

رشد

۴۹

# آموزشی

● فولرنها، قفس های دوست

داشتنی / ۲۲

● چرا شیمی بخوانم / ۱۸

● شیمی را به مانند یک زبان

بیگانه تدریس کنید / ۲۴







# 15TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CHEMICAL EDUCATION (CHEMISTRY & GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE)

August 9 - 14, 1998

Cairo, Egypt

## SCOPE

- The 15th ICCE will include the following topics:
- \*The integration of teaching on environmental problems.
- \*Environmental pollution and environmental monitoring.
- \*Role of technology in chemistry teaching.
- \*Chemistry education in the 21st century.
- \*Modern teaching technologies.
- \*University industry interactions in chemistry.
- \*Open and distance learning of chemistry.
- \*College and high school chemistry curricula.
- \*Microscale and small scale equipment.
- \*Instrumentation and locally produced low cost equipment.
- \*Assessment and evaluation in chemistry.
- \*International chemistry education standards.
- \*Chemistry of new products and materials.

## WORKSHOPS

- \* Chemical Education and Industry.
- \* Environmental Education.
- \* Low Cost Chemistry Experiments.
- \* Systemic approach in Teaching and Evaluation :  
"An Organic Chemistry Module".
- \* Scientific Literacy Education.
- \* Microscale Chemistry.
- \* Toxicology for Chemistry.
- \* Multimedia in Chemistry Education.
- \* Project 2000 Scientific and Technological Literacy.
- \* Independent Learning Methods in Environmental Chemistry.
- \* Using the Label TV Network for Cross Campus Delivery of First Year Chemistry.
- \* The Methodology of Planning and Implementives of Student Self Evaluation as Curricula Element of Didactic Chemistry.
- \* Tertiary Vocational Training Chemistry Related to Health Care.
- \* Training of Chemistry Teachers Assessment.
- \* Environmental Pollution.
- \* The Role of Computer in Teaching Chemistry.
- \* Maps for General Chemistry Concepts.

## SPEAKERS

Many titles and abstracts have been received for eminent speakers from various countries. For example:

- T. Aboki (France)* : Chemistry knowledge for general public.
- A. Andrade (Argentina)* : Training undergraduate students to search for quality assessment in analytical chemistry.
- M. A. Arnold (USA)* : Radio luminescent sources for optical chemical sensors.
- T. Asiento (Finland)* : Environmental education and students attitudes.
- N. Bazhin (Russia)* : Updating of the university chemistry education.
- W. Beasley (Australia)* : New competencies for new times :teacher professions development.
- S. Bennett (England)* : Skills taxonomy driver for distance learning courses design in environmental chemistry.
- H. Bouma (Netherlands)* : The tension between science and religion-hostile environment
- J. Bradley (South Africa)* : Hands-on practical chemistry.
- C. Chen (China)* : Chemical experiments in secondary schools.
- G. Clawed (Philippines)* : The Socratic method in teaching chemistry to liberal arts students.
- A. Dybes (Puerto Rico)* : General chemistry assessment.
- A. F. Fahmy (Egypt)* : Systemic approach in teaching chemistry.

- A. Fischli (Switzerland)* : Pharmaceutical industry and chemistry education.
- P. Grunwald (Germany)* : Biotechnology in chemistry education / environmental chemistry.
- R. Hoffman (USA)* : Chemistry in culture and culture in chemistry.
- D. A. Katz (USA)* : Active assessment: menus and hands-on questions.
- J. Lagowski (USA)* : Intensive chemistry seminars and students achievement in general chemistry
- Z. Lerman (USA)* : Teaching environmental science to non-science majors.
- M. Naji (Slovenia)* : Nature schools of the greatest wisdom.
- T. Nguyen (Vietnam)* : Chemistry education for the gifted high school students.
- K. Ogino (Japan)* : Small scale laboratory for high school chemistry.
- C. Or (Hong Kong)* : Scientific literacy in chemistry.
- P. Singh (India)* : Chemistry education.
- E. Soledad (Spain)* : A training program for chemistry teachers.
- Y. J. WSU (Taiwan)* : Fostering college students critical thinking and environmental literacy by utilizing STS modules in the general chemistry.
- Z. Toth (Hungary)* : Students misconceptions in chemistry calculations.
- C. Wym (USA)* : The five biggest ideas in science.
- M. Zayed (Egypt)* : New methodology for teaching chemistry of organometallics & related subjects.

The conference is organized by the Department of Chemistry, Faculty of science, Ain Shams University, Cairo, Egypt, under the sponsorship of IUPAC and UNESCO.

## پانزدهمین کنفرانس بین المللی آموزش شیمی (شیمی و دگرگونی جهانی محیط زیست)

۹ تا ۱۴ آگوست ۱۹۹۸، قاهره، مصر

در این کنفرانس که با پشتیبانی آیوپاک و سازمان یونسکو، هر دو سال یکبار برگزار می شود، تازه ترین دستاوردها، رویکردها و راهبردها پیرامون آموزش شیمی در جهان امروز و فردا به علاقه مندان عرضه می شود.

در میان کشورهای شرکت کننده در این کنفرانس جهانی، نام کشورهایی چون عربستان سعودی، قطر، کویت و پاکستان به چشم می خورد و افسوس، که کشور ما علی رغم وجود دشواریها و تنگناهای بسیاری که در عرصه آموزش شیمی دارد، از برنامه های سودمند این کنفرانس شش روزه بی بهره می ماند. به هر حال امید است تا در کنفرانس بعدی که در سال ۲۰۰۰ در کشور مجارستان برگزار می شود، جمهوری اسلامی ایران نیز حضور یابد و به جهانیان نشان دهد که تا چه اندازه به آموزش مهمترین شاخه علم تجربی توجه دارد. به هر حال به یاری خداوند، تلاش خواهیم کرد تا دست کم چکیده شماری از نوشتارهای فرستاده شده به این کنفرانس را از طریق شبکه جهانی اطلاع رسانی (WWW) دریافت کرده، در شماره های بعدی مجله به آگاهی شما خواننده گرامی برسانیم.

## آموزشی



بسم الله الرحمن الرحيم

سال ۱۲، شماره ۳، بهار ۱۳۷۷

شماره مسلسل ۴۹

Chemistry Education Magazine

Vol. 12, No.3 (1998)

بها ۲۰۰۰ ریال

سال تحصیلی ۷۸-۱۳۷۷

پیش نوشتار: بیاید خود را باور کنیم / ۲

شیمی در بستر تاریخ: آلفرد ورنر / ۴ - آشنایی با لیتیم / ۶

آموزش با آزمایش: تهیه و تبلور استات سدیم / ۹ - خوردگی آهن / ۱۰ - راهی دیگر برای شناسایی الکل‌های نوع اول و دوم / ۱۴ - روشی ساده برای تهیه آب کلر / ۱۵ - دور از انتظار / ۱۶

آموزش شیمی در جهان امروز: چرا شیمی بخوانم / ۱۸ - تفکر نقاد / ۲۱ - شیمی را به مانند یک زبان بیگانه تدریس کنیم / ۲۴ - نقد و بررسی پرسشهای امتحان نهایی / ۲۶ - کتابهای نظام جدید گره کور آموزش شیمی / ۳۰

شیمی از نگاهی ژرف: فولرنها، قفس‌های دوست داشتنی / ۳۲ - هم ارزی شیمیایی و فضا شیمیایی گروهها / ۳۸ - pH منفی چه مفهومی دارد؟ / ۴۱ - روشهای جدا سازی / ۴۳ - ایزومری فضایی در کلر دار کردن یک ترکیب ناستورهای / ۴۴

شیمی، صنعت و زندگی: آشنایی با موسسه تحقیقات واکسن و سرم سازی / ۴۶

شیمی در رسانه ها: تازه های شیمی / ۵۰

سرگرمی های شیمیایی: سنجش دانش / ۵۴ - از حروف تا مفاهیم / ۵۵

وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی

دفتر انتشارات کمک آموزشی

مدیر مسئول: سید محسن گل‌دانساز

سر دبیر: نعمت الله ارشدی

مدیر داخلی: بهروز مصیبیان

طراح گرافیک: فرشاد رستمی

شورای نویسندگان: سیدرضا آقاپور مقدم

مرتضی خلخالی

علی سیدی اصفهانی

منصور عابدینی

عبسی یاوری

ویراستار:

احمد خرم آبادی زاد

نشانی دفتر مجله:

تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۴۵۸۵

تلفن امور مشترکین: ۸۸۳۱۱۶۰ - ۹

داخلی ۴۳۲

چاپ: شرکت افست

دفتر انتشارات کمک آموزشی، این مجلات را نیز منتشر می کند: رشد کودک (ویژه پیش دبستان و دانش آموزان کلاس اول دبستان) رشد نوآموز (برای دانش آموزان دوم و سوم دبستان) رشد دانش آموز (برای دانش آموزان چهارم و پنجم دبستان) رشد نوجوان (برای دانش آموزان دوره راهنمایی) رشد جوان (برای دانش آموزان دوره متوسطه) مجلات رشد معلم، تکنولوژی آموزشی، آموزش ابتدایی، آموزش فیزیک، آموزش ادب فارسی، آموزش زبان، آموزش راهنمایی، آموزش ریاضی، آموزش زیست شناسی، آموزش جغرافیا (برای دبیران، آموزگاران، دانشجویان تربیت معلم، مدیران مدارس و کارشناسان آموزش و پرورش)

# بیایید خود را باور کنیم



تا به پرسشهای آموزشی و حتی علمی شما پاسخ بگوید؟ آیا بهتر نیست که به جای صرف هزینه زیاد برای تشکیل دوره ها، دعوت از یک حل المسائل سخنگو و جلوگیری از به هدر رفتن وقت همکاران عزیز، اداره کل ضمن خدمت برای همه معلمان یک جلد از پر فروش ترین حل المسائل های موجود در بازار را خریداری کند و در اختیار آنان قرار دهد؟ آیا به این ترتیب مشکل شمار زیادی از همکاران که به دنبال پاسخهای هماهنگ پرسشهای علمی کتاب هستند، حل نمی شود؟ و آیا حل این مشکل بخش اعظم نگرانی معلمان را برطرف نمی کند؟

اگر بخواهیم به بحث مطرح شده صحنه بگذاریم، دو نکته به ذهن خطور خواهد کرد. نخست آنکه ظاهراً مفاهیم کتابهای درسی آنقدر مبهم و پیچیده است که یک لیسانسیه شیمی از پاسخ دادن به همه یا شماری از پرسشهای علمی آن عاجز است و به همین علت همواره تعدادی قسیم دانشگاهی برای توجیه آنها لازم دارد؟ که این نکته کاملاً بعید و غیر منطقی به نظر می رسد.

دومین نکته این است که همکاران گرانقدر به خاطر حجم زیاد کار و نداشتن انگیزه لازم، فرصتی برای مطالعه نمی گذارند و چون تنها مشکل خود را پرسشهای کتاب می بینند، دست به دامن دوره های ضمن خدمت می شوند یا اگر هم فرصت شرکت در دوره را ندارند، به کتابهای حل المسائل رومی آورند. به نظر می آید که این نکته نیز با ویژگیهای معلمی هماهنگی ندارند. چگونه می شود معلمی که در میان انفجارهای پیاپی دانش و فن آوری، بیرق پیامبران را بر دوش گرفته و هر ساله با نسلی جوان و پویا آنها را خواست ها و توانمندیهای گوناگون رو به روست، با چیزی تا این اندازه پایین راضی شود. بله، باور کردنی نیست. اما متأسفانه در موارد بسیاری چنین است. برخی مسئولان با آگاهی از این واقعیت تلخ به ناچار بر روی آن سرپوش می گذارند و با طرح دوره های غیر حضوری یا گذاشتن آزمون کارشناسی ارشد به منظور ایجاد انگیزه ای ساختگی در صدر دفع این ضعف برآمده اند. همچنین با گرفتن امتحان از محتوای مجله های رشد آموزش شیمی بدون توجه به این که مجله چه هدفهایی را دنبال می کند و با طرح پرسشهای چهار گزینه ای به جای دانستن و عمل کردن به محتوا، معلمان را ناچار به از بر کردن مقاله ها می کنند، و به این ترتیب دوره های ضمن خدمت را روز به روز کم رنگ تر و کم جمعیت تر کرده، در عمل به تعطیلی می کشانند. تازه اگر با تلاش مسئول ضمن خدمت دوره ای هم برگزار شود و مدرسی هم با هزار زحمت، مسئولیت اداره کلاس را بر عهده بگیرد، باز هم برخی شرکت کنندگان به علت حجم زیاد کلاسهای خصوصی و ... حق امضای خود را به همکار دیگری

چگونه وارد کلاس شوم؟ بحث را چگونه و از کجا آغاز کنم؟ مفاهیم را با چه شیوه ای درس بدهم و از چه وسایلی برای درک بهتر آنها بهره گیرم؟ موضوع مورد بحث چقدر با زندگی رابطه دارد و چند مثال قابل لمس می توانم برای دانش آموزان بزنم؟ چگونه دانش آموزان را در کار تدریس درگیر کنم تا کلاسی پویا و زنده داشته باشم؟ با پرسشهای دانش آموزان چگونه برخورد کنم و چطور از خود آنها برای دستیابی به پاسخ کمک بگیرم؟ چطور می توان دانش آموزان را علاوه بر مطالعه کتاب درسی به مطالعه کتابهای کمک آموزشی تشویق کنم؟ از کجا اطمینان پیدا کنم که دانش آموزان چه مقدار از مطالب را فرا گرفته اند؟ یا در واقع بدانم که کدام بخشها را نفهمیده اند و یا نیاز به تمرین بیشتری دارند؟ علاوه بر هدفهای دانشی آیا به هدفهای نگرشی و مهارتی کتاب درسی نیز توجه داشته ام؟ در هنگام تدریس چگونه به این هدفها پردازم؟ و چگونه آنها را ارزشیابی کنم؟ آیا طی یک ترم می توان انتظار داشت تا به همه هدفهای آموزشی و پرورشی کتاب دست یافت؟ با توجه به محدودیت زمانی، طرح درس خود را چطور بنویسم تا به همه این کارها برسم؟ راستی آیا بدون دانستن پاسخ این پرسشها و عمل کردن به آنها هم می توانم در کلاس حاضر شد و ادعا کنم که معلمی موفق هستم؟ آیا می توان تنها به درصد بالای قبولی کلاس در یک امتحان هماهنگ استانی یا کشوری که بیشتر جنبه دانشی آنهاست از نوع حافظه ای دارد، استناد کرد و آن را شاخص برتری خود دانست؟ و ...

شاید برای شما همکار گرامی هنگامی که قصد دارید تا برای تدریس به کلاس بروید، همه یا شماری از پرسشهای بالا در ذهنتان مطرح شده باشد؟ شما برای این پرسشها چه جوابی دارید؟ برای اطمینان از درستی پاسخهای خود به چه چیز یا چه کسی استناد می کنید؟ آیا صرف داشتن مدرک کارشناسی شیمی یا حتی بالاتر را برای این منظور کافی می دانید؟ آیا می توان از مدرسان دانشگاهی خواست که به همه این پرسشها پاسخ بگویند؟ آیا آنها اصولاً قادر به پاسخگویی خواهند بود؟ شما چه فکر می کنید؟

نکته مهم همین جااست. به نظر شما آیا نباید من نوعی که دست کم با مدرک کارشناسی شیمی به کسوت معلمی درآمده ام، در سطح شیمی مقدماتی دوره دبیرستان آگاهی لازم را داشته باشم؟ یا لاقلاً تلاش کنم تا خود را در این سطح نگاه دارم؟ آیا واجب است تا همیشه یک مدرس دانشگاهی را در دوره ای دعوت کنند و از وی که هیچگونه خبری از هدفهای برنامه درسی، ساختار نظام آموزشی، اصول تعلیم و تربیت، رویکردهای جدید آموزشی و ... ندارد و تنها قادر است تعدادی از پرسشهای صرفاً علمی شما را در زمینه تخصصی خود آنها در سطحی کاملاً متفاوت با سطح کتاب پاسخ گوید، بخواهند



واگذار می‌کنند، تا حقوق ماهانه‌ی وی را دریافت کنند!! نه، تنها در فهرست حضور و غیاب در برابر نام وی حضور متافیزیکی ایشان را با امضا تأیید کند. حال با این وضعیت چگونه می‌توان انتظار داشت تا همه همکاران محترم در سراسر کشور از هدفهای کتابهای درسی آگاه باشد و با این آگاهی به تدریس پردازند؟ چگونه می‌توان انتظار داشت از طریق دوره‌های ضمن خدمت دیدگاهی همگن و منطبق بر سیاستهای کلی نظام آموزشی را در سراسر کشور گسترش داد و به این ترتیب بر مشکلات آموزش شیمی در کشور قالب آمد؟

در سال ۱۳۷۴ گروه شیمی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتابهای درسی به همراه اداره‌ی کل ضمن خدمت و با همکاری دفتر آموزشهای نظری و پیش‌دانشگاهی طرحی را برای تأمین مدرس مورد نیاز مراکز ضمن خدمت کشور پی‌ریزی کرد، که سرآغاز آن برگزاری آزمون سراسری دبیران شیمی کشور در روز جمعه اول تیرماه سال ۱۳۷۵ بود. هدف دیگری که علاوه بر تأمین مدرس، در این طرح پیگیری می‌شد، سنجش سطح علمی و تواناییهای آموزشی معلمان شیمی کشور بود. با این آزمون، نقاط قوت و ضعف معلمان به خوبی روشن و برنامه‌ریزی‌های آتی آگاهانه‌تر و آسانتر می‌شد. با این حال یا به علت عدم اطلاع‌رسانی به موقع و در بسیاری موارد مقاومت آگاهانه یا ناآگاهانه شماری از همکاران ارجمند در برابر این آزمون و نتایج احتمالی آنگران‌کننده‌ی آن، سبب شد تا تنها حدود ۳۳ درصد از معلمان سراسر کشور در این آزمون شرکت کنند. از این میان حدود ۹۰ نفر (به طور متوسط سه نفر اول هر استان) در دوره‌ای ۸۰ ساعته در مرداد ماه ۷۵ در تبریز شرکت کردند و پس از یک امتحان کتبی و مصاحبه تنها ۴۳ نفر به عنوان مدرس به استانها کشور معرفی شدند. این مدرسان که در سال بعد ۲۳ نفر دیگر نیز به آنها افزوده شد، در مجموع مدرسانی هستند که ضمن داشتن صلاحیت علمی لازم، از نظر ویژگیهای مدرسی نیز تأیید شده‌اند. البته توانایی آموزشی این افراد به طور نسبی و در مقایسه با افراد پذیرفته شده و مطابق سهمیه هر استان مورد تأیید قرار گرفته است و شاید در برخی موارد نیز خالی از ایراد و ضعف نباشد. با این حال انتخاب شماری از معلمان درد آشنا، علاقه مند، پر توان، پیگیر و کلاس و دانش آموز دیده برای تدریس در کلاسهای ضمن خدمت، گامی بزرگ در جهت رفع بسیاری از کمبودها در این دوره‌ها است. حال این پرسش را دوباره تکرار می‌کنم که آیا به جای یک مدرس دانشگاهی ناآگاه از مسایل آموزشی بهتر نیست تا از یک همکار سخت کوش و بی‌پیرایه استفاده شود، که در کنار هزاران مشکل مشابه من و شما، ساعتها آنها را پاسی از نیمه شب به مطالعه می‌پردازد تا دست کم دو ساعت در یک کلاس ضمن خدمت آنها با حق الزحمه‌ی حد اکثر در حدود ۴۰۰ الی ۵۰۰

تومان به بررسی مشکلات علمی و آموزشی همکاران خود پردازد؟ آیا شما حاضرید با این شرایط چنین مسئولیتی را بپذیرید؟ آیا فکر نمی‌کنید که در نخستین جلسه حضور این خواهان یا برادران ارجمند به جای پیچاندن، بی‌توجهی کردن و شاید خدای ناکرده به سخره گرفتن آنها، تلاش کنید تا همگان این واقعت را باور کنند که ما می‌توانیم خودمان دست بر زانوی خود بگذاریم و با دلسوزی و جدیتی که در قشر زحمت کش و کم توقع معلم وجود دارد، کشتی توفان زده نظام آموزشی کشور به ویژه آموزش شیمی را به ساحل امید برسانیم؟ آیا تنها داشتن مدرک تحصیلی دکترای قانع کردن ما کافی است یا وجود منطق و شواهد علمی؟ آیا دلچسب تر نیست که پاسخ درسی پرسشمان را از همکارمان آنها با شیوه‌ای منطبق بر هدفهای کتاب درسی بشنویم؟ یا حتماً باید یک مدرس دانشگاهی که در دل خود با به سخره گرفتن پرسش همکاران پاسخی صرفاً علمی، آنها بیرون از توان درک و فهم دانش آموزان ارایه دهد، برای ما مناسب تر است؟ فکر می‌کنم کمی زیاده روی کردم. زیرا، از قدیم گفته‌اند که «چشمه باید از خودش آب بدهد، آب دستی آن را خشک می‌کند». به هر حال تلاش کردم تا توجه شما را از نگاهی دیگر به دوره‌های ضمن خدمت جلب کنم و با برشمردن برخی پرسشهای بی‌پاسخ انگیزه‌دستیابی به این پاسخها را در شما تقویت کنم. با این حال این شما هستید که باید تلاش کنید و برای رفع نیازهای آموزشی-علمی خود به این دوره‌ها رونق بخشید و همگام با پیشرفت دانش و فن‌آوری ضمن تقویت مهارتهای حرفه‌ای خود رویکردهای آموزشی تازه‌ای ابداع کنید و نسل آینده‌ساز این کشور را در مسیری هموارتر به سوی آینده‌ای روشن رهنمون شوید. سرانجام با گفتن سخنی تلخ که امید است نتیجه‌ای شیرین در برداشته باشد، رشته طولانی این نوشتار را با خوش بینی به پایان می‌برم.

دوستی می‌گفت: «مدتی است که مسئولان دانشگاه تربیت معلم در صدد تغییر نام دانشگاه از تربیت معلم به فارابی برآمده‌اند. دوست دیگری می‌گفت: «در فلان دانشگاه رشته دبیری شیمی را با حذف واحدهای علوم تربیتی در واقع به شیمی محض تبدیل کرده‌اند.» اما ظریفی می‌گفت: «چه خوب شد، زیرا در دانشگاههای تربیت معلم که دو دانشکده علوم و علوم تربیتی هیچگونه ارتباطی با هم ندارند، نه شیمیدان خوبی تربیت می‌شود و نه معلم خوبی، پس بهتر است یکی را حذف کنند تا دست کم دیگری را داشته باشیم.» بیگانه‌ای نیز می‌گفت: «با جذب چنین نیروهایی آنها بدون گذاشتن دوره‌های پیش از خدمت چگونه می‌توان به آینده آموزش و پرورش این کشور خوش بین بود؟»

# آلفرد ورنر

۱ نوامبر ۱۹۱۹ - ۱۲ دسامبر ۱۸۶۶

سیدرضا آقا پور مقدم

شیمیدان آلمانی سوییسی تبار، در شهر مولوز<sup>۱</sup> فرانسه واقع در ایالت آلزاس<sup>۲</sup> زاده شد. او در انباری خانه خود یک آزمایشگاه شیمی دایر کرد و در ۱۸ سالگی توانست، آزمایشهای بسیار شگفت آوری انجام دهد، در ۲۰ سالگی به سویس رفت و تا پایان عمر در آنجا زیست. وی در دانشگاه زوریخ<sup>۳</sup> دانش اندوخت و در ۱۸۹۰ از آن دانشگاه درجه دکترا گرفت. در ۱۸۹۳ استاد انجمن پلی تکنیک زوریخ شد. ورنر هم مانند کیپینگ<sup>۴</sup> و پوپ<sup>۵</sup> می کوشید تا اندیشه های وان. ت هف<sup>۶</sup> و لوبل<sup>۷</sup> را گسترش دهد و آن را به پهنه اتمهای دیگری غیر از اتم کربن هم بکشاند و توانست ترکیبهای از کروم، کبالت و رادیم تهیه کند که فعالیت نوری دارند. روی ترکیبهای کمپلکس به ویژه ترکیبهای آلی کبالت و کروم نیز بررسیهای انجام داد. برای پاره ای از مواد کانی هم ایزومر نوری به دست آورد. در ۱۸۹۱ نظریه ای برای ساختار مولکولی ارائه داد.

در تاریخ شیمی آمده است که شبی در ساعت ۲ بامداد، در خواب به وی الهام شده است که اتمها یا گروه اتمها می توانند بنابر اصول ثابت هندسی و بدون توجه به مسأله ظرفیت پیرامون یک اتم یا یون مرکزی پخش شوند. در ۱۸۹۳، به منظور توجیه ساختار ترکیبهای کمپلکس، نظریه ای را به روش علمی ارائه کرد که بر شواهد محکم تجربی استوار بود. ورنر با گردآوری داده های تجربی و آگاهی هایی که از روش تجزیه چندی (کمی) و رسانایی سنجی محلول ترکیبهای کمپلکس گوناگون به دست آورده بود، نظریه کوئوردیناسیون<sup>۸</sup> خود را درباره ساختار ترکیبهای کمپلکس چنین بیان داشت. در ترکیبهای کمپلکس، باید برای کاتیون فلزی (اتم مرکزی)، دو نوع ظرفیت در نظر گرفت. یکی ظرفیت اصلی که برابر بار الکتریکی کاتیون مرکزی است و توسط بار الکتریکی منفی تعداد معینی از آنیونهای متصل به آن خنثی می شود. برای نمونه در کمپلکس کلرید هگزا آمین پلاتین (IV)  $[Pt(NH_3)_6]Cl_4$ ، ظرفیت اصلی پلاتین +۴ است که با بار الکتریکی چهار یون کلرید  $(Cl^-)$  خنثی می شود. دیگری ظرفیت فرعی<sup>۹</sup> است که آن را در اصطلاح عدد کوئوردیناسیون اتم مرکزی یا عدد کوئوردیناسیونی<sup>۱۰</sup> (هم آرای) می نامیم و برابر است با شمار گروههایی (مولکولهای خنثای قطبی یا آنیونها) که به طور مستقیم و با اهدای یک جفت الکترون ناپیوندی به اتم مرکزی متصلند. این گروهها عبارتند از کوردینا<sup>۱۱</sup> یا لیگاندها<sup>۱۲</sup> (یک دندانه). از این رو، عدد کوئوردیناسیون (تعداد لیگاندها) را لیگانسی<sup>۱۳</sup> هم می نامند.





کوئوردیناسیون اتم مرکزی در یک ترکیب و دیگری ماهیت پیوند شیمیایی بین اتم مرکزی و لیگاند ها بود. این دو پرسش، بعدها توسط سیچ ویک<sup>۱۹</sup> پاسخ داده شد. نظریه ایزومری نمکهای کمپلکس توسط ورنر و هانچ<sup>۲۰</sup> ارایه شده است. ورنر سرانجام، در شهر زوریخ در سن پنجاه و سه سالگی درگذشت.



1. Alfred Werner, 2. Mulhouse, 3. Alzas, 4. Zurich

۵- کپینگ، فردریک استنلی (Kipping, Frederic Stanley) شیمیدان انگلیسی (۱۸۶۳-۱۹۴۹).

۶- پوپ، سر ویلیام (Popc, Sir William) شیمیدان انگلیسی (۱۸۳۹-۱۸۷۰).

۷- وان ت هف، یاکوس هنریکوس (Van't Hoff, Jachus Henricus) شیمی فیزیکدان هلندی (۱۸۵۲-۱۹۱۱).

۸- لوبل، ژوزف آشیل (LeBel, Achille) شیمیدان فرانسوی (۱۸۴۷-۱۹۳۰).

9. coordination. 10. secondary valence. 11. coordination number. 12. coordina

۱۳- لیگاند (ligand) از واژه لاتینی به معنی چنگ زدن و محکم گرفتن، گرفته شده است. هر جزء کاتیونی، آنیونی یا خنثی که با فلز واسطه، پیوند تشکیل دهد و بخشی از پوسته کوئوردیناسیون فلز را به وجود آورد.

14. ligancy. 15. inner coordination sphere. 16. outer coordination sphere

۱۷- ککوله، فن شترادونیتس اگوست (Kekulé, von Stradonitz August) شیمیدان آلمانی (۱۸۲۹-۱۸۹۶).

۱۸- نوبل، آلفرد (Nobel, Alfred) مهندس و شیمیدان سوئدی (۱۸۳۳-۱۸۹۶)، زندگینامه او در شماره ۴۱، مجله رشد آموزش شیمی آمده است.

۱۹- سیچ ویک، نیویل وینسنت (Sidgwick, Nevil Vincent) (۱۸۷۳-۱۹۵۲).

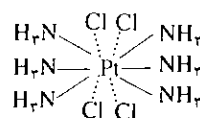
۲۰- هانچ، آرتور رودولف (Hantzsch, A.R) شیمیدان آلمانی، شاگرد آلفرد ورنر بود (۱۸۵۷-۱۹۳۵).



۱- ملاردی، دکتر محمدرضا. آقا پورمقدم، سیدرضا. فرهنگ تفسیری شیمی (اثرها، قانون ها و ...) انتشارات مدرسه (۱۳۷۴)

۲- آقا پورمقدم، سیدرضا، دائرة المعارف شیمیدانان جهان، نشر کتاب (۱۳۶۵).

در کمپلکس  $[Pt(NH_3)_6]Cl_4$ ، ۶ مولکول  $NH_3$  به طور مستقیم به اتم مرکزی متصلند و از این رو ظرفیت فرعی پلاتین (عدد کوئوردیناسیون آن) برابر با ۶ است. وی ظرفیت اصلی اتم مرکزی را با نقطه چین و ظرفیت فرعی آن را با خط پر مشخص می کرد. برای نمونه  $[Pt(NH_3)_6]Cl_4$  را طبق شکل (۱) نشان می داد.



ورنر مجموعه اتم مرکزی و لیگاند ها را که به طور مستقیم به آن وابسته اند تا جایی که در آب این یکپارچگی را می توانند حفظ کنند، در اصطلاح فضای درونی کوئوردیناسیون<sup>۱۵</sup> و یونهای را که در بیرون از این مجموعه جای دارند، در اصطلاح فضای بیرونی کوئوردیناسیون<sup>۱۶</sup> نامید. برای نمونه، در کمپلکس  $[Pt(NH_3)_6]Cl_4$  مجموعه  $Pt$  و  $6NH_3$  فضای درونی کوئوردیناسیون را تشکیل می دهد که آن را در درون یک گروه جای می دهند و چهار یون کلرید ( $Cl^-$ ) فضای بیرونی کوئوردیناسیون را تشکیل می دهند که در بیرون گروه گذاشته می شود؛ در مورد شکل هندسی این کمپلکس، نخست ورنر با توجه به فرمول شش ضلعی که ککوله<sup>۱۷</sup> برای بتزن در نظر گرفته بود، برای فضای درونی کوئوردیناسیون آن، شکل شش ضلعی در نظر گرفت، که در این صورت، مشتق دو جانشینی آن (برای نمونه  $[Pt(NH_3)_4(OH)_2]^{2+}$ ) می بایست مانند مشتقهای دو جانشینی بتزن، سه ایزومر اورتو، متا و پارا داشته باشد ولی در عمل تنها دو ایزومر آن شناخته و جدا شده است. از این رو ساختار منشور مثلثی را برای آن پیشنهاد کرد که آن نیز همان ایراد ساختار شش ضلعی (امکان سه ایزومر) را داشت. سرانجام ساختار هشت وجهی منظم را برای مجموعه  $[Pt(NH_3)_6]^{2+}$  و ترکیبهای مشابه آن پیشنهاد کرد که با نتایج تجربی از جمله امکان وجود دو ایزومر هندسی (سیس و ترانس) هماهنگی دارد. به این ترتیب، ورنر توانست با ارایه این نظریه مهم (که حدود ۲۸ سال پیش از کشف ساختار اتم بود)، بخشی از گره آن روز در زمینه ترکیبهای کمپلکس به ویژه ساختار، خواص و ایزومری آنها را به طور کامل بگشاید. به همین خاطر جایزه نوبل<sup>۱۸</sup> شیمی سال ۱۹۱۳ به وی داده شد. با وجود این، وی نتوانسته بود به دو پرسش مطرح شده در آن زمان پاسخ دهد که یکی ثابت بودن عدد

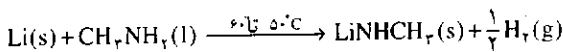
# آشنایی با لیتیم

سیدرضا آقا پور مقدم

کربنات سدیم و تبخیر خورشیدی دریاچه های نمک به دست می آید. لایه نازکی از لیتیم را می توان با ذوب کردن بر روی نگاهدارنده های جامد گوناگونی مانند کربنات سدیم، سنگ چخماق و ... به وجود آورد. از لیتیم به عنوان کاتالیزگر برای واکنش های گوناگون آلکن ها، به ویژه دایمر شدن پروپن به ۴-متیل-۱-پنتن بهره می گیرند.

لیتیم در  $25^{\circ}\text{C}$  تنها به کندی با آب واکنش می دهد و برخلاف دیگر عنصرهای قلیایی، هیدروژن اسیدی ضعیف در فیل استیلن را جا به جانی نمی کند، اما لیتیم در واکنش با  $\text{N}_2$ ، منحصر به فرد است و در  $25^{\circ}\text{C}$  به کندی و در  $400^{\circ}\text{C}$  به سرعت با آن ترکیب می شود. بلورهای سرخ یا قهوه ای رنگ نیتريد لیتیم ( $\text{Li}_3\text{N}$ )، تولید می کند. همان طور که منیزیم با نیتروژن، نیتريد منیزیم ( $\text{Mg}_3\text{N}_2$ ) می دهد، لیتیم، نیتروژن را جذب می کند، اگرچه  $\text{Li}$ ،  $\text{Na}$  و  $\text{K}$  در هوا جلای فلزی خود را به سرعت از دست می دهند اما می توان در هوا با آنها کار کرد در حالی که برای کار کردن با سایر فلزهای این گروه باید از محیط آرگون بهره گرفت.

یکی از تفاوت های بنیادی که می توان آن را به اندازه کاتیون نسبت داد، از طریق واکنش این عنصر با اکسیژن نشان داده می شود، این فلزها در هوا با اکسیژن در فشار یک اتمسفر می سوزند. لیتیم، تنها  $\text{Li}_2\text{O}$  همراه با مقدار جزئی پر اکسید لیتیم ( $\text{Li}_2\text{O}_2$ ) می دهد. این فلزها به اندازه های متفاوت در دیگر آمینها، هگزامتیل فسفر آمید  $\text{P}(\text{NMe}_2)_3$  و دراترها مانند تتراهیدروفوران<sup>۱۱</sup> حل شده و محلول های آبی رنگی می دهند. محلول فلزهای قلیایی در آمونیاک و آمینها در سنتزهای آلی و کانی به مقدار زیاد به کار می رود. محلول لیتیم در متیل آمین یا اتیلن دی آمین ( $\text{NH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$ ) می تواند حلقه های آروماتیک را به مونواولفین های حلقوی بکاهد.



دی آلکیل آمیدهای لیتیم برای تهیه ترکیب هایی با پیوند  $\text{M-NR}_2$  به کار می رود.

