۸۵

# رشد آموزش فیزیک

آموزشی، تحلیلی، اطلاع رسانی

دوره ی بیست ویکم، شماره ی ۴، تابستان ۱۳۸۷، بها: ۳۵۰۰ ریال

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

www.roshdmag.ir

آن چه باید در باره ی زئولیت ها بدانیم/ ۲۸
الا کلنگ و تعیین فشار کارها/ ۱۰
موازنه ی واکنش های شیمیایی به کمک نرم افزار Excel / ۱۸
جام لیکرگوس و فناوری نانو! / ۳۷

به سه نفر از کسانی که کوتاهترین و بسوادترین نوکریان عبارت های طلا را حاطر ما طاس بیار ۸۱ برای ما بفرستید. جایزه ی ارزشمندی
طلع خواهد شد در ضمن بهترین ترجمه ی ارایه شده با نام درج خواهد گردید در ضمن از مسابقه های آینده ی مجله به جای خواهد رسید

Educating large numbers of people in science (and technology) may be a necessary condition for a country to acquire a competitive technologically based industrial capacity, but is is not sufficient. Other conditions need to be satisfied, which probably include a stable political environment, competent public administration, scientifically aware management capability, and an appropriate macro-economic policy environment.

The creation of a scientific capacity requires a dual-pronged educational investment strategy which balances needs to extend scientific literacy in general with the supply of science and technology specialists at high levels. Either one alone may be insufficient. The importance of investment in basic education is clear and has been a central feature of the rapidly developing economies. Basic education includes the assimilation of fundamental science thinking skills and knowledge. High-level scientific capacity is needed to ensure that enterprises should be able to select, adapt, maintain and incorporate the technology they require. This is dependent on the existence of specialized scientists and technologists able to work in productive industry as well as on research.

رشد ۸۵
آموزش شیمی
آموزشی، تحلیلی، اطلاع‌رسانی
دوره‌ی بیست و یکم، شماره‌ی ۴، تابستان ۱۳۸۷، بها ۳۵۰۰ ریال


بسم الله الرحمن الرحیم


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


## سرمقاله


۲ـ فرصتی دیگر ..... سردبیر


## شیمی در بستر تاریخ


۴ـ کشتی بی‌مانند؛ راه‌گشای پهنه‌ای تازه از ترکیب‌های کربنی ..... مهدیه سالارکیا


## آموزش با آزمایش


۷ـ کلسیم و تدریس استوکیومتری ..... زهرا ارزانی


## آموزش شیمی در جهان امروز


۱۰ـ الاکلنگ و تعیین فشار گازها ..... سوسن تقی‌زاده بروجنی
۱۳ـ تجزیه‌ی روی کربنات (انتخاب یکی از فرمول‌های شیمیایی، با استفاده از استوکیومتری) ..... بهروز مصیبیان و فاطمه رحمانیان
۱۶ـ موش‌ها در جعبه، قیاسی برای واکنش‌های درجه‌ی صفر ..... رسول عبدالله میرزایی و سوسن تقی‌زاده بروجنی
۱۱ـ موازنه‌ی واکنش‌های شیمیایی به کمک نرم‌افزار Excel ... اکبر نوری‌زاده و پروین یاری
۲۰ـ ضرورت بازاندیشی در آموزش شیمی در دوره‌های تحصیلی گوناگون ..... عابد بدریان و طالب عبدی‌نژاد


## شیمی از نگاهی ژرف


۲۱ـ آن چه باید درباره‌ی ژئولیت‌ها بدانیم ..... نساء اسماعیلیان، آزاده رضاخانی، هدا جعفری


## شیمی، صنعت و زندگی


۳۱ـ سرمایه‌گذاری در فناوری نانو ..... غلامرضا براکوهی
۳۴ـ آیا می‌دانید که... گاز ویل سبز ..... حسن حذرخانی
۳۵ـ آیا می‌دانید که... مصریان باستان چگونه مردگان خود را مومیایی می‌کردند؟ ..... زهرا ارزانی
۳۱ـ جام لیکرگوس و فناوری نانو! ..... رحمت‌الله رحیمی و محبوبه ربانی


## شیمی در رسانه‌ها


۴۰ـ تازه‌های شیمی ..... مژگان آبی و فرحناز سیفی
۴۱ـ گزارشی از یک میزگرد، (نقش آزمون‌های هماهنگ در بهبود آموزش) ..... خورشید کوچکی
۵۰ـ پالایشگاه اصفهان و گزارشی از یک بازدید علمی ..... آذر دلسوز
۵۵ـ گپی دوستانه با یک معلم (معلم باید هر موضوع درسی را به انگیزه‌های دانش‌آموز ارتباط دهد) ..... خورشید کوچکی


## سرگرمی‌های شیمی


۵۱ـ سنجش دانش ..... بهنام شمس
۶۰ـ یک تجربه‌ی کلاسی ..... حشمت‌الله سلطانیان
۶۳ـ پاسخ به پرسشی در کتاب شیمی(۱) ..... علی خانلری

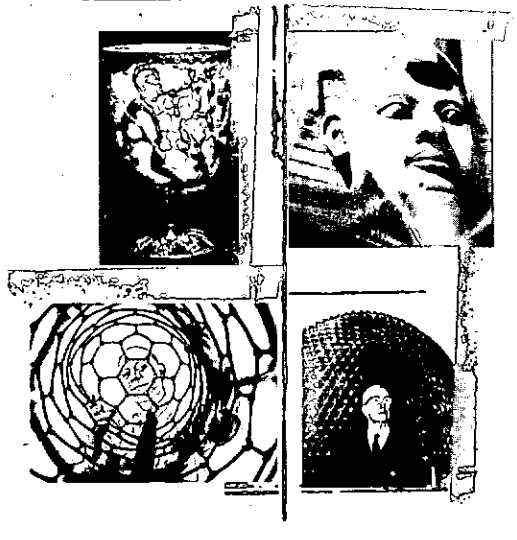


*Successive No: 84*
*Quarterly Chemistry Education Magazine*
**2008**, *Vol.21*, No.4
ISSN 1606-9145
Email:info@roshdmag.ir
**مدیر مسئول:** علیرضا حاجیان‌زاده
**سردبیر:** نعمت‌الله ارشدی
**مدیر داخلی و ویراستار ادبی:** مهدیه سالارکیا
**دبیر بخش خبر و گزارش:** خورشید کوچکی
**دبیر بخش دانش و فناوری:** عباس‌علی زمانی
**طراح گرافیک:** آزیتا کوثری
**عکاس:** اعظم لاریجانی
**شورای نویسندگان:** مجتبی باقرزاده؛ غلام عباس پارسافر؛ احمد خرم آبادی زاد و محمدرضا یافتیان
**تصویر روی جلد:**

برای تصفیه‌ی آب آکواریوم‌ها بویژه برای جذب ترکیب‌های نیتروژن‌دار از جمله آمونیاک، درون آن‌ها زئولیت می‌ریزند. به‌دلیل تمایل زیاد زئولیت‌ها به جذب یون کلسیم، آب آکواریوم دچار کمبود کلسیم می‌شود. این خاصیت زئولیت‌ها راهی برای کنترل غلظت مواد مغذی برای آبزیان درون آکواریوم فراهم می‌کند.

**پیام‌گیر نشریات رشد:** ۸۸۳۰۱۴۸۲-۸۸۸۳۹۲۳۲
**مدیر مسئول:** ۱۰۲
**دفتر مجله:** ۱۱۳
**امور مشترکین:** ۱۱۴

**نشانی دفتر مجله:**
تهران، خیابان ایران‌شهر شمالی، پلاک ۲۶۸
تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۶۵۸۵
تلفن مجله: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱ داخلی ۲۸۳، ۳۷۴
نشانی امور مشترکین: تهران صندوق پستی ۳۳۳۱-۱۵۸۷۵
تلفن امور مشترکین: ۷۷۳۳۳۵۱۰ و ۷۷۳۳۶۶۵۶
چاپ: شرکت افست (سهامی عام)
شمارگان: ۱۳۵۰۰

# فرصتی دیگر...

با فرا رسیدن فصل تابستان مجالی فراهم می‌آید که عملکرد یک سال تلاش در کلاس‌های درس مورد ارزیابی قرار گیرد و با نقد و بررسی آن‌چه در کلاس‌ها روی داده یا در قالب پرسش و پاسخ‌هایی که در امتحان‌های میان سال و پایان سال مطرح شده، میزان موفقیت در تدریس و تحقق هدف‌های آموزشی تعیین شود و با آشکار کردن موانع و تنگناها و تلاش برای رفع آن‌ها زمینه برای ارایه‌ی کاری سودمندتر در سال تحصیلی آینده فراهم آید. بی‌تردید اجرای چنین ارزیابی‌هایی و اعمال نتایج آن‌ها می‌تواند در بهبود کیفی فرایند آموزش، ارتقای سطح علمی و تقویت مهارت‌های حرفه‌ای معلمان بسیار مؤثر باشد.

اگرچه با تعطیلی مدارس دسترسی معلمان به یک‌دیگر و امکان گفت‌وگوی چهره به چهره و مبادله‌ی تجربیات به حداقل خود می‌رسد، ولی امروز به مدد وجود اینترنت و با بهره‌مندی از امکاناتی که فناوری اطلاعات و ارتباطات در اختیار ما می‌گذارد می‌توان این فاصله‌ها را کاهش داد و زمان را با قیمتی ناچیز خریداری کرد و تبادل اطلاعات و تجربیات معلمان را از

محدوده‌ی دو نفر به ده‌ها ، یا حتی صدها هزاران نفر گسترش داد. مبادله‌ای پایا که در شبکه‌ی جهانی وب آن‌هم برای همیشه در دسترس همگان قرار می گیرد.

مدتی است که تالارهای گفت‌وگو در پایگاه اینترنتی گروه شیمی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی به آدرس www.dccdc.ir چنین امکانی را فراهم آورده است ولی در طول سال تحصیلی گذشته این تالار ها بی مراجعه بودو درواقع چندان مورد استقبال معلمان شیمی سراسر کشور قرار نگرفته است. در این تالارهای گفت‌وگو که حول چهار محور «روش‌های یاددهی-یادگیری و فناوری اطلاعات»، «ارزشیابی پیشرفت تحصیلی»، «تربیت معلم و آموزش ضمن خدمت» و «فعالیت‌های علمی و آزمایشگاهی» می گردد، چهار محور مهم و مؤثر بر فرایند یاددهی - یادگیری مورد توجه قرار گرفته است. بی تردید مبادله‌ی تجربیات ارزشمند معلمان شیمی سراسر کشور از طریق این ابزار چندرسانه‌ای امکان خوبی برای برنامه‌ریزان درسی و مؤلفان کتاب‌های درسی نیز فراهم می کند که از این تجربیات دست‌اول در هنگام بازنگری برنامه‌ی درسی شیمی دوره‌ی متوسطه و پیش‌دانشگاهی که هم‌اکنون در دستور کار قرار گرفته بهره جویند.

شما همکار گرامی که همواره در اندیشه‌ی بهبود کیفی آموزش شیمی در کشور بوده‌اید این فرصت را از دست ندهید و با طرح دیدگاه‌های سازنده‌ی خود در این تالارها همکاران خود در سراسر کشور و برنامه‌ریزان درسی را در تحقق این مهم یاری دهید. این تابستان فرصت خوبی است. درنگ نکنید.

# کشفی بی‌مانند؛ راه‌گشای پهنه‌ای تازه از ترکیب‌های کربنی

مهدیه سالارکیا

## آغاز سخن

**از زمانی که فولرن‌ها، به عنوان دگرشکلی جدید از عنصر کربن، در سودای پیوستن به دایره‌ی معلومات بشر، از دنیای مجهولات پیوند گسسته‌اند، یک دهه می‌گذرد. بی‌شک از لابلای گفته‌های بسیار درباره‌ی این ترکیب‌های حیرت‌انگیز، از پژوهشگرانی که در راه گشایش و هموارسازی مسیر کشف و معرفی آن‌ها گام برداشته‌اند، سخن‌ها شنیده‌ایم. اینک، در بستر تاریخ به سراغ هارولد والتر کروتو[1] می‌رویم که به دست خود دفتر زندگی‌اش را ورق می‌زند و ما را به شنیدن سرگذشت کشف فولرن فرا می‌خواند...**

«در کودکی، به خاطر قیافه‌ام، نام‌های مضحکی به من می‌دادند. شاید این، از قدیمی‌ترین خاطره‌های دوران مدرسه‌ی من باشد. من همیشه ناگزیر بودم نام‌هایی هم‌چون اسمیت، جونز و براون را بپذیرم در حالی که، بچه‌های دیگر نام‌های معروف محل زندگیمان یعنی لانگ‌شایر[2] را روی خود می‌گذاشتند مانند چادرتون، هیگین باتن و... رفتار آن‌ها با من چنان بود که من همیشه تصور می‌کردم یا آن‌ها از فضا آمده‌اند، یا این‌که من موجودی فضایی هستم. وقتی به خودم در آن زمان فکر می‌کنم، خود را در حال تقلایی سخت، همیشگی و ناخودآگاه می‌بینم و این‌که می‌خواستم در محیط، بهترین رفتار را نشان دهم تا بتوانم تا جای ممکن، شبیه بچه‌های دیگر باشم. البته با توجه به موقعیت اجتماعی والدینم، عملی کردن این خواسته، کار دشوار و تقریباً غیرممکنی بود. آن دو در برلین به دنیا آمده بودند اما در اواخر دهه‌ی سوم زندگی خود، به عنوان پناهنده‌ی جنگی به انگلیس مهاجرت کرده بودند. من همیشه به این واقعیت تلخ فکر می‌کنم که آن‌ها، تقریباً مانند همه‌ی افرادی که در زمان تغییرات مربوط به آن قرن، در اروپا به دنیا آمده بودند شاهد رفتارهای وحشیانه‌ای بودند. چرا که وقتی دهه‌ی دوم زندگی خود را می‌گذراندند، نخستین جنگ جهانی روی داد و آن‌ها را از وطنشان آواره کرد و این واقعه در زمان هیتلر و جنگ جهانی دوم، بار دیگر تکرار شد.

من در هفتم اوکتبر سال ۱۹۳۹، یعنی یک ماه پس از آغاز جنگ جهانی دوم به دنیا آمدم؛ من یک بچه‌ی جنگ بودم. پدرم در اصل به طراحی لباس علاقه‌ای فراوان داشت اما وقتی در سال ۱۹۳۷ برلین را ترک گفت، به نقاشی صورت و کشیدن تصویر روی بالون‌ها روی آورد. خانواده‌ام تصمیم داشتند کسب و کاری کوچک در لندن راه بیندازند اما سرنوشت، حوادث دیگری را برایشان در پی داشت. با آغاز جنگ، پدرم به عنوان یک فرد خارجی و دشمن، به جزیره‌ای دور فرستاده شد. وقتی یک سال داشتم، من و مادرم از لندن به شهر بولتون[2] رفتیم. به هرحال، پس از جنگ، پدرم به عنوان یک کارآموز مهندسی، مشغول به کار شد. ما در بخش فقیرنشین شهر زندگی می‌کردیم چون خانواده‌ام تقریباً همه چیز را از دست داده بودند. با این حال، آن‌ها هر کاری را که برای آموزش و تحصیل من ضروری می‌دانستند انجام دادند. آن‌ها مرا به مدرسه‌ای با معلمان و امکانات آموزشی استثنایی در بولتون فرستادند. جایی که می‌دانم اگر من در موقعیت مالی مشابه آن‌ها بودم، هرگز نمی‌توانستم فرزندم را به آن‌جا بفرستم.

در سال ۱۹۵۵، پدرم موفق شد کارخانه‌ی کوچکی راه بیندازد و به تولید بالون و نقاشی روی آن‌ها بپردازد. من بیش‌تر تعطیلات مدرسه را به کار در کارخانه می‌گذراندم و برای پر کردن وقتم به هر جای آن سر می‌زدم؛ از بخش آمیختن رنگ‌ها برای نقاشی گرفته، تا تعمیر ماشین‌ها و جابه‌جا کردن کارگران در خط تولید. کار صورت‌برداری که سالی دو بار در کارخانه انجام می‌شد، به عهده‌ی من بود که به کمک جدول‌های لگاریتم و خط‌کش‌های مهندسی این کار را انجام می‌دادم. پس از هر بار رسیدگی به شرایط کارخانه و بالون‌ها، احساس می‌کردم که هرگز نمی‌خواهم برای باری دیگر بالونی را در زندگیم ببینم!

به انجام تکالیف، امتحان و گذراندن وقت در مدرسه، علاقه‌ی چندانی نداشتم. در آغاز از هنر، جغرافی، ورزش ژیمناستیک و کار با چوب لذت می‌بردم. در خانه بیش‌تر وقتم در تنهایی و در اتاقی می‌گذشت که برایم حکم یک دنیا را داشت و هر چه می‌گذشت از وسایل دور ریختنی انباشته‌تر می‌شد. من در آن‌جا، یک مجموعه از وسایل مکانیکی داشتم که یک مجموعه مهندسی کامل بود و به گونه‌ای سیری‌ناپذیر با آن بازی می‌کردم. فکر می‌کنم مهم‌ترین مهارت‌ها را به کمک این مجموعه بود که به دست آوردم.

با گذشت زمان، علاقه‌ام به شیمی، فیزیک و ریاضی افزایش یافت. در دوران راهنمایی بودم که برای همیشه شیفته‌ی شیمی، بویژه شیمی آلی شدم. این به خاطر معلمم هاری هینی[4] بود که اکنون در لوبرو[5] استاد شیمی است. او مرا به فعالیت در این زمینه تشویق کرد. به این ترتیب بود که به راهنمایی او برای تحصیل، روانه‌ی دانشگاه شفلید شدم که در آن زمان از بهترین گروه آموزشی شیمی برخوردار بود. نخستین روزی که به دانشگاه وارد شدم از مقابل ساختمانی گذشتم که روی تابلوی بالای آن نوشته شده بود: گروه معماری. شاید اگر در آن زمان امکانات کنونی و فرصتی برای مشورت برایم فراهم می‌شد به معماری روی می‌آوردم چون این رشته، علاقه‌مندی‌های مرا در فناوری و هنر به یک‌دیگر پیوند می‌داد. به هرحال، در شفلید من انواع فعالیت‌ها را داشتم. از آن جمله، چون شیفته‌ی کارهای هنری بودم در یک نشریه‌ی دانشجویی به نام آرو[7] که هر سه ماه یک بار به چاپ می‌رسید به طراحی جلد نشریه، مشغول شدم. هم‌چنین به طراحی پوسترهای تبلیغاتی ویژه‌ی سینماها می‌پرداختم. در همین دوران، در مسابقه‌ی طراحی برای کتاب‌های جیبی سان‌دی‌تایمز[8] برنده شدم و برای نخستین بار جایزه‌ای ویژه برای کارهای هنری‌ام دریافت کردم.

زمانی که دانش‌آموز هینی بودم کتاب شیمی آلی نوشته‌ی فایزر[9] را مطالعه کردم و در پی آن، خود را به شدت علاقه‌مند به شیمی آلی یافتم. اما در دانشگاه مکانیک کوانتومی به عنوان یک رشته‌ی پیشرفته‌ی دانشگاهی مرا مجذوب کرد و زمانی که با طیف‌سنجی آشنایی پیدا کردم، خود را به واقع، گرفتار آن دیدم. دیدن الگوهای طیفی که نشان می‌داد می‌توان مولکول‌ها را شمارش کرد، بسیار شگفت‌آور و لذت‌آفرین بود. سرانجام من تصمیم گرفتم به عنوان پایان‌نامه‌ی دکترایم، روی طیف‌سنجی رادیکال‌های آزاد کار کنم. در این دوران، به انواع سرگرمی‌ها مشغول بودم چنان‌که، مدتی در اتحادیه‌ی دانشجویان به برخی کارهای اجرایی می‌پرداختم و به عنوان بازیکنی از تیم تنیس ورزشکاران شهر کانسیل[10] نیز فعالیت می‌کردم. به این ترتیب شیمی، تنیس، طراحی جلدها و پوسترها در نشریه‌ی آرو، سعی در یاد گرفتن گیتار و اجرای آهنگ‌های ساده در کلوپ دانشجویان دوران پرکاری را برایم ایجاد کرده بود و نیز در همین هنگام، یعنی سال ۱۹۶۳ بود که با مارگارت هنریتا[11] ازدواج کردم.

در سال ۱۹۶۴ موفق به دریافت مدرک دکترا شدم. در این سال چند پیشنهاد خوب به من شد. من و همسرم که تصمیم داشتیم مدتی را دور از کشور خود بگذرانیم، به پیشنهاد همکار دوره‌ی دانشجویی‌ام، دیکسون[12] برای گذراندن دوره‌ی فوق‌دکترا راهی سازمان پژوهش‌های ملی[13]، NRC، در اوتاوا[14] شدیم. در این‌جا من در میان افراد برجسته‌ای که روی طیف‌سنجی کار کرده بودند فرصتی برای آموختن بیش‌تر در این زمینه را پیدا کردم.

در سال ۱۹۶۶ به من پیشنهاد شد به ساسکس[15] بروم و من با همه‌ی علاقه‌ای

که به زندگی در اوتاوا داشتم برای انجام پژوهش‌هایی روی برهم‌کنش‌های فاز مایع با طیف‌سنجی لیزر-رامان عازم آزمایشگاه‌های بل[16] شدم و در سال ۱۹۶۷ به عضویت گروه آموزشی دانشگاه ساسکس درآمدم و در سال ۱۹۸۵ استاد این دانشگاه شدم.

$$H-C\equiv C-C\equiv N$$

$$H_2C=CH-CH=CH-C\equiv N$$

$$H_2C=CH-CH=CH-CH=CH-C\equiv N$$

**کشف مولکول‌های کوچکی هم چون سیانو استیلن، سیانو بوتادی‌ان و سیانوهگزاتری‌ان مقدمه‌ی شناسایی و کشف نانولوله‌های کربنی و فولرن‌ها بود**

در دهه‌ی ۱۹۷۰، در ساسکس مطالعه‌ای جالب و طولانی را روی زنجیرهایی از کربن در فضای میان ستاره‌ای آغاز کردم. این زنجیرها با ۵، ۷ و ۹ اتم کربن با استفاده از پیام‌های رادیویی تشخیص داده شده بودند و گروه ما بر آن شد تا برای بررسی آن‌ها در هواکره‌ی ستارگان از دستگاه طیف‌سنج ریزموج استفاده کند. نخستین بررسی‌ها، وجود مولکول سیانو استیلن، $H-C\equiv C-C\equiv N$ را ثابت کرد. در فاصله‌ی سال‌های ۱۹۷۵ تا ۱۹۷۸ بنابه شواهد طیفی، وجود مولکول‌های مشابه بلندتر مانند سیانوبوتادی ان و سیانوهگزاتری ان نیز در فضاهای میان‌ستاره‌ای ثابت و کشف شد. پس از آن بود که درباره‌ی یک شیمی‌دان آمریکایی شنیدم و این که روش جدیدی را شامل بمباران لیزری، برای تولید خوشه‌هایی از اتم‌ها گسترش داده است. به نظرم آمد شاید از این روش بتوان در تولید اتم‌های کربن استفاده کرد. به این ترتیب بود که در سال ۱۹۸۵ من و ریچارد اسمالی[17] یک‌دیگر را در دانشگاه رایس در تگزاس ملاقات کردیم.

ما به طور مستقیم گرافیت را مورد بمباران قرار دادیم. خوشه‌هایی از اتم‌های کربن با استفاده از بخار کردن گرافیت در محیطی از هلیم تولید شد. برخی از طیف‌های به‌دست آمده، مربوط به شکل‌های ناشناخته‌ای از کربن بود که تعداد زوجی از این اتم‌ها را از ۴۰ تا ۱۰۰ کربن در بر داشت. بیش‌تر این مولکول‌ها فرمول $C_{60}$ را داشتند. ما حدس زدیم که این مولکول باید تقارن بالایی داشته باشد چرا که اگر ساختاری زنجیری داشت باید در دو انتهای زنجیره، واکنش‌پذیری بالایی از آن مشاهده می‌شد. در حالی که $C_{60}$ بسیار پایدار بود. ساختار دیگری که می‌توانستیم به آن نسبت دهیم، به گونه‌ای که می‌توانست توجیه‌کننده‌ی واکنش‌ناپذیر بودن آن نیز باشد، ساختاری شبیه یک کره یا توپ بود. از آن‌جا که این چارچوب شبیه ساختار گنبدیی بود که باک مینستر فولر[18] آن را طراحی کرده بود و سطح‌هایی هندسی را در بر داشت، ما نام باک‌مینستر[19] را برای $C_{60}$ برگزیدیم و سپس این نام را به فولرن کوتاه کردیم و به خاطر این کشف، هر دو، در سال ۱۹۹۶ به عنوان برنده‌ی جایزه‌ی نوبل در شیمی شناخته شدیم.

با این که هرگز رویای برنده شدن این جایزه را در سر نداشتم، اما بسیار خوشحالم که کار من مقدمه‌ای برای کشف $C_{60}$ شد. من همان زمانی که نخستین مولکول با پیوند دوگانه میان کربن و فسفر را کشف کردم احساس بسیار خوبی داشتم و امروز هم چون یک دانشمند احساس موفقیت می‌کنم حتی اگر گفته شود که کار مهمی انجام نداده‌ام.

در سال ۱۹۹۵ برای تولید فیلم‌های علمی با کیفیت، یک

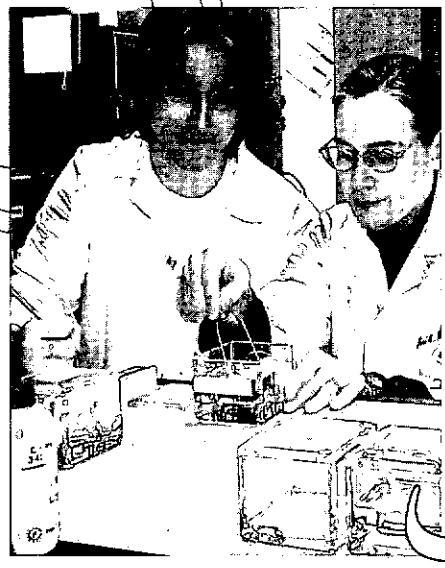
**باک مینستر فولر،وی در برابر گنبدی که خود طراحی کرده، ایستاده است.**

مؤسسه‌ی خیریه‌ی آموزشی را به نام ائتلاف علمی وگا[20] به طور مشارکتی راه‌اندازی کردم که به تهیه‌ی گزارش از سخنرانی‌ها، گفت‌وگو با برندگان جایزه‌ی نوبل، ترتیب برنامه‌های مباحثه‌ای و معرفی منابع شغلی و آموزشی برای تلویزیون و شبکه‌های جهانی می‌پرداخت. برنامه‌های وگا در شبکه‌های علمی بیش از ۱۶۵ کشور در جهان به نمایش درآمده است. هم‌اکنون من سرگرم طراحی‌های گرافیکی برای چنین برنامه‌هایی هستم که از جمله علاقه‌های اصلی من بوده است و نیز به پژوهش در زمینه‌ی علوم و فناوری نانو ادامه می‌دهم.

1. Kroto, H. W.
2. Lancashire
3. Bolton
4. Loughborough
5. Heaney, H.
6. Sheffield
7. Arrow
8. Sun day Times
9. Fieser
10. Council
11. Henrietta, M.
12. Dixon, R.
13. National Research Council
14. Ottawa
15. Sussex
16. Bell
17. Smalley, R.
18. Fuller, R. B.
19. buckminster
20. Vega Science Trust

1. nobel prize.org/nobel-prize/chemistry/laureates/1996/kroto-autobio.html
2.www.answers.com/topic/harold-kroto
3.www.britanica.com/eb/article

# کلسیم و تدریس استوکیومتری



زهرا ارزانی*

**چکیده**

راه های گوناگونی جهت تدریس مباحث شیمی ارایه شده است به گونه ای که با هیجان و ایجاد انگیزه در دانش آموزان همراه باشد. از این میان می توان به استفاده از آزمایش، شعر، مدل سازی و کاریکاتور اشاره کرد. در این مقاله، روشی برای تدریس استوکیومتری ارایه می شود.

**کلیدواژه ها:** کلسیم، استوکیومتری، تدریس شیمی، آزمایش

**آغاز سخن**

از هدف های اصلی تدریس شیمی، ایجاد بستر مناسب برای اندیشیدن و پرورش مهارت فکر کردن در فراگیران است. بنا به باورهای جهانی رایج در امر آموزش، اهمیت به اندیشه و اندیشمندان از معیارهای توسعه یافتگی به شمار می رود.

استفل[1] بر این باور است که پیش از آموزش مفاهیم میکروسکوپی به فراگیران، باید مطالب ماکروسکوپی آموزش داده شود. او در کلاس شیمی عمومی خود از فراگیران می خواهد آزمایش هایی انجام دهند که در جریان آن تغییرات جالبی مانند تغییر رنگ و آزاد شدن گاز روی می دهد. آن ها در حالی به انجام این آزمایش ها می پردازند که هیچ اطلاعاتی درباره ی نوع موادی که به کار می برند ندارند و این امر سبب می شود تا بتوانند نتیجه ی آزمایش را پیش از انجام آن حدس بزنند. از این رو، مشاهده ی تغییرات برایشان بسیار هیجان انگیز است و اشتیاق یادگیری در آن ها افزایش می یابد.

پنتو[2] از دانشگاه مادرید ارتباط دادن میان مفاهیم شیمی با مسایل روزمره را امر مؤثری در یادگیری می داند. بنابراین معلمان همواره باید از پدیده های شیمیایی مربوط به زندگی در تدریس بهره گیرند.

در مبحث استوکیومتری کتاب شیمی(۳) دانش آموزان باید بتوانند مفاهیم را به خوبی درک کنند و به کاربرد آن ها پی ببرند. روش ارایه شده در این مقاله برگرفته ای از مقاله ی پنتو است که در کلاس اجرا شد و نتایج خوبی در پی داشت. این روش تدریس طی دو مرحله پیاده شد و در ادامه ی آن، آزمایشی برای درک بهتر مطلب در کلاس انجام گرفت.

**روش تدریس**

**مرحله ی نخست**

پس از تدریس استوکیومتری یک فرمول، دانش آموزان به

۴ گروه تقسیم شدند. به هر گروه، همراه چکیده اطلاعاتی درباره‌ی کلسیم، یک پرسش داده شد تا در منزل روی آن فکر کنند و برای حل آن با گروه خود به مشورت بپردازند و سپس به آن پاسخ دهند، جدول ۱.

| شماره‌ی گروه | عنوان | پرسش گروه |
|---|---|---|
| ۱ | کلسیم و کاربرد آن | با توجه به نوشته‌های روی جعبه‌ی قرص کلسیم، نام ترکیب‌ها و فرمول شیمیایی آن‌ها را بنویسید. اگر شما یک داروساز باشید، برای درست کردن یک قرص ۲۵۰ میلی‌گرمی کلسیم، به چند گرم کلسیم کربنات نیاز دارید؟ |
| ۲ | کلسیم و استخوان | پرسش گروه ۱ |
| ۳ | کلسیم و دندان | یکی از شرکت‌های تولید دارو، ترکیب‌های موجود در هر قرص کلسیم را به این شرح معرفی کرده است: ۵۰۰ میلی‌گرم کلسیم فسفات، ۲۰۰ میلی‌گرم کلسیم کربنات، ۵ میلی‌گرم کلسیم فلوئورید. مقدار کلسیمی که در اثر مصرف یکی از این قرص‌ها به بدن می‌رسد، چه‌قدر است؟ |
| ۴ | عوارض کمبود کلسیم | یکی از شرکت‌های داروسازی در تهیه‌ی هر قرص کلسیم، از ۸۰۰ میلی‌گرم کلسیم فسفات، ۲۰۰ میلی‌گرم کلسیم کربنات و ۵ میلی‌گرم کلسیم فلوئورید استفاده می‌کند. روی جعبه‌ی این قرص، مقدار کلسیم فلوئورید هر قرص، ۲/۴۳ میلی‌گرم تعیین شده است. آیا این ادعا درست است؟ |

جدول ۱

گروهی، توسط خود دانش‌آموزان، پرسش‌های گروهی داده شده برای تمام کلاس مطرح و حل شد. نماینده‌ی هر یک از گروه‌ها، پرسش خود را برای کلاس مطرح کرده، آن را توضیح داد و سپس پرسش را برای همه حل کرد. در جریان این کار، بهترین گروه برای انجام یک آزمایش شناسایی و تعیین شد. این آزمایش با عنوان «اندازه‌گیری کلسیم در پوسته‌ی تخم‌مرغ»، پس از تدریس کامل مبحث استوکیومتری انجام شد تا همه‌ی مطالب این فصل با آزمایش، مورد بازنگری قرار گیرد.

**چکیده‌ی مطالب داده شده به دانش‌آموزان**

○ بنا به گفته‌ی رییس مرکز توسعه و هماهنگی و فناوری وزارت بهداشت، پوکی استخوان یکی از مشکلات شایع در کشور ماست، بویژه در زنان که این مشکل را از سن ۴۰ تا ۶۰ سالگی و بالاتر از آن تجربه می‌کنند. برای جلوگیری از این مشکل باید از دوران جنینی در این زمینه سرمایه‌گذاری شود. هر فرد با مصرف ۸۰۰ تا ۱۲۰۰ میلی‌گرم کلسیم در روز، می‌تواند خطر دچار شدن به این بیماری را به کم‌ترین مقدار ممکن برساند.

○ کلسیم فسفات شامل سه عنصر کلسیم، اکسیژن و فسفر است که هر سه به فراوانی در پوسته‌ی زمین یافت می‌شوند. درصد این عنصرها در پوسته‌ی زمین به این قرار است: ۴۷ درصد کلسیم، ۳/۴ درصد اکسیژن و ۱۲ درصد فسفر.

○ **کلسیم آپاتیت** به فرمول $Ca_5(PO_4)_3X$، یکی از مواد معدنی معروف است. در بیش‌تر موارد منظور از X، فلوئور است.

○ ۱/۵ تا ۲ درصد وزن بدن ما را کلسیم تشکیل می‌دهد و ۹۹ درصد آن در استخوان‌بندی و دندان‌ها، به شکل کلسیم فسفات هیدروکسیل یا هیدروکسی آپاتیت وجود دارد. کلسیم برای انجام اعمال حیاتی بدن ضروری است چنان‌که، عمل انقباض ماهیچه‌ای، انتقال جریان عصبی، لخته شدن خون و فعال شدن بسیاری از آنزیم‌ها به وجود کلسیم وابسته است.

**مرحله‌ی دوم**

در جلسه‌ی دوم، رابطه‌های جرمی ـ جرمی در محاسبه‌های استوکیومتری تدریس شد. پس از حل پرسش‌های کتاب به‌طور

**پاسخ پرسش‌ها**

○ گروه ۱ و ۲:

$$0/25\,g\,Ca \times \frac{1\,mol\,Ca}{40\,g\,Ca} \times \frac{1\,mol\,CaCO_3}{1\,mol\,Ca} \times \frac{100\,g\,CaCO_3}{1\,mol\,CaCO_3}$$

$$= 0/625\,g\,CaCO_3$$

○ گروه ۳:

$$0/5\,g\,Ca_3(PO_4)_2 \times \frac{1\,mol\,Ca_3(PO_4)_2}{310/3\,g\,Ca_3(PO_4)_2} \times \frac{3\,mol\,Ca}{1\,mol\,Ca_3(PO_4)_2}$$

$$\times \frac{40/0\,g\,Ca}{1\,mol\,Ca} = 0/1937\,g\,Ca = 193/7\,mg\,Ca$$

$$0/2\,g\,CaCO_3 \times \frac{1\,mol\,CaCO_3}{100\,g\,CaCO_3} \times \frac{1\,mol\,Ca}{1\,mol\,CaCO_3} \times \frac{40/08\,g\,Ca}{1\,mol\,Ca}$$

$$= 0/0801\,g\,Ca = 80/1\,mg\,Ca$$

$$0/005\,g\,CaF_2 \times \frac{1\,mol\,CaF_2}{78/1\,g\,CaF_2} \times \frac{1\,mol\,Ca}{1\,mol\,CaF_2} \times \frac{40/08\,g\,Ca}{1\,mol\,Ca}$$

$$= 0/0026\,g\,Ca = 2/6\,mg\,Ca$$

پس، مقدار کلسیم موجود در یک قرص، ۲۷۶/۴۴ میلی‌گرم است.

○ گروه ۴:

$$0/005\,g\,CaF_2 \times \frac{1\,mol\,CaF_2}{78/1\,g\,CaF_2} \times \frac{2\,mol\,F^-}{1\,mol\,CaF_2} \times \frac{19\,g\,F^-}{1\,mol\,F^-}$$

$$= 0/0024\,g\,F^- = 2/4\,mg\,F^-$$

بله. محاسبه، درستی این ادعا را ثابت می‌کند.

