, T.
4. Stafford
5. Ehrlich, P.
6. Weigert, C.
7. Bayer, A.
8. Heinrich, C.
9. neurotropic
10. trypan red
11. trypanosoma
12. protozoa
13. atoxyl
14. arsacetin
15. arsenophenylglycine
16. Hata, S.
17. spirochete
18. arsphenamine
19. salvarsan
20. salvus
21. neoarsphenamine
22. melarsoprol
23. melarsen
24. melarsen oxide
25. arsenocholine
26. arginine
27. Borgia
28. Lafarge, M.
29. Hutchinson

۱۷. باکتری های بلند، باریک و مارپیچی.



Lykknes, A.; Kvittingen, L., "Arsenic: not so evil after all?", *J. Chem. Educ.* 2003, 80, 497.

بررسی روی جانوران نشان می دهد که آرسنیک یک ماده ی معدنی ضروری است. به هر حال، تاکنون مسیری یافته نشده است که در آن آرسنیک در ساز و کاری شرکت کرده باشد. افزودن ترکیب های آرسنیک به مواد غذایی جانوران نتایج خوبی را به همراه داشته است و همین امر از این فرض که آرسنیک یک ماده ی معدنی ضروری است، پشتیبانی می کند.

## آرسنیک؛ عنصری با رفتار دوگانه

بیش تر مردم بر این باورند که آرسنیک یک عنصر سمی است، هم چنان که استفاده از آن در جنایت ها، در شکل های گوناگون دیده شده است. کاربرد ترکیب های آرسنیک با نوعی بدگمانی نسبت به آن همراه بوده است حتی هنگامی که سولفیدهای آن مانند زرینخ یا AsS، جهت درمان به کار می رفت. در قرون وسطی و رنسانس این دوگانگی ادامه یافت. از یک سو قتل خانواده ی بورژوازی<sup>۲۸</sup> با مسموم کردن آن ها در ایتالیا به آن نسبت داده می شد و از سوی دیگر، پاراسلسوس، آرسنیک را همراه با جیوه برای درمان بیماری های گوناگون به کار می برد.

در خلال قرن های هجدهم و نوزدهم، ترکیب های آرسنیک به عنوان دارو نزد مردم محبوبیت یافت. در قرن نوزدهم، ماری لافارژ<sup>۲۸</sup> در فرانسه به دلیل مسموم شدن با آرسنیک شهرت یافت. در حالی که در سال ۱۸۸۸، هاشینسون<sup>۲۹</sup> رابطه ای میان آرسنیک و سرطان می یابد و در همین هنگام روستایان اطریشی ترکیب های آرسنیک را به عنوان نیروبخش و تقویت کننده مصرف می کردند.

این دوگانگی به قرن کنونی نیز سرایت کرده است. چنان که آرسنیک ناشی از صنایع، منجر به مسمومیت های جدی شده است، استفاده از ترکیب های آرسنیک در قتل ها هنوز دیده می شود. اما تا دهه ی ۱۹۴۰، از سالوارسان در درمان سیفلیس استفاده می شد. سرانجام می بینیم که امروزه ما از ملارسوپرول و آرسنیک تری اکسید در درمان بیماری خواب و برخی از سرطان ها استفاده می کنیم.

اثر ترکیب های آرسنیک به آسانی قابل توضیح نیست و این امر در مورد بیش تر عنصرهای شیمیایی وجود دارد. پاراسلسوس در قرن شانزدهم، چنین گفته است: «همه ی مواد سمی هستند و در همان حال هیچ یک اثر سمی از خود نشان نمی دهند. مرز میان سمی بودن یک ماده، یا سودمند بودن آن در درمان را استفاده ی دوز درست از آن تعیین می کند.»

به هر حال مشاهده می کنیم که در درمان سیفلیس، دارو به طور انتخابی در برابر باکتری بیماری زا اثر زیان بار خود را آشکار می کند، نه در برابر انسان.



# تازه‌های شیمی



## مولکولی که اوزون را نابود می‌کند

دانشمندان دانشگاه هاروارد<sup>۱</sup> به کمک داده‌های سفینه‌ی فضایی ناسا که از پرواز به قطب شمال به دست آمده است، دریافته‌اند که مولکول‌های کلرپراکسید نقشی اساسی را در نابودسازی اوزون، در لایه‌ی استراتوسفر به عهده دارد.

بررسی این اندازه‌گیری‌ها به کمک شبیه‌سازی رایانه‌ای شیمی هواکره انجام گرفته است. دانشمندان هواکره برای این مولکول نام «دوپار کلرمونوکسید» را برگزیده‌اند، زیرا از دو مولکول کلردار یکسان، یعنی کلرمونوکسید تشکیل می‌شود که با هم پیوند برقرار کرده‌اند. به نظر می‌رسد این دو پارک تشکیل آن در آزمایشگاه نیز مشاهده و ردیابی شده است، بویژه در استراتوسفر و بالای قطب وجود دارد.

دکتر ریک استیمفل<sup>۲</sup>، نگارنده‌ی نخستین مقاله در این زمینه می‌گوید: «ما به کمک آن چه که در سال ۱۹۸۷ مشاهده شد، می‌دانستیم که فقدان اوزون با غلظت بالایی که از کلرمونوکسید مشاهده می‌شود، در ارتباط است. اما در عمل هیچ ردی از کلرمونوکسید پیدا نمی‌کردیم.» فراوانی این ماده در هواکره، به کمک

یک دستگاه ردیابی رزونانس فلورسانس و فرابنفش تعیین شد. پیش از این نیز از همین دستگاه‌ها برای مشخص کردن میزان کلرمونوکسید در استراتوسفر قطب شمال و جنوب استفاده شده بود. دکتر راس سالوویچ<sup>۳</sup>، نگارنده‌ی دیگر این مقاله نیز اشاره می‌کند که آن‌ها به مدت طولانی از وجود این ماده در قطب شمال و جنوب آگاه بوده‌اند اما موفق به دیدن آن نمی‌شدند.

استیمفل می‌گوید هالوکربن‌ها منبع تولید کلرمونوکسید و دوپار آن هستند؛ همان ترکیب‌هایی که در صنایعی هم‌چون یخچال‌سازی توسط انسان در هواکره آزاد می‌شوند. بنا به قطعنامه‌ی مونترال، کاربرد هالوکربن‌ها ممنوع اعلام شده است. اما از آن جا که این مواد تاده‌ها سال در هواکره باقی می‌مانند، استفاده نکردن از آن‌ها، راه‌حل قطعی به شمار نمی‌رود. واقعیت این است که کلر موجود در استراتوسفر، در نتیجه‌ی فعالیت‌های صنعتی هم‌چنان روبه‌افزایش است. هنگامی که کلرپراکسید نور خورشید را جذب می‌کند، به دو اتم کلرویک مولکول اکسیژن تجزیه می‌شود و از این زمان است که نابود کردن اوزون را آغاز می‌کند. اتم‌های کلر که به این ترتیب آزاد شده‌اند، بسیار واکنش‌پذیرند. پس با مولکول‌های اوزون واکنش داده، آن‌ها را





گردآوری شده از دهه‌ی ۱۹۶۰ نیز در آتلانتیک شمالی توسط این گروه مورد بررسی قرار گرفت.