برای یونی که بیشترین قدرت قطبیدن را در گروه فلزهای قلیایی دارد یعنی  $\text{Li}^+$  تمایل برای تشکیل ترکیب های کووالانسی از دیگر

1 H 1.008																	2 He 4.003	
3 Li 6.941	4 Be 9.012											5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.998	10 Ne 20.180	
11 Na 22.990	12 Mg 24.305											13 Al 26.982	14 Si 28.086	15 P 30.974	16 S 32.06	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948	
19 K 39.098	20 Ca 40.078	21 Sc 44.956	22 Ti 47.88	23 V 50.942	24 Cr 52.00	25 Mn 54.938	26 Fe 55.845	27 Co 58.933	28 Ni 58.69	29 Cu 63.546	30 Zn 65.38	31 Ga 69.723	32 Ge 72.63	33 As 74.922	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.80	
37 Rb 85.468	38 Sr 87.62	39 Y 88.906	40 Zr 91.224	41 Nb 92.906	42 Mo 95.94	43 Tc 98.906	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.36	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.6	53 I 126.91	54 Xe 131.29	
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	[57-71]		72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.85	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]
87 Fr [223]	88 Ra [226]	[89-103]		104 Unq [261]	105 Unp [262]	106 Uub [263]	107 Uuq [264]	108 Uuh [265]	109 Uuq [266]	110 Uuh [267]	111 Uuq [268]	112 Uub [269]	113 Uut [270]	114 Uuq [271]	115 Uup [272]	116 Uub [273]	117 Uut [274]	118 Uuq [276]

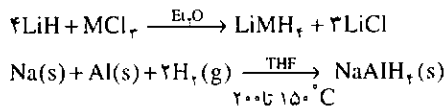
در سال ۱۸۱۷ آرفدسون<sup>۲</sup> که زیر نظر برسلوس<sup>۳</sup> کار می کرد، یک کانی تازه کشف شده به نام پتالیت<sup>۴</sup>،  $(\text{Li.Na})\text{AlSi}_4\text{O}_{10}$  را که گمان می رفت، سیلیکات سدیم و آلومینیم است، آزمایش می کرد. اما وی دریافت که فلز قلیایی به دست آمده، سدیم نیست بلکه عنصری تازه است. وی این عنصر نو را لیتیم نامید، زیرا برخلاف فلزهای قلیایی شناخته شده (سدیم و پتاسیم) که در خاکستر سیزی ها یافت شده بودند، این فلز قلیایی را در کانی ها مشاهده کردند. نام لیتیم از واژه یونانی لیتوس<sup>۵</sup> به معنی سنگ گرفته شده است. هم دیوی<sup>۶</sup> و هم براندز<sup>۷</sup> در سال ۱۸۲۰ توانستند، اکسید لیتیم را تجزیه کنند و به مقدار کمی، عنصر لیتیم به دست آورند. در سال ۱۸۵۵ بوئرن<sup>۸</sup> توانست این عنصر را به اندازه ای به دست آورد که بتوان خواص آن را بررسی کرد. لیتیم عنصری فلزی با عدد اتمی ۳، در گروه IA و دوره دوم جدول تناوبی جای دارد و دو ایزوتوپ  $(^7\text{Li}, ^6\text{Li})$  از آن شناخته شده است. سبکترین عنصر جامد است، همیشه به صورت ترکیب یافت می شود. فلز نقره ای بسیار نرمی است که در  $20^{\circ}\text{C}$  چگالی آن  $0.534\text{g/cm}^3$  است. در  $179^{\circ}\text{C}$  گداخته می شود و در  $1317^{\circ}\text{C}$  می جوشد. ساختار بلوری آن مکعبی مرکز پر و سختی آن  $0.6$  است. گرانیوی آن به حالت مایع از آب کمتر است. ظرفیت گرمایی آن در حدود آب است. در دمای اتاق با «مواد نم دار» واکنش گرماده می دهد. در هوا به تندی تیره و کدر می شود، دارای رسانایی برقی شدید است، در آمونیاک حل می شود، خواص شیمیایی آن بسیار شبیه به پتاسیم و سدیم است. به کمک الکترولیز از آمیخته گداخته شده کلرید لیتیم و کلرید پتاسیم یا استخراج با دمای بالا از اسپودومن<sup>۹</sup>  $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$  به کمک



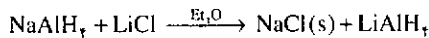


میزان جنبش پذیری یونی لیتیم نسبت به یونهای همه عنصرهای هم گروه خود کمتر است.

$\text{LiGaH}_4$  یکی از هیدریدهای کمپلکس لیتیم است که حتی در  $25^\circ\text{C}$  هم به کندی به هیدروژن، گالیم و هیدرید لیتیم تجزیه می شود و در مقایسه با  $\text{LiAlH}_4$  عامل کاهنده ملایمتری است. مهمترین ترکیب این گروه تتراهیدرو آلومینات لیتیم است که در شیمی به ویژه شیمی کانی به عنوان یک ماده کاهنده به طور گسترده ای کاربرد دارد. در ترکیبهایی که عامل کریوکیسل ( $-\text{COOH}$ ) دارند، تبدیل این عامل به  $-\text{CH}_2\text{OH}$  دشوار است، در این موارد از تتراهیدرو آلومینات لیتیم بهره می گیرند. در واقع این تنها معرف مناسب برای این کار است. تتراهیدرید و آلومینات لیتیم جامدی متبلور و غیر فرار است خالص آن سفید رنگ و بیشتر به علت ناخالصی، رنگ آن به خاکستری می گراید، این ماده در زیر  $120^\circ\text{C}$  پایدار است و در دی اتیل اتر، تتراهیدرو فوران محلول است. نمکهای آلومینیم و گالیم با واکنش زیر تهیه می شوند.



این نمک با تولوئن رسوب می دهد و به نمک لیتیم تبدیل می شود.



یکی از کاربردهای عمده لیتیم فلزی در صنعت و در آزمایشگاه برای تهیه ترکیبهای آلی لیتیم است که در واکنشها، عموماً شباهت به شناساگرهای گرینارد<sup>۱۱</sup> دارند، با این تفاوت که معمولاً فعالترند. این ترکیبها از واکنش مستقیم فلز با هالید آلی که معمولاً کلرید

یونهای  $\text{Na}^+$ ،  $\text{K}^+$  و ... بیشتر است. نسبت بار به شعاع برای  $\text{Li}^+$ ، که مشابه همین نسبت برای  $\text{Mg}^{2+}$  است، شباهت شیمی این دو عنصر را توجیه می کند در حالی که  $\text{Li}^+$  با دیگر عنصرهای هم گروه خود متفاوت است.

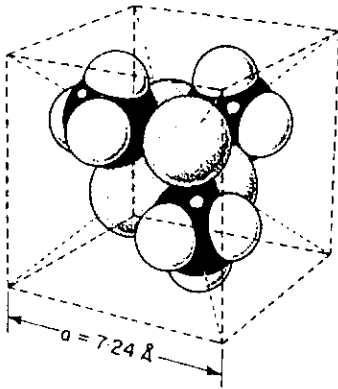
بسیاری از خواص غیر عادی لیتیم از اندازه بسیار کوچک یون  $\text{Li}^+$  و اثر آن بر انرژی شبکه، ناشی می شوند. برای نمونه  $\text{LiH}$  تا حدود  $900^\circ\text{C}$  پایدار است در صورتی که  $\text{NaH}$  در  $350^\circ\text{C}$  تجزیه می شود. در  $25^\circ\text{C}$ ، نیتريد لیتیم ( $\text{Li}_3\text{N}$ ) پایدار است. در صورتی که  $\text{Na}_3\text{N}$  موجود نیست. هیدروکسید لیتیم در دمای سرخ تجزیه می شود در حالی که هیدروکسید دیگر عنصرهای گروه (MOH) بدون تغییر، فرازش می کنند. قابلیت حل شدن  $\text{LiOH}$  کمتر از دیگر هیدروکسیدها است. قابلیت انحلال نمکهای  $\text{Li}^+$  به نمکهای  $\text{Mg}^{2+}$  شباهت دارد. برای نمونه  $\text{LiF}$  به مقدار جزئی در آب حل می شود. در  $18^\circ\text{C}$ ،  $27\text{g}$  آن در  $100\text{g}$  آب حل می شود و از محلول آمونیاکی  $\text{NH}_4\text{F}$  رسوب می کند.  $\text{LiCl}$ ،  $\text{LiBr}$  و  $\text{LiI}$  و به ویژه  $\text{LiClO}_4$  در اتانول، استون و اتیل استات حل می شوند.  $\text{LiCl}$  در پیریدین محلول است. انرژی آبدار کردن یون  $\text{Li}^+$  زیاد است و این یون بیشتر در نمکهای جامد به صورت آبدار است، در حالی که نمکهای مشابه دیگر عنصرهای قلیایی آبدار نیستند برای نمونه  $\text{LiClO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . نمک لیتیم با اسیدهای قوی معمولاً بیشتر از نمکهای مشابه دیگر فلزهای قلیایی در آب حل می شود در حالی که در مورد اسیدهای ضعیف قابلیت انحلال نمکهای  $\text{Li}$  کمتر از نمکهای مشابه سایر عنصرهاست. این یونها تعداد کمی واکنشهای رسوب ساز مهم دارند؛ در بسیاری از نمکهای متبلور  $\text{Li}^+$ ، لایه آبیوشی اولیه از چهار مولکول آب با آرایش چهار وجهی تشکیل شده است و به احتمال در محلول هم چنین وضعی رخ می دهد.

جدول داده های مربوط به آبیوشی یون آبی لیتیم ( $\text{Li}^+$ )

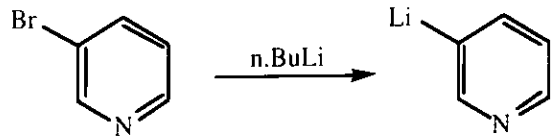
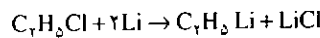
شعاع پولینگ بر حسب پیکومتر (pm)	شعاع یون آبدار بر حسب پیکومتر (pm)	عدد آبیوشی	انرژی آبیوشی $\text{kJmol}^{-1}$	قابلیت تحرک یونی در رقت بی نهایت $18^\circ\text{C}$
۶۰	۳۴۰	۲۵/۳	۵۱۹	۳۳/۵



ساختار مولکولی تترامتیل لیتیم  $(CH_3Li)_4$



است، در بنزن یا اتر نفت به دست می‌آیند، از اترها نیز می‌توان به این منظور بهره گرفت، اما ترکیب‌های آلی لیتیم به آهستگی بر آنها حمله می‌کنند. برای تهیه این ترکیبها از مبادله فلز-هیدروژن، مبادله فلز-هالوژن و مبادله فلز-فلز هم می‌توان بهره گرفت.



معمولاً برای چنین واکنشهایی، نرمال بوتیل لیتیم  $(C_4H_9Li)$  در هگزان، بنزن یا اترها به کار می‌رود.

متیل لیتیم هم از راه مبادله با تأثیر نرمال بوتیل لیتیم  $(n-C_4H_9Li)$  و  $CH_3I$  در هگزان در دماهای پایین تهیه می‌شود. در اینجا متیل لیتیم به صورت بلورهای سفید نامحلول ته‌نشین می‌شود.

همه ترکیبهای آلی لیتیم به سرعت با اکسیژن، با آب و با بخار آب واکنش می‌دهند و معمولاً در هوا خود به خود آتش می‌گیرند. در هر حال برمید لیتیم و یدید لیتیم با آلکیلها، کمپلکسهای جامدی با استوکویومتری  $RLi(LiX)$  تشکیل می‌دهند که در هوا پایدار می‌مانند.

ترکیبهای آلی لیتیم از گروه بسیار معدود ترکیبهای آلی فلزهای قلیایی هستند که خواص آنها چون قابل حل بودن در هیدروکربنها یا دیگر مایعهای غیر قطبی و بسیار فرار، رفتار شبه مواد کووالانسی دارد. ترکیبهای آلی لیتیم عموماً به حالت مایع یا جامد زودگذار هستند. همایش مولکولی، یک مشخصه مهم آلکیلها در حالت بلور و در محلول است برای نمونه در متیل لیتیم، اتمهای لیتیم در گوشه‌های یک چهار وجهی جای دارند. گروههای آلکیل بر وجوه این چهار وجهی متمرکزند. گروه  $CH_3$  به طور متقارن به سه اتم Li متصل است و پیوند این گروه پل شده آلکیل از نوع چند مرکزی با کمبود الکترون است. همایش مولکولی به جای این که به تأثیر متقابل پیوندی Li-Li مربوط باشد به طور عمده به پیوند Li-C-Li مربوط است.

## 1. Lithium

### 2. Arfwedson, Johan August یا Arfedson

۳- برسلوس، یونس یاکوب (Berselius, J.J) شیمیدان سوئدی (۱۸۴۸-۱۷۷۹)، زندگینامه او در شماره ۷ مجله رشد آموزش شیمی آمده است.

### 4. petalite

### 5. lithos

۶- دیوی، سرهمفری (Davy, H) شیمیدان و فیزیکدان انگلیسی (۱۸۲۹-۱۷۷۸)، زندگینامه او در شماره ۴۳ مجله رشد آموزش شیمی آمده است.

### ۷- براندز Brandes

۸- بونزن، رابرت (Bunsen, R. W. E) شیمیدان و فیزیکدان آلمانی (۱۸۹۹-۱۸۱۱).

### 9. spodumene

### 10. tetrahydrofuran

۱۱- پولینگ، لینوس کارل (Pauling, L. C) زیست‌شیمیدان آمریکایی (۱۹۹۴-۱۹۰۱)، زندگینامه او در شماره ۴۱ مجله رشد آموزش شیمی آمده است.

۱۲- گرینارد، فرانسوا اوگوست ویکتور (Grignard, F. A. V) شیمیدان فرانسوی (۱۹۳۵-۱۸۷۱).

۱- میانی شیمی معدنی، تألیف کاتن، اف. آلبرت و ویلکینسون جفری، ترجمه: منصور عابدینی و یحیی فرهنگی (۱۳۶۳)

۲- فرهنگ علوم تجربی، انتشارات مدرسه (۱۳۷۲)

۳- فرهنگ عناصر، آقا پور مقدم، سیدرضا؛ توکلی صابری، علی‌رضا (۱۳۶۹)

## در آمد

از آنجاکه گمان می رفت زاج سفید ترکیب بی زبانی باشد، از سال‌ها پیش از آن برای آشنا ساختن دانش آموزان با یکی از روشهای جداسازی یعنی تبلور، استفاده می شد. زاج سفید، به آسانی از محلول آبکی آن متبلور می شود و بلورهای درشتی تشکیل می دهد. ترکیب دیگری که برای تبلور از آن بهره می گرفتند، کات کیود (سولفات مس (II) آبدار) بود؛ که برخلاف زاج سفید همواره سمی بودن آن را گوشزد می کردند.

با توجه به این در سال‌های اخیر روشن شده است که مصرف داروهای ضداسید دارای هیدروکسید آلومینیم اثر زیان‌آوری بر مغز به جا می گذارد، بنابراین بهتر است برای آشنایی دانش آموزان با «تبلور» ترکیب دیگری را جایگزین آن کنیم. (البته متأسفانه، امروز از سمی بودن ترکیبهای آلومینیم در حالی آگاه می شویم که بسیاری از خانواده‌ها هنوز هم هنگام پخت برنج در مهمانی‌ها برای سفید و زنده نگهداشتنِ پلو، از زاج آلومینیم استفاده می کنند!).

## آزمایش

در بررسی پدیده تبلور استات سدیم جایگزین خوبی برای زاج سفید است. در این آزمایش، هم روشی برای تهیه یک ترکیب یاد می گیریم و هم بلورهای بسیار زیبایی به دست می آوریم. و تازه اگر کسی علاقمند باشد، می تواند شمار مولکولهای آب تبلور آن را نیز به دست آورد.

یک لیوان (یک بشر ۲۵۰ ml) را تا نیمه از سرکه سفید پر کنید. با یک قاشق چای خوری به آرامی و کم کم جوش شیرین روی محلول سرکه بریزید و با قاشق چای خوری دیگری آن را خوب به هم بزنید. هم زمان با افزایش جوش شیرین، محلول کف خواهد کرد. افزایش جوش شیرین را تا زمانی ادامه دهید که محلول، دیگر کف نکند. اکنون کمی سرکه سفید بردارید و قطره قطره در همان لیوان بریزید و باز هم آن را به هم بزنید. احتمالاً با افزایش نخستین قطره‌های سرکه، محلول درون لیوان کف خواهد کرد. پس از آن که این محلول دیگر کف نکند، حدود ۲-۱ قاشق غذاخوری سرکه اضافی روی آن بریزید. این محلول را چند هفته به حال خود بگذارید، و البته، آن را تکان ندهید. پس از چند هفته بلورهای استات سدیم تشکیل خواهند شد.

## پرسش

۱- واکنش بین جوش شیرین و سرکه سفید را بنویسید.  
۲- با مراجعه به کتاب، تعداد احتمالی مولکولهای آب تبلور استات سدیم را پیدا کنید.

۳- روش ساده‌ای برای به دست آوردن تعداد مولکولهای آب تبلور استات سدیم بلوری شده پیشنهاد کنید.

۴- در این آزمایش، یکی دو قاشق سرکه اضافی برمی داریم. چرا نباید جوش شیرین را اضافه برداریم؟

از بین کسانی که به همه این پرسشها پاسخ درستی بدهند، یک نفر به قید قرعه، مشترک افتخاری مجله رشد آموزش شیمی خواهد شد.

# تهیه و تبلور استات سدیم

احمد خرم آبادی زاد



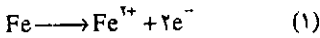




## مقدمه

بعضی از فلزها هنگامی که در شرایط جوی (مانند هوای نمناک، محلول دی اکسید کربن و ...) قرار می گیرند، لایه هایی از ترکیبهای ناخوشایند (معمولاً اکسید) بر روی آنها تشکیل می شوند. این فرآیند خوردگی نامیده می شود. در مورد فلز آهن، خوردگی را زنگ زدن می گویند. از نظر شیمیایی تشکیل اکسید آهن (III) (آبدار  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) نشان دهنده زنگ زدگی است. این اکسید به ذات چسبنده نیست و به صورت پوسته از سطح آهن کنده می شود و همواره سطح تازه ای از آهن را در معرض خوردگی بیشتر، قرار می دهد.

به نظر می رسد که زنگ زدن آهن به شیوه یک فرایند الکتروشیمیایی رخ می دهد. آهن تجاری در مجاورت هوای نمناکی که دارای اکسیژن یا دی اکسید کربن محلول باشد، مانند سلولهای الکتریکی کوچک عمل می کند. آهن در آند این سلول الکتروشیمیایی به صورت یونهای آهن (II) وارد محلول می شود. بنابراین می توان نوشت:



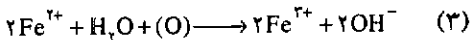
الکترونهای حاصل از واکنش بالا به سوی کاتد حرکت می کنند و در آنجا یونهای هیدروکسید را پدید می آورند.



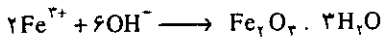
پس از تبدیل یونهای آهن (II) به یونهای آهن (III) در اثر اکسیژن محلول، این یونها با یونهای هیدروکسید ترکیب می شوند

و

اکسید آهن (III) آبدار یعنی زنگ آهن را تشکیل می دهند.



(4)

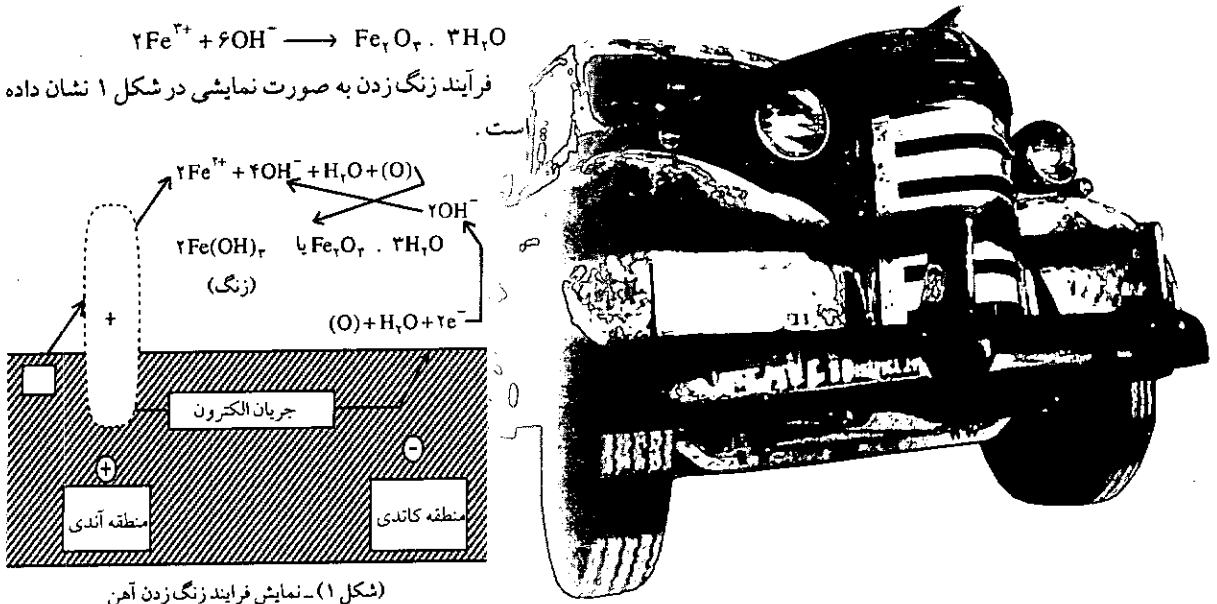


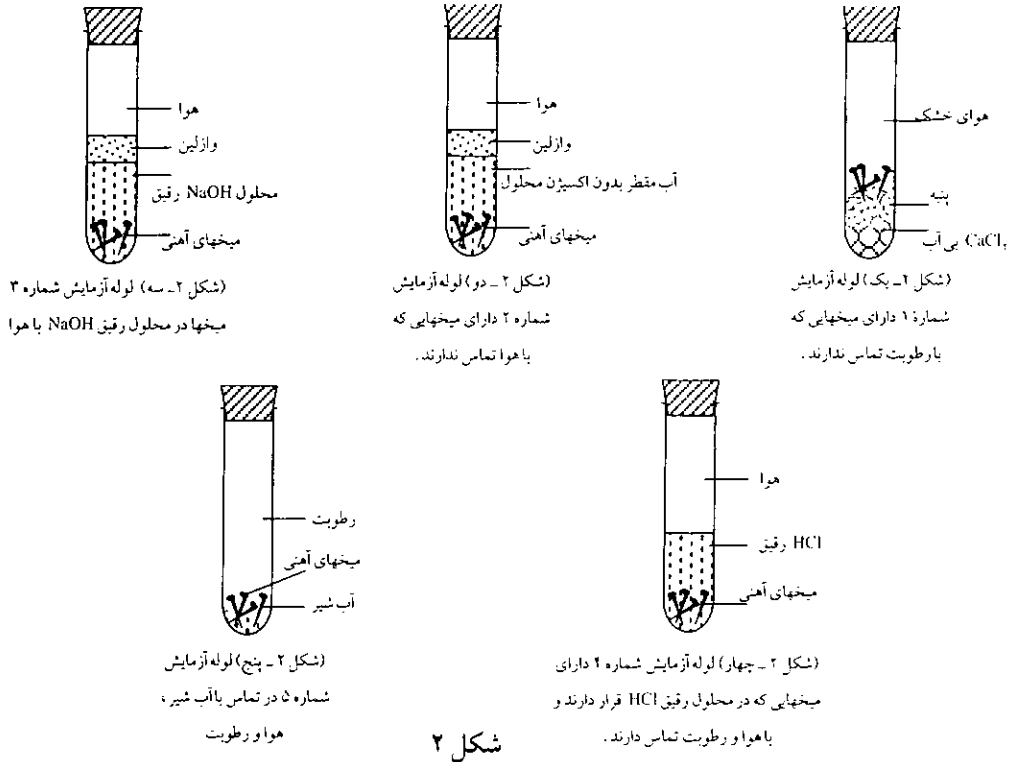
فرآیند زنگ زدن به صورت نمایشی در شکل ۱ نشان داده شده

# خوردگی

## آهن (آزمایش یک)

سیاوش نفیسی





شکل ۲

۳- در ته لوله شماره ۱، کمی،  $\text{CaCl}_2$  بی آب بریزید. سپس آن را با یک تکه پنبه بپوشانید و روی پنبه ۴ تا از میخهای تمیز و خشک شده بگذارید. با چوب پنبه در لوله را ببندید و آن را کنار بگذارید (شکل ۲- یک).

۴- در لوله شماره ۲، چهار میخ و حدود ۱۰ mL آب مقطر جوشیده بدون اکسیژن قرار دهید. آب باید کاملاً میخها را بپوشاند. سپس ۴ تا ۵ میلی لیتر وازلین مذاب به آن بیافزایید به گونه ای که یک لایه جلوگیری از نفوذ هوای بی آب را بپوشاند. با چوب پنبه در لوله را ببندید و آن را کنار بگذارید (شکل ۲- دو).

۵- در لوله شماره ۳، چهار میخ بیاندازید و به آن حدود ۱۰ mL محلول NaOH رقیق و داغ بیافزایید. ۴ تا ۵ میلی لیتر وازلین مذاب (مانند لوله شماره ۲) روی آن بریزید و در لوله را با چوب پنبه ببندید و آن را کنار بگذارید (شکل ۲- سه).

۶- در لوله شماره ۴، چهار میخ قرار دهید و به آن حدود ۱۰ mL محلول HCl رقیق بیافزایید تا کاملاً میخها را بپوشاند. در لوله را با چوب پنبه ببندید و آن را کنار بگذارید (شکل ۲- چهار).

۷- در لوله شماره ۵، همانند لوله های پیشین چهار میخ بیاندازید و ۲ تا ۳ میلی لیتر از آب شیر روی آنها بریزید تا تنها بخشی از میخها را بپوشاند. در لوله را با چوب پنبه ببندید و آن را کنار بگذارید (شکل ۲- پنج)

۸- لوله های آزمایش را بدون به هم زدن به مدت چند روز به حال خود بگذارید و سپس نتیجه هر یک را یادداشت کنید.

عوامل زیر به عمل زنگ زدن کمک می کنند:

- ۱- وجود ناخالصیهایی مانند روی، قلع و ... در آهن،
  - ۲- هوا و نم ۳- الکترولیت های موجود در آب، ۴- گازهای چون  $\text{CO}_2$  و  $\text{SO}_2$ ، ۵- وجود تنگنایی<sup>۱</sup> در فلز، ۶- وجود زنگ که خود اثر کاتالیزگری آن سبب پیشرفت زنگ زدن می شود، ۷- وجود اسید؛ یونهای  $\text{H}^+$  (اسید)، یونهای  $\text{OH}^-$  (تشکیل شده در واکنش (۳)) را حذف کرده، به تشکیل یونهای  $\text{Fe}^{3+}$  کمک می کنند.
- زنگ زدن بدون هوا یا رطوبت انجام نمی گیرد. همچنین، اگر مقداری قلیا وجود داشته باشد، واکنش نشان داده شده در شکل ۱ برمی گردد و یون  $\text{Fe}^{2+}$  تشکیل نمی شود.

مطالعه اثر زنگ زدن آهن در حضور هوا، آب، اسید و قلیا لوازم مورد نیاز: پنج لوله آزمایش، ارلن، چوب پنبه، چند میخ آهنی کوچک، پنبه،  $\text{HCl}$  یا  $\text{H}_2\text{SO}_4$  رقیق،  $\text{NaOH}$  رقیق،  $\text{CaCl}_2$  بی آب، حلال آلی مانند  $\text{CCl}_4$ ، وازلین و آب مقطر

### روش کار

- ۱- میخها را در ارلن بگذارید و آنها را دوبار با یک حلال آلی مانند  $\text{CCl}_4$  بشوید تا از آلودگی زدوده شوند. میخها را درآورده، خشک کنید.
- ۲- لوله های آزمایش تمیز و خشک را بردارید و آنها را با برچسب از ۱ تا ۵ شماره گذاری کنید.

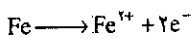
# خوردگی

## آهن

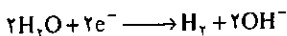
(آزمایش دوم)

مقدمه: بی درنگ پس از استخراج فلزها از کانی مربوطه، فرایندهای وارونه نیز آغاز می شوند؛ یعنی طبیعت می کوشد آنها را به شکل پیش از استخراجشان درآورد. معمولاً در این فرآیند، اکسیدها تشکیل می شوند، و بسته به وجود ناخالصیها ممکن است سولفیدها، کربناتها، سولفاتها و ... نیز تشکیل شوند. فرآیندی را که در آن فلزها گرایش به بازگشت به حالت ترکیبی شان دارند؛ خوردگی می نامند. در مورد آهن این عمل زنگ زدن نام دارد.

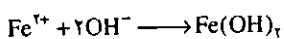
عوامل مؤثر بر فرآیند خوردگی عبارتند از: رطوبت، ناخالصیهای معلق در محیط، ماهیت فرآورده تشکیل شده و ناخالصیهای فلزی موجود در فلز خورده شده. هدف عمده در این بخش، پی بردن به اثر ناخالصیهای فلزی گوناگون بر سرعت خوردگی است. این اثر را می توان با مطالعه خوردگی آهنی فهمید که ناخالصی مانند مس دارد. آهن و مس یک سلول گالوانی تشکیل می دهند. به این صورت که آهن در جدول پتانسیل الکتروشیمیایی دارای موقعیت بالاتری نسبت به مس است، بنابراین گرایش زیادی به از دست دادن الکترون خواهد داشت:



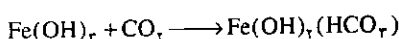
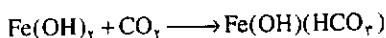
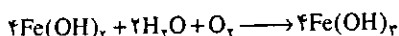
مس با توجه به موقعیتش نسبت به آهن، کاتد را تشکیل می دهد و با هدایت الکترونها باعث تشکیل یونهای هیدروکسیل می شود:



یونهای هیدروکسیل در ترکیب با یونهای آهن (II) هیدروکسید آهن (II) تشکیل می دهند.



سیس هیدروکسید آهن (II) به وسیله دی اکسید کربن و در حضور اکسیژن جو به کربنات بازی تبدیل می شود.

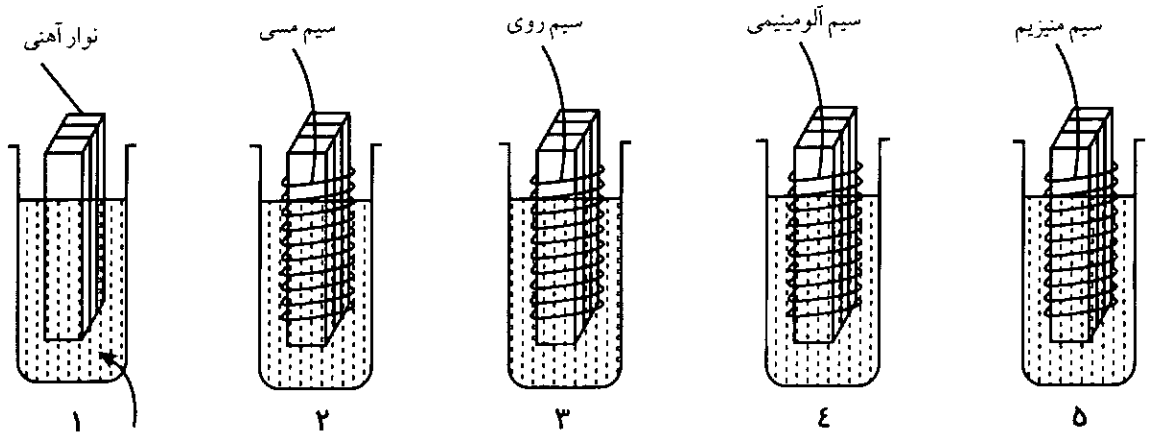


نتیجه گیری: در تماس با قلیا (بدون هوا) و نیز بدون وجود هوا یا رطوبت، زنگ زدن رخ نمی دهد. بنابراین میخهای آهنی تنها زمانی زنگ می زنند که در تماس با هوا، آب و نیز اسید باشند.

شماره لوله	میخها در تماس با:	مشاهده ها
۱	هوای خشک (بدون رطوبت)	بدون زنگ
۲	رطوبت (بدون هوا)	بدون زنگ
۳	NaOH رقیق (بدون هوا)	بدون زنگ
۴	HCl رقیق، هوا و رطوبت	زنگ مشاهده می شود
۵	هوا، رطوبت، الکترولیتهای موجود در آب شیر	زنگ مشاهده می شود







(شکل ۱) - مطالعه اثر ناخالصی فلزی بر سرعت خوردگی آهن

نشود. یک به یک نوارها را وزن کنید. سپس مقدار زنگ تشکیل شده را در هر مورد به دست آورید. مشاهده های خود را یادداشت کنید.

از بحث بالا نتیجه می شود که وجود ناخالصی فلزی که از آهن کمتر الکترومثبت<sup>۳</sup> است، سرعت خوردگی را شتاب می دهد. همچنین نتیجه می شود که هنگامی که ناخالصی فلزی الکترومثبت تر از آهن باشد، سرعت خوردگی کاهش می یابد.

#### مشاهده

شماره بشر	نوع نوار قرار گرفته در بشر	جرم نوار (به گرم) پیش از زنگ زدن	جرم نوار (به گرم) پس از زنگ زدن	جرم زنگ (به گرم)
۱	نوار آهنی			
۲	نوار آهنی + سیم مسی			
۳	نوار آهنی + سیم روی			
۴	نوار آهنی + سیم آلومینیمی			
۵	نوار آهنی + سیم منیزیم			

لوازم مورد نیاز: ۵ نوار آهن با شکل و اندازه یکسان، ۵ بشر، سیم مسی، سیم روی، سیم آلومینیم، سیم منیزیم، ترازو و روش کار

۱- پنج بشر بردارید و آنها را تمیز و خشک کنید. سپس آنها را با استفاده از برچسب از ۱ تا ۵ شماره گذاری کنید.

۲- پنج نوار آهنی را تمیز کرده، جرم هریک از آنها را یادداشت کنید.

#### نتیجه

از مشاهده بالا نتیجه می شود که فلزهای الکترومثبت تر از آهن، سرعت خوردگی را کم می کنند. در حالی که فلزهای با الکترومثبت کمتر (نسبت به آهن) سرعت خوردگی را شتاب می دهند.

۱- [1]

۲- تراکلیدکربن مایع فرار و سمی است. باین حلال تنها در زیر هود یا در فضای باز کار کنید. (س)

۳- الکترومثبت<sup>۳</sup> واژه هم ارزی است که مترجم به جای الکتروپوزیتیو به کار برده است. (و)

[2]

۳- یکی از نوارهای آهنی را در بشر شماره ۱ بیاندازید. نوار دوم را بردارید و یک قطعه تمیز سیم مسی دور آن بپیچید. سپس آن را در بشر شماره ۲ بگذارید. به همین صورت یک تکه سیم تمیز روی را دور نوار دیگر بپیچید و آن را در بشر شماره ۳ بگذارید. یک قطعه تمیز سیم آلومینیمی دور نوار چهارم بپیچید و آن را در بشر شماره ۴ قرار دهید. سرانجام یک قطعه تمیز سیم منیزیم را دور نوار پنجم بپیچید و آن را در بشر شماره ۵ بگذارید.

۴- در هریک از ۵ بشر به مقدار برابر آب شیر بریزید و بشرها را به مدت یک هفته یا همین حدود نگهداری کنید. (شکل ۱)

در این مدت نوارها قهوه ای رنگ می شوند.

۵- نوارها را خارج کنید و بگذارید خشک شوند. حالا سیمها را به دقت بردارید به طوری که زنگ قهوه ای تشکیل شده خراشیده

Katyal, M. etal. "Experiments in Chemistry for Class XII" McGraw-Hill; New Dehli (1981).



# راهی دیگر برای شناسایی الکل‌های نوع اول و دوم\*

داوود حبیبی<sup>۱</sup> - رامین قربانی واقعی<sup>۲</sup>

چنانچه محلول TCICA در استونیتریل در بطریهای قهوه‌ای رنگ نگهداری شود، سالها پایدار می‌ماند. از TCICA به عنوان گذرذای استخر شنا استفاده می‌شود و بنابراین به خوبی در دسترس قرار دارد.

۴- واکنش بدون حضور HCl پیشرفت خواهد کرد؛ ولی هنگامی که از آن استفاده می‌شود، مدت زمان انجام واکنش قابل اعتمادتر است.

۵- رسوب عبارت از اسید سیانوریک است؛ یعنی همان جامدی که در استخرهای شنا از تجزیه کلر به وسیله نور جلوگیری می‌کند.

۶- ما این آزمون را چند سال در آزمایشگاه‌های آلی به کار بسته‌ایم و دانشجویان نتایج قابل اعتمادی را به دست آورده‌اند. زمانهای لازم برای مقایسه این واکنشها در اختیار دانشجویان قرار نمی‌گیرند، از این رو هر دانشجو برای یافتن این داده‌ها باید خودش آزمایش با اتانول و ۲- پروپانول را انجام دهد. تشکیل رسوب با الکل‌های نوع اول نزدیک به ۷ تا ۳۰ دقیقه، و با الکل‌های نوع دوم نزدیک به ۱ تا ۱۲ دقیقه به طول می‌انجامد. در مورد الکل‌های نوع سوم که نمی‌توانند مستقیماً اکسید شوند، این زمان ۳ تا ۴ ساعت طول می‌کشد. الکل‌های نوع سوم احتمالاً پس از آب زدایی و تشکیل آلکن رسوب تشکیل می‌دهند.