**مرحله‌ی سوم**

در جلسه‌ای دیگر، روش کار انجام آزمایش به دانش‌آموزان داده شد تا آن را مطالعه کنند. سپس گروه برگزیده شده، آزمایش را انجام دادند. برای راهنمایی بهتر دانش‌آموزان، جدولی برای داده‌ها تنظیم شد تا گام به گام به پاسخ پرسش‌های خود برسند.

**آزمایش**

وقتی تخم‌مرغ‌های یک کشاورز پوست شکننده‌ای پیدا می‌کنند شما به عنوان یک شیمی‌دان چگونه می‌توانید به او کمک کنید؟ این کشاورز از سموم شیمیایی برای از بین بردن آفت‌ها استفاده کرده است و سم‌هایی هم‌چون ددت، باعث نازک شدن پوست تخم پرندگان می‌شوند. در این شرایط باید مقدار کلسیم موجود در پوسته‌ی تخم‌مرغ اندازه‌گیری شود.

**عنوان آزمایش**

مقدار کلسیم در پوسته‌ی تخم‌مرغ چه‌قدر است؟

**مواد و وسایل مورد نیاز**

۲۵mL هیدروکلریک اسید ۱M، ۲۵mL سدیم هیدروکسید ۱M، فنول فتالیین، بورت، بشر، ارلن‌مایر ۲۵ میلی‌لیتری، پیپت ۱۰ میلی‌لیتری، هاون، ترازو، تخم‌مرغ.

**روش کار**

۱. زرده و سفیده‌ی تخم‌مرغ را از هم جدا کنید. پوسته را به‌خوبی بشویید و آن را به حال خود بگذارید تا خشک شود.

۲. پوسته‌ی خشک شده را وزن کرده، وزن آن را یادداشت کنید. سپس آن را در هاون بریزید و خوب خرد کنید.

۳. ۰/۱g از پوسته بردارید و در یک ارلن بیندازید و ۶mL هیدروکلریک اسید ۱M در ارلن بریزید و ارلن را خوب تکان دهید تا اسید با کلسیم کربنات وارد واکنش شود.

۴. چند قطره فنول فتالیین به ارلن بیفزایید.

۵. بورت را از سدیم هیدروکسید ۱M پر کنید. سپس از آن، قطره قطره به ارلن بیفزایید تا آن‌که رنگ مخلوط درون ارلن ارغوانی شود. حجم NaOH مصرف شده را یادداشت کنید.

**پرسش‌ها**

۱. معادله‌ی واکنش انجام شده را بنویسید.

$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

۲. چند میلی‌لیتر اسید با NaOH واکنش داده است؟

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

(حجم NaOH مصرف شده ۴/۰۶mL بوده است)

$$mL\,HCl = 4/06\,mL\,NaOH \times \frac{1\,mol\,NaOH}{1000\,mL\,NaOH} \times \frac{1\,mol\,HCl}{1\,mol\,NaOH}$$

$$\times \frac{1000\,mL\,HCl}{1\,mol\,HCl} = 4/06\,mL\,HCl$$

۳. ستون سمت چپ این جدول را پر کنید.

| | |
|---|---|
| وزن پوسته‌ی تخم‌مرغ | ۵/۲۷ گرم |
| مقدار گرم پوسته‌ی مورد استفاده در این آزمایش | ۰/۱ گرم |
| حجم اسید افزوده شده به پوسته | ۶mL (۱M) |
| تعداد مول اسید در ارلن، A | $6\times10^{-3}$ |
| حجم سود مصرفی برای خنثی کردن HCl | ۴/۰۶mL (۱M) |
| تعداد مول سود مصرفی: B | $4/06\times10^{-3}$ |
| تعداد مول اسید واکنش داده با کلسیم کربنات پوسته | (A − B) $1/94\times10^{-3}$ mol HCl |
| تعداد مول کلسیم کربنات موجود در ۰/۱ گرم از پوسته | $molCaCO_3 = 1/94\times10^{-3}\,molHCl \times \frac{1\,molCaCO_3}{2\,molHCl}$ $= 9/70\times10^{-4}$ |
| گرم کلسیم کربنات موجود در ۰/۱ گرم نمونه | ۰/۰۹۷ گرم |
| درصد کلسیم کربنات موجود در پوسته‌ی تخم‌مرغ | ٪۸۸ |

* معلم شیمی ناحیه‌ی ۲ کرج

1. Stefel, J. M.

2. Pinto, G.

1. Steffel, J. M. *J. Chem. Educ.* **2006**, 83, 1185.

2. Pinto, G. *J. Chem. Educ.* **2005**, 82, 1506.

3. Barker, G. K. *J. Chem Educ.* **2000**, 77, 1300.

4. Dorozhkin, S. V. *J. Chem. Educ.* **2006**, 83, 713.

# الاکلنگ و تعیین فشار گازها


## چکیده

هنگام بررسی گازهای ایده‌آل، مسأله‌ی اندازه‌گیری فشار گاز در شکل درست آن امری مهم به نظر می‌رسد. یکی از ابزارهای اندازه‌گیری فشار گاز، مانومتر است که در کتاب‌های گوناگون چگونگی استفاده از آن به گونه‌های متفاوت ارایه شده است و درنتیجه، سردرگمی‌هایی را در دانش‌آموزان در بر داشته است. در این نوشتار، چگونگی استفاده از الاکلنگ به عنوان قیاسی ساده، جهت آموزش اندازه‌گیری فشار یک گاز به کمک مانومتر ارایه می‌شود.



**کلیدواژه‌ها:** مانومتر، الاکلنگ، فشار گاز، قیاس


## آغاز سخن

یکی از روش‌های قدیمی مورد استفاده در تدریس، استفاده از قیاس است. این روش برای دانش‌آموزان زمینه‌ای مناسب فراهم می‌کند تا بنا به مفاهیمی که با آن‌ها آشنایی دارند، به نگرش و دیدگاه‌های تازه‌ای دست یابند. گلین[1] بر این باور است که استفاده از قیاس‌ها در متون علمی جهت انتقال دیدگاه‌ها از یک مفهوم آشنا به مفهومی ناآشنا مؤثر است بویژه، اگر قیاس برگزیده‌شده با هدف، ویژگی‌های مشترکی داشته باشد.

هنگامی که دانش‌آموزان با مفهوم پیچیده‌ای روبرو هستند، استفاده از قیاس‌ها با ایجاد علاقه و انگیزه‌ی بیش‌تر در آن‌ها همراه است. دانشمندان نیز بر این باورند که یادگیری مفاهیم، زمانی در دانش‌آموزان مشاهده می‌شود که آن‌ها انگیزه‌ی مناسب را در این زمینه یافته باشند و توانایی ایجاد انگیزه و علاقه‌مندی استفاده از قیاس، بنا بر گزارش‌های ارایه شده از سوی معلمان، در این امر چشم‌گیر است. [۳]

قیاس به معنی مقایسه‌ای ساده میان دو چیز یا دو مفهوم است. هدف از این کار، به دست آوردن برداشتی تازه از یک نکته یا یک مسأله است. بنابراین نیازی نیست که دو مورد مقایسه شده از هر نظر با یک‌دیگر شباهت داشته باشند. این نوع قیاس، همان همانندسازی با یک فرد، گیاه، جانور یا جسم بی‌جان است. [۲]

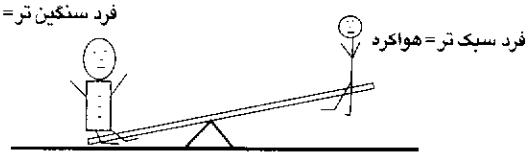
در پی این همانندسازی، دانش‌آموزان درباره‌ی جنبه‌های گوناگون موضوع به فعالیت و همکاری با یک‌دیگر می‌پردازند. در این حال، معلم نقش راهنما را دارد و می‌کوشد تا میان دانسته‌ها با مفاهیم تازه و دیدگاه‌های جدید پلی برقرار کند. رومل‌هارت و نورمن[2]، همه‌ی یادگیری‌های مهم را نتیجه‌ی استفاده از قیاس‌ها می‌دانند. [۱]

## قیاس الاکلنگ

بیش‌تر افرادی که تجربه‌ی بازی با الاکلنگ را دارند می‌دانند

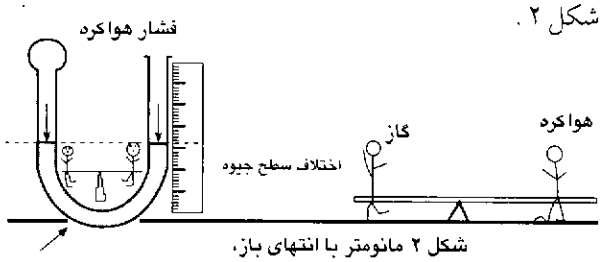
سوسن تقی‌زاده بروجنی*

اگر دو نفر که اختلاف وزن‌هایشان با هم زیاد است، بخواهند با این وسیله بازی کنند، باید به گونه‌ای روی الاکلنگ بنشینند که فرد سنگین‌تر تا تکیه‌گاه این وسیله، فاصله‌ی کم‌تری داشته باشد، شکل ۱.




شکل ۱

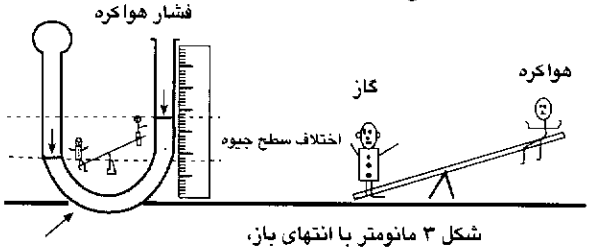
اکنون در یک مانومتر که انتهای آن بسته است، یک الاکلنگ در حال تعادل را تصور کنید. سطح جیوه در دو سوی لوله، محل نشستن روی الاکلنگ درنظر گرفته می‌شود. اگر فشار گاز با فشار هواکره برابر باشد، سطح جیوه در هر دو سمت، یکسان است، شکل ۲.




شکل ۲ مانومتر با انتهای باز،

$P_{\text{گاز}} = P_{\text{هواکره}}$

در حالتی که فشار گاز از فشار هواکره بیش‌تر است، می‌توان فشار گاز را به فردی سنگین مانند کرد که در یک طرف الاکلنگ نشسته است. پس فشار هواکره را می‌توان فرد سبک‌تر درنظر گرفت. در این حالت، سطح جیوه در بخشی که گاز قرار دارد، پایین‌تر از سطح آن در طرف دیگر است که فشار هواکره را نشان می‌دهد. اختلاف سطح جیوه(بر حسب میلی متر) در دو سمت لوله، مقدار بیش‌تر بودن فشار گاز را نسبت به فشار هواکره نمایان می‌کند. این اختلاف به فشار هواکره افزوده می‌شود تا فشار گاز به دست آید، شکل ۳.

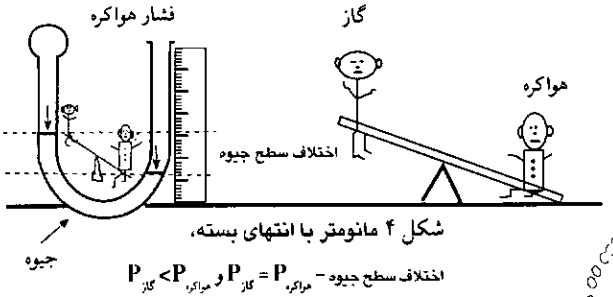



شکل ۳ مانومتر با انتهای باز،

$P_{\text{گاز}} > P_{\text{هواکره}}$ و اختلاف سطح جیوه + $P_{\text{هواکره}} = P_{\text{گاز}}$

چنان‌چه، سطح جیوه در سمتی که گاز وجود دارد، نسبت به سطح آن در سمت دیگر بالاتر باشد، پس باید گاز را به فرد

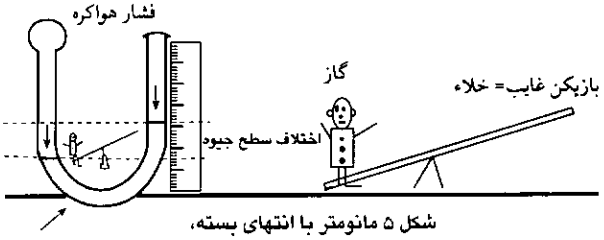
سبک‌تر مانند کرد و بنابراین هم‌بازی او که سنگین‌تر است همان هواکره درنظر گرفته می‌شود. در این حالت، با کم کردن اختلاف سطح جیوه در دو سمت لوله، از فشار هواکره، فشار گاز به‌دست می‌آید، شکل ۴.




**شکل ۴ مانومتر با انتهای بسته،**

**اختلاف سطح جیوه = $P_{\text{هواکره}} - P_{\text{گاز}}$ و $P_{\text{هواکره}} > P_{\text{گاز}}$**

یادآوری می‌شود که با یک مانومتر ته‌بسته، تنها می‌توان فشار گاز جذب شده را نسبت به هوا اندازه گیری کرد. برای تعیین فشار واقعی باید از یک فشارسنج توریچلی استفاده شود که براساس اندازه‌گیری اختلاف فشار میان هواکره و خلاء کار می‌کند. هنگامی که روی الاکلنگ فقط یک نفر نشسته، نقش سمت مخالف او را خلاء بازی می‌کند. پس سطح جیوه همیشه در سمتی که گاز وجود دارد، پایین‌تر از سمتی است که خلاء وجود دارد و همیشه گاز، به‌عنوان فرد سنگین درنظر گرفته می‌شود. اختلاف دو سطح جیوه، همان فشار گاز است. یعنی فشار اعمال شده توسط خلاء، صفر درنظر گرفته می‌شود، شکل ۵.




**شکل ۵ مانومتر با انتهای بسته،**

**اختلاف سطح جیوه = $P_{\text{هواکره}} - P_{\text{گاز}}$ و $P_{\text{خلاء}} > P_{\text{گاز}}$**

پس از ارایه‌ی این قیاس شما می‌توانید این پرسش را در کلاس درس مطرح کنید:

**سطح جیوه در یک مانومتر ته‌بسته، در سمتی که گاز وجود دارد، ۵mm از سمت دیگر پایین‌تر است. اگر فشار هواکره، ۷۸۸ اتمسفر باشد، فشار گاز چه‌قدر است؟**

این، همان حالتی است که با شکل ۳ نمایش داده شد؛ گاز مانند فرد سنگین‌تر است و این سنگین‌تر بودن سبب اختلاف سطح جیوه در دو سمت لوله، به اندازه‌ی ۵mmHg شده است. پس:

$$P_{\text{گاز}} = P_{\text{هواکره}} + ۵\text{mmHg} = ۷۹۳\ \text{mmHg}$$

در یکی از کلاس‌هایی که به این ترتیب عمل شد، ۲۲ نفر از کل ۲۴ نفر دانش‌آموزان کلاس، به این پرسش، پاسخ درست دادند. بسیاری از آن‌ها به نمودارهای درستی اشاره کردند که پرسش را تشریح می‌کرد. دو دانش‌آموزی که پاسخ درست نداده بودند نیز، در محاسبات دچار اشتباه شده بودند.

## نتیجه

به کمک این قیاس ساده، دانش‌آموزان می‌توانند به سرعت، با توجه به اختلاف دو سطح جیوه، فشار گاز را تعیین کنند. این قیاس به خوبی توسط دانش‌آموزان پذیرفته شد و در مبحث گازها کاربردی سودمند داشت و دانش‌آموزان را در باور این واقعیت یاری کرد که ذره‌هایی در فضای خالی بالای ستون جیوه وجود دارند که دارای وزن هستند. از این قیاس می‌توان در هر دو سطح کمّی و کیفی بهره برد. به هرحال، استفاده از هر قیاسی به اندیشه وسعت می‌بخشد و بر فضای ذهن می‌افزاید.

* معلم شیمی گندمان

1. Glyn

2. Rumelhart, D. E. & Norman, D. A.

۱. بی. آر. هرگنهان، مقدمه‌ای بر نظریه‌های یادگیری؛ ترجمه‌ی علی‌اکبر سیف، ویرایش هشتم، نشر دوران.

۲. دیوید هاپکینز؛ الگوهای یادگیری (ابزارهایی برای تدریس)، ترجمه‌ی دکتر محمود مهرمحمدی و دکتر لطفعلی عابدی، چاپ دوم، انتشارات سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، ۱۳۸۵.

3. Allan G. Harrison, Analogical Transfer - Interest is Just as Important as Conceptual Potential., Central Queensland University, Rockhampton, Queensland, 2002, 1-5 December.

4. Michael, J. A.; Modell, H. I. Active learning in the college and secondary science classroom: A model for helping the learner to learn. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2003.

5. Keith S Taber, When the analogy breaks down: modelling the atom on the solar, system 9. (2001, Jan. 17), www.iop.org/Journals/pe

6. Calik, M.; Ayas, A. An analogy activity for incorporating students' conceptions of types of solutions, Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, Vol. 6, Issue 2, Article 6, Dec., 2005.

7. Delorenzo, R. An easy approach for reading manometers to determine gaz pressure: The Analogy of the Child's Seesaw, *J. Chem. Educ.* **1986**, 9, 63.

## تجزیه‌ی روی کربنات

# انتخاب یکی از فرمول‌های شیمیایی، با استفاده از استوکیومتری

ترجمه: بهروز مصیبیان* و
فاطمه رحمانیان**

**اشاره**

استفاده از تجزیه ی ترکیب های کربنات، روشی سودمند برای فراگیران شیمی عمومی است تا دریابند چگونه می توان حجم مولی یک گاز را تعیین کرد. در آزمایشی که دستور کار آن پیش روی شما قرار می گیرد، از روی کربنات استفاده می شود. به این ترتیب نه تنها منظور اولیه از انجام این آزمایش ـ که همان تعیین حجم مولی گازهاست ـ برآورده می شود، بلکه به این واقعیت اشاره می شود که ماده ی یاد شده، در کتاب های مرجع و کتاب های تجاری معروف، با فرمول های متفاوتی معرفی می شود. چنان که در پیوست مرک، فرمول $3Zn(OH)_2.2ZnCO_3$ به آن نسبت داده شده است در حالی که در کاتالوگ آلدریچ، به صورت نمک آبدار به فرمول $ZnCO_3.2Zn(OH)_2.xH_2O$ نمایش داده می شود. به هرحال، هردوی این ترکیب ها از جمله مواد شیمیایی هستند که از آن ها به کربنات های بازی یاد می شود.

دوکربنات بازی یاد شده، استوکیومتری متفاوتی در کتاب های مرجع دارند زیرا به روش های متفاوتی تهیه می شوند. برای نمونه، از واکنش میان سولفات و آمونیوم هیدروژن کربنات، $3Zn(OH)_2.2ZnCO_3$ به دست می آید اما اگر روی اکسید با کربن دی اکسید و آب وارد واکنش شود، فراورده ی واکنش $ZnCO_3.2Zn(OH)_2.xH_2O$ خواهد بود.

**آغاز سخن**

با تکیه بر وجود فرمول های متفاوت برای یک ترکیب، می توان مسأله ای جالب طراحی کرد. این فعالیت به طور معمول به شکل یک کار پیش آزمایشگاهی آغاز می شود؛ فراگیران باید فرمول روی کربنات را در کتاب های مرجع پیدا کنند. در آزمایشگاه، با مشاهده ی دو فرمول متفاوت برای این ماده و روبه رو شدن با شیشه ای که برچسب «روی کربنات» دارد این پرسش برای آن ها مطرح می شود که: فرمول واقعی ماده ی موجود در شیشه از این فرمول هاست؟ آن ها در مراجعه به کاتالوگ آلدریچ می بینند که فرمول $ZnCO_3.2Zn(OH)_2.xH_2O$، به صورت

$ZnCO_3.2Zn(OH)_2.H_2O$ بازنویسی شده است. یعنی مقدار x برابر با ۱ تعریف می‌شود و این مقدار از راه شناسایی تجزیه‌ای فراورده به دست می‌آید.

در جریان بحث و شناسایی توانایی روی کربنات برای شرکت در واکنش تجزیه و تولید فراورده‌های متفاوت، که یکی از آن‌ها یک گاز است، فراگیران طرحی را جهت بررسی کمّی و کیفی مسأله می‌آفرینند. آن‌ها آزمایش‌های کیفی را روی فراورده‌های واکنش تجزیه (روی اکسید، کربن دی‌اکسید و آب) انجام می‌دهند تا مواد تولید شده را شناسایی کنند و سپس به کمک اندازه‌گیری‌های کمّی خود، نسبت‌های مولی را تعیین و مقایسه کنند. در این آزمایش، تجهیزاتی مورد استفاده قرار می‌گیرند که در دسترس بوده، از دید ایمنی مشکلی ایجاد نمی‌کنند.

## روش کار

در یک لوله‌ی آزمایش که دهانه‌ی گشادی دارد، مانند لوله‌ی مخصوص جوش، ۱ تا ۲ قاشق روی کربنات بریزید و آن را به مدت ۵ دقیقه روی چراغ بونزن، گرم کنید تا تمام نمونه‌ی جامد، از سفید به زرد، تغییر رنگ دهد. در این آزمایش هر فراگیر، با حدود ۰٫۵ تا ۱٫۵ گرم روی کربنات کار می‌کند. سپس همه‌ی فراورده‌ها یعنی کربن دی‌اکسید، روی‌اکسید و آب هم به طور کیفی ـ به کمک آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی ـ شناسایی و هم به طور کمّی، اندازه‌گیری می‌شوند. برای اندازه‌گیری گاز کربن دی‌اکسید، از روش جمع‌آوری گاز روی سطح آب استفاده می‌شود. تعیین مقدار روی‌اکسید نیز با وزن کردن ماده‌ی باقی‌مانده در لوله انجام می‌گیرد. اما اندازه‌گیری مقدار آب در مدت انجام این فعالیت چندان ساده نیست.

نخست باید از فراگیران بخواهیم تا دو فرمول به دست آمده برای روی کربنات را با دو حرف A و B برای خود مشخص کنند؛ حرف A برای فرمول $ZnCO_3.2Zn(OH)_2.H_2O$ و حرف B برای فرمول $3Zn(OH)_2.2ZnCO_3$. به این ترتیب، از این که فرمول‌ها را اشتباه بنویسند، یا در نتیجه‌ی روبه‌رو شدن با ترکیب‌های مشابه، دچار سردرگمی شوند، جلوگیری به عمل می‌آید.

پس از تشخیص فراورده‌ها باید دو معادله‌ی موازنه شده برای واکنش تجزیه‌ی روی کربنات ـ با توجه به فرمول‌های متفاوتی که برای این ماده در دست است ـ تنظیم شود. برای نمونه، بنا به آن‌چه که به طور نظری در منابع آمده است، داریم:

(۱)

$$ZnCO_3.2Zn(OH)_2.H_2O \longrightarrow 3ZnO + 1CO_2 + 3H_2O$$

(۲)

$$3Zn(OH)_2.2ZnCO_3 \longrightarrow 5ZnO + 2CO_2 + 3H_2O$$

با استفاده از جرم‌های مولی، می‌توان جرم واکنش دهنده‌ها و هریک از فراورده‌ها را به مول تبدیل کرد. تعیین مقدار مولی فراورده‌ها با استفاده از قانون گازهای ایده‌آل امکان‌پذیر است، درست به همان ترتیبی که با در دست داشتن جرم، دما، فشار و حجم این کار ممکن است. برای پی بردن به فرمول روی کربناتی که به عنوان ماده‌ی اولیه مورد استفاده قرار گرفته است، نسبت‌های مولی فراورده‌ها و واکنش دهنده‌ها با توجه به هریک از دو معادله‌ی یاد شده، نوشته می‌شود و با ضریب‌های معادله، مورد مقایسه قرار می‌گیرد. فهرست ۱، سازگاری یا عدم سازگاری میان پیش‌بینی‌ها و آن‌چه از آزمایش نتیجه شده است را نشان می‌دهد. مقایسه‌ی نسبت‌ها، سازگاری معادله‌ی ۱ را با داده‌های تجربی روشن می‌کند: بنابر معادله‌ی ۱، نسبت پیش‌بینی شده‌ی ZnO به واکنش دهنده‌ی A و نیز نسبت به دست‌آمده از آزمایش، هردو $\frac{3}{1}$ است. هم‌چنین نسبت پیش‌بینی شده و نسبت به دست آمده از آزمایش، برای $CO_2$ به واکنش دهنده‌ی A، $\frac{1}{1}$ است. افزون بر این، نسبت مولی میان ZnO و $CO_2$ که از راه آزمایش، برابر با $\frac{3}{1}$ به دست می‌آید، نشان می‌دهد که فرمول A برای نمونه‌ی روی کربنات استفاده شده در این آزمایش، درست است. یعنی فرمول این ترکیب که از شرکت آلدریچ خریداری شده است با $ZnCO_3.2Zn(OH)_2.H_2O$ هماهنگی دارد. نتایج ارایه شده در فهرست ۱، از آزمایشی گرفته شده است که توسط یک دانش‌آموز انجام گرفته است.

## نتیجه

این فعالیت حل مسأله، استفاده از استوکیومتری را برای تعیین فرمول روی کربنات جامدی که به عنوان ماده‌ی واکنش دهنده به فراگیران داده شده است، نشان می‌دهد. بنابر نتایج فهرست ۱، از نسبت ZnO به $CO_2$ و نسبت هریک از سازنده‌های ماده‌ی اولیه به این ماده می‌توان برای تعیین فرمول درست روی کربنات به کار رفته استفاده کرد. فراگیران نیز در می‌یابند که چگونه به کمک روش‌های شیمیایی، اندازه‌گیری‌های گوناگون کمّی را انجام دهند مانند استفاده از فشارسنج برای تعیین فشار یا تعیین

حجم گاز کربن دی‌اکسید، به کمک جمع آوری آن بر سطح آب.

درباره‌ی ضریب تصحیح که در اندازه‌گیری حجم کربن دی‌اکسید مورد استفاده قرار می‌گیرد نیز می‌توان با فراگیران صحبت کرد.

| ماده‌ی مورد استفاده در آزمایش | مقدار |
|---|---|
| جرم واکنش دهنده | ۱/۵۰۵g |
| تعداد مول‌های ZnO | ۰/۰۱۳۵۹ mol |
| تعداد مول‌های $CO_2$ | ۰/۰۰۴۴۳۵ mol |
| نسبت مولی $\frac{ZnO}{CO_2}$ | ۳/۰۶۴ ≃ ۳ |
| تعداد مول‌های ترکیب A* | ۰/۰۰۴۳۹۹ mol |
| تعداد مول‌های ترکیب B** | ۰/۰۰۲۷۴۲ mol |
| نسبت مولی $\frac{ZnO}{\text{ترکیب A}}$ | ۳/۰۸۹ ≃ ۳ |
| نسبت مولی $\frac{CO_2}{\text{ترکیب A}}$ | ۱/۰۰۸ ≃ ۱ |
| نسبت مولی $\frac{ZnO}{\text{ترکیب B}}$ | ۴/۹۵۶ ≃ ۵ |
| نسبت مولی $\frac{CO_2}{\text{ترکیب B}}$ | ۱/۶۱۷ ≃ $\frac{۳}{۲}$ |

**فهرست ۱ نتایج آزمایشگاهی برآمده از کارفراگیران**

* منظور از ترکیب A، $ZnCO_3.2Zn(OH)_2.H_2O$ است.

** منظور از ترکیب B، $3Zn(OH)_2.2ZnCO_3$ است.

هشدار

روی کربنات، بازی ضعیف است که می‌تواند سبب سوزش در دستگاه تنفس شود و با ایجاد درد و سرفه همراه است. در این هنگام فرد آسیب‌دیده را به هوای تازه منتقل کنید، در صورت نیاز به او تنفس مصنوعی بدهید و اگر به سختی نفس می‌کشد، به او اکسیژن برسانید. این ماده در اثر بلعیدن، مسمومیت ایجاد نمی‌کند اما تماس آن با شیره‌ی معده منجر به تولید روی کلرید می‌شود که می‌تواند سبب درد، التهاب و زخم معده شود. در این هنگام نیاز به مراقبت‌های ویژه است. اگر این ماده به مدت طولانی با پوست تماس یابد، ممکن است باعث سوزش، درد و سرخ شدن آن شود. شما می‌توانید محل آسیب دیده را با آب و صابون بشویید. اگر سوزش شدت پیدا کرد باید به پزشک مراجعه کنید. این ماده در اثر تماس با چشم نیز می‌تواند سبب سوزش شود. در این موارد، به مدت ۱۵ دقیقه چشم‌ها را زیر آب شست‌وشو داده، پلک‌ها را به بالا و پایین حرکت دهید. در صورت ادامه یافتن سوزش، به پزشک مراجعه کنید.

روی کربنات از سنگ معدنی به نام اسمیت سونیت[3] استخراج می‌شود. این نام در سال ۱۸۳۲ به افتخار جیمز اسمیتسون[4]، شیمی‌دان و معدن شناس انگلیسی برای این سنگ معدن برگزیده شد.

جیمز اسمیتسون

روی کربنات، گردی سفیدرنگ است که در سامانه‌ای سه‌وجهی متبلور می‌شود. در آب نامحلول است اما در اسیدها، بازها و محلول آمونیاکی نمک‌ها حل می‌شود. چگالی آن $4/4 g/cm^3$ است. چنان‌چه گرم شود تجزیه شده، روی اکسید و کربن دی‌اکسید تولید می‌کند. این نمک در تهیه‌ی سرامیک، پر کننده‌های نسوز و مواد پلاستیکی پایدار در برابر گرما کاربرد دارد و در تهیه‌ی مواد آرایشی، محلول‌های شست‌وشو دهنده‌ی پوست و مواد دارویی مانند گردها و پمادها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

* معلم شیمی منطقه‌ی ۱۱ تهران

** معلم زبان منطقه‌ی ۱۲ تهران

1. Merck
2. Aldrich
3. smithsonite
4. Smithson, J.

1.DeMeo, S. *J.Chem. Educ.*, Jan. **2005**.

2. en. Wikipedia. org/wiki/Zinc_Carbonate

3. www.Jtbaker.com/msds/englishhtml/z 1995.htm

# موش ها در جعبه، قیاسی برای واکنش های درجه ی صفر

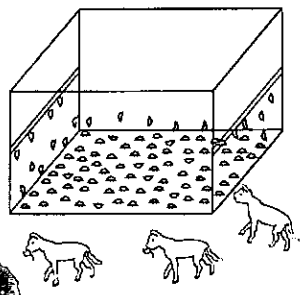
ترجمه: رسول عبدالله میرزایی و
سروش تقی زاده پروچی

**چکیده**

اغلب وقتی برای نخستین بار نظریه ی واکنش های درجه ی صفر برای فراگیران ارایه می شود، ایجاد شگفتی می کند. چرا که تصور یک واکنش مستقل از غلظت همه ی واکنش دهنده های درگیر، دشوار است. هم چنین این مبحث در متون، به ندرت با ارایه ی یک نمونه مطرح می شود. بنابراین واکنش های درجه ی صفر از جمله استثناهای شیمی درنظر گرفته می شوند. به منظور روشن کردن معنی واکنش های درجه ی صفر، قیاس ساده ای به شرحی که در این مقاله می آید، مورد استفاده قرار می گیرد.

**کلیدواژه ها:** مرتبه ی واکنش، واکنش درجه ی صفر، معادله ی سرعت

فرض کنید اتاقی داریم که جعبه ای شامل تعداد زیادی موش، در آن قرار دارد. جعبه کاملاً بسته نیست و موش ها که در جعبه فشار زیاد ناشی از کمبود جا را تحمل می کنند می توانند از جعبه فرار کنند اگرچه که در خروجی جعبه را نمی توانند ببینند. از سوی دیگر، در اتاق، گربه های گرسنه ای حضور دارند که در انتظار خروج موش ها از جعبه هستند. بنابراین، وجود این شکارچیان بیرون آمدن موش ها از جعبه را محدود می کند. موش هایی که از جعبه بیرون می آیند، بی درنگ توسط گربه ها شکار می شوند، شکل ۱.



شکل ۱

در این قیاس، موش ها، M، و گربه ها، C، واکنش دهنده هستند و فراورده ی واکنش، ترکیب M – C است. محل انجام واکنش، اتاق است و پایان واکنش زمانی است که هر گربه یک موش گرفته باشد. با توجه به شرایط این واکنش و محل

انجام آن می‌توان چنین فرض کرد که:

○ هرچه تعداد موش‌های درون جعبه بیش‌تر باشد، احتمال پیدا کردن راه فرار توسط آن‌ها بیش‌تر است. در واقع، سرعت فرار موش‌ها به تعداد آن‌ها در جعبه بستگی دارد.

○ از آن‌جا که گربه‌ها باید در انتظار بیرون آمدن موش‌ها باشند و سپس آن‌ها را شکار کنند، پس سرعت کاهش تعداد گربه‌های گرسنه، یا سرعت تشکیل $M-C$، مستقل از تعداد گربه‌هاست. پس قانون سرعت چنین واکنشی را می‌توان به این ترتیب نوشت:

$$-d[C]/dt = d[M-C]/dt = k[M]^x[C]^\circ = k[M]^x$$

اکنون درنظر بگیرید که این واکنش با ۵۰۰ موش و ۵ گربه آغاز می‌شود. نظر سه مشاهده‌کننده، درباره‌ی این وضعیت چنین بود: نخستین مشاهده‌کننده سرعت ناپدید شدن موش‌ها را صفر اعلام کرد. از نظر او تشخیص تغییر جزیی تعداد موش‌ها از ۵۰۰ تا به ۴۹۵ تا امکان‌پذیر نیست. البته نتیجه‌گیری درست این است که ما نمی‌توانیم در سامانه‌ای که در ظاهر، هیچ اتفاقی در آن روی نمی‌دهد، ارزیابی دقیقی بکنیم. مشاهده‌کننده‌ی دوم نیز بر این باور بود که سرعت ناپدید شدن گربه‌های گرسنه ثابت است:

$$-d[M]/dt = \text{ثابت}$$

از دید وی، زمان مورد نیاز برای آن‌که پنجمین موش بتواند از اتاق فرار کند ـ یعنی زمانی که تعداد موش‌های درون جعبه، ۴۹۶ تاست ـ به‌طور نامحسوسی طولانی‌تر از زمان مورد نیاز برای فرار نخستین موش از جعبه است، یعنی هنگامی که تعداد موش‌های جعبه ۵۰۰ تا بوده است.

سومین مشاهده‌کننده نیز همین نظر را داشت:

$$d[C]/dt = \text{ثابت}$$

پس در آغاز واکنش، قانون سرعت به این ترتیب است:

$$-d[C]/dt = d[M-C]/dt = k[M]^x[C]^\circ = k_{\text{مشاهده‌کننده}}$$

بنابراین واکنش از سینتیک درجه‌ی صفر پیروی می‌کند. گفته می‌شود که واکنش در شرایط واکنش شبه درجه‌ی صفر انجام گرفته است. گفتنی است که با درنظر گرفتن تعدادی متفاوت از موش‌ها، عددهای مشخصی برای $k_{\text{مشاهده‌کننده}}$ به‌دست می‌آید.

**نتیجه**

هنگامی که تنوع غلظت واکنش‌دهنده‌های محدود، در برابر مقدار اضافی از واکنش‌دهنده‌ها وجود داشته باشد، می‌توان به واکنش‌های شبه‌درجه‌ی صفر دست یافت.

گاه واکنش‌های درجه‌ی یک شامل بیش از یک گونه، شبیه یک واکنش درجه‌ی صفر ظاهر می‌شوند. اگر چنین باشد، قیاس موش ـ گربه می‌تواند در روشن کردن این واقعیت سودمند باشد. در واکنش‌هایی که واکنش‌دهنده نیاز به یک تغییر شکل اولیه دارد و سپس در جریان واکنش قرار می‌گیرد، مانند تفکیک شدن یا ایزومری شدن، می‌توان قیاس را چنین مطرح کرد که موش‌های درون جعبه در آغاز غیرفعال هستند و پس از فعال شدن، از جعبه فرار می‌کنند.

* عضو هیأت علمی دانشگاه شهید رجایی تهران

** معلم شیمی شهرستان گندمان

Arnaiz, J. F. "Mice in the box zero – order kinetics", *J. Chem. Educ.* **1999**, *76*, 1458.

# موازنه‌ی واکنش‌های شیمیایی به کمک نرم‌افزار Excel

اکبر نوری‌زاده و پروین یاری

**چکیده**

در این مقاله روشی سریع و جامع برای موازنه ی واکنش‌های شیمیایی ارایه می‌شود. از آن‌جا که معادله‌ها بر پایه ی قوانین پایستگی نوشته می‌شوند، می‌توان معادله‌های شیمیایی را به صورت معادله‌های ریاضی نوشت. برای حل چند معادله ی چند مجهولی روش و حل دترمینان سودمند به نظر می‌رسد. جهت به دست آوردن دترمینان‌ها می‌توان از نرم‌افزار عمومی Excel و تابع MDETERM بهره گرفت. قدرمطلق دترمینان‌ها، مقدار ضریب‌های مجهول را نشان می‌دهد.