دانشمندان از طیف‌سنجی فرسوخ جهت تعیین ۹ بسپار از جمله نایلون، پلی‌استر، پلی‌اتیلن و پلی‌وینیل‌الکل در نمونه‌های جدا شده استفاده کردند. این بررسی‌ها نشان داده است که کرم‌های حقلوی، صدف‌ها و خرچنگ‌ها می‌توانند ذره‌های پلاستیکی بسیار کوچک را هضم کنند.

پژوهشگران می‌گویند منبع تولید این پلاستیک‌ها مواد به جامانده از کاهش مکانیکی بطری‌ها و پلاستیک‌های ویژه بسته‌بندی، بخش‌های تجزیه‌ناپذیر پلاستیک‌های زیست‌تخریب‌پذیر و بخش‌های پلاستیکی است که در پاک‌کننده‌ها کاربرد دارند. داده‌های حاصل از نمونه‌های پلانکتونی نشان می‌دهد که فراوانی اجزای میکروسکوپی با گذشت زمان، بویژه پس از سال ۱۹۸۰، به میزان چشم‌گیری افزایش یافته است.

تامسون یادآوری می‌کند که این افزایش ناشی از رشد تولید جهانی بسپارهای ساختگی است. هم‌اکنون پژوهشگران اثرهای زیست‌محیطی این بازمانده‌ها را بررسی می‌کنند. به گفته‌ی تامسون، آن‌ها با چالش دورریختن مناسب پلاستیک‌ها و تلاش برای استفاده‌ی دوباره از آن‌ها یا بازگردانی بخش‌های پلاستیکی دست‌وپنجه نرم می‌کنند.

1. Thompson, R

2. Plymouth

Chemical & Engineering News, 2004, May 10.

می‌شکنند و میزان اوزون را کاهش می‌دهند. در فرایند تجزیه‌ی مولکول اوزون، بار دیگر کلرپراکسید تشکیل می‌شود و عمل شکستن و تجزیه‌ی اوزون ادامه می‌یابد.

استیمفل در ادامه چنین نتیجه‌گیری می‌کند که اگر به جایی که این فرایند آغاز شد، بازگردیم می‌بینیم که دو مولکول اوزون به سه مولکول اکسیژن تبدیل شده است. این، تعریف کاهش یافتن میزان اوزون در هواکره است.

مایک کوریلو<sup>۱</sup>، مدیر ارشد پژوهش‌های هواکره‌ای ناسا در واشینگتن می‌گوید: «اندازه‌گیری مستقیم کلرپراکسید این توانایی را به ما می‌دهد تا فرایندهای کاهش اوزون در استراتوسفر قطب را، هنگام زمستان، بهتر بررسی کنیم.»

به کمک اطلاعاتی که درباره‌ی شیمی منطقه‌های قطبی، به کمک سفینه‌ی فضایی به دست آمده است و نیز تصویرهای جهانی اوزون و مولکول‌های دیگر موجود در هواکره که از ماهواره‌های پژوهشی به دست می‌آید ناسا الگوهای تولید خواهد کرد که دانشمندان آن‌ها را جهت پیش‌بینی افزایش میزان اوزون در آینده و ارتباط آن با کاهش میزان هالوکربن‌ها - در پی عمل به قطعنامه‌ی مونترال - به کار خواهند بست.

1. Harvard

2. Stimpfle, R.

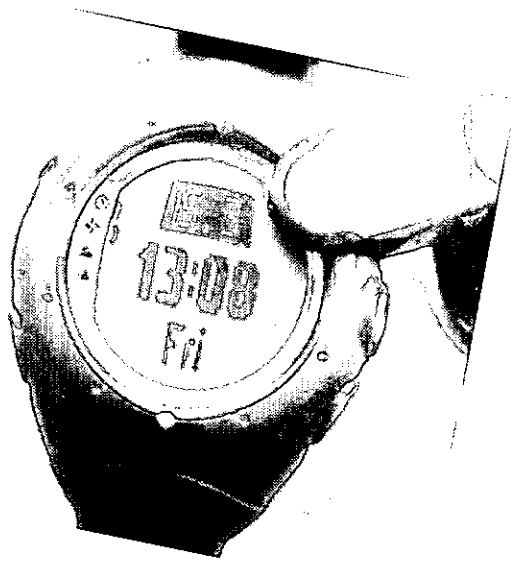
3. Salawitch, R.

4. Kurylo, M.

Science Daily, 2004, Feb. 1

## پلاستیک‌ها روانه‌ی اقیانوس‌ها می‌شوند

از نتایج یک بررسی زیست‌محیطی چنین برمی‌آید که می‌توان بازمانده‌های پلاستیکی موجود در سرتاسر جهان را کاهش داد و به صورت دانه‌دانه یا رشته‌های میکروسکوپی در اقیانوس‌ها انباشته کرد. هنوز نمی‌توان از میزان سمی بودن یا پیامدهای دیگر تهیه‌ی این اجزای پلاستیکی سخن گفت. یک گروه پژوهشی به راهنمایی ریچارد تامسون<sup>۱</sup>، از دانشگاه پلیموث<sup>۲</sup> در انگلستان، رسوب‌هایی را از ساحل دریاها و مصب رودها در امتداد ساحل جنوب غربی انگلستان مورد آزمایش قرار داده است. هم‌چنین نمونه‌های آب



$80^{\circ}\text{C}$  داشتند که نسبت به فازهای بلور مایع خود گسترده تر بود. « مواد در حالت های نماتیک کایرال، دارای ساختار پیچشی درشتی هستند که رفتاری به صورت یک توری پراش دارند و نور را به صورت گزینش پذیر باز می تابانند، درست به همان شیوه ای که یک لوح فشرده، CD، عمل می کند.

پیشرفت های بعدی در زمینه ی استفاده از بخش های فولرن، C<sub>60</sub>، بود و مشاهده شد که بلورهای مایع از بلورهای غیرمایع تشکیل شدند. گودبی در این زمینه می گوید: «ما متوجه شدیم که می توانیم یک واحد شیمیایی ارابه دهیم که خاصیت خودتنظیمی و نوعی خاصیت عملکرد در درشت بلور مایع داشته باشد.» در گام بعدی، از دو قطعه با عملکردهای متفاوت

## بلورهای مایع و کاربردهای تازه

پژوهشگران، گروه تازه ای از بلورهای مایع<sup>۱</sup> قابل برنامه ریزی را برای تهیه ی صافی های نوری که در دستگاه های آزمایشگاهی و دوربین های عددی کاربرد دارند، مورد استفاده قرار داده اند. از این بلورهای مایع حتی ممکن است بتوان در درمان بیماری اختلال در خواندن نوشته ها استفاده کرد.