۷- پیش از ریختن محلول به درون ظرف ویژه مواد زاید، برای پسی بردن به میزان اکسیدکنندگی آن، می‌توان از آزمون پد-نشاسته<sup>۳</sup> نام دار استفاده کرد.



۱- در ۷۶/۱۱/۴ ترجمه دیگری از همین مقاله به دست ما رسید که خواهر گرامی زهرا سبزوئی از بیرجند برای ما فرستاده بودند. این در حالی بود که ترجمه ارایه شده پیش از این برای ترجمه سفارش داده شده بود. به هر حال ضمن قدردانی منتظر کارهای بعدی این همکار ارجمند هستیم. (س)

۲- دکتر داوود حبیبی استادیار گروه شیمی دانشگاه بوعلی سینا، همدان

۳- مری گروه شیمی دانشگاه بوعلی سینا، همدان



G. A. Hiegel and A. K. Chaharmohal, J. Chem. Educ., 74(4).

423 (1997)

الکل‌های ساده نوع اول و دوم را می‌توان به آسانی از روی سرعت اکسایش آنها با اسید تری کلروایزوسیانوریک (TCICA) شناسایی کرد<sup>۱</sup>. آزمون TCICA با افزایش جسم ناشناخته به محلولی از TCICA در استونیتریل<sup>۲</sup> که دارای اسید هیدروکلریک<sup>۳</sup> است و اندازه‌گیری زمان لازم برای تشکیل رسوب<sup>۴</sup> انجام می‌گیرد. الکل‌های نوع اول به آهستگی، و الکل‌های نوع دوم به سرعت وارد واکنش می‌شوند. برای به دست آوردن داده‌های مربوط به زمان واکنش الکل‌های نوع اول و دوم، نخست باید آزمون‌هایی با استفاده از اتانول و ۲- پروپانول<sup>۵</sup> انجام داد.

## روش کار آزمون TCICA

به یک لوله آزمایش کوچک، ۵ میلی لیتر محلول TCICA در استونیتریل (۳۰ میلی گرم در میلی لیتر)، یک قطره از اسید هیدروکلریک یک نرمال و یک قطره از نمونه (الکل ناشناخته) را بیافزایید. پس از یادداشت کردن زمان، برای مخلوط شدن محتویات لوله آزمایش، چندبار به آن تلنگر بزنید. با نگاه کردن به لوله آزمایش، زمان تشکیل رسوب را نیز یادداشت کنید. زمان طی شده می‌تواند از چند ثانیه تا چند دقیقه متغیر باشد.

پیش از خالی کردن محتویات لوله آزمایش، در یک ظرف مناسب برای از بین بردن TCICA واکنش نداده احتمالی، چند بلور سولفیت هیدروژن سدیم (NaHSO<sub>3</sub>) و چند قطره آب به لوله آزمایش بیافزایید و مخلوط را به حال خود بگذارید تا برای چند دقیقه واکنش آن ادامه یابد.<sup>۶</sup>

هشدار: محلول TCICA یک معرف سفیدکننده و اکسیدکننده قوی است و می‌تواند لباسها را بی‌رنگ کند. از تماس محلول با لباس، پوست و یا سطح (میز) آزمایشگاه خودداری کنید. قطره‌های احتمالی ریخته شده را می‌توان با محلول سولفیت هیدروژن سدیم از بین برد.

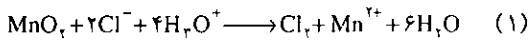
## یادداشتها

۱- اسید تری کلروایزوسیانوریک را می‌توان برای تهیه کتونها از الکل‌های نوع دوم به کار برد.

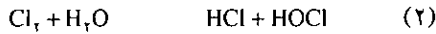
۲- روش دیگر بازشناسی الکلها از یکدیگر آزمون لوکاس است.

۳- همچون دیگر معرفهای اکسیدکننده، باید TCICA را به حلال افزود و نه حلال را به TCICA.

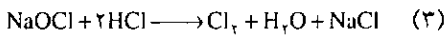
در مقیاس آزمایشگاهی، کلر را از واکنش  $\text{MnO}_2$  با  $\text{HCl}$  تهیه می کنند.



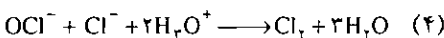
برای تهیه آب کلر ( $\text{Cl}_2$  در آب) به منظور استفاده در آزمایشگاه می توان از روش استاندارد دمیدن گاز کلر تولید شده به درون آب بهره جست. کلر در آب به صورت زیر واکنش می دهد:



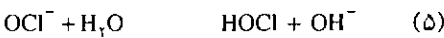
اما از آنجایی که تعادل بیشتر به سمت  $\text{H}_2\text{O}$  و  $\text{Cl}_2$  متمایل است،  $\text{HCl}$  و  $\text{HOCl}$  چندانی تشکیل نمی شود. مخلوط تعادلی مشابهی را می توان از مخلوط کردن مستقیم تعداد مولهای برابر  $\text{HCl}$  و  $\text{HOCl}$  در آب نیز به دست آورد.  $\text{HOCl}$  به راحتی در دسترس نیست اما نمک سدیم آن (که در حالت خالص پایدار نیست) به صورت محلولهای آبی هیپوکلریت سدیم در دسترس است. با مخلوط کردن محلولهایی از  $\text{HCl}$  با محلولهایی از هیپوکلریت سدیم، رنگ سبز آشنای کلر در آب به دست می آید. واکنش  $\text{HCl}$  و هیپوکلریت سدیم را می توان به صورت زیر نوشت:



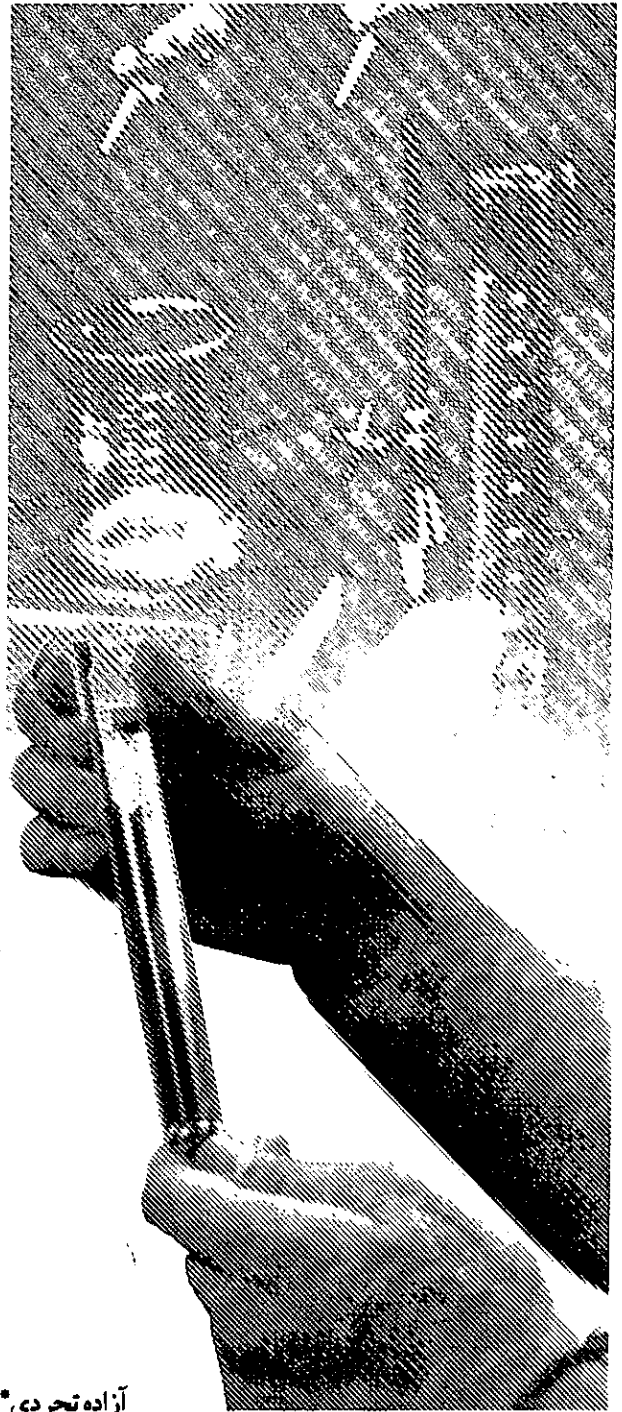
این معادله را می توان به صورت یونی نیز نوشت:



در محلول آبی،  $\text{OCl}^-$  به صورت زیر آبکافت می شود:



انجام محاسبه ها بر اساس ثابت آبکافت معادله واکنش (۵) (که از  $K_w$  آب و  $K_a$  مربوط به  $\text{HOCl}$  به دست می آید)، نشان می دهد که pH نظری این محلول حدود ۱۱ است. یک  $\text{HCl}$  در واکنش (۳) با یونهای هیدروکسید در محلول واکنش کرده، تعادل در واکنش (۵) را به سمت راست می راند.  $\text{HCl}$  دیگری تعادل واکنش (۲) را به سمت چپ، یعنی تشکیل آب کلر، هل می دهد. آنچه در مجموع روی می دهد آن است که یکی از مولکولهای  $\text{HCl}$  (در واکنش (۳))  $\text{NaOCl}$  (به صورت یونهای  $\text{Na}^+$  و  $\text{OCl}^-$  در محلول حضور دارد) را به  $\text{HOCl}$  و  $\text{NaCl}$  تبدیل می کند. سپس  $\text{HCl}$  دیگری با  $\text{HOCl}$  طبق واکنش (۲) واکنش می دهد. با مخلوط کردن هیپوکلریت و  $\text{HCl}$  به شیوه ای که به ازای هر مول  $\text{NaCl}$ ، ۲ مول  $\text{HCl}$  وجود داشته باشد، محلولی از آب کلر حاصل خواهد شد که به ازای هر مول هیپوکلریت مصرف شده برای تولید آن، یک مول  $\text{NaCl}$  خواهد داشت. اگر وجود  $\text{NaCl}$  در هنگام استفاده از آب کلر مزاحمتی ایجاد نکند، این شیوه نسبت به روش استفاده از واکنشهای (۱) و (۲) راه ساده تری برای تهیه آب کلر است. شما می توانید از محلول هیپوکلریت سدیم شرکت های فروشنده مواد شیمیایی استفاده کنید. اما در بیشتر موارد، سفیدکننده خانگی نیز به همان اندازه جوابگو خواهد بود.



آزاده تجردی\*

روشی ساده برای تهیه

# آب کلر





آب کلر در آزمایشگاهها به طور موفقیت آمیزی مورد استفاده قرار می گیرند. اگر از آب کلر به عنوان تنها اکسنده (که اغلب نیز چنین است) استفاده شود، بنابراین نباید نسبتهای استوکیومتری دقیقاً رعایت شوند، زیرا مقدار کمی بیش از اندازه هیپوکلریت یا اسید اثر ناخوشایندی نخواهد داشت.

هشدار: در هنگام کار کردن با هیپوکلریت، گاز کلرواسید هیدروکلریک ضمن احتیاط، باید نکات ایمنی را رعایت کرد.

© عضو هیات علمی دانشکده شیمی دانشگاه علم و صنعت ایران



J.Chem. Educ. 74(11), 1326 (1997)

نسبت حجمهای مورد استفاده بسته به غلظت محلولهای HCl و هیپوکلریت تفاوت دارد، اما با این فرض که سفیدکننده خانگی محلولی ۵ درصد از NaCl و HCl غلیظ محلولی با غلظت ۱۲M است، شما می توانید حدود ۱۸۰mL سفیدکننده خانگی و ۱۲۰mL HCl غلیظ را به ۸۰۰ mL آب اضافه کنید تا حدود یک لیتر آب کلر به دست آید (برطبق واکنش (۳)). با این کار حدود ۰/۱۲ مول  $Cl_2$  (۸/۵ g) به دست می آید. این مقدار باید کمتر از حل شونده کلر در یک لیتر آب در دمای اتاق باشد. اگر واکنشگرهای غلیظ را بدون رقیق کردن با هم مخلوط کنیم، گاز کلر از محلول رها می شود. زیرا حل شونده کلر در این محلول خیلی کمتر از آن است که همه کلر حاصل را در خود حل کند. محلولهایی که به این روش تهیه می شوند سالهاست که به عنوان

## دور از انتظار

جعفر شیخ الاسلام\*

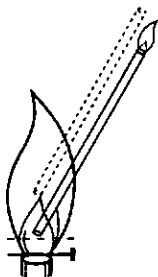
شیر گاز را باز و گاز را آتش بزنید. خواهید دید با این که سر چوب کبریت دارای ماده سوختنی است و در میان شعله نیز قرار دارد آتش نمی گیرد. چرا؟



شیبایی به پاسخ

شاید آزمایش ز یاری کند.

یک لوله رابط شیشه ای را برابر شکل (۳) در قسمت پایین شعله چراغ گاز فرو برید (مخروط داخلی شعله) و یک کبریت روشن را به انتهای بالایی آن نزدیک کنید، می بینید گازهای خروجی آتش می گیرند. لوله شیشه ای را کمی در شعله بالا ببرید، خواهید دید که شعله خاموش می شود. این مشاهده را چگونه توجیه می کنید؟



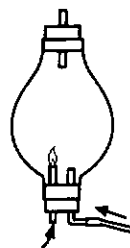
Semishin, V., *Laboratory Exercises in General Chemistry* (?)

\* همکار گرامی جناب آقای شیخ الاسلام از دبیران پیش کسوت و با تجربه شهر اصفهان هستند. (س)

توجه: این آزمایشها را در فضای باز انجام دهید.

۱- ماده ای که نباید بسوزد ولی می سوزد

مطابق شکل یک حباب چراغ نفتی تهیه کنید و ته آن را با چوب پنبه دو سوراخ دار و دهانه آن را با چوب پنبه یک سوراخ دار ببندید و از سوراخها لوله های باریک شیشه ای عبور دهید (مطابق شکل (۱)).



سپس با انگشت خود دهانه لوله C را ببندید و از لوله A که با زاویه ۹۰ درجه خم شده گاز شهری را وارد حباب کنید. گاز و هوا از دهانه لوله B خارج می شود. پس از آن که مطمئن شدید که هوا به طور کامل از حباب خارج شده، یک کبریت مشتعل به دهانه لوله B نزدیک کنید تا گاز آتش بگیرد. در این هنگام انگشت خود را از دهانه لوله C بردارید تا مسیر خروج گاز تغییر کرده، گاز از لوله C بیرون بیاید. در این هنگام خواهید دید که شعله به دهانه دیگر لوله B کشانده می شود و به نظر می رسد که هوای درون حباب در حال سوختن است.

این پدیده را چگونه توجیه می کنید؟

۲- ماده ای که باید بسوزد ولی نمی سوزد

از گلولی یک چوب کبریت یک سنجاق عبور دهید و چوب کبریت را وارد دهانه لوله چراغ گاز کنید، به طوری که سر چوب کبریت به طرف بالا و در وسط دهانه قرار گیرد (شکل (۲)). حال

## آیا می دانید که ...

برابر است. برای نمونه این عدد برای اورانیم با عدد جرمی ۲۳۸ باید در حدود ۱۲۰ باشد (همان طور که می دانید این عدد برای اورانیم ۹۲ است). وی با کمک این عددها جدول تناوبی مندلیف را بازسازی کرد و نتیجه گرفت که در جدول جدید میانگین اختلاف بین دو جرم اتمی متوالی برابر ۲ است.

اکنون آشکار شده که این مطلب نادرست است. اما او با بصیرت شگفت آوری که داشت. نتیجه گرفت که: «به هر بار دایمی موجود در اتم، یک عنصر تعلق دارد».

دیدگاه او را نیلزبورگ فوری درک کرد و آن را از نو به صورت زیر سازمان داد.

«تعداد واقعی الکترونها در یک اتم خنثی ... برابر است با عددی که موقعیت عنصر نظیر آن را در جدولی مشخص می کند که در آن عنصرها به ترتیب جرم اتمی چیده شده اند.»

اما رادر فوردد نسبت به کارهای بروک نظر خوشایندی نداشت و معتقد بود که «یک فرد ناوارد مجموعه ای از حدسهای بی پایه خود را برای خنده به چاپ رسانده است.»

به هر حال فرضیه بروک برای ذهن موزلی یک کاتالیزگر به شمار می رفت و در سال ۱۹۱۴ طی نامه ای که در مجله Nature به چاپ رسید، موزلی نوشت که مطالعه وی بر روی پرتو X آزموننی برای اثبات درستی یا نادرستی فرضیه بروک بوده است.

البته بیان این حقیقت چیزی از سهم موزلی در معرفی عددا اتمی و بنابراین در پیشرفت شیمی نمی کاهشد. بی تردید در آن زمان فرضیه وان دن بروک در ذهن بسیاری از افراد وجود داشته است، اما افتخار چاپ آن به طور عمده به او و افتخار اثبات تجربی آن به موزلی تعلق دارد.



1. Henry O.J. Moseley
2. Dutch
3. Antonius van den Broek (1870-1926)
4. Zoeterwoude
5. Barkla
6. Neils Bohr (1885-1962)

\* متأسفانه از این فیزیکدان دانمارکی در بیشتر کتابهای پارسی با نام بوهر یاد شده، در حالی که تلفظ درست نام وی بوهر است. (به تلفظ نام او که از ویرایش دوم لغت نامه webster گرفته شده، توجه کنید: nēlz bōr)



Education in Chemistry, 144, Sept. 1997

واقعاً چه کسی عدد اتمی را ابداع کرد؟

باشنیدن این پرسش تنها پاسخی که به ذهن خطور می کند هنری موزلی است. وی که یکی از پیشتازان پژوهش در زمینه خواص طیفی عنصرها به شمار می آید، در سال ۱۴-۱۹۱۳ مفهوم عدد اتمی را به شیمیدانان معرفی کرد، اما او واقعاً مبدع عدد اتمی نبود. چند ماه پیش از وی یک وکیل و دانشمند هلندی<sup>۱</sup> که آنتونیوس وان دن بروک نام داشت، به این کشف نایل شده بود.

آنتونیوس وان دن بروک در شهر سوئروود<sup>۲</sup> هلند به دنیا آمد و در همان جا به تحصیل در رشته حقوق پرداخت. با این وجود تنها سرگرمی او علوم تجربی بود. وی فرضیه ها و نظریه های خویش را در مجله های بسیار معتبر آن زمان به چاپ می رساند. اما همان طور که در تاریخ آمده است «او مطالعات علمی خود را گسترش نمی داد و در فعالیتهای سازماندهی شده علمی درگیر نمی شد ... در برابر، از معاشرت با دانشمندان حرفه ای پرهیز می کرد.»

وان دن بروک به شماره گذاری عنصرها علاقه مند بود. او از نتایج آزمایش را در فوردد که از مطالعه بر روی پراکندگی ذره های آلفا به دست آمده بود و از داده های بارک<sup>۳</sup> که از پژوهش بر روی پراکندگی پرتو X حاصل شده بود، نتیجه گرفت که بار هسته و تعداد الکترونها موجود در هر اتم تقریباً با نصف جرم اتمی آن عنصر

اگر دانش آموز با پژوهش کردن دریابد که شیمی چه تأثیری بر زندگی خانواده او گذاشته است، (بی تردید) به آن علاقه مند می شود.

# چرا شیمی بخوانم؟

طاهره رستگار\*

« وقتی من تصمیم دارم یک طراح یا یک گرافیکست شوم، پس چرا باید شیمی بخوانم؟ ». شما هم احتمالاً مانند بسیاری از معلمان در کلاس درس با چنین پرسشی برخورد کرده اید و به خوبی حس کرده اید که متقاعد کردن دانش آموزان برای با علاقه خواندن این درس چندان هم ساده نیست. راستی چگونه می توانیم درس شیمی را برای دانش آموزان معنادار کنیم تا آنان به مطالعه این علم علاقه مند شوند؟

در این مقاله، دو پروژه معرفی شده است. هر کدام از پروژه ها به گونه ای طراحی شده اند که دانش آموز از طریق مصاحبه، پژوهش و ارایه فرآورده کار خود می تواند پاسخ پرسشهایی مشابه پرسش بالا را بگیرد. نخستین پروژه « تأثیر شیمی بر زندگی افراد خانواده من » نام دارد. در این پروژه دانش آموز باید با افراد فامیل خود مصاحبه کند. عنوان دومین پروژه، « شیمی مواد خوراکی » است. در این پروژه دانش آموز یک غذای مرسوم یا مورد علاقه خانواده خود را انتخاب و در مورد آن تحقیق می کند.

اگر برای این دانش آموز از خانواده و غذا سخن به میان بیاید، شیمی به سرعت و با چهره ای کاملاً متفاوت برای وی تداعی می شود.

## تأثیر شیمی بر زندگی خانواده من

زمان مناسب برای معرفی این پروژه را معلم انتخاب می کند (پیشنهاد می شود تا در سال اول دبیرستان این پروژه، را در سه ماهه دوم مطرح کنید). در انجام این پروژه دانش آموز نه تنها امکان می یابد تا به تأثیر شیمی در زندگی خود و خانواده خود پی ببرد، بلکه نسبت به اهمیت شیمی در جهان نیز درک بهتری پیدا می کند.

نخستین پروژه عمدتاً مصاحبه دانش آموز با افراد خانواده است. هدف از این مصاحبه ها این است که دانش آموزان نسبت به نوآوریایی که در شیمی انجام شده و بر زندگی افراد خانواده آنها اثر گذاشته است، تحقیق و حاصل تحقیق را در کلاس ارایه کنند. به این منظور چند هفته پیش از زمانی که باید فرآورده کار را ارایه کنند یک فورم<sup>۱</sup>، به آنها داده می شود (فعالیت شماره ۱). در این فورم هدفهای فعالیت پژوهشی و نحوه مصاحبه دانش آموزان با افراد فامیل و نزدیکان مشخص شده است. هر دانش آموز باید دست کم با چهار نفر از اعضای خانواده مصاحبه کند. این افراد باید در محدوده سنی پدر و مادر یا پدربزرگ و مادربزرگ آنها باشند و بتوانند از تأثیری که پیشرفت شیمی بر زندگی آنها داشته است، صحبت کنند. پرسش دانش آموزان از این افراد این است که: « کدام دگرگونی در شیمی بیشترین تأثیر را در زندگی آنها گذاشته است؟ » دانش آموزان باید در دریافت پاسخ به نکته های زیر توجه کنند:

- ۱- آیا این افراد تاریخ دقیق پیدایش این نوآوریها در شیمی را به خاطر می آورند؟ آیا می توانند بگویند چه زمانی این پیشرفت در شیمی، نخستین تأثیر را بر زندگی آنها گذاشته است؟
- ۲- اگر این نوآوری به گونه ای مشکلی از آنها را حل کرده است، آیا به خاطر دارند بیش از آن چگونه با آن مشکل برخورد کرده اند؟
- ۳- آیا این نوآوری در شیمی، خود باعث ایجاد مشکل جدیدی نشده



آموزش شیمی



است؟ اگر چنین است چگونه با این مشکل برخورد کرده اند؟

بعد از انجام مصاحبه، دانش آموزان نیز خود باید به روش پژوهشی، تاریخ دقیق معرفی این نوآوری را که بر زندگی بستگان آن‌ها اثر گذاشته، تعیین کنند و نیز در صورت امکان تحقیق کنند که چه زمان این پدیده برای نخستین بار آزمایش شد و چه زمان اجازه مصرف همگانی آن داده شد. شاید دانش آموزان به هنگام پژوهش اطلاعات جالب و شنیدنی دیگری در مورد این نوآوری به دست آورند.

سخت‌ترین مرحله کار راضی کردن دانش آموزان به آغاز این فعالیت است. برای شروع کار معلم می‌تواند از تجربه خود در مورد چنین نوآوری‌هایی که بر زندگی وی اثر گذاشته است با دانش آموزان سخن گوید. شاید این کار برای تشویق دانش آموزانی که با شک و تردید با این فعالیت برخورد کرده‌اند، مفید واقع شود. برای نمونه، زمانی که ۱۳ ساله بودم پدر بزرگم در اثر حمله قلبی درگذشت. سالهای بعد، مادر شوهرم هم بیماری قلبی مشابه‌ای داشت ولی با استفاده از آنژیوگرافی و سپس انجام عمل جراحی، بچه‌های من این شانس را داشتند تا در ده سال آخر عمر او با لذت در کنارش بسر برند. در حین انجام این فعالیت گاه رخدادهای جالبی روی می‌دهد.

بعضی مواقع این گفتگو بین نسل جوان و نسل پیر خانواده، به طولانی‌ترین گفتگوهای تبدیل می‌شود که این دو نسل طی سالها با یکدیگر داشته‌اند. چندین مورد دانش آموزان به پدر یا مادر بزرگ خود که ساکن شهرهای دیگری بوده‌اند، نامه نوشته‌اند و در این مورد با آنها گفتگو کرده‌اند. شرکت والدین و پدر بزرگ‌ها و مادر بزرگ‌ها در این پروژه بسیار جالب است. هنگامی که دانش آموزان فرآورده کار خود را ارائه می‌کنند، بسیاری مواقع خود ما نیز از پیشرفت‌ها و معجزاتی که در علم پزشکی در سالهای اخیر اتفاق افتاده و تأثیراتی که این پیشرفت بر خانواده دانش آموزان گذاشته، متعجب می‌شویم.

در تاریخ گاه به حوادثی برخورد می‌کنیم که در اثر پیشرفت در علم شیمی اتفاق افتاده است. در کلاس من زمانی که ریچارد، دانشجوی چینی تبار از حادثه انفجار بمب اتمی در هیروشیما صحبت می‌کرد (۱۶ اوت ۱۹۴۵)، همه محو صحبت‌های او شده بودیم. وی می‌گفت که در آن زمان پدر بزرگ وی زندانبان یک اردوگاه کار در ژاپن بود، که خوشبختانه در محدودهٔ تشعشعات اتمی حاصل از انفجار این بمب نبوده است.

باکتری پر دانش آموز روسی تبار تجربه‌اش را در مورد حادثه چرنوبیل بیان کرد، که در سال ۱۹۸۶ در نیروگاه هسته‌ای چرنوبیل اتفاق افتاد. این حادثه ۳۱ کشته و ۲۰۰ مجروح به جا گذاشت. به دنبال آن ذرات پرتوزا در قسمت غربی اتحاد جماهیر شوروی پراکنده و توسط باد در قسمتهای شمالی و مرکزی اروپا هم پخش شد. وی نقل می‌کرد که چگونه یک محموله غذایی که توسط این مواد پرتوزا آلوده شده بود، به مزرعه خانوادگی وی حمل شد و تمام گاوها و گوسفندها را مسموم کرد. این رویدادها باعث شد تا خانواده وی در اولین فرصت ممکن روسیه را ترک کرده، به آمریکا مهاجرت کنند.

بسیاری از والدینی که با ارادار<sup>۲</sup>، سونار<sup>۱</sup> و یا رایانه سروکار داشتند، در مورد پیشرفت در فن آوری لوله‌های پرتوی کاتدی صحبت کردند. افراد بسیار دیگری از تأثیراتی که استفاده از کود شیمیایی، آفت کش‌ها و حشره کش‌ها بر زندگی آنها داشته، سخن گفته‌اند. جالب این است که هر دانش آموز به نحوی توانسته است تأثیری را که پیشرفت شیمی بر زندگی بستگان او داشته است در کلاس ارائه کند. اغلب این دانش آموزان پس از انجام این پروژه به شیمی احساس وابستگی پیدا می‌کنند، به طوری که این علم برای تک تک آنها اهمیت ویژه‌ای می‌یابد.

### شیمی مواد خوراکی

فعالیت دیگری که می‌تواند در بیان ارتباط شیمی با زندگی دانش آموزان مفید باشد پروژه «شیمی مواد خوراکی» است. هدف این فعالیت، درگیر کردن دانش آموزان در بررسی هم‌زمان ویژگیهای شیمیایی و فرهنگی غذاهای مورد علاقه آنهاست. بهتر است زمان ارائه این پروژه پس از تعطیلات سال نو باشد.

روش کار به این صورت است که چهار هفته پیش از ارائه پروژه، به هر دانش آموز یک رونوشت از ورقهٔ فعالیت بدهید (فعالیت شماره ۲) و در کلاس در مورد این پروژه صحبت کنید. سپس دانش آموز آنچه را که باید انجام دهد با خانواده خود در میان می‌گذارد و دستور پخت غذای مورد علاقه خود را تهیه می‌کند. پیشنهاد کنید هر دانش آموز غذایی را انتخاب کند که به مناسبت معینی مثلاً در جشن‌ها و سوگواریها پخته می‌شوند.

هر دانش آموز در مورد مواد اولیه غذایی انتخابی خود، شهر یا استان تولیدکننده آن و ارزش خوراکی آن غذا تحقیق می‌کند، آنها حتماً اطلاعات جالب و قابل توجه دیگری نیز در مورد این غذاها جمع آوری می‌کنند و به کلاس ارائه می‌دهند. بهتر است مدرسه دو روز کامل را به این امر اختصاص دهد. آزمایشگاه یا کتابخانه مدرسه محل مناسبی برای ارائه پروژه هاست.

برای هر دانش آموز فرصت کافی جهت ارائه آنچه در مورد غذای انتخابی خود جمع آوری کرده است، پیش بینی شود. ارائه گزارشها حدود ۳ جلسه درسی وقت لازم دارد.

دانش آموزان را تشویق کنید تا یک ظرف از غذای انتخابی خود را پخته و به کلاس بیاورند. به اندازه‌ای که هر کسی بتواند کمی از غذا را بجشد. می‌توانید تصور کنید که حاصل این فعالیت چگونه خواهد شد، غذاهای سستی گروههای مختلف، با فرهنگ و سنن متفاوت، کوفته سبزی تبریزی، میرزا قاسمی، قلیه جنوب و ماکارونیهای مختلف و ... و حتی شیرینی‌های خوشمزه خانگی. (از نظر ایمنی مواظب باشید که اگر برنامه را در آزمایشگاه شیمی مدرسه برگزار می‌کنید، هنگام چشیدن و خوردن غذا محل دیگری مثل بوفه مدرسه و یا حیاط مدرسه را در نظر بگیرید، آزمایشگاه شیمی به هیچوجه مناسب این کار نیست.) دانش آموزان در این که اطلاعات تاریخی در مورد غذای مورد علاقه خود را جمع آوری کرده، آن را





گذاشته است؟ با ۴ نفر از اعضای خانواده خود در محدوده سنی پدر و مادر یا پدر بزرگ و مادر بزرگ خود مصاحبه کنید. نام و سن این افراد را بنویسید. از آنها بخواهید تا فکر کنند که چه پیشرفتی در علم شیمی بیشترین اثر را به طور مستقیم در زندگی آنها گذاشته است. آیا تاریخ معرفی این نوآوری یا تأثیر آن بر زندگی خود را به خاطر دارند؟ پیش از این که این تغییر رخ دهد شرایط چگونه بود؟ آیا این نوآوری هیچ تأثیر سویی بر زندگی آنها داشته است؟ این اثر منفی را چگونه رفع کرده اند؟ (۴ مصاحبه هر مصاحبه ۳ نمره، در مجموع ۱۲ نمره)

۲- از کتابخانه مدرسه یا کتابخانه همگانی شهر خود استفاده کنید و جستجو کنید که این نوآوری چگونه بر افراد خانواده شما تأثیر گذاشته است و چه زمانی برای مصرف همگانی، عرضه شده است. چه اطلاعات جالب دیگری می‌توانید در مورد این نوآوری به دست آورید؟ (دست کم از ۴ منبع استفاده کنید، هر منبع ۱ نمره)

۳- گزارش نوشتاری حاصل مصاحبه‌ها را تهیه کنید و به معلم خود تحویل دهید. فراموش نکنید که فهرست منابع نوشتاری یا گفتاری خود را ذکر کنید. (دست کم ۲۰۰ کلمه)

۴- حاصل پژوهشهای خود را در کلاس ارائه کنید. (۴ نمره)

### فعالیت ۲ - «شیمی مواد خوراکی»

۱- یک غذا انتخاب کنید. در مورد غذای انتخابی خود یک یا دو صفحه مطلب بنویسید که در آن پرسش‌های زیر پاسخ داده شود.

- مواد اولیه این غذا چه هستند؟
- هر کدام از این مواد برای نخستین بار در کدام قسمت دنیا تولید شده است؟
- این غذا حاوی چه ویتامین‌هایی است؟
- این غذا چه مقدار انرژی (به کالری) دارد؟
- آیا این غذا را به دلیل مراسم خاصی می‌پزند؟
- چه ماده‌ای در این غذا برای سلامتی مضر است؟ مقدار این ماده چقدر است؟ کم یا زیاد؟
- چه مطلب جالب دیگری در مورد این غذا می‌دانید؟ (در مجموع ۱۶ نمره)

۲- در روز معینی حاصل پژوهشهای خود را در کلاس ارائه کنید. (۴ نمره)

۳- در روز معینی در صورت تمایل یک ظرف از این غذا، به کلاس بیاورید. مقدار غذا باید به حدی باشد که هر دانش‌آموز کمی بچشد. (۲ نمره افزون بر ۲۰ نمره)

۵ عضو هیات علمی دانشکده شیمی، دانشگاه علم و صنعت ایران



1. form , 2. Baktier , 3. radar ,

4. sonar (دستگاهی برای ردیابی زیر دریاییها که با امواج صوتی کار می‌کند .)

5. H. Garadner

ارایه کنند و یا به اطلاعاتی که دیگران ارایه می‌کنند گوش نکنند، لذت می‌برند. چشیدن غذاها به این شادی و لذت می‌افزاید. نقش معلم این است که بحث را در جهت ورود به علم شیمی راهنمایی کند. در این حال بحث حتماً به شیمی کربوهیدراتها، پروتئین‌ها و چربیها کشیده خواهد شد. بسیاری از دانش‌آموزان به این موضوع پی می‌برند که غذاهایی که در روزهای معینی پخته می‌شود به دلیل چربی، نمک و یا شکر زیاد آن به عنوان یک غذای روزمره و معمولی مناسب نیستند.

### برنامه درسی از این پروژه‌ها چه سودی می‌برد؟

آیا واقعاً این فعالیت در کلاس درس شیمی مفید واقع می‌شود؟ یقین داشته باشید که با انجام این پروژه‌ها دانش‌آموزان احساس ارتباط فردی بیشتری با درس شیمی می‌کنند. انتخاب یک غذای آشنا مثل آبگوشت، خورش قورمه سبزی، ... و پرداختن به مواد سازنده آن مثل چربیها، کربوهیدراتها و پروتئین‌ها و چشیدن آن، دانش‌آموزان را قادر می‌سازد تا بتوانند با مفاهیم پیچیده درگیر شوند و با استفاده از یافته‌هایشان مفاهیم علمی را بسازند. این، نوعی یادگیری ساختارگرا است. در این فعالیت‌ها، هشگتانی که دانش‌آموز می‌پرسد تا به پاسخ برسد، به روش اکتشافی درگیر تحقیق می‌شود و معلم فقط یک تسهیل‌کننده است، نه اجراکننده و اجازه می‌دهد که در بیشتر موارد دانش‌آموزان، خود تصمیم‌گیری کنند.

دانش‌آموزانی که روش یادگیری آنها بر اساس منطقی ریاضی نیست، از طریق این فعالیتها فرصت پنداری می‌کنند تا استعداد خود را در جهت‌های دیگر مثل زبان‌شناسی، فعالیت‌های فیزیکی و ... به نمایش بگذارند. چون بسیاری از دانش‌آموزان به دلیل ضعف در دانش ریاضی در یادگیری شیمی مشکل دارند.