**واژه‌های کلیدی:** موازنه ی واکنش‌های شیمیایی، پایستگی جرم، نرم‌افزار Excel، معادله‌های جبری

**بحث**

در نوشتن همه ی معادله‌ها، قوانینی هم‌چون قانون پایستگی جرم و قانون بقای بار الکتریکی رعایت می‌شود. بنابراین می‌توان یک معادله ی شیمیایی را یک معادله ی جبری درنظر گرفت. به این ترتیب می‌توانیم برای هر عنصر، یک معادله ی جبری مستقل بنویسیم به گونه‌ای که، تعداد اتم‌های آن عنصر در هر ترکیب ـ خواه فراورده باشد، خواه واکنش‌دهنده ـ با یک عدد صحیح مشخص شود. اگر عنصری در یک ترکیب وجود نداشت برای اتم‌های آن، عدد صفر درنظر گرفته می‌شود. هم‌چنین، تعداد اتم‌های هر عنصر در واکنش‌دهنده‌ها با عدد مثبت، و در فراورده‌ها با عدد منفی تعیین می‌شود. برای نمونه برای واکنش زیر داریم:

$$a\ Cu_2S + bO_2 \longrightarrow c\ Cu + d\ SO_2$$

$$Cu:\ 2a + (0 \times b) - c - (0 \times d) = 0$$

$$S:\ a + (0 \times b) - (0 \times c) - d = 0$$

$$O:\ (0 \times a) + 2b - (0 \times c) - 2d = 0$$

برای حل این معادله‌های چند مجهولی از روش حل دترمینان استفاده می‌کنیم. برای این کار، ضریب مورد نظر را از فهرست معادله‌ها حذف کرده، دترمینان را برای بقیه ی ضریب‌ها می‌نویسیم.

برای به دست آوردن دترمینان از روش‌های گوناگونی هم‌چون دستور ساروس، ماتریس هم‌سازه و روش قطری کردن گوس ـ جردن استفاده می‌شود. از آن‌جا که این روش‌ها نیاز به زمان نسبتاً زیادی دارند می‌توان استفاده از فناوری‌ها و رایانه را جایگزین آن‌ها کرد و نرم‌افزار Excel روشی ساده و سریع را در این زمینه معرفی می‌کند. قدرمطلق مقدار به دست آمده برای دترمینان، هریک از ضریب‌ها را تعیین می‌کند. یادآوری می‌شود که ضریب به دست آمده باید کوچک‌ترین عدد صحیح باشد.

$$a = ABS\begin{vmatrix} b & c & d \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \end{vmatrix} \qquad b = ABS\begin{vmatrix} a & c & d \\ 2 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & -2 \end{vmatrix}$$

$$c = ABS\begin{vmatrix} a & b & d \\ 2 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \\ 0 & 2 & -2 \end{vmatrix} \qquad d = ABS\begin{vmatrix} a & b & c \\ 0 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \end{vmatrix}$$

در این جا a, b, c, d ضریب‌های مجهول، و ABS نشان‌دهنده‌ی علامت قدرمطلق است.

در محیط Excel، پس از نوشتن عددهای این ماتریس‌ها در خانه‌های مربوط، با استفاده از تابع MDETERM که در insert و function قرار دارند، دترمینان ماتریس‌ها محاسبه می‌شود.

$$\text{insert} \rightarrow \text{function} \rightarrow \text{MDETERM}\begin{vmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \end{vmatrix} = 2$$

در ادامه، چند معادله از انواع واکنش‌ها که در محیط Excel حل شده است، به عنوان نمونه می‌آید. جدول ۱ نیز شامل نمونه‌های بیش‌تر در این زمینه است. گفتنی است که برای واکنش‌های باردار، معادله‌های موازنه‌ی بار نیز باید نوشته شود.

$$aPb(OH)_3^- + bClO^- \rightarrow cPbO_2 + dCl^- + eOH^- + fH_2O$$

Pb: $a + 0b - c - 0d - 0e - 0f = 0$

O: $3a + 1b - 2c - 0d - 1e - 1f = 0$

H: $3a + 0b - 0c - 0d - 1e - 2f = 0$

Cl: $0a + 1b - 0c - 1d - 0e - 0f = 0$

موازنه بار: $-1a - 1b - 0c + 1d + 1e - 0f = 0$

$$a = ABS\begin{vmatrix} b & c & d & e & f \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -2 & 0 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & -2 \\ 1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

$$b = ABS\begin{vmatrix} a & c & d & e & f \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & -2 & 0 & -1 & -1 \\ 3 & 0 & 0 & -1 & -2 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

$$c = ABS\begin{vmatrix} a & b & d & e & f \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 1 & 0 & -1 & -1 \\ 3 & 0 & 0 & -1 & -2 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 1 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

$$d = ABS\begin{vmatrix} a & b & c & e & f \\ 1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 3 & 1 & -2 & -1 & -1 \\ 3 & 0 & 0 & -1 & -2 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 0 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

$$e = ABS\begin{vmatrix} a & b & c & d & f \\ 1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 3 & 1 & -2 & 0 & -1 \\ 3 & 0 & 0 & 0 & -2 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 0 \\ -1 & -1 & 0 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

$$f = ABS\begin{vmatrix} a & b & c & d & e \\ 1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 3 & 1 & -2 & 0 & -1 \\ 3 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 0 \\ -1 & -1 & 0 & 1 & 1 \end{vmatrix}$$

## نتیجه گیری

در حل مسأله‌های شیمیایی، تکیه به روش‌هایی که طبیعت شیمیایی ندارند، بلکه از علوم دیگر از جمله ریاضیات و رایانه کمک می‌گیرند، باعث می‌شود که دانش‌آموزان، علم شیمی را با استفاده از زبان‌های دیگر، از جمله زبان ریاضی و رایانه یاد بگیرند. در نتیجه با وارد کردن منطق ریاضی در حل تمرین‌های شیمی، فرصت پرورش و جهت دادن به تفکر درست و استاندارد و نیز دسته‌بندی این تفکر به دانش‌آموز داده می‌شود.

دانش‌آموز با به کارگیری یک راه‌حل منطقی، درست و سریع در حل مسأله و رسیدن به پاسخ درست، چنان لذت می‌برد که دیگر از حل این گونه مسأله‌ها احساس خستگی نمی‌کند و تمایل بیش‌تری به یاد گرفتن شیمی خواهد داشت.

**جدول ۱ موازنه ی واکنش های شیمیایی با استفاده از معادله های جبری و حل آن ها با استفاده از نرم افزار Excel**

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $aCu_2S + bO_2 \rightarrow cCu + dSO_2$ | | | | | | | | | | | | |
| Cu | ۲ | ۰ | -۱ | ۰ | ۲ | ۰ | -۱ | ۰ | | | | |
| S | ۱ | ۰ | ۰ | -۱ | ۱ | ۰ | ۰ | -۱ | | | | |
| O | ۰ | ۲ | ۰ | -۲ | ۰ | ۲ | ۰ | -۲ | | | | |
| = MDETERM() | ۲ | -۲ | ۴ | -۲ | | | | | | | | |
| | a | b | c | d | | | | | | | | |
| | ۱ | ۱ | ۲ | ۱ | | | | | | | | |
| $aFeCl_3 + bNa_3(PO_4) \rightarrow cFe_3(PO_4)_2 + dNaCl$ | | | | | | | | | | | | |
| Fe | ۱ | ۰ | -۳ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | -۳ | ۰ | ۱ | | |
| Cl | ۳ | ۰ | ۰ | -۱ | ۱ | ۳ | ۰ | ۰ | -۱ | ۱ | | |
| Na | ۰ | ۳ | ۰ | -۱ | ۱ | ۰ | ۳ | ۰ | -۱ | ۱ | | |
| P | ۰ | ۱ | -۲ | ۰ | ۱ | ۰ | ۱ | -۲ | ۰ | ۱ | | |
| | a | b | c | d | | | | | | | | |
| | ۳ | ۲ | ۱ | ۶ | | | | | | | | |
| $aMnO_2 + bHCl \rightarrow cMnCl_2 + dCl_2 + eH_2O$ | | | | | | | | | | | | |
| Mn | ۱ | ۰ | -۱ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | -۱ | ۰ | ۰ | | |
| O | ۲ | ۰ | ۰ | ۰ | -۱ | ۲ | ۰ | ۰ | ۰ | -۱ | | |
| H | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | -۲ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | -۲ | | |
| Cl | ۰ | ۱ | -۲ | -۲ | ۰ | ۰ | ۱ | -۲ | -۲ | ۰ | | |
| = MDETERM() | ۲ | ۸ | ۲ | ۲ | ۴ | | | | | | | |
| | a | b | c | d | e | | | | | | | |
| | ۱ | ۴ | ۱ | ۱ | ۲ | | | | | | | |
| $aKI + bH_2SO_4 \rightarrow cKHSO_4 + dSO_2 + eH_2O + fI_2$ | | | | | | | | | | | | |
| K | ۱ | ۰ | -۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | -۱ | ۰ | ۰ | ۰ |
| I | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | -۲ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | -۲ |
| H | ۰ | ۲ | -۱ | ۰ | -۲ | ۰ | ۰ | ۲ | -۱ | ۰ | -۲ | ۰ |
| S | ۰ | ۱ | -۱ | -۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | -۱ | -۱ | ۰ | ۰ |
| O | ۰ | ۴ | -۴ | -۲ | -۱ | ۰ | ۰ | ۴ | -۴ | -۲ | -۱ | ۰ |
| = MDETERM() | -۴ | ۶ | -۴ | ۲ | -۴ | ۲ | | | | | | |
| | a | b | c | d | e | f | | | | | | |
| | ۲ | ۳ | ۲ | ۱ | ۲ | ۱ | | | | | | |
| $aPb(OH)_3^- + bClO^- \rightarrow cPbO_2 + dCl^- + eOH^- + fH_2O$ | | | | | | | | | | | | |
| Pb | ۱ | ۰ | -۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | -۱ | ۰ | ۰ | ۰ |
| O | ۳ | ۱ | -۲ | ۰ | -۱ | -۱ | ۳ | ۱ | -۲ | ۰ | -۱ | -۱ |
| H | ۳ | ۰ | ۰ | ۰ | -۱ | -۲ | ۳ | ۰ | ۰ | ۰ | -۱ | -۲ |
| Cl | ۰ | ۱ | ۰ | -۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | -۱ | ۰ | ۰ |
| | -۱ | -۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | -۱ | -۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ |
| = MDETERM() | ۲ | -۲ | ۲ | -۲ | ۲ | -۲ | | | | | | |
| | a | b | c | d | e | f | | | | | | |
| | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | | | | | | |
| $aCu + bHNO_3 \rightarrow cCu(NO_3)_2 + dNO_2 + eH_2O$ | | | | | | | | | | | | |
| Cu | ۱ | ۰ | -۱ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | -۱ | ۰ | ۰ | | |
| H | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | -۲ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | -۲ | | |
| N | ۰ | ۱ | -۲ | -۱ | ۰ | ۰ | ۱ | -۲ | -۱ | ۰ | | |
| O | ۰ | ۳ | -۶ | -۲ | -۱ | ۰ | ۳ | -۶ | -۲ | -۱ | | |
| = MDETERM() | -۱ | -۴ | -۱ | -۲ | -۲ | | | | | | | |
| | a | b | c | d | e | | | | | | | |
| | ۱ | ۴ | ۱ | ۲ | ۲ | | | | | | | |
| $aPb(N_3)_2 + bCr(MnO_4)_2 \rightarrow cPb_3O_4 + dNO + eCr_2O_3 + fMnO_2$ | | | | | | | | | | | | |
| Pb | ۱ | ۰ | -۳ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | -۳ | ۰ | ۰ | ۰ |
| N | ۶ | ۰ | ۰ | -۱ | ۰ | ۰ | ۶ | ۰ | ۰ | -۱ | ۰ | ۰ |
| Cr | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | -۲ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | -۲ | ۰ |
| Mn | ۰ | ۲ | ۰ | ۰ | ۰ | -۱ | ۰ | ۲ | ۰ | ۰ | ۰ | -۱ |
| O | ۰ | ۸ | -۴ | -۱ | -۳ | -۲ | ۰ | ۸ | -۴ | -۱ | -۳ | -۲ |
| = MDETERM() | ۱۵ | -۴۴ | ۵ | -۹۰ | ۲۲ | -۸۸ | | | | | | |
| | a | b | c | d | e | f | | | | | | |
| | ۱۵ | ۴۴ | ۵ | ۹۰ | ۲۲ | ۸۸ | | | | | | |

۱. مجله ی رشد آموزش شیمی، شماره های ۶۷، ۷۱، ۷۲.

۲. مجله ی شیمی، شماره ی اول، فروردین و تیر ۱۳۷۷.

3. *J. Chem. Educ.*, Dec. **2003**, 80.

# ضرورت بازاندیشی در آموزش شیمی در دوره‌های تحصیلی گوناگون

عابد بدریان* و طالب عبدی‌نژاد


## چکیده

پژوهش در آموزش شیمی، شاخه ی جوانی از درخت دانش بشری است که عمری تقریباً ۵۰ ساله دارد. پس از رویداد اسپوتنیک در دهه ی ۱۹۶۰، با انجام اصلاحات آموزشی در سطح جهان، حجم پژوهش های مرتبط با آموزش شیمی افزایش چشم گیری یافت و راهبردها و رویکردهای جدیدی بر پایه ی نظریه های علوم تربیتی وارد برنامه ی درسی شیمی شد. با ورود به قرن ۲۱، عوامل گوناگونی شیوه های یاددهی و یادگیری شیمی را تحت تأثیر قرار داد. گسترش نظریه های شناختی و افزایش درک پژوهشگران از چگونگی یادگیری دانش آموزان، استفاده ی گسترده از رایانه و فناوری اطلاعات برای تجسم پدیده های علمی پیچیده، عوامل بیرونی مانند نگرانی های جهانی نسبت به منابع انرژی، منابع آب، محیط زیست، افزایش سطح سواد علمی، تبیین سطوح گوناگون سواد شیمی و افزایش درک عمومی از علوم سبب شده است تا کارشناسان برنامه ریزی درسی، ضرورت بازاندیشی در آموزش شیمی را امری اجتناب ناپذیر پندارند.

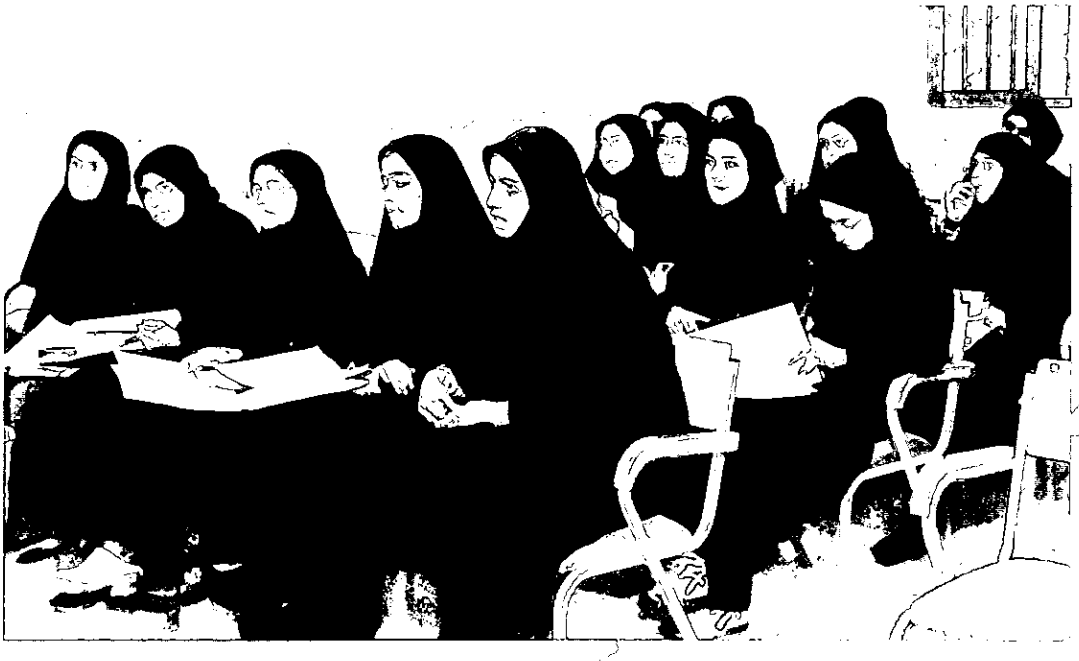
کارشناسان آموزش شیمی برای رسیدن دانش آموزان به درکی درست از علم شیمی، به بیان سطوح گوناگون آموزشی پرداخته، سه سطح تفکر ماکروسکوپی، مولکولی و نمادی را در قالب شکلی مثلثی ارایه کرده اند. در سطح ماکروسکوپی،

مشاهده ی عینی مواد شیمیایی و تغییرات آن ها با استفاده از فعالیت های آزمایشگاهی و مهارت های مربوط به آن مورد نظر است. در سطح نمادی، بیان پدیده های شیمیایی، تغییرات انرژی و نظریه های علمی در قالب معادله های ریاضی و نمادهای شیمیایی همراه با حل مسأله و کاربرد عددها، هدف اصلی آموزش شیمی است. در سطح مولکولی رفتار اتم ها، یون ها و مولکول ها در واکنش های شیمیایی و ارایه ی پنجره هایی برای مشاهده ی دنیای مولکولی با استفاده از نمودارها، جدول ها، استفاده از مدل ها و نرم افزارهای شبیه سازی مجازی در دستور کار قرار دارد. در این مقاله افزودن سطح چهارم به سطوح تفکر یاد شده و تبدیل آموزش دوبُعدی به آموزش سه بُعدی شیمی و ضرورت آن بررسی خواهد شد.

**واژه های کلیدی:** آموزش شیمی، دوره های تحصیلی گوناگون، برنامه ریزی درسی، برنامه ی درسی شیمی، بازاندیشی

## آغاز سخن

در چند دهه ی گذشته، هیچ یک از موضوع های درسی در سطح جهانی، به اندازه ی درس های علوم تجربی دچار دگرگونی نشده است. اگرچه محتوای درسی علوم تجربی به خودی خود به دلیل پیشرفت فزاینده ی علم و دانش بشری، روز به روز شکل جدیدتری به خود می گیرد، ولی این تغییر تنها از جنبه ی محتوایی، آموزش علوم را در بر نمی گیرد. ویژگی های عصر کنونی ایجاب می کند تا برنامه های آموزشی علوم تجربی به نحوی سامان دهی شوند که با بهره گیری از آن ها همه ی توانایی های شناختی و شخصیتی دانش آموزان رشد کرده، فراگیران با برخورداری از مزایای علوم و فناوری، توانمندی های لازم برای رویارویی با دگرگونی های جدید را کسب کنند.



شیمی و کاربردهای آن بخشی از زندگی روزانه ی انسان ها به شمار می رود. کاربردهای گسترده ی شیمی در پزشکی، داروسازی، صنایع غذایی، صنایع آرایشی و بهداشتی، تهیه ی رنگ، پلاستیک، لاستیک و انواع پوشش ها، صنایع کشاورزی و انرژی نشان از اهمیت زیاد این علم در جوامع بشری دارد. با توجه به اهمیت روزافزون علم شیمی در همه ی بخش های زندگی انسان، توجه جدّی به آموزش مناسب و اثربخش آن از اهمیت زیادی برخوردار بوده، همه ی شهروندان باید دارای سواد شیمی[1] و اطلاعات پایه ی لازم برای درک پدیده ها و آشنایی با عملکرد فراورده های گوناگون شیمیایی باشند. آموزش شیمی دانش آموزان را تشویق می کند تا توانایی پرسیدن و یافتن پاسخ در مورد پدیده ها و حقایق موجود در دنیای طبیعی و فیزیکی اطراف خود را کسب کرده، با کاربردهای گسترده ی علم شیمی و شیوه ی فعالیت دانشمندان در جامعه آشنا شوند.

از یک سو شیمی به عنوان یکی از مهم ترین شاخه های علوم تجربی و از سوی دیگر به خاطر اهمیتی که در کشور ما در نتیجه ی وجود منابع غنی نفت، گاز و مواد معدنی بسیاری هم چون سنگ های معدنی سرشار از مس، آهن، سرب و روی

و... دارد، هم‌چنین پیشینه‌ی تاریخی و تمدن ایرانی-اسلامی و سهم بزرگی که در بنیان نهادن و گسترش علم شیمی داشته است، ضرورت توجه به آموزش این علم را در بین جوانان کشورمان یادآور می‌شود. شناساندن استعدادهای خدادادی نهفته در کشور و ایجاد انگیزه‌ی لازم در فرزندان این مرزوبوم برای استفاده‌ی بهینه از این استعدادها و شکوفایی صنایع و حرکت در جهت استقلال صنعتی- اقتصادی کشور گام مهمی است که تنها از راه آموزش علوم تجربی به ویژه شیمی، بستر مناسب چنین پیشرفت‌هایی فراهم خواهد شد.

## بحث

مهم‌ترین و شاخص‌ترین فلسفه‌ی آموزش شیمی در ایران و کشورهای توسعه‌یافته‌ی دیگر، بالابردن سطح سواد علمی است. سواد علمی دارای گستره‌ی وسیعی است؛ اما می‌توان در توصیف آن گفت که یک شخص برخوردار از سواد علمی باید چنین ویژگی‌هایی داشته باشد:

- با مفاهیم علمی پایه آشنا باشد.
- مهارت‌های لازم برای فرایندهای علمی (روش علمی) را کسب کرده باشد.
- رابطه‌ی میان علم و فناوری و جایگاه اخلاق و ارزش‌ها را در علم بداند.
- با ماهیت علم آشنا باشد.
- دارای نگرش علمی بوده، نسبت به حل مسایل در زندگی روزمره به کمک روش علمی، نگرش مثبتی داشته باشد.

برای بررسی دقیق‌تر جزییات سواد علمی، باید نگاه دقیق‌تری به آن داشت. تعریف سواد شیمی[۲] به‌عنوان یکی از اجزای سواد علمی و بررسی ویژگی‌های آن کمک زیادی به این امر خواهد کرد. فراگیران با داشتن سواد شیمی می‌توانند انواع پدیده‌های شیمیایی را تشخیص داده، با استفاده از شواهد علمی، پدیده‌های مشاهده شده در زندگی روزمره را به صورت علمی توضیح دهند. در آموزش علوم تجربی بویژه شیمی، تنها آشنا شدن با موضوع‌های علمی و درک و فهم آن‌ها مورد نظر نیست بلکه، افزون بر کسب دانش، باید روش علمی یعنی کاوشگری علمی، تفسیر علمی پدیده‌ها، استفاده از مهارت‌های علمی و نیز داشتن نگرش علمی را نیز درنظر گرفت که یادآور شیوه‌ی فعالیت دانشمندان و شهروندان سطوح بالاتر جامعه هستند.

سواد شیمی را می‌توان در چهار سطح محتوا[۳]، زمینه[۴]، مهارت‌ها[۵] و نگرش‌ها[۶] تعریف کرد. از دیدگاه **محتوا**، علم شیمی مجموعه‌ای از دانش بشری است که تلاش می‌کند تا پدیده‌های شیمیایی قابل مشاهده را در قالب ساختار مولکولی مواد و به کمک زبان تخصصی و ویژه‌ی این علم توضیح دهد. علم شیمی افزون بر بررسی پویایی فرایندها و واکنش‌های شیمیایی، تغییرات انرژی در آن‌ها را نیز بررسی می‌کند. بررسی ساختار شیمیایی سامانه‌های زیستی کمک می‌کند تا نقش علوم داروسازی و پزشکی در حفظ سلامت و افزایش کیفیت زندگی انسان‌ها به خوبی درک شود.

از دیدگاه **زمینه**، شخص برخوردار از سواد شیمی باید بتواند:

- اهمیت علم شیمی را در توضیح پدیده‌های علمی روزمره درک کند.
- هنگام شرکت در بحث‌های علمی و نیز به‌عنوان مصرف‌کننده‌ی فراورده‌های علم و فناوری شیمی، به کمک آموخته‌های خود، آگاهانه تصمیم بگیرد.
- رابطه‌ی میان نوآوری در علم شیمی و حل بسیاری از مشکلات جامعه، از جمله حفاظت از محیط زیست را درک کند.

از دیدگاه **مهارتی**، شخص برخوردار از سواد شیمی، باید در زمان لازم بتواند با طرح سؤال علمی، به مشاهده‌ی علمی و کسب اطلاعات از منابع علمی روز بپردازد و با گردآوری اسناد و شواهد علمی کافی، فرضیه‌ی علمی خود را به اثبات برساند.

بنابراین مهارت‌های لازم در یک شخص با سواد شیمی عبارتند از: توانایی کار با اعداد[۷]، فعالیت‌های عملی و ذهنی[۸]، حل مسأله، رعایت نکته‌های ایمنی هنگام کار با مواد شیمیایی، کاوشگری علمی و....

از دیدگاه **نگرشی** نیز شخص با سواد شیمی باید بتواند در سطح جامعه و در زندگی شغلی و شخصی خود از مفاهیم و نظریه‌های شیمی استفاده کرده، با مشاهده‌ی مقاله‌های علمی یا برنامه‌های تلویزیونی مربوط به این علم به جایگاه ویژه‌ی علم شیمی در حل مشکلات بشری پی ببرد.

بنابر آن‌چه گفته شد، سطوح گوناگون سواد شیمی عبارتند از:

- **سواد شیمی اسمی**[۹] این سطح به حوزه‌ی محتوا مربوط بوده، شخصی که در این سطح از سواد شیمی قرار دارد، تنها با مفاهیم شیمی آشنایی اولیه دارد.
- **سواد شیمی پایه‌ای**[۱۰] این سطح به حوزه‌ی زمینه مربوط بوده، کسانی که در این سطح از سواد شیمی قرار دارند، می‌توانند یک مفهوم شیمیایی را تعریف کرده، توضیح دهند.
- **سواد شیمی ادراکی**[۱۱] این سطح به حوزه‌ی محتوا و زمینه تعلق داشته، کسانی که به این سطح از سواد شیمی دست می‌یابند، توانایی تفسیر پدیده‌های علمی روزمره را با استفاده از مفاهیم و نظریه‌های شیمی پیدا می‌کنند.
- **سواد شیمی چندبعدی**[۱۲] این سطح به حوزه‌ی زمینه و مهارت‌ها مربوط بوده، افرادی که به این سطح از سواد شیمی

می‌رسند، توانایی نوشتن یک متن علمی شیمی را دارا بوده، می‌توانند به طور فعال در بحث‌های علمی شرکت کنند.

در بیش‌تر کشورهای توسعه یافته و هم‌چنین در ایران، اهداف آموزش شیمی را می‌توان در سه حوزه‌ی اصلی، یعنی اهداف دانشی، اهداف مهارتی و اهداف نگرشی به این شرح درنظر گرفت:

● **اهداف دانشی** شامل کسب دانستنی‌های ضروری درباره‌ی دانش پایه‌ی شیمی

● **اهداف مهارتی** کسب مهارت‌های ضروری مانند روش‌های مطالعه و یادگیری، کاوشگری و حل مسأله در حوزه‌ی علم شیمی (شامل مشاهده‌ی علمی، اندازه‌گیری، گردآوری اطلاعات از منابع گوناگون، تجزیه، تحلیل و تفسیر یافته‌ها، ارایه‌ی فرضیه، پیش‌بینی کردن و تصمیم‌گیری منطقی بر پایه‌ی شواهد علمی، کاربرد ابزار و وسایل آزمایشگاهی، برقراری ارتباط علمی با دیگران و طراحی تحقیق برای اثبات فرضیه‌ی ارایه شده و در پایان، حل مسأله)

● **اهداف نگرشی** کسب نگرش‌های ضروری جهت کمک به تصمیم‌گیری منطقی و تمایل به اقدام در یک مسیر معین و مشخص بااستفاده از نظریه‌ها و مفاهیم شیمی (ارزش‌ها، نگرش‌ها و مهارت‌های تفکر می‌توانند به‌عنوان عادت‌های فکر درآیند و فراگیر را در جریان زندگی به اندیشیدن، عمل کردن و اعتقاد به اعمال درست و مناسب راهنمایی کنند).

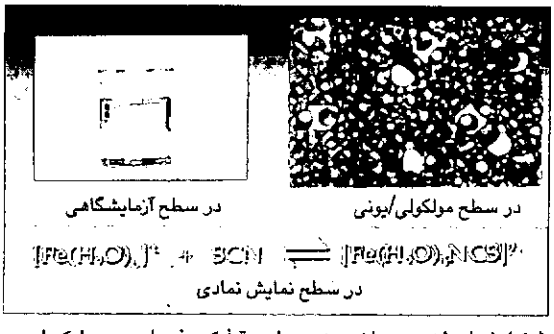
بنابراین با توجه به سطوح گوناگون سواد شیمی و اهداف آموزش شیمی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که یک کتاب درسی نمی‌تواند تنها شامل ارایه‌ی مفاهیم و نظریه‌های شیمی باشد. از سوی دیگر، توجه به حوزه‌های اهداف مهارتی و نگرشی، بیانگر این موضوع است که در کنار ارایه‌ی مفاهیم نظری و دانش پایه‌ی شیمی، باید با به‌کارگیری پرسش‌ها، فعالیت‌ها و مفاهیم کاربردی از شیمی بااستفاده از الگوها و نظریه‌های رایج علوم تربیتی، روش‌های تفکر خلاق، انتقادی و هم‌چنین قدرت تصمیم‌گیری بر پایه‌ی روش‌ها و رویکردهای علمی را به فراگیران آموزش داد.

### ضرورت بازاندیشی در برنامه‌های درسی شیمی

در دو دهه‌ی گذشته، برنامه‌های علوم بویژه شیمی در سطح بین‌المللی از دید محتوا و روش‌ها، به گونه‌ای انتخاب و طراحی می‌شوند که یادگیرنده را با موضوع یادگیری درگیر کرده، او را به‌سوی تفکر و تحقیق و اکتشاف سوق دهند. برنامه‌ها و کتاب‌های درسی شیمی تا نیمه‌ی نخست قرن بیستم رویکرد توصیفی داشتند. اما کاربرد آن‌ها به‌خاطر گسترش سریع دانش و فناوری پایدار نبود و نیاز به تغییر در رویکرد، کاملاً احساس می‌شد، زیرا شیمی علم زندگی است و اهمیت آن بر شهروندان یک جامعه پوشیده نیست.

جانستون[13] یکی از کارشناسان آموزش شیمی، بر این باور است که دانش‌آموزان برای رسیدن به درکی درست از علم شیمی، باید بتوانند در سه سطح مختلف تفکر به یادگیری شیمی بپردازند. این سه سطح که در قالب یک نمایه‌ی مثلثی شکل ارایه می‌شود، شامل سطوح ماکروسکوپی، مولکولی و نمادی است. در سطح ماکروسکوپی، مشاهده‌ی عینی مواد شیمیایی و تغییرات آن‌ها با استفاده از فعالیت‌های آزمایشگاهی و مهارت‌های مربوط به آن و برقراری ارتباط میان نظریه‌ها و نمادهای ارایه شده در محتوای درسی با اشیای فیزیکی و وسایل اندازه‌گیری موردتوجه قرار می‌گیرد. در سطح نمادی، بیان پدیده‌های شیمیایی، تغییرات انرژی و نظریه‌های علمی در قالب معادله‌های ریاضی و نمادهای شیمیایی همراه با حل مسأله و کاربرد عددها هدف اصلی آموزش شیمی است. در سطح مولکولی رفتار اتم‌ها، یون‌ها و مولکول‌ها در واکنش‌های شیمیایی و ارایه‌ی پنجره‌هایی برای مشاهده‌ی دنیای مولکولی با استفاده از نمودارها، جدول‌ها، استفاده از مدل‌ها و نرم‌افزارهای شبیه‌سازی مجازی در دستور کار قرار دارد. استفاده‌ی گسترده از انیمیشن‌های رایانه‌ای، شبیه‌سازی‌ها و مدل‌های مولکولی پویا و انجام آزمایش در یک آزمایشگاه مجازی منجر به تغییر نگرش و توانایی دانش‌آموزان در تجسم مولکول‌ها، یون‌ها و اتم‌ها و هم‌چنین تغییرات شیمیایی صورت گرفته در سطح مولکولی می‌شود.

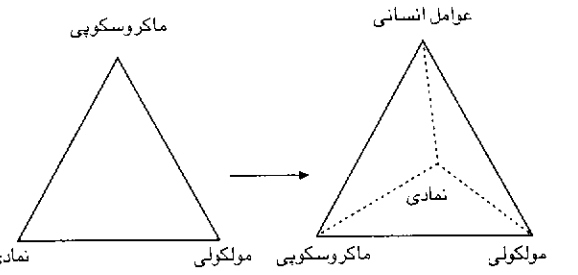
شکل ۱، رابطه‌ی میان سه سطح تفکر نمادی، مولکولی و ماکروسکوپی یا آزمایشگاهی و ارتباط مناسب آن‌ها را نشان می‌دهد.




**شکل ۱ رابطه‌ی میان سه سطح تفکر نمادی، مولکولی و ماکروسکوپی**

ماهافی[14] یکی دیگر از کارشناسان آموزش شیمی با طرح آموزش شیمی با رویکرد علم- فناوری- جامعه و محیط زیست، برای کامل کردن تاکسونومی سطوح تفکر جانستون، براین باور است که افزون بر آموزش شیمی در سه سطح تفکر ماکروسکوپی، مولکولی و نمادی، باید سطح چهارمی باعنوان عوامل انسانی[15] را نیز به این سطوح افزوده، یاددهی و یادگیری

شیمی را به صورت سه‌بعدی انجام داد. در شکل ۲، نظریه‌ی آموزش سه‌بعدی ماهافی نشان داده شده است.




**شکل ۲ تبدیل آموزش دو بُعدی شیمی به آموزش سه بُعدی با در نظر گرفتن عوامل انسانی در قرن ۲۱**

باتوجه به اهمیت هرکدام از سطوح تفکر در تاکسونومی جانستون و ماهافی، در این بخش به اهمیت هرکدام از آن‌ها در مولفه‌های برنامه‌ی درسی خواهیم پرداخت.

### سطح تفکر نمادی در یاددهی ـ یادگیری شیمی

یکی از یادگیری‌های ضروری در آموزش شیمی کار با عددهاست. برای هر فردی که علوم تجربی را درک کند و به ماهیت تجربی بودن دانش شیمی و اهمیت جنبه‌های کمّی، اندازه‌گیری، احتمالات، صحت و دقت، به‌کارگیری عددها و استفاده از ریاضی و روابط کمّی در آن پی ببرد، ضرورت کار با عددها آشکار می‌شود. حل مسأله به تقویت این یادگیری می‌انجامد. بنابراین باید در سراسر کتاب، دانش‌آموزان فرصت تقویت راه‌هایی را داشته باشند که به کمک آن‌ها بتوانند متغیرها را دستکاری کنند، کمیت‌ها را اندازه‌گیری کنند، داده‌های به‌دست آمده را ثبت و آن‌ها را تحلیل و تفسیر کنند. تنها، قرار دادن عدد در فرمول‌ها کافی نیست بلکه دانش‌آموزان باید به اهمیت اطلاعات عددی در دنیای علوم پی ببرند و به آمار و ارقام به‌دست آمده از پژوهش‌های علمی باور پیدا کنند. افزون بر کاربرد عددها آشنایی با زبان تخصصی شیمی برای بیان تغییرات شیمیایی و استفاده از آن در متون علمی مربوط به شیمی، یکی دیگر از یادگیری‌های ضروری است. دانش‌آموزان باید در کنار خواندن و نوشتن فرمول شیمیایی مواد، به کسب مهارت در نوشتن، موازنه کردن، محاسبات مربوط به جرم، حجم، مول بر پایه‌ی معادله‌های شیمیایی نوشته شده بپردازند.