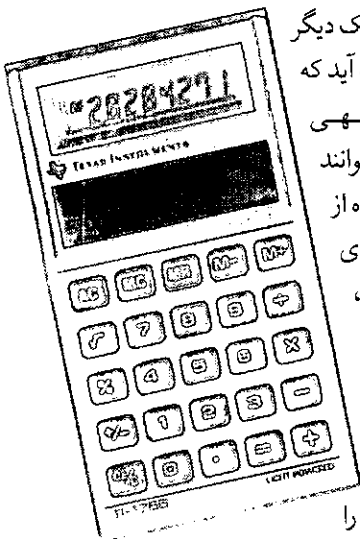
سال هاست که شیمی دان های دانشگاه بریتانیا، جان گودبی<sup>۲</sup> و ایزابل سز<sup>۳</sup>، در پی گسترش یافته های تازه در زمینه ی بلورهای مایع هستند. آن ها در تلاشند تا این بلورها را در گستره ای از دما به صورت پایدار درآورند به گونه ای که این گستره ی دمایی از آن چه برای مولکول های معمولی وجود دارد، گسترده تر باشد. ترکیب هایی هم چون ۵BC یا پنتیل سیانو-دی فنیل، یعنی نخستین بلور مایع تجاری پایدار، دانشمندان را به استفاده از بلورهای مایع برای صفحه ی نمایش در ابزارهایی هم چون ماشین حساب ها برانگیخت. هم اکنون نیز نسل دیگری از بلورهای مایع در پیشرفت های فنی درگیر شده است.

گودبی می گوید: «ما داشتیم در مورد بلورهای مایع با ساختار مولکولی بزرگ و جدا از هم بررسی می کردیم. بیش تر آن ها مولکول های شاخه دار چندپار بودند و برای تهیه ی صافی های نوری و بازتابنده های گزینش پذیر، مناسب به نظر می رسیدند. بلورهای مایع از نوع نماتیک<sup>۴</sup> گستره ی دمایی تا حدود

استفاده شد. این دو قطعه به یک دیگر متصل شد تا ماده ای به دست آید که گودبی آن را ماده ی دووجهی نامیده است. این جفت ها می توانند گروه های فلئوئوردار شده از هیدروکربن ها، بخش های آلدوست و آبگریز، سیکلوهگزان ها و ... باشند. هم چنین نیمه های دستواره و نادرستاره ی مواد نیز در این زمینه مناسب بوده اند.

گودبی مواد تازه ای را

پیشنهاد کرده است که به صورت انتخابی نور را بازمی تابانند و می توانند در ساختار صافی های نوری و برای پوشش دار کردن وسایل آزمایشگاهی، دوربین ها و عینک ها مورد استفاده قرار گیرند.



1. Liquid Crystal
  2. Goodhy, J.
  3. Saez, I.
  4. nematic
- Chem. commun. 2003, 1726.



# گزارشی از

## جشنواره‌ی الگوهای تازه‌ی تدریس در شهرستان‌های استان تهران

تهیه‌ی گزارش و گفت‌وگو:  
شهراره معصومی

واقع، این برنامه آن‌چنان کم‌بها انگاشته شده بود که حتی همه‌ی سرگروه‌های آموزشی شیمی نیز در آن حاضر نشده بودند. مواردی که بیش از هر چیز در این جشنواره جای تامل داشت به این ترتیب بود که:

- بسیاری از همکاران شرکت‌کننده از وسایل کمک آموزشی در ارایه‌ی روش تدریس خود سود جسته بودند. با این‌که بیش‌تر همکاران به گونه‌ی درستی از این وسایل استفاده کردند، اما شمار محدودی هم بودند که به وجود تفکر انتزاعی در دانش‌آموزان باور نداشتند و با این گمان که فراگیران تنها دارای تفکر عینی هستند، مفاهیم علمی شیمی را به شیوه‌ی نادرستی به شوخی گرفته بودند. اگرچه که به کار گرفتن مدل، تصویر و... می‌تواند به پیشبرد آموزش یاری کند، اما استفاده‌ی نادرست از این ابزارها خود می‌تواند دانش‌آموزان را به کج فهمی‌های عمیقی دچار کند. - بیش‌تر روش تدریس‌ها معلم‌محور بود و دانش‌آموز در آن تنها نقش شنونده‌ای را داشت که برای به پایان رسیدن زمان تدریس بی‌صبرانه انتظار می‌کشید.

- برخی از همکاران که بحث کوانتوم را برای تدریس برگزیده بودند، خود درک درستی از اصل عدم قطعیت و نگرش کوانتومی نداشتند و با کج فهمی‌هایی که با روش خود در فراگیر ایجاد می‌کردند، گویی کمر به نابودی مفاهیم کوانتومی بسته بودند. - جای تعامل و تبادل نظر میان همکاران خالی بود و فرصتی فراهم نشد که دست‌کم، افرادی که تدریس داشتند باهم به گفت‌وگو پردازند و از دیدگاه‌های یک‌دیگر آگاهی یابند. در

مرحله‌ی استانی جشنواره‌ی الگوهای تازه‌ی تدریس شیمی در شهرستان‌های استان تهران - که بنا به آن‌چه در بخش‌نامه آمده بود، باید در اردیبهشت‌ماه ۱۳۸۳ به اجرا درمی‌آمد - در پی تغییری ناگهانی در برنامه و با اعلامی دیرهنگام، در روزهای سوم و چهارم اسفندماه ۸۲ برگزار شد. این جشنواره در مرکز تربیت معلم حکیم ابوالقاسم فردوسی، واقع در جاده‌ی ملارد کرج برگزار شد و ۲۲ دبیرشیمی از ۲۲ منطقه در آن شرکت داشتند. آن‌چه در پی می‌آید گزارشی از رویدادهای این جشنواره است، به این بهانه که در گام نخست کیفیت آن، مورد ارزیابی خوانندگان و مسئولین قرار گیرد و تجربه‌ای جهت اجرای بهتر این گونه برنامه‌ها در آینده باشد.

روز برگزاری در حالی که باهیجان رهسپار محل برگزاری جشنواره بودم، از خود می‌پرسیدم که در این دو روز شاهد چه برنامه‌هایی خواهم بود؟ مشتاق و امیدوار بودم تا تهیه‌ی گزارش از رویدادهای این جشنواره را به دست مایه‌هایی ارزشمند و ارایه‌ی تجربه‌هایی گران‌بها از سوی همکاران، با بیان روش‌های موفقیتی که در تدریس مفاهیم آموزشی داشته‌اند، به انجام برسانم. اما افسوس که عنوان جشنواره تنها به یک عنوان ختم شد و بیش‌تر صندلی‌ها در سالن برگزاری در حسرت معلمان باقی ماند. چنان‌که در هر بار ارایه‌ی طرح درس توسط همکاران، تعداد دبیران شیمی حاضر، حتی به ۵ نفر هم نمی‌رسید. با توجه به این‌که محل برگزاری جشنواره در نزدیکی چهار ناحیه‌ی پرجمعیت کرج و ناحیه‌ی ۲ شهریار بود، این امر جای بسی تامل داشت. به راستی آیا معلمان از برگزاری این جشنواره آگاهی داشتند؟ در

واقع هر فرد با شتاب برای آرایه‌ی روش تدریس خود حاضر می‌شد و پس از آن، محل را ترک می‌گفت. شاید یکی از دلایل این امر عدم امکانات مورد نیاز برای اسکان کسانی بود که از راه دور آمده بودند.