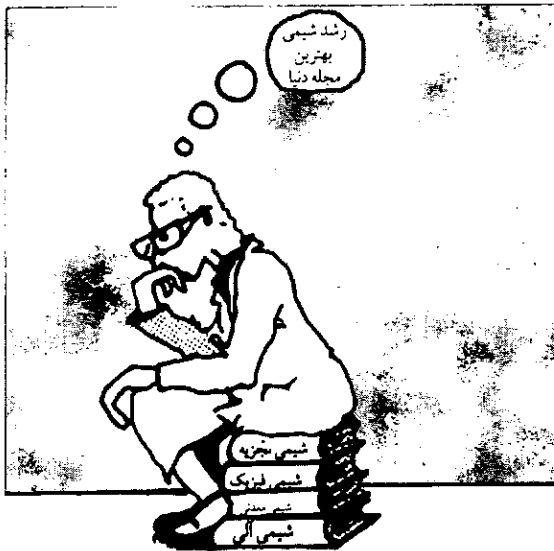
بر اساس نظریه هوشهای چندگانه گاردنر هیچ راهبرد آموزشی ویژه‌ای وجود ندارد که برای همه دانش‌آموزان در همه اوقات بهترین نتیجه را بدهد. این فعالیتها تنها نمونه‌هایی، برای ایجاد تنوع در آموزش شیمی هستند.

این فعالیتها دانش‌آموزان را ترغیب می‌کند تا دانش شیمی را در یک فرایند تحقیقی «اثر پیشرفت علم شیمی در زندگی نزدیکان» به کار ببرند. و مهم‌تر از همه دریابند که «علم از زندگی جدا نیست بلکه قسمتی از آن است».

طبیعی است که نمی‌توان، همه شیمی را بر اساس چنین فعالیت‌هایی آموزش داد. اما معلمی که بتواند برنامه درسی را با شیوه‌هایی تطبیق دهد که یادگیری را آسان می‌کند، همیشه می‌تواند از یک ایده خلاق برای تدریس بهتر بهره بگیرد.

### فعالیت ۱ - «اثر شیمی بر زندگی خانواده من»

۱- پیشرفت علم شیمی چگونه بر زندگی نزدیکان شما اثر



# تفکر نقاد<sup>۱</sup>

نعمت الله ارشدی

گفته‌هایی هستند، که فرض شده است ترکیب آنها با هم گفتمانی به وجود می‌آورد که واژه‌هایی چون «بنابراین» یا «از آن رو» از آن برداشته شده است. این گفته‌ها جا به جا نیز شده اند و کار کارآموز نوآرایی آنها و تشکیل یک گفتمان منطقی است.

نمونه

آ) توانایی یک ترکیب به تشکیل پیوندهای هیدروژنی اثر زیادی بر خواص فیزیکی آن می‌گذارد.

ب) آب پیوندهای هیدروژنی تشکیل می‌دهد و یک مایع است.  
پ) متان پیوندهای هیدروژنی تشکیل نمی‌دهد و یک گاز است.  
این تمرین (در بین کارآموزان) گفتگویی برپا می‌کند که ماهیتی استنتاجی دارد و طی آن تعداد نمونه‌های مورد نیاز برای دستیابی به یک نتیجه نیز آشکار می‌شود.

ما برای کاوش در این باره که چگونه دانشگاهیان قواعد شیمیایی را درک می‌کنند، تمرین زیر را (به مجموعه تمرینهای خود) افزودیم.  
آ) مطابق قاعده پولینگ برای اوکسی اسیدهای یک ظرفیتی، گونه‌ای با بیشترین تعداد گروه‌های اوکسو  $\text{pK}_a$  ی کوچکتری دارد و اسید قوی تری است.

ب)  $\text{HClO}_4$  اسیدی قوی از  $\text{HClO}_3$  است.

پ)  $\text{HClO}_4$  گروه‌های اوکسوی بیشتری نسبت به  $\text{HClO}_3$  دارد.

همه دانشگاهیان تشخیص ندادند که منطق حاکم در ترتیب آ، پ، ب به پذیرش آ به عنوان امری بدیهی بستگی دارد، در حالی که قاعده پولینگ برپایه مشاهده‌هایی بنا شده است که بی‌گمان ب و پ را در برمی‌گیرند. ما احتمال می‌دهیم که این (موضوع) یک تناقض را در بسیاری از ما آشکار می‌کند. ما اعتقاد داریم که شیمی دانشی

(در این مقاله)<sup>۲</sup> تمرینهای تفکر نقاد به عنوان شیوه‌ای سودمند برای گسترش مهارت‌های انتقال پذیر دانشجویان کارشناسی شیمی ارایه شده است.

شیمیدانهای باید شیمی بدانند و برای شرح دادن، به کار بستن و گسترش دانسته‌های خود مهارت‌هایی داشته باشند. بیشتر دانشجویان دوره کارشناسی به جای گسترش مهارت‌ها، توجه خود را بیشتر بر روی به دست آوردن دانش متمرکز کرده‌اند. آنها مایلند تا حقایق شیمیایی را بدون هیچ گونه پرسشی بپذیرند و در بالاترین حالت معتقدند که شیمی - یا در حقیقت علوم - به جای این که روشی برای گسترش دانسته‌هایشان از جهان مادی در اختیار آنها بگذارد، همیشه پاسخهایی قطعی به آنها می‌دهد.

ما تصمیم گرفته‌ایم که دانشجویان را تشویق کنیم تا (ضرورت) انجام گفتگو درباره مفاهیم شیمیایی را بپذیرند، از این رو تلاش کرده‌ایم تا تمرینهایی برپایه برنامه درسی شیمی تهیه کنیم و به این ترتیب توانایی نقادانه اندیشی دانشجویان را ارزیابی نماییم. (برای این کار) ما چهار نوع تمرین داریم.

۱- تشخیص یک نتیجه

۲- ارزیابی گفتمان

۳- مطالعه نقاد

۴- داوری کردن

ما به تازگی برخی از تمرینهای تفکر نقاد خود را بر روی یک گروه ۲۲ نفره از مدرسان دانشگاهی معرفی شده از گروه شیمی ۱۶ دانشگاه آزموده‌ایم.

تشخیص یک نتیجه

هر یک از این تمرینها دارای یک گروه سه تایی (آ، ب و پ) از



و تنها یکی از آنها باید با موضوع (مورد بررسی به طور مستقیم) ارتباط داشته باشد.

### مطالعه نقاد

در این بخش قطعه‌هایی از کتابهای درسی را به کار می‌بریم تا به این وسیله دانشجویان را تشویق کنیم تا به برداشتهای خود از واژه‌ای نوشته شده (در متن کتابها)، تردید کنند. تمرینهای مشابهی را می‌توان بر مبنای مقاله‌های علمی و جزوه‌های آزمایشگاهی دوره کارشناسی تهیه کرد.

### نمونه

اسکاندیم به سبب شعاع یونی کوچکش به آلومینیم شبیه است به همان اندازه که به ایتیم و لانتانیدها شباهت دارد. فلئوئورید اسکاندیم در آب نامحلول است، در حالی که به آسانی در مقدار اضافی HF حل می‌شود و کمپلکسهای فلئوئورویی هم‌چون  $[ScF_6]^{3-}$  ایجاد می‌کند؛ و شباهت آن به آلومینیم به واسطه وجود (ترکیبی بلوری با) ساختار کریولیت ( $Na_3ScF_6$ ) تأیید می‌شود. (شیمی معدنی پیشرفته، کاتن و ویلکینسون، صفحه ۹۷۴ چاپ سال ۱۹۸۸)

وجود چه اطلاعات دیگری شما را در درک (موضوع) این متن یاری می‌کند؟

الف) اسکاندیم و آلومینیم شعاع یکسانی دارند.  
ب) آلومینیم در طبیعت به صورت کریولیت یافت می‌شود.  
پ) کریولیت  $Na_3AlF_6$  است.  
ت) کریولیت در آب نامحلول است اما در HF حل می‌شود.  
ث) ساختار کریولیت را بسیاری از نمکهای دارای کاتیونهای کوچک و آنیونهای بزرگ (برای ساختار بلوری خود) پذیرفته‌اند.  
در دیگر تمرینها ما از پرسشهای متفاوتی استفاده می‌کنیم. همچون «کدام یک از گفته‌های زیر نکته کلیدی این قطعه را بیان می‌کند؟» و «کدام یک از این گفته‌ها به احساسات شما هنگامی که این متن را می‌خواندید، نزدیکتر است؟»

ما فکر می‌کنیم که این نوع تمرینها سودمند هستند، زیرا دانشجویان انتظار دارند تا با خواندن متن‌های گوناگون موجود در کتابها، مجله‌ها و ژورنالهای علمی و راهنماهای آزمایشگاهی مطلبی فرا بگیرند. تشخیص این حقیقت که آیا فرد محتوای قطعه را

آزمودنی است، با این حال آن را به گونه‌ای درس می‌دهیم که (انگاری) بر پایه اصولی بدیهی<sup>۱</sup> بنا شده است.

### ارزیابی گفتمان

در این بخش هر تمرین با یک شرح کوتاه آغاز می‌شود که یک گفتمان منطقی یا قانع‌کننده مستدل برای دستیابی به یک نتیجه است. هر قطعه با مجموعه‌ای از گفته‌های اضافی<sup>۲</sup> همراه است که یکی از آنها باید:

- \* گفتمان را بتوان کند.
- \* یک انگاشت زیربنایی را شرح یا ارایه دهد.
- \* گفتمان را ناتوان کند.
- \* خطایی در گفتمان آشکار کند.
- \* به بهترین وجهی نتیجه اصلی - و شاید بقیه - را شرح دهد.

### نمونه

مقدار ثابت تعادل برای تشکیل یک استر از یک اسید و یک الکل بسیار به یک نزدیک است. بنابراین، از واکنش مقادیر استوکیومتری اسید و الکل، مقادیر قابل توجهی از اسید و الکل واکنش نکرده باقی می‌ماند. استفاده از یک کاتالیزگر هیچ کمکی نمی‌کند. از آنجایی که جداسازی بسیاری از استرها از الکلها سازنده (نه از اسیدهای سازنده) آنها دشوار است، (از این رو) تلاش برای سنتز آنها از اسید و الکل مربوطه سودی ندارد.

کدام یک از موارد زیر بهترین گفته درباره خطای این گفتمان است؟

- ا) روشهای تازه جداسازی باید امکان جداسازی همه استرها از الکلها سازنده‌شان را فراهم سازند.  
ب) کاتالیزگرها رسیدن به تعادل را سرعت می‌بخشند.  
پ) کاتالیزگرهای مناسب تشکیل استرها را برتری می‌دهند.  
ت) با استفاده از اسید اضافی این امکان فراهم می‌شود که تقریباً همه الکل به استر تبدیل شود، و (به این ترتیب) می‌توان (استر تولید شده را) به آسانی از اسید اضافی جدا کرد.  
ث) استرها از واکنش بین الکلها و آنیدرید اسیدها به آسانی سنتز می‌شوند و این واکنش تقریباً تا حد کامل شدن پیش می‌رود.

ویژگی مهم این تمرینها آن است که هر یک از گفته‌های اضافی باید درست یا معقول باشد، یا یک بدفهمی<sup>۱</sup> همگانی را در بر بگیرد،

گفتگوهای آنها آن چنان داغ بود که ما مجبور شدیم پس از ۹۰ دقیقه بازور آنها را برای خوردن جای ببریم.

(پس از اجرای این آزمون) ما نتیجه گرفتیم که چنین تمرینهایی را می توان به شیوه ای مناسب در جاهای بسیاری از برنامه تدریس وارد کرد. هر تمرین به اندازه کافی کوتاه است که گنجاندن یکی از آنها در تکالیف فردی، یا یک کارگاه آموزشی یا کلاس درس توازن کلی برنامه ها را برهم نمی زند. همچنین، از این تمرینها می توان برای ایجاد یک نشست پرس و صدا ولی سازنده در یک سخنرانی نیز استفاده کرد، تا وقفه ای با ارزش برای تبادل دو جانبه اطلاعات فراهم شود.

گروهی از دانشگاهیان که آنها را با این تمرینها آزمودیم، با کنجکاوی و اغلب با اشتیاق (به این تمرینها) پاسخ دادند. دست کم دو نفر از آنها تاکنون از این تمرینها در کلاسهای خود (آن هم) با گروههای چهار یا پنج نفره دانشجویان، استفاده کرده اند. یکی از آنها طی نامه ای به ما نوشت، « این آزمون) یک پیروزی بزرگ بود (بعد از آن جلسه) من کاملاً برانگیخته شدم تا گفتگوی پرسشور دانشجویانم را درباره شیمی ببینم، کاری که آنها تقریباً در بیشتر موارد به اندازه مطلوب انجام ندادند. »

از آنجایی که پرورش تفکر نقاد از جمله هدفهای نظام آموزشی کشور ما نیز هست، پس بجاست تا ما نیز به عنوان یک معلم تلاش کنیم تا ابتدا خودمان به این شیوه اندیشیدن مجهز شویم و سپس با تهیه تمرینهایی همچون نمونه های بالا و اجرای آنها در کلاسهای درس یا امتحانها در راستای تقویت و پرورش این گونه تفکر در دانش آموزان کشور گام برداریم. (م)



- ۱- critical thinking، فرایندی است که طی آن از برخی مهارتها برای حل کردن یک مشکل (مسئله) استفاده می شود. مهارتهایی چون مشاهده کردن، فرضیه ساختن، تفسیر کردن، نتیجه گیری کردن، برقراری ارتباط و ... (م)
- ۵ عبارتهای داخل پرانتز را مترجم برای گویا شدن متن افزوده است.
- ۲- اصولی که نیازی به اثبات ندارد. (م)
- ۳- اضافه بر مطالب بیان شده در شرح کوتاه ابتدای تمرین.

4- misconception

5- steady state assumption



J. Garratt and T. Ouerton, Edvction in Chemistry, 79, May 1997

به طور کامل درک کرده است یا نه و آیا به تردید خود در آنچه خوانده مطمئن است یا نه، نیازمند تجربه و مهارت است. این تمرینها به منظور تشویق دانشجویان به تشخیص این واقعیت طراحی شده اند، که مطالعه مؤثر فرایندی پویاست که تلاش نقادانه خواننده را طلب می کند.

### داوری کردن

ما از مدرسان دانشگاهی خواستیم تا پنج پرسش کاملاً متفاوت زیر را در نظر بگیرند.

آ) انگاشت حالت ایستا<sup>۱</sup> را برای واکنش  $A \rightarrow B \rightarrow C$  در چه مقادیر نسبی ای از دو ثابت سرعت می توان به کار برد؟  
 ب) برای ترکیب ویژه ای که تانومری کتو-ینول (از خود) نشان می دهد، کسر (مولکولهایی که) فرم اینول (دارند) ۱ در ۱۰<sup>۵</sup> است. برای چه مقاصدی از این مقدار چشم پوشی می کنید و برای چه مقاصدی آن را قابل توجه (در نظر) می گیرید؟  
 پ) یک ترکیب محلول چیست؟  
 ت) چرا چمن سبز است؟

ث) نمودارهای زیر در یک ژورنال علمی پرآوازه به چاپ رسیده اند. هدف نویسندگان از رسم خط های نشان داده شده، چه بوده است؟ (در این جا نمودارها ارایه نشده اند.)

هر پرسش نوع خاصی از داوری را با مثال نشان می دهد، که شیمیدانها باید توان انجام آن را داشته باشند. هیچ یک از این پرسشها یک پاسخ درست ندارد، و شیمیدانهای مختلف پاسخهای متفاوتی (به آنها) خواهند داد که دست کم تا حدودی - همانند آ تا پ - به شرایط (کار) بستگی دارند.

ت نمونه پرسشی است که ساختار کاملاً بازی دارد، به طوری که می توان آن را به شیوه های گوناگون تفسیر کرد. استفاده از این پرسشها توانایی دانشجویان را در طراحی پرسش به شیوه ای که (خود) بتوانند به آنها پاسخ گویند، بالا می برد. ث به تفسیر داده ها ارتباط دارد.

### نتایج

۲۲ مدرس دانشگاهی که این تمرینها را به آنها ارایه دادیم، به گروههای سه یا چهار نفره تقسیم شده بودند. برنامه ما این بود که گروهها تا حدود یک ساعت روی هر تمرین وقت بگذارند. در عمل،





# شیمی را به مانند یک زبان بیگانه تدریس کنیم

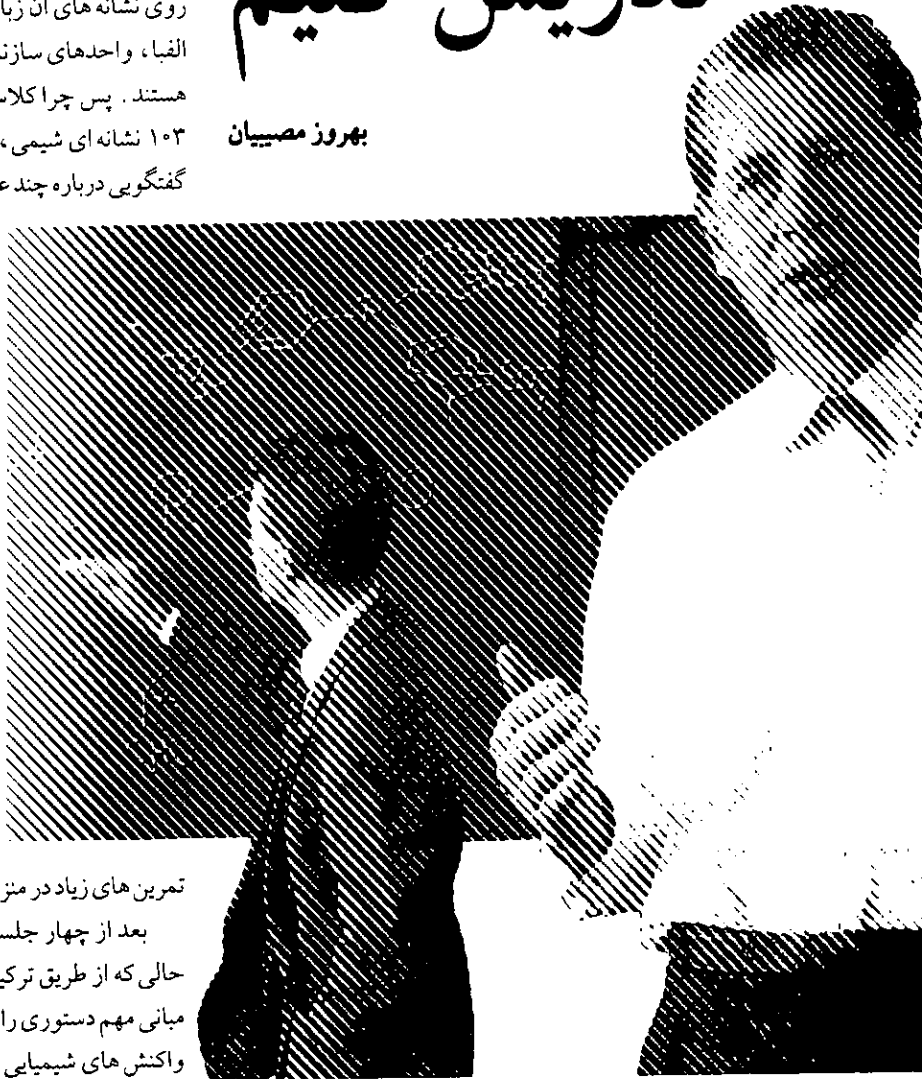
بهروز مصیبیان

\* من از روز اول همه چیز را فراموش کردم!  
 \* تمام کارهایی که طی دو هفته گذشته انجام دادیم ریاضی بود.  
 \* شیمی همیشه برای من نامفهوم است.  
 \* یا شیمی خیلی سخت است یا من به اندازه کافی باهوش نیستم.  
 \* کوشش برای یادگیری چه فایده ای دارد (هنگامی) که روز بعد بیشتر آنچه را که خوانده ام، فراموش می کنم.  
 \* من در درس شیمی هرگز شاگرد خوبی نبوده ام.  
 \* من کتاب شیمی را خواندم، به تمام کلاس ها آمدم و تمام تکلیف ها را انجام دادم، اما باز هم در درس شیمی ضعیف هستم.  
 آیا به تازگی برخی از این جمله ها را شنیده اید؟ آیا مانند هر باری که شیمی درس می دهید این گفته ها را بارها شنیده اید؟ به عنوان یک دانش آموز، شنیدن چنین عبارتهایی را به یاد دارم و شاید تعدادی از آنها را خود نیز گفته باشم. اگر ما به عنوان معلم، شیمی را به مانند یک زبان بیگانه درس می دادیم، جلوی بسیاری از این عبارتهای ناسوارا که از ناراحتی دانش آموزان سرچشمه می گیرد، می گرفتیم.

بیشتر زبان های بیگانه دارای الفبایی هستند که با یکدیگر تفاوت های بسیاری دارند. پیش از آن که فردی بتواند زبان دومی را بیاموزد، باید بر روی نشانه های آن زبان جدید تسلط بیابد. این نشانه های تازه، حروف الفبا، واحدهای سازنده ای برای کلمه ها، جمله ها، اندیشه ها و رؤیاها هستند. پس چرا کلاس های شیمی ما از نخستین روز با معرفی الفبای ۱۰۳ نشانه ای شیمی، ارتباط دادن آنها به نامهای انگلیسی و شرح و گفتگویی درباره چند عنصر به عنوان نمونه، آغاز نمی شود؟ بیشتر معلمان

زبان بیگانه با ما هم عقیده اند که تداعی معانی های گوناگون، از بر کردن نشانه های تازه را آسانتر می کنند. (با این حال) آیا زبان بیگانه دیگری می توان یافت که نشانه های آن زیباتر از نمونه های خالص عنصرهای شیمیایی باشد؟ دانش آموز بعد از گذراندن یک یا دو کلاس آموزش نشانه های شیمیایی و برگردان آن از شیمی به انگلیسی و برعکس، برای ساختن «کلمه های» شیمیایی آماده است. زمانی که ترکیبهای شیمیایی از دو عنصر ساخته شده باشند، یادگیری اسامی آنها آسان است، اما هنگامی که سه عنصر یا بیشتر به هم متصل می شوند، زبان شیمی پیچیده تر می شود. بنابراین بیشتر دانش آموزان می توانند با کمک قواعد ساده و حل چندین مثال نمونه و انجام

تمرین های زیاد در منزل نامگذاری بسیاری از این ترکیب ها را فرا بگیرند. بعد از چهار جلسه، دانش آموزان «زبان بیگانه» ما آماده اند تا در حالی که از طریق ترکیب واژه های تازه و تبدیل آنها به جمله، برخی از مبانی مهم دستوری را فرا می گیرند، برای گفتگویی آگاهانه تلاش کنند. واکنش های شیمیایی تنها مبانی مطالعه شیمی نیستند، بلکه آنها آشکارا



زیبایی این زبان عجیب را نیز نشان می دهند! بیشتر دانش آموزان واکنشهای شیمیایی گرماده، رنگی و بوزارابه شیمی ارتباط می دهند و درست هم می گویند! چرا کلاسهای را برای نمایش تعدادی از این واکنش های شگفت انگیز نمی گذرانند؟ چرا نوشتن معادله ها را با استفاده از نشانه های مناسب نمی آموزند؟ چرا از درستی آنها مطابق دستور زبان (شیمیایی) اطمینان پیدا نمی کنند (برای نمونه، موازنه بودن)؟ و بار دیگر از انگلیسی به شیمی و برعکس بر نمی گردانند؟ دانش آموزان «زبان بیگانه» ما تا به امروز که دو هفته گذشته است، الفبای شیمیایی، برخی از خواص عنصرها و بسیاری از واژه های مهم شیمیایی را شناخته اند و می توانند این واژه ها را ترکیب و به عبارت های با معنایی تبدیل کنند. به علاوه آنها می توانند شیمی را به انگلیسی و برعکس برگردانند. اینها همان دانش آموزانی بودند که در ابتدا یا تا حد مرگ از شیمی می ترسیدند و یا از (شنیدن نام) آن عصبی می شدند (اما اکنون) پایگاه محکمی در مطالعه این زبان بیگانه به دست آورده اند. در واقع آنها به این واقعیت پی می برند که بله، آنها می توانند شیمی را یاد بگیرند، آن را حس کنند و این درس می تواند علاقه برانگیز و مطابق نیازهای آنها باشد. آنها به سرعت بسیاری از پایه هایی که شیمی بر آنها بنا شده است را فرا می گیرند. برای بیشتر دانش آموزان کاهش ترس و ایجاد علاقه و اطمینان برای دست یابی به (روش) مطالعه لذت بخش شیمی (بسیار) سرنوشت ساز است.

متأسفانه بسیاری از کلاس های شیمی که درس را با مروری بر ریاضیات یا بحث ماده چیست آغاز می کنند، ترس را دوچندان و دانش آموزان را در نخستین کلاس (از شیمی) زده می کنند. چند کتاب (سراغ دارید که) فصل نخست خود را با بحثی از عنصرهای شیمیایی آغاز می کنند؟ معمولاً این اطلاعات پایه در فصل های سه، چهار، پنج یا پس از آنها (در کتاب) گنجانده می شوند.

تأسفانه بسیاری از کلاس های شیمی که درس را با مروری بر ریاضیات یا بحث ماده چیست آغاز می کنند، ترس را دوچندان و دانش آموزان را در نخستین کلاس (از شیمی) زده می کنند. چند کتاب (سراغ دارید که) فصل نخست خود را با بحثی از عنصرهای شیمیایی آغاز می کنند؟ معمولاً این اطلاعات پایه در فصل های سه، چهار، پنج یا پس از آنها (در کتاب) گنجانده می شوند.

تأسفانه بسیاری از کلاس های شیمی که درس را با مروری بر ریاضیات یا بحث ماده چیست آغاز می کنند، ترس را دوچندان و دانش آموزان را در نخستین کلاس (از شیمی) زده می کنند. چند کتاب (سراغ دارید که) فصل نخست خود را با بحثی از عنصرهای شیمیایی آغاز می کنند؟ معمولاً این اطلاعات پایه در فصل های سه، چهار، پنج یا پس از آنها (در کتاب) گنجانده می شوند.

تشابه بین شیمی و یک زبان بیگانه مرزهای روشنی دارد، اما برای من سخت است که آزمایشگاه شیمی را با آزمایشگاه مرسوم یک زبان بیگانه مقایسه کنم. اگر از چند دانش آموز (درباره این دو آزمایشگاه) سؤال پرسید، شاید بسیاری از آنها پاسخ دهند که هر دو (آزمایشگاه) خسته کننده و غالباً وقت گیرند ولی (چاره ای نداریم زیرا این دو درس) اجباری هستند.

در حالی که پس از پنجاه سال بسیاری از آزمایشگاههای شیمی هنوز تغییری نکرده اند، آیا دیگر جای پرسشی باقی می ماند که چرا دانش آموزان چنین پاسخهایی می دهند؟ چه اندازه تعیین درصد آب در یک جسم آبدار یا اندازه گیری چگالی یا دمای جوش یک مایع و یا یافتن میزان تغییر دما در هنگام مخلوط کردن و یا به دست آوردن جرم مولکولی یک جسم مجهول به روش کاهش دمای انجماد هیجان انگیز است؟ امروز که در پایان قرن بیستم هستیم، تا چه اندازه روش تجزیه کیفی علاقه برانگیز و منطبق بر نیازهای دانش آموزانی است که هرگز کارشناس شیمی نخواهند شد؟ آیا در خواست از

پس چرا ما تا به حال نتوانسته ایم آزمایشگاه شیمی را از شکل قدیمی و تفکر حاکم بر آزمایشگاههای زبان (تکرار مکررات) در دهه های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ دور کنیم و به سوی دیدگاه فراگیرتر دهه های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ سوق دهیم؟ دیدگاهی که در آن دانش آموزان، خودشان را به طور فعال در موضوعهای مهم و منطبق بر نیازهایشان درگیر می کنند، درست به همان صورتی که هنگام مطالعه زبان بیگانه این درگیری برای آنها پیش می آید.

هیچ معلمی نمی تواند اهمیت و سودمندی بیان مطالب کاربردی را در مطالعه هر موضوع درسی یا زبان بیگانه انکار کند. اما چرا گنجانیدن مبانی استفاده از الفبای شیمیایی برای آموزش شیوه صحبت کردن با آن زبان در ابتدای کتاب، آسان نیست؟ بدون شک اگر علاقه و اطمینان در دانش آموزان زیاد باشد، روابط عددی و نکته های ظریف «دستور زبان» شیمیایی را بسیار آسان فرا خواهند گرفت.

عبارتهای داخل پرانتز را مترجم برای شیوایی متن افزوده است.





# نقد و بررسی پرسشهای

## امتحان نهایی

### شیمی (۳) زمستان ۷۵

پروین محمدی طاری\* و نعمت الله ارشدی

محترم به احتمال خیلی زیاد کتابهای نظام جدید به ویژه شیمی (۳) را حتی یکبار هم مطالعه نکرده اند تا با متن درس و واژه های به کار رفته در آن آشنا شوند. برای نمونه استفاده از واژه های «اسید کلریدریک، سی سی، نقطه جوش، اکسید اسیون و نیدروکسید نیزیم» که در کتابهای نظام قدیم بسیار رایج بوده اند، حکایت از این مسأله دارد.

۲- رعایت نکردن اصول نگارش متون شیمی که در کتاب درسی نیز مراعات می شوند، از جمله ایرادهای عمده این آزمون به شمار می آید. برای نمونه به جدول زیر نگاه کنید:

واژه یا عبارت درست موجود در کتاب درسی	PH	PH
pH (سوال ۸ و ۱۷)	PH	PH
PCl <sub>۲</sub> (سوال ۳)	PCl <sub>۲</sub>	PCl <sub>۲</sub>
۲۵ °C (سوال ۱۸)	۲۵ °C	۲۵ °C
*SO <sub>۲</sub> + O <sub>۲</sub> (سوال ۵-ب)	SO <sup>۲</sup> + O <sup>۲</sup>	SO <sup>۲</sup> + O <sup>۲</sup>

از آنجا که ارزشیابی پیشرفت تحصیلی و برگزاری امتحانات، بخش مهمی از فعالیتهای آموزشی را در بر می گیرد، انتظار می رود که این بخش نیز در کنار دیگر بخشها و در راستای تغییر نظام آموزشی دگرگون شود.

بر اساس نظریه های جدید آموزشی، معلم نه تنها در پایان دوره آموزش، بلکه در سراسر آن می بایست میزان یادگیری دانش آموزان را به شیوه های گوناگون مانند امتحان شفاهی یا کتبی ارزیابی کند و به این وسیله علاوه بر سنجش دانش آموز، نقاط قوت و ضعف کار خود را دریافته، تجربه حاصل را چراغ راه آینده سازد.

برای دستیابی به دیدگاهی روشن در زمینه ارزشیابی پایانی دانش آموزان، پرسشهای آزمون نهایی شیمی (۳) را که در تاریخ ۷۵/۱۰/۹ برگزار شده است، مورد بررسی قرار می دهیم. این نمونه به این خاطر برگزیده شد که از یک طرف اشکالهای زیاد و قابل توجهی در متن پرسشهای آن وجود داشت و از طرف دیگر ذهن معلمان و دانش آموزان سراسر کشور را به شدت پریشان کرده بود.

شایان ذکر است که امتحان و ارزشیابی پیشرفت تحصیلی دانش آموزان در رابطه تنگاتنگ با هدفهای آموزشی است و چون هدفهای آموزش شیمی در سه قلمرو دانشی، مهارتی و نگرشی یا ارزشی است، ارزشیابی نیز باید تا حدودی این زمینه ها به ویژه دوزمین شناختی و مهارتی را پوشش دهد.

از این رو مجموعه پرسشهای این امتحان را به طور خلاصه و به شرح زیر مورد نقد و بررسی قرار می دهیم تا همکاران گرانقدری که در آینده به عنوان طراح به کار گرفته می شوند، با چشم بازتر و ذهن پویاتری به طرح پرسشهای امتحانی بپردازند.

۱- هر کس که تنها یک بار کتابهای درسی نظام جدید را خوانده باشد، باید دیدن برگه این امتحان متوجه خواهد شد که طراح یا طراحان

\* همان طور که می دانید هنگامی معادله یک واکنش شیمیایی کامل است که علاوه بر نمایش واکنش دهنده ها، فرآورده ها و ضرایب استوکیومتری، حالت فیزیکی هر یک از گونه ها نیز مشخص باشد. به ویژه در کتاب شیمی (۳) و در مبحث تعادلها این مورد اهمیت بیشتری می یابد. با این حال در پرسشهای ۳ و ۵-ب حالت فیزیکی گونه های موجود در ظرف واکنش، در معادله واکنش نامشخص است.

۳- پرسشهای این امتحان بدون هیچگونه نظام معقولی در پی یکدیگر چیده شده اند و ظاهراً مسایلی عددی که با ضرب و جمع اعداد همراهند، به عنوان بخشی جداگانه در نظر گرفته شده اند و در انتها آمده اند. آیا ساختار یک برگه امتحانی باید این گونه باشد؟ این سؤالی است که هر طراح باید از خود پرسد و سپس، به آراستن پرسشهای طرح شده خود بپردازد. بهترین آرایه برای پرسشهای امتحانی چیدن آنها به ترتیب آسان به دشوار است. حال این پرسش توضیحی باشد یا حل مسأله، تفاوتی ندارد.

در این جا لازم است تا به طور خلاصه عنصرهای اصلی را در طراحی پرسشهای امتحانی بر شماریم:

الف- مفاهیم: مفاهیم ویژه ای که برای یک امتحان مورد پرسش واقع می شوند، در مجموع با توجه به سطح دشواری و رعایت پیش نیازها (این پیش نیازها ممکن است در همان ترم یا در ترمهای قبلی



از بار حافظه آنها به مقدار زیادی می‌کاهد و فرصت بیشتری برای تفکر و استدلال برای دانش‌آموزان فراهم می‌کند.

اگر در یک امتحان تمام عناصرهای بالا در نظر گرفته شوند و در ضمن بتوان پرسشهای طرح شده را در دو دسته زیر قرار داد، می‌توان تا حدود زیادی به ارزشیابی خود اطمینان داشت. البته ماهیت هر پرسش به هدفهای آموزشی کتاب وابسته است و آشنایی با هدفهای تعریف شده آن طراح را در طراحی خود بسیار یاری خواهد داد.

الف - پرسشهای کوتاه پاسخ<sup>۵</sup>: این گونه پرسشها که می‌تواند بازگویی حقایق ساده (تعریف و اژه‌ها و بیان قوانین علمی) و توضیح ساده برخی رویدادهای (تفسیر نتایج حاصل از تغییر یک متغیر مستقل مؤثر بر یک فرآیند) مرتبط با مفاهیم کتابهای درسی را در برگیرد، حداکثر در یک یا دو خط نوشته می‌شوند. در ضمن ضرورتی هم ندارد تا پاسخ این گونه پرسشها حتماً به صورت نوشتاری باشد. این پرسشها باید در ابتدای پرسشهای امتحانی قرار گیرند.

ب - پرسشهای بلند پاسخ<sup>۶</sup>: این گونه پرسشها که نیازمند فکر و خلاقیت هستند و معمولاً در انتهای پرسشهای یک آزمون می‌آیند، شامل بازگویی حقایق پیچیده‌تر، تفسیر نتایج حاصل از تغییر در بیش از یک متغیر مستقل مؤثر بر یک فرآیند، تفسیر داده‌ها و نمودارها و نتیجه‌گیری از آنها، پیشگویی کردن، ارزشیابی و داوری کردن نسبت به درستی یا نادرستی یک فرضیه یا نظریه هستند. پاسخ این گونه پرسشها طولانی و بسته به ماهیت پرسش حدود چند خط یا حتی چند پاراگراف است.

البته این دسته بندی کلی زمینه را برای دسته بندیهای جزئی‌تر فراهم می‌کند و امید است تا در نوشتارهای بعدی بتوان ویژگیهای مهم پرسشهای امتحانی را همراه با نمونه‌هایی دقیقتر مطرح کرد. حال شما همکار گرامی با توجه به این نکته‌ها، پرسشهای امتحان یاد شده را به دقت بررسی کنید و نقاط قوت و ضعف آن را با سنجی ای که در اختیار شما گذاشته شد، محک بزنید.



۵ دبیر شیمی منطقه ۶ تهران

بیان شده باشند یا این که سر امتحان و در متن هر پرسش ارایه شوند.) انتخاب می‌شوند و در مجموعه پرسشهای یک امتحان باید طوری چیده شوند که درجه دشواری با شیبی ملایم فزونی یابد.

ب - زبان<sup>۱</sup>: برای نوشتن صورت هر پرسش باید از شیوه نگارش کتابهای درسی (البته نه دقیقاً متن کتاب) که دانش‌آموزان با آن آشنایی دارند، استفاده شود و به علاوه، بهره‌گیری از جمله‌های کوتاه با ساختار دستوری درست و نوشتن آنها با خطی خوانا از ویژگیهای مهم هر امتحان است. این ویژگیها کمک می‌کنند تا دانش‌آموز بتواند با هر پرسشی به سرعت ارتباط برقرار کند و ضمن درک مفهوم مورد سؤال با سرعت بیشتری به پاسخ رهنمون شود.