### سطح تفکر ماکروسکوپی در یاددهی ـ یادگیری شیمی

آشنایی با خواص فیزیکی و شیمیایی و نیز رفتار مواد شیمیایی در آزمایشگاه یکی از حیطه‌های برانگیزاننده برای یاددهی و یادگیری روش علمی، انجام پژوهش و کسب مهارت‌های کاوشگری و حل مسأله به‌شمار می‌رود. برای بیان ضرورت انجام آزمایش در آموزش شیمی توجه به خاطره‌ای از ریمسن[۱۶]، یکی از بنیان‌گذاران آموزش شیمی در ایالات متحده کافی به‌نظر می‌رسد:

«هنگام مطالعه‌ی یک کتاب شیمی به این مطلب رسیدم که: نیتریک اسید بر فلز مس اثر می‌کند. از مطالعه‌ی چنین مطالب نامعقولی خسته شده بودم و تصمیم گرفتم تا این مفاهیم را به چشم ببینم. چند سکه‌ی مسی در جیبم داشتم. یک بطری هم که برچسبی با عنوان نیتریک اسید داشت روی میز دفتر استادم دیده بودم. این ویژگی (اثر می‌کند) را نمی‌فهمیدم و می‌خواستم آن را درک کنم. روح ماجراجویی بر من حاکم شده و همه‌چیز هم آماده بود و من به‌خاطر علاقه‌ی زیاد به یادگیری و کسب تجربه، حاضر بودم حتی یکی از چند سکه‌ی مسی را که کل دارایی‌ام بودند، قربانی کنم. یکی از آن‌ها را روی میز گذاشتم، درِ بطری نیتریک اسید را باز کردم و مقداری از اسید روی سکه ریختم و آماده‌ی مشاهده شدم. صحنه‌ی بسیار عجیبی بود. سکه‌ی مسی دچار تغییر شد و مایع جوشانی به رنگ آبی مایل به سبز، همراه بخارهایی بالای سکه و میز به‌وجودآمد. هوای اطراف محل آزمایش به رنگ سرخ تیره درآمده بود و یک توده ابر رنگی فضا را پر کرده بود که بویی بسیار نامطبوع و خفه کننده داشت. چطور می‌توانستم به این وضع پایان دهم؟ سعی کردم با برداشتن سکه و پرتاب آن از پنجره به بیرون، از این وضعیت خلاص شوم. اما متوجه شدم که نیتریک اسید نه تنها بر مس، بلکه بر انگشتان دست من نیز اثر می‌کند. این درد مرا به تجربه‌ی ناخواسته‌ی دیگری رهنمون شد. من انگشتان خود را بر شلوارم کشیدم و دریافتم که نیتریک اسید بر پارچه‌ی شلوار نیز اثر می‌کند. این اثرگذارترین و شاید باارزش‌ترین آزمایشی است که تاکنون انجام داده‌ام. من هنوز هم در مورد این تجربه با علاقه صحبت می‌کنم. اکنون با گذشت زمان و کسب تجربه‌های سودمند در آموزش اثربخش شیمی، به این نتیجه رسیده‌ام که تنها راه یادگیری مؤثر علم شیمی، انجام آزمایش و مشاهده‌ی زنده‌ی پدیده‌های شیمیایی است».

به علت پرجاذبه بودن انجام آزمایش در شیمی، دانش‌آموزان تشویق می‌شوند تا از راه انجام فعالیت‌های عملی، مهارت‌هایی به این قرار را کسب کنند:

- ✓ مهارت‌های دست ورزی
- ✓ مهارت در شناخت ابزارها و وسایل آزمایشگاهی و شیوه‌ی کار با آن‌ها
- ✓ مهارت مشاهده‌ی علمی

✓ پرورش روحیه ی کاوشگری علمی شامل:
- طراحی آزمایش
- اجرای آزمایش
- گردآوری داده‌های تجربی
- تجزیه، تحلیل و تفسیر داده‌ها و اطلاعات
- تعمیم دادن نتایج به دست آمده به پدیده‌های مشابه دیگر.

استفاده از فعالیت‌های عملی مناسب و رسیدن به سطح تفکر ماکروسکوپی در یاددهی - یادگیری شیمی مهارت‌های دیگری را نیز در پی خواهد داشت که برخی از آن‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

| | | |
|---|---|---|
| ☐ تجزیه و تحلیل | ☐ احتمال دادن | ☐ توسعه دادن |
| ☐ محاسبات | ☐ بررسی کردن | ☐ بحث کردن |
| ☐ طبقه‌بندی کردن | ☐ بیان کردن | ☐ ارزیابی کردن |
| ☐ ساختن و تنظیم کردن | ☐ شناسایی کردن | ☐ سنتز کردن |
| ☐ تولید کردن | ☐ تحقیق کردن | ☐ کاربردی کردن |
| ☐ نمایش دادن | ☐ تشخیص دادن | ☐ فعالیت‌های مشارکتی |
| ☐ مشاهده کردن | ☐ به اشتراک گذاشتن | ☐ تعیین کردن |

**جدول ۱ مهارت‌های کسب شده در سطح تفکر ماکروسکوپی یاددهی- یادگیری شیمی**

**سطح تفکر مولکولی در یاددهی - یادگیری شیمی**

یادگیری و درک شیمی به خاطر مفاهیم شیمیایی غیرقابل لمس و پیچیدگی آن‌ها اغلب دشوار بوده، کمک به دانش‌آموزان برای درک درست ایده‌های علمی و پدیده‌های شیمیایی، و اصلاح بدفهمی‌های رایج در آموزش شیمی، هدف هر معلم شیمی است. در یاددهی و یادگیری شیمی، معلمان و دانش‌آموزان با نظریه‌ها و فرضیه‌هایی روبه‌رو می‌شوند که لمس آن‌ها به‌راحتی امکان‌پذیر نیست. در سال‌های گذشته، برای بررسی ویژگی‌ها و رفتار مواد شیمیایی در اندازه‌های مولکولی و اتمی، که با چشم یا حتی میکروسکوپ‌های قوی نیز قابل مشاهده نیستند، استفاده از شبیه‌سازی، ساخت مدل و نیز انیمیشن‌های رایانه‌ای پیشنهاد شده است.

استفاده از مدل‌ها و شبیه‌سازی‌ها کمک بسیار زیادی به درک عمیق و مفهومی شیمی کرده، بسیاری از بدفهمی‌های رایج را از میان برده است. نرم‌افزارهای زیادی برای مدل‌سازی، شبیه‌سازی و حتی رسم نمودار و پیش‌بینی رفتار مواد شیمیایی طراحی شده است. بسیاری از این نرم‌افزارها را می‌توان به صورت رایگان از برخی مؤسسه‌های آموزشی دریافت کرد. ضرورت توجه زیاد به سطح تفکر مولکولی سبب شده است تا پژوهشگران، به‌کارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات، ICT، را به صورت تلفیق شده با برنامه‌ی درسی شیمی در دستور کار قرار دهند. قابلیت‌ها و توانمندی‌های موجود در فناوری اطلاعات و ارتباطات، این امکان را برای برنامه‌ریزان درسی فراهم می‌سازد تا بتوانند در زمان واحد با به‌کارگیری یک رایانه متصل به شبکه، به آموزش شیمی در هر سه سطح ماکروسکوپی، نمادی و مولکولی بپردازند. استفاده‌ی گسترده از انیمیشن‌های رایانه‌ای، شبیه‌سازی‌ها و مدل‌های مولکولی پویا و انجام آزمایش در یک آزمایشگاه مجازی منجر به تغییر نگرش و توانایی دانش‌آموزان در تجسم مولکول‌ها، یون‌ها و اتم‌ها و هم‌چنین تغییرات شیمیایی صورت گرفته در سطح مولکولی می‌شود.

**نقش عوامل انسانی در یاددهی - یادگیری شیمی**

حوزه‌ی دانشی که امروزه علوم تجربی نامیده می‌شود، سال‌هاست که با بهره‌گیری از ارزش‌ها، نگرش‌ها و فرهنگ ملت‌های گوناگون، گسترش یافته و به شکل امروزی درآمده است. در مورد علم شیمی نیز چنین بوده است و همه‌ی جهانیان در رشد و توسعه‌ی آن نقش داشته‌اند. پیشرفت‌های تازه در علوم تربیتی و نیز مشخص شدن شیوه‌ی یادگیری دانش‌آموزان، به پژوهشگران آموزشی کمک کرد تا بتوانند انتظارهای آموزشی خود را به درستی مشخص کنند. بدیهی است که هدف از آموزش شیمی در دوره‌ی متوسطه، تربیت شیمی‌دان نیست. اگر یکی از اهداف آموزشی علاقمند کردن دانش‌آموزان به علم شیمی و ادامه‌ی تحصیل در آن رشته باشد، باز می‌توان با احتمال به یقین گفت که قرار نیست همه‌ی دانش‌آموزان در رشته‌ی شیمی ادامه‌ی تحصیل دهند و در آینده شیمی‌دان شوند.

مفهوم دخالت دادن عوامل انسانی در آموزش شیمی این است که آموزش شیمی به ابزاری برای آموزش مهارت‌های زندگی، حل مسأله و کاوشگری تبدیل شود. در این رویکرد، شیمی در خدمت آموزش است و می‌توان از جاذبه‌های علم شیمی برای پیشبرد اهداف آموزشی بهره گرفت. نقش عوامل انسانی در آموزش شیمی را می‌توان از دو بُعد زیر بررسی کرد:

✓ بافت سیاسی، اقتصادی، محیطی، اجتماعی و هم‌چنین ملاحظات تاریخی و فلسفی، با درک ما از مفاهیم شیمی، واکنش‌ها و فرایندهایی که به دانش‌آموزان و عموم مردم یاد می‌دهیم ارتباط زیادی داشته، به صورتی درهم تنیده است.

✓ اگر آموزش شیمی در سه بعد ماکروسکوپی، نمادی و

مولکولی به صورت مجزا از حوزه‌های دیگر، از جمله فناوری و جامعه صورت گیرد، در این صورت نمی‌توان انتظار بالا رفتن سطح سواد علمی-فناوری در دانش‌آموزان را داشت. انجام پژوهش، حل مسأله، کاوشگری و ارتباط دادن منطقی میان علم، فناوری، جامعه و محیط زیست به دانش‌آموزان کمک خواهد کرد تا افزون بر کسب دید چند رشته‌ای و چند بعدی در یادگیری شیمی، در حل مشکلات و مسایل موجود در زندگی روزمره، به صورتی فعالانه و آگاهانه عمل کنند.

## بحث و نتیجه گیری

علم شیمی نسبت به رشته‌های علمی دیگر مانند فیزیک، زیست‌شناسی و زمین‌شناسی، وابستگی زیادی به انجام آزمایش و کسب مهارت‌های دست‌ورزی دارد و در بررسی سیر تاریخی علم شیمی مشخص شده است که بدون انجام آزمایش و کسب مهارت‌های آزمایشگاهی، نمی‌توان از مفاهیم آموخته شده به بهترین شکل در زندگی روزمره استفاده کرد. هم‌چنین کاربردهای گوناگون علم شیمی در زندگی روزمره سبب توجه ویژه به آموزش این علم آزمایشگاه ـ محور شده است. استفاده از رویکرد مفهومی در آموزش شیمی ایجاب می‌کند تا برای درک عمیق مفاهیم و جلوگیری از کج‌فهمی‌های رایج در آموزش شیمی، بهره‌گیری از رایانه برای شبیه‌سازی پدیده‌های شیمیایی در مقیاس مولکولی و ساخت مدل مورد توجه قرار گیرد.

هم‌چنین استفاده‌ی گسترده از رایانه و فناوری اطلاعات سبب شده است تا کارشناسان برنامه‌ریزی درسی، نقش عوامل انسانی را برای تربیت افرادی با سطح سواد علمی ـ فناوری مناسب و دارای بینشی علمی در آموزش شیمی دخالت دهند.

---

* کارشناس مؤسسه‌ی پژوهشی و برنامه‌ریزی درسی و فناوری‌های آموزشی

1. chemical literacy
2. science literacy
3. content
4. context
5. skills
6. attituds
7. numeracy
8. hands -on & minds-on
9. nominal literacy
10. functional literacy
11. conceptual literacy
12. multi dimension literacy
13. Jonston
14. Mahaffy
15. human elements
16. Remsen, I.

---

۱. راهنمای برنامه‌ی درسی شیمی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، وزارت آموزش و پرورش، ایران، ۱۳۷۹.

2. Atkins P.W., Skeletal chemistry. Education in Chemistry. 2005, 42, 20, 25.

3. Bybee, R. Teaching science as inquiry. J. Minstrel, & E.H. Van Zee (eds.). Inquiring into inquiry learning and teaching in science, pp. 20-46. Washington DC: American Association for the Advancement of Science (AAAS), 2000.

4. Donovan, W.J.; Nakhleh, M.B. Students _use of Web-based tutorial materials and their understanding of chemistry concepts. *J.Chem. Educ.* **2001**, *78*, 975.

5. Dori, Y.J.; Hameiri, M. Multidimensional analysis system for quantitative chemistry problems-symbol, macro, micro and process aspects. Res. in Science Teaching, 2003, 40(4),278-302.

6. Johnstone, A.H. Thinking about thinking. International Newsletter of chem. Educ., **1991**, *36*,7.

7. Johnstone, A.H. Teaching of Chemistry: Logical or Psychological, Chemistry Education: Research and Practice, **2000**, 1, 9-15.

8. Hofstein, A. The laboratory in Chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation, and research, Chem. Educ. Research and Practice, **2004**, 5 (3): 247-264.

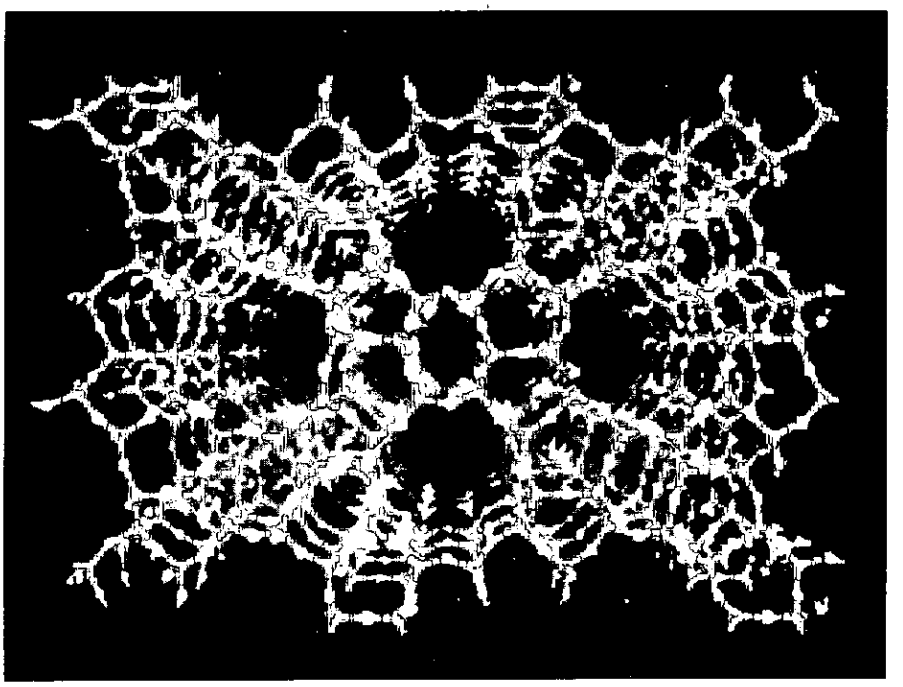
9. Mahaffy, P. Moving chemistry education into a third dimension. Alberta Science Education Journal (Special Issue on Chemistry Education), **2003**, 36(1), 9-16.

10. Mahaffy, P. The future shape of chemistry education, Chemistry Education,: Research and Practice, **2004**, 5(3) 229-245.

11. Shwartz Y.; Ben-Zvi R. Hofstein A. The importance of involving high-school chemistry teachers in the process of defining the operational meaning of 'chemical literacy', International Journal of Science Teaching, **2005**, 27, 323-344.

12. Shwartz Y.; Ben-Zvi R. : Hofstein A. Chemical literacy: what it means to scientists and school teachers? Chemi. Educ. **2006**, 83, 1557-1561.

# آنچه باید درباره‌ی زئولیت‌ها بدانیم



نساء اسماعیلیان، آزاده رضاخانی، هدا جعفری

**چکیده**

زئولیت ها نمونه ای از مواد ریز منفذ هستند که شبکه ی متخلخل سه بعدی و تناوبی دارند. زئولیت ها به دو نوع زئولیت طبیعی و مصنوعی که تقسیم می شوند. زئولیت های مصنوعی دارای کاربردهای ویژه هستند، بیش تر بر اساس روش های گرمایی ساخته می شوند و در خالص سازی مواد و نیز به عنوان پر کننده در صنعت تولید کاغذ کاربرد دارند. این مقاله به نحوه ی تشکیل زئولیت ها، ویژگی ها و کاربردهای آن ها می پردازد.

**کلیدواژه:** زئولیت، ریز منفذ

## آغاز سخن

زئولیت ها[1]، آلومینوسیلیکات های بلوری و آبدار فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی، بویژه سدیم، کلسیم، منیزیم، استرانسیم و باریم بوده، شامل شبکه های سه بعدی چهار وجهی هایی هم‌چون $[SiO_4]^{4-}$ و $[AlO_4]^{4-}$ هستند. این مواد برای نخستین بار در سال ۱۷۵۶ توسط یک معدن‌شناس سوئدی به نام فردریک کرونستد[2] شناسایی شدند و زئولیت نام گرفتند.

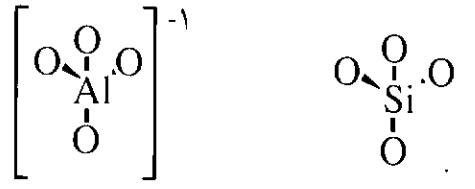
واژه‌ی زئولیت به معنی سنگ جوشان، از ریشه ی یونانی «زین»[3] به معنای جوشیدن و «لیتوس»[4] به معنای سنگ گرفته شده است. این نام بر این واقعیت اشاره دارد که هنگام گرما دادن به زئولیت، مقدار زیادی آب، به صورت بخار از آن خارج می شود.

تاکنون ۳۴ زئولیت طبیعی و در حدود ۱۰۰ نوع زئولیت مصنوعی شناسایی شده است. از گونه های معدنی مهم می توان به آنالسیم[5]، شابازیت[6]، فوژاسیت[7]، کلینوپتیلولیت[8]، ناترولیت[9] اشاره کرد. در بین گونه های مصنوعی نیز انواع A، X، P، L، فوژاسیت مصنوعی و ZSM-5 از اهمیت تجاری برخوردارند.

از دیدگاه ساختاری، شبکه ی زئولیت دارای حفره ها و شیارهایی است که مولکول های آب و کاتیون ها در آن جای می گیرند. ابعاد حفره ها ثابت بوده، برای هر گونه زئولیت، مشخص و ویژه ی آن گونه است. این امر باعث بروز خاصیت انتخابی یعنی گرفتن یک یون یا یک مولکول در حضور یون ها یا مولکول های دیگر می شود. از این رو زئولیت ها به غربال های مولکولی نیز معروفند. ابعاد این حفره ها بسیار ریز و در محدوده ی ۳ تا ۱۰ آنگستروم است.

از نظر شیمی دان ها ساختار زئولیت شامل بسپارهای معدنی و دارای آرایش چهار وجهی است. ساختار کلی این چهار وجهی به صورت $TO_4$ است که T می تواند یک عنصر سه ظرفیتی: مانند

Al و B و Ga، چهار ظرفیتی: مانند Ge و Si، یا پنج ظرفیتی هم‌چون P باشد. همه‌ی این چهار وجهی‌ها به کمک اکسیژن به یک‌دیگر متصل می‌شوند.



سیلیکا، چهار وجهی — آلومینا، چهار وجهی

شکل۱

معمولاً فرمول سلول واحد زئولیت‌ها به صورت $M^{n+}_{x/n}[(AlO_2^-)_x(SiO_2)_y].wH_2O$ است که در آن:

M، کاتیونی با ظرفیت n

w، تعداد مولکول‌های آب

x و y، تعداد کل چهار وجهی‌ها

(x+y)، مجموع چهار وجهی‌ها در سلول واحد

y/x، مقدارهای ۱ تا ۵ را می‌پذیرد. با این حال می‌توان زئولیت‌هایی نیز تهیه کرد که این نسبت در آن‌ها به ۱۰۰ یا بیش‌تر برسد.

## طبقه‌بندی کلی زئولیت‌ها

زئولیت‌ها به دو طبقه‌ی بزرگ تقسیم می‌شوند: زئولیت‌های طبیعی و زئولیت‌های مصنوعی.

### آ- زئولیت‌های طبیعی

این مواد در آغاز به صورت یک جزء فرعی اما گسترده در حفره‌های بازالتی شناسایی شدند. استفاده از این زئولیت‌ها به این صورت، در مقیاس‌های صنعتی، کاری دشوار و طاقت‌فرسا بوده است. تشکیل زئولیت‌ها تنها به ماتریس بازالتی محدود نشده است، بلکه در رسوبات متنوعی که در چند دهه‌ی گذشته شناسایی شده‌اند، زئولیت‌های طبیعی فراوان بوده است.

### ب- زئولیت‌های مصنوعی

زئولیت‌های مصنوعی مواد شیمیایی ویژه‌ای با خلوص بالا هستند که دامنه‌ی کاربرد گسترده‌ای دارند. پژوهشگران پیش از سال ۱۹۵۰، جهت تولید زئولیت‌ها درصدد پی بردن به تشکیل طبیعی و ژئوشیمیایی سنگ معدن‌های شناخته شده بودند و تصور می‌کردند که تشکیل زئولیت‌ها به دمایی در حدود ۲۰۰ تا ۴۰۰ درجه‌ی سلسیوس و ده‌ها اتمسفر فشار نیازمند است. اما در سال ۱۹۵۷ شیمی‌دان‌ها موفق شدند زئولیت‌هایی در دماهای پایین‌تر از ۱۰۰°C و در مقیاس صنعتی تهیه کنند.

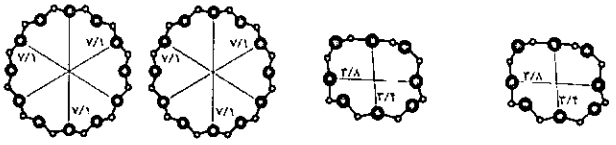
## شرایط تشکیل زئولیت‌های طبیعی

در مورد شرایط و علت‌های تشکیل زئولیت‌ها در طبیعت، نظریه‌های گوناگونی ارایه شده است که برخی از آن‌ها به این قرارند:

○ زئولیت‌ها اغلب در لایه‌های رسوبی، پس از تشکیل و دفن رسوبات، در اثر واکنش آلومینیم سیلیکات با آب موجود در حفره‌ها، در درزها و شکستگی‌ها تشکیل شده‌اند.

○ شیشه‌های آتشفشانی سیلیسی مانند آلومینیم سیلیکات، را می‌توان مواد اولیه‌ی مورد نیاز برای تشکیل زئولیت‌ها در طبیعت دانست.

○ همه‌ی سنگ معدن‌های گروه زئولیت که تا به حال در حدود ۶۰ نوع از آن‌ها شناسایی شده‌اند، سنگ معدن‌های ثانوی بوده، از تخریب سنگ معدن‌های اولیه‌ای مانند فلدسپات و فلدسپاتوییدها، رس‌ها و ژل‌های سیلیکات‌دار طبیعی به‌وجود می‌آیند.



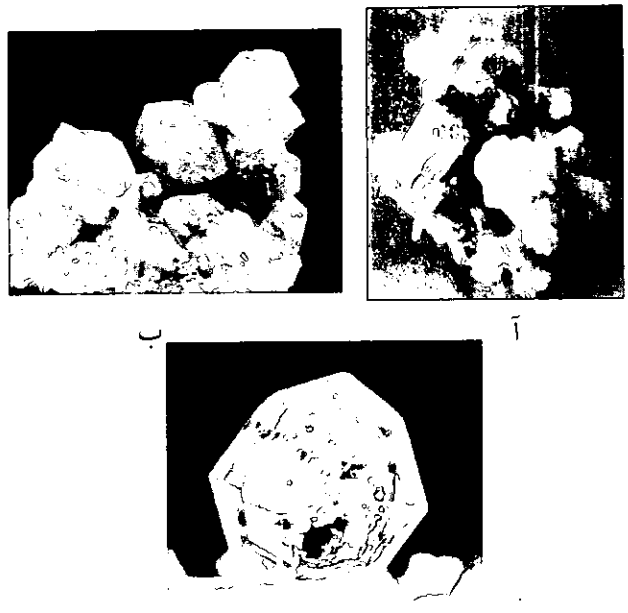
شکل۲ نمونه‌ای از ساختار منفذها در زئولیت‌ها

## تهیه‌ی زئولیت‌های مصنوعی

تنوع ساختارها در زئولیت بسیار گسترده است و شرایط تهیه برای تعیین ساختار هر زئولیت، از اهمیت چشم‌گیر برخوردار است. سنتز زئولیت بیش‌تر براساس دو فرایند سل-ژل و گرمایی است. زئولیت‌ها از محلول آبی سدیم سیلیکات و آلومینات‌ها که حاوی هیدروکسید فلزهای قلیایی یا بازهای آلی برای رسیدن به pH بالا هستند، سنتز می‌شوند. در سنتز سل-ژل، یک ژل از یون‌های سیلیکات و آلومینات به وسیله‌ی واکنش تراکمی به‌وجود می‌آید. اگر مقدار سیلیکای زئولیت پایین باشد معمولاً می‌توان فراورده را در دماهای ۷۰ تا ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس به بلور تبدیل کرد. از سوی دیگر، بیش‌تر زئولیت‌های غنی از سیلیکا به وسیله‌ی فرایند گرمایی ژل‌ها به دست می‌آیند. در این فرایند، ژل برای مدت چند روز در یک اتوکلاو قرار داده می‌شود. معمولاً زئولیت‌ها در دماهای بین ۱۰۰°C تا ۳۵۰°C شکل می‌گیرند. نوع زئولیت به دست آمده، به فراسنج‌هایی شامل محلول اولیه، pH، دما و برنامه‌ی زمانی وابسته است. جدول ۱ اثر اجزای متفاوت مخلوط واکنش را بر ساختار زئولیت نشان می‌دهد.

## ساختار منفذها

ساختار منفذها در انواع گوناگون زئولیت متفاوت است. در



آ ب پ

**شکل۳ برخی زئولیت‌ها: آ) استیلبیت ب) آنالسیم پ) شابازیت**

همه‌ی زئولیت‌ها قطر منافذ با توجه به اندازه‌ی حلقه‌های ۴ ، ۶ ، ۸ ، ۱۰ ، ۱۲ عضوی شامل اتم‌های اکسیژن تعیین می‌شود و بیش‌ترین مقدار محاسبه شده برای آن‌ها به‌ترتیب به ۲/۶ ، ۳/۴ ، ۳/۲ ، ۴/۴ ، ۷/۶ آنگستروم می‌رسد. البته امروزه زئولیت‌هایی با منفذهایی به قطر ۱۲ آنگستروم نیز ساخته شده است.

### ساختار شیارهای درونی در زئولیت‌ها

ماهیت فضاهای خالی و شیارهای بهم‌پیوسته در زئولیت‌های بدون آب، در تعیین خواص فیزیکی و شیمیایی آن‌ها ضروری است. سه نوع شیار در شبکه‌ی زئولیت‌ها شناخته شده است.

✓ سامانه‌ی تک‌بعدی، که در آن شیارها یک‌دیگر را قطع نمی‌کنند. این سامانه را در آنالیسم می‌توان مشاهده کرد.

✓ سامانه‌ی دوبعدی، که در زئولیت‌های ZSM-5 و مردنیت مشاهده می‌شود.

✓ سامانه‌ی سه‌بعدی که خود بر دو نوع است. در نوع اول، شیارها ابعاد یکسانی دارند و قطر آزاد همه‌ی آن‌ها بدون توجه به جهتشان یکسان است. در نوع دوم، شیارها بر حسب جهت‌های گوناگون، از دیدگاه بلورنگاری، دارای قطرهای آزاد متفاوتی هستند.

### کاربردها

از کاربردهای زئولیت‌ها می‌توان به این موارد اشاره کرد:

O در خالص‌سازی‌ها

O حذف $CO_2$ از گاز طبیعی و در فرایند جداسازی هوا به‌روش سردسازی

O حذف گوگرد، برای نمونه در فرایند شیرین‌سازی گاز طبیعی

O در جداسازی‌ها مانند جداسازی پارافین خطی از پارافین شاخه‌دار، زایلن‌ها و اولفین‌ها

O کاربردهای کاتالیستی مانند هیدروژن‌دار کردن و هیدروژن‌زدایی و اکسایش

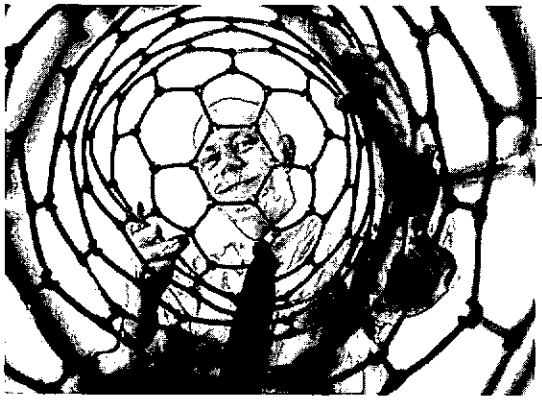
برای زئولیت‌های طبیعی می‌توان به کاربردهای دیگر، از جمله به عنوان پرکننده در کاغذ، سیمان‌ها و بتن‌ها، به‌عنوان کود و نگهدارنده‌ی خاک در کشاورزی، مکمل‌های غذایی برای جانوران، به‌عنوان غشاء، جداسازی نیتروژن و اکسیژن از هوا و به عنوان تبادلگر یونی در فرایندهای کاهش آلودگی اشاره کرد.

**جدول ۱ اثر مخلوط واکنش بر ساختار زئولیت**

| ترکیب مخلوط واکنش | اثر اولیه |
|---|---|
| نسبت $SiO_2 / Al_2O_3$ | ترکیب شبکه |
| نسبت $H_2O / SiO_2$ | سرعت، سازوکار بلوری شدن |
| نسبت $OH^- / SiO_2$ | جرم مولکولی سیلیکات |
| نسبت $SiO_2$ / کاتیون‌های معدنی | ساختار، توزیع کاتیون |
| نسبت $SiO_2$ / افزودنی‌های آلی | ساختار، محتوای Al شبکه |

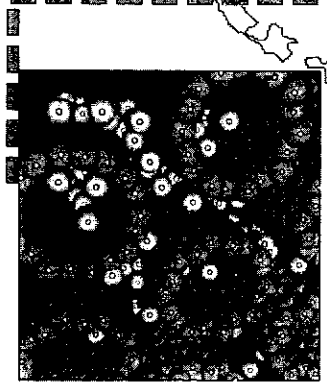
1. zeolites
2. Cronstedt, F.
3. zeon
4. lithos
5. analcime
6. chabazite
7. faujasite
8. clinoptilolite
9. natrolite

1. www.hedegaard.com/home.html
2. www.iza-structure.org/databases/
3. icnz.lanl.gov/Images/pictures.html
4. palimpsest.stanford.edu/byorg/abbey/an/an20/an20-7/
5. www.bojistones.com/crystals/other-xtls.html
6. www.uvm.edu/~ssolberg/Startside.html
7. chemmacl.usc.edu/bruno/zeodat/Intro/html††



# سرمایه گذاری در فناوری نانو

ترجمه: غلامرضا براکوهی*




## چکیده

پوست انسان لایه ای طبیعی است که بدن او را در برابر بسیاری از خطرها محافظت می کند. نفوذ انواع پرتوهای فرابنفش به هوا کره ی زمین و اثرهای زیان آوری که این پرتوها روی پوست از خود به جا می گذارند، نیاز به استفاده از موادی محافظت کننده را یادآور می شود. شناخت و تهیه ی مواد نانو هم چون روی اکسید و تیتانیم دی اکسید زمینه ی ورود چنین موادی را به عرصه ی تولید مواد آرایشی و محافظت کننده های پوست فراهم کرده است چنان که هم اکنون، بسیاری از شرکت ها از این مواد در فراورده های خود استفاده می کنند. این امر افزون بر کیفیت بخشی به مواد محافظت کننده، باعث سود بیش تر برای تولیدکنندگان شده است و از سوی دیگر پیوند میان دانشگاه ها و مراکز پژوهشی را محکم تر کرده است.


**کلید واژه ها:** پرتوهای فرابنفش، مواد ضدآفتاب، مواد نانو، عامل محافظتی در برابر نور خورشید، فراورده های آرایشی

## آغاز سخن

انسان از آغاز آفرینش ناگزیر به برقراری ارتباط با محیط زیست خود بوده است و با گذشت زمان به راه های درست رویارویی با مواد موجود در محیط پی برده است. هم اکنون مردم برای مصرف انواع گوناگون مواد شیمیایی، جهت آرایش پوست و موی خود دلیل های فراوانی دارند. این نیاز، روز به روز به پیشرفت صنعت تولید مواد آرایشی منجر شده است و چنین است که امروزه شاهد ورود مواد نانو به ساختار مواد آرایشی بویژه مواد ضدآفتاب هستیم.

## بحث

مواد ضدآفتاب با هدف حفاظت از پوست، در برابر پرتوهای فرابنفش خورشید به کار می روند. فراورده هایی که چنین ویژگیی دارند در شکل های گوناگون مانند شیر پاک کن، شوینده، کرم، ژل، روغن، افشانه و چسب تولید می شوند.

از دیدگاه مقدار طول موج، پرتوهای فرابنفش به سه دسته تقسیم می شوند: پرتوهای UV-A با طول موج حدود ۳۲۰ تا ۴۰۰ نانومتر، پرتوهای UV-B با طول موج ۲۹۰ تا ۳۲۰ نانومتر و پرتوهای UV-C با طول موج های پایین تر از ۲۹۰ نانومتر. بیش تر پرتوهای UV-C توسط لایه ی اوزون، جذب می شوند اما این لایه تنها می تواند بخش

کوچکی از پرتوهای UV-A و UV-B را جذب کند. پرتوهای UV-B با ایجاد سرطان پوست، آب مروارید و آسیب به رشته های وراثتی در ارتباط هستند. اگرچه که در آغاز تصور می شد پرتوهای UV-A با انرژی کم، چندان خطری نداشته باشند اماثابت شده است که این

پرتوها نیز درست به اندازه ی پرتوهای UV-B زیان آورند. چنان که میان خطرناک ترین شکل سرطان پوست- که با تشکیل توده ای سیاه رنگ در قشر پایینی پوست همراه است- و پرتوهای یادشده ارتباط هایی دیده شده است. بیش تر فراورده های ضدآفتاب در برابر پرتوهای UV-B به خوبی می توانند از پوست محافظت کنند. اما همین مواد در برابر پرتوهای UV-A، به اندازه ی جزیی حفاظت را برمی آورند. این امر حتی در مورد فراورده هایی که دارای عامل محافظتی بالا در برابر نور خورشید[1]، SPF، هستند نیز وجود دارد. SPF عددی است که از نسبت میان زمان پرتوگیری پوست، به طیف کامل پرتوهای UV به دست می آید. در این نسبت، تولید التهاب پوستی در حضور ماده ی ضدآفتاب با پوشش ۲ میلی گرم بر سانتی متر مربع، و در غیاب این ماده در نظر گرفته می شود به گونه ای که در هر دو حالت، پرتوگیری به مدت زمان برابر صورت گرفته باشد. بزرگی این نسبت، بین ۲ تا ۶۰ است.

موادی هم چون روی اکسید و تیتانیم دی اکسید توانایی ویژه ای در جذب پرتوهای UV-A و UV-B دارند. هم چنین برخلاف بسیاری از مواد دیگر، روی پوست واکنش های حساسیت زا تولید نمی کنند. با این حال، اگر اندازه ی ذره های روی اکسید تا حد نانومتر کاهش یابد دیگر نمی توانند نور را پراکنده کنند.

### نوآوری در تولید فراورده ها

چوی آرجنت[2] پژوهشگری بود که مدت ها روی مواد نانو آزمایش می کرد. همه ی آزمایش های او چنان طراحی شده بود که شرایط یکسانی برای تولید ذره هایی با اندازه و توزیع یک نواخت فراهم شود. یک روز، آرجنت متوجه صدای هشدار دهنده ی راکتور در آزمایشگاهش شد که به خاطر اشکال کار سوپاپ روی مخزن اکسیژن ایجاد شده بود و درنتیجه ی آن، اکسیژن از مخزن به سرعت به بیرون جریان یافته بود. آرجنت باعلاقه، مواد و ذره های تولیدشده در این فرایند را مورد بررسی قرار داد و مشاهده کرد که روی اکسید به دست آمده، تا ۹ درصد افزایش در توانایی جذب پرتوهای UV-A را از خود نشان می دهد.

گروه پژوهشی جورج استونی[3] نیز در جست و جوی اثر پرتوهای UV، اثر توزیع شکل و اندازه ی مواد را در اجزای فیزیکی، نوری و الکترونیکی ترکیب های گوناگون مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش ها فرمول بندی تازه ای را در تولید کرم های ضدآفتاب ارایه داد که موادی از جمله آب، روی اکسید، برخی اکسیدهای تیتانیم، گلیسرین و اندکی استر برای ایجاد حالت امولسیون را دربرمی گرفت. هم چنین افزودن مقداری سالیسیلات برای افزایش جذب پرتوهای UV-B ضروری به نظر می رسید و می توانست این فرمول بندی را به صورت یک دستور پایه در فراورده های صنعتی معرفی کند. هر ۱۰۰ گرم از این فراورده به ۱۳ گرم روی اکسید نیاز داشت.