- با این که دست کم ۲ نفر از شرکت کنندگان، طرح درس خود را بر پایه‌ی آزمایش شعله معرفی کرده بودند، اما به دلیل پیش‌بینی نشدن امکانات و اقدامات ایمنی، اجازه‌ی استفاده از شعله به آن‌ها داده نشد.

- اگر از هر منطقه ۳ نفر از سرگروه‌های شیمی در جشنواره شرکت می‌کردند، دست کم باید ۶۶ نفر در جلسه حاضر می‌شدند. اما موضوع برگزاری این برنامه در نزد مسؤولین نیز از چنان اهمیت اندکی برخوردار بود که تنها شاهد حضور ۲۲ دبیر شیمی در جشنواره بودیم.

در فرصت‌های کوتاه میان جلسه‌ها، به گفت‌وگو با برخی از دوستان پرداختیم که از نظرتان می‌گذرد. آقای اصغر قاسمی، کارشناس مسؤول گروه‌های آموزشی به برخی پرسش‌ها در زمینه‌ی جشنواره چنین پاسخ داد:

● هدف از برگزاری چنین جشنواره‌هایی را چه می‌دانید؟

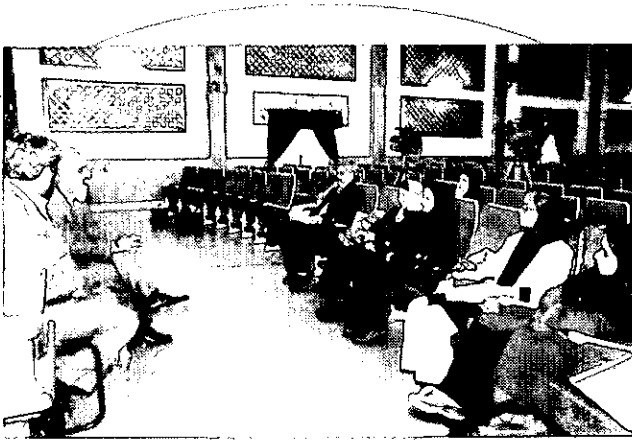
□ «برگزاری جشنواره سه هدف را دنبال می‌کند: ۱. شناخت و گسترش روش‌ها و الگوهای نوین تدریس. ۲. شناسایی همکاران خلاق و توانا. ۳. ترویج روش‌های تأثیرگذار بر تدریس.»

● احساس می‌کنید در این جشنواره، تا چه حد به این اهداف دست یافته‌اید؟

□ «طی دو سال گذشته، جشنواره‌ها با استقبال خوبی مواجه شده است. در حالی که قبلاً همکاران تمایل کمی نشان می‌دادند. اگرچه که هنوز هم در این زمینه مقاومت‌هایی وجود دارد و همکاران با تجربه، کم‌تر رضایت می‌دهند که مورد محک قرار گیرند. تدریس در برابر کارشناسان و همکاران کار دشواری است. اما به‌طور نسبی این جشنواره بازدهی خوبی داشته است و تا حدودی به اهداف خود دست یافته است.»

آقای قاسمی در پایان اشاره کرد که علت عدم استقبال همکاران از این جشنواره، نبودن امکانات کافی بوده است.

آقای پازوکی، داور تخصصی جشنواره درباره‌ی میزان موفق بودن جشنواره چنین گفت: «روی هم رفته، نحوه‌ی اجرا خوب بوده است. اما هدف این نیست که یک نفر تدریس کند و تنها سه داور شاهد این تدریس باشند. در تمام مدت، جای معلمان شیمی در این جا خالی بود. باید بخش نامه‌ای به مناطق فرستاده می‌شد تا معلمان شیمی به عنوان مهمان بتوانند در این جشنواره شرکت کنند»



یا حداقل می‌توانستند از سرگروه‌ها بخواهند در این برنامه حضور پیدا کنند. به نظر من، فکر اجرای این برنامه بسیار عالی است اما استقبالی از آن نشد و یکی از علت‌های آن هم کم‌اهمیت جلوه دادن آن بود.»

او در ادامه گفت: «در این جا، دونفر به عنوان داور عمومی، و یک نفر به عنوان داور تخصصی نظر می‌دهند. در حالی که اگر تعداد داوران تخصصی بیش‌تر باشد، اجرا کننده از نظر تخصصی بیش‌تر زیر ذره‌بین می‌رود و در این صورت هنر معلمی و تخصص به یک میزان در داوری سهم خواهد داشت. ضمن این که سهم دانش‌آموزان در داوری می‌توانست بیش‌تر باشد، چون مخاطبین اصلی، دانش‌آموزان هستند و اگر نسبت به معیارها آگاهی داشته باشند، می‌توانند روش تدریس را بهتر ارزیابی کنند. به نظر من اگر متولیان امر، اهمیت بیش‌تری برای موضوع قایل شوند و جاذبه‌هایی در کنار شرکت در این جشنواره به وجود آورند، حضور معلمان پررنگ‌تر می‌شود.»

آقای شریف کامیابی، سرگروه شیمی شهرستان‌های استان تهران نیز در حالی که یکی از نارسایی‌ها در زمینه‌ی برگزاری جشنواره را «اطلاع‌رسانی نامناسب و درگیر نشدن همکاران با موضوع» عنوان کرد، گفت: «به دلیل متفاوت بودن الگوهای تدریس، برای رسیدن به هدف رویکرد فعال و برای این که الگوهای مختلف تدریس در اختیار دبیران دیگر قرار گیرد، این جشنواره برگزار شده است.»

خانم حمیده حسینی از فیروزکوه، آرایه‌کننده‌ی بهترین روش تدریس، از دید میزان اثرگذاری آن بر دانش‌آموز، گفت: «شیمی، درسی تئوری و عملی است و تدریس آن باید به گونه‌ای باشد که دانش‌آموز پس از کلاس، دچار تحول علمی شده باشد.»