پ - توازن<sup>۲</sup>: از جمله ضروریترین مواردی که رعایت آن در یک امتحان بسیار اهمیت دارد، توجه به مفاهیم گوناگون موجود در کتاب است. این مفاهیم باید مطابق درجه اهمیت و میزان پردازش آنها در کتاب درسی، بها داده شوند. در کشور ما چون نظام آموزشی متمرکز وجود دارد و معلمان در حد بسیار ناچیزی در تدوین برنامه درسی خود سهیم هستند، این توازن در قالب بارم بندی و از طرف دفتر برنامه ریزی و تألیف کتابهای درسی اعلام می‌شود و هدف از آن جلب توجه طراحان محترم برای تأمین عنصر توازن در یک امتحان است. البته این بارم بندی یک پیشنهاد برای ارزشیابی دقیقتر مفاهیم کتاب است و همکاران محترم می‌توانند در امتحانهای خود با توجه به شرایط کاری خویش تا حدودی حول این پیشنهاد نوسان داشته باشند. دامنه این نوسان نباید آنچنان باشد که از اعتبار ارزشیابی بکاهد. از این رو توجه واقعی نه صوری، به بارم بندی گام مهمی در تنظیم درست پرسشهای یک امتحان، از لحاظ موضوعی یا محتوایی به شمار می‌آید. رعایت بارم بندی به این معنا نیست که تنها از هر فصل با توجه به بارم آن پرسشی طرح شود بلکه، پرسشهای تلفیقی (پرسشهایی که دو یا چند مفهوم وابسته به هم را که ممکن است در فصلهای گوناگون بیان شده باشند، به هم پیوند می‌زند و یک مفهوم مجموعی را مورد سؤال قرار می‌دهد) که دانش‌آموزان را در سطحی به نسبت بالا ارزشیابی می‌کند نیز قابل طرح هستند.

ت - شیوه ارایه<sup>۳</sup>: شکل ظاهری ورقه امتحانی و شیوه تنظیم پرسشها به علاوه وجود جدولها و نمودارها و شکلهای گویا و کامل ضمن ایجاد تنوع و جلوگیری از خستگی در جلب توجه دانش‌آموزان بسیار مؤثر است و بر سرعت پاسخگویی آنها می‌افزاید. در ضمن تأمین داده‌های مورد نیاز به صورت پیوست در انتهای ورقه امتحانی

1. concepts, 2. language, 3. task and data presentation,  
4. balance, 5. short response, 6. long response





بسمه تعالی

ساعات شروع ۸ مدت امتحان ۲ ساعت  
تاریخ امتحان ۹ / ۱۳۷۵  
اداره کل امتحانات

سوالات امتحان نهایی سال سوم نظام جدید آموزش متوسطه  
درس شیمی ۳ رشته تجربی - ریاضی  
نیم سال اول سال تحصیلی ۷۶ - ۷۵

ص یک

(۱) مفاهیم زیر را تعریف کنید :

۰/۷۵

الف : سرعت واکنش ب : تعادل دینامیک ج : اکی والان

۰/۵

(۲) در دلوله آزمایش A و B دو مقدار مساوی روی ریخته ایم در لوله A اسید کلریدریک و اسید کلریدریک در لوله B اسید کلریدریک و اسید سیس آب اضافه کرده ایم سرعت واکنش در کدام لوله کمتر است ؟ چرا ؟

۰/۵

(۳) در واکنش تعادلی  $\Delta H > 0$   $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$  افزایش دما چه تأثیری بر ثابت تعادل دارد ؟ چرا ؟

۰/۷۵

(۴) در صنعت آمونیاک سازی به روش هابرشرزین آزر کاهش دما را چگونه می توان از بین برد ؟  
(۵) به موارد زیر با ذکر دلیل پاسخ دهید :

۱/۵

الف : در واکنش  $A + B \rightarrow 2A$  اگر غلظت A را دو برابر کنیم سرعت واکنش چند برابر می شود ؟

ب : اگر مخلوط تعادلی  $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$  را از طرف یک لیتری به دولیتری منتقل کنیم

غلظت  $SO_2$  چه تغییری میکند ؟

ج : چرا این در تتراکلرید کربن حل می شود ؟

(۶) مراحل تفکیک یونی اسید کربنیک را در نظر گرفته و پاسخ دهید ؟

الف : درجه تفکیک یونی کدام مرحله بیشتر است چرا ؟

ب : pH کدام مرحله بیشتر است چرا ؟

۰/۵

(۷) هرگاه چند قطره تیتروکسید سدیم غلیظ به هریک از محلولهای زیر اضافه شود pH کدامیک ثابت می ماند ؟ چرا ؟

الف :  $HF$  و  $NaF$  ب :  $H_2SO_4$  و  $Na_2SO_4$

۰/۵

(۸) از هیدرولیز کدامیک از یونهای زیر pH آب کاهش می یابد ؟ چرا

الف :  $Ca^{2+}$  ب :  $Ba^{2+}$

۶

جمع نمره

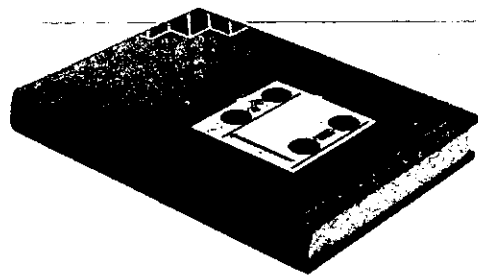
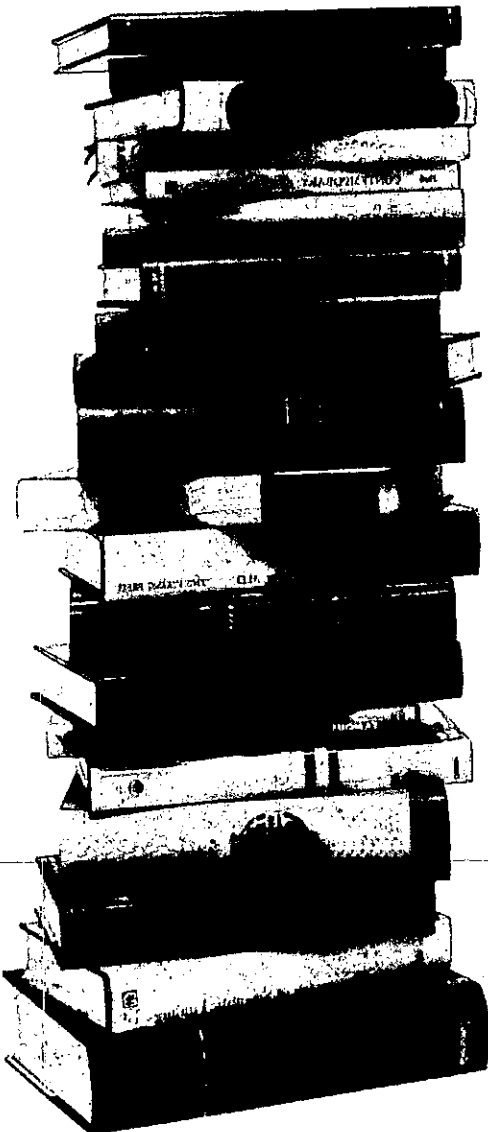
ص ۱ بقیه در صفحه بعد

بسمه تعالی

<p>ساعت شروع ۸ مدت امتحان ۲ ساعت تاریخ امتحان ۱۳۷۵/۱۰/۹ اداره کل امتحانات</p>	<p>سوالات امتحان نهایی سال سوم نظام جدید آموزش متوسطه درس شیمی ۳ رشته تجربی، ریاضی نیم سال اول سال تحصیلی ۷۶-۷۵</p>
<p>۰/۵ ۰/۷۵ ۰/۷۵ ۱ ۰/۵ ۲/۵ ۰/۷۵ ۰/۷۵ ۰/۷۵ ۰/۷۵</p>	<p>ص ۱۲ (الف) ۹) در سیستم تعادل آبی <math>HF \rightleftharpoons H^+ + F^-</math> افزایش کلرید کلسیم چه تاثری در جابجایی تعادل دارد؟ چرا؟ ۱۰) ترکیبات الف و ب را به روش ایوپاک نامگذاری کنید و فرمول ساختار ترکیب ج را رسم کنید الف : <math>CH_3-CH= \overset{\overset{CH_3}{ }}{C} - \underset{\underset{CH_3}{ }}{CH} - CH_3</math> ب : <math>CH_3-CH_2-CH_2-CHO</math> ج : متیل بوتین ۱۱) به موارد زیر پاسخ دهید؟ الف : چرا نقطه جوش اتانول بیشتر از دی میتیل اتر است؟ ب : نام ایزومری از پنتان را بنویسید که نقطه جوش کمتری دارد؟ ج : فرمول ساختاری ایزومری از <math>C_3H_8O</math> را رسم کنید که در اثر اکسیداسیون به پروپانون تبدیل شود؟ ۱۲) شباهت فنل با اتانول را به کمک معادله شیمیایی بیان کنید؟ ۱۳) فرمول شیمیایی ماده A و ماده B را مشخص کنید <math>H C \equiv C H + H_2 O \rightarrow A</math> <math>A + [O] \rightarrow B</math> ۱۴) معادله واکنشهای زیر را بنویسید؟ الف : تهیه دوده از متان ب : واکنش <math>HBr</math> با میتیل پروپن (طبق قاعده مارکونیکوف) د : تهیه نیتروبنزن از بنزن ۱۵) تریک آزمایش ۸/۱ گرم آلومینیم را بر مقدار کافی سوسوز آوراد و داده ایم. پس از یک دقیقه و ... پانزده ثانیه آلومینیم کاملاً حل شده است. سرعت متوسط تولید سیدروژن را بر حسب مول بر ثانیه حساب کنید؟ <math>Al + NaOH + 2H_2O \rightarrow NaAl(OH)_4 + \frac{3}{2}H_2</math> ۱۶) در تعادل گازی <math>N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3</math> در دمای معین غلظت آمونیاک و نیتروژن به ترتیب برابر ۰/۳ مول و ۰/۱ مول در لیتر است. با نوشتن رابطه قانون تعادل ثابت K را حساب کنید. ۱۷) برای خنثی کردن ۱۰۰ سی سی اسید سولفوریک با <math>PH = ۳</math> چند سی سی پتاس ۰/۰۰۲ نرمال لازم است؟ ۱۸) قابلیت انحلال تیئروکسید منیزیم در دمای ۲۵ °C برابر با ۰/۰۰۹۲۸۸ گرم در لیتر است. ضمن نوشتن معادله تفکیک یونی و رابطه حاصل ضرب حلالیت مقدار عددی <math>K_{sp}</math> را محاسبه کنید؟</p>
<p>۱</p>	<p>جرمهای اتمی مورد نیاز <math>Al = ۲۷</math> <math>H = ۱</math> <math>O = ۱۶</math> <math>Mg = ۲۴</math> (موفق و پیروز باشید)) جمع نمره</p>

# کتابهای نظام جدید گره کور آموزش شیمی

احمد خرم آبادی زاد<sup>۱</sup>، مجید رضایی والا<sup>۲</sup>، فاطمه محمدزاده<sup>۳</sup> و  
صمد موسیوند<sup>۴</sup>



آنچه که در زیر می خوانید، نتیجه بررسی گروهی کتاب شیمی (۲) نظام جدید طی یک نیمسال تحصیلی است.

## درآمد

یک سیستم، زمانی پویا خواهد بود که پیوسته در حال تغییر باشد. ولی منظور از تغییر چیست؟ آیا برای تغییر در یک سیستم باید همواره همه چیز را از صفر آغاز کرد؟ برای نمونه، آیا تغییر یک کتاب درسی - که چند گروه برای آفرینش آن سالها برنامه ریزی کرده اند - به آن معنا است که آن را به یک باره کنار بگذاریم و با گروهی تازه و سازماندهی نو، کتاب دیگری را جایگزین آن کنیم؟ از آنجا که کتاب درسی ابزاری کارآمد در سیستم بزرگی به نام نظام آموزشی کشور است، آیا تغییر آن بر فرآیند و توانایی یادگیری دانش آموزان اثری خواهد داشت؟ این تغییر در راستای برآوردن کدام نیاز یا نیازهای جامعه انجام می گیرد؟ اینجا است که در می یابیم هرگونه تغییر ناگهانی در یک سیستم، می تواند به آشفتگی و ناپایداری آن سیستم و سیستم های خویشاوند بیانجامد. جا دارد که برای پرهیز از چنین بن بست، نقطه های روشن و تاریک سیستم مورد نظر را شناسایی کنیم و پس از انجام کار کارشناسی، در تغییر پیوسته و آرام آن بکوشیم. در همین راستا، کتاب شیمی سال دوم نظام جدید را از دیدگاه شیوه نگارش و شیوه طرح مطلب بررسی کرده ایم و امید آن داریم در برنامه ریزی های آینده به کار آید.

## شیوه نگارش

پیوستگی مفهوم در یک جمله، یک پاراگراف، یک بخش، یک فصل و سرانجام در یک کتاب، بر فرآیند یادگیری دانش آموزان اثر مستقیم دارد. پس اثر به گونه ای است که کارشناسان امور آموزشی

می پردازد. نمونه این مسأله مبحث پیوندها است.

### چاره جویی های بی نتیجه!

اکنون فرض کنیم به دلیل روی گردانی دانش آموزان از کتاب، معلمی بخواهد با در نظر گرفتن کمی وقت به دو شکل زیر به انجام وظیفه پردازد:

الف- شاید مطلب مورد نظر را به طور زبانی بیان کند و دانش آموزان از سخنان او یادداشت بردارند. در اینجا، دشواریهای بسیار جدی رُخ خواهند نمود. یکی، عبارت است از تفاوت میان «آنچه که گفته می شود» و «آنچه که شنیده می شود». دیگری، اختلاف زمانی میان شنیدن، به خاطر سپردن و یادداشت کردن است. این دو مسأله باعث می شوند که یادداشتهای نوشته شده از اعتبار بسیار کمی برخوردار باشند.

ب- شاید مطلب خود را روی تخته بنویسد. در اینجا نیز دشواریهای دیگری پدید خواهند آمد. از یکسو بین «چشم و تخته» با «چشم و کاغذ» اختلاف فاصله وجود دارد. از سوی دیگر، حافظه لحظه ای برخی از دانش آموزان در هر بار نگاه کردن به تخته بسیار کم است، یعنی تعداد حرف یا واژه های بسیار کمی در حافظه آنها می ماند. این دو مسأله نیز یادداشت های نوشته شده را پر از اشتباه خواهند کرد! از آن گذشته، دلهره ای که دانش آموزان کم حافظه در نوشتن یادداشت با آن روبه رو هستند، مسأله را از بیخ و بن زیر سؤال خواهد برد.

### سخن پایانی

بنابراین، می بینیم که وجود کتابی که در کنار داشتن نگارشی ساده، روان و پیوسته، از شیوه طرح مطلب مناسبی نیز برخوردار باشد، تا چه اندازه در فرایند آموزش مهم خواهد بود. توجه به اثر شیوه نگارش بر بخش زبانی مغز و در نتیجه فرایند اندیشیدن، ما را بر آن می دارد تا مسأله را جدی ارزیابی کنیم. پیشرفت و درخشش در زمینه آموزشی، نیازمند آن است که پیوسته-ولی آرام- در تغییر ابزار آموزشی و در نتیجه نظام آموزشی بکوشیم.

از آن برای بالا بردن توانایی دانش آموزانی استفاده می کنند که در یادگیری دچار مشکل هستند. برای نمونه، می توان سه پاراگراف پی در پی از یک بخش را از هم جدا کرد و از دانش آموزان خواست تا آنها را به ترتیبی بچینند که پیوستگی مفهوم در این ترتیب حفظ شود. با توجه به اهمیت پیوستگی مفهوم در کار آموزشی، کتاب شیمی دوم در پاره ای از موارد دارای گسستگی در مفهوم است. دانش آموز نیز در برخورد با این دشواری، تنها راه حل را در این می بیند که کتاب را کمتر بخواند. حال آن که، خواندن کتاب درسی نه تنها برای فراگیری یک درس مشخص سودمند است، بلکه اثر بسیار ژرفی بر بخش زبانی مغز، یا به گفته بهتر، بر فرایند اندیشیدن دانش آموز دارد.

نکته جالب دیگر، این است که کوتاهی و بلندی جمله ها و در نتیجه شمار واژه های به کار رفته در یک مجموعه از جمله ها، می تواند به نوعی نشانگر آن باشد که کتاب مورد نظر به طور سرانگشتی برای دانش آموزان در چه سنی است. از این دیدگاه نیز کتاب سال دوم شیمی دارای کاستی هایی است.

در خور یادآوری است که گاهی خواننده کتاب می پندارد که با یک متن ترجمه شده، روبه رو است. در واقع این مسأله به ساختار جمله بندیها بر می گردد.

### شیوه طرح مطلب

توجه به زمینه های ذهنی دانش آموزان، یادآوری هر چند خلاصه مطلب سال های گذشته و نیز زمینه سازی برای مطالب تازه، کمک بسیار سودمندی در فرایند یادگیری دانش آموزان به شمار می آید. در اینجا باید بین تکرارهای خسته کننده و یادآوری های ماهرانه تفاوت بگذاریم. اگر به جای تکرار پیوسته نظر خود، از دیدگاه دانش آموز به شکل ها و نمودارها نگاهی بیاندازیم، پی خواهیم برد که دانش آموزان، بسیاری از آنها را حفظ می کنند. داشتن یا به دست آوردن چنین دیدگاهی تنها و تنها با بهره گیری از آمارهای واقعی انجام پذیر خواهد بود. با چنین نگرشی، شاید بهتر باشد که از شکل ها و نمودارهایی بهره بگیریم که بیشتر جنبه بازی و سرگرمی دارند.

در مورد زمینه سازی و توجه به زمینه های ذهنی دانش آموزان نیز باید گفت که کتاب شیمی دوم گاهی بدون مقدمه به طرح یک مطلب

۱- عضو هیات علمی گروه شیمی دانشگاه بوعلی سینا همدان

۲- دانشجویان رشته دبیری شیمی دانشگاه بوعلی سینا همدان

# فولرنها، قفس‌هایی دوست داشتنی

نعمت... ارشدی

دیباچه

کروتو و همکارانش این مولکول را به خاطر همسانی آن با گنبدهای ژئودیسک<sup>۱۱</sup> (گنبدهایی محکم که با مصالح ساختمانی کمی ساخته می‌شوند و استحکام آنها تنها به خاطر شکل هندسی آنهاست.) به افتخار مهندس معروف آمریکایی با کمینستر فولر<sup>۱۲</sup> که در طراحی و ساخت این گنبدها نقش به‌سزایی داشته است، با کمینستر فولرن<sup>۱۳</sup> یا به‌طور خلاصه باکی بال<sup>۱۴</sup> یا فولرن<sup>۱۵</sup> نام نهادند. البته نام فولتالین<sup>۱۶</sup> به خاطر شباهت آن به توپ فوتبال نیز از جمله دیگر نامهای این مولکول است. امروزه C<sub>۶۰</sub>، تنها، عضوی از یک خانواده بزرگ به نام فولرنهاست. در این مقاله ضمن بررسی برخی ویژگیهای C<sub>۶۰</sub> ساختار مولکولی پرتقارن<sup>۱۷</sup> و دلایل پایداری ساختار شیمیایی و ژئودیسک آن - شیوه ساده و کم‌هزینه‌ای برای ساختن مدل‌هایی از C<sub>۶۰</sub> و دیگر فولرنها ارائه خواهد شد.

## شیمی یا هندسه فضایی!

فولرنها با ساختار متقارن و زیبایی خود نخستین شکل مولکولی کربن به شمار می‌آیند. این مولکول‌های قفس‌مانند با معماری جذاب خود اهمیت استفاده از شکل‌های هندسی و گروه‌های نقطه‌ای را در شرح و بحث ساختارهای مولکولی یادآور می‌شوند. برای شروع بهتر است تا با هندسه فضایی آشنایی بیشتری پیدا کنیم تا به این ترتیب به درک کاملتر و بهتری از ساختار فولرنها دست یابیم.

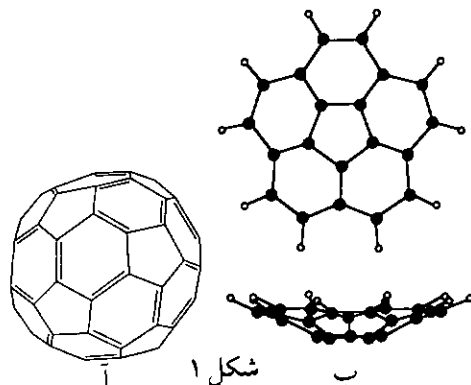
از آنجایی که برای ایجاد یک کُنج باید دست کم سه رُخ را در کنار هم قرار داد و از طرفی چون زاویه یک کُنج باید کمتر از ۳۶۰° باشد، بنابراین بسته به این که از مثلث، مربع، پنج ضلعی یا شش ضلعی استفاده شود، کُنج با زاویه‌های گوناگونی به دست خواهد آمد.

جدول (۱) نشان می‌دهد که از چینش رُخ‌های یکسان تنها پنج نوع کُنج ایجاد می‌شود. این کُنج‌ها تنها پنج حجم فضایی به وجود می‌آورند. چهاررُخی (۴ مثلث)، هشت رُخی (۸ مثلث)، ده رُخی (۱۰ مثلث)، شش رُخی یا مکعب (۶ مربع) و بیست رُخی (۲۰ پنج ضلعی). به این پنج حجم فضایی حجم‌های افلاطونی<sup>۱۸</sup> می‌گویند.

با پیدایش مولکول آبر پایدار<sup>۱</sup> C<sub>۶۰</sub> در سپتامبر ۱۹۸۵ توسط کروتو<sup>۱</sup> و همکارانش، آلوتروپ تازه‌ای از کربن شناخته شد؛ یک قفس بسته گرافیت‌مانند که در آن ۶۰ اتم کربن در رأس‌های یک بیست وجهی ناقص قرار گرفته‌اند، (شکل ۱-ا). این ساختار به ناچار دارای ۱۲ حلقه پنج‌عضوی است که به وسیله ۲۰ حلقه شش‌عضوی از یکدیگر جدا شده‌اند. اگرچه از نظر تاریخی این شکل در فهرست حجم‌های نیمه منتظم ارشمیدوسی قرار می‌گیرد، با این حال جالب‌ترین و شایسته‌ترین مرجع تاریخی برای ساختار آن چهارچوب توخالی‌ایی است که توسط لئوناردو داوینچی<sup>۲</sup> برای آراستن کتاب «تناسب مقدس»<sup>۳</sup> نوشته پاچی یولی<sup>۴</sup> کشیده شده است.

ایده تشکیل چنین شبکه‌های کروی بزرگی از اتم‌های کربن نخستین بار در سال ۱۹۶۶ توسط جونز<sup>۵</sup> مطرح شد. وی به شیوه‌ای بسیار تخیلی احتمال تشکیل این ساختارها را طی فرایند تولید گرافیت در دمای بالا، بررسی کرده بود.

البته نخستین بار در سال ۱۹۷۰ این ساختار در نوشتارهای شیمی آلی دانه‌ها پدیدار شد. در این سال یوشیدا<sup>۶</sup> و اوساوا<sup>۷</sup> که تحت تأثیر ترکیب تازه ساخته شده و پایدار کورآنولن<sup>۸</sup>، (شکل ۱-ب)، قرار گرفته بودند، طی بررسی‌های هوشمندانه خود بر روی ویژگی آبر آروماتیک<sup>۱</sup>، پیشنهاد کردند که اگر مولکولی با این ساختار وجود داشته باشد، می‌تواند یک ترکیب آروماتیک کروی و پایدار باشد.



نما از بالا

نما از پهلو

شکل ۱ ب



جدول (۱)

نام رُخ	شمار ضلعها	زاویه درونی (°)	زاویه کُنج های حاصل از چینش رُخ ها (°)
مثلث	۳	۶۰	$(3 \times 60 =) 180, (4 \times 60 =) 240, (5 \times 60 =) 300, (6 \times 60 =) 360$
مربع	۴	۹۰	$(3 \times 90 =) 270, (4 \times 90 =) 360$
پنج ضلعی	۵	۱۰۸	$(3 \times 108 =) 324$
شش ضلعی	۶	۱۲۰	$(3 \times 120 =) 360$

• کُنج ایجاد نمی شود و رُخ ها در یک صفحه قرار می گیرند.

$$12 = 1 \times n_3 + 0 \times n_4 \rightarrow n_3 = 12, n_4 = \infty$$

این پاسخ نشان می دهد که قفس های بسته ای از شش ضلعیها را می توان تنها با وارد کردن ۱۲ پنج ضلعی ایجاد کرد. فولرنها نیز از جمله حجمهای ارشمیدوسی از این دست به شمار می آیند.

$$C_{F_1}(n_3 = 12, n_4 = 20), C_{V_1}(n_3 = 12, n_4 = 25),$$

$$C_{A_1}(n_3 = 12, n_4 = 30)$$

همان طوری که دیده می شود همه فولرنها ۱۲ پنج ضلعی در ساختار خود دارند و تفاوت آنها تنها در شمار شش ضلعیهای آنهاست. به طور کلی برای فولرنها می توان فرمول همگانی  $C_{2+2h}$  را نوشت. در این فرمول h شمار حلقه های شش ضلعی است. همان طوری که دیده می شود، مقدار عددی  $20 + 2h$  همواره عددی زوج است و جالب اینجاست که فولرنهایی که تا به حال شناخته شده اند تعداد زوجی از اتمهای کربن دارند، برای نمونه  $C_{30}, C_{36}, C_{48}, C_{54}, C_{70}$  و  $C_{76}$ .

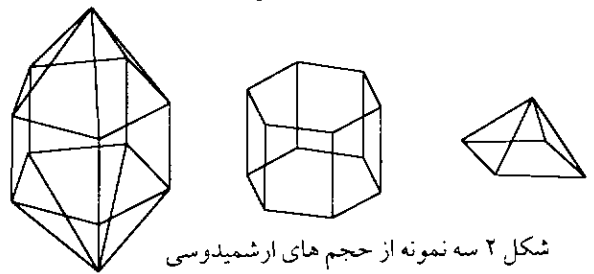
### $C_{60}$ و ساختار شگفت آور آن

$C_{60}$  کوچکترین قفس ساخته شده از حلقه های پنج ضلعی و شش ضلعی است که در آن همه حلقه های پنج ضلعی به وسیله حلقه های شش ضلعی از یکدیگر جدا شده اند. این جداسازی تا  $C_{70}$  دوباره روی نمی دهد. از دیدگاه تقارن ساختار  $C_{60}$  بسیار جالب است، زیرا این ساختار توانسته است تا بیشترین تعداد اتمها را به شیوه ای توزیع کنند، که همه آنها هم ارز یکدیگر باشند. به عبارت دیگر همه جایگاهها توسط عملیات تقارنی مناسبی با یکدیگر رابطه دارند. (گروه نقطه ای آن  $I_h$  است)



این ساختار از نظر مکانیکی استحکام زیادی دارد و از نظر شیمیایی نیز از پایداری بالایی برخوردار است. البته پایداری ترمودینامیکی همه فولرنها از گرفت کمتر است و با افزایش تعداد اتمهای کربن آنها این پایداری بیشتر می شود. با این حال علت اصلی تشکیل  $C_{60}$  پایداری سینتیکی آن است. امروزه ثابت شده است که

دسته دیگری از حجمهای فضایی که کُنج های آنها از چینش چند ضلعیهای گوناگون ساخته می شود، حجمهای ارشمیدوسی<sup>۱۱</sup> نام دارند. از ترکیب چند ضلعیهای گوناگون حجمهای بسیاری پدید می آید که نمونه هایی از آنها را در شکل (۲) می بینید.



شکل ۲ سه نمونه از حجم های ارشمیدوسی

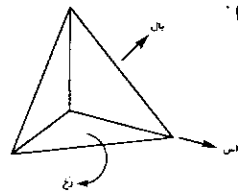
مطابق قاعده اولر<sup>۱۲</sup> برای هر n رُخی بسته یا کوژ رابطه زیر برقرار است.

$$V = E - F + 2 \quad (1)$$

در این رابطه V شمار رأسها، E شمار یالها و F شمار رُخ هاست.

برای نمونه برای چهار رُخی داریم:

$$F = 4, E = 6, V = 4$$



رابطه اولر را می توان به شیوه دیگری نیز نوشت:

$$12 = 3 \times n_3 + 2 \times n_4 + 1 \times n_5 + 0 \times n_6 - 1 \times n_7 - 2 \times n_8 \dots \quad (2)$$

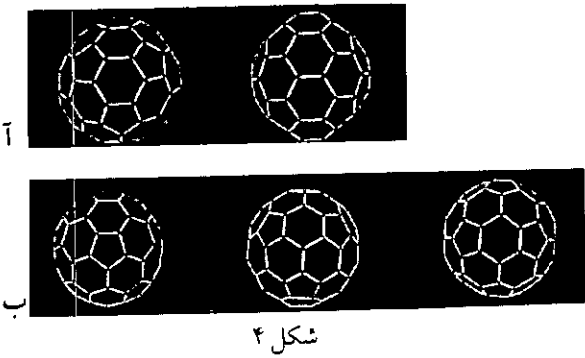
در این رابطه  $n_x$  شمار x ضلعی ها است. مثلاً برای ساختن حجمی با رُخ های مربعی ( $n_3 = n_4 = n_5 = \dots = 0$ ) شش  $(n_3 = 6)$  مربع لازم است.

همان طوری که از جدول (۱) برمی آید از چینش شش ضلعیها در کنار هم هیچگاه کُنجی ایجاد نمی شود. بنابراین اگر بتوان آرایه ای از شش ضلعیها (با ضلعهای برابر یا نابرابر) را چه بر روی یک سطح صاف، چه منحنی تا بی نهایت گسترش داد، هیچگاه فضای بسته ای ایجاد نخواهد شد. صفر بودن ضریب  $n_6$  (شمار شش ضلعیها) در رابطه (۲) نیز از این حقیقت حکایت دارد.

برای نمونه اگر حجمی تنها از پنج ضلعی و شش ضلعی تشکیل شده باشد، بنابر رابطه (۲) داریم:

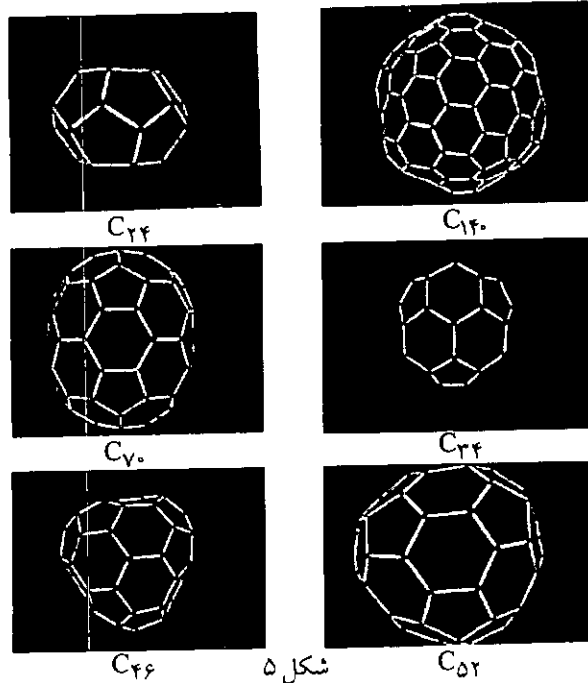


(شکل ۴-ب) که به ترتیب ۱۲ و ۲۰ تنگنای نوع دوم دارند، شناخته نشده‌اند.



فولرنها در کلاس

بررسی ساختار فولرنهای پُر تقارن - اگرچه بیشتر آنها فرضی هستند - نمونه‌های آموزشی خوبی را برای تدریس گروه‌های نقطه‌ای فراهم می‌آورند، ضمن این که بخشی از دنیای زیبا و شگفت‌آور مولکولها را در برابر دیدگان دانش‌پژوهان می‌نهد و نشانه‌ای از عظمت آفرینش را به همگان می‌نمایاند.

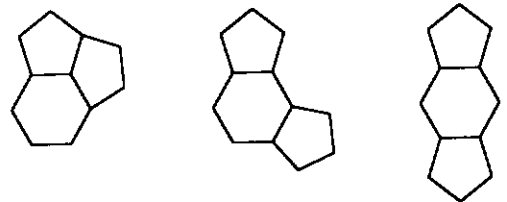


شکل ۵

در شکل (۵) ساختار چند فولرن را به همراه گروه نقطه‌ای آن می‌بینید. همان‌طور که دیده می‌شود همه فولرنها کروی نیستند. در ضمن برخی نیز دستواره هستند و پیش‌بینی می‌شود که فعالیت نوری داشته باشند. به هر حال، مدل‌های مولکولی، ما و دانش‌پژوهان را در درک بهتر ساختار فولرنها و ویژگی تقارنی آنها یاری می‌کنند. اما به جای مدل‌های مولکولی گران‌بها، از کاغذ و مقوا نیز می‌توان مدل‌های خوبی برای تجسم بهتر ساختار فولرنها ساخت. با رسم شش ضلعی‌هایی که مانند کندوی زنبور عمل در کنار هم چیده شده‌اند (شکل‌های ۷ تا ۱۱) و بریدن ضلع‌های نشان داده شده (خط برش) و بیرون آوردن شش ضلعی‌های ستاره‌دار، مجموعه‌ای از

این ساختار دارای لایه الکترونی بسته‌ای است و بر اثر پدیده آروماتیک شدن نیز پایداری می‌یابد (آروماتیک کروی). با محاسبه نشان داده‌اند که برای این مولکول ۱۲۵۰۰ ساختار رزونانسی وجود دارد، بنابراین انرژی رزونانسی قابل ملاحظه‌ای نیز خواهد داشت. این مولکول، از یک لایه شصت اتمی و جدا شده گرافیت پایداری است. زیرا در گرافیت به تعداد اتمهای کربن پیوندهای آویزان<sup>۱۱</sup> وجود دارد که در  $C_{60}$  به طور کامل حذف شده‌اند. البته در یک قطعه درشت گرافیت که لایه‌ها با یکدیگر بر هم کنش‌های پایدار کننده دارند، احتمالاً این بر هم کنشها اثر ناپایدار کننده ناشی از وجود ظرفیتهای تکمیل نشده آن را جبران می‌کند و به این ترتیب بر پایداری آن نسبت به  $C_{60}$  می‌افزایند.

اما در توجیه استحکام مکانیکی این مولکول و دیگر قفسهای کربنی شاید بتوان دو عامل یکی تنگنای طبیعی<sup>۱۲</sup> و دیگری تنگنای هندسی<sup>۱۳</sup> را مؤثر دانست. مطابق قاعده‌ای که به قاعده پنج گوش جدا از هم<sup>۱۴</sup> معروف است، وجود یک یال مشترک بین دو پنج ضلعی تنگنایی به وجود می‌آورد که تنگنای طبیعی نوع اول نامیده می‌شود (شکل ۳-آ). پیکربندی شش ضلعیها و پنج ضلعیها که در شکل ۳-ب نشان داده شده‌اند در  $C_{60}$  به فراوانی دیده می‌شود. بنابراین می‌توان این پیکربندی را بدون تنگنا در نظر گرفت. پنج ضلعیها در شکل ۳-ب نوع دیگری از تنگنای طبیعی را ایجاد می‌کنند که تنگنای طبیعی از نوع دوم نامیده شده است.



پ- تنگنای طبیعی از نوع دوم (پنج ضلعیهای قطری)  
ب- پیکربندی بدون تنگنا  
آ- تنگنای طبیعی اول (دو پنج ضلعی با یک یال مشترک)

شکل ۳

شمار تنگنای نوع دوم در فولرنهای گوناگون در جدول (۲) آمده است.

جدول (۲)

فولرن	$C_{60}$	$C_{70}$	$C_{76}^*$	$C_{84}$	$C_{90}$
گروه نقطه‌ای	$I_h$	$D_{5h}$	$T_d$	$D_2$	$I_h$
تعداد تنگنای طبیعی از نوع دوم	۰	۵	۱۲	۴	۲۰

\* مولکول دستواره‌ای است.