### سازمان سرمایه گذاری دانشگاه غرب یورکشایر

دانشگاه غرب یورکشایر[4] در راستای ایجاد نوآوری در عرصه ی تولید مواد آرایشی، اقدام به تأسیس یک شرکت کرد. گروهی از کارکنان این شرکت وظیفه داشتند به شناسایی فراورده هایی بپردازند که دانشگاه به تولید آن ها می پرداخت. از جمله وظایف دیگر این افراد انجام خدمات بازرگانی، کمک به انجمن های درگیر در

زمینه‌ی حقوق استعدادهای فکری، طرح‌های بازرگانی، بازاریابی و سرمایه گذاری بود.

بنا به سیاست گذاری‌ها، حقوق مربوط به همه‌ی نوآوری‌های انجام گرفته توسط کارکنان، به دانشگاه تعلق می گرفت و دانشگاه نیز متعهد شده بود که حقوق استعدادهای فکری را نادیده نگیرد. برای انجام خدمات مشاوره‌ای در موضوع‌های گوناگون نیز، گروهی به‌عنوان مشاور در شرکت تعیین شده بود. ویکتوریا گانتون[5] با مدرک داروسازی یکی از این مشاوران بود که در زمینه‌ی فناوری نانو فعالیت می‌کرد. او همراه با چند تن از هم‌دوره‌ای‌های دانشگاهی‌اش این شرکت را برای گرفتن سفارش‌های دارویی راه‌اندازی کرد و با مدیریت وی بود که شرکت دوره‌ی ۸ ساله‌ی تجارت خود را با موفقیت تجربه کرد.

### ورود به عرصه‌ی تجارت

هنگامی که معلوم شد که آزمایشگاه آرجنت توانایی پشتیبانی از تولید را به اندازه‌ی بیش‌تر از ۲۰ گرم ماده در هفته ندارد، توافق‌هایی میان دانشگاه و شرکت نانوترونیکس[6] صورت گرفت تا راه برای انجام برخی آزمایش‌ها توسط دانشگاه هموار شود. البته به‌نظر می‌رسید که آزمایشگاه آرجنت نیاز چندانی به ابزارهای صنعتی تازه و گران نداشته باشد. چنان‌که کنترل سرعت جریان گاز می‌توانست در عمل با اصلاح‌هایی جزیی و با استفاده از تجهیزات متداول صنعتی نیز انجام گیرد. به‌طور معمول، قرار دادن سرعت جریان گاز در مقدار بهینه‌ی آن باعث تولید ذره‌هایی نانو با شکل و اندازه‌ی ثابت می‌شد. رویکردهایی از این دست، در مقیاس صنعتی و با بهره‌گیری از فرایندهای رسوب‌گیری به کمک بخار، منجر به تولید نانو فلزها و اکسیدهای مورد نیاز در شرکت نانوترونیکس شد.

پس از موفقیت نانوترونیکس در تولید مواد با اندازه و شکل مناسب، این شرکت متعهد شد تا هر ۲ ماه یک بار، به تأمین ۰/۸ تن روی‌اکسید بپردازد. شرکت دانشگاهی نیز از ۲ درصد درآمد به دست آمده از فروش فراورده‌ها که در حدود ۹۰ کیلو به‌ازای هر تن از فراورده‌ها بود، بهره‌مند می‌شد. به این ترتیب مواد آرایشی و ضدآفتاب به‌عنوان فراورده‌هایی مستقل، جای خود را در صحنه‌ی تجارت یافتند. چنان‌که نگاهی گذرا به جدول‌های مربوط به فروش این فراورده‌ها در کشورهای اروپایی و در سطح جهان، ورود مواد نانو به این عرصه را گواهی می‌دهند که با کیفیت بخشی به فراورده‌ها و سودآفرینی برای صنعت تولید این مواد همراه بوده است.

به هر حال، از آن‌جا که اهداف پژوهش‌های فناوری نانو بسیار پایه‌ای و فرارشته‌ای است و در درازمدت نتیجه‌ی آن آشکار می‌شود، در راستای پشتیبانی از این نوع پژوهش‌ها باید گروه‌هایی ویژه از پژوهشگران که در زمینه‌های گوناگون تخصص دارند برای گسترش فعالیت در این عرصه در هر کشور در نظر گرفته شوند.

| کشور | خرده‌فروشی (بیلیون یورو) | درصد رشد |
|---|---|---|
| آلمان | ۱۰/۱ | ۲/۹ |
| فرانسه | ۸/۸ | ۵/۳ |
| انگلستان | ۷/۶ | ۲/۶ |
| ایتالیا | ۷ | ۶/۹ |
| اسپانیا | ۴/۶ | ۸/۷ |

**جدول ۱ فروش مواد آرایشی و زیبایی در اروپا (۱۹۹۹)**

| فراورده | درصد |
|---|---|
| مواد آرایشی | ۲۶ |
| محافظ مو | ۲۵ |
| محافظ پوست | ۲۱ |
| عطرها ـ خوش‌بوکننده‌ها | ۱۵ |
| روغن‌های آرایشی | ۱۲ |

**جدول۲ فروش تفکیکی مواد آرایشی و زیبایی در اروپا (۱۹۹۹)**

| منطقه | بیلیون یورو (MSP)[7] |
|---|---|
| انگلستان | ۲۸/۳ |
| آمریکا | ۲۵/۶ |
| ژاپن | ۱۲/۲ |

**جدول ۳مقایسه فروش فراورده‌های آرایشی و زیبایی ساخته‌شده در سطح جهان (۱۹۹۹)**

* معلم شیمی مشهد

1. Sun Protection Factor
2. Argent, Ch.
3. Stoney, G.
4. Yorkshire
5. Gunton, V.
6. Nanotronics
7. Manufacturing Sale Price

Enterprise in Nanotechnology, 2002, 20-21 May, University of Leeds.

# گازوییل سبز

حسن حذرخانی*

منظور از گازوییل سبز، گازوییلی است که دوستدار طبیعت است یعنی مصرف آن خطرهای کم‌تری برای طبیعت و محیط زیست دارد. یکی از هدف‌های اصلی شیمی سبز، توسعه‌ی آن دسته از فرایندهای شیمیایی است که از منابع تجدیدپذیر انرژی به عنوان سوخت و انرژی استفاده می‌کنند. دیزل یا گازوییل، سوختی عمومی برای ماشین‌های سنگین و خودروهایی است که از قدرت موتور بالایی برخوردارند. در هر صورت تهیه‌ی گازوییل از منابع خام تجدیدناپذیر انرژی، اثرهای برگشت‌ناپذیری بر محیط زیست دارد. سوخت سبز یک جایگزین اساسی برای گازوییل به‌شمار می‌رود که فراورده‌های خام تجدیدپذیر را به جای سوخت‌های فسیلی تجدیدناپذیر مصرف می‌کند و جالب است که کارایی موتورها در هر دو حالت یکسان است.

گازوییل سبز شامل متیل استر اسیدهای چرب است که می‌توان آن را از دانه‌های روغنی سویا، پنبه و آفتابگردان به‌دست آورد. ایده‌ی استفاده از روغن‌های گیاهی برای توسعه‌ی سوخت موتورها به جای گازوییل، به سال ۱۸۹۵ بر می‌گردد که برای نخستین بار رادولف دیزل آن را مطرح کرد. وی روغن بادام زمینی را به عنوان سوخت کامیون به کار برد اما پیش از این که ایده‌ی خود را کامل کند دار فانی را وداع گفت. به‌هرحال در نتیجه‌ی کمبود سوخت در نخستین دهه‌ی ۱۹۷۰ اندیشه‌ی تنوع بخشیدن به منابع سوختی جرقه زد و در پی آن، گازوییل سبز به‌عنوان جایگزینی برای گازوییل نفتی توسعه پیدا کرد.

گازوییل سبز به آسانی با ایجاد تغییرات شیمیایی در روغن‌ها و چربی‌ها ساخته می‌شود. این تغییرات به سه روش انجام می‌شوند:

- ترانس استردار کردن کاتالیز شده‌ی روغن‌ها
- استردار کردن اسیدی روغن‌ها به طور مستقیم
- تبدیل روغن‌ها به اسیدهای چرب و سپس تبدیل آن‌ها به آلکیل استرها در حضور کاتالیزگرهای اسیدی

روش عمومی سنتز، شامل واکنش یک الکل با روغن یا چربی‌های بی‌مصرف، در حضور یک کاتالیزگر سدیم یا پتاسیم هیدروکسید است. در ادامه‌ی واکنش، گلیسرین در محیط واکنش ته‌نشین می‌شود و گازوییل سبز همراه با مخلوطی از اسید چرب متیل‌دار و متانول، روی آن قرار می‌گیرد. مقدار اضافی الکل در پایان کار بازیابی شده، دوباره مصرف می‌شود.

گازوییل سبز نسبت به گازوییل نفتی، برتری‌های بسیار زیادی دارد که عبارتند از:

- آتش‌گیر نیست.
- منفجر نمی‌شود.
- زیست‌تخریب‌پذیر است.

○ در اثر سوختن، گوگرد، کربن مونوکسید و کربن‌دی‌اکسید کم‌تری آزاد می‌کند. در نتیجه، رفته‌رفته از مقدار باران‌های اسیدی کاسته می‌شود.

○ اثر کم‌تری بر افزایش دمای کره‌ی زمین دارد.

○ احتراق گازوییل سبز بسیار کاراتر است.

تنها عیب واقعی گازوییل سبز این است که گازهای $NO_x$ بیش‌تری آزاد می‌کند. که این مشکل را نیز می‌توان با استفاده از مبدل‌های کاتالیزی تا حدی کاهش داد.

---

* معلم شیمی مدارس تیزهوشان شهرتهران

1. www.cyberlipid.org/glycer/biodiesel.htm

2. members.shaw.ca/diesel-duck/library/articles/rudolph diesel.htm

# مصریان باستان چگونه مردگان خود را مومیایی می‌کردند؟

زهرا ارزانی*

مومیایی کردن که در مصر باستان متداول بوده است، قرن‌هاست که مورد بررسی است. مصرشناسان بر این باورند که این کار با استفاده از مخلوطی از نمک‌هاکه ناترون[1] نامیده می‌شد، انجام می‌گرفته است. بحث درباره‌ی مومیایی، بهانه‌ی خوبی برای به‌میان کشیدن مبحث یون‌های چنداتمی و تدریس آن در کلاس است که در مخلوط نمک‌های مورد استفاده برای مومیایی کردن وجود دارند.

والدرون[2] در کتاب خود از بحث مومیایی کردن در مبحث نمک‌ها و ساختار یونی استفاده کرده است. او به بهانه‌ی نمک‌های ناترون، بحث درباره‌ی یون‌های چنداتمی را پیش می‌کشد. هم‌چنین از جذب آب توسط این نمک‌ها استفاده کرده، درباره‌ی جاذبه‌ی میان یون‌ها و آب، ساختار قطبی مولکول‌های آب و آمونیاک و پدیده‌ی انحلال سخن گفته است [۱]. این کار، شیوه‌ی مناسبی برای جالب‌تر و کاربردی‌تر نشان دادن بحث‌های نظری در شیمی است.

## بحث

منظور از یک مومیایی، بدن موجودی جاندار است که پس از مرگ به کمک موادی محافظت شده است. به‌طور طبیعی باکتری‌ها پس از مرگ هر موجود زنده‌ای بخش‌های نرم بدن آن مانند پوست و ماهیچه‌ها را تجزیه می‌کنند. مومیایی کردن به روش‌های گوناگون انجام می‌گیرد مانند خشک کردن یا نگه‌داری جسد در سرمای شدید، نور خورشید یا دود. در گذشته از مواد شیمیایی

مانند ناترون استفاده می‌شد. در سال ۱۹۹۴ دانشمندان دانشگاه مریلند بر آن شدند که نمونه‌ای عینی از یک مومیایی ایجاد کنند. آن‌ها به مصر سفر کردند تا ادویه‌ها، روغن‌ها و نمک‌های سازنده‌ی ناترون را از منابع بومی تهیه کنند. ناترون مخلوطی از ۴ نمک به این قرار است: سدیم کربنات $NaCO_3$، سدیم بی‌کربنات $NaHCO_3$، سدیم کلرید NaCl و سدیم سولفات $Na_2SO_4$. به این ترتیب، نخستین پرسشی که در این زمینه به ذهن می‌رسد این است که آیا ناترون سبب شور شدن جسد می‌شود؟ پژوهشگران میزهای بزرگی را در مصر یافته‌اند که برای قرار دادن جسد مردگان و خشک کردن آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفته است.

## مراحل مومیایی کردن

مومیایی کردن فرایندی طولانی و گران بوده است. مصریان برای این کار، حدود ۷۰ روز وقت صرف می‌کردند. آن‌ها در جریان این مراحل، مومیایی کردن را انجام می‌دادند:

آ- شست وشوی جسد

ب- بیرون آوردن بخش‌های درونی جسد

نخست در سمت چپ جسد، شکافی ایجاد می‌شد تا بخش‌هایی مانند روده، معده، کبد و ریه از آن بیرون آورده شود. تنها بخشی که در جسد باقی می‌ماند، قلب بود. هرکدام از این بخش‌ها به طور جداگانه از ناترون اشباع شده، در نواری بلند از جنس کتان پیچیده و سپس در کوزه‌هایی نگه‌داری می‌شد. کوزه‌ی مربوط به هر بخش از بدن، درپوشی متفاوت، با شکلی ویژه داشت.

پ- بدن را روی میزی قرار می‌دادند و کاملاً با ناترون می‌پوشاندند. این مرحله از کار ۳۰ روز به درازا می‌کشید. پس از آن ناترون‌ها کنار زده می‌شد. در این حال، بدن شکلی مچاله شده پیدا کرده بود. پس از تمیز کردن دوباره‌ی جسد، آن را به روغنی آغشته می‌کردند تا پوست را محافظت کند.

ت- شکافی که در جسد ایجاد شده بود، دوخته می‌شد. سپس جسد را با طلا و جواهرات زینت می‌دادند. انگشتان دست و پا و سپس تمام بدن به‌طور جداگانه با پارچه‌ی کتان پیچیده و از رزین پوشانده می‌شد. این کار چندین بار انجام می‌گرفت.

---

* معلم شیمی ناحیه‌ی ۱ کرج

1. natron

2. Waldron

---

1. Waldron, The Chemistry of Environment, Prancies Hall, p. 126, 140, 2007.

2. www.si.edu/Encyclopedia-SI/nmnh/mummies.htm

3. www.si.umich.edu/CHICO/mummy

# جام لیکرگوس و فناوری نانو

رحمت‌الله رحیمی* و محبوبه ربانی

**چکیده**

فناوری نانو واژه‌ای است که به همه‌ی فناوری‌های پیشرفته در گستره‌ی کار با موادی در مقیاس نانو نسبت داده می‌شود. معمولاً منظور از مقیاس نانو ابعادی در حدود ۱ nm تا ۱۰۰ nm است. هر ۱ نانومتر یک میلیاردیم متر است و اگر بخواهیم درکی فیزیکی نسبت به آن داشته باشیم می‌توان گفت که یک نانومتر ۱/۸۰۰۰۰ قطر موی انسان است. اما این تعریف برای مقیاس نانو، نمی‌تواند درست باشد چرا که ضخامت موی انسان با توجه به خصوصیات فردی هر انسان از چند ده میکرومتر تا چند صدمیکرومتر متغیر است. بنابراین نیاز به یک استاندارد برای بیان مفهوم مقیاس نانو وجود دارد. با ایجاد ارتباط میان اندازه‌ی اتم‌ها و مقیاس نانو می‌توان ۱ نانومتر را راحت‌تر تصور کرد.

**کلید واژه‌ها:** فناوری نانو، جام لیکرگوس، نانو ذره‌های طلا

## فناوری نانو

تعریف‌های بسیاری برای فناوری نانو ارایه شده است. در این میان، NNI[1] برای فناوری نانو تعریفی به این قرار ارایه می‌دهد:

- گسترش فناوری و پژوهش در سطح اتمی، مولکولی یا ماکرومولکولی در اندازه‌ی ۱ تا ۱۰۰ نانومتر
- خلق و استفاده از ساختارها، ابزارها و سامانه‌هایی که به خاطر اندازه‌ی کوچک یا حد میانه‌ی آن‌ها، خواص و عملکرد ویژه و تازه‌ای دارند.
- توانایی کنترل یا دستکاری در سطوح اتمی [۱].

## تاریخچه‌ی فناوری نانو

از زمان یونان باستان، دانشمندان بر این باور بودند که مواد را می‌توان به اجزای کوچک تقسیم کرد تا آن‌جا که ذراتی به دست آیند که خردنشدنی هستند. این ذره‌ها، بنیان مواد را تشکیل می‌دهند. شاید بتوان دموکریتوس، فیلسوف یونانی را پدر فناوری و علوم نانو دانست، چرا که در حدود ۴۰۰ سال پیش از میلاد مسیح نخستین کسی بود که واژه‌ی اتم را ـ که در زبان یونانی به معنی تجزیه‌ناپذیر است ـ برای توصیف ذره‌های سازنده‌ی مواد به‌کار برد.

سفالگران از هزاران سال پیش در ساخت وسایل سفالی از ذره‌هایی با اندازه‌ی نانو استفاده می‌کردند. به‌نظر می‌رسد قدیمی‌ترین شیء به‌دست آمده که از این راه ساخته شده است، جام لیکرگوس[۲] باشد که متعلق به قرن ۴ میلادی است و اکنون در موزه‌ی انگلستان نگهداری می‌شود. روی این جام رومی، تصویری به‌صورت برجسته از شاه افسانه‌ای لیکرگوس نقش بسته است. نکته‌ی جالب توجه این است که هنگام قرار گرفتن این جام در معرض نور غیرمستقیم، رنگ جام سبز به‌نظر می‌رسد اما با تابیدن نور مستقیم به درون این جام، رنگ آن سرخ، و بدنه‌ی آن نیمه شفاف می‌شود. این خاصیت نوری غیرمعمول از آن‌جا ناشی می‌شود که شیشه‌ی این جام محتوی ذره‌های طلا و نقره است چنان‌که شیشه‌ی این جام ppm ۴۰ طلا و ppm ۳۰۰ نقره دربر دارد. البته در آن زمان نمی‌دانستند که چرا با افزودن طلا به شیشه، رنگ آن تغییر می‌کند و این احتمال هم وجود دارد که هنگام ساخت این جام، ناخالصی‌های فلزی که محتوی طلا و نقره بوده‌اند به صورت تصادفی به ماده‌ی اولیه‌ی جام افزوده شده باشد و این اثر غیرمعمول را به وجود آورده باشد. رنگ به‌وجود آمده در این شیشه‌ها بر پایه‌ی این واقعیت استوار است که مواد با ابعادنانو، خواص مواد با ابعاد میکرو را ندارند [۲].

**شکل ۱ جام لیکرگوس:**
آ) بازتاب نور از بیرون جام و
ب) تابش نور از درون جام

. این کشف که افزودن مقدار بسیار کمی طلا به شیشه، سبب سرخ شدن رنگ آن می‌شود، به نام یوهان کانکل[۳] ثبت شده است که در پایان قرن ۱۷ میلادی در آلمان می‌زیست [۳].

یوهان کانکل

ریچارد فاینمن

برای درک این‌که چرا شیشه رنگی می‌شود، می‌توان آن را به‌طور شیمیایی تجزیه کرد. تجزیه‌ی شیمیایی جام لیکرگوس نشان می‌دهد که ترکیب آن شبیه شیشه‌های امروزی است. در جدول ۱ درصد مواد موجود در جام لیکرگوس با شیشه‌های امروزی مقایسه شده است.

**مقایسه درصد ترکیب شیمیایی موجود در جام لیکرگوس و شیشه‌های امروزی**

| ترکیب شیمیایی | جام لیکرگوس (درصد) | شیشه‌های امروزی (درصد) |
|---|---|---|
| سیلسیم دی‌اکسید | ۷۳ | ۷۰ |
| سدیم اکسید | ۱۴ | ۱۵ |
| کلسیم اکسید | ۷ | ۱۰ |

**جدول ۱**

برای بررسی علت رنگی شدن جام لیکرگوس باید آن را با بزرگنمایی‌های بسیار بالا مورد بررسی قرار داد. با بررسی ساختار این شیشه توسط میکروسکوپ الکترونی عبوری، ذره‌های بسیار ریزی از بلورهای فلزی، در ساختار آن مشاهده می‌شود که اندازه‌ی آن‌ها در حدود ۷۰ نانومتر است. بررسی‌های انجام شده با پرتوی X نشان داده که نسبت بلورهای نقره به طلا ۱۴ به ۱ است. این ذره‌ها شبیه ذره‌های ریز موجود در هوا ـ که باعث می‌شوند آسمان در شب به رنگ سرخ به‌نظر برسد ـ با پخش کردن نور باعث می‌شوند شیشه، رنگی به‌نظر برسد [۴].

## پایه‌گذار فناوری نانو

نخستین جرقه‌ی فناوری نانو در سال ۱۹۵۹ زده شد. در این سال ریچاردفاینمن[۴] مقاله‌ای را درباره قابلیت‌های فناوری نانو در

آینده منتشر کرد. با آن که پیش از فاینمن، اطلاعات بسیاری در این زمینه به‌دست آمده بود، اما فاینمن را به‌عنوان پایه گذار این علم می‌شناسند. فاینمن که بعدها جایزه‌ی نوبل را در فیزیک دریافت کرد در آن سال در یک مهمانی شام که توسط انجمن فیزیک آمریکا برگزار شده بود، طی یک سخنرانی با عنوان «فضای زیادی در سطوح پایین وجود دارد»[5] ایده‌ی فناوری نانو را ارایه داد. وی این نظریه را مطرح کرد که در آینده‌ای نزدیک می‌توان مولکول‌ها و اتم‌ها را به‌صورت مستقیم دستکاری کرد. سخنرانی او شامل این مطلب بود که می‌توان تمام دایره‌المعارف بریتانیکا را روی یک سنجاق نگارش کرد. با این کار ابعاد این کتاب به اندازه‌ی ۱/۲۵۰۰۰ ابعاد واقعیش کوچک می‌شود. او هم‌چنین از دوتایی کردن اتم‌ها برای کاهش ابعاد رایانه‌ها سخن گفت. در آن زمان ابعاد رایانه‌ها بسیار بزرگ‌تر از ابعاد کنونی بود. اما او احتمال می‌داد که ابعاد آن‌ها را بتوان حتی از ابعاد رایانه‌های کنونی نیز کوچک‌تر کرد. او در آن سخنرانی گسترش بیش‌تر فناوری نانو را پیش‌بینی کرد.

واژه‌ی فناوری نانو، برای نخستین‌بار توسط نوریوتاینگوچی، استاد دانشگاه علوم توکیو در سال ۱۹۷۴ بر زبان‌ها جاری شد. او این واژه را برای توصیف ساختار مواد و وسایل دقیقی که ابعاد آن‌ها در حد نانومتر است به کار برد. در سال ۱۹۸۶ این واژه توسط کی اریک در کسلر در کتابی با عنوان «موتور آفرینش: آغاز دوران فناوری نانو» بازآفرینی و تعریف شد. وی این واژه را به شکل عمیق‌تری در پایان‌نامه‌ی دکترای خود مورد بررسی قرار داده، بعدها آن را در کتابی با عنوان «نانو سامانه‌ها، ماشین‌های مولکولی، چگونگی ساخت و محاسبات آن‌ها» توسعه داد[۳].

| تاریخ | رویدادهای مهم در زمینه‌ی فناوری نانو |
|---|---|
| ۱۸۵۷ | مایکل فارادی محلول کلوییدی طلا را کشف کرد |
| ۱۹۰۵ | تشریح رفتار محلول‌های کلوییدی توسط آلبرت انیشتین |
| ۱۹۳۲ | ایجاد لایه‌های اتمی به ضخامت یک مولکول توسط لانگمور |
| ۱۹۵۹ | فاینمن ایده‌ی «فضای زیاد در سطوح پایین» را برای کار با مواد در مقیاس نانو مطرح کرد |
| ۱۹۷۴ | برای نخستین‌بار واژه‌ی فناوری نانو توسط نوریو تاینگوچی بر زبان‌ها جاری شد |
| ۱۹۸۱ | IBM دستگاهی اختراع کرد که توانایی جابه‌جا کردن اتم‌ها را به‌طور تکی ممکن می‌کرد |
| ۱۹۸۵ | کشف ساختاری تازه از کربن، $C_{60}$ |
| ۱۹۹۰ | شرکت IBM توانایی کنترل چگونه قرار گرفتن اتم‌ها را به نمایش گذاشت |
| ۱۹۹۱ | کشف نانو لوله‌های کربنی |
| ۱۹۹۳ | تولید نخستین نقاط کوانتومی با کیفیت بالا |
| ۱۹۹۷ | ساخت نخستین نانو ترانزیستور |
| ۲۰۰۰ | ساخت نخستین موتور DNA |
| ۲۰۰۱ | ساخت یک مدل آزمایشگاهی سلول سوخت با استفاده از نانو لوله |
| ۲۰۰۲ | شلوارهای ضدلک به بازار آمد |
| ۲۰۰۳ | تولید نمونه‌های آزمایشگاهی نانو سلول‌های خورشیدی |
| ۲۰۰۸ | پژوهش و گسترش پیشرفت در عرصه‌ی فناوری نانو ادامه دارد |

جدول ۲ برخی از رویدادهای مهم تاریخی در شکل‌گیری فناوری و علوم نانو

## کاربرد فناوری نانو

فناوری نانو، توانمندی تولید مواد، ابزارها و سامانه‌های جدید با کنترل در سطوح مولکولی و اتمی و استفاده از خواصی است که در آن سطوح ظاهر می‌شوند. از همین تعریف ساده برمی‌آید که فناوری نانو یک رشته‌ی جدید نیست، بلکه رویکردی جدید در همه‌ی رشته‌هاست. برای فناوری نانو کاربردهایی را در حوزه‌های گوناگون، از غذا و دارو و تشخیص پزشکی و زیست‌فناوری گرفته تا الکترونیک و رایانه، ارتباطات، حمل‌ونقل، انرژی، محیط زیست، مواد، هوا-فضا و امنیت ملی برشمرده‌اند. کاربردهای گسترده‌ی این عرصه همراه با اثرهای اجتماعی، سیاسی و حقوقی آن، این فناوری را به‌عنوان یک زمینه‌ی «فرا رشته‌ای و فرابخشی» مطرح کرده است.

## نتیجه‌گیری

فناوری نانو، عرصه‌ی مهمی در علم و فناوری است که در سال‌های اخیر توجه کشورها، سازمان‌ها، مراکز آموزشی و پژوهشی و پژوهشگران را به خود جلب کرده است. حضور در این عرصه برای کشورها اجتناب‌ناپذیر بوده، برای کشور ما نیز تصمیم‌گیری به‌موقع و درست در این عرصه ضرورت دارد و یکی از اقدام‌های ضروری در این زمینه، تشکیل شبکه‌ی نوآوری در یکی از محورهای کاربردی آن است. تدوین و اجرای طرح جامع و آینده‌نگر و نهاد هماهنگ‌کننده‌ی فرابخشی نیز یکی دیگر از شرایط اصلی موفقیت در این عرصه است.

---

* عضو هیأت علمی دانشگاه علم‌وصنعت

1. National Nanotechnology Initiative
2. Lycurgus
3. Kunckel,J.
4. Feynman, R.P.
5. There's plenty of room at the bottom!

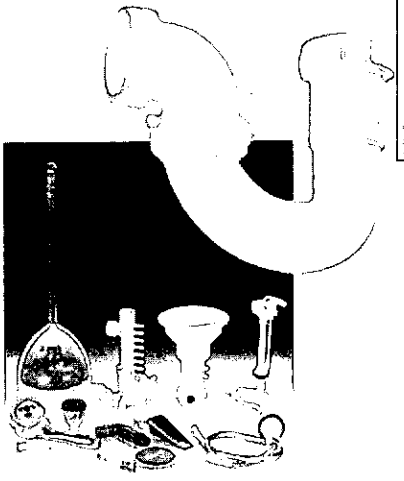
# تازه های شیمی

گردآوری و ترجمه: مژگان آبی* و فرحناز سیفی**

## لوله کشی های پلاستیکی و بوی بد آب آشامیدنی

آیا تاکنون آبی نوشیده‌اید که بوی گِل بدهد؟ آیا مزه‌ی آن مانند آبی است که از لوله‌های پلاستیکی بیرون می‌آید؟

پروفسور آندرا ام. دیتریچ[1] مهندس محیط زیست دانشگاه ویرجینیا، برای پی بردن به اثر لوله‌های پلاستیکی بر مزه‌ی آب آشامیدنی آزمایش‌هایی انجام داده است. از آن‌جا که به تازگی برای لوله‌کشی آب آشامیدنی از مواد پلاستیکی به‌جای فلزها استفاده می‌شود، در پی گزارش‌های حاکی از نارضایتی شهروندان از مزه و بوی آب، پژوهش‌هایی در این زمینه ترتیب داده شده است. این پژوهشگر همراه با گروه خود، نخست اقتصادی بودن استفاده از این گونه لوله‌ها را مورد بررسی قرار داد و با توجه به مواد طبیعی و گندزدا که در پالایش آب مورد استفاده قرار می‌گیرد مجموعه آزمایش‌هایی را ترتیب داد که از آن جمله قرار دادن آب به مدت ۳ روز در لوله‌های پلاستیکی و بررسی بو و مزه‌ی آن پس از این مدت بود. جنس لوله‌های مورد بررسی به این قرار بود: پلی‌وینیل کلرید کلردار[2] یا cPVC، پلی‌اتیلن سنگین[3] یا HDPE، و بسپارهای پلی‌اتیلن که دارای پیوندهای جانبی[4] از نوع PEX-a و PEX-b بودند.



بنابراین پژوهش‌ها، cPVC بوی اندکی را در آب آشامیدنی ایجاد کرد و افزون بر آن، ورود مواد شیمیایی به آبی که در این لوله‌ها نگه‌داری شده بود، دیده نشد. پلی‌اتیلن سنگین، HDPE، بیش‌ترین بو را ایجاد کرد اما مواد آلی را وارد آب نکرده بود. لوله‌های شامل PEX-b، مقدار متوسطی بو و ماده‌ی آلی را در محیط پیرامون خود ایجاد کردند و لوله‌های PEX-a نسبت به لوله‌های PEX-b، توانایی کم‌تری در ایجاد بو و آزاد کردن مواد آلی در آب آشامیدنی نشان دادند.

این پژوهشگر گزارش داده است که بو و مزه گرفتن آب آشامیدنی

ناشی از ماندن آن در این لوله‌ها، کوتاه‌مدت بوده، پس از مدتی حدود ۲ ماه از بین می‌رود. دیتریچ بر این باور است که هیچ رابطه‌ی مستقیمی میان مواد شیمیایی و شدت بو وجود ندارد. مقدار بو گاه به قسمت در تریلیون می‌رسد اما به هرحال بینی انسان از توانایی ویژه برای درک آن برخوردار است و می‌تواند مقدار ناچیز این بوها را حتی بهتر از دستگاه‌ها تشخیص دهد. بنابراین، سازندگان لوله‌ها باید در جهت رفع مشکلات و بهبود این نوع لوله‌کشی آب آشامیدنی به تلاش‌های خود ادامه دهند.

1. Dietrich, A. M.
2. chlorinated PVC, cPVC
3. high density polyethylene
4. cross-linked polyethylene

Halford, B. *C & EN News*, Aug. 24, **2007**.

## پیشرفت کلسیم فلوئورید به سوی انحلال‌پذیری

فلوئورسپار[1]، $CaF_2$، به عنوان منبع تهیه‌ی فلوئور، نقش بی‌مانندی را در صنایع شیمیایی بازی می‌کند و به صنعت بسپارهای فلوئور و کاربرد روبه رشد فلوئور به‌عنوان جایگزین مناسب مواد دارویی برای پایدار کردن فعالیت اجزای سازنده‌ی داروها اهمیت ویژه داده است.

تاکنون هیچ فرایند مستقیم فلوئوردار کردن گزارش نشده است که از $CaF_2$ به‌عنوان واکنشگر استفاده کند. درواقع، $CaF_2$ با سولفوریک‌اسید واکنش می‌دهد و هیدروژن فلوئورید تولید می‌کند که از آن به‌عنوان یک واکنشگر فلوئوردار کردن استفاده می‌شود.

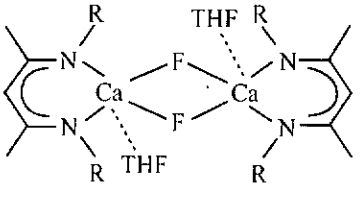
هربرت دبلیو. راسکی[2] یک پروفسور شیمی در دانشگاه گاتینگتون در آلمان، ۱۲ سال پیش در زمینه‌ی تولید مشتق‌هایی از $CaF_2$ که در حلال‌های آلی انحلال‌پذیر باشند، پژوهش‌هایی را آغاز کرد. او درباره‌ی شیمی فلوئور چنین می‌گوید: «$CaF_2$ ماده‌ای بسیار سخت است و سختی هیچ‌یک از مشتق‌های آن به اندازه‌ی خودِ این ماده نمی‌رسد.» او، دلیل این امر را چنین شرح می‌دهد که این ترکیب در آب و حلال‌های آلی حل نمی‌شود و دارای نقطه‌ی ذوب بالا، حدود $1418^{\circ}C$ است و در شکل معدنی خود بسیار پایدار است. اما هنگامی که گرم می‌شود، فلوئورسین تولید می‌کند.

گذشته از تهیه‌ی HF، این ویژگی‌ها سبب شده است که $CaF_2$ به‌عنوان ماده‌ای پوشش‌دهنده در برابر پرتوهای فروسرخ و فرابنفش و برای کاربردهایی گسترده سودمند باشد. هنگامی که این ماده در سطح شیشه، سیلیسیم یا یک فلز به‌کار می‌رود، مواد را در برابر آسیب‌های شیمیایی مقاوم می‌کند. اما به‌دلیل انحلال‌پذیری کم بویژه در حلال‌های آلی، ایجاد این پوشش باید با استفاده از روش رسوبدهی با بخار در دماهای بالا انجام گیرد.

راسکی چند سال پیش با نخستین کمپلکس آلی $CaF_2$ روبه‌رو شد که انحلال‌پذیر بود. اما در آن، $CaF_2$ در بستری از تیتانوسن ـ که خود انحلال‌پذیر است ـ به دام افتاده بود. برای این کمپلکس کاربرد ویژه‌ای یافت نشد. اما در خلال چند سال پیش، نخستین کمپلکس کلسیم فلوئورید، $[LCaF(THF)_2]$، که در حلال‌های آلی به‌خوبی حل می‌شود شناخته و معرفی شد که در آن، L نشانه‌ی یک لیگاند بتادی کیمینات[3] است که یک گروه حجیم دی‌ایزوپروپیل فنیل را حمل می‌کند و THF نیز یک تتراهیدروفوران است. این کمپلکس از واکنش میان $LCaN[Si(CH_3)_3]_2$ THF با $(CH_3)_3SnF$ تشکیل می‌شود. کلسیم مونوفلوئورید به‌دست آمده به‌صورت یک دی‌مر وجود دارد و در حلال‌هایی هم‌چون بنزن، هگزان و تتراهیدروفوران حل می‌شود. لیگاندهای این کمپلکس قفسی را پیرامون اتم‌های کلسیم ایجاد کرده‌اند. کلسیم‌ها به کمک پلی که اتم‌های فلوئور می‌سازند با هم ارتباط دارند و کوئوردینه شدن با مولکول‌های تتراهیدروفوران، به این ترکیب پایداری بیش‌تری می‌بخشد.

1. fluorspar
2. Roesky, H. W.
3. β-dikiminate

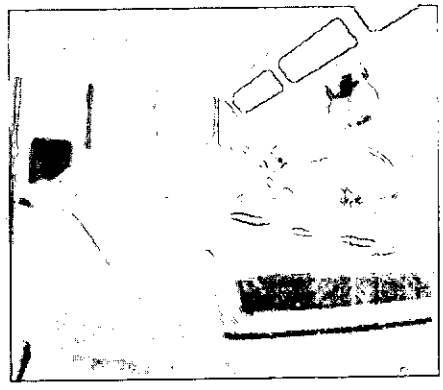
Ritter, S. K. *C & EN News*, Aug 24, **2007**.