دفتر انتشارات کمک آموزشی

## آشنایی با مجله های رشد

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

مجلات دانش آموزی (به صورت ماهنامه - ۹ شماره در سال - از مهر تا خرداد - منتشر می شوند):

- رشد کودک (ویژه دانش آموزان پیش دبستانی و پایه اول ابتدایی)
- رشد نوآموز (ویژه دانش آموزان پایه های دوم و سوم ابتدایی)
- رشد دانش آموز (ویژه دانش آموزان پایه های چهارم و پنجم ابتدایی)
- رشد نوجوان (ویژه دانش آموزان دوره راهنمایی تحصیلی)
- رشد جوان (ویژه دانش آموزان دوره متوسطه)

مجلات عمومی (به صورت ماهنامه - ۹ شماره در سال و از مهر تا خرداد منتشر می شوند):

- رشد آموزش ابتدایی، رشد معلم، رشد تکنولوژی آموزشی، رشد مدرسه فردا و رشد مدیریت مدرسه.

مجلات تخصصی (به صورت فصلنامه و ۴ شماره در سال منتشر می شوند):

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

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

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

خانم زهرا شاهی از ناحیه ۱ شهرری، درباره ی میزان استقبال از جشنواره گفت: «استقبالی از جشنواره نشد. امیدوارم در آینده شاهد برگزاری بهتر و پر بارتر آن باشیم.»

خانم زهرا مهر فلاح از نظرآباد بر این باور بود که: «این که دانش آموزان، دانش آموز خود دیر نیستند خیلی خوب است و باعث می شود که تدریس حالت نمایشی نداشته باشد.» او در ادامه افزود: «دیدن روش های تدریس مختلف باعث شد که با روش های جدیدتری آشنا شوم و الگوبرداری کنم. اما بهتر از این هم می شد اجرا شود.»

آقای تورج امینی از رودهن عنوان کرد: «معلمان به دلیل مشکلات معیشتی وقت آزاد ندارد و نمی توانند به اندازه ی کافی برای مسایل آموزشی و ارتباط با فضای آموزشی جهانی وقت بگذارند.»

آقای حسن مهدوی از ناحیه ی ۳ کرج به عنوان شرکت کننده ای که شاهد بیش تر الگوهای تدریس ارائه شده در جشنواره بود، بر این باور بود که: «برگزاری جشنواره بسیار مفید بود، اگر همکاران در آن شرکت می کردند. اما علاوه بر عدم حضور همکاران، جشنواره نیز نواقصی داشت. از جمله این که مازیک ها خیلی کم رنگ بود و زمان برگزاری پیش بینی نشده بود و دیر اعلام شد. تعاملی بین همکاران وجود نداشت. بهتر بود که برای نتیجه گیری بهتر در پایان هر روز، میزگردی برای گفت و گو و تبادل نظر بین همکاران تشکیل می شد.»

خانم افسون رضایی از ناحیه ی ۲ شهرری باز هم به صندلی های خالی اشاره کرد و افزود: «استفاده از تعداد معینی دانش آموز در چند نوبت تدریس، در آن ها کسالت و خستگی ایجاد می کند.»

خانم رخساره ایزدی از ناحیه ۱ رباط کریم گفت: «جشنواره در من ایجاد انگیزه کرد تا به دنبال طرح های خاصی باشم، ضمن این که در این جا با طرح همکاران دیگر هم آشنا شدم. هر درس، روش خاصی دارد و تنها یک روش نمی تواند پاسخ گو باشد.» روی هم رفته، برگزاری جشنواره عمل ارزشمندی است و از دیدگاه کسب تجربه برای معلمان می تواند بسیار سودمند باشد. افزون بر این، فرصتی را برای کارشناسان دفتر تألیف و برنامه ریزی کتاب های درسی فراهم می کند تا بتوانند از بازخورد تغییر و تحول در کتاب های درسی، در عمل آگاهی یابند. بنابراین نیاز است جهت استفاده ی هرچه بیش تر از چنین فرصت هایی، به شیوه ی کنفرانس های آموزش شیمی، در سطح استانی عمل شود. امید است که در مرحله ی کشوری شاهد برگزاری جشنواره ای هدفمند و با برنامه ریزی حساب شده باشیم.



● دبیر شیمی شهریار



## برگ اشتراک مجله های رشد

### شرایط اشتراک

به ازای هر عنوان مجله درخواستی، واریز مبلغ ۲۰۰۰۰ ریال به عنوان علی الحساب به حساب شماره ۲۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت شعبه سه راه آزمایش (سرخه حصار) کد ۲۹۵ در وجه شرکت افست و ارسال رسید بانکی به همراه برگ تکمیل شده اشتراک الزامی است.

- مجله درخواستی: .....
- نام و نام خانوادگی: .....
- تاریخ تولد: ..... • تحصیلات: .....
- تلفن: .....
- نشانی کامل پستی: .....
- استان: ..... شهرستان: .....
- خیابان: .....
- کوچه: .....
- پلاک: ..... کدپستی: .....
- مبلغ واریز شده: .....
- شماره و تاریخ رسید بانکی: .....

امضا:

نشانی: تهران - صندوق پستی ۳۳۳۱/۱۵۸۷۵  
 نشانی اینترنتی: [www.roshdmag.org](http://www.roshdmag.org)  
 پست الکترونیک: [info@roshdmag.org](mailto:info@roshdmag.org)  
 تلفن امور مشترکین: ۷۳۳۵۱۱۰ و ۷۳۳۶۶۵۶

- لطفاً مشخصات و نشانی خود را کامل و خوانا بنویسید. (هزینه برگشت مجله در صورت کامل نبودن نشانی، به عهده مشترک است).
- ارسال اصل رسید بانکی ضروری است.
- مبنای شروع اشتراک از زمان وصول فرم درخواست است.
- برای هر عنوان مجله، فرم جداگانه تکمیل شود (تصویر فرم نیز مورد قبول است).

# گازاوزون و گزارشش یک بازدید



سازمان هواشناسی هر کشوری از استانداردهای جهانی پیروی می کند. مبادله ی اطلاعات با اندازه گیری دما، فشار، رطوبت و ... در ساعت و تاریخ واحد به وقت گرینویچ انجام می گیرد. هواشناسی دارای ایستگاه های گوناگونی است که این اندازه گیری ها را انجام داده، گزارش می کنند. ایستگاه هواشناسی اصفهان، یک ایستگاه چندمنظوره است و شامل همه ی انواع ایستگاه ها می شود که عبارتند از:

- ۱- ایستگاه باران سنجی. این ایستگاه، به هنگام بارش برای اندازه گیری میزان باران کاربرد دارد.
- ۲- ایستگاه ویژه ی تعیین میزان آلاینده ها
- ۳- ایستگاه هواکری بالا. در ایران ۱۲ ایستگاه از این نوع

وجود دارد. فراسنج‌هایی هم چون دما، فشار، سمت و سرعت باد، میزان رطوبت، تبخیر و بارندگی در ساعت ۱۲ به وقت گرینویچ، یعنی ۴/۵ بعد از ظهر به وقت ایران، توسط آن اندازه‌گیری می‌شود. دستگاه مورد استفاده در این



استراتوسفر، کاهش مجدد آن در مزوسفر و افزایش در ترموسفر را مشاهده کرد. علت کاهش دما در مزوسفر دور شدن از یک منبع گرمایی، یعنی زمین، و افزایش دما در ترموسفر در نتیجه‌ی نزدیک شدن به یک منبع گرمایی دیگر، یعنی خورشید است.