ایزومرهایی که شمار بیشتری از این نوع تنگنا را داشته باشند، به وجود نمی‌آیند. برای نمونه  $C_{76}$  با تقارن  $T_d$  (شکل ۴-آ) و  $C_{90}$



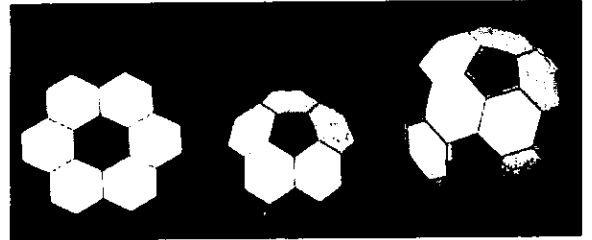
1. superstable , 2. H.W.Kroto , 3. Leonardo da Vinci , 4. De Divina Proportione , 5. F. Lucia Pacioli , 6. D.E.H.Jones , 7. Z.Yoshida , 8.E.Osawa , 9. corannulene , 10. superaromaticity , 11. geodesic , 12. Buckminster Fuller , 13. Buckminster Fullerene , 14. buckyball . 15. Fullerene , 16. Footballene . 17. high symmetry , 18. Platonic solids , 19. Archimedean solids , 20. L.Euler , 21. dangling bonds , 22. natural constraint , 23. geometrical constraints , 24. isolated pentagon rule

\* اعضای از خانواده فولرنها ( $C_n$ ) که در آنها  $n = 60 + 6k$  و  $k = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$  (همه عددهای درست مگر یک) یک ساختار الکترونی بسته دارند.



1. J.M.Beaton , J.Chem.Educ., 69(8) , 610(1992)
2. W.O.J.Boo , J.Chem.Educ., 69(8) , 605(1992)
3. H.W.Kroto , Computers Math Applic. 17(1-3) 417(1989)

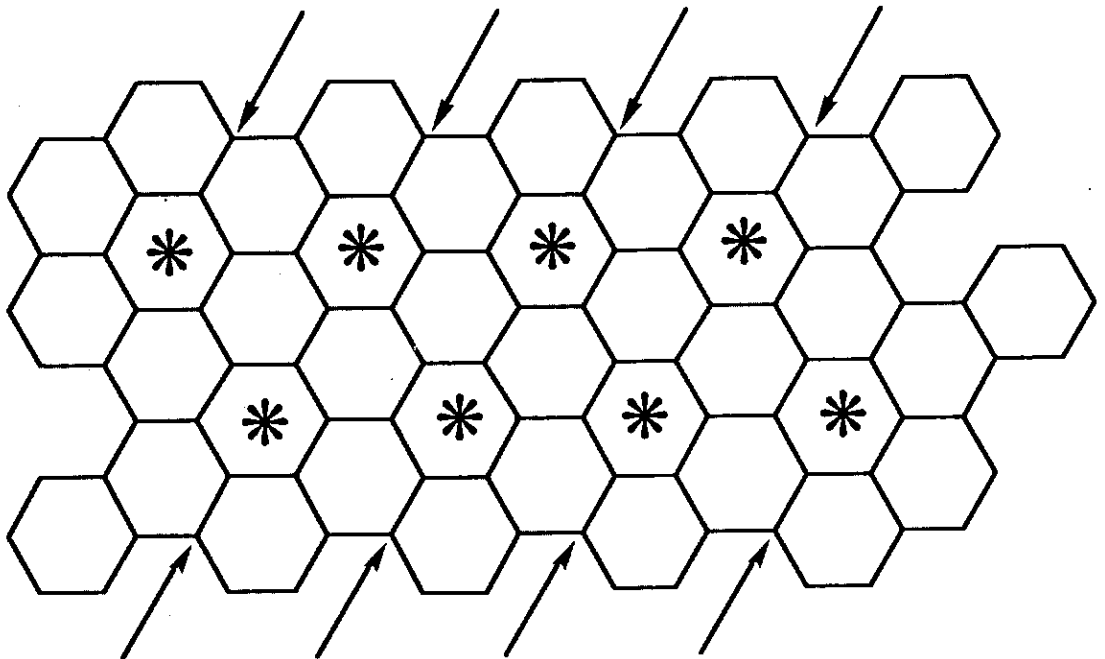
شش ضلعیهای مسطح به دست می آید. حال اگر دو شش ضلعی مجاور به خط برش را بر روی هم قرار دهیم تا یکدیگر را به طور کامل پوشانند، حلقه ای پیاله مانند به سان مولکول کورانولن به دست می آید که یک پنج ضلعی در میان دارد (شکل ۶). این دو شش ضلعی را برای ثابت ماندن شکل حاصل با چسب به هم بچسبانید این کار را یازده بار ادامه دهید تا ساختار بسته ای به دست آید.



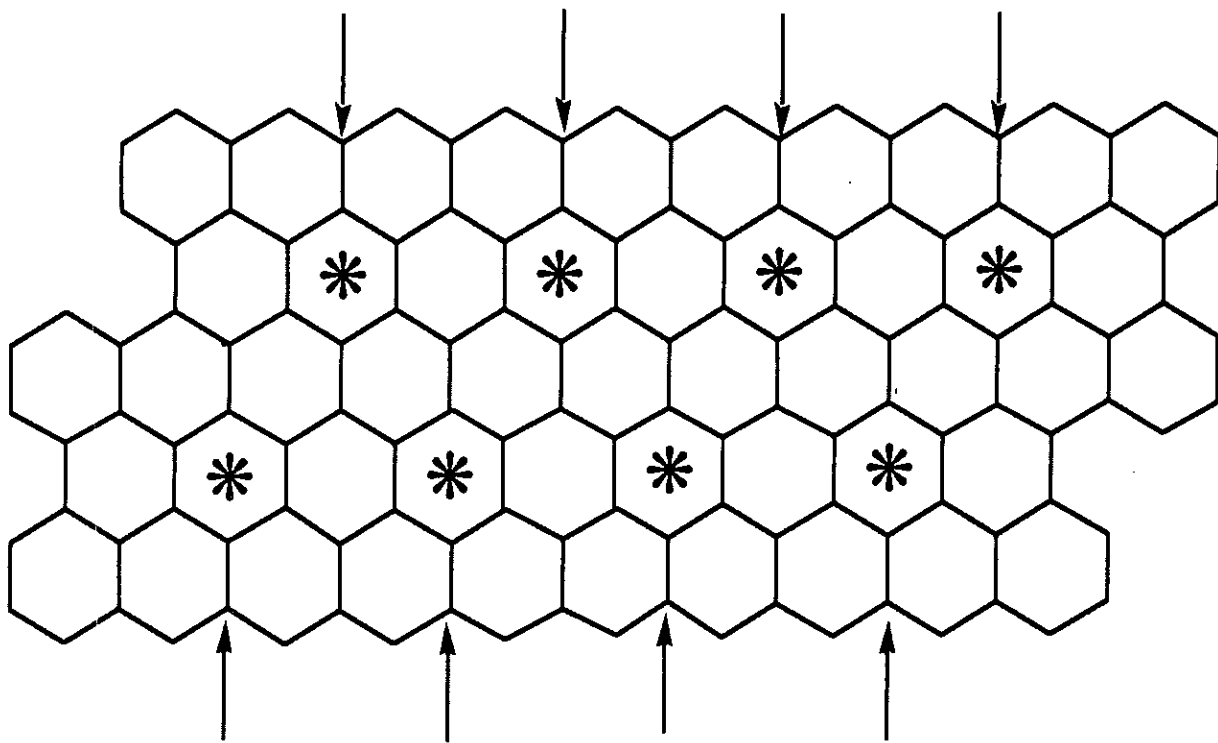
شکل ۶

شکل‌های (۷) تا (۱۱) تنها در تعداد شش ضلعیها و آرایش آنها با هم تفاوت دارند و در نهایت همه آنها ۱۲ حلقه پنج ضلعی خواهند داشت. در این مدل اگر حفره ها را حلقه های پنج ضلعی و سطح کاغذ را حلقه های شش ضلعی در نظر بگیرید، درک ساختار فولرنها آسان تر خواهد بود. شما می توانید در هر اندازه ای که بخواهید از این شکلها بر روی کاغذ، مقوا یا تلق های رنگی زیر اکس بگیرید و مدل‌های زیبایی از فولرنها بسازید.

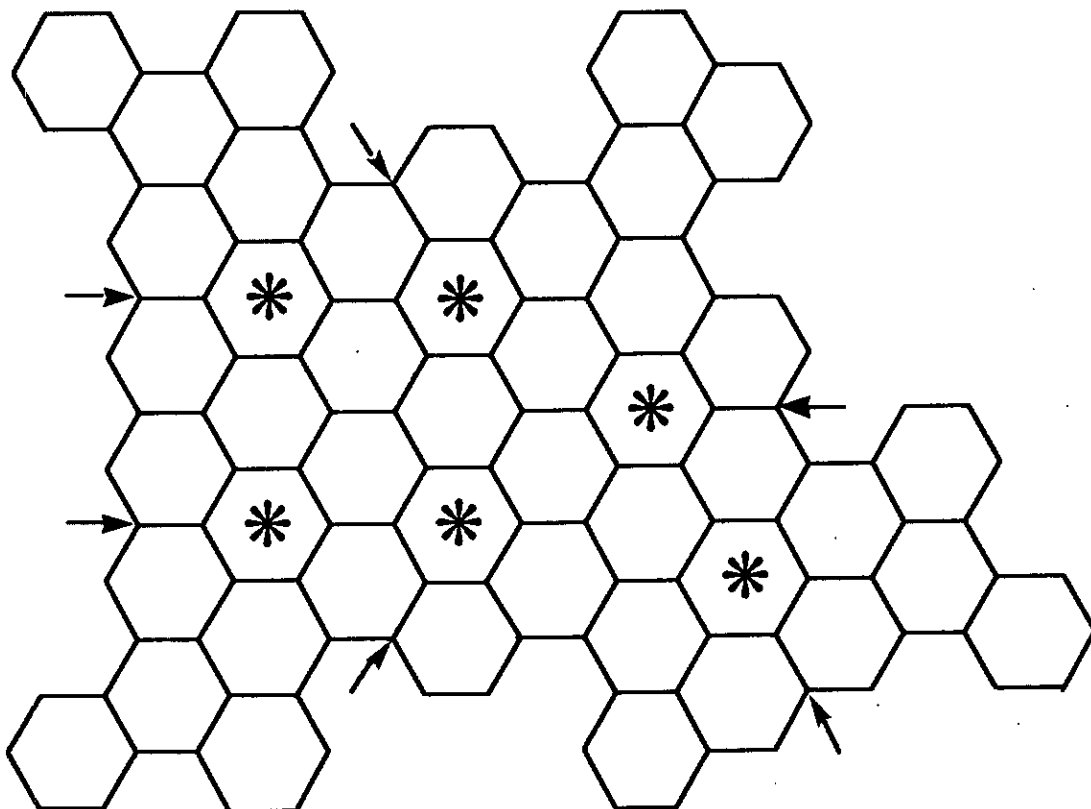
امید است تا با استفاده از این مدلها دیدگاه دانش پژوهان را نسبت به شیمی دگرگون سازید و آن را به عنوان دانشی زیبا و جذاب معرفی کرده، فرصتی برای خلاقیت و درک عمیق تر مفاهیم این علم برای آنان فراهم کنید.



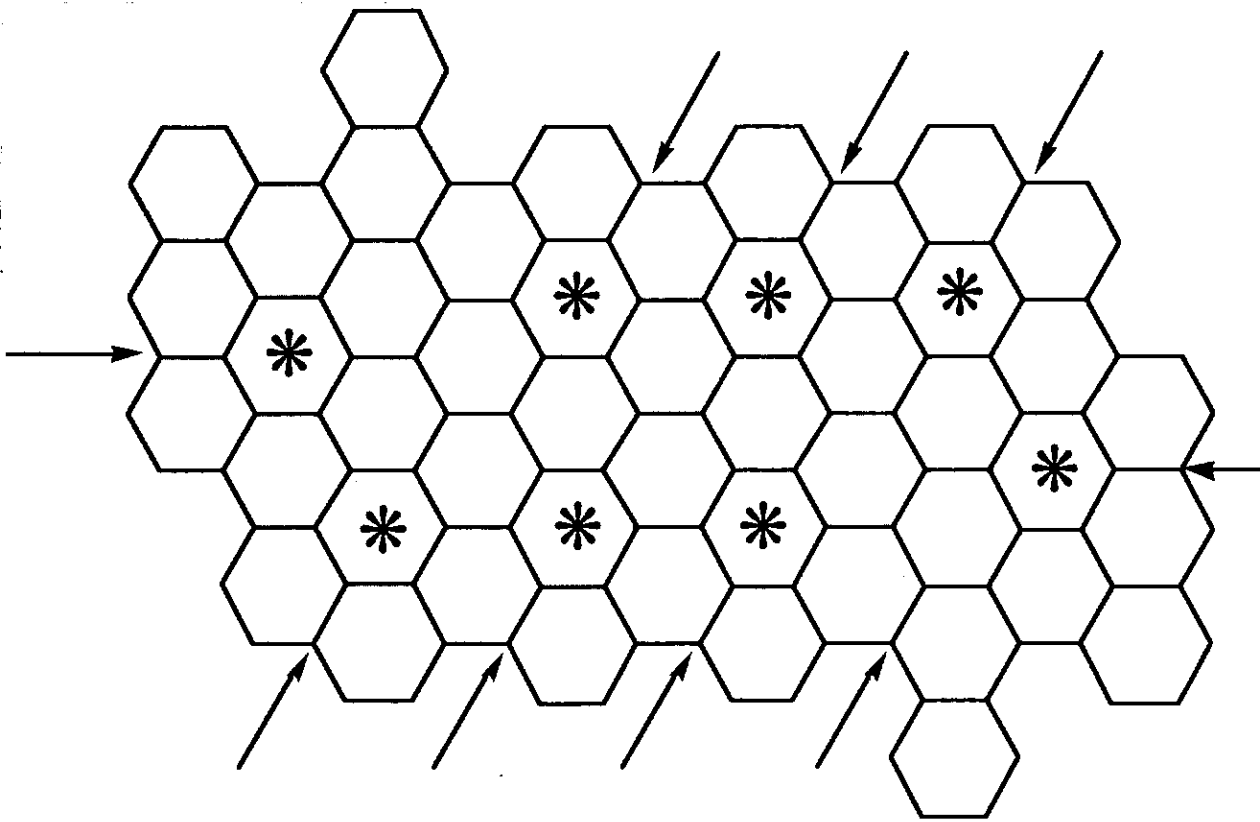
شکل ۷



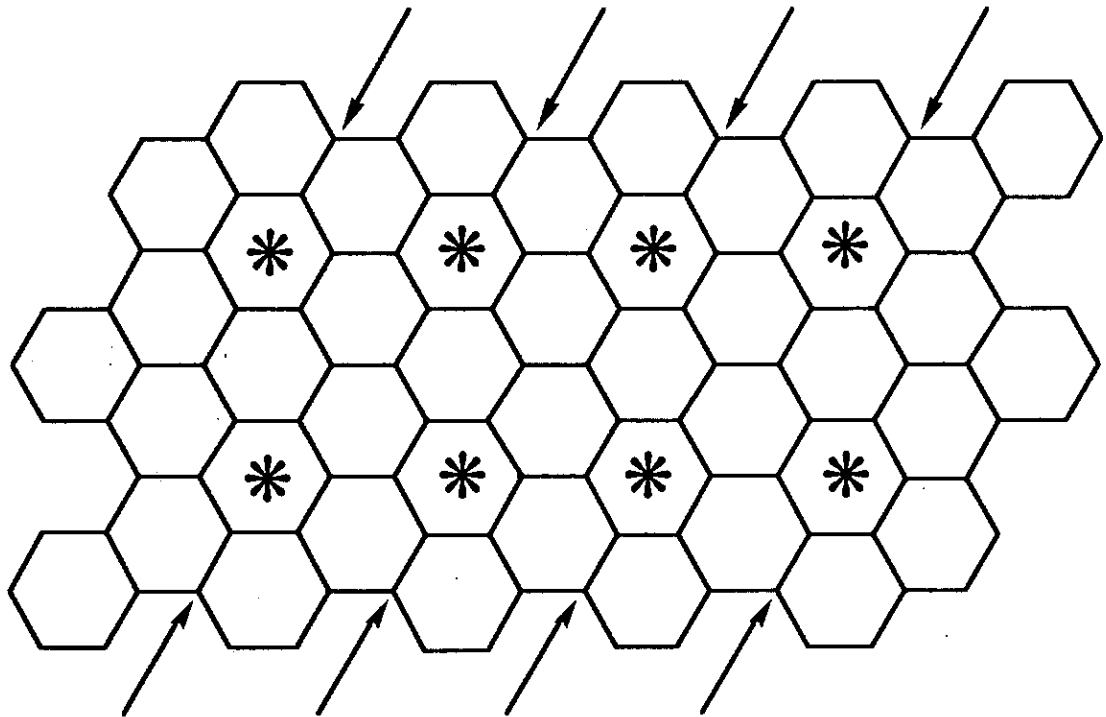
شکل ۸



شکل ۹



شکل ۱۰



شکل ۱۱



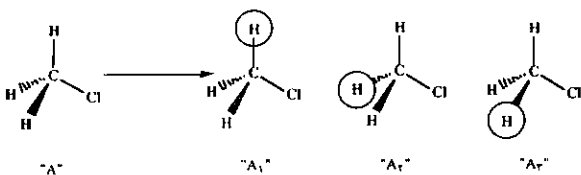
# هم ارزی شیمیایی و فضا شیمیایی گروهها

علی سیدی اصفهانی\*

متصل است. با وجود این، دو هیدروژن  $-CH_2-$  در اتانول (این هیدروژنها با دایره مشخص شده اند) از نظر ساختاری هم ارزند. سه هیدروژن  $-CH_3-$  نیز با یکدیگر هم ارزند.

به طور کلی، گروههای ناهم ارز ساختاری، از نظر شیمیایی نیز ناهم ارزند. این مطلب چنین معنی می دهد که گروههای ناهم ارز ساختاری از نظر شیمیایی رفتاری متفاوت از خود نشان می دهند. برای مثال، هیدروژنهای  $-CH_2-$  و  $-CH_3-$  در اتانول که از نظر ساختاری ناهم ارزند، در برابر واکنشگرهای شیمیایی واکنش پذیرهای متفاوتی نشان می دهند. واکنشگری که با یک نوع هیدروژن واکنش می دهد، با هیدروژن نوع دیگر واکنش پذیری متفاوتی خواهد داشت و یا حتی اصلاً واکنشی انجام نخواهد داد. برای مثال، اکسایش اتانول با واکنشگرهایی که دارای  $Cr(VI)$  هستند، موجب جدا شدن هیدروژنهای  $-CH_2-$  می شود، اما بر هیدروژنهای  $-CH_3-$  اثری نخواهد داشت. در نتیجه، این دو نوع هیدروژن در برابر این عامل اکسنده، واکنش پذیرهای بسیار متفاوتی نشان می دهند.

ناهم ارزی ساختاری برای ناهم ارز بودن شیمیایی کفایت می کند، اما شرط ضروری به شمار نمی رود. یعنی، بعضی از گروههای هم ارز ساختاری نیز از نظر شیمیایی ناهم ارزند. هم ارزی ساختاری و هم ارزی شیمیایی دو گروه به رابطه فضا شیمیایی آنها بستگی دارد. رابطه فضا شیمیایی گروههای هم ارز ساختاری به وسیله آزمون جانشین<sup>۱</sup> آشکار می شود. برای این کار، هر یک از گروههای هم ارز ساختاری را به نوبت با یک گروه فرضی دایره دار جانشین می کنند و مولکولهای به دست آمده را با یکدیگر مورد مقایسه قرار می دهند. رابطه فضا شیمیایی آنها، رابطه گروههای دایره دار را تعیین می کند. این فرایند با ذکر مثال (مولکولهای A، B و C نشان داده شده در بالا) بهتر روشن می شود. هر یک از هیدروژنهای مولکول A را با هیدروژن دایره دار جانشین کنید.

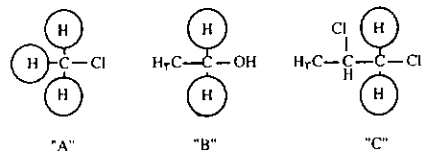


مولکولهای گوناگون، با فرمولهای مولکولی یکسان، یعنی ایزومرها، می توانند با یکدیگر روابط گوناگونی داشته باشند. ممکن است ایزومرهای ساختاری یکدیگر باشند؛ ممکن است ایزومر فضایی یکدیگر باشند که در این صورت ممکن است انانتیومر<sup>۲</sup> یا دیاستریومر<sup>۳</sup> یکدیگر به شمار آیند. در این مقاله به بررسی روابطی که ممکن است گروههای موجود در یک مولکول با یکدیگر داشته باشند، می پردازیم. این بررسی در دو زمینه به ویژه اهمیت دارد. اول این که به فهم و درک جنبه های فضا شیمیایی کاتالیزگرهای آنزیمی کمک می کند. دوم این که روابط موجود بین اتمها و گروهها در مبحث طیف سنجی، به ویژه طیف سنجی رزونانس مغناطیسی هسته ای، اهمیت دارد.

## هم ارزی و ناهم ارزی شیمیایی

گاهی دانستن این که دو گروه در یک مولکول در چه شرایطی از نظر شیمیایی هم ارزند<sup>۴</sup>، اهمیت پیدا می کند. به عبارت دیگر، می خواهیم بدانیم دو گروه در چه شرایطی در برابر یک واکنشگر شیمیایی دقیقاً مانند یکدیگر عمل می کنند؟

در نظر اول، فهمیدن هم ارزی شیمیایی به مفهوم هم ارزی ساختاری وابسته است. وقتی رابطه اتصالی گروهها با اتمهای دیگر موجود در مولکول یکسان باشد، این گروهها از نظر ساختاری هم ارزند<sup>۵</sup>. برای مثال، اتمهای هیدروژنی که در زیر دایره مشخص شده اند، از نظر ساختاری هم ارزند.

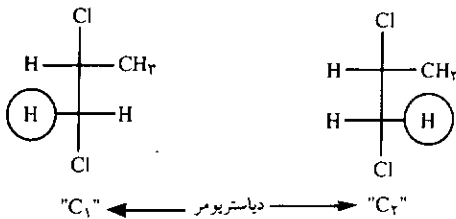


در ترکیب C، هیدروژنهای دایره دار با کربنی پیوند دارند که خود به کلر و گروه  $-CH_2Cl$  متصل است. رابطه اتصالی هر یک از این هیدروژنها، با اتمهای دیگر موجود در مولکول یکسان است. از طرف دیگر، هیدروژنهای  $-CH_2-$  و  $-CH_3-$  در مولکول اتانول (ترکیب B) از نظر ساختاری ناهم ارزند. هیدروژنهای  $-CH_3-$  به کربنی متصلند که خود با  $-CH_2OH$  پیوند دارد، اما هیدروژنهای  $-CH_2-$  با کربنی پیوند دارند که خود به یک  $-OH$  و یک  $-CH_3-$

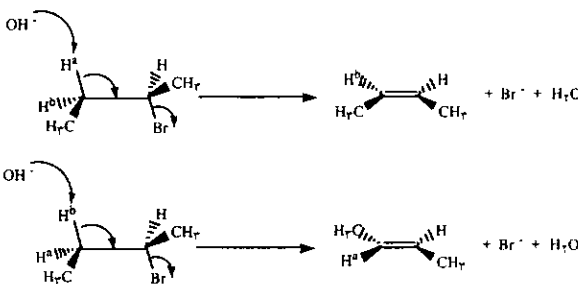


یک واکنشگر نادرستواره ای است، هیدروژنهای  $\alpha$  اتانول، بدون هیچگونه تمایزی، جدا می شوند.

سرانجام، جانشین کردن هر یک از هیدروژنهای هم ارز ساختاری  $-CH_2-$  در مولکول C، دیاستریومرها را به دست می دهد.



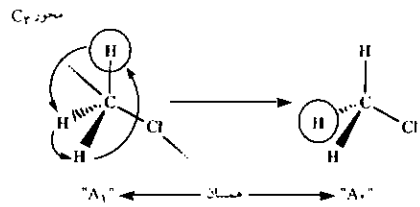
وقتی آزمون جانشینی، دیاستریومرها را به دست می دهد، گروههای هم ارز ساختاری را دیاستریوتوپی<sup>۴</sup> می نامند. گروههای دیاستریوتوپی در هر شرایطی از نظر شیمیایی ناهم ارزند. برای مثال، هیدروژنهایی که در ۲-برمو بوتان با  $H^a$  و  $H^b$  «نشان» شده اند، هیدروژنهای دیاستریوتوپی به شمار می آیند. در واکنش E2 (حذف دو مولکولی) این ترکیب، حذف آنتی  $H^b$  و Br، سپس ۲-بوتن و حذف آنتی  $H^a$  و Br، ترانس-۲-بوتن به دست می دهد:



این واکنشها با سرعتهای متفاوت انجام می شوند.

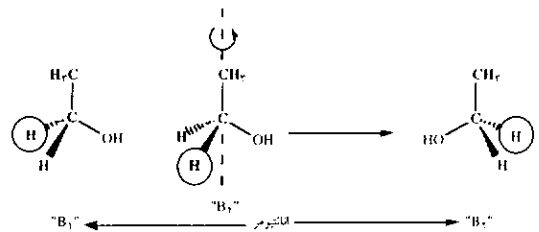
در این واکنش حذفی، مقادیر متفاوتی از این دو آلکن تشکیل می شود زیرا دو هیدروژن دیاستریوتوپی با سرعتهای متفاوت جدا می شوند. یعنی این هیدروژنها به وسیله واکنشگر بازی که اجراکننده واکنش حذفی است، تشخیص داده می شوند. گروههای دیاستریوتوپی در دو صورت به آسانی شناسایی

هر یک از این مولکولهای جدید با مولکولهای دیگر همسان است. برای مثال، شباهت  $A_1$  و  $A_2$  به صورت زیر نشان داده می شود.



وقتی آزمون جانشینی، مانند این مثال، مولکولهای یکسانی را به دست دهد، گروههای هم ارز ساختاری را هموتوپی<sup>۵</sup> می نامند. گروههای هموتوپی از نظر شیمیایی هم ارزند و در هیچ شرایطی قابل تشخیص نیستند. به هر حال، هیدروژنهای هموتوپی در کلریدمتیل همگی در برابر هر نوع واکنشگر شیمیایی واکنش پذیری یکسانی از خود بروز می دهند و بنابراین راهی برای تشخیص این هیدروژنها از یکدیگر وجود ندارد.

جانشین کردن هر یک از هیدروژنهای هم ارز ساختاری (هیدروژنهایی که بادایره مشخص شده اند) در مولکول B (اتانول) انانتیومرها را به دست می دهد.



وقتی آزمون جانشینی، انانتیومرها را به دست دهد، گروههای هم ارز ساختاری را انانتیوتوپی<sup>۶</sup> می نامند. گروههای انانتیوتوپی در برابر واکنشگرهای دستواره ای از نظر شیمیایی ناهم ارزند، اما در برابر واکنشگرهای نادرستواره ای، هم ارز به شمار می آیند.

به طور کلی، آنزیمها، به علت دستواره ای بودن، می توانند بین گروههای انانتیوتوپی تمایز قایل شوند. برای مثال، در اکسایش اتانول کانالیز شده به وسیله آنزیم، یکی از دو هیدروژن انانتیوتوپی  $\alpha$ ، به طور گزینشی جدا می شود. اما، واکنشگرهای نادرستواره ای نمی توانند بین گروههای انانتیوتوپی تمایز قایل شوند. به عنوان نمونه، در اکسایش اتانول به استالدهید، به وسیله اسید کرومیک که

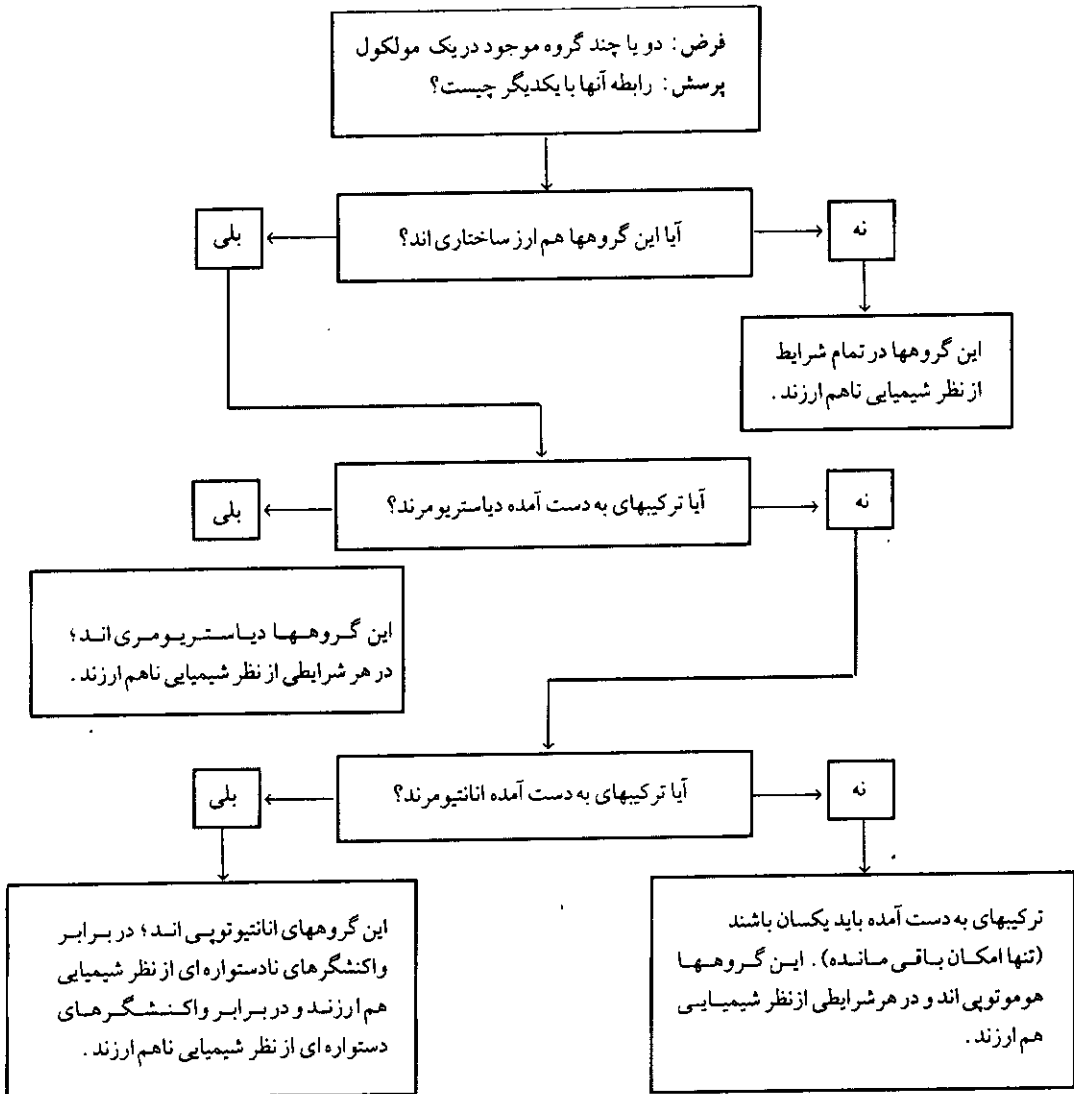
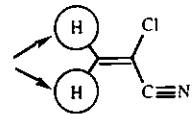
اجرای آزمون جانیشینی بر روی هیدروژنهای دایره دار، ایزومرهای Z و E را به دست می دهد که دیاستریومر یکدیگر به شمار می آیند.

با استفاده از طرح زیر می توان روابط موجود بین گروهها را در یک مولکول خلاصه کرد. به شباهت نزدیک، روابط موجود بین مولکولهای مختلف از یک طرف و روابط موجود بین گروههای یک مولکول از طرف دیگر توجه کنید. درست همان طور که دو دسته ایزومر، بر مبنای پیوند بین اتمهایشان طبقه بندی می شوند - ایزومرهای ساختاری (ایزومرهای با پیوندهای متفاوت) و ایزومرهای فضایی (ایزومرهای با پیوندهای یکسان) - در یک مولکول نیز گروهها بر مبنای پیوندهایشان به دو دسته طبقه بندی می شوند، گروههای هم ارز ساختاری و گروههای ناهم ارز ساختاری.

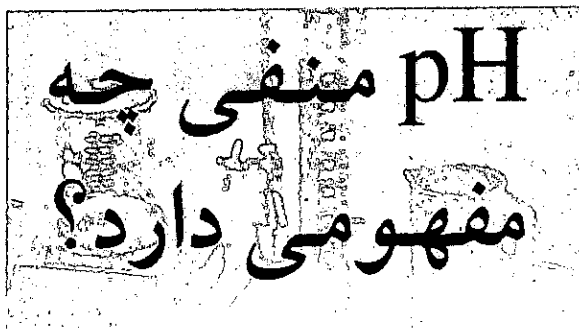
می شوند. صورت اول هنگامی پیش می آید که دو گروه هم ارز ساختاری در مولکولی قرار داشته باشند که دارای یک اتم کربن دستواره ای است:



صورت دوم هنگامی پیش می آید که بر روی یکی از کربنهای پیوند دوگانه، دو گروه یکسان و بر روی کربن دیگر دو گروه متفاوت وجود داشته باشد.

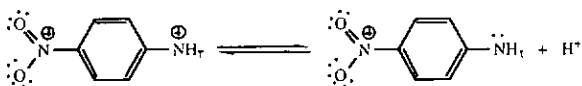


طبقه بندی گروههای موجود در یک مولکول



### سپاوش نفیسی

در دهه ۱۹۳۰، لوئیس هامت<sup>۱</sup> و شاگردانش روشی برای اندازه گیری توان بازی و اسیدی بسیاری از بازهای ضعیف و اسیدهای قوی ابداع کردند. این پژوهشگران کار را بایک باز ضعیف مینا (B) که توان بازی آن در محلول آبی قابل اندازه گیری بود، آغاز کردند. نمونه ای از این بازها پارا-نیتروآیلین است که  $pK_a$  شکل پروتون دار شده آن ۹٫۹۹ است.



فرض کنید مقداری پارا-نیتروآیلین و باز دیگری مانند C در یک اسید قوی نظیر HCl ۲ مولار حل شده است.  $pK_a$  یون  $\text{CH}^+$  را از روی مقدار  $pK_a$  یون  $\text{BH}^+$  به صورت زیر می توان محاسبه کرد. برای این کار ابتدا معادله هندرسون-هاسلباخ<sup>۲</sup> را برای هر یک از اسیدها به صورت زیر می نویسیم:

$$\text{pH} = pK_a(\text{BH}^+) + \log \frac{[\text{B}]\gamma_{\text{B}}}{[\text{BH}^+]\gamma_{\text{BH}^+}}$$

$$\text{pH} = pK_a(\text{CH}^+) + \log \frac{[\text{C}]\gamma_{\text{C}}}{[\text{CH}^+]\gamma_{\text{CH}^+}}$$

با برابر گرفتن دو معادله بالا (چون pH یکی است) خواهیم داشت:

$$pK_a(\text{CH}^+) - pK_a(\text{BH}^+) = \log \frac{[\text{B}][\text{CH}^+]}{[\text{C}][\text{BH}^+]} + \log \frac{\gamma_{\text{B}} \cdot \gamma_{\text{CH}^+}}{\gamma_{\text{C}} \cdot \gamma_{\text{BH}^+}}$$

در حلالهایی با ثابت دی الکتریک بزرگ، عبارت دوم سمت راست معادله بالا به صفر نزدیک می شود. زیرا نسبت ضریبهای فعالیت به عدد یک نزدیک می شود. با چشم پوشی از عبارت آخر، معادله زیر به دست می آید.

$$\Delta pK_a = \log \frac{[\text{B}][\text{CH}^+]}{[\text{C}][\text{BH}^+]}$$

درست همان طور که دو ساختار متفاوت ممکن است مشابه باشند، دو گروه هم ارز ساختاری موجود در یک مولکول نیز ممکن است هموتوپوی باشند. درست همان طور که روابط ایزومری فضایی مولکولها را به انانتیومری و دیاستریومری طبقه بندی می کنیم، می توانیم روابط موجود بین گروههای هم ارز ساختاری را در مولکولها به انانتیوتوپوی و دیاستریوتوپوی طبقه بندی کنیم. درست همان طور که انانتیومرها فقط در برابر واکنشگرهای دستواره ای دارای واکنش پذیریهایی متفاوتند، گروههای انانتیوتوپوی نیز فقط در برابر واکنشگرهای دستواره ای واکنش پذیریهایی متفاوت نشان می دهند. درست همان طور که واکنش پذیری دیاستریومرها در برابر هر نوع واکنشگر، متفاوت است، گروههای دیاستریوتوپوی نیز در برابر هر نوع واکنشگر واکنش پذیریهایی متفاوتی نشان می دهند. اکنون اجازه بدهید پاسخ پرسشی را که در ابتدا مطرح کردیم، خلاصه کنیم.