شکل ۱ ساختار کمپلکس کلسیم فلوئورید،
THF = تتراهیدروفوران
R = ۲ و ۶- دی‌ایزوپروپیل فنیل

### مواد محافظ هوشمند

برخی مواد، هوشمند هستند یعنی می‌توانند اِشکال‌های موجود در خود را ترمیم کنند. دمیتری شوکین[1] و همکارانش در آلمان، در گروه مهندسی شیشه و سرامیک مؤسسه‌ی ماکس پلانک، پوششی نانو برای فلزها و آلیاژهایی ساخته‌اند که لایه‌ای بسیار نازک شبیه ژل روی مواد تشکیل می‌دهند. چنان‌چه این پوشش آسیب ببیند، فلز به‌طور معمول، در برابر عوامل طبیعی قرار می‌گیرد. اما نانو محافظت‌کننده‌ها، در این موارد، هر خراش یا حفره‌ی میکروسکوپی را پر می‌کنند و ماده را از آسیب بیش‌تر در امان نگه می‌دارند.



در گذشته مهندسان روش‌هایی غیرفعال را برای جلوگیری از آسیب دیدن فلزها یافته و مورد استفاده قرار داده‌اند. گالوانیزه‌کردن یا ایجاد پوشش‌هایی از جنس بسپارها مانند لایه‌های ضدآب برای پوشاندن آهن، فولاد، آلیاژهای آلومینیم و فلزهای دیگر روش‌های مطمئنی برای جلوگیری از پیشروی خوردگی نیستند. اگرچه که پوشش دادن با کروم روش محافظتی خوبی است اما به خاطر تهدید سلامتی فرایندهای صنعتی و خطرناک‌بودن ممکن است به‌زودی ممنوع اعلام شود. اشکال همه‌ی روش‌های پیشین این بوده است که اگر پوشش محافظت‌کننده، آسیب ببیند هوا و رطوبت می‌تواند بدترین نوع خوردگی را برای فلز بدون محافظ در بر داشته باشد.

اما پوشش‌های ساخته شده از مواد هوشمند که توسط شوکین توسعه یافته‌اند می‌توانند خود را اصلاح کنند. به هر حال، سرمایه‌گذاری‌های اولیه می‌تواند زیان‌های اقتصادی بی‌شماری را کاهش دهد که در اثر فرسودگی یا خوردگی در صنایع موجود در دنیا از خودروسازی و هوانوردی گرفته تا شیمی و ساختمان‌سازی معمول است. در این رویکرد، لایه‌ی پوشاننده‌ی خوداصلاحگر، به‌صورت لایه‌ی نازکی از مولکول‌ها که محتوی مواد نانو محافظت‌کننده‌ی انباشته شده و شامل بنزوتری‌آزول، به عنوان یک ماده‌ی بازدارنده در برابر خوردگی هستند، ساخته می‌شود. ذره‌های نانو از جنس سیلیسیم اکسید با لایه‌ای نازک که از دو بسپار باردار شده، تشکیل یافته پوشش می‌یابند. دو بسپار به کار رفته پلی‌اتیلن ایمین و پلی‌استایرن سولفونات هستند.

سپس، لایه‌ای از ترکیب بازدارنده، یعنی بنزوتری آزول اطراف این مواد پیچانده می‌شود. آن‌گاه، با استفاده از یک ژل سیلیکای محلول که شامل زیرکونیم‌اکسید است، ذره‌های نانو رسوب داده می‌شوند. این پوشش فلزی روی آلومینیم آزمایش شده و نتایج موفقیت‌آمیزی را نشان داده است.

هر یک از مواد شیمیایی موجود در لایه‌ی پوشش‌دهنده نقشی کلیدی در حفاظت از آلیاژ آلومینیم دارند. ذره‌های سیلیکا پشتیبان عمل حفاظتی بنزوتری آزول، به‌عنوان ماده‌ی بازدارنده‌ی خوردگی، و بسپارهای باردار هستند. در حالی که زیرکونیم‌اکسید سبب می‌شود که همه‌ی این مواد به آلیاژ آلومینیم بچسبند. هنگامی که پوشش محافظ آسیب می‌بیند، ویژگی‌های هوشمند آن وارد عمل می‌شود. بسپارهای باردار به‌طور معمول بنزوتری‌آزول را در محل نگه می‌دارند. اما وقتی به پوشش محافظ آسیبی وارد می‌شود، این مواد آزاد می‌شوند و بنزوتری آزول می‌تواند در طول لایه‌ی ژل به سرعت نفوذ کند و هر شکافی را بپوشاند، پیش از آن‌که عامل خورنده خود را به فلز برساند.

شوکین و همکارانش متوجه شده‌اند که پوشش هوشمند می‌تواند فلز را از آب حاوی نمک در امان نگه دارد حتی اگر سطح فلز بارها با یک سوزن سوراخ شود. این پوشش می‌تواند به‌مدت طولانی آلیاژ آلومینیم را در یک محلول نمک حفاظت کند. شوکین می‌گوید هنگامی که پوشش آسیب می‌بیند حفره‌هایی در اندازه‌ی ده‌ها برابر میکرومتر، در مدت کم‌تر از ۲۴ ساعت می‌توانند ترمیم شوند. او می‌افزاید از این روش می‌توان در صنایع هوا- فضا، در حفاظت از آلیاژهای آلومینیم استفاده کرد.

1. Shchukin, D.

Bradley, D. *Chemistry Web Magazine*, issue, no. 57.

### هوای پاک

افزون بر اکسیدهای نیتروژن و گوگرد، ترکیب‌های آلی فرّار موجود در هوا نیز از راه تشکیل مه‌دود بر سلامتی انسان اثر

نامناسب می گذارند.

هم‌اکنون که قوانین محافظت و تولید هوای پاک، هر روز بیش از پیش مورد توجه قرار می گیرد، بیش‌تر سامانه‌های تازه‌ی پالایش هوا بر پایه‌ی کاتالیزگرهای نوری و استفاده از مواد جاذب مانند زغال‌چوب فعال یا پالایش با استفاده از اوزون کار می کنند. به‌هرحال هیچ‌یک از سامانه‌های یاد شده در دمای اتاق خوب عمل نمی کنند.

پژوهشگران ژاپنی، به‌تازگی ماده‌ی جدیدی را معرفی کرده‌اند که می‌تواند به گونه‌ای مؤثر، ترکیب‌های آلی فرار مانند نیتروژن و اکسیدهای گوگرد موجود را در دمای اتاق از بین ببرد. در سامانه‌ی نوآوری شده‌ی آن‌ها از منگنز اکسیدی که دارای حفره‌های فراوانی است استفاده شده است که در این حفره‌ها ذره‌های طلا در اندازه‌ی نانو رشد کرده‌اند.

جهت بررسی توانایی‌های این کاتالیزگر جدید، گروه پژوهشی آنیل کی. سینا[1] آزمایش‌هایی را با استفاده از استالدهید، تولوئن و هگزان در مرکز آزمایشگاهی تویوتا[2] ترتیب داد. این سه ترکیب، از جمله سه‌آلوده‌کننده‌ی اصلی هوا هستند که افزون بر آلوده کردن هوای محیط بیرون، در آلوده‌سازی فضای درونی خانه‌ها نیز نقش دارند.

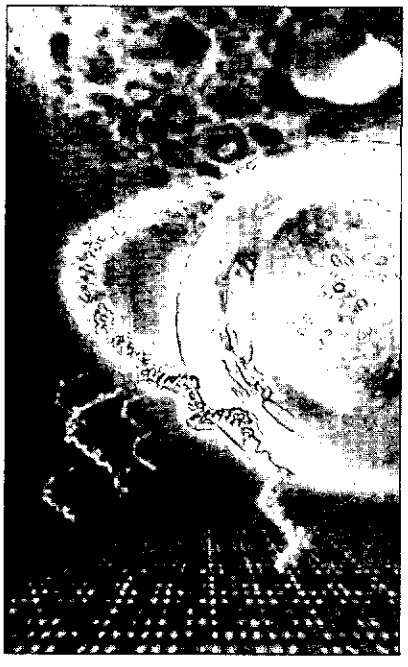
بنابر مشاهده‌ها، به کمک کاتالیزگر یاد شده، هر سه‌ی این ترکیب‌ها به گونه‌ای مؤثر از هوا جدا شده‌اند و علت این موفقیت نیز، وجود سطح داخلی بسیار بزرگ منگنز اکسید با منفذهای بسیار است چنان‌که، تعداد این منفذها در این ترکیب منگنز از ترکیب‌های دیگر آن بیش‌تر است. این سطح بزرگ، در برابر مولکول‌های فرار، چون نقطه‌هایی جذب‌کننده عمل می کند. در این ترکیب مقدار اکسیژن برای انجام فرایند اکسایش کافی است. در سطح این ترکیب، جایی که طلا وجود دارد، اکسیژن موجود در هوا تجزیه می شود تا اتم‌های اکسیژن تشکیل شده جای اتم‌های اکسیژن مصرف شده در فضای حفره‌دار منگنز اکسید را بگیرند.

در این روش، طلا به‌وسیله‌ی مکنده‌های لیزری پرتوهای فرابنفش، روی منگنز اکسید رسوب داده می شود. در واقع، سطح طلا توسط لیزر تحریک می شود و همین امر سبب رانده شدن ذره‌های طلا از راه تبخیر می شود. ذره‌های طلا، انرژی بالایی دارند و از این‌رو تا عمق زیادی در منگنز اکسید نفوذ می کنند. کارایی منگنز اکسید به پیاده‌سازی دقیق این مراحل وابسته است.

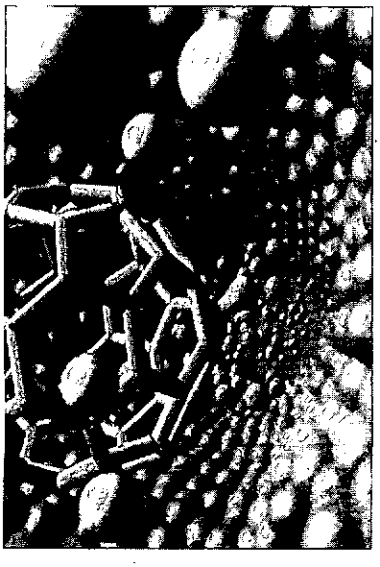
1. Sinha, A. K.
2. Toyota

Phys Org.com

## رفتار اتم مانند ذره‌های نانو



دانشمندان با استفاده از علم مکان‌شناسی[1] و به کمک لیگاندهای تیول[2] هزاران اتم یک نانو ذره‌ی طلا را کنار یک‌دیگر قرار داده‌اند و مشاهده کرده‌اند که آن‌ها به صورت یک اتم دو والانسی (ظرفیتی) رفتار می کنند. پس از آن‌که این ذره‌های نانو با یک‌دیگر پیوند یافتند، رشته‌ای باریک از طلا را ایجاد کردند. پروفسور فرانسیسکو استلاکی[3]، مسئول پژوهش‌های مؤسسه‌ی فناوری ماساچوست[4] در این می گوید این حالت تعادلی، مقیاس نانوی یک بسیار است. گروه پژوهشی پروفسور استلاکی جهت



ایجاد طرحی منظم و دو والانسی در ذره‌های نامنظم طلا، از قضیه‌ی هاری- بال[5] در علم مکان‌شناسی استفاده کردند که بنابر آن، چنان‌چه درمرکز سر ما دو دایره‌ی رشد مو وجود داشته باشد، شانه یا صاف کردن مو امکان‌پذیر نخواهد بود و دو تار مویی که در دو سوی دایره، در جهت مخالف یک‌دیگر قرار دارند به حالت ایستاده باقی می‌مانند. پژوهشگران، نانو ذره‌های پوشیده‌شده از مخلوط دو نوع لیگاند تیول را مورد استفاده قرار دادند و توانستند تیول‌هایی را که در پایان ساختار زنجیری خود دارای گروه کربوکسیلیک اسید هستند، جایگزین تیول‌هایی کنند که در نقطه‌های قطبی قرار گرفته‌اند. پروفسور استلاکی توضیح می‌دهد: «ما می‌دانستیم که در این بخش از دایره، بیش از دیگر بخش‌های آن، مقدار جایگزینی، دامنه‌ی بزرگ‌تری خواهد داشت. وجود گروه عاملی اسیدی در هریک از قطب‌ها، سبب شد که هر اتم، دو والانسی شود.» این گروه پس از ایجاد تغییر در تیول‌ها، ذره‌های دو والانسی را با ترکیب ۱ و ۶-دی‌آمینو هگزان فشرده کرد تا ساختاری شبیه به یک بسپار به طول بیش از ۲۰ نانو ذره پیدا کنند.

چاد ای. میرکین[6] کارشناس کنترل طرح نانو مقیاس دانشگاه نورث وسترن[7] بر این باور است که والانس کردن ساختار نانو از راه انتخاب سطحی یا لبه‌ای، پیشرفتی بزرگ و اساسی است و به پژوهش‌های یادشده نیز می‌تواند کمک کند. به این ترتیب طرح‌هایی بنیادی‌تر و پیچیده‌تر ارایه خواهد شد که حتی تبدیل اتم‌ها به مولکول‌ها را در پی خواهد داشت.

1. topology

2. thiol

3. Stellacci, F.

4. Massachusetts

5. Hairy-ball

6. Mirkin, Ch. A.

7. North Western

C & EN News, *Latest News*, Jan, 22, **2007**.

### افزایش توانایی در ذخیره‌سازی هیدروژن

اگرچه که ایده‌ی استفاده از فناوری سوخت هیدروژنی در خودروها، هم‌اکنون مراحل طراحی را می‌گذراند، اما استفاده از این فناوری در آینده‌ای نه‌چندان دور عملی می‌شود. بنابراین، انجام پژوهش‌هایی در زمینه‌ی چگونگی ذخیره‌ی هیدروژن به‌طور گسترده مورد توجه قرار گرفته است.

یکی از روش‌های تازه در این زمینه، پیوند دادن مستقیم هیدروژن با اتم فلزها بوده است. در این زمینه از ساختارهای آلی فلزی در مقیاس نانو استفاده شده است. توانایی هیدروژن در پیوند یافتن با فلزها، این اجازه را به مولکول‌های $H_2$ می‌دهد تا به تعداد بیش‌تری در کنار هم قرار گیرند و به این ترتیب افزایش ظرفیت چشم‌گیری در ذخیره‌سازی $H_2$ نسبت به حالت‌های معمولی، که در ترکیب‌های غیرفلزی متداول بود، دیده می‌شود.

جفری لوی[1] از دانشگاه کالیفرنیا، یک ترکیب آلی فلزی شامل منگنز را با استفاده از ترکیب بنزن تریس تترا زولات سنتز کرد و آن را برای ذخیره‌ی هیدروژن مورد آزمایش قرار داد. مقدار جذب $H_2$ توسط این ماده ۶/۹درصد وزنی یا ۶۰g/L بود که بیش‌ترین مقدار جذب گزارش شده توسط چنین ترکیب‌هایی بوده است و نسبت به مقدار ارایه شده از سوی سازمان انرژی در سال ۲۰۰۱، یعنی ۶درصد وزنی یا ۴۵g/L، که برای ذخیره‌ی $H_2$ پیش‌بینی شده بود افزایشی چشم‌گیر دارد.

کامرون کاپت[2] از دانشگاه سیدنی در استرالیا نیز ترکیب آلی فلزی مس بنزن‌تری کربوکسیلات را ساخته و توانایی آن را در ذخیره‌سازی $H_2$ مورد بررسی قرار داده است. بنا به این آزمایش‌ها در این قالب، ۶منطقه‌ی جذب برای $H_2$ وجود دارد و در مکان‌هایی که $Cu^{2+}$ وجود دارد، جذب $H_2$، زودتر از جاهای دیگر انجام می‌گیرد و پس از آن نقطه‌های غیرفلزی با حفره‌های کوچک‌تر $H_2$ را جذب

می‌کنند.

برای پی بردن به نقطه‌های فعال‌تر، روش پراش نوترونی مورد استفاده قرار می‌گیرد. که در آن به‌جای $H_2$، از دوتریم استفاده می‌شود. گروه پژوهشی آنتونی[3] نیز از دانشگاه یو. سی[4] در سانتا باربارا ترکیب نیکل سولفو ایزوفتالات را سنتز، و به کمک روش پراش نوترونی، مکان‌های فعال آن را شناسایی کرده است.

بنابر پژوهش‌ها، برهم کنش میان هیدروژن و حفره‌های موجود در دیواره‌های ترکیب‌های آلی فلزی یاد شده بر اساس نیروهای وان در والس بوده، مقدار آن به $5kJ/mol$ می‌رسد و ذخیره‌ی مقدار زیاد هیدروژن، تنها در فشار بالا و در دمای $77K$ امکان‌پذیر است. کارشناسان بر این باورند که ذخیره‌کردن هیدروژن در دمای معمولی، نیاز به ترکیب‌های آلی فلزی با سطح گسترده‌تر دارد. مشاهده‌ی اثرهای این سه ترکیب که شامل فلزهای متفاوتی هستند، نشان‌دهنده‌ی توانایی گسترده‌ی این پژوهش است.

1. Loy, J.R.
2. Kapet, C.J.
3. Anthony
4. UC

*C& EN News*, Jan.1, **2007**.

## تولید پلاستیک‌های جدید با استفاده از شیش کباب

گروهی پژوهشی به سرپرستی جولیا کورنفیلد[1]، مهندس شیمی در کلتک[2]، به تازگی جهان شیمی را با واژه‌ای تازه آشنا کردند. آن‌ها ساختارهای زیبا و کوچکی کشف کرده‌اند که هنگام تشکیل بلور بسپارها تولید می‌شوند و با نام «شیش کباب»[3] شناخته می‌شوند. استفاده از این ساختارها در پلاستیک‌ها، سبب افزایش استحکام در آن‌ها می‌شود. این گروه از مواد به فراورده‌های گوناگون، سختی می‌بخشند و سبب درخشان شدن آن‌ها می‌شوند. با استفاده از این مواد، بدنه‌ی خودروها را می‌توان از خراش دیدن محافظت کرد و در همان حال می‌توان به کمک آن‌ها یک لایه از بدنه‌ی خودرو را از آن جدا کرد. بنابراین، باید آن‌ها را کنترل کرد و به آن‌ها بهبود بخشید.

پژوهش‌های این گروه منجر به تهیه‌ی موادی پیشرفته شده است که در ترکیب بیش‌تر پلاستیک‌های پرکاربرد به کار می‌روند. کورنفیلد می‌گوید این کشف مربوط به ساختن پلاستیک‌های محکم است و به تولید کنندگان فرصت می‌دهد بسپارهایی تولید کنند که در تهیه‌ی فراورده‌های پیچیده و ظریف مورد استفاده قرار می‌گیرند. این مواد نسبت به مواد تولیدی هم‌سان با خود، کیفیت بهتری دارند، از دید اقتصادی ارزان‌ترند و هم‌چنین زودتر می‌توان به تهیه‌ی آن‌ها پرداخت.

این گروه مواد، از بسپاری به نام پلی‌اولفین ساخته شده‌اند. این ماده در نیمی از کل پلاستیک‌هایی که تعداد آن‌ها در سال به بیش از ۱۰۰ میلیون نوع می‌رسد، به‌کار می‌رود. افزون بر کاربرد این ماده در بخش‌های گوناگون خودروها، از آن در تولید لوله، سیم، کابل و الیاف فرش، سرنگ‌های یک‌بار مصرف و پارچه استفاده می‌شود.

پلی‌اولفین‌ها موادی سودمندند زیرا به تولیدکنندگان، این امکان را می‌دهند که مدل و ویژگی‌های آن‌ها را تغییر دهند. به این ترتیب این مواد می‌توانند گاه مانند فولاد سخت و محکم، و گاه به اندازه‌ی یک کش لاستیکی نرم و انعطاف‌پذیر باشند. اگرچه که در صنایع پلاستیک، می‌توان چگونگی توزیع مولکول‌ها را مشخص کرد اما در این مورد، هنوز جهت دادن به مولکول‌ها و هدایت آن‌ها عملی نشده است. با بهره‌گیری از این کشف تازه، پژوهشگران می‌توانند ترکیب‌هایی جدید با مجموعه‌ای از خواص تازه تولید کنند که پیش از این، در دسترس قرار نداشته‌اند. دانشمندان دریافتند برخی از مولکول‌ها، بویژه مولکول‌های بلند می‌توانند سبب کنار هم قرار گرفتن مولکول‌های دیگر و تولید مولکول شیش‌کباب شوند.

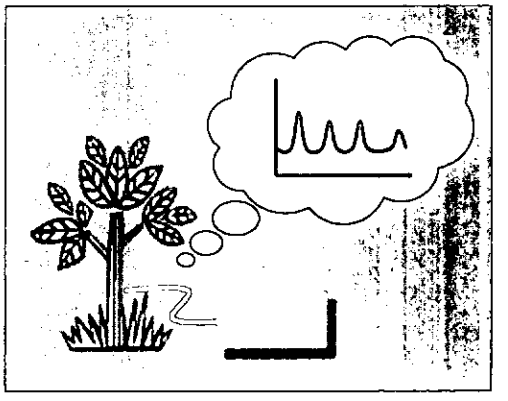
اکنون می‌توان قالب موادی را که پیش از این ساختن آن‌ها ممکن نبود، به مولکول شیش‌کباب، تزریق کرد و به تهیه‌ی آن‌ها پرداخت. به این ترتیب، قیمت تولید بسیاری از فراورده‌ها کاهش می‌یابد و در همین راستا بازده‌ی تولید آن‌ها رو به فزونی می‌نهد.

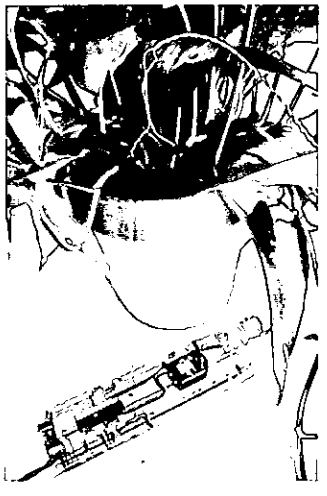
1. Kornfield, J.
2. Caltech
3. Shish-kebabs

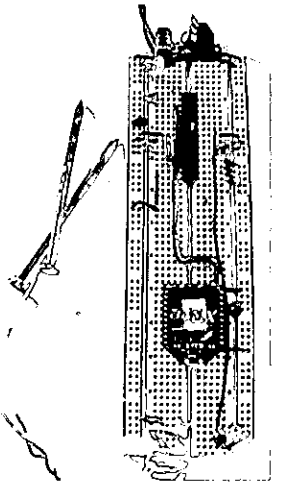
*Science Daily*, May 21, **2007**.

## کاهش اثر باران‌های اسیدی به کمک کلسیم

بررسی‌های جدید در زمینه‌ی چگونگی تنظیم میزان کلسیم در گیاهان، منجر به یافتن روش‌های تازه‌ای در جلوگیری از آسیب‌های ناشی از باران‌های اسیدی شده است. از آن‌جا که باران‌های اسیدی باعث دفع کلسیم از برگ گیاهان می‌شود در نتیجه مقدار تعادلی کلسیم در گیاه کاهش می‌یابد. از دست دادن کلسیم می‌تواند از راه خاکی که گیاه در آن رشد می‌کند نیز صورت گیرد. بررسی







چگونگی تنظیم کلسیم می‌تواند به یافتن راهکارهای جدید در مبارزه با اثرهای باران‌های اسیدی بینجامد. زیست‌شناس و سرپرست این پژوهش، پروفسور پی[1]، از دانشگاه زین-هینگ[2] می‌گوید: «یافته‌های ما باید به دانشمندان کمک کند تا به چگونگی پاسخ اکوسیستم گیاهان به کاهش کلسیم خاک پی ببرند و با دریافتن آن بتوانند راه‌هایی مناسب طراحی کنند تا در حفظ محیط موثر باشد.»

هرگیاهی برای رشد، به مقدار چشم‌گیر به کلسیم نیازمند است. کلسیم حل شده در خاک از راه ریشه به گیاه وارد می‌شود و با چرخش آب، کلسیم محلول در آن به سلول‌های گوناگون رفته، به گیاه استحکام می‌بخشد. مقدار کلسیمی که وارد گیاه می‌شود در طول روز متفاوت است و هنگام شب به کم‌ترین مقدار خود می‌رسد. کلسیم در تنظیم عملکردهای زیست‌شناختی در گیاهان و جانوران نقشی ضروری و مهم دارد. گیاهان به کمک حسگرهای مولکولی و پیام‌رسان‌های شیمیایی به تشخیص و تنظیم مقدار ذخیره‌ی مواد معدنی ضروری مانند آب و کلسیم، در خود می‌پردازند.

پروفسور پی و همکارانش برای پی بردن به چگونگی کار حسگرهای تنظیم‌کننده‌ی کلسیم در یک گیاه، از مولکول‌هایی که آن‌ها را در عروس دریایی یافته بودند، استفاده کردند. این مولکول‌ها، هنگام وجود کلسیم، از خود نور منتشر می‌کردند. اگر حسگرها متوجه می‌شدند که کلسیم موجود در گیاه، برای رشد آن کافی نیست، با رساندن پیام، رشد گیاه را کم می‌کردند یا به آن پایان می‌دادند تا زمانی که دوباره مقدار کلسیم موجود به حد مناسب برسد. آقای پی بر این باور است که گیاه ممکن است پیام کم را با بسیار کم اشتباه بگیرد و در نتیجه، پیام نادرستِ پایان گرفتن رشد به گیاه برسد. او می‌گوید: «در خلال قرن گذشته، برخی از زمین‌ها به اندازه‌ی ۷۵درصد کلسیم خود را از دست داده‌اند. یکی از راه‌های جبران این امر، افزودن کلسیم به زمین‌های کشاورزی است. اما انجام این کار در همه‌ی زمین‌ها ممکن نیست. از سوی دیگر، این روش چندان ارزان و به‌صرفه به‌نظر نمی‌رسد. اما با دستکاری کردن حسگرهای گیاهی و ایجاد تغییر به اندازه‌ی مناسب، می‌توان گیاه را وادار به ساخت و حفظ سلول‌های تازه کرد.»

1. Pei

2. Zhen-Hing

*National Science Foundation*, March 11, 2007.

---

* معلم شیمی منطقه‌ی ۸ تهران

** معلم شیمی منطقه‌ی ۲ تهران

## گزارشی از یک میزگرد

خورشید کوچکی*

# نقش آزمون‌های هماهنگ در بهبود آموزش

پس از ارایه‌ی طرح‌های آموزشی و پیاده‌سازی روش‌های تدریس، آن‌چه که هم‌چنان کارشناسان و مدیران برنامه‌ریزی درسی را در نظام آموزشی جدید به زور آزمایی فرا می‌خواند، چنان‌که آنان را به تلاشی سخت و تکاپویی همه‌جانبه مشغول داشته است و به اندیشه‌های نوین و ارایه‌ی راهکارهایی کارامد پویایی می‌بخشد، برنامه‌ریزی و معرفی روش‌های مناسب، جهت سنجش و ارزشیابی از دانش‌آموزان، پس از یادگیری مفاهیم آموزشی است.

روشن است که برنامه‌ریزی در این زمینه‌ی حساس و بررسی نتایج حاصل از پیاده شدن برنامه نیازمند دقت و صرف زمانی نسبتاً طولانی است. به‌هرحال، پس از چند سال که شاهد تغییر در رویکردهای آموزشی و دگرگونی‌هایی در نظام برگزاری آزمون‌ها بوده‌ایم، چنان‌که آزمون‌هایی به‌شکل هماهنگ و نهایی را تجربه کرده‌ایم، شاید زمان آن فرا رسیده باشد که به ارزشیابی روش‌های برگزاری آزمون‌ها و بررسی کارایی آن‌ها در بهبود کیفیت کار معلمان و فرایند یادگیری و آموزش به دانش‌آموزان بپردازیم.

به این ترتیب بود که برآن شدیم تا در میزگردی دیگر از مجموعه میزگردهای مجله، نقش آزمون‌های هماهنگ را در بهبود آموزش، بررسی کنیم. این میزگرد با حضور آقای جعفر صادقی رنجی کارشناس پیشین گروه هماهنگی و برنامه‌ریزی دوره‌ی متوسطه در دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی

**و خانم‌ها: صدیقه عدنانی و نسترن خضرایی‌کیا معلمان شیمی منطقه‌ی ۱ تهران و فخری حسینی معلم شیمی منطقه‌ی ۲ تهران برگزار شد. اکنون شرح گفت‌وگوهای میان حاضران این میزگرد پیش روی خوانندگان گرامی قرار می‌گیرد.**

**✦ با توجه به یکسان نبودن امکانات آموزشی در سطح کشور، آیا برگزاری امتحان ها به صورت هماهنگ و کشوری را مناسب می‌دانید؟**

خانم عدنانی: «هر کدام از این دو، مزایا و معایبی دارند. اگر دبیران هر منطقه، برای همان منطقه سؤال طرح کنند، فضایی برای خلاقیت، استعداد و روش‌ها در اختیار قرار می‌گیرد. اما از آن‌جا که در کنکور، معدل در تعیین رتبه‌ی شرکت‌کنندگان دخالت دارد، در صورت هماهنگ نبودن امتحانات، دانش‌آموزان اعتراض می‌کنند. اگر طراحی سؤالات خوب باشد این نوع امتحانات برای عده‌ای از همکاران مزیت دارد و آن‌ها نیز با سؤال‌های خوب آشنا می‌شوند هرچند که خلاقیت، از معلم گرفته می‌شود.»

خانم عدنانی

خانم حسینی: «هر دو روش خوب است. در واقع، باید هدف مشخص باشد. اگر معیار کنکور، معدل است پس امتحان هماهنگ بهتر است. البته عدم هماهنگ بودن امکانات در مناطق، در کنکور لحاظ شده است و فکر می‌کنم این مشکل برطرف شده باشد. اما اگر کنکور حذف شود، بهتر است امتحانات به‌طور منطقه‌ای برگزار شود چون حتی در تهران هم میان مناطق مختلف، تفاوت‌های زیادی وجود دارد.»

خانم خضرایی‌کیا: «من فکر می‌کنم باید یک قدم از داستان کنکور فراتر رویم. اگر به اهداف آموزش و پرورش توجه کنیم و هدف از امتحان هماهنگ، مطرح کردن و سنجیدن هدف‌های ما باشد، پیاده‌کردن این نوع امتحان‌ها درست و خوب است. اگر معلم، دیدگاه یا روش نادرستی داشته باشد، با دیدن سؤالات هماهنگ، اصلاح می‌شود. البته باید سؤال‌ها به گونه‌ای خوب، جهت دهنده و قوی طراحی شوند و اگر امکانات ما فقط توزیع کتاب‌های غیردرسی است، یا کلاس‌های خصوصی تنها امکاناتی باشند که در اختیار ما قرار دارند، بهتر است این نوع امتحان‌ها برگزار نشود. ما در کنکور شاهد بوده‌ایم که دانش‌آموزانی از مناطق محروم، رتبه‌های خوبی می‌آورند. البته ممکن است میان دانش‌آموز منطقه‌ی ۱ و ۳ تفاوت وجود داشته باشد. اما دانش‌آموزان متکی به روش معلم و کتاب درسی، نتایج خوبی می‌گیرند. در حال حاضر، سایه‌ی کنکور بزرگ شده و باعث شده است که ما هدف خودمان را فراموش کنیم و فکر کنیم که تنها باید دانش‌آموز را به دانشگاه بفرستیم و چون میان وزارت علوم و وزارت آموزش و پرورش هماهنگی لازم وجود ندارد، آموزش و پرورش متحمل زیان‌های زیادی شده است.»

آقای رنجی: «به‌نظر می‌رسد ابتدا باید مسأله را باز کرد. در واقع پیش از هر صحبتی باید بگوییم که اهداف امتحان هماهنگ چیست؟ در جلسات شورای عالی آموزش و پرورش، برگزاری امتحان هماهنگ به تصویب رسید و قرار شد امتحان ثلث دوم و سوم در تمام مقاطع هماهنگ باشد. طراحان این برنامه دلایلی برای مفید بودن این طرح، به این شرح اعلام کردند:

- سنجش دانش‌آموزان تا حد مناسب و بنا به استانداردهای مشخص شده و میزان معلومات
- جدی‌تر تلقی شدن کار از طرف معلمان و دانش‌آموزان
- توجه به اتمام کتاب‌های درسی
- به‌کار گیری ملاک‌های مشخص
- تساوی شرایط امتحان
- تصحیح اوراق با توجه به بارم مشخص
- ایجاد احساس مسئولیت در دانش‌آموزان و معلمان
- افزایش درصد قبولی

البته گروهی نیز به این طرح و روش، انتقادهایی به این ترتیب داشتند:

○ تکیه بر حفظ محوری مطالب کتاب. برای نمونه، معلم ممکن است با روش دانش‌آموز ـ محور تدریس کرده باشد. اما چون طراح، روش تدریس معلم را نمی‌داند به محفوظات کتاب اکتفا می‌کند.

○ آسیب دیدن حرفه‌ی معلمی. گاهی در جهت تمرکز بیش‌تر در سیستم، به‌جای واگذار کردن ارزشیابی به معلم، این امر به منطقه یا وزارتخانه سپرده می‌شود.

○ یکسان نبودن روش تدریس، تجربه‌ی معلم، میزان علاقه به سطح علمی معلمان، عدم توزیع عادلانه‌ی امکانات و مطرح نبودن اعتبار معلم در تصحیح اوراق.

خانم خضرایی کیا

○ نادیده گرفتن نظارت های فردی، فرهنگی، اجتماعی یا نقش خانواده
○ قالبی شدن سؤالات که در نتیجه ی آن، معلم و دانش آموزان اشکالات کار خود را به سؤالات برمی گردانند.
○ ایرادها یا اشکالات سؤال های امتحانی در طیف وسیع تری پخش می شود.
○ برگزاری امتحانات هماهنگ به صرف هزینه نیازمند است.

با تغییر نظام آموزشی به سالی-واحدی، برنامه ریزی و طراحی سؤالات به مدارس واگذار شد و اولین معزل پذیرش دانشجویان ما در دانشگاه های خارجی به وجود آمد. در گذشته، دیپلم چهارساله ی ما با ارزش و مورد پذیرش اغلب دانشگاه ها بود اما بعد از آن، متقاضیان حتی در کشور سوریه ـ که از لحاظ علمی وضعیت خیلی خوبی ندارد ـ پذیرفته نشدند. بنابراین تصمیم به برگزاری امتحانات به طور هماهنگ گرفته شد. تقریباً تا یک ماه مانده به امتحانات، درس هماهنگ مورد نظر را هم مشخص نمی کردند و تمام معلمان در تلاش برای تمام کردن کتاب بودند. اما تنها یکی دو درس به طور هماهنگ برگزار می شد. تا آن که در آیین نامه ی سالی-واحدی جدید اجازه داده شد که تنها در امتحانات پایانی (خرداد و شهریور)، امتحان یک یا دو درس در هر پایه (غیر از پایه ی سوم) به صورت هماهنگ برگزار شود. در نتیجه از شدت و حدت کار نسبت به وضعیت آغازین، کاسته شد.

از لحاظ آیین نامه ای، حرکت به سوی مدرسه محوری است اما از سوی دیگر، بحث نظارت و پشتیبانی از برنامه ی درسی، درمیان است. اهدافی که نوشته می شود به مدارس منتقل می شود. اما منابع علمی لازم وفرد یا افراد ناظر بر اجرای برنامه مشخص نیست.

**✦ تصور می کنید برگزاری امتحان های نهایی چه تأثیری بر آموزش داشته باشد؟**

خانم عدنانی: «امتحانات نهایی معلمان را ملزم به اتمام کتاب می کند. حتی در بعضی مدارس گاهی نمره ی امتحان نهایی و مستمر را مقایسه می کنند و به این ترتیب ارزشیابی معلم را تحت تأثیر قرار می دهند. بنابراین معلم سعی می کند به نوعی فعالیت بیش تری برای رسیدن به نتیجه ی بهتر داشته باشد. البته در پایه ی سوم دبیرستان، با توجه به چهار ساعتی بودن درس در هفته، هدف، تنها اتمام کتاب است و خلاقیت معلم مورد توجه قرار نمی گیرد. با این وجود من، امتحان نهایی یا هماهنگ را لازم می دانم زیرا همه ی دانش آموزان تحت شرایط یکسان مورد سنجش قرار می گیرند.»

خانم حسینی: «ما مجبوریم که امتحان نهایی داشته باشیم و این نوع امتحان مزایا و معایبی دارد. معایب آن این است که خلاقیت معلم را می گیرد، و چون هدف، اتمام کتاب است، فرصت زمانی از معلم گرفته می شود و فرصتی برای تفکر دانش آموز باقی نمی ماند. برای آن که تعهدات تحقق یابد، برگزاری امتحان نهایی فرصت خوبی است. فقط باید بدانیم که چه چیزهایی را باید به دانش آموزان یاد بدهیم.»