در تروپوسفر با افزایش ارتفاع، دما کاهش می‌یابد. علت کاهش دما خشک بودن سطح زمین است. در استراتوسفر با افزایش ارتفاع، دما افزایش می‌یابد. به علت تشکیل اوزون در ارتفاع ۵۰ کیلومتری، در استراتوسفر مولکول‌های O<sub>۲</sub>، پرتوهای فرابنفش خورشید را جذب کرده، مقداری گرما آزاد می‌شود و دما به اندازه‌ی خود در سقف استراتوسفر نزدیک می‌شود.

در نقشه‌های هواشناسی با وصل کردن نقطه‌های زیر پیش‌بینی چگونگی وضع هوا امکان پذیر است:

- ا) نقطه‌های هم‌فشار یا ایزوبار
- ب) نقطه‌های هم‌دما یا ایزوترم
- پ) نقطه‌های کم‌فشار

در مراکز پرفشار چرخش باد درخلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت است. اگر چرخش در جهت چپ باشد فشار هوا بالا می‌رود.

هرچه به مرکز نقطه‌ی کم‌فشار نزدیک شویم، رطوبت هوا در این منطقه به سمت بالا حرکت می‌کند. با افزایش ارتفاع، فشار کاهش یافته، دما نیز کاهش می‌یابد. بنابراین بخار آب به صورت ابر درمی‌آید، جریان باد ابرها را به حرکت درمی‌آورد و چون جهت باد در نیمکره‌ی شمالی، غربی - شرقی است، باد ابرها را از منطقه‌ی کم‌فشار به شرق منطقه به حرکت درمی‌آورد و به منطقه‌ی پرفشار هدایت می‌کند و هواشناس‌ها با دانستن میزان رطوبت ابرها، جهت و سرعت باد می‌توانند وضعیت هوا و میزان بارندگی مناطق را پیش‌بینی کنند.

ایستگاه‌ها می‌توانند پنج فراسنج را در لایه‌های بالایی هواکره اندازه‌گیری کند. این دستگاه همراه با یک بالون تا ارتفاع ۳۵-۳۰ کیلومتری به بالا فرستاده می‌شود. اطلاعات مورد نیاز از راه یک آنتن به سطح زمین فرستاده و ثبت می‌شود. بالون می‌تواند تا ارتفاع ۱۰۰ هزار پا بالا رود. با کاهش فشار در ارتفاع بالا، بالون منبسط شده، حجم آن تا ۱۵-۱۰ برابر میزان اولیه‌ی آن افزایش می‌یابد. در نتیجه می‌ترکد و سقوط می‌کند.

۴- ایستگاه سینوپتیک یا هم‌دید. این ایستگاه هر سه ساعت یک‌بار متغیرها را تعیین و گزارش می‌کند. دو نوع ایستگاه هم‌دید وجود دارد:

آ- ایستگاه هم‌دید سطح زمین که تعداد آن در ایران به ۱۷۰ عدد می‌رسد.

ب- ایستگاه هم‌دید هواکره که ۱۲ عدد از آن در ایران وجود دارد.

ایستگاه هم‌دید در سطح زمین میزان آلودگی هوا و اوزون موجود در لایه‌های تروپوسفر و استراتوسفر را اندازه‌گیری می‌کند. روی هم رفته، ایستگاه‌های اوزون‌سنجی به اندازه‌گیری اوزون و گازهای گلخانه‌ای مانند CO<sub>۲</sub>، CFC و CH<sub>۴</sub> می‌پردازند. هم‌چنین میزان بخار آب، پرتوهای خورشیدی، پرتوهای فرابنفش، ترکیب‌های شیمیایی باران و ذره‌های موجود در هواکره را نیز اندازه‌گیری می‌کنند.

با مشاهده‌ی نمودار حاصل از اطلاعات ثبت شده در آشکارکننده‌ها، می‌توان کاهش تدریجی فشار را از سطح زمین، کاهش رطوبت در سطوح پایینی و سپس عدم وجود آن در لایه‌های بالایی، کاهش دما در تروپوسفر، افزایش دما در

## اندازه گیری اوزون

آمونیاک در یخچال‌ها شدند. از این ماده افزون بر یخچال‌ها، در ماشین‌های یخ‌ساز، سردخانه‌ها، کامیون‌های یخچال‌دار و دستگاه‌های تهویه استفاده می‌شود. کاربرد این ترکیب‌ها عبارت است از:

(آ) به صورت یورتان در صنایع

(ب) کاربرد در بدنه‌های محکم پلاستیکی و کفش‌ها

(پ) به صورت پلی‌استایرن، در عایق‌کاری

(ت) به صورت فوم یا کف، در اسپری‌های خنک‌کننده و پاک‌کننده

(ث) به صورت هالون برای فرونشاندن آتش که به صورت کف روی آتش پخش می‌شود.

سرعت بالارفتن گازهای CFC یک کیلومتر بر یک سال است یعنی CFC‌هایی که هم‌اکنون تولید می‌شوند، ده سال دیگر به لایه‌ی اوزون می‌رسند.

جهت جلوگیری از تخریب لایه‌ی اوزون می‌توان از مواد جایگزین زیر به جای CFC استفاده کرد:

(آ) پروپیل‌الکل‌جانشین ۱۱۳-CFC

(ب) سیکلوپنتان‌جانشین ۱۱-CFC در یخچال‌های خانگی  
(ت) متیل‌یدید جانشین متیل‌برمید به عنوان سم‌آفت‌های نباتی در کشاورزی

(ث) آب، جانشین هالون‌ها در فرونشاندن آتش

جهت حفاظت از لایه‌ی اوزون، ۲۵ شهریورماه روز اوزون نام‌گذاری شده است.

تخریب لایه‌ی اوزون در قطب جنوب بیش از هر جای دیگر مشاهده می‌شود زیرا تابش عمودی نور خورشید در استوا باعث شده میزان فوتون‌های تولیدشده در استراتوسفر افزایش یافته، باعث شکستن مولکول‌های اوزون در این منطقه شود. اوزون، همراه با جریان‌های هوایی، از استوا به سمت قطب‌ها می‌رود. چرخش‌های هوایی همراه با کاهش دمای هوا در قطب‌ها، کاهش جریان‌های  $O_3$  را موجب می‌شود. هنگامی که جریان هوایی CFC‌ها به لایه‌ی اوزون می‌رسد، با آزاد شدن کلر  $Cl$ ، لایه‌ی اوزون تخریب می‌شود. در قطب جنوب که هوا سردتر است، حفره‌ی ایجادشده بیش‌تر قابل مشاهده است.

کاهش غلظت لایه‌ی اوزون، نخستین بار در قطب جنوب

این کار یا در محور عمودی انجام می‌گیرد، یا اوزون کلی موجود اندازه گرفته می‌شود.