در چه مواردی دو گروه موجود در یک مولکول از نظر شیمیایی هم ارزند؟

- ۱- گروههای نام ارز ساختاری از نظر شیمیایی نام ارزند.
- ۲- گروههای هموتوپوی، در همه حال از نظر شیمیایی هم ارزند.
- ۳- گروههای انانتیوتوپوی در برابر واکنشگرهای نادرستواره ای از نظر شیمیایی هم ارزند، اما در برابر واکنشگرهای دستواره ای (مانند آنزیمها) از نظر شیمیایی نام هم ارزند.
- ۴- گروههای دیاستریوتوپوی از نظر شیمیایی نام ارزند.

\* دکتر علی سیدی اصفهانی دانشیار دانشکده علوم دانشگاه تهران

۱۳۸۷

- 1- enantiomer 2- diastereomer 3- chemically equivalent  
4- structurally equivalent 5- substitution test  
6- homotopic 7- enantiotopic 8- diastereotopic  
Loudon, G.M., Organic Chemistry, 3 rd. (1995)

شرح عکسها

هر هیدروژن را به نوبت جانشین کنید.

مولکول را به اندازه  $120^\circ$  حول پیوند C-C بچرخانید. همسان  $A_1$  و  $A_1$

مولکول را به اندازه  $180^\circ$  حول پیوند C-CH<sub>3</sub> بچرخانید. انانتیومرها  $B_1$  و  $B_1$  دیاستریومرها

۲- برم بوتان، حذف آنتی، جدا شدن  $H^b$  و برم، ترانس-۲-بوتن،  
۲- برم بوتان، سیس-۲-بوتان، اتم کربن نامتقارن، هیدروژن های  
دیاستریوتوپوی، کربن نامتقارن، گروههای متیل دیاستریوتوپوی

ثابت تفکیک  $K_{BH^+}$  را با در نظر گرفتن  $a = c\gamma$  (a فعالیت و  $\gamma$  ضریب فعالیت و c غلظت اجزا است) برای معادله (۱) به صورت زیر می‌نویسیم:

$$K_{BH^+} = \frac{a_B \cdot a_{H^+}}{a_{BH^+}} = \frac{[B]\gamma_B \cdot [H^+]\gamma_{H^+}}{[BH^+]\gamma_{BH^+}}$$

از طرفین رابطه بالا لگاریتم می‌گیریم و به جای  $-\log K$  و  $-\log [H^+]\gamma_{H^+}$  به ترتیب  $pK_a$  و  $pH$  قرار می‌دهیم. رابطه زیر به دست می‌آید:

$$pH = pK_a(BH^+) + \log \frac{[B]\gamma_B}{[BH^+]\gamma_{BH^+}}$$

چنانچه برای واکنش تعادلی (۲) نیز به همین روش عمل کنیم، رابطه زیر به دست می‌آید:

$$pH = pK_a(CH^+) + \log \frac{[C]\gamma_C}{[CH^+]\gamma_{BH^+}}$$

۴- از تقسیم  $H_0$  بر  $pH$  خواهیم داشت:

$$\frac{H_0}{pH} = \frac{-\log K_a(BH^+) + \log \frac{[B]}{[BH^+]}}{-\log K_a(CH^+) + \log \frac{[C]}{[CH^+]}} = -\log \frac{\gamma_B}{\gamma_{BH^+}}$$

$$H_0 = pH \left( -\log \frac{\gamma_B}{\gamma_{BH^+}} \right)$$

و با توجه به این که  $pH = -\log a_{H^+}$ ، رابطه زیر را به دست می‌آوریم:

$$H_0 = -\log \left( a_{H^+} \cdot \frac{\gamma_B}{\gamma_{BH^+}} \right)$$

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، برای سنجش توان اسیدی اسیدهای غلیظ،  $pH$  به کار نمی‌رود و به جای آن از  $H_0$  استفاده می‌شود.  $H_0$  که به عنوان توانایی یک حلال اسیدی برای دادن پروتون به یک باز خنثی مطرح می‌شود، در محلولهای رقیق (به دلیل آن که در محلولهای بسیار رقیق ضریبهای فعالیت به سمت یک میل می‌کنند) با  $pH$  برابر می‌شود. یعنی:  $H_0 = -\log a_{H^+} = pH$  از این گذشته برای آب خالص بدون ماده حل‌شونده و در دمای  $25^\circ C$ ،  $H_0 = pH = 7.00$  است.

یعنی، اگر راهی برای پیدا کردن غلظت‌های  $B$ ،  $BH^+$ ،  $C$  و  $CH^+$  داشته باشیم و  $pK_a$  برای  $BH^+$  معلوم باشد، می‌توانیم  $pK_a$  را برای  $CH^+$  به دست آوریم. در عمل غلظت‌ها را از راه سنجش های نورسنجی (اسپکتر و فوتومتری) می‌توان اندازه گیری کرد. بنابراین برای  $pK_a$  برای  $CH^+$  قابل تعیین است. سپس با استفاده از  $CH^+$  به عنوان مینا، می‌توان  $pK_a$  را برای ترکیبی دیگر مانند  $DH^+$  اندازه گرفت. این روش را می‌توان برای اندازه گیری توان بازهای ضعیف تر و حتی بازهای بسیار ضعیفی که در آب پروتون دار نمی‌شوند، گسترش داد.

توان اسیدی حلال مورد استفاده، برای پروتون دار کردن باز ضعیف  $B$  را می‌توان به صورت  $H_0$  تعریف کرد که همانند  $pH$  محلول آبی است.

$$H_0 = pK_a(BH^+) + \log \frac{[B]}{[BH^+]}$$

برای محلولهای آبی رقیق،  $H_0$  به  $pH$  نزدیک می‌شود.<sup>۱</sup> برای محلولهای غلیظ اسیدهای قوی،  $H_0$  میزانی از توان اسید در نظر گرفته می‌شود.  $H_0$  تابع توان اسیدی هامت نامیده می‌شود. هنگامی که مقادیر منفی  $pH$  مورد توجه است، به طور معمول به  $H_0$  ارجاع داده می‌شود. برای نمونه،  $pH$  اسید پرکلریک ( $HClO_4$ ) با غلظت ۸ مولار از راه توانایی آن به پروتون دار کردن بازهای بسیار ضعیف، نزدیک به  $-4$  محاسبه شده است. این عدد دلیل قویتر بودن  $HClO_4$  را نسبت به اسیدهای قوی و متداول دیگر نشان می‌دهد. هر چند که همه این اسیدها در آب هم تراز می‌شوند. مقادیر  $H_0$  برای چند حلال اسیدی قوی در زیر آورده شده است.

اسید	نام	$H_0$
$H_2SO_4$ (٪۱۰۰)	اسید سولفوریک	-۱۱٫۹۳
$H_2SO_4 \cdot SO_3$	اسید سولفوریک دودکننده	-۱۴٫۱۴
$HSO_3F$	اسید فلوئورسولفونیک	-۱۵٫۰۷
$HSO_3F + \%10 SbF_6$	آبراسید	-۱۸٫۹۴
$HSO_3F + \%7 SbF_6 \cdot \%3 SO_3$	—	-۱۹٫۳۵

۱۰۵

۱۰۶

Daniel C. Harris, Quantitative Chemical Analysis, International Student Edition, Second ed. (1987)

۱. Louis Hammett

۲. Henderson- Hasselbalch

۳- در سیستمی که در آن اجزای  $B$ ،  $C$  و  $H^+$  به عنوان اجزای در حال تعادل وجود دارند، واکنشهای تعادلی زیر را در نظر می‌گیریم:



۱۰۷





قیف سوار می کنند. لوله جانبی ارلن را با یک لوله لاستیکی ضخیم به خرطوم آبی وصل می کنند (خرطوم آبی وسیله ای است که آن را به شیر آب آزمایشگاه وصل می کنند. با گذشتن آب از درون خرطوم، فشار هوا در درون ارلن کم می شود و در نتیجه گذشتن مایع از کاغذ صافی سریع تر می شود).

### تبلور

تبلور بر پایه اختلاف در انحلال پذیری اجزای سازنده یک مخلوط انجام می شود. انحلال پذیری یک جسم با مقدار آن جسم تعیین می شود که در حجم معینی از حلال در دمای مشخص حل می شود. بسیاری از اجسام در یک حلال داغ بیشتر حل می شوند تا همان حلال سرد؛ از این خاصیت در جداسازی اجسامی استفاده می شود که انحلال پذیری کمتری دارند. تبلور را بیشتر برای خالص سازی یک ترکیب شیمیایی و جدا کردن آن از مقادیر کم ناخالصیها به کار می برند. برای نمونه، شکر خام را از راه تبلور به شکر سفید تصفیه می کنند.

### تقطیر

روش تقطیر که احتمالاً توسط کیمیاگران اختراع شده، بر پایه اختلاف فراریت مواد استوار است. برای نمونه فراریت اتر (یک ترکیب آلی) بیشتر از آب است. به هنگام جوشیدن یک مخلوط جزء فرارتر آن پیش از همه تبخیر می شود که می توان آن را به وسیله سردکن دوباره مایع و در ظرفی جمع آوری کرد. یک دستگاه تقطیر ساده برای جداسازی اجزایی به کار برده می شود که اختلاف فراریت آنها زیاد است؛ مثلاً در تهیه آب مقطر، آب خالص بر اثر تبخیر از ترکیبهای یونی حل شده در آن جدا می شود. برای جداسازی اجزایی که اختلاف فراریت آنها کم باشد باید مراحل بیشتری از فرایندهای تبخیر-تراکم را پشت سر گذاشت تا این که تنها جزئی به سردکن برسد که فراریت آن بیشتر است. این عمل را تقطیر جزء به جزء می نامند.

### استخراج

روش دیگری که بر پایه اختلاف در انحلال پذیری استوار است استخراج یا بیرون کشیدن نامیده می شود. این روش را معمولاً برای جدا کردن ترکیبها از مواد طبیعی مانند بافتنهای گیاهی یا حیوانی به کار می برند. ماده مورد نظر را در یک حلال به خوبی به هم می زنند. حلال، ترکیب انحلال پذیر یا گروهی از ترکیبها را در خود حل می کند که با مواد طبیعی کم محلول همراهند (عمل استخراج). برای مثال قهوه را از دانه های قهوه که ترکیبهای مختلفی را در خود دارد به کمک آب داغ استخراج می کنند. محلول استخراج شده را در یک قیف جدا کننده با حلال دیگری مخلوط می کنند که با حلال نخست امتزاج ناپذیر است، سپس مخلوط را خوب تکان می دهند. برخی



# روشهای جداسازی

منصور عابدینی \*

یکی از کارهای وقت گیر در آزمایشگاه جداسازی مخلوطها و خالص کردن اجزای آنها است. در اینجا به چند روش جداسازی اشاره می کنیم. باید توجه داشت که این روشها به خواص فیزیکی مواد متکی هستند و در آنها با هیچ گونه تغییر شیمیایی سر و کار نداریم.

### صاف کردن

این عمل بیشتر برای جدا کردن جامدها و مایعها از یکدیگر به کار می رود. برای این منظور یک کاغذ صافی گرد را که مخصوص صاف کردن رسوب است به طرز مناسبی تا می کنیم و آن را درون قیف شیشه ای دارای اندازه مناسب می گذاریم. قیف را در دهانه یک ارلن گذاشته و مخلوط مایع و جامد را روی کاغذ صافی می ریزیم. ذره های جامد روی کاغذ صافی باقی می ماند و مایع زلال در درون ارلن جمع می شود. در برخی موارد از یک قیف چینی به نام قیف بوختر استفاده می شود که ته آن مشبک و صاف است. در این مورد کاغذ صافی را به اندازه ای برمی گزینند که سوراخهای قیف را بپوشاند. لوله قیف را از سوراخ یک درپوش لاستیکی می گذرانند که به اندازه دهانه یک ارلن خلاء باشد، و سپس آن را روی دهانه



## علی سیدی اصفهانی\*

# ایزومری فضایی در

مقاله های بسیاری درباره شیمی فضایی نوشته شده و روشهایی برای آشنا کردن دانشجویان با کاربرد قواعد ترتیبی کان، اینگولد و پرلوگ<sup>۱</sup> ارایه شده است. نویسندگان این مقاله ها امیدوار بوده اند که پس از مطالعه مبحث شیمی فضایی و روشهای گوناگون برای نسبت دادن آرایشهای R یا S به ترکیبهای مختلف، دانشجویان بتوانند انسانستیمورها، دیاستریومرها و ... را بشناسند، ساختار فضایی آن ترکیبها را رسم کنند و نام آنها را درست بنویسند. به این منظور طرح پرسش زیر می تواند پس از مطالعه مبحث هالوژن دار کردن رادیکالی کرین، ایزومری و شیمی فضایی سودمند باشد.

### پرسش

الف) از کلردار کردن رادیکالی ۳-متیل پنتان در مجموع هشت فراورده مونوکلو با فرمول مولکولی  $C_5H_{11}Cl$  تشکیل می شود. از مخلوط به دست آمده بر اثر تقطیر جزء به جزء (یا کروماتوگرافی گازی) پنج برش جدا می شود. ترکیبهای موجود در هر برش را شناسایی کنید. ساختار و نام درست هر ترکیب را بنویسید. (شیمی فضایی و استفاده درست از حرفهای R یا S در نامگذاری ضرورت دارد.)

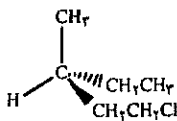
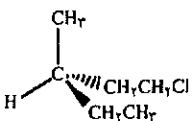
ب) نسبت درصد پنج برش این مخلوط را با این فرض محاسبه کنید، که سرعتهای نسبی جدا شدن اتمهای هیدروژن نوع اول ( $1^\circ$ )، نوع دوم ( $2^\circ$ ) و نوع سوم ( $3^\circ$ ) در دمای ثابت  $(300^\circ C)$  برابر  $1:4:5 = 1^\circ:2^\circ:3^\circ$  است.

### پاسخهای پذیرفتنی

الف)

برش ۱:  $50\% (R)$  - ۱ - کلرو - ۳ - متیل پنتان

$50\% (S)$  - ۱ - کلرو - ۳ - متیل پنتان



برش ۲:  $50\% (2R, 2R)$  - ۲ - کلرو - ۳ - متیل پنتان

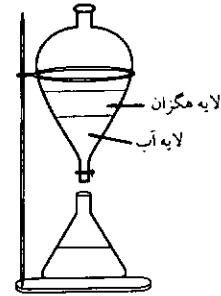
$50\% (2S, 2S)$  - ۲ - کلرو - ۳ - متیل پنتان

از اجزای حل شده در حلال نخست توسط حلال دوم استخراج می شوند. در شکل زیر استخراج رنگدانه های گیاهی از آب به داخل هگزان (یک حلال آلی) نشان داده شده است.

(۱) با نکان دادن هگزان و محلول آبی رنگدانه گیاهی، مقداری از ماده گیاهی در هگزان حل می شود.

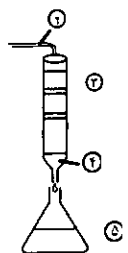
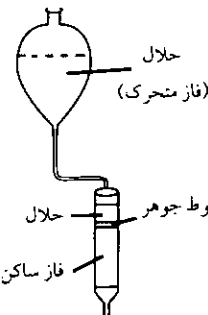
(۲) پس از چندی دو لایه آلی و آبی از هم جدا می شوند.

(۳) با باز کردن شیر قیف جداکننده، لایه زیرین را خارج می کنند.



### کروماتوگرافی

متداولترین نوع کروماتوگرافی بر پایه اختلاف در جذب سطحی<sup>۱</sup> استوار است. مخلوط مورد نظر را در یک گاز یا مایع حل می کنند که فاز متحرک نامیده می شود و آن را از روی یک جسم جامد به نام فاز ساکن می گذرانند تا اجزای سازنده مخلوط از هم جدا شوند. جزیی که جذب سطحی آن در فاز ساکن کمتر است نسبت به جزیی که جذب سطحی بیشتری دارد، سریعتر حرکت می کند. در شکل زیر جدا سازی مخلوط رنگدانه های جوهر نشان داده شده است.



(۱) مخلوط جوهر را به دقت روی فاز ساکن قرار می دهند.

(۲) حلال در ستون جریان پیدا می کند.

(۳) اجزای سازنده جوهر از درون ستون با سرعتهای مختلف حرکت می کنند.

(۴) جزیی که تمایل آن برای فاز ساکن از همه کمتر است سریعتر از اجزای دیگر حرکت می کند.

(۵) هر جزء را به نوبت هنگام خروج از ستون در یک ارلن جمع آوری می کنند.

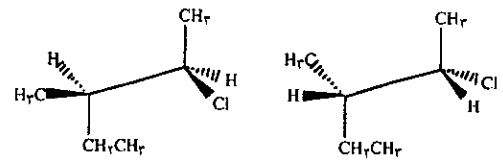
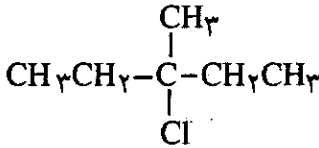


دکتر منصور عابدینی استاد دانشکده علوم دانشگاه تهران

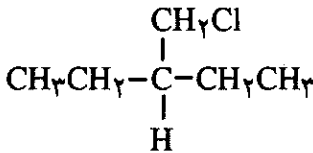
1. adsorption.

# کلر دار کردن یک ترکیب ناستواره ای

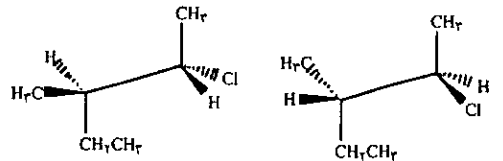
برش ۴ : ۳ - کلرو - ۳ - متیل پنتان



برش ۵ : ۳ - (کلرومتیل) پنتان



برش ۳ : ۳ - (۳S, ۲R) - ۲ - کلرو - ۳ - متیل پنتان  
۵۰٪  
۳ - (۳R, ۲S) - ۲ - کلرو - ۳ - متیل پنتان  
۵۰٪



(ب)

این پنج برش ۱۰۰٪ فراورده را تشکیل می دهند. ساده ترین راه این است که فرض کنیم مقدار برش ۴، x٪ باشد (زیرا تنها یک مشتق مونوکلروی نوع سوم وجود دارد) و نسبت برشهای دیگر را در مقایسه با برش ۴ محاسبه کنیم. حاصلضرب عامل آماری (تعداد هیدروژنهای هر نوع) در احتمال نسبی جدا شدن اتمهای هیدروژن نوع سوم به نوع دوم به نوع اول، نسبت برشها را به دست می دهد. احتمال نسبی تشکیل برشهای ۱ تا ۵ با تکیه بر تعداد اتمهای هیدروژن از چپ به راست عبارت است از: ۶:۲:۲:۱:۳ نسبتها به صورت زیر محاسبه می شوند:

$$\frac{\text{برش ۱}}{\text{برش ۴}} = \frac{\text{تعداد H نوع } 1^\circ}{\text{تعداد H نوع } 3^\circ} \times \frac{\text{واکنش پذیری H نوع } 1^\circ}{\text{واکنش پذیری H نوع } 3^\circ} = \frac{6}{1} \times \frac{1}{5} = \frac{6}{5} = 1.2 \Rightarrow \text{برش ۱} = 1.2x$$

$$\frac{\text{برش ۲}}{\text{برش ۴}} = \frac{\text{تعداد H نوع } 2^\circ}{\text{تعداد H نوع } 3^\circ} \times \frac{\text{واکنش پذیری H نوع } 2^\circ}{\text{واکنش پذیری H نوع } 3^\circ} = \frac{2}{1} \times \frac{4}{5} = \frac{8}{5} = 1.6 \Rightarrow \text{برش ۲} = 1.6x$$

$$\frac{\text{برش ۳}}{\text{برش ۴}} = \frac{\text{مانند برش ۲}}{\text{برش ۴}} = 1.6 \Rightarrow \text{برش ۳} = 1.6x$$

$$\frac{\text{برش ۵}}{\text{برش ۴}} = \frac{\text{تعداد H نوع } 1^\circ}{\text{تعداد H نوع } 3^\circ} \times \frac{\text{واکنش پذیری H نوع } 1^\circ}{\text{واکنش پذیری H نوع } 3^\circ} = \frac{3}{1} \times \frac{1}{5} = \frac{3}{5} = 0.6 \Rightarrow \text{برش ۵} = 0.6x$$

$$\text{برش ۱} = 1.2x = 20\%$$

$$\text{برش ۲} = 1.6x = 26.67\%$$

$$\text{برش ۳} = 1.6x = 26.67\%$$

$$\text{برش ۴} = x = 16.67\%$$

$$\text{برش ۵} = 0.6x = 10\%$$

$$1.2x + 1.6x + 1.6x + x + 0.6x = 100$$

$$6x = 100$$

$$x = 16.67$$



# آشنایی با مؤسسه تحقیقات واکسن و

مقدمه

انجام می گیرد، باعث شد تا از سال ۱۳۶۰ به این طرف واکسنهای بیشتری تولید شده، در دسترس همگان قرار گیرد.

**در این راستا با ریاست محترم این مؤسسه جناب آقای دکتر علی اکبر محمدی گفتگویی انجام داده ایم که با هم می خوانیم:**

● آقای دکتر محمدی در صورت امکان خلاصه ای از دوران تحصیل و فعالیتهای خود را برای خوانندگان ما توضیح دهید.



دوران دبستان را در رفسنجان کرمان و دبیرستان را در تهران گذراندم و در همان سال در کنکور سراسری در رشته دکتری حرفه ای دامپزشکی دانشگاه تهران پذیرفته شدم. در ابتدای انقلاب و پس از آن خدماتی در جهاد سازندگی داشته و مسئولیت دامپزشکی استان کرمان و سپس ریاست سازمان دامپزشکی کشور به عهده من بود. دو سال به عنوان قائم مقام و مسئول صنایع شیر کشور و مسئول کارخانه شیر پاستوریزه تهران بوده ام. بعد از آن عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات و سرم سازی رازی شدم و پس از آن برای دریافت فوق لیسانس و دکترای میکروبیشناسی به لندن رفته و در آنجا تحصیل کردم. بعد از مراجعت در بخش واکسنهای انسانی فعالیت خود را ادامه داده، در حال حاضر حدود ۶ سال است که مسئولیت این مؤسسه محترم به عهده من است.

مؤسسه تحقیقات واکسن و سرم سازی رازی با بیش از ۷۰ سال سابقه یکی از قدیمی ترین مراکز علمی و تحقیقاتی کشور است. این مؤسسه در حصارک کرج قرار دارد و در زمینی با وسعت بیش از ۱۵۰ هکتار بنا شده است. این مؤسسه چندین آزمایشگاه، مرکز تولید، تشخیص و بسته بندی دارد که مساحتی حدود ۱۰۰ هزار متر مربع را در برمی گیرد. در ضمن شعبه هایی در شهرهای مشهد، اهواز، مرند و شیراز دارد و شعبه جدیدی نیز در شهر کرمان در حال راه اندازی است.

این مؤسسه فعالیت خود را در سال ۱۳۰۴ با مبارزه با بیماری خانمانسوز طاعون گاوی، آغاز کرد. این بیماری باعث تلف شدن صدها هزار رأس گاو در کشور شد و در آن زمان حیات دامی کشور را به شدت مورد تهدید قرار داد. در پی این مسأله یک دامپزشک فرانسوی به نام دکتر لوئی پل دلپی<sup>۱</sup> که از کارشناسان شناخته شده جهانی در امر تولید واکسنها و سرمهای درمانی دام به شمار می رفت به ایران دعوت شد و در سال ۱۳۱۱ برای نخستین بار دامهای کشور با استفاده از واکسنهای تولید شده در مؤسسه رازی در برابر بیماری طاعون گاوی با موفقیت واکسینه شدند.

در بین سال های ۱۳۱۱ تا ۱۳۱۶ واکسنهای دامی دیگری چون واکسن سیاه زخم تولید و به بازار عرضه شد.

در سال ۱۳۲۰ به دلیل جنگ جهانی دوم و مداخله استعمار، موجی از هرج و مرج کشور را دربر گرفت و در این سال بیماری کزاز و دیفتری میان مردم شیوع پیدا کرد. در همین سال واکسنهای این بیماریها نیز ساخته شد. به دنبال آن فعالیتهای زیادی انجام گرفت تا در سال ۱۳۵۳ تولید انبوه واکسن فلج اطفال در مؤسسه آغاز شد. امروزه تنها ۴ مؤسسه در سطح جهان از تکنولوژی و دانش فنی لازم برای تولید این واکسن حیاتی برخوردار هستند.

## روند رشد و شکوفایی در مؤسسه رازی

دوران شکوفایی و رشد و توسعه مؤسسه رازی در سال ۱۳۲۹ پس از واگذاری مدیریت مؤسسه به کارشناسان داخلی شروع شد و روشهای تولید، تقسیم بندی و بسته بندی فرآورده ها بهبود قابل ملاحظه ای پیدا کرد. در این راستا به کارگیری دستگاههای پیشرفته موسوم به فرمانتور<sup>۱</sup> که در آن کلیه مراحل تولید بدون دخالت دست

# سرم سازی رازی

آبزیان، زنبور عسل و کرم ابریشم خدمات بی شماری را به سازمان دامپزشکی و مراکز تحقیقاتی و دانشگاهها ارائه کرده است.

## ب) فعالیتهای آموزشی

مؤسسه رازی با بهره گیری از تعداد قابل توجهی اعضای هیأت علمی و یک سلسله امکانات فنی و تدارکاتی گسترده و بعضاً کمیاب از توان بسیار خوبی برای برگزاری دوره های آموزشی در قالبهای بازآموزی، آموزش ضمن خدمت و دوره های مقطع دار برخوردار است. به عنوان نمونه در سال ۱۳۷۵ چندین کارگاه آموزشی و آموزش ضمن خدمت برای کارشناسان و اعضای هیأت علمی مراکز تحقیقاتی استانها و کارشناسان سازمان دامپزشکی برگزار شده است.

همچنین در طول دو سال گذشته در مؤسسه تعدادی دانشجوی دوره های فوق لیسانس در رشته های ویروس شناسی و باکتری شناسی با مجوز وزارت بهداشت و درمان پذیرفته شده اند و در حال حاضر به تحصیل مشغولند. و در آینده نزدیک قابل پیش بینی است که در مقاطع دکترای تخصصی نیز تعدادی دانشجوی از طریق آزمون سراسری پذیرفته شود. همچنین دوره های کارشناسی ناپیوسته و کاردانی فرآورده های بیولوژیک در این مؤسسه برقرار است که تنها مرکز در سطح ایران می باشد.

## ج) فعالیتهای تحقیقاتی

گسترش تحقیقات کاربردی همواره از مهمترین اولویتهای فعالیتهای مؤسسه رازی بوده و در این راستا افزایش تنوع و ارتقای کیفیت تحقیقات به عنوان زیربنای تولید و توسعه مدنظر قرار داشته و برای نیل به آن اقدام به گسترش ارتباطات و همکاری با دیگر مراکز علمی داخلی و خارجی شده است. نتیجه این فعالیتهای، افزایش تعداد طرحهای تحقیقاتی مؤسسه رازی از ۲۱ فقره در سال ۱۳۷۱ به ۸۰ فقره در سال ۱۳۷۴ بوده است که در سال ۱۳۷۵ به ۱۰۸ فقره رسیده است.

علاوه بر این برای سازماندهی و ارتقای کیفیت تحقیقات در مؤسسه رازی بخش جدیدی تحت عنوان بخش تحقیق و توسعه راه اندازی شده و همچنین بخش مهم و استراتژیکی حیوانات آزمایشگاهی عاری از اجرام خاص در سال ۱۳۷۴ توسط ریاست محترم جمهور افتتاح گردید.

## د) فعالیتهای انتشاراتی

زمینه کار تخصصی اینجانب بیوتکنولوژی و مهندسی ژنتیک و پلاسما است که در این رابطه نیز پروژه ها و طرحهای زیادی انجام شده یا در حال اجرا است و همچنین دانشجویان فوق لیسانس و دکترا در زمینه بیوتکنولوژی در این مؤسسه در حال تحقیق هستند.

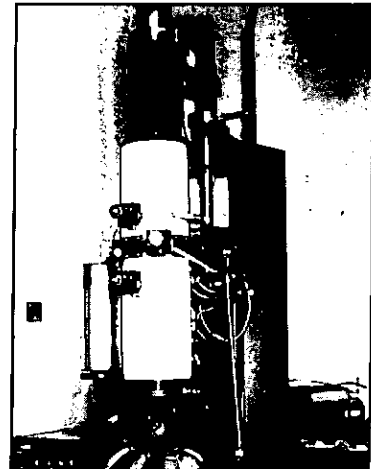
## ● فعالیتهای بخشهای مؤسسه بر چند محور استوار هستند؟

در کل می توان فعالیتهای و بخشهای مؤسسه را به چهار دسته تقسیم بندی کرد.

## الف) فعالیتهای تشخیصی

این مؤسسه به عنوان یک مرجع ملی و بین المللی برای تشخیص تعداد قابل توجهی از بیماریهای واگیر شناخته می شود و در این راستا دفتر بین المللی مبارزه با بیماریهای دام (وابسته به سازمان بهداشت جهانی) مؤسسه رازی را به عنوان یک مرکز بین المللی مرجع برای تشخیص بیماریهای آبله بزی، آبله گوسفندی و طاعون اسی معرفی کرده است.

از آنجا که فعالیتهای تشخیصی مستلزم تهیه و به کارگیری برخی تجهیزات و امکانات فنی و تخصصی ویژه می باشد، بخش میکروسکوپ الکترونی مؤسسه رازی در سال ۱۳۷۱ فعالیت خود را از سر گرفت. بخش مزبور از معدود مراکز علمی کشور است که مجهز به سیستم transmission (فرستنده) می باشد و به همین لحاظ مورد استفاده مراکز مختلف علمی از جمله برخی دانشگاهها قرار می گیرد.



همچنین در زمینه تشخیص بیماریهای میکروبی و ویروسی، تشخیص پاتولوژی و انگل شناسی و همچنین تشخیص بیماریهای





همان محیط‌های کشت میکروبیها و ویروسها و انگلهاست. توسط متخصصان شیمی تهیه و کنترل می‌شود.

● در چند سال اخیر بیشتر بر روی چه زمینه‌هایی کار شده است و یا در حال اجرا است؟

در بخش شیمی، بیوشیمی، حدود ۸ فقره طرح تحقیقاتی که به عنوان پایان‌نامه در نظر گرفته شده بود به پایان رسیده و منتهی به یک سخنرانی علمی در کنگره‌های متفاوتی مانند داروهای گیاهی شده است و به صورت مقاله در مجلات داخل کشور به چاپ رسیده است.

همچنین حدود ۷ طرح تحقیقاتی در مورد تولید فرآورده‌های شیمیایی مانند تولید عصاره گیاه اوکالیپتوس که برای عوارض قلبی و رویی مورد استفاده قرار می‌گیرد، در حال اجرا است. غرفه داروهای گیاهی این مؤسسه توسط ریاست محترم جمهوری مورد بازدید قرار گرفت که نتیجه آن همکاری نزدیک فرهنگستان پزشکی جمهوری اسلامی با مؤسسه رازی در زمینه تهیه فرهنگ داروهای گیاهی شد.



● به طور خلاصه فرآورده‌هایی که در این مؤسسه تولید می‌شود را نام ببرید.

مهمترین فرآورده‌های تولیدی مؤسسه رازی شامل موارد زیر است.

الف) فرآورده‌های زیستی برای مصرف پزشکی

(۱) واکسن فلج اطفال

(۲) واکسن سرخک

(۳) واکسن کزاز

(۴) واکسن دوتایی دیفتی و کزاز بزرگسالان

(۵) واکسن سه تایی دیفتی، کزاز و سیاه سرفه

مؤسسه رازی به عنوان این که توانسته باشد نتایج تحقیقات و پژوهش‌های علمی را به اطلاع محققان و کشاورزان برساند، از سال ۱۳۱۷ اقدام به انتشار سالنامه‌ای تحت عنوان آرشیو مؤسسه رازی که حاوی مقالات برجسته، چکیده و سخنرانی‌های مهم اعضای هیأت علمی و کارشناسان مؤسسه در نشریات و کنفرانس‌های بین‌المللی می‌باشد، نموده است.

همچنین از سال ۱۳۱۶ مشروح فعالیت‌های تحقیقاتی، تولیدی و عمرانی مؤسسه در قالب گزارش‌های سالانه جهت اطلاع مسئولین و افراد صاحب نظر منتشر می‌شود.

علاوه بر این انتشارات علمی مؤسسه رازی در طول سال‌های گذشته اقدام به نشر تعدادی کتاب و جزوه مستقل علمی نموده است که توسط پژوهشگران مؤسسه در ارتباط با موضوعات مختلف تخصصی تألیف، ترجمه و تدوین شده است. این فعالیتها در مجموع بیش از ۲۰ عنوان کتاب و تعداد زیادی مقاله را در بر می‌گیرد.

واحد یاد شده در حال حاضر با ۷۲ نشریه خارجی مشترک است و بیش از ۸۰ هزار عنوان کتاب، مجله فارسی و لاتین در رشته‌های مختلف تخصصی را در اختیار دارد و به عنوان یک کتابخانه مرجع خدمات رسانی به کلیه مراکز علمی و تحقیقاتی تحت پوشش وزارت جهاد سازندگی را به عهده دارد.

● چند نفر به عنوان عضو هیأت علمی در بخشها و قسمت‌های گوناگون فعالیت دارند؟

در مؤسسه حدود ۱۴۵ نفر عضو هیأت علمی در ۳۸ بخش مشغول به فعالیت هستند که این بخشها به تحقیقات، تشخیص و تولید سرم و واکسن انسان، دام و طیور مشغول هستند.

● چه تعدادی از اعضای هیأت علمی این مؤسسه کارشناس شیمی هستند؟

در بخش شیمی و بیوشیمی که یکی از مهمترین بخشها است در زمینه تهیه محیط‌های کشت میکروبی و ساختن محلول‌های شیمیایی فعالیت می‌کنند حدود ۹ نفر متخصص شیمی و بیوشیمی و ۵ نفر متخصص داروسازی فعالیت می‌کنند که در سطوح دکترا و کارشناسی ارشد شیمی، بیوشیمی، شیمی کاربردی و شیمی تجزیه می‌باشند.

در ضمن یکی دیگر از زمینه‌های فعالیتی کادر شیمی مؤسسه کار بر روی داروهای گیاهی است که امروزه توجه زیادی به آن شده است. و در حدود ۸ فقره طرح تحقیقاتی در این زمینه انجام شده است و در نهایت مواد اولیه تهیه سرماها و واکسنها که در حقیقت

سرخجه، اوربون ... در اختیار پزشکان قرار می‌گیرد که دلیل آن حساسیت و مهم بودن این واکسنهاست. واکسنها و سرمهای مار و عقرب در اختیار مراکز بهداشتی قرار می‌گیرد و واکسنهای دامپزشکی در بعضی موارد مانند واکسن آبله به طور اجباری و مجانی تزریق می‌شوند و واکسنهای دیگری مانند واکسنهای تب برفکی و واکسنهای طیور به طور کامل در اختیار دامداران و مرغداران قرار می‌گیرد.