خانم خضرایی کیا: «آموزش باید به گونه ای باشد که دانش آموز فکر کردن را یاد بگیرد. در این صورت است که به هر سؤالی قادر به پاسخ گویی است. ما باید به جای فکر کردن به کمبود زمان، به تناسب توان دانش آموزان، روش یادگیری مادام العمر را به آن ها یاد بدهیم تا شاید دانش آموزان ضعیف نیز با بقیه همراه شوند.»

آقای رنجی: «در پی صحبت همکاران باید بگویم علاوه بر کنکور که تمام آموزش و پرورش ما را تحت تأثیر قرار داده است، پارامتر دیگری نیز در روش ما مؤثر است و آن این است که مدیران به جای این که از روش های حمایتی خود از دانش آموز و معلم استفاده کنند، تا معلم فعالیتش را خوب انجام دهد، فقط نتیجه ی امتحان را ملاک ارزشیابی قرار می دهند. بنابراین ممکن است معلمی که با خلاقیت تدریس کرده و شاید طبق اهداف آموزشی نیز به ارزشیابی بپردازد، نتیجه ی مطلوبی از ارزشیابی نداشته باشد و بالعکس.

اگر امتحان نهایی یا هماهنگ تنها باعث می شود که کتاب تمام شود، پس مشکل از برنامه ریز است که بدون توجه به برنامه ی هفتگی مدرسه، محتوایی را در نظر گرفته که معلم نمی تواند با توجه به ساعت در نظر گرفته شده، کتاب را تمام کند. گاهی هم بعضی از معلمان، دامنه و عمق مطالب را به حدی می برند که فراتر از اهداف آموزشی است. اگر اهداف شناخته شود و به معلم معرفی شود این مشکلات حل می شوند.»

**✦ شرایط انتخاب طراح برای طراحی پرسش های امتحانی در این گونه امتحان ها چیست؟**

آقای رنجی: «رشته ی تحصیلی طراح باید با موضوع درسی هماهنگ باشد. طراح باید در همان سال تحصیلی، در پایه ی مورد نظر تدریس داشته باشد. حداقل پنج سال سابقه ی تدریس داشته باشد، توانمند باشد، حسن شهرت داشته باشد یعنی گروه های

آموزشی او را تأیید کنند و در مؤسسات آزاد، تدریس نداشته باشد.»

**✦ اگر معلمان نسبت به نوع و تعداد پرسش های امتحانی شکایت داشتند یا اشکالات علمی در پرسش ها وجود داشت، باید به کجا مراجعه کنند؟ آیا در اداره‌ی امتحانات در سطح استان‌ها مرجعی برای این منظور وجود دارد؟**

آقای رنجی: «وجود اشکال در سؤال، طبیعی است فقط چون طیف وسیعی را دربر می گیرد و در جلسه‌ی امتحان دسترسی به همکاران امکان ندارد، باید حساسیت و بررسی خاصی صورت گیرد.

گاهی اشکال به سهل انگاری حروف چین مربوط است. معمولاً سؤالات پس از حروف چینی و قبل از قرار دادن در پاکت، بازبینی می‌شوند. حال اگر در مواردی اشکال باشد تصحیح بارم سؤال یا حتی حذف یک سؤال، انجام می گیرد. هم‌چنین همکاران یا دانش‌آموزان می‌توانند به حوزه‌های امتحانی یا منطقه مراجعه و خواسته‌های خود را مطرح کنند تا گفته‌های آن‌ها از آن‌جا به استان یا وزارتخانه منتقل شود و مورد بررسی قرار گیرد.»

خانم حسینی

**✦ آیا واگذاری بارم‌بندی به معلمان بازتاب خوبی داشته است؟**

آقای رنجی: «هر ساله بودجه‌بندی از لحاظ زمانی و ارزش گذاری فصول به مدارس ارسال می‌شود. بر اساس آیین‌نامه‌های اجرایی مدارس، بودجه‌بندی به عهده‌ی مدارس است و برای پایه‌های اول و دوم و پیش‌دانشگاهی، بارم‌بندی پیشنهادی داده شده است. اما برای امتحان نهایی بارم‌بندی الزامی است.

اعتقاد ما به‌عنوان برنامه‌ریز این است که باید بارم‌بندی درستی با توجه به موضوع، اهداف آموزشی و این‌که این اهداف تأثیرگذار یا پیش‌نیاز آموزش بعدی هست یا خیر، داشته باشیم. بنابراین یک برنامه‌ریز مطابق با اهداف فوق، ارزش گذاری می‌کند و بارم‌ها را اعلام می‌دارد. تا ۰/۲۵ یا ۰/۵ نمره هم در اختیار معلم است که بارم را تغییر دهد. این کاری است که معمولاً انجام می گیرد.»

**✦ اگر این حق معلمان است پس گروه‌های آموزشی با چه مجوزی درتنظیم و ارائه ی بارم‌بندی به معلمان دخالت می کنند؟**

آقای رنجی

آقای رنجی: «مشخص شدن بارم‌ها به معلم خط می‌دهد. حال ممکن است در بعضی از موارد گروه‌های آموزشی روی جنبه‌های اختیاری دست گذاشته، سبب مسایلی شده باشند. اما باید کار گروه‌های آموزشی فراتر از این باشد. با این‌که سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی، مغز آموزش و پرورش است ولی ارتباط زیادی با مدارس و استان ندارد. گروه‌های آموزشی باید بازوی سازمان پژوهش و رابط معلم با سازمان باشند نه این‌که کار اجرایی داشته باشند.»

***

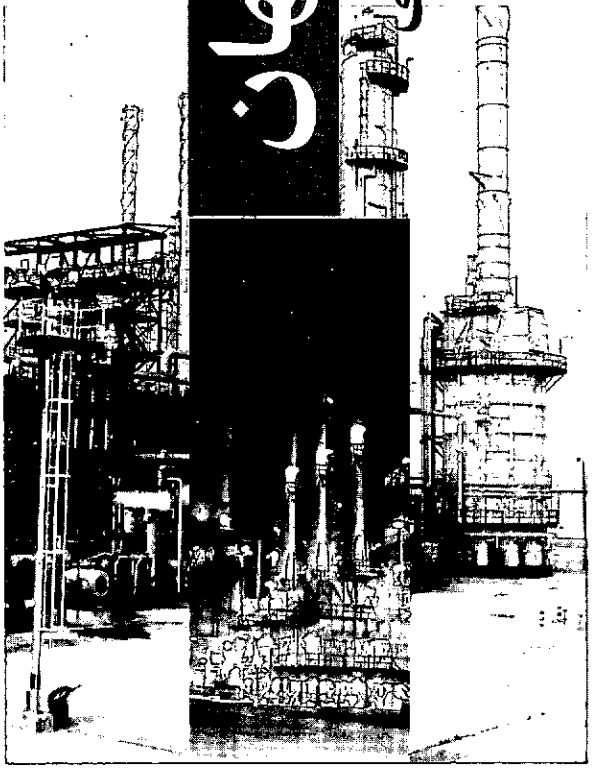
*نظر شما چیست؟ برخی بر این باورند که برگزاری آزمون‌های نهایی و هماهنگ، با آن‌که به اهداف دانشی جزیی مانند آموزش تمام مطالب کتاب درسی تحقق می‌بخشد، اما در همان حال ایجاد زمینه‌های نگرانی را در معلمان فراهم کرده، آن‌ها را وادار می‌کند تا کلاس را به گونه‌ای معلم ـ محور اداره کنند، با این هدف که درصد قبولی دانش‌آموزانشان مورد پذیرش و چشم‌گیر باشد. در این میان، فراموش یا کم‌رنگ شدن اهداف آموزشی و نیز برجسته‌تر شدن سایه‌ی کنکور بیش از پیش خودنمایی می‌کند و این پرسش پیش می‌آید که چرا باید ملاک ارزشیابی معلمان درصد قبولی باشد؟ آیا پس از این همه نشیب و فراز که آموزش و پرورش ما به خود دیده است، جای تأسف نیست که دانش‌آموزان ما از بار علمی اندکی برخوردار باشند که کشورهای همسایه‌ی نه‌چندان مطرح در عرصه‌های آموزش، از پذیرش آن‌ها در دوره‌های بالاتر سرباز زنند؟ پس از این، چه باید کرد؟ چگونه می‌توان آزمون‌هایی هم‌راستا با اهداف آموزشی طراحی و اجرا کرد؟ چگونه می‌توان سد کنکور را برداشت و معلمان را تشویق کرد تا با حفظ آرامش خود، به پیگیری هدف‌های آموزشی بپردازند؟*

---

* معلم شیمی ناحیه‌ی ۱ کرج

# پالایشگاه اصفهان و گزارشی از یک بازدید علمی

آذر دلسوز*



**چکیده**

شرکت پالایش نفت اصفهان یکی از مهم‌ترین پالایشگاه‌های ایران است که در فاصله‌ی پنج کیلومتری شمال شرقی شهر اصفهان قرار دارد. این پالایشگاه نفت مصرفی خود را از چاه‌های نفت مارون که در ۷۰ کیلو متری شهر اهواز قرار دارند، از راه لوله‌ای به طول حدود ۴۳۰ کیلومتر، که توسط هفت تلمبه خانه به جلو رانده می‌شود، تأمین می‌کند. ظرفیت پالایش این مجتمع تا حدود ۳۷۰ هزار بشکه در شبانه روز است و نفت خام را به فراورده‌هایی هم‌چون گاز مایع، بنزین معمولی، گازوییل، نفت سفید، سوخت هواپیما، نفت کوره، روغن موتور، قیر، نفتا و نوعی بنزین ویژه[1] تبدیل می‌کند.

این پالایشگاه دارای چند واحد جانبی مانند واحدهای تهیه‌ی هیدروژن، نیتروژن و گوگرد نیز هست. این پالایشگاه افزون بر تأمین حدود ۲۵ درصد از مواد سوختی مورد نیاز کشور، خوراک کارخانه‌های پتروشیمی اصفهان، پتروشیمی اراک و مجتمع آلکیل بنزن را به عهده دارد.

**کلید واژه‌ها:** تقطیر در جو، تقطیر در خلاء، غلظت شکن، هیدروکراکینگ

## آغاز سخن

به مجموعه عملیاتی که باعث می‌شود از نفت‌خام مواد گوناگونی مانند گاز، گاز مایع، بنزین، نفت‌سفید، گازوییل، روغن، گریس، قیر و... به‌دست آید پالایش نفت گفته می‌شود. فرایندهای پالایش نفت را می‌توان به سه دسته‌ی کلی تقسیم کرد:

- جدا کردن مواد با استفاده از روش تقطیر جزء به جزء
- تبدیل کردن مواد نامرغوب کم‌مصرف به مواد مرغوب پر مصرف
- گرفتن ناخالصی‌ها با استفاده از حلال از فراورده‌های نفتی.

هم‌اکنون کشور ما دارای ۹ پالایشگاه در شهرهای آبادان، اصفهان، اراک، کرمانشاه، تبریز، تهران، شیراز، بندرعباس و لاوان است که ظرفیت کل پالایش آن‌ها به ۱۶۵۰۰۰۰ بشکه در روز می‌رسد. بیش‌ترین ظرفیت را پالایشگاه آبادان با ۳۵۰۰۰۰ بشکه در روز دارد و کم‌ترین آن، متعلق به پالایشگاه لاوان با ۲۰۰۰۰ بشکه در روز است. در بین کشورهای جهان، ایران از نظر میزان پالایش نفت‌خام در مرتبه‌ی پانزدهم قرار دارد. روی‌هم‌رفته، صنایع نفتی جهان سالانه ۲۲ میلیون بشکه نفت‌خام را پالایش می‌کنند.

در چند دهه‌ی اخیر به غیر از سوزاندن مواد نفتی، بویژه به‌خاطر پیشرفت در علم و فناوری، اندیشه‌ی استفاده‌ی بهینه از مواد نفتی گسترش فراوان داشته است. چنان‌که سعی شده است که نفت‌خام در کارخانه‌های مختلف، به مواد شیمیایی و صنعتی مورد نیاز تبدیل شود. در همین راستا، یکی از فعالیت‌های پالایشگاهی، تهیه‌ی

خوراک برای مصرف در مجتمع های پتروشیمی بوده است.

## تاریخچه

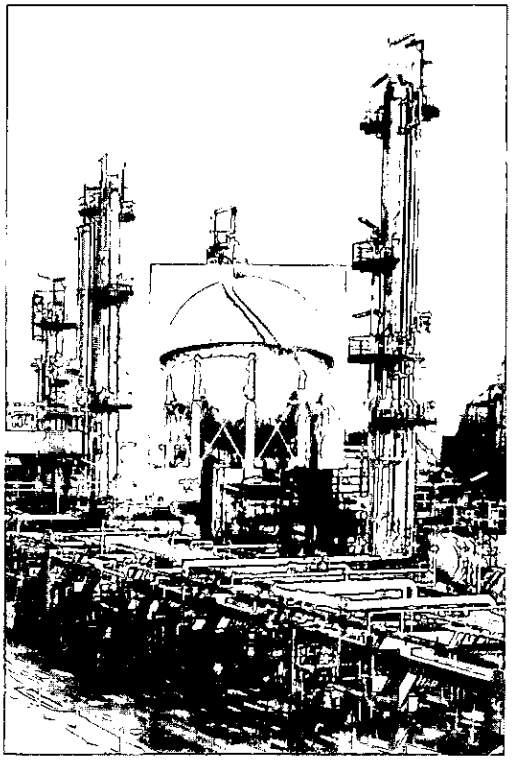
از سال ۱۳۷۷ در پی سیاست های تغییر ساختار وزارت نفت، پالایشگاه اصفهان به شرکت پالایش نفت اصفهان تغییر نام یافت. این شرکت با نظارت شرکت ملی پالایش و پخش فراورده های نفتی ایران فعالیت می کند. پالایشگاه در زمینی به مساحت ۴ کیلومتر مربع ساخته شده و از سال ۱۳۵۸ به بهره برداری رسیده است. عملیات طراحی و ساخت این مجتمع از سال ۱۳۵۲ آغاز و تا سال ۱۳۵۶ حدود ۹۰ درصد از دستگاه ها و تجهیزات آن نصب شد. در جریان انقلاب اسلامی، کارشناسان خارجی مجبور به ترک ایران شدند. از آن پس کارشناسان ایرانی تصمیم گرفتند که دنباله ی کار را گرفته، با تلاش و کوشش خود، پالایشگاه را کامل کنند. از مهم ترین فعالیت های مربوط به گسترش تجهیزات پالایشگاه، از سال ۱۳۵۸ می توان به این موارد اشاره کرد:

- **سال ۱۳۶۱**، افزایش ظرفیت پالایشگاه از ۲۰۰ هزار بشکه در روز به ۲۸۴ هزار بشکه، به کمک واحدهای تقطیر و سپس افزایش آن به ۳۷۰ هزار بشکه، به کمک واحدهای کاهش گرانروی
- **سال ۱۳۶۴** راه اندازی واحد جدید قیر پُرنر[۲]
- **سال ۱۳۷۱** راه اندازی واحد روغن ساز، ایجاد کارخانه های ظرف سازی، تولید قوطی ۱ و ۴ لیتری و بشکه های ۲۲۰ لیتری و ۱۶۰ لیتری
- **سال ۱۳۷۲** آغاز بهره برداری از تأسیسات مربوط به خوراک رسانی به پتروشیمی اصفهان، بهره برداری از طرح جاده ای خوراک رسانی به پتروشیمی اراک، بهره برداری از تأسیسات خوراک رسانی به شرکت سرمایه گذاری صنایع شیمیایی ایران
- **سال ۱۳۷۵** راه اندازی واحد تولید قیرهای جاده ای
- **سال ۱۳۷۸** راه اندازی واحد تولید حلال های ویژه.

## فراوری نفت خام

خوراک شرکت پالایش نفت اصفهان، نفت خامی است که از حوزه های نفتی مارون و شادگان به آن می رسد. این نفت پس از ورود به پالایشگاه، نخست روانه ی برج تقطیر می شود. در پالایشگاه، اصلی ترین واحد، واحد تقطیر نفت خام است. این واحد از دو قسمت تقطیر در هواکره و تقطیر در خلاء تشکیل شده است. تقطیر در هواکره نخستین مرحله ی پالایش در مجتمع است که شامل فرایند فیزیکی جداسازی اجزای تشکیل دهنده ی نفت خام براساس نقطه ی جوش هیدروکربن ها در فشار اتمسفر است. هر چه نقطه ی جوش یک برش نفتی کم تر باشد عمل جداسازی آن در گرمای کم تری انجام می شود. واحد تقطیر در هواکره ی این پالایشگاه، نفت خام را به فراورده هایی مانند گاز، گاز مایع، نفتای سبک و سنگین، بنزین، نفت سفید، نفت گاز و موادی که در ته برج باقی می مانند، تفکیک می کند. واحد تقطیر در خلاء ته مانده ی برج تقطیر در هواکره را به نفت گاز، خوراک واحد هیدروکراکینگ، روغن خام سبک و سنگین تبدیل می کند. ظرفیت اسمی هر یک از واحدهای تقطیر ۱۰۰ هزار بشکه در روز بوده که با طرح های جدید به ۱۴۲ هزار بشکه رسیده است.

برش هایی که از تقطیر نفت در پالایشگاه به دست می آیند ممکن است فراورده های نهایی یا نیمه نهایی باشند. هر برش نیمه نهایی بسته به ویژگی های آن و جهت ارتقای کیفیت، به واحدهای پایین دستی مانند واحد کاهش گرانروی، تبدیل کاتالیستی، شکست هیدروژنی و شست و شو با حلال فرستاده می شود تا به فراورده ی نهایی تبدیل شود.



## واحد کاهش گرانروی

در فرایند تقطیر، فقط جداسازی فیزیکی انجام می شود و فراورده های به دست آمده از نظر کمی و کیفی، با نیاز بازار هماهنگی ندارند. در این مرحله از پالایش، بیش تر فراورده هایی که دارای مولکول های سنگین هستند و درنتیجه، نه قابل استفاده اند و نه مقرون به صرفه، بایستی به مولکول های سبک تر تبدیل شوند. با تبدیل آن ها از هیدروکربن های خطی به هیدروکربن های پارافینی حلقوی یا آروماتیک، خواص لازم به آن ها داده می شود تا به شکل مناسب برای ارایه در

بازار درآیند. بنابراین در مرحله ی بعدی، مولکول های سنگین که ته برج تقطیر مانده اند، برای شکسته شدن به واحد دیگری به نام واحد کاهش گرانروی فرستاده می شوند. در این واحد، مولکول های بزرگ شکسته شده، فراورده هایی هم چون گاز، بنزین خام (نامرغوب) و نفت کوره به دست می آید. ظرفیت این واحد ۴۳۰۰۰ بشکه در روز است. بنزین نامرغوب مدتی خوراک واحد کاتالیستی در پالایشگاه بود. اما چون از آن، بنزین بدبویی تولید می شد که در بازار بوی نامطبوع آن کاملاً محسوس بود، حذف آن از خوراک واحد کاتالیستی انجام گرفت و از آن پس، فقط به عنوان سوخت، داخل پالایشگاه مصرف می شود.

### واحد عملیات تبدیل کاتالیستی و پالایش نفتا

هدف این واحد تبدیل نفتا به بنزین موتور با درجه ی آرام سوزی بالاست. در این قسمت، ترکیب های گوگردی، اکسیژن دار، نیتروژن دار و ناخالصی های فلزی در برابر کاتالیزگرهای کبالت-مولیبدن یا نیکل- مولیبدن حذف می شوند و بنزین خام سنگین به پلاتفورمیت که نوعی ویژه از بنزین است، تبدیل می شود. از دیگر فراورده های این واحد، گاز مایع و گاز غنی از هیدروژن است و ظرفیت آن به ۱۹۰۰۰ بشکه در روز می رسد.

### واحد هیدروکراکینگ

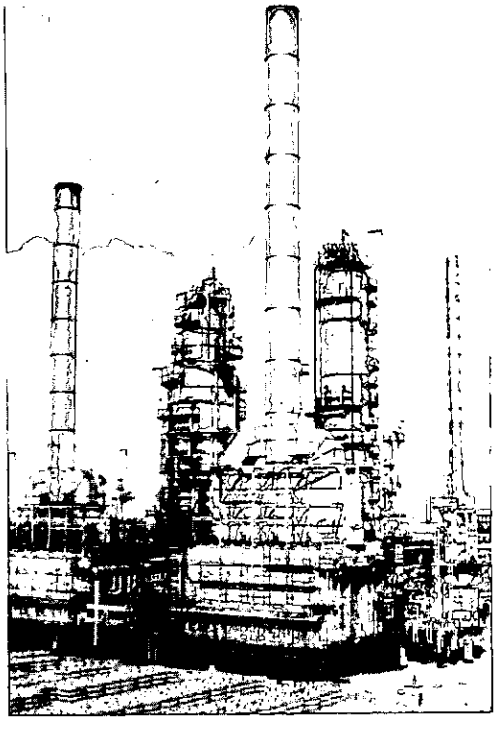
هیدروکراکینگ واکنشی است که در جریان آن، مولکول های بزرگ به مولکول های کوچک تر تبدیل می شوند. این واکنش گرمازا بوده، نیاز به هیدروژن دارد. در این واحد به کمک هیدروژن، کاتالیزگر، گرما تا حدود ۴۴۰ درجه ی سلسیوس و فشار ۱۸۳/۷ atm، برش نفتی سنگین به فراورده هایی هم چون گاز، گاز مایع، نفتای سبک و سنگین، نفت سفید (سوخت جت) و نفت گاز تبدیل می شود. ظرفیت این واحد حدود ۱۵۰۰۰ بشکه در روز است.

نفت خام، افزون بر هیدروکربن ها دارای ترکیب های دیگری نیز هست که در پالایشگاه ها به عنوان ترکیب های مزاحم خوانده می شوند و بیش تر شامل ترکیب های گوگرددار، نیتروژن دار و اکسیژن دار هستند که هر کدام طی مراحلی در فرایند پالایش، از فراورده های نهایی جدا می شوند. گوگرد یکی از بدترین آلاینده های هوا به شمار می رود. بنابراین کوشش می شود که هنگام پالایش نفت، گوگرد آن جدا شود. از نظر عملی، گوگردزدایی روش های گوناگونی دارد، مانند: گوگردزدایی توسط آلکیل دار کردن، روش استخراج، روش ته نشین کردن، روش اکسید کردن انتخابی یا روش جذب سطحی روی یک جاذب جامد. در پالایشگاه، گوگرد موجود در خوراک، توسط هیدروژن دار کردن جدا، و به هیدروژن سولفید تبدیل می شود که با تزریق آب آن را از محیط عمل جدا می کنند.

### واحدهای تهیه ی گاز مایع

گازهای سبک و سنگین تولید شده در واحدهای مختلف پس از جمع آوری، به این بخش فرستاده می شوند. در این بخش، جداسازی گازها به بوتان مایع، پروپان، پنتان و گاز سوخت پالایشگاه انجام می گیرد. هر واحد گاز مایع این پالایشگاه حدود ۸۸۰۰ بشکه در روز ظرفیت دارد که می توان آن را به ۱۴۸۰۰ بشکه در روز افزایش داد.

### واحد روغن سازی



از بخش های دیگر پالایشگاه، واحد روغن سازی است. روغن خام تفکیک نشده از برج تقطیر در خلاء به بخش روغن سازی فرستاده می شود. این روغن حاوی ناخالصی هایی هم چون موم، مواد حلقوی و رطوبت است. هیدروکربن های حلقوی به کمک حلال و موم، به روش بلوری کردن، از روغن جدا می شوند. در بخش پایانی این واحد، حلال و رطوبت موجود در روغن از آن گرفته می شود.

### واحد آسفالت یا قیر

خوراک واحد آسفالت، ته مانده ی برج تقطیر در خلاء است. این ته مانده شامل ۷۰ درصد آسفالت و ۳۰ درصد روغن است. موادروغنی ته مانده ی برج

تقطیر در خلاء در برج استخراج‌کننده در شرایط خاصی از گرما و فشار، در پروپان حل و استخراج می‌شوند. برای تهیه‌ی آسفالت از ته‌مانده‌ی برج تقطیر در خلاء، هوای گرم به برج دمیده می‌شود تا مولکول‌های سبک آن خارج شوند. آن‌چه باقی می‌ماند، ماده‌ی سفتی است که همان آسفالت است. آسفالت شامل هیدروکربن‌های سنگین چندحلقه‌ای است که بیش‌ترین ناخالصی‌های گوگرد، نیتروژن، اکسیژن و فلزهایی هم‌چون سدیم، نیکل، وانادیم و آهن را داراست.

### واحد هیدروژن‌سازی

واکنش‌هایی که در واحدهای هیدروکراکینگ انجام می‌گیرند به هیدروژن نیاز دارند. از این‌رو، در واحد هیدروژن‌سازی پالایشگاه توسط فرایندهای کاتالیستی، هیدروژن مورد نیاز ساخته می‌شود. خوراک این واحد، گاز طبیعی یا گازهای سبک‌تر از $C_4H_{10}$ است. گاز و بخار آب در برابر کاتالیزگرهای مختلف به متان، کربن‌مونواکسید، کربن‌دی‌اکسید و هیدروژن تبدیل می‌شوند. خلوص این هیدروژن حدود ۹۶/۵ درصد است که به واحد خالص‌سازی برده شده، تا ۹۹/۹ درصد خالص می‌شود. مقداری از هیدروژن تولیدی را به پتروشیمی اصفهان می‌فرستند و مقداری هم برای فروش به بازار عرضه می‌شود.

واحدهای دیگر موجود در پالایشگاه عبارتند از: کارخانه‌های ظرف‌سازی، واحد تولید حلال‌های ویژه، تجهیزات پرکننده‌ی سیلندر، واحد تهیه‌ی نیتروژن، واحد پالایش فاضلاب‌های صنعتی و واحد پالایش فاضلاب‌های بهداشتی.

### نفت سفید برای تهیه‌ی مواد شوینده

از نفت سفید جهت خوراک در تهیه‌ی مواد شوینده استفاده می‌شود. مواد مصرفی دیگر این واحدها بنزین و هیدروژن هستند. یکی از واحدهای تهیه‌ی مواد شوینده در نزدیکی پالایشگاه قرار گرفته است و خوراک خود را از پالایشگاه دریافت می‌کند. این واحد پس از استفاده از ۱۸ درصد نفت سفید، بقیه‌ی آن، یعنی ۸۲ درصد آن را به عنوان فراورده‌های جانبی شامل مواد تصفیه‌شده و مواد سبک و سنگین به پالایشگاه باز می‌گرداند.

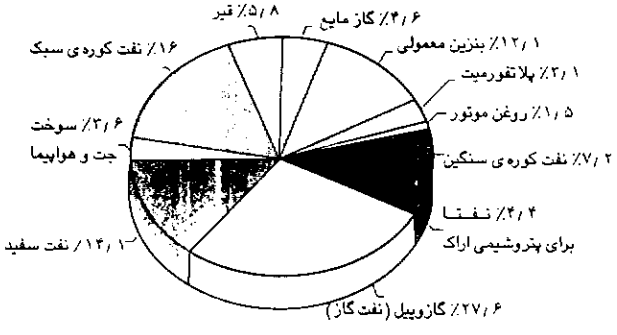
همه‌ی فراورده‌های تولید شده در پالایشگاه، از دیدگاه کیفیت، کنترل می‌شوند و روزانه چندین‌بار مورد آزمایش‌های ویژه از نظر رنگ، چگالی، فشار بخار، نقطه‌ی جوش، نقطه‌ی انجماد، نقطه‌ی ریزش قرار می‌گیرند و پس از تأیید، گواهی کنترل آن‌ها صادر و به بخش پخش فراورده‌های نفتی، جهت عرضه به بازار، تحویل داده می‌شوند.

این پالایشگاه نه‌تنها مدت‌هاست که در تمام زمینه‌ها از جمله آموزش، مهندسی، عملیات، تعمیرات، آتش‌نشانی، ایمنی، مسایل آزمایشگاهی و غیره به خودکفایی رسیده است، بلکه می‌تواند در هر زمانی خدمات خود را به مؤسسه‌های نفتی یا غیرنفتی ایرانی یا خارجی ارایه کند.

در زمینه‌ی مهار آلودگی‌های زیست‌محیطی، پالایشگاه اقدام به پالایش آب‌های صنعتی و بهداشتی و استفاده‌ی دوباره از آن‌ها در پالایشگاه و فضای سبز اطراف کرده است. هم‌چنین چندین هکتار از زمین‌های اطراف پالایشگاه درختکاری شده و به تلطیف هوای محیط اطراف کمک کرده است.

| نام کشور | ظرفیت پالایش نفت خام در سال ۲۰۰۲ |
|---|---|
| آمریکا | ۱۷۷۹۴۰۰۰ |
| ایتالیا | ۵۴۰۰۰۰۰ |
| چین | ۵۱۲۴۰۰۰ |
| ژاپن | ۴۳۳۸۰۰۰ |
| روسیه | ۳۹۹۵۰۰۰ |
| آلمان | ۲۴۶۶۰۰۰ |
| هندوستان | ۲۴۱۶۰۰۰ |
| کره‌ی جنوبی | ۲۲۸۲۰۰۰ |
| کانادا | ۲۱۵۴۰۰۰ |
| برزیل | ۲۰۹۵۰۰۰ |
| عربستان | ۱۸۵۹۰۰۰ |
| فرانسه | ۱۸۵۶۰۰۰ |
| هلند | ۱۸۰۷۰۰۰ |
| انگلستان | ۱۷۹۹۰۰۰ |
| ایران | ۱۵۷۰۰۰۰ |

**جدول ۱ ظرفیت تولید نفت خام در ۱۵ کشور که در جهان رتبه‌ی نخست را دارند.**




**نمودار ۱ درصد تولید فراورده‌های نفتی پالایشگاه اصفهان**

* معلم شیمی شهرکرد

۱. نوعی بنزین با درجه‌ی آرام‌سوزی بالا

1. platformate
2. porner


۱. محمدتقی کوچک‌زاد، اصول پالایش نفت خام، شرکت ملی پالایش و پخش فراورده‌های نفتی ایران، زمستان ۱۳۸۵.

۲. ماهنامه‌ی تخصصی فرایند نو ـ سال دوم، شماره‌ی ۸، شرکت ملی پالایش و پخش فراورده‌های نفتی ایران، خرداد و تیر ۱۳۸۶.

3. www.esfahan-refinery.ir

گپی دوستانه با یک معلم

# معلم باید هر موضوع درسی را به انگیزه‌های دانش‌آموز ارتباط دهد

خورشید کوچکی*

**آموزش شیمی لطفاً خود را برای خوانندگان مجله‌ی رشد آموزش شیمی معرفی کنید.**

«من راضیه بنکدار سخی هستم. تحصیلات ابتدایی و دبیرستان را در تهران طی کردم و در سال ۱۳۷۱ از دانشگاه تربیت‌معلم، در رشته‌ی دبیری شیمی فارغ‌التحصیل شدم. از سال ۱۳۷۲ تدریس را در منطقه‌ی قرچک ورامین آغاز کردم. در سال ۱۳۷۹ در گرایش شیمی معدنی در دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شمال تهران برای ادامه‌ی تحصیل پذیرفته شدم. در سال ۱۳۸۱ به تهران منتقل شدم و در منطقه‌ی ۱۲ به تدریس ادامه دادم.»

**آموزش شیمی چه‌طور شد که به رشته‌ی شیمی علاقه‌مند شدید؟**

«من با این‌که در دوره‌ی دبیرستان رشته‌ی تجربی را انتخاب کرده بودم، اما علاقه‌ای به رشته‌ی پزشکی نداشتم و بیش‌تر به ادامه‌ی تحصیل در رشته‌های علوم پایه، بویژه فیزیک فکر می‌کردم. اما به هرحال به سمت خواهر رشته‌ی پزشکی جلب شدم و شیمی را انتخاب کردم.»

**آموزش شیمی آیا خود را فرد موفقی می‌دانید؟**

«از جهاتی بله، زیرا سعی می‌کنم کارم را به بهترین شکل انجام بدهم. به نظر من، رضایت‌مندی شخصی خیلی مهم است و من نسبت به تلاش و کاری که می‌کنم، خود را موفق احساس می‌کنم.»

**آموزش شیمی بجز شیمی، به فعالیت در چه زمینه‌های دیگری**

**علاقه‌مند هستید؟**

«پرداختن به موضوع‌های تحقیقی مربوط به زمینه‌های کاری برایم جالب است. در حال حاضر هم با افرادی که کار پژوهشی انجام می‌دهند، همکاری دارم. به کارهای هنری مانند نقاشی هم علاقه‌مندم و آن را دنبال می‌کنم.»

**آموزش: ارزیابی شما از وضعیت آموزش شیمی در کشورمان چیست؟**

«شیمی درسی تجربی است. اگر شرایطی فراهم باشد تا دانش‌آموزان این درس را به صورت عملی و به گونه‌ای تلفیق‌شده با زندگی یاد بگیرند بهتر است. در شیمی، بهترین روش تدریس، آموزش در آزمایشگاه است. البته وجود مشکلاتی مانند امکانات، شرایط برنامه‌ریزی درسی، مشکلات اقتصادی یا انتظاراتی که متأسفانه کنکور برای ما ایجاد کرده است، ممکن است این امر به نحو مطلوب تحقق نیابد. فقط می‌توان امیدوار بود که با تمهیداتی مانند حذف کنکور، وضعیت موجود بهبود یابد و دانش‌آموز این علم را برای خودش یاد بگیرد. این امر منوط به آن است که در کتاب‌های درسی نیز ارتباط تنگاتنگ بین شیمی و زندگی حفظ شود تا دانش‌آموز درنتیجه‌ی احساس نیاز به دنبال یادگیری مطالب باشد. در غیر این صورت باید در پی فرایندی بود که انگیزه ایجاد کند. امیدوارم روند آموزش چنان تغییر کند که این سازگاری ایجاد شود.»

**آموزش: با توجه به این که بیش‌تر دانش‌آموزان ما در دوره‌ی متوسطه علاقه‌ی چندانی به شیمی ندارند، پیشنهاد شما برای علاقه‌مند کردن آن‌ها چیست؟**

«معلم باید هر موضوع درسی را به انگیزه‌های دانش‌آموز ارتباط دهد و اشتراکی میان زندگی و موضوع موردنظر پیدا کند. در واقع، روش تدریس معلم می‌تواند باعث علاقه‌مندی در دانش‌آموز شود تا خودش هم به دنبال پاسخ پرسش‌های ذهنی‌اش برود.»

**آموزش: نظر شما درباره‌ی اهمیت و ارزش کار پژوهشی توسط معلمان چیست؟**

«در دانشگاه، هم‌زمان با کار آموزش، پژوهش نیز صورت می‌گیرد. ارایه‌ی مقاله و ارتباط با اساتید دانشگاه‌های دیگر باعث شکوفایی کار آموزش می‌شود. اما اغلب می‌بینیم که معلمان صرفاً به مطالب درسی می‌پردازند و برخی از آن‌ها به جای مطالعه یا جست‌وجو در سایت‌های مختلف، برای رفع مشکلات علمی خود تنها به صحبت با یکی دو همکار خود اکتفا می‌کنند. اما واقعیت این است که معلم برای مفید بودن احتیاج به مطالعه و پژوهش دارد. امکانات لازم در این زمینه هم تا حدودی فراهم است حتی امروز دانشگاه‌ها هم برای استفاده از کتابخانه به معلمان، بهتر از گذشته سرویس می‌دهند. فکر می‌کنم اگر مشکلی در زمینه‌ی مسایل علمی برای معلمان وجود دارد این کوتاهی از خود ما معلمان است و باید وقت بیش‌تری برای مطالعه بگذاریم.»

**آموزش: شما در کارهای پژوهشی خود چه برنامه‌هایی را درنظر گرفته‌اید؟**

«من علاقه دارم در زمینه‌ی روش‌های یاددهی و یادگیری فعالیت کنم. در این راستا روش‌های تدریس و طرح درس‌های مختلفی را بررسی کرده‌ام تا بدانم که چه نوع فناوریی آموزش را ساده‌تر می‌کند. در فرایند آموزش هر جلسه‌ی درس، تجربه‌ای برای سال‌های بعد است؛ این که شما متوجه شوید چه نوع فیلم، اسلاید، آزمایش یا یک مثال مناسب برای تدریس بهتر است. یا این که چگونه دانش‌آموزان یاد می‌گیرند که با هم کار کنند و چگونه به پاسخ پرسش‌های خود برسند. چون هدف این است که آن‌ها یاد بگیرند در مشکلات زندگی رفتار درستی داشته باشند و گام به گام پیش روند.»