دو روش برای اندازه‌گیری اوزون به کار می‌رود:

### (آ) اندازه‌گیری اوزون به روش طیف‌سنجی

اندازه‌گیری اوزون با طیف‌سنج، روزانه انجام می‌شود. این دستگاه طول‌موج‌های  $280 - 320$  nm یعنی UVB را جذب می‌کند. یک پنجره‌ی کوارتزی حساس به نور خورشید روی آن وجود دارد که در جهت تابش نور خورشید می‌چرخد و میزان  $O_3$ ،  $SO_2$ ،  $NO_2$ ، را اندازه‌گیری می‌کند. میزان  $O_3$  در هوا، با جذب UVB توسط طیف‌سنج اندازه‌گیری می‌شود.

### (ب) اندازه‌گیری اوزون به روش شیمیایی

دستگاه اندازه‌گیری، شامل دو بخش مکانیکی و شیمیایی است. بخش مکانیکی شامل یک موتور و یک سیلندر است. این بخش هوا را به بخش شیمیایی منتقل می‌کند. بخش شیمیایی یک پیل الکتروشیمیایی است. این پیل شامل الکتروده‌های پلاتینی و یک الکترولیت مانند پتاسیم یدید  $KI$ ، پتاسیم برمید  $KBr$ ، آب و سدیم دی‌هیدروژن فسفات  $NaH_2PO_4$  است.  $O_3$  موجود در هوا، با الکترولیت پیل الکتروشیمیایی واکنش داده، الکترون از دست می‌دهد و میزان جریان الکتریکی تولیدشده، مشخص‌کننده‌ی میزان  $O_3$  است. این پیل همراه با بالون به هوا فرستاده می‌شود و میزان  $O_3$  در فاصله‌های گوناگون از سطح زمین را اندازه‌گیری می‌کند.

علت کاهش ضخامت لایه‌ی اوزون، ناشی از ترکیب‌های CFC، انواع کلر، برم و هالون‌هاست که به صورت مصنوعی توسط انسان تولید و باعث کاهش و تخریب لایه‌ی اوزون می‌شوند. به‌طور طبیعی نیز آتشفشان‌ها مقداری CFC تولید و وارد هوا کرده می‌کنند. CFC‌ها از سال ۱۹۳۰ تولید و به مصرف رسیده‌اند. تا پیش از این سال برای ایجاد سرما در یخچال‌ها، از گاز آمونیاک استفاده می‌شد. ولی CFC‌ها که بسیار پایدار و غیرسمی بودند و حمل و نقل آن‌ها ساده‌تر بود، جایگزین



و در ایستگاه هالی بای، در سال ۱۹۷۰ مشاهده شد. با توجه به خطرهای فراوان که از کاهش اوزون احساس می‌شود، چندین پیمان نامه و گفت‌وگو میان کشورهای جهان، با سرپرستی برنامه زیست محیطی سازمان ملل متحد (UNEP) و سازمان هواشناسی جهانی (WMO) طراحی شد.

حفره‌ی اوزون که از مدت‌ها پیش در قطب جنوب به وجود آمده بود، بیش‌تر به دلیل انتشار ترکیب‌های CFC در هواکره‌ی زمین است و مسؤول مستقیم آن بشر است. گازهای CFC ساخته‌ی بشر به میزان وسیعی به عنوان سیال مبدل در یخچال‌ها، سردکننده‌ها، اتومبیل‌ها و به عنوان دمنده در ساختن انواع فوم، اسفنج، ابر، مواد محرک آیروسلی، در حلال‌ها، اسپری‌ها، کپسول‌ها و به عنوان خاموش‌کننده‌ی آتش کاربرد دارند.

در سال ۱۹۸۵ نخستین موافقتنامه‌ی بین‌المللی به دعوت سازمان ملل متحد، UNEP، نخست با حضور نمایندگان ۲۱ کشور جهان و ۲۸ کشور عضو جامعه‌ی اقتصادی اروپا در ۲۱ ماده و ۲ الحاقیه برای ایجاد زمینه‌ی همکاری علمی و فنی، در جهت حفاظت از لایه‌ی اوزون به تصویب رسید.

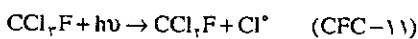
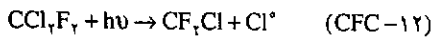
در پی آن در سال ۱۹۸۷، نخستین اقدامات کنترلی بین‌المللی، پیمان مونترال در مورد موادی که از بین‌برنده‌ی لایه‌ی اوزون هستند، به عنوان مکمل کنوانسیون وین تدوین شد و ۴۶ کشور موافقت خود را با آن اعلام کردند.

در توافقنامه‌ی مونترال، در تاریخ سپتامبر ۱۹۸۷ محدودیت‌هایی در مورد حجم تولید ترکیب‌های  $(CCl_2F)_2$  CFC-۱۱،  $(CCl_2F)CFC$ -۱۲،  $(CCl_2F_2)CFC$ -۱۱۳،  $(CClF_2CF_2)CFC$ -۱۱۴،  $(CClF_2CF_2)CFC$ -۱۱۵، هالون ۱۲۱۱  $(CF_2ClBr)$ ، هالون ۱۳۰۱  $(CF_2Br)$  و هالون ۲۴۰۲  $(C_2F_4Br_2)$  به تصویب رسید.

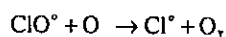
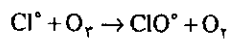
### ساز و کار تخریب اوزون توسط گازهای CFC

پس از این که گازهای CFC در هواکره رها شدند اگرچه که از هوا سنگین‌تر هستند، اما در نتیجه‌ی نوسان‌های عمودی هواکره بالا می‌روند و به استراتوسفر نفوذ می‌کنند. فوتون‌های پرنانرژی خورشیدی پس از برخورد با مولکول‌های CFC، آن‌ها را شکسته،

به رادیکال‌های کلر و اجزای دیگر تفکیک می‌کنند. یادآوری می‌شود که این کلر رادیکالی در استراتوسفر پایینی تولید می‌شود. می‌توان سازوکار یادشده را برای CFC-۱۲ و CFC-۱۱ به این شکل نوشت:



سپس رادیکال‌های کلر تولیدشده، در همه‌ی بخش‌های لایه‌ی استراتوسفر پخش شده، موجب تخریب اوزون می‌شوند. واکنش تخریب اوزون چنین است:



چنان که در واکنش دیده می‌شود، کلر رادیکالی و فعال می‌تواند به اوزون حمله‌ور شده، با یک اتم اکسیژن پیوند برقرار نماید. از آن‌جا که پیوند میان کلر و اکسیژن سست و ناپایدار است، این مولکول به اتم کلر و اتم اکسیژن تجزیه می‌شود. می‌توان گفت کلر رادیکالی پس از شکستن اوزون، دوباره به شکل فعال درآمده، یک مولکول دیگر اوزون را تخریب می‌کند.