● آیا مؤسسه در حال حاضر به کارشناس شیمی نیاز دارد؟

اگر از دیدگاه اداری به این موضوع بپردازیم، چون این مؤسسه ۱۰۰٪ دولتی است، هیچگونه استخدامی نداریم، با این حال تنها می‌توانیم در مقاطع دکترای شیمی و بیوشیمی استخدام داشته باشیم اما برای حل این مشکل قراردادهایی را با محققان کشور در زمینه‌های شیمی و بیوشیمی و زمینه‌های دیگری منعقد می‌کنیم و همچنین در این راستا کل هزینه تولید و هزینه محققان و نیز حق تحقیق این افراد تازمانی که پروژه فعال است، پرداخت می‌شود. این خود در حقیقت نوعی استخدام می‌باشد.

● آیا امکان بازدید معلمان، دانشجویان و دانش‌آموزان از مؤسسه

وجود دارد؟

خوشبختانه چند سالی است که زمینه بازدید افراد متفاوت از هیأت علمی گرفته تا دانش‌آموزان ایجاد شده است که این بازدیدها در روزهای سه‌شنبه و چهارشنبه هر هفته انجام می‌پذیرد که البته یک هفته مخصوص خواهران و یک هفته مخصوص برادران می‌باشد. البته بازدیدهایی نیز توسط دانشگاهها به طور ویژه صورت می‌گیرد که در این بازدیدها به طور کاملاً تخصصی و از نزدیک با تمامی مراحل کار و دستگاهها آشنا می‌شوند.

البته متذکر می‌شوم که انجام بازدید باید با وقت قبلی و مکاتبه کتبی با روابط عمومی صورت گیرد.

تصاویر برداشته شده: (۱) فرماتور: برای تولید محیط کشت باکتری دیفتری به کار می‌رود و دستگاههای بعدی: پرکننده و دستگاه بسته‌بندی.

دستگاه کاملاً استریزه است که مایع در آن با هوا ارتباط پیدا می‌کند.



1- Louis Paul Delpy, 2. fermentor

- (۶) واکسن اوربون  
 (۷) واکسن سه‌نایی سرخک، سرخجه و اوربون  
 (۸) واکسن سرخجه  
 (۹) واکسن دوتایی دیفتری و کزاز بزرگسالان  
 (ب) سرمهای درمانی، مصرفی پزشکی  
 (۱) سرم ضد دیفتری  
 (۲) سرم ضد کزاز  
 (۳) سرم ضد مارگزیدگی پلی‌والان (چندگانه) و مونووالان (یگانه) اختصاصی  
 (۴) سرم ضد عقرب زدگی  
 (پ) فرآورده‌های زیستی، مصرفی دامپزشکی  
 (۱) واکسن ضد طاعون گاوی. (۲) واکسن ضد آبله گوسفندی.  
 (۳) واکسن ضد سیاه‌زخم. (۴) واکسن ضد آبله بزی. (۵) واکسن دوتایی سیاه‌زخم و کزاز. (۶) واکسن ضد آنترتوکسمی. (۷) واکسن ضد تب برفکی. (۸) واکسن ضد بروسلوز گاوی. (۹) واکسن ضد بروسلوز گوسفندی. (۱۰) واکسن ضد نیوکاسل. (۱۱) واکسن ضد برونشیت. (۱۲) واکسن ضد آبله مرغان. (۱۳) واکسن ضد قانقاریای عفونی کبد گوسفندی  
 (ت) آنتی‌ژنهای تشخیصی  
 (۱) توپروکلین. (۲) مالئین. (۳) یونین. (۴) پادگن‌های تشخیصی بروسل. (۵) پادگن پولورم. (۶) پادگن مایکوپلازما گالی‌پستیکوم. (۷) سرخجه  
 (ث) داروهای ضد انگلی دامی شامل قرص نیکلوزامید



● فرآورده‌های این مؤسسه به چه صورتی در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌گیرد؟  
 بعضی واکسنها مانند واکسن‌های اختصاصی سرخک،

# تازه‌های شیمی

## لغزان تراز قفلون

است به سرعت روی یک سطح صاف و پرداخت شده - مانند یاقوت یا استیل سرد - لایه نازکی از ماده بسی پار شده به جامی گذارد. اردمیر و همکارانش هنوز سرگرم تعیین ترکیب شیمیایی دقیق این پوشش هستند، ولی ادعا می کنند که دست کم یک چیز مهم را در مورد آن می دانند؛ یعنی کاربرد آن در پوشش دادن روی مواد گوناگون از جمله پلاستیکها. بنابه گفته اردمیر، فرآیند نوین ایجاد پوشش، بسیار سریعتر از روش پیشین است که از فن آوری نشانیدن بخار کربن بهره می گرفت؛ با تکیه بر این روش، می توان مقادیر زیادی ماده غیر سمی را درست در چند ساعت تهیه کرد.

تاکنون، این گروه پژوهشی، پایداری فرسایشی این پوشش را به آزمایش گذاشته اند، آن هم با استفاده از ماشینی که یک گوی یاقوتی را با فشاری ۱۰۰۰۰ برابر فشار اتمسفر (یعنی  $10^8$  Pa) در یک دایره می گرداند. گوی یاقوتی، پس از ۵ میلیون بار چرخش، تنها لایه بسیار نازکی - حدود یک میکرومتر - را از دست می دهد. آنها بر این باورند که چنین نتیجه ای به خوبی با کاربرد این ماده جامد در فن آوری پیشرفته سازگار است.

I- Ali Erdemir

Chemistry in Britain, Dec. 1997

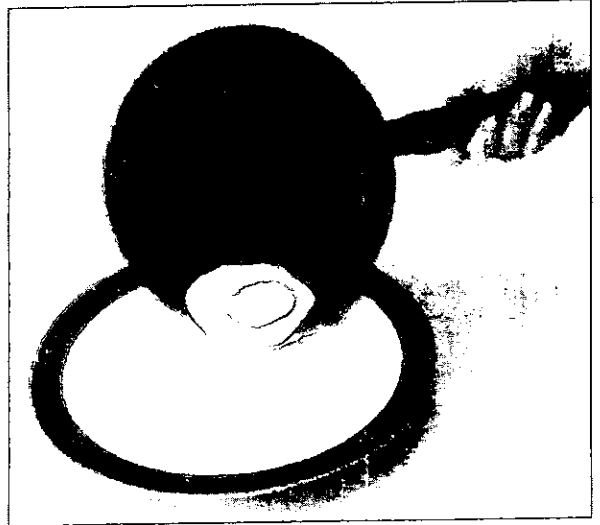
## همانندی بیش از پیش بهرام (مریخ) به زمین



آقای ماتئو گولوم بک<sup>۱</sup> و همکارانش می گویند که بنابر اطلاعات به دست آمده از رهیاب<sup>۲</sup> مریخ، این کرة سرخ رنگ ممکن است

پوششهای نجسب نه تنها برای آسان تر شدن شستشوی ظرفهای غذا سودمند هستند، بلکه در ساخت بول برینگ های بدون روغن، مکانیسم هایی از سفینه های فضایی (که نیاز به روغنهای نرم کننده دارند)، در برخی قطعه های رایانه و نیز میل لنگ موتورهای توربو کاربرد دارند.

بلی تترافلورو اتیلن (PTFE) برای استفاده در قطعه های غیر متحرک، پوشش خوبی به شمار می رود، ولی جایی که تنش و اصطکاک زیاد باشد، به پوششهای بسیار سختی نیاز است که به سرعت فرسوده نشوند.



در این راستا، آقای علی اردمیر<sup>۱</sup> از آزمایشگاه آرگون آمریکا، ماده ای تهیه کرده است که به گفته او دارای طول عمر و پایداری فرسایشی استثنایی است. ضریب اصطکاک این ماده تازه، برابر ۰/۰۰۱ است که بسیار کوچکتر از ضریب اصطکاک PTFE (یعنی ۰/۰۴) است، و از رکوردار پیشین - یعنی دی سولفید مولیبدن - ۲۰ بار لغزنده تر است.

اردمیر این ماده تازه را در یک محفظه پلاسمای با کمک فرکانس رادیویی تهیه کرده است؛ دستگاهی که در آن، مخلوط دقیقی از گازها، اتمی می شود. در این مخلوط، از متان به عنوان منبع کربن استفاده می شود. این معجون گازی، که سرشار از اتمها و الکترونها



صاف کردن مو بگذریم، هر زمان که به مو شانه یا برس می‌زنیم، با خراشیدن لایه محافظ، به آن آسیب می‌رسانیم. تاجایی که تارهای مو پاره می‌شوند و می‌ریزند. ولی هم‌اکنون به خاطر پژوهش انجام شده توسط شیمیدانان صنایع اولون<sup>۱</sup> شیکاگو، شاید بتوان با محافظی از بسی پاره‌های پلی آمین به یاری آن شتافت.

این شیمیدانان در پی بررسی آسیب ناشی از لخت کننده‌های مو (که برای صاف کردن موهای فردار به کار می‌روند)، به اهمیت این پلی آمین‌ها پی برده‌اند. لخت کننده‌ها، امولسیونهایی هستند که دارای ۲/۴-۲ درصد هیدروکسید سدیم (و بازهای دیگر) هستند. چنین پنداشته می‌شود که این مواد یک سوم پیوندهای دی سولفیدی را که عامل فر بودن مو هستند، به شکل پیوندهای لانتیونین<sup>۲</sup> درمی‌آورند.

بررسی نشان می‌دهد که به کار بردن لخت کننده‌ها باعث می‌شود که تارهای مو تا بیش از ۵۰ درصد میزان اولیه متورم شوند. علی سید<sup>۳</sup> مدیر سازمان پژوهشی اولون می‌گوید: «مویک غشَاء نیمه تراوا دارد و مواد شیمیایی، مانند هیدروکسید سدیم، هیدروکسید پتاسیم و هیدروکسید گوانیدین، در مو نفوذ می‌کنند و باعث افزایش فشار تراوشی<sup>۴</sup> در مو می‌شوند.

آسیب واقعی زمانی به مو وارد می‌شود که این لخت کننده‌ها را از مو شستشو می‌دهند. پژوهشگران، با توجه به تحلیل تصویری، مشاهده کردند که این تورم تا افزایش باز هم بیشتر قطر مو (به میزان ۲۰ تا ۳۰ درصد) ادامه می‌یابد. افزون بر این، بررسی‌ها با میکروسکوپ الکترونی نشان داده‌اند که افزایش شدید فشار تراوشی، باعث ترکهای طولی و عرضی در سطح الیاف مو می‌شود. راه حلی که این سازمان برای چنین مشکلی ارائه داده است، رشته‌ایی از پلی آمینهایی است که چندین گروه عاملی دارای بار مثبت دارند (به جای داشتن تنها یک گروه دارای بار مثبت). این بار مثبت، زمینه را برای جسییدن بسی پاره‌های نامبرده به سطح الیاف مو فراهم می‌سازد. از این گذشته، به گفته کارشناسان این شرکت، این مواد با جلوگیری از تورم و شکستن تارهای مو، آن را نرم تر و درخشان تر می‌کنند. بنا به گفته علی سید، دلیل چنین پدیده‌ایی، کشسان بودن

بیش از آنچه که پنداشته می‌شد، به زمین شبیه باشد. پیش از نشستن رهیاب در چهارم ژوئیه سال ۱۹۹۷ بر سطح بهرام، اطلاعات مربوط به ترکیب شیمیایی سطح این کره تنها از تجزیه و تحلیل شهاب سنگهای مریخی و داده‌های مربوط به دو مأموریت سفینه وایکینگ به دست آمده بودند. رهیاب بابه‌ه گیری از یک پرتو X سنج آلفا پروتون سوار شده بر روی یک رویات، داده‌های بسیار خوبی را جمع‌آوری کرد. دستگاه دیگری نیز به بررسی ساختار جو و هوای این سیاره پرداخت. پژوهشگران می‌گویند: «این داده‌ها از سیاره‌ایی پر آب، با گذشته‌ای گرم‌تر و نمناک‌تر (به دلیل باینداری آب و نیز ضخیم‌تر بودن جو آن در گذشته) حکایت می‌کنند که بیش از پیش به کره زمین شبیه است. ترکیب شیمیایی خاک‌های گردآوری شده توسط رهیاب مانند ترکیب شیمیایی گزارش شده وایکینگ است. البته همه سنگها یکسان نبوده‌اند؛ برخی به طور غیرمنتظره‌ایی نسبت به شهاب سنگها یا خاکها، دارای سیلیسیم و پتاسیم زیادی بودند ولی منیزیم کمتری داشتند. بنابراین زمین شیمی مریخ باید بسیار شبیه زمین باشد.

1- Mathew P. Golombek 2- Pathfinder 3- leinamycin  
C & EN, Dec. 1997

## بسی پاره‌ها در خدمت مو



اگر مو جان داشت، شاید هرگز از رفتار بی‌رحمانه‌ای که با آن داریم، بدون کيفر نمی‌ماندیم. اگر از حالت دادن، لخت کردن و

## معمای ناپدید شدن اثر انگشت

هنگام بررسی پرونده دزدیدن و کشتن یک دختر بچه در ایالت شرقی تنسی<sup>۱</sup> در آمریکا، کارآگاه بوحنان<sup>۲</sup> از پلیس ایالتی با مشکلی برخورد کرد که نمونه اش را پیش از آن نیز دیده بود. با این که گواهان، سوار شدن این دختر بچه را به ماشین مظنون دیده بودند، هیچگونه اثر انگشتی از او در ماشین یافت نشد. بوحنان، با توجه به چندین مورد بچه دزدی، به این نتیجه رسید که در خصوص اثر انگشت کودکان، چیز غریبی باید وجود داشته باشد: اثر انگشت کودکان همانند اثر انگشت بزرگسالان بر اشیاء باقی نمی ماند.

کارآگاه بوحنان، این موضوع را در FBI، اسکاتلند یارد و حتی در روسیه مطرح کرد ولی چون به ظاهر هیچکس به موضوع توجه نداشت، کمتر مطالعه ای روی آن انجام شد. او سپس به بخش انرژی آزمایشگاه ملی اوکاربج<sup>۳</sup> در ایالت تنسی رفت. خانم میشل بوچانان<sup>۴</sup> از این مرکز، طرحی را آغاز کرد تا درست بودن دیدگاه کارآگاه بوحنان را بررسی کند. او از میان دو گروه سنی ۱۷-۴ و ۴۶-۱۹ ساله چند داوطلب برگزید و با استفاده از الکل، ترکیبهای موجود بر سطح انگشتان شست و اشاره آنها را استخراج کرد. سپس، با استفاده از دستگاه GC-MS به بررسی این ترکیبها پرداخت و ملاحظه کرد که کروماتوگرام های به دست آمده از این دو گروه سنی به طور چشمگیری با یکدیگر تفاوت دارند. او در توضیح این مطلب می گوید که اثر انگشت کودکان دارای مواد فراری مانند اسیدهای چرب آزاد است، در حالی که اثر انگشت بزرگسالان دارای ترکیبهای دیرپاتری است.

با اثبات دیدگاه آقای بوحنان، پژوهشگران مرکز ORNL احتمالاً در پی ارائه روشی برای انگشت نگاری از نوجوانان خواهند بود. به تازگی یکی از پژوهشگران بخش پژوهشی علوم بهداشت، فن آوری های نوری را برای تشخیص مقادیر بسیار کم ترکیبهای چون بی فنیلهای بسی کلردار ارائه کرده است و می خواهد بداند که همین کار را می توان در مورد ترکیبهای کشف شده خانم بوچانان انجام داد یا نه.

در خورد یادآوری است که این بررسی نتیجه دیگری هم در بر داشته است. بوچانان بر این باور است که ترکیبهای به دست آمده از پوست ممکن است نشانگر وجود برخی بیماریها باشند. بنابراین، بررسی شیمی پوست توسط GC را می توان به عنوان ابزاری غیر تخریبی برای تشخیص بیماریها به کار برد. این در حالی است که کارآگاه بوحنان می گوید: «کاش بتوانیم (اعتیاد یک فرد به) مواد مخدر را در هنگام دستگیری و با آزمایشهای ساده انگشت نگاری تشخیص دهیم. زیرا اغلب به دلیل تأخیر در انجام آزمایشهای که امروزه رایج است، نتیجه قابل اعتمادی به دست نمی آید».

1- Tennessee 2- Bohanan

3- Oak Ridge National Laboratory 4- Buchanan

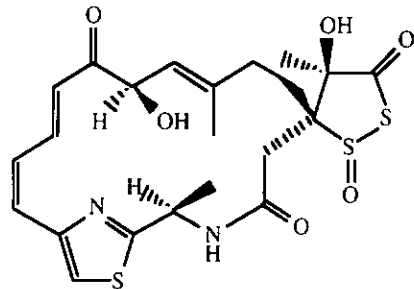
Chemistry in Britain, July 1997

این پلی آمین ها است. هنگامی که موتور می شود و پوشش شاخی آن می شکند، پلی آمین های کاتیونی به درون بافت کورتکس مو نفوذ می کنند و حتی پس از شستشو با آب، در آن باقی می ماند. از آنجاکه بسی پارهای کاتیونی دارای ماهیت کشسانی هستند، این مواد قدرت کشیده شدن و کشسانی الیاف مو را افزایش می دهند. این دست آورد در آینده ممکن است در پیدایش مواد حالت دهنده و تقویت کننده نوین اهمیت پیدا کند. در حال حاضر این سازمان، فن آوری خود را تنها به شکل فرمول بندی یک لخت کننده مو به بازار وارد کرده است.

1- Avlon 2- Lanthioninic 3- Ali Syed 4- osmotic pressure  
Chemistry in Britain, Dec. 1997

## لینامایسین<sup>۱</sup> به دو شیوه عمل می کند

مکانیسم اثر دارویی لینامایسین که فرآورده طبیعی یک فرایند باکتریایی است و خاصیت ضد سرطان دارد، بسیار مورد بحث بوده است.



برای شکسته شدن DNA توسط تیول دو مکانیسم ارائه شده است. به تازگی گی تس<sup>۱</sup> و همکاران او در گروه شیمی و زیست شیمی دانشگاه میسوری<sup>۲</sup> دریافته اند که این دارو ممکن است از هر دو مکانیسم استفاده کند. پیش از این، آقای گی تس و همکارانش می گفتند که داروی لینامایسین به صورت اکسایشی به DNA آسیب می رساند. از طریق تبدیل اکسیژن مولکولی به اکسیژن اتمی که مولکول DNA را می شکند. این تبدیل توسط یک تیول انجام می شود. از سوی دیگر، پژوهشگران آزمایشگاه پژوهشی توکیو، مکانیسمی از آلکیل شدن را پیشنهاد کرده بودند که در آن، تیول ها به حلقه اکسید دی تیولانون<sup>۳</sup> حمله می کنند و یک حد واسط الکترون دوست تشکیل می دهند که آلکیل کردن DNA به شکستن رشته آن می انجامد. هم اکنون آقای گی تس و همکاران او شواهدی به دست آورده اند که لینامایسین با همکاری تیولها، می تواند هم از راه اکسایشی و هم از طریق آلکیل کردن، DNA را بشکند. این در حالی است که کارایی این دو فرایند به شرایط واکنش بستگی دارد.

1- Gates, K.S. 2- Missouri 3- dithiolanone oxide ring.

C & EN, Dec. 1997

این فرم را در اختیار دوستان خود بگذارید.

بازار کتابخانه و نشر

بسمه تعالی



### فرم اشتراك يكساله فصلنامه رشد آموزش شیمی

نام و نام خانوادگی: .....

آدرس پستی: استان .....

شهرستان .....

کد پستی: .....

تلفن: .....

شیوه پرداخت: مبلغ ۱۰۰۰۰ ریال را به حساب شماره ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت شعبه سرخه حصار کد ۳۹۵ در وجه شرکت افست واریز کرده و اصل رسید بانکی را به همراه این فرم به واحد اشتراک دفتر انتشارات کمک آموزشی بفرستید.

توجه: شروع اشتراک از نخستین شماره ای خواهد بود که پس از دریافت فرم درخواست شما به چاپ می رسد. در ضمن یک ماه پیش از پایان وجه پرداختی، مراتب جهت تجدید اشتراک به آگاهی شما خواهد رسید.

نشانی: تهران: صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۳۳۳۱ دفتر انتشارات کمک آموزشی، واحد اشتراک

تلفن: ۹-۸۸۳۱۱۶۰ (۰۲۱) داخلی ۴۳۲



بازار کتابخانه و نشر

بسمه تعالی



### فرم اشتراك يكساله فصلنامه رشد آموزش شیمی

نام و نام خانوادگی: .....

آدرس پستی: استان .....

شهرستان .....

کد پستی: .....

شیوه پرداخت: مبلغ ۱۰۰۰۰ ریال را به حساب شماره ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت شعبه سرخه حصار کد ۳۹۵ در وجه شرکت افست واریز کرده و اصل رسید بانکی را به همراه این فرم به واحد اشتراک دفتر انتشارات کمک آموزشی بفرستید.

توجه: شروع اشتراک از نخستین شماره ای خواهد بود که پس از دریافت فرم درخواست شما به چاپ می رسد. در ضمن یک ماه پیش از پایان وجه پرداختی، مراتب جهت تجدید اشتراک به آگاهی شما خواهد رسید.

نشانی: تهران: صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۳۳۳۱ دفتر انتشارات کمک آموزشی، واحد اشتراک

تلفن: ۹-۸۸۳۱۱۶۰ (۰۲۱) داخلی ۴۳۲





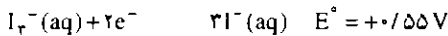
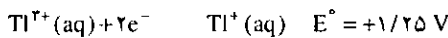
# سنجش دانش



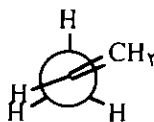
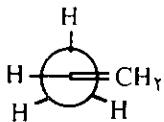
نعمت الله ارشدی



$(NO, NO_2)$  است یا  $(N_2O, O_2)$ ؟ چرا؟  
 ۷-  $TiI_3$  جامدی سیاه رنگ است. با توجه به پتانسیلهای کاهش  
 زیر، این ترکیب را چه می توان نام نهاد، دیدت تالیسم (III) یا تری  
 دیدت تالیسم (I)؟ چرا؟



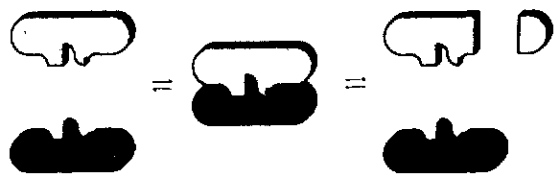
۸- طیف سنجی موس بوئر چیست؟ و چه کاربردهایی دارد؟  
 ۹- برای پروپن دو چهره بندی پوشیده (۱) و نپوشیده (۲) وجود  
 دارد که اختلاف انرژی بین آنها  $8,4 kJ/mol$  است. فکر می کنید  
 کدام چهره بندی پایدارتر باشد؟ چرا؟



۱۰- کاربرد کلسیم را در صنعت چگونه می سازند؟ به طور  
 خلاصه شرح دهید.



به کسی که بهترین و کاملترین پاسخها را حداکثر تا پایان شهریور  
 ۷۷ برای مابفرستد یک دوره سه جلدی کتاب «تئوری و مسائل شیمی  
 آلی» تقدیم خواهد شد.  
 ۱- برندگان جایزه نوبل شیمی در سال ۱۹۹۷ چه کسانی بودند؟  
 و به چه علت موفق به دریافت این جایزه شدند؟  
 ۲- درباره عدد ستان<sup>۱</sup> چه می دانید؟ به طور خلاصه شرح دهید.  
 ۳- تصویر بالا-راست کاریکاتور یکی از شیمیدانان معروف  
 انگلیسی را نشان می دهد، با دقت در محتوای این تصویر نام این  
 شیمیدان را حدس بزنید؟ در ضمن علت شهرت او را بنویسید.  
 ۴- از مدل نمایشی زیر برای درک ساده چه مفهومی استفاده  
 می شود؟ این مدل چه نام دارد و چه کسی برای نخستین بار آن را  
 پیشنهاد کرد؟



۵- کدام یک از کمپلکسهای زیر فعالیت نوری دارد؟ چرا؟  
 $cis - Cr(acac)_3(H_2O)_3$ ;  $trans - Cr(acac)_3(H_2O)_3$ ;  $Cr(acac)_3$   
 ۶- فرآورده های ترمودینامیکی واکنش تجزیه  $N_2O_5$ ،

1. Cetane number
2. Mössbauer spectroscopy

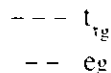


# از حروف تا مفاهیم (۶)

نعمت الله ارشدی

رمز جدول نام یکی از قواعد مهم شیمی است که در سال ۱۹۲۷ توسط سیچ ویک<sup>۱</sup> ارایه شده است. به کسی که رمز جدول و پاسخ درست همه پرسشهای زیر را حداکثر تا پایان شهریور ۷۷ برای ما بفرستد، یک جلد کتاب «چگونه مسائل شیمی را حل کنیم» تقدیم خواهد شد.

۱- در این میدان لیگاند آرایش اوربیتالهای d به صورت زیر است.



۲- از انواع گوناگون هم‌بسی‌پازها<sup>۲</sup> که ساختار مولکولی -A-A-B-B-B-A-B-A-B-B-A-A-A- را دارند.

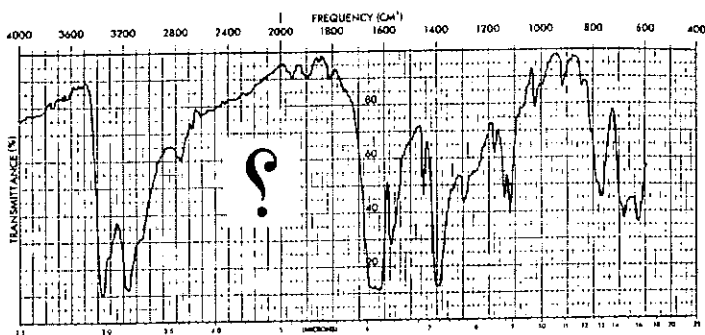
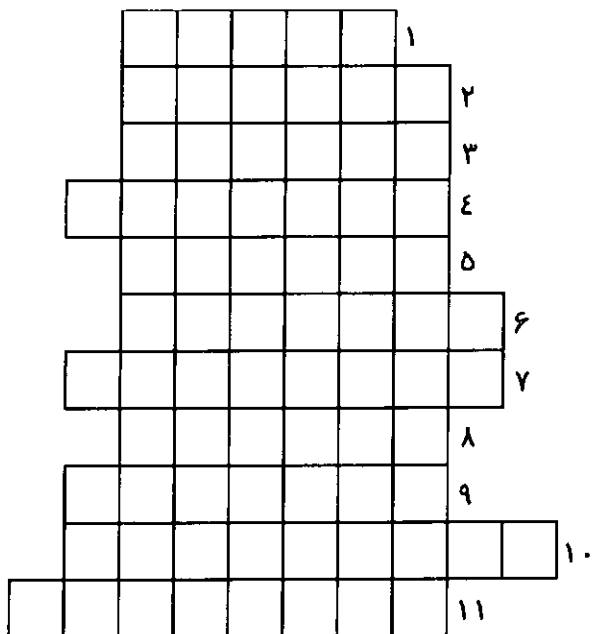
۳- برخی، این پدیده الکتروشیمیایی را فرایند بازگشت تدریجی فلزها به حالت طبیعی خود می‌دانند.

۴- شیمیدان معروف فرانسوی که به خاطر کشف فرایند هیدروژن‌دار کردن کانالیزی روغن مایع به جامد جایزه نوبل سال ۱۹۱۲ را به طور مشترک با گریتارد دریافت کرد.

۵- این کانی در شیمی سفر مهم‌ترین ماده خام<sup>۳</sup> به شمار می‌آید.

۶- نام ترکیبی آلی با فرمول  $C_4H_7NO$  که طیف IR آن به

صورت زیر است.



۱۱- نام ذره‌ای است که آن را با نماد  $H^-$  نشان می‌دهند.

رمز از حروف تا مفاهیم (۳): پیتروبیای

پاسخ پرسشهای جدول به ترتیب عبارتند از: اسپنیل، هلیم، روتیم، گرانروی، اکتادکان، تیروسین، دی‌بوران، سلوفان، کوری.

1. Sidwick, N. U. 2. copolymer 3. raw material

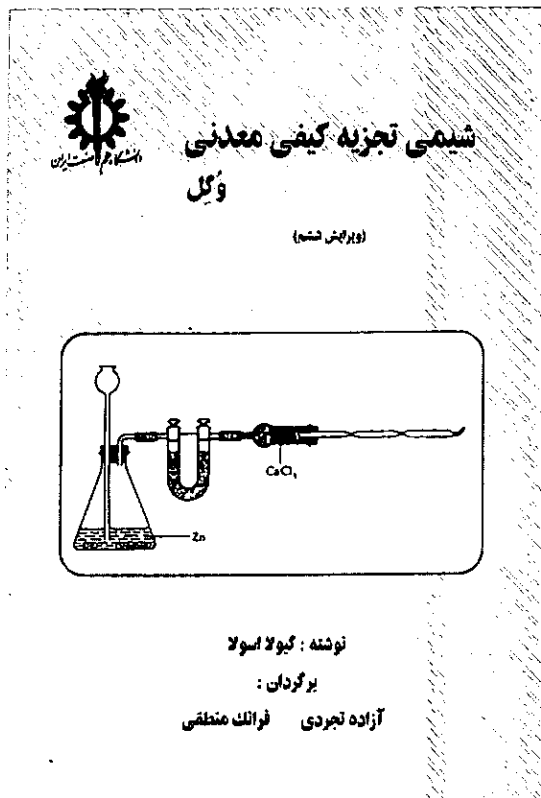
4. chiral

۷- مخلوط پرکلرات آمونیوم با گرد این فلز به عنوان سوخت در موشکها و فضاپیماها کاربرد دارد.

۸- دسته‌ای از ترکیبهای آلی فرآر هستند که مقادیر کم (اغلب در حدود نانوگرم) آنها به وسیله موجودات زنده تراوش می‌شود و برای آنها نقش پیک را بازی می‌کند.

۹- هم‌ارز پارسی واژه «کایرال»<sup>۴</sup>.

۱۰- ساختار مولکول متانال به این گونه است.



### کتاب شیمی تجزیه کیفی معدنی (وکیل)

نوشته: گیولا اسولا

برگردان: آزاده تجردی و فرانک منطقی اعضای هیأت علمی دانشکده شیمی دانشگاه علم و صنعت ایران

انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران - اسفند ۷۶

بها: ۹۵۰۰ ریال

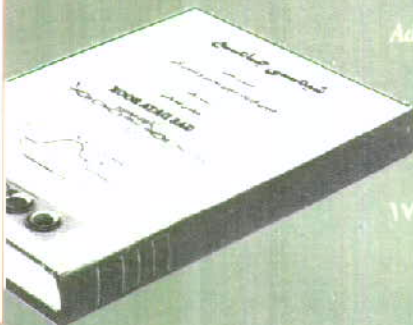
این کتاب مجموعه‌ای فراگیر و فشرده از دانستنیها و مهارتهای آزمایشگاهی مورد نیاز در تجزیه کیفی ترکیبهای معدنی را در اختیار علاقه‌مندان قرار می‌دهد. کتاب با توصیفی بر وسایل آزمایشگاهی و ویژگیهای اجرای عملیات در مقیاس بزرگ، نیمه‌ریز و ریز آغاز می‌شود. چارچوب اصلی آن دربرگیرنده واکنش کاتیونها، آنیونها و برخی یونهای کم متداول است که جزئیات روش کار، تفسیر و نکته‌هایی در خصوص حساسیت و انتخاب مواد را نیز شامل می‌شود.

این کتاب شش فصل دارد که در آنها پس از معرفی تعدادی از وسایل و ابزار مورد نیاز آزمایشها، به تقسیم‌بندی کاتیونها و واکنش آنها و سپس تقسیم‌بندی آنیونها و واکنش آنها پرداخته است. در فصلهای پایانی مورد نیاز برخی آزمونهای برگزیده و نیز واکنشهای مربوط به یونهای نامتداول و کمیاب آورده شده است.

یکی از ویژگیهای مهم کتاب این است که برای هر آزمون، واکنش یا واکنشهای ویژه آن داده شده تا خواننده از آنچه در طول آزمایش، رخ می‌دهد، آگاه باشد. از دیگر بخشهای مهم کتاب فهرستی از واکنشگرهای مورد استفاده در آزمایشها است که به ترتیب حروف الفبا چیده شده‌اند و به روش تهیه و نگهداری آنها نیز اشاره کرده است. ویژگی دیگر کتاب واژه‌نامه آن است که در آن عنوان موضوعهای مهم کتاب به ترتیب الفبا و با ذکر شماره صفحه گردآوری شده است.

این کتاب مرجعی برای پژوهشگران، استادان، دانشجویان و دست‌اندرکاران صنایع شیمیایی یا صناعی است که به نحوی با تجزیه مواد شیمیایی سروکار دارند.

# تاوهای کتاب



نام کتاب: شیمی جامع  
 نام مأخذ اصلی و نام نویسنده:  
*Advanced Chemistry, Michael Lewis/ 1996*  
 ترجمه و تألیف: مرتضی خلغالی  
 ناشر: انتشارات سرگند  
 تاریخ نشر چاپ اول: بهار ۱۳۷۷  
 تذکر: پیشگفتار کتاب در صفحه ۱۷۹-۱۷۷  
 آمده است.  
 بها: ۱۴۰۰۰ ریال

کتاب شیمی جامع برای برخی معلمان و دانش آموزان کنجکاو در نظر گرفته شده است که علاقه مند به مرور مجموعه ای فشرده و نسبتاً گسترده ای از مفاهیم شیمی همگانی، شیمی فیزیک، شیمی معدنی و شیمی آلی در دوره متوسطه و پیش دانشگاهی و پیش دانشگاهی پیشرفته هستند.

برخی مشخصه های کتاب، همچنانکه در پیشگفتار با عنوان ساختار و روشهای کتاب آمده، به قرار زیر است:

۱- سازمان دهی محتوا و روش ارائه در کتاب در قالب یک رویکرد کل نگر بر مبنای نظریه یادگیری گشتالت: «کل بیش از مجموع اجزاء است»، طراحی شده است. هر صفحه یا دو صفحه متوالی که از قطع بزرگ A۴ است، به یک موضوع بنیادی اختصاص دارد که در آن همه مؤلفه های مهم موضوع، به یاری کادربندی ها، تصویرها، نمودارها، مثالها، ترتیب توالی ها و گاهی نمودار مفاهیم، به صورت یکپارچه درآمده است.

۲- چون مأخذ اصلی انتشارات دانشگاه آکسفورد انگلستان است، برای دوره پیش دانشگاهی پیشرفته طراحی شده، مترجم ضمن حفظ بافت اصلی، برخی مطالب انتزاعی را طواری بازنویسی کرده است که سطح رشد ذهنی موردنیاز برای درک آنها حتی الامکان در دوره متوسطه و پیش دانشگاهی بیان شود. این کار از طریق استفاده از برخی فضاهای خالی صفحه های کتاب اصلی و گسترش کادربندی آن جهت افزودن چند عبارت توضیح دهنده، یا مثال و مفهوم پیش نیازی لازم برای تسهیل درک موضوع انجام گرفته است. به همین دلیل و به سبب فشردگی مطالب، اندازه حروف کوچکتر گرفته شده تا بتوان بیشترین مطلب لازم را در فضای صفحه جای داد.

۳- برای پاسخگویی به تفاوت های فردی از نمادهای راهنما بهره گرفته ایم. چهارچوبی که محتوا در آن قرار دارد از نظر پیچیدگی مطالب و مفاهیم توسط نمادهایی برای سه دوره متوسطه، پیش دانشگاهی و پیش دانشگاهی پیشرفته نمادگذاری شده است. افزون بر این، هر کجا که مطلب نیاز به گسترش بیشتر دارد، مقاله ها یا توضیجهایی تحت عنوان پیوست در پایان کتاب توسط مترجم افزوده شده است، که با نماد ویژه ای در متن کتاب مشخص شده اند.





نهایی از گنبد زئوسیک بر باشنده  
توسط بانکسپینتر فولاد در صاهیشگاه  
سهر بحدری ونگوور .گنادا این  
گنبد مدالی فولیکولی از آلوتر وپ  
تازه کشف شده کربن است.

I believe that it is our responsibility as  
teachers not only to purvey the chemistry  
but also to enable and encourage students  
to learn how to learn.

H.A.Johnstone

باور من این است که ما به عنوان یک معلم نه تنها مسئولیت  
داریم که با دستی پر از دانستههای شیمیایی سر کلاس برویم  
بلکه وظیفه داریم که دانش آموزان را تشویق کنیم تا چگونه  
آموختن را بیاموزند.

ا.ج.ای. جانستون