**آموزش: محتوای برنامه‌ی درسی را چگونه ارزیابی می‌کنید؟**

«در این برنامه، تمام مواردی که در دوره‌ی دبیرستان، یک دانش‌آموز باید مطالعه کند آورده شده است. اما زمان تدریس برای برخی مدارس یا برخی پایه‌ها مناسب نیست. مطالب درسی باید با زمان تدریس هماهنگی داشته باشد در حالی که می‌دانیم در برخی مدارس، هر جلسه‌ی درسی کم‌تر از ۲ ساعت است و حتی گاهی به ۸۰ دقیقه می‌رسد. نکته‌ی دیگر، نیاز به وجود یک راهنمای تدریس یا کتاب معلم است. البته برخی معتقدند که وجود چنین راهنمایی، باعث محدود شدن معلم می‌شود. اما من فکر می‌کنم کتاب معلم حکم یک پیشنهاد را دارد و شاید در انتخاب روش تدریس به معلمان کمک کند.»

**آموزش: چه توصیه یا پیشنهادی برای همکاران خود دارید؟**

«خواهش من این است که بیش‌تر به مطالعه و پیگیری مطالب بپردازند و روش‌هایی را به‌کار گیرند که ذهن‌های خلاق ایجاد کند. زیرا ما تنها نمی‌خواهیم دانش‌آموزی با انباری از اطلاعات داشته باشیم.»

**با سپاس از این که وقت و دیدگاه‌های ارزنده‌ی خود را در اختیار ما قرار دادید، موفقیت و پیشرفت روزافزون شما را آرزومندیم.**

---

* معلم شیمی ناحیه‌ی ۱ کرج

# سنجش دانش

تهیه کننده: بهنام شمس*

❑ جدول نام دانشمندان

**در این جدول، نام دانشمندانی که به نوعی با مطالب کتاب شیمی(۱) در ارتباط هستند، آورده شده است. هر کدام از دانشمندان در یک جمله معرفی شده‌اند. نام هر دانشمند را در جدول یافته، با کشیدن یک مستطیل آن را مشخص کنید. گفتنی است که حرف‌های درون هر خانه را تنها یک بار می‌توانید حساب کنید. برای نمونه، نام نخستین دانشمند در جدول مشخص شده است.**

۱. برای نخستین بار بارومتر جیوه‌ای ساخت.

۲. واژه‌ی مولکول را وارد شیمی کرد.

۳. به بررسی رابطه‌ی فشار گازها با انحلال‌پذیری آن‌ها در آب پرداخت.

۴. در سال ۱۹۰۴ به دلیل کشف گازهای نجیب برنده‌ی جایزه‌ی نوبل فیزیک شناخته شد.

۵. قانونی که به بیان رابطه‌ی بین فشار یک نمونه گاز و حجم آن در دمای ثابت می‌پردازد، به نام اوست.

۶. دانشمند دانمارکی که مقیاس **pH** را وارد شیمی کرد.

۷. به دلیل پیشگویی‌های عالمانه‌اش، پیامبر علم شیمی لقب گرفته است.

۸. خانواده‌ای که در آن، پدر و مادر و دختر و داماد هر چهار نفر برنده‌ی جایزه‌ی نوبل شدند.

۹. نخستین چاه نفت را در ایالت پنسیلوانیا حفر کرد.

۱۰. با سنتز اوره در آزمایشگاه، نظریه‌ی نادرستی نیروی زندگی‌بخش را به اثبات رساند.

۱۱. معتقد بود اصل همه چیز آب است.

۱۲ . فهرست کارهای او آن‌چنان زیاد است که به او پدر علم شیمی لقب داده‌اند .
۱۳ . گفته می‌شود ثروتمندترین دانشمندان و دانشمندترین ثروتمندان است .
۱۴ . دانشمند بزرگ و انسان‌دوست آمریکایی که به دلیل مخالفت با سیاست‌های جنگ‌طلبانه‌ی دولت آمریکا از دانشگاه اخراج شد .
۱۵ . از جمله دانشمندانی که به دسته‌بندی عنصرها اقدام کرد .
۱۶ . به چرخه‌ی آب در طبیعت پی برد .
۱۷ . کاشف گازهای نجیب و برنده‌ی جایزه‌ی نوبل شیمی در سال ۱۹۰۴ میلادی بود .
۱۸ . از پایه‌گذاران نظریه‌ی عنصرهای چهارگانه است .
۱۹ . از پیشگامان شیمی فیزیک که برای نخستین بار به اثر گلخانه‌ای $CO_2$ پی برد .
۲۰ . برنده‌ی جایزه‌ی نوبل سال ۱۹۹۵ میلادی ، به دلیل بررسی نقش **CFC**ها در تخریب لایه‌ی اوزون ، که به ایران نیز سفر کرده است .
۲۱ . پزشک و ریاضی‌دان سوییسی که طرح اولیّه‌ی نظریّه‌ی جنبش مولکولی گازها ، را در سال ۱۷۳۸ ارایه کرد .
۲۲ . برای نخستین بار اکسیژن مایع را از گرما دادن پتاسیم کلرات در یک ظرف دربسته به‌دست آورد .
۲۳ . حفره‌ی اوزون بر فراز قطب جنوب ، در سال ۱۹۸۵ میلادی ، توسط گروهی از دانشمندان انگلیسی به سرپرستی وی کشف شد .
۲۴ . مخترع «آشکارساز فوق‌حساس ربایش الکترون» ، که برای نخستین‌بار **CFC**ها را در فضای دور مشاهده کرد .
۲۵ . شیمی‌دانی انگلیسی که برای نخستین بار ، اصطلاح «باران اسیدی» را به کار برد .
۲۶ . اصطلاح مه‌دود فوتوشیمیایی را نخستین بار در سال ۱۹۱۱ میلادی به کار برد .
۲۷ . نخستین دانشمندی است که با بالون به بررسی وضعیت هواکره پرداخت .
۲۸ . دانشمند آمریکایی که گروه تحت سرپرستی او بیش از ده عنصر مصنوعی را در آزمایشگاه تهیه کردند .
۲۹ . در تقطیر جزءبه‌جزء هوا ، از روشی که به نام این دو دانشمند مشهور است ، استفاده می‌کنند .
۳۰ . همکار پروفسور شرود رولند و برنده‌ی جایزه‌ی نوبل شیمی است .
۳۱ . دانشمند فرانسوی که در سال ۱۸۵۶ میلادی برای نخستین‌بار از کربن و هیدروژن ، متان تهیه کرد .
۳۲ . کاشف اکسیژن که خود از نقش اکسیژن در فرایند سوختن آگاه نبود .
۳۳ . برای نخستین بار ، به بررسی رابطه‌ی بین دمای یک گاز و حجم آن در فشار ثابت پرداخت .
۳۴ . مشهورترین مقیاس درجه‌بندی دما به نام اوست .
۳۵ . برای نخستین بار ، دماسنج جیوه‌ای ساخت . یکی از مقیاس‌های دمایی نیز به نام اوست .
۳۶ . با استفاده از قانون شارل ، نشان داد که پایین‌ترین دمای ممکن ، $-273^{\circ}C$ است .
۳۷ . دانشمند ایرانی که برای نخستین بار موفق به تهیه‌ی برخی مواد شیمیایی از جمله الکل شد .

۳۸ . قانونی که به بررسی فشار یک نمونه گاز و دمای آن در فشار ثابت می پردازد به نام اوست .
۳۹ . روش فعلی دانشمندان برای تعیین نماد شیمیایی عنصرها ، از پیشنهادهای اوست .
۴۰ . قانون شناور شدن اجسام در آب را کشف کرد .

* معلم شیمی شهرکرد

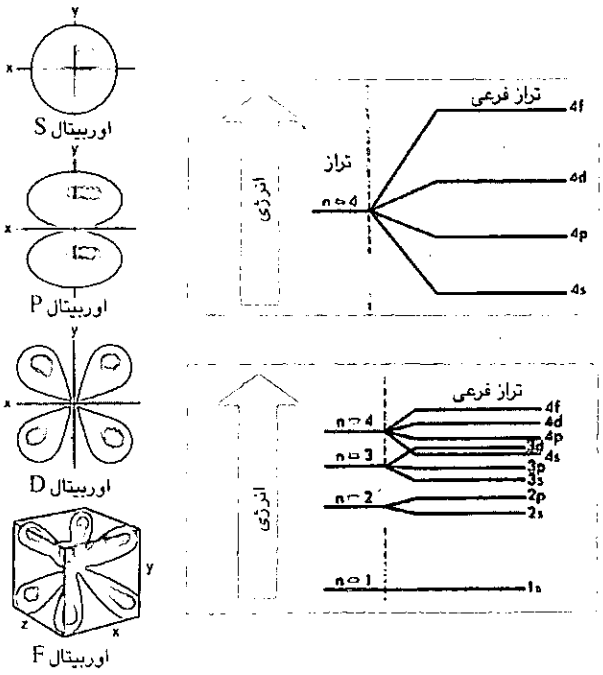
| ش | ا | ر | ل | س | پ | و | ی | ن | گ | ب | د | ر | ی | ک | ر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ب | ت | ل | ا | ا | م | ه | ن | ر | ی | س | ی | ب | و | ر | گ | ا |
| ت | و | ر | ی | چ | ل | ی | و | ل | ا | و | و | ا | ز | ی | ه | ز |
| ر | ا | ی | ل | ی | ژ | ی | ج | ا | غ | ق | ف | ا | ر | م | ن | ی |
| ه | س | ژ | ا | و | و | ل | ل | ا | و | ل | ا | ک | م | م | د | ر |
| ا | ل | ا | ل | و | ل | ا | م | و | ن | ت | و | ن | ن | و | ی | و |
| ا | س | ز | ق | ه | ت | م | ا | ک | و | ر | ی | ز | د | ل | ر | ل |
| ب | ی | پ | ر | ل | ا | ی | ر | ت | ا | ل | س | ژ | ل | ی | و | ن |
| ک | و | ر | ا | ر | م | ی | س | م | ی | ج | ل | ی | ی | ن | ک | د |
| ا | س | ی | م | س | س | ر | ط | ب | ر | ت | ل | و | ف | ا | س | ل |
| و | ل | س | س | و | و | ی | و | ا | ج | ج | گ | ا | س | م | ی | ت |
| ن | ب | ت | ی | ن | ن | ی | ب | م | گ | ی | ل | و | س | ا | ک | پ |
| د | ر | ل | ر | ف | ا | ر | ن | ه | ا | ی | ت | د | ه | ل | ی | ی |
| ی | ن | ی | ا | ا | ر | ش | م | ی | د | س | ب | و | ی | ل | ز | ک |
| ش | و | ب | ر | ز | ی | ل | ی | و | س | س | و | ر | ن | س | ن | ت |
| ا | ل | ا | م | پ | د | و | ک | ل | س | ا | ر | ن | ی | و | س | ت |
| د | ی | ن | ی | ک | ل | و | ی | ن | ا | و | و | گ | ا | د | ر | و |

# یک بحث کلاسیک

حشمت الله سلطانیان*

از سال ۱۳۸۱، هم‌زمان با تغییر محتوای کتاب شیمی(۲) و آزمایشگاه و وارد شدن عددهای کوانتومی به آن، همواره اختلاف نظرهایی در زمینه‌ی عددهای کوانتومی، بویژه عددهای کوانتومی مغناطیسی مربوط به یک زیر لایه، میان معلمان به چشم می‌خورد. چنان‌که برخی از همکاران بر این باور بودند که برای نوشتن این عددها بایستی برای الکترون‌های یک اتم، در زیرلایه‌هایی که دارای چند عدد کوانتومی مغناطیسی هستند، نخست عدد(های) کوانتومی مثبت، سپس عدد کوانتومی صفر و در پایان، عدد(های) کوانتومی منفی نوشته شود. در حالی که برخی خلاف این نظر را ابراز می‌کردند.

به بهانه‌ی روشن شدن این مسأله، به گونه‌ای ساده معرفی عددهای کوانتومی، چگونگی پر شدن اوربیتال‌ها و نمونه‌ای برای نوشتن آرایش الکترونی اتم‌ها با توجه به آن‌چه در منابع گوناگون آمده است، ارایه می‌شود. همان‌طور که در یک فضای سه‌بعدی، برای تعیین موقعیت یک جسم به سه عدد به‌عنوان طول، عرض و ارتفاع نیاز است، برای تعیین موقعیت یک الکترون در فضای سه‌بعدی نیز، سه عدد کوانتومی n، l و $m_l$ درنظر گرفته می‌شود.




### عدد کوانتومی اصلی، n

این عدد می‌تواند هر مقداری از ۱ تا بی‌نهایت را داشته باشد. n مهم‌ترین عدد کوانتومی است زیرا مقدار آن تعیین کننده‌ی مقدار کل انرژی الکترون است. مقدار انرژی الکترون را می‌توان با استفاده از رابطه‌ی $E = -1310 \frac{Z^{*2}}{n^2}$، بر حسب کیلوژول بر مول به‌دست آورد. در این رابطه، n عدد کوانتومی اصلی و $Z^*$ بار مؤثر هسته است. بنابر این رابطه، انرژی الکترون با افزایش n، بیش‌تر می‌شود. انرژی الکترون برای اتم هیدروژن که بار مؤثر هسته‌ی آن یک است، از رابطه‌ی $E = -1310 \frac{1}{n^2}$ به‌دست می‌آید.

### عدد کوانتومی اوربیتالی، l

این عدد تعداد زیرلایه‌ها و نوع اوربیتال در هر لایه‌ی اصلی را نشان می‌دهد. تعداد زیر لایه‌ها در هر لایه‌ی اصلی برابر شماره‌ی

آن لایه‌ی اصلی است. عدد کوانتومی اوربیتالی می‌تواند یک عدد صحیح از صفر تا (n − ۱) داشته باشد. اگر n = ۱ باشد مقدار l برابر صفر است و در اتم یک نوع اوربیتال وجود دارد. اگر n = ۴ باشد مقدار l برابر ۰، ۱، ۲ و ۳ است و اتم چهار نوع اوربیتال دارد. اغلب برای نشان دادن l به جای عدد، از حرف استفاده می‌شود و هر حرف نشان‌دهنده‌ی یک نوع اوربیتال است.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| مقدار l: | ۰ | ۱ | ۲ | ۳ |
| حروف: | s | p | d | f |

**عدد کوانتومی مغناطیسی، $m_l$**

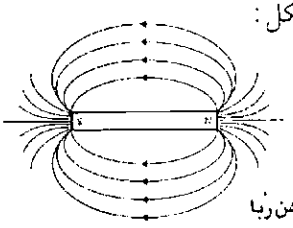
این عدد تعداد اوربیتال‌ها را در هر زیر لایه نشان می‌دهد و مقدارهایی از l− تا صفر تا l+ را می‌پذیرد. اگر l = ۰ باشد، $m_l$ = ۰ است و آن زیر لایه، یک اوربیتال s دارد. اگر l = ۱ باشد، $m_l$ دارای سه مقدار ۱+ و ۰ و ۱− است و سه اوربیتال p برای زیر لایه معرفی می‌شود. اگر l = ۲ باشد، $m_l$ برابر ۲+، ۱+، ۰، ۱−، ۲− است و پنج اوربیتال از نوع d در زیر لایه وجود دارد. اگر l = ۳ باشد، $m_l$ برابر ۳+، ۲+، ۱+، ۰، ۱−، ۲−، ۳− است و زیر لایه دارای هفت اوربیتال از نوع f است.

همان گونه که مشاهده می‌شود عددهای تعیین شده برای $m_l$ تنها نشان‌دهنده‌ی تعداد اوربیتال‌ها و درنتیجه جهت اوربیتال‌ها بوده، از نظر ریاضی مفهومی ندارند.

**عدد کوانتومی مغناطیسی اسپین، $m_s$**

با استفاده از سه عدد n، l، $m_l$ می‌توان موقعیت یک اوربیتال را تعیین کرد. اما برای تعریف کامل یک الکترون به عدد کوانتومی دیگری هم نیاز است که عدد کوانتومی مغناطیسی اسپین الکترون نام دارد.

الکترون افزون بر حرکت به دور هسته، می‌تواند به دور محور خود نیز حرکت کند. از آن جا که الکترون یک ذره‌ی باردار است مانند یک میله‌ی آهن‌ربای کوچک در پیرامون خود یک میدان آهن‌ربایی ایجاد می‌کند. میدان آهن‌ربایی برای میله‌ی آهن‌ربا از یک قطب به صورت نیم‌دایره از دو جهت بیرون می‌آید و به قطب دیگر وارد می‌شود. شکل:



میدان مغناطیسی پیرامون یک آهن‌ربا

به حرکت الکترون به دور خود یک عدد کوانتومی به نام عدد کوانتومی اسپین نسبت می‌دهند کوانتومی بودن اسپین الکترون به این معنی است که تنها امکان دو جهت گیری برای یک الکترون


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 می‌شوند:

**مجله های دانش‌آموزی (به صورت ماهنامه ـ ۸ شماره در هر سال تحصیلی ـ منتشر می‌شوند):**

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

**مجله های عمومی (به صورت ماهنامه ـ ۸ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می‌شوند):**

- **رشد آموزش ابتدایی، رشد آموزش راهنمایی تحصیلی، رشد تکنولوژی آموزشی، رشد مدرسه فردا، رشد مدیریت مدرسه**
- **رشد معلم (دو هفته نامه)**

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

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

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

◆ **نشانی: تهران، خیابان ایرانشهرشمالی، ساختمان شماره۴ آموزش و پرورش، پلاک ۲۶۸، دفتر انتشارات کمک آموزشی.**
**تلفن و نمابر: ۸۸۳۰۱۴۷۸**

## برگ اشتراک مجله های رشد

**شرایط**

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

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

- **نام مجله :** .....
- **نام و نام خانوادگی:** .....
- **تاریخ تولد:** .....
- **میزان تحصیلات:** .....
- **تلفن:** .....
- **نشانی کامل پستی:**

استان: ..... شهرستان: .....

خیابان: .....

.....

پلاک: ..... کدپستی: .....

- **مبلغ واریز شده:** .....
- **شماره و تاریخ رسید بانکی:** .....
- **آیا مایل به دریافت مجله درخواستی به صورت پست پیشتاز هستید؟ بله ☐ خیر ☐**

**امضا:**

**نشانی: تهران ـ صندوق پستی مشترکین** ۱۶۵۹۵/۱۱۱

**نشانی اینترنتی:** www.roshdmag.ir

**پست الکترونیک:** Email:info@roshdmag.ir

**امور مشترکین:** ۷۷۳۳۶۶۵۶ـ۷۷۳۳۹۷۱۳ـ۱۴

**پیام گیر مجلات رشد:** ۸۸۳۰۱۴۸۲ ـ ۸۸۸۳۹۲۳۲

**یادآوری:**

- هزینه برگشت مجله در صورت خوانا و کامل نبودن نشانی، بر عهده مشترک است.
- مبنای شروع اشتراک مجله از زمان وصول برگ اشتراک است.
- برای هر عنوان مجله برگ اشتراک جداگانه تکمیل و ارسال کنید (تصویر برگ اشتراک نیز مورد قبول است).


در یک میدان آهن‌ربایی وجود دارد؛ یکی در جهت عقربه‌های ساعت که با $m_s = +\frac{1}{2}$ مشخص می‌شود و دیگری در خلاف جهت عقربه‌های ساعت که آن را با $m_s = -\frac{1}{2}$ نشان می‌دهند.

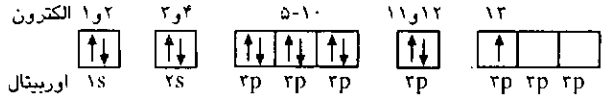
هر اوربیتال با دو الکترون با اسپین‌های مخالف پر می‌شود و گشتاور مغناطیسی اسپین این دو الکترون یک‌دیگر را حذف می‌کنند.

هر گاه اتم‌های یک عنصر مانند هیدروژن الکترون‌های جفت‌نشده داشته باشند این اتم‌ها در میدان مغناطیسی در دو جهت مختلف منحرف می‌شوند که نشان می‌دهد نیمی از اتم‌ها دارای اسپین $+\frac{1}{2}$، و نیم دیگر دارای اسپین $-\frac{1}{2}$ هستند.

نمونه‌ای که در پی می‌آید، نشان می‌دهد که هرگاه یک زیرلایه دارای چند عدد کوانتومی مغناطیسی باشد، ترتیب خاصی برای نوشتن عددهای کوانتومی مغناطیسی وجود ندارد و اوربیتال‌های این زیر لایه هم‌انرژی هستند.

**نمونه**

با توجه به آرایش الکترونی اتم آلومینیم، مجموعه‌ی عددهای کوانتومی قابل قبولی برای الکترون ۱۳ آن بنویسید.




| $m_s$ | $l$ | $m_l$ | $n$ |
|---|---|---|---|
| $+\frac{1}{2}$ | ۱ | +۱ | ۳ |
| $+\frac{1}{2}$ | ۱ | ۰ | ۳ |
| $+\frac{1}{2}$ | ۱ | −۱ | ۳ |
| $-\frac{1}{2}$ | ۱ | +۱ | ۳ |
| $-\frac{1}{2}$ | ۱ | ۰ | ۳ |
| $-\frac{1}{2}$ | ۱ | − | ۳ |

چنان‌که دیده می‌شود برای الکترون ۱۳ آلومینیم می‌توان شش مجموعه‌ی هم‌ارز از عددهای کوانتومی نوشت که هر کدام از آن‌ها قابل قبول است.


* معلم پیش‌کسوت شیمی، شیراز

# چرا تخریب لایه‌ی اوزون در قطب جنوب شدیدتر است؟

علی خانلری*

یکی از مسایل نگران‌کننده در عصر کنونی، تخریب اوزون در استراتوسفر در حضور کاتالیزگرها بوده است. بنابه پژوهش‌ها، در خلال دو دهه‌ی گذشته لایه‌ی اوزون در هواکره‌ی زمین، با سرعت ۲٫۵ درصد در سال نازک شده است. این در حالی است که در قطب جنوب در فاصله‌ی زمانی ۱۰ شهریور تا ۹ آبان، یا از سپتامبر تا اوکتبر، ضخامت این لایه تا حدود ۷۰ درصد کاهش می‌یابد. چرا چنین است؟

لایه‌ی اوزون در هواکره‌ی زمین از تابش پرتوهایی با طول موج حدود ۲۸۰nm بر مولکول‌های اکسیژن تشکیل می‌شود:

$$O_2 + h\upsilon \longrightarrow 2O \qquad (1)$$

$$O + O_2 \longrightarrow O_3 \qquad (2)$$

در سال ۱۹۷۴، اف. شرود رولند و ماریو مولینا سازوکاری به این قرار را برای تجزیه‌ی استراتوسفری اوزون توسط اتم‌های کلر، پیشنهاد کردند:

$$Cl + O_3 \longrightarrow ClO + O_2 \qquad (3)$$

$$ClO + O \longrightarrow Cl + O_2 \qquad (4)$$

واکنش کلی این فرایند به این قرار است:

$$O_3 + O \longrightarrow 2O_2 \qquad (5)$$

تخریب اوزون فرایندی زیان‌بار است چنان‌که بنابه گفته‌ی جیمز اندرسون، پژوهشگری که در زمینه‌ی ترکیب لایه‌ی استراتوسفر بررسی‌های فراوان داشته است، افت مقدار اوزون در استراتوسفر، به مقدار کم‌تر از ۱۰ درصد، زندگی گیاهان و جانوران را تهدید می‌کند و اگر این کاهش به ۵۰ درصد فزونی یابد، زندگی روی کره‌ی زمین نابود می‌شود.

هنگامی که کلرو فلوروکربن‌ها ـ که به‌عنوان سیال در یخچال‌ها، حلال‌های پاک‌کننده‌ی مدارهای الکترونی و تولید اسفنج‌های نارسانا کاربرد دارند ـ در هوا رها می‌شوند، در هواکره نفوذ می‌کنند و در برابر پرتوهای فرابنفش به تولید اتم‌های کلر می‌پردازند:

$$CF_2Cl + h\upsilon \longrightarrow CFCl_2 + Cl \qquad (6)$$

چنان‌چه Cl‌های تولیدشده و ClO‌های به‌دست آمده از واکنش (۳) با مواد دیگر موجود در هواکره وارد واکنش شوند و گونه‌هایی هم‌چون HCl و $ClONO_2$ تشکیل دهند، بر نابودی $O_3$ اثر چندانی نخواهند داشت. بنابراین اگر تنها در فاز گازی، واکنش‌هایی همگن روی می‌داد، تخریب $O_3$ به کم‌ترین مقدار می‌رسید. اما جای تأسف است که چنین نیست.

در فاصله‌ی زمانی ۱۱ خرداد تا ۹ شهریور یعنی از جون تا آگوست، قطب جنوب در تاریکی قرار دارد. در این مدت ابرهای استراتوسفری تشکیل می‌شوند که به مقدار فراوان شامل ذره‌های جامد $HNO_3.3H_2O$ هستند. HCl روی این ابرها فشرده می‌شود و واکنشی به این قرار روی می‌دهد:

$$ClONO_2(g) + HCl(s) \longrightarrow Cl_2(g) + HNO_3(s) \quad (۷)$$

به این ترتیب در جریان این واکنش، کلر موجود در گونه‌های HCl و $ClONO_2$ به $Cl_2$ تبدیل می‌شود. هم‌چنین واکنش دیگری در سطح این ابرها روی می‌دهد که سبب تبدیل $N_2O_5$ به $HNO_3$ می‌شود و از آن‌جا که $N_2O_5$، بنابه واکنش (۸) منبعی برای $NO_2$ به شمار می‌رود، با تشکیل $HNO_3$ از $N_2O_5$، استراتوسفر از $NO_2$ تهی می‌شود:

$$2N_2O_5 \rightleftharpoons 4NO_2 + O_2 \quad (۸)$$

$$N_2O_5 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3 \quad (۹)$$

با فرارسیدن بهار، از ۱۰ شهریور تا ۹ آبان، خورشید بار دیگر در قطب جنوب ظاهر می‌شود و مولکول‌های $Cl_2$ که قبلاً در این‌جا تولید شده‌اند، توسط پرتوهای فرابنفش به اتم‌های کلر تفکیک می‌شوند. از آن‌جا که $NO_2$ های موجود در ابرهای استراتوسفری در خلال زمستان تخلیه شده‌اند، ClOهایی که از واکنش اتم‌های Cl با $O_3$ تشکیل می‌شوند، دیگر به صورت $ClONO_2$ در نخواهند آمد. غلظت اتم‌های اکسیژن در هواکره‌ی قطب جنوب بسیار کم است، بنابراین واکنش‌های (۳) و (۴)، تنها حدود ۵ درصد در نابودی لایه‌ی $O_3$ اثر دارند. در واقع، حدود ۷۵ درصد تخریب لایه‌ی $O_3$ به سازوکاری به این قرار وابسته است:

$$Cl + O_3 \longrightarrow ClO + O_2 \quad (۱۰)$$

$$2ClO + M \longrightarrow (ClO)_2 + M \quad (۱۱)$$

$$(ClO)_2 + h\upsilon \longrightarrow Cl + ClOO \quad (۱۲)$$

$$ClOO + M \longrightarrow Cl + O_2 + M \quad (۱۳)$$

در این‌جا M، یک جزء سوم است. برای نمونه، می‌تواند بخشی از یک مجموعه مولکول به شکل یک بلور یخ باشد. واکنش کلی این فرایند به این قرار است:

$$2O_3 \longrightarrow 3O_2 \quad (۱۴)$$

به این ترتیب در فاصله‌ی ۱۰ شهریور تا ۹ آبان، حدود ۷۰ درصد از اوزون موجود در لایه‌ی استراتوسفر نابود می‌شود. این امر در قطب شمال نیز روی می‌دهد اما مقدار آن نسبت به قطب جنوب کم‌تر است، زیرا:

- استراتوسفر زمستانی قطب شمال، ابرهای استراتوسفری کم‌تر، با عمر کوتاه‌تری نسبت به استراتوسفر قطب جنوب دارد.
- وجود حلقه‌ی قطبی یا حلقه‌ای که هوا در آن به سرعت می‌چرخد، در قطب جنوب باعث تشکیل بخش‌های جداگانه در هواکره‌ی این قطب می‌شود. در فاصله‌ی ۱۰ آبان تا ۹ آذر، حلقه‌ی قطبی شکسته می‌شود و اوزون زیادی را در این قطب تأمین می‌کند.

هم‌اکنون تخلیه‌ی اوزون استراتوسفری، افزون بر قطب‌ها در بخش‌های دیگر نیز مشاهده می‌شود. داده‌های ماهواره‌ای متوسط مقدار تخلیه را در سال ۱۹۹۱ نسبت به سال ۱۹۷۹، به این ترتیب نشان می‌دهد: صفر درصد در خط استوا، ۴ درصد در عرض جغرافیایی ۶۰ درجه‌ی شمالی، ۷ درصد در عرض جغرافیایی ۵۰ درجه‌ی جنوبی. فراسنج‌های مهم در این زمینه، در پهنای متوسط جغرافیایی به این قرارند:

آ) هوای فقیر از اوزون، از نواحی قطبی به عرض‌های متوسط جغرافیایی منتشر می‌شوند.

ب) آیروسل‌های استراتوسفری که از قطره‌های محلول $H_2O - H_2SO_4$ ساخته شده‌اند، $N_2O_5$ را به $HNO_3$ و $ClONO_2$، و HCl را به $Cl_2$ و HOCl تبدیل می‌کنند. این گونه‌ها نیز در اثر تابش فرابنفش خورشید به Cl و ClO شکسته می‌شوند.

پ) امکان انجام فرایند میان هوای عرض‌های میانی با ابرهای استراتوسفری قطبی.

پیمان بین‌المللی ۱۹۹۲ موجب شد که تقریباً همه‌ی کلروفلورکربن‌ها تا سال ۱۹۹۶ کنار گذاشته شوند. با این حال، عمر طولانی کلروفلورکربن‌ها در هواکره به این معنی است که تخلیه‌ی چشم‌گیر اوزون استراتوسفر برای ۵۰ تا ۷۵ سال بعد ادامه خواهد داشت.

* معلم شیمی کلاردشت

۱. شیمی فیزیک، لواین، ترجمه‌ی دکتر غلامرضا اسلامپور، انتشارات فاطمی، چاپ اول.

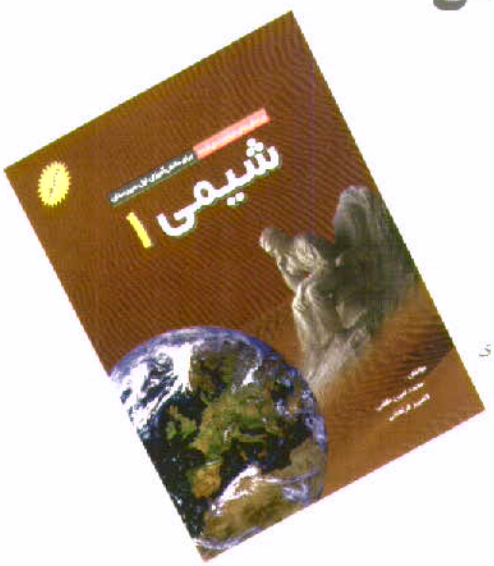
۲. شیمی عمومی با نگرش کاربردی، اسمیت ـ اسموت ـ پرایس، ترجمه‌ی دکتر منصور عابدینی ـ دکتر علی سیدی، انتشارات فاطمی، چاپ ششم.

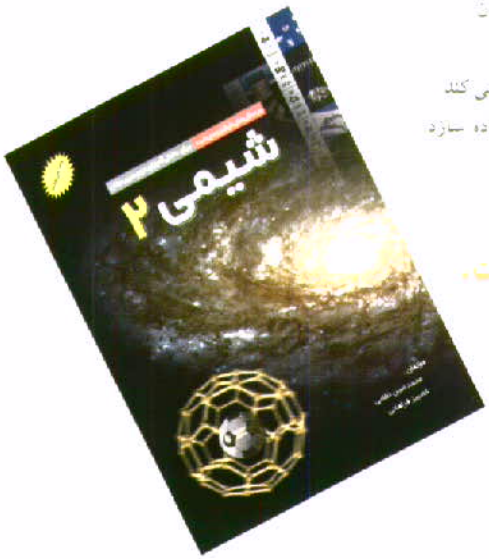
## «مدیران محترم مراکز آموزشی» و «دبیران گرامی درس شیمی»

# انتشارات قائم مقام فراهانی منتشر کرد

## سری جدید کتاب های کار شیمی

مولفان: محمد امین نظامی - کامبیز فراهانی



از ویژگی های کتاب های این مجموعه می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- ارایه ی پرسش ها براساس بودجه بندی مفاهیم آموزشی: هر بخش با در نظر گرفتن پیوستگی مطالب، به چند زیر بخش تقسیم شده و در هر زیر بخش انواع پرسش ها از ساده به دشوار آورده شده است.

۲- تنوع و فراوانی پرسش ها: در هر زیر بخش انواع پرسش های گزینه ای، پاسخ و تشریحی تحت سه عنوان کلی «پرسش های پایه»، «پرسش های مفهومی» و «پرسش های یکپارچه» طراحی شده است. هم چنین در انتهای هر بخش مجموعه ای از پرسش های چهار گزینه ای آورده شده است.

۳- ارایه ی پاسخ برخی از پرسش ها: پاسخ پرسش های طراحان محترم، پاسخ تشریحی برخی پرسش های دشوار، جواب نهایی همه ی مسایل عددی و کلید پرسش های چهارگزینه ای در انتهای هر کتاب آورده شده است.

۴- منطبق بودن با تغییرات کتاب های درسی: این کتاب ها در هر سال تحصیلی، با توجه به تغییرات کتاب های درسی و هم چنین نظر سنجی از همکاران محترم ویرایش می شوند.

۵- تامین نیاز طیف های مختلف دانش آموزی: پرسش ها به گونه ای طراحی شده که پاسخگوی نیاز تمامی دانش آموزان قوی، متوسط و ضعیف می باشد و معلم می تواند بر حسب سطح علمی کلاس از آن ها استفاده کند.

۶- آماده کردن دانش آموزان برای شرکت در انواع آزمون ها: در هر کتاب، تنوع پرسش ها، زمینه ی مناسبی را فراهم می کند تا دانش آموز خود را برای انواع آزمون ها مانند امتحانات مستمر و پایانی، امتحان نهایی، المپیادهای علمی و کنکور آماده سازد.

**لازم به یادآوری است که علاوه بر کتاب هایی که تصویر آن ها در این جا آورده شده است، محصولات زیر نیز توسط این انتشارات به چاپ رسیده و آماده ی ارایه است:**

- **کتاب کار شیمی پیش دانشگاهی ۱ و ۲**
- **جدول تناوبی عنصرها در ابعاد A1، A5 و A6**

### نحوه ی تهیه ی این کتاب ها در سراسر کشور

بهترین و سریع ترین راه برای تهیه ی این کتاب ها، تماس با مرکز پخش انتشارات است تا نزدیک ترین نمایندگی فروش این کتاب ها را به شما معرفی کرده و یا کتاب های مورد نیاز شما را با تخفیف ارسال نماید.

به خاطر داشته باشید که با مراجعه به کتاب فروشی های متفرقه که طرف قرارداد این انتشارات نمی باشند، موفق به تهیه ی این کتاب ها نخواهید شد.

**تلفن مرکز پخش: ۷۷۳۷۴۸۸۳-۰۲۱ * تلفکس: ۷۷۰۶۲۶۲۶-۰۲۱**

جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی
معاونت فن آوری اطلاعات و اطلاعات آموزشی
مدیریت توسعه فن آوری اطلاعات آموزشی

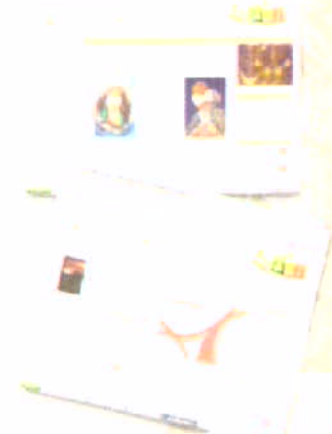
# شبکه رشد

## شبکه‌ی ملی مدارس ایران

# www.roshd.ir

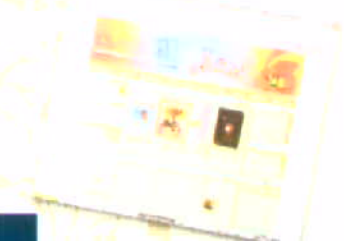
## شبکه‌ی رشد بزرگترین پایگاه آموزشی

- دانشنامه
- فعالیت های علمی(المپیادها)
- آموزش الکترونیکی(دروس)
- سؤال و آزمون
- انجمن ها
- پایگاه مشاغل و رشته های تحصیلی
- دارالقرآن الکترونیکی
- کتابخانه آموزشگاهی
- هدایت تحصیلی
- بانک نرم افزار
- اخبار آموزشی
- پیوند ها



## مخاطبان شبکه‌ی رشد:

دانش آموزان کلیه دوره های تحصیلی
از پیش دبستان تا پیش دانشگاهی. آموزگاران.
معلمان و دبیران. دانشجویان تربیت معلم
اولیا. کارشناسان. مدیران و کارکنان اداری



Email:roshd@roshd.ir