در جدول زیر فرمول شیمیایی چند گاز و مقایسه‌ی پتانسیل تخریبی اوزون توسط هر یک از این گازها نسبت به CFC-۱۱، که پتانسیل تخریبی اوزون آن برابر واحد است، آورده شده است.

ترکیب	فرمول	پتانسیل تخریب اوزون نسبت به CFC-۱۱
CFC-۱۱	$CCl_2F$	۱/۰۰
CFC-۱۲	$CCl_2F_2$	۱/۰۰
CFC-۱۱۳	$CCl_2FCCF_2$	۰/۸۰
CFC-۱۱۴	$CClF_2CClF_2$	۱/۰۰
CFC-۱۱۵	$CClF_2CF_2$	۰/۶۰۰



\* دبیر شیمی اصفهان

l. parameter

# فراخوان همکاری

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

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

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

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

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

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

- ۵- چکیده‌ی مقاله حداکثر در ۳۰۰ کلمه و بر روی برگه‌ای جداگانه نوشته شود.
- ۶- دست‌کم، سه تا پنج واژه کلیدی متن مقاله در پایان چکیده و در برابر عنوان «کلیدواژه‌ها»: نوشته شود.

- ۷- جدول، نمودارها و شکل‌ها بر روی کاغذهای جداگانه کشیده شود.
- ۸- منابع مورد استفاده در ترجمه یا تألیف مقاله‌ها، به شیوه‌ی نمونه‌های آرایه‌شده در مجله، در انتهای مقاله نوشته شود.

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

- ۱۰- مقاله‌های فرستاده‌شده در پی بررسی و در صورت پذیرش، پس از ویرایش به چاپ خواهند رسید.
- ۱۱- مجله‌ی رشد آموزش شیمی در ویرایش و اصلاح متن مقاله‌ها آزاد است.

- ۱۲- مجله‌ی رشد آموزش شیمی از بازپس‌دادن مقاله‌هایی که به دلایلی به چاپ نمی‌رسند، معذور است.
- ۱۳- نسخه‌ی اصلی مقاله‌های چاپ‌شده تا یک سال پس از انتشار مجله در آرشیو نگهداری خواهد شد.

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

نشانی مجله: تهران - صندوق پستی ۶۵۸۵-۱۵۸۷۵  
دفتر مجله‌ی رشد آموزش شیمی  
- تلفن سردبیر: ۰۹-۸۸۳۱۱۶۰ داخلی ۲۹۳

«کربن و ترکیب های بی شمار آن» نام کتابی است که به تازگی راهی بازار کتاب شده است. در این مجموعه، نگارندگان کتاب، خانم ها رقیه عابدی کرجی بان و مهدیه سالارکیا بر آن بوده اند تا ضمن معرفی عنصر کربن و خواص ویژه ی آن، با نمایش گوناگونی ترکیب های آلی و ارایه ی کاربردهایی متنوع از این مواد، زمینه را برای درک بهتر مفاهیم بخش پنجم از کتاب شیمی (۲) فراهم آورند.

این کتاب با شمارگان ۲۲۰۰ نسخه، در قطع وزیری به چاپ رسیده است و با قیمت ۱۲۰۰ تومان به فروش می رسد. تهیه و استفاده از این کتاب را به دانش آموزان خود توصیه کنید.



«محلول ها» کتاب دیگری است که در پاییز سال ۱۳۸۳، از سوی مؤسسه ی فرهنگی انتشاراتی محراب قلم، و به قلم توانای خانم ها صدیقه عدنانی حسینی، مریم سراجیان و فاطمه محسنی راهی بازار کتاب شده است.

«محلول ها» مجموعه ای از مفاهیم شیمی، فراتر از کتاب های درسی دوره ی متوسطه را دربر می گیرد و با رویکردی مفهومی و کاربردی درباره ی محلول ها تدوین شده است. این کتاب، با تیراژ ۲۲۰۰ نسخه و با قیمت ۱۶۰۰ تومان به فروش می رسد. تهیه و استفاده از این کتاب را به همه ی دبیران و دانش آموزان گرامی توصیه می کنیم.

نخستین شماره ی نشریه ی شیمیای مازندران، تابستان سال ۸۳ به جمع نشریه های آموزشی کشور پیوسته است. این نشریه حاصل تلاش پربار اعضای انجمن علمی- آموزشی معلمان شیمی استان مازندران است. مجله ی رشد آموزش شیمی ضمن عرض خسته نباشید موفقیت روزافزون این عزیزان را آرزومند است.

برخی از عنوان های این شماره عبارتند از:

رویکرد نوین تدریس در علوم پایه

آتش بازی و کشف ساختار اتم

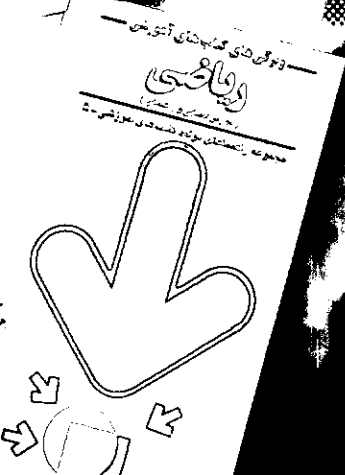
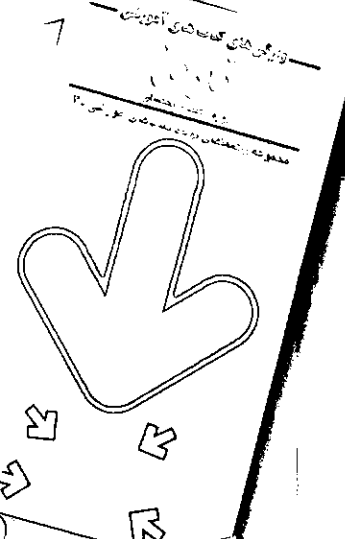
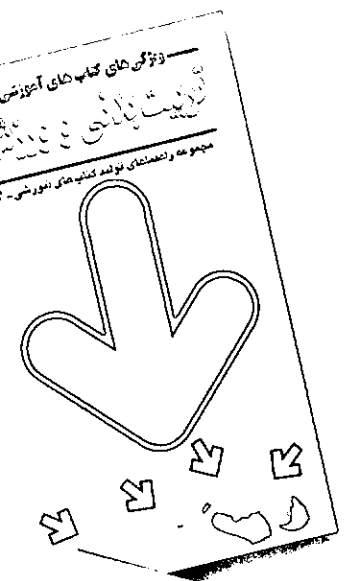
مبتکر اکسیر زرد و اکسیر قرمز چه کسی است؟

چگونگی ساخت صابون دلخواه

نشانی نشریه: آمل- صندوق پستی ۹۳۳-۴۶۱۳۵

دورنما: ۰۱۲۱-۲۲۴۳۳۳۸





# ویژگی های کتاب های آموزشی



## کتاب های آموزشی

مجموعه راهنماهای مؤلفان و طلبه در آموزش

وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی

دفتر انتشارات کمک آموزشی  
[www.samanketab.com](http://www.samanketab.com)